

## כיצד לומדים לעצב סביבות למידה מבוססות מחשב? מודל הוראה המבוסס על מאגר עקרונות עיצוב והשפעתו על סטודנטים מוסמכים

יעל קלי  
[yaelk@technion.ac.il](mailto:yaelk@technion.ac.il)

תמר רון-פורמן  
[tamarrf@gmail.com](mailto:tamarrr@gmail.com)

הטכניון מכון טכנולוגי לישראל,  
המחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים

מחקרים מראים שלסביבות למידה, המעוצבות על-פי עקרונות פדגוגיים המבוססים על תיאוריות למידה ועל מחקר, קיים פוטנציאל רב לתמיכה בלמידה. עקרונות פדגוגיים אלו מכונים בשם "עקרונות עיצוב" והם משמשים כהנחיות ושיקולים שמעצבי סביבות למידה צרכים לקחת בחשבון כדי לתמוך בהבניית ידע אצל הלומד.

יחד עם זאת המעבר מתיאוריות למידה ועקרונות עיצוב, לעיצוב חומרי למידה מבוססי מחשב אינו מובן מאליו. בשנים האחרונות התפתחה מתודולוגיה חדשה המכונה מחקר-עיצוב, העוסקת בחקר ועיצוב (פדגוגי) של סביבות-למידה. מחקרי עיצוב תורמים להרחבת הידע התיאורטי לגבי למידה והוראה, ויוצרים "ידע עיצוב" – ידע פרקטי שמקורו בחקר סביבות למידה ספציפיות, ואשר ניתן ליישמו לעיצוב סביבות למידה מבוססות מחשב נוספות. אחת הדרכים לבטא ידע כזה היא באמצעות "עקרונות עיצוב" התומכים בלמידה בסביבות מתוקשבות.

מחקר זה, מבוסס על מאגר ממוחשב של עקרונות עיצוב המהווה כלי עבור חוקרי סביבות למידה ממוחשבות לפרסום ידע העיצוב שלהם ולקשירתו לזה של עמיתיהם. המחקר בוחן את הפוטנציאל של המאגר לשמש ככלי-עזר לסטודנטים הלומדים כיצד לעצב סביבות למידה ממוחשבות. לצורך כך פותח מודל להוראת עיצוב של סביבות למידה ממוחשבות התומך בשימוש במאגר. המודל הופעל בשלושה קורסי חינוך בטכניון, עם 56 סטודנטים, ונבחנה השפעתו על תהליכי הלמידה של הסטודנטים.

הממצאים, מראים כי המאגר, כאשר הוא נתמך באמצעות המודל: (א) היווה משאב בעל ערך רב שאפשר לסטודנטים ליישם עקרונות עיצוב הנתמכים במחקר, (ב) הוביל את הסטודנטים לבנות סביבות-למידה בגישה סוציו-קונסטרוקטיביסטית, (ג) העלה את המודעות של הסטודנטים לרציונאל העומד מאחורי כל מרכיב בסביבות-הלמידה שפיתחו בקורס. בנוסף נמצא כי למידה עם עמיתים ומשוב דיאלוגי עם לומדים אחרים ועם מנחה, הינם מרכיבים קריטיים בתהליך עיצוב סביבות למידה ממוחשבות.

### מבוא

מחקרים מראים שסביבות-למידה ממוחשבות המבוססות על פדגוגיה טובה ומחקר יכולות להוביל לשיפור משמעותי בלמידה (Reiser et al., 2001; Roschelle, Pea, Hoadley, Gordin, & Means, 2000). רושן וחוב' טוענים כי לסביבות-למידה-מבוססות-מחשב ישנו ערך מוסף להוראה ולתמיכה בפיתוח

