

משחק או מבחן? השוואת התנהגויות תלמידים בפעילויות למידה שונות בסביבה מקוונת, באמצעות ניתוח קובץ יומן

רפי נחמias
אוניברסיטת תל-אביב
nachmias@post.tau.ac.il

גלית בן-צדוק
אוניברסיטת תל-אביב,
המרכז לטכנולוגיה חינוכית (מטח)
galitb@cet.ac.il

Game or Test? Comparison of Students' behaviors in Different Online Learning Activities, Using Log File's Analysis

Galit Ben-Zadok
Tel-Aviv University
The Center for Educational
Technology (CET)

Rafi Nachmias
Tel-Aviv University

Abstract

The main purpose of this research was to compare students' behaviors in three different types of learning activities: (1) drill and practice exercises, (2) game and; (3) self-test, in order to learn about students' motivation for learning in each type of activity. The actions of 3,238 3rd to 6th grade students, who learned within a science web-based learning environment, were documented in a log file and analyzed. The comparison of the students' behaviors for each activity type was based on three parameters: (a) the consumption's rate, (b) performance rate up to success; and (c) the average response time to an answer. Results indicated that there are differences in students' behaviors in the three defined parameters. These differences may imply that the drill and practice exercises and the self-test served as motivating tools for learning more than the learning game.

Keywords: Online Learning Behaviors, Motivation for learning, Log file's analysis.

תקציר

מטרת המחקר שלנו הייתה לחקור התנהגויות של תלמידים בשלושה סוגים שונים של פעילויות למידה (תרגול, משחק ומבחן) ולהשוות ביניהן. זאת על מנת ללמוד על המוטיבציה של התלמידים ללמידה בכל אחד מסוגי הפעילויות. לשם כך, פעולותיהם של 3,238 תלמידים בכיתות ג-ו, שלמדו ביחידת לימוד מתוקשבת, תועדו בקובץ יומן ממוחשב ונותחו. השוואת התנהגויות התלמידים בסוגי הפעילויות השונים נעשתה על-פי שלושה פרמטרים: (א) צריכה או אי צריכה של כל אחד מסוגי הפעילויות, (ב) ביצוע או אי ביצוע של כל אחד מסוגי הפעילויות עד להצלחה, (ג) הזמן הממוצע המוקדש למענה על שאלה בכל אחד מסוגי הפעילויות. ממצאי המחקר מצביעים על כך שקיימות התנהגויות למידה שונות בסוגי פעילויות למידה שונים, בכל אחד מהפרמטרים. אם פרמטרים אלה אכן מצביעים על מידת המוטיבציה ללמידה, הרי שמצאנו כי מוטיבציה גבוהה יותר קיימת בפעילויות התרגול ובמבחן עצמי, ופחות במשחק הלימודי.

מילות מפתח: התנהגויות למידה, מוטיבציה ללמידה, ניתוח קובץ יומן.

מבוא

מפתחי סביבות למידה מתוקשבות מנצלים את הפוטנציאל של רשת האינטרנט, כדי להעניק לתלמידים הלומדים בסביבות אלה חוויית למידה מאתגרת ומשמעותית יותר. בין היתר, הם עושים זאת באמצעות היצע של מגוון פעילויות לימודיות אינטראקטיביות, כמו: משחקים, פעילויות תרגול עם משוב מיידי ומבחנים לבחינה עצמית. מחקרים רבים מתארים את תרומתן של פעילויות אלה לתהליך הלמידה. כך, למשל, משחק מתואר ככלי יעיל לחיזוק הידע וההבנה של החומר הנלמד, באמצעות יישום. כמו כן, נטען כי המשחק הינו כלי שמעודד מוטיבציה ללמידה, בין היתר מאחר שיש בו מן האתגר, התחרותיות והרצון לנצח (Gredler, 2004; Kirriemuir & Mcfarlane, 2004; Bragg, 2003; Mintz & Nachmias, 1998). פעילויות למידה עם משוב מיידי לתלמיד וכן מבחנים לבדיקה עצמית, מהווים כלי חשוב ללמידה ולהערכה (Gaytan & McEwen, 2007), בכך שהם מאפשרים לתלמיד לבחון את הידע שלו, לתקן את תשובותיו שוב ושוב עד להצלחה, וכך להתקדם בתהליך הלימודי. לאור היתרונות האלו, מטרתנו במחקר זה הייתה להשוות את התנהגויות התלמידים בסוגים שונים של פעילויות למידה: תרגול, משחק ומבחן עצמי, ומתוך כך ללמוד על המוטיבציה של התלמידים ללמידה בכל אחת מהן.

