



# לא "האם" אלא "איך"

שימוש בבינה מלאכותית בקורס אלגברה מתקדמת:  
דפוסי עבודה והשפעתם על הלמידה לאור הטקסונומיה של בלום

ד"ר עדי וולף וד"ר אילנה רם

# רקע: למידה מתמטית בעידן ה-AI

## האתגר במקצועות ה-STEM



במקצועות ה-STEM ומתמטיקה, נדרשת הבנה מושגית עמוקה, חשיבה פורמלית, הפשטה ויכולת נימוק.

במקצועות הנדסיים האתגר קשה במיוחד כי חוסר ביכולות אלו יכול להביא לתוצאות קריטיות בפרקטיקות מקצועיות.

## השתלבות ה-AI באקדמיה



כלי AI משתלבים במהירות באקדמיה ומספקים מענה נרחב כגון הסברים, פתרונות ומשוב מהיר.

עם זאת, עולים חששות בנוגע ליושר אקדמי וכן בנוגע להשפעה על תהליכי למידה ארוכי טווח

## האתגר המרכזי



הבחנה בין שימוש לגיטימי המקדם למידה לבין "מיקור חוץ" קוגניטיבי של הסטודנט שפוגע בלמידה משמעותית

## סכנת אשליית הלמידה



הסטודנטים מגישים תשובות מלוטשות וקוהרנטיות שנוצרו על ידי AI, אך ללא הבנה או תהליך למידה אותנטי.

# מסגרת תיאורטית:

## יישום הטקסונומיה של בלום ( Bloom, 1956 ) בפתרון בעיות מתמטיות תוך שימוש בAI

הטקסונומיה משמשת בסיס להבחנה בין האופן בו לומדים יכולים להשתמש בAI כדי לקדם למידה משמעותית לעומת עריכת "מיקור חוץ" לתהליכים קוגניטיביים.



### יצירה

#### בניית הפתרון.

ניסוח עצמאי לחלוטין של ההוכחה, הרכבת הפתרון הסופי, ובניית תוצרים מתמטיים מקוריים מתוך הבנה עמוקה.



### הערכה

#### טרם ההגשה יש לבחון את הפתרון.

בחינת פלט ה-AI באופן ביקורתי, זיהוי שגיאות, ניתוח נכונות מהלכי הפתרון וההוכחה, והערכת הדיוק של התשובה.



### יישום

#### ביצוע החישובים ושילוב הפתרון

מי כותב את שלבי הפתרון ועורך את החישובים המורכבים? האלגוריתם של המכונה או הסטודנט עצמו?



### הבנה

#### התרגילים כוללים חומר שיש להבין.

ה-AI יכול לספק הסברים תיאורטיים, ולפרש רעיונות ומושגים. הסטודנט מצידו אמור לקרוא, להבין, ולשאל שאלות המשך לפיתוח הבנה.

# מסגרת תיאורטית: הטקסונומיה של בלום

טבלה 1. דפוסי עבודה עם AI לפי הטקסונומיה של בלום ומבצע הפעולה.

| מבצע הפעולה                                      |                                                                     |             |                                      |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------|
| הAI                                              | הסטודנט/ית                                                          |             |                                      |
| ה-AI מספק הסבר, פרשנות או ניתוח של רעיון מתמטי.  | הסטודנט/ית מפרש/ת את הרעיון, שואל/ת שאלות המשך ומפתח/ת הבנה עצמאית. | הבנה וניתוח | שלבים על פי טקסונומית הלמידה של בלום |
| ה-AI מבצע את שלבי הפתרון או את החישובים הנדרשים. | הסטודנט/ית מבצע/ת את החישובים ואת שלבי הפתרון באופן עצמאי.          | יישום       |                                      |
| ה-AI בוחן את נכונות המהלך או מצביע על שגיאות.    | הסטודנט/ית מעריך/ה את הפלט, מזהה שגיאות ובוחן/ת את תקפותו.          | הערכה       |                                      |
| ה-AI מנסח את ההוכחה או את הפתרון הסופי.          | הסטודנט/ית בונה ומנסח/ת את ההוכחה או את הפתרון באופן עצמאי.         | יצירה       |                                      |
|                                                  |                                                                     |             |                                      |

# מטרת המחקר

מחקר חלוץ זה משתמש במסגרת התיאורטית של בלום כדי:



## השפעת ידע מוקדם

לבחון האם סטודנטים עם רמות  
שונות של ידע מוקדם עובדים באופן  
שונה עם AI



## בחינת הקשר

לבחון את הקשר בין סוגי שימוש  
שונים לבין תהליכים שונים על  
הטקסונומיה של בלום



## אפיון שימושים

לאפיין סוגים שונים של שימושי  
סטודנטים ב-AI

# שאלות המחקר



## השפעת ידע מוקדם (RQ3)

האם הידע המתמטי המוקדם של הסטודנטים משפיע על יכולתם להפיק תועלת אקדמית מהשימוש בכלי הבינה המלאכותית?