של מיומנויות חשיבה מסדר גבוה. אולם תרגום הידע התיאורטי והפיכתו לחומרי למידה מבוססי מחשב אינו מובן מאליו (Kali 2006). על-פי סלומון (Salomon, 2000) עיצוב<sup>1</sup> סביבות-למידה צריך להיות מודרך על-פי עקרונות של למידה טובה והוראה המאפשרת אותה. ההדדיות שבין עיצוב סביבות-למידה-מבוססות-מחשב לבין המחקר, מזמנת פיתוח של ידע-עיצוב (Design-knowledge) יישומי המשולב בתיאוריות לגבי למידה וקוגניציה. ידע זה נחקר באמצעות מחקר-עיצוב. מחקר-עיצוב הינו תחום חדש יחסית העוסק בחקר ועיצוב של מרכיבי סביבות-למידה, במטרה להעריך ולשפר את העיצוב של חומרי הלמידה ולתרום לידע התיאורטי לגבי למידה והוראה. (Barab & Squire, 2004; Bell, Hoadly & Linn, 2004; Hoadly, 2004). עקרונות-עיצוב (Design principles) משמשים במחקר-עיצוב כאחת מהדרכים החשובות ללכידה של ממצאים מחקריים מהשטח והפיכתם לתיאוריה או לידע-עיצוב. עקרונות-עיצוב, הינם הנחיות כלליות ושיקולים שיש לקחת בחשבון בתהליך עיצוב. דוגמאות לאיסוף ותמצות של ידע-עיצוב ניתן למצוא בתחום הארכיטקטורה, (Alexander, 1977), במדעי-המידע (Tufte, 1983), ובמדעי-המחשב (Gamma et al., 1995). מחקר זה מבוסס על מאגר עקרונות-עיצוב לסביבות למידה ממוחשבות. המאגר פותח ע"י קלי (Kali et al., 2006) על מנת לעזור לאנשי חינוך, המעצבים סביבות-למידה-מבוססות-מחשב, ללמוד מהידע והניסיון של חוקרים אחרים ועל-ידי כך להימנע מהמצאת הגלגל בכל עיצוב ופיתוח של סביבת-למידה חדשה. המאגר מהווה תשתית המאפשרת לקהילת מעצבי סביבות-למידה לפרסם, לקשור, לדון ולבחון רעיונות עיצוביים. המאגר נמצא על האינטרנט ([www.design-principles.org](http://www.design-principles.org)) ופתוח לקהל הרחב.

בעבודה זו, נבדק הפוטנציאל של מאגר עקרונות-העיצוב לשמש ככלי עזר בהוראת עיצוב של סביבות-למידה-מבוססות-מחשב. בגישה של מחקר-עיצוב, פותח מודל הוראה לעיצוב סביבות-למידה, ונבנו סביבו מספר קורסים. מטרת המחקר הינה לפתח מודל להוראת עיצוב של סביבות-למידה-מבוססות-מחשב שיתמוך בשימוש במאגר עקרונות-העיצוב ולבסוף יהפוך לחלק אינטגרלי שלו. המחקר בוחן את השפעתם של המודל ומאגר העקרונות על תהליכי הלמידה של סטודנטים לתארים גבוהים בהוראת המדעים.

