

**שימוש מובנה בעזרים וירטואליים מבוססי בינה מלאכותית כמודל לחונכות
קוגניטיבית בלמידה בעלת הכוונה עצמית בהשכלה הגבוהה**

חנין ואסל

**Structured Use of AI-Based Virtual Tools as a Model for Cognitive
Apprenticeship in Self-Directed Learning in Higher Education**

Haneen Vasel

Abstract

This study examines how structured use of AI virtual tools functions as a model of cognitive apprenticeship in self-directed higher education learning. These tools include pedagogical chatbots and scenario-based simulators. Instructors integrated these tools into academic courses as question-driven mediation mechanisms. They do not operate as answer-providing systems. They support students in leading their own learning processes. The study adopted a qualitative research approach. The researcher administered an anonymous open-ended questionnaire to 27 graduate students. These students enrolled in a master's program fostering self-directed learning. The researcher analyzed data using framework-driven thematic analysis aligned with the cognitive apprenticeship model. Findings indicate the tools provide a supportive and accessible learning experience. The tools help focus and refine academic outputs. They prompt pauses, reconsideration and informed decision-making. Students use the tools as temporary support during difficult points. The tools strengthen self-articulation and post-action reflection. Students also reported experiences of cognitive load and confusion. This reflects the inherent complexity of self-directed learning mediated by AI tools. The findings demonstrate patterns of cognitive and academic independence among participants. The study offers an empirical conceptualization for integrating chatbots and simulators as components of cognitive apprenticeship rather than generic support technologies.

Keywords: AI-based virtual assistants, pedagogical chatbots, simulators, cognitive apprenticeship, self-directed learning, higher education teaching

תקציר

המחקר בוחן כיצד שימוש מובנה בעזרים וירטואליים מבוססי בינה מלאכותית – צ'אטבוטים פדגוגיים וסימולטורים תרחישיים – עשוי לשמש מודל לחונכות קוגניטיבית בלמידה בעלת הכוונה עצמית בהשכלה הגבוהה. העזרים פותחו והוטמנו בקורסים כך שאינם פועלים כספקי תשובות, אלא כמנגנוני תיווך מבוססי שאלות התומכים בהובלת תהליך הלמידה עלידי הסטודנטים עצמם. המחקר נערך בגישה איכותנית וכלל שאלון פתוח מקוון ואנונימי בקרב 27 סטודנטים בתוכנית לתואר שני המבוססת על טיפוח לומד בעל הכוונה עצמית, והנתונים נותחו באמצעות ניתוח תמות מונחה-מסגרת בהלימה למודל החונכות הקוגניטיבית. הממצאים מצביעים על חווית שימוש שנתפסת כתומכת וזמינה ומסייעת למיקוד, הבהרה ודיוק של תוצרים אקדמיים; על תיווך קוגניטיבי המעורר עצירה, בחינה מחודשת וקבלת החלטות מושכלת; על שימוש בעזרים כתמיכה זמנית בנקודות של קושי; ועל חיזוק תהליכי ניסוח ורפלקציה לאחר מעשה. לצד תרומות אלו עלו גם חוויות של עומס ובלבול קוגניטיבי, המשקפות את מורכבות הלמידה באמצעות העזרים בהכוונה עצמית. ממצאים אלה מצביעים על דפוסים של התבססות עצמאות קוגניטיבית ואקדמית בקרב המשתתפים. ייחודיות המחקר טמונה בהצגת המשגה אמפירית לניתוח שילוב מתוכנן של בוטים וסימולטורים במסגרת חונכות קוגניטיבית בלמידה בעלת הכוונה עצמית, ולא ככלי טכנולוגי תומך-למידה כללי.

מילות מפתח: עזרים וירטואליים מבוססי בינה מלאכותית; צ'אטבוטים פדגוגיים; סימולטורים; חונכות קוגניטיבית; למידה בעלת הכוונה עצמית; הוראה ולמידה בהשכלה הגבוהה

מבוא

בעשור האחרון התרחב משמעותית השימוש בבינה מלאכותית (AI) בהשכלה הגבוהה, והוביל להתעניינות מחקרית גוברת בנוגע להשפעתה על תהליכי הוראה ולמידה ועל קבלת החלטות פדגוגיות מבוססות נתונים (Ezzaim et al., 2023; Gligorea et al., 2023). במקביל, יישומי בינה מלאכותית מאפשרים מתן תמיכה רציפה לסטודנטים לאורך רצף הלמידה, החל מהיבטים אדמיניסטרטיביים כגון רישום לקורסים וניהול מסלולי לימוד, וכלה בליווי אקדמי אישי, ובכך תורמים לחיזוק שביעות הרצון ולהגברת מעורבות הסטודנטים בתהליך הלמידה (Guan et al., 2020). לצד הפוטנציאל המיוחס לבינה מלאכותית בלמידה ובהוראה, מתנהל שיח ביקורתי המעלה סוגיות מהותיות בנוגע להשפעות השימוש ב-AI על איכות הלמידה. ביקורת זו מתמקדת, בין היתר, בהיווצרות תלותיתר ולמידה פסיבית העוקפת תהליכים קוגניטיביים חיוניים — כגון חשיבה ביקורתית, פתרון בעיות ויצירתיות — ובכך עלולה לפגוע בהתפתחות "יכולות קוגניטיביות מרכזיות" ויכולת הכרעה אקדמית של לומדים (Schei et al., 2024).

במציאות זו מתחדד הצורך לבחון מודלים חלופיים לשימוש ב-AI, המבוססים לא על אספקת פתרונות אלא על עקרונות של תיווך קוגניטיבי — מודלים המכוונים לעידוד חשיבה מסדר גבוה, רפלקציה ופיתוח למידה אוטונומית, למשל עזרים וירטואליים מבוססי בינה מלאכותית (צ'אטבוטים וסימולטורים) בהקשרים של הוראה ולמידה. התפתחות הבינה המלאכותית הגנרטיבית ופריצת הדרך של מודלי שפה גדולים (LLMs) הרחיבו את יכולותיהם של כלים אלה, והובילו למעבר מצ'אטבוטים סטטיים המספקים מידע ישיר — לכאלה המיישמים מנגנוני דיאלוג ושאלת שאלות המכוונים תהליכי חשיבה רפלקטיביים ואוטונומיים בקרב לומדים (McGrath et al., 2025). פוטנציאל זה מציב את העזרים הווירטואליים כמרכיב בעל אפשרות לחזק למידה מונחית-שיח ולהוות נדבך תומך בהוראה אקדמית. עם זאת, סקירות עדכניות מדגישות כי גוף הידע האמפירי בנושא עדיין מוגבל ואינו מצביע באופן חד-משמעי על תרומת עזרים וירטואליים לעומק למידה, למעורבות או להישגים אקדמיים (Alemdag, 2025; Wu & Yu, 2024). יתר על כן, מרבית המחקרים הקיימים מתמקדים בבחינת יעילותם של עזרים מבוססי בינה מלאכותית במונחים של הישגים, שביעות רצון או מעורבות, ופחות בעיצובם ככלי תיווך פדגוגי המוטמע באופן שיטתי במסגרת מודל הוראה תאורטי מוגדר. למרות התרחבות המחקר בתחום, טרם נבחן באופן אמפירי כיצד עזרים וירטואליים מבוססי בינה מלאכותית מעוצבים ומוטמעים כחלק ממודל חונכות קוגניטיבית מובנה, וכיצד עיצוב זה תומך בתהליכי ויסות עצמי, רפלקציה

וחשיבה מסדר גבוה בלמידה אקדמית מתקדמת. פער זה - בין בחינת יעילות כללית לבין בחינת עיצוב פדגוגי מבוסס תאוריה - מהווה את מוקד המחקר הנוכחי.

הרלוונטיות של פער זה מתחדדת בתוכניות לתואר שני הפועלות במסגרת פדגוגית המטפחת לומד בעל הכוונה עצמית, שבהן נדרשים הסטודנטים לאחריות, ויסות עצמי והפעלת שיקול דעת קוגניטיבי. בהקשר זה פותחו העזרים הווירטואליים הנבחנים במחקר - צ'אטבוטים וסימולטורים - ככלי תיווך קוגניטיבי מובנה, שמטרתם להניע תהליכי חשיבה ורפלקציה מבלי לפגוע בעצמאות האקדמית של הלומדים. המחקר הנוכחי מציע בחינה אמפירית של שילוב מובנה של עזרים וירטואליים מבוססי בינה מלאכותית במסגרת מודל חונכות קוגניטיבית בלמידה בעלת הכוונה עצמית, ובכך מבקש להעמיק את ההבנה של AI כמנגנון תיווך פדגוגי מעוצב ולא ככלי טכנולוגי תומך למידה כללי.

סקירת ספרות

בינה מלאכותית בהשכלה גבוהה: הזדמנויות ואתגרים

הטמעת בינה מלאכותית (AI) בהשכלה הגבוהה משקפת התרחבות מהירה של תחום מחקר זה בעשור האחרון, תוך התמקדות בתרומתה הן לסטודנטים והן למרצים בהקשרי הוראה, תכנון למידה ויישום מערכות דיגיטליות תומכות הוראה במוסדות אקדמיים (Chen, Zou, et al., 2020). עבור הסטודנטים, שילוב בינה מלאכותית תורם ביצירת סביבות למידה אדפטיביות (Li & Wong, 2021), ומספק לסטודנטים ערוץ תמיכה נוסף בשעת אמת (Çağataylı, Indrawati & Kuncoro, 2021), ומגביר את יכולות ניבוי ההצלחה האקדמית (Luckin et al., 2022), ומאפשר יצירת קבוצות סטודנטים מותאמות אישית (Dever et al., 2020). ואף מאפשר הערכה של מצב הלמידה ומתן משוב (Dever et al., 2020).

עבור מרצים, יישומי AI תורמים לפיתוח כלי הערכה דיגיטליים חדשניים (Baykasoğlu et al., 2018), ומאפשרים העברת מידע דינמי על מאפייני הלמידה של הסטודנטים בזמן אמת (Bedenlier et al., 2020), ומספקים ניתוח אוטומטי של תוצרי למידה ומתן ניקוד ומשוב מידיים (Chen, Xie, et al., 2020), ותורמים לפיתוח עוזרי למידה וירטואליים (Wang et al., 2021) המסייעים בניהול נתונים ומתן ציונים, כך שהם מפנים זמן ומשאבים למרצים ולסגל ומאפשרים להם להקצות את מאמציהם למטרות אסטרטגיות יותר (Alam, 2021).

לצד זאת, הטמעת AI מלווה באתגרים מהותיים. יישום AI בהשכלה גבוהה מייצר מורכבויות מערכתיות הכוללות התאמה למערכות קיימות, הבטחת יכולת פעולה הדדית ועלויות יישום גבוהות (Akinwalere & Ivanov, 2022). קיימים חששות בנוגע להטיות אלגוריתמיות שעלולות להעצים פערים חינוכיים ולהוביל לאישוויון (Taneri, 2020). בממד האנושי, עולה חשש מהשפעת AI על תפקידי הסגל וביטחון תעסוקתי – מציאות המחייבת הכשרה ותמיכה מקצועית (Owoc et al., 2019). בנוסף, הספרות מצביעה על אתגרים הנוגעים לאיכות ההפקה של מערכות AI, מהימנותן ומגבלות הביצוע שלהן, הכוללות חשש מפלט לא מדויק, יישום בלתי ראוי של טכנולוגיות AI ושונות גבוהה ביכולתן לבצע משימות בהתאם להקשר (Zhai et al., 2021; Zhang & Tur, 2024). על רקע הזדמנויות ואתגרים אלו, מתחדדת החשיבות לבחינת יישומם הקונקרטי של עזרים וירטואליים מבוססי בינה מלאכותית בתהליכי למידה אקדמיים.

למידה באמצעות עזרים וירטואליים מבוססי בינה מלאכותית – צ'אטבוטים וסימולטורים

בהקשר של המחקר הנוכחי, התפתחותם של צ'אטבוטים מקושרת להופעת מודלים גנרטיביים כדוגמת ChatGPT, שהושק בשנת 2022 ומאפשר ייצור טקסט, הפקת תוכן יצירתי ומתן תשובות אינפורמטיביות לשאלות לימודיות ומחקריות (Dergaa et al., 2023). צ'אטבוטים נתפסים כרכיב משמעותי במערכת החינוך, שכן הם עשויים לשפר את חוויות הלמידה ולהתאים את ההוראה למאפייני הלומד (Chassignol et al., 2018). מן הספרות עולה כי הם מהווים גורם דיאלוגי הפועל לא רק להעברת מידע, אלא ליצירה ולבניית ידע חדש באופן המדמה את פעולתו של מורה אנושי – כמכוון, כמתווך וכמפתח תהליך חשיבה אקטיבי (Han & Lee, 2022; Pérez et al., 2020). שילובם נתפס כבעל פוטנציאל לשיפור הנגישות, לייעול תהליכי תמיכה ולהרחבת המענים הלימודיים (Essel et al., 2022). לצד ההיבטים התפעוליים, מודגשת תרומתם לעידוד מוטיבציה ומעורבות בלמידה (Okonkwo & Ade-Ibijola, 2021) ולחיזוק תפיסת לומד חיובית התורמת ללמידה ולהישגים אקדמיים (Shoufan, 2023).