## קשר להישגים (RQ2)

האם וכיצד מידת ההסתמכות ודפוסי השימוש ב-AI משפיעים על ביצועי הסטודנטים בבחינה הסופית בקורס?



## זיהוי דפוסי שימוש (RQ1)

כיצד סטודנטים בוחרים לעבוד עם כלי AI, ואיך בחירות אלו משתקפות ברמות השונות של הטקסונומיה של בלום?

# מהלך המחקר: קורס אלגברה מתקדמת בטכניון

## שבועות 9-13

המשך ההוראה הפרונטלית והעמקת החומר האקדמי הנלמד.



## שבועות 1-8

הוראה פרונטלית שגרתית בכיתה להקניית בסיס הידע המתמטי.



## בחינה סופית

מבחן מסכם (כולל 2 שאלות דומות בחומר ובטכניקות הפיתרון ל-2 השאלות שהופיעו בפעילות ה-AI).

## שבוע 9

פעילות אמצע סמסטר הכוללת בוחן מוכנות (בלי ai) ועבודה מול צ'אט בוט ייעודי (NotebookLM) מבוסס RAG. תוצרי הפעילות נבדקו על ידי בודק אנושי וניתן להם משוב מעמיק.



## קשר להישגים והשפעת ידע מוקדם (RQ2 & RQ3)

ערכנו ניתוח שונות ANCOVA תוך השוואה בין שתי קבוצות של סטודנטים: אלו שבחרו לעבוד עם יישומי בינה מלאכותית במהלך הפעילות לעומת אלו שלא (RQ2).

הידע המוקדם של הסטודנטים הוכנס כ-Covariate (RQ3) על מנת לבחון האם הוא משפיע על יכולתם להפיק תועלת אקדמית מהשימוש בכלי הבינה המלאכותית.



## זיהוי דפוסי שימוש (RQ1) - ניתוח לוגים איכותני

ניתחנו איכותנית לוגים של 10 סטודנטים שהשתמשו ב-AI וניגשו לבחינה הסופית.

סטודנטים אלו נבחרו כמייצגים פיזור בביצועים בסוף הקורס, כפי שבא לידי ביטוי בציוני הבחינה הסופית וכמות השימוש ב-AI במהלך הפעילות.

ניתוח הלוגים נערך לפי הקטגוריות של בלום כאשר כל קוד מופרד להאם עיקר העבודה נעשתה ע"י AI או על ידי הסטודנט.

# תוצאות מחקר חלוץ

# RQ1 - ניתוח תוצאות איכותני (פיילוט)



## שלב 2: קשרנו את הקידוד האיכותני לתוצאות בסוף הקורס

. פעילות הסטודנטים על רצף ציר ה-X ממוינת על פי  
הציון הסופי בבחינה (0-100, או פרישה מהקורס –  
בקצה הימני).