## שיטות

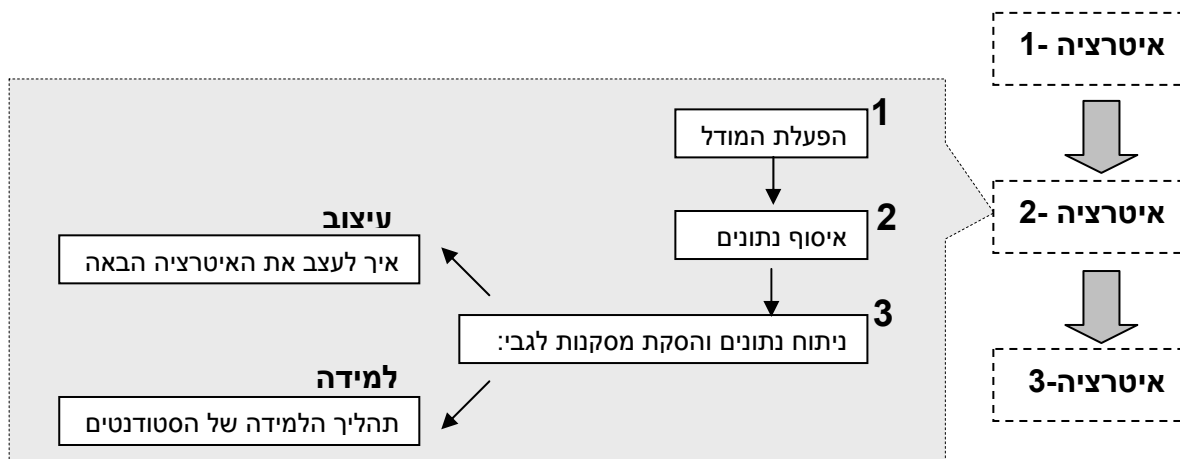
### מתודולוגיה

מחקר זה נערך באסטרטגיה של "מחקר-עיצוב" (Design-Based-Research), שהינה גישה מתודולוגית חדשה המורכבת משילוב של מספר גישות אחרות. (אנתרופולוגיה, פסיכולוגיה קוגניטיבית ומחקר-פעולה). המטרה בגישה זו היא לחקור הוראה ולמידה בקונטקסט נטורליסטי, להעריך ולשפר את העיצוב של חומרי הלמידה ולתרום לידע התיאורטי על למידה והוראה. מחקר-עיצוב מתרחש במספר איטרציות, כאשר לאחר כל איטרציה יש שיפור ועידון של חומרי הלמידה. (Barab & Squire, 2004; Bell, Hoadly & Linn, 2004; Hoadly, 2004). במחקר זה, פותח המודל להוראת עיצוב במהלך שלוש איטרציות (איור 1). איטרציה הוגדרה כשינוי משמעותי שעשינו

<sup>1</sup> במחקר זה נתייחס למושג "עיצוב" כתהליך קונספטואלי של תכנון מרכיבי-עיצוב (Design features), המוגדרים כאלמנטים בסביבת הלמידה שנועדו לקידום הוראה, למידה והערכה, ותכנון של הדרך בה הם יפעלו בסביבת הלמידה. בהצעה לא נתייחס לאלמנטים גראפיים או עיצוב ממשק שהינם מעבר לתחום הנושא של הצעה זו.

במודל ההוראה (לעיתים איטרציה אחת כלל שני קורסים שונים שהועברו בו זמנית באותו הסמסטר). לאחר כל איטרציה נבחנה הפעלתו של המודל בקורסים, נאספו נתונים ונותחו התוצאות. ע"פ הניתוח שונה ועודן מודל ההוראה והוסקו מסקנות לגבי איך לעצב את האיטרציה הבאה ולגבי תהליך הלמידה של הסטודנטים.

איור 1: מחקר-עיצוב: תהליך העיצוב כפי שהתנהל במחקר בכל אחת מהאיטרציות



## סביבת המחקר

### הקורסים

סביבת המחקר כללה שלושה קורסים, העוסקים בעיצוב סביבות-למידה-מבוססות-מחשב. שניים מהקורסים ניתנים במחלקה להוראת המדעים בטכניון, אלו נבחנו לאורך כשניים או שלושה מחזורים עם סך של כ-40 סטודנטים. קורס נוסף נלמד במספר אוניברסיטאות בארה"ב, ונבחן פעם אחת עם 20 סטודנטים. סך הכול השתתפו במחקר עד כה 56 סטודנטים מוסמכים להוראה. כותבת עבודה זו מעורבת בעיצוב, פיתוח ובהוראה בשלושת הקורסים (ראה טבלה 1).