צ'אטבוטים משמשים כמנגנון להרחבת התמיכה הפדגוגית במהלך הלמידה, בין היתר באמצעות משוב המבליט נקודות חוזק ותחומים הדורשים שיפור, לצד הצעת כיווני העמקה נוספים בהתאם לצרכים לימודיים שונים (Celik et al., 2022). האינטראקציה המתאפשרת באמצעות הבוט יוצרת ערוץ ליווי נגיש וזמין, המציע הכוונה ושיח גם מחוץ לזמני השיעור, ובכך מצמצם תחושות של ריחוק והיעדר קשר ישיר בין סטודנט למרצה (Clarizia et al., 2023).

2018). היכולת ליזום פנייה ולהניע שיחה על פי ההקשר האישי של הסטודנט מחזקת תחושת התייחסות פרטנית ומאפשרת חוויה מותאמת אישית (Hien et al., 2018). בהמשך לכך, צ'אטבוטים יכולים לשמש כמתווכים בין הסטודנט לבין המרצה ולאפשר ללומד לקדם את תהליך רכישת הידע שלו בקצב אישי, מבלי להיות כבול למבנה זמן חיצוני (Wang et al., 2021). היכולת לעודד ניסוח שאלות ולהניע התבטאות בקרב לומדים שנוטים לשתוק בכיתה מסורתית מגדילה את היקף המעורבות ומאפשרת פתיחת מרחב התבטאות רחב יותר (Verleger & Pembbridge, 2018). לצד אלו מתקיימים יתרונות פדגוגיים נוספים, ובהם התאמה לצרכים הייחודיים של כל לומד (Fariani et al., 2023). עם זאת, אחריותו של המורה נותרת מרכזית, בין היתר בשל הצורך לבצע הערכה ביקורתית של מידע המופק מהבוט, שעלול להיות מוטא או לא מדויק (Kasneji et al., 2023). בתוך כך מתגבש תפקידם של צ'אטבוטים כמרכיב משלים המעשיר את סביבת הלמידה, אך אינו מחליף נוכחות אנושית, שיקול דעת מקצועי ותפיסה פדגוגית מודעת.

בנוסף לצ'אטבוטים הפועלים במרחב דיאלוגי, סביבות למידה וירטואליות מבוססות בינה מלאכותית מהוות נדבך משלים של תמיכה פדגוגית. סביבות אלו מבוססות על סימולציות שבהן הלומד פועל בתוך סביבת למידה וירטואלית המשחזרת אירועים או מצבי למידה אותנטיים מן החיים האמיתיים לצורך פתרון בעיות וקבלת החלטות (Dai & Ke, 2022). למרות ההכרה ביכולת של סימולציות לתמוך בלמידה אקטיבית ולהעשיר את תהליך ההוראה באמצעות אינטראקציות אנושיות, קיים מחסור בידע אקדמי עדכני הממפה את מגמות השימוש בבינה מלאכותית בלמידה מבוססת סימולציה, ובפרט בנוגע להיבטים הקשורים לחוויית הלמידה ולפרקטיקות של למידה פעילה (Zhang & Aslan, 2021). עדויות מחקריות ראשוניות מצביעות על פוטנציאל של שילוב בינה מלאכותית גנרטיבית בסביבות סימולציה, לרבות תמיכה בפיתוח מיומנויות הוראה כגון קבלת החלטות, תקשורת ומעורבות תלמידים, לצד זיהוי מגבלות תכנוניות הקשורות לעומס קוגניטיבי, עיצוב ממשק ופיגומים לימודיים (Hong et al., 2025). לפיכך, עולה הצורך לבחון לא רק את עצם השימוש בעזרים אלו, אלא את האופן שבו הם מובנים פדגוגית כתומכים בתהליכי למידה קוגניטיביים עמוקים.

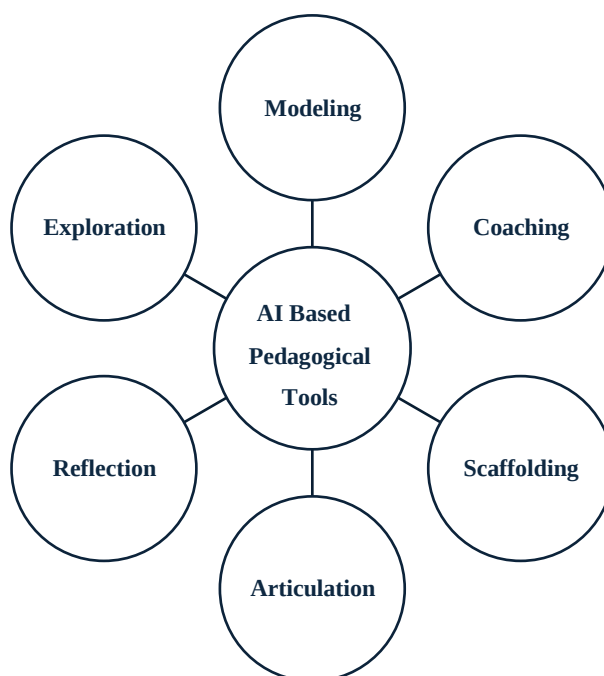
למידה בעלת הכוונה עצמית ומודל החונכות הקוגניטיבית

מושג הלמידה העצמית (Self-Directed Learning – SDL) מתואר כלמידה המאופיינת באוטונומיה ובשליטה של הלומדים על חוויית הלמידה שלהם, באופן המאפשר רכישת ידע ומיומנויות בהתאם לתחומי עניין אישיים, לצרכים חינוכיים ולסגנונות למידה מועדפים

(Nasri et al., 2020). SDL כוללת רכיבים של מוטיבציה עצמית, ויסות עצמי, חשיבה ביקורתית ומיומנויות פתרון בעיות, המשקפים למידה הנשענת על תהליכי יוזמה עצמאית של הלומד (Koç, 2019). למידה בעלת הכוונה עצמית אינה מצטמצמת לדפוס פעולה לימודי נקודתי, אלא מתייחסת לאופן שבו הלומד שומר על שליטה מכוונת באמצעים ובמטרות הלמידה שלו לאורך זמן, עם או בלי ליווי חיצוני (Mncube & Maphalala, 2023). שליטה זו יכולה להתממש במגוון סביבות למידה, לרבות הקשרים של אינטראקציה פנים-אלפנים, כפי שהודגם כבר במחקרים מוקדמים על למידה בעלת הכוונה עצמית בהקשרים חינוכיים (Gibbons et al., 1980). בהקשר זה, SDL משמשת מבנה מושגי להבנת השתתפות פעילה ומתמשכת של לומדים במשימות למידה מגוונות, תוך הטלת אחריות מרכזית על הלומד לתכנון ולהערכה של חוויות הלמידה האישיות שלו (Sun et al., 2022). מאפיינים אלה באים לידי ביטוי בדפוסי פעולה כגון התבוננות עצמית, הערכה עצמית, מחקר עצמאי ולמידה בקצב אישי, כפי שזוהו בקרב לומדים בעלי הכוונה עצמית (Setlhodi, 2019). בהקשר העכשווי, טכנולוגיות דיגיטליות מתקדמות נתפסות כמרחב המרחיב את האפשרויות לתמיכה בלמידה בעלת הכוונה עצמית, בין היתר באמצעות נגישות למשאבים, גמישות בתזמון ובקצב הלמידה והזדמנויות לניהול עצמאי של תהליכי למידה (Bonk & Lee, 2017). מעורבות זו מתבטאת גם בניהול חומרי וכלי הלמידה, בבחירת מטרות ופעילויות ובמעקב אחר התקדמות הלמידה- תהליכים המאפשרים פיתוח של הבנה עמוקה יותר ושיפור מתמשך של דרכי הלמידה, גם בהיעדר הנחיה ישירה (Choi et al., 2017). נוסף על כך, הלמידה בעלת הכוונה עצמית הוכרה כגישה פדגוגית המשלבת בין יתרונות של למידה מסורתית ולמידה מקוונת, תוך התאמה להקשרים חינוכיים מגוונים (Kruger, 2020).

הספרות מציעה מגוון מודלים פדגוגיים לתמיכה בלמידה בעלת הכוונה עצמית, בהם מודלים המדגישים תיווך קוגניטיבי, למידה חברתית ורפלקטיבית ולמידה מונחית משימות; מבין אלו, מודל החונכות הקוגניטיבית נבחר לשמש מסגרת תאורטית ומתודולוגית למחקר הנוכחי. מודל החונכות הקוגניטיבית – Cognitive Apprenticeship, כפי שהוא מתואר בספרות התאורטית (Collins et al., 1989) – מניח כי רכישת מומחיות מתאפשרת כאשר תהליכי חשיבה סמויים נעשים גלויים ונגישים ללומד באמצעות תיווך פדגוגי מדורג. המודל מפרש את הלמידה כתהליך חברתי-קוגניטיבי הנשען על רכיבים מרכזיים, בהם הדגמה (Modeling) – חשיפה לדוגמה או הדגמה לביצוע משימה, אימון והנחיה פעילה (Coaching) המבוססת על שאלות מנחות ומשוב, פיגום (Scaffolding) – תמיכה זמנית המאפשרת התקדמות בעת קושי ולאחר מכן מתפוגגת, ניסוח (Articulation)

של תהליכי חשיבה ופעולה עלידי הלומד, רפלקציה (Reflection) על המהלך הלימודי המתבצעת לאחר מעשה, ומעבר מדורג לעצמאות ביצועית וקוגניטיבית (Exploration). רכיבים אלה מהווים בסיס להבנת האופן שבו לומדים עשויים לנוע מלמידה הנשענת על תמיכה טכנולוגית — אל יכולת פעולה עצמאית, מודעת ורפלקטיבית. בהתאם לכך, ניתוח הממצאים במחקר התבסס מראש על מודל החונכות הקוגניטיבית כעדשה תאורטית מארגנת, אשר שימשה בסיס להגדרת התמות ולפענוח דפוסי ההתנסויות וההשתנות הקוגניטיבית המובאים בתשובות הסטודנטים. איור 1 מציג את המודל התאורטי שגובש במחקר הנוכחי, המבוסס על מודל החונכות הקוגניטיבית ועל הקשרו ליישום כלים פדגוגיים מבוססי בינה מלאכותית בתהליך הלמידה.



איור 1: מודל החונכות הקוגניטיבית בהקשר של שימוש בעזרים וירטואליים מבוססי בינה מלאכותית

מודל החונכות הקוגניטיבית נבחר כי העזרים הווירטואליים פועלים בהדגמה, שאלות ורפלקציה, ומאפשרים בחינת למידה, חשיבה ועצמאות אקדמית. בהתאם לכך, המחקר מבקש לבחון כיצד מתארים סטודנטים בתוכנית לתואר שני המבוססת על למידה בעלת הכוונה עצמית את חוויית השימוש המובנה בעזרים וירטואליים מבוססי בינה מלאכותית,

וכיצד באים לידי ביטוי רכיבי החונכות הקוגניטיבית באינטראקציה בין הסטודנטים לבין עזרים אלה.

מתודולוגיה

מטרת המחקר ושאלות המחקר

מטרת המחקר היא לבחון את חוויית השימוש המובנה בעזרים וירטואליים מבוססי בינה מלאכותית בקרב סטודנטים בתוכנית לתואר שני המבוססת על למידה בעלת הכוונה עצמית, ולנתח כיצד רכיבי החונכות הקוגניטיבית באים לידי ביטוי באינטראקציה בין הסטודנטים לבין עזרים אלו במסגרת הלמידה האקדמית. שאלות המחקר:

1. כיצד מתארים סטודנטים בתוכנית לתואר שני המבוססת על למידה בעלת הכוונה עצמית את חוויית השימוש המובנה בעזרים וירטואליים מבוססי בינה מלאכותית במסגרת הלמידה האקדמית?
2. כיצד באים לידי ביטוי רכיבי החונכות הקוגניטיבית (Cognitive Apprenticeship) במסגרת למידה בעלת הכוונה עצמית באינטראקציה בין הסטודנטים לבין העזרים הווירטואליים מבוססי הבינה המלאכותית?

