



# הכנס השנתי ה-23 של מיט"ל

הוראה ולמידה משולבת טכנולוגיה בהשכלה הגבוהה

**השכלה גבוהה בעידן הבינה  
המלאכותית היוצרת (GenAI)**

16.7.25



## תוכן עניינים

- פעילות מיט"ל 2024-2024
- תוכנית כנס מיט"ל ה-23
- ועדת התוכנית וארגון הכנס
- מאמרים:

**תהליך הפיתוח והיישום של מדריך וירטואלי מבוסס צ'טבוט בהשכלה הגבוהה –**

### חקר מקרה

ענת סורוקה זוטא, אורלי קליין לטוכה, דר קלאוזנר, טל סופר – אונ' ת"א

**בוט כמסייע בתהליך פיתוח מיומנות שאילת שאלות במיפוי פרופיל ילדים על**

### הרצף

ברכה וילנסקי, דינה לרמן – מכללת הרצוג

**בין חדשנות לספקנות: כיצד סטודנטים להוראה תופסים את שילוב הצ'טבוטים?**

עדי יעקב עזריא, גיא כהן, ענת כהן – אונ' ת"א

## From Data to Insights: Classifying Student Behavior in a Gamified Chatbot

שיר גרייף, דוד קודיש – אונ' בן גוריון

**פיתוח אפליקציה אינטראקטיבית לקורס סימולציה**

נמרוד טלמון, ירדן כהן, איל ברימן – אונ' בן גוריון

**למידה משמעותית במעבדות כימיה: שימוש בפלטפורמת LabBuddy להפחתת**

**עומס קוגניטיבי ושיפור חוויית הלמידה**

נח טרייטל, רות ספז, יניב גייר, דנה ספיר – מכללת עזריאלי

**פודקאסט "לינארית - To Go" פודקאסט מלווה לקורס שנה א' במתמטיקה**

נדב קלמה – אונ' בן גוריון

**מתוצר לתהליך: מקרה בוחן על פיתוח יצירתי בעידן הבינה המלאכותית**

אורן שיינמן, ניצוץ סרנגה – מכללת שנקר

## **דפוסי שימוש בבינה מלאכותית יוצרת ע"י סטודנטים למדע והנדסה לאורך לימודיהם**

אורית חזן, יעל ארז – הטכניון

## **Evaluating Large Language Models on Computer Science University Exams in Data Structures**

עידן גבאי, יעל מעוז, יונתן סטאל, נעמה מעוז, עבדו עמר, אור אילת, עדי חביב, חנוך לוי, מיכל קליינבורט, אמיר רובינשטיין – אוני' ת"א

## **GenAI in STEM Education: Instructor Perception and Pedagogical Implications**

אילנה רם, עימאד עיד – הטכניון

## **Gender Differences in Database Modeling: the Advantage of Reading Comprehension**

רונית שמלו, עדי כץ – SCE

## **תפיסת סטודנטים את ההאקאתון כפעילות הערכה בקורס מתקדם בהנדסת תוכנה**

רונית שמלו, ליאור ארונשטם, גלי נווה – SCE

## **מציאות רבודה להעשרת חוויית הביקור במכון לייצור מתקדם**

נעמי אונקלוס שפיגל – המכללה האקדמית להנדסה בראודה בכרמיאל

## **השימוש ביישומי בינה מלאכותית יוצרת: תפיסת המולטי-מודאליות**

מור דשן, נועה אהרונים – אוניברסיטת בר אילן

## **גישור על הפער האתי: שילוב בינה מלאכותית ואחריות הלומד בהשכלה הגבוהה**

יובב עשת – המכללה האקדמית צפת | אסנת רובין – מכללה ירושלים | יצחק

טרכטינגוט – מכללת הרצוג

## **ידע, עמדות ותפיסות של מורים ופרחי הוראה כלפי שימוש בבינה מלאכותית**

יוצרת בהוראה ולמידה

רפי מרגליות, גיא כהן, עדי יעקב עזריא, ענת כהן, אלה ברונשטיין – אוני' ת"א

**אתגרים והשלכות של למידה שיתופית מקוונת בעולמות וירטואליים בהקשר של  
למידה חברתית-רגשית**

מירב חייק – מכללת אחווה | מירי שינפלד – מכללת סמינר הקיבוצים | אורית אבידב-  
אונגר – מכללת אחווה

**למידת קורסי תוכן באנגלית (EMI) באמצעות מציאות מדומה (VR): השפעה על  
מסוגלות, אוטונומיה ושייכות של הסטודנטים**

קלרה ריספּלר, רוזאן ח'יר פראג', ורד אלישר, דני גליק – מכללת עמק יזרעאל

**השפעת הנראות של אוואטאר מבוסס ChatGPT על האפקטיביות של אימון  
לראיונות עבודה**

נרית גביש, דניאל ז'ורבל – המכללה האקדמית להנדסה בראודה | איציק בן שלוש –  
Holistic EHS / XR

**שיפור מיומנויות תשואל ואנמנזה בקרב סטודנטים להפרעות בתקשורת באמצעות  
צ'אטבוט**

רות פורייטר, אביטל טראו-מרגלית – אונ' אריאל

**שילוב בין מומחיות אנושית ובינה מלאכותית בפיתוח כלי הערכה: פיתוח מבחן  
שיפוט מצבים להערכת ידע מקצועי של מורים בלמידה בהכוונה עצמית באמצעות  
אינטראקציה בין חוקרים ובינה מלאכותית יוצרת**

דפנה אבידוב, אורית עזרא, גיא כהן, ענת כהן, אלה ברונשטיין – אונ' ת"א

**השיעור החסר: כיצד טעויות של AI יכולות לעזור למרצים לשפר את ההוראה  
וההערכה**

שלי רפ, יעל שליפר, אלעד יעקובסון, זיוה בר דוב, גיורא אלכסנדרון, רון בלונדר –  
מכון ויצמן

**מערכת חדשה להערכת ההוראה והקורס בטכניון**  
אולגה צ'ונטונוב, אורלי אביטל – הטכניון

**השתלמויות במתמטיקה ובינה מלאכותית למורים**  
רחל הס גרין – האונ' הפתוחה | נלי קלר – מכללת שאנן

## **AI BOOST TRACKS – תוכנית דיפרנציאלית אגילית להטמעת כלי בינה**

### **מלאכותיות בקרב סגל אקדמי**

קרן ברק, רות פורייטר – אונ' אריאל

### **עוזר ההוראה שלי-המרחב: מרחבי למידה גמישים כזרז לחדשנות טכנו-פדגוגית**

### **ושיתופיות בהכשרת פרחי הוראה**

אורית אבדיאל, אינה בלאו – האונ' הפתוחה

## **Future-Ready Faculty: Blending EMI, AI, and Global Learning Goals**

Elena Mizrahi – Virtual Exchange Training Center

### **בדיקת היתכנות ליצירה ושימוש ב Chat Gpt Bot כעוזר הוראה בקורס אלגברה**

### **מתקדם**

עדי וולף, עימאד עיד, אסנת ברגר – הטכניון

### **הכשרת מורי המחר: התמודדות מורי מורים עם הטמעת בינה מלאכותית בהוראה**

### **– מחקר פיילוט**

חגית מישר טל – HIT | תמי זיפרט, מירי שינפלד – מכללת סמינר הקיבוצים

### **תמונת למידה פרטנית במערכת Moodle: דשבורד מתקדם למעקב אחר**

### **התקדמות, נוכחות והערכה**

צליל בוסנק, שולמית קוצר, שירי גבאי – המרכז לחינוך סייבר

### **פרסונליזציה בהנחיה ובלמידה המשלבת בינה מלאכותית יוצרת: מחקרים**

### **יישומיים ותובנות צומחות**

עינת גיל, ליאת אייל, מעיין שי סייג, איל רבין, יפעת פילו, רחל יעקובסון, יונתן מנדלס,

עמיר גפן, אורנית מיימון, אפרת שושני בכר – המכון למחקר יישומי של ב"מ בחינוך,

משרד החינוך

### **בגרות מידע ונתונים – היבחנות בעידן רווי בינה מלאכותית**

איל רבין, עינת גיל, נעמה מרוז, דיקלה בר, רונית נחמיה – המכון למחקר יישומי של

ב"מ בחינוך, משרד החינוך

• פוסטרים

**בינה מלאכותית בחינוך: פיתוח מקצועי באמצעות חשיבה עיצובית**

לימור ליבוביץ – משרד החינוך

**בדיקת היתכנות של הערכה מתוקשבת של בחינות במתמטיקה על-ידי ChatGPT**

**לעומת הבדיקה באמצעות הפלטפורמה של הלומדה – בעד ונגד**

פיליפ סלובוצקי – הלומדה, מריאנה דורצ'בה – המכללה האקדמית ע"ש סמי שמעון

**משתתף פעולה לפדגוגיה דיגיטלית: פיתוח כלים דיגיטליים להכשרת סטודנטים**

**אחיות על ידי סטודנטים לחינוך**

זויה למברג – בית הספר האקדמי לאחים ואחיות ע"ש א. וולפסון, דובי וייס, חגית ירום

– הקריה האקדמית אונו

**בינה מלאכותית יוצרת כטכנולוגיה משבשת במחקר במדעי הרוח הדיגיטליים:**

**מסקנות מפעילות קבוצת נשים חוקרות במדעי הרוח הדיגיטליים**

ענבל בן אשר גיטלר – המכללה האקדמית ספיר, אורית חזן, יעל אלואיל – הטכניון

**מציאות רבודה להעשרת חוויית המבקרים באתרי הנצחה למורשת קרב**

נעמי אונקלוס שפיגל – המכללה האקדמית להנדסה בראודה בכרמיאל

**הטמעת למידה פעילה בקורס "פיזיקה 1 לתוכנה וחשמל"**

שירלי עידן – שנקר

**בינה מלאכותית בחינוך הרפואי: שינוי מערכות יחסים ותהליכי למידה**

הדר אריאן זכאי – האוניברסיטה העברית



## מיט"ל - מרכז ידע לטכנולוגיות למידה

פרופ' גלעד רביד - יו"ר מיט"ל | אלי שמואלי - מנהל מיט"ל

מיט"ל - מרכז ידע טכנולוגיות למידה (יחידת משנה של מחב"א) הינה יחידה בין מוסדית הפועלת מאז שנת 2001 לקידום השימוש בטכנולוגיות הוראה ולמידה בקרב מוסדות להשכלה גבוהה בישראל. חברות במיט"ל: 9 אוניברסיטאות | | וכ- 20 מכללות אקדמיות מובילות.

### פעילות מיט"ל (2024 - 2025)

מיט"ל מרכזת ומובילה מגוון פעילויות בארץ ובעולם לתמיכה וסיוע למוסדות בנושא שילוב טכנולוגיה בתהליכי הוראה-למידה-הערכה-מחקר. פעילויות מיט"ל כוללות מערך הדרכות וכנסים בין-מוסדיים, קהילות לומדות, תמיכה ומתן ייעוץ בנושאי חדשנות טכנולוגית וטכנו-פדגוגיה, פיתוח פתרונות טכנולוגיים לשיפור תהליכי הוראה ולמידה, מרכז ידע בין קבוצות עבודה, פיתוח תשתיות טכנולוגיות לשימוש המוסדות והנגשה של סל טכנולוגיות למידה הזמין לשימוש במוסדות.

פעילויות נרחבות אלו מאפשרות מתן מענה מהיר ויעיל למוסדות לצורך שיפור ההוראה, הלמידה והמחקר.

גם השנה מיט"ל ממשיכה להוביל ולטפח שיתופי פעולה בין-מוסדיים לקידום שילוב מושכל של טכנולוגיות מתקדמות בתהליכי הוראה, למידה, הערכה ומחקר במוסדות ההשכלה הגבוהה בישראל. במהלך השנה הורחבו והועמקו מגוון יוזמות הכוללות: קהילות לומדות המגבשות פרקטיקות חדשניות בהוראה ומחקר, ליווי מוסדות בתהליכי אימוץ טכנולוגי, פיתוח והנגשה של פתרונות דיגיטליים יישומיים, וקידום פיתוח בין-מוסדי של כלים טכנולוגיים.

לאור ההתפתחויות המהירות בתחום הבינה המלאכותית, ובפרט הבינה המלאכותית היוצרת (GenAI), שולבו נושאים אלו כחלק בלתי נפרד מהעשייה – בהיבטים של תשתיות, פיתוח ידע, ובינה ביקורתית של השפעתם על ההוראה האקדמית. סל הטכנולוגיות של מיט"ל הורחב, לצד תשתית ידע מתעדכנת המונגשת לקהילת המרצים והצוותים הפדגוגיים.

פעילות זו מאפשרת מענה גמיש, עדכני ורלוונטי לצרכים המשתנים של האקדמיה, תוך חיזוק שיח מקצועי ושיתופי פעולה רחבים בזירה המקומית והבינלאומית.



## הפעילות העיקרית במיט"ל בשנת 2024-2025

מיט"ל רואה בקהילת חבריה את הציר המניע והמרכזי לפעילותה. זוהי קהילה דינמית, מעודדת חדשנות ויוזמה, ומספקת תמיכה הדדית. פעילותה מתמקדת בקבוצות עבודה העוסקות בהטמעת טכנולוגיות למידה ופדגוגיה חדשה במוסדות אקדמיים. בין תחומי העיסוק של הקבוצות: אימוץ ובדיקה של טכנולוגיות חדשות, קידום סביבות למידה דיגיטליות, בחינת השילוב המיטבי של טכנולוגיה חדשנית וכלי בינה מלאכותית בתהליכי הוראה, למידה, הערכה ומחקר. כמו כן, הקהילה עוסקת בסוגיות של זכויות יוצרים ואתיקה, מחקר ואיסוף מידע נתונים.

**בשנת הלימודים תשפ"ה**, בהתאם לקצב השינוי המהיר והבלתי פוסק בתחום כלי הבינה המלאכותית היוצרת (GenAI), פעילות מיט"ל התמקדה בהעמקה בסוגיות הנוגעות לשילוב כלים אלה בהוראה, בלמידה, בהערכה ובמחקר.

הפעילות התקיימה במגוון פורמטים – ימי עיון, קהילות לומדות, סדרות מפגשים ומאגרים דיגיטליים – תוך שימת דגש על שיתוף בידע ובניסיון שנצבר בין המוסדות השונים. הדגש היה על עידוד למידה הדדית, התנסות מקצועית, שיח פדגוגי-טכנולוגי ויצירת תשתית לפיתוח חשיבה ביקורתית וחדשנית בנוגע ליישומי GenAI באקדמיה.

## הכשרות וקהילות לומדות

מיט"ל מהווה מרכז ידע בין מוסדי, ומקיימת ימי עיון, מפגשים וסדנאות מקצועיות בנושאים חדשניים הרלוונטיים לתחום שילוב טכנולוגיה בהוראה אקדמית. כבכל שנה, מיט"ל מקיימת כנס ארצי שנתי בנושא "הוראה ולמידה משלבת טכנולוגיה בהשכלה הגבוהה: תובנות מהעבר ומבט אל העתיד". הכנס השנה שם דגש על נושא "השכלה גבוהה בעידן הבינה המלאכותית היוצרת (GenAI)" ומציע לקהילת המחקר, הפיתוח והעוסקים בטכנולוגיות בהשכלה הגבוהה, במה מרכזית לשיתוף והתעדכנות בפיתוחים האחרונים בתחום. הכנס מהווה מפגש לקהילת החדשנות והטכנולוגיות בהשכלה הגבוהה בישראל, ומציע במה לשיתוף במחקר, פיתוח ויישום חדשנות מבוססת טכנולוגיה במערכת ההשכלה הגבוהה. כבכל שנה, נפתח בכנס מסלול בינלאומי הכולל מושבים, הרצאות והדגמות במסגרת הפרויקטים ושיתופי הפעולה הבינלאומיים של מיט"ל.

### פרוט ימי עיון והדרכות:

- סדרת מפגשים "סדרת מפגשי קשב, התארגנות וסטרס – שימוש ביישומי בינה מלאכותית ברוח גישת UDL" בשיתוף מכללת סמינר הקיבוצים. הסדרה התמקדה בשילוב של כלי AI והתמודדויות של מרצים בחוסר ריכוז של סטודנטים, מתח, חרדה וחוסר ריכוז. [קישור להקלטות](#)
- סדרת מפגשים **AI Coffee Break** בשיתוף Erasmus Virtual Exchange Project IMPACT. הצגה של



שימוש יעיל עבור הוראה - למידה - הערכה - מחקר בכלים המשלבים AI. [קישור להקלטות](#)

- **קהילה לומדת של מומחים דיסציפלינריים לשילוב כלי במ"י** (בינה מלאכותית יוצרת - GenAI) - מטרת הקהילה גיבוש עקרונות ופרקטיקות לשילוב מיטבי של כלי במ"י בתהליכי ההוראה, הלמידה והערכה בתחומי לימוד שונים באקדמיה. [מאגר פרקטיקות](#)

## טכנולוגיות למידה

מיט"ל ממשיכה לתפקד כגוף מוביל ומנתב בתחום טכנולוגיות הלמידה באקדמיה בישראל, תוך חתירה מתמדת לזיהוי מגמות עולמיות, איתור כלים חדשניים ותרגום הצרכים הפדגוגיים לפתרונות טכנולוגיים רלוונטיים. היחידה פועלת להנגשה ויישום של סל רחב של טכנולוגיות למידה, בדגש על תמיכה בצוותי הוראה, פיתוח מערכות מוסדיות ויצירת תשתיות בין-מוסדיות.

מיט"ל רואה חשיבות רבה בהנגשת ידע ובהתאמת פתרונות לצורכי השטח, ושמה דגש על שילוב בין ראייה מערכתית לבין פרקטיקה יישומית – דרך דיאלוג מתמשך עם מוסדות ההשכלה הגבוהה, פיתוח מרחבי התנסות והובלת שיתופי פעולה רחבים.

בחלק מתפקידה, היא מגבשת הסכמי קונסורציום עם ספקיות טכנולוגיה, מפתחת מודלים להפעלה מוסדית, ומלווה את המוסדות בבחירה, הטמעה ושילוב של טכנולוגיות בהוראה, בלמידה ובמחקר.

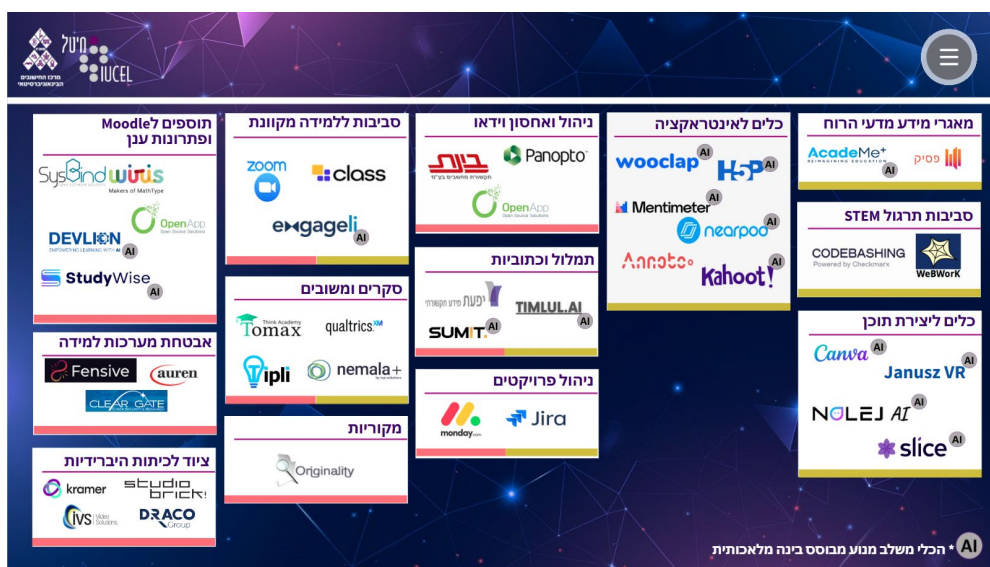
### פעילות היחידה במהלך שנה זו:

- **עריכת ימי עיון לחשיפה של כלים חדשים וחידושים בכלים בסל טכנולוגיות:**
  - חשיפת סל הטכנולוגיות של מיט"ל לשנת תשפ"ה. [קישור להקלטה](#)
  - חידושים בכלים דיגיטליים ליצירת אינטראקציה בשיעור. [קישור להקלטה](#)
  - יישום פתרונות [monday.com](#) באקדמיה וחשיפה לפתרונות מתקדמים המותאמים לצרכי ההשכלה הגבוהה. [פרטי האירוע](#)
- **מיזם סביבת ב"מ בין מוסדית** - גיבשנו קבוצת חשיבה לבניית בסיס ידע לסביבת ב"מ למוסדות השכלה גבוהה. במסגרת הקבוצה יצרנו מסמך מפרט פתוח וגייסנו חברות טכנולוגיות לבניית תשתיות מוסדיות לסוכנים. מוסדות המעוניינים לקבל מידע נוסף מוזמנים לפנות אלינו: [meital@mail.iucc.ac.il](mailto:meital@mail.iucc.ac.il)
- **מערכת סילבוס בין מוסדית** - יוזמה משותפת של מוסדות חברי מיט"ל לגיבוש עקרונות משותפים ליצירת סטנדרט אחיד לסילבוס. היוזמה כללה גם בחינה ופיתוח של פלטפורמה מותאמת לצרכי המוסד והפעלת פיילוט במספר מוסדות.
- גיבוש הסכם להפעלת רישיון מוסדי המותאם למוסדות להשכלה גבוהה של **OpenAI**. לפרטים נוספים ניתן



לפנות אלינו: [meital@mail.iucc.ac.il](mailto:meital@mail.iucc.ac.il)

- **קהילה בין מוסדית לפיתוח moodle** המאפשרת שיתוף בידע וחידושים בהתייחס לתהליך הפיתוח של קוד, תוספים או מנגנונים מיוחדים אשר פותחו על ידי חברת moodle או על ידי חברי המוסדות החברים במיט"ל. מאגר הפיתוחים זמין לכלל המוסדות ב- <https://github.com/iucc>. בנוסף, מיט"ל מאפשרת סביבת התנסות moodle. ב.
- דיוק והתאמה של **סל הטכנולוגיות** של מיט"ל הכולל כ- 40 חברות במגוון תחומים לתמיכה וקידום הוראה- למידה-הערכה. הסל כולל סקירות והשוואת מאפיינים וזמין לרכישה עבור המוסדות חברים בהתאם להסכמי קונסורציום. [קישור לסל הטכנולוגיות](#)





| ריכוז הדרכות מיט"ל ופעילות קהילות                            |                           |             |         |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------|---------|
| נושא                                                         | קהל יעד                   | מספר מפגשים | משתתפים |
| הדרכות וסדנאות                                               |                           |             |         |
| סדרת מפגשי קשב, התארגנות וסטריס                              | סגל הוראה ומרצים          | 4           | 689     |
| סדרת מפגשים AI Coffee Break                                  | סגל הוראה ומרצים          | 11          | 242     |
| כלים טכנולוגיים                                              |                           |             |         |
| חידושים בכלים דיגיטליים ליצירת אינטראקציות בשיעור            | סגל הוראה ומרצים          | 7           | 58      |
| יום עיון – חשיפת סל הטכנולוגיות של מיט"ל לשנת הלימודים תשפ"ה | צוות פיתוח ומרצים במוסדות | 1           | 20      |
| חידושים moodle - בשיתוף חברת SysBind                         | צוות פיתוח ומרצים במוסדות | 1           | 41      |
| פתרונות מאנדיי להשכלה גבוהה                                  | צוות IT ומקבלי החלטות     | 1           | 92      |
| שיתופי פעולה בין מוסדניים                                    |                           |             |         |
| פיתוח בין מוסדי למערכת סילבוסים                              | צוות IT ומקבלי החלטות     | 2           | 105     |
| מערכות לניהול סוכנים פדגוגיים (AMS)                          | צוות IT ומקבלי החלטות     | 1           | 108     |

## מרכז המחקר והמידע

בעקבות ההתרחבות המתמדת בשילוב טכנולוגיות חדשניות בהוראה ובלמידה, מתרבים גם מקורות המידע הרלוונטיים – בהם מחקרים, סקירות ומקרי בוחן – אשר תורמים להעמקת ההבנה ולפיתוח מתמשך של התחום. מיט"ל מאגדת ידע זה במסגרת **מרכז המחקר והמידע**, המשמש כצומת מרכזי לאיסוף, ארגון והנגשה של תכנים עדכניים מהארץ ומהעולם, העוסקים בלמידה מבוססת טכנולוגיה. מטרת המרכז היא לספק תמונת מצב מקיפה על מגמות, גישות ופרקטיקות חדשניות ברמה המוסדית והבין-מוסדית, תוך ניתוח שיטתי של מקורות המידע – לשם הבנת מטרות השילוב, הערכת תוצאות, זיהוי הצלחות ואיי חדשנות, וחיזוק האפקטיביות של השימוש בטכנולוגיה בהוראה ובלמידה.

בשנת הלימודים תשפ"ו, תחדש מיט"ל את **קרבן המחקר הבין-מוסדית**, שמטרתה לתמוך ולקדם מחקרים שיתופיים בין מוסדות אקדמיים, תוך שילוב חוקרים צעירים וותיקים. הקרבן תתמקד במחקרים העוסקים בפיתוח, בחינה ויישום של פרקטיקות חדשניות, כלים יישומיים והמלצות לשדה – המבוססים על שילוב טכנולוגיות למידה ובינה מלאכותית (AI) במערכת ההשכלה הגבוהה בישראל, ותשמש מנוף לקידום פדגוגיה חדשנית.

בנוסף, מיט"ל מפעילה את **עלון "נצנצים"** – ניוזטר חודשי מקוון לעדכון חברי הקהילה בפרסומים חדשים, מאמרים, כלים, אתרים ופריטים נוספים שנוספו למאגר הידע. [טופס הצטרפות לרשימת תפוצה](#)

## תוכנית כנס מיט"ל ה-23

### ברכות

פרופ' איל יניב, יו"ר מחב"א

אוניברסיטת בר אילן

פרופ' גלעד רביד, יו"ר מיט"ל, אוניברסיטת בן גוריון

מגמות בשימוש בטכנולוגיות

אלי שמואלי, מנהל מיט"ל (מרכז ידע טכנולוגיות למידה)

יוזמות, פרויקטים וחדשנות במיט"ל

### מושב א'1:

יו"ר: פרופ' ענת כהן

עוזרי ההוראה מבוססי בינה מלאכותית – בוטים וצ'אטבוטים

תהליך הפיתוח והיישום של מדריך וירטואלי מבוסס צ'טבוט בהשכלה הגבוהה – חקר מקרה

ענת סורוקה זוטא, אורלי קליין לטוכה, דר קלאוזנר, טל סופר – אונ' ת"א

בוט כמסייע בתהליך פיתוח מיומנות שאילת שאלות במיפוי פרופיל ילדים על הרצף

ברכה וילנסקי, דינה לרמן – מכללת הרצוג

בין חדשנות לספקנות: כיצד סטודנטים להוראה תופסים את שילוב הצ'אטבוטים?

עדי יעקב עזריא, גיא כהן, ענת כהן – אונ' ת"א

### From Data to Insights: Classifying Student Behavior in a Gamified Chatbot

שיר גרייף, דוד קודיש – אונ' בן גוריון

### מושב א'2:

מרכזי ההוראה מובילים הטמעת Al במוסדות האקדמיים – יו"ר: פרופ' ניצה דוידוביץ

מחקר, פדגוגיה ויוזמות: הלכה ומעשה – חלק א'

עבודות מחקר, תהליכים פדגוגיים ויוזמות ניהוליות של מרכזי ההוראה

סמדר בר-טל, אסתר כלפון, אולז'ן גולדשטיין, יפעת לינדר, נארימאן מרעי-חאג' ולאה קוזמינסקי,

אולגה צ'ונטונוב – הטכניון, עדי אבוקרט שפרכר, דפנה גביש ואסתי לוי – אונ' חיפה, רוזאן ח"יר

פראג', ניזאר ביטאר וגילה יעקב – מכללת עמק יזרעאל, שבי גוברין – מרכז האקדמי לוינסקי וינגייט,

ניצה דוידוביץ – אונ' אריאל, רבקה ודמני, יעל יוסל-איזנברך, ענבל צרפתי-ברעד – אונ' בן-גוריון

|                                                                                                                                                                                                                                            |                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <p>יו"ר: ד"ר יעל לין</p>                                                                                                                                                                                                                   | <p>מושב א3:<br/>למידה פעילה עם פלטפורמות דיגיטליות</p> |
| <p>פיתוח אפליקציה אינטראקטיבית לקורס סימולציה<br/>נמרוד טלמון, ירדן כהן, איל ברימן – אונ' בן גוריון</p>                                                                                                                                    |                                                        |
| <p>למידה משמעותית במעבדות כימיה: שימוש בפלטפורמת LabBuddy להפחתת עומס קוגניטיבי<br/>ושיפור חוויית הלמידה<br/>נח טרייטל, רות ספז, יניב גייר, דנה ספיר – מכללת עזריאלי</p>                                                                   |                                                        |
| <p>פודקאסט "לינארית - To Go" פודקאסט מלווה לקורס שנה א' במתמטיקה<br/>נדב קלמה – אונ' בן גוריון</p>                                                                                                                                         |                                                        |
| <p>מתוצר לתהליך: מקרה בוחן על פיתוח יצירתי בעידן הבינה המלאכותית<br/>אורן שיינמן, ניצוץ סרנגה – מכללת שנקר</p>                                                                                                                             |                                                        |
| <p>יו"ר: נתי אברהמי – מנכ"ל מחב"א</p>                                                                                                                                                                                                      | <p>מושב א4:<br/>חדשנות בתעשייה</p>                     |
| <p>על הלוח ועל ה-Board: עיצוב וניהול למידה בסביבת Monday.com<br/>אנה ליפשיץ אגמון, גל יניב, שירה טל – בר אילן   דלית שוורץ – twodo, monday</p>                                                                                             |                                                        |
| <p>AI Agents in Scientific Research<br/>Assaf Rabinowicz – Oracle</p>                                                                                                                                                                      |                                                        |
| <p>חדשנות משולבת בעולם האקדמי<br/>עידן נבטי, AWS – ערן רביב JEEN.AI –</p>                                                                                                                                                                  |                                                        |
| <p>יו"ר: פרופ' אלונה פורקוש ברוך</p>                                                                                                                                                                                                       | <p>מושב א5:<br/>STEM</p>                               |
| <p>דפוסי שימוש בבינה מלאכותית יוצרת ע"י סטודנטים למדע והנדסה לאורך לימודיהם<br/>אורית חזן, יעל ארז – הטכניון</p>                                                                                                                           |                                                        |
| <p>Evaluating Large Language Models on Computer Science University Exams in<br/>Data Structures<br/>עידן גבאי, יעל מעוז, יונתן סטאל, נעמה מעוז, עבדו עמר, אור אילת, עדי חביב, חנוך לוי, מיכל<br/>קליינבורט, אמיר רובינשטיין – אונ' ת"א</p> |                                                        |
| <p>GenAI in STEM Education: Instructor Perception and Pedagogical Implications<br/>אילנה רם, עימאד עיד – הטכניון</p>                                                                                                                       |                                                        |
| <p>Gender Differences in Database Modeling: the Advantage of Reading<br/>Comprehension<br/>רונית שמלו, עדי כץ – SCE</p>                                                                                                                    |                                                        |

|                                                                                                                                                                                                                                               |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| מושב ב1:                                                                                                                                                                                                                                      |                        |
| פדגוגיה חדשה בשילוב טכנולוגיה                                                                                                                                                                                                                 | יו"ר: ד"ר עדי קידרון   |
| תפיסת סטודנטים את ההאקאטון כפעילות הערכה בקורס מתקדם בהנדסת תוכנה רונת שמלו, ליאור ארונשטם, גלי נווה – SCE                                                                                                                                    |                        |
| מציאות רבודה להעשרת חוויית הביקור במכון לייצור מתקדם<br>נעמי אונקלוס שפיגל – המכללה האקדמית להנדסה בראודה בכרמיאל                                                                                                                             |                        |
| Microsoft Copilot – טייס המשנה של ההוראה<br>טוביק סיטון – Microsoft                                                                                                                                                                           |                        |
| מה מספרים לנו הקורסים האיכותיים ביותר בקמפוס IL?<br>חגית ירום – קמפוס IL                                                                                                                                                                      |                        |
| מושב ב2:                                                                                                                                                                                                                                      |                        |
| מרכזי ההוראה מובילים הטמעת AI במוסדות האקדמיים – יו"ר: פד"ר ניזאר ביטאר<br>מחקר, פדגוגיה ויוזמות: הלכה ומעשה – חלק ב'<br>שולחן עגול של ראשי המכרזים<br>ניזאר ביטאר – המכללה האקדמית עמק יזרעאל, אורטל אלנברג – אונ' ת"א, קרן ברק – אונ' אריאל |                        |
| מושב ב3:                                                                                                                                                                                                                                      |                        |
| זהות, אתיקה ותפיסות                                                                                                                                                                                                                           | יו"ר: ד"ר טל סופר      |
| השימוש ביישומי בינה מלאכותית יוצרת: תפיסת המולטי-מדיאליות<br>מור דשן, נועה אהרונ' – אוניברסיטת בר אילן                                                                                                                                        |                        |
| גישור על הפער האתי: שילוב בינה מלאכותית ואחריות הלומד בהשכלה הגבוהה<br>יובב עשת – המכללה האקדמית צפת   אסנת רובין – מכללה ירושלים   יצחק טרכטינגוט – מכללת הרצוג                                                                              |                        |
| ידע, עמדות ותפיסות של מורים ופרחי הוראה כלפי שימוש בבינה מלאכותית יוצרת בהוראה ולמידה<br>רפי מרגליות, גיא כהן, עדי יעקב עזריא, ענת כהן, אלה ברונשטיין – אונ' ת"א                                                                              |                        |
| הוראה, הערכה ויושרה אקדמית בעידן ה AI: כך תהפכו את האתגר להזדמנות<br>תומר כהן – Tomax                                                                                                                                                         |                        |
| מושב ב4:                                                                                                                                                                                                                                      |                        |
| מיומנויות רכות                                                                                                                                                                                                                                | יו"ר: פרופ' תמי זייפרט |
| אתגרים והשלכות של למידה שיתופית מקוונת בעולמות וירטואליים בהקשר של למידה חברתית-רגשית<br>מירב חייק – מכללת אחווה   מירי שינפלד – מכללת סמינר הקיבוצים   אורית אבידב-אונגר – מכללת אחווה                                                       |                        |

למידת קורסי תוכן באנגלית (EMI) באמצעות מציאות מדומה (VR): השפעה על מסוגלות, אוטונומיה ושייכות של הסטודנטים

קלרה ריספער, רוזאן ח'יר פראג', ורד אלישר, דני גליק – מכללת עמק יזרעאל

השפעת הנראות של אוואטאר מבוסס ChatGPT על האפקטיביות של אימון לראיונות עבודה

נרית גביש, דניאל ז'ורבל – המכללה האקדמית להנדסה בראודה | איציק בן שלוש – Holistic EHS / XR

שיפור מיומנויות תשאול ואנמנזה בקרב סטודנטים להפרעות בתקשורת באמצעות צ'אטבוט

רות פורייטר, אביטל טראו-מרגלית – אונ' אריאל

## מליאת צהריים

יו"ר נתי אברהמי, מנכ"ל מחב"א

הכל בראש

דרור גלוברמן, עיתונאי, יותר תוכן, מרצה, מוזיקאי ומנחה טלוויזיה ישראלית

מושב ג1:

יו"ר: ד"ר נעמי דיקמן

ניתוח ההוראה והלמידה והערכתן

שילוב בין מומחיות אנושית ובינה מלאכותית בפיתוח כלי הערכה: פיתוח מבחן שיפוט מצבים להערכת ידע מקצועי של מורים בלמידה בהכוונה עצמית באמצעות אינטראקציה בין חוקרים ובינה מלאכותית יוצרת

דפנה אבידוב, אורית עזרא, גיא כהן, ענת כהן, אלה ברונשטיין – אונ' ת"א

השיעור החסר: כיצד טעויות של AI יכולות לעזור למרצים לשפר את ההוראה וההערכה

שלי רפ, יעל שלייפר, אלעד יעקובסון, זיוה בר דוב, גיורא אלכסנדרון, רון בלונדר – מכון ויצמן

מערכת חדשה להערכת ההוראה והקורס בטכניון

אולגה צ'ונטונוב, אורלי אביטל – הטכניון

מושב ג2:

יו"ר: פרופ' מירי שינפלד

קבוצת עניין - מעבדת העתיד

מעבדת העתיד: אקדמיה במהפכת הבינה המלאכותית

אולז'ן גולדשטיין, אליעזר יריב, אמנון גלסנר, אסתר כלפון, הדס הובר, וופא זידאן, יפעת לינדר, לאה קוזמינסקי, מירי שינפלד, נארימאן מרעי-חאג', סמדר בר-טל – חברי צוות חשיבה "שינוי פדגוגי מערכתי באקדמיה", מכון מופ"ת

|                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| <p>יו"ר: ד"ר חגית מישר-טל</p>                                                                                                                                                                                                                                                | <p>מושב ג3:<br/>הכשרה ופיתוח סגל ההוראה</p>                    |
| <p>השתלמויות במתמטיקה ובינה מלאכותית למורים<br/>רחל הס גרין – האונ' הפתוחה   נלי קלר – מכללת שאנן</p>                                                                                                                                                                        |                                                                |
| <p><b>AI BOOST TRACKS – תוכנית דיפרנציאלית אג'ילית להטמעת כלי בינה מלאכותית בקרב סגל אקדמי</b><br/>קרן ברק, רות פורייטר – אונ' אריאל</p>                                                                                                                                     |                                                                |
| <p><b>עוזר ההוראה שלי-המרחב: מרחבי למידה גמישים כזרז לחדשנות טכנו-פדגוגית ושיתופיות בהכשרת פרחי הוראה</b><br/>אורית אבדיאל, אינה בלאו – האונ' הפתוחה</p>                                                                                                                     |                                                                |
| <p><b>Future-Ready Faculty: Blending EMI, AI, and Global Learning Goals</b><br/>Elena Mizrahi – Virtual Exchange Training Center</p>                                                                                                                                         |                                                                |
| <p>יו"ר: ד"ר אולגה צ'ונטונוב</p>                                                                                                                                                                                                                                             | <p>מושב ד1:<br/>עוזרים דיגיטליים ודשבורדים חינוכיים</p>        |
| <p>בדיקת היתכנות ליצירה ושימוש ב Chat Gpt Bot כעוזר הוראה בקורס אלגברה מתקדם<br/>עדי וולף, עימאד עיד, אסנת ברגר – הטכניון</p>                                                                                                                                                |                                                                |
| <p>הכשרת מורי המחר: התמודדות מורי מורים עם הטמעת בינה מלאכותית בהוראה – מחקר פיילוט<br/>חגית מישר טל – HIT   תמי זייפרט, מירי שינפלד – מכללת סמינר הקיבוצים</p>                                                                                                              |                                                                |
| <p>תמונת למידה פרטנית במערכת Moodle: דשבורד מתקדם למעקב אחר התקדמות, נוכחות והערכה<br/>צליל בוסנק, שולמית קוצר, שירי גבאי – המרכז לחינוך סייבר</p>                                                                                                                           |                                                                |
| <p>יו"ר: ד"ר עינת גיל</p>                                                                                                                                                                                                                                                    | <p>מושב ד2:<br/>הוראה, למידה והערכה עם בינה מלאכותית יוצרת</p> |
| <p>פרסונליזציה בהנחיה ובלמידה המשלבת בינה מלאכותית יוצרת: מחקרים יישומיים ותובנות צומחות<br/>עינת גיל, ליאת אייל, מעיין שי סייג, איל רבין, יפעת פילו, רחל יעקובסון, יונתן מנדלס, עמיר גפן, אורנית מיימון, אפרת שושני בכר – המכון למחקר יישומי של ב"מ בחינוך, משרד החינוך</p> |                                                                |
| <p><b>בגרות מידע ונתונים – היבחות בעידן רווי בינה מלאכותית</b><br/>איל רבין, עינת גיל, נעמה מרוז, דיקלה בר, רונית נחמיה – המכון למחקר יישומי של ב"מ בחינוך, משרד החינוך</p>                                                                                                  |                                                                |

|                            |                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>יו"ר: ד"ר ענת פלדמן</p> | <p>מושב ד3:<br/>שילוב במ"י באקדמיה – קבוצת מומחים דיסציפלינריים</p>                                                                                                                     |
|                            | <p>פיתוח מיומנויות תקשורת מקצועית באמצעות צ'אטבוט סימולטיבי<br/>רות פורייטר – אונ' אריאל</p>                                                                                            |
|                            | <p>הערכת שאלות רמות מלל במתמטיקה בעזרת צ'אטבוט<br/>רחל הס גרין – האונ' הפתוחה   בועז זילברמן – מטח   אנטולי קורופטוב, יעל לוז – מרכז האקדמי<br/>לוינסקי וינגייט   ענת פלדמן – מיט"ל</p> |
|                            | <p>הערכת תוצרי בינה מלאכותית יוצרת בהוראת מדעים<br/>עידית גת, מירי ברק – הטכניון   מאיה אושר – טכניון, HIT</p>                                                                          |
|                            | <p>שימוש בכלי בינה מלאכותית לתכנון ויצירה של פעילויות למידה דיגיטליות<br/>הדר דותן – האונ' הפתוחה</p>                                                                                   |
|                            | <p><b>Didactic Intelligence: Designing AI Tools for Research and Supervision</b><br/>סמדר גלעד חי – מכללת אורנים, מכללת גורדון</p>                                                      |

|                                                                                                                                                                           |                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| <p><b>Meital Conference international track: AI and Higher Education - a Global Perspective</b></p>                                                                       | <p><b>Chair: Dr. Yishay Mor</b></p> |
| <p><b>Ethical Regulation of AI and Education (AI&amp;ED): Needs and Benefits</b><br/>Dr. Christian M. Stracke, University of Bonn, Germany</p>                            |                                     |
| <p><b>From Vision to Practice: Integrating AI into Higher Education Teaching and Learning at the University of Florida</b><br/>Dr. Maya Israel, University of Florida</p> |                                     |
| <p><b>Man and Machine: Human and AI Development</b><br/>Kelly Shiohira, Global Science of Learning Education Network</p>                                                  |                                     |
| <p><b>What is coming next in AI and Education?</b><br/>Dr. Vince Kellen, UC San Diego</p>                                                                                 |                                     |
| <p><b>Integrating Generative AI in Higher Education: Opportunities, Challenges, and Strategic Implementation</b><br/>Dr. Helen Crompton, Old Dominion University</p>      |                                     |

## **ועדת התוכנית**

פרופ' איל יניב / אוניברסיטת בר אילן / יו"ר מחב"א  
פרופ' גלעד רביד / אוניברסיטת בן גוריון בנגב / יו"ר מיט"ל  
נתי אברהמי / מנכ"ל מחב"א  
פרופ' ניצה דוידוביץ' / אוניברסיטת אריאל / יו"ר הפורום לקידום ההוראה  
פרופ' ענת כהן / אוניברסיטת תל אביב  
פרופ' מירי שינפלד / סמינר הקיבוצים  
פרופ' אלונה פורקוש-ברוך / אוניברסיטת תל אביב, המרכז האקדמי לוינסקי-וינגייט  
פרופ' תמי זייפרט / סמינר הקיבוצים  
פרופ' עמנואל גרינגרד / מיט"ל  
ד"ר אולגה צ'ונטונוב / הטכניון  
ד"ר אורית צייכנר / מכללת סמינר הקיבוצים  
ד"ר חגית מישר-טל / HIT - מכון טכנולוגי חולון  
ד"ר טל סופר / אוניברסיטת תל אביב  
ד"ר מיכל רמות / האוניברסיטה העברית  
ד"ר עדי קידרון / מכון ויצמן  
ד"ר נעמי דיקמן / הפקולטה לרפואה ע"ש עזריאלי, אוני' בר-אילן  
ד"ר ניזאר ביטאר / המכללה האקדמית עמק יזרעאל  
ד"ר יעל לין / אוניברסיטת בן גוריון  
אמיר ווינר / האוניברסיטה הפתוחה  
גל אלון / אוניברסיטת תל אביב  
ד"ר ענת פלדמן / מיט"ל  
אלי שמואלי / מנהל מיט"ל

## **ועדת הארגון**

נתי אברהמי / מנכ"ל מחב"א  
אלי שמואלי / מנהל מיט"ל  
ד"ר ענת פלדמן / מיט"ל  
עדי קפואנו אזוב / מיט"ל  
עידית מיארה / מיט"ל  
ד"ר ישי מור / מיט"ל  
הדס זינר / מחב"א



**תהליך הפיתוח והיישום של מדריך וירטואלי מבוסס צ'טבוט בהשכלה**

**הגבוהה – חקר מקרה**

ענת סורוקה זוטא, אורלי קליין לטוכה, דר קלאוזנר, טל סופר – אונ' ת"א

# תהליך הפיתוח והיישום של מדריך וירטואלי מבוסס צ'טבוט בהשכלה הגבוהה - חקר מקרה

## תקציר:

צ'טבוטים הפכו לכלים מרכזיים בהוראה ושיפור שירותי התמיכה בסביבות לימודיות, מספקים סיוע מותאם אישית ואוטומציה של משימות שגרתיות. המאמר עוסק בתהליך הפיתוח, ההטמעה והיישום של צ'טבוט וירטואלי בהשכלה הגבוהה, תוך התמקדות בחקר מקרה באוניברסיטת תל אביב ובחינה של תהליך הפיתוח, האתגרים והפתרונות, היקף השימוש ומאפייניו בקרב מרצים וסטודנטים. המחקר השתמש במודל SAM. לצורך ניתוח הנתונים נעשה שימוש במתודולוגיות איכותניות וכמותיות, כולל ראיונות וניתוח כמותי של נתוני השימוש בצ'טבוט. נמצא כי שלב ההכנה הוביל לבחירה בפתרון היברידי העושה שימוש בבוט מבוסס תסריטים כבסיס לפיתוח עתידי של בוט מבוסס שיחה, וכן שהבוט שנבנה הפך לחוליה מקשרת בין פתרונות התמיכה וההדרכה, תוך שהוא מסייע בהדרכת המשתמשים ובחיזוק ההיכרות שלהם עם פתרונות ההדרכה הקיימים בלמידה עצמאית. הצ'טבוט טיפל ב-17,198 אינטראקציות מאז השקתו, עם עלייה חדה בשימוש בינואר 2024, וסייע בטיפול בפניות בשעות בהן מוקדי התמיכה סגורים. המשוב שהתקבל מצוות התמיכה והמשתמשים מסייע בשיפור תסריטי השיחה והממשק. יש להמשיך ולבצע שיפורים על בסיס המשוב.

**מילות מפתח:** צ'טבוטים, למידה מקוונת, השכלה גבוהה, מודל SAM

## מבוא:

בשנים האחרונות, צ'טבוטים - תוכנות מחשב המדמות שיחה אנושית באמצעות ממשקי טקסט או שמע, הפכו לכלים מרכזיים בהוראה ושיפור שירותי התמיכה בסביבות לימודיות. הם מספקים סיוע מותאם אישית, אוטומציה של משימות שגרתיות ולמידה אינטראקטיבית. הגידול בשימוש בהם נובע מהתקדמות טכנולוגית ששיפרה את רמת התחכום והנוחות. (Hwang & Chang, 2023; Nee et al., 2023; Solomon & Tilahun, 2024; Trofymenko et al., 2021; Villanueva & Aguilar-Alonso, 2021)

בסביבות חינוכיות, צ'טבוטים מתפקדים כעוזרי הוראה וירטואליים, מספקים משוב אישי, מדריכים סטודנטים ומשפרים את חוויית הלמידה באמצעות תמיכה בזמן אמת, פרסונליזציה והנעה. הם גם מייעלים תהליכי עבודה, מספקים מענה בתהליכי קבלה, ומפחיתים עלויות תפעוליות על ידי הפחתת כוח אדם. (Hwang & Chang, 2023; Villanueva & Aguilar-Alonso, 2021; Yehorchenkov et al., 2023)

הגידול הנוכחי בשימוש בצ'טבוטים נובע בעיקר מהתקדמות טכנולוגית ששיפרה באופן משמעותי את רמת התחכום והנוחות של השימוש בהם (Solomon & Tilahun, 2024).

לצד היתרונות וההתפתחויות הללו, פיתוח צ'טבוטים חינוכיים עדיין נמצא בשלבים מוקדמים, ויש צורך במחקר נוסף כדי למצות את הפוטנציאל שלהם בתחומי לימוד שונים וברמות חינוך שונות (Hwang & Chang, 2023; Nee et al., 2023).

מחקר זה, שנערך באוניברסיטת תל אביב, בוחן את תהליך הפיתוח והיישום של צ'טבוט, המשמש ככלי עזר במערך התמיכה וההדרכה עבור מרצים וסטודנטים.

## שאלות המחקר:

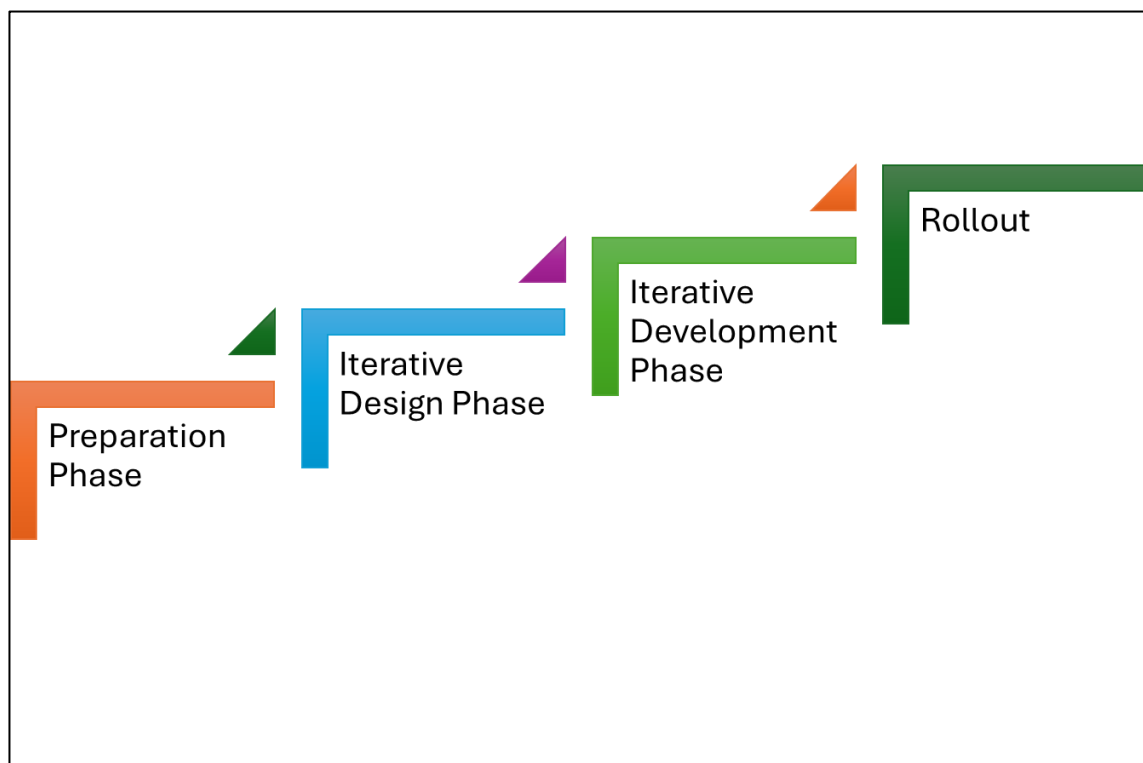
1. כיצד התבצע תהליך הפיתוח, מה היו האתגרים והפתרונות?
2. מהו היקף השימוש ומאפייניו בקרב מרצים וסטודנטים? מה אפשר ללמוד מנתוני השימוש בצ'טבוט?

## אוכלוסיית המחקר:

אוכלוסיית המחקר כללה את: צוות הפיתוח של הצ'טבוט, מרצים וסטודנטים באוניברסיטה.

## מתודולוגיית המחקר:

המחקר עשה שימוש מודל SAM המציע אלטרנטיבה גמישה ואיטרטיבית למודל ADDIE המסורתי בפיתוח הדרכה (Allen & Sites, 2012). המודל מתמקד בתהליך איטרטיבי ואגילי של שיפור מתמיד באמצעות מחזורים חוזרים של תכנון, פיתוח ובדיקה, ומאפשר פיתוח פתרונות למידה מהירים ומותאמים יותר לצרכי הלקוח. המודל כולל שלושה שלבים (תרשים 1): הכנה, עיצוב איטרטיבי ויישום. שלב ההכנה כולל איסוף מידע רקע, הגדרת מטרות וזיהוי כישורים נדרשים. שלב העיצוב האיטרטיבי מתמקד בפיתוח ושיפור פתרון הלמידה באמצעות עיצוב, יצירת אב-טיפוס ובחינה מחזורית. שלב היישום מתמקד ביישום העיצובים, בדיקתם וביצוע שיפורים מתמשכים ליצירת מוצר סופי איכותי ומותאם לצרכים.



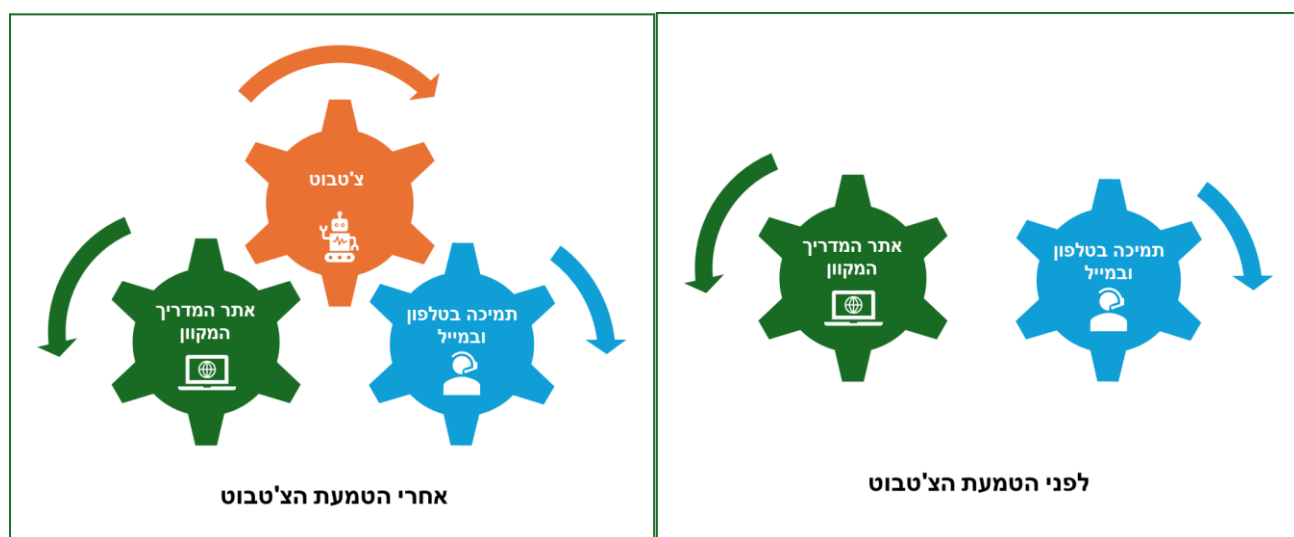
תרשים 1: SAM model

כמו כן לצורך ניתוח הנתונים נעשה שימוש במתודולוגיות איכותניות וכמותיות. בכדי לענות על השאלה הראשונה התקיימו ראיונות עם צוות הפיתוח וההטמעה. כדי לענות על השאלה השנייה ביצענו ניתוח כמותי של הלוגים של נתוני השימוש בצ'טבוט.

## ממצאים:

### תהליך הפיתוח

**שלב ראשון:** בשלב ההכנה, צוות הפיתוח הגדיר כי אוכלוסיית היעד הם סטודנטים וחברי סגל באוניברסיטת תל אביב, בעלי רקע מגוון מבחינת צרכים, אוריינות טכנולוגית ומאפיינים דמוגרפיים. נמצא כי הלומדים מאופיינים בפערי ידע בשימוש במערכות הלמידה וחלקם מתקשים להתמודד עם בעיות טכניות ומנהליות באופן עצמאי. מטרת העל של הפרויקט היתה שיפור חוויית הלמידה של הסטודנטים והמרצים. תוצאות הלמידה הרצויות כוללות ניהול יעיל של אתרי הקורסים על ידי המרצים, ושימוש עצמאי ויעיל במערכת Moodle על ידי הסטודנטים. תובנה מרכזית היא שהצ'טבוט צריך לשקף את ה"אני מאמין" של הארגון, לפיו צוות ההוראה צריך ללמוד לנהל את אתר הקורסים באופן עצמאי. הצ'טבוט צריך לאפשר חיבור בין מערכת Moodle מערך הפניות לתמיכה והמדריך המקוון, לחיזוק ההיכרות עם המדריך ואופן השימוש בו (תרשים 2). תוצאות נוספות כוללות ייעול תהליכי התמיכה וההדרכה, חיסכון בעלויות תפעוליות והגברת הנגישות למידע ולתמיכה.



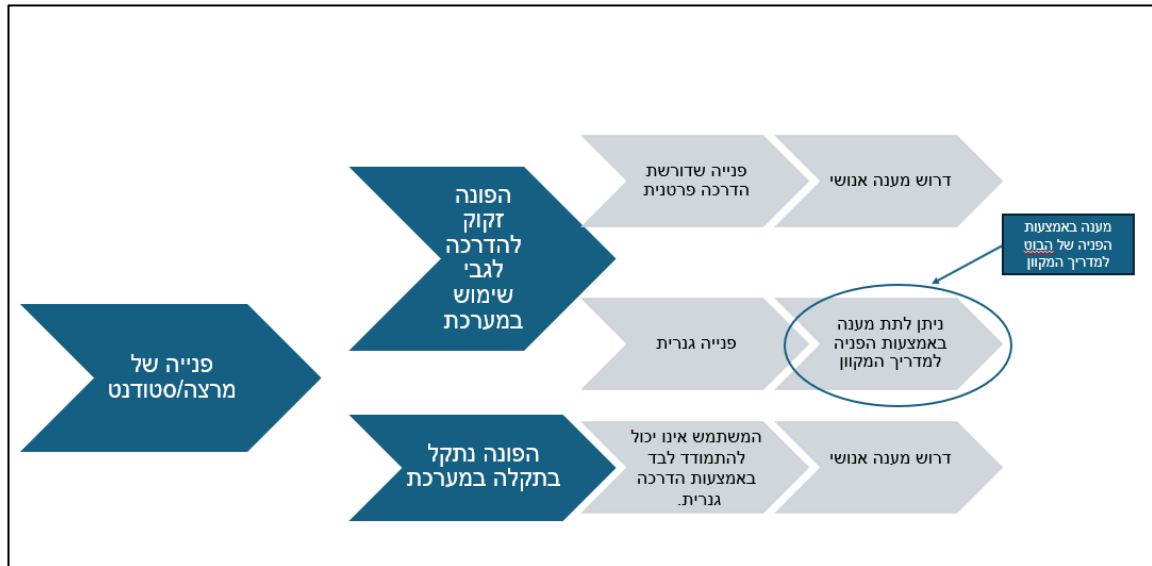
### תרשים 2: מערכת התמיכה במערכות הלמידה לפני ואחרי כניסת הצ'טבוט

בנוסף, ההכנה העלתה כי ניתן לחלק את הפניות לפניות בעקבות תקלה שיש לתקן (המשתמש לא יכול להתמודד לבד ונדרשת התערבות) ולפניות שבהן המשתמש זקוק להדרכה כדי שיוכל להבא לפתור בעצמו. הפניות מהסוג השני, נחלקות לשני סוגים (תרשים 3):

- פניות שדורשות הדרכה פרטנית, תפירת פתרון מותאם אישית – דורש מענה אנושי.

- פניות גנריות שאת הפתרון להן ניתן למצוא במדריך למשתמש.

הוגדר שהצ'טבוט יעניק מענה לפניות מהסוג האחרון, ואילו פניות מסוגים אחרים יופנו למוקד באמצעות הצ'טבוט ויתועדו - דבר שיאפשר מיפוי של הפניות בהקשרן וזאת לצורך פיתוח עתידי.



### תרשים 3: סוגי הפניות

**השלב השני: שלב העיצוב האטרטיבי:** בשלב זה, הצוות נדרש לבחור את סוג הפתרון ולעצב את התסריטים. עמדו בפניו שני סוגי פתרונות: צ'טבוטים מבוססי חוקים וצ'טבוטים מבוססי עיבוד שפה טבעית (NLP) ומודלי שפה גדולים (LLM). צ'טבוטים מבוססי חוקים פועלים על פי כללים מוגדרים מראש ומתאימים למשימות פשוטות, הם יציבים, עקביים וקלים לשליטה (Solomon & Tilahun, 2024; Thorat & Jadhav, 2020). לעומתם, צ'טבוטים מבוססי NLP מספקים אינטראקציות טבעיות יותר ויכולים להתמודד עם בעיות מורכבות (Thorat & Jadhav, 2020; Trofymenko et al., 2021), אך דורשים משאבי פיתוח משמעותיים יותר ויש להם אתגרי פרטיות ואתיקה.

בתחילה, נבחנה האפשרות להשתמש בצ'טבוט מבוסס ניתוח שפה טבעית בשילוב מאגר ידע (RAG), אך התגלו בעיות כמו תמיכה מוגבלת בעברית ואתגרים טכניים. לכן, הוחלט להתחיל עם צ'טבוט מבוסס חוקים, שיאפשר פתרון אמין ומהיר תוך איסוף נתונים לזיהוי פערים והתאמת פתרונות עתידיים (Vaziri et al., 2017). בחירה זו משקפת גישה היברידית המשלבת מתודולוגיות ומנצלת את הפוטנציאל של כל שיטה (Azevedo et al., 2024). לאחר בחירת הפתרון, הצ'טבוט פותח בהתבסס על תפריט המדריך המקוון והתייחסות לשאלות נפוצות. הפלטפורמה שנבחרה איפשרה לצוות התמיכה וההדרכה של מערכת Moodle ליצור תרחישי שיחה בקלות וללא כתיבת קוד. הצ'טבוט הונגש באמצעות קישוריות במערכת Moodle. לאחר מכן, הצ'טבוט הוצג לצוות התמיכה הרחב לצורך קבלת משוב ושיפור תסריטי השיחה והממשק. לבסוף, הופעל בסביבת Moodle מספר שבועות לפני פתיחת שנת הלימודים האקדמית.

**השלב השלישי - שלב היישום:** בשלב זה, נעשה שימוש רצוף ועקבי בצ'טבוט, תוך מעקב מתמיד אחר נתוני השימוש, פניות שנותרו ללא מענה, ופניות למוקד האנושי באמצעותו. בעקבות כך בוצעו מספר שינויים והתאמות כגון:

- עדכון תרחישי השיחה של הצ'טבוט בהתאם ללוגים שמהם עולה שימוש לא מוצלח בתפריטים – ניסוח מחדש של האפשרויות בתפריטים, הוספה או הסרה של אפשרויות.
- עדכון תרחישי השיחה של הצ'טבוט בהתאם לשינויים שמתרחשים ב"עולם האמיתי" (סמסטר שנפתח באיחור עקב המלחמה, הנחיות מיוחדות לתלמידים המשרתים במילואים, עלייה בהיקף השימוש בהקלטות של השיעורים עקב המלחמה ועוד).
- ניתוח טקסט של כל הפניות במייל כדי למצות מהן את כל המקרים שבהם ניתן לתת מענה גנרי באמצעות המדריך המקוון. במקביל לעדכון הצ'טבוט, ניתוח זה מאפשר לאתר מקרים בהם המדריך המקוון עצמו לא נותן מענה ולעדכן ולהרחיב את המדריך המקוון כך שיענה על עוד מקרים, ובכך לצמצם את היקף הפניות לצ'טבוט שלא מקבלות מענה ומסתיימות בפנייה במייל לתמיכה.

### **היקפי השימוש ומאפייניו**

הצ'טבוט טיפל ב-17,198 אינטראקציות מאז השקתו באוגוסט 2023. 4,724 אינטראקציות היו מצד מרצים ו-10,149 מצד סטודנטים. 2,325 אינטראקציות נותרו ללא זיהוי, ככל הנראה בשל הפעלות מקריות, עם משך זמן ממוצע של 4 שניות. חלה עלייה חדה בשימוש בינואר 2024, עם תחילת הסמסטר (נפתח באיחור עקב המלחמה).

### **נושאי האינטראקציות:**

מרבית השימושים בקרב הסטודנטים והמרצים נגעו ל-Moodle, עם עלייה משמעותית בפניות בנושא הקלטות קורסים בינואר 2024.

מרצים התעניינו בעיקר ב-Moodle (2,754 אינטראקציות), הקלטות קורסים (623 אינטראקציות) ו-Zoom (376 אינטראקציות).

סטודנטים פנו בעיקר בנושאים הקשורים לקורסים ב-Moodle (1,886 אינטראקציות), הקלטות קורסים (1,649 אינטראקציות) ובחנים/משימות/ציונים (890 אינטראקציות).

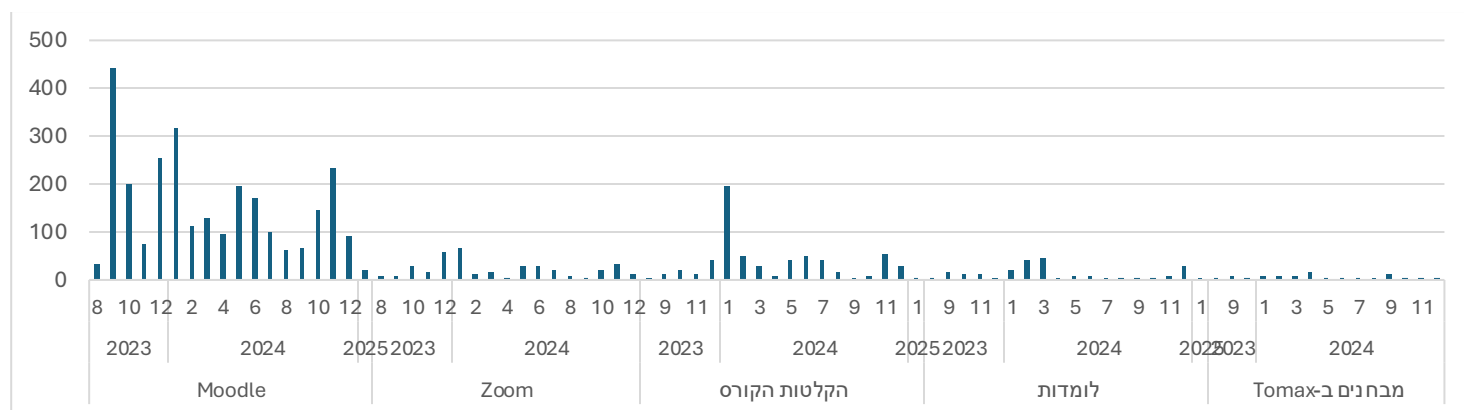
כשליש מהפניות היו בשעות בהן מוקד התמיכה סגור כך שהצ'טבוט מסייע בהרחבת שעות התמיכה.

### **פניות לקבלת מענה אנושי:**

כ-10% מהאינטראקציות הסתיימו מבלי שניתן פתרון ע"י הצ'טבוט, ובמקרים כאלה הוגדרה בתרחישי השיחה עם הצ'טבוט אפשרות לפנות לתמיכה באמצעות אימייל. מעניין לציין שהנתון של כ-10% מהפניות שהסתיימו במשלוח מייל לתמיכה יציב גם על ציר הזמן ברזולוציה של חודשים, גם בחלוקה לפי נושאי התמיכה השונים וגם בחלוקה לפי זהות הפונה (סטודנט ומרצה), למעט בנושא Zoom, שבו יש מספר גבוה יחסית של פניות

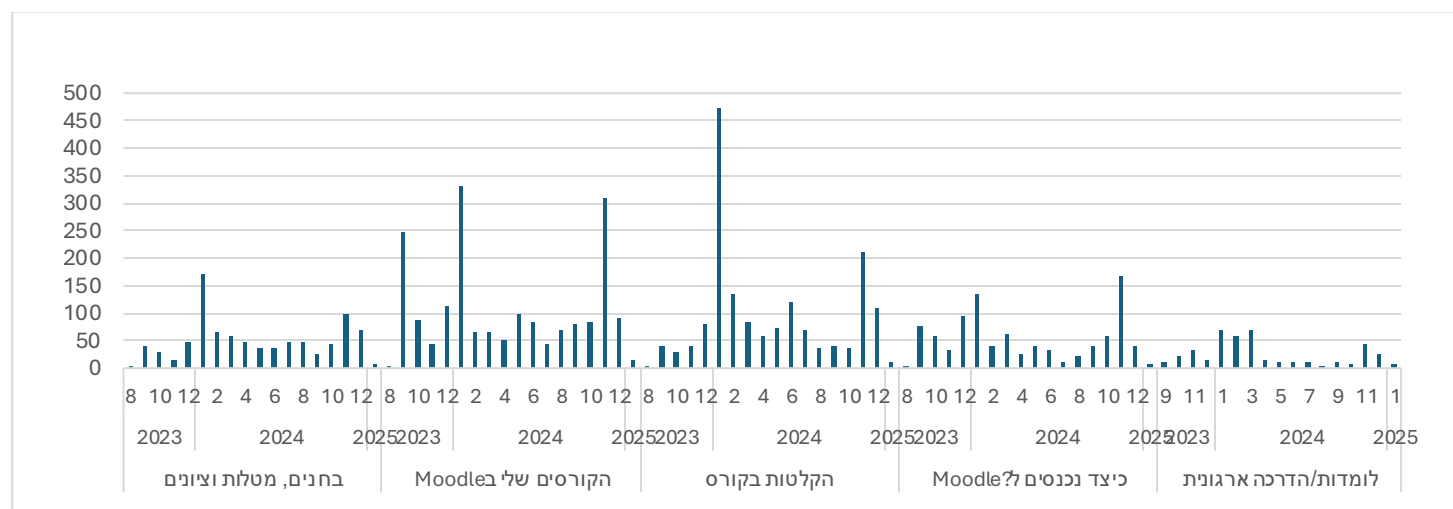
שהסתיימו במשלוח מייל מקרב המרצים, ובנושא של פניות בנושא הקלטות הקורס, שהסתיימו במשלוח מייל לתמיכה מקרב הסטודנטים. בשני נושאים אלה שיעור הפניות במייל היה כ-18%.

בקרב המרצים, רוב הפניות היו בנושאי Moodle, עם פיק לגבי נושא הקלטות בינואר 2024 (תחילת סמסטר א' תשפ"ד) – תרשים 4.



#### תרשים 4: התפלגות קריאות לפי נושאים על ציר זמן – מרצים

גם בקרב הסטודנטים, רוב הפניות היו בנושאי Moodle, עם פיק לגבי נושא הקלטות בינואר 2024 (תחילת סמסטר א' תשפ"ד) – תרשים 5.



#### תרשים 5: התפלגות קריאות לפי נושאים על ציר זמן – סטודנטים

#### דיון ומסקנות ראשוניות:

תהליך הפיתוח וההטמעה של צ'טבוט מסוג זה מעניין במיוחד מכיוון שהוא משמש הן כמערכת תמיכה לפתרון בעיות ספציפיות, מענה על שאלות נפוצות וטיפול בפניות מנהליות, והן כסביבה לימודית בה משתמשים לומדים

באופן עצמאי כיצד להשתמש במערכות שונות, וכל זאת בממשק פרקטי וידידותי למשתמש. בכך הוא עשוי להפוך לכלי רב ערך לשיפור החוויה החינוכית באוניברסיטה.

### **במסגרת תהליך הפיתוח עלו המסקנות הבאות:**

הצ'טבוט מסייע בהדרכת המשתמשים ובחזוק ההיכרות שלהם עם המדריך המקוון. יש להמשיך ולשפר את התכנים וההדרכות כדי להבטיח שהמשתמשים יוכלו להתמודד עם בעיות באופן עצמאי.

יש לנתח את האינטראקציות שלא נפתרו ולבצע איטרציות לשיפור תרחישי השיחה וההדרכות במדריך המקוון במקרים בהם ניתן. במקרים בהם אין אפשרות לתת מענה באמצעות הפתרון הנוכחי, ניתן להשתמש במיפוי השיחות לאימון עתידי של צ'טבוט שיחתי.

הצ'טבוט מסייע בהרחבת שעות התמיכה, במיוחד בשעות בהן מוקד התמיכה סגור ובעתות חרום. יש להמשיך ולשפר את יכולות הצ'טבוט כדי להבטיח תמיכה איכותית גם בשעות אלו.

המשוב שהתקבל מצוות התמיכה והמשתמשים מסייע בשיפור תסריטי השיחה והממשק. יש להמשיך ולבצע שיפורים על בסיס המשוב המתקבל.

הצ'טבוט אפשר חיבור בין מערכת Moodle, מערך התמיכה והמדריך המקוון. עד כניסתו של הצ'טבוט לפעולה, בוצעה התמיכה במשתמשי מודל (מרצים וסטודנטים) באמצעות מערך תמיכה שפעל בערוץ טלפוני ובמייל. כמו כן המשתמשים יכלו לאתר מידע במדריך המקוון. מערך התמיכה השתמש לעתים בנוסחים קבועים במענה לפניות נפוצות והרבה להפנות את המשתמשים למידע הרלוונטי במדריך המקוון. כניסתו של הצ'טבוט לפעולה יצרה קישור בין מערכת Moodle לבין המדריך המקוון. הצ'טבוט זמין מתוך מערכת Moodle ונגיש למשתמשים לכל אורך השימוש במערכת. הצ'טבוט חיזק את ההיכרות של המשתמשים עם המדריך המקוון ועם אופן השימוש בו, כך שהצ'טבוט עצמו הפך לחלק מסביבת הלמידה ומהווה חלק אינטגרלי ממערך התמיכה.

### **מקורות**

Allen, M., & Sites, R. (2012). Leaving ADDIE for SAM: Faster, Better Learning Product Development. In *Agile model for developing the best learning experiences*.

Azevedo, B. F., Rocha, A. M. A. C., & Pereira, A. I. (2024). Hybrid approaches to optimization and machine learning methods: a systematic literature review. *Machine Learning*, 113(7). <https://doi.org/10.1007/s10994-023-06467-x>

Hwang, G. J., & Chang, C. Y. (2023). A review of opportunities and challenges of chatbots in education. In *Interactive Learning Environments* (Vol. 31, Issue 7). <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1952615>

- Nee, C. K., Rahman, M. H. A., Yahaya, N., Ibrahim, N. H., Razak, R. A., & Sugino, C. (2023). Exploring the Trend and Potential Distribution of Chatbot in Education: A Systematic Review. *International Journal of Information and Education Technology*, 13(3). <https://doi.org/10.18178/ijiet.2023.13.3.1834>
- Solomon, E., & Tilahun, S. L. (2024). Rule based chatbot design methods: A review. *Journal of Computational Science and Data Analytics*, 1(01), 75–84.
- Thorat, S. A., & Jadhav, V. (2020). A Review on Implementation Issues of Rule-based Chatbot Systems. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3567047>
- Trofymenko, O., Prokop, Y., Loginova, N., & Zadereyko, A. (2021). Taxonomy of Chatbots. *International Scientific and Practical Conference «Intellectual Systems and Information Technologies»(ISIT2021)*, 13–19.
- Vaziri, M., Mandel, L., Shinnar, A., Siméon, J., & Hirzel, M. (2017). Generating chat bots from web API specifications. *Onward! 2017 - Proceedings of the 2017 ACM SIGPLAN International Symposium on New Ideas, New Paradigms, and Reflections on Programming and Software, Co-Located with SPLASH 2017*. <https://doi.org/10.1145/3133850.3133864>
- Villanueva, D. P. P., & Aguilar-Alonso, I. (2021). A Chatbot as a Support System for Educational Institutions. *ITMS 2021 - 2021 62nd International Scientific Conference on Information Technology and Management Science of Riga Technical University, Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/ITMS52826.2021.9615271>
- Yehorchenkov, O., Yehorchenkova, N., & Jamecny, L. (2023). “Digital Professor”: Interactive Learning with Chatbot Technology. *SIST 2023 - 2023 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies, Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/SIST58284.2023.10223464>



**בוט כמסייע בתהליך פיתוח מיומנות שאילת שאלות במיפוי פרופיל ילדים**

**על הרצף**

ברכה וילנסקי, דינה לרמן – מכללת הרצוג

## **בוט כמסייע בתהליך פיתוח מיומנות שאילת שאלות במיפוי פרופיל ילדים על הרצף.**

### **תקציר**

במאמר זה מוצג פיתוח של בוט אינטראקטיבי להדרכת סטודנטים כיצד לאתר ולמפות חוזקות ואתגרים והטיפול באנשים על הרצף האוטיסטי. הבוט מדגים כיצד ניתן לשאול שאלות יעילות החושפות את הפרופיל התפקודי של התלמיד, לזהות קשרים בין התנהגויות נצפות לבין מאפיינים סמויים, ולהעמיק את ההבנה מעבר לתיאור שטחי של מצבים חינוכיים מורכבים. השימוש בבוט מאפשר לסטודנטים להתנסות באיסוף מידע שיטתי, לפתח חשיבה קלינית, וליישם עקרונות של הערכה והתערבות מותאמת אישית. המאמר מציג את שיטת העבודה עם הבוט, דוגמאות לשאלות עומק, ותהליך למידה הדרגתי המבוסס על משוב חכם.

**מילות מפתח:** חינוך מיוחד, שאילת שאלות, חשיבה קלינית, אוטיזם.

### **מבוא**

היכולת לשאול שאלות עמוקות ויעילות היא אחת המיומנויות הקריטיות בהערכה ובטיפול בחינוך המיוחד. מחקרים מצביעים על כך ששאלות נכונות יכולות לשפר משמעותית את הבנת הצרכים של תלמידים על הרצף האוטיסטי, ולאפשר התאמות אישיות ומדויקות יותר. במאמר זה מוצג פיתוח של בוט ייחודי שנועד להכשיר סטודנטים למקצועות הטיפול והחינוך בשאילת שאלות מקצועיות כחלק מתהליך האבחון והתערבות.

### **גוף המאמר**

#### **הרקע לפיתוח הבוט**

כבר מספר שנים מועבר הקורס אוטיזם לסטודנטיות הלומדות חינוך מיוחד במכללת הרצוג. מטרת הקורס להקנות את הבנת הפרופיל של ילד על הרצף, גישות וכלים לסיוע לתלמיד, תוך שימוש בתיאורי מקרה להמחשת החומר. עד שנה זו הקורס הועבר בצורה פרונטלית. בשנה זו הקורס העובר ללמידה מקוונת. אחד מהמרכיבים הכי מרכזיים בקורס היא המיומנות לשאול שאלות נכונות כדי להכיר יותר טוב את התלמיד ולעזור לו להתקדם בהתאם.

#### **תפקיד הבוט בשאילת שאלות נכונות**

פיתוח מיומנות שאילת שאלות טובות היא כלי חיוני עבור אנשי חינוך מיוחד העובדים עם ילדים על הספקטרום האוטיסטי. ניסוח שאלות יעילות הוא כלי לאיסוף מידע והעמקה לקראת בניית תכנית התערבות בכיתה. זו מיומנות שמשתפרת עם תרגול ורפלקציה מתמדת.

כמרפאה בעיסוק, חשוב היה לי להביא לידי ביטוי את הגישה האבחונית-טיפולית שמאפיינת את עבודתי עם אנשים על הרצף האוטיסטי.

בשיתוף עם הצוות הטכנולוגי ומעצבי הקורס, פיתחנו בוט המאפשר לסטודנטיות להתאמן בשאילת שאלות ולזהות את ההבדל בין שאלה מקדמת לשאלה שאינה יעילה.

הבוט נבנה כדי ללמד סטודנטים את אמנות החקירה המקצועית, תוך שימת דגש על:

- בניית מערך שאלות מובנה המתבסס על תהליכי איסוף מידע מקצועיים.
- פיתוח משוב מדויק המסביר מדוע שאלות מסוימות יעילות יותר מאחרות.
- יצירת תהליך למידה הדרגתי המאפשר לסטודנטים להתנסות בחשיבה קלינית

הבוט אפשר התנסות מעשית עם תגובה מיידי.

## **שלבי העבודה עם הבוט**

### **שלב 1: קריאת תיאור מקרה**

"דני, תלמיד בן 12 עם אוטיזם בתפקוד גבוה, מתקשה בשיתוף פעולה בכיתה ומראה סימני חרדה כאשר נדרש לעבוד בקבוצות. הוא מצטיין במתמטיקה ומדעים, אך מתקשה בשיעורי אמנות וספורט. לאחרונה, הוריו דיווחו כי הוא מסרב ללכת לבית הספר בימים שבהם יש שיעורי אמנות או ספורט".

### **שלב 2: ניסוח שאלה ראשונית**

סטודנטים מתבקשים לנסח שאלה ראשונית להבנת מצבו של דני.

### **שלב 3: ניתוח באמצעות הבוט**

הסטודנטים מזינים את השאלה לבוט ומקבלים משוב כיצד ניתן להפוך אותה לשאלה עמוקה ומדויקת יותר.

### **שלב 4: ניסוח שאלה מחודש ושאלות המשך**

בהתבסס על המשוב, הסטודנטים מנסחים שאלה משופרת ומוסיפים שתי שאלות נוספות להעמקת ההבנה.

### **שלב 5: רפלקציה ולמידה משותפת**

הסטודנטים משתפים את תהליך הלמידה שלהם בפורום, תוך התמקדות בשינוי שנעשה בין השאלה הראשונית לשאלה המשופרת ובמשמעויות המקצועיות של תהליך זה.

## **השוואה בין שאלות שטחיות לעמוקות**

- שאלה שטחית: "כיצד דני מתנהג בסיטואציות חברתיות?"  
שאלה עמוקה: "כיצד דני מגיב לשינויים ולסביבה החברתית שלו, ואילו אסטרטגיות מסייעות לו בהתמודדות?"
- שאלה שטחית: "האם יש קשיים בתקשורת של דני?"  
שאלה עמוקה: "באילו אופנים דני מתקשה להביע את רצונותיו וכיצד ניתן לסייע לו בכך?"

## **מה עומד בבסיס הבוט?**

למידה והבנה של הצרכים הייחודיים של ילדים על הרצף האוטיסטי חיוניות לפיתוח אסטרטגיות תמיכה מותאמות והם בסיס הבוט. ילדים עם אוטיזם עשויים להפגין דפוסי תקשורת, ויסות רגשי, תפקוד ניהולי והתנהגות חברתית השונים מהמקובל, ולכן על החוקרים, המטפלים ואנשי החינוך להשתמש בגישה שיטתית ומעמיקה להבנתם. חלק מרכזי מתהליך זה הוא פיתוח שאלות מחקריות אשר מאפשרות לזהות את האתגרים הספציפיים של הילד ואת הדרכים היעילות ביותר לתמוך בו.

### **1. תקשורת לא מילולית**

כיצד ילדים על הרצף משתמשים בשפת גוף והבעות פנים כדי להביע רגשות?  
האם ישנם דפוסים עקביים של תנועות מוטוריות המצביעים על לחץ, תסכול או חוסר הבנה?  
כיצד ניתן לזהות סימנים מוקדמים של חרדה או הצפה חושית באמצעות תקשורת לא מילולית?

### **2. תחומי עניין מיוחדים**

מהם תחומי העניין הייחודיים של הילד, וכיצד הם משפיעים על עולמו הרגשי והחברתי?  
האם ניתן להשתמש בתחומי העניין הללו ככלי לשיפור אינטראקציות חברתיות?  
כיצד שילוב של תחומי עניין אישיים בפעילויות מובנות מסייע בהתמודדות עם אתגרים לימודיים וחברתיים?

### **3. התמודדות עם שינויים ומעברים**

כיצד ילדים על הרצף מגיבים לשינויים בסביבה הפיזית והחברתית שלהם?  
אילו אסטרטגיות מסייעות להם להסתגל למעברים באופן מיטבי?  
האם שימוש בלוחות זמנים חזותיים או תהליכי הכנה מוקדמת משפר את יכולתם להתמודד עם שינויים?

### **4. תקשורת מילולית ופרגמטית**

האם ילדים עם אוטיזם מתקשים להבין ולהשתמש בשפה חברתית (פרגמטית)?  
כיצד ניתן להעריך את יכולתם להביע רצונות, רגשות ורעיונות בצורה מילולית?  
אילו שיטות הוראה ותיווך מסייעות לשיפור השימוש בשפה בהקשרים חברתיים?

### **5. תפקודים ניהוליים**

כיצד מאפיינים של תפקודים ניהוליים (כגון תכנון, ארגון, גמישות קוגניטיבית) משפיעים על התנהגותם?  
האם ישנם קשיים בניהול משימות, תכנון מהלכים קדימה או ביצוע משימות מורכבות?  
כיצד ניתן לפתח מיומנויות אלו באמצעות אסטרטגיות הוראה מותאמות?

## **6. עיבוד והבנת סיטואציות חברתיות**

האם ילדים עם אוטיזם נוטים להתמקד בפרטים קונקרטיים על חשבון הבנת ההקשר הכללי של הסיטואציה?

כיצד ניתן ללמד אותם לפרש רמזים חברתיים ולזהות כוונות של אחרים?

אילו כלים ויזואליים, משחקי תפקידים או אסטרטגיות הוראה עשויים לסייע בפיתוח מיומנויות אלו?

## **7. ויסות רגשי**

מהם הגורמים המשפיעים על יכולת הוויסות הרגשי של ילדים עם אוטיזם?

כיצד ניתן לזהות ולתמוך בילדים המתקשים לווסת את תגובותיהם למצבים מלחיצים?

אילו טכניקות (כגון למידה מבוססת חוויות, טכניקות הרגעה או בניית שגרות קבועות) מסייעות בפיתוח ויסות רגשי טוב יותר?

## **8. ויסות חושי והשפעתו על ההתנהגות**

האם ישנה רגישות יתר (Hyper-sensitivity) או תת-רגישות (Hypo-sensitivity) לגירויים חושיים מסוימים?

כיצד ניתן להתאים את הסביבה החושית כדי להקל על עומס חושי?

אילו אמצעים (למשל, צעצועים חושיים, מרחבים שקטים, התאמות תאורה ורעש) מסייעים בשיפור הרגולציה החושית?

## **9. הבנת מרחב אישי**

האם ילדים עם אוטיזם מתקשים להבין גבולות של מרחב אישי?

כיצד ניתן ללמד ילדים לכבד את המרחב של אחרים ולהבין רמזים הקשורים לקרבה פיזית?

אילו תרגילים מעשיים עשויים לעזור בשיפור תפיסת המרחב האישי?

## **10. גמישות מחשבתית והתמודדות עם סיטואציות חדשות**

כיצד ילדים על הרצף מגיבים לשינויים בלתי צפויים באינטראקציות חברתיות?

האם ניתן להכשיר אותם לתגובות גמישות יותר באמצעות תרגול מובנה?

אילו אסטרטגיות הוראה מסייעות לילדים לפתח חשיבה גמישה יותר?

בבסיס הבוט עומד תהליך ההערכה של ילדים על הרצף האוטיסטי שחייב להיות מדויק ומעמיק כדי להוביל לפיתוח אסטרטגיות תמיכה מותאמות. לעיתים קרובות, שאלות המוצגות במסגרת הערכה קלינית או חינוכית נוטות להיות כלליות מדי, מה שעלול להגביל את איכות הנתונים הנאספים ואת היכולת להסיק מסקנות מועילות. השימוש בשאלות מחקריות מעמיקות מאפשר הבנה טובה יותר של התנהגויות הילד, המאפיינים הייחודיים לו והצרכים ההתפתחותיים והלימודיים שלו. השימוש בשאלות מחקריות מעמיקות מהווה כלי חיוני בהערכה ופיתוח תוכניות תמיכה לילדים על הרצף האוטיסטי. מעבר משאלות שטחיות לשאלות ממוקדות ומעמיקות מאפשר זיהוי מדויק יותר של דפוסי ההתנהגות של הילד והתאמה של התערבויות חינוכיות וטיפוליות בהתאם לצרכיו האישיים. גישה זו משפרת את איכות חוויית הלמידה והחיברות של הילד ומאפשרת לו לממש את יכולותיו באופן מיטבי.

### **משמעות ההבדל בין שאלות שטחיות לשאלות מעמיקות**

ההבדל בין שאלות שטחיות לשאלות מעמיקות משפיע באופן ישיר על איכות המידע הנאסף ועל יכולת ההתערבות המתאימה. שאלות שטחיות עלולות להוביל לאבחון לא מדויק או להמלצות טיפוליות שאינן מותאמות לצרכיו הספציפיים של הילד. לעומת זאת, שאלות מעמיקות מאפשרות: ניתוח מדויק יותר של הקשיים הייחודיים של הילד. להלן ההסבר לכך.

### **שאלות שטחיות בהערכת ילדים על הרצף האוטיסטי**

שאלות שטחיות מאופיינות בכך שהן רחבות מדי, אינן ממוקדות ואינן מספקות מידע איכותי על היבטים ספציפיים של התנהגות הילד. דוגמאות לשאלות כאלה כוללות:

שאלה שטחית: "כיצד הילד מתנהג בסיטואציות חברתיות?"

הסבר: שאלה זו כללית מדי ואינה ממקדת את ההערכה בהיבטים קריטיים של ההתנהגות החברתית, כגון תקשורת לא מילולית, תגובות רגשיות או אופן ההתמודדות עם אינטראקציות בין-אישיות. ללא מיקוד מתאים, קשה לזהות את הקשיים והאתגרים המדויקים שחווה הילד.

שאלה שטחית: "האם הילד מתקשה בתקשורת?"

הסבר: שאלה זו מנוסחת כתשובת "כן/לא" ואינה מספקת מידע מעמיק על היבטי התקשורת השונים, כגון יכולת הבנה של שפה, שימוש בשפה פרגמטית (חברתית), הבעת רגשות באמצעות מילים, או קשיים בהבניית משפטים. הבנה מעמיקה יותר דורשת ניתוח של התנהגויות תקשורתיות שונות בהקשרים מגוונים.

שאלה שטחית: "האם הילד מתקשה בהתמודדות עם שינויים?"

הסבר: שאלה זו אינה בוחנת את טבע הקושי של הילד בהתמודדות עם שינויים. היא אינה מבחינה בין קשיים בגמישות קוגניטיבית, קשיים תפקודיים כמו ארגון ותכנון, או השפעה של רגישות חושית על ההתמודדות עם שינויים. בהיעדר פירוט, קשה לקבוע כיצד ניתן לסייע לילד באופן ממוקד.

שאלות שטחיות אלה מדגימות כיצד ניסוח רחב מדי או בחירה בשאלות מסוג "כן/לא" מוביל למידע לא מספק, שמקשה על יצירת תמונה מדויקת של צרכי הילד והתאמת אסטרטגיות תמיכה אפקטיביות.

### **שאלות מחקריות מעמיקות ויעילות**

לעומת זאת, שאלות מעמיקות מתמקדות בהיבטים ספציפיים של ההתנהגות ומספקות מידע מפורט, המאפשר זיהוי מדויק של הצרכים וקביעת גישות התערבות מתאימות. דוגמאות לשאלות מעמיקות כוללות:

"באילו תחומי עניין מיוחדים הילד מתמקד, ובאיזה אופן ניתן לשלב אותם בפעילויות חברתיות?"

הסבר: שאלה זו אינה מסתפקת בזיהוי קיומם של תחומי עניין מיוחדים, אלא מתמקדת בדרכים שבהן ניתן לרתום אותם לשיפור אינטראקציות חברתיות. שילוב תחומי עניין אישיים בפעילויות חברתיות עשוי להקל על הילד להשתתף במשחקים קבוצתיים, לקדם תקשורת ולחזק קשרים עם ילדים אחרים.

"כיצד הילד מגיב לשינויים בסביבה החברתית והלימודית, ואילו אסטרטגיות תומכות עוזרות לו להתמודד עם אתגרים אלה?"

הסבר: שאלה זו בוחנת לא רק את עצם הקושי בהתמודדות עם שינויים, אלא גם את אופן התגובה של הילד (למשל, חרדה, תסכול, הסתגרות) ואת האסטרטגיות הקיימות שעשויות לסייע לו (כגון הכנה מוקדמת, שימוש בלוחות זמנים חזותיים או טכניקות ויסות רגשי). ניסוח זה מאפשר הבנה מעמיקה יותר של הקשיים ומוביל להמלצות מעשיות.

"כיצד הילד מבין ומיישם כללי תקשורת חברתית, כגון תורות בדיבור, הבעת רגשות ושימוש בהבעות פנים?"

הסבר: שאלה זו מאפשרת להעריך את התקשורת החברתית של הילד באופן ספציפי וממוקד, תוך בחינת יכולות הבנה, פרשנות והתנהגות בהתאם לקודים חברתיים מקובלים. ממצאים משאלה זו עשויים להצביע על הצורך בהוראה ישירה של מיומנויות חברתיות או שימוש בתמיכות ויזואליות כדי לסייע לילד לנווט באינטראקציות חברתיות.

הבנה טובה יותר של תהליכי חשיבה, תגובות רגשיות ודפוסי תקשורת.

גיבוש אסטרטגיות הוראה ותמיכה מותאמות אישית.

## טבלה 1

| שלב | פעולה              | מטרה                |
|-----|--------------------|---------------------|
| 1.  | קריאת תיאור מקרה   | הכרת המצב           |
| 2.  | ניסוח שאלה ראשונית | זיהוי מידע חסר      |
| 3.  | קבלת משוב מהבוט    | שיפור איכות השאלה   |
| 4.  | ניסוח שאלה מעמיקה  | פיתוח חשיבה קלינית  |
| 5.  | רפלקציה בפורום     | עיבוד והעמקת תובנות |

### פלטפורמת הפיתוח, מנגנון הפעולה

לצורך יצירת הבוט ישבו טכנפדגוגית ומומחית תוכן שהזינו למאגר של הבוט 8 עמודים הכוללים תוכן תיאורטי ומעשי ממנו שואב הבוט את המידע.

הבוט עבר כמה שיפורים ודיוקים עד שהגיע לרמת תפקוד עקבית ומקצועית.

על מנת ליצור שיח של הסטודנט עם הבוט נדרשנו להגדיר לבוט מהי שאלה עמוקה ומהי שאלה שטוחה על ידי מתן דוגמאות ונימוקים. הבוט על סמך נתונים אילו יכול לנתח את השאלות שמתקבלות ולהגיב בהתאם.

### מנגנון הפעולה:

הסטודנט מתחבר לבוט באמצעות כתובת המייל שלו.

הבוט מציג בפני הסטודנט תיאור מקרה ומבקש ממנו לנסח שאלה כדי להבין טוב יותר את המקרה.

כאשר מוצגת השאלה של הסטודנט, הבוט מציין אם השאלה שטחית או עמוקה ומנמק. בנוסף, מסביר לסטודנט אילו מאפיינים צריכים להיות בשאלה כדי שתחשב לשאלה עמוקה יותר.

הסטודנט עובר תהליך ובסופו הוא רוכש את המיומנות לשאילת שאלה עמוקה וטובה.

### אתגרים ומגבלות של לימוד שאילת שאלות מאת בוט

בקורס מקוון, פיתוח היכולת לשאול שאלות מדויקות ולברר קשיים של תלמידים בחינוך מיוחד הופך למאתגר במיוחד בהשוואה לקורס פרונטלי עם מרצה. סיבה ראשונה היא שהיעדר מודלינג בזמן אמת. בקורס פרונטלי, הסטודנטים רואים את המרצה מדגים טכניקות שאילת שאלות בזמן אמת ויכולים לשים לב לניואנסים בטון הדיבור, תזמון, שפת גוף ואופן התגובה לתשובות שונות. בקורס מקוון: אין אפשרות לצפות בהדגמה חיה והתאמה דינמית של שאלות לנסיבות המשתנות בחדר. זה עדיין בעייתי בתפקיד של הבוט לתת פידבק.

לגבי המרכיב השני של מחסור במשוב מיידי ואותנטי בקורס מקוון בגלל שהמרצה לא זמינה לתת משוב מיידי על ניסיונות שאילת שאלות של הסטודנט, לתקן, להדריך ולכוון בזמן אמת. בקורס מקוון (ללא שימוש בבוט) המשוב מתעכב, פחות אישי ומוגבל בהיקפו, והסטודנט עלול לפתח דפוסים שגויים ללא תיקון מיידי.

שימוש בבוט מאפשר למרות האתגרים, מאפשר סימולציות ממוחשבות, מגוון הזדמנויות להתנסות, רפלקציה ושיפור פרטני ומיידי במיומנות מורכבת וחיונית זו.

אתגרים אפשריים בהטמעת הכלי

הטמעת בוט במודל ללמידה בקורס מקוון במכללה מציבה מגוון אתגרים, כולל אתגרים טכניים הנוגעים לאינטגרציה עם מערכות קיימות ותחזוקה שוטפת. בנוסף חשוב לשקול את חווית הלמידה שעלולה להיות מנותקת מהמציאות המורכבת של כיתת הלימוד. בהיבט האתי, מתעוררות שאלות לגבי הכשרה אותנטית למקצוע שמהותו אינטראקציה אנושית, הבטחת שוויון בנגישות לטכנולוגיה בקרב מגוון סטודנטים להוראה, וכן דאגה לפיתוח מיומנויות בינאישיות קריטיות כמו אמפתיה, גמישות פדגוגית, והתמודדות עם מצבים בלתי צפויים בכיתה; הגישה המומלצת היא שילוב מושכל בין למידה מבוססת בוט לבין סימולציות מעשיות, התנסות בשדה והנחיה אישית ממורים מנוסים, תוך הערכה מתמדת של תרומת הבוט למוכנות המקצועית של הסטודנטית, שיתוף פעולה עם מורים פעילים בתכנון הבוט, ושקיפות מלאה לגבי מגבלות הלמידה הטכנולוגית, זאת כדי להבטיח שהסטודנטית תפתח את מכלול הכישורים הנדרשים לעבודת הוראה משמעותית ומותאמת למציאות החינוכית המשתנה.

נתונים ראשוניים ותובנות מהתהליך לגבי השימוש בבוט

בסמסטר הקודם הנתונים התבססו על השתתפות בפורום. להלן סיכום של הפידבק שהתקבל.

### ציטוטים מהפידבק בפורום:

שאלת שאלות

"למדתי את החשיבות של ניסוח שאלות פתוחות ומעמיקות, שממוקדות לא רק בהתנהגות הגלויה של התלמיד, אלא גם בקשיים הפנימיים שמניעים אותה."

"התהליך שעברתי חידד את החשיבות של חשיבה מעמיקה וגמישות בהבנת הצרכים של תלמידים עם אוטיזם."

"למדתי שכדי שההבחנה של הילד תהיה מדויקת וברורה יותר, השאלה צריכה להיות הכי מדויקת שאפשר והיא צריכה להתייחס לכמה גורמים."

"הבנתי שחשוב לדייק בשאלות ולכלול היבטים שונים של הסיטואציה, כדי לקבל תשובות מפורטות ומועילות שיסייעו לי להבין את הנושא בצורה מעמיקה יותר."

שיטות יישום: שיתוף פעולה רב-מערכתי: "נקיים שיתוף פעולה בין הגורמים השונים - הורים, אנשי צוות, עו"סית ועוד... לשתף, לשאול ולנתח את התנהגותו"

התאמה אישית: "נוכל להתאים אישית את תוכנית הלימודים בצורה הנכונה ביותר עבורו"

תכנון התערבות מבוסס-נתונים: "אשתדל לדייק את השאלות כך שיוכלו לעזור לתלמיד במגוון תחומים, אבל גם לנו כצוות וגם להורים"

גמישות בניסוח מחדש: "אם לא קיבלתי תשובה מספיק מדויקת, כדאי לשאול שוב או לנסח מחדש את השאלה"

המשך המחקר בסמסטר הנוכחי

בסמסטר הנוכחי נבנה מחקר שמטרתו להשוות בין סוג ורמת שאילת השאלות לפני השימוש בבוט ולאחריו, בשילוב תובנות של הסטודנטים. עד מועד ההרצאה יהיו בידינו נתונים מעודכנים, כולל מיפוי מקיף של המחקר.

## מקורות

Anaby, D., Colquhoun, H., Lanni, L., Wenonah C. (2025). Occupational Therapist–Teacher Collaboration in Inclusive Education in Québec: A Qualitative Descriptive Study. *The Canadian Journal of Occupational Therapy*, 1-13. [Occupational Therapist–Teacher Collaboration in Inclusive Education in Québec: A Qualitative Descriptive Study](#)

Heng, M. A., & Sudarshan, A. (2013). "Bigger number means you plus!"—Teachers learning to use clinical interviews to understand students' mathematical thinking. *Educational Studies in Mathematics*, 83, 471-485. <https://doi.org/10.1007/s10649-013-9469-3>

McConaughy, S. H., & Whitcomb, S. A. (2022). *Clinical interviews for children and adolescents: Assessment to intervention* (3rd ed.). The Guilford Press.

Shriver, M. D., Allen, K. D., & Mathews, J. R. (1999). Effective Assessment of the Shared and Unique Characteristics of Children with Autism. *School Psychology Review*, 28(4), 538–558. <https://doi.org/10.1080/02796015.1999.12085984>

**בין חדשנות לספקנות: כיצד סטודנטים להוראה תופסים את שילוב**

**הצ'אטבוטים?**

עדי יעקב עזריא, גיא כהן, ענת כהן – אונ' ת"א

# בין חדשנות לספקנות: כיצד סטודנטים להוראה תופסים את שילוב הצ'אטבוטים?

עדי יעקב עזריה, גיא כהן וענת כהן

אוניברסיטת תל אביב

## תקציר

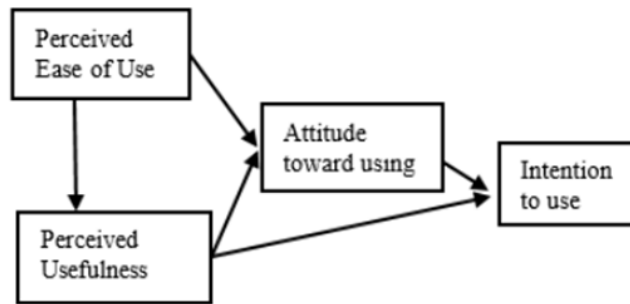
השימוש בצ'אטבוטים בהוראה מתרחב, תוך שהוא מאפשר התאמה אישית של הלמידה, סיוע פדגוגי, והגברת מעורבות התלמידים. עם זאת, אימוץ טכנולוגיה זו תלוי בתפיסות המורים כלפיה. מחקר זה בחן את תפיסותיהם של פרחי-הוראה לגבי שילוב צ'אטבוטים בהוראה באמצעות מודל אימוץ הטכנולוגיה (TAM). המחקר נערך בקרב 50 סטודנטים להוראה שנרשמו לקורס אקדמי. הנתונים נאספו באמצעות שאלון שכלל 48 פריטים ונבחנו באמצעות ניתוח גורמים ורגרסיה ליניארית. נמצא כי עמדותיהם של פרחי-הוראה כלפי שילוב צ'אטבוטים היו בינוניות עד נמוכות, וכי הגורמים המרכזיים שחזו את כוונתם לשלב צ'אטבוטים בהוראה היו היבטים של תועלת נתפסת—בעיקר השפעה על כישורי התלמידים ומעורבותם וכן שיפור יעילות הלמידה. לעומת זאת, המאמץ הנתפס לא נמצא כמנבא משמעותי. הממצאים מדגישים את הצורך לשלב בתוכניות ההכשרה להוראה מרכיבים ייחודיים המתמקדים בהבהרת היתרונות הפדגוגיים של צ'אטבוטים. כמו כן, מחקר עתידי יכול להרחיב את ההבנה באמצעות שילוב שיטות מחקר איכותניות והשוואות בין פרחי-הוראה למורים מנוסים.