טבלה 1: שלושת הקורסים שנבחנו במחקר

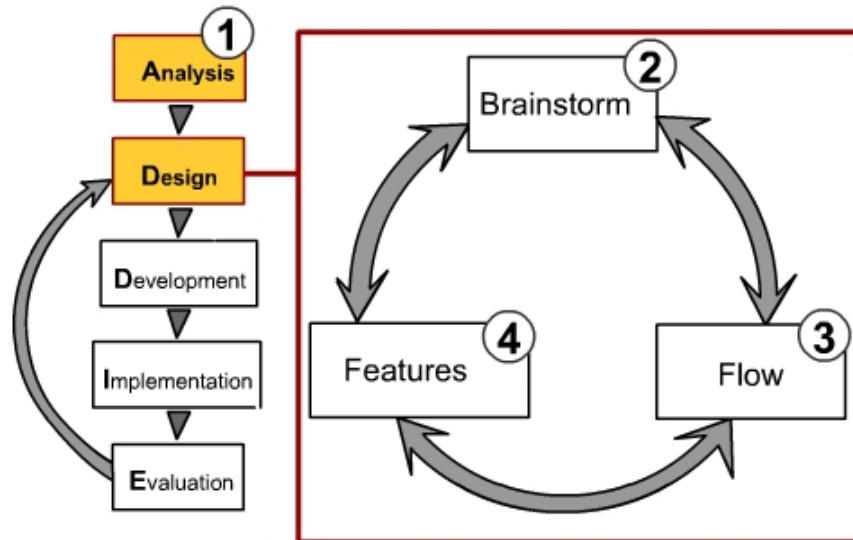
#	שם הקורס	תיאור הקורס	מחזורי הפעלה	# סטודנטים
1	פיתוח תוכניות לימודים מבוססות מחשב	חלק מתוכנית מוסמכים ללא תזה, במחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים בטכניון. מוגדר כקורס בו עבודה עצמאית המלווה בהנחיה אישית מהמרצה ומהמתרגלת. בעל שתי מטרות: 1. לתת לסטודנטים מיומנות עיצוב ולהכשירם כך שיוכלו לעצב סביבות-לימוד-מבוססות-מחשב. 2. לתת לסטודנטים המשותתפים סביבת לימוד-מבוססות-מחשב, בה יוכלו להשתמש בהמשך. הקורס ממוקד סביב עיצוב ופיתוח ולא כולל הרחבה בנושאים תיאורטיים הקשורים לתחום.	תשס"ה-א תשס"ה-ב תשס"ה-א	4 5 5
2	עיצוב סביבות למידה מבוססות טכנולוגיה	קורס המיועד לסטודנטים מוסמכים במחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים בטכניון. מטרתו להתמקד בתהליך העיצוב של סביבות-למידה-מבוססות-מחשב, מבלי להתייחס לשלבי הפיתוח וההפעלה. כולל שלושה נושאים: 1. ניתוח טכנולוגיות- מנתחים סביבות למידה מתקדמות, בוחרים מרכיבי-עיצוב מחסביבה ומכניסים אותם למאגר. 2. סטודיו לעיצוב- מעצבים סביבות-למידה משלהם בקבוצה. משתמשים במודל להוראת העיצוב שפותח במחקר, וכן במאגר עקרונות-העיצוב. 3. תיאוריה- קוראים דוגים בספרות עדיכנית בנושא.	תשס"ה-ב תשס"ו-ב תשס"ז-ב	14 8 10*
3	Designing educational technology	קורס זה נבנה על בסיס הקורס "עיצוב סביבות-למידה-מבוססות-טכנולוגיה" שתואר לעיל, וזהה לו במבנהו, למעט שינויים שהוכנסו על-מנת להתאימו לקהל יעד שונה במקצת. הקורס ניתן בארז"ב כחלק מפרויקט TELS <sup>2</sup> . הסטודנטים הנפגשים כל שבוע בכיתה בכל אחת מהאוניברסיטאות משותתפים בדיונים מקוונים, ועוסקים בעיצוב ובפיתוח של תוכניות-לימודים-מבוססות-מחשב.	תשס"ו-א	20
			סה"כ:	56 סטודנטים