שיטת המחקר

המחקר הנוכחי מבוסס על גישה איכותנית שמטרתה להבין את נקודות המבט, החוויות והתפיסות של סטודנטים באשר לשימוש מובנה בעזרים וירטואליים מבוססי בינה מלאכותית במסגרת למידה אקדמית. גישה זו מאפשרת להתמקד בפרשנויות הסובייקטיביות של המשתתפים לתהליכי למידה המשלבים תיווך טכנולוגי, וזאת תוך כדי התמקדות בהקשר הפדגוגי והחוויתי שבו הם פועלים (Patton, 2002). יתרונה של הגישה הזו הוא ביכולתה לחשוף תובנות מורכבות שאינן ניתנות לכימות, ובדרך זו לתרום להבנה עשירה יותר של תהליכי למידה מתווכי בינה מלאכותית בהשכלה הגבוהה (Denzin & Lincoln, 2011).

כלי המחקר

כלי המחקר המרכזי היה שאלון פתוח בכתב (open-ended written questionnaire), הכולל שאלות איכותניות שנועדו לאפשר לסטודנטים לתאר במילים שלהם את חוויית השימוש בעזרים וירטואליים ואת תהליכי הלמידה שהם עברו. שאלון פתוח מאפשר איסוף נתונים עשירי הנשען על תיאורים סובייקטיביים, רפלקציה וחשיפה של משמעויות כפי שהן מתנסחות עלידי המשתתפים עצמם, ללא הטיה של מבנה תשובות סגור (Given, 2008).

מעבר לערכו המהותי כמקור לנתונים רפלקטיביים, שאלון פתוח מאפשר לזהות כיצד המשיבים מבינים את השאלות וכיצד הם מגיעים לתשובה, ובכך הוא תורם להבנת תהליך החשיבה שלהם במסגרת המחקר (Singer & Couper, 2017). השאלון הועבר באופן מקוון והיה אנונימי לחלוטין, על מנת לאפשר מרחב הבעה חופשי שאינו מושפע מנוכחות המרצה או מלחץ הקשרי, ובכך לתמוך בהפקת נתונים אותנטיים המשקפים את קולם של הלומדים עצמם. נוסף על כך, לאור העובדה שהחוקרת שימשה גם כמרצה בקורסים, הובהר למשתתפים במפורש כי ההשתתפות במחקר היא וולונטרית לחלוטין ואינה קשורה להערכה בקורס, וכי הנתונים ינותחו באופן קבוצתי ללא אפשרות זיהוי אישי. בהינתן כפילות תפקידה של החוקרת כמרצה וכחוקרת, מיקומה בתוך השדה הנחקר הוכר כחלק אינהרנטי מן ההקשר המחקרי. לפיכך, הובאה בחשבון האפשרות כי יחסי מרצה-סטודנטים עשויים להשפיע על אופן ההבעה, ההדגשה או הסלקציה של חוויות במסגרת המענה לשאלון. מודעות זו לוותה בהפרדה ברורה בין תפקיד ההוראה לבין תהליך הניתוח המחקרי, ובבחינה אנליטית המבוססת באופן בלעדי על יחידות המשמעות הטקסטואליות שנמסרו בכתב, ללא הסתמכות על היכרות אישית או ידע מוקדם על המשתתפים.

על מנת לחזק את אמינות המחקר (trustworthiness), נעשה שימוש בפרקטיקות מקובלות של תיעוד מפורט וקריאה ביקורתית של הנתונים (Holstein & Gubrium, 2020). בהמשך לכך, חיזוק מהימנות המחקר התבסס על בחינה חוזרת של הנתונים לאחר גיבוש התמות, לצורך בדיקת התאמתן ליחידות המשמעות המקוריות. תהליך זה כלל חזרה שיטתית לנתונים הגולמיים ועיגון הממצאים בציטוטים מייצגים, במטרה להבטיח עקיבות פנימית והתאמה בין הפרשנות האנליטית לבין החומר האמפירי.

הקשר המחקר – סביבת הלמידה והעזרים הווירטואליים מבוססי הבינה המלאכותית

הסעיף שלהלן מתאר את ההקשר הפדגוגי שבתוכו נערך המחקר, ואינו מהווה חלק מהליך המחקר עצמו. במסגרת ההוראה בקורסים לתואר שני פיתחה המרצה החוקרת עזרים וירטואליים מבוססי בינה מלאכותית כחלק אינטגרלי מסביבת הלמידה בתוכנית המטפחת למידה בעלת הכוונה עצמית. הקורסים משלבים למידה בעלת הכוונה עצמית ואסינכרונית ודורשים מן הסטודנטים אחריות אישית, קבלת החלטות והובלת תהליך הלמידה. העזרים שולבו כמענה פדגוגי תומך, שנועד ללוות את הלמידה מבלי להחליפה. העזרים כללו צ'אטבוטים פדגוגיים וסימולטורים. הסימולטורים, שפותחו על בסיס מודל השפה Gemini של חברת Google, מדמים מצבים מורכבים בהובלת חדשנות, ובהם סוגי התנגדויות לשינוי ודרכי התמודדות אסטרטגיות, באמצעות תרחישים דינמיים המזמינים קבלת החלטות ובחינת השלכות פדגוגיות. הצ'אטבוטים עוצבו והופעלו באמצעות ChatGPT, בהתאמה

שלבי הלמידה בקורסים שונים: בקורס תכנון חדשנות פדגוגית שימש הבוט כלי מלווה לתכנון מיזם חינוכי, ובקורס סמינריון חקר חדשנות פותחה סדרה של שבעה בוטים ייעודיים לשלבים שונים של פיתוח מחקר איכותני. הבוטים אינם מספקים תשובות או תוצרים, אלא פועלים באמצעות שאלות מנחות, תיווך ורפלקציה ומקדמים חשיבה מסדר גבוה, דיוק אקדמי ופיתוח עצמאות אקדמית. יודגש כי תיאור זה נועד למקם את המחקר בתוך ההקשר ההוראתי שבו נאספו הנתונים ואינו מהווה רכיב מתודולוגי במחקר עצמו; המחקר לא עסק בהערכת פיתוח הכלים או בבחינת יעילותם, אלא בניית דיווחי הסטודנטים על חוויית השימוש בהם במסגרת הלמידה.

המשתתפים

במחקר השתתפו 27 סטודנטים הלומדים בתוכנית לתואר שני המבוססת על עקרונות טיפוח לומד בעל הכוונה עצמית. מבין המשתתפים, 74.1% נשים ($n=20$) ו-25.9% גברים ($n=7$). ממוצע הגיל של המשתתפים עמד על כ־41 שנים, כאשר התפלגות הגיל הייתה כדלקמן: גילאי 30–26 (11.1%), 31–35 (18.5%), 36–40 (18.5%), 41–45 (22.2%), 46–50 (18.5%), ו־61–65 (11.1%). ממוצע הוותק בהוראה עמד על כ־11.3 שנים, עם התפלגות ותק כדלקמן: עד חמש שנות ותק (18.5%), 6–10 שנים (25.9%), 11–15 שנים (22.2%), 16–20 שנים (18.5%) ו־21–25 שנים (14.8%). המשתתפים מגיעים ממגוון תחומי הוראה, ובהם חינוך יסודי ועליסודי, חינוך מיוחד ותפקידי הדרכה וניהול חינוכי.

ניתוח הנתונים

הניתוח האיכותני התבסס על מודל ששת שלבי הניתוח התמטי של בראון וקלארק (Braun & Clarke, 2006), וכלל קריאה מעמיקה של הנתונים, קידוד שיטתי, ארגון קודים, גיבוש תמות, סקירתן והגדרת גבולותיהן, ולבסוף כתיבה אינטגרטיבית של פרק הממצאים בשילוב ציטוטים מייצגים. מאחר שהמחקר נשען על מודל החונכות הקוגניטיבית, הקידוד בוצע בגישה דדוקטיבית מונחית מסגרת (a priori), בהתאם לששת רכיבי המודל: הדגמה (Modeling), אימון והנחיה (Coaching), פיגום (Scaffolding), ניסוח (Articulation), רפלקציה (Reflection) ומעבר לעצמאות (Exploration). הקודים מוינו לקטגוריות תאורטיות, באופן שאפשר לבחון כיצד רכיבי החונכות הקוגניטיבית באים לידי ביטוי באינטראקציה עם עזרים וירטואליים מבוססי בינה מלאכותית. יחידת הניתוח הוגדרה כיחידת משמעות מילולית, ולחיוזק אמינות הממצאים בוצע תהליך שכלל קידוד שיטתי, בחינה חוזרת של הקודים והשוואתם לנתונים המקוריים.

לוח 1: מחוון קידוד והגדרת הקטגוריות לניתוח ממצאים

קטגוריה	הגדרה	שאלה בשאלון הפתוח
חווייה כללית של שימוש בעזרים וירטואליים בלמידה אקדמית	תיאור רגשי, קוגניטיבי ותפקודי של חוויית המפגש – מה עשיתי? איך הרגשתי? מה תרם לי?	1. תארי/י במילים שלך את חוויית השימוש בעזרים וירטואליים במהלך הקורס. מה הרגשתי? מה תרם לי? באילו רגעים בחרת להשתמש בהם?
הדגמה: חשיפה דרך דוגמה / הדגמה לביצוע משימה	הבוט/הסימולטור מציג דוגמה, ניסוח, מבנה או דרך פעולה (למשל ניסוח יעד, שאלה, שלבים בתהליך) שניתן ללמוד מהם כיצד לבצע את המשימה	2. ספרי/י על רגע שבו בוט/סימולטור הציג לך דוגמה או ניסוח שעזרו לך להבין איך לבצע משימה בקורס (למשל ניסוח מטרה/ יעד; ניסוח שאלת מחקר; ניסוח מתווה לריאיון...). מה ראית ומה למדת מזה?
אימון והנחיה: הנחיה פעילה באמצעות שאלות מנחות	שאלות של הבוט/הסימולטור שתורמות לדיוק, שינוי, עצירה או מחשבה מחדש	3. תארי/י רגע שבו שאלה של בוט/סימולטור גרמה לך לעצור, לחשוב מחדש או לשנות משהו בעבודה שלך. מה בדיוק השתנה בעקבות זאת?
פיגוס: שימוש ככלי תמיכה זמני בעת קושי	פנייה לבוט/סימולטור בשלב תקיעות/בלבול/חוסר בהירות כדי להתקדם במשימה	4. תארי/י מצב שבו היית באמצע משימה ופנית לבוט/סימולטור. מה חיפשת באותו רגע? ומה עשית לאחר מכן?
ניסוח: ניסוח של חשיבה ופעולה	תהליך שבו בעקבות השימוש בבוט/סימולטור הסטודנט "מדבר את המחשבה" לעצמו ומנסח מה ולמה הוא עושה	5. ספרי/י על רגע שבו בעקבות השימוש בבוט/סימולטור מצאת את עצמך מסבירה לעצמך במילים מה את/ה עושה ולמה בחרת בדרך מסוימת. איך זה נראה בפועל?
רפלקציה: רפלקציה לאחר מעשה	חזרה למוצר/מטלה לאחר העבודה עם הבוט/סימולטור,	6. כשחזרת וקראת את מה שעשית לאחר העבודה עם

קטגוריה	הגדרה	שאלה בשאלון הפתוח
	וזיהוי תובנות על אופן פעולה אישי	הבוט/סימולטור – למה שמות לב בנוגע לדרך שבה פעלת?
מעבר לעצמאות	פעולה שהלומד כבר מסוגל לבצע לבד בעקבות התהליך, המעידה על יכולת עצמאית	7. תארי/י משהו שבתוך התהליך את/ה כבר יכול/ה לבצע לבד – גם אם מדובר בפרט קטן – שלא הצלחת בתחילת הקורס.

אתיקה

המחקר נערך בהתאם לעקרונות האתיקה המקובלים במחקר החינוכי. טרם ההשתתפות קיבלו המשתתפים מידע על מטרת המחקר, והובהר להם כי השתתפותם היא מרצונם החופשי. הסכמתם להשתתף במחקר ניתנה באופן חופשי ומודע. עוד הובהר כי הם רשאים להפסיק את מילוי השאלון בכל שלב טרם שליחתו. הובהר כי אין כל תלות בין ההשתתפות במחקר לבין דרישות הקורס או ההערכה הלימודית. השאלון הועבר באופן אנונימי ולא נאספו במסגרתו פרטים מזהים. הנתונים נותחו ברמה הקבוצתית, ולצורך הצגת הציטוטים בפרק הממצאים הוקצו למשיבים שמות בדויים שאינם מאפשרים את זיהוים.