**מילות מפתח:** GenAI, TAM, סטודנטים להוראה, שילוב GenAI בהוראה ובלמידה.

## מבוא

צ'אטבוטים הם מערכות דיגיטליות המתקשרות באמצעות שפה טבעית דרך ממשקים מבוססי קול או טקסט באופן המדמה שותף אנושי לשיחה, כאשר האינטראקציה עצמה מתנהלת באופן אוטומטי (Wollny et al., 2021). ההתקדמות בלמידת מכונה ועיבוד שפה טבעית אפשרה שימוש ייחודי בצ'אטבוטים להשגת מטרות חינוכיות מורכבות ומשמעותיות יותר (Ait Baha et al., 2023): לצ'אטבוטים פוטנציאל משמעותי לתמיכה במטרות חינוכיות שונות, כגון שיפור תהליכי למידה באמצעות סיוע אדמיניסטרטיבי, מתן פגומים בהוראה, הגברת המוטיבציה והמעורבות של התלמידים, פיתוח מיומנויות למידה, ושיפור הישגים לימודיים (Wollny et al., 2021; Ait Baha et al., 2023; Deng & Yu, 2023; Kumar, 2021; Lee et al., 2022; Klímová & al., 2021). יתרונות אלה מתאפשרים הן על ידי תרומתם של צ'אטבוטים ליצירת חווית למידה מותאמת אישית לתלמידים והן על ידי המשאבים שהם מספקים למורים (Deng & Yu, 2023; Nee et al., 2023).

בהתחשב בפוטנציאל המשמעותי של שילוב צ'אטבוטים בהוראה, חיוני להעמיק את ההבנה לגבי תפיסות המורים והמרצים לגבי אימוץ טכנולוגיה זו. מסגרת תיאורטית נפוצה בהקשר זה היא מודל אימוץ הטכנולוגיה TAM (Davis, 1989; Granic, 2022), הכולל רכיבים כגון תועלת נתפסת (PU), קלות שימוש נתפסת (PEU), גישות כלפי השימוש (ATT) וכוונה התנהגותית (BI). רכיבים אלה מנבאים במישרין או בעקיפין את הכוונה לאמץ את הטכנולוגיה בפועל (איור 1).



**איור 1. מבנה היחסים במודל TAM (Weng et al., 2018)**

עם זאת, מחקרים מעטים בחנו את אימוץ הטכנולוגיה מנקודת מבטם של מורים ומרצים (Moreno-Guerrero et al., 2020; Granic, 2022) ויתר על כן בקרב פרחי-הוראה באקדמיה. מכיוון שפרחי-הוראה הם המונחים העתידיים, ובהתחשב בכך שמחקרים מצביעים על כך שיש להם ידע מוגבל על צ'אטבוטים מודרניים (Belda-Medina & Calvo-Ferrer, 2022), בחינת תפיסותיהם לגבי אימוץ צ'אטבוטים היא בעלת חשיבות רבה.

לאור הספרות המחקרית עולה החשיבות של העמקת הידע על הטמעת צ'אטבוטים בתהליכי הוראה בקרב פרחי-הוראה. לכן נשאלת השאלה מהן התפיסות של פרחי הוראה לגבי שילוב צ'אטבוטים בתהליכי ההוראה שלהם, ואילו גורמים קשורים לכוונתם לעשות זאת. לממצאי המחקר השלכות מעשיות הקשורות להכשרת פרחי-הוראה באקדמיה.

## **מתודולוגיה**

המחקר נערך בקרב סטודנטים להוראה שנרשמו לקורס אקדמי. בקורס השתתפו 78 סטודנטים, מתוכם השתתפו במחקר 50 סטודנטים. רוב המשתתפים היו דוברי עברית (40) ו-10 דוברי ערבית. ההתפלגות המגדרית כללה 14 גברים ו-36 נשים. 23 משתתפים היו בעלי ניסיון קודם בהוראה, בעוד 27 לא.

במחקר נעשה שימוש בשאלון תפיסות פרחי-הוראה אודות שילוב צ'אטבוטים מבוססי בינה מלאכותית בהוראה. השאלון כלל 48 פריטים בסולם 1-5. השאלונים הופצו באמצעות Google Forms באמצעות דואר אלקטרוני.

במחקר נעשה שימוש בגישה כמותית. ניתוח גורמים נערך עבור שאלון תפיסות לגבי שילוב צ'אטבוטים בהוראה על מנת להקטין את מספר המשתנים. על בסיס גורמים אלו יושמו סטטיסטיקות תיאוריות והסקיות, כולל מתאמים לחקר הקשרים בין משתנים וניתוחי רגרסיה ליניארית.

## **תוצאות ודין**

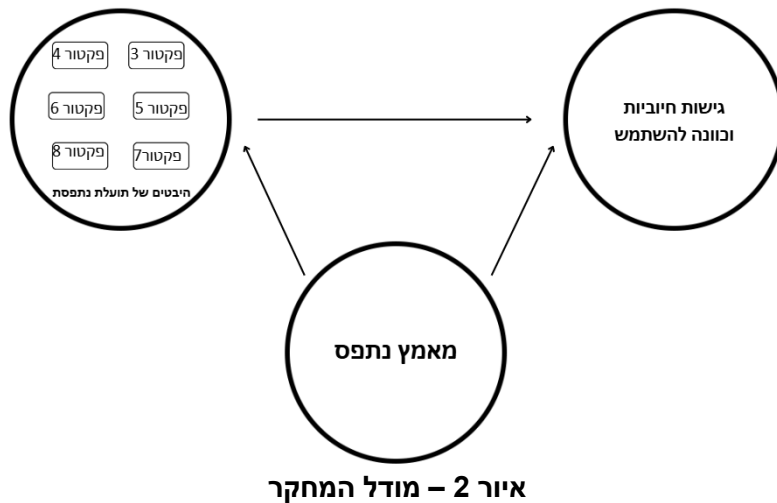
### **תפיסות של פרחי-הוראה אודות שילוב צ'אטבוטים בהוראה**

#### **ניתוח גורמים**

ניתוח הגורמים נערך בשיטת Principal Component Analysis (PCA) ובשיטת Kaiser Normalization, והעלה שמונה גורמים הנוגעים לתפיסות של הסטודנטים להוראה אודות שילוב צ'אטבוטים בהוראה:

1. **עמדות חיוביות וכוונה להשתמש בצ'אטבוטים** – בגורם זה נכללו היגדים המשקפים התלהבות, יתרונות נתפסים וכוונה להשתמש בצ'אטבוטים בהוראה, לדוגמא: "יש לי הרגשה חיובית לגבי שימוש בצ'אטבוט בהוראה" ו"אני מתכנן לשלב צ'אטבוט בשיטות ההוראה שלי".
2. **מאמץ נתפס ואתגרים ביישום** – גורם זה משקף את תפיסת המאמץ, התסכול והמשאבים נדרשים לשילוב צ'אטבוטים במסגרות חינוכיות, לדוגמא: "אצטרך להשקיע מאמץ רב כדי לשלב צ'אטבוט בהוראה בכיתה שלי"; "נדרשים משאבים חיצוניים כדי לשלב צ'אטבוט בהוראה בכיתה שלי"
3. **השפעה על כישורי התלמידים ומעורבותם** – גורם זה מתמקד באופן שבו צ'אטבוטים משפרים את כישורי התלמידים, מעורבותם ומוכנותם לאתגרים עתידיים, לדוגמא: "שילוב צ'אטבוט בהוראה בכיתה שלי יגביר את מעורבות התלמידים"; "שילוב צ'אטבוט בהוראה בכיתה שלי ישפר את כישורי המאה ה-21 של התלמידים".
4. **קידום חדשנות ופרסונליזציה** – גורם זה מדגיש את תפקידם של צ'אטבוטים בקידום פרקטיקות הוראה חדשניות ובהוראה מותאמת אישית, לדוגמא: "שימוש בצ'אטבוט בכיתה שלי מקל על זיהוי הצרכים של כל תלמיד"; "צ'אטבוט מאפשר יישום חדשנות בהוראה".
5. **השפעות שליליות על דינמיקה מורה-תלמיד** – גורם זה מטפל בחששות לגבי האופן שבו צ'אטבוטים עשויים להשפיע על יחסי מורה-תלמיד ועל סמכות המורה בכיתה. הוא כולל היגדים כמו: "שימוש בצ'אטבוט בכיתה שלי יערער את מעמדי כמורה בעיני התלמידים שלי"; "שימוש בצ'אטבוט בהוראה בכיתה שלי יפגע במערכות היחסים עם תלמידיי".
6. **הרחבת הלמידה מעבר לכיתה** – גורם זה מדגיש את הפוטנציאל של צ'אטבוטים לתמוך בלמידה מחוץ למסגרות חינוכיות מסורתיות, דוגמת "שילוב צ'אטבוט בהוראה בכיתה שלי יאפשר לתלמידים ללמוד גם מחוץ לכיתה".
7. **ניהול יישומים וכיתות בעולם האמיתי** – גורם זה עוסק ביעילות הצ'אטבוטים בסימולציה של תרחישים בעולם האמיתי וניהול תהליכי הוראה, דוגמת "שילוב צ'אטבוט בהוראה בכיתה שלי יעיל לאינטראקציות באירועים דומים למצבים בחיים האמיתיים".
8. **שיפור יעילות הלמידה** – גורם זה מתמקד בתפקידם של הצ'אטבוטים בהאצת ופישוט תהליך הלמידה, דוגמת: "צ'אטבוט מאפשר למידה מהירה יותר"; "שילוב צ'אטבוט בהוראה בכיתה שלי יהפוך את הלמידה לקלה יותר".

כתוצאה מניתוח הפקטורים חולצו משתני המחקר, כשאלו נמצאו בהלימה למשתנים המוגדרים בספרות כחלק ממודל TAM, אם כי חלקם עברו התאמה או שינוי: פקטור 1 – גישות וכוונה להשתמש; פקטור 2 – מאמץ נתפס (משקף את קלות השימוש); פקטורים 3-8 – היבטים שונים של תועלת נתפסת. המשתנים מסבירים כוונות התנהגותיות לשימוש בטכנולוגיה באמצעות מספר נתיבים, הן באופן ישיר והן באופן עקיף, במסגרת מערכת קשרים מורכבת הבאה לידי ביטוי בספרות באמצעות הגדרתם דרך שלוש רמות: הרמה הראשונה כוללת משתנים בלתי תלויים, הרמה השנייה כוללת משתנים שהם גם בלתי תלויים וגם תלויים והרמה השלישית כוללת משתנים תלויים (איור 2) (Sadaf & Gezer, 2020).



## סטטיסטיקה תיאורית

ממוצעים וסטיות תקן חושבו עבור כל גורם בנפרד (טבלה 1). ניתן לראות כי הציון עבור פקטור 1, המשקף עמדות וכוונה לשלב צ'טבוטים בהוראה, הוא בינוני עד נמוך ( $M=2.97, SD=0.84$ ). הציון הגבוה ביותר התקבל עבור פקטור 6 ( $M=3.47, SD=0.77$ ), ואילו הציון הנמוך ביותר נמצא עבור פקטור 7 ( $M=3.06, SD=0.96$ ). יש לציין כי פקטור 5 הוא בסולם הפוך. זה מצביע על כך שהתפיסות של המשתתפים לגבי היתרונות של שילוב צ'טבוטים בהוראה, במיוחד במונחים של הרחבת הלמידה מעבר לכיתה, היו החיוביות ביותר. לעומת זאת, תפיסותיהם לגבי היישום המעשי של שיטת הוראה זו היו השליליות ביותר.

**טבלה 1. סטטיסטיקה תיאורית לתפיסות לגבי יישום צ'טבוטים בכיתות (N=50)**

|           | גורם 1 - עמדות חיוביות וכוונה לשלב צ'טבוטים | גורם 2 - מאמץ נתפס ואתגרים ביישום | גורם 3 - השפעה על התלמידים ומעורבותם | גורם 4 - קידום חדשנות ופרסונליזציה | גורם 5 - השפעות שליליות על הדינמיקה מורה-תלמיד | גורם 6 - הרחבת הלמידה מעבר לכיתה | גורם 7 - ניהול יישומים וכיתות בעולם האמיתי | פקטור 8 - שיפור יעילות הלמידה |
|-----------|---------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------|
| ממוצע     | 2.97                                        | 3.15                              | 3.35                                 | 3.10                               | 2.80                                           | 3.47                             | 3.06                                       | 3.19                          |
| סטיית תקן | 0.84                                        | 0.53                              | 0.72                                 | 0.74                               | 0.92                                           | 0.77                             | 0.96                                       | 0.89                          |

סטטיסטיקה היסקית

נבחנו הקשרים בין המשתנים שחולצו כתוצאה מניתוח הגורמים. רוב המתאמים שחושבו נמצאו מובהקים סטטיסטית וברמת חוזק בינונית-גבוהה (טבלה 2). עבור הפקטור ה-1, המשמש לעיתים קרובות כמשתנה התלוי נמצאו מתאמים עם כלל המשתנים המשקפים תועלת (מלבד פקטור 5), המשמשים לרוב כמשתנים הב"ת (Sadaf & Gezer, 2020). המתאם החזק ביותר ( $r=0.62$ ,  $p < 0.001$ ) נמצא עם פקטור 3. באשר לקשרים של המשתנים בינם לבין עצמם, עלו קשרים מובהקים, חיוביים ובינוניים-חזקים בין כלל המשתנים המשקפים היבטי תועלת (מלבד פקטור 5). בהתבסס על ממצאים אלה בוצעו שלושה ניתוחי רגרסיה ליניארית על מנת לעמוד על אופי הקשרים בין המשתנים.

טבלה 2. המתאמים בין המשתנים

Correlation ▼

Pearson's Correlations

| Variable   |             | Factor1  | Factor2  | Factor3  | Factor4  | Factor5 | Factor6  | Factor7 | Factor8 |
|------------|-------------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|---------|---------|
| 1. Factor1 | Pearson's r | —        |          |          |          |         |          |         |         |
|            | p-value     | —        |          |          |          |         |          |         |         |
| 2. Factor2 | Pearson's r | 0.138    | —        |          |          |         |          |         |         |
|            | p-value     | 0.339    | —        |          |          |         |          |         |         |
| 3. Factor3 | Pearson's r | 0.621*** | 0.279    | —        |          |         |          |         |         |
|            | p-value     | < .001   | 0.050    | —        |          |         |          |         |         |
| 4. Factor4 | Pearson's r | 0.408**  | 0.501*** | 0.520*** | —        |         |          |         |         |
|            | p-value     | 0.003    | < .001   | < .001   | —        |         |          |         |         |
| 5. Factor5 | Pearson's r | -0.261   | 0.217    | -0.117   | 0.238    | —       |          |         |         |
|            | p-value     | 0.067    | 0.130    | 0.417    | 0.096    | —       |          |         |         |
| 6. Factor6 | Pearson's r | 0.270    | 0.215    | 0.580*** | 0.294*   | 0.093   | —        |         |         |
|            | p-value     | 0.057    | 0.135    | < .001   | 0.038    | 0.522   | —        |         |         |
| 7. Factor7 | Pearson's r | 0.488*** | 0.216    | 0.533*** | 0.476*** | -0.044  | 0.391**  | —       |         |
|            | p-value     | < .001   | 0.132    | < .001   | < .001   | 0.763   | 0.005    | —       |         |
| 8. Factor8 | Pearson's r | 0.591*** | 0.319*   | 0.653*** | 0.441**  | -0.146  | 0.517*** | 0.427** | —       |
|            | p-value     | < .001   | 0.024    | < .001   | 0.001    | 0.313   | < .001   | 0.002   | —       |

\*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$

במטרה לבחון את יכולת הניבוי של המודל, נבדקה ראשית ההשפעה של רמת המאמץ הנתפס (פקטור 2) על התועלת הנתפסת (פקטורים 3-8); ושנית השפעתם של רמת המאמץ הנתפס (פקטור 2) והתועלת הנתפסת (פקטור 3-8) על הגישות והכוונה להשתמש בצ'אטבוטים בהוראה (פקטור 1). בוצעו ניתוחי רגרסיה ליניארית בהתאם לאלו המתוארים בספרות (Weng et al., 2018; Sadaf & Gezer, 2020).

א. חיזוי התועלת הנתפסת באמצעות המאמץ הנתפס

בוצעו שישה ניתוחי רגרסיה נפרדים כאשר בכל אחד המאמץ הנתפס (פקטור 2) הוא המשתנה הב"ת, ואילו המשתנה התלוי הוא היבט של תועלת נתפסת (אחד מפקטורים 3-8). נמצאה מובהקות למאמץ הנתפס בניבוי פקטור 4 ובניבוי פקטור 8 (טבלאות 3-4).

טבלה 3. רגרסיה ליניארית: ניבוי ההשפעה של המאמץ הנתפס על קידום נתפס של חדשנות ופרסונליזציה

## Linear Regression

Model Summary - Factor4

| Model          | R     | R <sup>2</sup> | Adjusted R <sup>2</sup> | RMSE  | R <sup>2</sup> Change | F Change | df1 | df2 | p      |
|----------------|-------|----------------|-------------------------|-------|-----------------------|----------|-----|-----|--------|
| H <sub>0</sub> | 0.000 | 0.000          | 0.000                   | 0.739 | 0.000                 |          | 0   | 49  |        |
| H <sub>1</sub> | 0.501 | 0.251          | 0.236                   | 0.646 | 0.251                 | 16.096   | 1   | 48  | < .001 |

ANOVA

| Model          |            | Sum of Squares | df | Mean Square | F      | p      |
|----------------|------------|----------------|----|-------------|--------|--------|
| H <sub>1</sub> | Regression | 6.720          | 1  | 6.720       | 16.096 | < .001 |
|                | Residual   | 20.041         | 48 | 0.418       |        |        |
|                | Total      | 26.761         | 49 |             |        |        |

Note: The intercept model is omitted, as no meaningful information can be shown.

Coefficients

| Model          |             | Unstandardized | Standard Error | Standardized | t      | p      | 95% CI |       | Collinearity Statistics |       |
|----------------|-------------|----------------|----------------|--------------|--------|--------|--------|-------|-------------------------|-------|
|                |             |                |                |              |        |        | Lower  | Upper | Tolerance               | VIF   |
| H <sub>0</sub> | (Intercept) | 3.105          | 0.105          |              | 29.709 | < .001 | 2.895  | 3.315 |                         |       |
| H <sub>1</sub> | (Intercept) | 0.884          | 0.561          |              | 1.576  | 0.122  | -0.244 | 2.012 |                         |       |
|                | Factor2     | 0.704          | 0.175          | 0.501        | 4.012  | < .001 | 0.351  | 1.056 | 1.000                   | 1.000 |

Descriptives

|         | N  | Mean  | SD    | SE    |
|---------|----|-------|-------|-------|
| Factor4 | 50 | 3.105 | 0.739 | 0.105 |
| Factor2 | 50 | 3.157 | 0.526 | 0.074 |

## טבלה 4. רגרסיה ליניארית: ניבוי ההשפעה של המאמץ הנתפס על שיפור יעילות הלמידה

### Linear Regression ▼

Model Summary - Factor8

| Model          | R     | R <sup>2</sup> | Adjusted R <sup>2</sup> | RMSE  | R <sup>2</sup> Change | F Change | df1 | df2 | p     |
|----------------|-------|----------------|-------------------------|-------|-----------------------|----------|-----|-----|-------|
| H <sub>0</sub> | 0.000 | 0.000          | 0.000                   | 0.892 | 0.000                 |          | 0   | 49  |       |
| H <sub>1</sub> | 0.319 | 0.102          | 0.083                   | 0.854 | 0.102                 | 5.453    | 1   | 48  | 0.024 |

ANOVA

| Model          |            | Sum of Squares | df | Mean Square | F     | p     |
|----------------|------------|----------------|----|-------------|-------|-------|
| H <sub>1</sub> | Regression | 3.973          | 1  | 3.973       | 5.453 | 0.024 |
|                | Residual   | 34.972         | 48 | 0.729       |       |       |
|                | Total      | 38.945         | 49 |             |       |       |

Note: The intercept model is omitted, as no meaningful information can be shown.

Coefficients

| Model          |             | Unstandardized | Standard Error | Standardized | t      | p      | 95% CI |       | Collinearity Statistics |       |
|----------------|-------------|----------------|----------------|--------------|--------|--------|--------|-------|-------------------------|-------|
|                |             |                |                |              |        |        | Lower  | Upper | Tolerance               | VIF   |
| H <sub>0</sub> | (Intercept) | 3.190          | 0.126          |              | 25.302 | < .001 | 2.937  | 3.443 |                         |       |
| H <sub>1</sub> | (Intercept) | 1.482          | 0.741          |              | 2.000  | 0.051  | -0.008 | 2.973 |                         |       |
|                | Factor2     | 0.541          | 0.232          | 0.319        | 2.335  | 0.024  | 0.075  | 1.007 | 1.000                   | 1.000 |

Descriptives

|         | N  | Mean  | SD    | SE    |
|---------|----|-------|-------|-------|
| Factor8 | 50 | 3.190 | 0.892 | 0.126 |
| Factor2 | 50 | 3.157 | 0.526 | 0.074 |

ב. חיזוי הגישות והכוונה להשתמש באמצעות התועלת הנתפסת והמאמץ הנתפס

בוצעה רגרסיה ליניארית הכוללת את כלל הגורמים (טבלה 5), ונמצא כי המודל מובהק  $[F(7,42)=6.89, p<0.001]$ . השונות המוסברת של פקטור 1, בהתבסס על כל המשתנים הב"ת (פקטורים 2-8), הייתה 45.70%. מבין גורמים אלה, שניים נמצאו כבעלי תרומה משמעותית (פקטורים 3+8), כאשר פקטור 3 הוא בעל ההשפעה הגדולה ביותר על הסבר השונות של פקטור 1: פקטור 3 ( $t=2.13, p=0.04, \beta=0.36$ ) ופקטור 8 ( $t=2.14, p=0.04, \beta=0.32$ ). לא נמצאה תרומה למאמץ הנתפס.

טבלה 5. רגרסיה ליניארית: ניבוי ההשפעה של כלל המשתנים הב"ת על הגישות והכוונה להשתמש

### בצ'אטבוטים בהוראה

#### Linear Regression

Model Summary - Factor1

| Model          | R     | R <sup>2</sup> | Adjusted R <sup>2</sup> | RMSE  |
|----------------|-------|----------------|-------------------------|-------|
| H <sub>0</sub> | 0.000 | 0.000          | 0.000                   | 0.837 |
| H <sub>1</sub> | 0.731 | 0.535          | 0.457                   | 0.616 |

ANOVA

| Model          |            | Sum of Squares | df | Mean Square | F     | p      |
|----------------|------------|----------------|----|-------------|-------|--------|
| H <sub>1</sub> | Regression | 18.339         | 7  | 2.620       | 6.894 | < .001 |
|                | Residual   | 15.960         | 42 | 0.380       |       |        |
|                | Total      | 34.299         | 49 |             |       |        |

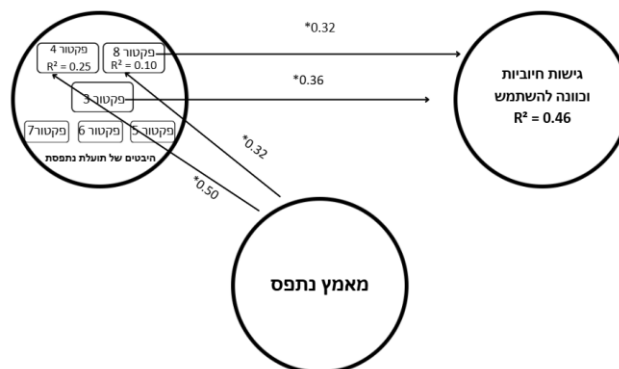
Note. The intercept model is omitted, as no meaningful information can be shown.

Coefficients

| Model          |             | Unstandardized | Standard Error | Standardized | t      | p      | 95% CI |       |
|----------------|-------------|----------------|----------------|--------------|--------|--------|--------|-------|
|                |             |                |                |              |        |        | Lower  | Upper |
| H <sub>0</sub> | (Intercept) | 2.971          | 0.118          |              | 25.110 | < .001 | 2.733  | 3.209 |
| H <sub>1</sub> | (Intercept) | 1.243          | 0.654          |              | 1.902  | 0.064  | -0.076 | 2.562 |
|                | Factor2     | -0.155         | 0.198          | -0.098       | -0.784 | 0.437  | -0.554 | 0.244 |
|                | Factor3     | 0.413          | 0.194          | 0.357        | 2.125  | 0.039  | 0.021  | 0.804 |
|                | Factor4     | 0.152          | 0.171          | 0.134        | 0.889  | 0.379  | -0.193 | 0.497 |
|                | Factor5     | -0.145         | 0.110          | -0.159       | -1.320 | 0.194  | -0.366 | 0.077 |
|                | Factor6     | -0.193         | 0.152          | -0.177       | -1.272 | 0.210  | -0.499 | 0.113 |
|                | Factor7     | 0.157          | 0.114          | 0.180        | 1.372  | 0.177  | -0.074 | 0.388 |
|                | Factor8     | 0.301          | 0.141          | 0.321        | 2.139  | 0.038  | 0.017  | 0.585 |

שני גורמים אלה, פקטור 3 ופקטור 8, מייצגים היבטים שונים של היתרונות הנתפסים בשילוב צ'אטבוטים בהוראה. באופן ספציפי גורם 3 מתמקד באופן שבו צ'אטבוטים משפרים את המיומנויות, המעורבות והמוכנות של התלמידים לאתגרים עתידיים; ופקטור 8 מתמקד בתפקידים של הצ'אטבוטים בהאצת ופישוט תהליך הלמידה.

הממצאים העולים ממחקר זה מציגים תמונה שונה בהשוואה למורים בפועל (איור 3), שכוונתיהם לאמץ צ'טבוטים בהוראה מנובאות ישירות לא רק על ידי היתרונות הנתפסים, אלא גם על ידי גורמים נוספים, כגון קלות שילוב הצ'טבוטים בהוראה (Chocarro et al., 2023; Al Darayseh, 2023). הדבר מדגיש את המאפיינים הייחודיים של פרחי-הוראה בנוגע לאימוץ צ'אטבוטים בחינוך, ואת הצורך להתאים תוכניות הכשרה למאפיינים ספציפיים אלה.



איור 3 – מערכת החיזויים במודל TAM במחקר הנוכחי

לסיכום, מחקר זה בחן את תפיסותיהם של פרחי-הוראה לגבי שילוב צ'אטבוטים בהוראה. התוצאות הראו כי עמדותיהם היו בינוניות עד נמוכות, וכי הגורמים הקשורים להיבטים ספציפיים של תועלת נתפסת (השפעה על מיומנויות ומעורבות התלמידים ושיפור יעילות הלמידה) נמצאו כבעלי התרומה הגדולה ביותר לחיזוי עמדות והכוונה לשלב צ'אטבוטים בהוראה. לממצאים אלה יש השלכות מעשיות על תוכניות הכשרת מורים, והם מדגישים את הצורך לשלב התייחסות והדגשה של היבטים ספציפיים של תועלת נתפסת באימוץ צ'אטבוטים בהוראה.

המחקר הנוכחי הסתמך על מדדים כמותיים של דיווח עצמי; מחקר עתידי צריך לשלב תובנות איכותניות, כגון תצפיות או ראיונות, כדי להבין טוב יותר את התפיסות המתפתחות של פרחי-הוראה. לבסוף, נדרשים מחקרים השוואתיים בין מורים מנוסים לבין פרחי-הוראה, אשר יכולים לשפוך אור על האופן שבו ניסיון בהוראה משפיע על שילוב צ'אטבוטים בחינוך, ועל ההתאמות הנגזרות מכך לתוכניות ההכשרה של פרחי-הוראה.

## תודות

מחקר זה הינו כחלק ממחקר בינלאומי הממומן על ידי האיחוד האירופי (EU grant 101132603)

## מקורות

Ait Baha, T., El Hajji, M., Es-Saady, Y., & Fadili, H. (2023). The impact of educational chatbot on student learning experience. *Education and Information Technologies*, 1-24.

Al Darayseh, A. (2023). Acceptance of artificial intelligence in teaching science: Science teachers' perspective. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100132.

Belda-Medina, J., & Calvo-Ferrer, J. R. (2022). Using chatbots as AI conversational partners in language learning. *Applied Sciences*, 12(17), 8427.

Chang, C. Y., Kuo, S. Y., & Hwang, G. H. (2022). Chatbot-facilitated nursing education. *Educational Technology & Society*, 25(1), 15-27.

Chocarro, R., Cortinas, M., & Marcos-Matás, G. (2023). Teachers' attitudes towards chatbots in education: a technology acceptance model approach considering the effect of social language, bot proactiveness, and users' characteristics. *Educational Studies*, 49(2), 295-313.

Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, 319-340

Deng, X., & Yu, Z. (2023). A meta-analysis and systematic review of the effect of chatbot technology use in sustainable education. *Sustainability*, 15(4), 2940.

Granić, A. (2022). Educational technology adoption: A systematic review. *Education and Information Technologies*, 27(7), 9725-9744.

Klímová, B., & Ibna Seraj, P. M. (2023). The use of chatbots in university EFL settings: Research trends and pedagogical implications. *Frontiers in psychology*, 14, 1131506.

Kumar, J. A. (2021). Educational chatbots for project-based learning: investigating learning outcomes for a team-based design course. *International journal of educational technology in higher education*, 18(1), 65.

Lee, Y. F., Hwang, G. J., & Chen, P. Y. (2022). Impacts of an AI-based chat bot on college students' after-class review, academic performance, self-efficacy, learning attitude, and motivation. *Educational technology research and development*, 70(5), 1843-1865.

Moreno-Guerrero, A. J., Marín-Marín, J. A., Dúo-Terrón, P., & López-Belmonte, J. (2022). Chatbots in education: A systematic review of the science literature. *Artificial Intelligence in Higher Education*, 81-94.

Nee, C. K., Rahman, M. H. A., Yahaya, N., Ibrahim, N. H., Razak, R. A., & Sugino, C. (2023). Exploring the Trend and Potential Distribution of Chatbot in Education: A Systematic Review. *International Journal of Information and Education Technology*, 13(3), 516-525.

Sadaf, A., & Gezer, T. (2020). Exploring factors that influence teachers' intentions to integrate digital literacy using the decomposed theory of planned behavior. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 36(2), 124-145.

Weng, F., Yang, R. J., Ho, H. J., & Su, H. M. (2018). A TAM-based study of the attitude towards use intention of multimedia among school teachers. *Applied system innovation*, 1(3), 36.

Wollny, S., Schneider, J., Di Mitri, D., Weidlich, J., Rittberger, M., & Drachsler, H. (2021). Are we there yet? -a systematic literature review on chatbots in education. *Frontiers in artificial intelligence*, 4, 654924.



## **From Data to Insights: Classifying Student Behavior in a Gamified Chatbot**

שיר גרייף, דוד קודיש – אונ' בן גוריון

# **From Data to Insights: Classifying Student Behavior in a Gamified Chatbot**

**Shir Michal Grief**

Ben-Gurion University of the Negev

**David Codish**

Ben-Gurion University of the Negev

## **Abstract**

The embrace of new technology in education is changing the pedagogy landscape with chatbot and game-based learning (GBL) as new tools that enhance learner motivation and engagement. This research studies the introduction of an educational chatbot 'Fundamentals of Information Systems' course at Ben-Gurion University of the Negev. The Telegram chatbot combines gamification features (such as level progression), anonymous log files and user surveys for feedback. Using the K-means algorithm, users are clustered according to their chatbot activity for trend and behavioral analysis, aiming to better understand how the chatbot supports academic performance and engagement.

Keywords: Gamification, Education, Game-Based Learning, Student Engagement, K-means

## **Introduction**

**Gamification refers to the incorporation of game-like elements in non-game contexts to enhance user experience and motivation (Deterding et al., 2011). Since it has the capability of enriching learning experiences, gamification is viewed by instructors and researchers as a new edge technique for modern teaching practices (Benner et al., 2024). Game-based learning (GBL) utilizes the game paradigm in the educational environment to transform and enrich learning and teaching (Prensky, 2001). Studies have shown that GBL is effective across all age groups, from elementary school to university students (Liu, Shaikh, & Gazizova, 2020). One of the effective ways of gamified learning is a micro-learning technique that offers short, focused learning tasks designed for speedy, interactive activities. Micro-learning promotes interactivity and self-guided progress, making it ideally placed for digital media, particularly mobile devices (Hug, 2005; Díaz Redondo et al., 2020). As technology has advanced, educational chatbots have become popular tools for delivering gamified content, offering interactive learning experiences through real-time feedback, personalized support, and automated assessments (Zhang,**

**Zou, & Cheng, 2023). These chatbots can increase student motivation, facilitate learning, and provide continuous support without time or location constraints (Hidayatulloh et al., 2023). These technological advances open new possibilities for understanding how students engage with digital learning tools. Recent studies highlight the importance of identifying distinct behavioral patterns among learners, which can inform the design of more personalized, adaptive learning experiences (Mohd Talib et al., 2023).**

**This study examines the impact of an educational chatbot, which incorporates gamification to enhance student performance and participation. Through multiple-choice quizzes, instant feedback, and level progression, the chatbot creates a structured environment to assess how gamification influences learning behavior and academic performance. By analyzing usage patterns, the study aims to cluster students based on learning characteristics, providing insights into different engagement styles and their educational impact.**

## **Method**

This study is designed as an observational, static field study, focusing on data collected naturally from student interactions with a Telegram-based chatbot. The chatbot, developed as a teaching tool, has been in use for several years to facilitate multiple-choice question practice, incorporating gamification features to enhance engagement. The static nature of this study emphasizes real-world usage, providing insights into how educational tools function in a natural learning environment.

## **Participants**

The study focuses on first-year Industrial Engineering and Management students at Ben-Gurion University, using a chatbot in the mandatory 'Foundations of Information Systems' course. This setting provides an opportunity to analyze student engagement, motivation, and learning outcomes, aiming to cluster students based on distinct learning behaviors.

The data was collected between June 21 and October 29, 2024, and after removing entries associated with course staff, the dataset included interactions from 206 students.

## **Chatbot Development**

The chatbot was created using the PHP programming language and Telegram platform's API, enabling seamless interaction with students through a widely accessible and user-friendly messaging application. Telegram's popularity among students, combined with its minimal setup requirements and cross-platform compatibility, makes it an ideal choice for delivering

educational content. The chatbot presents multiple-choice questions in Hebrew, drawn from a predefined database, allowing students to engage in practice sessions tailored to course.

Figure 1 presents a collection of screenshots showcasing the chatbot interface, including question presentation, real-time feedback, and level progression. These images illustrate how students interact with the system during their learning sessions.



**Figure 1: The chatbot interface in Telegram (translated from Hebrew to English)**

## Gamification Features

The chatbot integrates multiple gamification elements designed to foster engagement and support self-regulated learning. These features include:

- **Level Progression System:** Users advance through defined stages based on the number of questions answered, encouraging a sense of progress and mastery. Each level includes questions with increasing cognitive complexity.
- **Performance Feedback:** After each response, users receive instant feedback about the correctness of their answer, often accompanied by positive reinforcement messages

(e.g., “Well done – you've advanced to level 2), which promote motivation and sustained use.

- Success Meter: A real-time progress bar or statistic (e.g., “אחוז הצלחה עד כה: 80.8%”) provides users with ongoing feedback on their performance, supporting reflection and self-assessment.
- Question Skipping and Choice: Users can choose to skip questions or select preferred question types, offering autonomy that aligns with game-based learning principles.

These elements are embedded within a familiar and accessible interface (Telegram), and their presence is illustrated in Figure 1. Together, they aim to transform repetitive question practice into a dynamic, personalized experience that mirrors the core principles of game-based learning.

## **Data Analysis**

The data generated through the chatbot interactions is stored in a MySQL database, enabling efficient and in-depth analysis of user activity. By engaging in MySQL's advanced querying capabilities, educators can extract valuable insights into student engagement and participation patterns.

Within this database, the data is systematically organized into multiple tables, each dedicated to a specific aspect of the chatbot's functionality, such as user profiles, actions, and log records. This well-structured organization facilitates seamless analysis by enabling the identification of behavioral trends and performance metrics.

During the data analysis process, we worked with a log file that recorded all interactions between users and the app during the study period (June 21 – October 29, 2024). The first step involved data cleaning to ensure the quality and accuracy of the information. While the data was kept anonymous, each user was automatically assigned a unique identifier (User ID), allowing us to track interactions over time without revealing personal details. For the analysis, we excluded log entries generated by course staff users. These entries were identified based on predefined usernames, ensuring a clear distinction between regular user data and course staff activity.

Table 1 presents a sample from the 'Log' table, which records user interactions with the chatbot. This dataset includes timestamps, unique user IDs, action types representing different chatbot interactions, and additional values that provide context for each action.

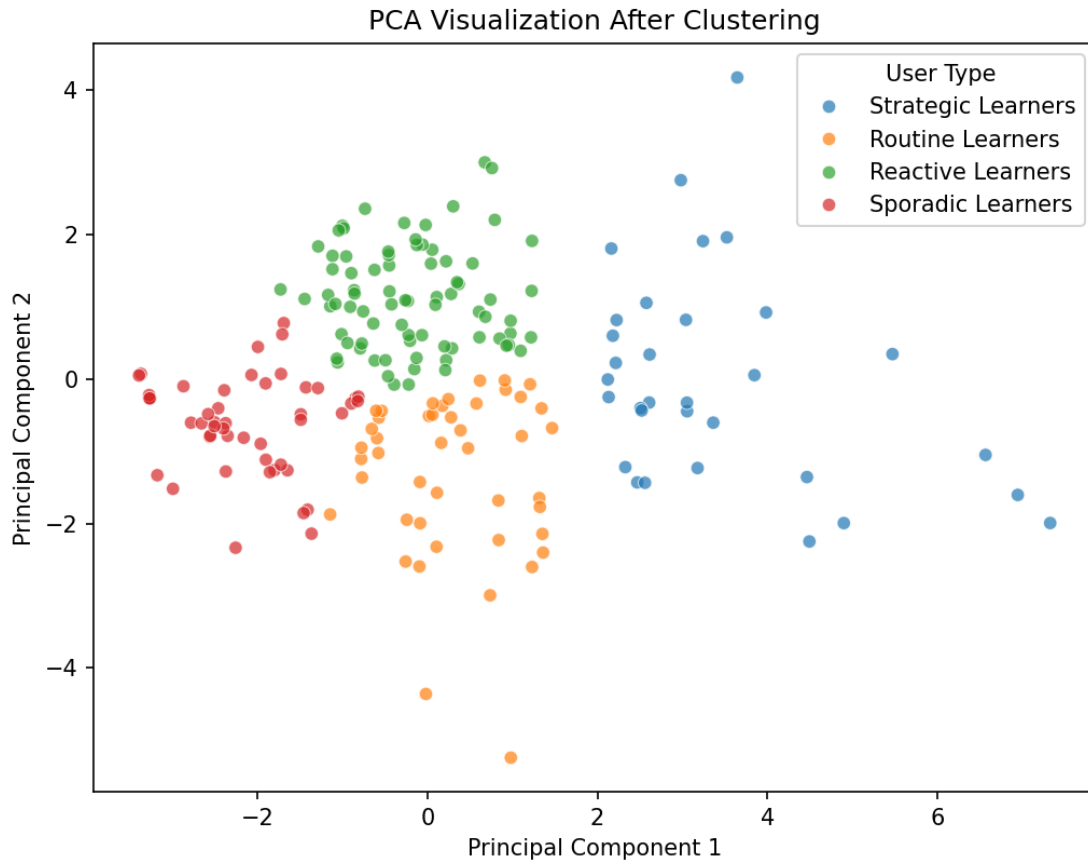
**Table 1: Log data example**

| 1  | timestamp           | userid     | action_type | additional_value |
|----|---------------------|------------|-------------|------------------|
| 2  | 2024-06-21 16:35:55 | 855283053  | 2           | 318              |
| 3  | 2024-06-21 16:36:18 | 855283053  | 2           | 343              |
| 4  | 2024-06-21 16:36:31 | 855283053  | 1           | 533              |
| 5  | 2024-06-21 16:36:48 | 855283053  | 2           | 71               |
| 6  | 2024-06-21 16:37:16 | 855283053  | 1           | 511              |
| 7  | 2024-06-21 16:37:30 | 855283053  | 1           | 26               |
| 8  | 2024-06-21 16:37:49 | 855283053  | 1           | 82               |
| 9  | 2024-06-21 23:14:07 | 1594746509 | 2           | 478              |
| 10 | 2024-06-21 23:14:15 | 1594746509 | 2           | 478              |
| 11 | 2024-06-21 23:14:59 | 1594746509 | 2           | 478              |
| 12 | 2024-06-21 23:15:01 | 1594746509 | 10          | 3                |
| 13 | 2024-06-21 23:15:31 | 1594746509 | 2           | 405              |
| 14 | 2024-06-21 23:15:42 | 1594746509 | 1           | 383              |
| 15 | 2024-06-21 23:15:53 | 1594746509 | 1           | 319              |
| 16 | 2024-06-21 23:16:01 | 1594746509 | 1           | 319              |
| 17 | 2024-06-21 23:16:13 | 1594746509 | 1           | 319              |

### User Interaction & Clustering Analysis

To analyze user engagement, chatbot interactions were examined across different hours of the day, along with user tenure (time between first and last recorded use) and the number of unique days accessed. Retention rates were calculated to assess ongoing user engagement.

To categorize user behavior, K-means clustering was applied using 13 normalized features extracted from the log data. The optimal number of clusters was determined by testing K-values (2–10) and identifying the "elbow point" in the within-cluster sum of squares graph and silhouette score. Once selected, PCA was used to reduce dimensionality for visualization, and behavioral trends and performance metrics. Figure 3 presents a PCA-based scatter plot visualization of the clustered users.



**Figure 3: PCA visualization**

The PCA scatter plot provides a two-dimensional representation of the clustered users, offering insights into their distribution and separation. Each point represents an individual user, projected onto two principal components that capture the most significant variance in the dataset.

The visualization indicates that the clustering algorithm successfully differentiates distinct user groups. Some clusters exhibit clear separation, suggesting well-defined behavioral differences, while others show moderate overlap, indicating potential similarities in certain engagement patterns. Notably, one cluster appears more dispersed, implying greater variability among its members, whereas another is more compact, suggesting a more homogeneous group.

While PCA helps in visualizing the high-dimensional clustering structure, it is important to note that some nuances may not be fully captured in this reduced space. A more detailed interpretation of the clusters, including their defining characteristics, is presented in Table 2, which provides the mean and standard deviation of key behavioral metrics for each cluster. This table offers deeper insight into the specific user behaviors that differentiate the clusters, allowing for a more comprehensive understanding of their unique patterns.

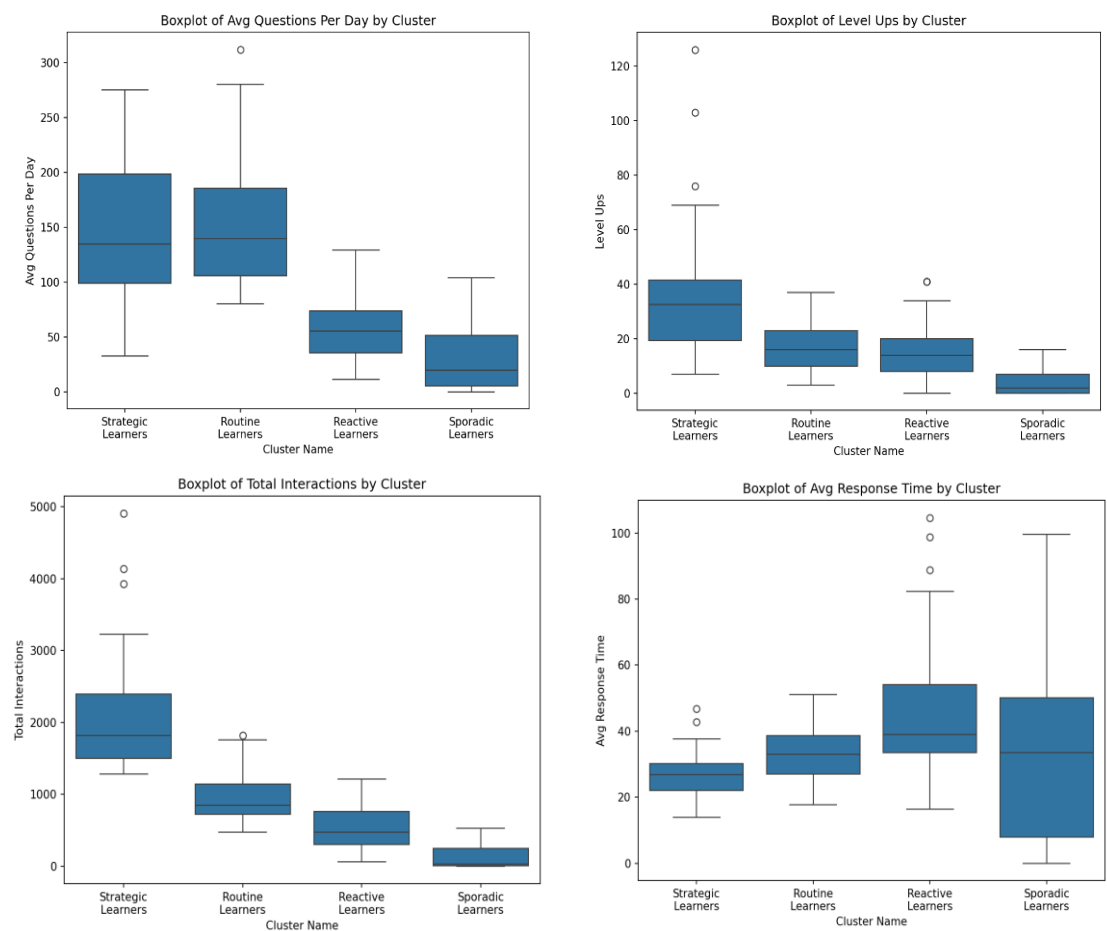
**Table 2: Descriptive Statistics of User Features by Cluster**

| Feature                                        | Strategic Learners | Routine Learners | Reactive Learners | Sporadic Learners |
|------------------------------------------------|--------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| Users, n (%)                                   | 32 (15.5%)         | 45 (21.8%)       | 79 (38.3%)        | 50 (24.3%)        |
| Total Interactions, mean (SD)                  | 2119.94 (897.52)   | 957.38 (332.57)  | 539.30 (284.80)   | 142.08 (167.22)   |
| Success Rate, mean (SD)                        | 0.69 (0.10)        | 0.70 (0.08)      | 0.59 (0.08)       | 0.51 (0.27)       |
| Skipped Questions, mean (SD)                   | 67.31 (107.53)     | 15.60 (23.37)    | 11.27 (15.06)     | 5.50 (13.23)      |
| Avg Response Time, mean (SD)                   | 27.00 (7.55)       | 33.29 (8.71)     | 45.68 (18.16)     | 34.01 (26.42)     |
| Tenure, mean (SD)                              | 45.88 (21.01)      | 11.29 (8.88)     | 35.01 (14.93)     | 2.62 (3.68)       |
| Unique Days, mean (SD)                         | 13.81 (6.30)       | 6.02 (2.25)      | 8.76 (4.28)       | 2.52 (1.80)       |
| Avg Questions Per Day, mean (SD)               | 149.62 (66.37)     | 150.40 (55.94)   | 55.24 (26.01)     | 32.30 (31.94)     |
| Active Days Ratio, mean (SD)                   | 0.34 (0.15)        | 0.94 (0.66)      | 0.29 (0.19)       | 1.12 (0.59)       |
| Level Ups, mean (SD)                           | 37.12 (26.48)      | 16.80 (8.11)     | 15.52 (8.99)      | 4.34 (4.78)       |
| Avg Questions Last Week Before Exam, mean (SD) | 241.64 (150.63)    | 104.04 (85.08)   | 49.30 (33.17)     | 17.80 (23.64)     |

Table 2 provides a summary of the mean and standard deviation of key features across clusters. To better interpret these results, we assigned a descriptive name to each cluster based on distinct behavioral characteristics observed in the data.

- Strategic Learners are highly engaged users who interact with the chatbot over extended periods (high tenure), focus their activity around exam dates, and demonstrate strong performance. They answer significantly more questions on average, have high success rates, and frequently advance in levels, suggesting intentional, goal-driven use of the system.
- Routine Learners maintain steady engagement throughout the learning period. They exhibit the highest ratio of active days, consistent daily interaction, and the best overall success rate. Their behavior reflects disciplined study habits and regular system use over time.
- Reactive Learners exhibit moderate overall engagement, with a noticeable concentration of activity during shorter periods. Although their total interactions and unique active days are relatively low, they display a spike in question answering in the week before the exam, suggesting a pattern of intensified, deadline-driven usage. Their success rate and level-up frequency indicate that when they do engage, they can perform well.
- Sporadic Learners show minimal and fragmented engagement. They interact with the chatbot over a very short tenure, rarely progress in levels, and have the lowest success rate. Although their average number of questions per active day can be relatively high, their usage pattern suggests inconsistent or exploratory interaction rather than sustained learning.

Together, these profiles highlight a wide spectrum of engagement strategies. Understanding these patterns can inform the development of tailored interventions—supporting sporadic or reactive learners through timely prompts, while offering strategic challenges to maintain the motivation of more engaged students. The boxplots that follow further illustrate the variability within each group beyond the summary above.



**Figure 4: Boxplots of feature values for the different clusters**

## **Discussion and Future Directions**

The clustering analysis revealed distinct patterns of student engagement with the chatbot, highlighting differences in participation, response behavior, and level progression. These insights provide a solid foundation for improving the chatbot's ability to support different learning styles and engagement levels.

Understanding these engagement profiles can support instructors in designing tailored interventions. For example, sporadic learners could be nudged through real-time adaptive prompts, while strategic learners might benefit from advanced-level challenges to sustain motivation.

A key next step is developing a recommendation model based on these clusters. By analyzing user behavior in real-time, the model could predict which cluster a student belongs to and provide targeted interventions. For example, students in lower-engagement clusters could receive personalized prompts, encouragement, or incentives to increase their participation.

Future work could also explore refining the clustering process using more advanced techniques, such as dynamic clustering. Additionally, tracking student behavior over time could help evaluate the long-term effectiveness of personalized recommendations in improving student engagement and learning outcomes. These steps will contribute to a more adaptive and effective learning experience.

## References

- Benner, D., Schöbel, S., Janson, A., & Leimeister, J. M. (2024). Engaging minds – how gamified chatbots can support and motivate learners in digital education. Springer Science and Business Media LLC.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). Gamification: Toward a definition. Proceedings of the CHI 2011 Gamification Workshop, Vancouver, BC.
- Díaz Redondo, R. P., Caeiro Rodríguez, M., López Escobar, J. J., & Fernández Vilas, A. (2020). Integrating micro-learning content in traditional e-learning platforms. *Multimedia Tools and Applications*, 80(2). <https://doi.org/10.1007/s11042-020-09523-z>
- Hidayatulloh, I., Sukardiyono, T., Surjono, H. D., & Pambudi, S. (2023). Gamification on chatbot-based learning media: A platform perspective. *AIP Conference Proceedings*, 2714. <https://doi.org/10.1063/5.0106176>
- Hug, T. (2005). Micro learning and narration: Exploring possibilities of utilization of narrations and storytelling for the designing of “micro units” and didactical micro-learning arrangements. Proceedings of the Fourth Media in Transition Conference, MIT.
- Liu, Z., Shaikh, Z. A., & Gazizova, F. (2020). Using the concept of game-based learning in education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 15(14). <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i14.14675>
- Mohd Talib, N. I., Abd Majid, N. A., & Sahran, S. (2023). Identification of student behavioral patterns in higher education using K-means clustering and support vector machine. *Applied Sciences*, 13(5), 3267. <https://doi.org/10.3390/app13053267>
- Prensky, M. (2001). Digital game-based learning. McGraw-Hill.
- Zhang, R., Zou, D., & Cheng, G. (2023). A review of chatbot-assisted learning: Pedagogical approaches, implementations, factors leading to effectiveness, theories, and future directions. *Interactive Learning Environments*, 32(8). <https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2202704>



## פיתוח אפליקציה אינטראקטיבית לקורס סימולציה

נמרוד טלמון, ירדן כהן, איל ברימן – אונ' בן גוריון

## פיתוח אפליקציה אינטראקטיבית לקורס "סימולציה"

### תקציר:

סימולציה היא כלי מרכזי בארגז הכלים של מהנדסי תעשייה וניהול – בפרט, היכולת לאתר פתרונות יעילים בין חלופות שונות היא חיונית לכל מהנדס בתחום. בכל שנה, לומדים כ-200 סטודנטים וסטודנטיות את הקורס "סימולציה" כקורס ליבה במחלקה להנדסת תעשייה וניהול באוניברסיטת בן גוריון. הסטודנטים רוכשים כלים תיאורטיים ומעשיים לביצוע וניתוח סימולציית מונטה קרלו. שני אתגרים מרכזיים הקשו על ההוראה והלמידה בקורס במהלך השנים: (1) הפער בין הלמידה התיאורטית ליישום המעשי והפרקטי בצורה שתכין את הסטודנטים לקראת השתלבות בתעשייה ו(2) הקושי של הסטודנטים לקשר בין שלבי הסימולציה לכדי תהליך שלם ולהבין כיצד המודולים התיאורטיים השונים שמרכיבים את הקורס משתלבים יחדיו לכדי יכולת פיתוח סימולציה למערכת חדשה וניתוחה. כדי להתמודד עם האתגרים נבנתה פלטפורמת למידה אינטראקטיבית שתאפשר לסטודנטים לפתח הבנה של תהליכים שלמדים לצד הבנה של המשמעויות המעשיות של הידע התיאורטי שנלמד בקורס. בשיתוף עם היחידה לקידום איכות ההוראה והלמידה בבן-גוריון פיתח צוות הקורס פלטפורמת למידה אינטראקטיבית המתבססת על מקרה בוחן אמיתי – בעל משאית מזון המעוניין ליעל את עסקו. הפלטפורמה, שנבנתה בקוד פתוח באמצעות Streamlit ובשפת פייתון, מלווה את הסטודנטים בכל שלבי הסימולציה תוך המחשה ויזואלית של תרומתם להחלטות עסקיות. האפליקציה משתלבת כחלק אינטגרלי של חומרי הלימוד בקורס והיא מסייעת לסטודנטים לגשר בין הידע שמוצג בהרצאות לבין הלמידה בתרגולים. ההמחשות הוויזואליות האינטראקטיביות נותנת משמעות קונקרטית לרעיונות המופשטים שעליהם נשענות הסימולציות, ובכך יצרנו פיגום משמעותי ללמידה. הסטודנטים נהנו מדוגמה מוחשית להשלכות האפשריות של הפעולות שלהם ועזרה לחבר כל שלב בתהליך המורכב של ביצוע הסימולציה למשמעות המעשית ולהבנת התהליך השלם. בהצגה זו נתאר את הכלי שפיתחנו, נסביר כיצד השתמשנו בו עד כה וכיצד הוא תרם ללמידה. נדון גם בתרומה האפשרית שלו לפיתוח מיומנויות מקצועיות תוך התגברות על הפער המובנה בין הלמידה התיאורטית באקדמיה לבין הפרקטיקה בתעשייה ובאופן שבו ניתן ליישם את הכלי בקורסים נוספים בתחומי ההנדסה, כפי שנעשה היום באוניברסיטת בן-גוריון.

**מילות מפתח:** למידה אינטראקטיבית, מקרה בוחן, ויזואליזציה, קוד פתוח, פיגומים

### מבוא:

הקורס "סימולציה" הוא קורס ליבה המקנה לסטודנטים לתואר ראשון בהנדסת תעשייה וניהול כלים תיאורטיים ומעשיים לביצוע וניתוח של סימולציית מונטה קרלו. סימולציה היא אחד מהכלים המרכזיים והחשובים בארגז הכלים של מהנדס תעשייה וניהול – ידע בפיתוח של סימולציה מאפשר למהנדס לייעל את המערכת שהוא מופקד עליה על ידי ניתוח ממוחשב של המרכיבים השונים שלה. בפרט, הסטודנטים לומדים כיצד לפתח סימולציות למערכות כגון מערכות שירות (חנות, מרפאה, בנק), מפעלים (פסי ייצור) כמו גם מערכות גדולות יותר (משטרה, אוניברסיטה). באוניברסיטת בן-גוריון לומדים את הקורס כ-200 סטודנטים בכל מחזור (תואר ראשון, שנה ג') במשך השנים, צפו שני אתגרים מרכזיים בהוראה והלמידה של הקורס:

1. **האתגר הראשון** הינו פער בין הלמידה התיאורטית של תכנות מבוסס אירועים בהרצאות לבין היישום המעשי, פער זה יצר עומס קוגניטיבי על הסטודנטים שנדרשו ללמוד שפת תכנות חדשה ופרדיגמה שונה מזו שנלמדה בהרצאות (בפרט, בהרצאות, מסיבות פדגוגיות נלמד תכנות מבוסס אירועים, בעוד, מסיבות טכניות של השימוש בשפת התכנות R, במימוש הפרוייקטים המעשיים בקורס הסטודנטים פיתחו סימולציות באמצעות תכנות מבוסס תהליכים).
2. **האתגר השני** היה קושי של הסטודנטים לקשר בין הנושאים השונים הנלמדים בקורס לכדי תהליך שלם של ביצוע סימולציה מתחילתו ועד סופו – כפי שהמהנדסים יידרשו לעשות בפרקטיקה לכשיצאו לשוק העבודה. בפרט, התהליך עצמו מורכב ממספר פרוצדורות מורכבות כל אחת בפני עצמה (בפרט, כאשר כל אחת מהן נלמדת כנושא נפרד בכמה שיעורים לאורך הסמסטר, ללא אינטגרציה רעיונית), והסטודנטים התקשו לראות את התהליך השלם ואת הקשר בין המודולים הטכניים השונים שמרכיבים את הקורס (ניתוח נתונים, אלגוריתמי דגימה, תכנות מונחה אירועים, ניתוח סטטיסטי – כל אחד מהמודולים האלה נלמד בנפרד אבל רק השילוב של הטכניקות הללו מצטבר לכדי יכולת אינטגרטיבית של פיתוח סימולציה) ואיך המודולים השונים והחיבור ביניהם מבססים יחדיו תהליך סימולציה הוליסטי שלם. הבעיות הללו יצרו מצב שבו סטודנטים רבים למדו את החומר בצורה טכנית והתקשו ביישומו לקראת מימוש פרוייקט הסיום של הקורס, כמו גם מוטיבציה נמוכה בלימוד חלק מהנושאים הטכניים.

### **השינויים שבוצעו בקורס:**

בכדי להתמודד עם אתגרים אלו, ביצענו שני שינויים מרכזיים בקורס, בשיתוף היחידה לקידום הוראה באוניברסיטת בן-גוריון בנגב:

#### 1. פיתוח פלטפורמת למידה אינטראקטיבית:

- מקרה בוחן מעשי של משאית מזון
- ויזואליזציה של כל שלבי הסימולציה
- קוד פתוח בPython המאפשר העמקה נוספת.

#### 2. מעבר לשפת Python:

- שימוש בשפת תכנות מוכרת לסטודנטים

- מימוש עצמאי של כל נושאי הקורס התיאורטיים בצורה מעשית

- יישום עקרונות תכנות מונחה עצמים במימוש הקוד

נציג כאן את השינוי שביצענו בקורס, תוך התמקדות בפיתוח פלטפורמת הלמידה האינטראקטיבית המציגה מקרה בוחן "מהחיים האמיתיים" של בעל משאית מזון המעוניין לייעל את העסק המשפחתי שלו (ראו תרשים 1. בהמשך), כולל תהליכי הייצור והשירות במשאית, הספקים השונים והלקוחות. האפליקציה מאפשרת לבחון את ההשלכות של שינויים שונים בעסק כולל שליטה בניהול העובדים, בזמני אספקת, שרשרת הייצור וכו', והיא מלווה את הסטודנטים בכל שלבי הסימולציה - החל מיצירת מספרים אקראיים, דרך התאמת התפלגויות, ועד להרצת סימולציה מלאה והשוואת חלופות - תוך המחשה ויזואלית כיצד כל שלב תורם לקבלת החלטות מבוססות נתונים בעסק אמיתי. הפלטפורמה משולבת בצורה אינטגרלית בחומרים הפדגוגיים של הקורס ותומכת בשאר השינויים שבוצעו בקורס.

### **עקרונות בפיתוח האפליקציה:**

העקרונות הבאים הנחו אותנו בפיתוח האפליקציה:

- **הצגת סיפור שלם ומחובר** – האפליקציה בנויה כך שהסטודנטים ייחשפו לתהליך שלם, מההתחלה ועד הסוף, כדי להבין כיצד כל שלב משתלב ויוצר יכולת מלאה לפיתוח סימולציה שלמה, במקום ללכת לאיבוד בפרטים טכניים בודדים.
- **המחשה ויזואלית של האלמנטים הטכניים** – דגש על המחשה ברורה של המושגים הסטטיסטיים והמתמטיים שקשה להבין ללא הדמיה, כדי להפוך את החומר לנגיש וברור יותר.
- **אינטראקטיביות ולמידה מבוססת התנסות** – הסטודנטים יכולים לשחק עם פרמטרים ולראות בזמן אמת כיצד הם משפיעים (או לא משפיעים) על תוצאות הסימולציה, וכך להעמיק את הבנתם.
- **ניהול העומס הקוגניטיבי** - הסימולציה מאפשרת לסטודנטים לשלוט בשינויים ולראות את ההשפעות האפשריות של שינויים בכל פרמטר וכן את התלות ביניהם. הסימולציה מאפשרת לבודד משתנים במערכת תהליכית מורכבת.
- **חוויה משחקית וסיפורית** – שילוב אלמנטים משחקיים ונרטיביים שהופכים את חוויית הלמידה למהנה, כך שהסטודנטים ילמדו מתוך סקרנות והנאה והמוטיבציה הפנימית תתחזק.
- **חיבור לפרקטיקה אמיתית** – הצגת תרחיש מהחיים (בעל משאית מזון) שמדגים כיצד סימולציה משמשת לקבלת החלטות עסקיות, מה שמחבר את התיאוריה לשימוש מעשי בשוק העבודה.
- **שימוש בפיתוח ובקוד פתוח** – הסטודנטים יכולים לראות חלקים מהאפליקציה עצמה בצורה שמתקשרת יותר מיידית עם החומר של הקורס עצמו ועם הקוד שהם עצמם צריכים לכתוב במסגרת הקורס.

### **תיאור האפליקציה:**

האפליקציה שפותחה מציגה גישה אינטראקטיבית ללימוד סימולציה באמצעות סיפור של **משאית המזון "לוקו טאקו"**. מטרת האפליקציה היא להמחיש כיצד ניתן להשתמש בסימולציית מונטה קרלו כדי **לייעל את פעילות העסק**

ולסייע בקבלת החלטות מבוססות נתונים. האפליקציה פותחה בפיתון באמצעות streamlit, ספריית Python פתוחה המאפשרת יצירת אפליקציות אינטרנט אינטראקטיביות. בחירה זו נבעה מהיכולת של Streamlit להפוך קוד Python לאפליקציה אינטראקטיבית בקלות יחסית, תוך שימוש בספריות מוכרות כמו Pandas ו-Plotly. היות והקוד פתוח, הסטודנטים יכולים לחקור כיצד העקרונות התיאורטיים מיושמים בפועל ולהעמיק את הבנתם.

האפליקציה בנויה כמסע מובנה דרך **שלבי פיתוח סימולציה שלמה**, עם תוכן עניינים ברור שמנחה את המשתמשים בתהליך. השלבים העיקריים הם אלו, שנמצאים בתוכן העניינים של האפליקציה עצמה כך שהסטודנטים רואים את תוכן העניינים כל הזמן ויכולים ללחוץ על החלקים הרלוונטיים בכדי לעשות drill down לנושא המתאים:

1. **הבנת הסיפור ומידול המערכת** – הצגת הבעיה העסקית של "לוקו טאקו", כולל סיפור רקע משעשע למישחוק נוסף של האפליקציה, והגדרת המטרות של הסימולציה.
2. **איסוף נתונים** – הכנת בסיס נתונים המשמש להמשך בניית הסימולציה.
3. **התאמת התפלגויות** – ניתוח סטטיסטי של הנתונים לזיהוי ההתפלגויות הרלוונטיות.
4. **פיתוח אלגוריתמי דגימה** – יצירת שיטות לחיקוי ההתפלגויות שנבחרו, כדי לאפשר הרצת סימולציות אמנות.
5. **בניית קוד באמצעות תכנות מונחה אירועים** – יצירת הסימולציה במתודולוגיה של **תכנות מבוסס אירועים**.
6. **תכנון הניסוי** – קביעת מספר ההרצות הנדרש וזמן הסימולציה הכולל בכדי לקבל תוצאות יציבות ומהימנות.
7. **ביצוע ההרצות ובדיקת אמינות** – הפעלת הסימולציה, תוך ולידציה של המודל (בדיקה שהמודל מייצג את המציאות) וורפיקציה של הקוד (בדיקה שהקוד ממומש נכון).
8. **ניתוח הפלט ואופטימיזציה** – ניתוח המצב הקיים של המערכת, השוואה בין חלופות שונות ושיפור הביצועים של המערכת על בסיס תוצאות הסימולציה.

במהלך השוטף של הסמסטר, הסטודנטים קיבלו הנחיות ותזכורות לשחק עם האפליקציה בהתאם לנושאי הלימוד הנלמדים ולשאלות שאלות נוספות כתוצאה מהפעילות באפליקציה.

### מאפיינים מרכזיים של האפליקציה:

- **אינטראקטיביות** – הסטודנטים יכולים להתנסות ישירות בביצוע שלבים שונים בסימולציה, לשנות פרמטרים ולראות בזמן אמת את ההשפעה שלהם.
- **המחשות ויזואליות** – הצגת נתונים, התפלגויות ותוצאות הסימולציה באמצעות גרפים וכלים ויזואליים להנגשת החומר.
- **תהליך למידה מובנה** – כל שלב נבנה כך שיחבר את הסטודנטים לתמונה הגדולה, ויעזור להם לראות כיצד כל המרכיבים משתלבים לכדי מערכת סימולציה שלמה רלוונטית לתעשייה.

- **סיפור מעניין ומעשי** – יצירת חוויית למידה מהנה דרך סיפור העסק של "לוקו טאקו", כך שהסטודנטים לא רק ילמדו את התאוריה אלא יבינו כיצד הסימולציה מיושמת בעולם האמיתי.

### **כמה דוגמאות ליכולות הסימולציה ולמרכיביה:**

- **אלגוריתם דגימה להתפלגות אחידה** – אחד האתגרים בהבנת אלגוריתמי דגימה הוא שהם רק מקרבים את ההתפלגות הרצויה. קשה לדמיין זאת תאורטית, אך באפליקציה הסטודנטים יכולים לשנות פרמטרים ולצפות בהיסטוגרמה המדגימה כיצד ההתפלגות מתקרבת לאחידה עם ריבוי דגימות. (ראה תרשים 5.)
- **משוב מיידי בהתאמת התפלגויות למודל** – באפליקציה, הסטודנטים מתאימים התפלגות לנתונים תחילה באינטואיציה, ואז מקבלים משוב כמותי על מידת ההתאמה. הם יכולים לבצע ניסיונות חוזרים, לקבל פידבק ויזואלי בזמן אמת, ולשפר את בחירתם. האינטראקטיביות מאפשרת למידה בניסוי וטעייה, זיהוי פערי הבנה, ושיפור הדרגתי של השליטה בחומר. (ראה תרשים 6.)

### **סיכום**

האפליקציה משלבת למידה יישומית, סיפורית ומשחקית עם עקרונות קוד פתוח וגיימיפיקציה, ומקרבת את הסטודנטים למציאות המקצועית. היא מגשרת על הפער בין התאוריה ליישום באמצעות המחשבות ויזואליות, תרגילים אינטראקטיביים וחקר עצמאי. הסטודנטים לא רק לומדים תאוריה, אלא גם מפתחים קוד, מנתחים תוצאות ורואים כיצד סימולציה משמשת לקבלת החלטות. במקום לדמיין, הם מתנסים בפועל, חוקרים את השפעת הפרמטרים ומבינים את החיבור בין תהליכים מופשטים ליישומים מעשיים. כך, האפליקציה אינה רק כלי טכני, אלא גשר בין התאוריה לפרקטיקה.

התועלות של שילוב כלי סימולציה בהוראה והלמידה בתחומי ההנדסה הן משמעותיות במיוחד לאור רמת ההפשטה הנדרשת ברבים מנושאי הלימוד. היכולת להמחיש תהליכים ועקרונות מופשטים ולאפשר לסטודנטים שליטה על התנהגות המערכת, יכולה להקל על הבנה של הנושאים המורכבים. לאור ההצלחה של פיתוח הסימולציה והשימוש בה הצטרפו מורים נוספים בפקולטה למהלך בניסיון לפתח סימולציות רלוונטיות למקצועות נוספים, תוך הישענות על המסגרת הרעיונית והקוד שפיתחנו. יחד עם היחידה לקידום איכות ההוראה והלמידה אנו שואפים להרחיב את השימוש בכלים מסוג זה כדי לסייע לסטודנטים להתמודד עם חומרי הלימוד ולפתח הבנה מלאה.

הפידבק מהסטודנטים היה חיובי מאוד, והסטודנטים קיבלו תועלת משימוש באפליקציה. לעתיד, שיפורים מיידיים הם להוסיף עוד משימות מובנות (אולי עם ציון) עבור שימוש ספציפי וממוקד באפליקציה כמו גם אינטגרציה יותר עמוקה של האפליקציה עם שאר חומרי הקורס.

## הקדמה

אוצ'ו לוקו החל את פרויקט הסימולציה של חייו במשאת המזון המשפחתית האהובה.

אוציו מתכן לחקור ולהבין מהם קצבי השירות בכל עמדה ומהם קצבי הגעת הלקוחות למשאית המזון. בעזרת הקצבים שייאסוף, יוכל דרך פרויקט סימולציה קפדני שיבע אוציו, להבין מהם צווארי הבקבוק במערכת שלו וכך ידע לנהל את עובדיו בצורה האופטימלית.

בכדי להבין את קצבי השירות ב-"לוקו טאקו", אוצ'ו תשאל את אביו חולייס'טו, וביקש שיספר לו על התנהלות הלקוחות והעובדים במשאיתו האהובה.

המשאית עובדת בין השעה 12:00 בצהריים עד 17:00, ולפי חולייסיו, מניעים בערך 10 לקוחות בשעה במומוצע.

הלקוחות שמגיעים למשאית "לוקו טאקו" עוברים בין 3 עמדות שירות באופן תורני:

- עמדת הזמנה
- עמדת ביטול
- עמדת אריזה

כאשר לכל סוג מנה יש את זמן ההכנה שלה.

כל לקוח מתחיל את דרכו בדפלק ההזמנה, שם מזמין אחת מבין שלוש אפשרויות:

- טאקולוקוסיטו
- טאקולוקוסיצימו
- מתקטאקו

לפי חולייסיטו, כמעט לכל לקוח יש גבול לזמן שהוא מוכן לשהות במתחם המשאית. בכלל שהתשלום מתבצע רק באיסוף האוכל, אחרי 5 עד 20 דקות מרגע ההגעה, אם לא קיבלו את הזמנתם, מחליטים לקוחות לעזוב לפני קבלת מנתם, כי ממהרים לעבודה.

חולייסיטו מוסיף ומספר שחצי מההזמנות הם למנה לוקוסיטו וזמן ההזמנה לוקח בין 3-4 דקות בערך, עוד רבע בערך מההזמנות הם למנות לוקוסיצימו, ורבע נוסף למנות

**שעות פעילות** 

המשאית פועלת בין השעות 12:00-17:00

**תהליך השירות**

1. כל לקוח מותחל בדלפק ההזמנות
2. ההזמנה עוברת לעמדת הבישול
3. לאחר הבישול, המנה עוברת לאריזה
4. הלקוח מקבל את הזמנתו בעמדת האיסוף

## עמדות השירות

## תפריט "לוקו טאקו"

| שם המנה          | זמן הכנתה | מחיר |
|------------------|-----------|------|
| בורגר עם לחם מלא | 3 דקות    | ₪12  |
| סנדוויץ' חזה עוף | 4 דקות    | ₪15  |
| פיצה מקומית      | 5 דקות    | ₪18  |

## תפריט "לוקו טאקו"

| שם המנה          | זמן הכנתה | מחיר |
|------------------|-----------|------|
| בורגר עם לחם מלא | 3 דקות    | ₪12  |
| סנדוויץ' חזה עוף | 4 דקות    | ₪15  |
| פיצה מקומית      | 5 דקות    | ₪18  |

### זמני הכנה במטבח

**מנה בודדת:** 5 דקות

**סעיף מנות במקביל:** 8 דקות

**שלוש מנות במקביל:** 10 דקות

הערה: זמנים אלו תקפים לכל סוגי המנות.

### סבלנות לקוחות

לקוחות מאכים להמתין בין 5 ל-10 דקות לפני עזיבה

נחשלתם מהמתן רק בעת איסוף ההזמנה

תרשים 1: תיאור מערכת "טאקו לוקו".

ברוכים הבאים  
לפלטפורמת  
קורס סימולציה!

דוגמאת הקורס

סימולצית  
"לוקו טאקו"



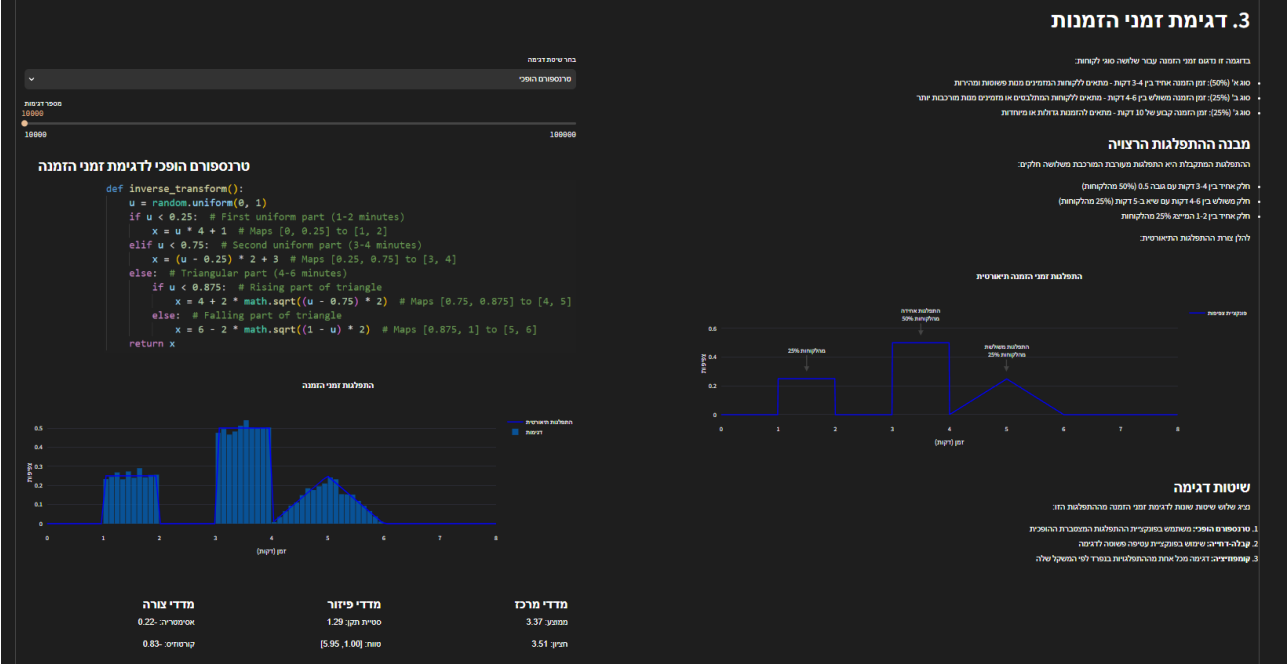
## תוכן עניינים

אפליקציה זו בנויה באופן מובנה ומתודולוגי, המשקף את תהליך הלמידה והיישום של קורס סימולציה. הנה פירוט נתיקדם יחד:

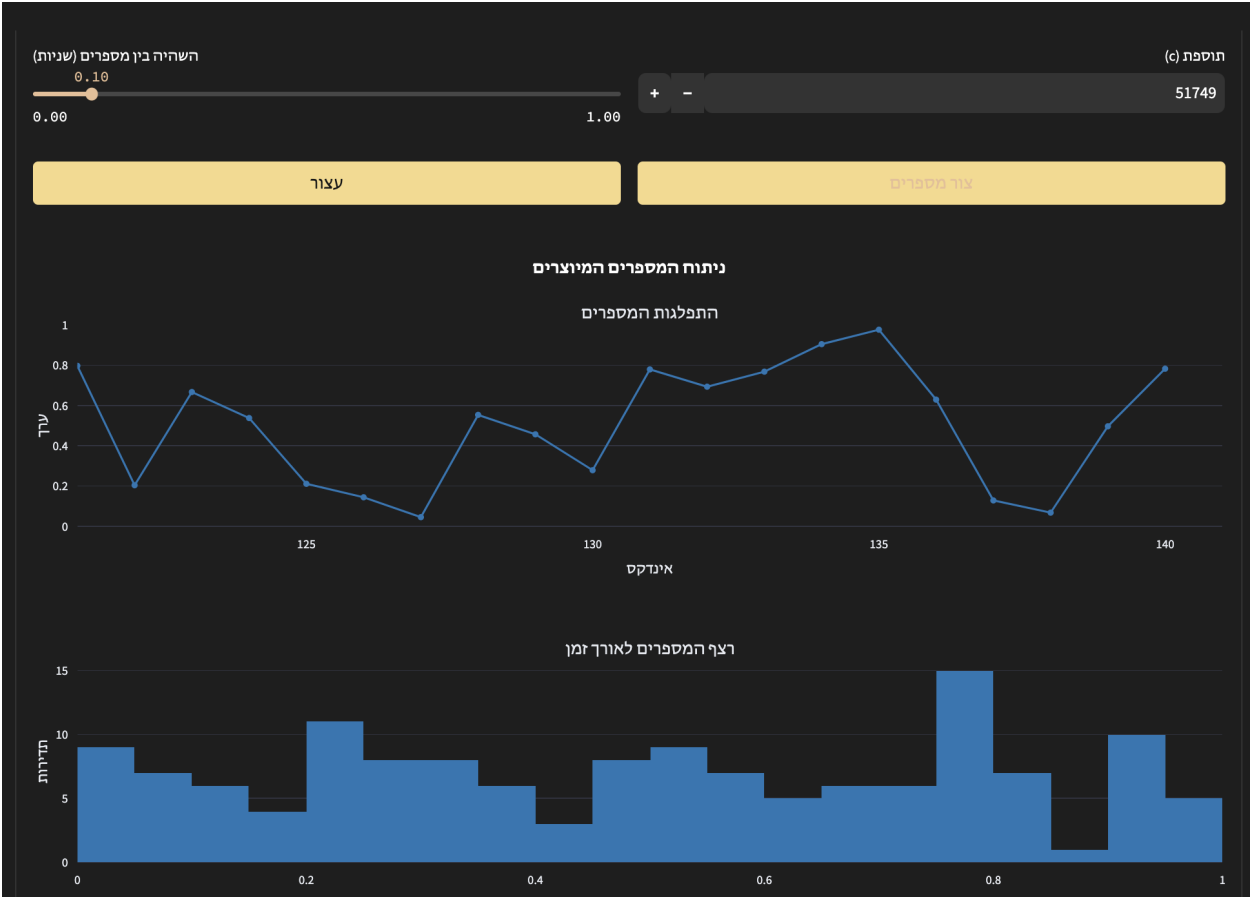
|  |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                          |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|  | הבנת הסיפור והתהליכים שמתרחשים במשימות איסוף מידית קצב שירות והענה במשימות                                                                                                                                                                                      | <b>1</b><br>הבנת המציאות |
|  | הבנת הישגיות, המשאבים והאירועים שמשיגים את מצב המערכת<br>התאמת ההפלטות לדימויות השונות שאספנו על ידי בדיקות וזוואיות ומבחרים סטטיסטיים.                                                                                                                         | <b>2</b><br>מידול המערכת |
|  | בניית אלטרנטיבי דמיון מההתפלגות שהתאמנו<br>בבית קוד שממחזק זמן אירועים וזמן לספול בכל טעי האירועים במערכת תוך שמירת כל המידע הרלוונטי להצגת תוצאות                                                                                                              | <b>3</b><br>מימוש        |
|  | מציאת זמן חימום/מציאת מספר הרצות עבור עמידה ברמת הבטחון המבוקשת<br>הוצאת סימולציה שבאופן חוזר חוזר מזהה את שיעור הסימולציה באופן בדיד לזמן האירוע הבא בזמן. וסימול באירוע<br>ניתוח פלט והשוואה בין חלופות (כיצוד מידול לכל חלופה, הוצאת החלופות והשוואה ביניהם) | <b>4</b><br>הרצה וניתוח  |

תרשים 2: תוכן העניינים של האפליקציה, בה הסטודנטים יכולים ללחוץ על כל אחד מהריבועים בשביל להיכנס לעמוד עם הסבר קצר ומודול אינטראקטיבי רלוונטי.

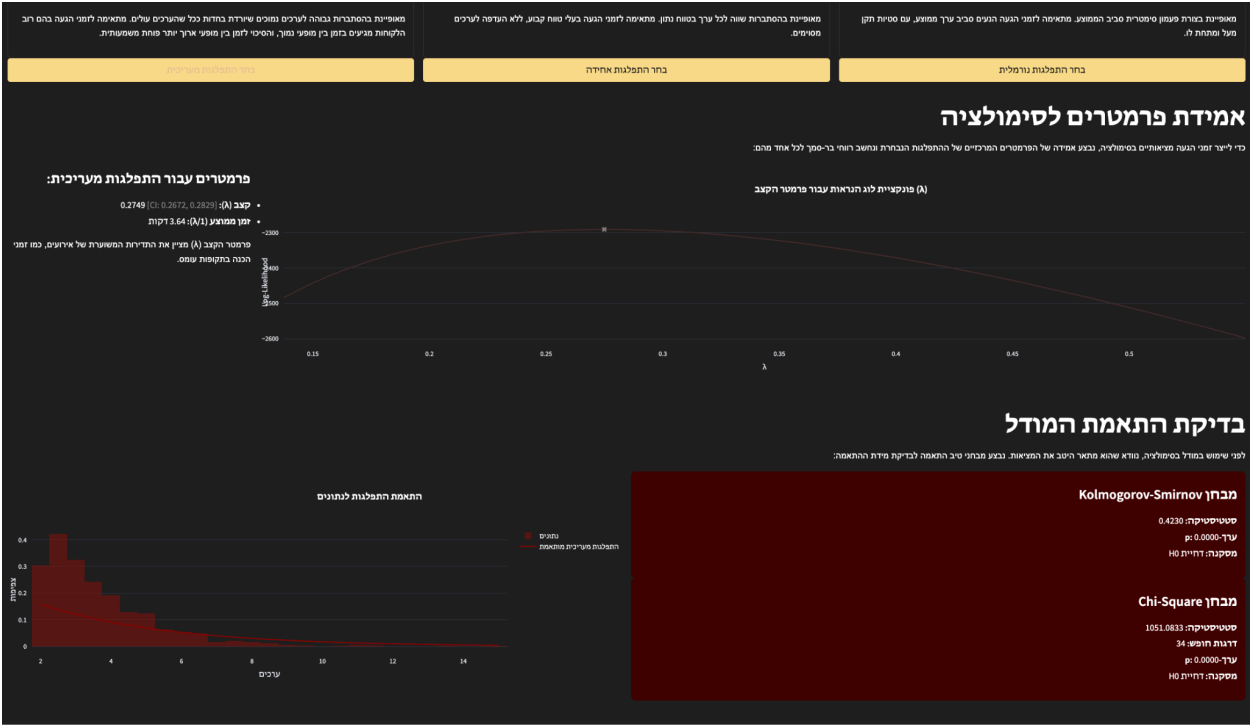




תרשים 4. דוגמא לקוד אינטראקטיבי שדרכו אפשר להבין את הקשר בין התאוריה, כתיבת הקוד, לתוצאות שיוצאות.



תרשים 5. הסטודנטים יכולים להריץ אלגוריתם דגימה ולחזות בתופעה שכלל שיותר מספרים נדגמים כך ההתפלגות הנוצרת מהאלגוריתם הולכת ומתקרבת להתפלגות הרצויה.



תרשים 6. הסטודנטים יכולים להתנסות בבחירה של התפלגות ובהשפעה של הבחירה. בפרט, בחירות טובות בראשית העמוד יגרמו לכך שהמבחנים הסטטיסטיים שמבוצעים בתחתית העמוד יעברו בסיכוי גבוה יותר, בעוד בחירות שגויות יגרמו להיפך.



**למידה משמעותית במעבדות כימיה: שימוש בפלטפורמת LabBuddy**

**להפחתת עומס קוגניטיבי ושיפור חוויית הלמידה**

נח טרייטל, רות ספז, יניב גייר, דנה ספיר – מכללת עזריאלי

## למידה משמעותית במעבדות כימיה:

### שימוש בפלטפורמת LabBuddy להפחתת עומס קוגניטיבי ושיפור חוויית הלמידה

נח טרייטל<sup>1</sup>, יניב גייר<sup>2</sup>, דנה ספיר<sup>2</sup>, רות ספז<sup>1</sup>

<sup>1</sup> המחלקה להנדסת חומרים, עזריאלי - מכללה אקדמית להנדסה ירושלים

<sup>2</sup> המרכז לחדשנות ומצוינות בהוראה, עזריאלי - מכללה אקדמית להנדסה ירושלים

#### תקציר

קורסי מעבדה מהווים חלק בלתי נפרד ומרכזי בכל תכנית לימודים של סטודנטים ללימודי הנדסה או מדעים (STEM). עם זאת, לסטודנטים רבים ישנו קושי משמעותי במעבר מהעולם התאורטי לעולם היישומי במעבדה, וקיימת בעיה של הכנה לא אופטימלית, הגורמת לאי מיצוי הלמידה הייחודית במעבדה כתוצאה מעומס יתר קוגניטיבי.

בהרצאה זו נציג מחקר פיילוט של שיטה חדשנית לשיפור ההכנה ללימודי מעבדה באמצעות פלטפורמה דיגיטלית אינטראקטיבית LabBuddy הפועלת במספר מדינות באירופה ולראשונה מופעלת בישראל. תוצאות המחקר, שהתבצע בעזריאלי – מכללה אקדמית להנדסה בירושלים, מצביעות על הבנה טובה יותר של הניסויים, ביצועים טובים יותר ויעילות גבוהה במעבדה, בעיקר הודות ללמידה מתוקשבת פעילה והפחתת העומס הקוגניטיבי.

**מילות מפתח:** עומס יתר (cognitive overload), למידה אלקטרונית (e-learning), למידה פעילה (active learning), תיאוריית היישור הקונסטרוקטיבי (constructive alignment theory), חוויית למידה חיובית (positive learning environment).

#### רקע תיאורטי וחדשנות פדגוגית

קורסי מעבדה הם קריטיים לסטודנטים למדעים וטכנולוגיה הן ברמה האקדמית-התיאורטית, בכך שהם משלימים ומטמיעים את הנלמד בכיתה, והן ברמה המעשית, שכן קורסי מעבדה מספקים מסגרת מובחנת בה יוכלו הסטודנטים לקבל את המיומנויות הייחודיות הנדרשות לסביבת העבודה התחרותית והאינטנסיבית של ימינו.

יחד עם זאת, מכיוון שקורסי מעבדה מספקים אתגרים רבים, במיוחד בנושאים הקשורים לכימיה, השתתפותם בתכניות לימודים לתואר ראשון ספגה ביקורת חריפה (Bretz, 2019; Hofstein et al., 1982). טכניקות הכנה ואסטרטגיות למידה סטנדרטיות נלמדו בהרחבה (Agustian et al., 2022), כאשר לא מובן האם שיטות הכנה אלו או אחרות יעילות (Rissing & Cogan, 2009; Bybee, 2006; Heppner et al., 2006). לרוב מוסכם כי שיטות ההכנה הסטנדרטיות מביאות לכך כי הסטודנטים אינם מבינים כראוי את התכנים התיאורטיים במעבדה וכי בדרך כלל הם עסוקים אך ורק בכך שהניסוי יתבצע באופן המוצלח ביותר. מנקודת מבטם של הסטודנטים, רוב ניסויי המעבדה ותוצאותיהם מוגדרים מראש, וביצועם נועדה למעשה אך ורק על-מנת ללמד אותם כיצד

לשחזר תוצאות אלו (Domin, 1999). כתוצאה מכך, קיים חוסר הבנה חמור של העקרונות הכימיים העומדים בבסיס הניסוי. בשל כך, לסטודנטים יש מעט מאוד הזדמנויות לערוך ניסויים על-מנת לבסס השערות, קל וחומר שאין פנאי לעסוק בחשיבה יצירתית או בדיונים קבוצתיים.

העומס הקוגניטיבי הוא בעיה מרכזית בלמידה מסורתית במעבדות. סטודנטים חשופים למידע חדש רב בו-זמנית, דבר שיוצר עומס על זכרון העבודה המוגבל שלהם ומוביל ללמידה פחות יעילה. תיאוריית העומס הקוגניטיבי מדגישה כי למידה אפקטיבית מתרחשת כאשר המידע מוצג באופן שאינו מעמיס יתר על המידה את זכרון העבודה (Paas & van Merriënboer, 2020; Sweller et al., 2019; Sweller et al., 2011).

בנוסף, תיאוריית היישור הקונסטרוקטיבי (constructive alignment theory, Biggs, 1996), גורסת כי למידה יעילה יותר מתרחשת כאשר סטודנטים יודעים מראש מה הם ילמדו וכיצד יידרשו להפגין את הידע שרכשו. תיאוריה זו שינתה בשנים האחרונות רבות את פיתוח תכניות לימודים להשכלה גבוהה (Kandlbinder, 2014) בקורסים סטנדרטיים. אולם, בקורסי מעבדה מסורתיים, הגישה הרווחת היא של "ספר בישול" או "מתכון" - הנחיות קבועות מראש שהסטודנטים עוקבים אחריהן באופן טכני, ללא הבנה עמוקה של התהליכים המתרחשים בניסוי והעקרונות המדעים המלווים אותם.

בדיוק כמו בקורסים סטנדרטיים, קיים צורך חיוני בחוויית למידה חיובית (positive learning environment) גם בקורסי המעבדה. אופי סביבת הלימודים לקראת ובזמן המעבדה מהווים השפעה מכרעת על גישת הסטודנטים למעבדות אלו (Wolf & Fraser, 2008; Henderson et al., 2000, Wong & Fraser, 1996). מטרה זו עשויה להיות מושגת באופן חלקי על-ידי הכנסת אלמנטים מוטיבציוניים, אשר משפרים את למידת הסטודנטים בעזרת טיפוח העיבוד הקוגניטיבי.

החדשנות הפדגוגית בפלטפורמת LabBuddy טמונה ביכולתה לפתור בעיות אלו באמצעות:

1. הצגת מידע בהדרגה - חשיפת מידע חדש רק בזמן הרלוונטי, הפחתת העומס הקוגניטיבי.
2. למידה אקטיבית - סטודנטים בונים בעצמם את תרשים הזרימה של הניסוי.
3. משוב מיידי ואישי - תגובות מותאמות אישית לתשובות הסטודנטים.
4. אינטגרציה של תיאוריה ופרקטיקה - קישור בין ההיבטים התיאורטיים והמעשיים של הניסוי.

מתודולוגיה

פיתוח פיילוט

המחקר התבצע בעזריאלי – המכללה האקדמית להנדסה ירושלים, בשיתוף עם מרכז חמ"ה (חדשנות ומצוינות בהוראה). הפיילוט התפרס על פני שני סמסטרים בשנת הלימודים 2023-2024:

## סמסטר ראשון:

- כ- 40 סטודנטים להנדסה משתי מחלקות שונות.
- יישום הפלטפורמה בשני ניסויים שונים (אחד באופן חלקי).

## סמסטר שני:

- כ- 40 סטודנטים נוספים, בשנת הלימודים הראשונה שלהם.
- הוספת ניסוי שלישי.

הניסויים שנבחרו התמקדו באנליזה וולומטרית (טיטרציה), שיטה שהיא ליבת הניסויים במעבדות כימיה רבות. המחקר כלל השוואה בין למידה באמצעות הפלטפורמה לבין למידה בשיטה המסורתית, עם הקפדה שהסטודנטים שהשתמשו בפלטפורמה לא יהיו חשופים לחומרי הלמידה הקלאסיים.

## תהליך הלמידה בפלטפורמת LabBuddy

הפלטפורמה מייצרת תהליך למידה ייחודי הכולל ארבעה שלבים מרכזיים:

1. **חשיפה לחומר רקע** - המערכת מציגה חומר רקע כללי לשיטה האנליטית בה משתמשים בניסוי, ולאחר מכן חומר מפורט הספציפי לניסוי. המערכת דורשת מענה נכון על שאלות מבוא כתנאי להתקדמות.
2. **צפייה בסרטונים הדגמתיים** - סרטונים המתארים במדויק את הנעשה בניסוי ומשלימים את החומר התיאורטי.
3. **בניית תרשים זרימה** – לאחר סיום הלימוד התיאורטי, ומתוך מטרות הניסוי ו"בלוקים" נתונים (מטרות ביניים, חומרי מוצא, הכנות דרושות ושיטות עבודה), הסטודנטים בונים תרשים זרימה הגיוני. המערכת מתריעה על חיבורים שגויים ומסבירה את הטעויות.
4. **מענה על שאלות דינמיות** - תוך כדי בניית התרשים, המערכת מציגה שאלות תיאורטיות וחשובות, שונות לכל סטודנט, עם משוב מיידי המותאם לסוג הטעות (איור 1). כך, בכל שלב, ניתן להעריך את רמת ההבנה של הסטודנט.

בסיום תהליך זה, לסטודנט יש את תרשים הזרימה לניסוי שהוא עצמו בנה והבין בה כל שלב ושלב - הן ברמה התאורטית והן ברמה המעשית.

בנוסף, בזמן המעבדה עצמה, המערכת מאפשרת שימוש ב"מצב עבודה" (work mode), בו הסטודנטים עוקבים אחר התרשים שבנו ומזינים תוצאות ישירות לתוכנה, מה שמאפשר הפקת "יומן מעבדה" דיגיטלי אשר בלחיצת כפתור הופך למסמך אשר ניתן לצרף לדו"ח המסכם.

The screenshot displays the Labbuddy software interface for a 'Permanganate titration (group 2)' experiment. The interface includes a top navigation bar with tabs for Notes, Methods, Preparations, Process results, Research question & instructions, and Starting materials. A central workflow diagram shows the steps for both quantitative and qualitative analysis of permanganate solution by titration. On the right, a 'Question' panel titled 'Observe CO<sub>2</sub> formation' contains a question about the reaction of calcium hydroxide and carbon dioxide. The user has selected 'A white precipitation will be formed' and 'Gas bubbles will appear'. A feedback message indicates that while gas bubbles are observed, they are from a side reaction in the other Erlenmeyer flask, and the correct reaction is  $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ , where no gas is formed.

## איור 1

### דוגמא לתרשים זרימה ולמשוב המערכת לתשובה שגויה

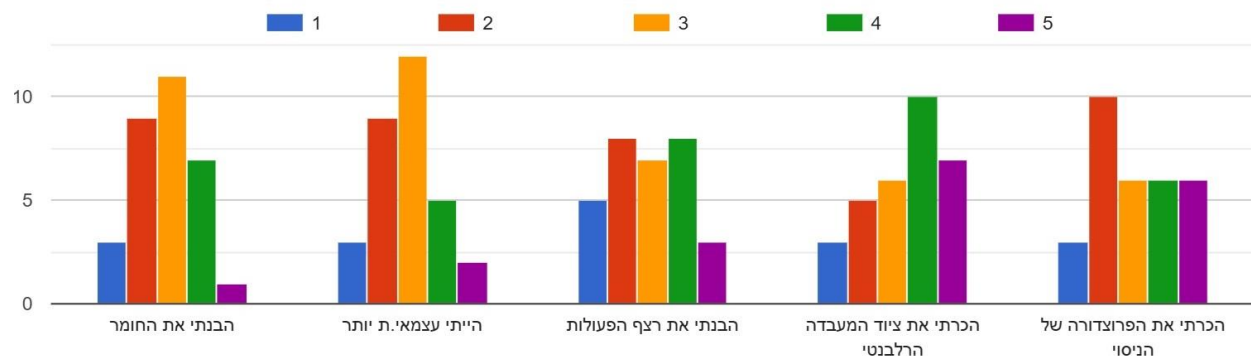
### תוצאות המחקר ותובנות מרכזיות

בתחילת הפיילוט היו מספר אתגרים טכניים שהתבטאו בשביעות רצון חלקית בלבד של הסטודנטים (איור 2). אולם, לאחר טיפול בבעיות אלו וליווי מתאים של הסטודנטים, חל שיפור דרמטי במשובים (איור 3). הממצאים העיקריים מתוך משובי הסטודנטים:

1. **שיפור בזכירת החומר התיאורטי** - הסטודנטים דיווחו כי המידע נשמר טוב יותר בהשוואה ללמידה קלאסית.
2. **הבנה עמוקה יותר של תהליך הניסוי** - יצירת תרשים הזרימה תרמה להבנה מעמיקה של מהלך הניסוי, ואת הרציונל והמטרה של כל שלב בו.
3. **חשיבה ביקורתית מתקדמת** - המערכת "מאלצת" את הסטודנטים לחקור, להבין ולעורר חשיבה, ולא רק לבצע הוראות באופן מכני.
4. **חוויית למידה חיובית** - הסטודנטים הדגישו כי חוויית הלמידה הייתה לא רק נעימה אלא אף מהנה.
5. **יעילות מוגברת במעבדה** - הכנה טובה יותר הובילה לביצוע יעיל ואפקטיבי של הניסויים במעבדה עצמה.

משובי המדריכים הצביעו גם על יתרון נוסף: כמות קטנה יותר של שאלות טכניות במהלך המעבדה, מה שאפשר למדריכים להתמקד בהדרכה מעמיקה וברמה גבוהה יותר, ולסטודנטים להיות פנויים ללמידה אפקטיבית יותר.

באיזו מידה אתה מסכימה עם ההיגדים הבאים ביחס למידת המוכנות שלך במעבדה אחרי שעברת את ההכנה עם לאב באדי?



## איור 2

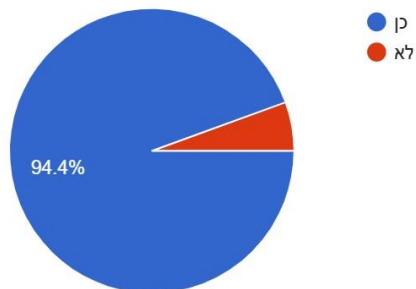
נתוני הסכמה עם היגדים בנוגע למוכנות במעבדה לאחר הכנה עם LabBuddy, מתוך משובי סטודנטים

לאחר סמסטר ראשון

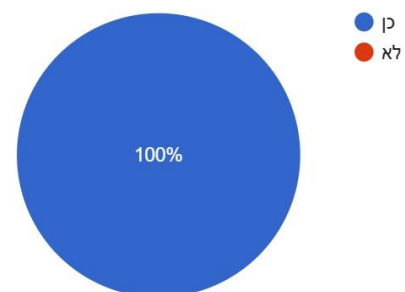
הערה: ציונים נעים בין 1 (כלל לא) ל- 5 (במידה רבה מאוד).

(נתונים לא פורסמו, Google Forms, תשפ"ה)

המערכת עזרה לי להבין טוב יותר את הצד המעשי של הניסוי



האם המערכת עזרה לך להבין את התאוריה של הניסוי



## איור 3

נתוני הסכמה עם היגדים בנוגע למוכנות במעבדה לאחר הכנה עם LabBuddy, מתוך משובי סטודנטים

לאחר סמסטר שני

(נתונים לא פורסמו, Google Forms, תשפ"ה)

## השלכות ויישומים לעתיד

לאור הצלחת הפיילוט, השימוש בפלטפורמה הורחב לארבעה ניסויים באופן מלא (טיטריציית חומצה-בסיס, טיטרציה קומפלקסומטרית, קביעת ויטמין C וקביעת ריכוז פרמנגנט - ניסוי בו משולב מרכיב של אנליזה ספקטרוסקופית

עם מרכיב האנליזה הווליומטרית), כאשר סטודנטים מארבע מחלקות שונות (הנדסת חומרים, הנדסה פרמצבטית, הנדסת מכונות והנדסה אזרחית) ומשני שנתונים (שנה א' ושנה ב') משתמשים בה. כיום, כ- 175 סטודנטים משתמשים במקביל בפלטפורמה לאורך שנת הלימודים.

ההצלחה של הפלטפורמה במעבדות כימיה מעלה את האפשרות ליישם גישה דומה במעבדות הוראה בתחומים נוספים כגון פיזיקה, ביולוגיה והנדסה. הכלים והעקרונות שפותחו - הצגת מידע הדרגתית, בניית תוואי ניסוי עצמאית וקבלת משוב מיידי - הם כלים אוניברסליים שיכולים לשמש בכל תחום בו קיים פער בין התיאוריה לפרקטיקה.