כדי ללמוד על התנהגויות התלמידים, השתמשנו בשיטה של כריית נתונים ברשת. שיטה זו מאפשרת ללמוד אודות תהליכי הלמידה המתרחשים בפועל, בקרב אוכלוסייה גדולה של לומדים, באופן אוניברסלי ובלתי-מוטה. בשיטה זו נאספות ומתועדות כל הפעולות שמבצעים הלומדים בסביבת הלמידה, בקובץ ממוחשב שנקרא קובץ יומן (Log file). פעולות הלומדים מנותחות ומעובדות למשתני למידה. בהמשך ניתן לבחון את התפלגות משתני הלמידה האלו על פני כלל האוכלוסייה. המידע שניתן לקבל מכך לגבי כלל אוכלוסיית הלומדים הוא בעל ערך ומספק תובנות משמעותיות לגבי התנהגויות, העדפות וצרכים של לומדים (Pahl, 2004; Romero & Ventura, 2007).

הרצון שלנו להרחיב את הבנתנו לגבי המוטיבציה של הלומדים במחקר זה, נובע מכך שמוטיבציה היא מרכיב מרכזי בתהליך הלמידה ומשפיעה לרוב על אופי הלמידה ועל הישגי התלמידים. יחד עם זאת, מוטיבציה היא מרכיב שקשה מאוד להערכה, ובעוד שבכיתה המסורתית המורה נפגש עם הלומד ויכול לחוש במידה מסוימת את מידת המוטיבציה שלו, במחקרים העוסקים בלמידה ברשת אין לחוקרים על פי רוב קשר ישיר עם הלומדים, ולכן הערכת המוטיבציה שלהם קשה עוד יותר. מחקרים אשר ניסו ללמוד על המוטיבציה של הלומדים בהתבסס על התנהגותם בסביבה המתוקשבת כפי שהיא משתקפת בקובץ היומן, הציעו דרכים מגוונות למדוד אותה, והשתמשו במונחים שונים הקשורים אליה. כך, למשל, Hershkovitz ו-Nachmias (2008) מדדו מוטיבציה על-פי משתנים כמו משך הזמן במשימה וקצב הלמידה, מעורבות בלמידה (engagement) נמדדה במחקר של Beck (2004) על-פי זמן התגובות לשאלות ומידת נכונות התשובות, ובמחקרם של Cocea ו-Weibelzahl (2007) המעורבות נבדקה על-פי מספר דפים שנקראו, מספר המבחנים שבוצעו, זמן שהייה במבחנים ועוד. מלבד התייחסות ללמידה המוטיבציה של הלומד, ניתן גם לנסות להבין את מקור המוטיבציה. על-פי הספרות, המקור למוטיבציה יכול להיות פנימי או חיצוני. הוא פנימי כאשר ללומד יש עניין והנאה מעצם הלמידה. הוא חיצוני כאשר הוא משתדל להצליח בפעילות הלימודית לשם קבלת תגמול על הלימוד, למשל, קבלת ציון או פרס/עונש (Deci & Ryan, 1985). אנו ננסה להסיק במחקר זה הן לגבי מידת המוטיבציה והן לגבי מקורה.