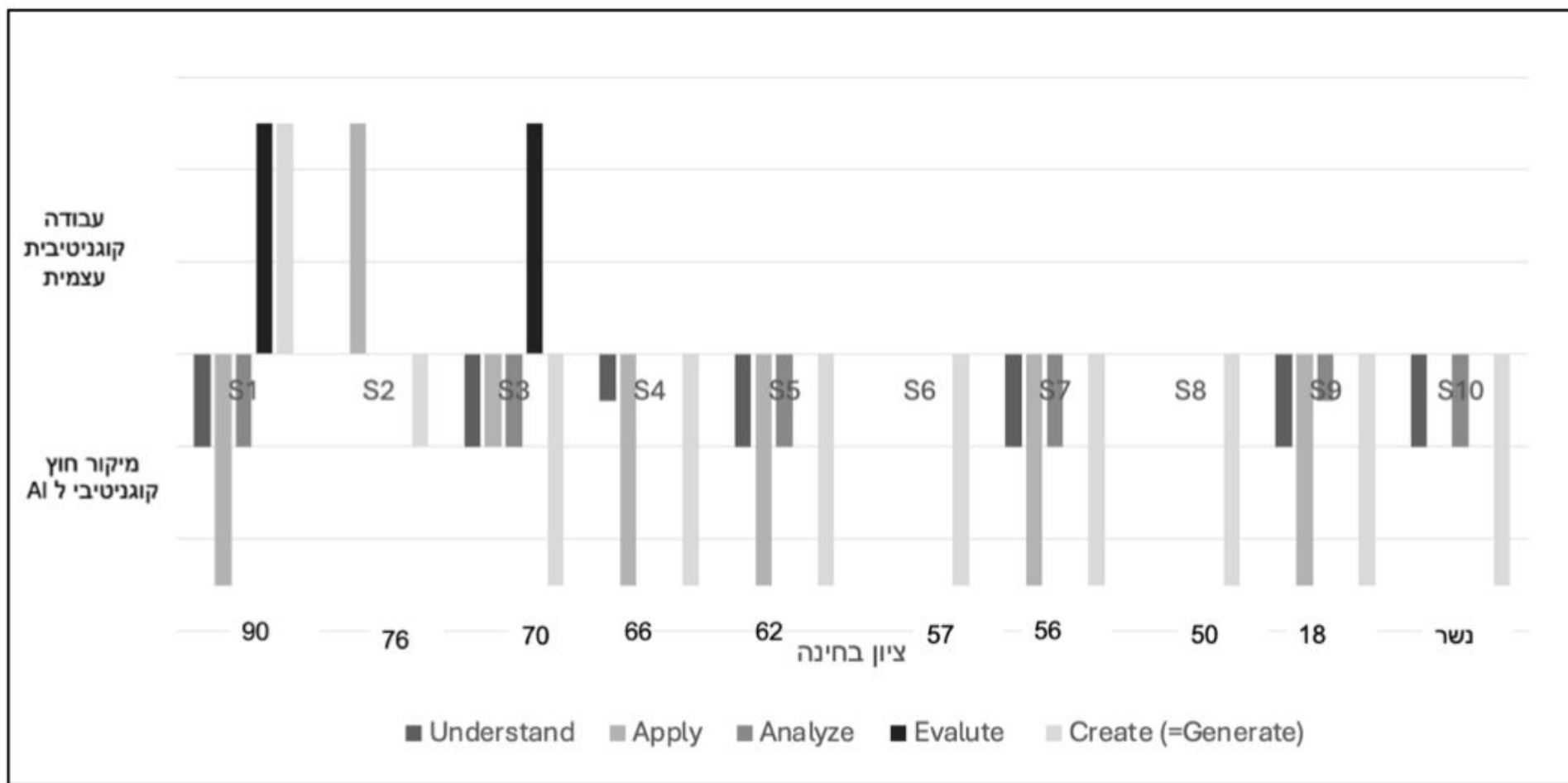
## שלב 1: ערכנו קידוד איכותני ללוגים של הסטודנטים

אם פעילות הסטודנט כפי ששוקפה בלוגים כללה  
פעילות קוגניטיבית עצמאית (למשל "יצא לי כך וכך",  
אני לא מבין ש..") הוא קיבל ערך של מעל ציר ה-X עבור  
הקוד הרלוונטי בטקסונומיה.

לעומת זאת, אם פעילות הסטודנט כפי ששוקפה  
בלוגים הדגימה הסתמכות קוגניטיבית על ה-AI (למשל  
"תייצר לי פתרון למשוואה זו"), הוא קיבל ערך מתחת  
ציר ה-X עבור הקוד הרלוונטי בטקסונומיה.

# RQ1 - שלושה דפוסים עבודה עם AI (ניתוח איכותני)

תרשים 2. מיפוי עבודת סטודנטים עם AI על פי הטקסונומיה של בלום וציון הבחינה הסופי



# RQ1 - שלושה דפוסים עבודה עם AI (ניתוח איכותני)



## חשיבה ביקורתית

ה-AI משמש כעזר בלבד. הסטודנט בוחן ביקורתית את הפלט, מזהה שגיאות, ומנסח את ההוכחה או הפיתרון בעצמו.

**נצפו ציונים גבוהים יחסית.**



## למידה לצד האצלה

הסטודנט מבקש הבהרות מושגיות מהבינה, מתפתח שיח לימודי, אך את כתיבת הפתרון או ניסוח ההוכחה משאיר ל-AI.