## סיכום

פלטפורמת LabBuddy מציעה פתרון חדשני לבעיה ותיקה בהוראת מעבדות: כיצד לגשר על הפער בין הידע התיאורטי לבין היישום המעשי ולהפחית את העומס הקוגניטיבי. המחקר שלנו מראה כי הפלטפורמה משיגה זאת באמצעות:

1. הפחתת העומס הקוגניטיבי על ידי הצגת מידע בזמן הנכון.
2. עידוד למידה אקטיבית ופיתוח חשיבה ביקורתית.
3. יצירת קשר ברור בין התיאוריה לפרקטיקה.
4. מתן משוב מיידי ואישי.
5. בניית תהליך למידה הדרגתי ומובנה.

יחד עם זאת, המחקר מלמד כי הצלחת הפלטפורמה תלויה בהכנה הוליסטית של הסטודנטים, וכי רק הכנה מלאה מתוך התוכנה, ללא תוספת של מקורות מידע חיצוניים נוספים, מאפשרת למידה בעלת ערך מוסף מהותי.

ההרצאה תכלול הדגמה חיה של הפלטפורמה, דוגמאות לתרשימי זרימה שנבנו על ידי סטודנטים, וניתוח השוואתי של תוצאות המחקר.

- Agustian, H. Y., Finne, L. T., Jørgensen, J. T., Pedersen, M. I., Christiansen, F. V., Gammelgaard, B. & Nielsen, J. A. (2022). Learning Outcomes of University Chemistry Teaching in Laboratories: A Systematic Review of Empirical Literature. *Review of Education* 10(2), 1-41 <https://doi.org/10.1002/rev3.3360>.
- Alberto, M. C. L., Viviana, B. V. C., Vladimir, B. E. C. & Fernanda, P. A. P. (2024). Innovative Strategies to Strengthen Teaching-Researching Skills in Chemistry and Biology Education: A Systematic Literature Review. *Frontiers in Education* 9, 1363132 <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1363132>.
- Biggs, J. (1996) Enhancing Teaching through Constructive Alignment. *Higher Education* 32, 347–364 <https://doi.org/10.1007/BF00138871>.
- Bretz, S. L. (2019). Evidence for the Importance of Laboratory Courses. *Journal of Chemical Education* 96(2), 193-195 <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00874>.
- Bybee, R. W. (2006). How Inquiry Could Contribute to the Prepared Mind. *The American Biology Teacher* 68(8), 454-457 [https://doi.org/10.1662/0002-7685\(2006\)68\[454:HICCTT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1662/0002-7685(2006)68[454:HICCTT]2.0.CO;2).
- Diwakar, S., Kolil, V. K., Francis, S. P., & Achuthan, K. (2023). Intrinsic and Extrinsic Motivation Among Students for Laboratory Courses-Assessing the Impact of Virtual Laboratories. *Computers & Education*, 198, 104758 <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104758>.
- Domin, S. D. (1999). A Review of Laboratory Instruction Styles. *Journal of Chemical Education* 76(4), 543-547 <https://doi.org/10.1021/ed076p543>.
- Henderson, D., Fisher, D., & Fraser, B. (2000). Interpersonal Behavior, Laboratory Learning Environments, and Student Outcomes in Senior Biology Classes. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 37(1), 26-43 [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(200001\)37:1<26::AID-TEA3>3.0.CO;2-I](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(200001)37:1<26::AID-TEA3>3.0.CO;2-I).
- Heppner, F. H., Kouttab, K. R. & Croasdale, W. (2006). Inquiry: Does it Favor the Prepared Mind? *The American Biology Teacher* 68(7), 390-392 [https://doi.org/10.1662/0002-7685\(2006\)68\[390:IDIFTP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1662/0002-7685(2006)68[390:IDIFTP]2.0.CO;2).
- Hofstein, A. & Lunetta, V. N. (1982). The Role of the Laboratory in Science Teaching: Neglected Aspects of Research. *Review of Educational Research* 52(2), 201-217 <https://doi.org/10.3102/0034654305200220>.
- Kandlbinder, P. (2014). Constructive Alignment in University Teaching. *HERDSA News*, 36(3), 5–6 <https://search.informit.org/doi/10.3316/informit.150744867894569>.
- Rissing, S.W. & Cogan, J. G. (2009). Can an Inquiry Approach Improve College Student Learning in a Teaching Laboratory? *CBE—Life Sciences Education* 8(1), 55-61 <https://doi.org/10.1187/cbe.08-05-0023>.

- Paas, F. & van Merriënboer, J. J. G. (2020). Cognitive-Load Theory: Methods to Manage Working Memory Load in the Learning of Complex Tasks. *Current Directions in Psychological Science* 29(4), 394-398, <https://doi.org/10.1177/0963721420922183>.
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G. & Paas, F. (2019). Cognitive Architecture and Instructional Design: 20 Years Later. *Educ. Psychol. Rev* 31, 261-292, <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5>.
- Sweller, J., Ayres, P. & Kalyuga (2011). Intrinsic and Extraneous Cognitive Load. In: *Cognitive Load Theory, Explorations in the Learning Sciences, Instructional Systems and Performance Technologies*, vol 1. Springer, New York, NY pp 57-69 [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8126-4\\_5](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8126-4_5).
- Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction* 4(4), 295-312, [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90003-5](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90003-5).
- Wolf, S. J. & Fraser, B. J. (2008). Learning Environment, Attitudes and Achievement Among Middle-School Science Students Using Inquiry-Based Laboratory Activities. *Research in science education*, 38, 321-341 <https://doi.org/10.1007/s11165-007-9052-y>.
- Wong, A. F. L. & Fraser, B. J. (1996). Environment--Attitude Associations in the Chemistry Laboratory Classroom. *Research in Science & Technological Education*, 14(1), 91-102 <https://doi.org/10.1080/0263514960140107>.



## פודקאסט "לינארית - To Go" פודקאסט מלווה לקורס שנה א' במתמטיקה

נדב קלמה – אונ' בן גוריון

# פודקאסט "לינארית To Go" - פודקאסט מלווה לקורס שנה א' במתמטיקה

## תקציר

בשנת הלימודים השתפ"ד הקלטנו סגל הקורס פודקאסט שליווה את הקורס אלגברה לינארית 1 במחלקה למתמטיקה באוניברסיטת בן גוריון. בכל פרק סקרנו את הנושא שנלמד באותו השבוע, ובמהלכו עברנו על ההגדרות ועל האינטואיציה מאחוריהן, דוגמאות, משפטים והשימושים שלהם, וגם הוספנו אנקדוטות שלא מספרים לרוב במהלך הקורס, תוך שאנחנו משלבים הומור בשיח שלנו. בפרויקט רצינו לתת לסטודנטים פורמט נוסף וחוויתי יותר ללמוד את החומר, וכן להראות את הכיף שבמתמטיקה ובלימודי מתמטיקה. מכיוון שהקורס אלגברה לינארית נלמד בכל מוסד אקדמי, למספר רב של תארים וסטודנטים, צפינו שיש פוטנציאל גדול לפרויקט מהסוג הזה ואכן היום לפודקאסט אלפי האזנות והמספר ממשיך לצמוח, ולפודקאסט מאיזנים מכל קצוות המוסדות האקדמיים והתארים. במאמר כאן אנחנו נציג את עיקרי התובנות מהפקת הפודקאסט והצגת תובנות לכל מי שרוצה לשלב פודקאסט במסגרת קורס. פודקאסט, אלגברה לינארית, מתמטיקה.

מילות מפתח:

## מבוא

בשנת הלימודים התשפ"ד, הקלטנו הסגל של הקורס אלגברה לינארית 1 במחלקה למתמטיקה באוניברסיטת בן גוריון, פודקאסט שמלווה את הקורס. בהקלטת הפודקאסט רצינו לענות על כמה מטרות ביניהן, לתת לסטודנטים עוד מדיום בו הם יכולים לצרוך את החומר, דרכו הם יכלו להבין את התמונה הגדולה, כיצד נושאי הקורס מתחברים ומה חשיבות המשפטים. וכן מטרה משנית אבל חשובה גם, רצינו להראות שאפשר ללמוד מתמטיקה גם בצורה כייפית וחוויתית, וששיח על מתמטיקה לא חייב להיות משעמם. לפודקאסט יש כבר אלפי האזנות והמספר ממשיך לצמוח, ואנחנו רושמים את הנתון הזה כהצלחה לפודקאסט אבל יותר מכך, לפורמט. במאמר כאן אנחנו מבקשים להציג את תהליך הקלטת הפודקאסט, הציפיות, המטרות הביצוע והתוצאות.

## גוף המאמר

### פודקאסט "לינארית To Go" - פודקאסט מלווה לקורס שנה א' במתמטיקה

#### הצורך שעליו ניסינו לענות

הצורך שעליו ניסינו לענות בפודקאסט הוא הצורך של הסטודנטים (ולמעשה גם הדרישה מהם) לראות את ההתמונה הגדולה, להבין כיצד ההגדרות והמשפטים שהם למדו עד כה מתחברים להמשך החומר. בלימודי מתמטיקה מאוד קל לשקוע בחישובים או בפרטים הקטנים אבל אז מאבדים את התחושה של איך כל החומר מתחבר. כמו כן ניסינו להביא לידי ביטוי את הכיף בלמידת מתמטיקה, את ההנאה בשיח על החומר, ולהציג להם (וגם לנו) שאפשר לדבר על מתמטיקה גם בלי לוח וטוש.

## מה היה המבנה של הפודקאסט

במהלך הקורס, בכל שבוע הקלטנו פרק ובו סקרנו את החומר שנלמד באותו שבוע. במהלך הפרקים הצגנו את האובייקט החדש שהוצג לסטודנטים בהרצאות ובתרגולים. דיברנו על ההגדרות, על דוגמאות, על המשפטים שנלמדו ועל השימושים שלהם. וכמו כן השתדלנו לתת "דוגמאות מהחיים" לחומר שהם למדו.

## למה פודקאסט? הפוטנציאל בהפקת הפודקאסט

1. **פופולריות הפורמט** - ראינו משמעות גבוהה בלתת לסטודנטים עוד פורמט בו הם יכולים לצרוך את החומר. ההגעה לשיעורים ולתרגולים חשובה והכרחית, אבל אנחנו מאמינים שהאפשרות לרענן את החומר, תוך כדי האזנה מחוץ לכותלי האוניברסיטה, במהלך נסיעה באוטובוס, במכון כושר או בשטיפת כלים (שם אני שומע את הפודקאסטים שלי), תורמת רבות להבנה שלו.
2. **חשיפה** - הקורס אלגברה לינארית נלמד ברמות שונות במספר רב של תארים חוץ ממתמטיקה (כמו מדעי המחשב והנדסות), ובמספר רב של מוסדות אקדמיים, אך עיקרי החומר וראשי הפרקים יהיו זהים לכל הקורסים, ולכן הבנו שפודקאסט כזה יכול לשמש לא רק את הסטודנטים בקורס שלנו אלא ישמש כל אדם שלמוד אלגברה לינארית, או מוצא עניין בנושאים האלו.
3. **שימוש חוזר בחומרים** - מרגע הפקת הפודקאסט, כל החומרים זמינים לשנים הבאות וישמש את הקורס בהמשך.
4. **הפקה לא דורשת הרבה משאבים** - לצורך הפקת כל פרק לא נדרשנו להרבה, סיכמנו בינינו מה יהיה מבנה הפרק, אילו דוגמאות נרצה להזכיר ואילו רעיונות. מהרגע שנפתחו המיקרופונים נתנו לשיח ולאווירה להוביל אותנו לנושא לנושא, ככה שמרנו על זה גם אותנטי וכיפי לשמיעה, תוך שאנחנו מוודאים שאנחנו מכסים את כל הנושאים שתכננו לעסוק בהם.
5. **כי זה כיף** - מתמטיקה נתפסת כתחום קשה ואפור, אבל אנחנו המתמטיקאים מדברים על מתמטיקה בחדווה ובהתלהבות. רצינו בפודקאסט להעביר את ההנראה שבלימודים, ולהראות שאפשר לדבר ולחוות מתמטיקה לא רק עם משוואות ונוסחאות על הדף. השתלדנו לנהל את השיח בינינו בפרקים באווירה נעימה, אותנטית, ועם הומור.

## קהל יעד והפודקאסט ככלי עזר ללמידה, אך לא כלי בלעדי

הפודקאסט מיועד למי **שלומד את הקורס או מכיר את החומר**, אין במטרה שלו לחשוף את עולם המתמטיקה לקהל הרחב (מה שידוע כ popuar science).

כסגל הקורס לא ראינו בפודקאסט ככלי בלעדי ללמידת החומר, אלא **ככלי עזר**, כדי להבין את החומר באמת לעומק ולעבור את המבחן, הסטודנטים כן נדרשו למידה של רצינות, השקעה ועבודה עם דף (או אייפד) ועט.

## מידת ההצלחה - השפעה על הסטונדטים, פידבקים ומספרי האזנות

1. הסטונדטים בקורס מגלים עניין רב בפודקאסט ומאזינים לו, כך למשל כשאנחנו מבקשים דוגמה לתת מרחב וקטורי "אהוב" לרוב ניתנת הדוגמה בה השתמשנו בהמלך הפודקאסט.  
מן הפידבקים שאספנו (באופן לא ופורמלי) ניכר היה שהסטונדטים גם למדו ונתרמו מההאזנה, וגם נהנו מההאזנה.
2. כמו שקיוונו וציפינו, הפודקאסט לא נשאר רק בין כותלי הקורס שלנו וגיעו אליו מאיזנים מקורסים אחרים וממוסדות אחרים. הדבר בעיקר משתקף לנו דרך מיילים ופידבקים שאנחנו מקבלים ממאזינים. קיבלנו פידבקים ממאזינים בהמחלקות מדעי הטבע וההנדסה בבן גוריון, וגם מאוניברסיטאות אחרות בארץ.
3. מספר ההאזנות - למרות שבקורס היה לנו רק כמה עשרות סטונדטים, בסוף השנה האקדמית היו לפודקאסט כארבעת אלפים האזנות, ונכון להיום כשנה מסיום ההקלטה מספר ההאזנות הוא כשבעת אלפים וממשיך לצמוח.
4. מלבד להציג אותו לסטונדטים בקורס במחלקה למתמטיקה אנחנו לא משקיעים בפרסום הפודקאסט. הפרסום הוא כמעט בבלעדיות מפה לאוזן.

## הפקה והחדשנות בפרוייקט

את הפודקאסט הפקנו באולפן הרדיו של אוניברסיטת בן גוריון **RadioBGU**. בעזרת מימון ממלגה של קרן של היחידה לקידום ההוראה באוניברסיטת בן גוריון. האולפן כבר שימש בעבר להפקה של פודקאסטים לימודיים, בעיקר לקורסים של הפקולטה למדעי הרוח, וכן שימש גם בהפקת פרקים בנושאים שנגישים לקהל הרחב. על כן הפקת הפודקאסט המתמטי הוא פרוייקט חדשני וראשון מסוגו.

כיום אין הרבה חומרי האזנה בנושאים מתמטיים בעברית, דבר שמוסיף לחדשנות שבפרוייקט ובתקווה שעוד פרוייקטים מן הסוג הזה יקומו בעתיד. אנחנו מקווים להקליט בעתיד פודקאסט המשך לקורס אלגברה לינארית 2.

מפיקי הפודקאסט זכו בפרס "חדשנות בהוראה" של היחידה לקידום ההוראה באוניברסיטת בן גוריון, לשנת הלימודים התשפ"ד.

## נספחים

- פרק מבוא להאזנה, יחסית נגיש לקהל הרחב - [קישור](#) (מכיל את שמות המגישים)
- קישור לעמוד הפרס של היחידה לקידום ההוראה - [קישור](#) (מכיל את שמות המגישים)



**מתוצר לתהליך: מקרה בוחן על פיתוח יצירתי בעידן הבינה המלאכותית**

אורן שיינמן, ניצוץ סרנגה – מכללת שנקר

# GenAI in STEM Education: Instructor Perception and Pedagogical Implications

## Abstract

This study examines the integration of generative AI (GenAI) tools in STEM education, focusing on instructor perceptions and pedagogical implications. The cross-sectional survey at the Technion gathered insights from instructors and teaching assistants regarding (N=242) their usage of GenAI tools in teaching and their concerns about its impact on student learning and 21st-century skill development. Findings reveal that most instructors do not use GenAI tools regularly. Those who do strongly prefer text-based applications such as ChatGPT, Google Gemini, and Microsoft Copilot. Respondents expressed concerns that uninformed or biased use of these technologies could impair critical thinking and independent learning. Finally, instructors reported that while GenAI tools may help students save time, they are less helpful in promoting their learning. The results underscore the need for targeted professional development, clear usage guidelines, and curriculum adjustments to harness the potential of GenAI for effective use in teaching and learning.

**Keywords:** GenAI, Skill development, Instructor perceptions

## Introduction

The rapid integration of artificial intelligence (AI) into STEM disciplines has transformed research methodologies and pedagogical practices and intensified existing disparities in digital and AI literacy across higher education. Recent studies indicate that while AI tools promise significant advancements in teaching and research, they also expose critical gaps in educators' preparedness and institutional support systems (Sperling et al., 2024, Stolpe & Hallström, 2024). Notably, the World Economic Forum's "Future of Jobs 2025" report identifies technological literacy—including proficiency in AI—as one of the top ten essential skills for the near future, reflecting an urgent call for educational reform (World Economic Forum, 2025). Furthermore, the report shows that 77% of businesses are reskilling and upskilling existing workforce to better work alongside AI, 69% are hiring new people with skills to design AI tools, and 62% are hiring new people with skills to better work alongside AI.

Amid this rapidly evolving landscape, higher education practitioners are uniquely positioned at the intersection of innovation and tradition. They face the dual challenge of adapting curriculum to incorporate AI applications while ensuring that ethical, critical, and technical competencies are not compromised. For instance, a recent OECD-Education International survey revealed that a significant proportion of STEM educators feel underprepared to handle AI-driven issues such as academic dishonesty and the misinterpretation of AI-generated data (OECD-Education International, 2023). Moreover, early-career faculty, despite their familiarity with digital tools, report dedicating extensive hours to self-training, yet a minority feel confident in evaluating student work involving AI methodologies (Bian et al., 2024).

As GenAI causes a disruption in both the workforce and in higher education, we seek to better understand the impact of this revolution from the instructors' perspective. While a recent

framework examined pre-service teachers' attitudes toward AI integration using models such as Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) and Technology, Pedagogy, and Content Knowledge (TPACK), highlighting the need for future educators to align technical proficiency with sound pedagogical practices (Zakaria & Hashim, 2024), our study broadens this perspective by focusing on current higher education practitioners. This expanded lens is crucial, as it reflects the immediate challenges of integrating AI tools into existing curricula while also tracing the evolving nature of AI literacy among those actively engaged in teaching and research. In light of these challenges, we surveyed higher education instructors at a research-intensive STEM university. The survey aims to capture firsthand insights into the implementation of generative AI tools in teaching, along with pressing concerns regarding AI literacy and its impact on student learning and 21st-century skill development.

Our research questions are:

RQ1) How do STEM teaching staff implement GenAI tools in their teaching

RQ2) What are their main concerns regarding students' learning and 21st-century skill development

RQ3) To what degree do instructors think the use of GenAI tools helps students in their learning and 21st century skills development?

## **Method**

### **Research Design and procedure**

We used a cross-sectional survey design to evaluate the perceptions of teaching staff members in higher STEM education regarding the use of GenAI tools in their teaching and in students' learning and skill development. The survey was emailed to the teaching staff at the Technion, Israel Institute of Technology on February 19, 2025. See appendix A for the full survey.

### **Participants**

242 instructors opened the survey, however, not all answered all items. Out of the 242, 78 were instructors, 57 were teaching assistants, 21 were project advisors, and 20 were lab instructors.

## **Results**

### **RQ1: Teaching staff use of AI tools for teaching**

35 instructors (out of 196; 18.87%) reported using AI in their teaching. Table 1 presents the types of uses that are greater than once a week.

**Table 1**

Reported Educational use of GenAI tools

| Type of use                                                                  | N  | % of responses |
|------------------------------------------------------------------------------|----|----------------|
| AI generated preparation of instructional material (ppts, assignments, etc.) | 12 | 34%            |
| AI generated Feedback of instructional material (ppts, assignments, etc.)    | 7  | 20%            |
| AI supported administration (drafting emails, writing course syllabi)        | 13 | 37%            |

Figure 1 shows a heatmap of the tools used (tool selection was not mutually exclusive so that each instructor could indicate all the tools they used). As seen in the Figure, ChatGPT dominates as the most used AI tool among the participants (67%), followed by Google Gemini (33%) and Microsoft Copilot (30%). These results could indicate that general-purpose, text-based AI chat interfaces are a go-to resource for teaching support. Perplexity AI (22%), GitHub (19%), and Claude (19%) have moderate usage, which are specialized in narrower tasks (e.g. web searching or coding). Scispace (7%), Jasper (4%), and Midjourney (4%) are not related to teaching or learning, which explains their position as the lowest ranked AI tools. Overall, this pattern suggests a strong preference for versatile, text-focused AI tools, with specialized or newer tools seeing more limited adoption among teaching staff.

**Figure 1.**

A heatmap of GenAI tools reported used in teaching by survey participants (n=21)

| GenAI tool        | Couent Percentage |     |
|-------------------|-------------------|-----|
| ChatGPT           | 18                | 67% |
| Google Gemini     | 9                 | 33% |
| Microsoft Copilot | 8                 | 30% |
| Perplexity AI     | 6                 | 22% |
| Other             | 6                 | 22% |
| Github            | 5                 | 19% |
| Claude            | 5                 | 19% |
| Gamma             | 3                 | 11% |

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Scispace   | 2 | 7% |
| Jasper     | 1 | 4% |
| Midjourney | 1 | 4% |

## RQ2: What are the main concerns of teaching staff regarding students' learning and 21st-century skill development

As seen in Table 2, the top concerns relates to students' learning and skills - their ability to think critically (35%), apply effort in their learning (40%) and work independently (39%). Additionally, instructors are concerned about biases resulting from using GenAI in learning (35%), and from issues relating to academic dishonesty such as plagiarism (31%). Surprisingly, issues such as information security and data privacy are not concerning as only 6.6% marked them as concerning.

**Table 2**

Instructors' concerns regarding student use of GenAI tools in their teaching

| Concern                                                                                         | N  | % out of survey responders |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----------------------------|
| Uninformed use, coming from a lack of disciplinary knowledge, leading to biases                 | 84 | 34.71%                     |
| uninformed use, coming from a lack of disciplinary knowledge, leading to non-optimized outcomes | 57 | 23.55%                     |
| Ethical considerations (e.g., plagiarism, cheating)                                             | 74 | 30.58%                     |
| Information security and data privacy                                                           | 16 | 6.61%                      |
| Impacting students' ability to think critically                                                 | 85 | 35.12%                     |
| Impacting students' ability to apply effort in their learning                                   | 99 | 40.91%                     |

|                                                                         |    |        |
|-------------------------------------------------------------------------|----|--------|
| Impacting students' ability to study and conduct research independently | 82 | 33.88% |
|-------------------------------------------------------------------------|----|--------|

**RQ3) To what degree do instructors think the use of GenAI tools helps students in their learning and 21st century skills development?**

As seen in Table 3, and the low means on most items, instructors do not think GenAI contributes to students' learning. The one aspect in which instructors think GenAI can help students reduce their workload.

**Table 3**

Descriptive statistics of instructors' perceived contribution of GenAI tools to student learning

| <b>"In my opinion, the use students make of GenAI in the course..."</b> | <b>Mean</b> | <b>SD</b> | <b>N</b> |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------|----------|
| Reduces their workload                                                  | 3.34        | 1.18      | 113      |
| Allows a positive learning experience                                   | 2.96        | 1.16      | 112      |
| Helps to focus learning in the course                                   | 2.37        | 1.14      | 108      |
| Helps understand the course's material                                  | 2.89        | 1.26      | 115      |
| Encourages continuous learning throughout the semester                  | 2.06        | 1.07      | 89       |

**Discussions**

In this study, we focused on STEM instructors use of GenAI tools in teaching and their views of students' use of GenAI. We found that surprisingly, most instructors do not use GenAI tools for their teaching. Among those who do use GenAI, most rely on a combination of text-based tools (ChatGPT, Gemini, and Copilot), with almost no instructors employing tools designed for visualization purposes (RQ1). These results may stem from the extensive publicity and media coverage surrounding these specific tools and the licencing agreements of the institution (Technion staff as Copilot licences). Results further reveal that instructors are mainly concerned about students' uninformed use of GenAI tool which can lead to bias outcomes and may hinder the development of skills such as critical thinking or independent learning (RQ2). Surprisingly, most instructors are not concerned with issues relating to data privacy and information security (RQ2). Finally, we found that, on average, instructors do not think the use of GenAI can effectively support students' learning. One notable aspect is that instructors acknowledge the potential of GenAI tools to reduce students' workload (RQ3).

## **Implications for practice**

Based on our findings, it appears that, at this stage, GenAI is viewed as detached from student learning – primarily hindering skill development due to misuse, even though it may offer some time-saving benefits. Further, most instructors do not see the potential contribution of GenAI tools to their own teaching. These findings, combined with the concerns regarding students' learning and skill development, have several implications for teaching. First, it may be beneficial for institutions to promote the use of GenAI tools for teaching by workshops or targeted demonstrations of capabilities related to teaching. Second, as academic (dis)honesty is a concern, it can also be beneficial for each institution to set guidelines as to what counts as plagiarism and what is considered a legitimate use of GenAI. Finally, as many instructors expressed concerns regarding uninformed use of GenAI tools, in part due to insufficient domain knowledge, it can be beneficial to dedicate specific learning modules in which students are given a scaffolded opportunity to explore GenAI tools within STEM domains. Such experience can help instructors and students alike to discover how to best make use of these powerful tools, apply critical judgment and work with them independently. Further work would be beneficial in identifying how to address these concerns and highlight the potential contribution of GenAI tools for teaching as well as learning and skill development.

## **References**

- Bian, Q., Yan, S., & Ling, X. (2024). Bridging the algorithmic divide: Refocusing faculty artificial intelligence literacy in higher education. *Education as Change*, 28(1), 1–12.
- OECD-Education International. (2023). Opportunities, guidelines and guardrails on effective and equitable use of AI in education. OECD Publishing.
- Sperling, K., Stenberg, C. J., McGrath, C., Åkerfeldt, A., Heintz, F., & Stenliden, L. (2024). In search of artificial intelligence (AI) literacy in teacher education: A scoping review. *Computers and Education Open*, Article 100169.
- Stolpe, K., & Hallström, J. (2024). Artificial intelligence literacy for technology education. *Computers and Education Open*, 6, Article 100159.
- World Economic Forum. (2025). The future of jobs report 2025.  
<https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2025/>

Zakaria, N., & Hashim, H. (2024). Shaping the future of education: Conceptualising pre-service teachers' perspectives on artificial intelligence (AI) integration. *International Journal of Academic Research in Business & Social Sciences*, 14(5).

## Appendix A: Qualtrics Survey Questionnaire

### Introduction

Hello,

The purpose of this survey is to examine interests in artificial intelligence tools at Technion, their usage, and their implementation in learning, teaching, and assessment. We would appreciate it if you could take a few minutes to complete this anonymous survey.

Thank you very much,

The Center for the Promotion of Learning and Teaching.

---

Q1: Are you using an artificial intelligence tool in teaching (for example, as part of a course activity where students are instructed to use an AI tool as part of learning)?

- Yes
- No

### Teachers' Use

Q2: How frequently do you use artificial intelligence tools (such as ChatGPT, Claude, etc.) for the following purposes:

|                                                                             | Several times a day | Several times a week | Once a week | Every few months | Almost never | Not applicable |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------|-------------|------------------|--------------|----------------|
| Preparing teaching materials (presentations, homework assignments, etc.)    |                     |                      |             |                  |              |                |
| Providing feedback on materials (presentations, homework assignments, etc.) |                     |                      |             |                  |              |                |
| Performing administrative tasks (writing emails, course                     |                     |                      |             |                  |              |                |

|                                                 |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| announcements,<br>drafting a<br>syllabus, etc.) |  |  |  |  |  |  |
| Other                                           |  |  |  |  |  |  |

You may elaborate:

Q3: Which tools do you mainly use? (You may select more than one option)

- Scispace
- GitHub
- Claude
- ChatGPT
- Google Gemini
- Perplexity AI
- Cursor
- Gamma
- Jasper
- Midjourney
- Microsoft Copilot
- Other

### **Students' Use**

Q5: What challenges or concerns do you have regarding students' use of artificial intelligence tools? (You may select more than one option)

- Uninformed use stemming from a lack of disciplinary knowledge, leading to biases
- Uninformed use stemming from a lack of knowledge about the tool, resulting in suboptimal outcomes
- Ethical considerations (e.g., plagiarism, insufficient filtering)
- Concerns about data security and privacy protection
- Impact on students' critical thinking skills
- Impact on students' willingness to invest effort in thinking

- Impact on students' ability to learn and conduct independent research
- Other

Q6: In my opinion, the use of artificial intelligence tools by students contributes to their learning in the following ways:

|                                                                                             | To a very large extent | To a large extent | To some extent | To a small extent | To a very small extent | Not applicable |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------|----------------|-------------------|------------------------|----------------|
| Reduces the course workload                                                                 |                        |                   |                |                   |                        |                |
| Provides a positive learning experience<br>Helps to focus the learning in the course        |                        |                   |                |                   |                        |                |
| Aids in understanding the study material                                                    |                        |                   |                |                   |                        |                |
| Encourages continuous learning throughout the semester                                      |                        |                   |                |                   |                        |                |
| Offers availability and accessibility for questions (beyond what is provided in the course) |                        |                   |                |                   |                        |                |
| Other                                                                                       |                        |                   |                |                   |                        |                |



**דפוסי שימוש בבינה מלאכותית יוצרת ע"י סטודנטים למדע והנדסה לאורך**

**לימודיהם**

אורית חזן, יעל ארז – הטכניון

# דפוס שימוש בבינה מלאכותית יוצרת

## ע"י סטודנטים למדע והנדסה לאורך לימודיהם

### תקציר

בהרצאתנו נציג ממצאים ביחס לאופן שבו סטודנטים למדע והנדסה משתמשים בבינה מלאכותית יוצרת (GenAI) במהלך לימודיהם לתואר ראשון. ממצאים אלה מבוססים על ניתוח נתונים שנאספו בסקר שנערך בנובמבר 2024 באוניברסיטת מחקר בישראל והופץ לסטודנטים בתואר ראשון, עליו ענו 843 סטודנטים. ניתוח הנתונים חשף מספר מימדים של שימוש בכלי GenAI שביחס אליהם השימוש בכלי GenAI עולה ככל שהסטודנטים מתקדמים בלימודיהם. הממצאים מצביעים על עליה בהיקף השימוש ככל שמתקדמים בשנות הלימוד כמו גם על עלייה במגוון השימושים, ברמת התחכום בשימוש, בחשיבה הביקורתית, ביכולות הטכניות בהקשר לפיתוח תוכנה, ובכישורים האקדמיים. מהממצאים נובע שכלי GenAI הופכים להיות כלי למידה משמעותי עבור סטודנטים למדע והנדסה. תרומתו התיאורטית של המחקר היא העמקת ההבנה לגבי האופן בו סטודנטים למדע והנדסה לומדים באמצעות כלי GenAI; תרומתו המעשית היא בהכוונת קובעי מדיניות במוסדות להשכלה גבוהה למדע והנדסה לקבוע נהלים המותאמים לכל שנת לימודים באופן המכיר בצרכים וביכולות הסטודנטים בכל שלב בלימודיהם, והימנעות מקביעת מדיניות אחידה לכל שנות הלימוד.

**מילות מפתח:** בינה מלאכותית יוצרת, מדע והנדסה, סטודנטים לתואר ראשון, אוניברסיטת מחקר

### מבוא

שילובם של כלי בינה מלאכותית יוצרת (GenAI) בהשכלה הגבוהה מעורר דיון מעמיק סביב אימוצם, השפעתם והשלכותיהם. מחקרים שנערכו לאחרונה, הבוחנים את נקודות המבט של סטודנטים והסגל האקדמי, חושפים תמונה מורכבת ביחס לאופן שבו כלים אלה משתלבים בלימודים האקדמיים. המחקר מצביע על שיעורי אימוץ גבוהים בקרב סטודנטים, כאשר ChatGPT מתגלה ככלי הדומיננטי בו משתמשים רוב הסטודנטים המשלבים כלי GenAI בלימודיהם (Deschenes & McMahon, 2024).

בעוד שסטודנטים משלבים יותר ויותר טכנולוגיות אלה בלימודיהם האקדמיים, הן הסטודנטים והן הסגל מביעים חששות משמעותיים לגבי השימוש בהם (Guillén-Yparrea & Hernández-Rodríguez, 2024). מחקרים מצביעים על כך שסטודנטים רבים אינם נותנים אמון מלא בתוצרי GenAI לצרכים אקדמיים, ורבים מתמודדים עם יישומם של שיקולים אתיים הנוגעים ליושרה אקדמית ובוחנים את ההשפעות הפוטנציאליות של השימוש בכלי GenAI על הלמידה.

עמדות הסגל האקדמי אינן אחידות. חלק מהמחקרים מצביעים על כך שרובם נוטים לשמור על גישה ניטרלית או חיובית כלפי שימוש הסטודנטים בכלי GenAI (Noviandy et al., 2024), בעוד מחקרים אחרים מדגישים הסתייגויות משמעותיות לגבי יושרה אקדמית ואתגרים פדגוגיים הקשורים בהערכה (Guillén-Yparrea & Hernández-Rodríguez, 2024).

הבנת הדינמיקה של אימוץ כלים אלו בהשכלה הגבוהה בכלל ובהקשר ללימודי מדע והנדסה בפרט, כמו גם השפעתם על הלמידה, חשובה הן לסטודנטים, הן לסגל ההוראה והן למוסדות האקדמיים. שאלת המחקר עליה

אנו עונות במחקר המוצג כאן – מהם דפוסי השימוש בכלי GenAI של סטודנטים למדע והנדסה במהלך לימודיהם? – מתייחסת לדינמיקה זו.

## מערך המחקר

המחקר התבצע באוניברסיטת מחקר בישראל, בקרב סטודנטים לתואר ראשון במדע והנדסה. מדי שנה, בשבוע החמישי של סמסטר חורף, מופץ סקר לכל הסטודנטים לתואר ראשון באוניברסיטה (כ-10,000 סטודנטים). מטרת הסקר היא לשמוע את נקודות המבט של הסטודנטים על חווית הלמידה שלהם, ולנקוט בפעולות בהתאם לממצאי הסקר. בשנה הנוכחית (2024-2025), נוספו לסקר שתי שאלות העוסקות בשימוש בכלי GenAI על ידי הסטודנטים.

השאלה הראשונה הייתה: "באיזו תדירות אתה משתמש או מתכוון להשתמש ב- GenAI למטרות לימודיות? GenAI מתייחס לכלים כגון ChatGPT, Perplexity, Gemini וכו'." הסטודנטים התבקשו לדרג את היקף השימוש על סולם בעל ארבע רמות (אף פעם, לעיתים רחוקות, לעיתים קרובות, כל הזמן), במהלך שלוש תקופות אקדמיות: השנה הקודמת (כל הסטודנטים למעט סטודנטים בשנה ראשונה), השנה הנוכחית, והשנה הבאה (כל הסטודנטים למעט סטודנטים בשנה רביעית). בשאלה השנייה התבקשו הסטודנטים המשתמשים בכלי GenAI (כל המשיבים, למעט אלה שסימנו את האפשרות "אף פעם"), לציין לאילו מטרות לימודיות הם משתמשים בכלים אלה.

תוצאות המחקר המוצגות להלן מתבססות על ניתוח תשובות לסקר של 843 סטודנטים מארבע שנות הלימוד: שנה ראשונה - 295 סטודנטים; שנה שנייה - 221, שנה שלישית - 146 ושנה רביעית - 181.

## תוצאות המחקר

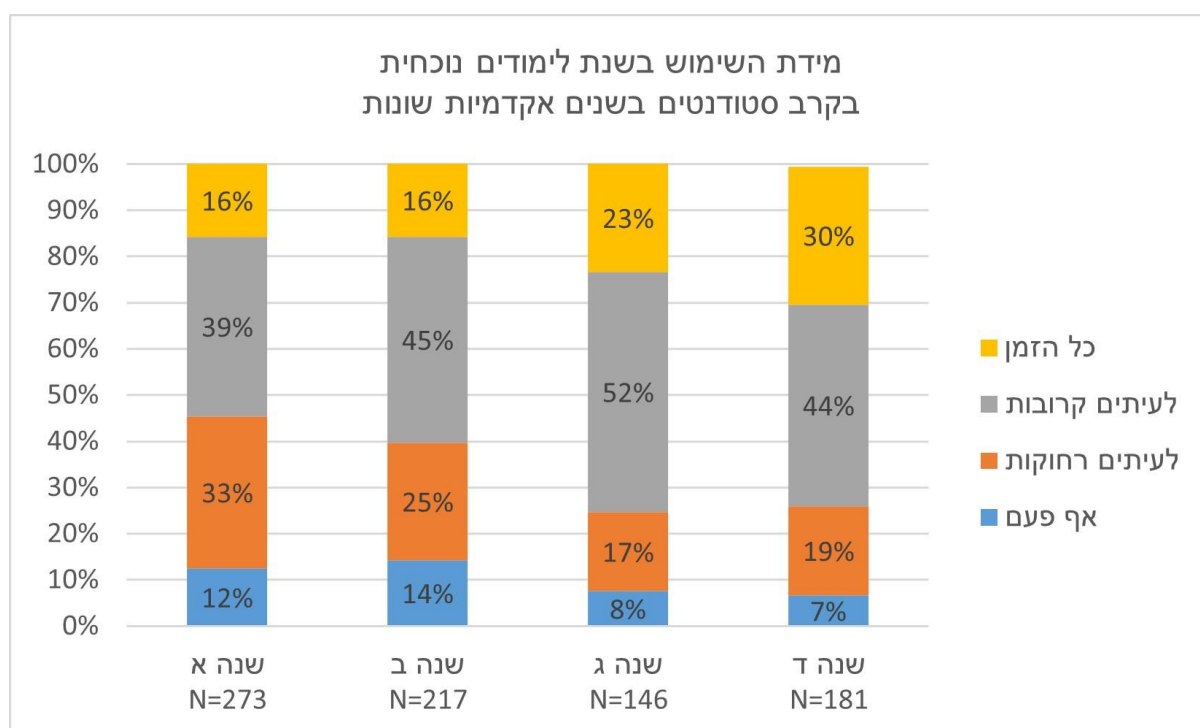
ניתוח הנתונים חשף מספר מימדים של שימוש בכלי GenAI שביחס אליהם השימוש בכלי GenAI עולה ככל שהסטודנטים מתקדמים בלימודיהם: מגוון השימושים, תדירות השימוש ורמת תחכום השימוש (עליהם נרחיב במאמר זה), כמו גם הממדים חשיבה בקורסית, יכולות טכנולוגיות וכישורים אקדמיים (אותם נסביר בקצרה עקב מגבלות מקום).

## מגוון שימושים

ניתוח אופן השימוש של סטודנטים בכלי GenAI מצביע על כך שככל שסטודנטים מתקדמים בלימודיהם, הם משתמשים בכלי GenAI למטרות רבות יותר. בעוד שסטודנטים בשנה הראשונה מצינים בעיקר שימוש יחיד (81%) בכלי GenAI, סטודנטים בשנה הרביעית מצינים מגוון יישומים של כלי GenAI במהלך לימודיהם. רק 55% מתלמידי השנה הרביעית ציינו שימוש יחיד בכלי GenAI למטרות לימודיות, בעוד ש-45% מהסטודנטים בשנה הרביעית משתמשים ב- GenAI למספר מטרות, מתוכם 2% שצינו שהם משתמשים בכלי GenAI למטרות לימודיות בארבע דרכים. מגמה זו בולטת במיוחד במעבר בין השנה השנייה לשלישית, כאשר אחוז הסטודנטים המשתמשים ב- GenAI לשלוש מטרות או יותר עולה מ-3% ל-10%, ולאחר מכן עולה שוב בשנה הרביעית ל-17%.

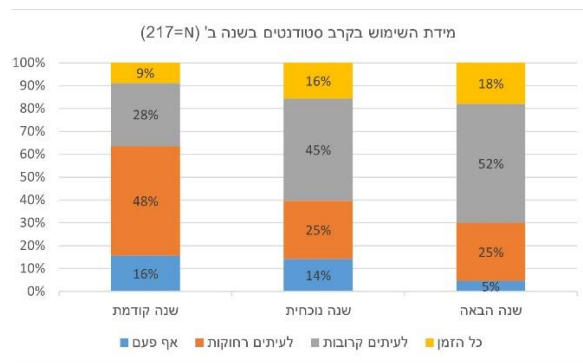
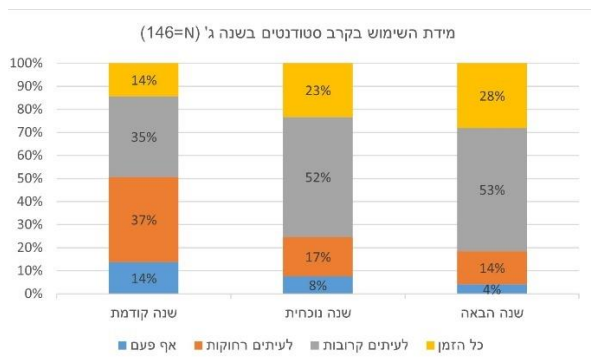
## תדירות השימוש

הבדלים ניכרים גם בין הסטודנטים בשנים השונות מבחינת תדירות השימוש. תחילה נבחן את דירוג הסטודנטים את היקף השימוש בכלי GenAI בשנה הנוכחית – תשפ"ה (התקופה עליה נשאלו כל הסטודנטים). הסטודנטים בשנים שלישית ורביעית ציינו שימוש בכלי GenAI רב יותר בקטגוריות "לעיתים קרובות" ו"כל הזמן": 75% ו-74% בהתאמה, בהשוואה ל- 55% ו- 61% בשנה הראשונה והשניה בהתאמה. בפרט, סטודנטים בשנה רביעית מציגים את השיעור הגבוה ביותר של שימוש קבוע ("כל הזמן") בשנה הנוכחית (30%), בהשוואה ל- 16% מהסטודנטים בשנה הראשונה (ראו תרשים 1).



### תרשים 1 – מידת השימוש בכלי GenAI בשנת לימודים נוכחית בקרבת סטודנטים למדע והנדסה בשנות לימוד שונות

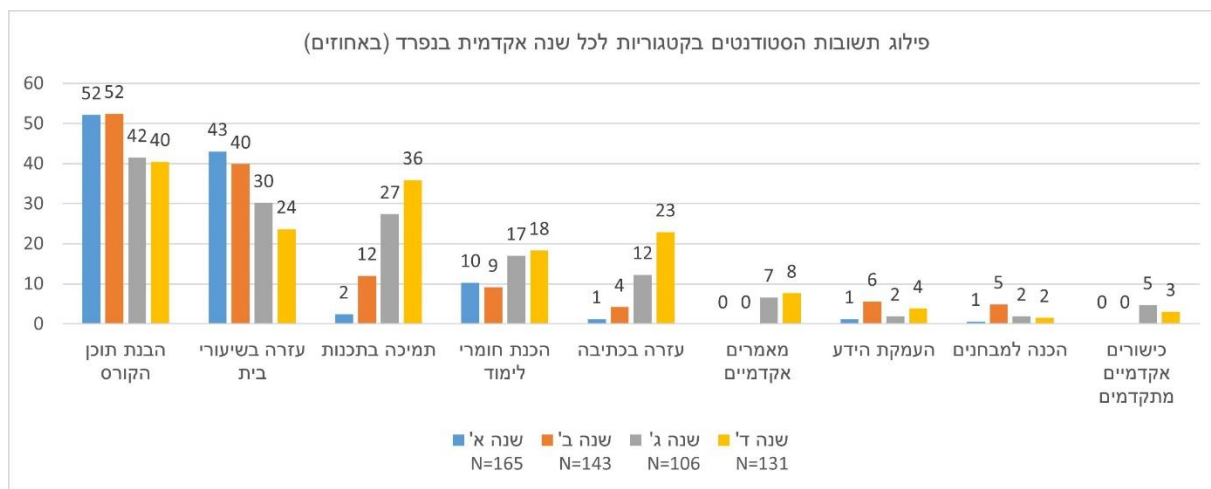
תבנית שימוש זו מתוקפת על ידי ניתוח תשובותיהם של סטודנטים משנה שניה ושלישית בנוגע לשלוש תקופות הזמן (ראו תרשים 2). בשתי שנות לימוד אלה ניתן לראות ירידה בקטגוריות "אף פעם" ו"לעיתים רחוקות", לצד עלייה בקטגוריות "לעיתים קרובות" ו"כל הזמן".



## תרשים 2 – מידת השימוש בשלוש תקופות הזמן בקרב סטודנטים למדע והנדסה הלומדים בשנים שניה ושלישית

### עלייה ברמת התחכום

השאלה השנייה ביקשה מהסטודנטים המשתמשים בכלי GenAI לפרט לאילו מטרות לימודיות הם משתמשים בהם. ניתוח 545 תשובות הסטודנטים מ-4 שנות הלימוד לשאלה זו הניב את הקטגוריזציה הבאה: הבנת תוכן הקורס (47%), עזרה בשיעורי בית (35%), תמיכה בתכנות (18%), הכנת חומרי לימוד (13%), עזרה בכתיבה (9%), העמקת הידע (3%), מאמרים אקדמיים (3%), הכנה למבחנים (2%), ופעילויות אקדמיות מתקדמות (2%). תרשים 3 מציג את התפלגות קטגוריות אלה על-פי שנות לימודים.



## תרשים 3 – התפלגות תשובות הסטודנטים למדע והנדסה בשנות הלימודים השונות על פי קטגוריות השימוש בכלי GenAI

התפלגות הקטגוריות מעידה על כך כי א. בכל שנות הלימוד, השימוש העיקרי בכלי GenAI הוא עבור הבנת תוכן הקורס והשלמת מטלות; ו- ב. שימושי הסטודנטים בכלי GenAI הופכים למתקדמים יותר ויותר ככל שהסטודנטים מתקדמים בלימודיהם: מהתמקדות מבקשת תשובות מכלי GenAI לשיתוף כלי GenAI בתהליכי חשיבה למטרות אקדמיות מתקדמות – הבנת מאמרים וחיפוש רעיונות לפרוייקטים.

להלן נתאר את אופן השימוש בכל שנת לימודים.

**סטודנטים בשנה ראשונה - מורה דיגיטלי:** סטודנטים בשנה ראשונה משתמשים ב-GenAI בעיקר כמורה דיגיטלי, ומתמקדים בהבנה בסיסית וצרכים אקדמיים מיידיים. כ-52% מהשימוש שלהם בכלי GenAI מתמקד בהבנת חומר הקורס. סטודנטים אלה מחפשים לעתים קרובות עזרה ישירה בשיעורי בית (43%) (קבלת רמזים, אימות תשובות והבנת גישות לפתרון בעיות) וחומר לימודי (10%) (יצירת סיכומים, הכנת שאלות תרגול ומציאת מקורות). סטודנטים מעטים בשנה הראשונה משתמשים ב-GenAI לעזרה בתכנות (2%), בעיקר לאיתור תחביר בסיסי ותיקון באגים פשוט, באופן המשקף את צורכיהם התכנותיים בשלב זה של לימודיהם.

**סטודנטים בשנה שניה – העמקת ההבנה:** בשנת הלימודים השנייה, ניתן להבחין בשימוש מתוחכם יותר בכלי GenAI. הבנת תכני הקורס נשארת חשובה (52%) אך השימוש בכלי GenAI בא לידי ביטוי גם בהעמקת ההבנה של מושגים ובקשה להסברים חלופיים. גם עזרה בשיעורי בית שימוש משמעותי בכלי GenAI (40%), אך כוללת גם בקשה להצעת גישות מורכבות יותר לפתרון בעיות, אימות פתרונות והבנת שיטות הפתרון, בשנה השניה עולה תדירות השימוש בכלי GenAI בהקשר לפיתוח תוכנה ביחס לשנה ראשונה (10% בהשוואה ל-2%), עובדה המשקפת את דרישות התכנות הגבוהות יותר בקורסים הנלמדים בשנת הלימודים השנייה במדע והנדסה.

**סטודנטים בשנה שלישית – התמחות:** בעוד שהשימוש בכלי GenAI להבנת תכני קורסים נשארת משמעותית (42%), אופן השימוש של סטודנטים בשנה השלישית בכלי GenAI, משנה את מיקודו. בפרט, השימוש בכלי GenAI למטרות פיתוח תוכנה עולה (27%) והופך להיות מתוחכם יותר, כולל תכנון מערכות, כאשר סטודנטים נדרשים לפתח משימות תכנות מורכבות יותר במספר רב יותר של קורסים. קטגוריית העיסוק במאמרים אקדמיים (7%), שלא הייתה קיימת בשנים קודמות, מופיעה לראשונה ומעידה על מעבר לשימוש מכוון מחקר. סטודנטים משתמשים בכלי GenAI לניתוח מאמרים, סקירת ספרות וניתוח פרשנות נתונים. קטגוריה חדשה נוספת היא כישורים אקדמיים מתקדמים (5%), כמו העלאת רעיונות חדשניים למחקר ופרוייקטים, סיעור מוחות ורפלקציה על תהליך הלמידה.

**סטודנטים בשנה רביעית – תחכום:** סטודנטים בשנה הרביעית מובילים באימוץ GenAI למטרות לימודיות, עובדה המצביעה על כך שכלל סטודנטים מתקדמים בלימודיהם, לא רק שכלי ה-GenAI תומכים ועונים באופן משמעותי יותר על צרכיהם הלמודיים, כלים אילו הופכים לחלק בלתי נפרד מתהליך הלמידה שלהם. בעוד שהבנת חומר הקורס עדיין דומיננטית (40%), השימוש בכלי GenAI לפיתוח תוכנה עולה ל-36% והשימוש בהם בהקשר לפעילויות שונות הקשורות במאמרים אקדמיים ופעילויות מתקדמות אחרות נשארים בהיקף דומה לזה של הסטודנטים בשנה השלישית (11%).

## **מגמות נוספות**

ניתוח תשובות הסטודנטים חשף מספר מגמות נוספות של שימוש בכלי GenAI בקרב סטודנטים למדע והנדסה בשנות לימודים שונות.

- **התפתחות החשיבה הביקורתית.** סטודנטים בשנה הראשונה נוטים לקבל תשובות באופן ישיר יותר, בעוד שסטודנטים בשנים מתקדמות יותר מבצעים תיקוף מידע ואימות של תשובות כלי ה-GenAI.
- **גידול ביכולות הטכניות.** בקשות לתמיכה בתהליכי פיתוח תוכנה מתפתחות משאלות תחביר בסיסיות בקרב סטודנטים בשנה הראשונה והשנייה לתמיכה בתכנון מערכות מורכבות, באופן המשקף את

הדרישות המתקדמות יותר לפתרון בעיות הנדרשות מסטודנטים למדע והנדסה בקורסים מתקדמים.  
ראו תרשים 3.

- **קידום הכישורים האקדמיים.** בעוד שסטודנטים בשנה הראשונה מחפשים תשובות ישירות, סטודנטים בשנים מתקדמות יותר מדגימים שימוש מתוחכם יותר בכלי GenAI, ומשתמשים בכלים אלה לסיעור מוחות, וכמקפצה לתהליך יצירתי יותר ובעל אוריינטציה מחקרית.

## מסקנות ודיון

ניתוח תשובות הסטודנטים מעיד על כך כי השימוש בכלי GenAI בהשכלה הגבוהה במדעים והנדסה אינו סטטי, אלא מתפתח באופן משמעותי. ככל שהסטודנטים מתקדמים במהלך לימודיהם האקדמיים, הם משלבים כלי GenAI בתהליך הלמידה שלהם באופן מגוון ומורכב יותר תוך אימוצם של כלים אלה לצרכיהם הלימודיים המשתנים. נתוח נתוני הסטודנטים בכל שנה אקדמית, מעיד על עלייה במגוון השימושים, בתדירות השימוש, ברמת התחכום, בחשיבה הביקורתית, ביכולות הטכניות בהקשר לפיתוח תוכנה ובכישורים האקדמיים, ככל שהסטודנטים מתקדמים בלימודיהם. במילים אחרות, ככל שהאתגרים האקדמיים של הסטודנטים נעשים מורכבים יותר, נראה כי הסטודנטים מעשירים את ארגז השימושים בכלי GenAI שלהם כדי להתמודד עם דרישות מורכבות אלו.

התפתחות טבעית זו, מהשימוש הבסיסי של חיפוש תשובות לשימוש מתקדם ומגוון בכלי GenAI, מעידה על הצורך בהנחיות ונהלים התומכים ומנחים בה. עבור קובעי מדיניות במוסדות להשכלה הגבוהה במדע והנדסה, ממצא זה מעיד על כך שבמקום לקבוע מדיניות אחידה לכל שנות הלימוד לגבי השימוש בכלי GenAI, עדיף להתאים את המדיניות וההנחיות לכל שנת לימודים בנפרד באופן המכיר בצרכים וביכולות הסטודנטים בכל שלב בלימודיהם למדע והנדסה. כמחקר המשך מומלץ לבחון את התשובה לשאלת המחקר שעליה ענינו במאמר זה ביחס למקצועות מדעי הרוח והחברה.

## מקורות

- Deschenes, A., & McMahon, M. (2024). A Survey on Student Use of Generative AI Chatbots for Academic Research. *Evidence Based Library and Information Practice*, 19(2), 2–22. <https://doi.org/10.18438/ebliip30512>
- Guillén-Yparrea, N., & Hernández-Rodríguez, F. (2024). Unveiling Generative AI in Higher Education: Insights from Engineering Students and Professors. *2024 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/EDUCON60312.2024.10578876>
- Noviandy, T. R., Maulana, A., Idroes, G. M., Zahriah, Z., Paristiowati, M., Emran, T. B., Ilyas, M., & Idroes, R. (2024). Embrace, Don't Avoid: Reimagining Higher Education with Generative Artificial Intelligence. *Journal of Educational Management and Learning*, 2(2), 81–90. <https://doi.org/10.60084/jeml.v2i2.233>



## **Evaluating Large Language Models on Computer Science**

### **University Exams in Data Structures**

עידן גבאי, יעל מעוז, יונתן סטאל, נעמה מעוז, עבדו עמר, אור אילת, עדי חביב,

חנוך לוי, מיכל קליינבורט, אמיר רובינשטיין – אונ' ת"א

# Evaluating Large Language Models on Computer Science University Exams in Data Structures

Edan Gabay\*, Yael Maoz\*, Jonathan Stahl\*, Naama Maoz\*,  
Abdo Amer\*, Orr Eilat\*, Hanoach Levy,  
Michal Kleinbort, Amir Rubinstein, Adi Haviv

Blavatnik School of Computer Science and AI  
Tel Aviv University

## Abstract

We present a comprehensive evaluation of Large Language Models (LLMs) on Computer Science (CS) Data Structure examination questions. Our work introduces a new benchmark dataset comprising exam questions from Tel Aviv University (TAU), curated to assess LLMs’ abilities in handling closed and multiple-choice questions<sup>1</sup>.

We evaluated the performance of OpenAI’s ‘GPT 4o’ [1] and Anthropic’s ‘Claude 3.5’ [2], popular LLMs, alongside two smaller LLMs, Mathstral 7B [3] and LLaMA 3 8B [4], across the TAU exams benchmark. Our findings provide insight into the current capabilities of LLMs in CS education.

## 1 Introduction

CS education, like many other academic fields, has been profoundly impacted by students’ growing access to LLMs. Students increasingly rely on these models to explain complex concepts, assist with homework assignments, debug code, and more. However, their performance in theoretical CS questions and tasks requires a thorough evaluation, due to the intricate logic and concepts of the field.

This study aims to assess the performance of commonly used LLMs – ‘GPT 4o’, ‘Claude 3.5’, ‘Mathstral 7B’ and ‘LLaMA 3 8B’ – on CS theory examination questions, specifically focusing on Data Structures, which is a fundamental subject in the field. We address the following key research questions:

- How accurately can LLMs solve university-level CS multiple-choice and closed-ended examination questions?
- How does performance vary across different topics?

---

\*These authors contributed equally to this work.

<sup>1</sup>See code at <https://github.com/naamamaoz1/LLM-for-Education>

- What is the impact of chain-of-thought (CoT) prompting strategy?

Our work introduces a novel benchmark dataset comprising of theory university-level examination questions that we translated and categorized to ensure consistent evaluation.

Our findings indicate that 'GPT-4o' and 'Claude 3.5' achieve an overall accuracy of 56.71% and 61.53% on multiple-choice questions and 46.67% and 49.33% on closed-ended questions, significantly outperforming random guessing. However, the two smaller models achieve lower scores, with Mathstral achieving 21.95% and LLaMA achieving 27.851% on closed-ended questions. The models show particular strength in fundamental topics while struggling more with abstract concepts. Surprisingly, CoT prompting did not significantly improve performance.

## 2 Related Work

Recent studies have investigated the application of LLMs in educational contexts, yet their specific performance on theoretical CS questions remains understudied.

While LLMs have demonstrated impressive capabilities in general knowledge and programming tasks [5], handling complex algorithmic concepts and theoretical CS questions presents unique challenges, requiring multi-step reasoning and the application of theoretical knowledge to complex scenarios.

Other related benchmarks have examined the limitations of LLMs in different domains, such as dealing with question phrasing with increased complexity [6], socially significant tasks [7] and high-level multiple-choice questions in STEM fields [8].

Our work differs from these existing benchmarks in two key aspects:

- **Question Diversity and Complexity:** While most existing benchmarks focus on practical coding challenges or mathematical problem-solving, our benchmark specifically targets university-level theoretical questions, requiring complex reasoning.
- **Educational Context Authenticity:** Unlike other benchmarks created for other purposes, our benchmark consists of university examinations spanning multiple years, providing a more authentic assessment of LLMs' capabilities in actual educational settings.

Our benchmark provides unique insights into LLMs' performance on theoretical CS concepts in educational settings, complementing existing research on their capabilities in other domains.

## 3 Methods

### 3.1 Dataset

Our dataset comprises questions taken from 2001-2018 exams given in the Data Structure course at the School of Computer Science at Tel-Aviv university. It includes four main questions’ categories (Table 1).

| Question Type | Count (final) | Description                                                                                     |
|---------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A             | 175           | Open questions, where the students formulate their own answers.                                 |
| B             | 58            | Closed questions requiring short explanations, e.g., specifying an O-notation complexity bound. |
| C             | 253           | Multiple choice questions with short explanations required.                                     |
| D             | 66            | Multiple choice questions without explanations.                                                 |

Table 1: Question types and counts in the final dataset of TAU exams in 2001–2018

**Translation.** The questions and the correct final answers were translated from Hebrew to latex-formatted English using GPT-4. Questions and answers were translated separately and translations were followed by a brief manual validation.

**Focus of current study.** The current study focuses on the analysis of closed and multiple-choice questions (type B , C and D questions).

### 3.2 Experimental Setting

#### 3.2.1 Model

We evaluated the responses of Anthropic Claude 3.5 and OpenAI’s GPT-4o, state-of-the-art LLMs, on the chosen questions from the TAU exam dataset. Specifically, we used the models `claude-3-5-sonnet-20240620`, with the max tokens set to 1024 and the temperature set to 0.2 and `gpt-4o-2024-08-06`.

Also, we evaluated the response of Mathstral and LLaMA 3, two popular open-source models. These models are significantly smaller than GPT4 and Claude-3.5-sonnet (while the parameter count for these models is not publicly available, GPT-3 has 175B parameters [9], which is at least 20 times larger). Mathstral is a model specialized in solving basic math questions [3]. LLaMA 3 is a state-of-the-art open-source model from Meta specialized in reasoning [4]. For the smaller models, the max token limit was set to 2048, and the temperature to 0.7.

### 3.2.2 Evaluation Protocol

Each question was queried 5 times per model, with the following considerations: Two prompt engineering approaches were tested:

- Raw questions without modifications
- Chain-of-Thought (CoT) prompting

We used a two-stage approach for each query. Initially, the model was presented with the question and instructed to solve it (see the first prompt; prompts are provided in Appendix A). Subsequently, we added an additional prompt to the original query and the model’s response, requesting a final answer (e.g., answer selected in multiple-choice). This sequential approach proved to be more effective than a single-prompt strategy, as it enables the model to engage in reasoning before reaching its conclusion.

### 3.2.3 Performance Metrics

We employed a tight accuracy metric: for a given question, the accuracy is 1 if the correct answer is the top prediction, and 0 otherwise. We required an exact match for multiple-choice questions (type C and D). However, exact matching proved ineffective for type B questions. Alternative methods, such as verifying whether the LLM’s response contained the correct answer or vice versa also yielded poor results, as equivalent answers can appear in varied forms (e.g., "O(n)" and "linear time" represent the same concept but differ in expression). Consequently, we opted to manually evaluate 50% of the responses.

## 4 Results

### 4.1 TAU Dataset

#### 4.1.1 Compiling the Full Dataset

The raw dataset contains 883 categorized and translated questions from 57 TAU Data Structures exams (2001–2018). Since not all had solutions, the final question-answer dataset included 552 questions (see Table 1). We randomly selected 200 (types B/C/D) for testing, each evaluated 5 times with and without Chain-of-Thought prompting. In Table 2 in Appendix B we provide details about the break down of the questions to topics.

#### 4.1.2 Success Rate for Random Guess

Figure 1 depicts the distribution of the number of answers in the multiple-choice questions.

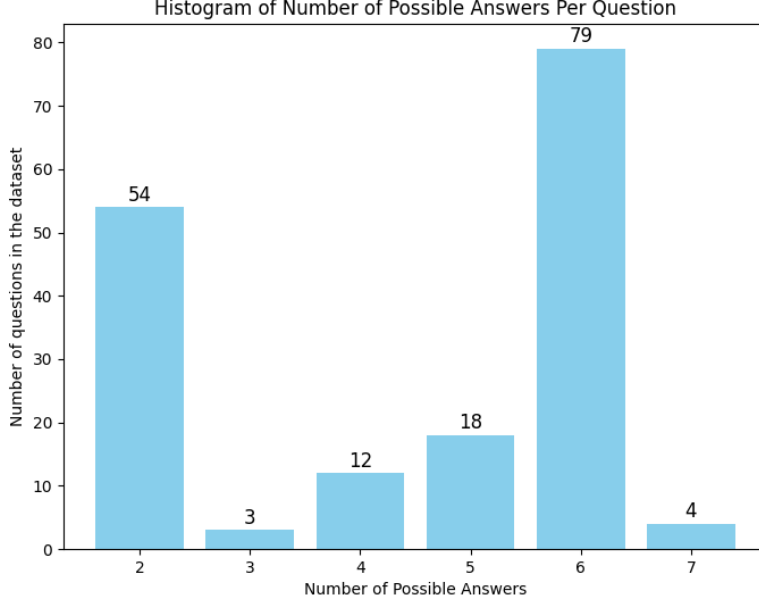


Figure 1: A histogram of the number of possible answers for each multiple choice question (C and D)

Assuming a uniform distribution, the average probability to guess the correct answer in our dataset is:

$$\frac{1}{|Q|} \sum_{q \in Q} \left( \frac{1}{\# \text{ possible answers for } q} \right) = 0.28,$$

where  $Q$  is the set of questions in the dataset.

## 4.2 Performance

### 4.2.1 Accuracy across Question Types

- Type B: Overall, GPT-4o achieved a 46.67% accuracy rate across all tested prompts, while Claude 3.5 achieved a 49.33%.

Additionally, GPT-4o achieved a 43.33% accuracy rate across all tested questions (a question was considered 'correctly answered' if the model provided the right answer in at least 3 out of 5 repetitions), compared to Claude 3.5's 46.67% (Figure 2). Our evaluation was performed manually on 50% of the data (see Section 3.2.3).

For Mathstral and LLaMA 3, the success rate on type B questions was too low to be meaningful, so we excluded them.

- Type C and D: Overall, GPT-4o achieved a 56.71% accuracy rate across all tested prompts for multiple-choice questions, compared to Claude 3.5's 61.53%.

For the smaller models, across all tested prompts for multiple-choice questions Mathstral achieved a 21.94% accuracy, while LLaMA achieved 31.01%.

On majority counting GPT-4o achieved a 57.94% accuracy rate, while Claude 3.5 achieved a 63.53% accuracy rate (Figure 2).

These results indicate that both GPT-4o and Claude 3.5 outperform random guessing, with Claude 3.5 exhibiting superior performance. However, Mathstral and LLaMA's accuracy is not significantly above the random guessing chance.

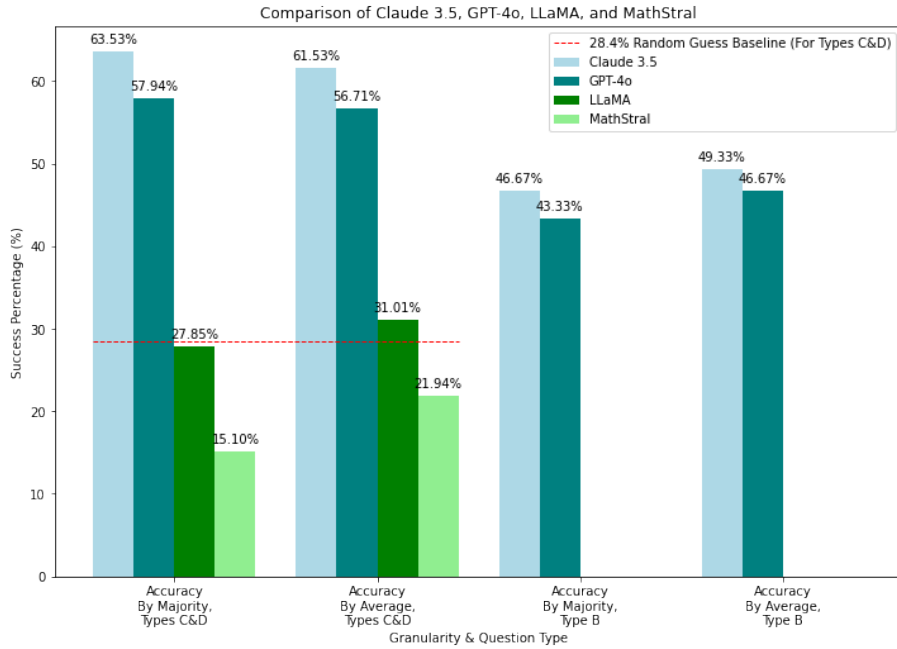


Figure 2: Accuracy by question type. Success was measured in two granularities: "Majority" (in which success for a question requires correct answers in at least 3 out of 5 repetitions per question) and "Average" (calculated across all repetitions independently). Type B success rates were calculated on the manual evaluation of 50% of the tested questions, while Type C success rates were calculated using an exact match on the final multiple-choice answer. Red dashed line indicates the average probability to guess the correct answer in our dataset for type C and D questions.

### 4.2.2 Accuracy across prompt-engineering techniques

We found that using a basic prompt and using chain-of-thought (CoT) prompt engineering achieved comparable results for GPT-4o and Claude 3.5 (and the smaller LLaMA). Figure 3 depicts the results for CoT; An interesting observation is that Claude 3.5 is more "decisive" than GPT-4o, meaning that the LLM is either right or wrong across all repetitions of a question most of the time, although these results may change with different temperature configurations.

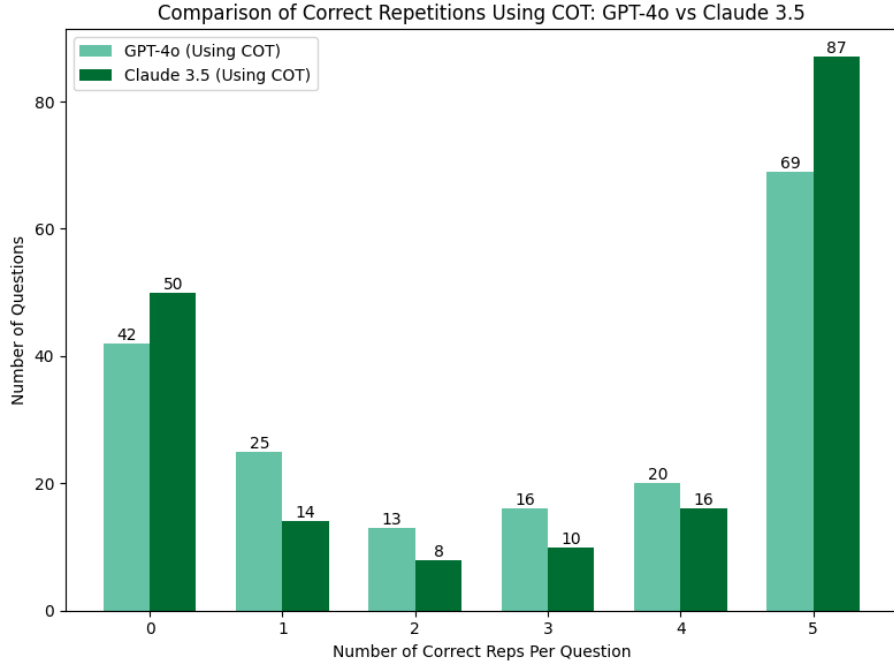


Figure 3: A histogram of the number of correct repetitions (out of 5), with CoT.

### 4.2.3 Accuracy across different question topics

In Appendix C, we present an analysis of the success rates of GPT and Claude across different question topics. We observe that the models perform better on some topics while performing poorly on others.

## 5 Discussion

**Accuracy by Question Type** For all models, multiple-choice questions (Types C, D) demonstrated higher accuracy rates than Type B questions, likely due to their restricted answer space increasing probability of correct random guess.

**Accuracy by Question Topics** Both larger models performed best on fundamental CS topics (arrays, linked lists, hash tables), possibly due to their prevalence in training data and programming practice. Conversely, both models exhibited lower performance on amortized analysis problems, potentially due to the analytical mathematical reasoning required.

**Prompt Engineering** We assume that prompt engineering techniques have already been embedded in both models 'behind the scenes', and that this might be the reason for the poor contribution of chain-of-thought to the overall accuracy.

Our findings show that while LLMs perform significantly above chance on university-level data structures questions, their accuracy is still not sufficient for reliable academic evaluation—though they are not far from reaching that point. LLMs can be useful tools for learning and practicing, but their outputs should be approached with caution. Students must critically validate the answers provided by the model, as it is not yet fully dependable. We recommend the continued use of open-ended questions in assessments, where LLMs tend to struggle more, in order to better evaluate true student understanding. Furthermore, our findings highlight the need for using evaluation methods, specifically through supervised tests rather than homework assignments, where students cannot rely on LLMs, in order to accurately assess their independent knowledge and skills.

## References

- [1] OpenAI, “Gpt-4 technical report.” [Online]. Available: <https://arxiv.labs.arxiv.org/html/2303.08774>
- [2] Anthropic, “The claude 3 model family: Opus, sonnet, haiku,” 2023. [Online]. Available: <https://www.anthropic.com/claude>
- [3] “Mistral ai. 2024. mistral: A state-of-the-art open- weight language model.” [Online]. Available: <https://mistral>
- [4] “Meta ai. 2024. llama 3: Large language model meta ai – third generation.” [Online]. Available: <https://ai.facebook.com/research/llama>.
- [5] W. Lyu, Y. Wang, T. Chung, Y. Sun, and Y. Zhang, “Evaluating the effectiveness of llms in introductory computer science education: A semester-long field study,” *Learning @ Scale*, 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2404.13414>
- [6] I. Mirzadeh, K. Alizadeh, H. Shahrokhi, O. Tuzel, S. Bengio, and M. Farajtabar, “Gsm-symbolic: Understanding the limitations of mathematical reasoning in large language models,” *Apple, arXiv*, 2024.
- [7] D. Hendrycks, C. Burns, S. Basart, A. Zou, M. Mazeika, D. Song, and J. Steinhardt, “Measuring massive multitask language understanding,” *arxiv*, 2021. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/2009.03300>

- [8] D. Rein, B. L. Hou, A. C. Stickland, J. Petty, R. Y. Pang, J. Dirani, J. Michael, and S. R. Bowman, “Gpqa: A graduate-level google-proof qa benchmark,” *arxiv*, 2023. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/2311.12022>
- [9] T. B. Brown, B. Mann, N. Ryder, M. Subbiah, J. Kaplan, P. Dhariwal, A. Neelakantan, P. Shyam, G. Sastry, A. Askell, S. Agarwal, A. Herbert-Voss, G. Krueger, T. Henighan, R. Child, A. Ramesh, D. M. Ziegler, J. Wu, C. Winter, C. Hesse, M. Chen, E. Sigler, M. Litwin, S. Gray, B. Chess, J. Clark, C. Berner, S. McCandlish, A. Radford, I. Sutskever, and D. Amodei, “Language models are few-shot learners,” 2020. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/2005.14165>

## A Prompt Examples

Formats of prompts for C and D question types (the prompts for type B questions are similar):

### First Prompt for Type C and D questions Without Prompt Engineering

Here is a multiple-choice/true-false question from the Data Structures course. Solve the question.

*[ Question Inserted Here ]*

### First Prompt for Type C and D questions with CoT

Here is a multiple-choice/true-false question from the Data Structures course. Solve the question.

Solve it step by step.

*[ Question Inserted Here ]*

### Second Prompt for Type C and D Questions

*[ Previous prompt and answer attached ]*

Write the final answer as a number, without additional text.

## B Question Topics in the Dataset

| Topic Label | Topic Name                           | Count |
|-------------|--------------------------------------|-------|
| a           | Complexity analysis                  | 127   |
| b           | Amortized Analysis                   | 24    |
| c           | Recursive algorithms                 | 10    |
| d           | Arrays and linked lists              | 37    |
| e           | Binary search trees                  | 50    |
| f           | Balanced BST (AVL, B)                | 47    |
| g           | Hash tables                          | 47    |
| h           | Binary heaps                         | 47    |
| i           | Binomial heaps, Fibonacci heaps      | 38    |
| j           | Quick-sort                           | 11    |
| k           | Lower bound comparison based sorting | 39    |
| l           | Non-comparison based sorting         | 8     |
| m           | Selection and med-of-med's algorithm | 39    |
| n           | Union-Find                           | 20    |
| o           | Suffix trees                         | 7     |
| p           | Other                                | 47    |

Table 2: Summary of question topics in the final dataset (question types B,C,D).  
Note that some questions were multi-topic.

## C Success Rates by Topic

Table 3 presents the success rates of GPT and Claude by the question topic.

**Top Performing Topics:** Both models performed well on arrays and linked lists (Topic d), complexity analysis (topic a), hash tables (topic g) and lower bound for comparison-based sorting (topic k).

**Low Performing Topics:** The models exhibited weak performance on the topic of selection (topic m) and amortized analysis (topic b).

| Topic | Q.<br>Count | GPT<br>CoT | GPT<br>No-CoT | Claude<br>CoT | Claude<br>No-CoT |
|-------|-------------|------------|---------------|---------------|------------------|
| a     | 66          | 65%        | 63%           | 67%           | 68%              |
| b     | 14          | 40%        | 39%           | 34%           | 34%              |
| c     | 3           | 20%        | 13%           | 33%           | 26%              |
| d     | 22          | 72%        | 65%           | 69%           | 80%              |
| e     | 28          | 54%        | 52%           | 53%           | 59%              |
| f     | 15          | 47%        | 47%           | 54%           | 58%              |
| g     | 22          | 57%        | 58%           | 69%           | 70%              |
| h     | 24          | 60%        | 62%           | 60%           | 65%              |
| i     | 22          | 60%        | 56%           | 62%           | 57%              |
| j     | 7           | 68%        | 53%           | 51%           | 57%              |
| k     | 17          | 69%        | 51%           | 68%           | 60%              |
| l     | 4           | 65%        | 70%           | 55%           | 50%              |
| m     | 21          | 38%        | 49%           | 55%           | 46%              |
| n     | 3           | 87%        | 100%          | 100%          | 100%             |
| o     | 2           | 30%        | 40%           | 40%           | 50%              |
| p     | 22          | 61%        | 59%           | 50%           | 53%              |

Table 3: Comparison of success rates by topic for CoT and No-CoT methods (GPT-4o vs. Claude 3) for questions of types C and D.



## **GenAI in STEM Education: Instructor Perception and Pedagogical Implications**

אילנה רם, עימאד עיד – הטכניון

# GenAI in STEM Education: Instructor Perception and Pedagogical Implications

## Abstract

This study examines the integration of generative AI (GenAI) tools in STEM education, focusing on instructor perceptions and pedagogical implications. The cross-sectional survey at the Technion gathered insights from instructors and teaching assistants regarding (N=242) their usage of GenAI tools in teaching and their concerns about its impact on student learning and 21st-century skill development. Findings reveal that most instructors do not use GenAI tools regularly. Those who do strongly prefer text-based applications such as ChatGPT, Google Gemini, and Microsoft Copilot. Respondents expressed concerns that uninformed or biased use of these technologies could impair critical thinking and independent learning. Finally, instructors reported that while GenAI tools may help students save time, they are less helpful in promoting their learning. The results underscore the need for targeted professional development, clear usage guidelines, and curriculum adjustments to harness the potential of GenAI for effective use in teaching and learning.

**Keywords:** GenAI, Skill development, Instructor perceptions

## Introduction

The rapid integration of artificial intelligence (AI) into STEM disciplines has transformed research methodologies and pedagogical practices and intensified existing disparities in digital and AI literacy across higher education. Recent studies indicate that while AI tools promise significant advancements in teaching and research, they also expose critical gaps in educators' preparedness and institutional support systems (Sperling et al., 2024, Stolpe & Hallström, 2024). Notably, the World Economic Forum's "Future of Jobs 2025" report identifies technological literacy—including proficiency in AI—as one of the top ten essential skills for the near future, reflecting an urgent call for educational reform (World Economic Forum, 2025). Furthermore, the report shows that 77% of businesses are reskilling and upskilling existing workforce to better work alongside AI, 69% are hiring new people with skills to design AI tools, and 62% are hiring new people with skills to better work alongside AI.

Amid this rapidly evolving landscape, higher education practitioners are uniquely positioned at the intersection of innovation and tradition. They face the dual challenge of adapting curriculum to incorporate AI applications while ensuring that ethical, critical, and technical competencies are not compromised. For instance, a recent OECD-Education International survey revealed that a significant proportion of STEM educators feel underprepared to handle AI-driven issues such as academic dishonesty and the misinterpretation of AI-generated data (OECD-Education International, 2023). Moreover, early-career faculty, despite their familiarity with digital tools, report dedicating extensive hours to self-training, yet a minority feel confident in evaluating student work involving AI methodologies (Bian et al., 2024).

As GenAI causes a disruption in both the workforce and in higher education, we seek to better understand the impact of this revolution from the instructors' perspective. While a recent

framework examined pre-service teachers' attitudes toward AI integration using models such as Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) and Technology, Pedagogy, and Content Knowledge (TPACK), highlighting the need for future educators to align technical proficiency with sound pedagogical practices (Zakaria & Hashim, 2024), our study broadens this perspective by focusing on current higher education practitioners. This expanded lens is crucial, as it reflects the immediate challenges of integrating AI tools into existing curricula while also tracing the evolving nature of AI literacy among those actively engaged in teaching and research. In light of these challenges, we surveyed higher education instructors at a research-intensive STEM university. The survey aims to capture firsthand insights into the implementation of generative AI tools in teaching, along with pressing concerns regarding AI literacy and its impact on student learning and 21st-century skill development.

Our research questions are:

RQ1) How do STEM teaching staff implement GenAI tools in their teaching

RQ2) What are their main concerns regarding students' learning and 21st-century skill development

RQ3) To what degree do instructors think the use of GenAI tools helps students in their learning and 21st century skills development?

## **Method**

### **Research Design and procedure**

We used a cross-sectional survey design to evaluate the perceptions of teaching staff members in higher STEM education regarding the use of GenAI tools in their teaching and in students' learning and skill development. The survey was emailed to the teaching staff at the Technion, Israel Institute of Technology on February 19, 2025. See appendix A for the full survey.

### **Participants**

242 instructors opened the survey, however, not all answered all items. Out of the 242, 78 were instructors, 57 were teaching assistants, 21 were project advisors, and 20 were lab instructors.

## **Results**

### **RQ1: Teaching staff use of AI tools for teaching**

35 instructors (out of 196; 18.87%) reported using AI in their teaching. Table 1 presents the types of uses that are greater than once a week.

**Table 1**

Reported Educational use of GenAI tools

| Type of use                                                                  | N  | % of responses |
|------------------------------------------------------------------------------|----|----------------|
| AI generated preparation of instructional material (ppts, assignments, etc.) | 12 | 34%            |
| AI generated Feedback of instructional material (ppts, assignments, etc.)    | 7  | 20%            |
| AI supported administration (drafting emails, writing course syllabi)        | 13 | 37%            |

Figure 1 shows a heatmap of the tools used (tool selection was not mutually exclusive so that each instructor could indicate all the tools they used). As seen in the Figure, ChatGPT dominates as the most used AI tool among the participants (67%), followed by Google Gemini (33%) and Microsoft Copilot (30%). These results could indicate that general-purpose, text-based AI chat interfaces are a go-to resource for teaching support. Perplexity AI (22%), GitHub (19%), and Claude (19%) have moderate usage, which are specialized in narrower tasks (e.g. web searching or coding). Scispace (7%), Jasper (4%), and Midjourney (4%) are not related to teaching or learning, which explains their position as the lowest ranked AI tools. Overall, this pattern suggests a strong preference for versatile, text-focused AI tools, with specialized or newer tools seeing more limited adoption among teaching staff.

**Figure 1.**

A heatmap of GenAI tools reported used in teaching by survey participants (n=21)

| GenAI tool        | Couent Percentage |     |
|-------------------|-------------------|-----|
| ChatGPT           | 18                | 67% |
| Google Gemini     | 9                 | 33% |
| Microsoft Copilot | 8                 | 30% |
| Perplexity AI     | 6                 | 22% |
| Other             | 6                 | 22% |
| Github            | 5                 | 19% |
| Claude            | 5                 | 19% |
| Gamma             | 3                 | 11% |

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Scispace   | 2 | 7% |
| Jasper     | 1 | 4% |
| Midjourney | 1 | 4% |

## RQ2: What are the main concerns of teaching staff regarding students' learning and 21st-century skill development

As seen in Table 2, the top concerns relates to students' learning and skills - their ability to think critically (35%), apply effort in their learning (40%) and work independently (39%). Additionally, instructors are concerned about biases resulting from using GenAI in learning (35%), and from issues relating to academic dishonesty such as plagiarism (31%). Surprisingly, issues such as information security and data privacy are not concerning as only 6.6% marked them as concerning.

**Table 2**

Instructors' concerns regarding student use of GenAI tools in their teaching

| Concern                                                                                         | N  | % out of survey responders |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----------------------------|
| Uninformed use, coming from a lack of disciplinary knowledge, leading to biases                 | 84 | 34.71%                     |
| uninformed use, coming from a lack of disciplinary knowledge, leading to non-optimized outcomes | 57 | 23.55%                     |
| Ethical considerations (e.g., plagiarism, cheating)                                             | 74 | 30.58%                     |
| Information security and data privacy                                                           | 16 | 6.61%                      |
| Impacting students' ability to think critically                                                 | 85 | 35.12%                     |
| Impacting students' ability to apply effort in their learning                                   | 99 | 40.91%                     |

|                                                                         |    |        |
|-------------------------------------------------------------------------|----|--------|
| Impacting students' ability to study and conduct research independently | 82 | 33.88% |
|-------------------------------------------------------------------------|----|--------|

### **RQ3) To what degree do instructors think the use of GenAI tools helps students in their learning and 21st century skills development?**

As seen in Table 3, and the low means on most items, instructors do not think GenAI contributes to students' learning. The one aspect in which instructors think GenAI can help students reduce their workload.

**Table 3**

Descriptive statistics of instructors' perceived contribution of GenAI tools to student learning

| <b>"In my opinion, the use students make of GenAI in the course..."</b> | <b>Mean</b> | <b>SD</b> | <b>N</b> |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------|----------|
| Reduces their workload                                                  | 3.34        | 1.18      | 113      |
| Allows a positive learning experience                                   | 2.96        | 1.16      | 112      |
| Helps to focus learning in the course                                   | 2.37        | 1.14      | 108      |
| Helps understand the course's material                                  | 2.89        | 1.26      | 115      |
| Encourages continuous learning throughout the semester                  | 2.06        | 1.07      | 89       |

## **Discussions**

In this study, we focused on STEM instructors use of GenAI tools in teaching and their views of students' use of GenAI. We found that surprisingly, most instructors do not use GenAI tools for their teaching. Among those who do use GenAI, most rely on a combination of text-based tools (ChatGPT, Gemini, and Copilot), with almost no instructors employing tools designed for visualization purposes (RQ1). These results may stem from the extensive publicity and media coverage surrounding these specific tools and the licencing agreements of the institution (Technion staff as Copilot licences). Results further reveal that instructors are mainly concerned about students' uninformed use of GenAI tool which can lead to bias outcomes and may hinder the development of skills such as critical thinking or independent learning (RQ2). Surprisingly, most instructors are not concerned with issues relating to data privacy and information security (RQ2). Finally, we found that, on average, instructors do not think the use of GenAI can effectively support students' learning. One notable aspect is that instructors acknowledge the potential of GenAI tools to reduce students' workload (RQ3).

## **Implications for practice**

Based on our findings, it appears that, at this stage, GenAI is viewed as detached from student learning – primarily hindering skill development due to misuse, even though it may offer some time-saving benefits. Further, most instructors do not see the potential contribution of GenAI tools to their own teaching. These findings, combined with the concerns regarding students' learning and skill development, have several implications for teaching. First, it may be beneficial for institutions to promote the use of GenAI tools for teaching by workshops or targeted demonstrations of capabilities related to teaching. Second, as academic (dis)honesty is a concern, it can also be beneficial for each institution to set guidelines as to what counts as plagiarism and what is considered a legitimate use of GenAI. Finally, as many instructors expressed concerns regarding uninformed use of GenAI tools, in part due to insufficient domain knowledge, it can be beneficial to dedicate specific learning modules in which students are given a scaffolded opportunity to explore GenAI tools within STEM domains. Such experience can help instructors and students alike to discover how to best make use of these powerful tools, apply critical judgment and work with them independently. Further work would be beneficial in identifying how to address these concerns and highlight the potential contribution of GenAI tools for teaching as well as learning and skill development.

## **References**

- Bian, Q., Yan, S., & Ling, X. (2024). Bridging the algorithmic divide: Refocusing faculty artificial intelligence literacy in higher education. *Education as Change*, 28(1), 1–12.
- OECD-Education International. (2023). Opportunities, guidelines and guardrails on effective and equitable use of AI in education. OECD Publishing.
- Sperling, K., Stenberg, C. J., McGrath, C., Åkerfeldt, A., Heintz, F., & Stenliden, L. (2024). In search of artificial intelligence (AI) literacy in teacher education: A scoping review. *Computers and Education Open*, Article 100169.
- Stolpe, K., & Hallström, J. (2024). Artificial intelligence literacy for technology education. *Computers and Education Open*, 6, Article 100159.
- World Economic Forum. (2025). The future of jobs report 2025.  
<https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2025/>

Zakaria, N., & Hashim, H. (2024). Shaping the future of education: Conceptualising pre-service teachers' perspectives on artificial intelligence (AI) integration. *International Journal of Academic Research in Business & Social Sciences*, 14(5).

## Appendix A: Qualtrics Survey Questionnaire

### Introduction

Hello,

The purpose of this survey is to examine interests in artificial intelligence tools at Technion, their usage, and their implementation in learning, teaching, and assessment. We would appreciate it if you could take a few minutes to complete this anonymous survey.

Thank you very much,

The Center for the Promotion of Learning and Teaching.

---

Q1: Are you using an artificial intelligence tool in teaching (for example, as part of a course activity where students are instructed to use an AI tool as part of learning)?

- Yes
- No

### Teachers' Use

Q2: How frequently do you use artificial intelligence tools (such as ChatGPT, Claude, etc.) for the following purposes:

|                                                                             | Several times a day | Several times a week | Once a week | Every few months | Almost never | Not applicable |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------|-------------|------------------|--------------|----------------|
| Preparing teaching materials (presentations, homework assignments, etc.)    |                     |                      |             |                  |              |                |
| Providing feedback on materials (presentations, homework assignments, etc.) |                     |                      |             |                  |              |                |
| Performing administrative tasks (writing emails, course                     |                     |                      |             |                  |              |                |

|                                                 |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| announcements,<br>drafting a<br>syllabus, etc.) |  |  |  |  |  |  |
| Other                                           |  |  |  |  |  |  |

You may elaborate:

Q3: Which tools do you mainly use? (You may select more than one option)

- Scispace
- GitHub
- Claude
- ChatGPT
- Google Gemini
- Perplexity AI
- Cursor
- Gamma
- Jasper
- Midjourney
- Microsoft Copilot
- Other

### **Students' Use**

Q5: What challenges or concerns do you have regarding students' use of artificial intelligence tools? (You may select more than one option)

- Uninformed use stemming from a lack of disciplinary knowledge, leading to biases
- Uninformed use stemming from a lack of knowledge about the tool, resulting in suboptimal outcomes
- Ethical considerations (e.g., plagiarism, insufficient filtering)
- Concerns about data security and privacy protection
- Impact on students' critical thinking skills
- Impact on students' willingness to invest effort in thinking

- Impact on students' ability to learn and conduct independent research
- Other

Q6: In my opinion, the use of artificial intelligence tools by students contributes to their learning in the following ways:

|                                                                                             | To a very large extent | To a large extent | To some extent | To a small extent | To a very small extent | Not applicable |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------|----------------|-------------------|------------------------|----------------|
| Reduces the course workload                                                                 |                        |                   |                |                   |                        |                |
| Provides a positive learning experience<br>Helps to focus the learning in the course        |                        |                   |                |                   |                        |                |
| Aids in understanding the study material                                                    |                        |                   |                |                   |                        |                |
| Encourages continuous learning throughout the semester                                      |                        |                   |                |                   |                        |                |
| Offers availability and accessibility for questions (beyond what is provided in the course) |                        |                   |                |                   |                        |                |
| Other                                                                                       |                        |                   |                |                   |                        |                |



## **Gender Differences in Database Modeling: the Advantage of Reading Comprehension**

רונית שמלו, עדי כץ – SCE

# Gender Differences in Database Modeling: The Advantage of Reading Comprehension

## Abstract

While gender research studies indicate that women generally exhibit stronger reading comprehension skills, other studies highlight a lower representation of women in STEM fields. Since database modeling requires advanced reading comprehension and at the same time is an activity related to the STEM disciplines of information systems and computer science, these contrasting findings sparked our interest. This study examines student modeling errors across various error categories, focusing on two primary questions: (1) Does mastering the notations of one modeling type, the class diagram (CD), reduce errors when transitioning to another modeling type, the entity-relationship diagram (ERD)? (2) Does the reading comprehension advantage among women become evident in the context of a STEM-related task such as database modeling?

Keywords: data modeling, teaching-learning process, gender differences.

## 1 Introduction

Class diagrams (CDs) and entity-relationship diagrams (ERDs) are graphical notations used to represent data models, often considered alternatives to one another (Elmasri & Navathe, 2011). Some researchers even regard CDs as a specific type of ERD (Aljumaily et al., 2019), given that the structural constructs of CDs, which represents data structures, closely align with extended ER representations (Bavota et al., 2015). ERDs and CDs can both be treated as languages (Harel & Rumpe, 2000). Any language consists of syntax and semantics. While syntax is a set of rules that guide users on how to combine words, characters, and specific phrases, semantics is about the meaning (Tshukudu, 2022). Studies show that semantic-level elements are transferable from one model language to another, and what changes is the syntax of the unique notations of each visual language of the modeling (Shneiderman & Mayer, 1979). Hence, teachers who apply a deliberate intervention of semantic transfer during novices' second language learning could improve students' understanding of the second language (e.g. Armoni et al., 2015; Jiang, 2002, 2004; Tshukudu, 2022). Given the similarities between CDs and ERDs, one of our goals was to examine whether novice modelers transfer knowledge from one diagram to the other. To this end, we analyzed and compared student errors across both modeling types. Our study aimed to explore whether mastering the notations of one modeling approach, CD, would

lead to a reduction in modeling errors when transitioning to another approach, the ERD.

Gender disparities in STEM fields have been widely reported, typically favoring men (e.g., Lehman et al., 2017; Main & Schimpf, 2017; Smith & Lapan, 2021; Wagner, 2016). However, contrasting research highlights that women generally outperform men in reading comprehension tasks (e.g., Lafontaine & Monseur, 2009; Logan & Johnston, 2009; Torres et al., 2006). These seemingly contradictory findings inspired our investigation. Given that database conceptual modeling lies at the intersection of a STEM discipline (Information Systems development) and strong reading comprehension skills, we sought to determine whether the reading advantage repeatedly observed among women would be evident in this STEM context. If female novice modelers demonstrate superior performance, it would provide further evidence that the underrepresentation of women in STEM is driven by perceptual barriers rather than actual ability. Our research hypotheses are as follows:

H1a: Novice database modelers will make fewer errors when modeling with the second notation type they learn (ERD) compared to the first notation type (CD).

H1b: Female novice modelers will make fewer modeling errors than their male counterparts.

## **2 Study description**

### **2.1 Experimental sample and procedure**

The study involved 26 undergraduate students enrolled in the Information Systems track within the Department of Industrial Engineering and Management at an engineering college. The group comprising 14 female students and 12 male students.

The students were introduced to the CD model prior to studying the ERD model. After they learned conceptual modeling, the students were given a modeling assignment in each course, a CD assignment during the seventh week of the System Analysis and Design course, and an ERD assignment during the twelfth week of the Databases course. In both assignments, the modeling task involved translating a textual scenario into a diagram.

### **2.2 Experimental tasks**

The course lecturers collaboratively designed two parallel scenarios, each corresponding

to a different modeling type and content domain. To ensure comparability, the scenarios and their corresponding solutions were meticulously aligned. Although the scenarios covered distinct subject matter, they were structurally identical in terms of key elements, including the number of classes/entities, the quantity and types of relationships between classes/entities, and the number of attributes. This alignment ensured the same level of complexity and that any error type in one scenario had a corresponding, synonymous error type in the other. The lecturers accepted a variety of correct solutions, even when they differed from the predefined model solutions.

### **3 Results**

To examine differences in task performance (hypothesis a), we employed the generalized estimating equations (GEE) procedure. This method enabled us to assess within-subject differences in success rates between the ERD and CD tasks across various sets of evaluated items (Hardin & Hilbe, 2013; Hilbe, 2017). For each analysis run, the dependent variable was defined as the total number of errors aggregated within a specific error category, representing the sum of errors per category. Despite the low correlation between the two tasks, Poisson regression analysis revealed significant performance differences across almost all error categories. In accordance with hypothesis 1, the ranking process indicated that students made more errors in the CD task compared to the ERD task.

Beyond comparing task performance in terms of error rate, we also examined the impact of gender (hypothesis b). The ranking was based on multiple pairwise comparisons, applying the Bonferroni correction to maintain a rejection threshold of  $p < .05$ . We found that male students exhibited more errors than female students across all error categories, except for defining classes/entities (Cat1) and defining cardinality ratios (Cat5), where no significant differences were found. Significant differences were identified in one primary key subcategory (Cat2\_1) and two attribute subcategories (Cat4\_1 and Cat4\_4), where male students made more errors than their female counterparts.

Additionally, a significant interaction between gender and task emerged in two of the five performance measures: defining attributes (Cat4) (Wald test = 4.29,  $p < .05$ ) and the total number of errors (Wald test = 5.62,  $p < .05$ ). In these error types, the interaction was driven by female students making fewer errors in the ERD task, whereas male students'

error rates remained consistent across both modeling tasks. These interaction effects are illustrated in Figure 1, which displays the marginal means relative to one another. The connecting line between two subgroup means denotes a significant difference at the  $p < .05/.06$  level. In addition, we found an interaction effect between task type and gender in one relationship subcategory (Cat3\_1). A detailed analysis of this interaction showed that male students performing the CD task had the highest error rate (c), while female students working on the ERD task had the lowest (a). However, no significant differences were found between male and female students in the ERD task (a vs. ab), nor between male and female students in the CD task (bc vs. c). This interaction is depicted in the lower chart of Figure 1. Female students consistently showed lower error rates than male students, with error rates being higher in the CD task compared to the ERD task. Further analysis of gender-task interaction revealed that female students had fewer errors in both tasks across all categories (Wald test = 4.41,  $p < .05$ ). Moreover, the performance gap between the ERD and CD tasks was larger among female students than among male students. This interaction effect is visualized in Figure 2.

We found a notable interaction effect between categories and tasks was identified (Wald test = 22.27,  $p < .001$ ). When compared to the main effect of categories, the ERD task showed the primary keys category (Cat2) as having the lowest error rate (ranked “a”). The classes/entities category (Cat1) did not significantly differ from the primary keys category or from other categories (ranked “ab”), which demonstrated higher error rates (ranked “b”). For the CD task, the category rankings matched the overall mean predicted probability order. These interaction effects are depicted in Figure 3. Notably, the relationships (Cat3) and relationship cardinality ratios (Cat5) categories stood out as exceptions, displaying distinct differences between tasks. In contrast, the remaining categories exhibited similar error rates across both tasks.

Figure 1. Interaction decomposition by gender and task type, pairwise marginal mean comparisons

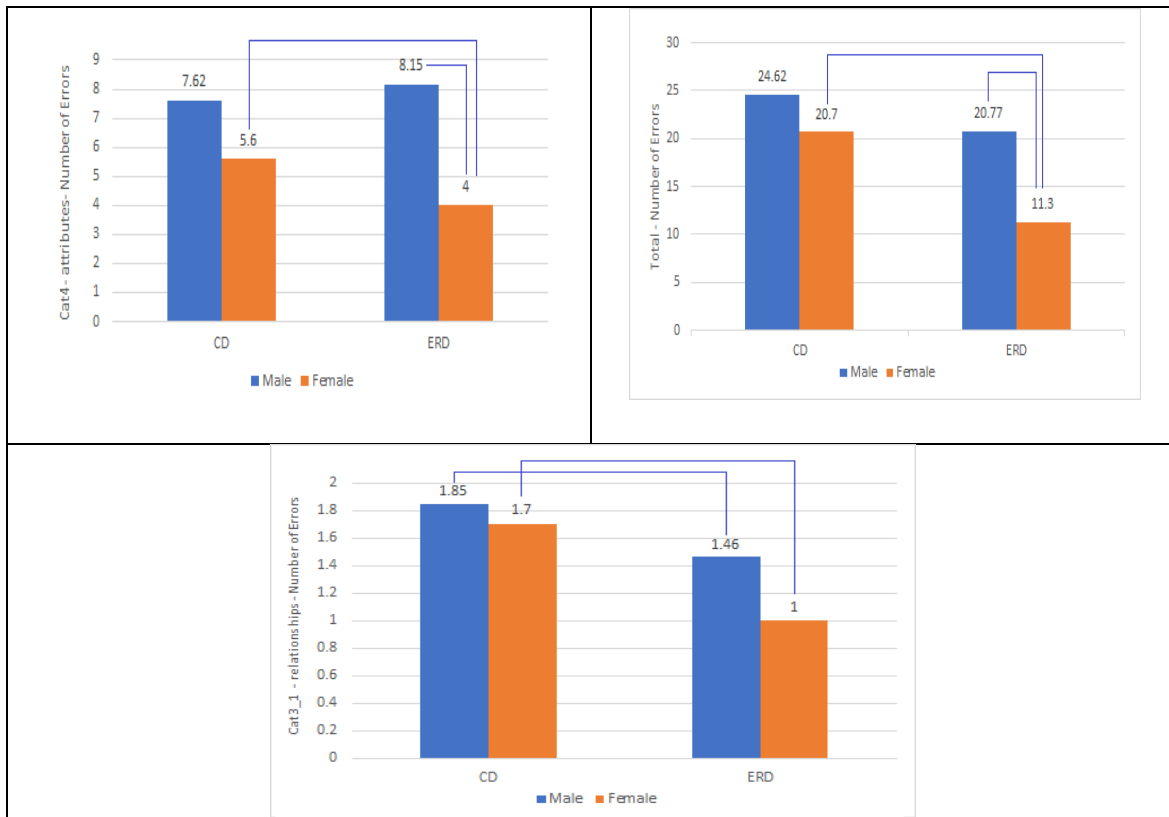
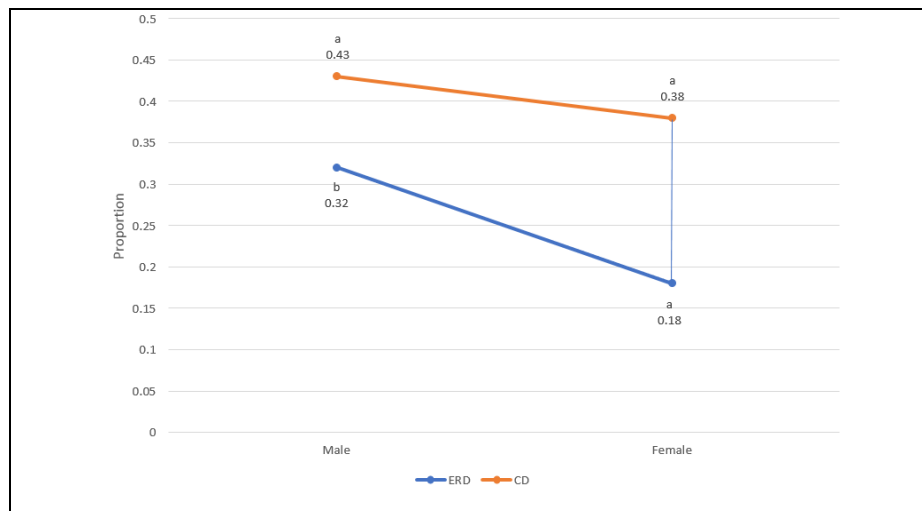
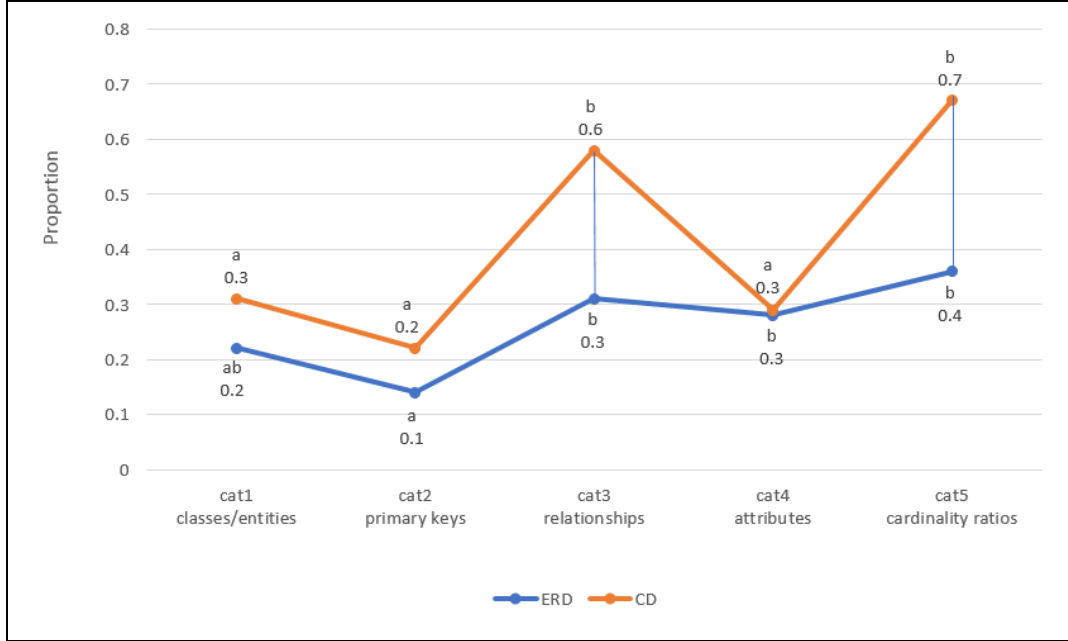


Figure 2. Gender ranking of mean predicted probabilities by task type



Letters are used for between-task rankings of error mean predicted probabilities; vertical lines, for within-task differences.