מטרת המחקר

מטרת המחקר הינה להשוות בין התנהגויות למידה של תלמידים בפעילויות למידה שונות: פעילויות תרגול, משחק ומבחן עצמי, ומתוך כך ללמוד על המוטיבציה ללמידה בכל אחת מהפעילויות. השוואת התנהגויות התלמידים מתבססת על שלושה פרמטרים: (א) צריכה או אי צריכה של כל אחת מהפעילויות הלימודיות, (ב) ביצוע או אי ביצוע של הפעילות הלימודית עד להצלחה, (ג) הזמן הממוצע המוקדש למענה על שאלות בכל אחת מהפעילויות.

שאלות המחקר

ממטרת המחקר נגזרות שלוש שאלות:

1. מהו שיעור הלומדים בכל אחד מסוגי הפעילויות: תרגול, משחק, מבחן עצמי?
2. באיזו מידה מבצעים התלמידים את כל אחד מסוגי הפעילויות עד להגעה להצלחה?
3. מהו הזמן הממוצע שאותו מקדישים התלמידים למענה על שאלה בכל אחד מסוגי הפעילויות?

מתודולוגיה

משתתפים

במחקר השתתפו 3,238 תלמידים בכיתות ג'-ו' מבתי-ספר שונים בארץ, אשר ביצעו את פעילויות הלמידה ביחידת הלימוד המתוקשבת הנחקרת.

סביבת הלמידה הנחקרת

התנהגויות התלמידים תועדו ביחידת לימוד מתוקשבת במדעים, המיועדת לבית-הספר היסודי, מתוך סביבת הלמידה האינטרנטית "אופק" מבית מטח (<http://ofek.cet.ac.il>). היחידה עוסקת בנושא התופעה המחזורית של הקפת הירח סביב כדור-הארץ, והיא כוללת: הדמיה הממחישה את הקפת הירח סביב כדור-הארץ ואת מופעי הירח במהלך החודש, וכן שלושה סוגים של פעילויות למידה: (1) שלוש פעילויות תרגול הכוללות שאלות רב-ברירה. התלמיד עונה על השאלות ובדק את נכונות התשובות באמצעות כפתור בדיקה. בלחיצה על כפתור זה מסומנות ב-וי כל התשובות הנכונות של התלמיד, וב-איקס כל התשובות השגויות. התלמיד יכול לתקן שוב ושוב את תשובותיו ולקבל משוב, (2) משחק (איור 1), שבו על התלמיד להשלים את מופעי הירח במהלך החודש. המשחק כולל שלוש פסילות ומשוב סופי עם ניצחון או הפסד. אין הגבלת זמן למענה; (3) מבחן עצמי, הכולל עשר שאלות רב-ברירה וכפתור לבדיקת נכונות התשובות. בלחיצה על כפתור זה התלמיד מקבל ציון מספרי וכן משובים של איקס ווי ליד כל שאלה. בעקבות כך הוא יכול לתקן את תשובותיו שוב ושוב עד לקבלת הציון 100. דוגמה לשאלה באיור 1. רמת השאלות דומה בכל שלושת סוגי הפעילויות. כמו כן, יש לציין שפעילויות הלמידה מחולקות לשני דפים נפרדים: בדף הראשון נמצאים פעילויות התרגול והמשחק. בדף השני מוצע המבחן העצמי.



(ב)



(א)

איור 1. המשחק (א) ושאלה דומה במבחן העצמי (ב) ביחידת הלימוד הנחקרת

מהלך המחקר

במהלך תשעה חודשים (אוקטובר 2009-יוני 2010) נאספו ותועדו בקובץ היומן (Log File) כל פעולותיהם של המשתמשים ביחידת הלימוד. עיבוד וניתוח פעולות אלה נעשו במספר שלבים:

שלב א': ניקוי הנתונים – מקובץ היומן הממוחשב נופו כל אותם משתמשים שאינם תלמידים (מנהלי הסביבה המתוקשבת, מורים). כמו כן, הוצאו כל אותם תלמידים אשר נכנסו ליחידת הלימוד, אך לא ביצעו אף פעילות לימודית ביחידה. לאחר ניקוי זה, נותרו בקובץ היומן 4,018 תלמידים. מתוכם נופו גם התלמידים שהפעילו את ההדמיה בלבד ולא ביצעו אף פעילות לימודית. אוכלוסיית המחקר הסופית כוללת 3,238 תלמידים.

