

תפקידו החדש של בוט מתרגל ייעודי בהוראת תכנות כמפתח חשיבה, ולא מנוע תשובות: תובנות מניסוי בוט AIY

כתבו: ד"ר אורנית מימון, אפרת שושני בכר – מו"פ משרד החינוך

בין הבטחה לפרדוקס

התפשטותם המהירה של כלי בינה מלאכותית יוצרת (GenAI) מחייבת את עולם החינוך לבחון מחדש את תהליכי הלמידה בעזרת כלי ב"מ. כלים כמו ChatGPT הפכו לחלק משגרת יומם של התלמידים, והם מציעים יכולות כמעט בלתי מוגבלות: כתיבת קוד, פתרון בעיות מורכבות ומתן תשובות מיידיות לכל שאלה. מהפכה זו הציבה בפנינו אתגרים חדשים: נוצרה ההבנה שיש ליצור כלים פדגוגיים חכמים, היכולים להעניק לכל תלמיד ותלמידה "מורה פרטי", צמוד, סבלני ומותאם אישית.

על בסיס תפיסה זו, יזמנו ניסוי ייעודי. המרכז לחינוך סייבר מיסודה של קרן רש"י, בשיתוף גוגל וקרן רש"י, פיתח את הבוט AIY, מתרגל התכנות ובמכון ליישומי בינה מלאכותית בחינוך, מו"פ משרד החינוך, קיימנו ניסוי לבחינת שימוש בבוט AIY להוראת התכנות. הניסוי התקיים בשיתוף המרכז לחינוך סייבר מיסודה של קרן רש"י, הפיקוח על מדעי המחשב, האגף הטכנולוגי במשרד החינוך ומורים, שבכיתותיהם נערך הניסוי. בניסוי ביקשנו לבחון את שילובו של AIY, שתוכנן מהיסוד לא להיות "מנוע תשובות", אלא "שותף לחשיבה". בניגוד לכלים המוכרים, AIY לא נועד לספק פתרונות; הוא נבנה על פי עקרונות הדיאלוג הסוקרטי, במטרה לשאול שאלות מנחות, לאתגר את התלמידים ולגרום להם לחשוב, לטעות ולגלות את הפתרון בעצמם. כלי כזה, המטפח חשיבה עצמאית ולמידה עמוקה, הוא כלי נחוץ בהוראת מדעי המחשב בעידן של פתרונות מידיים. הוראת התכנות אינה רק לימוד סינטקס, אלא רכישת היכולת להתמודד עם אי-ודאות, לפרק בעיות לתת-בעיות, ולפתח חוסן מנטלי מול שגיאות. כלי המגיש פתרון מיידי לוקח מהתלמיד את ההזדמנות לפתח מיומנויות חשיבה קריטיות כמו חשיבה חישובית, פירוק בעיות, חשיבה אלגוריתמית, יכולת להעריך פתרונות באופן ביקורתי, וחוסן מנטלי להתמודדות עם תסכול.

בשדה החינוכי האמיתי, **נתקלנו בפרדוקס. ככל שהבוט שלנו היה "חכם" יותר מבחינה פדגוגית, ככל שהתעקש לשאול, להנחות ולאתגר, כך הוא יצר תסכול, התנגדות ואף כעס אצל חלק מהתלמידים.** מצאנו את עצמנו מתמודדים עם תופעה עמוקה ומשמעותית. קראנו לה "פער הציפיות". מאמר זה מספר את סיפורו של פער זה – מדוע הוא נוצר, כיצד הוא בא לידי ביטוי, ומה הוא מלמד אותנו על תפקידו החדש והמכריע של המורה בעידן הבינה המלאכותית. בו בזמן, המאמר מספר גם את ההזדמנות: כיצד התגברות על פער זה פותחת דלת ללמידה משמעותית, מותאמת אישית, המטפחת חשיבה עצמאית.