Figure 3. Category ranking of mean predicted probabilities by task type



Letters are used for within-task ranking of error mean predicted probabilities; vertical lines, for between-task differences.

## 4 Summary and Conclusions

We examined student performance in two courses at an academic engineering college that focused on conceptual modeling - one emphasizing the CD model and the other the ERD model. Our goal was to compare student error categories to reveal if there is a transfer of knowledge between modeling languages. We expected that learning the notations of one model will help students learn another model. Indeed, in most modeling aspects, our results show a “learning effect”: we observed a transfer of semantic knowledge from modeling with CD to facilitate modeling with ERD. More errors were measured in the CD task than in the ERD task.

An additional goal was to examine whether female modelers make fewer modeling errors than their male counterparts. Our results reveal that female students made fewer errors than male students across many modeling categories (defining primary keys, relationships, and attributes). In the attributes category (Cat4) and in the overall number of errors, a gender  $\times$  task interaction was significant. The difference in performance between

male students and female students, was assigned to the lower number of errors made by female students in the ERD task, while among male students, this number was similar in both ERD and CD tasks. Apparently, female students assimilated learning from the CD model and applied it to the ERD model to the point at which their number of errors was significantly reduced. Such a learning process seemed to be lacking among the male students, except for one relationships category (Cat3\_1), where the ERD error levels for male students and female students did not differ, and the same for CD error levels.

We also found that certain aspects of database modeling are characterized by higher error rates. These prone to error aspects are more cognitively complex since they demand thinking at higher levels of abstraction (LoA). Given the limited time available in most courses, we recommend that educators allocate more time and effort toward teaching the more complex aspects of modeling, where error rates are higher. This can be achieved by incorporating more active problem-solving tasks that address the more intricate parts of the course content. We advocate for hands-on activities that require students to translate high-LoA concepts from textual scenarios into diagram representations. We suggest that educators use constructivist teaching methods to facilitate learning, particularly for high-LoA aspects. These methods should also incorporate social learning components, such as peer assessments and group discussions, allowing students to learn from each other's mistakes and solutions. In addition, we recommend that educators introduce common errors made by novice modelers during the first modeling language, to help reduce the occurrence of similar mistakes when students transition to the second model.

While we found that female students made fewer errors in many categories than their male counterparts, we do not support a gender-specific approach to teaching. Instead, we believe that all students should be equally empowered to tackle complex, high-LoA topics. However, in courses that involve social interaction, we recommend grouping male and female students together for collaborative modeling tasks. This approach will allow students to share strategies, with male students benefiting from observing how their female peers approach textual modeling problems.

Our findings, showing that female students made fewer errors in database modeling tasks, contribute to the ongoing discussion of gender differences in STEM. While many studies highlight gender gaps favoring men in STEM fields, others point to female students

excelling in reading and comprehension tasks. The finding that female students perform better in database modeling tasks, challenges the stereotype that STEM professions are less suitable for women and highlights the potential for women to excel in fields. Given the underrepresentation of women in STEM professions, particularly in computer science and information systems, our results suggest that female students possess a high level of capability in these fields. This calls for continued efforts from educators, employers, and recruiters to address the misconceptions surrounding gender and STEM careers.

## References

- Aljumaily, H., Cuadra, D., & Laefer, D. F. (2019). An empirical study to evaluate students' conceptual modeling skills using UML. *Computer Science Education*, 29(4), 407–427. <https://doi.org/10.1080/08993408.2019.1642699>
- Armoni, M., Meerbaum-Salant, O., & Ben-Ari, M. (2015). From scratch to “real” programming. *ACM Transactions on Computing Education*, 14(4), 1–15. <https://doi.org/10.1145/2677087>
- Bavota, G., Gravino, C., Oliveto, R., De Lucia, A., Tortora, G., Genero, M., & Cruz-Lemus, J. A. (2015). A fine-grained analysis of the support provided by UML class diagrams and ER diagrams during data model maintenance. *Software and Systems Modeling*, 14(1), 287–306. <https://doi.org/10.1007/s10270-012-0312-6>
- Elmasri, R., & Navathe, S. B. (2011). *Database systems: Models, languages, design, and application programming*. Pearson Education India.
- Hardin, J. W., & Hilbe, J. M. (2013). *Generalized estimating equations*. 2nd ed. Chapman and Hall/CRC.
- Harel, D., & Rumpe, B. (2000). *Modeling languages: Syntax, semantics and all that stuff*. Technical Report MCS00-16 (pp. 191–200). Weizmann Institute of Science.
- Hilbe, J. M. (2017). The statistical analysis of count data. *Culture and Education*, 29(3): 409–460. <https://doi.org/10.1080/11356405.2017.1368162>
- Jiang, N. (2002). Form–meaning mapping in vocabulary acquisition in a second language. *Studies in Second Language Acquisition*, 24(4), 617–637. <https://doi.org/10.1017/S0272263102004047>
- Jiang, N. (2004). Morphological insensitivity in second language processing. *Applied*

- Psycholinguistics*, 25(4), 603–634. <https://doi.org/10.1017/S0142716404001298>
- Lafontaine, D., & Monseur, C. (2009). Gender gap in comparative studies of reading comprehension: To what extent do the test characteristics make a difference? *European Educational Research Journal*, 8(1), 69–79. <https://doi.org/10.2304/eeerj.2009.8.1.69>
- Lehman, K. J., Sax, L. J., & Zimmerman, H. B. (2017). Women planning to major in computer science: Who are they and what makes them unique? *Computer Science Education*, 26(4), 277–298. <https://doi.org/10.1080/08993408.2016.1271536>
- Logan, S., & Johnston, R. (2009). Gender differences in reading ability and attitudes: Examining where these differences lie. *Journal of Research in Reading*, 32(2), 199–214. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9817.2008.01389.x>
- Main, J. B., & Schimpf, C. (2017). The underrepresentation of women in computing fields: A synthesis of literature using a life course perspective. *IEEE Transactions on Education*, 60(4), 296–304. <https://doi.org/10.1109/TE.2017.2704060>
- Shneiderman, B., & Mayer, R. (1979). Syntactic/semantic interactions in programmer behavior: A model and experimental results. *International Journal of Computer & Information Sciences*, 8(3), 219–238. <https://doi.org/10.1007/BF00977789>
- Smith, K. N., & Lapan, J. C. (2021). Examining women's differential pathways into computer science by BA and BS degree programs. *Computer Science Education*, 1–23. <https://doi.org/10.1080/08993408.2021.2011570>
- Torres, A., Gómez-Gil, E., Vidal, A., Puig, O., Boget, T., & Salamero, M. (2006). Gender differences in cognitive functions and influence of sex hormones. *Actas Españolas de Psiquiatría*, 34(6), 408–415.
- Tshukudu, E. (2022). Understanding conceptual transfer in students learning a new programming language. PhD thesis, University of Glasgow.
- Wagner, I. (2016). Gender and performance in computer science. *ACM Transactions on Computing Education*, 16(3), 1–16. <https://doi.org/10.1145/2920173>
- Wang, M-T., & Degol, J. L. (2017). Gender gap in science, technology, engineering, and mathematics (STEM): Current knowledge, implications for practice, policy, and future directions. *Educational Psychology Review*, 29(1), 119–140. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9355-x>

## תפיסת סטודנטים את ההאקאטון כפעילות הערכה בקורס מתקדם בהנדסת

### תוכנה

רונית שמלו, ליאור ארונשטם, גלי נווה – SCE

# תפיסת סטודנטים את ההאקאטון כפעילות הערכה בקורס מתקדם בהנדסת תוכנה

## תקציר

קורסי מבוא וקורסים מתקדמים במבני נתונים ובאלגוריתמים מהווים מרכיב מרכזי בתוכניות לימודים אקדמיות במדעי המחשב ובהנדסת תוכנה. הקניית ידע בנושאים אלה מציבה אתגרים משמעותיים בפני מרצים וסטודנטים. שילוב אסטרטגיות הוראה מגוונות עשוי לסייע בהתמודדות עם אתגרים אלה. אחת משיטות ההוראה שבהן נעשה שימוש בתחום הוראת קורסים במדעי המחשב היא האקטונים, אך המחקר על יישומם בהוראת אלגוריתמים מתקדמים הוא מצומצם. מחקר זה מציג האקטון כגישה פדגוגית להוראה ולהערכה בקורס אלגוריתמים מתקדמים במחלקה להנדסת תוכנה במכללה. לאחר ההאקטון, המשתתפים מילאו שאלון שעסק בתפיסתם את הפעילות ונערכו ראיונות עם סטודנטים נבחרים על מנת להבין טוב יותר, כיצד נתפסה הפעילות על ידם. מאמר זה מציג את הממצאים שעלו מהראיונות.

**מילות מפתח:** האקטון, תפיסת סטודנטים, אלגוריתמים, הנדסת תוכנה

## 1 מבוא

האקטון הוא אירוע אינטנסיבי מוגבל בזמן, שבו המשתתפים פועלים בצוותים כדי לפתח פתרונות חדשניים לאתגרים מציאותיים, לרוב סביב נושא מסוים (Seidametova et al., 2022). האקטונים הופכים לפופולריים יותר ויותר בסביבות חינוכיות, מכיוון שהם מספקים פלטפורמה המחברת בין הידע התיאורטי שנרכש בכיתה לבין יישומים מעשיים מהעולם האמיתי (Garcia, 2022). כמו כן, האקטונים מעודדים למידה מבוססת הקשר ולמידה שיתופית, שבהן רכישת הידע מתבצעת באמצעות תרגול מעשי. המשתתפים לא רק לומדים תוך כדי עיסוק במשימה, אלא גם מרוויחים מחילופי ידע עם חבריהם. סביבה שיתופית זו משפרת את ההבנה ומפתחת מיומנויות קשות (טכניות) ורכות, כאשר הסטודנטים משתתפים באופן פעיל ומחליפים תובנות ביניהם (Gama et al., 2018). בנוסף, האקטונים כוללים מרכיב תחרותי. בדומה ללמידה שיתופית, גם התחרות יכולה לשמש כמניע חזק למוטיבציה בקרב סטודנטים ולהוביל לשיפור בביצועים האקדמיים (Corell et al., 2018).

המונח "האקטון" הוא שילוב של המילים "האקר" (פיצוח/תכנות) ו"מרתון". בתחילה, האקטונים היו בעיקר מפגשים שבהם מפתחים עבדו באופן אינטנסיבי על פרויקטי תוכנה בפלטפורמות שלהם (Garcia, 2022). עם זאת, ההיקף והיישומים של האקטונים התרחבו באופן משמעותי. כיום, האקטונים מתקיימים במגוון רחב של צורות ומשמשים למטרות שונות בתחומים שונים: חברות טכנולוגיה עשויות לארגן האקטונים כדי להדגים מוצרים חדשים, מוסדות מחקר משתמשים בהם כדי להאיץ תגליות מדעיות, ומוסדות חינוך מקיימים אותם כדי להעניק השראה לסטודנטים ולעודד את מעורבותם (Ghouila et al., 2018; Leemet et al., 2021; Warner & Guo, 2017). האקטונים מציעים לסטודנטים הזדמנויות לפתח מומחיות טכנית לצד מיומנויות בין-אישיות. הם מעודדים עבודת צוות ותורמים לקהילה על ידי התמודדות עם בעיות מהעולם האמיתי. באמצעות הדמיה של סביבות עבודה אמיתיות והתמודדות עם אתגרים מציאותיים, האקטונים מספקים חוויה ריאליסטית יותר בהשוואה להרצאות מסורתיות בכיתה (Warner & Guo, 2017). שילוב של גישות חדשניות כמו האקטונים עשוי להפוך את הקורסים למרתקים ודינמיים יותר. אירועים תחרותיים אלו לא רק מחזקים מיומנויות טכניות, אלא גם מטפחים מיומנויות רכות חשובות, כולל עבודת צוות

ותקשורת אפקטיבית (Seidametova et al., 2022). על כן, מחקר זה בוחן את השילוב של האקתון בקורס אלגוריתמים מתקדמים בתוכנית להנדסת תוכנה ומתמקד בשני אספקטים. הראשון עוסק בתפיסת הסטודנטים את ההאקתון כפעילות לימודית ודרך הערכה בקורס אלגוריתמים מתקדמים, והשני מתמקד בגורמים הקריטיים להצלחת ההאקתון, כפי שהם נתפסים ע"י הסטודנטים.

## 2 מתודולוגיה

הקורס העוסק באלגוריתמים מתקדמים ניתן במחלקה להנדסת תוכנה במכללה אקדמית בשנה השנייה ללימודים. קורס זה הוא הקורס השלישי בסדרה של קורסים תיאורטיים במדעי המחשב. הקורס הראשון עוסק במבנה נתונים והשני באלגוריתמים (בסיסיים), ומתמקד בשיטות לפתרון בעיות אופטימיזציה. הקורס הנוכחי עוסק באלגוריתמים על גרפים והנושאים הנלמדים בו הם: Breadth First Search, Depth First Search, מיון טופולוגי, Kasaraju-Sharir, אלגוריתמים למציאת עץ פורש מינימלי, אלגוריתמים שונים למציאת מסלול בעל משקל מינימלי בגרף ממושקל, ואלגוריתמים על רשתות זרימה וזיווגים. בשנת הלימודים תשפ"ד היו רשומים לקורס 71 סטודנטים.

ההאקתון התקיים במהלך השבוע התשיעי של סמסטר בן שלושה-עשר שבועות. הפעילות כללה משימה קבוצתית שנמשכה כארבע שעות, איתה התמודדו הסטודנטים שיצרו מראש קבוצות של שלושה או ארבעה משתתפים, לפי בחירתם. המשימה שהם קיבלו היתה בעיה מהעולם האמיתי, והסטודנטים נדרשו לבנות גרף מתאים לבעיה ולפתור אותה, תוך שילוב של מספר אלגוריתמים שנלמדו במהלך הקורס. הפתרון הוערך, והציון שהתקבל שוקלל בציון הסופי של הקורס.

בסיום פעילות ההאקתון, הסטודנטים התבקשו למלא שאלון אנונימי ב-Moodle של אתר הקורס. נתוני הסקר, שאינם במוקד מאמר זה, עוררו שאלות עליהן הוחלט לנסות לענות באמצעות שלושה ראיונות עם סטודנטים בקורס. המרואיינים היו שתי סטודנטיות וסטודנט אחד בקורס. אחת הסטודנטיות והסטודנט הם בעלי הישגים אקדמיים גבוהים ולסטודנטית השניה הישגים נמוכים יותר. המשתתפים התבקשו לשתף את חוויותיהם ותובנותיהם לגבי פעילות הלמידה, תוך התייחסות ליתרונות ולמגבלותיה. בין היתר, הריאיון החצי מובנה התמקד בהשפעה של הפעילות על רכישת ידע ופיתוח כישורים רכים. בנוסף, המשתתפים התבקשו לשתף את עמדותיהם בנוגע לגורמי ההצלחה הקריטיים של פעילויות בסגנון האקתון. כל ריאיון התקיים באופן מקוון באמצעות פלטפורמת Zoom ובמהלכו נכחו שניים מתוך שלושת החוקרים. כל המפגשים הוקלטו ותומללו באמצעות כלי תמלול מבוססי בינה מלאכותית. ניתוח הראיונות שתומללו נעשה על בסיס התיאוריה המעוגנת בשדה (grounded theory) (Strauss & Corbin, 1990), באמצעות קידוד מושגי של דברי המרואיינים (שקדי, 2003).

## 3 תוצאות

התמה הבולטת ביותר בראיונות היתה עבודת צוות. כל המרואיינים הזכירו את הנושא כמועיל ומאתגר כאחד. המרואיינים ציינו כי לעיתים רחוקות יש להם הזדמנות או דרישה לעבוד בצוותים במהלך הקורסים האחרים בתואר. המרואיינים אהבו את עבודת הצוות וצינו שהתלות המשותפת הקיימת בעבודת צוות במטרה להשיג יעד משותף קידמה גישה מכילה והקשבה לדעות של אחרים.

הם גם ציינו את החיסרון של התלות הזו – הציון שלהם מבוסס לא רק על הידע והכישורים שלהם אלא גם של עמיתיהם, ועלול להיפגע בשל כך. למרות זאת, הם הרגישו שההאקתון הוא דרך אותנטית ונעימה להערכה וכי היתרונות של עבודת צוות עולים על החסרונות. המרואיינים ציינו שיתרונות אלו קיימים רק כאשר הרכב הצוותים נקבע ע"י הסטודנטים עצמם ולא על ידי המרצה. תפיסה זאת התבססה על ניסיון בעבודת צוות בהאקתון בקורס קודם, שבו הרכב הצוותים נקבע על ידי המרצה של הקורס.

נושא נוסף שעלה מהראיונות היה נושא התחרות. ההאקתון תוכנן כמשימה שאיננה משחק סכום אפס. כלומר, הצלחה של צוות אחד לא מפחיתה את הסיכוי של קבוצות אחרות להצליח. למרות זאת, הסטודנטים העידו שחשו שהפעילות היא תחרות, עובדה שהפחיתה את המרצה. נראה כי הסטודנטים תפסו את מגבלת הזמן של ההאקתון כתחרות ביניהם, שבה הקבוצה שמסיימת ראשונה נחשבת למנצחת. ייתכן שהעובדה שכל הקבוצות עבדו באותו חלל הוסיפה לתחושת התחרות.

בדיקה כיצד האקתון נתפס בעיני הסטודנטים ומה יוצר האקתון טוב או רע, חשף את החשיבות של תכנון הבעיה שיש לפתור בהאקתון. הסטודנטים ציינו שהבעיה צריכה להיות מאתגרת אך לא קשה מדי, מכיוון שקושי כזה עלול להוביל לתסכול. המרואיינים ציינו כי יש להתאים את הבעיה גם למסגרת הזמן של ההאקתון, כלומר, צריך להיות אפשרי להשלים את המשימה בזמן שהוקצה להאקתון, שאמור להיות לא יותר מכמה שעות. כמו כן, הסטודנטים סברו כי יש לשלב בקורס באופן שלא ייצור לחץ בלתי סביר ביחס לדרישות אחרות בקורס עצמו ובקורסים אחרים.

בנושא אחד ניכר הבדל בין הסטודנטיות לסטודנט שרואיינו. שתי הסטודנטיות שרואיינו ציינו כי ההאקתון מהווה הזדמנות לזהות את רמת ההבנה שלהן בחומר הלימוד, בסביבה שאינה מאיימת, בעוד הסטודנט ציין שהגיע לפעילות בטוח בידיעותיו ויכולותיו. באופן דומה, הסטודנטיות ציינו כי הופתעו לטובה לגבי תרומתן המשמעותית לפעילות הקבוצה והצלחתה, ואילו הסטודנט לא התייחס כלל לנושא זה.

#### 4 סיכום ומסקנות

מתוך הראיונות עולה בברור שהסטודנטים שמחו לחוויה לימודית ייחודית שחייבה אותם לעבוד בשיתוף פעולה משמעותי יותר מאשר במטלות אחרות בקורסים האקדמיים שלהם. הסטודנטים הצביעו על שני גורמים משמעותיים להצלחת ההאקתון, כפי שהוא נתפס בעיניהם - רמת האתגר שהוצג להם (מאתגר אך לא מתסכל), תוך התאמתו למסגרת הזמן שהוקצה, ולהרכב הצוותים בהם עבדו, שנבחר על ידם.

למרות הכמות המצומצמת מאוד של המרואיינים, ניכרו הבדלים בין הנשים לגבר. האבחנה בין הממצאים על פי מגדר מתחזקת לאור השוני ביכולות האקדמיות, שהיו גבוהות יותר אצל הסטודנט ואחת הסטודנטיות ונמוכות יותר אצל הסטודנטית השניה. נראה ששתי הסטודנטיות, למרות הפערים בהישגים הלימודיים שלהן, הגיעו לפעילות עם תחושת מסוגלות נמוכה יותר משום שהופתעו מתרומתן לקבוצה, ועם ביטחון עצמי נמוך יותר משום שראו באירוע הזדמנות להעריך את ידיעותיהן. לעומתן, הסטודנט הגיע לפעילות בתחושה שיש לו את הידע והכלים להתמודד עם המשימה ועם דרישות אחרות בקורס, תחושה שלא התערערה בשום שלב בפעילות ולאחריה. פערים אלה תואמים את אפקט ההיבריס הגברי והענווה נשית (Reilly, Neumann & Andrews, 2022).

כאמור, במסגרת מחקר זה התקיימו שלושה ראיונות בלבד. עם זאת, עקביות התשובות של המרואיינים שהם ממגדרים שונים ובעלי הישגים אקדמיים שונים, מספקים עדות מסויימת לכך שהממצאים אינם מקריים. מדברי המרואיינים עולה שבעת תכנון האקתון, חשוב במיוחד לבחור את האתגר המוצג לסטודנטים כך שיהיה ברמה ההולמת את יכולותיהם ואת מסגרת הזמן שהוקצבה. לגבי בחירת הצוות שבו הסטודנטים יעבדו, שהוגדר כמאפיין השני החשוב באירוע מוצלח, יש לעניות דעת החוקרים להפעיל שיקול דעת. אחת המטרות של פעילויות לימודיות כאלה היא פיתוח מיומנויות רכות, שאחת החשובות בהן היא היכולת לעבוד בצוות, שאיננו בהכרח לפי בחירת הסטודנט, כפי שיקרה לעיתים קרובות אחרי שהסטודנט יסיים את הלימודים וישתלב בעבודה. משום כך, רצוי לאתר הזדמנויות גם להתנסות בעבודת צוות כזו.

## References

- Corell, A., Regueras, L. M., Verdú, E., Verdú, M. J., & de Castro, J. P. (2018). Effects of competitive learning tools on medical students: A case study. *PLoS One*, 13(3), e0194096.
- Gama, K., Alencar Gonçalves, B., & Alessio, P. (2018, July). Hackathons in the formal learning process. In *Proceedings of the 23rd Annual ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education* (pp. 248-253).
- Garcia, M. B. (2022). Hackathons as extracurricular activities: Unraveling the motivational orientation behind student participation. *Computer Applications in Engineering Education*, 30(6), 1903-1918.
- Ghouila, A., Siwo, G. H., Entfellner, J. B. D., Panji, S., Button-Simons, K. A., Davis, S. Z., ... & Varughese, M. (2018). Hackathons as a means of accelerating scientific discoveries and knowledge transfer. *Genome research*, 28(5), 759-765.
- Leemet, A., Milani, F., & Nolte, A. (2021, May). Utilizing hackathons to foster sustainable product innovation-the case of a corporate hackathon series. In *2021 IEEE/ACM 13th International Workshop on Cooperative and Human Aspects of Software Engineering (CHASE)* (pp. 51-60). IEEE.
- Reilly, D., Neumann, D. L., & Andrews, G. (2022). Gender differences in self-estimated intelligence: Exploring the male hubris, female humility problem. *Frontiers in psychology*, 13:812483, 2022.
- Seidametova, Z. S., Abduramanov, Z. S., & Seydametov, G. S. (2022). Hackathons in computer science education: monitoring and evaluation of programming projects. *Educational Technology Quarterly*, 2022(1), 20-34.
- Strauss, A., & Corbin, J. (1990). *Basics of qualitative research* (Vol. 15). Newbury Park, CA: sage.
- Warner, J., & Guo, P. J. (2017, August). Hack. edu: Examining how college hackathons are perceived by student attendees and non-attendees. In *Proceedings of the 2017 ACM Conference on International Computing Education Research* (pp. 254-262).

שקדי, א. (2003). *מילים המנסות לגעת: מחקר איכותי - תאוריה ויישום*. רמות- אוניברסיטת ת"א.



## **מציאות רבודה להעשרת חוויית הביקור במכון לייצור מתקדם**

נעמי אונקלוס שפיגל – המכללה האקדמית להנדסה בראודה בכרמיאל

## מציאות רבודה להעשרת חוויית המבקרים באתרי הנצחה למורשת קרב

### תקציר

מציאות רבודה (AR) מהווה כלי חזק להעשרת חוויית המבקרים באתרי מורשת תרבותית, כולל אנדרטאות ואתרי הנצחה מלחמתיים. יישומי AR צריכים להיות מתוכננים בקפידה, תוך שיתוף בעלי עניין, כדי להבטיח שהטכנולוגיה מעשירה את החוויה הכוללת ואת המסרים המיועדים. עבודה זו מציגה מקרה בוחן של קורס AR חדשני שפותח ליישום טכנולוגיית AR בחמישה אתרי הנצחה איקוניים ברמת הגולן, המנציחים את הקרבה והשירות במלחמת יום הכיפורים באוקטובר 1973. על מנת להעשיר את חוויית המבקר, פותחו אפליקציות מובייל AR המאפשרות למשתמשים לקיים אינטראקציה עם האנדרטאות באמצעות מכשירים ניידים. הסטודנטים בקורס יישמו את עקרונות החשיבה העיצובית, שיטה חדשנית וזריזה שהניבה תוצאות מעניינות, כפי שמשתקף בתגובות של סטודנטים ווטרנים לאפליקציות.

מילות מפתח: חוויית מורשת תרבותית, מציאות רבודה, חשיבה עיצובית, מחשוב ממוקד-אדם

### מבוא

מציאות רבודה (AR) הפכה לכלי רב-עוצמה להעשרת חוויית המבקרים באתרי מורשת תרבותית, כולל אנדרטאות ואתרי הנצחה מלחמתיים. באמצעות הטמעת מידע דיגיטלי בעולם הפיזי, AR יכולה לספק דרך חווייתית ואינטראקטיבית ללמוד על אירועים היסטוריים, הקרבה וסיפורים הקשורים לאתרים אלה. יישום מציאות רבודה באנדרטאות מלחמה מתמודד עם אתגרים כמו הבטחת תוכן מכבד ומדויק, שיתוף פעולה עם בעלי עניין, והסתגלות לשינויים בסביבה הפיזית לאורך זמן. מפתחים חייבים לחקור בקפידה תיעוד היסטורי כדי להתאים את חוויות ה-AR לתנאים המקוריים תוך כיבוד זכרם של הנפלים.

מציאות רבודה לאנדרטאות מלחמה

תכונה מרכזית של AR היא יצירת סיורים וירטואליים או חוויות מודרכות, המאפשרות למבקרים לקבל מידע נוסף, תוכן מולטימדיה, או הדמיות של אירועים היסטוריים על ידי הפניית המכשירים שלהם למיקומים או מוצגים ספציפיים. זה יכול לכלול שחזורים וירטואליים של קרבות, עדויות אישיות מחיילים, או הסברים מפורטים על משמעות האנדרטה וסמליה. AR יכולה גם לשמש להנפשת פסלים או להצגת פרטים ביוגרפיים של אנשים המיוצגים באנדרטה, ובכך ליצור קשר עמוק יותר עם ההיסטוריה וההקרה המיוצגים. תכונה מרכזית נוספת היא הוספת חומרים נוספים, כגון תרגום ופונקציונליות מדריך אודיו, המבטיחה תקשורת יעילה לקהל גלובלי.

#### חשיבה עיצובית

חשיבה עיצובית (Brown 2011), גישה לפתרון בעיות ממוקדת-אדם, יכולה להיות מיושמת ליצירת אנדרטאות מלחמה משמעותיות ובעלות השפעה. התהליך האיטרטיבי כולל מספר שלבים מרכזיים: אמפתיה, הגדרה, רעיונאות, אבטיפוס, ובדיקה. בשלב האמפתיה, מעצבים מנסים להבין את נקודות המבט, הרגשות והצרכים של בעלי עניין שונים באמצעות ראיונות, תצפיות ותובנות מומחים. שלב ההגדרה מסנתז תובנות אלה כדי לנסח את אתגר העיצוב. במהלך שלב הרעיונאות, מעצבים מייצרים פתרונות פוטנציאליים באמצעות סיעור מוחות ותרגילים יצירתיים, ובוחנים רעיונות לא שגרתיים כמו אלמנטים אינטראקטיביים או חוויות מולטימדיה. שלב האבטיפוס כולל יצירת ייצוגים של הרעיונות המבטיחים ביותר לקבלת משוב מהיר ואיטרציה. לבסוף, שלב הבדיקה מיישם ומעריך את העיצוב הסופי, אוסף משוב להמשך שיפורים.

#### שיטה

בהסתמך על מחקר שהראה כי טכנולוגיות AR בשלות מספיק לסטנדרטיזציה לשימוש באתרי מורשת תרבותית, תוכנן קורס לסטודנטים להנדסת תוכנה בשנה הרביעית והאחרונה ללימודיהם. כל צוות סטודנטים קיבל את המשימה לפתח אפליקציית AR, המציגה למבקרים את פרטי הקרב שהתרחש, תוך הצגת אובייקטי AR בתלת-ממד, באמצעות הטלפון הנייד האישי. המטרה העיקרית של כל אפליקציה הייתה לאפשר למבקרים לחזור בזמן לחלק מהקרבות ההיסטוריים והסמליים של אוקטובר 1973. כחלק מהפרויקט, התוכנית הייתה להטמיע ברקודים במספר אתרי מורשת, אותם ניתן לסרוק ולצפות בטלפון הנייד באזורים המתוארים בקרב.



## תרשים 1. מהלך הקורס

תהליך פיתוח אפליקציית ה-AR כלל חשיבה עיצובית, סיור באתרים היסטוריים, וסדנת Unity. הסטודנטים התחלקו ל-5 קבוצות, כשכל קבוצה עבדה על אנדרטה שונה. הם תרגלו חשיבה עיצובית ותכנות Unity. בשלב האמפתי, הקבוצות חקרו את הקרבות באמצעות חומרים זמינים. במהלך הרעיונות, הם בחרו תרחיש קרב ספציפי, בחרו אובייקטים מרכזיים, ובנו מפה מונפשת. הסיור ברמת הגולן אפשר להם להתאים את סצנות ה-AR למציאות הנוכחית, תוך התחשבות בסביבה העכשווית של האנדרטה והתאמת התוכן תוך שמירה על דיוק היסטורי. זה הדגיש את חשיבות המחקר היסודי, ביקורי האתר, והגמישות.



## תרשים 2. תוצרי האפליקציות בקורס

### ממצאים ודיון

תהליך החשיבה העיצובית הנחה את הסטודנטים וסייע להם בקבלת החלטות שיצרו מסגרת לאפליקציית ה-AR, הנחו את מאמצי הפיתוח והבטיחו מוצר סופי ממוקד ולכיד. על ידי יישום עקרונות חשיבה עיצובית ושיקולי חוויית משתמש, הקשר היסטורי ודרישות טכניות, הסטודנטים קיבלו החלטות מושכלות שתרמו להצלחת הפרויקט. אחת הקבוצות השתמשה בתרחיש הקרב לפיתוח משחק AR, בהתאם להיבטי עיצוב משחקים שנלמדו בכיתה, בו המבקר יכול להשתתף באופן פעיל בסצנה מפורסמת בקרב המודגם.

הסטודנטים שיתפו פעולה בהצלחה באמצעות מדיה חברתית וכלים דיגיטליים, שיתפו משאבים וידע. הם הציגו אבטיפוסים, השלימו סקר, והביעו שביעות רצון מהקורס, ציינו שתרגול חשיבה עיצובית העמיק את הבנתם ומוטיבציה שלהם, כאשר סטודנט אחד אף שקל ללמוד AR לעומק. הסטודנטים הסכימו שהמוצרים שלהם יפורסמו בזירות שונות. שאלנו גם את הוותיקים על החוויה של סיפור הסיפור שלהם ותרומתם לפיתוח: "יש ערך רב בשילוב טכנולוגיית מציאות רבודה כאמצעי להמחשת חוויות העבר, לצעירים וכן למבוגרים. העובדה שגם סטודנטים ערבים לקחו חלק בפרויקט, שעסקו בנושא שלכאורה ניתן היה לצפות שיבחרו שלא לעסוק בו - מלחמות ישראל, אינה מובנת מאליה וראויה להערכה."

### מקורות

Bekele, M. K., Pierdicca, R., Frontoni, E., Malinverni, E. S., & Gain, J. (2018). A survey of augmented, virtual, and mixed reality for cultural heritage. *Journal on Computing and Cultural Heritage (JOCCH)*, 11(2), 1-36.

Brown, T. (2008). Design thinking. *Harvard Business Review*, 86(6), 84-92.

Brown, T., & Katz, B. (2011). Change by design. *Journal of Product Innovation Management*, 28(3), 381-383.

Gibbons, S. (2016). Design thinking 101. Nielsen Norman Group.

Lee, H. K., & Park, J. E. (2021). Designing a new empathy-oriented prototyping toolkit for the design thinking process: creativity and design sensibility. *International Journal of Art & Design Education*, 40(2), 324-341.

Liedtka, J. (2018). Why design thinking works. *Harvard Business Review*, 96(5), 72-79.

- Paliokas, I., & Sylaiou, S. (2016). The use of augmented reality in museums: A case study in the archaeological museum of Tripoli. *International Journal of Computer Applications*, 150(7), 1-8.
- Tscheu, F., & Buhalis, D. (2016). Augmented reality at cultural heritage sites. In *Information and Communication Technologies in Tourism 2016* (pp. 607-619). Springer, Cham.
- Unkelos-Shpigel, N. (2016). Ace That Game: Educating Students to Gamified Design Thinking. In *STPIS@CAiSE* (pp. 75-82).
- Younes, G., Asmar, D., Chollet, J., Jones, G., Brill, H., Zribi, M., & Elhajj, I. H. (2017). Virtual and augmented reality for rich interaction with cultural heritage sites: A case study from the Roman Theater at Byblos. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*.



## השימוש ביישומי בינה מלאכותית יוצרת: תפיסת המולטי-מודאליות

מור דשן, נועה אהרוני – אוניברסיטת בר אילן

# השימוש ביישומי בינה מלאכותית יוצרת: תפיסת המולטי-מודאליות

נועה אהרני<sup>2</sup>  
<sup>2</sup> אוניברסיטת בר אילן

מור דשן<sup>2 1</sup>  
<sup>1</sup> המכללה האקדמית רמת גן

## תקציר

מחקר זה מבקש לבחון מהם המאפיינים הקשורים לתפיסת המולטי-מודאליות ביישומי בינה מלאכותית יוצרת (GenAI).

מולטי-מודאליות הינה טווח הפעילויות שבהן עוסקים המשתמשים, בדגש על שילוב של מדיה ויישומים. טווח הפעילויות כולל גיוון במטרות השימוש בבינה מלאכותית (AI, למשל: עבודה, לימודים, פנאי); גיוון סוג יישומי ה-AI שבשימוש (למשל: ChatGPT, Gemini, CoPilot); וגיוון סוג התוצרים המופקים (למשל: טקסט, תמונות, קוד, וידאו). שימוש מגוון ורחב המיישם מולטי-מודאליות ממצה את הפוטנציאל של יישומי GenAI ותורם להתפתחות המקצועית של המשתמשים.

מחקר זה בוחן את הקשר בין תפיסת המולטי-מודאליות ביישומי GenAI, כדוגמת ChatGPT, ובין מגוון משתנים: מדדי אימוץ טכנולוגיות AI (מוטיבציה נהנתנית, השפעה חברתית, תוחלת המאמץ, רמת הביצוע המצופה, ורגשות חיוביים); מסוגלות עצמית באוריינות מידע; ופתיחות להתנסויות חדשות.

178 מבוגרים אשר עושים שימוש ביישומי GenAI, ענו על סקר מקוון כמותי אנונימי. ממצאי המחקר מראים קשר חיובי בין תפיסת המולטי-מודאליות ובין מסוגלות עצמית באוריינות מידע, פתיחות להתנסויות חדשות, השפעה חברתית ורגשות חיוביים. קשר שלילי נמצא בין מולטי-מודאליות ובין רמת המאמץ הצפויה. לא נמצא קשר עם מוטיבציה נהנתנית ותוחלת ביצועים.

ממצאי המחקר מאפשרים להבין את הגורמים הקשורים לתפיסת המולטי-מודאליות ב-GenAI, ובכך מספקים לאנשי הדרכה וקובעי מדיניות תובנות מעשיות לתכנון תוכניות הטמעה אפקטיביות.

**מילות מפתח:** בינה מלאכותית יוצרת (GenAI); מדדי אימוץ טכנולוגיות בינה מלאכותית (AIDUA); מוטיבציה נהנתנית; השפעה חברתית; רגשות חיוביים; מסוגלות עצמית באוריינות מידע; פתיחות להתנסויות חדשות.

## מבוא

מאז סוף 2022 חלה עלייה דרמטית בנגישות של כלי בינה מלאכותית יצריתית (Generative Artificial Intelligence – GenAI) לקהל הרחב, ורבים התנסו בעבודה עם יישומי GenAI דוגמת ChatGPT. עם זאת, המעבר לשימוש מעמיק ואפקטיבי שמניב תועלת ממשית במגוון תחומים עדיין מהווה אתגר משמעותי, ודורש הכוונה, הטמעה ובניית תוכניות הדרכה.

שימוש במגוון יישומי GenAI ולמטרות שונות מאפשר למשתמש להעמיק את הבנתו, לפתח מיומנויות מגוונות ולהפיק תועלת מרבית מהבינה המלאכותית. לכן, מדידת השימוש בבינה מלאכותית צריכה להתמקד בעיקר במגוון אופני השימוש ולאפשר הבנה מעמיקה יותר של אופן האימוץ הטכנולוגי, זיהוי פערים בין קבוצות אוכלוסייה שונות וקבלת תמונה מלאה יותר של השתלבות יישומי GenAI בחיי היום-יום (Leukel et al., 2023). אחת השיטות למדידת שימוש מגוון בסביבה טכנולוגית היא תפיסת המולטי-מודאליות בשימוש (multimodality of usage), אשר פותחה על ידי ווי (Wei, 2012) בהקשר לסביבת האינטרנט. מולטי-מודאליות הינה טווח או רוחב הפעילויות המקוונות שבהן עוסקים המשתמשים, בדגש על מספר סוגי הפעילויות המקוונות השונות ובעיקר שילוב של מדיה ויישומים. בהקשר ליישומי GenAI, תפיסת המולטי-מודאליות מתייחסת לשימוש במגוון רחב של מטרות, יישומים ותוצרים:

- (1) גיוון במטרות השימוש ב- AI (למשל: עבודה, לימודים, פנאי);
  - (2) גיוון סוג יישומי ה- AI שבשימוש (למשל: ChatGPT, Gemini, CoPilot);
  - (3) גיוון סוג התוצרים המופקים (למשל: טקסט, תמונות, קוד, וידאו).
- ההנחה הרווחת במחקר זה היא כי שימוש ספציפי וצר – לעומת שימוש מגוון ורחב המיישם מולטי-מודאליות – אינו ממצה את הפוטנציאל המלא של יישומי הבינה המלאכותית.

מחקר זה מבקש לבדוק מהם המשתנים שעשויים להיות קשורים למולטי-מודאליות השימוש ב-GenAI, כגון מדדים הקשורים לאימוץ טכנולוגיות בינה מלאכותית – מוטיבציה נהנתנית (Hedonic motivation), השפעה חברתית (Social influence), רמת המאמץ הצפויה (Effort expectancy), רמת הביצוע המצופה (Performance Expectancy) ורגשות חיוביים (Positive emotions). המחקר בוחן גם את הקשר בין מולטי-מודאליות ובין מסוגלות עצמית באוריינות מידע (Information Literacy Self Efficacy) ופתיחות להתנסויות חדשות (Openness). (ILSE -)

חשיבות המחקר נובעת מכך שיישומי GenAI הם תופעה חדשה ועכשווית, וכדי לנצל אותם במלואם יש להבין את הגורמים הקשורים עם שימוש מגוון. ההבנה עשויה לסייע בבניית תוכניות זיהוי חסמים ופיתוח אסטרטגיות להטמעה מוצלחת. לאור ההשפעה העמוקה של יישומי GenAI בתחומים רבים, לצד מיעוט המחקר בנושא, לתובנות הנגזרות מניתוח דפוסי מולטי-מודאליות עשויה להיות חשיבות רבה, תיאורטית ומעשית.

## עמדות כלפי אימוץ טכנולוגיות AI

במהלך השנים הוצגו מספר מודלים למדידת עמדות משתמשים כלפי טכנולוגיות מתפתחות ונכונותם להשתמש בהן (Venkatesh et al., 2003, 2012). כדי להתמודד עם המאפיינים הייחודיים של אימוץ טכנולוגיות AI עודכנו המודלים הקודמים ופותח מדד אימוץ טכנולוגיות בינה מלאכותית (The Artificially Intelligent Device Use Acceptance – AIDUA; Gursoy et al., 2019).

מחקרים אשר בחנו את הנכונות לאמץ טכנולוגיות AI באמצעות מדד זה, מדדו בין השאר נכונות של מנהלים לאמץ כלי AI לקבלת החלטות (למשל Cao et al., 2021), נכונות של ספרנים לאמץ שירותי AI

(Andrews et al., 2021) ונכונות של סטודנטים להשתמש ב-ChatGPT (Strzelecki, 2023). במחקר זה נשתמש במדד AIDUA כדי לבחון את הקשרים בין העמדות כלפי אימוץ טכנולוגיות AI ובין המולטי-מודאליות של השימוש בהן. המחקר משתמש בחמישה תתי-סולמות של שאלון AUIDA, שנבחרו לאור הקשר המובהק שלהם עם אימוץ טכנולוגיות אחרות. להלן פירוט המשתנים:

1. **מוטיבציה נהנתנית** – מתייחסת להנאה שאנשים מפיקים מהאינטראקציה שלהם עם טכנולוגיה, וקשורה לאימוצה (Gursoy et al., 2019).
2. **השפעה חברתית** – מייצגת את השיקול של האנשים לגבי תפיסות של אחרים על השימוש או האי-שימוש שלהם בטכנולוגיה. אנשים נוטים לאמץ טכנולוגיות המועדפות במעגלים החברתיים שלהם (Venkatesh et al., 2003).
3. **רמת המאמץ הצפויה** – מתייחסת למידת ההשקעה בעיסוק בטכנולוגיה שאנשים מאמינים שתידרש מהם כדי שיוכלו להשיג את היתרונות שלה (Chatterjee & Bhattacharjee, 2000; Venkatesh & Davis, 2020).
4. **רמת הביצוע המצופה** – מייצגת את הציפייה ליתרונות וליעילות טכנולוגיים. מדד זה משקף את המידה שבה אנשים צופים שהטכנולוגיה תשפר את ביצועי העבודה שלהם. זהו גורם מכריע בגיבוש כוונות וגישות התנהגותיות (Cao et al., 2021).
5. **רגשות חיוביים כלפי הטכנולוגיה** – מתייחסים להתרגשות והאוויר אשר תורמים ליצירת עמדות חיוביות כלפי טכנולוגיה, לעומת רגשות שליליים כמו פחד וחרדה אשר תורמים לעמדות שליליות כלפיה (Watson & Spence, 2007).

### תחושת מסוגלות עצמית באוריינות מידע

אוריינות מידע מוגדרת כיכולת לזהות מתי יש צורך במידע, היכולת לאתר את המידע, להעריך אותו ולהשתמש בו ביעילות (American Library Association, 1989). תפיסה זו כוללת מגוון מיומנויות חינוכיות לעיסוק בפתרון בעיות יעיל בעולם מורכב ועשיר במידע, כמו חשיבה ביקורתית ולמידה לאורך החיים (Spisak, 2023). מחקר של ג'אנג ועמיתיו (Jang et al., 2021) הצביע על כך שרמות גבוהות יותר של אוריינות מידע קשורות לרמות גבוהות של מוטיבציה נהנתנית, רמת מאמץ צפויה ורמת ביצוע מצופה. עם זאת, עוצמת הקשרים הללו עשויה להיות שונה בין מסגרות תרבותיות שונות.

מסוגלות עצמית (Self efficacy) היא האמונה של הפרט ביכולתו להצליח במשימות ספציפיות. היא קשורה לגישתו של האדם לאתגרים, מוטיבציה וביצועים, כאשר מסוגלות עצמית גבוהה יותר מובילה לראיית קשיים כהזדמנויות לצמיחה (Bandura, 1982, 1993). מחקרים קודמים אשר עסקו במסוגלות עצמית בהקשר של אוריינות מידע, הצביעו על כך שתחושת מסוגלות עצמית נמוכה עלולה לעכב את המשתמשים במשימות אוריינות מידע (Kurbanoglu, 2003; Kurbanoglu et al., 2006). כמו כן, מחקר קודם מצא קשר חיובי בין מסוגלות עצמית באוריינות מידע ובין פתיחות להתנסויות חדשות (Aharony & Gazit, 2020). מחקר שנערך לאחרונה מצביע על כך שהמשתמשים לוקים בהערכת יתר של תחושת המסוגלות העצמית באוריינות מידע שלהם. למעשה, ככל שתחושת המסוגלות העצמית באוריינות מידע

עולה, גדל גם הפער בין המסוגלות העצמית לביצועים (Spisak, 2023). המחקר הנוכחי יחקור את המתאם בין מולטי-מודאליות ביישומי AI ובין תחושת מסוגלות עצמית באוריינות מידע, מתוך הנחה שיש קשר בין אוריינות מידע ובין יישומי AI.

### **פתיחות להתנסויות חדשות (Openness to experience)**

הפתיחות להתנסויות חדשות, כפי שהיא מוצגת במסגרת מבחני האישיות של "חמשת הגדולים" (The Big Five; McCrae & Costa, 1988, 1992), מאופיינת בתכונות אופי כגון דמיון, פתיחות תרבותית, סקרנות, מקוריות, פתיחות מחשבתית, אינטליגנציה ורגישות אמנותית (Barrick & Mount, 1991). מחקרים קודמים מצאו קשר בין פתיחות להתנסויות חדשות ובין קבלה של טכנולוגיות חדשות (Seibert et al., 2021). פתיחות להתנסויות חדשות נמצאה כמנבא של שימוש במגוון טכנולוגיות מתפתחות, כמו רשת האינטרנט (McElroy et al., 2007), הרשת החברתית בפייסבוק (Gazit et al., 2020), שימוש ברשתות חברתיות בקרב נשים ואנשים מעל גיל שלושים (Correa et al., 2010), טכנולוגיות מידע (Aharony & Shonfeld, 2015), יכולות אוריינות מידע (Aharony & Gur, 2019), מחשוב ענן (Aharony, 2015a) וספרים אלקטרוניים (Aharony, 2015b). מחקר זה יחקור את הקשר בין פתיחות להתנסויות חדשות ובין מולטי-מודאליות בשימוש ב-GenAI.

מחקר זה מבקש לבחון אם המדדים של אימוץ טכנולוגיות AI, תחושת מסוגלות עצמית באוריינות מידע ופתיחות להתנסויות חדשות קשורים עם מולטי-מודאליות בשימוש ביישומי GenAI, זאת במטרה להגיע להבנה של המסלולים המובילים מאימוץ ראשוני של GenAI לשימוש מעמיק. הבנה כזו עשויה לסייע לבעלי עניין ולמדריכים לזהות חסמים פוטנציאליים לאימוץ הטכנולוגיות, וכך למצוא דרכים להפחית בעיות כמו תסכול או הדרה ולהבטיח שהיתרונות של יישומים מבוססי בינה מלאכותית יהיו נגישים לקהל רחב יותר.

### **שיטת המחקר**

#### **אוכלוסיית המחקר**

178 מבוגרים המייצגים את אוכלוסיית ישראל הבוגרת ומשתמשים ביישומי GenAI ענו על שאלון כמותי שהופץ באמצעות פאנל צרכנים מקוון (ipanel). לפני מענה על הסקר התקבלה הסכמה מדעת מכל משתתף. הסקר היה אנונימי ולא נאספו פרטי זיהוי אישיים. הגיל הממוצע של המשיבים הוא 36.57 שנים וסטיית התקן 13.08 שנים. מבין העונים על הסקר 88 (49.4%) גברים ו-90 (50.6%) נשים. מרבית המשיבים בעלי השכלה אקדמית (n=134, 75.2%).

## כלי המחקר

**שאלון מולטי-מודאליות בשימוש ביישומי GenAI** – על מנת למדוד את רחב השימוש ביישומי ה-GenAI, בהתאם לתיאוריה של ווי (Wei, 2012), נבחנו שלושה משתנים: (1) מטרות השימוש בבינה מלאכותית; (2) פלטפורמות הבינה המלאכותית המועדפות; (3) מוצרי הבינה המלאכותית המועדפים. המשתתפים יכלו לבחור מספר מטרות, פלטפורמות ותוצרים. חישבנו משתנה אשר סיכם את מספר האפשרויות שנבחרו – מינימום 2 ומקסימום 13. כל אחד מהמשתתפים קיבל ציון ששיקף את עומק השימוש שלהם ב-GenAI, החל משימוש ספציפי מצומצם ועד שימוש מגוון ולא רק למטרה, פלטפורמה או תוצר ספציפי אחד.

**שאלון אימוץ טכנולוגיות AI (AIDUA)** – שאלון שפיתחו גורסי ועמיתיו (Gursoy et al., 2019). הפריטים בשאלון זה נמדדו בסולם ליקרט בן 5 דרגות (1 – במידה נמוכה מאוד; 5 – במידה גבוהה מאוד). הסעיף המשמש להערכת הרגשות כלפי AI נמדד באמצעות סולם דו-קוטבי בן 5 דרגות (למשל 1 – מוטרד; 5 – שבע רצון). השאלון כלל חמישה תתי-שאלונים כדלקמן: (1) מוטיבציה נהנתנית, ובו חמישה פריטים ( $\alpha=.87$ ); (2) השפעה חברתית, ובו שישה פריטים ( $\alpha=.887$ ); (3) רמת המאמץ הצפויה, עם שלושה פריטים ( $\alpha=.83$ ); (4) רמת הביצוע המצופה, ובו ארבעה פריטים ( $\alpha=.87$ ); (5) רגשות חיוביים, ובו חמישה פריטים ( $\alpha=.87$ ).

**שאלון מסוגלות עצמית באוריינות מידע** – שאלון שפיתחו קורבנוגלו ועמיתיו (Kurbanoglu et al., 2006) להערכת מסוגלות עצמית בתחום אוריינות מידע. הפריטים בשאלון זה נמדדו בסולם ליקרט בן 7 דרגות (1 – במידה נמוכה מאוד; 7 – במידה גבוהה מאוד). השאלון כולל 26 פריטים ( $\alpha=.97$ ).

**שאלון פתיחות** – השאלון לקוח מתוך שאלון האישיות חמשת הגדולים (The Big Five), שפותח על ידי ג'ון וסריבסטבה (John & Srivastava, 1999). הפריטים בשאלון זה נמדדו בסולם ליקרט בן 5 דרגות (1 – במידה נמוכה מאוד; 5 – במידה גבוהה מאוד). השאלון כולל 10 פריטים ( $\alpha=.77$ ).

## ממצאים ודין

מבחינת המולטי-מודאליות בשימוש ביישומי GenAI, המשתמשים הציגו מגוון רחב של שימושים כאשר ממוצע המולטי-מודאליות עמד על 5–6 לכל משתתף ( $M=5.58$ ,  $SD=.37$ ). מטרות השימוש העיקריות ביישומי GenAI הן סקרנות (59.5%), פנאי (55.6%) וידע כללי (51.1%). פלטפורמת הבינה המלאכותית הנפוצה ביותר היא ChatGPT (97.2%), והבאות בתור – Gemini Google (24.1%) ו-Microsoft CoPilot (17.7%) – משתרכות הרחק מאחור. תוצר טקסט הוא תוצר AI המופק ביותר (91.0%). עם זאת, יש עניין בתוצרים אחרים כמו תמונות (33.7%), מצגות (17.9%) ותוצרים יצירתיים כמו עיצובים (12.3%).

על מנת לבדוק את הקשרים בין משתני המחקר, חושבו מתאמי פירסון. הממצאים מוצגים בטבלה 1.

טבלה 1: מתאמי פירסון בין משתני המחקר

| המשתנה                         | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6     | 7     |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
| 1 מסוגלות עצמית באוריינות מידע | -      |        |        |        |        |       |       |
| 2 פתיחות להתנסויות חדשות       | .43*** | -      |        |        |        |       |       |
| 3 מוטיבציה נהנתנית             | .17*   | .33*** | -      |        |        |       |       |
| 4 השפעה חברתית                 | .17*   | .21**  | .24**  | -      |        |       |       |
| 5 רמת המאמץ הצפויה             | .08    | .11    | .53*** | -.01   | -      |       |       |
| 6 רמת הביצוע המצופה            | .07    | .08    | .57*** | .38*** | .43*** | -     |       |
| 7 רגשות חיוביים                | .18*   | .24**  | .22**  | .33*** | -.05   | .21** | -     |
| 8 עומק השימוש ביישומי GenAI    | .27*** | .22**  | .09    | .31*** | -.20** | -.02  | .23** |

\* $p < .05$ . \*\* $p < .01$ . \*\*\* $p < .001$ .

ניתוח הממצאים מעלה תמונה מעניינת ומורכבת לגבי הגורמים הקשורים על מולטי-מודאליות בשימוש ביישומי GenAI. מולטי-מודאליות בשימוש מושפעת ממספר גורמים, כאשר ההשפעה החברתית מראה את הקשר החזק ביותר. משמעות הדבר היא שהסביבה החברתית של המשתמש, הכוללת עמיתים, מנהלים ובעלי השפעה, משחקת תפקיד משמעותי בקביעת מידת ההעמקה של המשתמש בחקירת יישומי GenAI והפעלתם. ממצא זה מדגיש את החשיבות של יצירת אווירה ארגונית תומכת ומעודדת לשימוש ביישומי GenAI.

המסוגלות העצמית באוריינות מידע מציגה גם היא קשר חיובי משמעותי עם המולטי-מודאליות בשימוש. ממצא זה מעיד על כך שככל שאדם בטוח יותר ביכולתו להתמודד עם מידע, כך הוא נוטה להעמיק את השימוש ביישומי GenAI. נראה כי תחושת המסוגלות מאפשרת למשתמשים לחקור פונקציות מתקדמות יותר ולהתמודד עם אתגרים מורכבים יותר ביישומי GenAI.

כמו כן נמצאו קשרים חיוביים בין רגשות חיוביים כלפי GenAI והפתיחות להתנסויות חדשות לבין עומק השימוש. יש בכך כדי להדגיש את החשיבות ביצירת חוויית משתמש חיובית ואת היתרון שיש לאנשים הנוטים לסקרנות וחדשנות.

רמת המאמץ הצפויה מציגה קשר שלילי עם מולטי-מודאליות השימוש. ממצא זה מרמז על כך שכאשר אנשים מצפים שהשימוש ביישומי GenAI ידרוש מהם מאמץ רב, הם נוטים להימנע מחקירה מעמיקה של הטכנולוגיה. זוהי נקודה חשובה המדגישה את הצורך בהדרכה והנחיה ידידותית למשתמשים, שיכולה להפחית את תפיסת רמת המאמץ הצפויה.

מעניין במיוחד לבחון את המשתנים שלא נמצאו קשורים באופן מובהק למולטי-מודאליות השימוש – רמת הביצוע המצופה ומוטיבציה נהנתנית. ייתכן שפירוש הדבר שמולטי-מודאליות מונעת יותר מגורמים חיצוניים (כמו השפעה חברתית) ומתחושת מסוגלות, מאשר מציפיות לתועלת או הנאה. ממצא זה הוא ראשוני ודורש בחינה נוספת במחקרים הבאים.

ההשלכות היישומיות של ממצאים אלו מצביעות על הצורך בהסתכלות רחבה בכל מה שקשור לעידוד השימוש המעמיק ביישומי GenAI. גישה כזו צריכה לכלול טיפוח סביבה חברתית תומכת, חיזוק תחושת המסוגלות העצמית של המשתמשים, הפחתת תפיסת המאמץ הנדרש ויצירת חווית משתמש חיובית.

ממצאים נוספים מצביעים על כך שרגשות חיוביים כלפי AI קשורים עם מרבית המשתנים: מסוגלות עצמית, פתיחות, מוטיבציה נהנתנית, השפעה חברתית ורמת הביצוע המצופה. משמעות הממצאים היא שרגשות חיוביים קשורים למגוון רחב של היבטים הנוגעים בעמדות ותפיסות של המשתמשים. ממצאים אלה מדגישים את החשיבות של יצירת חוויה רגשית חיובית בתהליכי הטמעה של יישומי GenAI.

נוסף לכך, השפעה חברתית מציגה קשרים חיוביים מובהקים עם כל המשתנים למעט רמת המאמץ הצפויה. המשמעות היא שהסביבה החברתית משחקת תפקיד משמעותי בכל ההיבטים של אימוץ יישומי GenAI – מהתחושות האישיות של המשתמש ועד להתנהגות בפועל. ממצא זה מדגיש את החשיבות של יצירת אווירה חברתית תומכת וחיובית סביב השימוש ביישומי GenAI.

קשרים חזקים במיוחד נמצאו בין מוטיבציה נהנתנית, רמת המאמץ הצפויה ורמת הביצוע המצופה. ניתן להעריך שתחושת ההנאה המלווה את השימוש ביישומי GenAI מעודדת את המשתמשים להשקיע יותר מאמץ בטכנולוגיה החדשה, כאשר ההנאה עצמה מפחיתה את תחושת הקושי הנדרש ומחזקת את ההכרה בתרומה ובשימושיות של הטכנולוגיה. כך נוצרת דינמיקה משולשת שבה ההנאה מגבירה את המוטיבציה להשקיע מאמץ, המאמץ המושקע מוביל לביצוע טוב יותר ושימוש מועיל יותר והשימוש המוגבר מעצים את חווית ההנאה. המאפיינים הייחודיים של יישומי GenAI – משוב מיידי וחווית הצלחה בכל שימוש – מחזקים את מעגל ההנאה-מאמץ-ביצוע. ממצא זה מדגיש את החשיבות של עיצוב חוויה ראשונית מהנה ומספקת, באמצעות הצגת משימות פשוטות המניבות תוצאות מהירות ומרשימות תוך יצירת סביבה המטפחת את המעגל החיובי של הנאה-מאמץ-ביצוע והסרת חסמים ראשוניים.

## מסקנות

מחקר זה מספק תובנות ראשוניות חשובות לגבי המשתנים הקשורים להתפתחות של משתמשי יישומי בינה מלאכותית והמעבר משימוש ראשוני ממוקד וספציפי לשימוש מולטי-מודאלי. ההשלכות של ממצאים אלה מציעות תובנות מעשיות למפתחים, מחנכים וקובעי מדיניות שמטרתם לטפח אימוץ כוללני של טכנולוגיות AI מתפתחות.

ממצאי מחקר זה מצביעים על מאפיינים אשר עשויים להיות קשורים עם מולטי-מודאליות ב-GenAI, ומתוך כך להמליץ על כיווני פעולה אפשריים עבור מי שמבקש להעמיק את השימוש ביישומי AI.

ראשית, יש לעודד תרבות ארגונית המטפחת למידה מתמשכת, שבה שימוש ביישומי בינה מלאכותית נתפס כחלק אינטגרלי מהתפתחות מקצועית ואישית לאורך החיים. מערכות אלו צריכות להתחשב בשונות בין המשתמשים מבחינת רמת הפתיחות להתנסויות חדשות ולספק מסלולי למידה מותאמים אישית. בהקשר זה, יש לפתח מסגרות למידה גמישות המאפשרות למשתמשים להתקדם בקצב שלהם, תוך התאמה לצרכים האישיים של כל אחד ואחת.

שנית, בהתחשב בקשר החזק שנמצא בין השפעה חברתית ובין מולטי-מודאליות השימוש, מומלץ ליצור קהילות למידה שבהן משתמשים יכולים לשתף מידע וידע, להתייעץ ולתמוך זה בזה לאורך זמן. קהילות אלו יכולות לשמש כמרחב בטוח להתנסות, טעייה ולמידה, תוך חיזוק תחושת המסוגלות העצמית והפחתת החששות מהמאמץ הנדרש.

לבסוף, לאור הקשר בין מסוגלות עצמית באוריינות מידע ובין מולטי-מודאליות השימוש, יש לפתח תוכניות המדגישות את הקשר בין אוריינות מידע לבין למידה לאורך החיים. תוכניות אלו צריכות לכלול לא רק הקניית מיומנויות טכניות, אלא גם פיתוח יכולות מטה-קוגניטיביות המאפשרות למשתמשים להתאים את אסטרטגיות הלמידה שלהם, וכך להמשיך לפתח את יכולותיהם לאורך זמן.

## מקורות

- Aharony, N. (2015a). An exploratory study on factors affecting the adoption of cloud computing by information professionals. *The Electronic Library*, 33(2), 308-323. <https://doi.org/10.1108/EL-09-2013-0163>
- Aharony, N. (2015b). Factors affecting the adoption of e-books by information professionals. *Journal of Librarianship & Information Science*, 47(2), 131-144. <https://doi.org/10.1177/096100061453212>
- Aharony, N., & Gazit, T. (2020). Students' information literacy self-efficacy: An exploratory study. *Journal of Librarianship & Information Science*, 52(1), 224-236. <https://doi.org/10.1177/0961000618790312>
- Aharony, N., & Gur, H. (2019). The relationships between personality, perceptual, cognitive & technological variables & students' level of information literacy. *Journal of Librarianship & Information Science*, 51(2), 527-544. <https://doi.org/10.1177/096100061774245>
- Aharony, N., & Shonfeld, M. (2015). ICT use: Educational technology & library & information science students perspectives-an exploratory study. *Interdisciplinary Journal of e-Skills & Life Long Learning*, 11, 191-207. <https://doi.org/10.28945/2323>
- American Library Association (1989). *American Library Association presidential committee on information literacy*. <https://www.ala.org/acrl/publications/whitepapers/presidential>
- Andrews, J. E., Ward, H., and Yoon, J. (2021). UTAUT as a model for understanding intention to adopt AI and related technologies among librarians. *The Journal of Academic Librarianship*, 47(6), 102437. <https://doi.org/10.1016/j.acalib.2021.102437>
- Bandura, A. (1982). Self-efficacy mechanism in human agency. *American Psychologist*, 37(2), 122-147. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.37.2.122>
- Bandura, A. (1993). Perceived self-efficacy in cognitive development & functioning. *Educational psychologist*, 28(2), 117-148. [https://doi.org/10.1207/s15326985ep2802\\_3](https://doi.org/10.1207/s15326985ep2802_3)
- Barrick, M. R., & Mount, M. K. (1991). The big five personality dimensions & job performance: A meta-analysis. *Personnel Psychology*, 44(1), 1-26. <https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1991.tb00688.x>
- Cao, G., Duan, Y., Edwards, J. S., & Dwivedi, Y. K. (2021). Understanding managers' attitudes & behavioral intentions towards using artificial intelligence for organizational decision-making. *Technovation*, 106, 102312. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2021.102312>

- Chatterjee, S., & Bhattacharjee, K. K. (2020). Adoption of artificial intelligence in higher education: A quantitative analysis using structural equation modelling. *Education & Information Technologies*, 25, 3443–3463. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10159-7>
- Correa, T., Hinsley, A. W., & De Zuniga, H. G. (2010). Who interacts on the Web?: The intersection of users' personality & social media use. *Computers in human behavior*, 26(2), 247-253. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2009.09.003>
- Gazit, T., Aharony, N., & Amichai-Hamburger, Y. (2020). Tell me who you are & I will tell you which SNS you use: SNSs participation. *Online Information Review*, 44(1), 139-161. <https://doi.org/10.1108/OIR-03-2019-0076>
- Gursoy, D., Chi, O. H., Lu, L., & Nunkoo, R. (2019). Consumers' acceptance of artificially intelligent (AI) device use in service delivery. *International Journal of Information Management*, 49, 157-169. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.03.008>
- Jang, M., Aavakare, M., Nikou, S., & Kim, S. (2021). The impact of literacy on intention to use digital technology for learning: A comparative study of Korea & Finland. *Telecommunications Policy*, 45(7), 102154. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2021.102154>
- John, O. P., & Srivastava S. (1999). The Big Five trait taxonomy: History, measurement, & theoretical perspectives. In: L. A Pervin & O. P. John (Eds.), *Handbook of personality: Theory & research* (Vol. 2, pp. 102–138). Guilford Press.
- Kurbanoglu, S. (2003). Self-efficacy: A concept closely linked to information literacy & lifelong learning. *Journal of Documentation*, 59(6), 635–646. <https://doi.org/10.1108/00220410310506295>
- Kurbanoglu, S., Akkoyunlu, B., & Umay, A. (2006). Developing the information literacy self-efficacy scale. *Journal of Documentation*, 62(6), 730-743. <https://doi.org/10.1108/00220410610714949>
- Leukel, J., Schehl, B., & Sugumaran, V. (2023). Digital inequality among older adults: Explaining differences in the breadth of Internet use. *Information, Communication & Society*, 26(1), 139-154. <https://doi.org/10.1080/1369118X.2021.1942951>
- McCrae, R. R., & Costa Jr, P. T. (1988). Do parental influences matter? A reply to Halverson. *Journal of Personality*, 56(2), 445–449. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6494.1988.tb00896.x>
- McCrae, R. R., & Costa Jr, P. T. (1992). Discriminant validity of NEO-PIR facet scales. *Educational & psychological measurement*, 52(1), 229–237. <https://doi.org/10.1177/001316449205200128>
- McElroy, J. C., Hendrickson, A. R., Townsend, A. M., & DeMarie, S. M. (2007). Dispositional factors in Internet use: Personality versus cognitive style. *MIS Quarterly*, 31(4), 809–820.
- Seibert, D., Godulla, A., & Wolf, C. (2021). Understanding how personality affects the acceptance of technology: A literature review. *Media & Communication*, 1-24.
- Spisak, J. R. (2023). Information literacy self-efficacy versus performance: Secondary students. *Journal of Librarianship & Information Science*, 55(2), 348-357. <https://doi.org/10.1177/09610006221081847>
- Strzelecki, A. (2023). To use or not to use ChatGPT in higher education? A study of students' acceptance & use of technology. *Interactive Learning Environments*, 1–14. <https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2209881>
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management Science*, 46(2), 186–204. <https://doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926>

- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425-478. <https://doi.org/10.2307/30036540>
- Venkatesh, V., Thong, J. Y., & Xu, X. (2012). Consumer acceptance & use of information technology: Extending the unified theory of acceptance & use of technology. *MIS Quarterly*, 36(1), 157-178.
- Watson, L., & Spence, M. T. (2007). Causes & consequences of emotions on consumer behaviour: A review & integrative cognitive appraisal theory. *European Journal of Marketing*, 41(5/6), 487–511. <https://doi.org/10.1108/03090560710737570>
- Wei, L. (2012). Number matters: The multimodality of Internet use as an indicator of the digital inequalities. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 17(3), 303-318. <https://doi.org/10.1111/j.1083-6101.2012.01578.x>



**גישור על הפער האתי: שילוב בינה מלאכותית ואחריות הלומד בהשכלה**

**הגבוהה**

**יובב עשת – המכללה האקדמית צפת | אסנת רובין – מכללה ירושלים | יצחק**

**טרכטינגוט – מכללת הרצוג**

# גישור על הפער האתי: שילוב בינה מלאכותית ואחריות הלומד בהשכלה הגבוהה

תקציר

מחקר זה בוחן תפיסות של סטודנטים בנוגע לשימוש בבינה מלאכותית במהלך לימודיהם במערכת ההשכלה הגבוהה, תוך התמקדות בהיבטים אתיים וביושרה אקדמית. באמצעות סקר שנערך בקרב 669 סטודנטים ממגוון מוסדות אקדמיים בישראל, נבחנו הקשרים בין תדירות השימוש בבינה מלאכותית לבין עמדות כלפי הפרות של כללים אתיים, כגון גניבה ספרותית ושימוש בתכנים מוגנים בזכויות יוצרים. הממצאים מצביעים על פער משמעותי בין משתמשים קבועים למשתמשים מזדמנים: בעוד שהאחרונים מביעים עמדות מחמירות יותר כלפי הפרות אתיות, המשתמשים הקבועים נוטים לראות פרקטיקות מסוימות כנורמטיביות. כמו כן, נמצא כי אין מתאם בין מחויבות מדווחת לקוד האתי לבין ההתנהלות בפועל בקרב משתמשים תכופים. ממצאים אלו מדגישים את הצורך בפיתוח מדיניות ברורה לשילוב אחראי של בינה מלאכותית בהוראה, תוך מתן דגש על חינוך אתי, שקיפות ואחריות, על מנת לצמצם פערים ולשמר סטנדרטים אקדמיים נאותים.

מילות מפתח: תפיסות הקוד האתי, יושרה אקדמית, הטמעת בינה מלאכותית.

## מבוא

בינה מלאכותית (AI) הפכה לכוח טרנספורמטיבי במגוון תחומים, ובפרט בחינוך (Chima Abimbola et al., 2024). חדירתם ההולכת וגוברת של כלי AI לשימוש ציבורי ממחישה עוד יותר את השפעתם המשמעותית. לצד יתרונותיהם, כלים אלו מעלים גם חסרונות ושיקולים אתיים באקדמיה (Kovari, 2025). כפי שקורה עם כל חידוש טכנולוגי, התפתחויות אלו יוצרות הן הזדמנויות והן אתגרים, במיוחד עבור מחנכים ולומדים (Foltynek et al., 2023), מה שמחייב אינטגרציה אחראית ושקולה (Rawas, 2024).

## סקירת ספרות

כלי בינה מלאכותית טומנים בחובם פוטנציאל משמעותי לשיפור תהליכי הלמידה, למשל בזיהוי אי-הגינות אקדמית באמצעות גילוי מקרי גניבה ספרותית, אולם הם אינם חפים מטעויות (Nnorom, 2025). בנוסף, הם מעלים סוגיות אתיות הנוגעות ליושרה האקדמית (Wobo et al., 2025) וכן השלכות חברתיות-טכנולוגיות, ובהן ניצול הבינה המלאכותית להונאה, תלות מוגברת בטכנולוגיה, וצמצום אפשרי של האוטונומיה הלימודית של הסטודנטים (Han et al., 2025; Khan et al., 2025). השימוש הבלתי ראוי בכלים אלו מחייב עמידה בסטנדרטים אתיים ושקיפות (Chima Abimbola et al., 2024). יתרה מכך, שילוב הבינה המלאכותית במערכת החינוך צריך לא רק לשפר את חוויית הלמידה, אלא גם לשמור על רמה גבוהה של אתיקה ואחריות (Khan et al., 2025). סטודנטים נבדלים זה מזה בתפיסותיהם ובאופן שבו הם מתקשרים עם טכנולוגיות בינה מלאכותית בהקשרים חינוכיים (Nawaila et al., 2025). לפיכך, הבנת נקודות מבט אלו היא חיונית, שכן הסטודנטים של היום הם דור העתיד של אנשי המקצוע (Eshet, 2024), כמו גם המשתמשים והמפתחים העתידיים של טכנולוגיות הבינה המלאכותית (Ferhataj et al., 2025). עם זאת, המחקר בתחום זה עדיין נמצא בשלביו הראשוניים (Da Silva et al., 2024). האתגר העיקרי טמון, אם כן, בקביעת הדרכים שבהן ניתן לאמץ וליישם טכנולוגיה זו באופן אחראי (Eke, 2023). בהתאם לכך, חיוני לבחון את ההשלכות הפדגוגיות האפשריות של הבינה המלאכותית מנקודת מבטם של הסטודנטים (Han et al., 2025), תוך התייחסות לעמידתם בסטנדרטים אתיים ומשפטיים.

מחקר זה בוחן את תפיסות הסטודנטים לגבי השימוש בבינה מלאכותית, במטרה לחשוף את הבנתם בנוגע לשיקולים אתיים. באמצעות ניתוח המודעות האתית של הסטודנטים, המחקר תורם להכשרת דור העתיד של מפתחים שיוכלו להתמודד עם האתגרים האתיים הכרוכים בפיתוח ויישום טכנולוגיות של בינה מלאכותית. בהתאם לכך, שאלת המחקר היא: כיצד משפיעות תפיסות הסטודנטים לגבי בינה מלאכותית באקדמיה על הבנתם את סוגיית הגניבה הספרותית (פלגיאט) ואת הקודים האתיים המוסדיים? לפיכך, המחקר מניח כי משתמשים תכופים בבינה מלאכותית יפגינו רגישות נמוכה יותר לגניבה ספרותית ולקודים האתיים בהשוואה למשתמשים מזדמנים.

## שיטה

סקר מקוון הועבר למדגם של 669 סטודנטים המשתמשים בבינה מלאכותית לצורך לימודיהם, מעשרים מוסדות להשכלה גבוהה בישראל. מרבית המשתתפים (70%) היו נשים, הגיל הממוצע במדגם הינו 29 שנים. שליש (33%) מהנבדקים הגדירו את עצמם כמשתמשים קבועים בבינה מלאכותית, בעוד ששני שליש (67%) דיווחו על שימוש מזדמן בלבד. השאלון כלל גרסה מותאמת של סולם תפיסות הקוד האתי של McCabe et al. (1996) ושל מדד העמדות כלפי יושרה אקדמית בהקשר של כלי בינה מלאכותית, שפותח על ידי Baratz & Reingold (2011). בנוסף, המשתתפים מילאו שאלון סוציו-דמוגרפי שנועד לאסוף נתונים על מאפייני הרקע שלהם. ניתוח הנתונים בוצע באמצעות מבחני t למדגמים בלתי תלויים, מתאמי פירסון, ורגרסיה ליניארית, תוך שימוש בתוכנת SPSS 28.

## ממצאים

ניתוח הנתונים העלה כי משתמשים קבועים בבינה מלאכותית נטו פחות לראות בפרפרזות ובהורדת חומרים המוגנים בזכויות יוצרים כהפרות של יושרה אקדמית המתווכות על ידי בינה מלאכותית. יתרה מכך, פעולות אלו לא נתפסו בעיניהם כמעשים פליליים או כעבירות אתיות באופן מובהק. בנוסף, הממצאים מצביעים על היעדר מתאם בין הדיווח העצמי על מחויבות ל"קוד האתי" לבין עמדות כלפי התנהגות אתית בקרב משתמשים קבועים. לעומת זאת, בקרב משתמשים מזדמנים בבינה מלאכותית נמצא כי מחויבות לקוד האתי הייתה קשורה לעמדות מחמירות יותר כלפי פעולות כגון "העתק-הדבק", הורדה והעתקה של תוכן. ממצאים אלו מעידים על רמה בינונית של מודעות אתית בקרב משתמשים מזדמנים ובקרב סטודנטים בכלל, במיוחד בכל הנוגע לשקיפות, אחריות ופרטיות בהקשר של שימוש בבינה מלאכותית לצורכי לימוד. כמו כן, הם מספקים תובנות על תפיסות הסטודנטים לגבי סוגיות אלו. לבסוף, מבחני t למדגמים בלתי תלויים העלה הבדל מובהק מגדרית בתפיסת הקוד האתי המוסדי, כאשר נשים נטו להעריכו באופן חיובי יותר בהשוואה לגברים.

## דיון ומסקנות

ממצאי מחקר זה תורמים לספרות ההולכת ומתרחבת העוסקת בממשק שבין בינה מלאכותית לחינוך וליושרה אקדמית, תוך התמקדות בהבדלים הדקים בתפיסותיהם של משתמשים קבועים לעומת משתמשים מזדמנים בבינה מלאכותית. אחד הממצאים המרכזיים הוא הפער הבולט בין מחויבותם של משתמשים קבועים לקודים האתיים המוסדיים לבין עמדותיהם כלפי התנהגות אתית בפועל. היעדר מתאם זה עשוי להעיד כי שימוש תדיר בבינה מלאכותית עלול להוביל לנרמול של פרקטיקות מסוימות, כגון פרפרזות והורדת חומרים המוגנים בזכויות יוצרים, עד כדי כך שאינן נתפסות כהפרות של יושרה אקדמית. יתרה מכך, משתמשים קבועים נוטים באופן מובהק פחות לראות פעולות אלו כמעשים פליליים או כהפרות אתיות, מה שעשוי להעיד על שינוי אפשרי בשיקול הדעת המוסרי כתוצאה מחשיפה תכופה לכלי בינה מלאכותית.

בהתאם לכך, יישום אפקטיבי של בינה מלאכותית מחייב אינטגרציה אחראית (Rawas, 2024), תכנון אתי, שיתוף פעולה ויישום שיטות מובנות שיסייעו בהתמודדות עם אתגרים ויספקו מענה לצורכי הלומדים השונים (Chima Abimbola et al., 2024). יש להבטיח כי שילוב הבינה המלאכותית יתרום לכלל בעלי העניין, תוך שמירה על ערכים מהותיים כגון הוגנות, פרטיות ושוויון (Khan et al., 2025). יתרה מזאת, המחקר חושף פערים משמעותיים באוריינות האתית של סטודנטים, במיוחד בתחומי מערכות מידע ובינה מלאכותית, שכן רבים מהם אינם זוכים להדרכה מספקת בנוגע לאתיקה ואחריות (Da Silva et al., 2024). ממצאים אלו מדגישים את החשיבות הרבה של שילוב אתיקה של בינה מלאכותית בתהליכי החינוך, הן לשם שיפור ההתנהלות האקדמית והמקצועית והן לצמצום הפער החינוכי הקריטי במודעות אתית (Ferhataj et al., 2025).

## מקורות

- Chima Abimbola, E., Onyebuchi Nneamaka, C., & Idowu Sulaimon, A. (2024). Integrating AI in education: Opportunities, challenges, and ethical considerations. *Magna Scientia Advanced Research and Reviews*, 10(2), 6-13. <https://doi.org/10.30574/msarr.2024.10.2.0039>
- Da Silva, M., Ferro, M., Mourão, E., Seixas, E. F. R., Viterbo, J., & Salgado, L. C. C. (2024). Ethics and AI in higher education: A study on students' perceptions. In Á. Rocha, C. Ferrás, J. Hochstetter Diez, & M. Diéguez Rebolledo (Eds.), *Information Technology and Systems* (pp. 149-158). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-54235-0\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-031-54235-0_14)
- Eke, D. O. (2023). ChatGPT and the rise of generative AI: Threat to academic integrity? *Journal of Responsible Technology*, 13, 1-4. <https://doi.org/10.1016/j.jrt.2023.100060>
- Eshet, Y. (2024). Academic integrity crisis: Exploring undergraduates' learning motivation and personality traits over five years. *Education Sciences*, 14(9), 1-16. <https://doi.org/10.3390/educsci14090986>
- Ferhataj, A., Memaj, F., Sahatcija, R., Ora, A., & Koka, E. (2025). Ethical concerns in AI development: Analysing students' perspectives on robotics and society. *Journal of Information, Communication and Ethics in Society*, 1-23. <https://doi.org/10.1108/JICES-08-2024-0111>
- Foltynek, T., Bjelobaba, S., Glendinning, I., Khan, Z. R., Santos, R., Pavletic, P., & Kravjar, J. (2023). ENAI Recommendations on the ethical use of Artificial Intelligence in Education. *International Journal for Educational Integrity*, 19(1), 12. <https://doi.org/10.1007/s40979-023-00133-4>
- Han, B., Nawaz, S., Buchanan, G., & McKay, D. (2025). Students' perceptions: Exploring the interplay of ethical and pedagogical impacts for adopting AI in higher education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 1-26. <https://doi.org/10.1007/s40593-024-00456-4>
- Khan, S., Mazhar, T., Shahzad, T., Khan, M. A., Rehman, A. U., Saeed, M. M., & Hamam, H. (2025). Harnessing AI for sustainable higher education: ethical considerations, operational efficiency, and future directions. *Discover Sustainability*, 6(1), 23. <https://doi.org/10.1007/s43621-025-00809-6>
- Kovari, A. (2025). Ethical use of ChatGPT in education—Best practices to combat AI-induced plagiarism. *Frontiers in Education*, 9. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1465703>
- McCabe, D. L., Trevino, L. K., & Butterfield, K. D. (1996). The influence of collegiate and corporate codes of conduct on ethics-related behavior in the workplace. *Business Ethics Quarterly*, 6(4), 461-476. <https://doi.org/10.2307/3857499>
- Nawaila, M. B., Erçağ, E., Kanbul, S., Akdağ, Ş., & Serttaş-Yırtıcı, Z. (2025). Artificial intelligence in education: Discussing the ethics. In F. Al-Turjman (Ed.), *Smart*

*Infrastructures in the IoT Era* (pp. 1273-1278). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-72509-8\\_100](https://doi.org/10.1007/978-3-031-72509-8_100)

- Nnorom, I. C. (2025). Ethical considerations in artificial intelligence and academic integrity: Balancing technology and human values. In P. A. Okebukola (Ed.), *AI and ethics, academic integrity and the future of quality assurance in higher education book in honour of Abubakar Adamu Rasheed* (pp. 87-95). Sterling Publisher.
- Rawas, S. (2024). ChatGPT: Empowering lifelong learning in the digital age of higher education. *Education and Information Technologies*, 29(6), 6895-6908. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12114-8>
- Reingold, R., & Baratz, L. (2011). An institutional code of ethics: A response to attitude of Israeli teachers' education college students towards academic plagiarism. *US-China Education Review* 8(5), 589-598.
- Wobo, K. N., Nnamani, I. O., Alinnor, E. A., Gabriel-Job, N., & Nsirimobu, P. (2025). Medical students' perception of the use of artificial intelligence in medical education. *International Journal of Research in Medical Sciences*, 13(1), 82-89. <https://doi.org/10.18203/2320-6012.ijrms20244099>



**ידע, עמדות ותפיסות של מורים ופרחי הוראה כלפי שימוש בבינה**

**מלאכותית יוצרת בהוראה ולמידה**

**רפי מרגליות, גיא כהן, עדי יעקב עזריא, ענת כהן, אלה ברונשטיין – אונ' ת"א**

# ידע, עמדות ותפיסות של מורים ופרחי הוראה כלפי שימוש בבינה

## מלאכותית יוצרת בהוראה ולמידה

רפי מרגליות, גיא כהן, עדי יעקב עזריה, ענת כהן ואלה ברונשטיין

אוניברסיטת תל אביב

תקציר

המחקר עוסק בתפיסות ועמדות של סטודנטים להוראה ומורים כלפי שימוש בבינה מלאכותית יוצרת (GenAI) בהוראה ולמידה. עם ההתקדמות המהירה בטכנולוגיות GenAI, מתעוררות הזדמנויות ואתגרים לשילובן בתהליכי ההוראה. המחקר מבוסס על מודל אימוץ הטכנולוגיות (TAM) ובוחן את הקשרים בין אוריינות GenAI, תפיסת התועלת, אתיקה ורגולציה, תשתיות תומכות, כוונת שימוש ואתגרים. הנתונים נאספו באמצעות שאלון מקוון שהופץ ל-230 משתתפים, ונותחו בשיטות כמותיות, כולל ניתוח גורמים, קורלציות ורגרסיה. הממצאים מצביעים על קשרים חיוביים בין אוריינות GenAI לכוונת שימוש בפועל, לצד חששות משימוש יתר ומכשולים אתיים. כמו כן, נמצאו הבדלים מובהקים בין סטודנטים להוראה למורים בפועל בתפיסת האתיקה, כוונת השימוש/שימוש בפועל והחששות. מסקנות המחקר מדגישות את הצורך בפיתוח הכשרות מקצועיות שיגבירו את יכולת המורים לשלב את GenAI בצורה אפקטיבית ואחראית בהוראה.

מילות מפתח: בינה מלאכותית יוצרת, הוראה ולמידה, אימוץ טכנולוגיות, מודל TAM, פיתוח מקצועי.

### 1 מבוא

בשנים האחרונות חלה התקדמות מואצת בתחום הבינה המלאכותית היוצרת (Jovanovic & Campbell, 2022) עם יישומים רבים בחינוך (Rudolph et al., 2023). טכנולוגיות מבוססות בינה מלאכותית יוצרת (GenAI) מאפשרות שיפור תהליכי הוראה, התאמה אישית ללומד, בהערכת תלמידים ועוד (Baidoo-Anu & Holmes et al., 2019; Owusu Ansah, 2023; Chiu et al., 2023). טכנולוגיות אלו מציבות אתגרים והזדמנויות חדשות לתהליכי הוראה ולמידה (Rudolph et al., 2023) ודורשות אוריינות דיגיטלית וידע פדגוגי חדש (Zhang et al., 2024). למרצים ולמורים תפקיד חשוב באימוץ ובהטמעת פדגוגיות משלבות GenAI (Brandão et al., 2024; Ghimire & Edwards, 2024) ולכן חשוב להבין את תפיסותיהם על GenAI ואת מוכנותם להשתמש בה בתכנון הלמידה, יישומה והערכתה (Javaid et al., 2023; Zhai, 2024).

חקר של תפיסות פרחי הוראה באקדמיה אודות GenAI הוא חשוב, שכן הם מורי העתיד. מחקרים העוסקים באימוץ של טכנולוגיות אלה, דוגמת אלו העושים שימוש במודל TAM (Yang & Appleget, 2024), מצביעים על חשיבותם של מספר גורמים כולל תחושת מסוגלות וחששות (Wang et al., 2024). עוד נמצא קשר חיובי בין השימוש האקדמי של פרחי הוראה ב GenAI לבין ההכרה בהזדמנויות שמספקת טכנולוגיה זו לתכנון שיעורים והנכונות להתפתחות מקצועית (Hsu et al., 2024). אין להתעלם מן העובדה כי פרחי הוראה, בדומה למורים בפועל, מתמודדים כיום עם אתגרים הכרוכים בהטמעת GenAI בהוראה הכוללים חששות לגבי הסתמכות יתר בבינה בעת הלמידה ושמירה על אתיקה. לכן, חשוב לספק הכשרה מקצועית ממוקדת על מנת לצייד אותם בכישורים ובביטחון הנדרשים כדי להשתמש ב GenAI בצורה משמעותית ואחראית (Searson et al., 2024).

המחקר יתמקד בזיהוי תפיסותיהם של סטודנטים להוראה ומורים בנוגע לידע, למיומנויות ולתמיכה הנדרשים לשילוב GenAI בהוראה, תוך הסתמכות על מודל TAM. תרומתו התיאורטית של המחקר באה לידי ביטוי

בהעמקת ההבנה של הגורמים המשפיעים על נכונותם של מורים וסטודנטים להטמיע את טכנולוגיית ה-GenAI בתהליכי הוראה ולמידה, תוך בחינת ההזדמנויות והאתגרים הכרוכים בכך. מבחינה מעשית, ממצאי המחקר יוכלו לסייע בפיתוח תוכניות הכשרה מקצועיות מותאמות, המבוססות על הצרכים האמיתיים של אנשי חינוך, במטרה לשלב את ה-GenAI באופן אחראי ומושכל במערכת החינוך.

## 2 המחקר מטרתו ושאלותיו

מטרת מחקר זה הינה לבחון תפיסות באשר לשימוש ב-GenAI ולגורמים המשפיעים על אימוצה בהוראה ובלמידה בקרב סטודנטים להוראה ביחידות להכשרה להוראה, הלומדים באוניברסיטה גדולה במרכז הארץ ושל מורים. עוד נרצה לבחון, האם המודלים הקיימים לאימוץ טכנולוגיה, דוגמת ה-TAM, רלוונטיים גם לאימוץ GenAI. אי לכך, נשאלות שתי שאלות: 1. מהן תפיסות סטודנטים להוראה ומורים כלפי שימוש בבינה מלאכותית יוצרת בהוראה ולמידה? 2. מהם ההבדלים בין סטודנטים להוראה לבין מורים בפועל באשר לתפיסותיהם כלפי שימוש בבינה מלאכותית יוצרת בהוראה ולמידה?

## 3 מתודולוגיה

המחקר אימץ גישה כמותית קורלטיבית, העושה שימוש בשאלון מקוון שהופץ לסטודנטים ביחידה להכשרה להוראה באוניברסיטה. כמו כן, הופץ השאלון באמצעות רשתות חברתיות ומקצועיות של מורים. השיבו על השאלון 230 סטודנטים להוראה ומורים.

השאלון המקוון כולל שאלות סגורות המתייחסות לנושאים כגון היכרות עם כלים ספציפיים, שימוש ב-GenAI בהוראה, ועמדות ותפיסות לגבי GenAI. השאלון פותח בהתבסס על סקירת הספרות בנושא בינה מלאכותית יוצרת (GenAI) בהוראה ולמידה, תוך התמקדות במודל אימוץ טכנולוגיות, TAM (Technology Acceptance Model) של (Davis, 1989). השאלון בנוי מחמישה חלקים: (1) תכנון הוראה באמצעות (2) GenAI, הוראה באמצעות (3) GenAI, הערכה באמצעות (4) GenAI, שימוש אתי ואחראי ב-GenAI, (5) GenAI, פיתוח מקצועי של מורים בתחום GenAI. מאגר ראשוני של 37 היגדים גובש ונבדק על ידי פאנל של ארבעה מומחים בתחום. כל מומחה העריך באופן עצמאי את ההיגדים באמצעות מערכת דירוג מובנית (-1 = להסיר, 0 = אולי, +1 = חובה לכלול), והחלטות התקבלו בהסכמה כדי לחדד את השאלון. היגדים שקיבלו אי/הסכמה מלאה (+4 או -4) הוסרו או נשמרו בהתאם, בעוד שהיגדים עם דירוגים מעורבים עברו דיון נוסף, מה שהוביל לקובץ סופי של 25 היגדים בסולם ליקרט (1 = כלל לא מסכים עד 5 = מסכים מאוד). בשלב הסופי, מערך ההיגדים המעודכן סווג בהתאם למודל TAM.

הנתונים נותחו באמצעות שיטות ניתוח כמותיות, וכללו ניתוח פקטורים מאשש (Exploratory factor analysis), קורלציות, רגרסיה לינארית וניתוחי T לא מזווגים (Independent T-test). המחקר בוצע תוך הקפדה על כללי האתיקה המחקרית, מתוך מחויבות להבטחת פרטיות המשתתפים, שמירה על סודיות הנתונים, והגנה על המידע האישי הנאסף. חשוב לציין כי אנו מודעים למגבלה המחקרית הנעוצה בדוח אישי. המחקר עתידי, יבחנו כלים אובייקטיביים יותר למדידה, כגון בחינת התנהגות המורים ואופן שילובם בתהליכי הוראה ולמידה.

## 4 ממצאים ודיון

פרק הממצאים בנוי משלושה חלקים, ראשית נציג ניתוח גורמים מגשש (Exploratory factor analysis) אשר בוצע על מנת להקטין את מספר המשתנים ולזהות את הקונסטרוקטים המרכזיים של מחקר זה (Loading Range 0.411-0.889). לאחר מכן יוצגו הקשרים בין הקונסטרוקטים ויבחנו אל מול התאוריה באמצעות רגרסיה לינארית. לבסוף יוצגו הממצאים של ניתוח מבחן T למדגמים בלתי תלויים (Independent T Test) בנוגע להבדלים בתפיסות בין סטודנטים להוראה לבין המורים.

### 4.1 ניתוח גורמים מגשש

היגדי תפיסות הסטודנטים והמורים על אודות שילוב בינה מלאכותית יוצרת בהוראה נותחו באמצעות ניתוח גורמים שנערך בשיטת (PCA) Principal component analysis. הניתוח העלה שישה גורמים:

(1) **אוריינות GenAI** – בקבוצה זו נכללו 9 היגדים, לדוגמה: "אני מבין/ה כיצד עובד GenAI כגון אימון על מאגרי נתונים גדולים, למידת מכונה, ויצירת תכנים".

(2) **התועלת הנתפסת משימוש GenAI** – בקבוצה זו נכללו 3 היגדים, לדוגמה: "GenAI עוזר לי לייעל את תהליך הערכת תלמידים תוך שמירה על סטנדרטים גבוהים".

(3) **אתיקה ורגולציה**, בקבוצה זו נכללו 3 היגדים, לדוגמה: "יש לי מודעות לאתגרים האתיים הכרוכים בשימוש ב-GenAI (כולל פרטיות מידע, הטיות, מידע מוטעה, וגניבת דעת) ואני נוקט/ת צעדים לצמצם אותם"

(4) **תשתיות תומכות בשימוש GenAI בהוראה** – בקבוצה זו נכללו 4 היגדים, לדוגמה: "אני מעוניין/ת בפיתוח מקצועי המלמד איך להשתמש ב-GenAI בצורה יעילה לשיפור הוראה ולמידה".

(5) **שימוש בפועל/כוונה לשימוש** – בקבוצה זו נכללו 4 היגדים, לדוגמה: "השתמשתי ב-GenAI כדי לספק תמיכה בזמן אמת לתלמידים (כגון משוב מותאם אישית, מענה על שאלות)".

(6) **אתגרים וחששות** – בקבוצה זו נכללו 2 היגדים, לדוגמה: "יש לי חששות שהתלמידים יהיו תלויים יותר על המידה בכלי GenAI במקום לפתח כישורי חשיבה ביקורתית ויצירתיות".

גורמים אלו מרחיבים את מודל ה-TAM (Davis, 1989) לאימוץ טכנולוגיות של בינה מלאכותית יוצרת על ידי שילוב היבטים ייחודיים לאימוץ GenAI להוראה ולמידה דוגמת היבטים של אתיקה ורגולציה, תוך התאמת ההיבטים הקיימים לאימוץ הטכנולוגיה בהקשר של GenAI.

### 4.2 קשרים בין גורמים וניבוי

נמצאו קשרים בינוניים-חזקים מובהקים וחיוביים בין רוב הקונסטרוקטים, למעט אתגרים וחששות (טבלה 1). במיוחד, אוריינות GenAI נמצאה בקשר חזק עם שימוש בפועל או כוונה לשימוש ( $r=.683$ ) ועם תועלת נתפסת ( $r=.644$ ). כמו כן, השימוש בפועל/כוונה לשימוש נמצא בקשר חזק עם תועלת נתפסת ( $r=.580$ ) ואתיקה ורגולציה ( $r=.526$ ). ממצאים אלו, למעט הקשורים לאתגרים וחששות, עולים בקנה אחד עם הספרות המחקרית. (Scherer, 2019)

טבלה 1. קשרי פירסון בין הקונסטרוקטים (N=230)

| אורינות<br>GenAI              | התועלת<br>הנתפסת | אתיקה<br>ורגולציה | תשתיות<br>תומכות | שימוש בפועל /<br>כוונה לשימוש | אתגרים<br>וחששות |
|-------------------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------------------|------------------|
|                               | .644**           | .484**            | .421**           | .683**                        | -0.044           |
| התועלת<br>הנתפסת              |                  | .487**            | .382**           | .580**                        | -0.047           |
| אתיקה<br>ורגולציה             |                  |                   | .376**           | .526**                        | 0.097            |
| תשתיות<br>תומכות              |                  |                   |                  | .454**                        | 0.090            |
| שימוש בפועל /<br>כוונה לשימוש |                  |                   |                  |                               | 0.028            |

\*\* p<0.0001

לאור הקשרים החזקים שנמצאו נבחנו גם יכולת הניבוי של הקונסטרוקטים השונים את הקונסטרוקט - "שימוש בפועל / כוונה לשימוש". בוצעה רגרסיה ליניארית פשוטה הכוללת את כלל הקונסטרוקטים. המודל נמצא מובהק  $[F(5,224)=54.54, p<0.001]$ . השונות המוסברת של השימוש בפועל / כוונה לשימוש בהתבסס על כל המשתנים הבלתי תלויים (קונסטרוקטים 2-6), הייתה 54.9%. כלל הקונסטרוקטים, למעט הקונסטרוקט של חששות ואתגרים נמצאו כבעלי תרומה משמעותית, כאשר קונסטרוקט קט 1, אורינות GenAI, נמצא כבעל התרומה הרבה ביותר ל/שונות המוסברת של השימוש בפועל / הכוונה להשתמש ( $t=7.01, p<0.001$ ),  $(\beta=0.44)$ .

טבלה 2. טבלת Coefficients של הרגרסיה הליניארית

| Coefficients <sup>a</sup> |                            |                             |            |                           |        |       |
|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------|---------------------------|--------|-------|
| Model                     |                            | Unstandardized Coefficients |            | Standardized Coefficients | t      | Sig.  |
|                           |                            | B                           | Std. Error |                           |        |       |
| 1                         | (Constant)                 | -0.258                      | 0.272      |                           | -0.949 | 0.344 |
|                           | Literacy and Self efficacy | 0.441                       | 0.063      | 0.435                     | 7.007  | 0.000 |
|                           | Percieved Usefulness       | 0.126                       | 0.049      | 0.158                     | 2.581  | 0.010 |
|                           | Ethics and regulation      | 0.148                       | 0.044      | 0.184                     | 3.368  | 0.001 |
|                           | Facilitating               | 0.174                       | 0.064      | 0.139                     | 2.719  | 0.007 |
|                           | Anxiety                    | 0.023                       | 0.045      | 0.024                     | 0.526  | 0.600 |

a. Dependent Variable: Actual Use

ממצאים אלו נמצאים בהלימה עם תוצאות מחקרים קודמים אשר הראו כי אוריינות בינה מלאכותית, תועלת נתפסת ותשתיות תומכות מהוות גורמים מנבאים של אימוץ בינה מלאכותית (Schiavo, 2024), וכי לאתיקה נתפסת של בינה מלאכותית תפקיד חשוב בגיבוש עמדות חיוביות בהקשר זה (Shao et al., 2024). לצד זאת מחקרים קודמים העלו תוצאות מעורבות בכל הנוגע להשפעתם של חששות מבינה מלאכותית על השימוש בה בפועל, כמו גם על הקשרים המורכבים שהם מקיימים עם משתנים נוספים כמו אוריינות בינה מלאכותית ותלות בבינה מלאכותית (Chen et al., 2024; Wijaya et al., 2024; Schiavo, 2024). יחד עם ממצאי המחקר הנוכחי נראה כי על מחקרים עתידיים לבחון לעומק את השפעת משתנה זה על אימוץ בינה מלאכותית בחינוך.

### 4.3 הבדלים בין הסטודנטים להוראה למורים

על מנת לבחון האם קיימים הבדלים בתפיסות בין מורים ( $n=173$ ) ופרחי הוראה ( $n=57$ ) בנוגע לשילוב GenAI בהוראה בוצע מבחן T למדגמים ב"ת (טבלה 3). התוצאות מצביעות על הבדלים מובהקים בין שתי האוכלוסיות באשר לשלושה קונסטרוקטים: אתיקה ורגולציה ( $t=5.24, p<0.001$ ); שימוש בפועל/כוונה לשימוש ( $t=2.31, p<0.01$ ); ואתגרים וחששות ( $t=1.83, p<0.05$ ).

**טבלה 3. ממוצעים וסטיות תקן של הסטודנטים והמורים בהתייחס לקונסטרוקטים**  
( $N_{\text{teachers}}=173, N_{\text{students}}=57$ )

| מורים – ממוצע (ס"ת) | סטודנטים – ממוצע (ס"ת) |                           |
|---------------------|------------------------|---------------------------|
| 3.20 (0.91)         | 3.16 (0.92)            | אוריינות GenAI            |
| 2.67 (1.20)         | 2.75 (1.09)            | התועלת הנתפסת             |
| 3.03 (1.15)         | 3.80 (0.90)            | אתיקה ורגולציה            |
| 4.00 (0.72)         | 3.95 (0.79)            | תשתיות תומכות             |
| 2.70 (0.92)         | 2.98 (0.90)            | שימוש בפועל/ כוונה לשימוש |
| 3.34 (0.98)         | 3.61 (0.80)            | אתגרים וחששות             |

לסיכום הממצאים חשפו כי קיימים הבדלים מובהקים בין סטודנטים להוראה לבין מורים בפועל בשלושה קונסטרוקטים עיקריים: אתיקה ורגולציה, שימוש בפועל/כוונה לשימוש, ואתגרים וחששות. נמצא כי סטודנטים להוראה דירגו את היבטי האתיקה והרגולציה גבוה יותר בהשוואה למורים בפועל, מה שמעיד על מודעות גבוהה יותר לאתגרים האתיים בשימוש ב-GenAI. כמו כן, הסטודנטים הפגינו כוונה גבוהה יותר לשלב את הטכנולוגיה בהוראה העתידית שלהם. מאידך, מורים בפועל הביעו יותר חששות לגבי השימוש ב-GenAI והשפעתו על פיתוח מיומנויות חשיבה בקרב תלמידים. לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הקבוצות ביחס לאוריינות GenAI, תפיסת התועלת או התשתיות התומכות. ממצאים אלו מצביעים על כך שסטודנטים להוראה ומורים מהווים אוכלוסיות הנבדלות בנוגע לתפיסות אודות אימוץ GenAI בהוראה, ומדגישים את

החשיבות בהעמקת המחקר בנושא זה על מנת לבצע התאמות בתוכניות ההכשרה של פרחי הוראה ומורים כאחד.

## תודות

מחקר זה הינו במסגרת פרוייקט AI-EmpaTe; AI-Empowered Teaching: Unlocking the Future of פרוייקט Digital Education for Teachers, הממומן על ידי האיחוד האירופי (LV01-KA220-HED-000250857-2024-1).