שלב ב: הגדרה וחישוב של המשתנים – נבחרו שלושה משתני למידה לחישוב עבור כל תלמיד, ונבנו אלגוריתמים לחישובם מתוך קובץ היומן.

משתני המחקר:

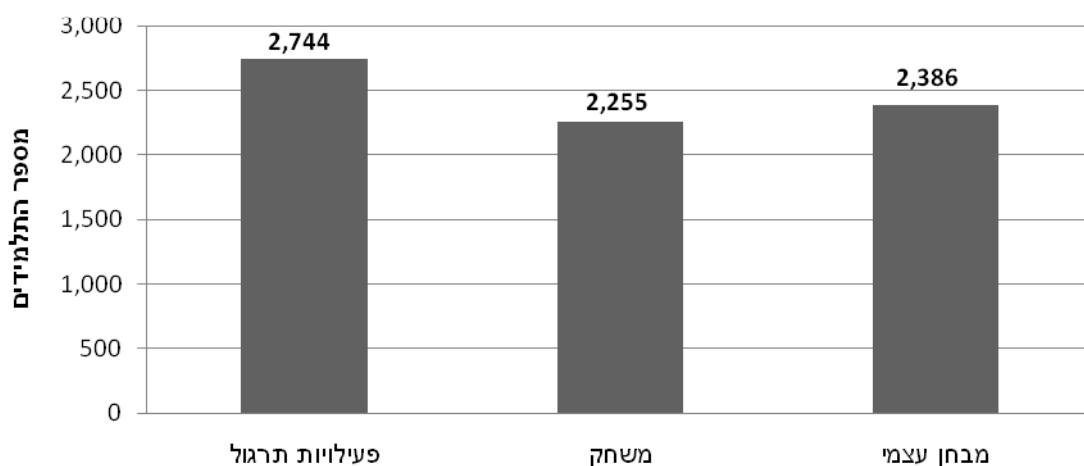
- **ביצוע פעילות הלמידה** – משתנה המקבל את אחד משני הערכים: 1=ביצוע פעילות הלמידה, 0=אי ביצוע פעילות הלמידה. "ביצוע" הגדרנו כמצב שבו התלמיד ענה על השאלות בפעילות הלמידה (לא בהכרח על כולן) וערך בדיקה לתשובותיו.
- **ביצוע הפעילות עד להצלחה** – משתנה המקבל את אחד משני הערכים: 1=ביצוע הפעילות עד להצלחה, 0=עזיבת הפעילות ללא סיום בהצלחה. עבור שלוש פעילויות התרגול, ביצוע הפעילות עד להצלחה פירושו עזיבת התרגול כאשר כל תשובותיו של התלמיד מסומנות ב-וי, לאחר ביצוע הבדיקה. במשחק, ביצוע עד להצלחה פירושו שהתלמיד קיבל משוב של ניצחון בסוף המשחק. עבור המבחן, ביצוע הפעילות עד להצלחה פירושו עזיבת המבחן כאשר הציון הסופי שהתקבל הוא 100.
- **משך זמן ממוצע למענה לשאלה** – מאחר שלכל פעילות יש מספר שונה של שאלות, חושב הזמן הממוצע למענה על כל שאלה. זמן זה חושב כך: הזמן הכולל שלקח לתלמיד לענות על כל השאלות / מספר השאלות שבפעילות. על מנת שלא לקחת בחשבון תלמידים שהזמן שלהם בפעילויות מסוימות גדול מדי (וכנראה שבחלקו לא עסקו בפעילות הלמידה אלא בדברים אחרים), התייחסנו רק לתלמידים שהזמן הממוצע שלהם קטן מ-1,000 שניות (N=2,096).