**נצפו ביצועים נמוכים עד בינוניים.**



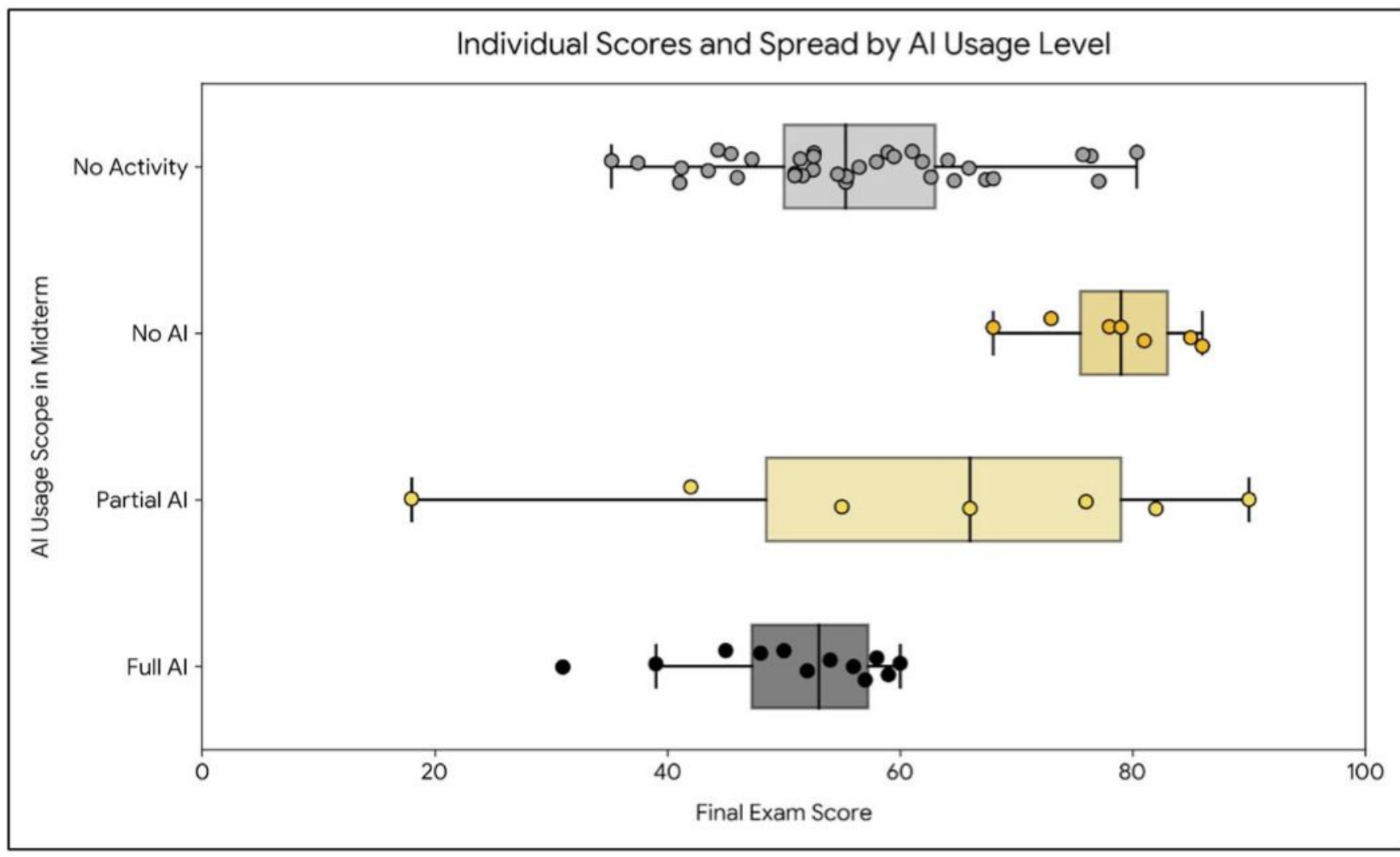
## האצלת סמכויות נרחבת

הסטודנט מדביק את השאלה ומבקש פתרון מלא. האחריות הקוגניטיבית על רמות היישום והיצירה עוברת ל-AI.