ממצאים

חוויית הלמידה באמצעות עזרים וירטואליים מבוססי בינה מלאכותית

ממצאי המחקר מצביעים על כך שחוויית השימוש בעזרים הווירטואליים נחוותה על ידי הסטודנטים כחווייה תומכת, מלווה ומרגיעה בתוך תהליך למידה המאופיין בהכוונה עצמית. העזרים תוארו כמשאב זמין המאפשר התקדמות, חידוד והבהרה, מבלי להחליף את האחריות האישית והעבודה העצמאית הנדרשות במסגרת הקורס. אלה תיארה חוויית שימוש אינטנסיבית ומתמשכת לאורך הקורס: "לאורך הקורס כולו השתמשתי המון בבוטים. החוויה הייתה חיובית לחלוטין, הם עזרו לי להבין מושגים, לפשט אותם [...] סייעו לי מאוד ביישום המיזם שלי תוך כדי תנועה וגם לביצוע משימות לצורך הקורס כחלק מתהליך הלמידה". בדבריה בולטת תחושת ליווי מתמשכת ותחושת ביטחון, הנובעות מהשימוש בעזרים שנבנו במיוחד להקשר הקורסי. לצד זאת, לירון התייחסה במפורש לחוויית הלמידה באמצעות סימולטור: "אני מרגישה שהסימולטור הוא כלי מעולה, הוא מאפשר הבנה קונקרטית של החומר והיה כיף לעבוד איתו וללמוד ממנו את החומר בלי עומס ולחץ". התיאור שלה מדגיש חוויה של המחשה ויישום ולא רק ניסוח טקסטואלי. גם שרה הדגישה את חוויית השימוש ככזו שמקילה על ההתמודדות עם עומס: "זה חוסך לי

זמן ועוזר לי להתמקד במה שחשוב מתוך תכנים רבים. במקרים של עומס וחוסר זמן בעיקר יצא לי להשתמש". כאן מתוארת חוויה פונקציונלית, הנתפסת כהקלה תהליכית בתוך למידה תובענית.

לצד חוויות חיוביות אלו, חלק מהסטודנטים תיארו חוויה מורכבת יותר. רותם ציינה: "חווית השימוש בבוטים הייתה מעורבת [...] מצד אחד הרגשתי שהם נותנים מענה חלקי בלבד [...] מצד שני, הבוטים כן הביאו איתם ידע מקצועי [...] והרחיבו את נקודת המבט והאפשרויות". תיאור זה מדגיש חוויה של תוספת והרחבה, גם כאשר המענה אינו נתפס כמלא. נדבך רגשיקוגניטיבי נוסף עלה מדבריה של מעיין: "הבוטים השונים נתנו תחושה של ביטחון [...] מצד שני היו שלבים [...] שגרמו לי לעתים תחושה של עייפות ואפילו בלבול קל". הדברים משקפים חווית שימוש דינמית, הכוללת גם רגעים של עומס בתוך תהליך הלמידה. לבסוף, תָּנָה תיארה שימוש בעזרים בעיקר כמשאב תומך בשלבים הראשוניים: "הרגשתי שמחה שקיבלתי כלי שיכול לסייע לי בלימודים. הבוט תרם לי בתחילת התהליך כדי לקבל כיוון כלשהו ואחר כך נעזרתי בכלים נוספים". בסיכומה של קטגוריה זו, חווית הלמידה באמצעות העזרים הווירטואליים מתוארת כחוויה של תמיכה, זמינות וייחודיות, המשתלבת בתוך תהליך למידה המאופיין בהכוונה עצמית ומאפשרת לסטודנטים לפעול לאורך הקורס בתחושת ליווי וביטחון.

הדגמה – חשיפה לדוגמה ולהדגמה של דרך ביצוע משימה

מניתוח הנתונים עולה כי רכיב ההדגמה (Modeling) של החונכות הקוגניטיבית בא לידי ביטוי באינטראקציה בין הסטודנטים לבין הבוטים באמצעות חשיפה לדוגמאות, ניסוחים ומבנים שאפשרו הבנה של אופן ביצוע משימות אקדמיות. הבוטים לא סיפקו פתרונות סופיים, אלא הדגמו דרכי פעולה אפשריות, אשר שימשו בסיס ללמידה תהליכית ולהמשגה של מהלך העבודה הנדרש. אדם תיאר תהליך שבו הבוט הציג דוגמה ראשונית למבנה ריאיון, אשר ממנה למד כיצד ניתן לארגן את המשימה: "במהלך השיח הבוט שאל אותי שאלות מנחות והציג לי דוגמה למבנה בסיסי של שאלות לריאיון. הדוגמה עזרה לי להבין כיצד אפשר לארגן את המתווה, ולאחר מכן עיבדתי את השאלות, השוויתי ביניהן ושיפרתי אותן בעצמי עד שגיבשתי מתווה ריאיון כללי ומקיף [...]". תיאור זה מדגים כיצד החשיפה לדוגמה אפשרה זיהוי של מבנה בסיסי, וממנו התפתח תהליך עצמאי של עיבוד, השוואה ושיפור. גם איה הצביעה על למידה דרך הדגמה של אופן חשיבה וביצוע: "הבוט שאל אותי שאלות מתאימות ומקדמות, ובאמצעותן הדגים לי כיצד לבחון ולדייק את חזון המיזם. דרך השאלות הבנתי כיצד להעריך את הרעיונות והבחירות שלי, ולנסח בעצמי את החזון באופן מדויק יותר". כאן בא לידי ביטוי תהליך הדגמה שבו הסטודנטית נחשפת לאופן ניסוח

והערכה, ולומדת כיצד ליישם עקרונות אלו בתהליך גיבוש חזון המיזם. בדבריה של ארין ניכר כיצד החשיפה לדוגמה סייעה להבנת מהות הפעולה הנדרשת: "בשימוש בבוטים לניסוח שאלות לראיון הצלחתי לדייק לעצמי מה אני רוצה לדעת ולשאול [...] השיח והדוגמאות [...] חידדו לי איך אני רוצה לנסח את השאלה ומה אני רוצה להשיג באמצעות הריאיון". הבוט שימש כאן כמדגים של דרך ניסוח וחשיבה מחקרית, וזו אפשרה הפנמה של עקרונות הפעולה. מיכל תיארה למידה דרך הצגה מובנית של קשרים בין רכיבי המשימה: "מפת מושגים – מה מוביל למה, מה שולל את מה – אלה דברים שלא חשבתי עליהם קודם". הדגמה זו אפשרה הבנה של יחסים לוגיים ומבניים, המאפיינים ביצוע משימה מורכבת. גם בדבריה של ענת ניכרת למידה מתוך הדגמה עקיפה של דרך פעולה: "למדתי להבין כיצד לגשת למשימה דרך השאלות שהבוט שאל אותי והדוגמאות שהציג לי".

לצד הבוטים, גם הסימולטורים שימשו מרחב להדגמת מצבים מורכבים ודרכי פעולה אפשריות. רימי תיארה כיצד סימולטור שהציג סוגי התנגדויות לשינוי ודרכי התמודדות אפשריות שימש עבורה כהדגמה מעשית: "הסימולטור הראה לי מצבים שונים של התנגדות ואיך אפשר להתמודד איתם, וזה עזר לי להבין איך לפעול מול התנגדויות שאני פוגשת ביישום המיזם שלי בבית הספר". באופן דומה, גם מעיין תיארה כי ההתנסות בסימולטור אפשרה לה להבין מראש דפוסי התנגדות ולבחון דרכי תגובה אפשריות, מה שסייע לה בהתמודדות עם התנגדויות שעלו בפועל במהלך יישום המיזם: "הסימולטור הציג לי מצבים של התנגדות שיכולה להופיע בשטח וגרם לי לחשוב מראש איך להגיב. זה נתן לי דוגמה לאופן ההתמודדות, וכשפגשתי התנגדויות בפועל ביישום המיזם הרגשתי שאני כבר מכירה את הדפוסים ויודעת איך לפעול". תיאורים אלו מדגישים את תרומת הסימולטור כמרחב המדגים דרכי פעולה, המאפשר למידה מתוך צפייה והתנסות מדומה טרם יישום עצמאי בשדה המקצועי.

בסיכומה של קטגוריית ההדגמה, הממצאים מצביעים על כך שהעזרים הווירטואליים – הבוטים והסימולטורים – מהווים תשתית מרכזית לתהליכי הדגמה במסגרת החונכות הקוגניטיבית. באמצעות חשיפה לדוגמאות, ניסוחים, מבנים וסימולציות של מצבים מורכבים, העזרים מדגימים לסטודנטים כיצד ניתן לבצע משימות אקדמיות ומקצועיות וכיצד לפעול במצבי יישום שונים. תהליכים אלו תומכים בהבניה של ידע ובפיתוח הבנה תהליכית בתוך למידה המאופיינת בהכוונה עצמית ובאחריות אישית של הלומדים.

אימון והנחיה – הנחיה פעילה באמצעות שאלות מנחות

מן הנתונים עולה כי רכיב האימון וההנחיה (Coaching) של החונכות הקוגניטיבית בא לידי ביטוי באינטראקציה בין הסטודנטים לבין העזרים הווירטואליים – הבוטים

והסימולטורים – באמצעות שאלות מנחות וסיטואציות מאתגרות. השאלות של העוזרים הובילו את הסטודנטים לעצירה יזומה, לבחינה מחודשת של כיווני פעולה ולדיוק מהותי של תוצרים אקדמיים. שאלות אלו לא סיפקו מענה ישיר, אלא פעלו כגורם מאתגר שדרש מן הסטודנטים לחשוב מחדש על החלטותיהם ולהפעיל שיקול דעת עצמאי. יוסף תיאר תהליך שבו שאלות הבוט עוררו חשיבה ביקורתית והעמקה: "הבוט דייק הרבה פרטים או העמיק את הצרכים, וגרם לי לכתוב, לקרוא ובעיקר לשאול את עצמי שאלות רבות [...]". בדבריו ניכרת הנחיה פעילה המעודדת בחינה עצמית מתמשכת כחלק מתהליך הלמידה. גם קרן הצביעה על תהליך של גיבוש מחודש בעקבות הדיאלוג עם הבוט: "הדיאלוג עם הבוט סייע לי לגבש ולמקד את שאלת המחקר". כאן בא לידי ביטוי רכיב האימון וההנחיה הפועל דרך שאלות המובילות לארגון מחודש של הרעיון המחקרי. לירון תיארה מצב שבו שאלות הבוט חייבו אותה לעצור ולבחון מחדש הנחות קיימות: "כשבדיקתי שאלות לריאיון הרגשתי שהוא מניח דברים על המחקר שלא כתבתי והייתי צריכה לשבת עם השאלות ולדייק אותן". תיאור זה מדגיש תהליך של ביקורת, סינון ודיוק, שנבע מהתמודדות עם שאלות מאתגרות. מאיה הדגישה שינוי ממשי בתוצר בעקבות ההנחיה: "עשיתי את שאלת המחקר, הבוט הדריך אותי איך לדייק, ומצאתי את עצמי עושה חשיבה מחדש על שאלת המחקר". השאלות כאן שימשו מנגנון המעודד חזרה לאחור ובחינה מחודשת של הבחירות שנעשו. בדבריו של ראמי ניכר כיצד ההנחיה הפכה למכוונת רק כאשר הסטודנט ביקש אתגר מחשבתי: "רק כאשר ביקשתי מהבוטים לאתגר אותי מאוד ולהרחיב את המחשבה שלי הם עשו זאת על ידי שאלות מכוונות שהיו באמת מרחיבות דעת".