שלב ג: ניתוח הנתונים – שלושת משתני הלמידה של כל תלמיד נלקחו בחשבון, וחושבו ממוצעים בכל סוג של פעילות לימודית לגבי כלל האוכלוסייה. מבחני T בוצעו להשוואת הממוצעים של זמני המענה לשאלות.

תוצאות

שיעור הלומדים בכל אחד מסוגי הפעילויות

כאשר בדקנו את שיעור הלומדים בכל אחד מסוגי הפעילויות הלימודיות: פעילויות תרגול, משחק ומבחן עצמי (איור 2), מצאנו כי סוג הפעילות שבו ביקר המספר הגדול ביותר של תלמידים הינו התרגול (N=2,744). את המבחן העצמי ביצעו 2,386 תלמידים, ואילו את המשחק ביצעו הכי מעט תלמידים: 2,255 תלמידים בלבד.



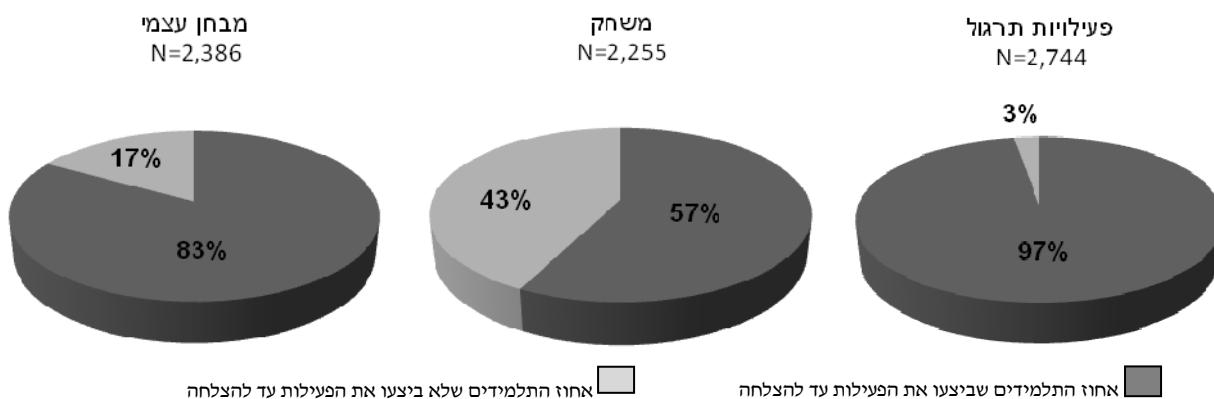
סוג פעילות הלמידה

איור 2. כמות התלמידים שביצעו כל פעילות לימודית (N=3,238)

מידת ההשלמה של כל פעילות עד להצלחה

הממצאים מראים כי הרוב המוחלט של התלמידים (97%) מבצעים את פעילויות התרגול עד להגעה להצלחה, ורק לאחר מכן ממשיכים לפעילויות האחרות. במבחן העצמי, ניתן לראות כי 83%