הניסוי – "שותף לחשיבה" בכיתת התכנות

הניסוי שלנו, שנערך במהלך שנת הלימודים תשפ"ה, כלל 11 מורים למדעי המחשב וכ-100 תלמידי כיתות י'-י"א בעשרה בתי ספר ברחבי הארץ. במרכזו בחנו עבודה של תלמידים עם הבוט AIY, שהוטמע בסביבת הפיתוח (VSCode). הפילוסופיה הפדגוגית שעמדה בבסיסו הייתה שונה: הבוט לא מספק תשובות ישירות. תלמיד שנתקע בשאלה ופונה לעזרה, לא יקבל את שורת הקוד החסרה, אלא שאלה מכוונת בחזרה: "מה ניסית לעשות עד עכשיו?", "תוכל להסביר לי במילים שלך מה המטרה של הפונקציה?", "בוא נפרק את הבעיה לחלקים קטנים יותר".

גישה זו חיונית במיוחד בהוראת תכנות. ליבת המקצוע אינה שינון תחביר, אלא פיתוח חשיבה חשובית, יכולת לפרק בעיות מורכבות, והתמודדות עם תהליך ה-Debugging – איתור ותיקון שגיאות. אלו מיומנויות שנרכשות דרך התנסות, מאמץ ותסכול "יצרני". כלי שמדלג על תהליך זה ומספק פתרון מוכן, עלול ליצור אשליה של הבנה מבלי לפתח את שרירי החשיבה הנדרשים (O'Connor & ChatGPT, 2023). מטרת התכנון של AIYV הייתה לחייב את התלמיד להפעיל חשיבה עצמאית, ולא לעקוף אותה באמצעות פתרון מוכן. המטרה הייתה להפוך את תהליך החשיבה של התלמיד לגלוי לעיניו, לעודד אותו לנסח את קשייו, ובכך לפתח מיומנויות של למידה מווסתת-עצמית (Self-Regulated Learning). במקום שהתלמיד יאמר "אני לא יודע", הבוט מכון אותו לשאול "מה בדיוק אני לא יודע?". זהו שינוי תפיסתי עמוק, המעביר את האחריות על הלמידה מהכלי אל הלומד, בהתאם למודלים קלאסיים של למידה עצמאית (Zimmerman, 2002).

הארכיטקטורה של AIYV תוכננה כדי לממש פדגוגיה זו. היא מבוססת על מודל קוגניטיבי (Butler & Winne, 1995) המפרק את תהליך פתרון הבעיות לשלבים. "נתב" חכם מנתח את פניית התלמיד ומכוון את השיחה לאחד מארבעה מסלולים: אבחון קושי כללי, הבהרת המשימה, השלמת ידע חסר, או הנחיה ב-Debugging. ניתוח הנתונים שלנו הראה באופן מובהק כי 65% מהאינטראקציות התרכזו במסלול האחרון. ממצא זה אינו מעיד רק שתהליך תיקון השגיאות הוא נקודת הכאב המרכזית, אלא חושף דפוס שימוש ראשוני של התלמידים: בהיעדר הכוונה, הם פנו לבוט בדיוק כפי שהם פונים לכלים גנריים, לתיקון מהיר של בעיה טכנית. הדבר מאשש את האתגר הפדגוגי המרכזי: ללמד את התלמידים לעבוד אחרת עם בוט סוקרטי, ולהבין שהוא יכול לשמש כמתרגל גם להבנת מושגים, תכנון פתרון ופיתוח חשיבה.

ההתנגשות – "פשוט תן לי את התשובה!"

אחד הממצאים שעלה מהמחקר, באופן חד וברור, היה "פער ציפיות". הוא בא לידי ביטוי בכל ממדי הניסוי: בדירוגים הכמותיים, בראיונות עם המורים, ובאופן הישיר והבלתי אמצעי ביותר – בשיחות עצמן בין התלמידים לבוט.