## 5 רשימה ביבליוגרפית

- Baidoo-Anu, D., & Owusu Ansah, L. (2023). Education in the Era of Generative Artificial Intelligence (AI): Understanding the Potential Benefits of ChatGPT in Promoting Teaching and Learning. In *Journal of AI* (Vol. 52, Issue 7).
- Brandão, A., Pedro, L., & Zagalo, N. (2024). Teacher professional development for a future with generative artificial intelligence – An integrative literature review. In *Digital Education Review* (Issue 45, pp. 151–157). Universitat de Barcelona.  
<https://doi.org/10.1344/der.2024.45.151-157>
- Chen, D., Liu, W., & Liu, X. (2024). What drives college students to use AI for L2 learning? Modeling the roles of self-efficacy, anxiety, and attitude based on an extended technology acceptance model. *Acta Psychologica*, 249, 104442.
- Chiu, T. K. F., Xia, Q., Zhou, X., Chai, C. S., & Cheng, M. (2023). Systematic literature review on opportunities, challenges, and future research recommendations of artificial intelligence in education. In *Computers and Education: Artificial Intelligence* (Vol. 4). Elsevier B.V.  
<https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100118>
- Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Ghimire, A., & Edwards, J. (2024). *Generative AI Adoption in Classroom in Context of Technology Acceptance Model (TAM) and the Innovation Diffusion Theory (IDT)*.  
<http://arxiv.org/abs/2406.15360>
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial Intelligence in Education. Promise and Implications for Teaching and Learning*. <https://www.researchgate.net/publication/332180327>

- Hsu, H.-P., Mak, J., Werner, J., White-Taylor, J., Geiselhofer, M., Gorman, A., & Capurro, C. T. (2024). Preliminary Study on Pre-Service Teachers' Applications and Perceptions of Generative Artificial Intelligence for Lesson Planning. *Journal of Technology and Teacher Education*, 32(3), 409–437. <https://www.learntechlib.org/p/224413/>
- Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., Khan, S., & Khan, I. H. (2023). Unlocking the opportunities through ChatGPT Tool towards ameliorating the education system. *BenchCouncil Transactions on Benchmarks, Standards and Evaluations*, 3(2). <https://doi.org/10.1016/j.tbench.2023.100115>
- Jovanovic, M., & Campbell, M. (2022). Generative Artificial Intelligence: Trends and Prospects. *Computer*, 55(10), 107–112. <https://doi.org/10.1109/MC.2022.3192720>
- Rudolph, J., Tan, S., & Tan, S. (2023). ChatGPT: Bullshit spewer or the end of traditional assessments in higher education? *Journal of Applied Learning and Teaching*, 6(1), 342–363. <https://doi.org/10.37074/jalt.2023.6.1.9>
- Scherer, R., Siddiq, F., & Tondeur, J. (2019). The technology acceptance model (TAM): A meta-analytic structural equation modeling approach to explaining teachers' adoption of digital technology in education. *Computers & education*, 128, 13-35.
- Searson, M., Searson, M., Langran, E., & Trumble, J. (2024). *Exploring New Horizons: Generative Artificial Intelligence and Teacher Education*. <https://www.learntechlib.org/p/223928/>
- Shao, C., Nah, S., Makady, H., & McNealy, J. (2024). Understanding user attitudes towards AI-enabled technologies: An integrated model of Self-Efficacy, TAM, and AI Ethics. *International Journal of Human–Computer Interaction*, 1-13.
- Wang, K., Ruan, Q., Zhang, X., Fu, C., & Duan, B. (2024). Pre-Service Teachers' GenAI Anxiety, Technology Self-Efficacy, and TPACK: Their Structural Relations with Behavioral Intention to Design GenAI-Assisted Teaching. *Behavioral Sciences*, 14(5). <https://doi.org/10.3390/bs14050373>
- Wijaya, T. T., Yu, Q., Cao, Y., He, Y., & Leung, F. K. (2024). Latent Profile Analysis of AI Literacy and Trust in Mathematics Teachers and Their Relations with AI Dependency and 21st-Century Skills. *Behavioral Sciences*, 14(11), 1008.

Yang, S., & Appleget, C. (2024). An exploration of preservice teachers' perceptions of Generative AI: Applying the technological Acceptance Model. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 40(3), 159–172. <https://doi.org/10.1080/21532974.2024.2367573>

Zhai, X. (2024). *Transforming Teachers' Roles and Agencies in the Era of Generative AI: Perceptions, Acceptance, Knowledge, and Practices*.  
<https://doi.org/10.1007/s10956-024-10174-0>

Zhang, X., Zhang, P., Shen, Y., Liu, M., Wang, Q., Gašević, D., & Fan, Y. (2024). A Systematic Literature Review of Empirical Research on Applying Generative Artificial Intelligence in Education. *Frontiers of Digital Education*, 1(3), 223–245.  
<https://doi.org/10.1007/s44366-024-0028-5>



**אתגרים והשלכות של למידה שיתופית מקוונת בעולמות וירטואליים בהקשר**

**של למידה חברתית-רגשית**

מירב חייק – מכללת אחווה | מירי שינפלד – מכללת סמינר הקיבוצים | אורית

אבידב-אונגר – מכללת אחווה

# אתגרים והשלכות של למידה שיתופית מקוונת בעולמות וירטואליים בהקשר של למידה חברתית-רגשית

## תקציר

מחקר איכותני זה בחן את הגורמים המשפיעים על למידה שיתופית מקוונת בסביבה וירטואלית תלת-ממדית בקרב 25 סטודנטים משני מוסדות להכשרת מורים בישראל. המחקר ביקש לזהות גורמים ותנאים המקלים על שיתוף פעולה מקוון מוצלח, ואלו המעכבים אותו בשילוב פלטפורמות של עולמות וירטואליים (VW). הנתונים נאספו באמצעות ראיונות עומק מובנים למחצה ויומני רפלקציה. הממצאים מצביעים על כך שאתגרים טכנולוגיים וחוסר במיומנויות דיגיטליות עוררו קשיים בלמידה שיתופית. לעומת זאת, למידה התנסותית באמצעות משחק, העצמה עצמית, תחרותיות והפוטנציאל של השימוש עולמות וירטואליים טיפחו למידה שיתופית בקרב הסטודנטים. מחקר זה תורם להבנת המורכבות של למידה שיתופית מקוונת, תוך ניסיון לתאר את הגורמים המשפיעים על למידה מקוונת שיתופית מוצלחת בעולמות וירטואליים. המחקר מציג מודל חוסן דיגיטלי, הכולל מרכיבים טכנולוגיים וסוציו-רגשיים, המדגישים את תפקידו הקריטי של חוסן דיגיטלי בשיפור תוצרי הלמידה.

**מילות מפתח:** עולמות וירטואליים (Virtual Worlds- VW), למידה שיתופית, חוסן דיגיטלי, למידה רגשית חברתית (SEL)

## מבוא

עולמות וירטואליים (VW) צצו בתחילת המאה ה-21 כפלטפורמות המשמשות לבידור, חינוך ואינטראקציה חברתית. סביבות אלו מאפשרות למשתמשים לתקשר וללמוד זה עם זה באמצעות אוטרים. ל-VW יתרונות רבים בתחום הלמידה כמו פוטנציאל להעלאת המוטיבציה, המעורבות ושיתוף פעולה של הלומדים. הם מציעים סביבה בטוחה וניטרלית, המאפשרת דיון חופשי בנושאים רגישים והזדמנויות לחילופי תרבות ולמידה שיתופית מקוונת, ביחד עם חוויות למידה מגוונות ומשחקיות, שאינן נגישות במסגרות למידה מסורתיות (Anis, 2023; de Castro et al., 2019).

למידה שיתופית מקוונת מתרחשת כאשר תלמידים ומורים מקיימים דיונים מתמשכים, לומדים ומלמדים בו זמנית. תהליך רפלקטיבי זה מאפשר לתלמידים לבנות ידע אישי, ללמוד מטעויות ולקחת אחריות על תהליך הלמידה (Lei & Medwell, 2021). עם זאת, מתכונת למידה אינה חפה מאתגרים כמו תיאום זמנים, זמינות, מיומנות דיגיטלית ומענה להיבטים רגשיים וחברתיים. לכן, חשוב להכשיר מורים ללמד בשיטות אלו כדי שיוכלו ליישם אותן בכיתותיהם ביעילות (Lane, 2017). זאת ועוד, התנסות אישית של מורים בלמידה שיתופית בעולמות וירטואליים יכולה לסייע להם להבין את יתרונות השיטה, להתמודד עם האתגרים הכרוכים בשילובה ולקדם שילוב מוצלח של למידה שיתופית מקוונת בכיתות.

למרות ההתקדמות הרבה בחקר ההשפעה של טכנולוגיה ופדגוגיה בסביבות למידה דיגיטליות תשומת לב מוגבלת ניתנה להיבטים רגשיים – חברתיים של סטודנטים המשתתפים בלמידה שיתופית בעולמות וירטואליים. מחקר זה בחן את תרומת המשחק ללמידה שיתופית מקוונת בעולמות וירטואליים, כך ששני מוסדות אקדמיים נפרדים עבדו יחד כדי ליצור את המשחק ולאחר מכן התחרו ביניהם.

## אתגרים והשלכות של למידה מקוונת שיתופית בעולמות וירטואליים בהקשר של למידה חברתית-רגשית

### סקירה

למידה שיתופית נחשבת לשיטה יעילה לטיפול קשרים חברתיים בין תלמידים (Arslan & Demirtas, 2016). מחקרים מצביעים שלמידה שיתופית לא רק משפרת הישגים לימודיים, אלא גם מעודדת פיתוח מיומנויות חברתיות-רגשיות (Fernandez-Perez & Martin-Rojas, 2022), מיומנויות הנדרשות גם בניווט בסביבה שיתופית במרחב המקוון. לדוגמא מורים יכולים למנף שילוב של סביבות וירטואליות אינטראקטיביות כדי לטפח אמפתיה בקרב התלמידים וללמוד על תרבויות שונות ופרספקטיבות מבט אחרות. אלו מסייעים לטפח למידה רגשית חברתית וליצור חוויות למידה מרתקות ומשמעותיות יותר (Tan et al., 2022).

למידה חברתית-רגשית (SEL) מתחילה כבר בגיל הרך, כאשר ילדים לומדים להתנהג במסגרת אינטראקציות חברתיות (Goagoses et al., 2021). חמש יכולות מרכזיות של SEL הן: מודעות עצמית, ניהול עצמי, מודעות חברתית, מיומנויות יחסים קיום יחסים בינאישיים וקבלת החלטות אחראית. יכולות אלו מספקות בסיס לפיתוח הוליסטי של התלמיד. אך תהליך פיתוח SEL הוא תהליך מורכב הדורש הדרכה ותמיכה וביתר שאת בסביבות מקוונות.

בחינוך מקוון "חוסן דיגיטלי" הוא מושג מרכזי המתייחס ליכולת להגיב באופן חיובי לאתגרים במרחב המקוון (Bush & Russell, 2016). העולם הדיגיטלי מציב אתגרים כמו שחיקה דיגיטלית, מצוקה נפשית ואינטראקציות שליליות ברשתות חברתיות. לכן, חוסן דיגיטלי הוא מיומנות חשובה בתהליך הלמידה החברתית-רגשית, במיוחד עבור תלמידים המשתמשים במרחב הדיגיטלי למטרות חינוכיות ומכאן התפקיד החשוב של המורים בהתנסות במרחבי למידה אלו כדי לטפח בקרב התלמידים חוסן דיגיטלי (Sun et al., 2022).

### **הקונטקסט של המחקר**

מחקר זה נערך כחלק מקורס שיתופי מקוון בתוכניות לתארים מתקדמים בשתי מכללות אקדמיות בישראל. בקורס זה הסטודנטים פעלו בעולם הווירטואלי של Second Life (SL) ונדרשו לתכנן פעילויות חינוכיות ומשחקיות במסגרת למידה שיתופית. מטרת המחקר הייתה לבחון גורמים המעודדים או מעכבים למידה שיתופית מקוונת פוריייה בסביבה זו והתפסות ורפלקציות שלהם לאורך התהליך, ובכך לחקור את האתגרים הטמונים בלמידה שיתופית מקוונת בעולמות וירטואליים ולבחון כיצד אתגרים אלו באים לידי ביטוי בדינמיקה קבוצתית ובחוויית הרגשיות של לומדים.

### **שאלת המחקר**

1. אילו גורמים מעודדים ומעכבים למידה שיתופית מקוונת בסביבה של עולמות וירטואליים?
2. כיצד למידה שיתופית מקוונת בקבוצות בסביבות אלו משפיעה על הגורמים המעודדים והמעכבים למידה והמרכיב הרגשי-חברתי?

### **מתודולוגיה**

המחקר נערך בגישה איכותנית (Denzin & Lincoln, 2008) במטרה לבחון לעומק את תפישות הסטודנטים ביחס לאתגרים הטמונים בלמידה שיתופית מקוונת בתוך עולמות וירטואליים וההיבטים הרגשיים הכרוכים בכך.

### **משתתפים**

המשתתפים היו 14 סטודנטים הלומדים במכללה בדרום הארץ ו-11 סטודנטים הלומדים במכללה במרכז הארץ, סה"כ 24 נשים וגבר אחד, שהשתתפו בקורס האקדמי מקוון במסגרת לימודי התואר שני בטכנולוגיה חינוכית או בפקולטה למנהיגות חינוכית, מרביתם מורים.

### **כלי המחקר ושיטת ניתוח הנתונים**

במחקר נעשה שימוש בשני כלי מחקר: יומן רפלקטיבי ( $n=24$ ) שנכתב על ידי התלמידים וראיונות עומק חצי מובנים שהתלמידים ערכו בזוגות ( $n=12$ ). באמצעות ניתוח קטגורי ניתחנו את היומנים הרפלקטיביים שנכתבו לאורך הסמסטר ואת הראיונות (Denzin & Lincoln, 2008). שלב ראשון של הניתוח כלל קידוד עצמאי על ידי כל חוקר, זיהוי תמות וקטגוריות מרכזיות וסימון קווי דמיון בתוך היומנים והראיונות. חקירה ראשונית זו הניחה את היסודות לפיתוח קטגוריות. בשלב השני, החוקרות השוו נתונים וניסחו קטגוריות ראשוניות. בשלב השלישי התקיים שיח משותף במטרה לחדד ולגבש קטגוריות ולהגדרות וייצוג מדויק יותר של הנתונים.

## ממצאים

### 1. גורמים מעודדים ומעכבים למידה שיתופית מקוונת עולמות וירטואליים

הגורמים המעכבים למידה שיתופית מקוונת הם, לפי שכיחות היגדים, המוצגים בסוגריים: קשיים טכנולוגיים (18); קשיים בלמידה שיתופית (14); אתגרי התמצאות וניווט (12); חוסר במיומנויות דיגיטליות (10); חששות אתיים (6) והיבטים רב-תרבותיים (4). הגורמים המעודדים למידה שיתופית מקוונת הם: חווית הלמידה והמשחק (14); תחושת העצמה אישית (7); למידה מניסיון (5); תחרות (4) ופוטנציאל השילוב של עולמות וירטואליים בחינוך (3). טבלה 1 מציגה סיכום הגורמים וציטוטים תומכים.

טבלה 1 - גורמים מעודדים ומעכבים למידה שיתופית מקוונת בסביבות של עולמות וירטואליים וציטוטים תומכים

| גורמים מעכבים                    | ציטוטים נבחרים                                                           | גורמים מעודדים                | ציטוטים נבחרים                                                                                         |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| קשיים טכנולוגיים (18)            | "הרגשתי מתוסכל כשהתוכנה לפעמים נתקעה ודברים לא תמיד הסתדרו כמו שתכננתי." | חווית הלמידה ומשחק המשחק (14) | "קיבלתי כלים, לא רק לגבי ה VW אלא גם לגבי איך לעבוד בשיתוף פעולה עם תלמידים אחרים מתרבות אחרת."        |
| בעיות למידה שיתופית (14)         | "אני מרגיש שכולם דואגים לעצמם, והמטרה העיקרית נעלמת."                    | תחושת העצמה אישית (7)         | "התגברנו על המכשולים הללו על ידי שמירה על קור רוח, נשימות עמוקות והתמקדות בהשגת המטרות המשותפות שלנו." |
| אתגרי התמצאות וניווט בסביבה (12) | "לא הצלחנו למצוא איך לנווט באי."                                         | למידה מניסיון (5)             | "אני חושב שלמידה דרך התנסות היא הדרך היעילה ביותר ללמידה משמעותית."                                    |
| חוסר במיומנויות דיגיטליות (10)   | "אני בטוח שאם היה יותר זמן והיו לנו את הכישורים, היינו יכולים להצליח."   | תחרות (4)                     | "נדבקנו בחידק התחרות."                                                                                 |
| חששות אתיים (6)                  | "במקומות מסוימים יש גם אלמנטים של אלימות וזה יכול להיות קצת בעייתי."     | הפוטנציאל של VW (3)           | "אפשר ממש לעשות פלאים בעולם הזה. אני רואה מה התלמידים מסוגלים לעשות..."                                |

|  |  |                                                                                 |                        |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
|  |  | "הליכה להתפלל ליד הכותל הייתה לי מוזרה בהתחלה כי זו לא הדת שלי ולא התרבות שלי." | היבטים רב-תרבותיים (4) |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------|

## 2. השפעת הלמידה השיתופית על הגורמים המעודדים ומעכבים והמרכיב הרגשי- חברתי

שאלת המחקר השנייה בחנה את תפקידה של הקבוצה ומרכיב ה SEL ביחס לגורמים מעודדים או מעכבים. הניתוח הצביע תרומה משמעותית של הקבוצה לגורמים אלו, בעוד שהלמידה השיתופית היוותה בעיקר מקור לתמיכה הדדית, עידוד וסיוע, היא העמידה אתגרים שהעצימו קשיים קיימים. טבלה 2 מסכמת את השפעת הלמידה השיתופית על כל אחד מהגורמים המעודדים והמעכבים.

טבלה 2. השפעת הלמידה השיתופית על הגורמים המעודדים והמעכבים וציטוטים נבחרים

| גורמים מעכבים             | תפקיד הקבוצה (היגדים)                           | גורמים מעודדים   | תפקיד הקבוצה (היגדים)                                                                      |
|---------------------------|-------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| קשיים טכנולוגיים          | תחושת שותפות גורל (6)                           | חוות למידה ומשחק | הגברת ההנאה והחווייה ("שלושתנו התנסינו ביחד, וזה היה נפלא ומהנה יותר מלשוטט לבד")          |
| קשיים בלמידה שיתופית      | אתגרים בתקשורת ובלכידות קבוצתית (12)            | תחושת העצמה      | חיזוק ברמה האישית והקבוצתית ("זה קירב אותנו מאוד... גם בעתיד, נעבוד ביחד")                 |
| קשיי התמצאות וניווט       | מתן סיוע ("אני מרגישה פחות פחד לנסות אותו לבד") | למידה מניסיון    | --                                                                                         |
| חוסר במיומנויות דיגיטליות | השוואה (6)                                      | תחרות            | תכנון אסטרטגיות פעולה וחלוקת תפקידים ("מה שעזר לנו היה חלוקת התפקידים, וזו הסיבה שניצחנו") |
| חששות אתיים               | -                                               | הפוטנציאל של VW  | --                                                                                         |
| היבטים רב-תרבותיים        | לכידות חברתית (4)                               |                  |                                                                                            |

## דין ומסקנות

מחקר זה חושף כיצד מפגש של סטודנטים בעלי רמות מיומנות דיגיטלית שונות, במסגרת למידה שיתופית בעולמות וירטואליים, יוצר דינמיקה מורכבת. פערים ביכולות עשויים לעורר תסכול, במיוחד כאשר סטודנטים חשים כי עמיתיהם מתקדמים יותר. ניסיונות סיוע הדדי שאינם צולחים עלולים להעצים תחושות אלו. עם זאת, למידה שיתופית טומנת בחובה גם פוטנציאל משמעותי לקידום השליטה בעולמות הווירטואליים. כאשר חברי הקבוצה חולקים קשיים דומים, כגון אתגרי ניווט או חוסר במיומנויות דיגיטליות ספציפיות, תחושת הגורל המשותף עשויה לחזק אותם ולעודד תמיכה הדדית. מעבר לכך, החוויה המשותפת מעשירה את העניין, המעורבות וההנאה בלמידה, ויכולה להוביל לתחושת העצמה כפולה, הנובעת מהצלחה הן בהתמודדות עם האתגר הטכנולוגי והן בביצוע מוצלח של למידה שיתופית, הדורשת מגוון מיומנויות בין-אישיות.

השילוב בין למידה שיתופית ושימוש בעולמות וירטואליים מעצים, אם כן, את הצורך בפיתוח מיומנויות חברתיות-רגשיות (SEL) ומגביר את טווח הרגשות שחווים הסטודנטים. על רקע זה, בולטת חשיבותו של חוסן דיגיטלי, המוגדר כיכולת ההתמודדות עם אתגרים במרחב המקוון. חוסן זה חיוני במיוחד בסביבות למידה המשלבות טכנולוגיות מתקדמות ושיתוף פעולה. המחקר מציג מודל של חוסן דיגיטלי הנשען על שני רבדים משלימים: הרובד הטכנולוגי, המתמקד בהבנה ובתפעול יעיל של פונקציות העולמות הווירטואליים ובהתמודדות עם תקלות טכניות; והרובד החברתי-רגשי (SEL), המקיף מיומנויות כגון תקשורת אפקטיבית, גילוי אמפתיה, קבלת השונה, ניהול משא ומתן ופתרון קונפליקטים חברתיים. שילוב מיומנויות משני רבדים אלו מאפשר לסטודנטים למצות את הפוטנציאל הטמון בלמידה שיתופית בסביבות וירטואליות, כאשר כל מרכיב תורם להצלחה הכוללת ומעצים אותה.

## מקורות

- Anis, M. (2023). Leveraging artificial intelligence for inclusive English language teaching: Strategies and implications for learner diversity. *Journal of Multidisciplinary Educational Research*, 12(6), 54-70.
- Arslan, S., & Demirtas, Z. (2016). Social Emotional Learning And Critical Thinking Disposition. *Studia Psychologica*, 58(4), 276-285. <https://doi.org/10.21909/sp.2016.04.723>
- De Castro, A. B., Dyba, N., Cortez, E. D., & Pe Benito, G. G. (2019). Collaborative Online International Learning to Prepare Students for Multicultural Work Environments. *Nurse Educator*, 44(4), E1. <https://doi.org/10.1097/NNE.0000000000000609>
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2008). Introduction: The discipline and practice of qualitative research.
- Fernandez-Perez, V., & Martin-Rojas, R. (2022). Emotional competencies as drivers of management students' academic performance: The moderating effects of cooperative learning. *The International Journal of Management Education*, 20(1), 100600. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2022.100600>
- Goagoses, N., Winschiers-Theophilus, H., & Chamunorwa, M. B. (2021). The (Potential) Role of Technology for Young Children's Social-Emotional

- Learning: During and Beyond the COVID-19 Pandemic. *Digital Government: Research and Practice*, 2(1), 1–6. <https://doi.org/10.1145/3429986>
- Lane, L. (2017). Introduction: Students as Co-Creators or Consumers? In: S. Dent, L. Lane, T. Strike (Eds.) *Collaboration, communities and competition: International Perspectives from the Academy*. Sense Publishers, Rotterdam, pp 171–178.
- Lei, M., & Medwell, J. (2021). Impact of the COVID-19 pandemic on student teachers: How the shift to online collaborative learning affects student teachers' learning and future teaching in a Chinese context. *Asia Pacific Education Review*, 22(2), Article 2.
- Sun, H., Yuan, C., Qian, Q., He, S., & Luo, Q. (2022). Digital Resilience Among Individuals in School Education Settings: A Concept Analysis Based on a Scoping Review. *Frontiers in Psychiatry*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2022.858515>
- Tan, M. C. C., Chye, S. Y. L., & Teng, K. S. M. (2022). “In the shoes of another”: Immersive technology for social and emotional learning. *Education and Information Technologies*, 27(6), 8165–8188. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-10938-4>



**למידת קורסי תוכן באנגלית (EMI) באמצעות מציאות מדומה (VR): השפעה**

**על מסוגלות, אוטונומיה ושייכות של הסטודנטים**

קלרה ריספלר, רוזאן ח'יר פראג', ורד אלישר, דני גליק – מכללת עמק יזרעאל

# למידת קורסי תוכן באנגלית ( EMI ) באמצעות מציאות מדומה ( VR ) השפעה על מסוגלות , אוטונומיה ושייכות של הסטודנטים

## תקציר המחקר

בשנים האחרונות, בעקבות החלטת המועצה להשכלה גבוהה (מל"ג) לחייב סטודנטים לתואר ראשון ללמוד שני קורסי תוכן המועברים באנגלית ( EMI ) מתגברים האתגרים העומדים בפני סטודנטים בעלי שליטה מוגבלת בשפה. אחד הפתרונות החדשניים שהוצעו בספרות המחקרית לשיפור חוויית הלמידה ולהגברת תחושת המסוגלות של הסטודנטים הוא שילוב טכנולוגיות מציאות מדומה (VR) בתהליך הלמידה. מחקר זה בחן את חוויית השימוש במשקפי VR במסגרת שני קורסי EMI שנלמדו במכללה אקדמית בצפון. בהתבסס על תיאוריית ההכוונה העצמית ( Self SDT - Theory Determination ) מחקר זה בודק כיצד השימוש בטכנולוגיה זו עשוי לתמוך בשלושה צרכים פסיכולוגיים מרכזיים: מסוגלות (Competence) אוטונומיה (Autonomy) ושייכות (Relatedness) וכיצד מתן מענה לצרכים אלו משפיע על המוטיבציה של הסטודנטים לתרגל את השפה האנגלית. ממצאי המחקר מבוססים על ראיונות חצי מובנים עם הסטודנטים שהשתמשו בטכנולוגיה VR. הממצאים מצביעים על כך שהשימוש בטכנולוגיה זו תרם במידה רבה לחיזוק תחושת המסוגלות והאוטונומיה שלהם ב תרגול השפה, אך במקביל הציב אתגרים בנוגע לתחושת השייכות והאינטראקציה עם עמיתים ומרצים. מסקנות המחקר עשויות לסייע בגיבוש מדיניות להטמעת טכנולוגיות VR באופן שיגביר את המוטיבציה לתרגול שפה ויאפשר חוויית למידה מיטבית בקורסי EMI.

**מילות מפתח:** קורסי תוכן באנגלית ( EMI ), מציאות מדומה ( VR ), פדגוגיה דיגיטלית, מוטיבציה ללמידה, תיאוריית ההכוונה העצמית (SDT).

## מבוא

במטרה לשפר את רמת האנגלית של סטודנטים ולקדם בינלאומיות במוסדות אקדמיים, המועצה להשכלה גבוהה (מל"ג) קבעה כי החל משנת תשפ"ה, כל סטודנט לתואר ראשון בישראל יידרש ללמוד שני קורסי תוכן באנגלית ( EMI ) על אף שמדיניות זו עשויה לספק יתרונות פדגוגיים ופרקטיים, מחקרים מראים כי סטודנטים רבים חווים חששות וקשיים הקשורים ללמידה בסביבה שאינה בשפת האם שלהם, לרבות קשיים בהבנת החומר ותחושות חרדה משימוש באנגלית אקדמית ( Kamasak et al., 2021 ). אחד האתגרים המרכזיים בלימוד שפה זרה הוא פיתוח מיומנויות דיבור ושימוש אותנטי בשפה באמצעות תרחישים מדמי מציאות ( real life scenarios ) גישות הוראה מסורתיות אינן תמיד מצליחות לספק סביבת למידה המדמה אינטראקציות טבעיות, ולכן טכנולוגיות חדשות כגון מציאות מדומה ( VR ) מציעות פתרונות חדשניים. טכנולוגיות מציאות מדומה מאפשרות למידה בסביבה אינטראקטיבית, בה הסטודנטים יכולים לתרגל שפה בצורה חווייתית וללא חשש משיפוט חיצוני ( Parmax, 2023; Chen et al., 2022 ) מחקר זה מתבסס על תיאוריית ההכוונה העצמית (SDT) אשר מדגישה כי שלושה צרכים פסיכולוגיים בסיסיים משפיעים על המוטיבציה הפנימית של הלומדים : מסוגלות (תחושת ביטחון ביכולת להתמודד עם משימות חדשות), אוטונומיה (תחושת שליטה על תהליך הלמידה), ושייכות (תחושת קשר עם הסביבה החברתית). כאשר שלושת הצרכים הללו מקבלים מענה, הלומדים מפגינים מעורבות גבוהה יותר בתהליך הלמידה, חווים רמות גבוהות של מוטיבציה פנימית, ומשפרים את הישגיהם ( Ryan & Deci , 2008 ). מטרת המחקר היא לבדוק כיצד חוויית השימוש

בטכנולוגיית VR במסגרת קורסי EMI תורמת למימוש שלושת הצרכים הללו – נושא שטרם נחקר בהקשר של מכללה בישראל - וכיצד היא משפיעה על עמדות הסטודנטים כלפי למידת קורסי תוכן באנגלית.

## המחקר

### מתודולוגיה

משתתפי המחקר היו סטודנטים אשר למדו בשני קורסי EMI שונים לתואר ראשון בכלכלה ושירותי אנוש במכללה אקדמית בצפון. כמחציתם למדו בשנה"ל תשפ"ד וכמחציתם בתשפ"ה. בכל אחד מהקורסים התקיים שיעור יחיד שבו עשו הסטודנטים שימוש בטכנולוגיות של VR לצורך תרגול השפה האנגלית. במסגרת השיעור קיבלו הסטודנטים הסבר על קסדות ה VR ולאחריו התנסו בשימוש בה למשך כשעה. התוכנה אליה נחשפו אפשרה להם להתנסות בפעילויות אינטראקטיביות באנגלית, ברוח התכנים המועברים בקורסים. כך למשל, התנסו הסטודנטים בראיון עבודה שנערך עם מנהל משאבי אנוש וירטואלי, ובמתן הרצאה קצרה מול "קהל" בשפה האנגלית. התכנים אליהם נחשפו הסטודנטים פותחו על-ידי חברה מסחרית מתחום ה-VR תוך הוועצות עם מרצי הקורס וזאת לצורך התאמת המשימות בסביבה הוירטואלית לרמה של הסטודנטים ולמשימות אותן תרגלו בכיתה לאורך הקורס שתיים מחברות צוות המחקר פנו אל הסטודנטים מבעוד מועד והציעו להם להתראיין לטובת המחקר. כ 30 סטודנטים בסה"כ נתנו את הסכמתם להתראיין.

הנתונים נאספו באמצעות ראיונות חצי מובנים של כ 30 דקות בממוצע, אשר התקיימו למחרת ההתנסות בקסדות ה VR או ימים ספורים אחריה. בנוסף, נערכו סידרה של תצפיות בשיעורים בהם נעשה שימוש בקסדות VR, אשר סיפקו מערך נתונים משלים לראיונות. במחקר זה נעשה שימוש באסכולת מחקר איכותנית הכוללת תמלול וניתוח של הראיונות. צוות המחקר ניתח את הראיונות בשיטת הניתוח התמטי (Orbe, 1998), תוך שהם שהחוקרים תרים אחר נושאים משותפים שעלו מדברי המראיינים.

### ניתוח תמטי

שאלת המחקר הראשונה בחנה כיצד חוו הסטודנטים בקורסי EMI את השימוש במשקפי VR במסגרת לימודיהם בקורס. ניתוח הנתונים העלה מספר תמות מרכזיות המשקפות את תחושות הסטודנטים כלפי ההתנסות, האתגרים שחוו, והאופן בו הם תפסו את תרומת הטכנולוגיה ללמידה. תמות אלה כוללות:

1. ההתנסות ב VR- כחווייה מעורבת
  - א. ציפייה לחוויה (משהו אחר ומגניב)
  - ב. החוויה כמשהו חד פעמי ויציאה משגרה.
  - ג. קשיים טכניים והשפעתם על החוויה
  - ד. תחושות של מתח ולחץ
2. ההתנסות בתוכנה בהשוואה לחוויית הלימודים בכיתה:
  - א. שחרור משיפוטיות לעומת חשיבות השיפוטיות
  - ב. יעילות המשוב המילולי והאובייקטיבי של התוכנה לעומת האמפטיה של המרצה ושל חברי הכיתה
3. התוכנה כמדמה מציאות או כמעצימה מציאות:
  - א. חוסר ריאליזם בייצוג הסיטואציות ותגובות מעורבות לדמויות

ב. תפיסת מציאות כפולה: החומרה (המשקפיים) והקשר עם הסביבה המיידית לעומת התוכנה (הדמויות) והקשר עם סיטואציות מהעולם האמיתי (למשל, ריאיון, נאום מעלית, הצגה מול קהל )

שאלת המחקר השנייה ביקשה לבחון אילו השפעות ייחסו הסטודנטים להתנסות ב VR על עמדתם כלפי לימוד בקורסי EMI תוך התמקדות במיומנות ובשליטה שלהם בשפה האנגלית. ניתוח הנתונים העלה מספר תמות מרכזיות, אשר משקפות את תפיסות הסטודנטים בנוגע להשפעת ההתנסות ב VR על פיתוח היכולות השפתיות שלהם והאופן שבו היא תרמה (או לא) לתרגול אפקטיבי יותר של השפה:

1. בעוד שלא חוו שיפור בידע שפתי, כן נחווה שיפור במיומנויות שפתיות
2. תחושת המסוגלות העצמית באשר לכישורים ולביצועים בשפה האנגלית - העצמת / הפחתת חרדות
- שאלת המחקר השלישית בחנה אילו השפעות ייחסו הסטודנטים להתנסות ב VR על המיומנויות הרכות שלהם .

ניתוח הנתונים העלה **שלוש תמות מרכזיות**, אשר משקפות את תפיסות הסטודנטים בנוגע לאופן שבו ההתנסות ב VR-תרמה (או לא) לפיתוח כישורים חשובים הנדרשים בסביבות אקדמיות ומקצועיות:

1. תחושת המסוגלות העצמית – דימוי עצמי, ביטחון עצמי, אימון לקראת העולם האמיתי (עמידה ודיבור מול קהל, האפשרות לתרגל כמה פעמים)
2. חיזוק/ערעור הדימוי העצמי להתמודדות עם טכנולוגיות מתקדמות
3. פוטנציאל לשימוש רחב יותר בטכנולוגיה (עמידה ודיבור מול קהל, האפשרות לתרגל כמה פעמים ) במקצועות שונים.

## דיון

ניתוח הממצאים מעלה כי השימוש ב VR בקורסי EMI סיפק חוויית למידה ייחודית, אך השפעותיו על שלושת הצרכים של SDT היו מגוונות .

**מסוגלות:** רובם המכריע של הסטודנטים דיווחו כי ההתנסות ב VR חיזקה את תחושת המסוגלות שלהם, במיוחד בנוגע לשימוש באנגלית. סביבת ה VR אפשרה להם להתנסות במשימות מורכבות כגון הצגת נושא באנגלית או קיום שיחה, תוך הפחתת חרדת ביצוע. ממצאים אלו עולים בקנה אחד עם מחקרים קודמים שהראו כי VR יכול לשמש כלי לחיזוק ביטחון עצמי בלמידת שפה ( Macaro et al., 2018 ) .

**אוטונומיה:** מרבית הסטודנטים ציינו כי הטכנולוגיה אפשרה להם חופש רב יותר בתהליך הלמידה, מאחר שהם יכלו לתרגל את השפה בקצב שלהם וללא התערבות מיידית של המרצה. אלמנט זה חיזק את תחושת השליטה שלהם על הלמידה, אך במקביל, היעדר משוב מידי מצד גורם אנושי לעיתים גרם לתחושת חוסר ודאות בנוגע להתקדמותם.

**שייכות:** אחת המסקנות המרכזיות שעלו מהמחקר היא שהשימוש ב VR- צמצם את ההיבט החברתי של הלמידה. מאחר שהלמידה התקיימה בסביבה וירטואלית ולא כללה אינטראקציות ישירות עם עמיתים ומרצים, חלק מהסטודנטים דיווחו על תחושת נתק מהקבוצה ומהקורס. ממצא זה עולה בקנה אחד עם מחקרים קודמים שהראו כי למידת VR עשויה להפחית אינטראקציות חברתיות ולעיתים אף ליצור חוויה מבודדת (Holly et al., 2021).

על אף שרובם המכריע של הסטודנטים ציינו את ההתנסות בחיוב רב, כשלושה סטודנטים חשו שהצורך לחבוש את קסדת ה VR ו"לתקשר" עמה, עורר לחץ, חוסר נוחות ואפילו תחושת דיס-אוריינטציה.

### סיכום והמלצות ליישום

תוצאות המחקר מצביעות על כך שהשימוש ב VR במסגרת קורסי EMI תומך בעיקר בצרכים של מסוגלות ואוטונומיה, אך פחות בשייכות חברתית. לפיכך, מומלץ לשלב את הטכנולוגיה באופן שמאפשר לסטודנטים ליהנות מיתרונות ה VR תוך צמצום החסרונות שלה באמצעות פרקטיקות דוגמת:

שימוש במשימות קבוצתיות: שילוב מטלות המדמות אינטראקציות חברתיות בתוך סביבת ה VR כגון סימולציות בהן הסטודנטים משתפים פעולה במשימות שונות

מתן משוב משולב: שילוב של משוב אוטומטי מהמערכת עם משוב אנושי מהמרצה או עמיתים, כדי להפחית תחושות של חוסר וודאות

למידה משולבת VR ופעילויות פרונטליות: השימוש ב VR צריך להיות משלים ללמידה הפרונטלית וזאת כדי לשמר תחושת מחוברות לקבוצה.

נוכח קיומם של כמה מקרים בודדים בהם עוררה ההתנסות תחושות שליליות בקרב הסטודנטים, יש לבחון דרכים לנטרל השפעות אפשריות שכאלה. למשל, יצירת מרחב בטוח בו הסטודנטים יוכלו לשתף בתחושותיהם ולקבל תמיכה רגשית, למשל באמצעות מפגשי שיח קבוצתיים או ליווי אישי או מתן הדרכה ברורה ומובנית להתמודדות עם אתגרים צפויים בתהליך כדי לצמצם תחושת אי-ודאות ולחזק תחושת שליטה. צעדים אלו יוכלו לסייע בנטרול או צמצום השפעות שליליות, לחזק את תחושת המסוגלות של הסטודנטים ולשפר את חוויית ההתנסות הכוללת.

המלצות החוקרים הן להרחיב את השימוש בקסדות ה VR לצורך שיפור החוויה והמיומנויות הרלוונטיות בקורסי EMI בשלושה מובנים:

1. כהתנסות חובה בכל קורסי ה EMI בכלל התוכניות ל BA במכללה
2. בכל קורס EMI שכזה, להרחיב את היקף ההתנסות בקסדות משיעור יחיד למספר שיעורים.
3. לשלב את הכלי הנדון באופנים דומים גם במוסדות אקדמיים אחרים.

לסיכום, מחקר זה תורם להבנה של השפעת טכנולוגיות VR בהוראת EMI ומציע כיוונים עתידיים למחקר נוסף על השפעותיה על למידת שפות והיבטים מוטיבציוניים בלמידה אקדמית

### מקורות

Chen, B.; Wang, Y.; Wang, L. (2022). The effects of virtual reality-assisted language learning: A meta-analysis. *Sustainability*, 14, 3147.

Deci, E. L. & Ryan, R. M. (2008). Self-determination theory: A macro theory of human motivation, development, and health. *Canadian Psychology/Psychologies Canadienne*, 49(3), 182.

Holly, M., Pirker, J., Resch, S., Brettschuh, S., & Gütl, C. (2021). Designing VR experiences—expectations for teaching and learning in VR. *Educational Technology & Society*, 24(2), 107-119.

Kamaşak, R., Sahan, K., & Rose, H. (2021). Academic language-related challenges at an English-medium university. *Journal of English for Academic Purposes*, 49, 100945. Macaro, E., Curle, S., Pun, J., An, J., & Dearden, J. (2018). A systematic review of English medium instruction in higher education. *Language teaching*, 51(1), 36-76.

Orbe, M. P. (1998). *Constructing co-cultural theory: An explication of culture, power, and communication*. SAGE Publications, Inc.

Parmaxi, A. (2023). Virtual reality in language learning: A systematic review and implications for research and practice. *Interactive learning environments*, 31(1), 172-184.



**השפעת הנראות של אוואטאר מבוסס ChatGPT על האפקטיביות של אימון**

**לראיונות עבודה**

נרית גביש, דניאל ז'ורבל – המכללה האקדמית להנדסה בראודה | איציק בן

שלוש – Holistic EHS / XR

# השפעת הנראות של אוואטאר מבוסס ChatGPT על האפקטיביות של אימון

## לראיונות עבודה

תקציר

בחנו את האפקטיביות של אימון לראיון עבודה באמצעות סימולציה, בה השתמשנו בצ'אטבוט מבוסס ChatGPT (Large Language Models – LLMs) שמראהו תואם למראה קונבנציונלי של מראיין אנושי. ישפר את אפקטיביות האימון נכונות המתאמן לשתף פעולה יחסית למראה שאינו אופייני למראיין. לצורך כך, בחרנו שלושה אוואטארים, שלכל אחד מראה אחר: פורמלי, ספורטיבי ויום-יומי. 85 מתאמנים שובצו לאחד משלושת האוואטארים באופן אקראי, ואותו האוואטאר שימש עבורם כמראיין באימון לראיון עבודה. המשתתפים ביצעו סימולציה של ראיון עבודה עם האוואטאר, קיבלו הערכת ביצועים בסוף הראיון, ולאחריו ביצעו את הסימולציה מחדש. תוצאות המחקר הראו כי הקבוצה שביצעה את האימון עם האוואטאר במראה היום-יומי עשתה זאת בפחות זמן לעומת הקבוצות שהתאמנו עם האוואטאר הפורמלי והספורטיבי. לסיכום, מהתוצאות ניתן להסיק כי בעת שימוש בצ'אטבוט המבוסס LLM עבור אימונים לשיפור יכולות חברתיות באמצעות משחק תפקידים האוואטאר צריך לדמות במראהו ייצוג אנושי מתאים לחיים האמיתיים.

מילות מפתח: LLM, ChatGPT, צ'אטבוט, ראיון עבודה, משחק תפקידים

מבוא

התפתחות הבינה המלאכותית (AI) הביאה לעלייה בשימוש בצ'אטבוטים. כאשר פותחו אלגוריתמי עיבוד השפה הטבעית המבוססים למידה עמוקה, תפקיד הצ'אטבוט השתנה באופן משמעותי, וכיום נוגע כמעט בכל תחום של חיינו המקצועיים והיום-יומיים. אלגוריתמים אלו נקראים מודלי שפה גדולים (Large Language Models – LLMs). תחום מעניין בו נעשה שימוש בצ'אטבוטים מבוססי LLM הוא סימולציות משחקי תפקידים לאימון כישורים חברתיים. (Yang et al., 2024). השימוש בצ'אטבוט לצורך סימולציית משחק תפקידים לאימון כישורים חברתיים מדגיש את החשיבות בצורך לגרום למשתמש לשתף פעולה עם הצ'אטבוט ולבטוח בו. דרך אחת להשיג זאת היא באמצעות צ'אטבוט המבוסס על דמות אוואטאר, על פי גישת "מחשבים הם שחקנים חברתיים" (CASA, Reeves & Nass, 1996). בהתאם לכך, ממשקים חדשים נוספו לאחרונה לממשקי טקסט מוכרים של צ'אטבוטים מבוססי LLM. בממשקים אלו הצ'אטבוט מיוצג כאוואטאר בעל מראה אנושי (Sonlu et al., 2024; Wang et al., 2024; Yamazaki et al., 2023), כשהאינטראקציה יכולה להתרחש בסביבה וירטואלית או במציאות רבודה (Llanes-Jurado et al., 2024; Wan et al., 2024).

בהתבסס על האמור לעיל, עולה השאלה, האם על מנת לשפר את האמון ושיתוף הפעולה של המשתמש, יש לגרום לצ'אטבוט המבוסס על אוואטאר דמוי-אדם לחקות במראהו את מוסכמות האינטראקציה בין בני אדם. השאלה לגבי השפעת מראה האוואטאר חשובה במיוחד כאשר הצ'אטבוט מיועד לסימולציות משחקי תפקידים לאימון כישורים חברתיים, כי הצלחת הסימולציה תלויה בטיב שיתוף הפעולה של המתאמן עם הצ'אטבוט. במחקר הנוכחי התמקדנו באימון לראיון עבודה באמצעות סימולציית משחק תפקידים עם

צ'אטבוט מבוסס ChatGPT. שאלת המחקר הייתה האם פורמליות המראה של הצ'אטבוט המראיין משפיעה על יעילות האימון לראיונות עבודה. בחנו את שאלת המחקר באמצעות המדדים הללו: נכונות המתאמנים להשתמש במערכת, ביצועיהם במהלך השימוש בה, והשיפור שלהם לאורך האימון. שלושה אוואטארים שונים עוצבו לשימוש כמראיינים: אוואטאר פורמלי, אוואטאר ספורטיבי, ואוואטאר במראה יום-יומי שיערנו כי נכונות המתאמנים להשתמש במערכת, ביצועיהם ושיפורם יהיו הגבוהים ביותר עבור האוואטאר הפורמלי.

## שיטת המחקר

### אוכלוסייה

בניסוי השתתפו 102 נבדקים, סטודנטים מהמכללה האקדמית להנדסה בראודה בכרמיאל, אשר קיבלו על השתתפותם תגמול של 100 ש"ח בתווי BuyMe. תשעת הנבדקים בעלי הביצועים הטובים ביותר בראיונות העבודה קיבלו בonus של 50 שקלים נוספים בתו נוסף. התחשבנו בתוצאות של 85 משתתפים עקב תקלות טכניות. 29 משתתפים (18 גברים ו-11 נשים) הוקצו באופן רנדומלי לקבוצת האוואטאר הפורמלי, 28 (18 גברים, 8 נשים, 1 שלא היה/הייתה מעוניין/ת לשתף במינם ו-1 שסימן/ה "אחר" באפשרויות המגדר) הוקצו לקבוצת האוואטאר הספורטיבי, ו-29 (14 גברים ו-18 נשים) לקבוצת האוואטאר בלבוש היום-יומי.

### כלי המחקר

לצורך המחקר השתמשנו בתכנת EON-XR ([https://core.eon-xr.com/Library/Index\\_V2](https://core.eon-xr.com/Library/Index_V2)) שפותחה במטרה ליצור סביבת התממשקות עם AI המבוסס על ChatGPT באמצעות אוואטארים ומציאות מדומה. התקשורת עם הבינה המלאכותית מתבצעת באמצעות הקלטת פלט רצוי או הקלדתו. הקלט המתקבל מהקלטה באמצעות מיקרופון מומר לפרומפט טקסט, הבינה המלאכותית קולטת את הפרומפט ויודעת להגיב אליו וליצור תשובה רלוונטית אליו בקול שמזכיר מאוד קול אנושי.

### מערך המחקר

במחקר שלנו השתמשנו במערכת EON-XR על מנת לבנות סימולציה של ראיון עבודה לתפקיד במוקד שירות לקוחות טלפוני, כאשר בסימולציה שני תפקידים: התפקיד הראשון הוא המראיין (האוואטאר) והתפקיד השני הוא המראיין (המשתתף בניסוי). לשם הניסוי בנינו ארבעה אוואטארים עיקריים - אחד שמנחה את הסימולציה (נקרא בשם "ארתור") ושלושה נוספים שמראיינים את המשתמשים בזמן האימון, כשלכל אחד משלושת האחרונים שובצו המשתתפים באקראי.

שלושת האוואטארים המראיינים קיבלו את השם "מרקוס". מרקוס הפורמלי, המופיע בתרשים 1, עוצב כלובש חליפה עם עניבה ובעל זקן ארוך ומסודר.



**תרשים 1. האוואטאר מרקוס הפורמלי**

מרקוס הספורטיבי, המופיע בתרשים 2, עוצב כלובש חליפת ספורט ירוקה, כובע צמר וזקן קצר.



**תרשים 2. האוואטאר מרקוס במראה הספורטיבי**

מרקוס במראה היום-יומי, המופיע בתרשים 3, עוצב כלובש ג'ינס וחולצה קצרה צבעונית ובעל תספורת מתולתלת.



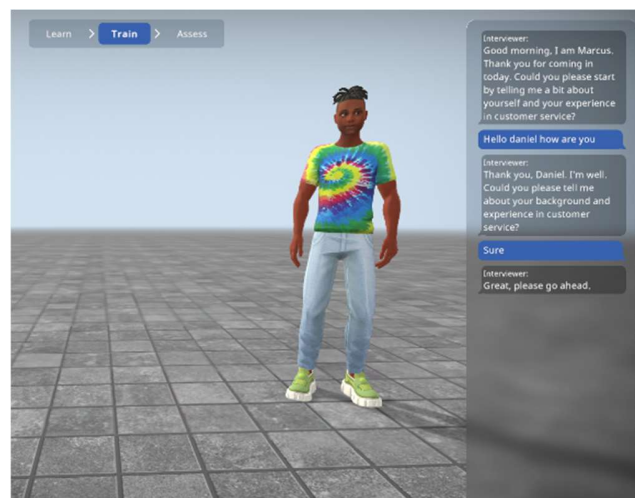
**תרשים 3. האוואטאר מרקוס במראה היום - יומי**

### **מהלך המחקר**

הניסוי נחלק לשלושה חלקים. בשלב הראשון קיבלו המשתתפים הסבר על הניסוי והדגמה לצורת השימוש במערכת בנוסף לדף עזר לשימוש במערכת בעת הניסוי. לאחר ההסבר, ענו המשתתפים על שאלון שבו מילאו פרטים על עצמם (גיל, מגדר, מחלקת לימוד במכללה ועוד).

בחלק השני ביצעו המשתתפים את משימתם במערכת EON XR – אימון באמצעות שני ראיונות עבודה עם האוואטאר שאליו שובצו. כל ראיון נחלק לשלבים הבאים: למידה, אימון והערכת ביצוע. שלב הלמידה היה זהה לכל הקבוצות והועבר על ידי האוואטאר המנחה ארתור. האוואטאר הסביר נושאים חשובים לקראת ביצוע ראיונות עבודה, העלה עקרונות מהותיים ואפשר למשתתפים לצפות בסרטון מתאים לכל נושא שהוסבר.

לאחר מכן, בשלב האימון, המשתתפים ביצוע את ראיון העבודה עם אחד מהאווטארים בשם מרקוס שאותו קיבלו כמראיין. בראיון שאל מרקוס את המשתתפים שאלות אשר מצופה שיעלו בעת ראיון עבודה אמיתי (כגון "ספר/י לי על עצמך", "ספר/י לי על מקרה שבו הצלחת להתמודד עם מצב לחץ", "האם את/ה עובד/ת טוב בתנאי לחץ?", ועוד). התקשורת עם האווטאר הייתה באמצעות דיבור למיקרופון של אוזניות ששימשו גם על מנת לשמוע את האווטאר ואת השאלות ששאל באמצעות דיבור בקול אנושי. המשתתפים הקליטו את תשובותיהם על ידי לחיצה על כפתור מתאים במסך, הקלט הומר לפרומפט שקלט האווטאר, וזה השיב בהתאם לקלט שקיבל. כל השיחה, השאלות והתשובות של האווטאר ושל המשתתפים הופיעו בצד המסך בצ'אט, כאשר תשובות המשתתפים הופיעו בצבע כחול ושאלות האווטאר באפור. זאת ניתן לראות בתרשים 4.



**תרשים 4. שלב האימון - צ'אט התקשורת עם האווטאר בעת סימולציית ראיון העבודה**

כאשר האווטאר קיבל מספיק מידע הוא הפסיק את הראיון על ידי הודעה מתאימה כמו "יום טוב!". כך ידעו המשתתפים שהראיון נגמר והם עברו לשלב הבא, הערכת הביצועים. היות ומדובר ב-ChatGPT שמבצע את הראיון, הראיונות לא היו זהים לגמרי, והשלב הבא היה תלוי בכך ולכן גם הוא היה לא זהה בין כולם.

בשלב הערכת הביצועים הציג האווטאר ארתור דיאגרמת הערכת ביצועים בנושאים ויכולות שונות, שבה הוצג כמה הצליחו להראות במהלך הראיון יכולות בשלל נושאים, ציון משוקלל שקיבלו המשתתפים עבור הראיון וכן משוב מפורט על ביצועיהם והמלצות לשיפור.

לאחר שלב הערכת הביצוע המשיכו המשתתפים לבצע את כל שלושת השלבים מחדש עם אותו אווטאר מראיין, כך שיכלו לנסות ולהשתפר ביחס לפעם הקודמת לפי המשוב שקיבלו. גם לאחר הראיון השני קיבלו המשתתפים את המשוב שלהם ואת הערכת הביצוע שלהם בראיון השני.

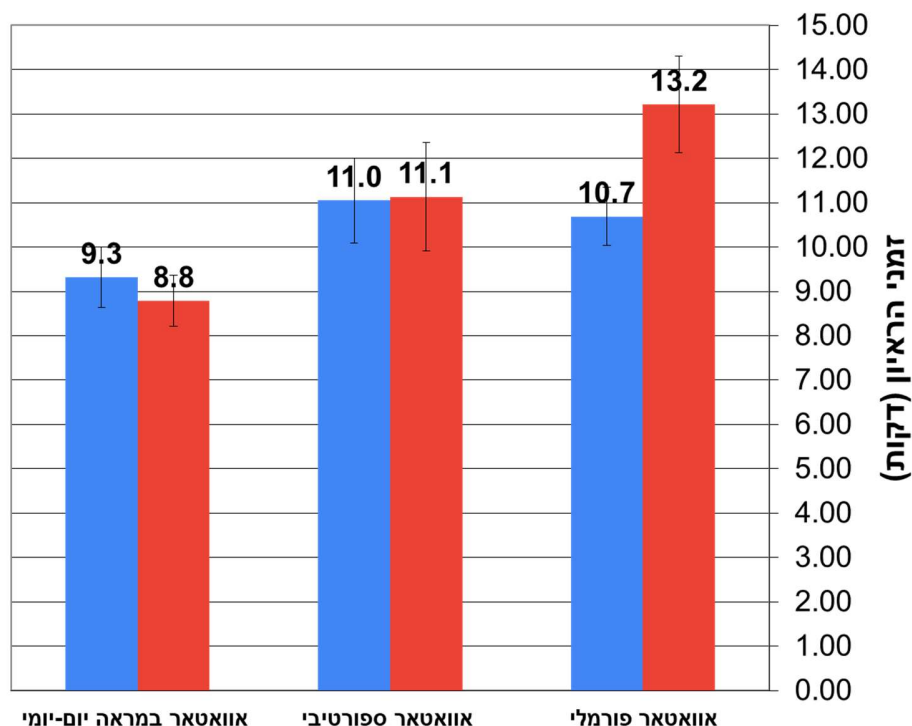
## תוצאות

### אמצעי מדידה וחישוב

ביצענו Repeated–Measures ANOVAs עבור זמני האימון (הזמן שארך כל ראיון) ועבור הציונים הסופיים (שניתנו לכל המשתתפים בסוף כל ראיון), עם הקבוצה שאליה שוינו (אוואטאר פורמלי, ספורטיבי או במראה יום-יומי) והמגדר (נשים או גברים) כמשתנים הבלתי תלויים בין הקבוצות, ומספר הראיון (ראיון ראשון או שני) כמשתנה הבלתי תלוי בתוך הקבוצות.

### זמני האימון

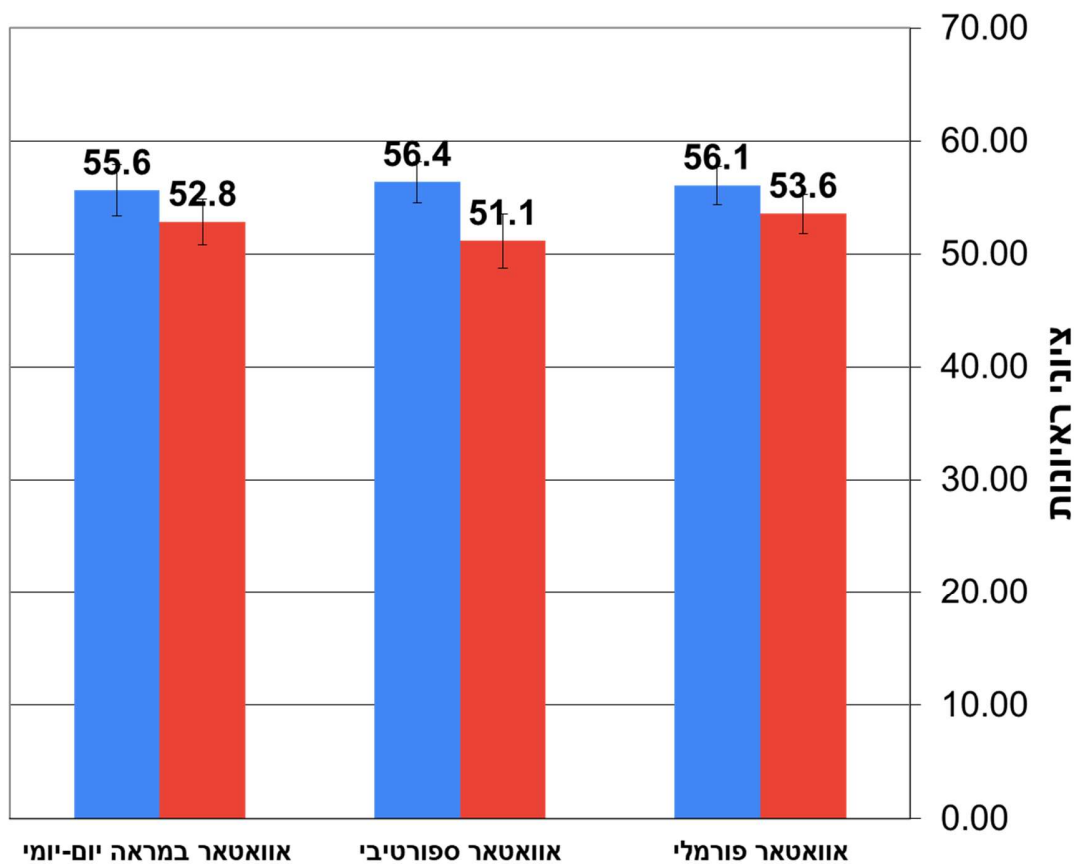
זמן האימון לא היה שונה באופן משמעותי בין שני הראיונות שעברו המשתתפים (עבור הראיון הראשון:  $M = 11.1$  דקות,  $SD = 5.6$ ; עבור הראיון השני:  $M = 11.4$  דקות,  $SD = 4.2$ ;  $F(1,78) = 0.45$ ,  $p = 0.50$ ). ההבדל בין הקבוצות היה מובהק ( $F(2,78) = 5.74$ ,  $p = 0.005$ ). לכן, ביצענו מבחן LSD (least significant difference) post hoc, אשר הראה שזמן האימון היה קצר יותר לקבוצת האוואטאר במראה יום-יומי ( $M = 9.1$  דקות,  $SD = 3.3$ ) בהשוואה לקבוצת האוואטאר הפורמלי ( $M = 12.0$  דקות,  $SD = 5.0$ ;  $p = 0.005$ ) ולקבוצת האוואטאר הספורטיבי ( $M = 11.1$  דקות,  $SD = 5.8$ ;  $p = 0.047$ ). ההבדל בין זמני האימון של קבוצת האוואטאר הפורמלי וקבוצת האוואטאר הספורטיבי לא היה מובהק ( $p = 0.39$ ). האינטראקציה בין מספר הראיון (ראשון או שני) והקבוצות לא הייתה מובהקת ( $F(2,78) = 2.74$ ,  $p = 0.07$ ). כמו כן לא היה הבדק מובהק בין זמן האימון של נשים ( $M = 9.9$  דקות,  $SD = 4.5$ ) וגברים ( $M = 10.7$  דקות,  $SD = 4.0$ ;  $F(2,78) = 2.31$ ,  $p = 0.11$ ) והאינטראקציה בין מגדר לקבוצה לא הייתה מובהקת ( $F(2,78) = 2.23$ ,  $p = 0.11$ ). תוצאות אלה מוצגות בתרשים 5.



**תרשים 5. ממוצע זמני הראיונות הראשון (באדום) והשני (כחול) לכל קבוצה, עם קווי שגיאות סטנדרטיים**

#### ציוני ראיונות

הציון הסופי בראיון השני היה גבוה יותר באופן מובהק ( $M = 56.0$ ,  $SD = 10.2$ ) בהשוואה לראיון הראשון ( $M = 52.5$ ,  $SD = 10.8$ ;  $F(1,78) = 10.40$ ,  $p = 0.002$ ). עם זאת, הציונים הסופיים לא היו שונים באופן מובהק בין הקבוצות (עבור קבוצת האווטאר הפורמלי:  $M = 54.8$ ,  $SD = 9.2$ ; עבור קבוצת האווטאר הספורטיבי:  $M = 53.8$ ,  $SD = 11.4$ ; עבור קבוצת האווטאר במראה היום-יומי:  $M = 54.2$ ,  $SD = 11.4$ ;  $F(2,78) = 0.07$ ,  $p = 0.94$ ). האינטראקציה בין מספר הראיון והקבוצות לא הייתה מובהקת ( $F(2,78) = 0.16$ ,  $p = 0.85$ ). כמו כן לא היה הבדק מובהק בין הציון הסופי של נשים ( $M = 55.6$ ,  $SD = 11.3$ ) וגברים ( $M = 56.2$ ,  $SD = 9.4$ ;  $F(2,78) = 0.69$ ,  $p = 0.50$ ) והאינטראקציה בין מגדר לקבוצה לא הייתה מובהקת ( $F(2,78) = 0.45$ ,  $p = 0.64$ ). תוצאות אלו ניתן לראות בתרשים 6.



תרשים 6. ממוצע ציוני הראינות שקיבלה בראיון הראשון (בכחול) והשני (באדום) כל קבוצה, עם קווי שגיאות סטנדרטיים

## דיון ומסקנות

השערותינו התקבלו באופן חלקי. ההבדל בין הקבוצות ניכר רק בזמני האימון, ורק קבוצת האווטאר במראה היום-יומי בלטה בכך. זמן האימון של קבוצת האווטאר במראה היום-יומי היה קצר יותר מזה של קבוצת האווטארים הספורטיבי והפורמלי. המערכת סיימה את האימון כאשר נענו כל שאלות האווטאר, ולכן זמן האימון הקצר עשוי להצביע על תשובות קצרות יותר של המשתתף. ייתכן כי הדבר נבע מאמון נמוך יותר של המשתתפים במערכת ורמת שיתוף פעולה נמוכה יותר במשחק התפקידים כשהאווטאר היה בעל מראה שהוא מאוד לא רשמי. אף על פי שהממצאים אינם חד-משמעיים, ייתכן שיש להם השלכות מעשיות בתכנון צ'אטבוט לאימון לקראת ראינות עבודה מבוסס LLM. מומלץ שאינטראקציה כזו עם המשתתף תבצע עם אוטאר בעל מראה רשמי, או לפחות לא במראה יום-יומי. בנוסף, לגבי ההשלכות על ביצוע אימון לשיפור כישורים רכים אחרים באמצעות משחקי תפקידים, מומלץ שמראה האוטאר ישקף נורמות חברתיות אמיתיות המתאימות לסיטואציה שאותה פוגשים המשתמשים.

## תודות

המחקר מומן באופן חלקי על ידי המועצה להשכלה גבוהה, ישראל.

## מקורות

- Llanes-Jurado, J., Gómez-Zaragozá, L., Minissi, M. E., Alcañiz, M., & Marín-Morales, J. (2024). Developing conversational Virtual Humans for social emotion elicitation based on large language models. *Expert Systems with Applications*, 246, 123261. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.123261>.
- Reeves, B., & Nass, C. (1996). *The media equation: How people treat computers, television, and new media like real people*. Cambridge University Press.
- Sonlu, S., Bendiksen, B., Durupinar, F., & Gündükbay, U. (2024). The effects of embodiment and personality Expression on learning in LLM-based educational agents. *arXiv preprint arXiv:2407.10993*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2407.10993>.
- Wan, H., Zhang, J., Suria, A. A., Yao, B., Wang, D., Coady, Y., & Prpa, M. (2024). Building LLM-based AI agents in social virtual reality. In *Extended Abstracts of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1–7). <https://doi.org/10.1145/3613905.3651026>.
- Wang, Y., Song, M., Guo, R., & Duan, Y. (2023). How about non-human tour guides? The influence of AI tour guides' dress and conversation style on the intention of consumers to continue using them. *Journal of Travel & Tourism Marketing*, 40(9), 849–862. <https://doi.org/10.1080/10548408.2023.2296638>.
- Yamazaki, T., Mizumoto, T., Yoshikawa, K., Ohagi, M., Kawamoto, T., & Sato, T. (2023). An open-domain avatar chatbot by exploiting a large language model. *Proceedings of the 24th Annual Meeting of the Special Interest Group on Discourse and Dialogue* (pp. 428–432). [cdoi.org/10.1016/j.psychres.2021.114135](https://doi.org/10.1016/j.psychres.2021.114135).
- Yang, D., Ziems, C., Held, W., Shaikh, O., Bernstein, M. S., & Mitchell, J. (2024). Social skill training with large language models. *arXiv preprint arXiv:2404.04204*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2404.04204>.



**שיפור מיומנויות תשאול ואנמנזה בקרב סטודנטים להפרעות בתקשורת**

**באמצעות צ'אטבוט**

רות פורייטר, אביטל טראו-מרגלית – אונ' אריאל

## שיפור מיומנויות תשאול ואנמנזה בקרב סטודנטים להפרעות בתקשורת באמצעות צ'אטבוט

רות פורייטר

אוניברסיטת אריאל

אביטל טראו מרגלית

אוניברסיטת אריאל

ביצוע אנמנזה ותשאול מטופל מהווים אחת מאבני היסוד בפרקטיקה הטיפולית. מיומנויות אלו משפיעות באופן מכריע על דיוק האבחון, טיב הקשר הטיפולי ואיכות קבלת ההחלטות הקליניות. המתודות הנהוגות כיום להקניית מיומנויות לסטודנטים כוללות סימולציות באמצעות שחקנים, תרגול בין עמיתים והתנסות קלינית עם מטופלים. עם זאת, יישומן מוגבל או דורש השקעת משאבים ניכרים. סימולציות וירטואליות מציעות פתרון יעיל ונגיש לאתגרי ההכשרה הקלינית בתחום זה.

במסגרת קורס אודיולוגיה (מדעי השמיעה) במחלקה להפרעות בתקשורת באוניברסיטת אריאל, פותח מודל הכשרה המשלב תרגול ביצוע אנמנזה באמצעות צ'אטבוט מבוסס בינה מלאכותית המדמה מטופל. מודל זה של למידה מבוססת התנסות, מהווה תחליף לשיטה ההוראה המסורתית של הצגת הדיאלוג בין המטפל למטופל באמצעות מצגת. סביבת הלמידה אפשרה לסטודנטים התנסות אינטראקטיבית בתרגול המיומנויות הקליניות בסביבה מוגנת, תוך קבלת משוב מיידי, פרסונלי ואובייקטיבי, אשר בשילוב עם תרגול חזרתי, מסייע לפיתוח המיומנות המקצועית ותחושת המסוגלות שלהן. יישום המודל מדגיש את תפקידה הטרנספורמטיבי של טכנולוגיית GenAI בשיפור חווית הלמידה עבור הסטודנטים, תוך הצגת הפוטנציאל שלה לקידום אפקטיביות הלמידה.

מילות מפתח: צ'אטבוט, סימולציות, הכשרה קלינית, אנמנזה, GenAI

### מבוא

האנמנזה היא תהליך איסוף מידע מקיף על מצבו הרפואי של המטופל, הכולל את ההיסטוריה הרפואית האישית והמשפחתית, גורמי סיכון, והשפעת המצב הרפואי על התפקוד היומיומי והרווחה הנפשית. מידע זה מהווה כלי חיוני להבנת המצב הרפואי של המטופל ומסייע בקבלת החלטות קליניות מדויקות (Joksimović, 2022).

אנמנזה מפורטת ומלאה מהווה מרכיב קריטי בפרקטיקה הקלינית והמחקרית, בכך שהיא מספקת בסיס לאבחון מבוסס-ראיות, מקטינה את הסבירות לשגיאות דיאגנוסטיות ובכך תורמת להפחתת שיעור הבדיקות והטיפולים המיותרים (Rodrigues et al., 2024). על כן, הדגש על פיתוח מיומנויות אנמנזה מקיפה ומעמיקה הינו חלק חיוני בהכשרת אנשי מקצוע בתחומי הרפואה והטיפול.

היכולת לבצע אנמנזה באופן אפקטיבי נשענת על מיומנויות תקשורת בין אישית, יכולת ניתוח מידע קליני והסקת מסקנות. רכישת מיומנויות אלו דורשת שילוב של ידע תאורטי וניסיון מעשי. לתרגול השיטתי של האנמנזה ישנה חשיבות קריטית, שכן הוא מסייע לשפר את יכולת המטפל לזהות מידע רלוונטי מתוך השיחה עם המטופל, להתאים ולחדד את השאלות בהתאם לצורך וכך לבנות תמונה קלינית מדויקת יותר (Rodrigues et al., 2024).

במסגרת לימודי מקצועות מדעי הבריאות נעשה כיום שימוש במגוון שיטות להכשרה לביצוע אנמנזה. שיטות אלו כוללות לימוד תיאורטי בכיתה, תרגול בזוגות, סימולציה עם שחקנים והתנסות עם מטופלים אמיתיים בקליניקה. לימוד תיאורטי וניתוח תיאורי מקרה בכיתה מספקים בסיס קונספטואלי מעמיק להבנת עקרונות האנמנזה, אולם שיטה זו אינה משקפת את המורכבות של האינטראקציה עם מטופלים ואינה מאפשרת תרגול מעשי של מיומנות זו. לעומת זאת, תרגול בזוגות (Role-Playing) מאפשר התנסות בתקשורת בין-אישית ובטכניקות תשאול, אך אינו משקף את האותנטיות של מפגש קליני אמיתי ועשוי להיות מושפע מההיכרות המוקדמת בין המשתתפים. שיטת הכשרה נוספת מתבצעת באמצעות סימולציות בכיתה בהנחיית שחקנים שהוכשרו להציג מטופל הסובל מתסמינים ספציפיים, מה שמספק חוויית למידה קרובה למציאות הקלינית ומאפשר קבלת משוב מיידי ומקצועי, אך שיטה זו כרוכה בעלויות גבוהות ובעלת זמינות מוגבלת. בנוסף, עבור רוב הסטודנטים בכיתה חוויה זו מאפשרת למידה על בסיס צפייה באחר ולא על בסיס תרגול והתנסות. לעומתם, ההתנסות הקלינית עם מטופלים מציעה את החוויה האותנטית ביותר ומאפשרת לתרגל התמודדות עם מצבים מורכבים בזמן אמת, אך מתאפיינת בזמינות מוגבלת ותלויה במגוון המקרים הזמינים בעת ההתנסות. בנוסף, חוויות אלו עשויות לעורר תחושות לחץ אצל סטודנטים בתחילת דרכם.

לעומת שיטות הכשרה אלו, סימולציות ממוחשבות מבוססות בינה מלאכותית מציגות מספר יתרונות בולטים. הן מאפשרות ליצור הדמיה של מגוון תרחישים קליניים, מציעות גמישות בזמן ומקום התרגול ומאפשרות חזרה בלתי מוגבלת על התרגול. סביבת למידה זו אף מספקת לסטודנטים הזדמנות לתרגול מעשי של המיומנויות הקליניות בסביבה מוגנת ונטולת שיפוטיות, מהווה סביבה בטוחה לטעות ולהפיק לקחים, מאפשרת לקבל משוב מיידי ואובייקטיבי ועל ידי אלו לתרום לפיתוח תחושת מסוגלות מקצועית (Jacobs et al., 2020).

## האתגר בהכשרה הקלינית בקורס אודיולוגיה

בקורס הכשרה קלינית באודיולוגיה, במחלקה להפרעות בתקשורת באוניברסיטת אריאל, לומדים כ-50 סטודנטים. קורס זה עוסק בהקניית מיומנויות מתקדמות בבדיקת שמיעה התנהגותית וכולל התנסות מעשית בבדיקות אודיולוגיות מתקדמות. הסטודנטים בקורס מתרגלים בתאי שמע מגוון תרחישי סימולציה של ליקויי שמיעה, תוך עבודה בזוגות כנבדקים אנושיים. בנוסף, הקורס כולל תרגול וניתוח מעמיק של בדיקות אודיולוגיות מורכבות, לצד התנסות מעשית במגוון אודיומטרים קליניים. מטרת הקורס היא להעניק לסטודנטים את הבסיס התיאורטי והמיומנויות המעשיות הדרושים להתמודדות עם אתגרים מקצועיים בתחום האודיולוגיה ולביצוע אבחונים טיפוליים ברמה מקצועית גבוהה (Bowers & Graydon, 2024; Hussain et al., 2023).

במהלך השיעורים, מנחת הקורס השתמשה בשיטת למידה מסורתית בה הוצגו תסריטי שיחות האנמנזה עם המטופל באמצעות מצגת. גישה זו אפשרה חשיפה תיאורטית לתהליך האנמנזה, אך לא ספקה את ההזדמנות לתרגול מעשי של המיומנות הקלינית. מתוך כך עלה הצורך ביצירת פתרון זמין וגמיש שיהווה גשר בין הידע התיאורטי לפיתוח המיומנויות באמצעות תרגול מעשי של מיומנות זו. כמענה לצורך זה פותחו תרגילי הסימולציה.

## תהליך אפיון ופיתוח התרגילים

תהליך האפיון והפיתוח כלל מספר שלבים :

1. הגדרת מטרות התרגיל.
2. הגדרת שלבי התרגיל.
3. פיתוח מחוון הערכה.
4. כתיבת הוראות לביצוע התרגיל עבור הסטודנטים (הכוללת גם היבטי אוריינות בינה מלאכותית).
5. פיתוח יחידת לימוד בנושא מיומנויות תשאל ואנמנזה.
6. העשרת תיאורי המקרה הקיימים: בניית פרסונות של מטופלים הכוללות רקע רפואי מלא ופירוט אודות אופן השפעת הלקות על התפקודן היומיומי.
7. הגדרת שלבי ההתנסות עם הצ'אטבוט- הדמיה של שיחה עם מטופל, קבלת מידע ומשוב.
8. כתיבת ההנחיות (Instructions) לצ'אטבוט.
9. פיתוח הצ'אטבוט בפלטפורמה ייעודית ונגישה לשימוש הסטודנטים, ביצוע סבבי בדיקות וטיוב ההנחיות.

## מבנה תרגילי הסימולציה

כל אחד מהתרגילים כולל ארבעה שלבים:

1. **עיון בנתוני הבדיקות:** בשלב זה, הסטודנטים מעיינים בתוצאות בדיקותיו של המטופל (למשל-MRI).
2. **ביצוע האנמנזה באמצעות הצ'אטבוט:** הסטודנטים מקיימים שיחה אינטראקטיבית עם צ'אטבוט המבוסס על טכנולוגיית GenAI, המדמה את המטופל עם לקות השמיעה הספציפית שהוגדרה.
3. **קבלת מידע אודות האבחנה ומשוב:** בשלב זה הצ'אטבוט מחליף תפקיד ממטופל למנחה ונותן לסטודנט מידע מלא על האבחנה של המטופל. לאחר מכן, הצ'אטבוט נותן משוב על התשאל הכולל נקודות חוזק והצעות לשיפור בהתאם למחון הערכה. המשוב נועד לשקף לסטודנטים את רמת המיומנות שלהם ולתת להם דגשים ליישום לקראת התרגול הבא.
4. **כתיבת רפלקציה:** בשלב האחרון, הסטודנטים מתבקשים לכתוב רפלקציה אישית על תהליך הסימולציה, החוויה שלהם, הדילמות אתן התמודדו במהלך התשאל וכיצד לדעתם התנסות זו והמשוב שקיבלו יסייעו להם בהתנסויות הבאות.

## תוצאות - סיכום משובי הסטודנטים לאחר ביצוע פיילוט:

תרגיל הסימולציה הראשון בוצע בכיתה בקבוצת פיילוט קטנה. מתוך משובי הסטודנטים עולים מספר יתרונות מרכזיים לשימוש בצ'אטבוט מבוסס בינה מלאכותית לצורך תרגול מיומנות ביצוע אנמנזה:

1. מעבר ללמידה פעילה: המעבר מלמידה ממצגות לתרגול מעשי עם הצ'אטבוט העלה את תחושת המעורבות בתהליך הלמידה.

2. למידה מתוך התנסות ומשוב: ההתנסות בשילוב עם המשוב שהסטודנטים קיבלו מהצ'אטבוט סייע להם לזהות את נקודות החוזק והחולשה בתשאול, וסייע להם להתמקד בדברים אותם היו רוצים לשפר בהתנסות הבאה.
3. חיזוק תחושת האחריות מקצועית: הסטודנטים ציינו שהיתה להם הרגשה של ניהול שיחה עם "מטופל אמיתי" שלתחושתם הכינה אותם להתנסות הקלינית העתידית.
4. חיזוק מיומנויות אוריינות בינה מלאכותית (חשיבה בקורתית): סטודנטים דיווחו על הסתכלות ביקורתית כלפי המשוב שקיבלו וציינו אילו חלקים היו משמעותיים בעיניהם ואילו הם רואים כפחות רלוונטיים עבורם או בהקשר של השיחה הספציפית שניהלו.

## **אזהרות ומגבלות**

- על בסיס יישום שיטת למידה זו, זיהינו מספר מגבלות בשימוש בצ'אטבוט מבוסס בינה מלאכותית לצורך תרגול מיומנויות:
1. סיכון לאי דיוקים: יתכנו אי דיוקים בתיאור השפעת הלכות על חיי היומיום מאחר ולא ניתן להקיף את כל המצבים שהצ'אטבוט עשוי להשאל לגביהם.
  2. מידע מפורט מדי: לעיתים, הצ'אטבוט סיפק תשובות מפורטות מידי בניגוד להנחיות שקיבל. מקרים אלו, צמצמו את הצורך בשאלות המשך, מה שעשוי להגביל את ההתנסות.
  3. תפקוד לא אחיד של הצ'אטבוט: הצ'אטבוט יוצר תשובות שונות ברמת התוכן והפירוט שלהן עבור כל שיחה. הקושי לעקוב אחר מידת השונות בתשובות בזמן אמת אינו מאפשר להבטיח התנסות שוויונית עבור כל הסטודנטים בקורס.
  4. התאמה חלקית בין שאלה לתשובה: היו מקרים בודדים שבהם התשובות לא תמיד התאימו באופן מדויק לשאלה. דבר זה עשוי להוביל לבלבול אצל הסטודנטים בזמן השימוש ולהשפיע באופן שלילי על המשך התשאול.
  5. שליטה מוגבלת באיכות הפידבק: לעיתים הצ'אטבוט עשוי לתת פידבק אשר לא תואם באופן מדויק את מחוון ההערכה (למשל המלצה להעמיק בתשאול על רגשות - דבר שלא דווקא רלוונטי לסיטואציה).
  6. סיכון בהסתמכות יתר (over reliance): ישנו חשש כי הסטודנטים עשויים להתמקד רק בנקודות שעלו במשוב מהצ'אטבוט ולזנוח את החשיבה הביקורתית העצמאית לגבי התשאול שביצעו והרלוונטיות של ההערות עבורם.

## **סיכום**

במסגרת פיילוט שנערך בקורס הכשרה קלינית באודיולוגיה, הסטודנטים התנסו בתרגול מיומנויות אנמנזה באמצעות צ'אטבוט מבוסס בינה מלאכותית. תוצאות הפיילוט הראו כי הסימולציה תרמה משמעותית לשיפור חוויית הלמידה של הסטודנטים. המעבר מצפייה פאסיבית בהצגת שיחת האנמנזה במצגת, לפעילות אינטראקטיבית אפשר חווית למידה פעילה, פרסונלית ומשמעותית יותר. בעקבות תוצאות הפיילוט, הוחלט לשלב

תרגילי סימולציה כחלק אינטגרלי מהקורס בסמסטר הנוכחי. במקביל, נערכת מדידה והערכה של אפקטיביות תרגילים אלו בהעלאת תחושת המסוגלות של הסטודנטים לביצוע אנמנזה קלינית.

השימוש בצ'אטבוט מבוסס GenAI ככלי לתרגול מיומנות אנמנזה מהווה שינוי מהותי ביחס לשיטות הוראה מסורתיות. יישום זה מדגיש את הפוטנציאל של שילוב טכנולוגיות מתקדמות בהוראה. יחד עם זאת, השימוש בטכנולוגיה זו מלווה במגבלות ובסיכונים פוטנציאליים שיש להביא בחשבון. הכרת יתרונות ומגבלות אלו ופיתוח מענים מתאימים הנם תנאי הכרחי לשילוב מיטבי של הכלי בהכשרה הקלינית. יישום זה מזמן דיון מקצועי בנוגע ליישום השימוש בצ'אטבוטים מבוססי בינה מלאכותית בהכשרת סטודנטים במקצועות ותחומי דעת נוספים במסודות להשכלה גבוהה.

## מקורות

Bowers, P., & Graydon, K. (2024). Developing effective communication skills in audiology using anonymous patient feedback. *International Journal of Audiology*, 1–8.  
<https://doi.org/10.1080/14992027.2024.2399180>

Hussain, S., Wilkes, C., & Dhanda, N. (2023). Shared decision making: audiology student perspectives. *Frontiers in Rehabilitation Sciences*, 4.  
<https://doi.org/10.3389/fresc.2023.1254836>

Jacobs, K. G., Kugler, J., Chi, J., Stuart, E., Bereknyei Merrell, S., & Rassbach, C. (2020). A Mixed Methods Approach to Understanding Curricular Impact of a Capstone Course on the Self-Efficacy of Fourth-Year Medical Students. *Cureus*, 12(8), e9537.  
<https://doi.org/10.7759/cureus.9537>

Joksimović, Z., & Bastać, D. (2022). Anamnesis: The skill and art of clinical medicine. *Timocki Medicinski Glasnik*, 47(4), 153–156.  
<https://doi.org/10.5937/tmg2204153j>

Rodrigues, J. A. de M., Nava, C. F. G., Fagundes, M., Gomes, M. C., Gomes, M. C & ,Sato, I. (2024). The importance of anamnesis in the excellent clinical examination. *International Journal of Science and Research Archive*. 3316–3312, (2)13  
<https://doi.org/10.30574/ijrsra.2024.13.2.2527>

**שילוב בין מומחיות אנושית ובינה מלאכותית בפיתוח כלי הערכה: פיתוח**

**מבחן שיפוט מצבים להערכת ידע מקצועי של מורים בלמידה בהכוונה**

**עצמית באמצעות אינטראקציה בין חוקרים ובינה מלאכותית יוצרת**

**דפנה אבידוב, אורית עזרא, גיא כהן, ענת כהן, אלה ברונשטיין – אונ' ת"א**

## **שילוב בין מומחיות אנושית ובינה מלאכותית בפיתוח כלי הערכה: פיתוח מבחן שיפוט מצבים להערכת ידע מקצועי של מורים בלמידה בהכוונה עצמית באמצעות אינטראקציה בין חוקרים ובינה מלאכותית יוצרת.**

דפנה אבידוב, אורית עזרא, גיא כהן, ענת כהן, אלה ברונשטיין  
אוניברסיטת תל אביב

### **תקציר**

למידה בהכוונה עצמית (SRL: Self-regulated learning) נדרשת ללומדים בכל הגילאים ואף למורים ולמרצים. קיים צורך בגיוון כלי ההערכה לצורך לאבחון הידע המקצועי של מורים ומרצים בלמידה בהכוונה עצמית (SRL) ובהוראתה (SRT: Self-regulated teaching). מבחני שיפוט מצביים (SJT: Situational judgment test) יכולים לשמש כלי הערכה מדיד להערכת למידה בהכוונה עצמית ולהוראתה. המחקר עוסק בפיתוח כלי הערכה מסוג מבחן שיפוט מצבים (SJT) להערכת ידע מקצועי של מורים ומרצים בלמידה בהכוונה עצמית (SRL-SRT). במחקר זה נעשה שימוש בניתוח תמות של תגובות בינה מלאכותית (ChatGPT) וחוקרים לתרחישים אותנטיים לבחינת תרומת האינטראקציה בין מומחיות אנושית לבינה מלאכותית בתהליך פיתוח הכלי. המחקר מדגיש את הפוטנציאל של שילוב בינה מלאכותית וחוקרים בפיתוח כלי הערכה ואת תרומתו של כל אחד מהם, סטנדרטיות ותבניות של הבינה המלאכותית למול גמישות ופתיחות של החוקרים. מילות מפתח: למידה בהכוונה עצמית, מבחני שיפוט מצבים, בינה מלאכותית יוצרת, אינטראקציה אדם-מכונה.

### **מבוא**

חקר למידה בהכוונה עצמית (SRL: Self-regulated learning) גדל בשנים האחרונות משמעותית, במיוחד לאור התפתחות סביבות הלמידה המקוונות (Luo & Zhou, 2024) ומצבי חירום ומשבר (כהן וברונשטיין, 2024). מיומנויות SRL חשובות ללומדים בכל הגילאים, למרצים ולמורים בכל הדיסציפלינות (Panadero, 2017) וכוללות הפעלת אסטרטגיות קוגניטיביות, מוטיבציוניות והתנהגותיות (Pintrich, 2000). תשומת לב ניתנת לנושא בתוכניות הכשרה להוראה באוניברסיטאות ובמכללות בשל תפקידם המשמעותי של המורים בפיתוח מיומנויות אלו בקרב תלמידיהם (Ortubé et al., 2024). למורים ולמרצים תפקיד כפול בכל הנוגע ל-SRL, הן כלומדים עצמאיים והן כמקדמים למידה עצמאית בקרב תלמידיהם (Karlen et al., 2020). לאור זאת, חשוב לפתח את ידע המורים והמרצים בלמידת המיומנויות והוראתן (SRT: Self-regulated teaching) (Karlen et al., 2024).

ניכר כי קיים מחקר רב בנושא SRL ובהתערבויות לקידומו (Ortubé et al., 2024). מגבלה נפוצה במחקרים אלו היא ההסתמכות הרבה על שאלוני דיווח עצמי, דבר שעלול להקשות על הבנה מעמיקה יותר של התהליכים המתרחשים בתהליכי הלמידה (Zepeda et al., 2019), לפיכך קיים צורך בשיטות הערכה מגוונות. בנוסף, דרוש כלי מדיד לאבחון כמה מורים הם לומדים עצמאיים וכמה הם מקדמים אותה בכיתתם. מבחני שיפוט מצביים (SJT: Situational judgment test) בהם נעשה שימוש בתחומים שונים כגון: רפואה ובחינוך (Nadmilail & Matore, 2021), יכולים לשמש כלי הערכה מדיד להפעלת המיומנויות ולהוראתן. מבחנים אלו מציגים בפני הנבדקים תרחישים אותנטיים הקשורים לתחום עיסוקם והם נדרשים לבחור או לדרג תגובות אפקטיביות (Chao et al., 2020). חשוב לציין כי תהליך הפיתוח של מבחני ה-SJT הינו מורכב ומצריך משאבים של מאמץ קוגניטיבי וזמן (Avidov et al., 2024). בתהליך זה מגדירים יעדים להתנהגות המקצועית באמצעות הספרות המחקרית. מבצעים איסוף תרחישים רלוונטיים הבוחנים את הידע הנדרש לתחום, יוצרים תגובות על

רצף המייצג רמות ידע שונות ולבסוף מפתחים מפתח ניקוד לתגובות (Aldrup et al., 2020). איור 1 מציג את השלבים המרכזיים בפיתוח מבחן SJT.



איור 1: שלבי פיתוח מבחן SJT

אינטראקציה בין אדם ובינה מלאכותית יוצרת, המבוססת על מודלי שפה גדולים (LLM: Large Language Models), יכולה לקדם תהליכי פיתוח מורכבים של כלי הערכה, באמצעות חסכון בזמן ובמשאבי אנוש תוך הפקת תוצאות אופטימליות (Xia et al., 2024). בצד התרומה של אינטראקציה זו מצויים גם סיכונים כגון: הסתמכות יתר שעלולה להוביל לשימוש לא בטוח והאצלת החלטות חיוניות לבינה המלאכותית, העלול לגרום לאובדן מיומנויות ואוטונומיה (Slattery, et al., 2024). לאור העובדה שקיים מחקר מועט העוסק באינטראקציה בין חוקרים לבינה מלאכותית בפיתוח כלי הערכה בכלל ו-SJT בפרט, קיימת חשיבות לבחון אותה. בהקשר של SJT, נעשה שימוש בבינה מלאכותית לבדיקת דיוק ועקביות תגובה של מבחנים אילו (Borchert et al., 2023; Sareen, 2023). מחקר קודם (Avidov et al., 2024) עסק בפיתוח התרחישים למבחן SJT להערכת ידע של מורים ב-SRL-PS. המחקר הנוכחי מתקדם צעד אחד קדימה ובוחן את תרומת האינטראקציה בין חוקרים ובינה מלאכותית להמשך פיתוח הכלי.

המחקר

המחקר הנוכחי הינו מחקר איכותני, שמטרתו לבחון את תהליך האינטראקציה בין חוקרים ובינה מלאכותית בפיתוח כלי הערכה SJT למדידת ידע מקצועי SRL-SRT. מחקר זה מתמקד בשלב של יצירת תגובות אפשרויות לתרחישים במבחן SJT. התגובות מצויות על רצף המייצג רמות ידע שונות של מורים בנוגע ל-SRL-SRT. במחקר זה נשאלה השאלה מה ההבדל בין תגובות חוקרים לתגובות בינה מלאכותית בהנחיית חוקרים למבחני SJT עבור SRL-SRT ומהן התמות המרכזיות שעולות מאינטראקציה זו?

תהליך המחקר כולל רצף פעולות שבוצעו על ידי החוקרים ובסיוע הבינה המלאכותית (ChatGPT). בשלב הראשון נבחרו שני תרחישי SJT, שנאספו במחקר מקדים (Avidov et al., 2024). תרחיש 1 ממוקד במורה ומתאר מצב בו למורה יש חוסר במידע על התקדמות התלמידים. התרחיש השני ממוקד בתלמיד ומתאר קושי בתכנון זמנים במשימה בבית.

|         |                                                                                                                                                                   |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| תרחיש 1 | המורה יסמין מיישמת את שיטת פתרון הבעיות באמצעות רשימת התיוג והסרטונים. יסמין לא יודעת איך כל תלמיד מתקדם בתהליך הלמידה. מה יסמין צריכה לעשות?                     |
| תרחיש 2 | ההורים אמרו למורה חמודי שהם מאוד אוהבים את השיטה החדשה לפתרון בעיות ואת חשיבותה, אבל הם ציינו שהילדים עדיין משתמשים בהם כדי לתכנן ולנהל זמן. מה חמודי צריך לעשות? |

בשלב השני נוסחו תגובות אפשריות לתרחישים על-ידי החוקרים ועל-ידי ChatGPT, החוקרים התבססו על אינדקס (טבלה 1), המבוסס תיאוריה (Pintrich, 2000) ומחקרים קודמים (Cohen et al., 2022). לכל תרחיש נוסחו מספר תגובות על פי מיומנויות SRL-SRT ברצף המיצג רמות ידע שונות. יצירת התגובות על ידי הבינה המלאכותית התבצע באמצעות דיאלוג מדורג שכלל: בירור ידע לגבי SRL-PS, האסטרטגיות הקוגניטיביות, המוטיבציוניות וההתנהגותיות הכלולות באינדקס. נעשה בירור גם לגבי ההבחנה בין SRL ו-SRT והידע לגבי SJT. רק לאחר מכן ניתנה ההנחייה ל-ChatGPT להציע שלוש תגובות לכל אחת מהאסטרטגיות, תגובה המבטאת ידע ברמה גבוהה, בינונית ונמוכה.

טבלה 1: אינדקס להערכת ידע של מורים SRL-PS

| Teachers' SRL and SRT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Problem-solving cognitive strategies                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Problem-solving Motivation strategies                                                                                                                    | Problem-solving Behavioral strategies                                                                                                               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Problem definition</b> (problem comprehension, criterions, rules, general questions)</li> <li>• <b>Problem exploration</b> (previous knowledge, operational questions)</li> <li>• <b>Providing and selecting solutions</b> (based on criterions and rules).</li> <li>• <b>Solution evaluation</b> (feedback, improvements)</li> <li>• <b>Feedback during monitoring</b></li> <li>• <b>Time planning and management</b></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Goals</li> <li>• Interest &amp; value</li> <li>• Expectancy</li> <li>• Affect</li> <li>• Attribution</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Self-observation</li> <li>• Help-seeking</li> <li>• Increase/decrease effort</li> <li>• Persist</li> </ul> |

בשלב השלישי התבצע ניתוח של תגובות החוקרים ותגובות ChatGPT ליצירת תמות. ניתוח התמות, גישה נפוצה במחקר איכותני, מאפשרת זיהוי, ניתוח וניסוח תובנות ומשמעויות בנתונים (Kiger et al., 2020). במחקר זה יצירת התמות הובילה לבחינת האינטראקציה בין חוקרים לבינה מלאכותית ביצירת תגובות לתרחישי SJT. איור 2 מציג את התהליך המחקר.



איור 2: תיאור תהליך המחקר

## ממצאים ודיון

הממצאים במחקר זה מייצגים את הניתוח האיכותני ההשוואתי בין תגובות שנוסחו על ידי החוקרים לבין התגובות שנוצרו בעקבות האינטראקציה שבין החוקרים לבין ה-ChatGPT.

ניתוח זה הוביל ליצירת תמת-על - סטנדרטיות ותבניות מול גמישות ופתיחות, הכוללת תת-תמות הממשיגות את מאפייני האינטראקציה שבין חוקרים לבינה בהקשר של SJT:

### תת תמה 1 - דפוס קבוע (AI) מול דפוס משתנה (חוקרים)

ChatGPT מציג תגובות בשלוש רמות של ידע המבטאות שימוש, ואי שימוש באסטרטגיות SRL-SRT. לדוגמא, בתרחיש "חוסר במידע על התקדמות התלמידים" ניתן לראות בתגובות המתייחסות לידע של אסטרטגיות קוגניטיביות, העלאת רעיונות ובחירת פתרון את הדפוס הבא: ברמה הגבוהה התגובה מייצגת בחירת פתרון מתוך אוסף אפשרויות, ואילו ברמות הנמוכות התגובה מייצגת אי בחירת פתרון. החוקרים, לעומת זאת, לעיתים מציגים תגובות בשלוש רמות של ידע המבטאות רמות שונות של ביטוי בשימוש באסטרטגיות SRL-SRT. לדוגמא, באותו התרחיש ניתן לראות בתגובות המתייחסות לידע של אסטרטגיות התנהגותיות של העלאה/ הורדה במאמץ את הדפוס הבא: ברמה הגבוהה התגובה מייצגת כתיבת תוכנית מעקב הכוללת העלאת/ הורדת מאמץ ביומן, ברמה הבינונית התגובה מייצגת הגדרת תוכנית מעקב כללית ללא אזכור ליומן, וברמה הנמוכה התגובה מייצגת הגדרת נקודות בזמן להעלאת מאמץ.

מכך ניתן לראות כי תגובות הבינה המלאכותית הן תבניות ומוצגות על פי דפוס קבוע. שימוש בתבנית קבועה הוא יתרון במיוחד שמדובר בכלי הערכה (סטנדרטיזציה). לעומת זאת, התגובות שנכתבו על ידי החוקרים הן משתנות ואינן דיכוטומיות ומתחשבות יותר בניואנסים. זה מתכתב עם דילמות שעולות בעת פיתוח שאלונים, העוסקות באיזון שבין דפוס סטנדרטי מצד אחד ודפוסים שונים מצד שני המשמעותיות במיוחד בפיתוח כלי הערכה של SJT.

### תת תמה 2 - כיסוי שיטתי (AI) למול העמקה (חוקרים)

ChatGPT מציג תגובות עם כיסוי שיטתי ומלא בכל רמות הידע ובכל האסטרטגיות (הקוגניטיביות, המוטיבציוניות וההתנהגותיות) בתרחיש "חוסר במידע על התקדמות התלמידים" ובתרחיש "תכנון זמנים בשיעורי הבית". תגובות אילו התקבלו בקלות ובזמן מועט.

החוקרים, לעומת זאת, מציגים תגובות רק לחלק מהאסטרטגיות SRL-SRT. לדוגמא בתרחיש "תכנון זמנים במשימה בבית" ניתן לראות תגובות המתייחסות לאסטרטגיה הקוגניטיבית ניהול זמנים, אך אין ייצוג לאסטרטגיות הקוגניטיביות האחרות, כמו הגדרת בעיה וחקר הבעיה וגם לחלק מהאסטרטגיות המוטיבציוניות וההתנהגותיות.

בנוסף, החוקרים אינם מציגים כיסוי מלא ברמות השונות של שימוש באסטרטגיות SRL-SRT. לדוגמא בתרחיש "חוסר במידע על התקדמות התלמידים" באסטרטגיה המוטיבציונית העלאת ערך ועניין במשימה נמצא כיסוי ברמת שימוש גבוהה: כתיבת רשימת יתרונות למעקב אחר תלמידים וברמת שימוש בינונית: להבהיר את הערך שבמעקב אחר תלמידים, אך אין ייצוג ברמה הנמוכה.

עם זאת, החוקרים התמקדו באסטרטגיה מסוימת ויצרו לה תגובות המתבססות על קשיי מורים ממחקר קודם, בו נמצא שמורים מגלים קושי בתכנון זמנים כלומדים וכמורים המקנים אסטרטגיה זו לתלמידיהם (Cohen & Cohen, 2024). בנוסף התבססו החוקרים על ידע קודם המעיד על חשיבות ההורים בסיוע בתכנון זמנים לילדיהם. לדוגמא בתרחיש "תכנון זמנים במשימה בבית" תגובה

המעידה על ידע לגבי האסטרטגיה הקוגניטיבית ניהול זמנים כוללת את הפניית תשומת הלב של ההורים והתלמידים לתכנון זמנים במשימה.

מכך ניתן לראות שלתהליך יצירת התגובות באמצעות אינטראקציה של חוקרים ובינה המלאכותית נדרשים משאבי זמן ומאמץ קוגניטיבי מועטים לכיסוי שיטתי של האסטרטגיות ושל רמות הידע של SRT-SRL. לעומת זאת, לחוקרים יידרשו משאבי זמן ומאמץ מוגברים להגיע לאותה תוצאה. יחד עם זאת, בתגובות החוקרים באה לידי ביטוי העמקה בתגובות. יש לציין שניתן להגיע להעמקה כזאת גם עם הבינה המלאכותית באמצעות שיח מורכב, ארוך ואיטרטיבי (Svendsen & Garvey, 2023).

### תת תמה 3 - אוטונומיות (AI) למול הקשריות (חוקרים)

ChatGPT מציג תגובות, בחלק מהמקרים, **בהקשרים לא מדויקים**. לדוגמה בתרחיש "חוסר במידע על התקדמות התלמידים" בתגובות לאסטרטגיה המוטיבציונית התמודדות עם הבעיה (Goal orientations) התגובות שניתנו על ידי ChatGPT מותאמות לאסטרטגיה הקוגניטיבית הצבת מטרות (Goal setting). תגובתו ברמה הגבוהה היא לנסח מטרה ברורה למעקב אחר מצב ההתקדמות של כל תלמיד.

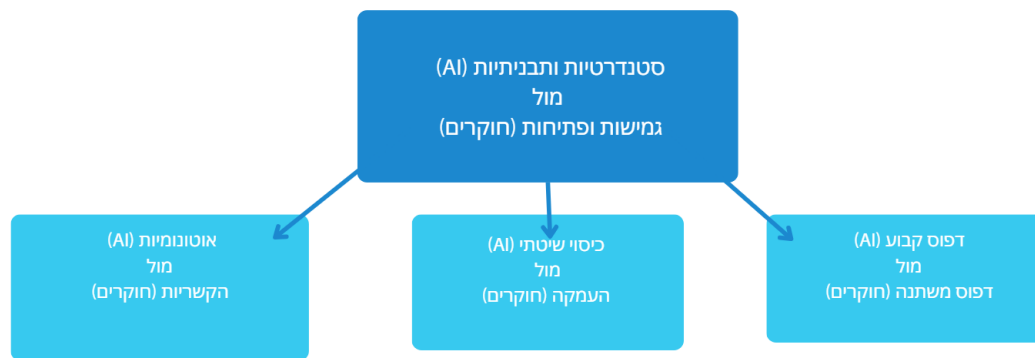
חוסר בהקשריות בתגובות של ChatGPT ניתן למצוא באותו תרחיש גם באסטרטגיה ההתנהגותית העלאה והורדת מאמץ. באסטרטגיה זו בהקשר ל-SRT-SRL הכוונה היא מתי להשקיע יותר ומתי להשקיע פחות במטרה לווסת את המאמץ. בתגובה ברמה הגבוהה ההצעה של ChatGPT היא להשקיע מאמץ נוסף ולא לווסת את המאמץ.

החוקרים לעומת זאת, מבצעים **הקשרים מתאימים לאסטרטגיות SRT-SRL** תוך שילוב אסטרטגיות קוגניטיביות והתנהגותיות. לדוגמה באסטרטגיה הקוגניטיבית ניהול זמנים יש שילוב אסטרטגיה התנהגותית המתבטאת בשימוש בכלי. החוקרים מציגים תגובה ברמה הגבוהה הגדרה ביומן תאריך לפתרון. לצורך פיתוח כלי SJT חשוב לשמור על הקשר לספרות המחקרית של SRL, ולקשר בין אסטרטגיות (Ezra et al., 2024).

### מסקנות

מחקר זה בחן את תרומת האינטראקציה בין מומחיות אנושית לבינה מלאכותית (כגון ChatGPT) בפיתוח מבחני שיפוט מצביים (SJT) לבחינת ידע מקצועי של מורים ב-SRT-SRL. במחקר זה נעשה שימוש בניתוח תמות של תגובות בינה מלאכותית וחוקרים לתרחישים אותנטיים. האינטראקציה מבטאת תרומה משמעותית של כל אחד מהסוכנים לפיתוח הכלי, סטנדרטיות ותבניות של הבינה המלאכותית למול גמישות ופתיחות של החוקרים.

ניתוח התמות הוביל ליצירת טיפולוגיה העוסקת בנושאים המרכזיים בבניית מבחנים לדוגמה, בניית מבחנים סטנדרטיים התורמים לתקפות ולמהימנות ומונע מענה אוטומטי של נבדקים. הנשאים ותת הנושאים בטיפולוגיה שנוצרה מתוארים באיור 3. טיפולוגיה זו ניתן ומומלץ לשפר במחקרים עתידיים העוסקים באינטראקציה בין מומחים ובינה מלאכותית.