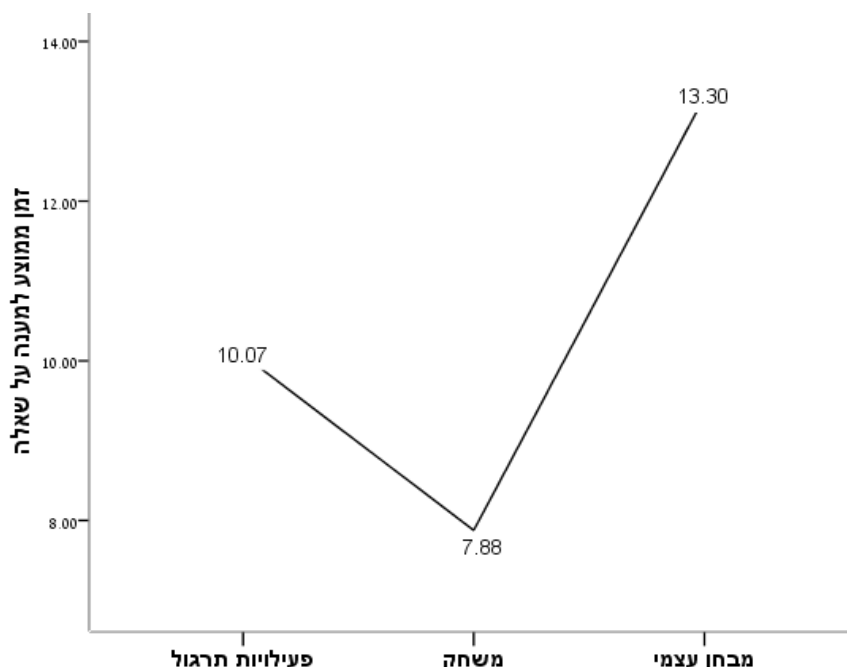
מהתלמידים מבצעים את המבחן עד להגעה לציין 100, בעוד 17% מהתלמידים עוזבים אותו ללא הצלחה מלאה. קצת יותר ממחצית מהתלמידים (57%) משחקים במשחק עד להצלחה, בעוד 43% מוותרים וממשיכים הלאה ללא הצלחה במשחק.



איור 3. התפלגות התלמידים בכל סוג של פעילות, לפי מידת ההשלמה של הפעילות בהצלחה

משך זמן ממוצע למענה בכל פעילות

השוואה של הזמן הממוצע המוקדש למענה על שאלה בכל סוג של פעילות (איור 4) מראה כי במבחן הזמן הממוצע שהוקדש לכל שאלה הוא הגדול ביותר ועומד על 13.30 שניות (SD=32.40), בעוד שהזמן הממוצע למענה על שאלה בפעילויות התרגול עומד על 10.07 שניות (SD=22.28), ואילו במשחק הזמן הממוצע הוא הקטן ביותר ועומד על 7.87 שניות (SD=13.91). כמו כן במבחני T נמצאו הבדלים מובהקים בין הזמנים: ממוצע הזמן שהוקדש לתרגול וממוצע הזמן שהוקדש למשחק: $t[2,095]=-3.91, p<0.01$, ממוצע הזמן שהוקדש למבחן וממוצע הזמן שהוקדש למשחק: $t[2,095]=7.16, p<0.01$, וכן הזמן שהוקדש למבחן והזמן שהוקדש לתרגול: $t[2,095]=-3.84, p<0.01$.



איור 4. הזמן הממוצע שהוקדש למענה על שאלה (בשניות) בכל אחד מסוגי הפעילויות

דיון ומסקנות

מטרתנו במחקר זה הייתה להשוות בין התנהגויות תלמידים בשלושה סוגי פעילויות למידה שונים: תרגול, משחק ומבחן עצמי, ולבחון האם קיימים הבדלים ביניהן. ההנחה היא, שהשוואה כזו עשויה

לתת לנו מידע לגבי המוטיבציה ללמידה של התלמידים בכל סוג של פעילות. ממצאי המחקר מראים, כי בהתבסס על שלושת משתני הלמידה שהגדרנו, אכן קיימים הבדלים בהתנהגויות הלמידה, ומכאן כנראה שגם במוטיבציה ללמידה בכל אחד מסוגי הפעילויות.