במסגרת רכיב האימון וההנחיה, הסימולטורים שימשו מרחב תרגול מונחה המדמה מצבים מורכבים של התנגדות לשינוי ודרכי התמודדות עימן. באמצעות הצגת תרחישים, הסתעפויות ושאלות מכוונות, הסימולטורים חייבו את הסטודנטים לעצור, לבחון אפשרויות פעולה שונות ולדייק את החלטותיהם המקצועיות, מבלי לספק פתרון חד-משמעי. תהליך זה יצר אימון פעיל המדגיש הפעלת שיקול דעת עצמאי והתאמת דרכי פעולה להקשר נתון. אורית תיארה כיצד העבודה עם הסימולטור שעסק בהתנגדויות לשינוי חייבה אותה להתמודד עם מצבים מורכבים ולבחור דרכי פעולה שונות בהתאם לסוג ההתנגדות שהוצגה: "בשאלת התנגדות ממניעים פסיכולוגיים שעלתה בסימולטור, בזמן שהסברתי לחברות הקבוצה את דעתי לתשובה הנכונה, נפל לי אסימון לגבי התנגדויות שאני עשויה להתמודד איתן במיזם, וזה גרם לי לשנות את דרך הפעולה שלי". בדבריה ניכר תהליך של אימון פעיל, שבו הסימולציה אינה מסתפקת בהצגת ידע, אלא מאלצת עצירה, בחינה מחודשת והחלטה מודעת כיצד לפעול מול התנגדות ממשית. גם סיוון תיארה תהליך דומה של הנחיה דרך הסימולטור, הנחיה אשר תרמה לדיוק החשיבה והפעולה שלה לנוכח מצבי התנגדות: "זה מאפשר בחינה מחודשת... זה מדייק את אופן ההתנהגות שלנו כלפי התנגדויות... כי באמת

הסימולטורים ממש עוזרים לי בתהליך הלמידה שלי". דבריה משקפים אימון מתמשך, שבו ההתנסות בסימולציות מאפשרת לה לבחון דפוסי פעולה, לחדד הבנות ולשפר את אופן קבלת ההחלטות בתוך תהליך הלמידה. בהקשר זה, ניכר שהסימולטורים שימשו מרחב אימון המדמה מצבי אמת של התנגדויות לשינוי, ובאמצעות שאלות והסתעפויות תרחישיות הנחו את הסטודנטים לחשיבה ביקורתית, לבחירת אסטרטגיות פעולה ולדיוק דרכי ההתמודדות.

בסיכומה של קטגוריית האימון וההנחיה, הממצאים מצביעים על כך שהעזרים הווירטואליים – ובפרט הסימולטורים המדמים התנגדויות לשינוי ודרכי התמודדות עימן – מתפקדים כמנגנון אימון והנחיה. הם מקדמים עצירה יזומה, מאתגרים הנחות מוקדמות ומעודדים בחינה מחודשת של החלטות ופעולות, כחלק מתהליך למידה המאופיין בהכוונה עצמית, אחריות אישית ופיתוח שיקול דעת מקצועי.

פיגום – שימוש בתמיכה זמנית בעת קושי

מן הנתונים עולה כי רכיב הפיגום (Scaffolding) של החונכות הקוגניטיבית בא לידי ביטוי במצבים שבהם הסטודנטים פנו לבוטים או לסימולטורים בשלב של תקיעות, בלבול או חוסר בהירות, במטרה להתקדם במשימה. התמיכה לא שימשה כתחליף לביצוע העצמאי, אלא כעזר זמני שאפשר המשך עבודה מושכלת. שרה תיארה פנייה ממוקדת לצורך צמצום עומס קוגניטיבי ודיוק ניסוחי: "להתייעץ מבחינת ניסוח או לקצר לעצמי קריאה כדי להצליח להתמקד". בדבריה ניכר שימוש בפיגום לצורך התקדמות נקודתית בתוך תהליך קיים. יעל תיארה שימוש בבוט כמשאב השוואתי בעת התלבטות: "באמצע משימה פניתי לבוט להשוואה בין שני רעיונות שהיו לי [...] השאלות המנחות של הבוט סייעו לי לבחון את שני הרעיונות, להחליט איזה מהם מתאים יותר ולהמשיך בעצמי בביצוע המשימה". כאן הפיגום מתפקד כגורם מסייע בקבלת החלטה, מבלי להחליף את שיקול הדעת של הסטודנטית.

גם קרן תיארה שימוש בסימולטור כפיגום תהליכי במהלך יישום המיזם הבית-ספרי. לדבריה, בשלב שבו נתקלה בהתנגדות מצד חלק מחברי הצוות וחשה תקיעות באמצע התהליך, פנתה לסימולטור שעסק בהתמודדות עם התנגדויות לשינוי: "הרגשתי שנתקעתי ולא ידעתי איך להמשיך מול ההתנגדות של הצוות, והסימולטור עזר לי לעצור, לחשוב על דרכי תגובה אפשריות, ולהמשיך את התהליך בצורה יותר מסודרת". תיאור זה משקף שימוש בתמיכה זמנית שאפשרה לקרן להתקדם בתהליך היישום, מבלי להחליף את שיקול דעתה המקצועי.

בדבריה של תמר עולה פיגום תהליכי הקשור לעמידה בדרישות אקדמיות: "בתהליך כתיבת מטלה פניתי לבוט לקבל אומדן ביחס לדרישות בקורס. השאלות המנחות שלו עזרו לי לזהות בעצמי נקודות שדרשו השלמה ודיוק, ובהתאם לכך חזרתי למטלה, הוספתי ותיקנתי". הבוט שימש כאן כתמיכה זמנית שאפשרה התאמה ושיפור התוצר. הגר הצביעה על פיגום שמוביל חזרה ללמידה בעלת הכוונה עצמית מעמיקה: "לאחר השלב הראשוני, כשפניתי אל הבוט, הוא הפנה אותי באמצעות שאלות מנחות בחזרה לחומר, לעיון מעמיק יותר ולחיפוש ממוקד ומדויק". תיאור זה מדגים פיגום שאינו מספק פתרון ישיר לקושי, אלא מכון להעמקה עצמאית. מאיה תיארה תהליך שבו הפיגום אפשר זיהוי טעויות ושיפור הדרגתי: "חיפשתי דרך לדייק את שאלת המחקר [...] השאלות המנחות של הבוט עזרו לי לזהות בעצמי את הבעיות בניסוח, ובאמצעות הדיאלוג איתו המשכתי לבחון ולשפר את השאלה עד שהגעתי לניסוח המתאים". גם סיון תיארה פיגום נקודתי בעת תקיעות: "חיפשתי שאלות למתווה ריאיון [...] נתקעתי קצת עם נוסח השאלה וזה חידד לי את השאלה שרציתי לשאול את המרואיין".

בסיכום קטגוריית הפיגום, הממצאים מצביעים על כך שתהליכי פיגום באים לידי ביטוי בפנייה יזומה לבוטים ולסימולטורים בשלב של קושי, לצורך קבלת תמיכה זמנית. תמיכה זו מאפשרת התקדמות, דיוק והפניית הקשב חזרה לעבודה העצמאית, כחלק מתהליך למידה המאופיין בהכוונה עצמית ואחריות אישית של הסטודנטים.

ניסוח של חשיבה ופעולה

מניתוח הנתונים עולה כי רכיב ניסוח החשיבה והפעולה (Articulation) בא לידי ביטוי ברגעים שבהם האינטראקציה עם הבוטים או הסימולטורים הובילה את הסטודנטים לעצירה רפלקטיבית ולניסוח מילולי של מהלכי החשיבה שלהם, של בחירותיהם ושל ההיגיון שעמד בבסיס הפעולה. תהליך זה לא התרחש כשלב פורמלי מובנה, אלא התפתח מתוך השיח עם הכלי ומתוך הצורך לדייק את הכוונה, המשימה או ההחלטה האקדמית. רימי תיארה תהליך שבו ניסוח מודע שימש אמצעי להבנה עמוקה יותר של פעולת הבוט: "הסברתי לעצמי במילים אחרות את מה שהבוט ניסה לעשות ולהסביר לי על מנת שאבין טוב יותר". בדבריה ניכר מעבר מהקשבה פסיבית לתרגום אקטיבי של ההנחיה לשפה פנימית מובנת. גם יעל הדגישה כי עצם הפנייה לבוט חייבה ניסוח מודע של כוונה ופעולה: "עצם הפניה לבוט מאלצת אותי להגדיר בדיוק מה אני רוצה כדי לכתוב פרומפט מדויק". כאן, ניסוח החשיבה מתרחש כבר בשלב ההכנה לשיח עם הכלי. בדבריה של אלה בולט ממד מתמשך של ניסוח כחלק בלתי נפרד מתהליך העבודה: "ההתכתבות איתו גרמה לי לעצור, לשאול את עצמי שאלות ולברר מה אני רוצה, לבדוק את הלשם מה שלי ומה החוזן". ניסוח זה אינו מתמקד רק במשימה הטכנית, אלא בהבהרת כוונות וערכים המלווים את המהלך

הפדגוגי. אורית תיארה רגע של הבנה מחודשת שנולד מתוך ניסוח והסבר לאחרים: "בזמן שהסברתי לחברות הקבוצה את דעתי [...] נפל לי אסימון לגבי התנגדויות [...] וזה גרם לי לשנות את דרך הפעולה שלי". כאן, ניסוח החשיבה בקול רם הוביל לשינוי ממשי בהתנהלות. גם מעיין תיארה תהליך אינטנסיבי של ניסוח והבהרה עצמית דרך דיאלוג מתמשך עם הבוט: "מצאתי את עצמי שואלת ומסבירה לי ולו מה אני בדיוק רוצה [...] שיח מאוד ארוך שכלל הרבה שאלות ובקשות לדיוק".

גם נועה תיארה תהליך של ניסוח של חשיבה ופעולה בעקבות התנסות עם סימולטור שעסק בסוגי התנגדויות לשינוי ובדרכי התמודדות עמן. לדבריה, הסימולציה גרמה לה לעצור ולנסח לעצמה מחדש את ההתנהגויות שפגשה מצד חלק מחברי הצוות במסגרת יישום המיזם הבית-ספרי: "דרך הסימולטור הבנתי שמה שאני חווה זו התנגדות, ויכולתי להבחין שזאת התנגדות אידיאולוגית, ומה אפשר לעשות כדי לעזור לצוות בבית ספר להתחבר למיזם שלי". תיאור זה משקף תהליך שבו הסימולטור תיווך עצירה, נתן שם לתופעה ועודד ניסוח מודע של ההיגיון שמאחורי בחירת דרכי פעולה עתידיות.

בסיכומה של קטגוריה זו, הממצאים מצביעים על כך שניסוח של חשיבה ופעולה מתממש בתוך האינטראקציה עם הבוטים והסימולטורים כמרחב המעודד רפלקציה, הבהרת כוונות וניסוח מודע של מהלכי עבודה. תהליך זה תומך בפיתוח של לומדים בעלי הכוונה עצמית, המסוגלים להסביר לעצמם ולאחרים את בחירותיהם, כחלק אינטגרלי מתהליך החונכות הקוגניטיבית.

רפלקציה לאחר מעשה

מן הנתונים עולה כי רכיב הרפלקציה לאחר מעשה (Reflection) בא לידי ביטוי ברגעים שבהם הסטודנטים חזרו אל התוצרים או אל מהלך העבודה לאחר השימוש בבוטים או בסימולטורים, וזיהו תובנות חדשות על אופן פעולתם, על מידת הדיוק שלהם ועל תהליך הלמידה שעברו. רפלקציה זו אינה מתוארת כשלב טכני נפרד, אלא כתהליך מתמשך של התבוננות עצמית, השוואה ודיוק. אדם תיאר רפלקציה שהתמקדה באיכות התוצר ובאופן השימוש בכלי: "לאחר הניסוח הראשוני חזרתי ובחנתי את מה שכתבתי, ובעקבות השיח עם הבוט תיקנתי ודייקתי אותו כמה פעמים עד שהגעתי לניסוח מדויק ומעמיק יותר". בדבריו ניכרת הבחנה בדיעבד בין שימוש שטחי לבין שימוש מושכל ומעמיק. גם שרה הצביעה על תובנות רפלקטיביות הנוגעות לניהול עומס קוגניטיבי ולדיוק ניסוחי: "הבוט עוזר לי להתמקד [...] ועוזר לי לבטא את מה שאני חושבת ולדייק את הניסוח". איה תיארה רפלקציה שנבעה מהרחבת נקודת המבט: "שהייתי הרבה יותר מדויקת והאיר לי דברים שלא חשבתי עליהם", ואילו אלה הדגישה חוויה רפלקטיבית הקשורה לליווי מתמשך: "היה לי שותף לתהליך הלמידה ולעיצוב וחיידוד המיזם שלי [...] זה רק אני והבוט". כאן

הרפלקציה מתרחשת בתוך דיאלוג מתמשך עם הכלי, המשמש מראה לתהליך החשיבה. נועה ויעל תיארו תהליך שבו החזרה לתוצר חשפה פעולה מושכלת ומדויקת יותר: "הדרך שבה פעלתי הייתה הרבה יותר מושכלת לאחר התרגול"; "רוב הדרך הייתה מדויקת יותר". בדבריה של תמר בולטת רפלקציה ביקורתית ביחס לפערים בין הבנת המשימה לבין דרישותיה: "שיש פער בציפיות או בדימויים בין הגדרת המשימה כמו שאני הבנתי לבין הדרישות בפועל". רותם תיארה תובנה תהליכית הנוגעת לעיתוי השימוש בבוט: "רק לאחר שהבסיס היה ברור לי, נעזרתי בבוט כדי לכוון, לדיוק ולהשלים ידע". גם מעיין הצביעה על רפלקציה מתמשכת: "הבוט גורם לי לשאול את עצמי, דרכו, הרבה שאלות על התהליך שאני עושה". קרן תיארה רפלקציה על התקדמות מתהליך כללי לממוקד: "השיח התחיל מאוד בכלליות ובהדרגה הלך והתמקד [...] ובסוף התמקדתי לתוך שאלת המחקר". חנה הדגישה רפלקציה כתהליך של ניסוי וטעייה: "זאת דרך של ניסוי וטעייה, דיוק והגדרה מחדש". לבסוף, אריאלה תיארה רפלקציה הנובעת מהבעה קולית: "ברגע שאתה מדבר בקול רם, הרבה פעמים הדברים מתבהרים".