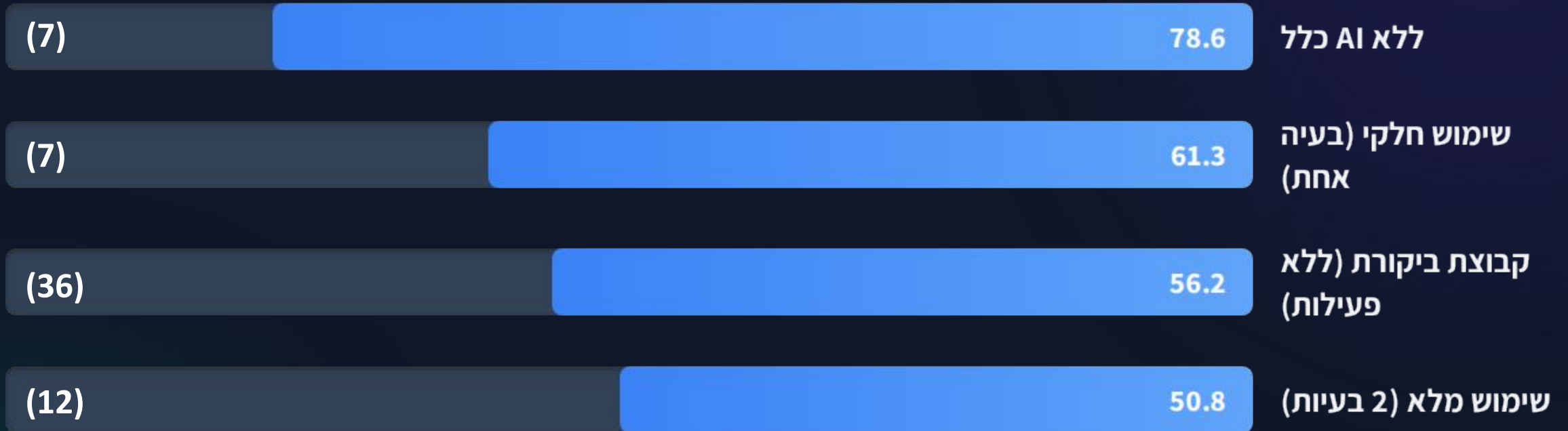
**דפוס זה קשור לציונים נמוכים מאוד בבחינה.**

## RQ2 - שימוש ב-AI והישגים בבחינה

תרשים 3. פיזור הציונים של הסטודנטים כתלות בשימוש ב-AI



## RQ2 - שימוש ב-AI והישגים בבחינה



קיים קשר שלילי מובהק בין רמת ההסתמכות על ה-AI במהלך המטלות לבין הציון בבחינה הסופית. ידע מוקדם לא היווה מנבא משמעותי לציון, מה שמדגיש את חשיבות תהליך הלמידה עצמו.

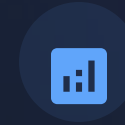
# והישגים בבחינה (כמותני) RQ3 & RQ2 - שימוש ב-AI



## ידע קודם מול שימוש בפועל

הידע הקודם כשלעצמו לא נמצא כמנבא מובהק של הציון:  $F(1, 22) = 0.20, p = .660, \eta^2 = .009$  [cite: 14]

**סטודנטים שעשו שימוש נרחב יותר ב-AI קיבלו ציון נמוך במובהק בבחינה, ללא קשר לרמת הידע המוקדם שלהם.**



## השפעת השימוש ב-AI

ניתוח ANCOVA הראה אפקט מובהק של מידת השימוש ב-GenAI על ציון הבחינה הסופית, גם לאחר שליטה סטטיסטית בידע הקודם (covariate).

$F(2, 22) = 4.78, p = .019, \eta^2 = .303$

דיין

# למידה עצמית מול מיקור חוץ קוגניטיבי



## אחריות הלומד

ברמות החשיבה הגבוהות (הערכה ויצירה) האחריות הקוגניטיבית של הסטודנט היא קריטית. העברתה ל-AI פוגעת מהותית ביכולת לפתור בעיות מורכבות באופן עצמאי בהמשך.

## החשיבות של התמודדות

סטודנטים ששמרו על שליטה ובעלות על שלבי הפתרון הדגומו ביצועים גבוהים. אלו שוויתרו על המאמץ נפגעו ללא קשר לרמתם ההתחלתית.

## שינוי התפיסה

השאלה הפדגוגית המרכזית כבר אינה "האם סטודנטים משתמשים ב-AI", אלא "כיצד הם עושים זאת".



# תודה רבה!

נשמח לענות על שאלות

[adiw@technion.ac.il](mailto:adiw@technion.ac.il)  
[ilana.ram@technion.ac.il](mailto:ilana.ram@technion.ac.il)