כשבדקנו את מידת הביצוע של כל אחד מסוגי הפעילויות, מצאנו שאת פעילויות התרגול ביצעו הכי הרבה תלמידים (N=2,744), בעוד שפחות תלמידים ביצעו את המשחק (N=2,255) ואת המבחן העצמי (N=2,386). ייתכן כי הסיבה לכך היא מיקומן של פעילויות אלה בתחילת יחידת הלימוד, לפני המשחק והמבחן. אך אם כך הדבר, מה שמפתיע הוא, שיותר תלמידים מבצעים את המבחן העצמי מאשר את המשחק. זאת על אף שמבחינה כרונולוגית, המשחק נמצא מיד אחרי פעילויות התרגול ואף באותו הדרג, בעוד שהמבחן העצמי נמצא בסוף היחידה ובדרך נפרד. כלומר, ניתן להניח שהיו תלמידים שביצעו את פעילויות התרגול, דילגו על המשחק והמשיכו ישירות למבחן העצמי. מדוע, אם כן, ישנם תלמידים שלא מבצעים את המשחק? אחת הסברות לכך יכולה להיות שעל אף שהתלמידים אוהבים לשחק (Gredler, 2004; Kirriemuir, 2004; Bragg, 2003; Mintz & Nachmias, 1998), הם אינם תופסים את המשחק כפעילות למידה אמיתית, כפי שנמצא במחקרו של Bragg (2007) ולכן כשזמנם קצר, הם בוחרים לוותר עליו.

סברה זו מתחזקת כאשר בוחנים את מידת ההשלמה של כל פעילות עד להצלחה. בעוד שהרוב המוחלט של התלמידים (97% מהתלמידים) מתקנים שוב ושוב את תשובותיהם בפעילויות התרגול עד שהם משלימים אותן בהצלחה, וגם במבחן רוב התלמידים (83% מהתלמידים) מתקנים את תשובותיהם עד להגעה לציון 100 – במשחק מתגלה התנהגות שונה: רק קצת יותר ממחצית מהתלמידים (57%) משחקים במשחק עד להשלמתו בהצלחה, ואילו 43% מהם עוזבים את המשחק ללא הגעה להצלחה. כלומר, גם חלק ניכר מהתלמידים שכבר משחקים במשחק, לא משקיע מאמץ לנצח בו. מכאן שהמוטיבציה לשחק ולנצח נמוכה. שוב, ממצא זה מפתיע נוכח תיאורו של המשחק ככלי מאתגר ומעורר מוטיבציה ללמידה בספרות המחקרית. נסייג ונאמר, שיתכן שהמוטיבציה הנמוכה יחסית לשחק ולהצליח נובעת מאופיו המסוים של המשחק שנחקר. מחקר המשך יוכל לבדוק התנהגות של תלמידים במשחקים לימודיים נוספים, על מנת להגיע לתובנות מעמיקות יותר.

ההתנהגות השלישית שבדקנו הייתה הזמן הממוצע שתלמידים מקדישים למענה על שאלה בכל אחד מסוגי הפעילויות. הממצאים שלנו מצביעים על כך שבמבחן התלמידים משקיעים זמן גדול יותר למענה לשאלה מאשר בפעילויות הלמידה האחרות (במבחן כ-13 שניות בממוצע, בתרגול כ-10 שניות בממוצע, ובמשחק כ-8 שניות בממוצע). העובדה שהתלמידים מקדישים "עוד קצת זמן" כדי לענות על שאלה במבחן, עשויה לרמוז על מידת מוטיבציה גבוהה להצליח במבחן ולהשיג ציון גבוה. אם אכן כך, ניתן להתייחס בהקשר זה למוטיבציה פנימית לעומת מוטיבציה חיזונית (Deci & Ryan, 1985). ייתכן כי המשוב המספרי של המבחן והרצון של התלמידים לקבל ציון גבוה ואף להגיע לציון 100, הוא שגרם להם להשקיע יותר זמן חשיבה ומענה בכל שאלה.