גם הגר תיארה רפלקציה לאחר מעשה שהתפתחה בעקבות עבודה עם סימולטור שעסק בהתנגדויות להובלת שינוי. לאחר ההתנסות, היא חזרה ליישום המיזם שלה וזיהתה צורך בשינוי אופן הפעולה מול הצוות: "אחרי שעבדתי עם הסימולטור והבנתי את סוגי ההתנגדויות, חזרתי למיזם והבנתי שפעלתי מהר מדי. שיניתי את הדרך, עצרתי יותר להקשיב וניסיתי להתאים את ההובלה למה שהצוות מסוגל להכיל באותו שלב". תיאור זה משקף רפלקציה בדיעבד שהובילה לשינוי ממשי בהתנהלות. באופן דומה, אורית תיארה כיצד ההתנסות בסימולטור של התמודדות עם התנגדויות הובילה אותה לבחינה מחודשת של פעולותיה: "אחרי הסימולציה הבנתי שחלק מההתגובות שראיתי בצוות הן התנגדות אידיאולוגית ולא אישית, וזה גרם לי לחזור למיזם ולשנות את דרך הפנייה וההסבר שלי". כאן הרפלקציה מתבטאת בזיהוי מחודש של המצב ובהתאמת הפעולה לאחר מעשה.

בסיכומה של קטגוריה זו, הממצאים מצביעים על כך שתהליכי רפלקציה לאחר מעשה מתממשים דרך חזרה מודעת לתוצרים ולמהלך העבודה עם הבוטים והסימולטורים. תהליך זה מאפשר לסטודנטים לזהות דפוסי פעולה, פערים, דיוקים והתקדמות ואף להוביל לשינוי ממשי באסטרטגיות היישום, ובכך מחזק למידה רפלקטיבית בתוך מסגרת של חונכות קוגניטיבית ולמידה בעלת הכוונה עצמית.

מעבר לעצמאות

מן הנתונים עולה כי רכיב המעבר לעצמאות (Exploration) בא לידי ביטוי ביכולת הולכת ומתבססת של הסטודנטים לבצע פעולות אקדמיות ומקצועיות באופן עצמאי בעקבות ההתנסות המתמשכת עם הבוטים והסימולטורים. עצמאות זו אינה מתוארת כהפסקת

השימוש בכלים, אלא כהפנמה של דרכי חשיבה, מיומנויות ונקודות מפתח, אשר מאפשרות פעולה עצמאית גם מעבר לאינטראקציה הישירה עם הכלי.

בהקשר זה, הסימולטורים שעסקו בהתמודדות עם התנגדויות להובלת שינוי שימשו כמרחב אימון שאפשר הפנמה הדרגתית של דרכי פעולה, עד כדי יישום עצמאי בשדה. ארין תיארה כיצד לאחר עבודה עם סימולטור המדמה סוגי התנגדויות ודרכי התמודדות עמן, היא חשה שהיא מסוגלת לפעול באופן עצמאי יותר במיזם הביתספרי שלה: "אחרי שעבדתי עם הסימולטור וראיתי את סוגי ההתנגדויות ואת הדרכים להגיב אליהן, הרגשתי שאני כבר יודעת לזהות לבד מה קורה אצלי בצוות ואיך נכון לפעול, בלי להיעזר כל הזמן בכלי". דבריה של ארין משקפים מעבר מהסתמכות על תיווך חיצוני להבנה יישומית עצמאית, המבוססת על הפנמה של דפוסי חשיבה ותגובה.

בדומה לכך, נועה תיארה התפתחות של יכולת עצמאית בזיהוי ובהתמודדות עם התנגדויות: "זיהוי של מניעי התנגדות והתמודדות פרקטית איתם". דבריה משקפים מעבר מהישענות על תיווך חיצוני להבנה יישומית עצמאית של מצבים מורכבים. משה תיארה תהליך של חידוד והעמקה עצמאית דרך התמודדות עם התנגדויות: "השימוש בו חידד קצת מה הם ההבדלים בין סוגי ההתנגדויות". כאן ניכרת תרומה של הכלי כזרז להבנה, אשר לאחריה מתאפשרת פעולה עצמאית מושכלת.

סוניה ציינה בפשטות: "אני עושה הרבה לבד", אמירה קצרה אך משמעותית, המעידה על תחושת מסוגלות וביטחון בפעולה עצמאית בתהליך הלמידה. שירה הצביעה על רכישת מיומנות אנליטית קונקרטית: "להבדיל בתהליך הקידוד בין תמות לתתי-תמות". יכולת זו משקפת מעבר לשליטה עצמאית בפרקטיקות של ניתוח איכותני שנרכשו במהלך הקורס. אלינור תיארה עצמאות ברמת הרעיון והמשגה: "ניסוח רעיונות", המצביעה על חיזוק היכולת לגבש ולנסח כיווני חשיבה ללא תלות בכלי. ראמי הציג ביטוי של מעבר לעצמאות: "לבנות לעצמי בוטים". אמירה זו משקפת לא רק שימוש עצמאי, אלא טרנספורמציה של הלומד ממי שנעזר בכלי – למי שמפתח כלים בעצמו. גם אריאלה תיארה התפתחות עצמאית, הפעם ברמת המטה-קוגניציה: "השתפרתי מאוד בפרומפטים שאני נותנת לבוטים", אמירה המעידה על שליטה גבוהה יותר בניהול הדיאלוג ובהכוונת הבוטים בהתאם לצרכיה האישיים.

בסיכומה של קטגוריה זו, הממצאים מצביעים על כך שהשימוש בעזרים הווירטואליים – ובפרט בסימולטורים המדמים מצבי התנגדות לשינוי ודרכי התמודדות עימם – תרם להפנמה של דרכי חשיבה ופעולה עצמאיות. תהליך זה הוביל למעבר הדרגתי לעצמאות תפקודית וקוגניטיבית, שבה הסטודנטים מסוגלים לזהות מצבים מורכבים, לנתחם ולפעול באופן מושכל, לעיתים תוך הסתייעות בכלים ולעיתים בלעדיהם.

לסיכום, הממצאים מציגים את הבוטים והסימולטורים כמרחב למידה תומך המסייע לסטודנטים בהתקדמות, הבהרה ודיוק של תוצרים אקדמיים, תוך שמירה על אחריות אישית ולמידה בעלת הכוונה עצמית. לצד תרומה זו, תוארו חוויות של עומס ובלבול, המשקפות את מורכבות הלמידה בעלת ההכוונה העצמית. העזרים, ובפרט הסימולטורים שעסקו בהובלת שינוי ובהתמודדות עם התנגדויות, סיפקו דוגמאות, מבנים ותרשימים, ואפשרו הבנה של מצבים מורכבים ועיבוד עצמאי. שאלות מנחות יצרו עצירה רפלקטיבית ודיוק החלטות. בעת תקיעות שימוש הכלים כתמיכה זמנית שאפשרה המשך התקדמות. השימוש בעזרים חיזק תהליכי ניסוח, רפלקציה ושיפור תוצרים, והממצאים מצביעים על כך שכל אלה תרמו למעבר הדרגתי לעצמאות קוגניטיבית במסגרת חונכות קוגניטיבית.

דיון

המחקר בחן עזרים וירטואליים מבוססי בינה מלאכותית כתשתית לתיווך קוגניטיבי בלמידה בעלת הכוונה עצמית, תוך ניתוח חוויית הסטודנטים בהלימה לעקרונות החונכות הקוגניטיבית ולתיווך מבוסס שאלות.

חוויית הלמידה בשימוש בעזרים וירטואליים מבוססי בינה מלאכותית

כמענה לשאלת המחקר הראשונה, ובהתבסס על ממצאי קטגוריית חוויית הלמידה, עולה כי סטודנטים חוו את העזרים הוירטואליים כמשאב פדגוגי תומך וזמין, אשר סייע להתקדמות, להבהרה ולמיקוד בתוך תהליך הלמידה המאופיין בהכוונה עצמית. במובן זה, העזרים אינם מתוארים כאמצעי חיצוני לתהליך, אלא כרכיב אינטגרלי בארגון הקוגניטיבי של הלמידה עצמה, המתווך בין דרישות המשימה לבין תהליכי החשיבה של הלומד. משמעות ממצא זה היא כי הטכנולוגיה אינה פועלת כתוספת אינסטרומנטלית, אלא כמרחב תיווך קוגניטיבי המארגן את החשיבה עצמה. חוויה זו מתיישבת עם ספרות קודמת המתארת עזרים מבוססי בינה מלאכותית כמנגנונים המרחיבים את תמיכת הלמידה מעבר לזמן השיעור ומאפשרים נגישות ומשוב תהליכי לאורך תהליך העבודה (Celik et al., 2022; Clarizia et al., 2018; Wang et al., 2021). המחקר הנוכחי מוסיף לשיח זה בכך שהוא מדגיש לא רק את זמינות המשוב, אלא את אופיו כמכוון־חשיבה ומעורר רפלקציה. עם זאת, הממצאים אינם משקפים חוויה אחידה או חד־ממדית. לצד תחושת ביטחון וליווי, תוארו גם רגעים של בלבול, עומס ועייפות קוגניטיבית. אמביוולנטיות זו אינה שולית אלא מהותית להבנת האופן שבו תיווך מבוסס שאלות פועל: הוא עשוי ברזמנית לתמוך ולהאתגר, לייצר בהירות אך גם לחשוף מורכבות. מורכבות זו עולה בקנה אחד עם סקירות עדכניות המדגישות כי תרומתם של צ'אטבוטים ללמידה אינה חד־משמעית, ותלויה באופן העיצוב הפדגוגי, בהקשר השימוש ובמאפייני הלומדים (Alemdag, 2025; Wu & Yu, 2024).

בהקשר זה, העומס המתואר עשוי להתפרש לא ככשל, אלא כביטוי למאמץ קוגניטיבי הכרוך בעיבוד משמעותי ובהבניה פעילה של ידע.

ממצאי קטגוריית חוויית הלמידה מדגישים כי תרומה זו אינה נובעת מתפיסת העזרים הווירטואליים ככלים "יעילים" כשלעצמם, אלא מן האופן שבו עוצבו ופעלו כמנגנוני תיווך פדגוגיים מכווניחשיבה. בכך, המחקר מציע הבחנה חשובה בין יעילות טכנולוגית לבין אפקטיביות פדגוגית. העזרים פותחו בהלימה לתכנים האקדמיים של הקורס, ונבנו כך שיפעילו שאלות מנחות, ייצרו עצירה יזומה בתהליך העבודה ויחזירו את האחריות לפרשנות, לבחירה ולדיוק אל הסטודנטים עצמם. עיצוב מכוון זה ממקם את האחריות הקוגניטיבית אצל הלומד ולא אצל המערכת, ובכך מחייב הפעלה אקטיבית של שיקול דעת במקום צריכה ישירה של תוצר מוכן. בהקשר זה, תחושת ה"מענה החלקי" שעלתה בחלק מן העדויות נתפסת לא ככשל תפקודי, אלא כמרכיב פדגוגי מכוון המעודד השלמה עצמאית, בחינה ביקורתית ובקרה עצמית. ממצא זה תורם להבנת המתח בין הפוטנציאל של כלים מבוססי בינה מלאכותית להגברת מעורבות לבין החשש מפני תלות יתר והשטחת תהליכי למידה, ומצביע על חשיבותו של עיצוב פדגוגי מודע כגורם מתווך מרכזי (Schei et al., 2024).