הפער במספרים

הפער נחשף בצורה מובהקת כאשר השווינו את תפיסות המורים לאלו של התלמידים. כששאלנו את המורים מה הפוטנציאל של הבוט ככלי פדגוגי, הדירוג הממוצע היה 4.2 מתוך 5. הם זיהו מיד את הערך שביצירת מרחב בטוח להתנסות, במתן תמיכה אישית ובטיפוח חשיבה עצמאית. מורה אחת ציינה: "סוף סוף יש כלי שמאפשר לתלמידים החלשים יותר לשאול שאלות בלי להתבייש, ולהתקדם בקצב שלהם". לעומת זאת, כששאלנו את התלמידים באיזו מידה הבוט עזר להם, הדירוג הממוצע היה 2.3 מתוך 5 בלבד. פער עצום זה אינו מקרי. הוא משקף שתי נקודות מבט הפוכות על אותה התערבות: מה שהמורים ראו כיתרון פדגוגי, התלמידים חוו כחסרון תפקודי.

קולות מהשטח: תסכול מול פוטנציאל

תסכול התלמידים עלה בבירור מהמשובים שלהם ומהשיחות עם הבוט. הם, שהורגלו לקבל תשובות מיידיות מכלים אחרים, פירשו את הגישה הסוקרטית של AIYV כפגם:

- "הוא לא היה מועיל במיוחד, הוא לא נתן תשובה ברורה."
- "שיענה על מה ששואלים אותו ולא יתחכם."
- "הוא מעצבן."

בשיחות עצמן, התסכול לעיתים הסלים. תלמיד אחד, לאחר מספר ניסיונות של הבוט להנחות אותו, כתב בכעס: "אתה מתוכנת תמיד לנסות למצוא בעיה בקוד, גם אם אין שום בעיה אתה עדיין אומר שיש בעיה?". תלמיד אחר פשוט כתב: "אתה טיפש ומטומטם".

תגובות אלו חושפות התנגשות בין שני מודלים מנטליים. התלמידים פעלו מתוך מודל של "שליפת מידע", שבו תפקיד ה-AI הוא לספק את פיסת המידע המבוקשת (הקוד הנכון). הם ראו בשאלות של הבוט כישלון של המערכת להבין אותם, ולא כאסטרטגיה פדגוגית מכוונת. הבוט, לעומת זאת, פעל מתוך מודל של "דיאלוג פדגוגי", שבו תפקידו הוא להנחות את תהליך החשיבה של התלמיד. החיכוך שנוצר היה המקור המרכזי לתחושות השליליות ולחסם המשמעותי ביותר במוטיבציה של התלמידים להשתמש בכלי. הם לא חיפשו שותף למסע, אלא קיצור דרך ליעד.

פער זה פוגע ישירות בשני מושגי יסוד פסיכולוגיים החיוניים ללמידה. ראשית, הוא מערער את תחושת המסוגלות (Self-Efficacy) של התלמיד (Bandura, 1997). במקום לחוות הצלחה קטנה ובוטח, פיתחו ביטחון, התלמיד חווה תסכול מול כלי "שלא עוזר", מה שעלול לחזק אצלו את התפיסה ש"אני לא טוב בזה". שנית, הוא פוגע במוטיבציה הפנימית. הבוט תוכנן לעורר סקרנות והנאה מתהליך הגילוי, אך פער הציפיות מיקד את התלמידים במוטיבציה חיצונית בלבד, הרצון לסיים את המטלה ולהגיש.

כיצד נראית למידה משמעותית? ניתוח איכות השיח

למרות "פער הציפיות", הניסוי חשף את הפוטנציאל האדיר של הבוט הסוקרטי, במיוחד כאשר התלמידים לומדים לעבוד איתו. כדי להבין מתי וכיצד הבוט מצליח לממש את הפוטנציאל הפדגוגי שלו, פיתחנו מסגרת ייעודית לניתוח איכות השיח בין התלמידים לבוט. שיטת הניתוח, המבוססת על ספרות מחקרית ענפה בתחום מערכות הוראה חכמות (ITS), אפשרה לנו לקודד כל אחת מ-350 השיחות שנותחו על פי ארבעה ממדים מרכזיים: למידה מותאמת אישית, פיתוח חשיבה, למידה עצמאית ומוסדת, ושיח רגשי. כל ממד דורג בסולם של שלוש רמות: גבוהה, בינונית ונמוכה.