אם אכן שלושת המשתנים שהגדרנו מצביעים על מוטיבציה של תלמידים ללמידה, הרי שהממצא המפתיע שלנו ביותר הינו שמוטיבציה נמוכה יותר התגלתה בפעילות המשחק לעומת הפעילויות הלימודיות האחרות. כמו כן, מן הצד השני של המטבע ניתן לומר כי מוטיבציה גבוהה מאוד התגלתה בפעילויות התרגול ובמבחן עצמי, בהם התלמידים מתוגמלים במשובים מידיים או בציון מספרי.

כריית הנתונים מקובץ היומן הממוחשב ועיבודם, סיפקו לנו הצצה נדירה לגבי האופן שבו תלמידים לומדים בפעילויות למידה שונות, ואפשרו לנו להסיק במידת מה על מידת המוטיבציה שלהם ללמידה. כמו מחקר זה, ישנם מחקרים חדשניים לא מעטים כיום, שעושים שימוש במשתנים שהגדרנו ובמשתנים נוספים שניתן לחשב מקובץ יומן, על מנת ללמוד אודות מאפיינים מוטיבציוניים של תהליכי למידה (למשל: Beck, 2004; Cocea & weibelzahl, 2007; HersHKovitz & Nachmias, 2008), אך אין ספק שעבודה רבה עוד יש וניתן לעשות בתחום זה. אחד מכיווני המחקר המעניינים בהמשך למחקר זה, יהיה לבחון כיצד תלמידים פועלים כאשר הם נתקלים בקושי בכל אחד מסוגי פעילויות הלמידה. למשל, האם הם פונים להדמיה לקבלת מידע, האם הם ממשיכים

הלאה ואחר-כך חוזרים שוב לפעילות/שאלה ה"בעייתית", האם הם מנחשים את התשובה או משקיעים מאמץ בחשיבה נוספת, וכדומה.

מקורות

- Beck J.E. (2004). Using response times to model student disengagement. *ITS2004 Workshop on Social and Emotional Intelligence in Learning Environments*, Maceio, Brazil.
- Bragg, L. (2007). Students' conflicting attitudes towards games as a vehicle for learning mathematics: a methodological dilemma, *Mathematics Education Research Journal*, 19(1), 29-44.
- Bragg, L. A. (2003). Children's perspectives on mathematics and game playing. In L. Bragg, C. Campbell, G. Herbert & J. Mousley (Eds.), *Mathematics education research: Innovation, networking, opportunity*, Proceedings of the 26th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, Geelong, Vol. 1, pp. 60-167. Sydney: MERGA.
- Cocca, M. & Weibelzahl, S. (2007). Cross-system validation of engagement prediction from log files. *Second European Conference on Technology Enhanced Learning (EC-TEL 2007)*, Crete, Greece.
- Deci, E. L. & Ryan, R.M. (1985). *Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior*. Plenum, New York, NY.
- Gaytan, J., & McEwen, B. C. (2007). Effective online instructional and assessment strategies. *American Journal of Distance Education*, 21(3), 117-132.
- Gredler, M. E. (2004). Games and simulations and their relationships to learning. In D. H. Jonassen Ed., *Handbook of research for educational communications and technology*, 2nd ed. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ, pp.571-582.
- Herskovitz, A. & Nachmias, R. (2008). Developing a Log-based Motivation Measuring Tool. *The First International Conference on Educational Data Mining (EDM'08)*, Montreal, Canada.
- Kirriemuir, J. & Mcfarlane, A. (2004). *Literature review in games and learning*. Futurelab report. Bristol. Futurelab.
- Mintz, R., & Nachmias, R. (1998). Teaching science and technology in the information age. *Computers in education*, 45-46, 25-31.
- Pahl, C. (2004). Data mining technology for the evaluation of learning content interaction, *International journal of E-Learning*, 3(4), 47-55.
- Romero, C. & Ventura, S. (2007). Education data mining: A survey from 1995 to 2005. *Expert System with Applications*, 33(1), 135-146.