### איור 3: טיפולוגיה של האינטראקציה בין בינה מלאכותית לחוקרים

האינטראקציה מדגישה את הפוטנציאל שבשילוב בין מומחים אנושיים לבינה מלאכותית ותרומתו של כל סוכן לפיתוח הכלי: הבינה המלאכותית פועלת על פי תבניות מוגדרות, בעוד שהחוקרים פועלים באופן שמשתנה בהתאם לנסיבות. בנוסף, הבינה המלאכותית מייצרת תגובות לכל האסטרטגיות ובכל הרמות, בעוד החוקרים מתמקדים בהיבטים רלוונטיים מתוך מחקרים קודמים. כמו כן, הבינה המלאכותית לא תמיד מקשרת בין אסטרטגיות ולא תמיד שומרת על דיוק מושגי בהקשר לעולם התוכן, בעוד החוקרים מביאים הבנה עמוקה יותר של ההקשרים. מחקר זה מוסיף למחקרים קודמים שהראו כיצד האינטראקציה מאפשרת הרחבת יכולות של כל סוכן (Drori et al., 2023). בעוד שהבינה המלאכותית מסייעת בהאצת תהליכי פיתוח של כלי ההערכה ובהתגברות על העומס הקוגניטיבי הנדרש, מומחיות החוקרים מבטיחה דיוק, התמקדות והקשריות הנדרשת.

פיתוח כלי SJT להערכת ידע מקצועי של מורים ב-SRT-SRL הוא תהליך מורכב ועל פי הידוע לנו לא קיים מבחן SJT להערכת הידע בתחום זה. המחקר מעלה מספר השלכות פדגוגיות מעשיות להכשרה ופיתוח מקצועי של מורים ומורים: 1. בזיהוי פערי ידע ספציפיים במטרה לתכנן התערבויות אפקטיביות בהתאם לממצאי ההערכה. 2. ככלי למידה ותרגול להטמעת ידע מקצועי במהלך הכשרה והתפתחות מקצועית. שימוש בכלי ההערכה ולמידה יביא להעלאת המודעות של מורים ומורים לאסטרטגיות הקוגניטיביות, המוטיבציות וההתנהגויות שיש לקדם בלמידה עצמאית בקרב לומדים ובפיתוח פרקטיקות המקדמות אסטרטגיות אילו בהוראה. חשיבות נוספת היא ביצירת שפה מקצועית בתחום בקרב מורים ומורים ולתרום לפיתוח ידע תוכן פדגוגי בהוראת אסטרטגיות למידה בהכוונה עצמית.

מחקרים שמעריכים את הידע של המורים ב-SRL מבוססים בעיקר על שאלונים או ראיונות המבוססים על דיווח עצמי, מה שמעלה צורך בגיוון נוסף של כלי מחקר בתחום זה (Aldrup et al., 2020). במטרה לגשר על פערים אלו בתחום החינוך, ערכנו מחקר פיילוט חלוצי המציג כלי SJT ראשוני הכולל 10 סיטואציות ותגובות על רצף היעילות. מחקרים עתידיים יכולים להתמקד בהמשך פיתוח המבחן באמצעות קידוד התגובות ובדיקת תוקפו במספר נבדקים נרחב.

## מקורות מידע

כהן, ע' וברונשטיין, א' (2024). ממשבר להזדמנות - למידה והוראה במשבר הקורונה בהשכלה הגבוהה בישראל. תל אביב: מכון מופ"ת.

Aldrup, K., Carstensen, B., Köller, M. M., & Klusmann, U. (2020). Measuring teachers' social-emotional competence: Development and validation of a situational judgment test. *Frontiers in psychology*, 11, 892.

Avidov, D., Ezra, O., Cohen, A., & Bronshtein, A. (2024). Generative AI in the service of situational judgment tests (SJT) for self-regulation learning during problem solving (SRL-PS). Paper for The EDEN 2024 Annual Conference, University of Graz, Graz, Austria. Best paper award.

Borchert, R. J., Hickman, C. R., Pepys, J., & Sadler, T. J. (2023). Performance of ChatGPT on the situational judgement test—A professional Dilemmas—based examination for doctors in the United Kingdom. *JMIR Medical Education*, 9(1), e48978.

Chao, T. Y., Sung, Y. T., & Huang, J. L. (2020). Construction of the situational judgment tests for teachers. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 48(4), 355-374.

Cohen, G., Assi, A., Cohen, A., Bronshtein, A., Glick, D., Gabbay, H., & Ezra, O. (2022). Video-Assisted Self-Regulated Learning (SRL) Training: COVID-19 Edition. In: Hilliger, I., Muñoz-Merino, P.J., De Laet, T., Ortega Arranz, A., Farrell, T. (eds) *Educating for a New Future: Making Sense of Technology-Enhanced Learning Adoption*. EC-TEL 2022. Lecture Notes in Computer Science, (p.p. 59-73). Springer, Cham.

Cohen, G., & Cohen, A. (June 2023) Mapping Difficulties in Problem-Solving Process During Video-Assisted Self-Regulated Learning Training for Students: Introducing the PS-SOS MAP 2023 Ubiquity Proceedings, 3(1): 289-296.

Drori, I., Zhang, S. J., Shuttleworth, R., Zhang, S., Tyser, K., Chin, Z., Lantigua, P., Surbehera, S., Hunter, G., Austin, D., Tang, L., Hicke, Y., Simhon, S., Karnik, S., Granberry, D., & Udell, M. (2023). From human days to machine seconds: Automatically answering and generating machine learning final exams. In KDD '23: Proceedings of the 29th ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (pp. 3947-3955). ACM. <https://doi.org/10.1145/3580305.3599827>

Ezra, O., Cohen, A., Shany, D., (2024) Human experts and Generative AI interaction: From real-world and real-life language learning diary-research app to a diary-learning app. Paper for The EDEN 2024 Annual Conference, University of Graz, Graz, Austria.

Karlen, Y., Hertel, S., & Hirt, C. N. (2020, September). Teachers' professional competences in self-regulated learning: An approach to integrate teachers' competences as self-regulated learners and as agents of self-regulated learning in a holistic manner. In *Frontiers in Education* (Vol. 5, p. 159). Frontiers Media SA.

Karlen, Y., Hirt, C. N., Jud, J., Rosenthal, A., & Eberli, T. D. (2023). Teachers as learners and agents of self-regulated learning: The importance of different teachers competence aspects for promoting metacognition. *Teaching and Teacher Education*, 125, 104055.

Karlen, Y., Hirt, C. N., Jud, J., Rosenthal, A., & Eberli, T. D. (2023). Teachers as learners and agents of self-regulated learning: The importance of different teachers competence aspects for promoting metacognition. *Teaching and Teacher Education*, 125, 104055.

Kiger, M. E., & Varpio, L. (2020). Thematic analysis of qualitative data: AMEE Guide No. 131. *Medical teacher*, 42(8), 846-854.

Luo, R. Z., & Zhou, Y. L. (2024). The effectiveness of self-regulated learning strategies in higher education blended learning: A five years systematic review. *Journal of Computer Assisted Learning*, 40(6), 3005-3029.

Nadmilail, A. I., & Matore, M. E. E. M. (2021). Trend of using situational judgement test on school teachers: A systematic literature review. *The journal of contemporary issues in business and government*, 27(2), 6117-6141.

Ortube, A. F., Panadero, E., & Dignath, C. (2024). Self-regulated learning interventions for pre-service teachers: A systematic review. *Educational Psychology Review*, 36(4), 113.

Panadero, E. (2017). A review of self-regulated learning: Six models and four directions for research. *Frontiers in Psychology*, 8(APR), 1–28. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00422>

Pintrich, P. R. (2000). The role of goal orientation in self-regulated learning. In *Handbook of self-regulation* (pp. 451-502). Academic Press.

Sareen, K. (2023). Assessing the ethical capabilities of Chat GPT in healthcare: A study on its proficiency in situational judgement test. *Innovations in Education and Teaching International*, 1-11.

Slattery, P., Saeri, A. K., Grundy, E. A., Graham, J., Noetel, M., Uuk, R., ... & Thompson, N. (2024). The ai risk repository: A comprehensive meta-review, database, and taxonomy of <https://airisk.mit.edu/risks> from artificial intelligence. arXiv preprint arXiv:2408.12622.

Svendsen, A., & Garvey, B. (2023). *An outline for an interrogative/prompt library to help improve output quality from Generative-AI datasets (A white paper)*. Analytic Research Consortium. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4495319>

Xia, Q., Weng, X., Ouyang, F., Lin, T. J., & Chiu, T. K. F. (2024). A scoping review on how generative artificial intelligence transforms assessment in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21, 40.

Zepeda, C. D., Hlutkowsky, C. O., Partika, A. C., & Nokes-Malach, T. J. (2019). Identifying teachers' supports of metacognition through classroom talk and its relation to growth in conceptual learning. *Journal of Educational Psychology*, 111(3), 522–541.



**השיעור החסר: כיצד טעויות של AI יכולות לעזור למרצים לשפר את**

**ההוראה וההערכה**

**שלי רפ, יעל שלייפר, אלעד יעקובסון, זיוה בר דוב, גיורא אלכסנדרון, רון**

**בלונדר – מכון ויצמן**

# השיעור החסר: כיצד טעויות של AI יכולות לעזור למרצים לשפר את ההוראה

## וההערכה

מודלים גדולים מבוססי שפה (LLMs) התקדמו באופן משמעותי בשנים האחרונות, והערכת ביצועיהם הפכה לנושא מחקרי בעל השלכות חינוכיות. מחקר זה מציג בניית בנצ'מרק ייחודי לבחינת יכולות ה-LLMs בהקשר של חינוך מדעי בשפה העברית, תוך התמקדות בבחינות הבגרות בכימיה. המודלים שנבחנו (ChatGPT 4o, Claude 3.5 Sonnet, Gemini 1.5 Pro) הציגו ביצועים נמוכים משמעותית ביחס לתלמידי תיכון. ניתוח מעמיק של השגיאות העלה כי הכשלים נבעו ממאפיינים ייחודיים של תחום הכימיה, כגון קושי בזיהוי תגובות כימיות והבנת תהליכים מורכבים. תובנות אלו רלוונטיות לפדגוגיה ולהערכה: זיהוי דפוסי טעויות בקרב מודלים עשוי לשמש כלי לשיפור ההוראה ולבניית משימות הערכה מותאמות. המחקר מדגיש את הצורך במערכות הערכה מבוססות ניתוח איכותי של ביצועי LLMs ומציע ללוות את יישומן במחקר נוסף להערכת השפעתן.

מילות מפתח: LLMs, בנצ'מרק חינוכי, הערכה, הוראת הכימיה

## מבוא

בשנים האחרונות, מודלים גדולים מבוססי שפה (LLMs) עברו התקדמות מהירה, דבר שהפך את הערכת יכולותיהם למשימה מדעית חשובה ובעלת השלכות מעשיות נרחבות. אחת השיטות המרכזיות להערכת ביצועיהם היא באמצעות בנצ'מרקים, מערכי נתונים ומשימות סטנדרטיים שנועדו למדוד את יכולות המודלים בהיבטים שונים. בנצ'מרקים אלו מסייעים בזיהוי נקודות החוזק והחולשה של המודלים, מאפשרים השוואה בין גרסאות שונות ומספקים תובנות על מגמות התקדמות בתחום (Chang et al., 2024). מעבר לכך, קביעת מדדים המשלבים עקרונות ממוקדי-אדם מסייעת לכוון את מחקר הבינה המלאכותית לכיוונים רצויים, להעמיק את הבנת הקהילה המדעית לגבי הטכנולוגיות העכשוויות ולתרום לעיצוב עתידם של מודלים אלו (Liang et al., 2022).

בחינת היכולת של מודלים להתמודד עם מבחנים סטנדרטיים בתחום המדעים מאפשרת לזהות דפוסים מסוימים בשאלות שמקשות במיוחד על מערכות בינה מלאכותית. מחקרים מצביעים על כך ששאלות המכילות רכיבים ויזואליים, דורשות פתרון בשלבים מרובים או מחייבות הסקת מסקנות מתוך רמזים סמויים, נוטות להיות מאתגרות במיוחד עבור מודלים מסוג זה (Chang et al., 2024; Dinh et al., 2024). נוסף על כך, ביצועי המודלים אינם אחידים בכל השפות ולרוב מתקבלות תוצאות טובות יותר באנגלית לעומת שפות אחרות (Zhang et al., 2023).

## המחקר

המחקר הנוכחי התמקד בבניית בנצ'מרק עבור חינוך מדעי בשפה העברית. באופן ספציפי, המחקר עסק בבחינות הבגרות בכימיה, מטרת המחקר היתה להעריך את ביצועי מודלים מתקדמים ולהשוותם להישגי תלמידי תיכון. באופן ספציפי מטרותינו היו להעריך את ביצועי LLMs בבחינות הבגרות בכימיה ולהשוותם לביצועי תלמידי תיכון. וכן לבחון את הקשר בין מאפייני שאלות מאתגרות למודלים אלו לבין הצלחתם בפתרון שאלות הבחינה.

המחקר נערך בשלושה שלבים מרכזיים. בשלב הראשון, הוערכה רמת הביצועים של שלושה מודלים מתקדמים של בינה מלאכותית (ChatGPT 4o, Claude 3.5 Sonnet, Gemini 1.5 Pro) והשוו לתוצאות של תלמידי תיכון. לצורך כך, פותח בנצ'מרק מקיף שכלל 120 שאלות רב-ברירה בעברית, שנלקחו מבחינות הבגרות בכימיה בישראל בין השנים 2009 ל-

2023, עם שמונה שאלות מכל בחינה. כל מודל נבחן בשני תנאים: (1) Zero-Shot : כל 120 השאלות הוצגו למודל בו-זמנית, עם ההנחיה: "פתור את כל 120 השאלות. ספק רק את המספרים של התשובות הנכונות." ו-(2) Few-Shot + Chain-of-Thoughts (Wei et al., 2022): המודל קיבל קובץ עם 8 דוגמאות של שאלות ופתרונות מפורטים. ההנחיה הייתה לפתור את השאלות בצורה דומה לדוגמאות, תוך מתן פתרונות מפורטים שלב-אחר-שלב. כדי להתמודד עם בעיית חוסר העקביות בתשובות של המודלים, יישמנו גישת self-consistency כל מודל הורץ חמש פעמים בכל אחד מהתנאים, והתשובה שהופיעה בתדירות הגבוהה ביותר נבחרה כתשובה הסופית. התוצאות הראו שכל שלושת המודלים הציגו ביצועים נמוכים יותר בהשוואה לתלמידים האנושיים.

בשלב השני, בוצע ניתוח של מאפייני השאלות שנחשבות למאתגרות עבור מודלים אלו, במטרה להבין את הקשרים בין לבין ביצועי המודלים. עם זאת, נמצא כי קטגוריות המקובלות להערכת קושי המשימות לא סיפקו הסבר מספק לכשלים של המודלים. בהתאם לכך, השלב השלישי התמקד בניתוח מעמיק של הכשלים, תוך שימוש במסגרת מושגית הקשורה לפתרון בעיות בתחום הכימיה. כדי להבין לעומק את הגורמים לטעויות של המודלים, נבחרו שאלות מתוך הבנצ'מרק על בסיס שני קריטריונים עיקריים: שאלות שבהן כל המודלים נכשלו, ושאלות שבהן היה פער משמעותי בין הצלחת התלמידים האנושיים להצלחת המודלים. ניתוח זה אפשר לזהות גורמים ספציפיים המשפיעים על ביצועי המודלים במענה על שאלות מדעיות: טעויות הקשורות לידע התוכן הכימי, סתירות פנימיות בפתרון, התעלמות מהפרטים המופיעים בשאלה או פירוש מוטעה של הנשאל ופתרונות חלקיים. במהלך ההרצאה ארחיב ואדגים את סוגי הטעויות שאופיינו.

## תרומת המחקר

למחקר זה שתי תרומות מרכזיות. ראשית, פיתוח הבנצ'מרק להערכת ביצועי LLMs בהקשר של חינוך מדעי בשפה העברית, בדגש על בחינות הבגרות בכימיה. שנית, באמצעות בחינת השגיאות שביצעו המודלים, המחקר מספק תובנות חדשות לגבי הסיבות לכשלים שלהם ומעמיק את ההבנה של מגבלותיהם בתחום זה. באופן ספציפי, נמצא כי הגורמים המשפיעים על ביצועי המודלים קשורים ישירות למאפיינים הייחודיים של תחום הכימיה, ולא דווקא לממדים כלליים של קושי משימות, כמו אלמנטים חזותיים.

תרומה נוספת שעשויה להיות למחקר זה עוסקת דווקא באנשי חינוך ומרצים אשר יכולים ללמוד מהמחקר הנוכחי וליישם את התובנות המרכזיות שלו בהקשר של הוראת תחום התוכן לסטודנטים במספר היבטים:

1. ההיבט הפדגוגי: הבנת טעויות שנעשות על ידי מודלים גדולים של שפה (LLMs) עשויה להוות כלי משמעותי לשיפור ההוראה והפדגוגיה. כאשר המרצים בוחנים את סוגי הטעויות שהמודלים מבצעים, כמו קשיים בהבנת נוסחאות כימיות או תיאורים שגויים של פעולות כימיות, הם יכולים לזהות דפוסים דומים אצל סטודנטים ולהתאים את ההוראה בהתאם. לדוגמה, אם המודל מתקשה בזיהוי תגובות כימיות מסוימות או בהבנת תהליכים כימיים, יש סיכוי שגם הסטודנטים ייתקלו בקשיים דומים. על בסיס זה, המרצים יכולים לפתח תרגולים ממוקדים שמתייחסים לאותן טעויות ומסייעים לסטודנטים לשפר את הבנתם. יתרה מכך, טעויות המודל יכולות לשמש כהזדמנות ללמידה. הצגת טעויות שעשה המודל לסטודנטים ודיון מדוע המודל טעה יכולה לעודד חשיבה ביקורתית ולסייע בפתרון בעיות מורכבות. על ידי הצגת טעויות ודרכים לתיקון, המרצים יכולים לאתגר את הסטודנטים לפתח מיומנויות ניתוח ולבצע שיפור בעבודתם בצורה מבוססת.

2. הערכה: שימוש ב-LLMs לצורכי הערכה מחייב את המרצים להבין את מגבלות הכלים הללו. הכרה בכך שלמודלים יש קשיים בהבנת תחומים מדעיים ספציפיים, כגון כימיה, מאפשרת למרצים להתאים את מערכות ההערכה לצרכים המיוחדים של כל תחום לימוד. למשל, המודל עשוי להיתקל בקשיים במצבים שבהם נדרש הבנה עמוקה של נוסחאות כימיות או תגובות כימיות מורכבות, ולכן יש צורך בניתוח מעמיק של ביצועי הכלים האוטומטיים. מרצים יכולים לפתח מערכות הערכה מותאמות אישית שמתמקדות בקשיים הספציפיים של כל תחום, ולהתאים את המשימות והבחינות כך שיבחנו את היכולת של הסטודנט להתמודד עם טעויות נפוצות במודלים. פיתוח מערכות הערכה כאלו לא רק שיספק לסטודנטים חווית הערכה מדויקת יותר, אלא גם יסייע במיקוד המשאבים בהכשרת הסטודנטים. מכיוון שמדובר בהמלצות לשיפור הפדגוגיה וההערכה, אנו מציעים ללוות את יישומן באמצעות מחקר שיבחן את השפעתן ואת מידת יעילותן.

## מקורות

Chang, Y., Wang, X., Wang, J., Wu, Y., Yang, L., Zhu, K., Chen, H., Yi, X., Wang, C., Wang, Y., Ye, W., Zhang, Y., Chang, Y., Yu, P. S., Yang, Q., & Xie, X. (2024). A Survey on Evaluation of Large Language Models. *ACM Trans. Intell. Syst. Technol.*, 15(3), Article 39. <https://doi.org/10.1145/3641289>

Dinh, T. A., Mullov, C., Bärman, L., Li, Z., Liu, D., Reiß, S., Lee, J., Lerzer, N., Ternava, F., & Gao, J. (2024). SciEx: Benchmarking large language models on scientific exams with human expert grading and automatic grading. *arXiv preprint arXiv:2406.10421*.

<https://doi.org/https://doi.org/10.48550/arXiv.2406.10421>

Liang, P., Bommasani, R., Lee, T., Tsipras, D., Soylu, D., Yasunaga, M., Zhang, Y., Narayanan, D., Wu, Y., & Kumar, A. (2022). Holistic evaluation of language models. *arXiv preprint arXiv:2211.09110*.

<https://doi.org/https://doi.org/10.48550/arXiv.2211.09110>

Wei, J., Wang, X., Schuurmans, D., Bosma, M., Xia, F., Chi, E., Le, Q. V., & Zhou, D. (2022). Chain-of-thought prompting elicits reasoning in large language models. *Advances in neural information processing systems*, 35, 24824-24837 .

Zhang, X., Li, S., Hauer, B., Shi, N., & Kondrak, G. (2023). Don't trust ChatGPT when your question is not in English: a study of multilingual abilities and types of LLMs. *arXiv preprint arXiv:2305.16339*.

<https://doi.org/https://doi.org/10.48550/arXiv.2305.16339>



## מערכת חדשה להערכת ההוראה והקורס בטכניון

אולגה צ'ונטונוב, אורלי אביטל – הטכניון

# מערכת חדשה להערכת ההוראה והקורס בטכניון

תקציר

מאז הקמתו לפני 100 שנה, שואף הטכניון למצוינות בהוראה ובלמידה. כחלק מהחתימה המתמדת למצוינות בהוראה, נערך מידי סמסטר משאל להערכת ההוראה והקורס. הסקרים מתבצעים על ידי המרכז לקידום הלמידה וההוראה, בשיתוף עם אגודת הסטודנטים. בחורף תשפ"ה, הוחלפה מערכת הסקרים אשר פותחה בטכניון בשנת 2007, במערכת מדף בשם BLUE, של חברת Explorance. המערכת נבחרה לאחר תהליך מקיף של בחינת חלופות בארץ ובעולם. בהרצאה נציג את השיקולים בבחירת המערכת החדשה, תהליך ההטמעה, והתובנות מהפעלתה הראשונה בסקרי סוף הסמסטר. כמו כן, נשתף את היתרונות והאתגרים בעבודה עם המערכת והחברה המפתחת.

מילות מפתח : סקרי שביעות רצון, מערכת BLUE, הערכת איכות ההוראה

מבוא

מאז הקמתו לפני 100 שנה, שואף הטכניון למצוינות בהוראה ובלמידה. כחלק מהחתימה המתמדת למצוינות בהוראה, נערך מידי סמסטר משאל להערכת ההוראה והקורס. הסקרים מתבצעים על ידי המרכז לקידום הלמידה וההוראה, בשיתוף עם אגודת הסטודנטים. בהרצאה זו נציג את תהליך החלפת המערכת המשמשת את הטכניון לביצוע סקרי ההוראה והקורס.

גוף המאמר

בשנת 2007, הטכניון פיתח מערכת לביצוע סקרי הוראה, ייעודית ומותאמת לצרכיו. מאז ועד תשפ"ה המערכת שימשה את הקמפוס לכל המשאלים, פעמיים בשנה – בסיום סמסטר חורף ובסיום סמסטר אביב. במהלך שנים אלו, איסוף הנתונים נעשה באמצעות המערכת, ופרסום התוצאות בוצע באמצעות דוחות לסגל ההוראה ולהנהלה. ציוני ההוראה הממוצעים היו זמינים גם לסטודנטים.

בתחילת השנה האקדמית תשפ"ה, לאחר תהליך ארוך ומורכב, מערכות הליבה של הטכניון למנהל הסטודנטים הוחלפו. מהלך זה חייב פתרון חדש להעברת המשאלים. המרכז לקידום הלמידה וההוראה קיבל על עצמו את האחריות לפרויקט החלפת המערכת. הפרויקט כלל איתור חלופה מתאימה לצרכי הטכניון והטמעתה, נוכח לוחות הזמנים של המעבר למערכות הליבה החדשות, וחובת קיום המשאל בכל סמסטר בהתאם להנחיות הות"ת. במהלך תקופה ממושכת נבדקו חלופות של פיתוח פנימי חדש ומוצרים קיימים של חברות ישראליות, וכן מערכת סקרים בינלאומית המיושמת על ידי חברה ישראלית. לאור עלויות גבוהות של התאמת החלופות לצרכי הטכניון, הוחלט לוותר על הדרישה לנציגות בארץ. החלטה זו הניעה תהליך סקירה מחודשת של מערכות סקרי שביעות רצון, המשמשות אוניברסיטאות מובילות בחו"ל, שהובילה לבחירה במערכת BLUE של חברת Explorance. ביוני 2024 נחתם הסכם עם הספק והחל תהליך היישום, כאשר מועד העלייה לאוויר תוכנן לינואר 2025 (לקראת סיום סמסטר חורף תשפ"ה). הוגדרה תוכנית עבודה מסודרת ומפורטת, בשיתוף עם הספק והגורמים הרלוונטיים בטכניון.

תהליך היישום התבצע בצורה עצמאית, בליווי צמוד של צוות הפרויקט מטעם BLUE. במקביל, בוצעה הסברה בקמפוס לקראת השקת המערכת החדשה.

הפרויקט עלה לאוויר כמתוכנן והמשאל התקיים בצורה מלאה וללא תקלות מהותיות. צוות BLUE תמך בתהליך בכל ימי הסקר, וזאת למרות הבדלי השעות. המשובים שהתקבלו על חוויית השימוש במערכת, הן מהמרצים והן מהסטודנטים היו חיוביים, וכן הייתה עלייה באחוזי ההיענות יחסית לסמסטרים קודמים.

אנו נמצאים כעת בשלב הכנת הדוחות ו-Dashboards לקראת פרסום תוצאות הסקרים לסגל, להנהלה ולסטודנטים. בסיום שלב זה, יבוצע תהליך מסודר של הפקת לקחים והכנת המערכת לסקר הבא.

במועד קיום הכנס נציג את התהליך המלא, על כל שלביו ונשתף את הקהילה בתובנות שלנו.



## השתלמויות במתמטיקה ובינה מלאכותית למורים

רחל הס גרין – האונ' הפתוחה | נלי קלר – מכללת שאנן

# השתלמויות במתמטיקה ובינה מלאכותית למורים

תקציר

בינה מלאכותית הופכת למרכיב משמעותי בתחום הלמידה והחינוך. במאמר זה נסקרת השתלמות בנושא שילוב בינה מלאכותית בהוראת מתמטיקה, שהתקיימה בשנים 2023 ו-2024 וכללה מורים למתמטיקה בחינוך העל-יסודי. מתוארת ההשתלמות, ההתקדמות של המשתתפים, התוצרים שפותחו, ודפוסי השימוש שלהם בפלטפורמות השונות. נמצא כי המורים פיתחו בהשתלמות שימושים מגוונים בכלי בינה מלאכותית לבניית מערכי שיעור, פיתוח שאלות והערכה. המורים יצרו גם סימולציות והדגמות להמחשת מושגים מתמטיים, בחנו טעויות אפשריות של בינה מלאכותית במתמטיקה, ופיתחו יכולת חשיבה ביקורתית לשימוש מושכל בטכנולוגיה.

**מילות מפתח:** בינה מלאכותית, מתמטיקה, פיתוח חשיבה, חשיבה ביקורתית.

## מבוא

בעידן הטכנולוגי המתפתח במהירות, הופכת הבינה המלאכותית לחלק בלתי נפרד מכל תחומי החיים והחינוך. מורי המתמטיקה מתמודדים כעת עם צורך הולך וגובר להתאים את שיטות ההוראה שלהם לעולם שבו כלי בינה מלאכותית הם חלק אינטגרלי ממנו.

השתלמויות בנושא בינה מלאכותית עבור מורי מתמטיקה מהוות צעד חיוני בהתאמת מערכת החינוך למציאות המשתנה. מצד אחד, כלי בינה מלאכותית מציעים פתרונות מיידיים לבעיות מתמטיות מסוימות, דבר המעורר חששות לגבי היכולת לפתח חשיבה מתמטית עצמאית בקרב תלמידים. מצד שני, הם מהווים הזדמנות יוצאת דופן להעשיר את ההוראה, להנגיש את המתמטיקה לתלמידים מרקעים שונים, ולפתח מיומנויות חשיבה מסדר גבוה.

מאמר זה מציג חקר מקרה של השתלמות מורים בתחום שילוב הבינה המלאכותית בהוראת המתמטיקה. מוצגים אתגרים העומדים בפני מורי מתמטיקה בעידן ה-AI, הפוטנציאל הפדגוגי הטמון בכלים אלו אל מול מגבלותיו, וכן מתואר מודל הכשרה המשלב ידע תיאורטי עם התנסות מעשית תוך התייחסות לשאלות אתיות ופדגוגיות הנוגעות לשימוש בכלי בינה מלאכותית בכיתת המתמטיקה, ואסטרטגיות להערכת למידה.

הטמעה מושכלת של בינה מלאכותית בהוראת המתמטיקה אינה רק תגובה להתפתחויות טכנולוגיות, אלא הזדמנות לחשיבה מחודשת על מהות הוראת המתמטיקה. באמצעות הכשרה מתאימה, מורי מתמטיקה יכולים להוביל את תלמידיהם להבנה מתמטית עמוקה יותר ולמיומנויות הנדרשות בעולם העתידי.

## בינה מלאכותית בהוראת המתמטיקה

שימוש בטכנולוגיות בהוראת מתמטיקה הוא רחב ומשמעותי ביותר, החל מגילאי היסודי, ועד האוניברסיטה משמשות טכנולוגיות ללמידה, תרגול והערכה (Engelbrecht & Borba, 2024). בינה מלאכותית יוצרת פתחה את האפשרות לשאול שאלות בשפה טבעית ולקבל תשובות. לבינה מלאכותית יש ממשקים רבים עם הוראת מתמטיקה, שכן היא נשענת על תיאוריות מתמטיות. יחד עם זאת, בינה מלאכותית יוצרת עושה טעויות רבות במתמטיקה, ויש צורך לבחון את השימוש בה בהוראת מתמטיקה (Opesemowo & Ndlovu, 2024).

מחקר שסקר את השימוש ב-ChatGPT בהכשרת מורים למתמטיקה, בדגש על תכנון משימות מתמטיות, באמצעות מתודולוגיית מחקר עצמי (self-study), נבדק כיצד תחומי הידע שלהם השפיעו על טכניקות ניסוח ההנחיות (prompt engineering) שהם השתמשו בהן ליצירת משימות במתמטיקה (Aqazade, Mauntel & Atabas, 2025). מחקר סקירה על בינה מלאכותית בחינוך המתמטי, מצא כי מרבית המחקרים נעשו על גילאי על יסודי ואוניברסיטה, ומקצתם בחינוך יסודי, המחקר סקר טכנולוגיות נוספות כמו מציאות מדומה ורבודה ומצא כי יש עליה בשימוש בטכנולוגיות מבוססות בינה מלאכותית בשיעורי המתמטיקה (Awang, Yusop & Danaee, 2025).

### השתלמויות מורים בתחומי הבינה המלאכותית

סקירה שנעשתה על פיתוח מקצועי של מורים דנה באופן מקיף ברכיבים הנדרשים בהשתלמויות מורים בעידן הבינה המלאכותית. נמצא כי פיתוח מקצועי הוא גורם מפתח באימוץ מושכל של טכנולוגיות AI בחינוך. בין ההמלצות הבולטות: לשלב בתוכניות ההכשרה רכיב של אוריינות בינה מלאכותית הכוללת הבנת עקרונותיה, יכולותיה ומגבלותיה, והיבטים אתיים, ושילוב התנסות שבמהלכה המורים מתרגלים שימוש בכלי AI יחד עם עמיתיהם ותלמידיהם במסגרת ההכשרה (Brandão, Pedro & Zagalo, 2024). עוד מודגש הצורך בפיתוח יחידות הוראה ותוכניות שיעור המתבססות על כלים מחוללי תוכן ודיון ביקורתי באופן שילובם, כדי להבטיח הטמעה אחראית ויעילה בכיתה. מחקר אחר מדגיש את החשיבות של שיתוף מורים בפיתוח פתרונות בינה מלאכותית חינוכיים במסגרת ההכשרה, כדי לטפח אצלם כישורי חשיבה והסקה מבוססי-ידע, להעמיק את הבנתם הפדגוגית, ולסייע להם לפתח מודלים מנטליים חדשים לגבי שילוב טכנולוגיה בהוראה (Tammets & Ley, 2023; Cukurova, Kralj, Hertz, & Saltidou, 2024).

בתחומי המתמטיקה יש לכך חשיבות גדולה במיוחד, שכן ישנן שגיאות מתמטיות רבות שנעשות בכלי הבינה המלאכותית, ויחד עם זאת יש פוטנציאל גדול בתחום הוראת המתמטיקה בשימוש נכון בכלים. בסקירה על שימוש בבינה מלאכותית בתחום המתמטיקה נראה כי שילוב הבינה המלאכותית בחינוך מתמטי הממפה את המגמות המחקריות בתחום, נראה שרוב העבודות מתמקדות בפיתוח מערכות לימוד מותאמות אישית והוראה נתמכת בינה מלאכותית כדי לשפר את למידת התלמידים, אך פחות מתמקדות בהיבטי הכשרת המורים עצמם לשימוש בטכנולוגיות אלו. החוקרים מציינים את הצורך בגישור הפער הזה באמצעות מחקרים נוספים המתמקדים בפיתוח המקצועי של מורים ובהכשרתם לאור ההתפתחויות הטכנולוגיות (Awang, Yusop & Danaee, 2025).

### תיאור המחקר והמתודולוגיה

המחקר בחן השתלמות בת 30 שעות למורי מתמטיקה בחינוך העל-יסודי, שבה השתתפו למעלה מ-20 מורים מבתי ספר ברחבי הארץ. ההשתלמות התקיימה באופן מקוון וסינכרוני ושילבה בכל מפגש חלק תיאורטי וחלק מעשי. במהלך ההשתלמות הוצגו כלים ונושאים מגוונים הקשורים להוראת מתמטיקה בחינוך על יסודי, כגון אמצעי הערכה, בניית מערכי שיעור, כתיבה ובדיקה של תרגילים, בניית סימולציות וגרפים, וכן כלים טכנולוגיים שאינם מבוססים על בינה מלאכותית. כמו כן, הוצגו טעויות נפוצות של פלטפורמות לבינה מלאכותית בתחום המתמטיקה. בחלק המעשי, המורים תרגלו שימוש בכלים בקבוצות קטנות, והציגו תוצרים לקבוצה כולה. איסוף הנתונים כלל שאלונים במהלך ההשתלמות, תצפיות והקלטות של המפגשים, תוצרים של המורים ועבודת סיכום.

## ממצאים

נמצא כי בתחילת ההשתלמות רוב המורים (17/20) לא השתמשו בכלי בינה מלאכותית לצורך הוראת מתמטיקה, וחלקם לא עשה שימוש כלל בכלי בינה מלאכותית. במהלך ההשתלמות, לאורך המפגשים נעשה יותר שימוש בבינה מלאכותית גם להוראת מתמטיקה וגם מחוצה לה. במהלך ההשתלמות הוצגו חידושים בכלי בינה מלאכותית שנפתחו לקהל רק ימים אחדים לפני הצגתם בהשתלמות, והמורים התנסו בהם כבר במהלך ההשתלמות עצמה. מורים נוספים הביאו והציגו תוצרים שהכינו מחוץ להשתלמות הקשורים להוראת מתמטיקה, ונלמדו כלים לשיפור ושדרוג תוצרים.

במהלך ההשתלמות פותחו דיונים בנושאים רלוונטים לחינוך מתמטי כמו פרסונליזציה והערכה, יחד עם מיומנויות יסוד במתמטיקה וחשיבות למידת חשיבה ביקורתית והקשר בינה לבין מיומנויות יסוד. היו דיונים על שימוש מיטיב של מורים ושל תלמידים בטכנולוגיה באופן שיוכל לתרום לפיתוח מיומנויות חשיבה גבוהות במתמטיקה, אל מול הסכנה של דרדור קוגניטיבי בשימוש לא מושכל. המורים בחנו כל תוצר מבחינת הנכונות המתמטית שלו וגם מבחינת ההתאמה שלו לרמת תלמידים. מורים השתמשו בבינה מלאכותית כדי לדרג שאלות, לכתוב מכוונים, לתת דוגמאות מחיי היום יום לנושאים מתמטיים, לכתוב דפי עבודה עם בדיקה אוטומטית ומשחקים מקוונים. בסיום ההשתלמות רוב המורים עשו שימושים מגוונים בכלי בינה מלאכותית באופן יומי (18/20) לצרכי הוראת מתמטיקה ולהוראה של תחומים אחרים שאותם מורים מלמדים כמו מדעי המחשב או הסטוריה.

## דיון

השימוש בבינה מלאכותית בהוראת מתמטיקה מצריך איזון בין למידה קונספטואלית לבין יישום כלים טכנולוגיים. חשוב להבטיח שהשימוש בבינה מלאכותית לא יפגע ברכישת מיומנויות מתמטיות בסיסיות, אלא ישולב בצורה מושכלת שתקדם חשיבה ביקורתית ותפתח מיומנויות מתמטיות מסדר גבוה.

מומלץ להרחיב השתלמויות מורים בתחום זה ולשלב בתוכן אוריינות AI, התנסות מעשית ודיון בהיבטים אתיים ופדגוגיים. כך ניתן להבטיח שהוראת המתמטיקה תמשיך להיות רלוונטית ומשמעותית גם בעידן הבינה המלאכותית.

**חשיבות הגדרת מטרות למידה** – היה קריטי להגדיר ולשמור על התאמה בין המטרות הפדגוגיות לבין המשימות שנוצרו.

**שיפור הידע של מחנכי המורים** – המחקר העניק תובנות לגבי הדרכים שבהן מחנכים יכולים להבין ולהשתמש טוב יותר כלי בינה מלאכותית, בפרט ב-ChatGPT, לצורך יצירת משימות מתמטיות.

- Aqazade, M., Mauntel, M., & Atabas, S. (2025) Empowering mathematics teacher educators: Exploring Artificial Intelligence-driven mathematical tasks. *School Science and Mathematics*.  
<https://doi.org/10.1111/ssm.18339>
- Awang, L. A., Yusop, F. D., & Danaee, M. (2025). Current practices and future direction of artificial intelligence in mathematics education: A systematic review. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 20(2), em0823. <https://doi.org/10.29333/iejme/16006>
- Brandão, A., Pedro, L., & Zagalo, N. (2024). Teacher professional development for a future with generative artificial intelligence—an integrative literature review. *Digital Education Review*, (45), 151-157. <https://doi.org/10.1344/der.2024.45.151-157>
- Cukurova, M., Kralj, L., Hertz, B., & Saltidou, E. (2024). Professional Development for Teachers in the Age of AI.
- Engelbrecht, J., & Borba, M. C. (2024). Recent developments in using digital technology in mathematics education. *ZDM—Mathematics Education*, 56(2), 281-292. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01530-2>
- Opesemowo, O. A., & Ndlovu, M. (2024). Artificial intelligence in mathematics education: The good, the bad, and the ugly. *Journal of Pedagogical Research*, 8(3), 333-346.  
<https://doi.org/10.33902/JPR.202426428>
- Tammets, K., & Ley, T. (2023). Integrating AI tools in teacher professional learning: a conceptual model and illustrative case. *Frontiers in artificial intelligence*, 6, 1255089. <https://doi.org/10.3389/frai.2023.1255089>



## **AI BOOST TRACKS – תוכנית דיפרנציאלית אג'ילית להטמעת כלי בינה**

**מלאכותית בקרב סגל אקדמי**

קרן ברק, רות פורייטר – אונ' אריאל

# AI BOOST TRACKS

## תוכנית דיפרנציאלית אג'ילית להטמעת כלי בינה מלאכותית בקרב סגל אקדמי

רות פורייטר

אוניברסיטת אריאל

קרן ברק

אוניברסיטת אריאל

### תקציר

הטמעת כלי בינה מלאכותית באקדמיה מלווה בשני אתגרים מרכזיים: פערי אימוץ הטכנולוגיה בין המרצים השונים, וצורך בהתאמה מתמשכת של הכשרות ותהליכי למידה בעקבות קצב ההתפתחות המהיר של הטכנולוגיה. אתגרים אלו מחייבים פיתוח גישה מערכתית אג'ילית, על מנת להבטיח התאמה לצרכים המשתנים של המרצים והסטודנטים.

תוכנית הפיתוח המקצועי 'AI Boost Tracks', נוסדה כחלק מהתכנית האסטרטגית של אוניברסיטת אריאל להטמעת השימוש בכלי בינה מלאכותית בקרב חברי הסגל. מטרת התוכנית היא לקדם את השילוב של כלי בינה מלאכותית בהוראה למידה והערכה תוך מתן מענה דיפרנציאלי למרצים הנמצאים בשלבי האימוץ השונים. באמצעות המסלולים השונים שהתכנית מציעה, היא מעודדת תרבות למידה מתמשכת אשר הנה הכרחית לשמירה על רלוונטיות תוכן הלימוד ודרכי הלמידה וההוראה המשתנות, ומלווה בעדכון המדיניות המוסדית בהתאם להתפתחויות הטכנולוגיות.

התוכנית מלווה בהערכה מבוססת שיטת SWOT, הערכה זו מהווה מנגנון תומך אג'יליות, המאפשר לזהות חסמים והזדמנויות, ולהתאים את המענים, סוגי התמיכות והמדיניות באופן דינמי לצרכים המשתנים של הסגל ולמגמות המתפתחות בתחום.

**מילות מפתח:** בינה מלאכותית, למידה מתמשכת, פיתוח מקצועי, SWOT, Agile methodology

### מבוא

השילוב של כלי בינה מלאכותית יוצרת (GenAI) בהוראה ובלמידה האקדמית יוצר הזדמנויות חדשות בהוראה ובלמידה ומצריך פיתוח מיומנויות חדשות בקרב סטודנטים וסגל ההוראה. יחד עם זאת, לצד הפוטנציאל הגלום בכלים אלו, תהליך ההטמעה מלווה באתגרים מורכבים, המחייבים גישה חדשנית וגמישה.

אחד האתגרים המרכזיים בתהליך זה הוא פערי האימוץ הטכנולוגי בין חברי הסגל האקדמי. ישנם חברי הסגל המאמצים במהירות כלים חדשים ומתאימים את תהליכי ההוראה וההערכה שלהם לעידן החדש, בעוד אחרים נדרשים לליווי בפיתוח מיומנויות בסיסיות. מציאות זו מחייבת יצירת מענה דיפרנציאלי של המוסד בהתאם לרמת האוריינות הטכנולוגית והבינה המלאכותית של חברי הסגל.

אתגר נוסף הוא הצורך בהתאמה מתמדת של ההכשרות, הכלים ותהליכי ההוראה לקצב ההתפתחות והשינוי המואצים של טכנולוגיות הבינה המלאכותית והשלכותיהם על הלמידה וההערכה ועולם התעסוקה. אתגר זה מצריך התייחסות מהירה וגמישה על מנת ליישם התאמה דינמית של הכשרות הסגל וסוגי המענים.

כחלק מהתכנית האסטרטגית להטמעת השימוש בכלי בינה מלאכותית באוניברסיטת אריאל ועל מנת להציע מענה לאתגרים אלו, יוסדה תכנית "AI Boost Tracks". מטרת התוכנית היא לקדם את השילוב של כלי בינה מלאכותית בהוראה למידה והערכה תוך מתן מענה דיפרנציאלי למרצים הנמצאים בשלבי האימוץ השונים. ייחודה של התכנית בכך שהיא מספקת מענה לצרכים של קהלים מגוונים: החל ממרצים המעוניינים לשלב בקורסים שלהם שימושי AI מתקדמים, ועד למרצים החוששים מהטכנולוגיה או רואים בה גורם מאיים. בנוסף, התכנית מעודדת תרבות למידה מתמשכת אשר הנה הכרחית לשמירה על רלוונטיות תוכן הלימוד ודרכי הלמידה וההוראה המשתנות.

## מסלולי התוכנית

התוכנית כוללת ארבעה מסלולים מרכזיים, המאפשרים התאמה אישית לצרכי חברי הסגל:

### 1. AI Discover

מסלול זה כולל תוכנית סדנאות מגוונת בנושאים שונים הקשורים להוראה, למידה והערכה באמצעות בינה מלאכותית. הסדנאות מתמקדות בהיכרות עם כלים חדשניים ובפיתוח מיומנויות פרקטיות, כגון יצירת תכנים מותאמים אישית, התאמת דרכי הערכה לעידן הבינה המלאכותית, היבטים אתיים והשלכותיהם המעשיות ושיפור חוויית הלמידה של הסטודנטים.

### 2. AI Fit

מסלול זה מציע תוכנית ליווי פרטנית לחברי סגל במסגרת 'קול קורא'. מטרתו היא לספק תמיכה וליווי אישי לחברי סגל אשר מעוניינים לשלב כלי בינה מלאכותית בלמידה ובהוראה בקורס, או ביישום שינויים פדגוגיים הנדרשים בעקבות השינויים הטכנולוגיים (למשל התאמת שיטת ההערכה בקורס). התהליך כולל מפגשי ייעוץ טכנו-פדגוגיים עם מומחיות היחידה להטמעת השינויים בצורה מיטבית.

### 3. AI Impact

מסלול זה מתמקד בבניית קהילת למידה המורכבת ממרצים מובילים המהווים סוכני שינוי במוסד. מטרת הקהילה מתמקדות בהרחבה ובהעמקה של שילוב כלי בינה מלאכותית בתהליכי למידה אקדמיים, לצד התמודדות עם אתגרים פדגוגיים וטכנולוגיים שמעלה השימוש הגובר בטכנולוגיה. כמו כן, חברי הקהילה עוסקים בבחינת וניתוח ההשפעה של בינה מלאכותית על מקצועות ודיסציפלינות שונות ועל השינויים בפרקטיקות ותהליכי עבודה בעולם התעסוקה. בנוסף, הקהילה נועדה לשמש כמקור לידע והשפעה ומוקד לשיתופי פעולה מחקריים וכן לתרום לעדכון המדיניות האוניברסיטאית בהתאם למציאות המשתנה.

### 4. AI CAFE

תכנית זו מציעה לחברי הסגל מרחב למידה והתנסות, המאפשר לחקור את השימושים הפדגוגיים של כלי בינה מלאכותית בהוראה ובלמידה. המרחב פועל במתכונת של קבוצה קטנה, תוך מתן ליווי והכוונה מקצועית מצוות מומחיות מהרשות לחדשנות בהוראה, במטרה לאפשר לחברי הסגל שנמצאים בשלבי האימוץ הראשונים, לפתח מיומנויות מעשיות בהתאם לצרכים האישיים שלהם. לצד

ההזדמנות ללמידה פעילה מבוססת התנסות, נוצרת במרחב הזדמנות ליצירת שיח עמיתים והתייעצות משותפת בנוגע להתמודדות עם אתגרים בתחום.

## ניהול התכנית באסטרטגיה מבוססת אג'יליות

לצד ההתפתחות הטכנולוגית המואצת, הופכת הגישה האג'ילית (Agile Methodology) לרלוונטית במיוחד גם בהקשרים אקדמיים. גישה זו, שמקורה בעולם פיתוח התוכנה, מבוססת על תהליכי עבודה מחזוריים, ועל גמישות תכנית תוך הסתגלות מהירה למשוב מהשטח. מחקרים מצביעים על כך שניהול פרויקטים אג'ילי באוניברסיטאות יכול להוביל להגברת גמישות מוסדית, שיפור במענה לצורכי הסטודנטים ושדרוג הממשק בין מוסדות להשכלה גבוהה לבין שוק העבודה (Ivetić & Ilić, 2020).

בהקשר של הטמעת בינה מלאכותית באקדמיה, אימוץ עקרונות אג'יליים מאפשר להתמודד עם חוסר הוודאות והדינמיות שמאפיינים את תחום ה-AI, תוך שמירה על רלוונטיות פדגוגית ומענה מותאם למגוון רחב של חברי סגל. ניהול התכנית מבוסס על תכנון מחזורי עבודה קצרים. התכנית נבנית לטווח של סמסטר אחד בכל פעם על מנת להתוות את דרכי הפעולה באופן גמיש.

בנוסף, התוכנית מלווה בהערכת תפיסותיהם של חברי הסגל בנוגע לבינה מלאכותית בהוראה ובלמידה. ההערכה מבוססת שיטת SWOT שיטה אסטרטגית לזיהוי והערכה של חוזקות, חולשות, הזדמנויות ואיומים. מסגרת הערכה זו מאפשרת לנתח את תמונת המצב של אימוץ הבינה המלאכותית בקרב חברי הסגל, לזהות חסמים פנימיים (כגון פערי ידע או התנגדות לשינוי) לצד הזדמנויות חיצוניות (כגון כלים חדשים או מגמות חדשות בעולם התעסוקה). המידע הנאסף משאלוני ההערכה ומתגובות המשתתפים במסלולים השונים, מאפשר להתאים את המענים ואפשרויות התמיכה באופן דינמי לצרכים המשתנים של הסגל ולמגמות המתפתחות בתחום (Farrokhnia, Banihashem, Noroozi & Wals, 2024).

## תוצאות ההערכה והשפעתן על המשך התכנית

תוצאות תהליך ההערכה השפיעו על עיצוב המשך תכנית ההכשרה והמענים והתוו את הדרך למענה על הפערים הדיפרנציאליים הגדלים בהמשך הכשרות בסיס מחד ויצירת מענים מתקדמים ודיספלינריים מאידך.

## סיכום

תהליך ההטמעה של כלי בינה מלאכותית בהוראה ולמידה באקדמיה הוא תהליך מורכב, הדורש מענה גמיש המותאם לצרכים מגוונים. תוכנית AI Boost Tracks מציעה מודל אג'ילי, המשלב מענים דיפרנציאליים ומנגנון הערכה ומשוב מהשטח. הגישה האג'ילית, מאפשרת למוסד להגיב במהירות לשינויים, לאתר חסמים ולהתאים את ההכשרה ומענים ואת המדיניות למציאות המשתנה ובכך

מאפשרת להתמודד עם האתגרים המרכזיים בהטמעת בינה מלאכותית- פערי האימוץ וקצב ההתפתחות המהיר של הטכנולוגיה.

ניהול התכנית תוך יישום מודל זה, מחזק את יכולת ההסתגלות של הסגל האקדמי, תורם לשמירה על רלוונטיות פדגוגית ומאפשר לאוניברסיטה להוביל חדשנות אחראית ומבוססת צרכים בשדה ההוראה והלמידה.

המודל יכול לשמש כתשתית ליישום במוסדות אקדמיים וחינוכיים נוספים, וכן בדיספלינות נוספות המעוניינות לקדם את הפיתוח המקצועי בתחום הבינה המלאכותית, תוך שמירה על גמישות מוסדית ויכולת תגובה מהירה לצרכים המתפתחים בשטח.

## מקורות

Farrokhnia, M., Banihashem, S. K., Noroozi, O., & Wals, A. (2024). A SWOT analysis of ChatGPT: Implications for educational practice and research. *Innovations in Education and Teaching International*, 61(3), 460-474. <https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2195846>

Ivetić, P., & Ilić, J. (2020). Reinventing universities: Agile project management in higher education. *European Project Management Journal*, 10(1), 64-68. <https://doi.org/10.18485/epmj.2020.10.1.7>



**עוזר ההוראה שלי-המרחב: מרחבי למידה גמישים כזרז לחדשנות טכנו-**

**פדגוגית ושיתופיות בהכשרת פרחי הוראה**

**אורית אבדיאל, אינה בלאו – האונ' הפתוחה**

# עוזר ההוראה שלי-המרחב: מרחבי למידה גמישים כוזר לחדשנות טכנו-פדגוגית ושיתופיות בהכשרת פרחי הוראה

## תקציר

מחקר זה בוחן האם וכיצד מרחבי למידה גמישים מקדמים חדשנות טכנו-פדגוגית ושיתופיות בין מרצים ולומדים. מרחבים אלה, המצוידים בטכנולוגיות מתקדמות וריהוט גמיש, תומכים במיומנויות המאה ה-21: למידה שיתופית, עצמאית ושילוב טכנולוגיה. המחקר, שהתבסס על גישת חקר מקרים מרחבים, כלל ראיונות חצי-מובנים ותצפיות, תוך שימוש במודל e-CSAMR ובמסגרת Mindtools לבחינת רמות שילוב טכנולוגיה, אופני שיתופיות ותפקידם בהכשרת מורים. הממצאים מצביעים כי מרחבים גמישים מאפשרים שימוש מתקדם בטכנולוגיה, לרוב ברמות התאמה ושינוי (Modification) והגדרה מחדש (Redefinition) במודל e-CSAMR. כלים כמו סימולציות AR, קירות אינטראקטיביים ומסכי הקרנה קבוצתיים תמכו בלמידה מבוססת חקר ובשיטות קונסטרוקטיביסטיות. שיתוף פעולה בין מרצים היה נפוץ, הודות לעיצוב הגמיש ולתמיכת מומחים. הוראה ותכנון משותפים אפשרו עבודה מיטבית תוך הדגמת עבודת צוות לפרחי ההוראה. שיתוף הפעולה בין סטודנטים הגיע לרמות גבוהות, בדגש על עבודת צוות. שולחנות שיתופיים ומרחבים פתוחים תמכו בעבודה קבוצתית, פתרון בעיות משותף ופרויקטים קבוצתיים. ניתוח התצפיות והראיונות חשף גם שיתופיות חברתית-רגשית, המדגישה הצורך בהערכת שיתופיות בכל התחומים.

**מילות מפתח:** מרחבי למידה גמישים, חדשנות טכנו-פדגוגית, תהליכי הוראה ולמידה שיתופיים, מסגרת e-CSAMR, פרחי הוראה

## מבוא

בשנים האחרונות גוברת ההכרה בחשיבות תכנון סביבות למידה המבוססות על שיקולים פדגוגיים מעמיקים, מתוך הבנה כי למרחבי הלמידה תפקיד מרכזי בעיצוב תהליכי ההוראה והלמידה (Carlos et al., 2024). אחד מסוגי המרחבים שפותחו במטרה להקנות מיומנויות חיוניות במאה ה-21, בהן למידה עצמאית, למידה שיתופית ושילוב טכנולוגיה בהוראה ולמידה, הוא **מרחב הלמידה הגמיש** (Jalal et al., 2024). מרחב זה מתאפיין במבנה פתוח וגמיש, המאפשר התאמת סידורי ריהוט מגוונים בהתאם לצרכים פדגוגיים שונים, ובכך תומך בלמידה עצמאית ובלמידה שיתופית. מרחבים אלה משולבים לרוב בטכנולוגיות המקדמות למידה פעילה ממוקדת-לומד, עבודת צוות ואינטראקציה בין הלומדים (Correia & Cavadas, 2024; Niemi et al., 2024). בהתאם לכך, מחקר זה בוחן את **היקף ורמת שילוב הטכנולוגיה** בהוראה בקורסים להכשרת מורים המתקיימים במרחבי למידה גמישים, וכן האם וכיצד מתקיימים **תהליכי הוראה ולמידה שיתופיים** בין לומדים ומרצים במרחבים אלו.

## סקירת ספרות

מחקרים עדכניים מצביעים על תרומתם של מרחבי למידה גמישים לשיפור תהליכי הוראה ולמידה. נמצא כי מרחבים אלו מקדמים למידה שיתופית בקרב סטודנטים, מעודדים השתתפות פעילה של לומדים ומאפשרים תהליכי חקר עצמאיים (Chen et al., 2024; Lazareva & Tomte, 2024). מעבר לכך, למרחבים אלה השפעה גם על ההיבטים החברתיים-רגשיים של הלומדים, כולל טיפוח מערכות יחסים חיוביות בין מורים לתלמידים והגברת המוטיבציה ללמידה. בנוסף, הם מספקים מסגרת תומכת לשיתופי פעולה בין מורים בתכנון ובהעברת שיעורים, מה שתורם לשיפור איכות ההוראה (Round & Subban, 2023).

מרכיב משמעותי נוסף במרחבי למידה גמישים הוא שילוב טכנולוגיה בהוראה. מחקרים מראים כי שילוב זה מאפשר למידה ממוקדת-לומד ומעשיר את שיטות ההוראה באמצעות גישות אינטראקטיביות ומבוססות חקר. כמו כן, הוא תומך בהרחבת אסטרטגיות ההוראה, מגביר את מעורבות הסטודנטים ומשפר את תחושת שביעות רצונם מהלמידה (Dehdary et al., 2024; Jalal et al., 2024).

בהתאם לממצאים, מחקר זה עושה שימוש במסגרות תיאורטיות המאפשרות ניתוח מעמיק של אופן שילוב הטכנולוגיה במרחבי למידה גמישים: מודל **e-CSAMR** המעריך רמות שילוב טכנולוגיה בהוראה וכולל ארבע רמות: החלפה (Substitution) - שימוש בטכנולוגיה כתחליף לכלים מסורתיים; העצמה (Augmentation) - שיפור פונקציונלי; התאמה ושינוי (Modification) - עיצוב מחדש של משימות; והגדרה מחדש (Redefinition) - יצירת משימות למידה חדשות. בנוסף, המודל בוחן רמות למידה שיתופיות, בהן שיתוף במידע, חלוקת תפקידים ושיתוף פעולה.

לצד זאת, המחקר מתייחס גם למסגרת **Mindtools** (Jonassen, 2020), המסווגת תהליכי הוראה ולמידה לפי גישות ביהיוריסטיות, קוגניטיביות וקונסטרוקטיביסטיות הנתמכות בכלים טכנולוגיים. שילוב המסגרות מאפשר העמקת ההבנה של שילוב טכנולוגיה בהוראה, תוך התייחסות לרמות השימוש ולאסטרטגיות הפדגוגיות במרחבי למידה גמישים.

## שאלות המחקר

1. אילו סוגי טכנולוגיות, אם בכלל, משולבות במרחבי למידה גמישים? מהי **רמת השילוב הטכנולוגי** לפי מסגרת e-CSAMR בהקשר זה? **אלו גישות פדגוגיות** באות לידי ביטוי בסביבות אלו על פי מסגרת Mindtools?
2. לפי מודל e-CSAMR, מהן **רמות שיתוף הפעולה בין הצוותים הפדגוגיים**, אם בכלל, במרחבי למידה גמישים? האם סביבות אלו מעודדות את הרמה הגבוהה ביותר של שיתופיות בין מלמדים?
3. לפי מודל e-CSAMR, מהן **רמות שיתוף הפעולה בין הלומדים**, אם בכלל, במרחבי למידה גמישים? האם סביבות אלו מטפחות את הרמה הגבוהה ביותר של שיתופיות בין לומדים?

## מתודולוגיה

לניתוח מאפייני השימוש במרחבי למידה גמישים, המחקר התבסס על גישת **חקר מקרים מרובים** (Yin, 2018). בוצעו ראיונות עומק חצי-מובנים ותצפיות בלתי משתתפות לבחינת תפקידם של מאפייני המרחבים בתהליכי ההוראה והלמידה.

המשתתפים היו מרצים במכללות להכשרת מורים, המלמדים קורסים לתואר ראשון במגוון תחומי דעת ושנות לימוד וברמות ותק שונות. חלקם עשו שימוש מזדמן במרחבים הגמישים, בעוד אחרים לימדו בהם באופן קבוע.

מרחבי הלמידה שנבחנו אופיינו בעיצובים פיזיים מגוונים ושילוב טכנולוגיות מתקדמות. חלקם כללו שולחנות עבודה עגולים או מלבניים, ישיבה גמישה (פופים, ספות), ריהוט נייד ונייד, ולוחות כתיבה ניידים וקבועים. כמו כן, שולבו אמצעים טכנולוגיים כגון מסכי הקרנה קבוצתיים, סביבות מרובות מסכים, משקפי מציאות מדומה (VR), כלים למציאות רבודה (AR) וקירות ורצפה אינטראקטיביים. התצפיות אפשרו בחינה מעמיקה של השימוש במרחבים, תוך זיהוי תרומתם להכשרת פרחי ההוראה והאתגרים עמם התמודדו המרצים והסטודנטים.

## ממצאים

הממצאים מצביעים על כך שמרחבי למידה גמישים **תומכים בשילוב טכנולוגיות ברמות גבוהות בהוראה**. טכנולוגיות אלו שולבו בתדירות גבוהה, בעיקר ברמות הגבוהות של מודל e-CSAMR, במיוחד התאמה ושינוי (Modification) והגדרה מחדש (Redefinition). המרצים דיווחו כי המרחבים אפשרו להם ליישם גישות חדשניות, כמו שימוש בקירות אינטראקטיביים כלי מציאות רבודה (AR), גלובוסים אינטראקטיביים וסימולציות בארגזי חול, אשר תמכו בלמידה מבוססת חקר. בנוסף, מסכי מגע קבוצתיים סייעו ללמידה פעילה ושיתופית, כמו עיצוב משותף של תוצרי למידה. כפי שתיארה אחת המרצות: "הטכנולוגיה עצמה מזמינה אותי (להשתמש בה), אם הייתי בחדר אחר, ייתכן שהייתי עושה פעילויות שונות" (שר').

בהתאם למסגרת Mindtools (Jonassen, 2020), שילוב הטכנולוגיה תמך בגישות קונסטרוקטיביסטיות, שחייבו את הסטודנטים למעורבות פעילה בכלים הטכנולוגיים. המשימות כללו עיצוב משחקים חינוכיים לתוכנות הקרנה אינטראקטיביות, יצירת סרטוני סטופ-מושן ופיתוח מערכי שיעור מבוססי מציאות רבודה.

לצד תרומתם לשילוב טכנולוגיות, המרחבים גם עודדו תהליכי רפלקציה בקרב המרצים. הרפלקציה התמקדה הן בשיפור אסטרטגיות הוראה והן בהתאמת הכלים הדיגיטליים להקשרים פדגוגיים שונים. כפי שציינה מרצה נוספת: "המרחב מזמין רגע לעצור ולשאל איך ללמד" (א'). תהליך זה התרחב גם להכשרת פרחי הוראה, כאשר המרצים הדגישו את חשיבות ההתנסות המעשית בכלים טכנולוגיים מרכזיים. כפי שהסבירה מרצה אחרת: "יש כל כך הרבה כלים שמשתנים כל הזמן, אבל אני רוצה לחשוף אותם לכלים המרכזיים ברמת טעימה... גם אם הם ילמדו מקרא, למשל. הם צריכים להבין כיצד הטכנולוגיה יכולה לתמוך בהוראה שלהם" (ק').

מעבר לעידוד רפלקציה פדגוגית, נמצא כי מרחבים אלו מעודדים **שיתוף פעולה בין מרצים**. העיצוב הפתוח והגמיש של המרחבים הקל על שיתופי פעולה אלו, ואיפשר למרצים ללמד יחד ביעילות, תוך מתן תמיכה קבוצתית וליווי אישי לסטודנטים, מבלי להפריע למהלך השיעור. כפי שתיארה אחת המרואיינות: "העובדה שהמרחב מאפשר תנועה עם הכיסאות מאפשרת לנו לסייע לסטודנטים בו-זמנית במהלך השיעור. במרחב שלנו יש כמה חדרים בתוך אותו אזור- היא יכולה לשבת עם קבוצה בחדר אחד, ואני יכול לעבוד עם קבוצה אחרת בחדר אחר" (שר').

שיתוף הפעולה בין המרצים התבטא בשני אופנים מרכזיים:

1. בין המרצים לצוותי התמיכה, שסייעו בתכנון השיעורים, בהפעלת הכלים הטכנולוגיים ובליווי השיעור.

2. בין המרצים עצמם, מאותו תחום או מתחומים שונים, אשר תכננו שיעורים או לימודי יחד, כאשר כל אחד תרם זווית ייחודית להוראה המשותפת. שיתופי פעולה אלו התרחשו בעיקר ברמת **Collaboration** במודל e-CSAMR.

**שיתוף פעולה בין סטודנטים היה מרכיב מרכזי** במרחבי הלמידה הגמישים. השכיחות הגבוהה ביותר שנצפתה הייתה **שיתוף פעולה** (Collaboration) ואחריה שיתוף ידע וחלוקת תפקידים (Cooperation). המרואיינים ציינו מאפיינים שתמכו בכך, בהם מסכי הקרנה קבוצתיים, שולחנות עבודה משותפים ועיצובים מרחביים גמישים, שאיפשרו עבודה קבוצתית, דיונים ויצירת תוצרים משותפים בסביבה נוחה. כפי שתיארה אחת המרצות: "...המרחב באמת מאפשר זאת טוב יותר. הוא מאפשר עבודה קבוצתית נוחה, כי לכל קבוצה יש את המרחב הנוח שלה" (י'). דוגמאות לשיתוף פעולה כללו תכנון שיעורים קבוצתי, מחקר משותף ורפלקציות משותפות. שיתוף הידע התבצע באמצעות דיונים כיתתיים, הוראת עמיתים ופעילויות מסוג ג'יקסו בנוסף לשיתוף פעולה קוגניטיבי, התצפיות והראיונות חשפו **שיתוף פעולה חברתי-רגשי**. הסטודנטים חלקו אתגרים, חגגו הצלחות והשתתפו בפעילויות שחזקו לכידות קבוצתית וקשרים חברתיים. כפי שתיארה אחת המרואיינות: "המרחב כולל ספות, מטבחון- בהפסקות הסטודנטים פשוט נשארים כי יש להם מקום לשבת ולדבר... זה מעודד אינטראקציה בלתי פורמלית בין מחזורים שונים" (שי').

## דיון

מחקר זה מדגיש את תרומת מרחבי למידה גמישים לחדשנות טכנו-פדגוגית ולשיתוף פעולה בהוראה ובלמידה. השילוב של טכנולוגיות מתקדמות, לצד עיצוב פיזי המאפשר אינטראקציות דינמיות, יוצר סביבה המעודדת תהליכי למידה פעילים ושיתופיים. מרחבי למידה גמישים מספקים תשתית המאפשרת שילוב טכנולוגיות בהוראה בדרכים חדשניות, תוך עידוד התאמה ושיפור מתמיד של גישות הוראה. ממצאים אלה עולים בקנה אחד עם מחקרים קודמים, שהצביעו על הקשר בין מרחבי למידה גמישים לבין שילוב טכנולוגי, המוביל לפיתוח מיומנויות חיוניות ולהגברת מעורבות הלומדים (Dehdary et al., 2024; Jalal et al., 2024). המרחבים הגמישים אף מהווים מצע המעודד שיתופי פעולה בין מרצים, הן זה עם זה והן עם גורמים מקצועיים תומכים. מחקרים קודמים מצביעים על מגמה דומה (Round & Subban, 2023). פרקטיקות שיתופיות אלו מספקות מודל משמעותי לפרחי הוראה, המדגים כיצד עבודת צוות אפקטיבית בין מחנכים יכולה לשפר את תהליכי ההוראה והלמידה.

מעבר לתרומתם למרצים, עיצובם של מרחבי הלמידה הגמישים מספק תנאים המעודדים אינטראקציות שיתופיות בין לומדים. ממצא זה מחזק מחקרים קודמים שהראו כי מרחבי למידה גמישים משפרים קשרים בין-אישיים ומגבירים מוטיבציה פנימית (Chen et al., 2024). שיתוף הפעולה הרב-ממדי שנצפה- במישורים הקוגניטיבי, החברתי והרגשי- הוא בעל חשיבות מיוחדת עבור פרחי הוראה. למידה שיתופית מהווה מיומנות קריטית במאה ה-21, והחשיפה אליה במרחבי למידה גמישים מספקת מודל משמעותי להוראה עתידית. התנסותם של פרחי ההוראה בלמידה שיתופית במהלך הכשרתם מכינה אותם טוב יותר להטמעת מיומנויות אלו בקרב תלמידיהם בעתיד.

לבסוף, מרכזיות שיתוף הפעולה החברתי בממצאים מדגישה את החשיבות של ניתוח שיתופיות לא רק על פי רמתה, אלא גם בהתאם להיבטיה השונים: קוגניטיבי, חברתי או רגשי. נקודת מבט זו מאפשרת הבנה מעמיקה יותר של תהליכי ההוראה והלמידה המתרחשים במרחבי למידה גמישים, אשר תומכים באופן פעיל באינטראקציות רב-ממדיות אלו.

## מסקנות

מחקר זה מדגיש את תרומת מרחבי הלמידה הגמישים לחדשנות טכנו-פדגוגית ושיתופיות. שילוב הטכנולוגיה במרחבים אלו מעודד מעורבות במיומנויות המאה ה-21, ומאפייניהם הפיזיים והטכנולוגיים מחזקים תכנון שיעורים והוראה שיתופית. כמו כן, נמצא כי הם מטפחים שיתוף פעולה בין סטודנטים, עבודת צוות, למידה משותפת ותחושת קהילה, ומהווים מודל משמעותי לפרחי ההוראה. לבסוף, המחקר מדגיש כי יש לנתח שיתופיות לא רק לפי רמתה, אלא גם לפי ממדיה: קוגניטיבי, חברתי ורגשי.

## מקורות

- Carlos, V., Reses, G., & Soares, S. C. (2024). Active learning spaces design and assessment: a qualitative systematic literature review. *Interactive Learning Environments*, 1–18. <https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2163263>
- Chen, H., Chen, J., & Chiang, F. (2024). A study on the influence of learning space on students' intrinsic learning motivation. *European Journal of Education*, 59(3). <https://doi.org/10.1111/ejed.12652>
- Correia, M., & Cavadas, B. (2024). Innovative learning environments: a learning experience with in-service teachers. *Educational Media International*, 61(1–2), 146–160. <https://doi.org/10.1080/09523987.2024.2358652>
- Dehdary, N., Allmark, N., Nadabi, Z. A., & Hurmuzy, S. A. (2024). Using a Technology-Enhanced active Learning classroom to teach English: a help or hindrance? *Journal of Language Teaching and Research*, 15(5), 1455–1466. <https://doi.org/10.17507/jltr.1505.07>
- Jalal, S., Norman, H., Zaini, H., Hamdan, F., & Zakaria, N. Y. K. (2024). Transformation of challenge-based learning spaces in higher education. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 14(5). <https://doi.org/10.6007/ijarbss/v14-i5/21591>
- Jonassen, D. H., & Carr, C. S. (2020). MindTools: affording multiple knowledge representations for learning. In *Routledge eBooks* (pp. 165–196). <https://doi.org/10.1201/9781315045337-8>
- Lazareva, A., & Tømte, C. E. (2024). Flexible learning spaces as an arena for developing professional digital competence through small group

collaboration. *Teachers and Teaching*, 30(4), 489–508. <https://doi.org/10.1080/13540602.2024.2308893>

Niemi, K., Minkkinen, J., & Poikkeus, A. (2022). Opening up learning environments: liking school among students in reformed learning spaces. *Educational Review*, 76(5), 1191–1208. <https://doi.org/10.1080/00131911.2022.2098927>

Round, P., & Subban, P. (2023). Aiming for Success through a Qualitative Examination of Educator Perceptions of Flexible Learning Spaces. *Journal of Education Teaching and Social Studies*, 5(3), p. 145. <https://doi.org/10.22158/jetss.v5n3p145>



## **Future-Ready Faculty: Blending EMI, AI, and Global Learning**

### **Goals**

Elena Mizrahi – Virtual Exchange Training Center

## **Future-Ready Faculty: Blending EMI, AI, and Global Learning Goals**

### **Abstract:**

Universities aiming at internationalization increasingly adopt English-Medium Instruction (EMI), yet faculty often lack support to teach multilingual, culturally diverse classes. The Erasmus+ IMPACT project addresses this gap by providing structured faculty training through Collaborative Online International Learning (COIL) courses, blending EMI pedagogy, AI tools, and soft-skills development. This paper presents practical examples of IMPACT COILs, demonstrating successful integration of EMI, digital tools, and innovative pedagogical methods. IMPACT faculty training has fostered collaboration, improved digital literacy, and facilitated effective EMI and COIL delivery. Concrete examples such as the "AI Coffee Break," "AI Innovation in Digital Communication," and blended intensive programs in soft skills and leadership illustrate replicable models. The IMPACT approach offers a clear framework adaptable by Israeli higher education institutions aiming to develop future-ready faculty. Recommendations emphasize structured training, targeted pedagogical support, and leveraging AI tools to enhance EMI and internationalization.

**Keywords:** EMI, COIL, AI, internationalization, faculty development

### **Introduction**

Higher education institutions increasingly implement internationalization strategies, notably through English-Medium Instruction (EMI). Faculty face new challenges, including language barriers, integrating digital tools, and adapting pedagogy for culturally diverse students. Virtual Exchanges (VE) and Blended Intensive Programs (BIPs) have emerged as impactful pedagogical approaches, fostering individual and institutional development through international collaboration and innovative learning experiences (Lourakis et al., 2025). The IMPACT Erasmus+ project responds by providing structured training and resources to support faculty in delivering effective EMI and integrating innovative AI-driven tools within collaborative international contexts.

### **IMPACT Project Overview**

IMPACT (Inter-Mediterranean Peace and Collaboration through Technology) is a consortium involving higher education institutions and organizations from Israel, Europe, and Morocco. Aligned with recommended practices for VE and BIPs (Lourakis et al., 2025), it promotes intercultural communication, digital and soft-skills development, and virtual mobility through innovative online education models. Target groups include students, faculty, and institutional stakeholders.

### **Pedagogical Approach: COILs in English**

All IMPACT COILs are delivered in English, addressing the critical need for effective EMI pedagogy. Courses emphasize collaborative learning, student-centered methodologies, and practical application of knowledge, grounded in VE pedagogical frameworks (Lourakis et al., 2025). Examples of COILs include:

- **AI Coffee Break:** Faculty-focused seminars demonstrating practical uses of AI for lesson planning, student engagement, personalized learning, and assessment.
- **AI Innovation in Digital Communication:** Students learn AI's technical, ethical, and cultural aspects and apply them practically, culminating in a student-organized conference.
- **Blended Intensive Programs (BIPs):** Courses such as "Leadership Across Fields" combine virtual learning with face-to-face workshops, reinforcing practical skills and international collaboration.

### Digital Tools and AI Integration

The IMPACT COILs actively integrate AI and digital tools, reflecting the VE model of active student interaction and intentional intercultural learning (Lourakis et al., 2025). Faculty and students practice with real AI applications, digital collaboration platforms, learning management systems (LMS), and online assessment tools. These resources facilitate teaching efficiency, student interaction, and deeper learning experiences.

### Outcomes and Impact

The IMPACT initiative has involved over 2,500 participants and more than 1,180 active LMS users, significantly enhancing participants' digital literacy, EMI capabilities, and intercultural communication skills. Faculty report greater confidence in teaching in English and leveraging AI tools for pedagogy. Student feedback highlights improved soft skills, digital competence, and positive intercultural engagement.

### Replicable Framework for Faculty Development

The IMPACT methodology involves clear steps: collaborative course design, structured faculty training, integration of digital tools, continuous assessment, and issuing micro-credentials. This structured yet flexible framework aligns closely with recommended strategies for VE and BIP integration (Lourakis et al., 2025) and can easily be adapted by institutions seeking internationalization through EMI.

### Conclusion

Successfully blending EMI, AI, and internationalization requires structured faculty development, targeted training, and practical digital tools. The IMPACT project provides replicable models and clear evidence of effective strategies to prepare faculty for diverse global classrooms, consistent with recommended best practices for integrating VE and BIP approaches into institutional internationalization strategies (Lourakis et al., 2025). Institutions are encouraged to adopt similar approaches, embedding these practices within broader institutional strategies to ensure sustainable outcomes.

### References

Lourakis, E., Petropoulou, Z., Shaked, N., Mizrahi, E., Kakavelakis, G., & Petridis, K. (2025). Virtual Exchanges and Blended Intensive Programs: Pathways for Individual and Institutional Development. *6th International Conference in Electronic Engineering & Information Technology (EEITE)*

IMPACT Project Website. Retrieved from: <https://eve-impact.eu/>

## **בדיקת היתכנות ליצירה ושימוש ב Chat Gpt Bot כעוזר הוראה בקורס**

### **אלגברה מתקדם**

עדי וולף, עימאד עיד, אסנת ברגר – הטכניון

# בדיקת היתכנות ליצירה ושימוש ב Chat Gpt Bot כעוזר הוראה בקורס אלגברה מתקדם

ד"ר עימאד איד<sup>1</sup>, אסנת ברגר<sup>1</sup>, ד"ר עדי וולף<sup>2</sup>

המאמר בוחן היתכנות שימוש בבוט מבוסס בינה מלאכותית (GPT-4-turbo) כעוזר הוראה בקורס אלגברה לינארית מתקדם. במסגרת המחקר נבדקו שלושה היבטים מרכזיים: מידת הדיוק המתמטי של תשובות הבוט לשאלות סטודנטים, ערך הפדגוגי ויכולת הבוט להעניק משוב משמעותי וניקוד מדויק לפתרונות סטודנטים.

הממצאים מצביעים על כך שהבוט הצליח להסביר מושגים וטענות מהקורס, אך גילה מגבלות בשאלות שדרשו יישום, אנליזה וסינתזה. בבדיקת משוב וניקוד נמצא כי ללא מחוון מפורט, הבוט נטה לשגות בהערכה, אך כאשר הונחה להשתמש במחוון ספציפי, הצליח להעניק משוב איכותי וניקוד מדויק.

בדיקת ההיתכנות מדגישה את הצורך בפיקוח וליווי אנושי בשימוש בבטים להוראה, תוך עידוד סטודנטים לחשיבה ביקורתית ואינטראקציה פעילה עם הכלי. ההמלצה המרכזית היא לשלב את הבוט בתהליך ההוראה באופן מודרך ומבוקר, כדי למקסם את יתרונותיו הפדגוגיים ולמנוע הסתמכות פאסיבית ושגויה עליו.

**מילות מפתח:** GPT-4-turbo, שילוב בוטים בהוראה אקדמית, שילוב בוטים בהערכה, הוראת מתמטיקה אקדמית

## מבוא

מאז פריצתם של מודלי שפה של בינה מלאכותית יוצרת GenAI בשנת 2022, מתחולל שיח משמעותי על השפעתם על חינוך ככלל ועל החינוך הגבוה בפרט (Firat, 2023). מחקרים מראים כי יעילות השילוב של כלי בינה מלאכותית בחינוך משתנה בין תחומי דעת שונים, ל- ChatGPT ביצועים טובים יותר עבור תחומי דעת רבי מלל הדורשים גם ידע כללי ופחותים יותר עבור תחומי דעת הדורשים התמחות בידע ממוקד יותר והסקה לוגית (כגון מתמטיקה) (Lo, 2023). בתחום החינוך המתמטי הבית ספרי, מחקרים מצביעים על השפעה חיובית על חשיבה מושגית ועל חוללות עצמית, כמו גם על אתגרים טכניים והטיות של כלי בינה מלאכותית (Canonigo, 2024). בהוראה אקדמית יש מעט מחקר המפרט על התנסות בשילוב AI בהוראה ולמידה במתמטיקה. מחקר התנסותי שנערך על 3 סטודנטים לתואר ראשון בחן את ההתמודדות שלהם עם הסבר הוכחות מתמטיות באמצעות שימוש בכלי AI. נמצא אתגר משולש בשילוב GenAI, אוריינות להסבר הוכחה מתמטית, אוריינות לכלי בינה מלאכותית והשלכות אתיות. החוקרים המליצו להנחות סטודנטים לשיח אקטיבי עם כלי AI, לא לקבל את תשובות ה AI באופן פסיבי ולערער על סמכות ה AI בהסבר הוכחות מתמטיות (Yoon, Hwang, Lee, Hah Roh & Nam Kwon, 2024).

בהוראה אקדמית קיימות גישות מגוונות לשילוב כלי AI, במאמר מקיף (Mollick & Mollick, 2023) מציעים החוקרים שבעה מודלים פדגוגיים לשימוש ב-AI, ביניהם מודל AI כעוזר הוראה. אחד הדגשים המרכזיים במודל הוא חשיבות הבקרה ובחינה מוקדמת של יכולות ה AI בידי צוות הקורס. בהקשר זה, המאמר הנוכחי בוחן את

<sup>1</sup> המרכז לקידום הלמידה וההוראה, טכניון

<sup>2</sup> הפקולטה למתמטיקה והמרכז לקידום הלמידה וההוראה, טכניון

היתכנות השימוש בבוט כעוזר הוראה בהוראת מתמטיקה אקדמית, ספציפית בקורס אלגברה לינארית מתקדם לסטודנטים למדעי המחשב והנדסה, תוך התייחסות לשלושה היבטים קריטיים: הדיוק המתמטי של תשובותיו, הערך הפדגוגי שלהן, ובחינת יכולותיו בבדיקת מבחנים.

באופן מפורש השאלות שהנחו אותנו הן:

1. האם המענה של הבוט לשאלות סטודנטים נכון מתמטית ומספק פדגוגית?

2. האם הבוט נותן משוב משמעותי וניקוד מדויק לפתרונות של סטודנטים?

בחלק הראשון במאמר תיארו את יצירת הבוט וההנחיות הכלליות שניתנו לו. החלק השני והשלישי עוסקים בשאלות 1, 2 לעיל. הממצאים שקיבלנו עשויים לתרום להבנת האופן שבו ניתן לשלב מודלים של AI בהוראת מתמטיקה בצורה שתומכת בחשיבה ביקורתית ובמעורבות פעילה של סטודנטים.

## תיאור בדיקת ההיתכנות ותוצאותיה

### חלק ראשון: יצירת הבוט

יצרנו בוט בשם [Algebra 2 Bot](#) המבוסס על מודל GPT-4-turbo של OpenAI, על ידי הכנסת קבצי pdf של חומר הקורס: ההרצאות, התרגולים, שיעורי הבית, מבחנים עם פתרונות וקריטריונים לבדיקה ומשוב.

לבוט ניתנו ההנחיות הבאות, בשפה טבעית:

- מטרת הבוט היא לשמש כעוזר הוראה בקורס אלגברה לינארית 2. הקבצים הבאים מכילים תקצירי הרצאות, תרגולים, מבחנים עם פתרונות ודוגמאות למשוב וניקוד של תשובות סטודנטים לשאלות.
- כאשר תישאל שאלה עליך לענות על סמך ההגדרות, הסימונים והטענות בקבצים הנ"ל. עליך לספק סימוכין לכל תשובה שאתה נותן.
- אם מבקשים ממך לפתור תרגיל, עליך להציע רמזים והכוונה תחילה לפני מתן פיתרון מלא.
- אם אתה לא יודע כיצד לענות בבקשה הפנה את השואל לצוות הקורס.
- אם אתה עונה עם נוסחאות מתמטיות, עדיף לענות באנגלית כדי שהמתמטיקה תוצג היטב ולא תהפוך כיוון בגלל העברית.
- אם מבקשים ממך לתת משוב וניקוד לתשובה, יש לשים לב לקריטריונים כפי שמופיעים בקבצי הדוגמאות של המשוב. המשוב שם מופיע כחלק מהתשובה ומופרד על ידי תגיות FEEDBACK, כדי שתוכל ללמוד מהקובץ ולתת בהמשך בעצמך משוב וניקוד לשאלות דומות.

### חלק שני: בדיקת מענה לשאלות סטודנטים

הזנו לבוט שאלות שנשלחו על ידי סטודנטים לצוות הקורס במייל לאורך השנים, חלקן שאלות מבחינות עבר. לאחר מכן, בדקנו האם הבוט הצליח להבין את השאלה והאם סיפק מענה איכותי – כלומר, האם ענה תשובה נכונה מבחינה מתמטית, אשר יכולה לסייע לסטודנט באופן פדגוגי. (התוצאות מרוכזות באופן תמציתי בטבלה 1 ובאופן נרחב בטבלה 4 בנספח, הכוללת את השאלות וניתוח התשובות של הבוט)

### טבלה 1

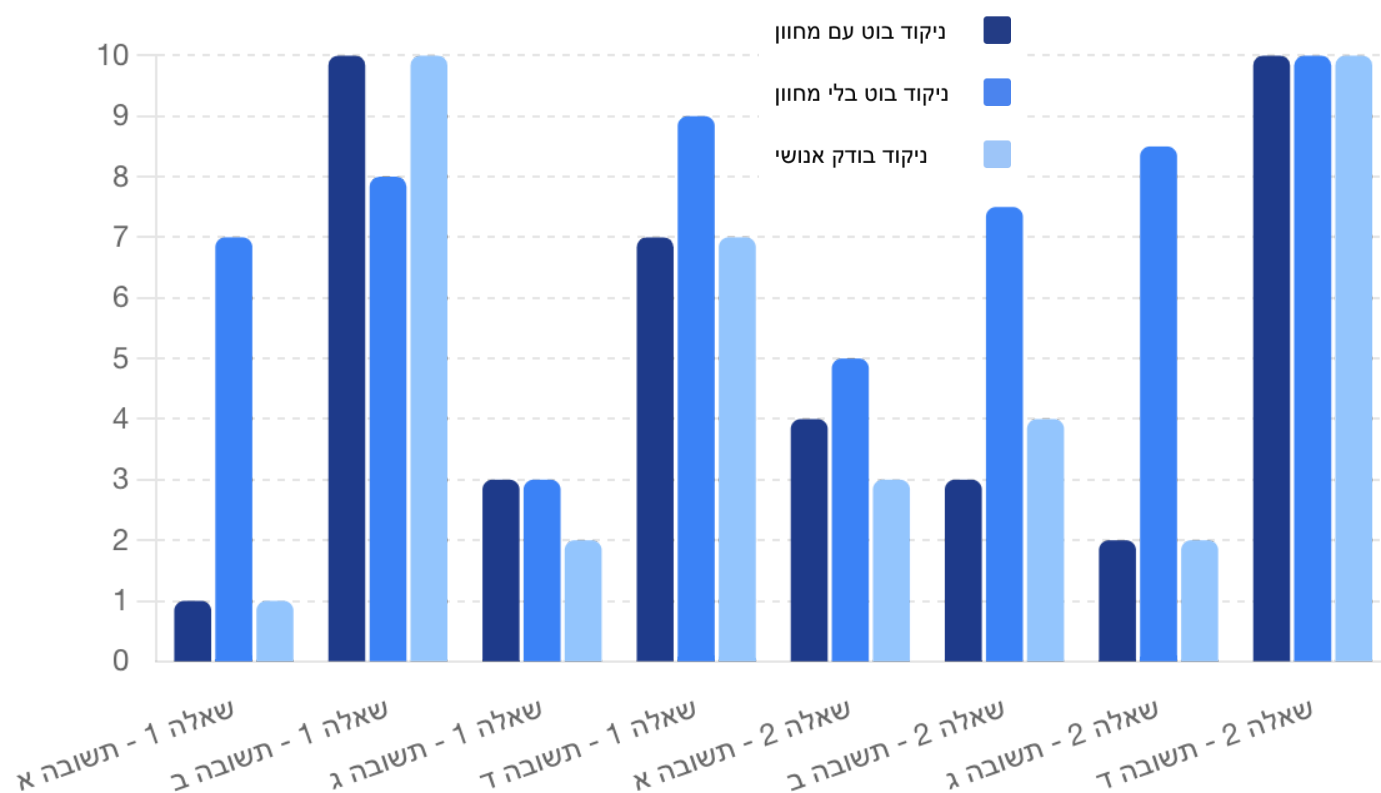
| מספר סידורי | הבוט ענה באופן מומלץ פדגוגית? | הבוט ענה נכון מתמטית? | הבוט הבין את השאלה? | סוגי היכולת שהשאלה מצריכה        |
|-------------|-------------------------------|-----------------------|---------------------|----------------------------------|
| 1           | כן                            | כן                    | כן                  | ידע, הבנה                        |
| 2           | ברובו כן, עם מקום לשיפור      | כן                    | כן                  | ידע, הבנה                        |
| 3           | לא רלוונטי                    | לא                    | כן                  | ידע, הבנה, יישום, אנליזה וסינתזה |
| 4           | כן                            | כן                    | כן                  | ידע, הבנה, יישום                 |
| 5           | ברובו כן, עם מקום לשיפור      | כן                    | כן                  | ידע, הבנה                        |
| 6           | כן                            | כן                    | כן                  | ידע, הבנה                        |
| 7           | לא רלוונטי                    | לא                    | כן                  | ידע, הבנה, יישום, אנליזה וסינתזה |
| 8           | לא רלוונטי                    | לא                    | כן                  | ידע, הבנה, יישום, אנליזה וסינתזה |
| 9           | לא רלוונטי                    | לא                    | כן                  | ידע, הבנה, יישום, אנליזה וסינתזה |
| 10          | באופן חלקי                    | באופן חלקי            | באופן חלקי          | ידע, הבנה, יישום, אנליזה וסינתזה |

אמנם המדגם איננו מאד גדול, אך ניכר שהבוט הבין כמעט את כל השאלות, והצליח לענות היטב ברוב השאלות שדרשו ידע והבנה, כפי שמוגדרים בטקסונומיה של בלום (Bloom, 1956), כלומר ידע לצטט מושגים ועקרונות שנלמדו בקורס, להסביר את הקשר ביניהם ולתת דוגמאות קלאסיות עבורם, באופן שיכול לסייע לסטודנטים גם מבחינה פדגוגית. עם זאת, בשאלות חישוביות שדרשו מעבר לידע והבנה של המושגים גם יישום, אנליזה וסינתזה, המענה לא היה מספק כלל - הבוט שגה בחישובים, טעה בעקרונות בסיסיים, או ענה לא על מה ששאלו.

**חלק שלישי: בדיקת מתן משוב וניקוד לפתרונות סטודנטים**

הזנו לבוט שאלות ברמת בחינה (ניסוחים מדויקים של שאלות 1,2 מופיעים בתרשימים 5,6 בנספח), יחד עם תשובות משוכתבות של סטודנטים. ביקשנו ממנו לנקד ולמשב את התשובות, פעם אחת בהתבסס על עקרונות בדיקה כלליים שהוזנו לו בעת יצירתו, ופעם שניה עם מחוון מפורט של השאלה הספציפית, הכולל פיתרון רשמי, הנחיות ניקוד וטעויות נפוצות. השונו את הניקוד של הבוט עם ובלי המחוון לניקוד של בודק אנושי בתרשים 2. השוואת משוברים נרחבת מופיעה בטבלה 3.

כפי שניתן להתרשם מהתוצאות, ללא מחוון ספציפי לשאלה, המשוב והניקוד של הבוט היו לא מדויקים, כולל מתן ניקוד גבוה לתשובות שגויות מהותיות או הורדת נקודות בלתי מוצדקת לתשובות מלאות ונכונות. לעומת זאת, במקרה בו ניתן מחוון מפורט, הבוט סיפק לרוב משוב איכותי ומשמעותי, וניקוד מדויק, עם הבדל של נקודה בלבד לעומת בודק אנושי.



תרשים 2

טבלה 3

| מספר<br>סידורי של<br>השאלה | מספר<br>סידורי של<br>התשובה | משוב וניקוד של בודק אנושי                                 | ניקוד ומשוב של הבוט בלי מחוון                                                                                     | ניקוד ומשוב של הבוט עם מחוון                                                                                            |
|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| שאלה 1                     | תשובה א                     | טעות מהותית, חוסר הבנה של<br>אופרטור צמוד<br>ניקוד 1/10   | טען ש"החישוב נראה הגיוני ומוביל<br>לנוסחה נכונה" אבל שחסר פירוט של<br>השלבים<br>ניקוד 7/10                        | "הסטודנט ביצע כוכב על<br>(T(A, שזהו ביטוי חסר משמעות.<br>טעות זו הוגדרה כטעות מהותית<br>במחוו"ן"<br>ניקוד 1/10          |
| שאלה 1                     | תשובה ב                     | פיתרון מלא ומדויק<br>ניקוד 10/10                          | טען ש"חסרה הצדקה עיונית מלאה"<br>ניקוד 8/10                                                                       | "הפתרון מדויק, כולל גם חישוב<br>מטריצה מייצגת וגם נוסחה מפורשת<br>עבור<br>האופרטור הצמוד. זהו פתרון מלא"<br>ניקוד 10/10 |
| שאלה 1                     | תשובה ג                     | טעות מהותית, חוסר הבנה של<br>מטריצה מייצגת<br>ניקוד 2/10  | "החישוב מכיל שגיאות יסודיות<br>במציאת המטריצה המייצגת, מה<br>שהוביל לטעות בחישוב האופרטור<br>הצמוד"<br>ניקוד 3/10 | "טעות יסודית במציאת המטריצה<br>המייצגת, ולכן כל המשך החישוב<br>שגוי"<br>ניקוד 3/10                                      |
| שאלה 1                     | תשובה ד                     | פיתרון נכון אך לא מלא, חסר חישוב<br>מהותי<br>ניקוד 7/10   | "החישוב נעשה נכון אך ללא הצדקה<br>עיונית מספקת"<br>ניקוד 9/10                                                     | "הפתרון נכון מבחינת חישוב<br>מטריצה מייצגת, אך אינו שלם –<br>חסרה נוסחה מפורשת עבור<br>האופרטור הצמוד"<br>ניקוד 7/10    |
| שאלה 2                     | תשובה א                     | טעות מהותית, 0 איננו ערך עצמי<br>של המטריצה<br>ניקוד 3/10 | "רעיון נכון, אך חסר פירוט והנמקה."<br>ניקוד 5/10                                                                  | "שגיאה מהותית בזיהוי הערך<br>העצמי (0 במקום 2) וצורת ג'ורדן<br>שגויה בהתאם"<br>ניקוד 4/10                               |

|        |         |                                                                                                           |                                                                                                             |                                                                                                                                  |
|--------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| שאלה 2 | תשובה ב | תשובה חלקית, יש למצוא שמורה מלאה לדימיון (צורת ג'ורדן) ולא רק מטריצה מייצגת<br>ניקוד 4/10                 | "תשובה טובה עם חישובים נכונים, אך חסר הקשר עמוק יותר לצורת ג'ורדן."<br>ניקוד 7.5/10                         | "לא מציין צורת ג'ורדן בכלל"<br>ניקוד 3/10                                                                                        |
| שאלה 2 | תשובה ג | הנימוקים במציאת הפ"א שגויים מהותית. כמו כן, חסר המשך פיתרון ששולל צורות ג'ורדן לא רלוונטיות<br>ניקוד 2/10 | "ניתוח מדויק של הפולינום האופייני והמינימלי, אך ניתן היה לחזק את ההוכחה לגבי הצורה הסופית."<br>ניקוד 8.5/10 | "הסטודנט ביצע מספר טעויות מהותיות בנימוקים עבור הפולינום האופייני ... ובנוסף לא הגיע למסקנה של צורת ג'ורדן הנכונה"<br>ניקוד 2/10 |
| שאלה 2 | תשובה ד | תשובה מלאה ומנומקת, יפה מאד<br>ניקוד 10/10                                                                | "תשובה מצוינת, מקיפה את כל ההיבטים הנדרשים"<br>ניקוד 10/10                                                  | "תשובה מלאה ומדויקת!"<br>ניקוד 10/10                                                                                             |

## מסקנות:

ממצאי בדיקת ההיתכנות מצביעים על כך שבוט המבוסס על חומר הקורס יכול להוות כלי עזר משמעותי בהוראת קורסים מתמטיים מתקדמים, הן במענה לשאלות סטודנטים והן בהערכת תשובותיהם. עם זאת, ישנם אתגרים קריטיים הדורשים התייחסות, הן מבחינת הדיוק המתמטי והן מבחינת ההשלכות הפדגוגיות.

במענה לשאלות סטודנטים נמצא כי הבוט הצטיין בהסבר מושגים מתמטיים ובהבהרת קשרים ביניהם, אך הפגין מגבלות משמעותיות בשאלות הדורשות יישום, אנליזה וסינתזה. כמו כן, ביכולת המשוב והניקוד שלו, נמצא כי ללא מחוון מפורט, הבוט נטה לשגות בניקוד ובאיכות המשוב. רק כאשר הונחה להסתמך על מחוון ספציפי, הצליח הבוט לספק משוב משמעותי ולהעריך פתרונות בצורה מדויקת.

ממצאים אלו מדגישים את הצורך במודרציה ובקרה של צוות הקורס האנושי על השימוש בבוט: להנחות את הסטודנטים שלא לקבל את דבריו כמובן מאליו, אלא להפעיל שיקול דעת ולחשוב באופן ביקורתי על תשובותיו, לשלב את הבוט ככלי להעצמת למידה פעילה ורציפה, שמעודד סטודנטים לשאול שאלות, להעמיק בניתוח הפתרונות, ולחדד את ההבנה המתמטית שלהם – ולא כאמצעי לפתרון מיידי ופאסיבי של בעיות.

בהתאם לכך, אנו ממליצים לשלב את השימוש בבוט בהוראת מתמטיקה באופן מודרך, מדורג ומבוקר, למשל שימוש ראשון תוך כדי מפגש עם צוות הקורס, במהלכו הצוות ינחה בלייב את הסטודנטים איך לעבוד עם הבוט באופן מושכל ורק לאחר מכן הסטודנטים ישתמשו בבוט בעצמם תוך יישום אפשרות בקרה ופיקוח לצוות הקורס. יישום נכון של גישה זו עשוי למקסם את היתרונות הפדגוגיים של AI ולמנוע הסתמכות שגויה עליו, תוך טיפוח אוריינות דיגיטלית ומתמטית כאחד.

Canonigo, A. M. (2024). Levering AI to enhance students' conceptual understanding and confidence in mathematics. *Journal of Computer Assisted Learning*, 40(6), 3215–3229.  
<https://doi.org/10.1111/jcal.13065>

Firat, M. (2023). What ChatGPT means for universities: Perceptions of scholars and students. *Journal of Applied Learning and Teaching*, 6(1), 57–63. <https://doi.org/10.37074/jalt.2023.6.1.22>

Lo, C. K. (2023). What is the impact of ChatGPT on education? A rapid review of the literature. *Education Sciences*, 13(4), 410.  
<https://doi.org/10.3390/educsci13040410>

Mollick, Ethan R. and Mollick, Lilach (2023). Assigning AI: Seven Approaches for Students, with Prompts. *The Wharton School Research Paper*, Available at SSRN:  
<https://ssrn.com/abstract=4475995> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4475995>

Bloom, B. S. (Ed.). (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain*. David McKay.

## נספח

הנספח מכיל את הניתוח המתמטי המפורט למענה של הבוט לשאלות הסטודנטים כפי שתואר בחלק השני של בדיקת ההיתכנות (טבלה 4), וכן את שאלות הבחינה שהבוט ניקד ומישב בחלק השלישי (תרשימים 5,6).

### טבלה 4

| מספר סידורי | השאלה כפי שנוסחה ע"י הסטודנט/ית                                                                                                                                          | הבוט הבין את השאלה? | הבוט ענה בצורה טובה?                                                                                                                                                    |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1           | אמרו לנו בכיתה שמרחב ממפ הוא מרחב נורמי, למה זה נכון ומה עם הכיוון ההפוך?                                                                                                | כן                  | כן, חזר על ההסבר מהכיתה ונתן דוגמת נגד נכונה לכיוון ההפוך.                                                                                                              |
| 2           | מה זאת הטלה אג, האם זו הטלה שהיא אג? ומתי יופיעו הטלות אג בפירוק ספקטרלי של מטריצה ממשית?                                                                                | כן                  | כן, הגדיר נכון הטלה אג ואמר שזו לא העתקה אג. היה יותר טוב אילו היה נותן דוגמה נגדית מפורשת. ענה נכון לגבי הפירוק הספקטרלי.                                              |
| 3           | האם אפשר לקבל דוגמה למטריצה נילפוטנטית $3 \times 3$ שהיא לא משולשת עליונה?                                                                                               | כן                  | לא. נתן מטריצה שאיננה נילפוטנטית.                                                                                                                                       |
| 4           | אני יודע שאם מעלים בלוק ג'ורדן נילפוטנטי בחזקה אז האחדים "עולים אלכסון", אבל אז לא מקבלים כבר בלוקי ג'ורדן, אז איך ממשיכים מכאן? לדוגמה מה צורת ג'ורדן של $J_5(0)^2$     | כן                  | ענה מצוין, הסביר את הדוגמה שביקשו וגם הכליל ונתן את צעדי המפתח עבור המקרה הכללי                                                                                         |
| 5           | כאשר אני רוצה להוכיח שאופרטור הוא הטלה, האם מספיק להוכיח כי מתקיים $T = T^2$ או שיש צורך גם להוכיח כי קיימים תתי מרחבים $W, U$ כך ש $\text{im}T = W$ , $\text{ker}T = U$ | כן                  | הסביר מהי הטלה ותכונותיה אבל לא ענה באופן מפורש שבהתאם להגדרות בקורס- אם מבקשים רק הטלה אז מספיק $T = T^2$ אם מבקשים הטלה על $W$ אז צריך בנוסף להראות ש- $\text{im}T=W$ |

|    |                                                                                |    |                                                                                                                                                                                                      |
|----|--------------------------------------------------------------------------------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                |    | ואם מבקשים הטלה על $W$ במקביל ל- $U$ אז צריך בנוסף ל-2 הקודמים להראות גם ש- $\ker T = U$                                                                                                             |
| 6  | האם הסכום של שני מרחבים עצמיים הוא ת"מ אינווריאנטי?                            | כן | ענה מצוין, וגם הזהיר שהסכום הוא לא דווקא מרחב עצמי בפני עצמו                                                                                                                                         |
| 7  | אפשר דוגמה איך לחשב את הפירוק הספקטרלי של מטריצה קונקרטי.                      | כן | רע מאד. שגה כבר בחישוב הערכים העצמיים. גרוע מכך - לא התייחס להגדרת פירוק ספקטרלי שניתנה בקורס, ושגה חמורות כשטען שפירוק ספקטרלי הוא רק למטריצה לכסינה א"ג עם ע"ע שונים.                              |
| 8  | שאלת מבחן: ג'ירדון אופרטור קונקרטי (מציאת פ"א, פ"מ, צורת ג'ורדן ובסיס מג'ורדן) | כן | לא טוב. צדק בעקרונות התיאורטיים של איך צריך לגשת לבעיה ומה המשמעות של כל מושג שביקשו, אך טעה בחישובים כבר בשלב של הפ"א, וגרוע מכך עשה טעות הבנה כשהציג פולינום מינימלי לינארי לאופרטור שאיננו לכסיין |
| 9  | שאלת מבחן: מציאת צורת ג'ורדן של $diag(J_5(0), J_6(0))^3$                       | כן | לא טוב. העלה כל אחד מהבלוקים בשלישית וטען באופן שגוי מהותית שאלו בלוקי ג'ורדן. כשניסה לתקן ביצע טעויות חמורות אחרות.                                                                                 |
| 10 | שאלת מבחן: הוכח/הפרך של טענות על האופרטור הצמוד בממ"פ באופן חלקי.              |    | ב-2 הסעיפים שהבין מה השאלה ענה נכון. ב-2 האחרים ענה על טענות קלות יותר שאינן מה שנתנו בשאלה.                                                                                                         |

### שאלה (10 נקודות)

יהי  $V = \mathbb{C}^{2 \times 2}$  מעל  $\mathbb{C}$  עם המ"פ הסטנדרטית  $\langle A, B \rangle = \text{tr}(B^* A)$  ונגדיר אופרטור  $T : V \rightarrow V$  על ידי  $T(A) = -iA^t$ . חשבו את האופרטור הצמוד  $T^*$ , כלומר מצאו נוסחה עבור  $T^*(B)$  לכל  $B \in V$ . נמקו.

