

הערכת מאפייני למידה מתוקשבת ביישומונים מתמטיים המשולבים ברצף ההוראה בכיתה ומחוצה לה

ענת כהן

אוניברסיטת תל אביב
anatco@tauex.tau.ac.il

אסף מקמיל

אוניברסיטת תל אביב
assafmcmille@mail.tau.ac.il

Evaluation of E-learning Characteristics in Mathematical Apps. Integrated into the Teaching Sequence in and out of the Classroom

Assaf McMille

Tel Aviv University
assafmcmille@mail.tau.ac.il

Anat Cohen

Tel Aviv University
anatco@tauex.tau.ac.il

Abstract

The main purpose of this study, is to compare and identify e-learning characteristics of students from the age of kindergarten through the age of sixth grade (K-6), that occurs during class hours, versus to homework hours. In order to achieve this purpose, the students' usage activity in the math apps, have been collected and documented into log files so that they can be analyzed and refined using web mining methods. Additional objective of the study, is to create a tool/means/methodology for decision makers (principals, teachers) that allows intelligent integration of e-learning game apps. (In any discipline) during the planning of the teaching sequence and through its actual implementation. The learning characteristics analyzed included, among other things, the learning hours, frequency of use, pace/power, score, repeated attempts to correct errors, abandonment, preferred use platform (mobile or stationary), sector (Jewish/Arab), and other interesting characteristics from which one can learn a lot about the learning differentiation of the students in the study frameworks and/or at home, which allows for expansion and integration, in the teaching sequence. The findings of this study indicate significant differences between home and classroom learning or those in combine. Thus, in all parameters examined, for example, students tend to face difficulties (more response attempts) in performing more problems at home (31% more, in average) than in class or combined, this is also reflected in the percentage of successful answers (64% at home) compared to 57%, in class or in combination.

Keywords: Learning characteristics, Mathematical Apps., E-Learning, Home-Classroom, EDM (Educational Data Mining), Web mining.

תקציר

מטרת העל של מחקר זה, לאתר ולהשוות בין מאפיינים של למידה מתוקשבת של תלמידים מגילאי הגן ועד גילאי כיתות ו' (K-6) המתבצעת בשעות הלימוד בכיתה, לבין מאפיינים של למידה בשעות הלימוד בבית. לצורך מימוש המטרה, מאפייני השימוש של התלמידים ביישומים המתמטיים, נאספו ותועדו לכדי קבצי יומן, כך שניתן לנתח ולזקק אותם באמצעות מתודולוגיות של כריית נתונים ברשת (Web Mining). מטרה נוספת, יצירת כלי/אמצעי/מתודולוגיה עבור מקבלי החלטות (מנהלים, מורים) לשילוב מושכל של יישומונים משחקיים (בכל דיסציפלינה שהיא) בלמידה מתוקשבת במהלך תכנון רצף ההוראה ודרך יישומה בפועל. מאפייני הלמידה שנותחו, כללו בין היתר את שעות הלמידה, תכיפות השימוש, קצב/הספק, ניקוד/ציונים,

ניסיונות חוזרים לתיקון שגיאות, נטישה, פלטפורמת השימוש המועדפת (מובילית או ניידת), מגזר (יהודי/ערבי), ועוד מאפיינים מעניינים כאלו ואחרים. מהם ניתן ללמוד רבות אודות הבדלי הלמידה של התלמידים במסגרות הלימודיות ו/או בביתם, המאפשרת הרחבה ושילוב רצף ההוראה והלמידה המתוקשבת הן בבית והן בכיתה. הממצאים שעלו במחקר זה, מצביעים על הבדלים מובהקים בין הלמידה בבית, לבין זו שמתקיימת בכיתה ובין התלמידים המשלבים בין השניים וזאת, בכל הפרמטרים שנבדקו, לשם דוגמא, תלמידים נוטים להתמודד עם קשיים (יותר ניסיונות מענה) בביצוע יותר בעיות בביתם (31% יותר במוצא) מאשר בכיתה או במשולב, הדבר מתבטא גם באחוז התשובות המוצלחות (64% בבית) לעומת 57%, בכיתה או במשולב.

מילות מפתח: מאפייני למידה, יישומונים מתמטיים, למידה מתוקשבת, בית-כיתה, כריית נתוני עֵתָק.

מבוא

כיצד נשלב נכונה יישומני מחשב מתמטיים במהלך השיעורים והלמידה? באילו שעות והיכן התלמידים מעדיפים ללמוד (בבית? בכיתה? או שזה בכלל לא משנה), מהם האמצעים המתוקשבים בהם נעשה שימוש בלימוד? האם תלמידים מצליחים יותר בביתם? או אולי במסגרת השיעור בבית הספר? – אלו הן מעט מן השאלות העולות מן המחקר, ונחקרו תוך שימוש ביכולות של כריית נתוני-עֵתָק, עיבודם וניתוחם.