בהקשר של למידה בעלת הכוונה עצמית, ממצאי קטגוריית חוויית הלמידה מצביעים על כך שהעזרים הווירטואליים שימשו את הסטודנטים כמשאב תומך המסייע בארגון תהליך הלמידה ובהתמודדות עם עומס לימודי. ממצא זה מרחיב את ההבנה של למידה בעלת הכוונה עצמית כך שתכלול גם ניהול מושכל של אינטראקציה עם מערכות בינה מלאכותית כחלק בלתי נפרד מתהליך הוויסות. השימוש בעזרים וירטואליים אפשר מיקוד, הבהרה והתקדמות בשלבים שבהם נדרשה עצירה או חידוד, ובכך תרם להיבטים של ויסות עצמי האופייניים ללמידה בעלת הכוונה עצמית (Koç, 2019; Sun et al., 2022). מכאן עולה כי ויסות עצמי בסביבות עתירות טכנולוגיה מחייב לא רק ארגון משימתי, אלא גם שליטה מושכלת באינטראקציה עם מערכות בינה מלאכותית. עם זאת, חלק מן המשתתפים תיארו גם חוויות של עייפות או בלבול במהלך העבודה עם העזרים. אמביוולנטיות זו מדגישה כי תיווך מבוסס בינה מלאכותית עשוי להעצים תהליכי עיבוד, אך גם להציב דרישות קוגניטיביות מוגברות. תיאורים אלה מצביעים על כך שהתמיכה הדיאלוגית אינה מפחיתה עומס באופן אוטומטי, וכי תרומתה תלויה באופן שבו הלומדים מפעילים שיקול דעת, מבצעים בחירה וממשיכים בעבודה עצמאית לאחר השימוש בעזרים. במובן זה, היעילות של התיווך אינה טמונה בעצם זמינותו, אלא ביכולתו של הלומד לווסת את מידת ההסתמכות עליו. ממצא זה מתיישב עם הספרות המדגישה כי מערכות בינה מלאכותית עשויות לתמוך בלמידה, אך אינן מחליפות מיומנויות של הערכה ביקורתית ושליטה בתהליך הלמידה

(Kasneci et al., 2023; Zhai et al., 2021; Zhang & Tur, 2024). תיווך טכנולוגי מתגלה כמנגנון המחייב הפעלה מטה־קוגניטיבית ושליטה מושכלת בתהליך, ולא כמערכת המחליפה אותן. לפיכך, בהקשר של המחקר הנוכחי, תרומת העזרים אינה נראית קשורה לעצם קיומם הטכנולוגי, אלא לאופן שבו שולבו כחלק ממסגרת פדגוגית המטפחת למידה בעלת הכוונה עצמית ומעודדת אחריות אישית ופעולה רפלקטיבית מצד הסטודנטים.

לסיכום, ממצאי קטגוריית חוויית הלמידה מצביעים על כך שהשימוש בעזרים הווירטואליים נתפס כחלק אינטגרלי מתהליך למידה בעלת הכוונה עצמית, המשלב תחושת תמיכה וליווי לצד מורכבות, מאמץ קוגניטיבי ולעיתים גם עומס ובלבול. מורכבות זו מדגישה כי תרומתם של העזרים אינה ליניארית או אחידה, אלא תלויה בדינמיקה שבין עיצובם הפדגוגי, מאפייני הלומדים והשלב בתהליך הלמידה. ממצאים אלה מחדדים כי תרומת העזרים אינה נובעת מיעילותם הטכנולוגית כשלעצמה, אלא מן האופן שבו עוצבו ושולבו כמנגנוני תיווך פדגוגיים מכווני־חשיבה, המאפשרים עצירה, הבהרה, מיקוד והמשך פעולה עצמאית ורפלקטיבית מצד הסטודנטים. לפיכך, ממצאים אלה מהווים תרומה מושגית המעוגנת בהקשר המחקרי הספציפי, ודורשים בחינה נוספת בהקשרים פדגוגיים מגוונים.

ביטויי החונכות הקוגניטיבית בתוך האינטראקציה עם העזרים

הדיון בתת־פרק זה מתמקד בבחינה משולבת של כלל רכיבי מודל החונכות הקוגניטיבית, כאשר כל רכיב מנותח כקטגוריה אנליטית התורמת להבנת האינטראקציה הכוללת בין הסטודנטים לעזרים הווירטואליים.

כמענה לשאלת המחקר השנייה, ובהתבסס על ממצאי קטגוריות מודל החונכות הקוגניטיבית (Cognitive Apprenticeship) – ובכללן הדגמה (Modeling), אימון והנחיה (Coaching), פיגום (Scaffolding), ניסוח של חשיבה ופעולה (Articulation), רפלקציה לאחר מעשה (Reflection) ומעבר הדרגתי לעצמאות (Exploration) – רכיבים אלו מתממשים באינטראקציה של הסטודנטים עם העזרים הווירטואליים מבוססי הבינה המלאכותית. המשגה זו מאפשרת לבחון את האינטראקציה לא כרצף תגובות טכנולוגיות, אלא כתהליך למידה מדורג שבו רכיבי המודל מתארגנים באופן דינמי סביב פעולת הלומד. מן הקטגוריות האנליטיות של מודל החונכות הקוגניטיבית עולה כי החונכות אינה "מתבצעת" עלידי הטכנולוגיה, אלא מתווכת באמצעותה: העזרים פועלים כמרחב דיאלוגי המחייב את הסטודנטים לפרש, לבחור, לדייק ולהפעיל שיקול דעת. הבחנה זו מחדדת כי הטכנולוגיה אינה ממלאת תפקיד חונך אוטונומי, אלא פועלת כמנגנון תיווכי התלוי באקטיביות הקוגניטיבית של הלומד. במובן זה, תפקידם של העזרים קרוב לתפיסת

החונכות הקוגניטיבית ככזו החושפת תהליכי חשיבה ומעודדת למידה פעילה, ולא כתחליף למנחה אנושי או כמקור לפתרונות מוכנים (Collins et al., 1989). תרומה זו לשיח מדגישה אפשרות עדכנית ליישום עקרונות החונכות הקוגניטיבית בסביבות עתירות טכנולוגיה, תוך שמירה על עקרון האחראיות הקוגניטיבית של הלומד.

בהתייחס לקטגוריית ההדגמה (Modeling), הסטודנטים תיארו חשיפה למבנים, ניסוחים ודפוסי חשיבה שסייעו להם להבין כיצד לגשת למשימות אקדמיות ומקצועיות, ולא העתקה של דוגמה נתונה. הבחנה זו מחדדת כי ההדגמה אינה נתפסת כהצגת תוצר מוגמר, אלא כחשיפת תהליכי חשיבה המארגנים את הפעולה. הדגמה זו קיבלה ביטוי הן בעבודה עם בוטים – באמצעות הצגת דרכי ניסוח, מבני ריאיון וקשרים לוגיים – והן בעבודה עם סימולטורים, שבהם ההדגמה קיבלה אופי מצבי. תרחישים המדמים התנגדויות לשינוי הציגו דפוסי פעולה אפשריים והציבו את הסטודנטים בפני קבלת החלטות בהקשר המדמה מצבי אמת. המעבר מחשיפה למבנה לחשיפה למצב מדגיש את ההמשכיות בין הבנת עקרונות לבין יישומם, ומעמיק את הפונקציה של ההדגמה כבסיס לפעולה מושכלת. רצף זה של הדגמה תהליכית והדגמה מצבית משתלב עם תפיסות של למידה מבוססת סימולציה כמרחב לפיתוח הבנה יישומית וקבלת החלטות, במיוחד כאשר ההדגמה אינה מסתיימת בפתרון חד־משמעי אלא פותחת מרחב לחשיבה (Dai & Ke, 2022). לפיכך, ההדגמה בסביבה הדיגיטלית אינה מצמצמת להצגת פתרון, אלא מבנה את שדה האפשרויות שבתוכו מתפתחת החשיבה היישומית.

על בסיס הדגמה זו התפתחו תהליכי אימון והנחיה וכן פיגום. ניתוח קטגוריות אימון והנחיה (Coaching) ופיגום (Scaffolding) מצביע על כך ששאלות מנחות והסתעפויות תרחישיות יצרו עזירה, בחינה מחודשת ודיוק של החלטות ותוצרים. מנגנון זה ממקם את הפיגום לא כתמיכה מקלה בלבד, אלא כהתערבות המכוונת לארגון מחודש של החשיבה. מן הממצאים עולה כי תיווך זה לא נחוץ כהכוונה המחליפה חשיבה עצמאית, אלא כאתגור המחייב הפעלת שיקול דעת. הבחנה זו מחדדת כי הפיגום אינו מצמצם אוטונומיה קוגניטיבית, אלא מבנה אותה בהדרגה. הפנייה לעזרים התרחשה לעיתים בנקודות של תקיעות או חוסר בהירות ושימשה כתמיכה זמנית שאפשרה המשך התקדמות וחזרה לעבודה עצמאית. בהמשך, תהליכים אלו הובילו למימוש קטגוריות הניסוח של חשיבה ופעולה (Articulation) ולרפלקציה (Reflection) לאחר מעשה, כאשר הסטודנטים תיארו ניסוח מודע של כוונות, בחירות והיגיון פעולה, לצד בחינה בדיעבד של תוצרים ודרכי עבודה. רצף זה מצביע על מעבר מתלות תיווכית לפעולה רפלקטיבית מודעת, ולא על הישענות מתמשכת על המערכת. הופעת חוויות של בלבול או עייפות מדגישה כי תהליכים אלה כרוכים במאמץ קוגניטיבי ממש, וכי תרומתם תלויה בקיומם של פיגומים תיווכיים

המארגנים את החשיבה. לפיכך, יעילותם של תהליכי אימון ופיגום אינה נובעת מעצם נוכחותם, אלא מן האיזון שבין אתגור לתמיכה ומהתאמתם לרמת הבשלות הקוגניטיבית של הלומד.

לבסוף, בהתייחס לקטגוריית המעבר ההדרגתי לעצמאות (Exploration), העצמאות אינה מתוארת כהפסקת השימוש בעזרים, אלא כהפנמה של דרכי חשיבה ופעולה. הבחנה זו מציעה לראות עצמאות לא כהפחתת שימוש בטכנולוגיה, אלא כשליטה מושכלת באופן השימוש בה. הסטודנטים תיארו יכולת גוברת לזהות מצבים מורכבים, לנסח שאלות מדויקות, לשפר אינטראקציות עם הכלים ואף לנהל את השימוש בהם באופן מושכל יותר. תיאור זה מעיד על מעבר מהסתמכות תלוית-מערכת לניהול מודע ומבוקר של תהליך הלמידה. ממצא זה מציע לראות בעצמאות אקדמית בעידן הבינה המלאכותית לא היעדר תיווך, אלא יכולת לנהל תיווך באופן מודע, רפלקטיבי ואחראי – בהלימה לתפיסת החונכות הקוגניטיבית כלמידה המובילה מהכוונה מדורגת לפעולה עצמאית.

לסיכום, ממצאי קטגוריות מודל החונכות הקוגניטיבית מצביעים על כך שהעזרים הווירטואליים תומכים במימוש משולב והדרגתי של רכיבי החונכות, מבלי להחליף את תהליכי החשיבה של הלומדים. משמעות ממצא זה היא כי הטכנולוגיה אינה פועלת כתחליף לחונך אנושי, אלא כמרחב תיווך המפעיל את הלומד בתוך רצף מדורג של אחריות קוגניטיבית. ההסתכלות על כלל הרכיבים כקטגוריות אנליטיות משלימות מחדדת כי תרומת העזרים מתבטאת ביצירת מרחב תיווך המאפשר התקדמות מהכוונה מודרכת לעבר פעולה עצמאית, רפלקטיבית ואחראית. עם זאת, יש למקם תרומה זו בהקשר הפדגוגי הייחודי שבו הוטמעו העזרים ולהימנע מהכללתה ללא בחינה בהקשרים נוספים.

תרומת המחקר

המחקר מציע מסגור תאורטי ייחודי ליישום חונכות קוגניטיבית בסביבות מבוססות בינה מלאכותית, הנשען על פיתוח והטמעה ייעודיים של עזרים וירטואליים בתוך קורסים אקדמיים. המחקר מדגים כיצד שילוב מובנה בין בוטים לסימולטורים מאפשר לבחון את מימוש המדורג של רכיבי החונכות הקוגניטיבית. ייחודיות זו מחדדת את מושג העצמאות כיכולת לנהל תיווך קוגניטיבי באופן מודע, רפלקטיבי ואחראי בעידן הבינה המלאכותית. הממצאים מבוססים על מדגם מצומצם של משתתפים, ועל כן יש לראותם כתרומה מושגית-אמפירית המעוגנת בהקשר הנחקר, המזמינה בחינה והעמקה במחקרים עתידיים ובהקשרים נוספים.

מגבלות המחקר והמלצות למחקר המשך

המחקר מתמקד בחוויות ותהליכי למידה נתפסים במסגרת הקשר פדגוגי ייחודי ובשימוש בעזרים שתוכננו ייעודית לקורס. מחקרי המשך יוכלו להרחיב את נקודת המבט באמצעות שילוב שיטות איסוף נוספות, בחינת עיצובים פדגוגיים חלופיים וניתוח התפתחות תהליכי למידה ועצמאות לאורך זמן ובהקשרים אקדמיים מגוונים.