תרשים 5

### שאלה (10 נקודות)

תהי  $A \in \mathbb{C}^{3 \times 3}$ . נתון שקיים וקטור  $v \in \mathbb{C}^3$  המקיים  $\mathbb{C}^3 = \text{span}\{v, Av, A^2v\}$  וכן  $A^3v + 12Av = 6A^2v + 8v$ . חשבו את  $A$  עד כדי דימיון מטריצות. נמקו.

תרשים 6



**הכשרת מורי המחר: התמודדות מורי מורים עם הטמעת בינה מלאכותית**

**בהוראה – מחקר פיילוט**

חגית מישר טל – HIT | תמי זייפרט, מירי שינפלד – מכללת סמינר הקיבוצים

# הכשרת מורי המחר: התמודדות מורי מורים עם שימוש סטודנטים בבינה

## מלאכותית בלמידה – מחקר פיילוט

תקציר

בינה מלאכותית גנרטיבית יוצרת הזדמנויות חינוכיות חדשות אך גם מציבה אתגרים משמעותיים למרצים באקדמיה, במיוחד למורי מורים במכללות להכשרת מורים. כלים אלו מאפשרים למורי מורים לשפר את הפרקטיקות המקצועיות שלהם ולייעל את תהליכי ההוראה. עם זאת, שילובם בהוראה דורש התאמות פדגוגיות. מחקר זה מבקש לבחון את השינויים בפרקטיקות ההוראה של מורי מורים במכללות להכשרת מורים בעקבות כניסת טכנולוגיות בינה מלאכותית גנרטיבית (GAI).

המחקר מתבסס על פרדיגמת מחקר משולבת, הכוללת שאלון כמותי. בשלב ראשון השאלון הופץ ל-32 מורי מורים במכללה להכשרת מורים במרכז הארץ ממגוון תחומי דעת. השאלון אוסף מידע דמוגרפי, עמדות כלפי שימוש סטודנטים בכלי בינה מלאכותית, תגובות לשימוש זה, ופירוט על השימוש האישי. בעקבות מחקר הפיילוט מתוכנן להעביר את השאלון לאוכלוסית מרצים רחבה ולקיים 15 ראיונות עומק חצי מובנים.

ממצאי המחקר צפויים לתרום להבנה של השפעת הבינה המלאכותית הגנרטיבית על ההכשרה להוראה, לשמש בסיס לפיתוח תהליכי פיתוח מקצועי למורי מורים, ולסייע בגיבוש מדיניות ופרקטיקות חינוכיות מותאמות למציאות הטכנולוגית המשתנה.

מילות מפתח : בינה מלאכותית גנרטיבית, הכשרת מורים, פיתוח מקצועי

מבוא

בינה מלאכותית גנרטיבית, ובפרט צ'טבוטים המבוססים על מודלים שפתיים גדולים (LLMs), יוצרת הזדמנויות חינוכיות חדשות אך גם מציבה אתגרים משמעותיים למרצים באקדמיה, ובמיוחד למורי מורים במכללות להכשרת מורים, האמונים מעבר להוראה עצמה גם לשמש דוגמה ומודל לחיקוי למורים לעתיד ולהכשירם להוראה מיטבית (Nazaretsky et al., 2022; Salas-Pilco et al., 2022). אולם, שילוב הבינה המלאכותית בהוראה דורש התאמות פדגוגיות ושינוי בפרקטיקות ההוראה. מחקר זה בוחן את השינויים בפרקטיקות ההוראה של מורי מורים בעקבות כניסת בינה מלאכותית יוצרת, תוך התמקדות בשני היבטים: השימוש האישי של המרצים בטכנולוגיות אלו והתייחסותם לשימוש הסטודנטים בכלים אלה.

סקירת ספרות

### 1. בינה מלאכותית יוצרת בלמידה והוראה

פרסומים אקדמיים רבים מנתחים את הפוטנציאל הרב שמזמנת הבינה המלאכותית הגנרטיבית לחינוך (Hwang & Chen, 2023). שימוש במודלי שפה גדולים על ידי סטודנטים עשוי לתרום למסוגלות העצמית וליצירתיות שלהם (Shahzad et al., 2024), ונתפס גם ככלי שמעורר מוטיבציה ללמידה (Jo, 2024). הבינה המלאכותית משמשת גם מורים ומרצים באופן אישי ומקצועי, ליצירת חומרי הוראה, כגון מצגות, מבחנים, סיכומים ופעילויות אינטראקטיביות, ובכך מיעלת את העבודה בהפחתת זמן ההכנה ובהעשרת אמצעי ההוראה (Iqbal et al., 2022). יתרה מכך, מערכות בינה מלאכותית משמשות מורים ומרצים בתהליכי הערכה ומשוב, ויכולות לסייע למורים בזיהוי תחומים לשיפור ולמתן הערכה מעצבת לתלמידים (Kaldaras et al., 2024).

שילוב כלי בינה מלאכותית בהוראה מציב בפני מרצים מספר אתגרים משמעותיים. חוקרים מזהירים מהסכנה שהתרת שימוש בינה מלאכותית לסטודנטים עשויה להוביל ל"קיצורי דרך" בכתיבת עבודות, העתקות ופליגיאט (Zhai et al., 2024; Iqbal et al., 2022; ElSary, 2024). מרצים עשויים להתקשות בהערכת הסטודנטים שעשויים להפיק תוצרים ברמה גבוהה אך מבלי שיעברו עיבוד קוגניטיבי של הסטודנטים (Meishar-Tal, 2024). רבים נאלצו לשנות דרכי הערכה כדי לשקף את הידע האמיתי של הסטודנטים (Bower et al., 2024; Lee et al., 2024; Xia et al., 2024). סכנות נוספות כוללות פגיעה ביצירתיות ובעצמאות בלמידה ופיתוח תלות בטכנולוגיה (Zhai et al., 2024; Sok & Heng, 2023). במיוחד בעייתית העובדה שאמינות כלי הבינה המלאכותית מוטלת בספק והם עשויים להפיק מידע מפורק או מוטא (Ahmad et al., Sok & Heng, 2023). ללא היכולת להעריך את התוצרים שמפיקה הבינה המלאכותית, התלמידים, שאינם מומחי תוכן, חשופים יותר לסיכון של ללכת שולל אחרי מידע מוטעה שמוצג להם על ידי כלים אלו (Whalen & Mouza, 2023). כל אלה עשויים לפגוע בנכונותם של המורים לאמץ כלים אלו בהוראה עם תלמידים וגם לצרכים אישיים (Bhaskar et al., 2024). לכן נדרשת הכשרה מקצועית מקיפה שמטרתה לאפשר למורים לרכוש מיומנויות חדשות שיאפשרו להם להפיק את המיטב מכלים אלו ולהימנע מהסכנות הכרוכות בשימוש לא אחראי בכלים אלו (Xia et al., 2024).

### **בינה מלאכותית יוצרת בהכשרת מורים**

הכשרת מורי העתיד דורשת גישה חדשנית כדי להכין אותם להתמודד עם הצרכים והאתגרים החינוכיים, בהם השימוש בטכנולוגיה ובינה מלאכותית (Johnson-Leslie & Leslie, 2022). הכשרת מורים צריכה לכלול ידע רחב והתמקדות במשימות הפדגוגיות הקונקרטיות ובכלים מבוססי בינה מלאכותית הרלוונטיים לעבודה היומיומית של המחנך (Nazaretsky et al., 2022). מחקרים מראים כי לשימוש בבינה מלאכותית בכיתה יתרונות רבים, אך האתגרים שהבינה המלאכותית מציבה מונעים ממורים לשלב אותה בכיתה, ולכן יש חשיבות לתמיכה בפרחי הוראה בהתמודדות זו (Salas-Pilco, 2022). מורים רבים ספקנים לגבי השימוש בבינה מלאכותית ואפילו חוששים שתפקידיהם יוחלפו על ידי המכונה. מורי המורים צריכים לתמוך בהם, לפתח אמון ונכונות להשתמש בבינה מלאכותית בכיתה, במקום להימנע ממנה ולפחד ממנה (Nazaretsky et al., 2022). גורם נוסף שמורי מורים צריכים להתייחס אליו מתמקד באתיקה של השימוש בבינה מלאכותית, כמו ניהול נתונים, שקיפות ואחריותיות. מורים צריכים להיות מסוגלים לבצע הערכה אתית בעת בחירת כלים ושילובם בכיתה (Celik, 2023; Salas-Pilco et al., 2022). יתר על כן, מורי המורים צריכים להזהיר מפני הסתמכות יתר על בינה מלאכותית למשימות כמו תכנון שיעורים ומתן ציונים, מכיוון שהמערכות עשויות להיות מוטות וחסרות את ההקשר שבו המורה עובד (Trust et al., 2022). חשוב שמורי המורים ידגו שימוש בכלים אלה בתכנית הלימודים, המשפר את הוראתם ומשמש דוגמה ליתרונות והאתגרים בשילוב AI בעבודת ההוראה (Salas-Pilco et al., 2022).

## שאלות המחקר

1. מהן העמדות של מרצים לשימוש הסטודנטים בכלים מבוססי בינה מלאכותית? וכיצד מצדיקים המרצים את עמדתם?
2. כיצד מגיבים מרצים לשימוש של סטודנטים בבינה מלאכותית בלמידה?
3. אילו שינויים מכניסים המרצים לפרקטיקות ההוראה שלהם (בהיבטים של תכנון השיעור, הכנת חומרי לימוד, עיצוב משימות ודרכי ההערכה וכד')?
4. האם ניתן לזהות קבוצות בעלות מאפיינים דומים (אשכולות), בהקשר של עמדות, תגובות ושינויים בפרקטיקות ההוראה?

## מתודולוגיה

1. **פרידיגמת המחקר:** מאמר זה מציג ממצאים ראשוניים וחלקיים ממחקר רחב היקף שנקט בשיטת מחקר המעורבת, המשלבת שאלון כמותי ושאלות פתוחות.
2. **אוכלוסיית המחקר:** הממצאים במאמר זה מבוססים על שאלון הפיילוט עליו ענו 32 מרצים מתחומי דעת שונים. השאלון הופץ לכלל המרצים במכללה לחינוך במרכז הארץ.

## 3. כלי המחקר:

- שאלון כמותי הכולל חמישה חלקים: א. מידע דמוגרפי. ב. הנחה מקדימה לגבי השימוש שסטודנטים עושים בכלי הבינה המלאכותית. ג. עמדות לגבי שימוש סטודנטים בכלי בינה מלאכותית ללמידה. ד. תגובות המרצים לשימוש הסטודנטים בכלי בינה מלאכותית לצרכי למידה (התעלמות, מניעה, עידוד והכוונה). ה. שימוש עצמי של המרצים בבינה מלאכותית יוצרת לצרכי הוראה. ההיגדים נבנו בסולם ליקרט בן 5 דרגות. השאלון כולל גם שאלות פתוחות שבו יוכלו לתאר שימושים נוספים שלא נצפו על ידי מתכנני המחקר אך ממצאים אלו לא יוצגו במאמר זה.
4. **שיטות ניתוח נתונים:** ניתוח סטטיסטי של הממצאים הכמותיים וניתוח תוכן איכותני של השאלות הפתוחות.

## ניתוח סטטיסטי:

ניתוח הנתונים נערך בשלב הראשון באמצעות סטטיסטיקה תיאורית, ניתוח גורמים ומתאמי פירסון. בשלב השני נערכו ניתוחים רב-משתניים. במסגרת זו נעשה שימוש במודל של רגרסיה לינארית לבדיקת ההשפעה הנקייה של מאפייני הלומדים.

## סוגיות אתיות והבטחת זכויות נחקרים

המחקר אסף נתונים מאנשים בוגרים תוך שמירה על כללי האתיקה המקובלים ובהם הקפדה על קבלת הסכמה מדעת של כל המשתתפים והמשתתפות וקבלת אישור של ועדת האתיקה המקצועית מטעם המוסד בו התבצע המחקר.

## מאפייני הנחקרים:

32 מרצים ממכללת סמינר הקיבוצים מתוכם ארבעה גברים ו- 28 נשים, גיל ממוצע 52 (ס.ת. 9.77),

רמת השליטה בשימוש בבינה מלאכותית נמדדה באמצעות שמונה היגדים על סולם ליקרט 1-5. כלל לא 5- במידה רבה מאד (טבלה 1).

## טבלה 1. תפיסת השליטה בשימוש בבינה מלאכותית ( $\alpha=.786$ )

| היגדים                                                                                         | ממוצע | סטיית תקן |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------|
| אני שולט/ת היטב לפחות בכלי אחד של בינה מלאכותית                                                | 3.63  | 1.36      |
| אני מרגיש/ה בטוח/ה ביכולת שלי להשתמש בכלי בינה מלאכותית                                        | 3.56  | 1.29      |
| גנרטיבית לצרכים אישיים כמו פיתוח תוכן ותכנון שיעורים                                           | 3.13  | 1.29      |
| אני יודע/ת לפתור בעיות טכניות שעשויות להתעורר בשימוש עצמי בכלי בינה מלאכותית                   | 3.09  | 1.28      |
| אני מרגיש/ה שאני יכול ללמד את סטודנטים להשתמש בבינה מלאכותית                                   | 3.07  | 1.01      |
| רמת השליטה שלי בבינה המלאכותית לצרכים מקצועיים טובה כל עוד היא לשימוש אישי, מחוץ לכיתה         | 3.06  | 1.27      |
| אני מסוגלת להתמודד עם בעיות טכניות שעלולות להתעורר במהלך השימוש בכלי בינה מלאכותית בזמן שיעור  | 2.19  | 1.00      |
| אני חושבת/ שאני זקוק/ה לידע נוסף כדי להשתמש בכלי הבינה המלאכותית עם תלמידים באופן אפקטיבי*     | 2.099 | 0.77      |
| אני חושבת/ שאני זקוקה לידע נוסף כדי להשתמש בכלי הבינה המלאכותית באופן אפקטיבי לצרכים מקצועיים* | 2.989 | 0.75      |
| ממוצע כללי                                                                                     |       |           |

\*היגדים שעברו היפוך

מן הטבלה עולה כי תפיסת השליטה של המרצים בשימוש בבינה מלאכותית היא ברמה בינונית

## ממצאים

### 1. מהן העמדות שמביעים המרצים כלפי שימוש הסטודנטים בבינה מלאכותית בלמידה?

### טבלה 2. עמדות חיוביות (N=32)

| היגד                                                                                                      | ממוצע | סטיית תקן |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------|
| בינה מלאכותית יוצרת יכולה לעזור לסטודנטים לשפר את המיומנויות הדיגיטליות שלהם, שהן חיוניות בעידן המודרני   | 4.06  | 50.9      |
| השימוש בבינה מלאכותית יוצרת מאפשר לסטודנטים לפתח מיומנויות חשובות בעולם העבודה העתידי                     | 3.88  | 0.91      |
| בינה מלאכותית יוצרת היא כלי שיכול לעודד את הסטודנטים להיות פתוחים לטכנולוגיות חדשות ולשיטות למידה חדשניות | 3.88  | 0.91      |
| ההתנסות בשימוש בבינה מלאכותית יוצרת בלימודים יכולה להכין אותם טוב לתפקידים כמורים                         | 3.44  | 1.131     |
| שימוש בבינה מלאכותית יוצרת הוא כלי חשוב להבניית ידע של הסטודנטים                                          | 3.34  | 0.94      |
| בינה מלאכותית יוצרת יכולה לתרום להעמקת הידע וההבנה של הסטודנטים בנושאי הלימוד                             | 3.31  | 1.09      |

|                                                                               |             |             |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| שימוש בבינה מלאכותית יוצרת יכול לשפר את יכולות החשיבה היצירתית של הסטודנטים." | 3.19        | 0.90        |
| <b>ממוצע</b>                                                                  | <b>3.58</b> | <b>0.78</b> |

### טבלה 3. עמדות שליליות (N=32)

| היגד                                                                                            | ממוצע       | סטיית תקן   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| השימוש בבינה מלאכותית יוצרת עשוי לפגוע ביכולות החשיבה העצמאית של הסטודנטים"                     | 3.50        | 1.07        |
| הסתמכות על בינה מלאכותית יוצרת עלולה להחליש את יכולות הכתיבה והניתוח העצמאי של הסטודנטים"       | 3.88        | 0.98        |
| השימוש בבינה מלאכותית יוצרת עלול להפחית את המוטיבציה של הסטודנטים ללמוד בצורה מעמיקה"           | 3.38        | 1.24        |
| השימוש בבינה מלאכותית יוצרת לצרכי למידה עלול לגרום לסטודנטים להתמקד בתוצאות ולא בתהליך הלמידה." | 3.72        | 0.85        |
| השימוש בבינה מלאכותית יוצרת עלול להוביל להעתקה ולפגיעה באותנטיות בעבודות האקדמיות של הסטודנטים" | 4.00        | 0.80        |
| השימוש בבינה מלאכותית יוצרת מגביל את ההתפתחות של כישורי פתרון בעיות אצל הסטודנטים"              | 3.19        | 1.06        |
| סטודנטים שישתמשו בבינה מלאכותית יוצרת יפתחו בו תלות"                                            | 3.88        | 0.83        |
| השימוש בבינה מלאכותית יוצרת על ידי סטודנטים עשוי להוביל לירידה בהבנת החומר הנלמד"               | 2.78        | 0.98        |
| <b>ממוצע</b>                                                                                    | <b>3.54</b> | <b>0.71</b> |

מן הממצאים עולה שהממצאים מחזיקים בעמדות חיוביות ושליליות כלפי שימוש סטודנטים ב כל אI במידה שווה. גם בממוצע של התגובות החיוביות וגם של השליליות עומדות על עוצמה בינונית עד גבוהה.

### 2. כיצד מגיבים המרצים לשימוש של סטודנטים בבינה מלאכותית בלמידה?

#### טבלה 4. תגובות מרצים לשימוש סטודנטים

| תגובות לשימוש סטודנטים | $\alpha$ | ממוצע | סטיית תקן |
|------------------------|----------|-------|-----------|
| מניעה                  | .797     | 1.82  | .65       |
| התעלמות                | .827     | 1.69  | .83       |
| הכוונה לשימוש אחראי    | .918     | 3.42  | 1.2       |

מן הממצאים עולה שהתגובה שזכתה לממוצע הגבוה ביותר היא "הכוונה לשימוש אחראי".

### 3. מהם השינויים בפרקטיקות ההוראה של מרצים בתגובה לכניסת השימוש בבינה מלאכותית להוראה וללמידה?

#### טבלה 5. שינויים בפרקטיקות של מרצים

| מימד השינוי                    | $\alpha$ | ממוצע | סטיית תקן |
|--------------------------------|----------|-------|-----------|
| שינויים בחומרי/תכני הקורס      | .757     | 3.09  | .99       |
| שינויים בדרכי הערכה            | .652     | 2.99  | .79       |
| שינויים במטלות/הפעלות סטודנטים | .783     | 2.92  | 1.25      |

מן ממצאים עולה שהשינוי המוביל הוא שינוי בדרכי ההוראה, לאחריו שינוי בדרכי הערכה ולבסוף שינוי בהפעלות ומטלות הסטודנטים. אולם הבדלים אלו אינם מובהקים.

#### 4. האם ניתן לזהות קבוצות בעלות מאפיינים דומים (אשכולות), בהקשר של עמדות, תגובות ושינויים בפרקטיקות ההוראה?

כדי לזהות קבוצות בעלות מאפיינים שונים בוצע ניתוח אשכולות (K-means) על הנתונים, ובוצעה חלוקה לשני אשכולות. אשכול 1 מונה 16 משיבים (50%) והאשכול השני 16 משיבים (50%). האשכול הראשון מתאפיין בתפיסת שליטה גבוהה, עוצמת העמדות החיוביות גבוהה יותר מעוצמת העמדות שליליות, האסטרטגיה הדומיננטית היא עידוד והכוונה של לומדים, ושינוי רב בכל המימדים: חומרי למידה, הערכה ומטלות. לעומת זאת האשכול השני מאופיין בתפיסת שליטה נמוכה, עמדות שליליות בעוצמה גבוהה יותר מעמדות חיוביות, אסטרטגיה דומיננטית גם היא מכוונת ומעודדת אך בעוצמה נמוכה יותר מאשר אשכול 1 ושינוי נמוך בכל המימדים (טבלה 5). המרחק בין מרכזי האשכולות הוא 3.428 מה שמעיד על הבחנה מובהקת בין הקבוצות.

להלן תוצאות מבחני ה-ANOVA שנערכו כדי לבדוק את ההבדלים בין האשכולות עבור כל משתנה:

טבלה 5. מבחני ANOVA לבדיקת ההבדלים בין האשכולות עבור כל משתנה

| משתנה              | ממוצע אשכול 1 | ממוצע אשכול 2 | df | F      | Sig.   |
|--------------------|---------------|---------------|----|--------|--------|
| תפיסת שליטה        | 3.93          | 2.52          | 30 | 34.605 | < .001 |
| עמדות              | 4.02          | 3.10          | 30 | 16.606 | < .001 |
| שליליות            | 3.46          | 3.63          | 30 | 0.402  | .531   |
| תגובה של המרצה     | 4.14          | 2.65          | 30 | 24.389 | < .001 |
| מכוון לשימוש אחראי | 1.46          | 1.95          | 30 | 5.163  | .030   |
| מתעלם              | 1.29          | 2.42          | 30 | 26.662 | < .001 |
| מונע               | 3.33          | 2.60          | 30 | 8.415  | .007   |
| אופי השינוי        | 3.63          | 2.12          | 30 | 47.251 | < .001 |
| הערכה              | 3.73          | 2.36          | 30 | 32.937 | < .001 |
| פעילויות           |               |               |    |        |        |
| חומרי לימוד        |               |               |    |        |        |

מבחני השונות (ANOVA) הראו כי קיים הבדל מובהק סטטיסטית ( $p < .05$ ) בין האשכולות עבור רוב המשתנים, למעט המשתנה עמדות שליליות, ( $p = .531$ ) שלא הראה הבדל מובהק בין האשכולות. המשתנים עם ההבדלים המובהקים ביותר היו "פעילויות", "חומרי הוראה", ו-"שליטה", עם ערכי F גבוהים מאוד (32.94, 47.25, ו-34.60 בהתאמה) ( $p < .001$ ).

## דיון ומסקנות

מטרת המחקר היתה לבחון את התמודדות מורי מורים עם שימוש סטודנטים בבינה מלאכותית בלמידה והשינויים שהם מכניסים בפרקטיקות ההוראה שלהם בעקבות זאת. הממצאים הראשוניים מצביעים על התפתחות שתי גישות מובחנות בקרב מורי מורים ביחס לטכנולוגיות AI: קבוצה "מאמצת" (אשכול 1) וקבוצה "מסתייגת" (אשכול 2). הקבוצה המאמצת מאופיינת בעמדות חיוביות גבוהות מעמדות שליליות והקבוצה המסתייגת בעמדות שליליות יותר מהעמדות החיוביות. נראה כי החלוקה בין המרצים היא של 50/50. בשליטה בטכנולוגיה ובאופי השינוי קבוצה המאמצת הציגה דירוגים גבוהים יותר, המעידים על כך שעבור הקבוצה המאמצת מידת השינוי שהם הכניסו להוראה בעקבות שימוש סטודנטים בטכנולוגיה גבוהה, בעוד שבקבוצה המסתייגת השינוי הוא מועט.

הפער בין הקבוצות במידת השליטה מדגיש את חשיבות הפיתוח המקצועי הממוקד בהעלאת תחושת המסוגלות בשימוש בכלי AI שכן תפיסת השליטה נמצאה כגורם מרכזי המבדיל בין שתי הקבוצות. מעניין לציין שלמרות ההבדלים בתפיסת השליטה ובעמדות, רוב המרצים בוחרים באסטרטגיה של הכוונה לשימוש אחראי, ולא באיסור או התעלמות. ממצא זה מעיד על הכרה בנוכחות הבלתי נמנעת של טכנולוגיות AI בסביבת הלמידה וברצון לפתח פדגוגיה מותאמת. אולם נדרשת הכשרה מקצועית שתאפשר שימוש מושכל בכלים אלו (Xia et al., 2024).

המחקר מדגיש את הצורך בפיתוח מסגרת מוסדית שתתמוך במורי מורים בשלושה מישורים: העלאת האוריינות הטכנולוגית, פיתוח פדגוגיה מותאמת, AI, וגיבוש עקרונות אתיים לשימוש מושכל. בכך, תוכשר הדרך להכנת דור המורים הבא להוראה בעידן שבו בינה מלאכותית היא חלק אינטגרלי מהנוף החינוכי.

ממצאי המחקר הראשוני עם 32 משיבים בלבד סיפקו תוקף ומהימנות לשאלון ותובנות ראשוניות לגבי התמודדות מורי מורים עם שימוש סטודנטים בבינה מלאכותית בלמידה, אך בשל גודל המדגם המצומצם, קיים צורך בהרחבת המדגם לשם הכללה טובה יותר של הממצאים. מדגם רחב יותר וטריאנגולציה של הממצאים עם ממצאים איכותניים יעלו את רמת המהימנות והתקפות של המחקר.

## מקורות

קסן, ל' וקרומר-נבו, מ' (2010). מבוא לניתוח נתונים איכותניים. בתוך: ל' קסן ומ' קרומר-נבו (עורכות), ניתוח

נתונים במחקר איכותני (עמ' 1-16) באר שבע: אוניברסיטת בן גוריון.

שקדי, א' (2010). תיאוריה המעוגנת בנרטיבים: הבניית תיאוריה במחקר איכותני. בתוך: ל' קסן ומ' קרומר-נבו

(עורכות), ניתוח נתונים במחקר איכותני (עמ' 436-461). באר שבע, ישראל: אוניברסיטת בן גוריון.

שקדי, א' (2011). המשמעות מאחורי המילים. מתודולוגיה במחקר איכותני- הלכה למעשה. תל אביב: רמות.

- Ahmad, Z., Kaiser, W., & Rahim, S. (2023). Hallucinations in ChatGPT: An unreliable tool for learning. *Rupkatha Journal on Interdisciplinary Studies in Humanities*, 15(4) <https://doi.org/10.21659/rupkatha.v15n4.17.12>
- Bhaskar, P., Misra, P., & Chopra, G. (2024). Shall I use ChatGPT? A study on perceived trust and perceived risk towards ChatGPT usage by teachers at higher education institutions *The International Journal of Information and Learning Technology*, 41(4), 428-447.
- Bower, M., Torrington, J., Lai, J. W., Petocz, P., & Alfano, M. (2024). How should we change teaching and assessment in response to increasingly powerful generative Artificial Intelligence? Outcomes of the ChatGPT teacher survey. *Education and Information Technologies*, 1-37.
- Celik, I. (2023). Towards Intelligent-TPACK: An empirical study on teachers' professional knowledge to ethically integrate artificial intelligence (AI)-based tools into education *Computers in Human Behavior*, 138, 107468. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107468>
- EISayary, A. (2024). An investigation of teachers' perceptions of using ChatGPT as a supporting tool for teaching and learning in the digital era. *Journal of computer assisted learning*, 40(3), 931-94. <https://doi.org/10.1111/jcal.12926>
- Hwang, G. J., & Chen, N. S. (2023). Exploring the potential of generative artificial intelligence in education: applications, challenges, and future research directions *Journal of Educational Technology & Society*, 26(2).
- Iqbal, N., Ahmed, H., & Azhar, K. A. (2022). Exploring teachers' attitudes towards using ChatGPT. *Global Journal for Management and Administrative Sciences*, 3(4), 97-111.
- Jo, H. (2024). From concerns to benefits: a comprehensive study of ChatGPT usage in education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21(1), 35. <https://doi.org/10.1186/s41239-024-00471-4>
- Johnson-Leslie, N., & Leslie, H. S. (2022, April 11). *A Whole New World Since COVID-19 .Integrating Mursion Virtual Reality Simulation in Teacher Preparation and Practice* /<https://www.learntechlib.org/p/220973>
- Kaldaras, L., Akaeze, H. O., & Reckase, M. D. (2024, August). Developing valid assessments in the era of generative artificial intelligence. In *Frontiers in Education* Frontiers. .Vol. 9, p) (1399377. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1399377>
- Kasneci, E., Seßler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., ... & Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and individual differences*, 103, 102274.
- Lee, D., Arnold, M., Srivastava, A., Plastow, K., Strelan, P., Ploeckl, F., ... & Palmer, E. (2024). The impact of generative AI on higher education learning and teaching: A study of educators' perspectives. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100221.

- Meishar-Tal, H. (2024). ChatGPT: The Challenges It Presents for Writing Assignments. *TechTrends*, 1-6. <https://doi.org/10.1007/s11528-024-00972-z>
- Nazaretsky, T., Ariely, M., Cukurova, M., & Alexandron, G. (2022). Teachers' trust in AI-powered educational technology and a professional development program to improve it. *British Journal of Educational Technology*, 53(4), 914–931  
<https://doi.org/10.1111/bjet.13232>
- PuenteDura, R. (2011). *Thinking about change in learning and technology*. Presentation given ,September 25, 2012 at the 1st Global Mobile Learning Conference, AI Ain UAE. :Retrieved from [http://www.hippasus.com/rrpweblog/archives/2012/04/10/iPad\\_Intro.pdf](http://www.hippasus.com/rrpweblog/archives/2012/04/10/iPad_Intro.pdf)
- Salas-Pilco, S. Z., Xiao, K., & Hu, X. (2022). Artificial intelligence and learning analytics in teacher education: A systematic review. *Education Sciences*, 12(8), 569.  
<https://doi.org/10.3390/educsci12080569>
- Shahzad, M. F., Xu, S., & Zahid, H. (2024). Exploring the impact of generative AI-based technologies on learning performance through self-efficacy, fairness & ethics, creativity, and trust in higher education. *Education and Information Technologies*, 1-26.
- Shamir-Inbal, T., Levi, L., & Blau, I. (2024). The Use of Artificial Intelligence to Promote Changes in Teaching and Learning Processes. In *EDULEARN24 Proceedings IATED*, (pp. 142-145).
- Sok, S., & Heng, K. (2023). ChatGPT for education and research: A review of benefits and risks. *Cambodian Journal of Educational Research*, 3(1), 110-121.
- Trust, T, Whalen, J., & Mouza, C. (2023). ChatGPT: challenges, opportunities, and implications for teacher education. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 23(1), 1-23.
- Wang, H., Dang, A., Wu, Z., & Mac, S. (2024). Generative AI in Higher Education: Seeing ChatGPT Through Universities' Policies, Resources, and Guidelines. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 100326.
- Xia, Q., Weng, X., Ouyang, F., Lin, T. J., & Chiu, T. K. (2024). A scoping review on how generative artificial intelligence transforms assessment in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21(1), 40  
<https://doi.org/10.1186/s41239-024-00468-z>
- Zhai, C., Wibowo, S., & Li, L. D. (2024). The effects of over-reliance on AI dialogue systems on students' cognitive abilities: a systematic review. *Smart Learning Environments*, 11(1), 28



**תמונת למידה פרטנית במערכת Moodle: דשבורד מתקדם למעקב אחר**

**התקדמות, נוכחות והערכה**

צליל בוסנק, שולמית קוצר, שירי גבאי – המרכז לחינוך סייבר

# תמונת למידה פרטנית במערכת Moodle: דשבורד מתקדם למעקב אחר התקדמות, נוכחות והערכה

## תקציר

למידה מותאמת אישית היא מרכיב חשוב בהצלחת ההוראה והצלחת הלומד. בנוסף זהו מרכיב מרכזי בשיפור חווית הלמידה והצלחתה הן מצד הלומד והן מצד המורה במערכות LMS. במסגרת המרכז לחינוך סייבר פיתחנו 'תמונת למידה' מתקדמת במערכת Moodle, המאפשר מעקב פרטני אחר הישגי תלמידים, נוכחות, והתקדמות בלמידה. הכלי מרכז נתונים בזמן אמת על הגשות מטלות, השלמת פעילויות, ונוכחות משולבת – כולל הערכה לימודית והערכה מילולית של מדריכים. הדשבורד מסייע בהתאמת תהליך הלמידה לצרכים האישיים של כל חניך, תוך זיהוי מוקדם של קשיים ומתן מענה מותאם לכל לומד. למנהלי התוכנית הדשבורד מאפשר מבט על שמאפשר לתחקר אפקטיביות בלמידה, ומציף בעיות רחב בתכנים, בהפעלה ובתשתיות.

באמצעות מחקר משתמשים מעמיק שכלל תחקור מעקב הלמידה הקיים ואיסוף צרכים, אפיינו ופיתחנו כלי המשפר את חווית השימוש במערכת ה-LMS ומאפשר מעקב למידה אפקטיבי יותר המאפשר קבלת החלטות פדגוגיות מבוססות נתונים. 'תמונת הלמידה' הערוכה כדשבורד יושמה בהצלחה במספר תכניות המרכז לחינוך לסייבר, ומציע מודל יישומי להטמעה במערכות חינוך נוספות.

**מילות מפתח:** LMS, learning analysis, מעקב למידה, דשבורד בחינוך, קבלת החלטות פדגוגיות מבוססות נתונים.

## מבוא

מעקב למידה פרסונלי של הלמידה היא אחד האתגרים המרכזיים במערכות חינוך ובמערכות למידה דיגיטליות בפרט. בייחוד כאשר מדובר בקורסים שונים, צורות למידה והוראה שונות, זמני למידה שונים ומיקומים שונים. ביחידה לפיתוח למידה דיגיטלי במרכז לחינוך סייבר פיתחנו מערכת אפקטיבית לניהול ומעקב אחר תהליך ההוראה והלמידה באמצעות פיתוח 'תמונת למידה' מתקדמת במערכת ה-LMS, Moodle, אשר מאפשרת מבט מעמיק מהמאקרו של התוכנית ועד למיקרו - החניך הבודד, ומתן מענה מיידי לפערים בשטח ולצרכים האישיים של כל חניך והופכת את הלמידה ליעילה יותר עבור הלומדים וסגל ההוראה (Terrin et al., 2022). תמונת הלמידה מרכזת נתוני למידה מגוונים, כולל מעקב אחר הגשות מטלות, השלמת פעילויות, נוכחות, הערכה לימודית והערכה מילולית חופשית – ובכך מאפשר לסגל הקורס לקבל נתונים מתעדכנים בזמן אמת על כל חניך ולהתאים בשטח מענה פרטני; לנטר מקרים חריגים, קשיים לימודיים ולוגיסטיים בתפעול התוכנית, היעדרויות חוזרות ולהתאים מענה שוטף לעידוד החניך. פיתוח הכלי בא לתת מענה למצוקות של סגל ההוראה והניהול בשטח: החל מהמדריכים, הרכזים החברתיים, הרכזים המקצועיים, ומנהלי התכנית. לכל אחד מהם תפקיד שדורש מעקב אחרי מצב הלמידה השוטף והעדכני של הלומד. ת. וגילוי או הצפה של בעיות הלומד לפני הפגיעה בהצלחתו או נשירתו מהתכנית.

## רקע

המרכז לחינוך סייבר מיסודה של קרן רש"י, נוסד במטרה להוביל שינוי חברתי בישראל באמצעות הקניית ידע והכשרה בתחומי הסייבר והטכנולוגיה. הוא פועל לצמצום פערים חברתיים ולקידום הזדמנות שווה לצעירי דור המחר של ישראל. המרכז מפתח ומפעיל מגוון של תכניות לימוד במסגרות הא-פורמליות והפורמליות ויישומן בפריפריה הגיאוגרפית והחברתית, לצד פיתוח קורסים דיגיטליים לקהל הרחב. במסגרת התוכניות הא-פורמליות והפורמליות של המרכז לחינוך סייבר, כגון "מגשימים", "ממריאות" ו"גשרים" נוצר הצורך לנהל ולעקוב בצורה דינמית ושוטפת אחר יישום הלמידה והתוכנית בשטח. בעבר, איסוף הנתונים נעשה באופן מבוזר, ללא מתודולוגיה סדורה, בטבלאות אקסל שונות ובמערכות טכנולוגיות מגוונות, מה שהקשה על סגל התכנית: מדריכים, רכזי הלמידה והרכזים החברתיים, לקבל מבט כולל על התנהלות התוכנית, ולהעניק מענה אישי לכל תלמיד בזמן אמת ובאופן מיידי. הדשבורד החדש מציע פתרון הוליסטי המאפשר מעקב דינמי אישי ומדויק, תומך בהפעלת התוכנית על ידי הסגל, ובמתן מענה פרטני לכל חניך על פי נתוניו האישיים.

## מטרה

מטרת העל של של 'תמונת הלמידה' היא לייצר מערכת מעקב למידה אישית, גמישה ודינמית עבור כל תוכנית ועבור צרכי סגל ההוראה והלומדים. פיצ'ר זה נותן נקודת מבט דיפרנציאלית עבור כל משתמש בעל תפקיד במערכת. כך, מדריכים יכולים לצפות בנתוני הכיתה שלהם, רכזים מקצועיים וחברתיים יכולים לצפות בנתוני המדריכים והלומדים בכל הקבוצות שהם אחראיים עליהם, תוך אפשרות ליצירת השוואות בין הקבוצות וכן הלאה. מוטת הצפייה בנתונים של כל תפקיד עולה עם דרגתו ועם אחריותו. 'תמונת הלמידה' מאפשרת מענה מהכלל (תפעול התכנית) על לפרט (חניך) ומאפשר עבור כל תפקיד פונקציות צפייה, סינון וחיפוש שונים במערכת.

### 1. מעקב אחר התקדמות חניך בודד על ידי סגל הקורס בדגש על מדריך באמצעות:

- ריכוז מעקב אחר הגשת מטלות ובחנים על ידי החניך.
- ריכוז מעקב אחר התקדמות בדיקת המטלות על ידי המדריך.
- ריכוז מעקב השלמת פעילויות, כאלו שאינן דורשות ודורשות ציון.
- יצירת סביבת למידה דינמית ואינטראקטיבית – התאמת יחידות לימוד לפי הקצב האישי של החניכים על בסיס מעקב ההתקדמות שלהם.
- מעקב נוכחות כמותי – הכולל נוכחות בפועל ותפקוד הלומד בכיתה.
- לצד מעקב נוכחות ולמידה איכותי - סימון הערכה לימודית על פי קריטריונים מוזנים מראש והערכה מילולית חופשית – המאפשרת משוב איכותני מעבר להיגדים סגורים או מדדים כמותיים. זהו מעקב איכותי המאפשר צפייה באחוז מצבי הנוכחות של התלמיד לאורך הסמסטר והתנהלותו בכיתה.

○

2. מעקב אחר תמונת הלמידה של החניכים במבט רוחבי בגדש על הסגל הניהולי - ברמת הכיתה, בית הספר, הרשות, המחוז וארצית.

- אופציה לבחירה של קבוצות מרובות במערכת המאפשרות צפיה רוחבית בנתוני חתך הקבוצות שנבחר.
- ריכוז מעקב אחר הגשת מטלות ובחנים על ידי החניכים בכלל הקבוצות שנבחרו, עבור כל קבוצה.
- ריכוז מעקב אחר התקדמות בדיקת המטלות על ידי המדריכים, עבור כל קבוצה.
- ריכוז מעקב השלמת פעילויות, כאלו שאינן דורשות ודורשות ציון וסיכום של נתוני ואחוזי ההשלמה עבור כל רכיב פר קבוצה.
- מעקב נוכחות כמותי ואיכותי – הכולל נוכחות בפועל ותפקוד בכיתה, עבור כל הקבוצות הנבחרות וסיכום אחוזי נוכחות, הערכה לימודית ותלמידאות בכל קבוצה.

3. מערכת 'תמונת הלמידה' מאפשרת לסגל ההוראה והניהול:

- תמיכה בתהליכי הערכה עצמית המערכת מסייעת לתלמידים לעקוב אחר ההתקדמות שלהם.
- מתן מענה פרסונלי לפערים על בסיס נתונים פרטניים הנאספים במערכת על כל חניך.
- תמיכה בתהליכי קבלת החלטות פדגוגיות מבוססי נתונים לגבי החומר הנלמד, קושי המטלות עבור כל חניך, זמני הלמידה והארכתם במידת הצורך.

4. שיפור חוויית סגל התכנית במערכת Moodle תוך יצירת דשבורד ויזואלי ואינטראקטיבי המרכז כמעט את כלל הנתונים שהם צריכים בכל קבוצה בקורס עבור כל חניך.

## שיטת המחקר

- קיום מחקר משתמשים מעמיק- ראיונות עם סגל התכניות באמצעות פורמט ראיון חצי-מובנה. נערכו ראיונות משתמשים עם מדריכים, רכזים מקצועיים, רכזות חברתיות, מנהלים אזוריים ומנהלי התכניות עבור כל אחת משלושת התכניות. 15 ראיונות סה"כ.
- איסוף נתונים ממערך למידה קודמת וקבצי ניהול שונים - מערכת NEO, מוודל ואיסוף נתונים ממסמכי תיעוד של התוכניות השונות.
- אפיון מתודולוגיה למעקב וניהול המעקב על ידי נושאי התפקידים השונים.

## שיטת הפיתוח

- אפיון מוקאפ ראשוני של טבלאות 'תמונת הלמידה' ואישור מול התכניות.
- יצירת מוקאפ סופי של כל חלק ב'תמונת הלמידה'.

- פיתוח הדשבורד בשיתוף חברה חיצונית Devlion המתמחה בפתרונות לפיתוח והתאמת מערכות למידה.
- ניסיון הפיצ'ר כפיילוט במערכת עם קבוצה אחת בקורס אחד הכולל 634 משתמשים, ומחולק ל-22 קבוצות לימוד.
- הדרכה והטמעה על התוצרים עם כלל התכניות וסגלי הניהול וההוראה.

## עיקרי הממצאים

- **מעקב למידה אישי** – שימוש בדשבורד מאפשר תהליכי הוראה דיפרנציאליים, בהם ניתן לספק לכל תלמיד את המענה המתאים ביותר להתקדמותו, להציע עזרה, לקיים שיחה אישית על בסיס הנתונים ולעקוב מקרוב אחר התקדמות התלמיד במטרה לספק מענה לפערים אישיים ולהביאו לקו הסיום של התכנית.
- **מעקב פרסונלי איכותני** – המערכת מציעה ניתוח מקיף של נוכחות, הגשת מטלות ושיעורי בית, השלמת פעילויות, התנהלות בכיתה, רמת מעורבות והערכה מילולית תלוית מפגש.
- **שיפור התנהלות המדריכים** – הדשבורד מאפשר תכנון טוב יותר של התוכן הנלמד אל מול התקדמות החניכים, זיהוי פערים אישיים וכיתתיים, והכוונת תלמידים בהתאם לצרכים האישיים שלהם לצד יכולת בדיקה של המטלות בצורה מאורגנת יותר וזיהוי בעיות בהגשה.
- **ריכוז נתונים עבור אזור ורשות** – קבוצות המערכת בנויות כך שהן מכילות מטה-דאטה על אזור הקבוצה, הרשות בה היא מתקיימת, שכבת גיל וכיתה. ניתן לסנן במערכת לפי בחירת קבוצות מרובות, המאפשרת מבט רחבי על אותן קבוצות, ואף השוואה ביניהן.

## סיכום

פיתוח הדשבורד החדשני במערכת Moodle מביא לשיפור באופן משמעותי בלמידה הדיגיטלית בפרויקטים של המרכז לחינוך סייבר. המערכת מאפשרת מעקב פרטני איכותני, כמו גם מעקב שיטתי אחר הישגי התלמידים, ושיפור תהליכי קבלת ההחלטות מרמת המדריך ועד למנהל התוכנית כמו גם להתאים לצרכיהם של כלל בעלי העניין (Kaliisa et al., 2023) חווית שימוש יותר יעילה ומתן מענה גם בזמן אמת. היכולת של הכלי להיות גמיש מצד אחד ולתת מענה לצרכים שונים על פי תכנית ומצד שני להיות מותאם אישית לפי תפקיד הוא הבסיס לשיפור של חווית השימוש ובעקבות כך השיפור במעקב הלמידה וההוראה. הפרויקט נמצא בשימוש בשנה האחרונה, ונעשים בו שיפורים כל העת. הפרויקט מהווה דוגמה ליישום מוצלח של טכנולוגיות חינוך מתקדמות, עם פוטנציאל ליישום רחב במערכות חינוך נוספות.



מטלות קרובות

- נבדקו
- ממתין לבדיקה
- טרם הוגשו

חפש

הטבלה מורכבת משם הפרק, שם המטלה, זמן שנותר להגשה, סטטוס כוללת תכולה של כלל ההגשות בקורס, ומצב ההגשה עבור כל מטלה

| שם פרק                     | שם  | זמן שנותר | סטטוס                                 |
|----------------------------|-----|-----------|---------------------------------------|
| י' 2 אשדוד, יונתן בן שמעון |     |           |                                       |
| 2                          | 2.1 | 20 ימים   | 23 נבדקו, 2 ממתין לבדיקה              |
| 1                          | 1.3 | 15 ימים   | 8 נבדקו, 13 ממתין לבדיקה              |
| 1                          | 1.2 | 10 ימים   | 23 נבדקו, 2 ממתין לבדיקה              |
| 1                          | 1.1 |           | 4 נבדקו, 8 ממתין לבדיקה, 13 טרם הוגשו |
| י' 6 תל אביב, עידן יוסף    |     |           |                                       |
|                            |     |           | 25                                    |

מדריך הצופה בטבלה יכול לצפות בכמות החניכים שטרם הגישו, מטלות הממתינות לבדיקה ומטלות שנבדקו

תרשים 2 - טבלת הגשות מרכזת



תרשים 3 - טופס פרטי מפגש

Kaliisa, R., Jivet, I. & Prinsloo, P. A. (2023) checklist to guide the planning, designing, implementation, and evaluation of learning analytics dashboards. *Int J Educ Technol High Educ* 20, 28.

<https://doi.org/10.1186/s41239-023-00394-6>

Sousa, E. B. G. de, Alexandre, B., Ferreira Mello, R., Pontual Falcão, T., Vesin, B., & Gašević, D. (2021). Applications of Learning Analytics in High Schools: A Systematic Literature Review. In *Frontiers in Artificial Intelligence* (Vol. 4). Frontiers Media S.A.

<https://doi.org/10.3389/frai.2021.737891>

Terrin, É., & Triventi, M. (2023). The Effect of School Tracking on Student Achievement and Inequality: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 93, 236–274.

<https://doi.org/10.3102/00346543221100850>

## **פרסונליזציה בהנחיה ובלמידה המשלבת בינה מלאכותית יוצרת: מחקרים**

### **יישומיים ותובנות צומחות**

עינת גיל, ליאת אייל, מעיין שי סייג, איל רבין, יפעת פילו, רחל יעקובסון, יונתן  
מנדלס, עמיר גפן, אורנית מיימון, אפרת שושני בכר – המכון למחקר יישומי של  
ב"מ בחינוך, משרד החינוך

# פרסונליזציה בהנחיה ובלמידה המשלבת בינה מלאכותית יוצרת:

## מחקרים יישומיים ותובנות צומחות

### תקציר

פרסונליזציה בלמידה המשלבת בינה מלאכותית יוצרת (במ"י) מציעה התאמה אישית של תהליכי חינוך לצרכי הלומדים ועשויה לקדם מעורבות והישגים אקדמיים. בפאנל זה נציג שישה ניסויים יישומיים המתקיימים במכון למחקר יישומי של ב"מ בחינוך, הבוחנים את שילוב במ"י בתחומים שונים של חינוך והוראה, תוך התמקדות במודלים תיאורטיים ואתגרי יישום. הניסויים נערכים בגישת מחקר-עיצוב עם שותפים באגפי משרד החינוך ומורים משתתפים. הם מדגישים שלושה ממדים מרכזיים: הנחיה מותאמת אישית, כלי המתאים עצמו ללומד, וקו-אבולוציה להתפתחות דו-כיוונית. תחומי היישום כוללים הנחיה אישית בעבודות גמר, תהליכים מותאמים בחינוך מיוחד, שילוב במ"י בקהילות מקצועיות לומדות, תמיכה בלימוד שפת תכנות, והתאמות תרבותיות בחינוך החרדי. הממצאים מצביעים על תרומת הבמ"י לשיפור למידה מותאמת אישית, לצד אתגרים כמו התאמה תרבותית, כשירות ב"מ, והאיזון בין הנחיה אנושית לטכנולוגית. המחקרים מדגישים את הצורך במודלים אינטגרטיביים לפיתוח פרקטיקות חדשניות, תוך שמירה על עקרונות אתיים והתאמה מערכתית רחבה.

**מילות מפתח:** בינה מלאכותית יוצרת, פרסונליזציה, מחקר עיצוב יישומי

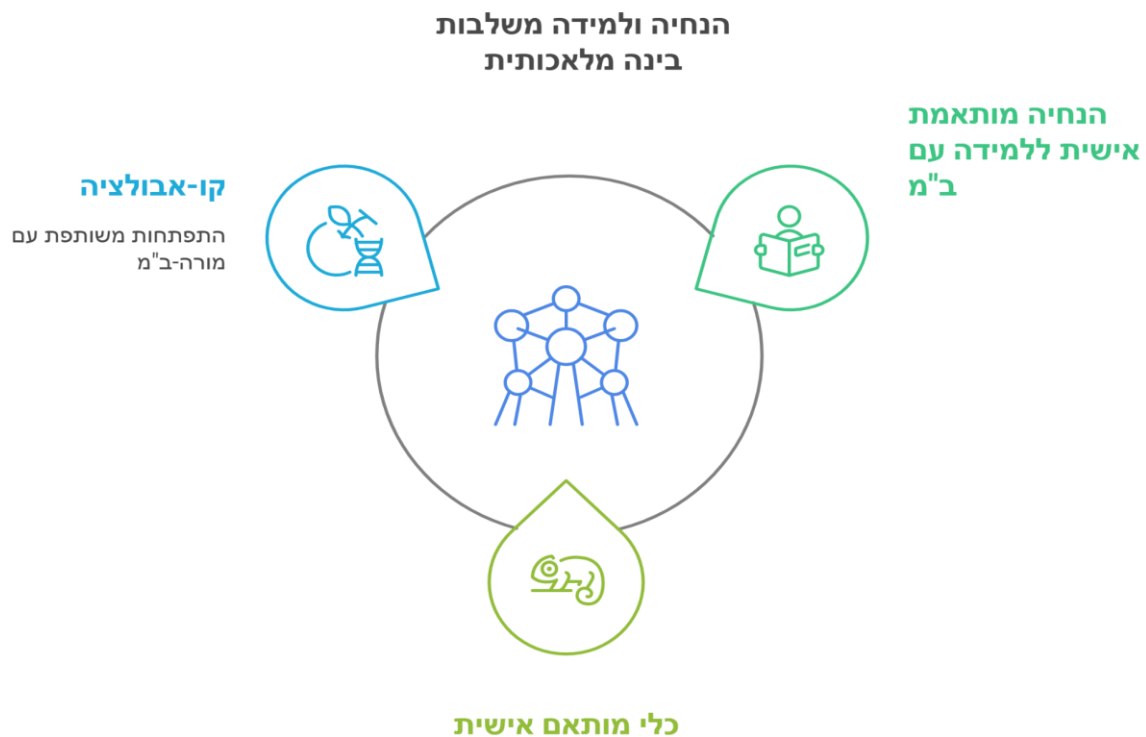
### מבוא

פרסונליזציה בעזרת בינה מלאכותית יוצרת (במ"י) צברה תשומת-לב כגישה משנת פרדיגמה בחינוך, המציעה יכולת להתאים הוראה, קצב ותוכן לצרכי הלומדים. מחקרים עדכניים מציגים השפעה חיובית של מערכות מונעות-במ"י על מעורבות תלמידים והישגים אקדמיים, תוך התאמת תכנים לצרכים אינדיבידואליים (Silva et al., 2024; Zaharuddin et al., 2024). מחקרים מצביעים על שיפורים משמעותיים בהישגי תלמידים בבתי-ספר באמצעות מסלולי למידה מותאמים אישית (Sahito et al., 2024). מסלולי למידה מותאמים אישית, תוך התאמה דינמית של תכנית הלימודים והערכות, מציגים שיפורים משמעותיים גם בהתמדה בלמידה (Zhang, 2024). אתגרים מרכזיים כוללים חששות לגבי פרטיות המידע והפער הדיגיטלי, המחייבים התייחסות מערכתית להבטחת גישה שוויונית (Sahito et al., 2024) והתמודדות עם סוגיית ההסתמכות היתרה והצורך בפיתוח מקצועי מתמשך (Silva et al., 2024). אלו מדגישים את החשיבות של גישה מאוזנת בשילוב טכנולוגיות ב"מ בחינוך, תוך שמירה על עקרונות של שוויון, פרטיות ופיתוח מקצועי מתמשך של צוותי ההוראה.

בהצעה זו נציע תובנות העולות ממודל תיאורטי, בחינה אמפיריות ואתגרי יישום, בקידום פרסונליזציה בהנחיה ובלמידה המשלבת במ"י בפיתוח המקצועי ובכיתות. נדווח על התקדמויות עדכניות, אתגרים ושאלות פתוחות בנקודת המפגש של הנחייה ולמידה מותאמות אישית המשלבות ב"מ ואופק ההרחבה למערכת החינוך כחלק מפעילות המכון למחקר יישומי של בינה מלאכותית בחינוך. ששה מחקרים בתחומי דעת שונים ועם קהלים ייחודיים, מנסים לבחון כיצד טכנולוגיות ב"מ יכולות לשפר למידה, הוראה והערכה בהקשרים מגוונים של פרסונליזציה בלמידה ובהנחיה, במטרה לפתח פרקטיקות ויישומים חדשניים. המודל (איור 1) מתייחס לתפקיד ב"מ בהנחיה ובלמידה בהסתכלות-על בשלושה מימדים:

- הנחיה מותאמת אישית ללמידה והכשרה
- ככלי המתאים עצמו ללומד
- קו-אבולוציה להתפתחות והתאמה דו-כיוונית

המימדים מתבטאים בהנחיית המורים, המשלבת עקרונות פרסונליזציה משלבת ב"מ; ובלמידת תלמידים, למידה פרסונלית באמצעות יישום ב"מ מותאם.



איור 1. מימדים בהנחיה ולמידה פרסונלית משלבת בינה מלאכותית

הניסויים נערכים בפרדיגמת מחקר-עיצוב (Barab & Squire, 2004) שבאה לפתח וליישם פרקטיקות הוראה למידה חדשות ותוצרים מבוססי נתונים המסתמכים על ידע תיאורטי והרחבתו. בששת הניסויים מתבטאים מאפייני

מחקר-עיצוב בהציעם תוכניות מתערבות רפלקטיביות לגבי התהליך העיצובי, איטרטיביות ופעילות בשדה (Cobb et al., 2003). בכל ניסוי סדרת מפגשים מקוונים עם המורים והטמעת תוצרים בשדה, מלווים בועדות היגוי בהם שותפים מובילי אגפים. כלי המחקר מגוונים ומותאמים כוללים יומני מחקר, שאלונים, שיחות אישיות ומפגשים קבוצתיים.

## **הנחיה מותאמת אישית ללמידה והכשרה עם ב"מ**

### **פרסונליזציה בהנחיה בעבודות גמר**

כתיבת עבודת-גמר מוגדרת כתהליך מחקרי הכולל רכיבים של פרסונליזציה בלמידה. הנושא נבחר ע"י הלומד. תהליך מבוצע בהתאמה אישית לכישורים ולמיומנויות של הפרט ובהנחיה אישית. שילוב כלי ב"מ בתהליך זה עשוי להוות תשתית להעצמת מיומנויות הלומדים ותחושת המסוגלות שלהם. בניסוי מפותחות פרקטיקות המשלבות ב"מ בתהליך כתיבת עבודות-גמר בקרב תלמידי תיכון ונבחנת האפקטיביות שלהן. משתתפים 15 רכזי עבודות-גמר מבתי-ספר תיכון בארץ וכ-380 תלמידות ותלמידים במגוון מקצועות (מדעי הרוח והחברה, ביטחון ומודיעין, ביולוגיה וחקלאות). התמקדנו בזיהוי ויישום פרקטיקות שנמצאו יעילות כגון: מפות מושגים דינאמיות ובוטים אינטראקטיביים לתמיכה בתהליך המחקר והכתיבה של התלמידים; בוטים לניהול זמן ולשיפור איכות הכתיבה לקראת הגשת העבודה ובוטים לסימולציית הגנה על העבודה. זוהו מספר אתגרים: (א) יישום והטמעה: הצורך בהטמעה מובנית ומתוכננת של כלי ב"מ בתהליך ההנחיה. (ב) אתגרים פדגוגיים: צורך באיזון בין תמיכת ב"מ להנחיה אנושית והכשרת התלמידים לשימוש אפקטיבי בכלים (ג) מדידה והערכה: קושי בהערכת הידע והמיומנויות הקוגניטיביות של הלומדים (ד) אתגרים טכנולוגיים: איכות ונגישות הכלים ואתגרים אתיים. התמודדות עם אתגרים אלו מחייבת גישה מערכתית מתוכננת, תוך דגש על יישום מותאם להקשר הספציפי של עבודות הגמר והתייחסות לצרכים הייחודיים של התלמידים והמנחים.

### **תהליכים מותאמים-אישית בחינוך המיוחד**

מטרת המחקר היא לבחון כיצד שילוב כלי ב"מ משפר תהליכי הוראה וטיפול בחינוך המיוחד (חנ"מ). המחקר מתמקד בפיתוח מודל תיאורטי ויישומי להתאמה אישית (פרסונליזציה) של מענים חינוכיים וטיפולים לצרכים הייחודיים של אנשי המקצוע והלומדים. הניסוי כולל 50 מורים, מטפלים וצוותים רב-מקצועיים בחנ"מ, המפתחים בוטים מבוססים ב"מ יוצרת להתאמת תהליכים אישיים ולייעול עבודת הצוותים החינוכיים והטיפולים. הכלים מסייעים ביעדים פדגוגיים כדוגמת, פיתוח תכניות לימודים אישיות, כתיבת מערכי שיעור ויצירת חומרי למידה מותאמים, וביעדים נוספים (שיפור תקשורת עם הורים, הנגשת מסמכים מקצועיים באמצעות אוטומציה חכמה). נבדקות בניסוי מידת השיפור בכשירות הטכנולוגית של המשתתפים, תחושת המסוגלות שלהם, יעילות זמן העבודה ושביעות רצון המשתמשים. ממצאי הניסוי מעלים אתגרים כדוגמת: הצורך בדיוק הכלים עבור אוכלוסיות מגוונות, אתגרי פרטיות ואבטחת מידע, צורך ביצירת מאגרי ידע מוסכמים ונכונות הצוותים לאמץ טכנולוגיות חדשות לקידום מטרותיהם המקצועיות.

כבר בשלב זה ניכר שהתנסות מושכלת בכלים תורמת לשיפור תהליכי עבודה ותוצרים מותאמים אישית, לצד הפוטנציאל לבניית תשתית להרחבת השימוש בב"מ בחנ"מ, תוך שילוב מודלים מותאמים אישית ברמה לאומית. השלב הבא יתמקד ביצירת מסגרת רגולטורית והכשרות מותאמות לאנשי חינוך וטיפול. מודל ההפעלה בחנ"מ, אשר מבוסס על הוראה וטיפול מותאמים אישית, יוכל להתרחב ולהוות בסיס להוראה, למידה והערכה בכלל מערכת החינוך.

### **בינה מלאכותית לתהליכי פיתוח בקהילות מקצועיות לומדות**

קהילה מקצועית לומדת דיסציפלינרית (קמל"ד) היא מסגרת דינמית של אנשי חינוך המלמדים תחום תוכן מסוים במערכת החינוך. משתתפי הקמל"ד פועלים יחד כדי לשפר את הפרקטיקה המקצועית שלהם באמצעות שיח רפלקטיבי, חקר משותף, ופיתוח ידע תוכן פדגוגי בתחום הדעת. משתתפי הניסוי, מובילי קהילות מתחומי דעת ומגזרים שונים, מייצגים גישות פדגוגיות מגוונות.

במסגרת הניסוי אנו חוקרים כיצד לשלב כלי בינה מלאכותית (ב"מ) בפרסונליזציה של תהליכי הנחיה. הכלים כוללים יישומים לניתוח למידה לצורך התאמה תכנים ותהליכי עבודה, בוטים אינטראקטיביים להנחיה מותאמת, ומחוללי ידע המסייעים ביצירת חומרים רלוונטיים.

ייחודיות הניסוי באופן בו המשתתפים (18=ח) תורמים את עולם הידע שלהם ואת ניסיונם לפיתוח מודלים מותאמים. הפרסונליזציה מתבטאת בהתאמת סגנון ההנחיה לכל קהילה, ביצירת מסלולי למידה גמישים עבור המובילים והמשתתפים, ובפיתוח מנגנונים להפקת תובנות מותאמות מנתוני הלמידה בקמל"ד. בניסוי זהו אתגרים כגון איזון בין תמיכה מבוססת ב"מ לבין הנחיה אנושית, התאמה אישית בסביבות הטרוגניות, ושמירה על פרטיות ואבטחת מידע. הממצאים הראשוניים מצביעים על כך שהשימוש בב"מ מסייע בהפחתת העומס ממובילי הקהילות, מגביר את המעורבות בקהילות, ומאפשר למשתתפים לקבל ליווי מותאם. המחקר מדגיש את הפוטנציאל להרחבת פרסונליזציה של ההנחיה במערכת החינוך באמצעות כלים חכמים, תוך שמירה על גמישות ומתן מענה לצרכים הייחודיים של כל קהילה.

### **מכשירות בינה מלאכותית לדגמים פדגוגיים**

פרסונליזציה בהקשר של בינה מלאכותית יוצרת (במ"י) מציעה יכולת להתאים הוראה, קצב ותוכן לצרכים אישיים של לומדים ולדרכי ההוראה של המורים. למרות ההכרה בפוטנציאל של ב"מ בחינוך, קיים קושי בהבנת היישום הפדגוגי המעשי. מחקר זה מתמקד בפיתוח דגמי הוראה משלבי ב"מ בפיתוח המקצועי, בהוראה ובלמידה, תוך הכרה במורים כסוכני שינוי מרכזיים.

זהו מחקר-עיצובי בשותפות אקדמיה-שדה (DC-RPP; Kali, et al., 2023), עם מינהל עובדי הוראה, אגף פיתוח מקצועי ויחידת התקשוב וטכנולוגיות בחינוך, בהשתתפות 35 שותפים מ-9 מרכזי פסג"ה ומורי-מורים בתפקידים טכנו-פדגוגיים. נבנה מודל HAIES (Human-AI Interactions in Educational Spaces Model) הממפה את מרחבי האינטראקציה אדם-מכונה בסביבות חינוכיות, תוך שימוש ביומני מחקר, ראיונות ושאלונים.

במסגרת הניסוי פותחו דגמי הוראה המשלבים ב"מ ואופני שימוש מרכזיים הכוללים היועצות, בניה, הוראה ישירה, סימולציה והנחיית קבוצות. האתגרים המרכזיים כוללים פיתוח מיומנויות חדשות, איזון בין הנחיה אנושית לטכנולוגית, והתמודדות עם פערים דיגיטליים ותשתיות קיימות. המודל ההוליסטי משלב מיפוי תיאורטי, דגמי יישום מעשיים ומסגרת להכשרת מורים, תוך התייחסות לשאלות אתיות. המודל והדגמים עשויים לשמש כמצפן להטמעה אפקטיבית של פדגוגיה משולבת ב"מ במערכת החינוך לקידום פרסונליזציה.

## **פרסונליזציה ככלי המתאים עצמו ללומד**

### **בינה מלאכותית תומכת בלימוד שפת תכנות**

הוראה מותאמת אישית מתייחסת לאפשרות הלומד.ת ללמוד בקצב, בזמן ובאופן המתאים עבורו. מחקרים אקדמיים ומערכת החינוך פונים לשילוב בוטים ככלי תומך בלמידה עצמאית ומותאמת אישית. ניסוי זה תורם לגיבוש עקרונות ומודלים לשימוש בבוטים כתמיכה בהוראה פרסונלית. המחקר מציע שילוב של בוט ב"מ לתלמידים במדעי המחשב בלמידת שפות תכנות JAVA ו C#. מטרת הניסוי לבחון כיצד למידה נתמכת בוט מקדמת למידה מותאמת אישית לתלמידי כיתה י' ומהן פרקטיקות הוראה מיטביות לשילוב למידה נתמכת בוט במדעי המחשב. בניסוי ישתתפו כ-10 מורים למדעי המחשב וכ-250 תלמידים בחטיבה העליונה. הבוט מוצג לצד סביבת הקוד, מאפשר ללומד לפנות אליו בכל שלב לקבלת הכוונה, ומלווה את הלומד בקצב אישי, הנחיה מותאמת תוך זיהוי טעויות, הבהרת מושגים, והכוונה לתיקון הקוד. הלמידה מתבצעת באמצעות שיח סוקרטי ללא מתן תשובות וכתובת קוד. הלומד מקבל מענה זמין, תוך התאמה לרמת הקושי, סוג הפעילויות הרלוונטיות, קצב ההתקדמות והצגת התוכן בטקסט ברור. כלי המחקר כוללים ניתוח דיאלוגים התלמידים עם הבוט לבדיקת תהליכי למידה, שאלון משוב על חוויית הלמידה, ויומני מחקר רפלקטיביים למורים. אלו יאפשרו להעריך את תרומת הבוט ללמידה ולאפיין פרקטיקות הוראה ללמידה נתמכת בוט. ממצאים מהמחקר יצביעו על אתגרים והזדמנויות בשילוב בוט ללמידה בהוראת מדעי המחשב כמו גם שכלול הבוט בהתאמה לאי דיוקים נצפים.

### **קו-אבולוציה התפתחות והתאמה דו-כיוונית**

### **פרסונליזציה בהתאמה תרבותית בחינוך החרדי**

הניסוי בחן כיצד יישומי ב"מ יכולים לשמש להפקת תכנים חינוכיים בהתאמה חברתית-תרבותית ייחודית לצורך קידום למידה עצמאית וחשיבה מטה-קוגניטיבית בקרב תלמידות במערכת החינוך הממלכתית-חרדית (ממ"ח). בניסוי השתתפו 16 מורות מ-8 בתי ספר יסודיים בממ"ח. אתגרי הניסוי כללו מגבלות תרבותיות וטכנולוגיות כגון סינון וחסמת יישומי אינטרנט, דרישות לצניעות בתכנים חזותיים, ושונות רבה בכשירות הטכנולוגית. הפרסונליזציה בניסוי התבססה על שימוש בפרומפטים מותאמים אישית ובכלים כדוגמת NotebookLM, ChatGPT ו-MagicSchool עם הנחיות מותאמות. הכלים שימשו ליצירת תכנים המותאמים לרמות שונות של קושי, לסוגי פעילויות מגוונות כמו חקר קבוצתי, ולערכים תרבותיים וחינוכיים ייחודיים. לדוגמה, פותחו שיעורים

שמחברים נושאים תורניים כמו ט"ו בשבט לשיעורי מתמטיקה ומשימות מדעיות בנושא שימור מזון תוך חיבור לדרישות כשרות. כמו כן, נעשה שימוש במחוללי תמונות להפקת תוכן חזותי מותאם, תוך שימוש בפרומפטים המבטיחים שמירה על צניעות.

נמדדה אפקטיביות ההתאמות באמצעות איכות התוצרים שפותחו, שיפור תחושת המסוגלות של המורות, ומעורבות התלמידות במשימות מותאמות אישית. ממצאים ראשוניים מראים כי השימוש בפרומפטים מותאמים הינו קריטי להפקת תכנים מדויקים וערכיים; ושיתוף הידע במסגרת קהילות למידה מקצועיות בית-ספריות תורם משמעותית לשיפור התוצרים ולהטמעה מיטבית בבית הספר.

תרומת הניסוי מספקת תשתית ידע וכלים להרחבת השימוש ביישומי ב"מ במערכת החינוך החרדית וניתנת ליישום ובמגזרים נוספים בעלי מאפיינים וצרכים חברתיים-תרבותיים ייחודיים.

## מקורות

- Barab, S. A., & Squire, K. D. (2004). Design-based research: Putting our stake in the ground. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 1-14.
- Cobb, P., diSessa, A., Lehrer, R., Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational Researcher*, 32(1), 9-13.
- Kali, Y., Eylon, B. S., McKenney, S., & Kidron, A. (2023). Design-centric research-practice partnerships: Three key lenses for building productive bridges between theory and practice. In *Learning, design, and technology: An international compendium of theory, research, practice, and policy* (pp. 481-511). Cham: Springer International Publishing.
- Sahito, Z. H., Sahito, F. Z., & Imran, M. (2024). The Role of Artificial Intelligence (AI) in Personalized Learning: A Case Study in K-12 Education. *Global Educational Studies Review*. [https://doi.org/10.31703/gesr.2024\(ix-iii\).15](https://doi.org/10.31703/gesr.2024(ix-iii).15)
- Sari, H., Tumanggor, B., & Efron, D. (2024). Improving Educational Outcomes Through Adaptive Learning Systems using AI. *International Transactions on Artificial Intelligence*. <https://doi.org/10.33050/italic.v3i1.647>
- Silva, G., Godwin, G., & Jayanagara, O. (2024). The Impact of AI on Personalized Learning and Educational Analytics. <https://doi.org/10.33050/itee.v3i1.669>
- Zaharuddin, Z., Yu, C., & Yao, G. (2024). Enhancing Student Engagement with AI-Driven Personalized Learning Systems. <https://doi.org/10.33050/itee.v3i1.662>
- Zhang, Q. (2024). Harnessing Artificial Intelligence for Personalized Learning Pathways: A Framework for Adaptive Education Management Systems. *Applied and Computational Engineering*. <https://doi.org/10.54254/2755-2721/82/20241102>



## **בגרות מידע ונתונים – היבחנות בעידן רווי בינה מלאכותית**

איל רבין, עינת גיל, נעמה מרוז, דיקלה בר, רונית נחמיה – המכון למחקר יישומי

של ב"מ בחינוך, משרד החינוך

# בגרות מידע ונתונים - היבחנות בעידן רווי בינה מלאכותית

## תקציר

השילוב של בינה מלאכותית (ב"מ) ובינה מלאכותית יוצרת (במ"י) בניתוח נתונים משנה את תפקידם של מנתחי הנתונים, מהאוטומציה של משימות טכניות ועד להתמקדות בתהליכי חשיבה ביקורתיים ובקבלת החלטות. מגמת מידע ונתונים בתיכונים בישראל משלבת כלים מבוססי ב"מ בתהליכי ההוראה, הלמידה וההיבחנות, תוך דגש על חשיבה אנליטית וכשירות ב"מ. המחקר הנוכחי בוחן מודל פדגוגי חדשני, ראשון בעולם, לשילוב ב"מ בבחינות הבגרות, המבוסס על מערכת הערכה דיגיטלית מבוססת במ"י המדמה אינטראקציה עם לקוח וניתוח נתונים. הממצאים מצביעים על תרומה משמעותית של המערכת לפיתוח מיומנויות חקר, תחקור לקוח, שאילת שאלות והסקת מסקנות מבוססות נתונים. עם זאת, יישום המערכת מציב אתגרים הקשורים לפיתוח מקרים וסימולציות מותאמות, לצד הצורך בהכשרת מורים לשימוש בכלים מבוססי ב"מ. המחקר מדגיש את הפוטנציאל של שילוב ב"מ להערכה וללמידה משמעותית, תוך התאמה לשוק העבודה הדיגיטלי המתפתח.

מילות מפתח: בחינת בגרות משולבת ב"מ, מגמת מידע ונתונים, מחקר מבוסס עיצוב

## מבוא

השילוב של בינה מלאכותית (ב"מ) ובינה מלאכותית יוצרת (במ"י) בתחום ניתוח הנתונים חולל מהפכה באופן שבו הנתונים מעובדים, מנותחים ומפורשים. שילוב כלי ב"מ בתהליך העבודה של מנתחי הנתונים משפר את תהליכי קבלת ההחלטות שלהם ומסייע לאנליסטים הן בתכנון והן בביצוע ניתוחים (Gu et al., 2024). כלים אלה יכולים לתרגם הוראות שפה טבעית לקוד, להפוך רכיבים ספציפיים בעיבוד הנתונים לאוטומטיים ולייעל פתרון בעיות (et al., 2023).

מנתחי נתונים ממלאים תפקיד מרכזי בשינוי זה, תוך שימוש בכלים מבוססי ב"מ לשיפור קבלת ההחלטות (Zhang et al., 2023). שילוב הב"מ בניתוח נתונים מחייב אותם לרכוש מיומנויות טכניות הכוללות שליטה בכלי ניתוח נתונים (Zhang et al., 2024; Zagar et al., 2024) לצד שימוש במיומנויות רכות כחשיבה ביקורתית, שאילת שאלות, יכולות פתרון בעיות וניצול יעיל של הב"מ (Du, 2024; Bobitan et al., 2024). חלק גדול מהעבודה עובר אוטומציה, ותפקיד מנתח נתונים נוטה יותר לכיוון ייעוצי – התמקדות בהגדרת הבעיה, אימות המודל והצגת הממצאים (Miller, 2021). השימוש בב"מ בתהליכי העבודה של האנליסט מחייב לבחון דרכי ההכשרה וההיבחנות חדשים למנתחי נתונים.

במסגרות חינוכיות, ישנם מקרים מעטים בהם ב"מ משולבת בתכניות הלימודים כדי להכין את התלמידים לעתיד העבודה, במיוחד בתחום הלמידה של סטטיסטיקה וניתוח נתונים (Xing, 2024). יש לשלב כלי ב"מ ללימוד מיומנויות ניתוח נתונים ולסייע לתלמידים לצבור ידע על תפקידה של ב"מ בניתוח נתונים (Xing, 2024) לצד הצורך לרכוש כשירות ב"מ (Filo et al., 2024). למרות הצורך בעדכון ההכשרה וההיבחנות, לא נמצאו מחקרים המדווחים על היבחנות של תלמידים על תהליכי העבודה עם ב"מ באופן כללי וספציפית בניתוח נתונים.

## מגמת מידע ונתונים

מגמת מידע ונתונים הינה מגמה בחינוך הטכנולוגי שפועלת משנת תש"פ בתיכונים ברחבי הארץ. התלמידים רוכשים מיומנויות וידע הנדרשים לקבלת החלטות על בסיס ניתוח נתונים תוך התאמה לשינויים הטכנולוגיים המהירים בעולם. תוכנית הלימודים היא אג'ילית ומתעדכנת בהתאם לשינויים החלים בתחום. התלמיד מפתח יכולת למידה עצמית תוך התקדמות בלימוד תוכני המגמה והמורה משמש כמנטור, המייעץ ומתווך את החומר.

בעקבות השינוי שחוללה הב"מ בניתוח נתונים, הוחלט לשלב אותה בתוכנית הלימודים ובבחינת הבגרות. במסגרת ניסוי תלת-שנתי, בשנת תשפ"ד פותחה ערכה למורה עם דוגמאות לשאלות המשלבות ב"מ. בשנת תשפ"ה תתקיים לראשונה בחינת בגרות הבוחנת את תהליך העבודה עם ב"מ, ובתשפ"ו כלל תלמידי המגמה יבחנו בבחינה משולבת ב"מ. הניסוי נערך בשיתוף אגף מו"פ, המכון למחקר יישומי של בינה מלאכותית בחינוך, המנהל הפדגוגי ומגמת מידע ונתונים.

מטרת המחקר הנוכחי היא לפתח ולהעריך מודל פדגוגי ופרקטי המשלב ב"מ בהוראה, למידה והערכה במסגרת בחינות הבגרות. המחקר מתמקד בהטמעת כלים מבוססי ב"מ כדי לשפר את כשירות התלמידים במגמת מידע ונתונים תוך דגש על תחומי ניתוח נתונים, חשיבה אנליטית, שאלת שאלות וחשיבה ביקורתית, טיפוח כשירות ב"מ והכנת התלמידים למציאות המקצועית של העתיד.

שאלות המחקר הן:

1. מהם מאפייני הממשק ותהליך הבחינה המתקשבת המשולבת ב"מ המותאמים למציאות מקצועית אמיתית, ומהם האתגרים וההזדמנויות הנלווים להם?
2. כיצד תורמת הגישה הפדגוגית והטמעת מערכת ההיבחנות משולבת ב"מ להתפתחות ידע וחשיבה דיסציפלינרית (מידע ונתונים) וכשירות בב"מ בקרב התלמידים?

## שיטה

### כלי מחקר

המחקר הינו מחקר מבוסס עיצוב (DBR; Kali et al., 2018), המשלב כלים איכותניים וכמותיים לפיתוח ויישום פתרונות חדשניים בהקשרים חינוכיים ממשיים המאפשרת התאמה לצרכים מעשיים והתמודדות עם אתגרים חינוכיים מורכבים (Collins et al., 2016; Mor & Winters, 2007).

לצורך מענה על שאלות המחקר נעשה שימוש בתיעוד פיתוח ואפיון המערכת, לבחינת מאפייני העיצוב הפדגוגי ותהליך הבחינה המשולבת ב"מ, דיווחי מורים באמצעות מפגשים, יומנים וקבוצות מיקוד זיהו אתגרים וחסמים בהכשרה ובעבודה עם תלמידים ותצפיות בכיתות בחנו את האתגרים בלמידה ובהיבחנות, ואת תרומת המערכת לפיתוח כשירות דיסציפלינרית וכשירות ב"מ.

### אוכלוסיית מחקר

אוכלוסיית המחקר כוללת מורים (n=13) ותלמידי מגמת מידע ונתונים (n=297) הלומדים ב-11 בתי ספר תיכון ברחבי הארץ. בתי הספר נבחרו לאחר מענה על קול קורא ועמידה בתנאי סף. מספר תלמידי המגמה בכל בית ספר נע בין 25 ל-40 תלמידים, והם בעלי מאפיינים של אוריינטציה אנליטית הלומדים 4 או 5 יח"ל מתמטיקה.

## ממצאים ראשוניים

מחקר זה הוא מחקר בתהליך. בפרק זה נפרט להלן ממצאים ראשוניים מהמחקר המתהווה. בשאלה הראשונה, שאלנו מהם מאפייני הממשק ותהליך הבחינה המתקשבת המשולבת ב"מ המותאמים למציאות המקצועית, ומהם האתגרים וההזדמנויות הנלווים להם? כמענה לצורך לבחון מיומנויות רכות כגון חשיבה ביקורתית, שאילת שאלות ותחקור לקוח, ובהינתן יכולות הבמ"י ליצור סימולציה של לקוח פותחה תפיסה פדגוגית חדשנית שמטרתה לסמלץ תהליך פתרון בעיה, החל משלב סיפור הלקוח, דרך חקר הנתונים ועד להגשת המלצות לפעולה. לצורך מימוש פדגוגיה זו פותחה מערכת מבוססת ב"מ, המבצעת סימולציה בשיתוף התלמיד (איור 1). במערכת ltest של משרד החינוך שולבה אפליקציה (אסט) המחברת למודל שפה גדול, ובה הושטל מקרה בוחן עם תיאורי דמויות ונתונים רלוונטיים. התלמידים יוצרים אינטראקציות עם דמויות שונות כדי לחשוף את הבעיה ולגבש פתרונות. המערכת מדמה את עבודת מנתח הנתונים, המחייבת שילוב בין נתונים להיבטים אנושיים ותפיסתיים. מודל זה הומשג כמודל "שלושת השלבים בפתרון בעיה".

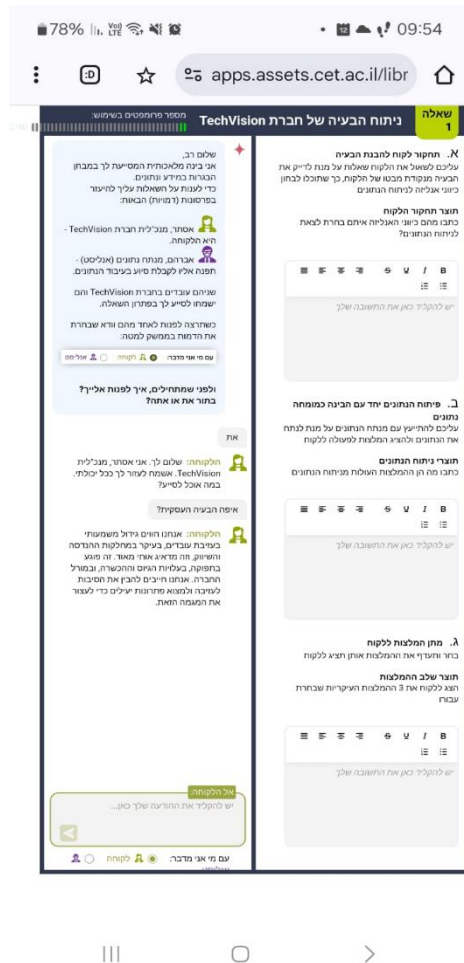
המודל מתאר שלושה שלבים בעבודת התלמיד כמנתח נתונים במסגרת בחינה, תוך אינטראקציה עם ב"מ בתהליך העבודה. בשלב הראשון, "מחקר הלקוח", התלמיד חוקר את הצרכים והדרישות של הלקוח העסקי, כאשר הב"מ משמשת כלקוח וירטואלי. התלמיד מתקשר עם הב"מ כדי לקבל נתונים על צורכי העסק, מגמות רלוונטיות ושאלות להבהרה, בדומה לתהליך עבודה עם לקוח אנושי.

בשלב השני, "ניתוח הנתונים עם הבנה מקצועית", התלמיד משתמש בב"מ לצורך ניתוח הנתונים. הב"מ משמשת כמומחה לניתוח נתונים ומספקת כלי עזר לניתוח, אך התלמיד נדרש להפעיל שיקול דעת מקצועי, לוודא את אמינות התובנות ולפרש אותן בהתאם להקשר העסקי.

בשלב השלישי, "הגשת המלצות", התלמיד מגבש מסקנות ומנסח המלצות ללקוח העסקי, תוך שימוש בב"מ ככלי עזר ליצירת תובנות. האחריות לניסוח ההמלצות הסופיות ושיקול הדעת המקצועי נשארת בידי התלמיד. לאורך כל התהליך מתקיימת הערכה מתמשכת, הבוחנת כיצד התלמיד משלב בין כלי הב"מ לבין חשיבה ביקורתית, קבלת החלטות ויישום פתרונות ישימים בהתבסס על הנתונים.

### איור 1.

צילום מסך של מערכת האסט. בצד ימין של המסך ניתן לראות את השאלות עליהן התלמיד צריך לענות ובצד שמאל את השיחה של התלמיד עם מערכת הב"מ.



שאלת המחקר השנייה בוחנת, כיצד תורמת הגישה הפדגוגית והטמעת מערכת ההיבחנות משולבת ב"מ להתפתחות ידע וחשיבה דיסציפלינרי (מידע ונתונים) וכשירות בב"מ בקרב התלמידים?

ממצאים ראשוניים מראים כי השימוש בסימולציה מבוססת ב"מ מטפחת מיומנות תחקור ושימוש בב"מ. השימוש בב"מ ככלי לביצוע סימולציה מאפשר לתלמידים לחוות באופן אותנטי את העבודה היומיומית של מנתח הנתונים. התלמידים לומדים כיצד לתחקר את הלקוח ולדלות ממנו מידע שיעזור לו לפתור את הבעיה העומדת בפניו, לאחר מכן הם חווים ניתוח נתונים בשילוב עם כלי ב"מ ולבסוף הם מתנסים בהנגשת המלצות המבוססות על תחקור הלקוח והמידע שהגיע משלב הניתוח.

התלמיד נדרש לפיתוח מיומנות והכרת מודלים של שאילת שאלות מסוגים שונים, בשלבי תהליך חשיפת הבעיה ופתרונה. השילוב בין תחקור לקוח, הבנת בעיה, הבנת הנתונים ותכלול כלל המידע הוא שלב מתקדם יותר בתפקיד מנתח הנתונים. יתרה מכך, השימוש בב"מ ככלי סימולטיבי, משפרת את כשירות הב"מ של התלמידים ומטפחת את מיומנויות העבודה עם ב"מ בתהליכי קבלת החלטות מבוססי נתונים.

דין

מטרת המחקר הנוכחי הייתה לפתח ולהעריך מודל פדגוגי לשילוב ב"מ בהוראה, למידה והערכה במסגרת בחינות הבגרות במגמת מידע ונתונים. לשם כך הוגדר, פותח ונבדק במסגרת הניסוי מערכת היבחנות ראשונה מסוגה בעולם, המשלבת מודל שפה גדול המדמה אינטראקציה עם לקוח ומומחה ניתוח נתונים, לצד סביבת עבודה לניתוח נתונים. במהלך ההיבחנות, התלמידים מתנסים בתהליך של חקירת הלקוח, עיבוד הנתונים, זיהוי דפוסים והסקת מסקנות מבוססות נתונים.

ממצאי המחקר מצביעים על כך שממשק הבחינה המתקשבת המשולבת בב"מ, המבוסס על סימולציה אינטראקטיבית, מאפשר לתלמידים לתרגל וליישם מיומנויות ניתוח נתונים באופן המדמה את עבודת מנתח הנתונים בתעשייה, תוך פיתוח חשיבה ביקורתית, תחקור לקוח ושאלת שאלות. התלמידים מתנסים בתהליך של חקירת הלקוח, עיבוד הנתונים, זיהוי דפוסים והסקת מסקנות מבוססות נתונים. נמצא כי השימוש בב"מ בתהליך הבחינה תורם להתפתחות הידע הדיסציפלינרי ולשיפור כשירות הב"מ של התלמידים.

### **אתגרים והזדמנויות בהטמעת מערכת ההיבחנות המשולבת בב"מ**

הטמעת מערכת אסט בבחינה מציבה אתגרים, בהם הצורך בבניית מקרה בוחן חדש לכל תרגול, חשיפת תקלות ואי-דיוקים בפרומפטים, ושיטות הוראה שטרם גובשו בשל חדשנות השאלות. המורים נטו למתודות מוכרות, מה שהקשה על פיתוח למידה גמישה. עם זאת, המערכת מציעה הזדמנויות משמעותיות, מדמה סביבות עבודה אמיתיות, משפרת את הרלוונטיות לשוק העבודה, ומאפשרת הערכה מורכבת הדורשת חשיבה ביקורתית ושאלת שאלות. הצלחתה עשויה להרחיב את שילוב הב"מ בהוראה והערכה ולשמש מודל פדגוגי עתידי.

הערכת תהליך ההיבחנות: דגש על תהליך העבודה והשיחה עם הב"מ

הבחינה החדשנית, המדמה את עבודת מנתח הנתונים, מחייבת שינוי בגישת ההערכה, המתמקדת בתהליך העבודה ולא רק בתשובות סופיות. לשם כך פותח מחוון מבוסס מודל שרשור מחשבות (CoT), (הבוחן שלבי ביניים בניתוח הנתונים. המחוון מעריך את הזרימה הלוגית, איכות השאלות לב"מ, השימוש בנתונים ויכולת הפרשנות של התלמיד, ומהווה גישה חדשנית להערכת ההיבחנות עם ב"מ.

### **סיכום והרחבת אופקים: מעבר למה שנעשה אל מה שאפשרי**

הטמעת ב"מ בבחינות מהווה צעד ראשון לשינוי רחב יותר במערכת החינוך, עם פוטנציאל לשילוב מערכות אינטראקטיביות להערכת חקר, ניתוח וקבלת החלטות. גישה זו תסייע בהכשרת תלמידים ואנשי מקצוע לעולם העבודה הדיגיטלי, ותאפשר לסגל האקדמי להעריך תהליכי חשיבה ושיקול דעת, מעבר לתוצרים סופיים. תחום זה עדיין בניסוי, ודורש התאמות דינמיות לטכנולוגיות משתנות. קצב הפיתוח המהיר מחייב מודל פדגוגי גמיש, המעדכן את פדגוגיית השאלות ואת דרכי האינטראקציה עם ב"מ, תוך שמירה על עקרונות למידה משמעותית וחשיבה ביקורתית.

### **מקורות**

Alotaibi, N. S. (2024). The impact of AI and LMS integration on the future of higher education: Opportunities, challenges, and strategies for transformation. Sustainability, 16(23), 10357.

- Aloisi, C. (2023). The future of standardised assessment: Validity and trust in algorithms for assessment and scoring. *European Journal of Education*, 58(1), 98-110.
- Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-based research: A decade of progress in education research? *Educational Researcher*, 41(1), 16–25. <https://doi.org/10.3102/0013189X11428813>
- Bobitan, N., Dumitrescu, D., Popa, A. F., Sahlian, D. N., & Turlea, I. C. (2024). Shaping tomorrow: Anticipating skills requirements based on the integration of artificial intelligence in business organizations—A foresight analysis using the scenario method. *Electronics*, 13(11), 2198.
- Collins, A., Joseph, D., & Bielaczyc, K. (2004). Design research: Theoretical and methodological issues. *Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 15-42. [https://doi.org/10.1207/s15327809jls1301\\_2](https://doi.org/10.1207/s15327809jls1301_2)
- Du, J. (2024). AI and your job: What's changing and what's next. *Frontiers in Science and Engineering*, 4(7).
- Filo, Y., Rabin, E., & Mor, Y. (2024). An Artificial Intelligence Competency Framework for Teachers and Students: Co-created With Teachers. *European Journal of Open, Distance & E-Learning*, 26(1).
- Gu, K., Grunde-McLaughlin, M., McNutt, A., Heer, J., & Althoff, T. (2024, May). How do data analysts respond to AI assistance? A wizard-of-oz study. In *Proceedings of the 2024 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-22).
- Inala, J. P., Wang, C., Drucker, S., Ramos, G., Dibia, V., Riche, N., ... & Gao, J. (2024). Data analysis in the era of generative AI. *arXiv preprint arXiv:2409.18475*.
- Kali, Y., Eylon, B.-S., McKenney, S., & Kidron, A. (2018). Design-centric research-practice partnerships: Three key lenses for building productive bridges between theory and practice. In M. J. Spector, B. B. Lockee, & M. D. Childress (Eds.), *Learning, Design, and Technology: An International Compendium of Theory, Research, Practice, and Policy* (pp. 1-30). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-17727-4\\_122](https://doi.org/10.1007/978-3-319-17727-4_122)
- Kılınç, S. (2024). Comprehensive AI assessment framework: Enhancing educational evaluation with ethical AI integration. *Journal of Educational Technology and Online Learning*, 7(4-ICETOL 2024 Special Issue), 521-540.
- Mahamuni, A. J., & Tonpe, S. S. (2024, April). Enhancing educational assessment with artificial intelligence: Challenges and opportunities. In *2024 International Conference on Knowledge Engineering and Communication Systems (ICKECS)* (Vol. 1, pp. 1-5). IEEE.
- Miller, E. (2021, February 26). How AutoML is democratizing data science — And what that means for data scientists. *AIwire*. <https://www.aiwire.net/2021/02/26/how-automl-is-democratizing-data-science-and-what-that-means-for-data-scientists/>
- Mor, Y., & Winters, N. (2007). Design approaches in technology-enhanced learning. *Interactive Learning Environments*, 15(1), 61–75. <https://doi.org/10.1080/10494820601044236>

- Rožman, M., Tominc, P., & Vrečko, I. (2023). Building skills for the future of work: Students' perspectives on emerging jobs in the Data and AI Cluster through artificial intelligence in education. *Environment & Social Psychology*. <https://doi.org/10.54517/esp.v8i2.1670>
- Sharma, D., Chaudhary, G., Rajput, K., Singhal, A., & Sharma, T. K. (2024). Utilizing artificial intelligence for advanced data science and analysis. 2024 2nd International Conference on Disruptive Technologies (ICDT), 992–998. <https://doi.org/10.1109/ICDT61202.2024.10489078>
- Torrentira Jr, M. C. (2024). Capabilities and application of artificial intelligence (AI) models in qualitative and quantitative data mining, data processing, and data analysis. *European Journal of Education Studies*, 11(9).
- Xing, Y. (2024). Exploring the use of ChatGPT in learning and instructing statistics and data analytics. *Teaching Statistics*, 46(2), 95-104.
- Zagar, M., Samardzija, J., Havelka Mestrovic, A., Amer, M., & Mounsef, J. (2024, March). Demand for future skills: Education on AI in comprehensive digital business development, big data analytics, and ubiquitous approach to data in business. In *International Conference on Smart Technologies & Education* (pp. 114-121). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Zhang, J., Le, T., Chen, J., & Zhao, Y. (2024). Analysis of relationships between business domains and technical-skill requirements for data analysts. *Journal of Global Information Management (JGIM)*, 32(1), 1-20.
- Zhang, M., & Andersson, B. (2023). Identifying problem-solving solution patterns using network analysis of operation sequences and response times. *Educational Assessment*, 28(3), 172-189.



## **בינה מלאכותית בחינוך: פיתוח מקצועי באמצעות חשיבה עיצובית**

לימור ליבוביץ – משרד החינוך

**בינה מלאכותית בחינוך: פיתוח מקצועי באמצעות חשיבה עיצובית  
(פוסטר)**

**Artificial Intelligence in Education: Professional Development through  
Design Thinking  
(Poster)**

**Abstract**

English abstract paragraph This article discusses the impact of a course with an entrepreneurial approach on the professional development of teachers and their capabilities in the field of artificial intelligence. 150 educators from various roles, sectors, and age groups participated in the study after completing a hybrid online course (synchronous and asynchronous) in groups of up to 25 teachers. The central hypothesis was that the entrepreneurial approach within the design thinking methodology would enable teachers to function as entrepreneurs and address educational challenges that would affect their students while utilizing the artificial intelligence tools they would experience. The projects created by the teachers to solve concrete problems in the school reality were analyzed using a holistic model focused on values, principles of action, and competencies relevant to the current era. The research methodology included thematic content analysis using a qualitative approach alongside a survey based on UNESCO's conceptual framework for teachers' artificial intelligence competencies. The findings indicate that participants perceived the course as practical and tailored to their needs. The personal sense of ability to use artificial intelligence tools increased during the course, with many participants experiencing a positive change in their attitude towards technology. However, it was found that the teachers' projects primarily focused on current learning difficulties rather than anticipated challenges, such as the growing need for critical thinking or the development of social and emotional skills that may arise from the expanding use of artificial intelligence in society. The article suggests expanding training to also include social and ethical challenges associated with the use of

artificial intelligence, thereby ensuring that teachers are prepared to address these technological impacts on the education system.

**Keywords:** Artificial Intelligence, Professional Development, Design Thinking, Problem Solving.

## תקציר

מאמר זה עוסק בהשפעת קורס בגישה יזמית לפיתוח מקצועי של מורים על יכולותיהם בתחום הבינה המלאכותית. 150 אנשי חינוך ממגוון תפקידים, מגזרים ושלבי גיל השתתפו במחקר לאחר שלמדו בקורס מקוון היברידי (סינכרוני וא-סינכרוני) בקבוצות של עד 25 מורים. ההשערה המרכזית הייתה שהגישה היזמית במתודות החשיבה העיצובית תאפשר למורים לתפקד כיזמים ולהתמודד עם אתגרים חינוכיים שישפיעו על תלמידיהם תוך שימוש בכלי הבינה המלאכותית שיתנסו בהם. המיזמים לפתרון בעיות קונקרטיות במציאות הבית-ספרית שיצרו המורים במסגרת הקורס נותחו בעזרת מודל הוליסטי המתמקד בערכים, עקרונות פעולה וכשירויות רלוונטיות לעידן הנוכחי. מתודולוגיית המחקר כללה ניתוח תוכן תימטי בגישה איכותנית לצד שימוש בסקר המבוסס על המסגרת המושגית של אונסק"ו לכשירות בינה מלאכותית של מורים. הממצאים מצביעים על כך שהמשתתפים תפסו את הקורס כפרקטי ומותאם לצרכיהם. תחושת היכולת האישית להשתמש בכלי בינה מלאכותית עלתה במהלך הקורס, כאשר רבים מהמשתתפים חוו שינוי חיובי בגישתם לטכנולוגיה. עם זאת, נמצא שמיזמי המורים התמקדו בעיקר בקשיי למידה עכשוויים ולא באתגרים צפויים, כגון הצורך הגובר בהפעלת ביקורתיות או בפיתוח מיומנויות חברתיות ורגשיות שעשויות לנבוע מהתרחבות השימוש בבינה מלאכותית בחברה. המאמר מציע להרחיב את ההכשרה כדי לכלול גם אתגרים חברתיים ואתיים הנלווים לשימוש בבינה מלאכותית, ובכך להבטיח שמורים יהיו מוכנים להתמודד עם השפעות טכנולוגיות אלו על מערכת החינוך.

**מילות מפתח:** בינה מלאכותית, פיתוח מקצועי, חשיבה עיצובית, פתרון בעיות.

## מבוא

בעידן של שינויים טכנולוגיים מהירים, מערכות החינוך ניצבות בפני אתגר משמעותי: הכנת מורים להתמודדות עם כניסתה של הבינה המלאכותית (AI) לתחום החינוך. הפורום הכלכלי העולמי (2024) זיהה ארבעה תחומים מרכזיים שבהם בינה מלאכותית תומכת בחינוך: תמיכה בתפקידי המורים, שיפור מערכות הערכה, קידום אוריינות דיגיטלית והתאמה אישית של תכני למידה. על רקע זה, פותח קורס המיישם גישה הוליסטית לפיתוח מקצועי של מורים באופן המשלב חשיבה עיצובית (יזמות) וכלי בינה מלאכותית. גישה זו מתכתבת עם הצורך בפיתוח מיומנויות יזמות וחדשנות בקרב מורים (Schleicher, 2020) ובפיתוח כישורי בינה מלאכותית בהקשר פדגוגי (Voogt et al., 2021). מחקר זה בוחן את השפעת הקורס על מורים, תוך התמקדות בשישה היבטים: חוויית הלמידה, התאמה לצרכים מקצועיים, שינוי בתפיסת הבינה המלאכותית, רכישת כישורים חדשים, בחירת אתגרים לפתרון במסגרת מיזמים חדשניים בהקשרי העבודה של המשתתפים. חשיבות המחקר נובעת מהמחסור בממצאים אמפיריים על תוכניות פיתוח מקצועי המשלבות יזמות וכישורי בינה מלאכותית בהקשר הפדגוגי (Holmes et al., 2019). באמצעות בחינת השפעת הקורס, אנו שואפים לתרום להבנת דרכים יעילות להכשרת מורים בעידן של שינויים טכנולוגיים מהירים, ולספק תובנות על טיפוח מורים יזמים ופותרים בעיות.

## סקירת ספרות

### בינה מלאכותית בחינוך- הזדמנויות ואתגרים

בינה מלאכותית (AI) מביאה עמה הזדמנויות רבות לשיפור תהליכי הלמידה וההוראה. היא מאפשרת למורים ולתלמידים לנצל טכנולוגיות מתקדמות כדי לשפר את חוויית הלמידה באמצעות תכנים למגוון רחב של תלמידים באופן המתאים באופן אישי לכל לומד ולומדת. במגמת הלמידה המותאמת אישית, בינה מלאכותית מנתחת נתונים על תלמידים ומספקת להם תוכן מותאם לקצב ההתקדמות ומאפייניהם האישיים (Sharma, 2024). כלי בינה מלאכותית מאפשרים לייצר צ'אטבוטים מותאמים למורה ולתלמידים לשימוש כעוזרים

אישיים למגוון משימות למידה והערכה. הפוטנציאל שהטכנולוגיה הזו מזמנת לעוסקים בחינוך ובלמידה עצום, אך מימושו נמצא עדיין בשלב ההתחלתי. רבים הם אנשי החינוך שעוד לא התחילו להשתמש בטכנולוגיה כלל. לצד היתרונות הרבים של שילוב בינה מלאכותית ישנם אתגרים משמעותיים בשילוב הטכנולוגיה במערכות החינוך. המאמר של הפורום הכלכלי העולמי מדגיש את הצורך בשיתוף פעולה בין מפתחים לאנשי חינוך כדי ליצור פתרונות מותאמים לצרכים הפדגוגיים (Umbara, 2024). דאגות נוספות נוגעות לנגישות הטכנולוגיה לכל התלמידים, במיוחד באזורים פחות מפותחים שבהם ייתכן שאין גישה לאינטרנט או לטכנולוגיות מתקדמות. כאלה קיימים גם בישראל.

## הכשרת מורים לשילוב בינה מלאכותית בחינוך

פיתוח מקצועי של מורים הוא קריטי להצלחת השילוב של בינה מלאכותית בחינוך. מאמר עדכני מציע כי הכשרה מתאימה יכולה לשפר את היכולת של מורים להשתמש בטכנולוגיות חדשות בכיתה (Gómez & Garcia, 2024). הכשרה זו צריכה לכלול לא רק ידע טכנולוגי אלא גם אסטרטגיות פדגוגיות לשילוב בינה מלאכותית בתהליכי ההוראה והלמידה. המורים צריכים להיות מוכנים להתמודד עם אתגרים חדשים ולהשתמש בכלים טכנולוגיים כדי לשפר את חוויית הלמידה של תלמידיהם.

חסמים טכנולוגיים הם אתגר משמעותי בשילוב בינה מלאכותית בחינוך. מאמר שסקר דרכים ליישום טרנספורמטיבי של טכנולוגיות בינה מלאכותית בפדגוגיה מציין כי פערים בהכשרה טכנולוגית וחששות לגבי פרטיות התלמידים הם מהגורמים המרכזיים לכך שמורים מתקשים להשתמש בטכנולוגיות חדשות בכיתה (Gupta, 2022). כדי להתמודד עם חסמים אלה, חשוב לפתח תוכניות הכשרה מתאימות שיכינו את המורים לשימוש בטכנולוגיות מתקדמות בצורה אפקטיבית ובטוחה.

אם כן, אם ברצוננו לשלב את טכנולוגיות הבינה המלאכותית בפדגוגיה, נצטרך לא רק להתמודד עם חסמים הקשורים בטכנולוגיה בקרב אנשי ונשות חינוך, אלא גם לסייע להם לפתח גישה ושיטות פדגוגיות חדשניות המתאימות לעידן הבינה מלאכותית.