## המודל

שלושת הקורסים מבוססים על מודל להוראת עיצוב שפותח במהלך מחקר זה. המודל משולב בקורסים בדרכים שונות על פי אילוצים שנובעים ממטרות הקורסים ומהותם. יחד עם זאת המודל מהווה את הליבה של כל הקורסים, ומשמש את הסטודנטים כמסגרת המנחה את תהליך העיצוב כאשר הם מעצבים סביבת-למידה משלהם. המודל משלב את שתי הגישות העיקריות לעיצוב סביבות-למידה-מבוססות-טכנולוגיה הקיימות בשטח. הראשונה, גישת עיצוב מערכות הוראה (ISD-Instructional-System-Design), שמקורה בתחום התעשייה, וממוקדת בעיצוב תוכניות הוראה מהירות ויעילות. השנייה, גישת מדעי-הלמידה (LS – Learning-Sciences), מדגישה תהליכי למידה ומקורה במחקר החינוכי. גישת ה-ISD באה לידי ביטוי בביצוע העיצוב ע"פ שלבי המודל המובנה (ADDIE, Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) (Dick & Carrey 2001), וגישת ה-LS, באה לידי

ביטוי בשימוש ב"מאגר עקרונות-העיצוב". המודל להוראת עיצוב שפותח, מרחיב את שלב העיצוב (Design) במודל-ADDIE וכולל שלושה שלבים נוספים לא ליניאריים: סיעור מוחות (Brainstorm), בניית רצף (Build-flow), ועיצוב מרכיבים (Design features). שימוש במאגר עקרונות-העיצוב מתבצע ארבע פעמים לאורך המודל (איור 2).

איור 2: מודל להוראת-עיצוב: המספרים מייצגים את השלבים בהם נעשה שימוש במאגר



## כלים ומקורות מידע

הכלים ומקורות המידע כוללים: (1) שאלוני משוב סגורים (ליקרט) שנתנו בכל סיום קורס (2) שאלונים חצי פתוחים לביקורת התפיסות החינוכיות של הסטודנטים לגבי עיצוב סביבות-למידה-מבוססות-מחשב, (3) ראיונות חצי מובנים עם חלק מהסטודנטים, לבחינת השינויים בתפיסות הסטודנטים והשיקולים הפדגוגיים בתהליך העיצוב, (4) דיונים מתוקשבים באתר הקורס, (5) תצפיות לאפיון תהליך הלמידה/ההוראה, (6) יומן חוקר רפלקטיבי הכולל תיאור הפעילות במהלך הקורס והדגשת התובנות העולות במהלך המפגשים והשיחות עם הסטודנטים, ו- (7) תוצרי הביניים והתוצרים הסופיים של הסטודנטים בתהליך העיצוב בקורס.

## ממצאים

בחלק זה יתוארו הממצאים העיקריים שהתקבלו מהפעלת שלושת האיטרציות (קונטקסט הפעלה מוצג בטבלה 2). עבור כל איטרציה יפורטו שני סוגי ממצאים: 1. הממצאים שהובילו להחלטות עיצוביות בעקבותיהם עידנו ושיפרנו את מודל ההוראה. 2. ממצאים מאשרים שהיוו חיזוק להחלטות העיצוביות שעשינו באיטרציות קודמות.