הממצאים הכמותיים הראו תמונה מעודדת: בכ-53% מהשיחות, הבוט הפגין הנחיה אדפטיבית ברמה גבוהה, כלומר התאים את עצמו באופן דינמי לקשיי התלמיד. בכ-40% מהשיחות, זוהתה רמת חשיבה גבוהה, שבה הדיאלוג חרג מפתרון טכני ועודד חשיבה אנליטית וביקורתית. אך מה מבחין בין שיחה איכותית לשיחה שטחית? הניתוח האיכותי חושף את המנגנונים הפדגוגיים בפעולה, ומדגים כיצד התמדה והתנסות מובילות ללמידה עמוקה.

ההתמדה משתלמת: ניתוח שיחות חוזרות

אחד הממצאים המרתקים ביותר עלה מניתוח שיחות של תלמידים שהתמידו וקיימו שש שיחות או יותר עם הבוט. אצל תלמידים אלו, ראינו תהליך ברור של למידה ושיפור באיכות האינטראקציה. הם למדו "לדבר" עם הבוט. אם בשיחות הראשונות הם נטו לשאול שאלות כלליות או לבקש פתרונות, בשיחות המאוחרות יותר הם הגיעו מוכנים יותר: הם הציגו את ניסיונות הקוד שלהם, שאלו שאלות ממוקדות, ואף החלו לאתגר את הבוט. הם למדו להשתמש בו כשותף לחשיבה. תהליך זה מדגים כי הפוטנציאל המלא של הבוט נחשף לאורך זמן, כאשר התלמיד מפתח "אוריינות AI" ולומד כיצד למנף את הכלי ללמידה משמעותית.

להלן נדגים רעיון זה באמצעות מספר שיחות.

דוגמה 1: הנחיה אדפטיבית ופיתוח חשיבה

בשיחה שדורגה גבוה, תלמיד התקשה להבין משימה שדרשה לבדוק אם סדרת מספרים היא זוגית ואי-זוגית לסירוגין. לאחר מספר ניסיונות של הבוט להנחותו בשאלות פתוחות, התלמיד הביע את מצוקתו:

תלמיד: "תסביר לי את המטלה כאילו שאני ילד לא גדול."

בקשה זו היא רגע מכונן. התלמיד לא מבקש פתרון, אלא דרך אחרת להבין. הבוט מזהה את הצורך ועובר באופן מיידי לאנלוגיה פשוטה:

AIVY: "דמיון שיש לך שקית מלאה בכדורים, חלקם אדומים וחלקם כחולים. המטלה היא לבדוק אם הכדורים מסודרים בצורה מסודרת: אדום, כחול, אדום, כחול... במקום אדום וכחול, נשתמש במספרים: זוגי ואי-זוגי."

השינוי היה מיידי. המעבר מהעולם המופשט של קוד לעולם המוחשי של כדורים פתח את החשיבה. התלמיד הגיב מיד בהבנה:

תלמיד: "so 1 even 1 odd 1 even 1 odd ... until the end".

שיחה זו מדגימה "פיגומים אדפטיביים" (Adaptive Scaffolding) בפעולה (Vygotsky, 1978). הבוט התאים את רמת התמיכה שלו באופן דינמי לקושי של התלמיד, והוביל אותו לבניית הבנה עצמאית.

דוגמה 2: ויסות רגשי במצבי תסכול

הבוט הפגין יכולת מרשימה לנהל שיח גם במצבים טעונים רגשית. באחת השיחות, תלמיד שהתקשה להתקדם הביע תסכול גובר והטיח בבוט: "הקוד עובד אתה טועה זה בעיה שלך אתה לוזר". במקום להגיב באופן טכני או להתגונן, הבוט הפגין אינטליגנציה רגשית:

AIVY: "אני מבין שאתה מתוסכל. אבל חשוב לי שתבין שהמטרה שלי היא לעזור לך ללמוד. בוא ננסה לגשת לזה בצורה שונה [...]"