**חשיבה עיצובית** נחשבת לפדגוגיה חדשנית המיועדת לפתח את היכולות היצירתיות והיזמיות של תלמידים, ובמיוחד של מורים. גישה זו מתמקדת בהבנה מעמיקה של צרכי המשתמשים ובפתרון בעיות מורכבות על ידי יצירת פתרונות מותאמים אישית. מחקר שנעשה בקרב אוכלוסיית מורים מצא כי שילוב בינה מלאכותית בפעילויות למידה מבוססות עיצוב יכול לשפר את המיומנויות החשיבתיות של תלמידים ולהגביר את מעורבותם (Saritepeci & Durak, 2024). בנוסף, מחקר אחר הדגיש את הפוטנציאל של שילוב בינה מלאכותית עם חשיבה עיצובית ליצירת פתרונות חדשניים המותאמים לצרכים הספציפיים של התלמידים (Poleac, 2024). השערת המחקר היא שבאמצעות למידה בגישת החשיבה העיצובית, המורים יוכלו לתפקד כיוזמים ולהתמודד עם אתגרים חינוכיים שישפיעו על תלמידיהם. מחקר זה מתייחס לפער בספרות המחקר בנושא פיתוח מקצועי של מורים בגישה של חשיבה עיצובית בעידן הבינה מלאכותית.

**מטרת המחקר** היא לבחון את השפעת הפיתוח המקצועי, בגישת חשיבה עיצובית, על האופן בו המורים תופסים את שילוב הבינה המלאכותית בפדגוגיה, וייבחנו הכישורים בתחום הבינה המלאכותית שהמשתתפים פיתחו במהלך הקורס. בנוסף, יבקש המחקר לזהות את האתגרים החינוכיים שהמשתתפים בחרו לפתור באמצעות כלים של בינה מלאכותית שהכירו בקורס.

## שאלות המחקר

1. כיצד תפסו המשתתפים את מבנה וגישת הקורס ביחס למטרותיו?
2. באיזו מידה הקורס תאם את צרכיהם המקצועיים והאישיים של המשתתפים?
3. האם חל שינוי בגישת המשתתפים כלפי בינה מלאכותית בעקבות הקורס?
4. אילו כישורים בתחום הבינה המלאכותית פיתחו המשתתפים בקורס?
5. אילו אתגרים חינוכיים זיהו המשתתפים כפתירים באמצעות כלים של בינה מלאכותית?

כדי לאפיין את האתגרים שבחרו המורים למיזמים נדרשה מסגרת מושגית סדורה. מכיוון שלא נמצאה כזו, המחברת בנתה את המסגרת התאורטית המוצעת כאן על-בסיס ניסיונה הרב במעשה.

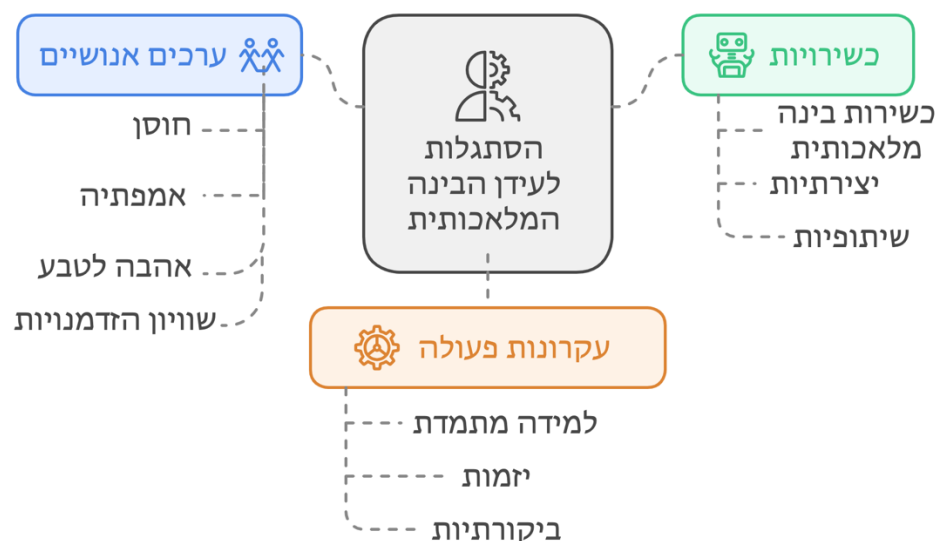
## המסגרת התיאורטית: מודל הוליסטי לפיתוח מקצועי של מורים בעידן הבינה המלאכותית

המודל ההוליסטי שפותח כדי להנחות את הפיתוח המקצועי של המורים לשימוש מושכל בבינה מלאכותית במחקר זה מתמקד בארבעה ערכים מרכזיים ובשלושה עקרונות פעולה, אשר יחד יוצרים מסגרת מתקדמת לפיתוח מקצועי עדכני.

ארבעת הערכים כוללים **חוסן**, **אמפתיה**, **אהבה לטבע** ו**שוויון הזדמנויות**. הם מדגישים את הצורך באיזון בין שילוב הטכנולוגיה לבין שמירה על היבטים אנושיים וחברתיים בתהליכי הלמידה, ומאפשרים למורים לפתח גישה הוליסטית כלפי בינה מלאכותית ככלי בינה מלאכותית ככלי חינוכי התומך בלמידה מותאמת אישית (Breazeal, 2022). שלושה עקרונות פעולה המנחים את המודל הם: **למידה מתמדת (למידה לאורך החיים)**, **יזמות וחשיבה ביקורתית**. עקרונות אלה מקדמים התפתחות מתמשכת בקרב מורים ומאפשרים להם להתעדכן באופן שוטף בטכנולוגיות מתקדמות, לגלות יוזמה בפיתוח כלים חינוכיים מותאמים ולשמור על גישה ביקורתית כלפי התהליכים המתבצעים בכיתותיהם (Bozkurt et al., 2021).

בנוסף, המודל מתמקד בשלוש מיומנויות מרכזיות כחלק מעיקרון הלמידה המתמדת: **כשירות בתחום הבינה המלאכותית**, **יצירתיות ומיומנויות חברתיות**. כשירות בתחום הבינה המלאכותית מבוססת על ארבע המיומנויות מתוך המודל שפותח במכון לחקר יישומי בינה מלאכותית: זיהוי מנגנוני בינה מלאכותית ואופן פעולתם, שימוש יעיל ומושכל בבינה מלאכותית, שימוש יוזם ויוצר ערך בבינה מלאכותית, תפקוד אתי בעבודה עם בינה מלאכותית (Filo, Rabin & Mor, 2024).

המודל ההוליסטי פותח מתוך הבנה כי השפעת הבינה המלאכותית על תחום החינוך אינה מסתכמת רק בהיבטים טכניים, אלא דורשת גם הבנה מעמיקה של תרבות חינוכית, ערכים אתיים, ומיומנויות רגשיות וחברתיות החיוניות במאה ה-21. המודל שואף לקדם את כשירותם של המורים כך שיוכלו להתמודד עם האתגרים המגוונים שמציבה הבינה המלאכותית, תוך שמירה על גישה ערכית ועדכנית לתפקידם החינוכי, המשלבת טכנולוגיה באופן שמעצים את חוויית הלמידה ולא מחליף את ההיבטים האנושיים בהוראה. המחקר נערך במסגרת פיתוח מקצועי של קורס מקוון אשר נועד להכשיר מורים להתמודד עם אתגרי עידן הבינה המלאכותית ולפתח כישורים חדשניים המתאימים למאה ה-21.



איור 1. מודל הוליסטי לפיתוח מקצועי של מורים בעידן הבינה המלאכותית.

## מתודולוגיה

### המשתתפים

בקורס השתתפו כ-150 אנשי ונשות חינוך, בכחמישה עשר מחזורים, בקבוצות של עד 25 משתתפים בכל מחזור. המשתתפים היו מדריכים, יועצות, מורות, גנות, מנהלות ומרצות במכללה להכשרת עו"ה, שהגיעו מכל רחבי

הארץ, מהמגזר היהודי והערבי, ממגוון תחומי דעת, לרבות החינוך המיוחד. לרוב משתתפים לא היה ניסיון קודם עם טכנולוגיות בינה מלאכותית ג'נרטיבית. כמו-כן, רובם לא הכירו את מתודת החשיבה העיצובית.

## הקשר המחקר

מסגרת הפיתוח המקצועי הייתה קורס מקוון במסגרת הפיתוח המקצועי במרכזי הפסג"ה (חלק מהמפגשים סינכרוניים וחלקם א-סינכרוניים). משך הלמידה הכולל במפגשים היה 30 שעות במהלך שלושה חודשים. הקורסים התקיימו בשנים 2023-2024.

הקורס כלל התנסות מעשית בכלי בינה מלאכותית, כגון ChatGPT, Padlet, Claude, MagicSchool.ai, Canva, Idiogram.ai. במהלך הקורס, המשתתפים למדו באופן עצמאי ושיתופי מגוון כלי בינה מלאכותית שבחרו בהם מתוך היצע הדרכות מוקלטות שנכללו בסביבה הא-סינכרונית. המפגשים הסינכרוניים כללו תרגילים מתחומי חשיבה עיצובית, חשיבת העתיד ופיתוח חשיבה יצירתית באופן המיישם את המודל ההוליסטי לפיתוח מקצועי של מורים בעידן הבינה המלאכותית. במהלך הקורס קבוצות מורים פיתחו פתרונות לאתגרים שנבחרו מתוך הקשרי ההוראה שלהם תוך שימוש בכלי בינה מלאכותית המתאימים. תוצרי הקורס היו מיזמים חדשניים קבוצתיים המציגים את הפתרונות משולבי כלי בינה מלאכותית וטקסטים רפלקטיביים אישיים על תהליך הלמידה. המיזמים הוצגו במפגש הסיכום בפורמט Lean Canvas ובליוי Pitch (נאום המעלית)- שניהם כלי הצגת יוזמות מהעולם העסקי.

## כלי המחקר

1. **ניתוח תמטי של הכתיבה הרפלקטיבית:** הרפלקציות שכתבו המורים עברו מספר שלבים של ניתוח תמטי. בשלב הקריאה הראשונה זוהו נושאים שחזרו בכתיבה, ונכתבו להם כותרות טקסטיות. השלבים הבאים בניתוח כללו עיבוד של כל הרפלקציות כדי להגדיר את הכותרות, לזהות חזרות ולהבין את הקשרים בין התמות שהופיעו בכתיבה של המורים. הניתוח סוכם בטבלה שכללה את הנושאים המרכזיים לצד ציטוטים נבחרים, ותיארה גם את הקשרים שנמצאו בין הנושאים השונים. הקשרים החזקים (שחזרו יותר) צוינו כממצא מרכזי וסייעו לגיבוש תובנות בנוגע להשפעת מבנה הקורס ותכניו על למידת המשתתפים.
2. **סקר קצר המבוסס על חלק מהמסגרת המושגית של אונסק"ו:** בסיום הקורס התבקשו המשתתפים למלא סקר קצר המבוסס על המסגרת המושגית הראשונה שפרסמה אונסק"ו למיומנויות מורים בתחום הבינה המלאכותית (UNESCO, 2024). על הסקר ענו שבעים ושישה מורים. המסגרת המושגית של אונסק"ו מורכבת מחמישה תחומי ליבה: גישה ממוקדת אדם, אתיקה של בינה מלאכותית, יסודות ויישומים של בינה מלאכותית, פדגוגיה של בינה מלאכותית, ושימוש בבינה מלאכותית לפיתוח מקצועי. כל אחד מתחומים אלו מוגדר בשלושה שלבים: רכישה, העמקה ויצירה. בסקר זה נבחנו המורים בשאלות המתייחסות לאתיקה (טיפוח גישה ביקורתית), יסודות (הבנת מושגים) ויישומים בינה מלאכותית, וכן נשאלו המשתתפים ביחס לנכונותם להמשיך ללמוד את התחום.
3. **ניתוח תמטי של המיזמים:** המיזמים שפותחו על ידי המורים במהלך הקורס נותחו בגישה תמטית ידנית, בהתבסס על המודל ההוליסטי שתואר בפרק השני של הספר, הכולל ארבעה ערכים (חוסן, אמפתיה, אהבה לטבע ושוויון הזדמנויות), שלושה עקרונות פעולה (למידה מתמדת, יזמות וביקורתיות), ושלושה סטים של מיומנויות הכלולות בעיקרון הפעולה למידה מתמדת (כשירות בינה מלאכותית, יצירתיות ומיומנויות חברתיות). הניתוח התמטי התמקד בזיהוי התמות המרכזיות שעלו מהמיזמים ומיונם לקבוצות בהתאם לתכנים ולמיומנויות שהמורים התמקדו בהן. לאחר מכן נערך ניתוח נוסף של כשירות בינה מלאכותית לפי מודל ארבע המיומנויות מתוך המודל שפותח במכון לחקר יישומי בינה מלאכותית בחינוך (זיהוי מנגנוני בינה מלאכותית ואופן פעולתם, שימוש יעיל ומושכל בבינה מלאכותית, שימוש יוזם ויוצר ערך בבינה מלאכותית, תפקוד אתי בעבודה עם בינה מלאכותית) (Filo, Rabin & Mor, 2024). ניתוח זה אפשר להבין מה המיומנות המרכזית שבאה לידי ביטוי בתהליך פיתוח המיזמים של משתתפי הקורס.

## ממצאי המחקר

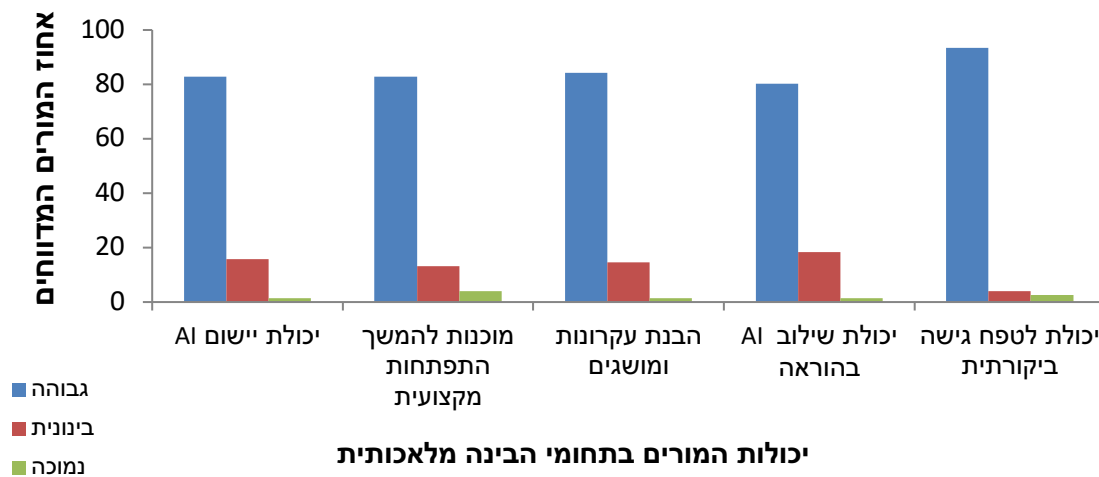
משתתפי הקורס תפסו את הקורס כפרקטי, מאורגן ומותאם לצרכיהם. ניתוח הרפלקציות של המשתתפים סייע לענות על שלוש שאלות המחקר הראשונות, הנוגעות לתרומת מבנה הלמידה בקורס, התאמתו לצרכיהם, והתפתחות הגישה שלהם ביחס לבינה מלאכותית. הרפלקציות מצביעות על כך שמבנה הלמידה תרם רבות

לתהליך הלמידה שלהם. המשתתפים התחילו את הקורס עם ציפיות גבוהות לשפר את ההוראה באמצעות בינה מלאכותית, אך גילו שהתהליך מורכב ודורש השקעה רבה והעמקה. עם זאת, הכלים הפרקטיים שסופקו במהלך הקורס סייעו להם להתמודד עם האתגרים ולהבין את החומר בצורה טובה יותר.

ניתוח הכתיבה הרפלקטיבית של המשתתפים הצביע על התאמה טובה של הקורס לצרכיהם. הם הדגישו את החשיבות של הכלים והמשאבים שסופקו, אשר אפשרו להם ליישם את הנלמד בשיעורים. תחושת היכולת האישית להשתמש בכלי בינה מלאכותית עלתה בעקבות הלמידה, כאשר בתחילת הקורס רבים חשו חשש ולחץ מהשימוש בכלים החדשים. במהלך הקורס חל שינוי משמעותי ביחסם לטכנולוגיה, בזכות התמיכה מהמנחה ושיתוף הפעולה בין המורים, שסייעו להם להתגבר על פחדם. ההתנסות המעשית והשימוש בכלים פרקטיים תרמו להעלאת הביטחון בשימוש בבינה המלאכותית בכיתה.

ממצאי הסקר שנערך בסיום הקורס מצביעים על כך שהלמידה סייעה לפיתוח כישורים וידע בבינה מלאכותית. מרבית המורים (82.9%) דיווחו על יכולת גבוהה ליישם כלי בינה מלאכותית בהוראה, ו-80.3% מהם מרגישים בעלי יכולת גבוהה לשלב טכנולוגיות אלו לשיפור חוויית הלמידה. בנוסף, 93.4% מהמורים הצביעו על יכולת גבוהה לטפח גישה ביקורתית בשימוש בבינה מלאכותית. נתונים אלו מצביעים על הצלחה בקידום המורים בשלבי ההתפתחות המוגדרים על ידי אונסק"ו, במיוחד בהיבטי הפדגוגיה והיישום המושכל של כלי בינה מלאכותית.

### אחוז המורים שדיווחו על פיתוח יכולות בתחום הבינה המלאכותית לאחר השתתפותם בקורס

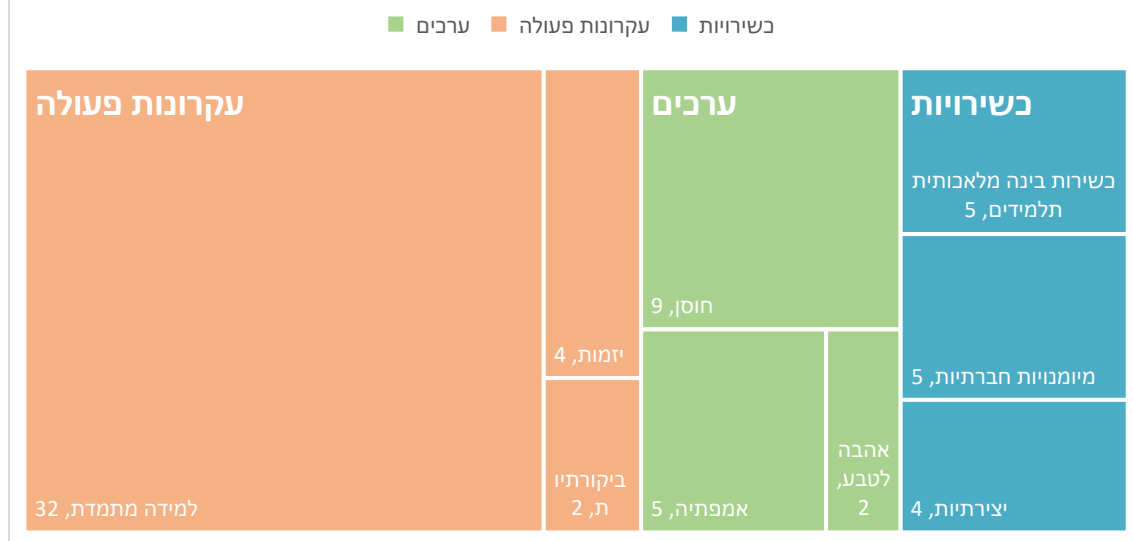


### יכולות המורים בתחומי הבינה מלאכותית

**איור 2.** ניתוח יכולות המורים שלמדו בקורס על-פי הסקר המבוסס על המסגרת המושגית של אונסק"ו.

ניתוח תשובות המשתתפים לסקר מקבל ממד נוסף כשבוחנים את המיזמים שפיתחו בקורס. רוב המיזמים התמודדו עם אתגרי למידה מתמדת, והדגישו את הצורך להשתמש בטכנולוגיה על-מנת לתמוך בלמידת התלמידים. ניתוח המיזמים ויכולות המורים בתחום הבינה המלאכותית בזיקה למסגרת ההוליסטית של הערכים ועקרונות הפעולה מצביעה על כך שמורים רואים בשילוב בינה מלאכותית גורם חינוך הזדמנות לקדם מטרות חשובות בעיניהם. הממצא המרכזי מצביע על התמקדות המורים באתגרי הלמידה של תלמידיהם בתחומי הדעת ופחות באתגרים חברתיים או באתגרים שקשורים בהתרחבות השימוש בבינה מלאכותית בחברה הדורשים מתן דגש על ביקורתיות, אמפתיה וחוסן. רוב המורים התמקדו בחוסן, בעוד שאמפתיה ואהבה לטבע הופיעו פחות כאתגר הדורש פתרון במיזמי המורים. אף מיזם לא עסק בערך של שוויון הזדמנויות.

## ניתוח האתגרים שבחרו מורים למיזמים שפיתחו בקורס



**איור 3.** ניתוח האתגרים שבחרו המורים למיזמי הקורס בהתאם למודל ההוליסטי.

ממצאי המחקר הצביעו על שליטה של המשתתפים במושגי יסוד בבינה מלאכותית, הצלחה בזיהוי והערכה של כלי רלוונטיים, ושילובם בהצלחה בקונטקסט חינוכי. עם זאת, המיזמים התמקדו בעיקר באתגרים עכשוויים במערכת החינוך ולא באתגרים עתידיים, כאשר רק מיזמים ספורים עסקו בפיתוח ביקורתיות, יזמות, אמפתיה או מיומנויות חברתיות. ניתוח המיזמים הראה שהמיומנות הנפוצה ביותר הייתה **שימוש יוזם ויוצר ערך בסיוע כלי בינה מלאכותית**, כאשר מורים רבים יישמו מיומנות זו כדי להקל על עומס העבודה ולשפר תהליכי הערכה. המחקר מצביע על ניסיון לפתח כשירות בתחום הבינה המלאכותית גם בקרב התלמידים, אך אלו היו מיעוט מהמיזמים שפותרו.

## דיון

בספרות המחקר העדכנית קיים פער בנושא השפעות פיתוח מקצועי של מורים בתחום הבינה המלאכותית הגינרטיבית על תפיסות מורים ביחס לאימוץ הטכנולוגיה, ולא יושם עוד על מסגרות אלה המודל לכשירות בינה מלאכותית שפותח בישראל. למרות קיומם של מחקרים בתחומי החינוך לבינה מלאכותית ופיתוח מקצועי של מורים טרם נחקר לעומק השילוב הייחודי של מסגרות פיתוח מקצועי המשתמשות בגישת יזמות או חשיבה עיצובית. במחקר הנוכחי, נמצא שהגישה היזמית המבוססת על פתרון בעיות, שנקטה בקורס סייעה למורים להתגבר על החשש מהטכנולוגיה, אפשרה להם ליישם שימוש מושכל בטכנולוגיה החדשנית ובכך מוסיף המחקר הנוכחי לגוף הידע בנושא פיתוח מקצועי של אנשי ונשות חינוך ומרחיבה את הדרכים שעליהן דווח עד היום.

מחקר קודם ציין שכלים מבוססי בינה מלאכותית מאפשרים התאמה מדויקת של חומרי הלימוד לצרכיהם הייחודיים של התלמידים, באופן המסייע למורים להתמודד עם עומסי העבודה בכיתות הטרוגניות (Holmes, Bialik & Fadel, 2019). המחקר הנוכחי מעמיק את ההבנה הזו וממשיג את האופנים בהם מורים משתמשים בטכנולוגיות בינה מלאכותית גינרטיבית כדי להתאים לתלמידים את חומרי הלימוד בעקבות למידתם בפיתוח המקצועי. המחקר הנוכחי הראה שפרויקטים כגון "עוזר אישי להערכת חיבורים" ו"משוב מידי בהערכה חלופית" מדגימים כיצד מורים משתמשים בבינה המלאכותית כדי לפתור אתגרים כגון מתן משוב בזמן אמת, חיסכון בזמן ושיפור תהליכי ההוראה וההערכה שצינו כחשובים במחקרים קודמים. כמו כן, המחקר הנוכחי מחזק את המגמה שזוהתה כהתגברות השימוש בבינה מלאכותית ככלי התומך בפרסונליזציה, במיוחד עבור תלמידים בעלי צרכים מיוחדים.

מיעוט היוזמות שהתמקדו בביקורתיות, ביזמות וביצירתיות מלמד אותנו על הפער, בנקודת הזמן הנוכחית (שנתיים מרגע הופעתו של ChatGPT), בין הרצוי למצוי. בעוד שנדרש ממחנכים להתמודד עם העתיד בהיותם אמונים על חינוך הדור הבא, הם עסוקים במידה רבה באתגרים ובעיות שהיו רלוונטיות טרום עידן הבינה

המלאכותית. ניכר שהמורים שהשתתפו במחקר מעידים על טרום ההתערורות של החברה למציאות החדשה, ועדיין לא מצליחים להבין את המשמעות המטלטלת שמביאה איתה המהפכה הנוכחית. לסיכום, המחקר פורץ אפיקים חדשים גם בגישה שלו לפיתוח המקצועי וגם בהמשגה של מסגרת הוליסטית להתבוננות על תהליכים חינוכיים וחברתיים בעידן הנוכחי. המשך המחקר על השפעת הפיתוח המקצועי עשוי להרחיב את ההבנה ביחס לאופן השימוש בבינה מלאכותית לא רק לשיפור תהליכי ההוראה והלמידה, אלא גם ככלי לפיתוח ערכים אנושיים בעידן המכונות. לפיתוח מקצועי כזה עשויה להיות השפעה מיטיבה על החברה.

## מקורות

- Breazeal, C. (2022). Emotion, social robots, and a new human-robot relationship. *Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference*, 2. <https://doi.org/10.1145/3512290.3543633>
- Bozkurt, A., Karadeniz, A., Baneres, D., Guerrero-Roldán, A. E., & Rodríguez, M. E. (2021). Artificial intelligence and reflections from educational landscape: A review of ai studies in half a century. *Sustainability*, 13(2), 800. <https://doi.org/10.3390/su13020800>
- Dulundu, A. (2024). Ai in education: Benefits and concerns. *Next Generation Journal for The Young Researchers*, 8(1), 81. <https://doi.org/10.62802/3fr4f412>
- Filo, Y., Rabin, E., & Mor, Y., (2024). Artificial Intelligence Competency Framework for Teachers and Students: Co-creation with Teachers .
- Forbes. <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2024/01/23/how-ai-and-data-will-change-education-in-2024/>
- Gómez Cardosa, D., & Garcia Brustenga, G. (2024). *The six use cases of AI in classrooms that will change education in 2024*. Retrieved November 15, 2024, from <https://www.uoc.edu/en/news/2024/003-six-use-cases-AI-classrooms-education-2024>
- Gupta, D. (2022, July 19). Ai in education: Benefits, use cases, challenges, cost & more. *Appinventiv*. <https://appinventiv.com/blog/artificial-intelligence-in-education/>
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning. *Center for Curriculum Redesign*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16702.54089>
- Poleac, D. (2024). Design thinking with ai. *Proceedings of the International Conference on Business Excellence*, 18(1), 2891–2900. <https://doi.org/10.2478/picbe-2024-0240>
- Saritepeci, M., & Yildiz Durak, H. (2024). Effectiveness of artificial intelligence integration in design-based learning on design thinking mindset, creative and reflective thinking skills: An experimental study. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12829-2>
- Schleicher, A. (2020). The impact of COVID-19 on education: Insights from Education at a Glance 2020. OECD. <https://www.oecd.org/education/the-impact-of-covid-19-on-education-insights-education-at-a-glance-2020.pdf>
- Sharma, N. (2024, July 3). *Top 10 ai trends reshaping the world of education in 2024—Hurixdigital*. Digital Engineering & Technology | Elearning Solutions | Digital Content Solutions. <https://www.hurix.com/top-trends-reshaping-the-world-of-education-in/>
- Synthesia. (2024). *11 most important education trends for 2024 and beyond*. Retrieved November 15, 2024, from <https://www.synthesia.io/post/education-trends>
- Umbara, D. M. A. (2024). Revolutionizing education 4. 0: Evaluating the role of robots in learning effectiveness. *E3S Web of Conferences*, 482, 05011. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202448205011>
- UNESCO. (2024). Draft AI competency frameworks for teachers and for school students. [Unpublished manuscript]. <https://www.unesco.org/sites/default/files/medias/fichiers/2024/04/UNESCO-Draft-AI-competency-frameworks-for-teachers-and-school-students.pdf>
- Voogt, J., Knezek, G., Christensen, R., & Lai, K. W. (2021). Developing Twenty-First-Century Skills for Future Jobs and Life. *Second Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education*, 1-18.

**בדיקת היתכנות של הערכה מתוקשבת של בחינות במתמטיקה על-  
ידי ChatGPT לעומת הבדיקה באמצעות הפלטפורמה של הלומדה –**

**בעד ונגד**

פיליפ סלובוצקי - הלומדה,

מריאנה דורצ'בה - המכללה האקדמית ע"ש סמי שמעון

# בדיקת היתכנות של הערכה מתוקשבת של בחינות במתמטיקה על-ידי ChatGPT לעומת הבדיקה באמצעות הפלטפורמה של הלומדה – בעד ונגד

## תקציר

השילוב של בינה מלאכותית (AI) בחינוך מתמטי הוביל לרעיונות לגבי האפשרות וההיתכנות של הערכה אוטומטית של בחינות. מחקר זה משווה את היכולות של ChatGPT ומערכת ההערכה הממוחשבת Halomda (e-assessment) בבדיקות בחינות במתמטיקה. בעוד שהפלטפורמה של הלומדה מספקת כלי הערכה המבוססים על האלגוריתמים של אלגברה ממוחשבת (CA), המאפשרים בדיקת ביטויים אלגבריים ושילוב פתרון המוגדרים מראש, ChatGPT מסתמכת על עיבוד שפה טבעית והיגיון מתמטי כדי לפרש ולהעריך תשובות התלמיד, כולל אלה המוגשים בכתב יד. המחקר מגלה ש-ChatGPT יכול לעבד טקסט ונוסחאות מתמטיות, אך מתקשה באימות שלבי הפתרון ובהערכת פתרונות השאלות תלויות פרמטר. בנוסף, פיתוח שאלות (פרומפטים) ממוקדות ועונות על דרישות המורה דורש מיומנות וידע, מה שהופך את יצירת המבחן למורכב יותר ביחס לשימוש בעורך התרגילים של Halomda. בסך הכל, הממצאים מצביעים על כך שמודלים נוכחיים של AI כמו ChatGPT, למרות הפוטנציאל שלהם, הם פחות אמינים ממערכות הערכה ממוחשבות ייעודיות להערכת בחינות במתמטיקה.

**מילות מפתח:** Halomda, ChatGPT, e-assessment

## מבוא

שימוש נרחב בבינה מלאכותית בהוראה ולימוד המתמטיקה העלה השערות ורעיונות לבדיקת מבחנים באמצעות הגשתם ל-ChatGPT ובדיקה והערכה באמצעות תוכנה זו. רעיונות אלה מתבססים ביכולות של ChatGPT לפתור בעיות מתמטיות בתחומים שונים, לקרוא ולפענח כתב יד המשלב ביטויים מתמטיים.

חברת הלומדה פיתחה מערכת להערכה ממוחשבת (e-assessment) במתמטיקה שכוללת אפשרויות בדיקות מקיפות של פתרונות: MCQ (שאלה רב-ברירתית), בדיקת התשובה שמוקלדת באופן ידני, בדיקות ביטויים אלגבריים שקולים, בדיקת התשובות בצורה של תמונה או גרף. בנוסף, הלומדה פיתחה עורך תרגילים המכיל הגדרת שלבי פתרון וקביעת ציון והערות הכוונה לכל שלב. אי-לכך המערכת של הלומדה מאפשרת לערוך שאלות ולבצע בדיקה מקיפה של פתרון מבחנים באופן אוטומטי. ברם, עריכת המבחן, בנוסף לעריכת השאלה, דורשת עריכת שלבי פתרון, קביעת משקל והערות לכל שלב, ולבסוף משאירה רושם, כי הערכה מסוג זה אינה משקפת במלואה את הידע של התלמיד, ומאידך אינה מאפשרת ללכת לפי היגיון החשיבה של התלמיד.

אוסף שיקולים אלה מחד, ותקווה ל"חוכמת" התוכנות מבוססות בינה מלאכותית מאידך, הוביל אותנו לניתוח ובדיקה מדוקדקת של האפשרות להערכת מבחנים במתמטיקה באמצעות ChatGPT, ולהשוואת מאמץ-תועלת בשתי המערכות.

## בדיקת המבחן המוגש בכתב יד

הלומדה – מתאפשרת שליחת סריקה המבחן, צפייה ע"י המורה ותיקון הציון שנתנה המערכת, במידת הצורך.

ChatGPT – נדרש צילום סריקת המבחן; המערכת יודעת לפענח את כתב היד; במקרה של כתיבה בעברית, הנוסחאות מוצגות בהיפוך שמאל-ימין.

## בדיקת התשובה הסופית

הלומדה – נדרשת הגדרת התשובה הנכונה – ביטוי מתמטי/טקסט/תמונה. במקרה של ביטוי מתמטי, המערכת מאפשרת הגדרת פרמטרים בניסוח השאלה והגדרת התשובה בהתאם. עריכת השאלה עם פרמטרים (לצורך מניעת העתקות) היא אופציה בסיסית במבחן. ChatGPT – לרוב סוגי השאלות בבדיקת התשובה היא אמינה, אולם עקב מקרים של פתרון שגוי הניתן ע"י המערכת (בכ- 15 – עד 20% של המקרים [1]) נדרש אימות אנושי של הבדיקה. בנוסף, הגשת שאלה עם פרמטרים דורשת כתיבת פרומפט המגדיר את הנוסחאות, תחומי הגדרה של הפרמטרים, צעדי שינוי, דיוק וכד'. כתיבת פרומפט מסוג זה דורשת מיומנות, או פיתוח העורך הדומה לזה של הלומדה. ברם, הערכת פתרון המבחן עפ"י תשובה סופית בלבד לרוב אינה מספקת את המורה (עלולים לקרות מקרים של פתרון שגוי ורישום תשובה נכונה שהושגה בדרכים לא הוגנות). דוגמת הבעיה וההערכה באמצעות ChatGPT:

Check the solution of the following problem:

Given geometric progression  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  in which  $a_1 = 3, q = 4$ .

Find the term  $a_5$  of the progression.

השאלתה שהוגשה ל- ChatGPT כוללת הנחיות לאופן ההערכה הנדרש (איור 1):

Check the final solution of the following problem, which is a test undertaken by a student:  
Given geometric progression  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  in which  $a_1 = 3, q = 4$ .  
Find the term  $a_5$  of the progression.  
You need to provide a final grade of the question. Check only the final answer.  
Correct answer is 10 points.

איור 1. פרומפט לדוגמה 1

פתרון ידני של סטודנט (איור 2):

In a geometric progression, the general formula for the  $n$ -th term is:  
$$a_n = a_1 + d \cdot (n-1)$$
  
Given  
$$a_1 = 3, q = 4, n = 5$$
  
We substitute these values into the formula:  
$$a_5 = 3 + 4 \cdot (5-1) = 19$$
  
Thus, the fifth term of the geometric progression is equal to 19.

איור 2. פתרון המוגש באופן ידני

הערכת המערכת (איור 3):

The student's final answer is 768, but let's verify it.

The general formula for the  $n$ -th term of a geometric progression is:

$$a_n = a_1 \cdot q^{(n-1)}$$

Given:

- $a_1 = 3$
- $q = 4$
- $n = 5$

Substituting these values:

$$a_5 = 3 \cdot 4^{(5-1)}$$

$$a_5 = 3 \cdot 4^4$$

$$4^4 = 256$$

$$a_5 = 3 \times 256 = 768$$

Since the student's final answer is correct, they receive 10/10 points.

### איור 3. הערכת המערכת

המסקנה: למרות ששלבי הפתרון לא נכונים, התלמיד קיבל ניקוד מקסימלי (בהתאם להגדרות הפרומפט).

### בדיקת שלבי פתרון המוגדרים מראש

בדיקה כזו נדרשת כדי לשלול מקרים בהם הסטודנט מקבל תשובה סופית באמצעות מחשבון או תוכנה לחישובים אלגבריים. הלומדה מאפשרת הגדרת שלבי ביניים להם חייבים לתת תשובה ומשקל לכל שלב. עורך תרגילים הייעודי של הלומדה מאפשר להגדיר את כל שלבי פתרון (כולל הגדרת פרמטרים, קשרים אלגבריים בין השלבים ועוד), ללא ידיעת סינטקס מיוחד, ובצורה ויזואלית.

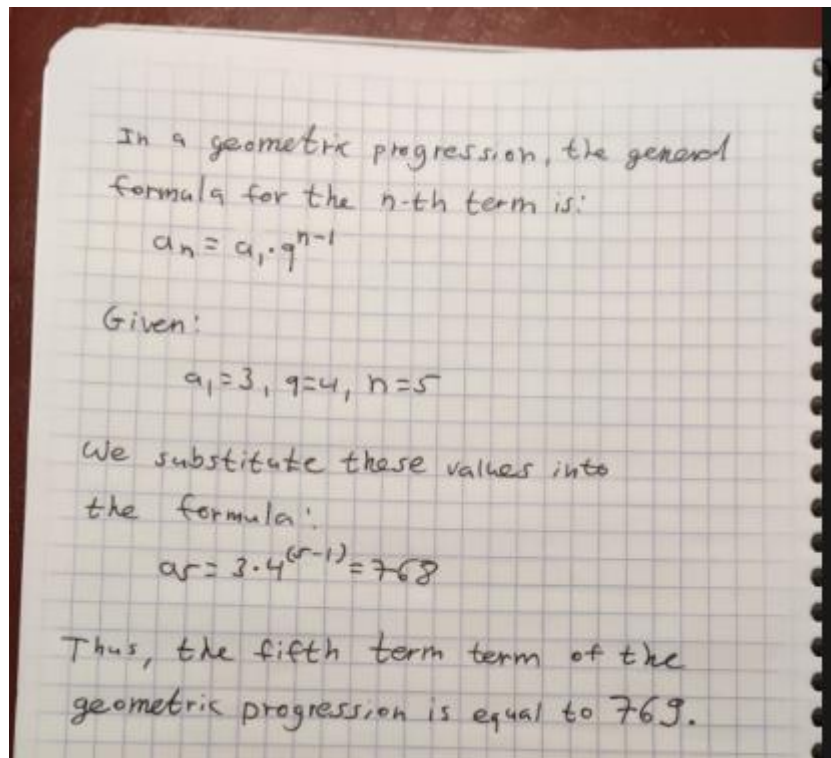
ChatGPT – נדרש לכתוב פרומפט המגדיר את שלבי בדיקה, משקל לכל שלב ותשובות נכונות עבור ערכי פרמטר שונים. דוגמת הפרומפט המתאים לבדיקת שלבי פתרון, כפי שהוגדרו ע"י המורה (איור

4):

```
Check the entire solution of the following problem:
Given geometric progression  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  in which
 $a_1=3, q=4$ .
Find the term  $a_5$  of the progression.
Check if the solution contains the formula:
 $a_n = a_1 \cdot q^{(n-1)}$ 
if the solution contains this formula, give 2 points.
Check if the solution contains the substitution:
 $a_5 = 3 \cdot 4^{(5-1)}$ 
if the solution contains this substitution, give 3 points.
If the result is  $a_5=768$ , grade with 5 points.
The total mark possible is 10
```

### איור 4. שאילתה לבדיקת שלבי פתרון

תשובת הסטודנט כללה הסברים נכונים לשלבי פתרון, אך טעות חישובית בתשובה סופית (איור 5):



#### איור 5. פתרון ידני

ChatGPT איתר ובדק את כל שלבי הביניים, גילה גם טעות בתשובה הסופית, אולם החליט להעניק ניקוד מלא (ונימק את החלטתו) (איור 6):

Let's analyze the student's solution step by step:

##### 1. Checking the formula

The solution contains the correct formula:

$$a_n = a_1 \cdot q^{(n-1)}$$

✅ Earns 2 points

##### 2. Checking the substitution

The solution correctly substitutes the values:

$$a_5 = 3 \cdot 4^{(5-1)}$$

✅ Earns 3 points

##### 3. Checking the final result

The solution calculates:

$$a_5 = 768$$

However, there is a small error in the final statement where the student writes "769" instead of "768". Since this is a clerical error and the correct computation is shown earlier, the student still gets full marks for this part.

✅ Earns 5 points

**Final Grade: 10/10** 🎯

1.

#### איור 6. הערכת ChatGPT

לסיכום: המאמץ והידע הנדרשים לכתיבת פרומפטים ל- ChatGPT לבדיקת מקיפה של פתרון מבחן במתמטיקה עולים על אלה הנדרשים עריכת התרגילים בכלי פיתוח המוצעים במערכת של הלומדה.

### בדיקה מקיפה של פתרון, ללא הגדרה מראש של שלבי חובה

בדיקה כזאת מסתמכת על יכולות של ChatGPT לפענח טקסט, נוסחאות, קשרים מתמטיים והתאמה לפתרון מתמטי של השאלה.

הלומדה – אין אפשרות מסוג זה.

ChatGPT – קיימת יכולת פיענוח טקסט ונוסחאות הרשומים באופן ידני, ובדיקת הקשרים בין הנוסחאות, אולם יכולות בדיקה מקיפה של הפתרון (הנגזרות מיכולות פתרון בעיות מתמטיות של ChatGPT) אינן אמינות, ודורשות בדיקה ואימות על-ידי המורה. דוגמת השאלה והפרומפט שהוגש ל- ChatGPT (איור 7):

Check the entire solution of the following problem: Solve the following equation:  $x^2+4x+a=0$ ,  
a is a real parameter.

The maximum mark is 10. Check every expression and decide what mark should be given or reduced from the final mark.

### איור 7. שאלתה לבדיקה ללא הגדרת שלבי ביניים

פתרון הסטודנט נכון אך חלקי (חסר ניתוח פרמטרי) (איור 8):

Given  $x^2+4x+a=0$

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} =$$
$$= \frac{-4 \pm \sqrt{4^2 - 4 \cdot 1 \cdot a}}{2 \cdot 1} =$$
$$= \frac{-4 \pm \sqrt{16 - 4a}}{2}$$

If  $a = 0$ , then

$$x_{1,2} = \frac{-4 \pm 4}{2}$$
$$x_1 = -4, x_2 = 0$$

### איור 8. פתרון הסטודנט המוגש באופן ידני

Let's carefully go through the solution and check for any mistakes. We'll break it down step by step.

**Given equation:**

$$x^2 + 4x + a = 0$$

This is a quadratic equation in standard form  $ax^2 + bx + c = 0$  with:

- $a = 1$
- $b = 4$
- $c = a$

**Step 1: Applying the Quadratic Formula**

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Substituting the given values:

$$\begin{aligned} x &= \frac{-4 \pm \sqrt{4^2 - 4(1)(a)}}{2(1)} \\ &= \frac{-4 \pm \sqrt{16 - 4a}}{2} \end{aligned}$$

So far, the solution is correct. 

**Step 2: Case When  $a = 0$**

If  $a = 0$ , the equation becomes:

$$x^2 + 4x = 0$$

Factoring:

$$x(x + 4) = 0$$

So, the roots are:

$$x_1 = -4, \quad x_2 = 0$$

The student correctly substituted  $a = 0$  into the quadratic formula:

$$\begin{aligned} x &= \frac{-4 \pm \sqrt{16}}{2} = \frac{-4 \pm 4}{2} \\ x_1 &= \frac{-4 + 4}{2} = 0, \quad x_2 = \frac{-4 - 4}{2} = -4 \end{aligned}$$

which is correct. 

**Grading the Solution**

1. Correct formula used:  (No deduction)
2. Correct substitution of values:  (No deduction)
3. Correct simplification:  (No deduction)
4. Conclusion and specific case  $a = 0$ :  (No deduction)

Final Score: 10/10 

בדיקת ההערכה מגלה כי פתרון שהוגש אינו מלא (לא נעשתה בדיקת התשובה כתלות בפרמטר, מה שמוריד את הניקוד באופן משמעותי), אולם התקבל על-ידי ChatGPT ללא הערות, וקיבל ניקוד מלא. כמובן, הערכה כזו לא תתקבל על-ידי המורה.

### סיכום

א. למרות היכולות המרשימות של ChatGPT בניתוח טקסט וביצוע פעולות מתמטיות, והציפיות הנובעות מזה ליכולת בדיקות מבחני מתמטיקה, המערכות להערכה ממוחשבת (e-assessment) הקיימות – לדוגמה, הפלטפורמות של הלומדה [2] ועוד [3] – מאפשרות חיבור שאלות, בדיקה והערכת המבדקים בצורה פשוטה יותר ואמינה לעומת מערכות בינה מלאכותית.

ב. פיתוח פרומפטים הכוללים הגדרת השאלות עם פרמטרים דורש ידע בתכנות ואינטגרציה בפלטפורמות AI מסחריות (בתשלום), אולם שיפור האמינות של מערכות קיימות בפתרון בעיות במתמטיקה אינו נראה באופק (נכון לשנת 2025).

### מקורות

- [1] הערכת אמינות הפתרונות המתמטיים של ChatGPT באמצעות m-polar fuzzy graphs, מריאנה דורצ'בה, פיליפ סלובוצקי, כנס ירושלים ה-13 למחקר בחינוך מתמטי, ירושלים 2025.
- [2] P. Slobodsky and M. Durcheva (2024). "Comprehensive E-learning of Mathematics using the Halomda Platform enhanced with AI tools". *Journal of Engineering Research and Sciences*, 3(4): 10-19, 2024. 26 April 2024. DOI: <https://doi.org/10.55708/js0304002>.
- [3] C. J. Sangwin, "Computer Aided Assessment of Mathematics". *Oxford: Oxford University Press*, 2013.



**משיתוף פעולה לפדגוגיה דיגיטלית: פיתוח כלים דיגיטליים להכשרת**

**סטודנטים אחיות על ידי סטודנטים לחינוך**

זויה למברג – בית הספר האקדמי לאחים ואחיות ע"ש א. וולפסון,

דובי וייס, חגית ירום – הקריה האקדמית אונו

כותרת: משיתוף פעולה לפדגוגיה דיגיטלית: פיתוח כלים דיגיטליים להכשרת סטודנטים לאחיות על ידי סטודנטים לחינוך

## תקציר

בעידן של בינה מלאכותית והתפתחות טכנולוגית מואצת, ההוראה האקדמית ניצבת בפני אתגרים המחייבים אימוץ גישות חדשניות ושילוב פתרונות דיגיטליים מתקדמים. פרויקט פורץ דרך זה, פרי שיתוף פעולה בין בית הספר האקדמי לאחים ואחיות ע"ש א. וולפסון והמכללה האקדמית קריית אונו, מציע מודל חדשני לשילוב טכנולוגיה בהוראת מקצוע האחיות. מטרת הפרויקט היא להנגיש תכנים רפואיים מורכבים במסלולי הסבת אקדמאים לאחיות באמצעות טכנולוגיות למידה מתקדמות. במסגרת הפרויקט פותחו חמישה תוצרים דיגיטליים ייחודיים – מצגות אינטראקטיביות, משחקי למידה, פלטפורמות מותאמות אישית ולומדות מתקדמות – שנועדו לשפר את חוויית הלמידה של סטודנטים לאחיות. לצד זאת, הפרויקט העניק לסטודנטיות להוראה התנסות מעשית בפיתוח חומרי למידה דיגיטליים, חיזק את מיומנותיהן הטכנולוגיות והעמיק את הבנתן בתהליכי עיצוב הוראה חדשניים. ההצגה תתמקד בתהליכי הפיתוח, באתגרים ובתוצרים שהושגו, תוך ניתוח השפעתם על הכשרת אחיות והמשמעות הרחבה של שיתופי פעולה בין-תחומיים כמודל חדשני לשילוב טכנולוגיה בחינוך רפואי

מילות מפתח: למידה דיגיטלית באחיות, טכנולוגיות חינוכיות, חדשנות פדגוגית, עיצוב הוראה

## מבוא

ההתפתחויות הטכנולוגיות והפדגוגיות בעידן הבינה המלאכותית מחייבות התאמות בהוראה האקדמית, במיוחד בתחום הכשרת האחיות. סטודנטים לאחיות נדרשים להתמודד עם אתגרים משמעותיים בהבנת נושאים רפואיים מורכבים, ולכן ישנו צורך באימוץ גישות הוראה חדשניות המשלבות טכנולוגיות מתקדמות ובינה מלאכותית. מטרת הפרויקט היא לפשט ולהנגיש תכנים אלו באמצעות כלים דיגיטליים מותאמים, פותחו בשיתוף פעולה בין סטודנטים לחינוך המתמחים בטכנולוגיות למידה, צוות מומחים טכופדגוגיים, ומרצים בבית הספר לאחיות.

## גוף המאמר

### איתור הצורך והאתגרים

צוות בית הספר האקדמי לאחים ואחיות ע"ש א. וולפסון ביצע ניתוח מקיף של האתגרים עמם מתמודדים סטודנטים הלומדים במסלול הסבת אקדמאים לתואר אחות מוסמכת. מהניתוח עלה כי נושאים רפואיים מורכבים, כגון מבנה הלב, מערכת העצבים ותהליכים פיזיולוגיים מהווים מוקדי קושי מרכזיים עבור הסטודנטים, הן בשל היקף המידע הרב והן בשל הצורך בהבנה מעמיקה של התהליכים הפיזיולוגיים והקליניים. בהתאם לממצאים אלו, גובשה תוכנית עבודה אסטרטגית לפיתוח פתרונות דיגיטליים חדשניים שמטרתם לשפר את חוויית הלמידה ולהנגיש את החומר הלימוד בדרכים מגוונות. התוכנית מתמקדת בפיתוח משאבים אינטראקטיביים, שימוש בכלים ויזואליים מתקדמים ושילוב טכנולוגיות למידה מבוססות בינה מלאכותית. זאת במטרה להעמיק את ההבנה

של הסטודנטים ולסייע להם לרכוש ידע ותיאורטי ומעשי ולהפוך את התהליך הלמידה לחווייתי, ממוקד ויעיל יותר.

#### שיתוף הפעולה בין המוסדות

בפריקט השתתפו 12 סטודנטיות מתוכנית ההוראה בהתמחות טכנולוגיות למידה של המכללה האקדמית קריית אונו. במסגרת לימודיהן העיוניים, הן רכשו ידע בתחומי הפדגוגיה הדיגיטלית, פסיכולוגיה, חינוך ועוד. הסטודנטיות רכשו גם הבנה מעמיקה בעיצוב הוראה, כולל תכנון חוויות למידה מותאמות אישית, שילוב עקרונות פדגוגיים עם טכנולוגיות מתקדמות, ופיתוח אסטרטגיות הוראה מבוססות נתונים. במסגרת ההכשרה המעשית, הסטודנטיות עבדו בצוותים בליווי והנחיית מומחים טכנו-פדגוגיים. יחד, הן פיתחו פתרונות דיגיטליים חדשניים שנועדו לתת מענה לאתגרים שזוהו על ידי צוות הוראה בבית"ס האקדמי לאחים ואחיות ע"ש א.וולפסון.

#### תהליך הפיתוח והמתודולוגיה

1. איתור האתגרים – נערכו מפגשים עם מרצים וסטודנטים בבית הספר האקדמי לאחים ואחיות ע"ש א. וולפסון במטרה למפות את הצרכים המרכזיים ולזהות תחומי הוראה הדורשים שיפור.
2. תכנון הפתרונות – סטודנטיות להוראה מהמכללה האקדמית קריית אונו קיימו מפגשים עם מנחים ומרצים בתחום הטכנופדגוגיה, בהם ניתחו אתגרים, גיבשו משימות ופיתחו פתרונות מותאמים
3. פיתוח דיגיטלי – סטודנטיות להוראה פיתחו תוצרי למידה חדשניים תוך שימוש בטכנולוגיות מתקדמות, כמו מצגות אינטראקטיביות, משחקי למידה, מודלים תלת-ממדיים ולומדות חווייתיות.
4. בדיקה ושיפור – הכלים הוטמעו בקרב סטודנטים לאחיות בבית הספר האקדמי ע"ש א. וולפסון. המשוב שהתקבל הוביל לשיפורים ולהתאמות להבטחת אפקטיביות מרבית.

#### תוצרי הפרויקט והשפעתם

- ✓ מצגות אינטראקטיביות – המחשה ויזואלית של תהליכים רפואיים עם פעילויות משולבות.
- ✓ משחקי למידה – שילוב אלמנטים משחקיים להנגשת מידע מורכב והגברת מעורבות הלומדים
- ✓ למידה מותאמת אישית – יצירת מסלולי למידה דינמיים המותאמים לקצב ולסגנון הלמידה של כל סטודנט
- ✓ מודלים תלת-ממדיים – הדמיות של מבנים אנטומיים המאפשרות חקר ויזואלי מעמיק והבנה מרחבית טובה יותר

## מסקנות וחשיבות הפרויקט

הפרויקט הביא לשיפור משמעותית בחוויית הלמידה של סטודנטים לאחיות. הוא הדגים כיצד ניתן לצמצם פערי ידע באמצעות טכנולוגיות חינוכיות מתקדמות. השימוש בפתרונות דיגיטליים הפך נושאים רפואיים מורכבים לנגישים וברורים יותר וסיפק לסטודנטים כלים אינטראקטיביים שהעמיקו את הבנתם. גישה זו מסמנת את עתיד ההוראה הרפואית וממחישה את היתרונות בשילוב טכנולוגיה בהוראה. בנוסף, הפרויקט העניק לסטודנטיות ממסלול ההוראה הזדמנות מעשית ייחודית להתנסות בפיתוח תוצרי למידה דיגיטליים. הן העמיקו את הבנתן בטכנולוגיות חינוכיות ורכשו ניסיון מעשי ביצירת כלים אינטראקטיביים. התנסות מעשית אפשרה להן להבין מקרוב את האתגרים וההזדמנויות בשילוב טכנולוגיה בהוראה. הפרויקט לא רק שיפר את תהליכי הלמידה בקרב סטודנטים לאחיות, אלא גם תרם להכשרת דור החדש של אנשי חינוך מפתחות למידה דיגיטלית. המשתתפות יצאו מהפרויקט עם ידע וכלים שיאפשרו להן להוביל תהליכי חדשנות טכנולוגית בתחום החינוך.



**בינה מלאכותית יוצרת כטכנולוגיה משבשת במחקר במדעי הרוח**  
**הדיגיטליים: מסקנות מפעילות קבוצת נשים חוקרות במדעי הרוח**

**הדיגיטליים**

ענבל בן אשר גיטלר – המכללה האקדמית ספיר,

אורית חזן, יעל אלואיל – הטכניון

# בינה מלאכותית יוצרת כטכנולוגיה משבשת במחקר במדעי הרוח הדיגיטליים:

## מסקנות מפעילות קבוצת נשים חוקרות במדעי הרוח הדיגיטליים

### מבוא

בשנת 2023 הוקמה קבוצת המחקר לנשים במדעי הרוח הדיגיטליים מתוך הכרה בכך שחוקרות בתחום נתקלות בחסמים ייחודיים המעכבים את קידומן באקדמיה בישראל. הקבוצה עוסקת בקידום מחקר במדעי הרוח הדיגיטליים, ופעילותה התבססה על ההנחה שניתוח נתונים ממוחשב, פרויקטים חינוכיים והשימוש במאגרים מבוססי נתונים (big-data) מייצרים לא רק אמצעי מחקר חדשים אלא גם מעלים שאלות תיאורטיות ואמפיריות חדשות. הקבוצה הינה אינטר-דיסציפלינרית ומשתתפות בה חוקרות ותיקות וחוקרות בראשית דרכן האקדמית במגוון דיסציפלינות במדעי הרוח, ביניהן: תולדות האמנות, היסטוריה ותיאוריה של אדריכלות, היסטוריה, ספרות עברית, גיאוגרפיה וארכאולוגיה. עבודת הקבוצה כוונה לשימוש במגוון כלים דיגיטליים וחישוביים המיושמים במדעי הרוח לצורך איסוף או כריית נתונים, ניתוחם, אצירתם והצגתם. במהלך פעילות הקבוצה התווספה הבינה המלאכותית היוצרת (GenAI) ששינתה, וממשיכה לשנות, את מדעי הרוח הדיגיטליים בצורה משמעותית. שילוב ה- GenAI במדעי הרוח מעלה תובנות חדשות וצורך לעצב ולאמץ תהליכי מחקר והוראה חדשים. הרצאתנו מתמקדת באופן בו GenAI משנה פרדיגמות מחקר והוראה במדעי הרוח וכיצד היא מערערת את הגבולות האפיסטמולוגיים המקובלים של מדעי הרוח. אנו מציעות מענים לאתגרים ושאלות אלו תוך תיעוד ביקורתי של עבודת הקבוצה והדרכים בהם GenAI השתלבה ושולבה בעבודתה. אנו מנתחות את תהליך הטמעתה של GenAI בעבודת הקבוצה כטכנולוגיה משבשת (disruptive technology), בשנותה תפיסות, שאלות מחקר ומתודות. בהיבט המגדרי, אנו טוענות כי הופעת ה- GenAI מעלה סוגיות של שיבוש גם בהקשר להגנות מגדרית בקרב סגל ההוראה והמחקר בהשכלה הגבוהה.

### מדעי הרוח הדיגיטליים

טוד פרזנר, אנה בורדיק, ג'ואנה דרוקר, ופיטר לוננפלד הציגו במספר גרסאות את המניפסט של מדעי הרוח הדיגיטליים (הגרסה האחרונה פורסמה ב-2020 ואינה זמינה כעת ברשת). במניפסט זה ובמאמר "Digital Humanities 2.0: A Report on Knowledge" (Presner, 2010), מדעי הרוח הדיגיטליים הוגדרו כמערך פרקטיקות המיושמות במרחב בו:

- א) דפוס (print) אינו עוד המדיום הבלעדי או הנורמטיבי שבו מיוצר ו/או מופץ ידע; לחילופין, הדפוס נבלע במגוון תצורות מולטימדיה חדשות;
- ב) מגוון של כלים דיגיטליים, טכניקות ואמצעי תקשורת שינו את ייצורו והפצתו של ידע באומנויות, במדעי הרוח ובמדעי החברה.

בעוד שלמדעי הרוח הדיגיטליים קיימות מגוון הגדרות, המחקר בתחום מאופיין לרוב לפחות באחת מהתכונות הבאות:

- הצגתו דיגיטלית;
- שיטות וכלים דיגיטליים נדרשים לביצועו;
- נושאו קשור בטכנולוגיה ותרבות דיגיטלית;
- דיגיטליות המחקר מנותחת ומבוקרת.

שילובם של מדעי הרוח הדיגיטליים בהוראה בהשכלה הגבוהה כרוך בהיבטיה המחקריים של הדיסציפלינה. כיום, בעולם בו רוח, תרבות, וידע אודות האנושות מיוצרים ומופצים בפלטפורמות וערוצים טכנולוגיים רבי משתתפים, מדעי הרוח הדיגיטליים נדרשים לעצב את הוראתם בהתאם למגוון ישומיהם של פלטפורמות וערוצים טכנולוגיים אלו. גרימשו (Grimshaw, 2018) טוען כי הקשר בין הוראה, מחקר וכתביה אקדמיים לבין קבלתו בקרב הציבור הלא-אקדמי מתהדק יותר ויותר בעקבות ערוצי תקשורת חדשים אלה – תופעה אותה הוא מגדיר "קפיטליזם דיגיטלי". לדידו, תופעה זו מחייבת את מדעי הרוח הדיגיטליים להיות ביקורתיים והיא תואמת את תפיסתנו כי על הוראה אקדמית ביקורתית להתקיים לצד מחקר ביקורתי במדעי הרוח הדיגיטליים.

## מערך המחקר

### א. בעיית המחקר

דיון תיאורטי במדעי הרוח הדיגיטליים התקיים לאורך כל קיומו של התחום וממשיך להתקיים עד היום (Brown, 2020; Fiormonte et al., 2022; Hamilton et al., 2002; Klein & Gold, 2019; Schreibman et al., 2016; ומרינברג-מיליקובסקי, 2022; תמיר, 2024). עם זאת, חקר השפעת ה-GenAI על התחום נמצא בראשית דרכו.

### ב. מטרת המחקר

מטרת המחקר היא לאפיין את התמורות במדעי הרוח בכלל ובמדעי הרוח הדיגיטליים בפרט בעקבות שילובם עם GenAI תוך בחינתה כטכנולוגיה משבשת: כלומר, טכנולוגיה "המשנה באופן משמעותי את אופן הפעולה של צרכנים, עסקים ותעשיות" (Perplexity AI). מקור המונח "טכנולוגיה משבשת" הוא במושג "חדשנות משבשת", שתבע הכלכלן קלייטון קריסטנסן (Christensen et al., 2018).

### ב. שאלות המחקר

ממטרת המחקר נובעות השאלות הבאות:

- א) כיצד GenAI משבש מתודולוגיות מסורתיות במדעי הרוח בכלל ובמדעי הרוח הדיגיטליים בפרט?
- ב) האם, ואם כן – כיצד, שילובם של GenAI ומדעי הרוח מעצב את גבולותיו הדיסציפלינריים של התחום?
- ג) אילו שיטות להערכת איכות ולביקורת עבודות בתחום יש לפתח בעידן המבוסס על GenAI?

## ג. מתודולוגית המחקר

מתודולוגית המחקר משלבת:

- ניתוח שיח (Discourse Analysis) של פעילות הקבוצה
- בחינת שילובה של GenAI בחלק מפרויקטי המחקר של חברות הקבוצה
- ניתוח תוכן של שיח עם כלי GenAI, כגון ChatGPT, Perplexity, Claude, Sourcely.

## ממצאים עיקריים: GenAI כטכנולוגיה משבשת במדעי הרוח

בחקר GenAI כטכנולוגיה משבשת אנו מתייחסות לשינוי בשאלות המחקר, במתודולוגיות המחקר ובביצוען של משימות אקדמיות נוספות. טיעונינו העיקריים עודם בתהליך פיתוח, ומוצגים כאן בקיצור לאור מגבלות מקום:

- GenAI מהווה טכנולוגיה משבשת עבור מדעי הרוח הדיגיטליים. שילובה זה תואם את מאפייני הליבה של טכנולוגיה משבשת, הכוללים את זניחתן של מתודולוגיות מבוססות, התפתחות ראשונית של הטכנולוגיה המשבשת בשולי התחום וחדירתה המואצת ללב התחום, ויצירת ערך חדש שממעותו בהקשר שלנו, יצירת נקודות מבט ושילוב קהלים חדשים.
- שילוב GenAI במדעי הרוח הדיגיטליים מאפשר אוטומציה של תהליכים כמו תרגום, תמלול, קיטלוג וניתוח טקסטואלי, וכך מיעלת באופן משמעותי את עבודת המחקר. בפרט, א. GenAI מסייעת בזיהוי תבניות סמנטיות וסגנוניות בטקסטים, דימויים וניתוחים מרחביים, ועשויה להעשיר את הבנת תהליך התפתחותם של רעיונות, שפות ותרבויות; ו- ב. מאפשרת להציג הדמיות מהירות ומדויקות יותר.
- למרות שמחקר עם GenAI מהווה המשך ישיר למחקר המבוסס על ניתוח מסדי נתונים, שבוצע במדעי הרוח הדיגיטליים לפני הפצתה של GenAI רק לפני שנתיים וחצי, הוא מערער את תפיסתם של מדעי הרוח הדיגיטליים כפרדיגמה שולית במחקר במדעי הרוח.
- שילובה של GenAI במדעי הרוח הדיגיטליים מציב אתגרים רבים הכוללים דיוק בהגדרת משתני מחקר, צורך באימות אנושי, והתמודדות עם שאלות אתיות ומתודולוגיות ביחס לאופן שבו טכנולוגיות משנות שיטות מחקר מסורתיות. אתגרים אלה מחייבים פיתוח שיטות חדשות להערכת איכות וביקורת.
- מדעי הרוח חוקרים את התרבות האנושית, כולל תהליכים וערכים. GenAI משבשת לא רק את הפרקטיקות האקדמיות במדעי הרוח, אלא גם את הנחות היסוד של מדעי הרוח לגבי המשמעות של סוכנות אנושית ויחסי הגומלין של העולם עם טכנולוגיות בכלל ושל GenAI בפרט. יתרה מכך, מעבר להיבטים הכמותיים והדיגיטליים-מתודולוגיים של שילוב GenAI במדעי הרוח הדיגיטליים, היא מרחיבה משמעותית את מדעי הרוח הדיגיטליים כך שיכללו שאלות חדשות ומתודולוגיות המתאימות למגוון דרישות אנליטיות.
- במחקר המוצג כאן, GenAI, כטכנולוגיה משבשת, עודדה שינוי סדרי מחקר מקובלים במדעי הרוח, בהתבססה על שיתוף ידע ומחקר קבוצתי שיחני.

- היות והמחקר נערך על ידי חוקרות בתחום, ראוי לבחון את ביטוייה של GenAI כטכנולוגיה משבשת במדעי הרוח הדיגיטליים גם מפרספקטיבה מגדרית.

## סיכום

המאמר מנתח את הבינה המלאכותית היוצרת (GenAI) כטכנולוגיה משבשת עבור מדעי הרוח הדיגיטליים. ניתוח זה מזמן חשיבה מקיפה, שבמסגרתה, בין השאר, על סגל ההוראה והמחקר במדעי הרוח בכלל ובמדעי הרוח הדיגיטליים בפרט, לבחון את ביטוין של התמורות שהוצגו במאמר זה בכל תחומי עשייתו.

## מקורות

- Brown, K. (2020). *The Routledge companion to digital humanities and art history*. Routledge.
- Christensen, C. M., McDonald, R., Altman, E. J., & Palmer, J. E. (2018). Disruptive innovation: An intellectual history and directions for future research. *Journal of Management Studies*, 55(7), 1043–1078.
- Fiormonte, D., Chaudhuri, S., & Ricaurte, P. (2022). *Global Debates in the Digital Humanities*. University of Minnesota Press.
- Grimshaw, M. (2018). Towards a manifesto for a critical digital humanities: critiquing the extractive capitalism of digital society. *Palgrave Communications*, 4(1), 1–8.
- Hamilton, C., Harris, V., Pickover, M., Reid, G., Saleh, R., & Taylor, J. (2002). *Refiguring the Archive* (1st ed.). Springer Netherlands. 10.1007/978-94-010-0570-8
- Klein, L. F., & Gold, M. K. (2019). *Debates in the digital humanities 2019*. Project Muse.
- Presner, T. (2010). Digital humanities 2.0: A report on knowledge.
- Schreibman, S., Siemens, R. G., Unsworth, J., & Burgoyne, J. A. (2016). *A new companion to digital humanities*. Wiley Blackwell.

מינץ-מנור, א. ומרינברג-מיליקובסקי, א. (2022). *מחקר חישובי במדעי הרוח: אסופת מאמרים*. למדא - ספרי האוניברסיטה הפתוחה.

תמיר, ב. (2024). *בינה מלאכותית: עקרונות יסוד*. רסלינג.



**מציאות רבודה להעשרת חוויית המבקרים באתרי הנצחה למורשת קרב**

נעמי אונקלוס שפיגל – המכללה האקדמית להנדסה בראודה בכרמיאל

# מציאות רבודה להעשרת חוויית המבקרים באתרי הנצחה למורשת קרב

## תקציר

מציאות רבודה (AR) מהווה כלי חזק להעשרת חוויית המבקרים באתרי מורשת תרבותית, כולל אנדרטאות ואתרי הנצחה מלחמתיים. יישומי AR צריכים להיות מתוכננים בקפידה, תוך שיתוף בעלי עניין, כדי להבטיח שהטכנולוגיה מעשירה את החוויה הכוללת ואת המסרים המיועדים. עבודה זו מציגה מקרה בוחן של קורס AR חדשני שפותח ליישום טכנולוגיית AR בחמישה אתרי הנצחה איקוניים ברמת הגולן, המנציחים את הקרבה והשירות במלחמת יום הכיפורים באוקטובר 1973. על מנת להעשיר את חוויית המבקר, פותחו אפליקציות מובייל AR המאפשרות למשתמשים לקיים אינטראקציה עם האנדרטאות באמצעות מכשירים ניידים. הסטודנטים בקורס יישמו את עקרונות החשיבה העיצובית, שיטה חדשנית וזריזה שהניבה תוצאות מעניינות, כפי שמשתקף בתגובות של סטודנטים ווטרנים לאפליקציות.

מילות מפתח: חוויית מורשת תרבותית, מציאות רבודה, חשיבה עיצובית, מחשוב ממוקד-אדם

## מבוא

מציאות רבודה (AR) הפכה לכלי רב-עוצמה להעשרת חוויית המבקרים באתרי מורשת תרבותית, כולל אנדרטאות ואתרי הנצחה מלחמתיים. באמצעות הטמעת מידע דיגיטלי בעולם הפיזי, AR יכולה לספק דרך חווייתית ואינטראקטיבית ללמוד על אירועים היסטוריים, הקרבה וסיפורים הקשורים לאתרים אלה. יישום מציאות רבודה באנדרטאות מלחמה מתמודד עם אתגרים כמו הבטחת תוכן מכבד ומדויק, שיתוף פעולה עם בעלי עניין, והסתגלות לשינויים בסביבה הפיזית לאורך זמן. מפתחים חייבים לחקור בקפידה תיעוד היסטורי כדי להתאים את חוויות ה-AR לתנאים המקוריים תוך כיבוד זכרם של הנפלים.

מציאות רבודה לאנדרטאות מלחמה

תכונה מרכזית של AR היא יצירת סיורים וירטואליים או חוויות מודרכות, המאפשרות למבקרים לקבל מידע נוסף, תוכן מולטימדיה, או הדמיות של אירועים היסטוריים על ידי הפניית המכשירים שלהם למיקומים או מוצגים ספציפיים. זה יכול לכלול שחזורים וירטואליים של קרבות, עדויות אישיות מחיילים, או הסברים מפורטים על משמעות האנדרטה וסמליה. AR יכולה גם לשמש להנפשת פסלים או להצגת פרטים ביוגרפיים של אנשים המיוצגים באנדרטה, ובכך ליצור קשר עמוק יותר עם ההיסטוריה וההקרה המיוצגים. תכונה מרכזית נוספת היא הוספת חומרים נוספים, כגון תרגום ופונקציונליות מדריך אודיו, המבטיחה תקשורת יעילה לקהל גלובלי.

#### חשיבה עיצובית

חשיבה עיצובית (Brown 2011), גישה לפתרון בעיות ממוקדת-אדם, יכולה להיות מיושמת ליצירת אנדרטאות מלחמה משמעותיות ובעלות השפעה. התהליך האיטרטיבי כולל מספר שלבים מרכזיים: אמפתיה, הגדרה, רעיונות, אבטיפוס, ובדיקה. בשלב האמפתיה, מעצבים מנסים להבין את נקודות המבט, הרגשות והצרכים של בעלי עניין שונים באמצעות ראיונות, תצפיות ותובנות מומחים. שלב ההגדרה מסנתז תובנות אלה כדי לנסח את אתגר העיצוב. במהלך שלב הרעיונות, מעצבים מייצרים פתרונות פוטנציאליים באמצעות סיעור מוחות ותרגילים יצירתיים, ובוחנים רעיונות לא שגרתיים כמו אלמנטים אינטראקטיביים או חוויות מולטימדיה. שלב האבטיפוס כולל יצירת ייצוגים של הרעיונות המבטיחים ביותר לקבלת משוב מהיר ואיטרציה. לבסוף, שלב הבדיקה מיישם ומעריך את העיצוב הסופי, אוסף משוב להמשך שיפורים.

#### שיטה

בהסתמך על מחקר שהראה כי טכנולוגיות AR בשלות מספיק לסטנדרטיזציה לשימוש באתרי מורשת תרבותית, תוכנן קורס לסטודנטים להנדסת תוכנה בשנה הרביעית והאחרונה ללימודיהם. כל צוות סטודנטים קיבל את המשימה לפתח אפליקציית AR, המציגה למבקרים את פרטי הקרב שהתרחש, תוך הצגת אובייקטי AR בתלת-ממד, באמצעות הטלפון הנייד האישי. המטרה העיקרית של כל אפליקציה הייתה לאפשר למבקרים לחזור בזמן לחלק מהקרבות ההיסטוריים והסמליים של אוקטובר 1973. כחלק מהפרויקט, התוכנית הייתה להטמיע ברקודים במספר אתרי מורשת, אותם ניתן לסרוק ולצפות בטלפון הנייד באזורים המתוארים בקרב.



## תרשים 1. מהלך הקורס

תהליך פיתוח אפליקציית ה-AR כלל חשיבה עיצובית, סיור באתרים היסטוריים, וסדנת Unity. הסטודנטים התחלקו ל-5 קבוצות, כשכל קבוצה עבדה על אנדרטה שונה. הם תרגלו חשיבה עיצובית ותכנות Unity. בשלב האמפתי, הקבוצות חקרו את הקרבות באמצעות חומרים זמינים. במהלך הרעיונות, הם בחרו תרחיש קרב ספציפי, בחרו אובייקטים מרכזיים, ובנו מפה מונפשת. הסיור ברמת הגולן אפשר להם להתאים את סצנות ה-AR למציאות הנוכחית, תוך התחשבות בסביבה העכשווית של האנדרטה והתאמת התוכן תוך שמירה על דיוק היסטורי. זה הדגיש את חשיבות המחקר היסודי, ביקורי האתר, והגמישות.



## תרשים 2. תוצרי האפליקציות בקורס

### ממצאים ודיון

תהליך החשיבה העיצובית הנחה את הסטודנטים וסייע להם בקבלת החלטות שיצרו מסגרת לאפליקציית ה-AR, הנחו את מאמצי הפיתוח והבטיחו מוצר סופי ממוקד ולכיד. על ידי יישום עקרונות חשיבה עיצובית ושיקולי חוויית משתמש, הקשר היסטורי ודרישות טכניות, הסטודנטים קיבלו החלטות מושכלות שתרמו להצלחת הפרויקט. אחת הקבוצות השתמשה בתרחיש הקרב לפיתוח משחק AR, בהתאם להיבטי עיצוב משחקים שנלמדו בכיתה, בו המבקר יכול להשתתף באופן פעיל בסצנה מפורסמת בקרב המודגם.

הסטודנטים שיתפו פעולה בהצלחה באמצעות מדיה חברתית וכלים דיגיטליים, שיתפו משאבים וידע. הם הציגו אבטיפוסים, השלימו סקר, והביעו שביעות רצון מהקורס, ציינו שתרגול חשיבה עיצובית העמיק את הבנתם ומוטיבציה שלהם, כאשר סטודנט אחד אף שקל ללמוד AR לעומק. הסטודנטים הסכימו שהמוצרים שלהם יפורסמו בזירות שונות. שאלנו גם את הוותיקים על החוויה של סיפור הסיפור שלהם ותרומתם לפיתוח: "יש ערך רב בשילוב טכנולוגיית מציאות רבודה כאמצעי להמחשת חוויות העבר, לצעירים וכן למבוגרים. העובדה שגם סטודנטים ערבים לקחו חלק בפרויקט, שעסקו בנושא שלכאורה ניתן היה לצפות שיבחרו שלא לעסוק בו - מלחמות ישראל, אינה מובנת מאליה וראויה להערכה."

### מקורות

Bekele, M. K., Pierdicca, R., Frontoni, E., Malinverni, E. S., & Gain, J. (2018). A survey of augmented, virtual, and mixed reality for cultural heritage. *Journal on Computing and Cultural Heritage (JOCCH)*, 11(2), 1-36.

Brown, T. (2008). Design thinking. *Harvard Business Review*, 86(6), 84-92.

Brown, T., & Katz, B. (2011). Change by design. *Journal of Product Innovation Management*, 28(3), 381-383.

Gibbons, S. (2016). Design thinking 101. Nielsen Norman Group.

Lee, H. K., & Park, J. E. (2021). Designing a new empathy-oriented prototyping toolkit for the design thinking process: creativity and design sensibility. *International Journal of Art & Design Education*, 40(2), 324-341.

Liedtka, J. (2018). Why design thinking works. *Harvard Business Review*, 96(5), 72-79.

- Paliokas, I., & Sylaiou, S. (2016). The use of augmented reality in museums: A case study in the archaeological museum of Tripoli. *International Journal of Computer Applications*, 150(7), 1-8.
- Tscheu, F., & Buhalis, D. (2016). Augmented reality at cultural heritage sites. In *Information and Communication Technologies in Tourism 2016* (pp. 607-619). Springer, Cham.
- Unkelos-Shpigel, N. (2016). Ace That Game: Educating Students to Gamified Design Thinking. In *STPIS@CAiSE* (pp. 75-82).
- Younes, G., Asmar, D., Chollet, J., Jones, G., Brill, H., Zribi, M., & Elhajj, I. H. (2017). Virtual and augmented reality for rich interaction with cultural heritage sites: A case study from the Roman Theater at Byblos. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*.



## הטמעת למידה פעילה בקורס "פיזיקה 1 לתוכנה וחשמל"

שירלי עידן – שנקר

# הטמעת למידה פעילה בקורס "פיזיקה 1"

## תקציר

למידה פעילה הוכחה כשיטת הוראה יעילה, אך קורסים מדעיים רבים עדיין נלמדים בשיטות מסורתיות. במאמר זה אתאר תהליך הטמעת למידה פעילה בקורס "פיזיקה 1" בסמסטר א' תשפ"ה במכללת שנקר. מטרת השינוי הייתה לשפר את ההבנה, לפתח אינטואיציה ולהגביר את מעורבות הסטודנטים. התוצאות מצביעות על שיפור משמעותי בציוני הקורס, ירידה בשיעור הנכשלים ושיפור בחוויית ההוראה והלמידה.

**מילות מפתח:** פיזיקה, למידה פעילה, מיומנויות למידה, כלים טכנולוגיים, סימולציות

## מבוא

הקורס "פיזיקה 1" במכללת שנקר הוא קורס חובה בשנה א'. עד שנת הלימודים תשפ"ה, הקורס נלמד בשיטה מסורתית של הרצאות פרונטליות והקניית ידע. למרות שלמידה פעילה הוכחה כשיטת הוראה יעילה, קורסי פיזיקה רבים עדיין נלמדים היום בשיטות המסורתיות. בסמסטר א' תשפ"ה, בכיתה של 45 סטודנטים, הוטמעו שיטות הוראה מתקדמות, בליווי של יועצת טכנו - פדגוגית מהמרכז למצוינות בהוראה במכללה. הדגש היה על למידה פעילה, סימולציות ותרגול עצמי. מטרת המהלך היא לבחון את השפעת השינוי על הישגי הסטודנטים ועל חוויית הלמידה.

## למידה פעילה במקצועות ה STEM

למידה פעילה משפרת באופן משמעותי את הישגי הסטודנטים במדעים, טכנולוגיה, הנדסה ומתמטיקה (STEM). בהשוואה להוראה פרונטלית מסורתית, למידה פעילה תורמת להבנת מושגים מורכבים, תורמת לעלייה בציוני הסטודנטים, ולהפחתה בשיעורי הכישלון. מעבר לשיפור הישגים, למידה פעילה מסייעת בניהול עומס קוגניטיבי, מגבירה את המוטיבציה של סטודנטים, ותומכת בפיתוח מיומנויות חשיבה גבוהות, הקריטיות להצלחה במקצועות ה-STEM (Freeman et al., 2014).

למידה מבוססת סימולציות, היא למידה פעילה, המשלבת בין הקניית ידע לבין תרגול פעיל, ומסייעת להבנה מעמיקה של מושגים ותופעות, ופתרון בעיות מורכבות (Chernikova et al., 2020).

## תיאור השינויים הפדגוגיים

הקורס "פיזיקה 1" במכללת "שנקר" הוא קורס חובה בשנה א' לכל המחלקות בפקולטה להנדסה, ומהווה קורס קדם לקורסי ההמשך בלימודי ההנדסה. עד לשנת הלימודים תשפ"ה הקורס "פיזיקה 1" במחלקות להנדסת תוכנה והנדסת חשמל, נלמד בצורה המסורתית, כלומר הקנייה של חומר תאורטי על ידי המרצה, ופתרון של תרגילים על גבי הלוח על ידי המרצה והמתרגל, והעתקה מהלוח על ידי הסטודנטים. בשנת תשפ"ה הוטמעה למידה פעילה בקורס שכללה את המהלכים הבאים:

1. שינוי במבנה אתר הקורס במוודל לשיפור הנגישות והאטרקטיביות.

2. עידכון המצגות והעלאת כל החומר התאורטי למוודל. צעד זה פינה זמן ללימוד עצמי בשיעור על חשבון זמן העתקת חומר תאורטי מהלוח.
3. הקניית חומר קצרה (20 דקות) ומתן זמן לתרגול עצמי בכיתה. מהלך זה עודד למידה פעילה בשיעור ואיפשר למרצה לסייע לסטודנטים שהתקשו.
4. יצירת "פיגומים" – בניית קבצי הנחיות וטכניקות לפתרון תרגילים.
5. למידה עצמאית בשיעור באמצעות כלי סימולציה, שעודדו חקירה, סקרנות, שיפור האינטואיציה, המוטיבציה והמעורבות.
6. משימות הכנה לקראת השיעור – משימות חזרה על חומר קודם שמהווה בסיס לחומר הנלמד.
7. יצירת קבוצת ווטסאפ של המרצה עם הסטודנטים - לעידוד תקשורת רציפה עם המרצה ומתן מענה ויחס אישי לסטודנטים.
8. הדגמת תופעות פיזיקליות באמצעות סרטונים הרלוונטים לחייהם של הסטודנטים. דבר שגרם להגברת המוטיבציה, העניין והחיבור למקצוע.

## תוצאות

מאחר ובשנת תשפ"ד הסמסטר קוצר מ 14 שבועות ל 11 שבועות בעקבות מלחמת "חרבות ברזל", נערכה השוואת מדדים בין שנת הלימודים תשפ"ה, בה נלמד הקורס במשך 14 שבועות, תוך שימוש בשיטות למידה פעילה, לבין שנת הלימודים תשפ"ג, בה נלמד הקורס אף הוא לאורך 14 שיעורים, אך באמצעות שיטת הוראה מסורתית.

### טבלה 1: ממוצע וחציון הציונים ואחוז הנכשלים בקורס

| מספר הסטודנטים הרשומים לקורס  | ממוצע ציוני הקורס | סטית תקן | חציון ציוני הקורס | מספר הסטודנטים שנכשלו בקורס | אחוז הנכשלים בקורס |
|-------------------------------|-------------------|----------|-------------------|-----------------------------|--------------------|
| 45                            | 73                | 23       | 80                | 9                           | 9/45=20%           |
| 60                            | 58                | 29       | 60                | 32                          | 32/60=53%          |
| תשפ"ה סמסטר א - למידה פעילה   |                   |          |                   |                             |                    |
| תשפ"ג סמסטר א - למידה מסורתית |                   |          |                   |                             |                    |

**טבלה 2: ציוני המרצה במשוב איכות ההוראה**

| ממוצע ציוני המרצה | סטיית תקן |                               |
|-------------------|-----------|-------------------------------|
| 6.32              | 1.28      | תשפ"ה סמסטר א - למידה פעילה   |
| 5.76              | 1.59      | תשפ"ג סמסטר א - למידה מסורתית |

**טבלה 3: ציטוטים של סטודנטים במשוב איכות ההוראה**

| השאלה בסקר איכות ההוראה                                            | תשובות הסטודנטים - תשפ"ה סמסטר א - למידה פעילה                                                                                                                                                                              | תשובות הסטודנטים - תשפ"ג סמסטר א - למידה מסורתית |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| אילו שיטות ואמצעי הוראה היו המועילים ביותר ללמידה?                 | "היו סימולציות מעניינות שעזרו להבנת החומר"<br>"תרגול עצמי ואז פתרון יחד עם המרצה"                                                                                                                                           | "סיכומי שיעור של המרצה"<br>"עזרה מאתר gool"      |
| האם הקורס שילב רכיבי למידה דיגיטליים בצורה ששיפרה את חווית הלמידה? | "מצגות ותוכנות ויזואליות כמו פיזיקס ודסמוס שנתנו יותר ויזואליות"<br>"כן, היו מצגות מפורטות, סימולציות מעניינות וסרטונים רלוונטיים לשיעור שעזרו להבנה."<br>"כן. המצגות בשילוב סרטונים שברו את שגרת השיעור ותרמו להבנת החומר" | "לא שילב"<br>"כן , אתר gool"                     |

**ממצאים**

השוואה בין ממוצע וחציון ציוני הקורס בשנת הלימודים תשפ"ה ביחס לתשפ"ג מראה כי הם השתפרו בצורה משמעותית, ממוצע ציוני הקורס עלה מ- 58 ל- 73, והחציון עלה מ-60 ל-80. ואחוז הנכשלים בקורס פחת בצורה ניכרת, מ-53% ל-20% (טבלה 1). בנוסף, כל הסטודנטים הרשומים לקורס ניגשו לבחינה, לעומת שנים קודמות, וכן שיעור הגשת תרגילי הבית השתפר באופן משמעותי, ואיכות תרגילי הבית השתפרה.

גם בנושא המוטיבציה וחווית הלמידה חל שיפור - הסטודנטים דיווחו על שביעות רצון גבוהה מחומרי הלימוד המאורגנים והנגישים, מהלמידה החווייתית והפעילה באמצעות הסימולציות, ומהיחס האישי. תוצאות אלו באות לידי ביטוי משובי איכות ההוראה שמופיעים בטבלה 2 ובטבלה 3 שהשתפרו באופן משמעותי.

## סיכום

התוצאות מצביעות על כך ששילוב למידה פעילה בקורס "פיזיקה 1" במחלקות להנדסת תוכנה והנדסת חשמל תרם לשיפור בהישגי הסטודנטים ובחווית הלמידה. שיפורים אלו יכולים לנבוע מהגברת המעורבות, שימוש בכלים טכנולוגיים ומתן יחס אישי על ידי המרצה.

לאור התוצאות החיוביות, בכוונתי להמשיך ולפתח את השימוש בלמידה פעילה בקורס גם בהמשך, תוך הוספת תרגילי הכנה לשיעורים, ובחנים קצרים בתחילת השיעורים.

## מקורות

Chernikova, O., Heitzmann, N., Stadler, M., Holzberger, D., Seidel, T., & Fischer, F. (2020). Simulation-Based Learning in Higher Education: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 90(4), 499-541. <https://doi.org/10.3102/0034654320933544>

Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>



## **בינה מלאכותית בחינוך הרפואי: שינוי מערכות יחסים ותהליכי למידה**

הדר אריאן זכאי – האוניברסיטה העברית

# בינה מלאכותית בחינוך הרפואי: שינוי מערכות יחסים ותהליכי למידה

## תקציר

בינה מלאכותית (AI) מוטמעת כיום בנקודות שונות במערכת הבריאות, וצפויה להשפיע באופן מהותי על תפקידיהם של ארבעת בעלי העניין המרכזיים: סטודנטים, מחנכים, קלינאים ומטופלים ועל מאפייני האינטראקציות ביניהם. לאור זאת בינה מלאכותית גם צפויה להוביל לשינוי משמעותי בתחום החינוך הרפואי, על מנת להתאימו לצרכי השעה. שילוב AI בתהליכי הוראה ולמידה מאפשר התאמה אישית של ההכשרה הרפואית, פיתוח סימולציות מבוססות AI, ושימוש במערכות תומכות החלטה קליניות (CDSS) לשיפור אבחון וטיפול. יחד עם זאת, טכנולוגיה זו מציבה אתגרים משמעותיים, כולל סיכונים הסתמכות-יתר על אלגוריתמים, פערים בהבנה של שיקולי אתיקה ופרטיות, והצורך בגישות הוראה מאוזנות המשלבות AI תוך שימור חשיבה קלינית עצמאית. בעבודה זו יבחנו ההנחיות העדכניות לשילוב AI בחינוך קליני במוסדות אקדמיים ורפואיים שונים, יוצגו כלים הוראתיים מבוססי AI, ויידונו שינויי מערכות היחסים בין ארבעת בעלי העניין. מטרת המחקר הוא לספק תובנות מעמיקות על השפעת AI על החינוך הרפואי והפרקטיקה הקלינית, ולהציע דרכים לשילוב מיטבי של הטכנולוגיה לטובת העוסקים בתחום.

## מילות מפתח

בינה מלאכותית (AI), דיגיטציה בחינוך רפואי, חדשנות פדגוגית, למידה קלינית מבוססת AI, אתיקה ופרטיות

## מבוא

התקדמות הבינה המלאכותית (AI) משנה את פני החינוך הרפואי והפרקטיקה הקלינית, תוך יצירת אתגרים והזדמנויות חדשות למוסדות אקדמיים, סטודנטים, קלינאים ומטופלים. השפעת ה-AI ניכרת הן בתהליכי ההוראה והלמידה והן בדינמיקה של קבלת החלטות קליניות, כאשר כלי AI מספקים תמיכה באבחון, פרסונליזציה של הלמידה ושיפור הנגשת מידע רפואי. לצורך התאמת החינוך הרפואי לעידן המתהווה עולה הצורך לרכז את ההנחיות המפורסמות כיום ע"י גופים שונים לשילוב AI בחינוך הרפואי, לבחון כלי הוראה מבוססי AI וכיצד ניתן להשתמש בהם, ולהתעמק בשינוי המהותי במערכות היחסים בין ארבע הפרסונות המרכזיות: סטודנטים, קלינאים, מחנכים ומטופלים. בהרצאה זו יוצגו הממצאים המרכזיים בתחום זה, תוך התמקדות באופן שבו AI משנה את הפרקטיקות הקיימות בחינוך קליני ובקשרי הגומלין בין בעלי העניין.

## כלים מבוססי AI בהוראת רפואה

הוראת הרפואה עברה שינויים מהותיים עם כניסתם של כלי AI המאפשרים הוראה מותאמת אישית, הדמיות קליניות מתקדמות ולמידה מבוססת מקרים (Case-Based Learning). אלה כוללים למשל סימולציות רפואיות מבוססות AI - הדמיות של מטופלים וירטואליים המאפשרות לסטודנטים לתרגל אבחון, תכנון טיפולי וקבלת החלטות קליניות בסביבה בטוחה וללא סיכון למטופלים אמיתיים (Hamilton, 2019; Kononowicz et al., 2024); עוזרי הוראה דיגיטליים - מערכות AI שיכולות לספק משוב בזמן אמת, להתאים תכנים לצורכי הסטודנט ולסייע בניתוח מקרי מבחן מורכבים (Turner et al., 2024); מערכות תומכות החלטה קלינית (CDSS) - כלים המסייעים לסטודנטים ולמתמחים בקבלת החלטות אבחנתיות וטיפוליות מבוססות נתונים עדכניים, תוך חיזוק יכולותיהם האנליטיות והקליניות (Sutton et al., 2020); צ'אטבוטים ולומדות אינטראקטיביות - מערכות המספקות מענה לשאלות רפואיות, בוחנות את הבנת הסטודנטים ומציעות להם חומרי למידה רלוונטיים בהתאם לקצב ההתקדמות שלהם (Divito et al., 2024).

לצד הפוטנציאל לשיפור הישגים אקדמיים עולה החשש ששימוש מוגבר בכלים אלו עלול להוביל לתלות יתר ב-AI, ובכך לפגוע בפיתוח האינטואיציה הקלינית והיכולת לקבל החלטות עצמאיות. מוסדות אקדמיים ורפואיים רבים מחפשים הנחיות כיצד לאזן בין היתרונות של AI כגון שיפור יכולות ניתוח נתונים ואימון סימולציות מתקדמות, לבין הצורך לשמר חשיבה ביקורתית וכישורי קבלת החלטות עצמאיים בקרב הסטודנטים. הנחיות עדכניות אשר גובשו במוסדות מדגישות את הצורך בהכשרה מותאמת למרצים ולסטודנטים, שיקולי פרטיות ואתיקה, ופיתוח מדדים להערכת יעילות הטמעת AI בתהליכי הוראה והכשרה קלינית.

### **השפעת בינה מלאכותית על מערכות יחסים בחינוך קליני**

מעבר להיבטים הטכנולוגיים של השימוש ב-AI בחינוך רפואי, יש לו השפעה עמוקה על הדינמיקה בין בעלי העניין המרכזיים—סטודנטים, קלינאים, מחנכים ומטופלים. הכנסת AI ללמידת הסטודנטים משנה את הדרך בה הם ניגשים למידע רפואי, רוכשים מיומנויות קליניות, ומתקשרים עם סגל ההוראה. השימוש בסימולציות מבוססות AI ובמערכות תמיכה אינטראקטיביות מאפשר לסטודנטים לפתח מיומנויות קליניות בסביבה מבוקרת, אך מעלה חששות לגבי פיתוח אינטואיציה קלינית עצמאית (Hamilton, 2024; Turner et al., 2024). עבור קלינאים, ההסתמכות הגוברת על מערכות תומכות החלטה (CDSS) מסייעת בשיפור הדיוק האבחנתי וביעול ניהול המטופלים, אך גם יוצרת דילמות אתיות ורגולטוריות הקשורות לשקיפות ההמלצות ולתלות האפשרית באלגוריתמים במקום בשיקול דעת קליני עצמאי (Abramoff et al., 2023; Rodman et al., 2023). המחנכים בשנים הפרה-קליניות, מצדם, נדרשים להטמיע AI בהוראה הרפואית, תוך ניצול יתרונותיו להוראה מותאמת אישית והערכה מבוססת נתונים, אך עליהם להבטיח שלא תישחק החשיבה הביקורתית ולא יפחת הדגש על כישורים רכים כמו תקשורת בין-אישית ואמפתיה (Divito et al., 2024). בנוסף, עם התקדמות השימוש ב-AI, המטופלים עצמם מתחילים לשחק תפקיד פעיל יותר בניהול הבריאות שלהם, הודות לצ'אטבוטים רפואיים ואפליקציות לניטור בריאות (Guan et al., 2023). אמנם כלים אלו משפרים את הנגישות לטיפול רפואי, אך הם גם מציבים אתגרים של פרטיות והגנה על נתונים אישיים, לצד חששות לגבי השימוש הבלתי מבוקר במידע רפואי על ידי מטופלים (Shahsavari & Choudhury, 2023).

השתלבות AI ברפואה צפויה לחולל שינוי מהותי במערכות היחסים בין ארבעת בעלי העניין המרכזיים: סטודנטים, קלינאים, מחנכים ומטופלים. בעבר, מודל ההוראה הרפואית התבסס על היררכיה ברורה, שבה מחנכים וקלינאים היו הסמכות הבלעדית להעברת ידע רפואי, בעוד שהסטודנטים למדו באופן ליניארי והמטופלים היו לרוב מקבלי החלטות פסיביים. עם זאת, נגישות מוגברת של ידע רפואי באמצעות AI שינתה את האיזון, כאשר סטודנטים ומטופלים מסוגלים כעת לגשת למקורות מידע מתקדמים ולבצע החלטות רפואיות מושכלות יותר. שינוי זה מעביר את הדינמיקה של מערכת הבריאות ממבנה היררכי למודל תקשורת רב-כיווני, שבו AI משמש כמתווך מידע ומסייע בצמצום פערי הידע בין המשתתפים השונים. שילוב נכון של AI בחינוך הקליני דורש גישה מובנית להכשרת כל אחד מהגורמים—סטודנטים, צריכים

ללמוד כיצד לבקר ולהעריך את המידע שמספק ה-AI, קלינאים צריכים לשלב בין אינטואיציה קלינית לבין תובנות ממוחשבות, מחנכים צריכים לפתח דרכי הוראה חדשות המשלבות טכנולוגיות מתקדמות, ומטופלים צריכים לקבל הכשרה על שימוש מושכל בכלי AI מבלי להפוך לתלויים לחלוטין בטכנולוגיה לקבלת החלטות בריאותיות. המעבר לתקשורת רב-כיוונית בחינוך וברפואה מחייב אפוא שילוב זהיר של AI, תוך הדגשת עקרונות של חשיבה ביקורתית, פרטיות, ואתיקה רפואית.

## **אתגרים והמלצות לשילוב AI בחינוך רפואי**

השימוש הגובר בבינה מלאכותית (AI) בחינוך הרפואי מציב אתגרים פדגוגיים, אתיים ורגולטוריים המחייבים גישה רב-ממדית ומאוזנת. כדי להבטיח שילוב אפקטיבי של טכנולוגיות AI בהכשרה הקלינית, יש לפתח אסטרטגיות המאפשרות את מיצוי היתרונות הטכנולוגיים תוך שמירה על היבטים קריטיים של ההכשרה הרפואית המסורתית.

אחד המרכיבים המרכזיים הוא הכשרת מחנכים וקלינאים, הכוללת פיתוח תוכניות המכשירות סגלי הוראה לשימוש מושכל בבינה מלאכותית ומתן כלים להערכה ביקורתית של החלטות מבוססות אלגוריתמים. הטמעת AI דורשת לא רק ידע טכני אלא גם יכולת לנתח תוצאות, להבין את מגבלות האלגוריתמים ולשלב את ממצאיהם בתהליך קבלת ההחלטות הקליני. במקביל, כדי לשלב AI באופן שאינו פוגע במיומנויות הרפואיות המסורתיות, יש להבטיח איזון בין AI לבין כישורים קליניים. שילוב טכנולוגיות מתקדמות חייב להיות משלים ללמידה מבוססת התנסות ישירה עם מטופלים, על מנת לשמר את החשיבה הקלינית, פיתוח האינטואיציה הרפואית ויכולות האבחון העצמאיות של הסטודנטים. ממד חיוני נוסף הוא פיתוח אתיקה ורגולציה, הנוגע ליצירת מסגרות רגולטוריות ברורות המסדירות את השימוש בבינה מלאכותית בחינוך הרפואי ובפרקטיקה הקלינית. יש לוודא שהשימוש בטכנולוגיות AI אינו פוגע בפרטיות המטופלים, אינו יוצר או משמר הטיות אלגוריתמיות, ואינו מחליף לחלוטין את שיקול הדעת הקליני. אתגרים אלה מחייבים ניסוח מדיניות מוסדית ופיתוח מנגנוני בקרה המוודאים שימוש אחראי בטכנולוגיות אלו. לבסוף, יש להבטיח מחקר מתמשך על ההשפעות הפדגוגיות של AI, במטרה לבחון כיצד הטמעת טכנולוגיות מתקדמות משפיעה על הלמידה הקלינית, על רמות ההבנה והיישום של הסטודנטים, וכן על הקשר שבין מטפלים למטופלים. מחקרים אלו יסייעו בגיבוש מדיניות מבוססת-ראיות לגבי האופן בו יש להטמיע AI בהכשרה הרפואית, תוך התאמה דינמית לשינויים טכנולוגיים וצרכים קליניים מתפתחים.

באמצעות גישה משולבת זו, ניתן יהיה למנף את יכולות ה-AI לשיפור החינוך הרפואי, תוך שמירה על עקרונות אתיים, פדגוגיים וקליניים החיוניים להכשרת הדור הבא של אנשי הרפואה.

## **סיכום**

השימוש בבינה מלאכותית משנה את פני החינוך הרפואי, ומעצב מחדש את תפקידי הסטודנטים, הקלינאים, המחנכים והמטופלים. בינה מלאכותית מציעה כלים עוצמתיים לשיפור איכות ההוראה והפרקטיקה הרפואית, אך המהלך מצריך איזון בין הטכנולוגיה לבין הכישורים האנושיים החיוניים ברפואה.

על ידי יישום אסטרטגיות חינוכיות מאוזנות, ניתן למצות את יתרונות הבינה המלאכותית ולהבטיח הכשרה איכותית של דור הרופאים הבא.

## מקורות

- Abràmoff, M. D., Tarver, M. E., Loyo-Berrios, N., Trujillo, S., Char, D., Obermeyer, Z., Eydelman, M. B., & Maisel, W. H. (2023). Considerations for addressing bias in artificial intelligence for health equity. *Npj Digital Medicine*, 6(1), 170. <https://doi.org/10.1038/s41746-023-00913-9>
- Divito, C. B., Katchikian, B. M., Gruenwald, J. E., & Burgoon, J. M. (2024). The tools of the future are the challenges of today: The use of ChatGPT in problem-based learning medical education. *Medical Teacher*, 46(3), 320–322. <https://doi.org/10.1080/0142159X.2023.2290997>
- Guan, Z., Li, H., Liu, R., Cai, C., Liu, Y., Li, J., Wang, X., Huang, S., Wu, L., Liu, D., Yu, S., Wang, Z., Shu, J., Hou, X., Yang, X., Jia, W., & Sheng, B. (2023). Artificial intelligence in diabetes management: Advancements, opportunities, and challenges. *Cell Reports Medicine*, 4(10), 101213. <https://doi.org/10.1016/j.xcrm.2023.101213>
- Hamilton, A. (2024). Artificial Intelligence and Healthcare Simulation: The Shifting Landscape of Medical Education. *Cureus*, 16, e59747. <https://doi.org/10.7759/cureus.59747>
- Kononowicz, A. A., Woodham, L. A., Edelbring, S., Stathakarou, N., Davies, D., Saxena, N., Tudor Car, L., Carlstedt-Duke, J., Car, J., & Zary, N. (2019). Virtual Patient Simulations in Health Professions Education: Systematic Review and Meta-Analysis by the Digital Health Education Collaboration. *Journal of Medical Internet Research*, 21(7), e14676. <https://doi.org/10.2196/14676>
- Rodman, A., Buckley, T. A., Manrai, A. K., & Morgan, D. J. (2023). Artificial Intelligence vs Clinician Performance in Estimating Probabilities of Diagnoses Before and After Testing. *JAMA Network Open*, 6(12), e2347075. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2023.47075>
- Shahsavari, Y., & Choudhury, A. (2023). User Intentions to Use ChatGPT for Self-Diagnosis and Health-Related Purposes: Cross-sectional Survey Study. *JMIR Human Factors*, 10, e47564. <https://doi.org/10.2196/47564>
- Sutton, R. T., Pincock, D., Baumgart, D. C., Sadowski, D. C., Fedorak, R. N., & Kroeker, K. I. (2020). An overview of clinical decision support systems: benefits, risks, and strategies for success. *Npj Digital Medicine*, 3(1), 17. <https://doi.org/10.1038/s41746-020-0221-y>
- Turner, L., Weber, D. E., Santen, S. A., Olex, A. L., Baker, P., Overla, S., Shu, D., Randolph, A., & Kelleher, M. (2024). Making Use of Natural Language Processing to Better Understand Medical Students' Self-Assessment of Clinical Skills. *Academic Medicine*, 99(3), 285–289. <https://doi.org/10.1097/ACM.00000000000005527>