טבלה 2: האיטרציות שהופעלו במחקר

איטרציות	הפעלה	תיאור קונקסט הפעלת מודל ההוראה
איטרציה 1	תשס"ה אי	איטרציה זו התבצעה בקורס "פיתוח תוכניות-לימודים-מבוססות-מחשב" שהועבר לארבע תלמידות מוסמכות להוראת המדעים לתואר שני בטכניון. לכל הסטודנטיות היה ניסיון הוראה ופיתוח חומרי למידה אך רובן מעולם לא פיתחו חומרים ממוחשבים. באיטרציה זו הקורס התנהל באופן פתוח ללא מודל ומסגרת מובנת וכלל בעיקר עבודה עצמית של הסטודנטיות.
איטרציה 2	תשס"ה ב	באיטרציה זו הופעל מודל ההוראה שפותח באיטרציה הקודמת במסגרת שני קורסים: "פיתוח תוכניות-לימודים-מבוססות-מחשב", שהופעל בפעם השנייה ושונה לאור ההחלטות העיצוביות שנעשו באיטרציה הקודמת. הקורס "עיצוב סביבות-למידה-מבוססות-טכנולוגיה" הועבר לראשונה ל-14 סטודנטים מוסמכים להוראת המדעים בטכניון, והכיל את מודל ההוראה שפותח באיטרציה הקודמת כליבה של תוכנית הלימודים.
איטרציה 3	תשס"ו אי	באיטרציה זו הופעל מודל ההוראה שעודן בעקבות האיטרציה הקודמת, כחלק מהקורס Designing educational technologies - שהיה קורס שיתופי. שניתן ל-20 סטודנטים מארבע אוניברסיטאות בארצות הברית והטכניון בחיפה. הסטודנטים נפגשו כל שבוע בכל אחת מהאוניברסיטאות עם המנחים המקומיים שלהם, והשתתפו בדיונים מקוונים, בהנחה מרחוק.

## איטרציה 1

### ממצאים שהובילו להחלטות עיצוביות:

להלן עיקרי הממצאים מאיטרציה-1 שהובילו לבניית המודל להוראת-עיצוב כפי שמופיע בפרק השיטות:

- קושי עם פתיחות המטלה – תיעוד ביומן החוקר העלה כי פעמים רבות, במיוחד בתחילת הקורס, הסטודנטיות הביעו תסכול מכך שהן לא ידעו כיצד לגשת למטלה של פיתוח סביבת הלמידה. התסכול פחת כאשר הגדרנו מטלות לכל מפגש, אשר הנחו למעשה את כל תהליך הפיתוח. **החלטה עיצובית:** להבנות את תהליך העיצוב על פי שלבים.
- חוסר מודעות לרציונאל – תצפיות משתתפות בעבודת הסטודנטיות מראות כי הן קיבלו החלטות עיצוביות על פי אינטואיציה ללא מחשבה על הרציונאל העומד מאחוריהן. **החלטה עיצובית:** לכלול במודל שימוש במאגר עקרונות-עיצוב על-מנת להעלות לסטודנטים את המודעות לרציונאל מאחורי העיצוב שלהם.
- אינטואיציה מוגבלת – הסטודנטיות בנו בעיקר על האינטואיציה שלהן בקבלת ההחלטות העיצוביות שלהן. האינטואיציה, התבססה על ידע וניסיון מועטים בלבד. דוגמא מראיון: "בעבר, כאשר השתתפתי בתהליך עיצוב, התבססתי בעיקר על אינטואיציה ועל למידה תוך כדי התנסות... אשמח לקבל כלים ועקרונות מובנים לעיצוב סביבה-מבוססת-מחשב." **החלטה עיצובית:** העשרת האינטואיציה ע"י שילוב המודל בקורס הכולל קריאת מאמרים וניתוח טכנולוגיות.
- חשיבות ההנחיה – מהראיונות עולה כי התפקיד אותו מילאה ההנחיה, בקישור בין העשייה של הסטודנטיות לגוף הידע התיאורטי, הוא קריטי. דוגמא: "אני רואה את העבודה שלנו כאוסף רעיונות, שזרקנו בצורה לא מאורגנת... ההנחיה עזרה לנו להתאים את הדברים שלנו לעקרונות פדגוגיים." **החלטה עיצובית:** הוראה בגישת חונכות קוגניטיבית (Collins et al., 1989).

5. חשיבות לעבודת צוות ומשוב עמיתים – בשאלון הרפלקציה, טענו כל הסטודנטיות כי למרות שהפרויקטים היו אישיים, המפגשים, בהן נעשה סיעור מוחות ודיאלוג עם עמיתים, היו קריטיים בתהליך. *החלטה עיצובית*: הגדרת הפרויקט כתוצר משותף ושילוב משוב עמיתים במודל.