הכרה ברגש התלמיד, לצד חזרה רגועה למסלול הלמידה, הצליחה לווסת את התסכול ולמנוע את נטישת המשימה. יכולת זו חיונית, שכן מחקרים מראים כי התמודדות מוצלחת עם רגשות שליליים יכולה להפוך ל"דלק" ללמידה עמוקה (D'Mello & Graesser, 2012).

דוגמה 3: טיפוח לומד עצמאי – מתלות ליוזמה

הדוגמה המרתקת ביותר היא של תלמידה שהחלה את האינטראקציה עם הבוט בחוסר ביטחון מוחלט ("איך אני מתחילה?"), אך לאורך שיחה מתמשכת, פיתחה יוזמה הולכת וגוברת. בתחילה, הבוט הנחה אותה בשאלות ממוקדות. בהדרגה, היא החלה להציע כיווני פעולה משלה ("אולי נחלק את השאלה לכמה פעולות?"). נקודת השיא הגיעה כשהציגה באופן יזום אלגוריתם מפורט משלה: "חשבתי על האלגוריתם הזה [...]". הבוט, מצדו, זיהה את התפתחות העצמאות והפחית את רמת התמיכה, תוך שהוא מספק משוב ממוקד על הצעותיה. תהליך זה מדגים כיצד שימוש עקבי בבוט סוקרטי יכול להוביל תלמיד מתלות ופאסיביות ללקיחת אחריות, יוזמה וחשיבה עצמאית.

דוגמה 4: חשיבה מושגית וביקורתית

באחת השיחות, תלמידה התמודדה עם שאלה מבחינת הבגרות. היא פתחה באמירה כללית: "אני לא מבינה את השאלה". הבוט, במקום להסביר, הנחה אותה לפרק את הבעיה בעצמה. לאורך הדיאלוג, התלמידה

עברה מזיהוי פערים ("אני לא מבינה איזה פעולות אני צריכה לעשות"), לשאלות מושגיות ("מה זה אומר הבנאי?"), ולבסוף, לאחר שהגיעה לפתרון שנראה נכון, היא לא עצרה. ביוזמתה, היא העלתה מקרה קצה שהשאלה המקורית לא התייחסה אליו:

תלמידה: "אבל מה קורה אם יש נקודה שהיא לא שחורה ולא לבנה? את זה לא צריך לבדוק?"

שאלה זו מדגימה רמה גבוהה של חשיבה ביקורתית. התלמידה לא הסתפקה בפתרון טכני, אלא בחנה את גבולות הבעיה והראתה הבנה עמוקה של ההיגיון מאחורי הדרישות. הדיאלוג עם הבוט לא סיפק לה תשובות, אלא יצר את המרחב שבו היא יכלה לפתח את החשיבה הזו בעצמה.

מגבלות הניסוי וההקשר

חשוב למסגר את הממצאים והתובנות בהקשר שבו נערך הניסוי. מספר מגבלות משמעותיות השפיעו על התהליך ועל התוצאות:

1. **לוח זמנים צפוף:** ההתנסות המעשית בכיתות החלה רק בחודש אפריל, סמוך לסוף שנת הלימודים. תקופה זו מאופיינת בעומס ובשחיקה והיה קושי להטמיע כלי חדש. בנוסף, הניסוי התקיים בשנת מלחמה שפגשה ברצף ההוראה ובפניות התלמידים ללמוד והמורים ללמד.
2. **בשלות הכלי:** בשלבי הניסוי הראשונים, הבוט היה עדיין בתהליך פיתוח. קשיים טכניים, תהליך התקנה מסורבל ואיטיות בפעולת המערכת יצרו תסכול ראשוני שהעיב על חוויית המשתמש ופגע במוטיבציה של מורים ותלמידים כאחד.
3. **היעדר הכשרת מורים מספקת:** בשל אילוצי הזמן, לא התקיימה הכשרת מורים מסודרת ומעמיקה לפני הכניסה לכיתות. לעיתים, מורים נתנו לתלמידים להתנסות בבוט לפני שהם עצמם הכירו אותו לעומק.
4. **אתגר סביבת העבודה:** הבוט פעל בסביבת VSCode, שלא הייתה מוכרת לחלק מהתלמידים והמורים, שהיו רגילים לסביבות פיתוח אחרות. הצורך להעביר את התלמידים לסביבה חדשה, יחד עם תהליך התקנה שהתגלה כמורכב וארוך, הוסיף נדבך נוסף של קושי טכני שהקשה על ההתנסות הראשונית.