מקורות

- Akinwalere, S. N., & Ivanov, V. (2022). Artificial intelligence in higher education: Challenges and opportunities. *Border Crossing*, 12(1), 1-15. <https://doi.org/10.33182/bc.v12i1.2015>
- Alam, A. (2021). Should robots replace teachers? Mobilisation of AI and learning analytics in education. In *2021 International conference on advances in computing, communication, and control (ICAC3)* (pp. 1-12). IEEE. <https://doi.org/10.1109/icac353642.2021.9697300>
- Alemdag, E. (2025). The effect of chatbots on learning: A meta-analysis of empirical research. *Journal of Research on Technology in Education*, 57(2), 459-481. <https://doi.org/10.1080/15391523.2023.2255698>
- Baykasoğlu, A., Özbel, B. K., Dudaklı, N., Subulan, K., & Şenol, M. E. (2018). Process mining based approach to performance evaluation in computer-aided examinations. *Computer Applications in Engineering Education*, 26(5), 1841-1861. <https://doi.org/10.1002/cae.21971>
- Bedenlier, S., Bond, M., Buntins, K., Zawacki-Richter, O., & Kerres, M. (2020). Facilitating student engagement through educational technology in higher education: A systematic review in the field of arts and humanities. *Australasian Journal of Educational Technology*, 36(4), 126-150. <https://doi.org/10.14742/ajet.5477>
- Bonk, C. J., & Lee, M. M. (2017). Motivations, achievements, and challenges of self-directed informal learners in open educational environments and MOOCs. *Journal of Learning for Development*, 4(1), 36-57. <https://doi.org/10.56059/jl4d.v4i1.195>

- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101.
<https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Çağataylı, M., & Çelebi, E. (2022). Estimating academic success in higher education using big five personality traits, a machine learning approach. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 47(2), 1289-1298. <https://doi.org/10.1007/s13369-021-05873-4>
- Celik, I., Dindar, M., Muukkonen, H., & Järvelä, S. (2022). The promises and challenges of artificial intelligence for teachers: A systematic review of research. *TechTrends*, 66(4), 616-630. <https://doi.org/10.1007/s11528-022-00715-y>
- Chassignol, M., Khoroshavin, A., Klimova, A., & Bilyatdinova, A. (2018). Artificial Intelligence trends in education: a narrative overview. *Procedia computer science*, 136, 16-24.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.233>
- Chen, X., Xie, H., Zou, D., & Hwang, G. J. (2020). Application and theory gaps during the rise of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1, 100002.
<https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100002>
- Chen, X., Zou, D., Cheng, G., & Xie, H. (2020). Detecting latent topics and trends in educational technologies over four decades using structural topic modeling: A retrospective of all volumes of Computers & Education. *Computers & Education*, 151, 103855.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103855>
- Choi, Y., Jakob, S., & Anderson, W. J. (2017). Active learning: Developing self-directed learners through strong intellectual engagement. *CourseSource*.
<https://doi.org/10.24918/cs.2017.20>

- Clarizia, F., Colace, F., Lombardi, M., Pascale, F., & Santaniello, D. (2018). Chatbot: An education support system for student. In *International symposium on cyberspace safety and security* (pp. 291-302). Cham: Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-01689-0_23
- Collins, A., Brown, J. S., & Newman, S. E. (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the craft of reading, writing, and mathematics. In L. B. Resnick (Ed.), *Knowing, Learning, and Instruction: Essays in Honor of Robert Glaser* (pp. 453–494). Lawrence Erlbaum Associates.
<https://doi.org/10.4324/9781315044408-14>
- Dai, C. P., & Ke, F. (2022). Educational applications of artificial intelligence in simulation-based learning: A systematic mapping review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100087.
<https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100087>
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (Eds.). (2011). *The Sage handbook of qualitative research* (4th ed.). Sage.
- Dergaa, I., Chamari, K., Zmijewski, P., & Saad, H. B. (2023). From human writing to artificial intelligence generated text: Examining the prospects and potential threats of ChatGPT in academic writing. *Biology of sport*, 40(2), 615-622. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2023.125623>
- Dever, D. A., Azevedo, R., Cloude, E. B., & Wiedbusch, M. (2020). The impact of autonomy and types of informational text presentations in game-based environments on learning: Converging multi-channel processes data and learning outcomes. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 30(4), 581-615. <https://doi.org/10.1007/s40593-020-00215-1>
- Essel, H. B., Vlachopoulos, D., Tachie-Menson, A., Johnson, E. E., & Baah, P. K. (2022). The impact of a virtual teaching assistant (chatbot) on students'

- learning in Ghanaian higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19(1), 57.
<https://doi.org/10.1186/s41239-022-00362-6>
- Ezzaim, A., Dahbi, A., Haidine, A., & Aqqal, A. (2023). AI-based adaptive learning: A systematic mapping of the literature. *Journal of Universal Computer Science*, 29(10), 1161-1197. <https://doi.org/10.3897/jucs.90528>
- Fariani, R. I., Junus, K., & Santoso, H. B. (2023). A systematic literature review on personalised learning in the higher education context. *Technology, Knowledge and Learning*, 28(2), 449-476.
<https://doi.org/10.1007/s10758-022-09628-4>
- Gibbons, M., Bailey, A., Comeau, P., Schmuck, J., Seymour, S., & Wallace, D. (1980). Toward a theory of self-directed learning: A study of experts without formal training. *Journal of Humanistic Psychology*, 20(2), 41-56. <https://doi.org/10.1177/002216788002000205>
- Given, L. M. (Ed.). (2008). *The Sage encyclopedia of qualitative research methods*. Sage Publications. <https://doi.org/10.4135/9781412963909>
- Gligorea, I., Cioca, M., Oancea, R., Gorski, A. T., Gorski, H., & Tudorache, P. (2023). Adaptive learning using artificial intelligence in e-learning: A literature review. *Education Sciences*, 13(12), 1216.
<https://doi.org/10.3390/educsci13121216>
- Guan, C., Mou, J., & Jiang, Z. (2020). Artificial intelligence innovation in education: A twenty-year data-driven historical analysis. *International Journal of Innovation Studies*, 4(4), 134-147.
<https://doi.org/10.1016/j.ijis.2020.09.001>
- Han, S., & Lee, M. K. (2022). FAQ chatbot and inclusive learning in massive open online courses. *Computers & Education*, 179, 104395.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104395>

- Hien, H. T., Cuong, P. N., Nam, L. N. H., Nhung, H. L. T. K., & Thang, L. D. (2018). Intelligent assistants in higher-education environments: The FIT-EBot, a chatbot for administrative and learning support. In *Proceedings of the 9th international symposium on information and communication technology* (pp. 69-76). <https://doi.org/10.1145/3287921.3287937>
- Holstein, J. A., & Gubrium, J. F. (2020). Interviewing as a form of narrative practice. In D. Silverman (Ed.), *Qualitative research* (5th ed., pp. 69–85). SAGE.
- Hong, S., Moon, J., Eom, T., Awoyemi, I. D., & Hwang, J. (2025). Generative AI-enhanced virtual reality simulation for pre-service teacher education: A mixed-methods analysis of usability and instructional utility for course integration. *Education Sciences*, 15(8), 997. <https://doi.org/10.3390/educsci15080997>
- Indrawati, S. M., & Kuncoro, A. (2021). Improving competitiveness through vocational and higher education: Indonesia's vision for human capital development in 2019–2024. *Bulletin of Indonesian Economic Studies*, 57(1), 29-59. <https://doi.org/10.1080/00074918.2021.1909692>
- Kasneci, E., Seßler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T., ... Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
- Koç, S. E. (2019). The relationship between emotional intelligence, self-directed learning readiness and achievement. *International Online Journal of Education and Teaching (IOJET)*, 6(3), 672-688.

<http://iojet.org/index.php/IOJET/article/view/568>

- Kruger, D. (2020). Adaptive learning technology to enhance self-directed learning. In J. Olivier (Ed.), *Self-directed multimodal learning in higher education* (NWU Self-Directed Learning Series, Vol. 5, pp. 93–116). AOSIS. <https://doi.org/10.4102/aosis.2020.bk210.03>
- Li, K. C., & Wong, B. T. M. (2021). Review of smart learning: Patterns and trends in research and practice. *Australasian Journal of Educational Technology*, 37(2), 189-204. <https://doi.org/10.14742/ajet.6617>
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson.
- McGrath, C., Farazouli, A., & Cerratto-Pargman, T. (2025). Generative AI chatbots in higher education: A review of an emerging research area. *Higher Education*, 89(6), 1533-1549. <https://doi.org/10.1007/s10734-024-01288-w>
- Mncube, D. W., & Maphalala, M. C. (Eds.). (2023). *Advancing self-directed learning in higher education*. IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-6772-5>
- Nasri, N. M., Halim, L., & Abd Talib, M. A. (2020). Self-Directed Learning Curriculum: Students' Perspectives of University Learning Experiences. *Malaysian Journal of Learning and Instruction*, 17(2), 227-251. <https://doi.org/10.32890/mjli2020.17.2.8>
- Okonkwo, C. W., & Ade-Ibijola, A. (2021). Chatbots applications in education: A systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100033. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100033>
- Owoc, M. L., Sawicka, A., & Weichbroth, P. (2019). Artificial intelligence technologies in education: benefits, challenges and strategies of implementation. In *IFIP international workshop on artificial intelligence*

- for knowledge management (pp. 37-58). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85001-2_4
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods* (3rd ed.). Sage.
- Pérez, J. Q., Daradoumis, T., & Puig, J. M. M. (2020). Rediscovering the use of chatbots in education: A systematic literature review. *Computer Applications in Engineering Education*, 28(6), 1549-1565. <https://doi.org/10.1002/cae.22326>
- Schei, O. M., Møgelvang, A., & Ludvigsen, K. (2024). Perceptions and use of AI chatbots among students in higher education: A scoping review of empirical studies. *Education Sciences*, 14(8), 922. <https://doi.org/10.3390/educsci14080922>
- Setlhodi, I. I. (2019). The value of pacing in promoting self-directed learning. In F. G. Giuseffi (Ed.), *Self-Directed Learning Strategies in Adult Educational Contexts*(pp. 1–22). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-8018-8.ch001>
- Shoufan, A. (2023). Exploring students' perceptions of ChatGPT: Thematic analysis and follow-up survey. *IEEE access*, 11, 38805-38818. <https://doi.org/10.1109/access.2023.3268224>
- Singer, E., & Couper, M. P. (2017). Some methodological uses of responses to open questions and other verbatim comments in quantitative surveys. *Methods, data, analyses: a journal for quantitative methods and survey methodology (mda)*, 11(2), 115-134.
- Sun, W., Hong, J. C., Dong, Y., Huang, Y., & Fu, Q. (2022). Self-directed learning predicts online learning engagement in higher education mediated by perceived value of knowing learning goals. *The Asia-Pacific*

- Education Researcher*, 32(3), 307-316. <https://doi.org/10.1007/s40299-022-00653-6>
- Taneri, G. U. (2020). Artificial intelligence & higher education: Towards customized teaching and learning, and Skills for an AI world of work. Research & Occasional Paper Series: CSHE. 6.2020. *Center for Studies in Higher Education*.
- Verleger, M., & Pembridge, J. (2018). A pilot study integrating an AI-driven chatbot in an introductory programming course. In *2018 IEEE frontiers in education conference (FIE)* (pp. 1-4). IEEE. <https://doi.org/10.1109/fie.2018.8659282>
- Wang, J., Hwang, G. H., & Chang, C. Y. (2021). Directions of the 100 most cited chatbot-related human behavior research: A review of academic publications. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100023. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100023>
- Wu, R., & Yu, Z. (2024). Do AI chatbots improve students learning outcomes? Evidence from a meta-analysis. *British Journal of Educational Technology*, 55(1), 10-33. <https://doi.org/10.1111/bjet.13334>
- Zhai, X., Chu, X., Chai, C. S., Jong, M. S. Y., Istenic, A., Spector, M., Liu, J., Yuan, J., & Li, Y. (2021). A Review of Artificial Intelligence (AI) in Education from 2010 to 2020. *Complexity*, 2021(1), 8812542. <https://doi.org/10.1155/2021/8812542>
- Zhang, K., & Aslan, A. B. (2021). AI technologies for education: Recent research & future directions. *Computers and education: Artificial intelligence*, 2, 100025. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100025>
- Zhang, P., & Tur, G. (2024). A systematic review of ChatGPT use in K-12 education. *European Journal of Education*, 59(2), e12599. <https://doi.org/10.1111/ejed.12599>