## איטרציה 2

### ממצאים מאשרים:

להלן הצגת הממצאים מאיטרציה-2 שהיוו חיזוק להחלטות העיצוביות מאיטרציה-1 ולאחר מכן הצגת הממצאים שהובילו להחלטות עיצוביות נוספות.

התיעוד ביומן החוקר, והראיונות, הראו כי ההחלטה לתמוך בתהליך העיצוב במודל מובנה, אפשרה לסטודנטים להתמודד עם המורכבות שבתהליך, הם הגישו את המטלות על פי השלבים, וחשו כי העבודה בשלבים מחלקת את התהליך למשימות בנות ביצוע. דוגמא מראיון "החלוקה לשלבים הייתה מעולה ועזרה לי מאד בחשיבה כיצד להתחיל עם העבודה, ואיך לגשת לכל שלב ושלב". גם ההחלטה להגדיר את הפרויקט כתוצר משותף ולשלב משוב עמיתים במודל קיבלה חיזוק באמצעות שאלון המשוב: סטודנטים העריכו באופן גבוה ביותר (4.7 מתוך 5) את העבודה על הפרויקט בקבוצות, ואת משוב העמיתים שהתרחש במהלך תהליך העיצוב (4.2). את ההחלטה להשתמש במאגר עקרונות העיצוב להעלאת המודעות לרציונל חיזקו ממצאים מניתוח תוצרי הביניים של הסטודנטים. ממצאים אלה הראו כי סטודנטים השתמשו בעקרונות שרכשו בסביבות הלמידה שהם עיצבו, ונעשו מודעים יותר לרציונאל העומד מאחורי ההחלטות העיצוביות שלהם.

### ממצאים שהובילו להחלטות עיצוביות נוספות:

6. התייחסות לשלב הרצף כשלב מיפוי תכנים – מאיטרציה זו עלה כי סטודנטים נטו לפתח רצפי פעילויות בהם היה דגש על התכנים (מה בא קודם, ומה אחר כך) במקום לשים דגש על האופן שבו ניתן להגיש את התכנים האלה בצורה מעניינת ורלוונטית עבור הלומד. *החלטה עיצובית*: הרחבת שלב האנליזה במודל, כך שיכיל גם מיפוי תכנים על מנת לסיים את המשימה הזו בשלב מוקדם יותר, ולסייע לסטודנטים לבנות רצף המתמקד בלומד בשלב בניית הרצף.

7. תסכול מחוסר אפשרות לממש משוב – סטודנטים הביעו תסכול לאחר קבלת משוב העמיתים על כך שלא הייתה להם אפשרות ליישם את המשוב ול"תקן" את הסביבה שלהם. *החלטה עיצובית*: הכנסת סבב עיצוב נוספת למודל שתאפשר לסטודנטים לממש את משוב העמיתים.

## איטרציה 3

### ממצאים מאשרים:

באיטרציה זו קיבלנו חיזוק בעיקר לגבי ההחלטה להכניס סבב עיצוב נוסף למודל ההוראה. השימוש במחונן לניתוח תוצרים הראה כי בפרויקטים הסופיים (לאחר סבב העיצוב השני) סטודנטים יישמו את משוב העמיתים ושיפרו באופן משמעותי את הסביבה הלימודית שלהם, יחסית לפרויקטים שהציגו לאחר סבב העיצוב הראשון.

### ממצאים שהובילו להחלטות עיצוביות:

8. תרומתה של הערכת העמיתים המתוקשבת מוגבלת – מניתוח המשוב שסטודנטים נתנו באמצעות הערכת העמיתים המתוקשבת, נראה כי לסטודנטים היה קשה להבין מסמכי עיצוב, מקריאה בלבד. בנוסף, שאלון המשוב הראה כי התרומה של הערכת העמיתים המובנית ללמידה של

הסטודנטים אינה גבוהה כמו מימדים אחרים שנבחנו בשאלון. החלטות עיצוביות: 1. תיעוד כל שלב עיצוב באמצעות מצגות 2. המרת הערכת העמיתים המתקשבת במשוב דיאלוגי המבוסס על המצגות הנ"ל ומתרחש פנים אל פנים, עבור כל שלב במודל.