מגבלות אלו מדגישות עד כמה **ההקשר והתנאים הסביבתיים קריטיים להצלחתה של התערבות טכנולוגית-פדגוגית**. התסכול שחוו התלמידים לא נבע רק מ"פער הציפיות", אלא גם מחוויית משתמש ראשונית מתסכלת.

תפקידו החדש של המורה – המתווך בעידן הבינה המלאכותית

אם פער הציפיות הוא הבעיה, מי הפתרון? המחקר שלנו מראה בבירור שהמפתח להצלחה אינו טמון רק בטכנולוגיה, אלא בתיווך האנושי. המורים שהצליחו לשלב את הבוט באופן אפקטיבי היו אלו שהבינו שתפקידם השתנה. הם הפסיקו להיות המקור היחיד לתשובות והפכו למתווכים פדגוגיים של סביבת למידה מורכבת, הכוללת גם אינטראקציה עם AI.

מתוך הניסוי, צמחו מספר אסטרטגיות הוראה קונקרטיות שהמורים פיתחו כדי לגשר על הפער:

1. **"מהבוט 'הרמאי' לעוזר למידה":** מורים הבינו שעליהם לבנות את אמון התלמידים בכלי.

באסטרטגיה זו, המורה פותר בעיות יחד עם התלמידים בשיעורים הראשונים, תוך כדי שהוא מדגים בקול רם כיצד לנהל דיאלוג עם הבוט. "אוקיי, הבוט שואל אותי מה ניסיתי. בואו נחשוב יחד מה לענות לו. שימו לב שהוא לא נותן לי את התשובה, הוא רוצה שאני אסביר לו את ההיגיון שלי." כך, המורה מלמד את התלמידים "אוריינות AI" חדשה – היכולת ללמוד עם כלי שנועד לאתגר.

2. **"שותף למתרגל":** באסטרטגיה זו, הבוט הוגדר ככתובת הראשונה לפנייה לעזרה. המורה הנחה את התלמידים: "נתקעתם? קודם כל, תתייעצו עם AIVY. אם אחרי דיאלוג איתו אתם עדיין לא מבינים, אני כאן." מהלך זה מעודד עצמאות, מפחית את התלות במורה, ומאפשר למורה להתפנות לעזרה במקרים מורכבים יותר או לדיונים מושגיים עם כלל הכיתה.

3. **"תרגול דיפרנציאלי":** המורים השתמשו בבוט כדי לתת מענה לשונות בכיתה. תלמידים מתקדמים יכלו להתמודד עם תרגילי אתגר בעזרת הבוט, בזמן שהמורה התפנה לעבוד עם תלמידים מתקשים. הבוט איפשר למידה בקצב אישי אמיתי. מורה אחת תיארה: "יש לי תלמיד חזק שסיים את כל החומר. במקום שיתחיל להשתעמם, נתתי לו פרויקט אישי והנחיתי אותו להיעזר בבוט. פתאום, גם הוא נתקל באתגר חדש."

אסטרטגיות אלו מדגישות את המסר המרכזי: **הטכנולוגיה אינה מחליפה את המורה. היא מעצימה אותו ומגדירה מחדש את תפקידו.** בעידן ה-AI, המורה הופך להיות הגורם שמלמד את התלמידים כיצד להשתמש בכלים החזקים העומדים לרשותם באופן ביקורתי, מושכל ואפקטיבי. זוהי הפדגוגיה החדשה: המורה אינו עוד "מעביר ידע", אלא "מעצב סביבות למידה" שבהן התלמיד לומד באופן פעיל, בתמיכת כלים חכמים.