## סיכום ומסקנות

אוסף הממצאים משלושת האיטרציות, שהוביל להחלטות העיצוביות לגבי מודל ההוראה שהוצגו למעלה, שופך אור על האופן שבו סטודנטים לומדים לעצב סביבות-למידה-מבוססות-מחשב. מחקר זה מראה כי עבודה על-פי שלבי עיצוב מוגדרים היטב, הינה קריטית בתהליך הלמידה ובלעדיה סטודנטים מתקשים להתמודד עם מטלה כה פתוחה. הממצאים מדגישים את האופי האינטואיטיבי של העיסוק בעיצוב סביבות-למידה, ועל כן, את החשיבות הרבה שיש בהרחבת האינטואיציה של אלו העוסקים בו. מאגר עקרונות-העיצוב, נמצא כמשאב בעל ערך רב שאפשר לסטודנטים נגישות לאוסף רעיונות עיצוב מגוון, ולעקרונות-עיצוב הנתמכים במחקר. השימוש בו הוביל את הסטודנטים לבנות סביבות-למידה בגישה סוציו-קונסטרוקטיביסטית, ולהעלאת המודעות שלהם לרציונאל העומד מאחורי כל מרכיב ומרכיב בסביבות-הלמידה שפיתחו. כמו כן, עבודה זו הראתה, שבדומה ללימוד תחומים אחרים של עיצוב (כמו ארכיטקטורה, עיצוב גרפי וכו') גם ללימוד עיצוב סביבות-למידה מתאימה גישת הסטודיו: למידה עם עמיתים ומשוב דיאלוגי עם לומדים אחרים, משפרים מאד את העיצוב ועוזרים להתקדם ולהגיע לרעיונות חדשים.



## ביבליוגרפיה

- Alexander, C., Ishikawa, S., & Silverstein, M. (1977). *A pattern language: Towns, buildings, and construction*. New York: Oxford University Press.
- 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.
- Bell, P., Hoadley, C.M., & Linn, M.C., (2004). Design-based research in education. In Linn, M.C., Davis, E.A., & Bell, P. (Eds), *Internet environments for science education* (pp. 73-85). Lawrence Erlbaum Associates
- Dick, W., Carey, L., & Carey, J. O. (2001). *The systematic design of instruction* (5th ed.). New York: Longman, p. 1-34.
- Hoadley, C. (2004). Learning and design: Why the learning sciences and instructional systems need each other. *Educational Technology*, 44(3), 6-12.
- Kali, Y., (2006). Collaborative knowledge-building using the Design Principles Database. *International Journal of Computer Support for Collaborative Learning*, 1(2), 187-201.
- Means, B., & Coleman, E. (2000). Technology supports for student participation in science investigations. In M. J. Jacobson & R. B. Kozma (Eds.), *Innovations in Science and Mathematics Education* (pp. 287-319). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Reiser, B. J., Tabak, I., Sandoval, W. A., Smith, B. K., Steinmuller, F., & Leone, A. J. (2001). BGuILE: Strategic and conceptual scaffolds for scientific inquiry in biology classrooms. In S. M. Carver & D. Klahr (Eds.), *Cognition and instruction: Twenty-five years of progress* (pp. 263-305). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Roschelle, J., Pea, R., Hoadley, C., Gordin, D., & Means, B. (2000). Changing how and what children learn in school with computer-based technologies. *The Future of Children*, 10(2), 76-101
- Salomon, G. (2000). *Technology and education in the age of information*, Haifa and Tel Aviv, Israel: University of Haifa and Zmora
- Scardamalia, M. & Bereiter, C. (1996). Computer support for knowledge-building communities. In T. Koschmann (Ed.) *CSCL: Theory and practice of an emerging paradigm*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates: 249-268.
- Tufte, E. R. (1983). *The visual display of quantitative information*. Cheshire, CT: Graphics Press.