מסקנות והמלצות לעתיד: הפדגוגיה החדשה בעידן ה-AI

הניסוי שלנו עם הבוט AIVY מספק לקחים החורגים הרבה מעבר להוראת תכנות. הוא מציע תובנות קריטיות לכל מי שעוסק בשילוב בינה מלאכותית בחינוך, ומדגיש את החשיבות העליונה של תכנון פדגוגי נכון בעידן הנוכחי.

1. **האתגר הוא פדגוגי, לא טכנולוגי:** הבעיה המרכזית אינה יכולות ה-AI, אלא האופן שבו אנו משלבים אותו בתהליכי למידה. עלינו לעצב כלים שמשרתים מטרות פדגוגיות, ולא רק כלים המספקים תשובות יעילות. השאלה אינה "מה ה-AI יכול לעשות?", אלא "איזו למידה אנחנו רוצים שה-AI ישרת?".

2. **חובה לגשר על "פער הציפיות":** לא ניתן להתעלם מההשפעה של כלי AI גנריים על תפיסות התלמידים. כל הטמעה של כלי פדגוגי חייבת לכלול שלב של תיאום ציפיות, הסבר והדגמה. עלינו להכין את התלמידים למפגש עם AI שונה, כזה שדורש מהם מאמץ ושיתוף פעולה.

3. **המורה במרכז:** תפקיד המורה הופך להיות קריטי מתמיד. הוא המתווך, והגורם שמלמד את התלמידים את המיומנות החשובה ביותר במאה ה-21: היכולת ללמוד בסביבה עתירת טכנולוגיה. התובנה המרכזית היא שיש ללמד את התלמידים כיצד לעבוד עם בוט ייעודי, בדיוק כפי שמלמדים אותם כל מיומנות אחרת.

לאור תובנות אלו, ההמלצה המרכזית שלנו היא להשקיע בהכשרת מורים ובתכנון פדגוגי מוקפד. יש צורך בפיתוח מקצועי שיצייד את המורים באסטרטגיות להטמעת כלים, ובתכנון מערכי שיעור המנצלים את יתרונות הבוט באופן מובנה. הפוטנציאל של הבינה המלאכותית בחינוך אינו טמון ביצירת "מנועי תשובות"

יעילים יותר, אלא בפיתוח כלים המקדמים תהליכי חשיבה. המחקר שלנו מראה כי מימוש פוטנציאל זה אינו תלוי רק בטכנולוגיה, אלא דורש פדגוגיה מתווכת המכירה ב"פער הציפיות" ופועלת באופן אקטיבי לגשר עליו. אנו קוראים למורים למדעי המחשב לאמץ כלים דומים. כיום, קיימות סביבות בוט נוספות שאושרו לשימוש על ידי משרד החינוך וזמינות דרך מערכת גפ"ן, כגון Stacks – סביבה התומכת בהוראת תכנות וניהול כיתה, וספר הלימוד "מבט לחלונות", המלווה במתרגל בינה מלאכותית. כדי לתמוך בתהליך, פיתחנו אפליקציה שיתופית למורים, המבוססת על האסטרטגיות והתובנות שעלו מהניסוי. באפליקציה תוכלו למצוא דוגמאות מהשטח, לשתף אסטרטגיות הוראה ולהתייעץ עם עמיתים. אנו מזמינים אתכם להצטרף לקהילה ולעצב יחד אתנו את עתיד הוראת התכנות.

מקורות מרכזיים

- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W. H. Freeman.
- Butler, D. L., & Winne, P. H. (1995). Feedback and Self-Regulated Learning: A Theoretical Synthesis. *Review of Educational Research*, 65(3), 245-281.
- D'Mello, S., & Graesser, A. (2012). AutoTutor and affective AutoTutor: Learning by talking with conversational agents. In R. E. Mayer & P. A. Alexander (Eds.), *Handbook of research on learning and instruction* (pp. 451-475). Routledge.
- O'Connor, S., & ChatGPT. (2023). Open-ended report on the role of ChatGPT in academic integrity. *International Journal for Educational Integrity*, 19(1), 1-4.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University press.
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory into Practice*, 41(2), 64-70.