עם מגמת התפתחות היכולות הטכנולוגיות בעולם, ורתימת טכנולוגיות אלו בין היתר לטובת מערכות החינוך, עולה צורך בתכנון הוראה המשולבת בטכנולוגיה וזאת במטרה לסייע בפיתוח תיאוריות חדשניות אודות תהליכי למידה מתוקשבת ולאפשר למקבלי החלטות במערכת החינוך יישום טוב יותר בשילוב השניים זה בזה (Mishra & Koehler, 2006). שילוב זה, אינו כולל רק הפעלת מחשבים במהלך שיעורים, אלא, כולל טכניקות מעשיות של לימוד והוראה - אשר שואפות באופן שיטתי ללמידה אפקטיבית, כאשר המטרה הבסיסית היא לקדם ולהיעזר ביישומם של הליכים ידועים בתכנון ובהוראת ההוראה (Gagné, 2013). טכניקות אלו מאפשרות בין היתר לתלמידים שליטה על תהליכי הלמידה שלהם, יכולת למידה עצמאית, ו/או שיתופית-מרושתת, מקוונת ומרובת משתתפים, כאשר חשיבות גבולות ממד הזמן והמקום בו מתרחש תהליך הלמידה הולכים ומטשטשים ואינם תחומים אך ורק לשעות הלמידה בשיעורים בבית-הספר בלבד (Arbelaz & Gorospe, 2009).

זאת ועוד, ידוע כי תהליכי למידה מבוססי משחק, מאזנים בין הצורך לכסות את נושא הלימוד בכיתה, ובין הרצון לתעדף לתלמיד אפשרות לפעול ולשחק, באופן משולב (Plass, Perlin, & Nordlinger, 2010). השילוב והאיזון בין תהליך הלמידה לבין המשחק, הוא זה שקובע את איכותו (כתומך ומניע את התלמיד בתהליך הלמידה תוך שימוש במרכיבים של משחק). ומוגדר כמערכת של תמריצים, המעודדת שחקנים (תלמידים) לדבוק ולעסוק במשימה (לימודית) הניתנת להם, שבדרך אחרת, לא היו מוצאים בה עניין (Salen & Zimmerman, 2004).

לבחינת השפעת המשחק על הלמידה, ילנד (Yelland, 2003), ביצע מחקר הבוחן הבנה מתמטית, תהליכים חברתיים ומאפיינים של תוכנות מחשב "המושכות" ביותר ילדים בגילאי בית ספר יסודי. המחקר נערך בהקשר של למידה באמצעות משחקי מחשב בבית-הספר, ומחוצה לו. ילנד טוען במחקר כי הילדים נהנו ממשחקים להם תוכן נרטיבי (סיפורי), ובפעילויות שחרגו מעבר לאלה שכללו משימות מתמטיות מסורתיות. כמו-כן, הילדים העדיפו לשחק משחקים בהם היו משימות לפתרון בעיות, כגון פאזלים או פעילות במרחב. הם פעלו לעתים קרובות על פני גיל ומין, וציינו כי הם מכירים את התוכן המתמטי של רוב המשחקים שהוצגו להם. המחקר מדגיש הבדלים גדולים בשימוש במחשב בסביבת בית הספר לעומת השימוש בו בבית, בהקשר הלא פורמלי, בכך שהמחשבים אינם תורמים רק ללמידה, אלא גם מאפשרים הזדמנויות לילדים לתקשר ביניהם בדרכים חדשות ודינמיות (Yelland, 2003).

(בלאו & דרוך, 2013), ערכו מחקר המתבסס על תוצאות מסקר מייצג בקרב בני נוער, בנוגע לשימוש בטכנולוגיות דיגיטליות למטרות למידה פורמלית וא-פורמלית. מתוצאות הסקר עולה, כי תלמידים העושים שימוש בטכנולוגיות חזותיות (סרטוני וידאו, מצגות), תופסים אותן כיעילות ומעוררות עניין בלמידה בכיתה. יחד עם זאת, בלמידה בבית, תלמידים מגלים פחות עניין בלמידה מסרטוני וידאו מקוונים, במסגרת מודל "כיתה הפוכה". טכנולוגיות המבוססות על מיומנויות של חשיבה מסתעפת (אתרי כיתה) נתפסות על-ידי התלמידים כיעילות, אך פחות מעוררות עניין.

ולבסוף, שילוב טכנולוגיות ברצף הלמידה, מאפשר איסוף מידע רב אודות תהליך הלמידה והלומדים. הנתונים הנאגרים, הם בעלי ערך מחקרי רב, וניתן בעזרתם להתמודד עם התפתחות מתודולוגיות שונות הדנות באיסוף נתונים במרחב ובהקשר הלימודי. כריית נתונים בחינוך (EDM), עושה שימוש בכוח מחשוב וביכולות

ניתוח נתונים וסטטיסטיקות המסייעות לחוקרים לענות על שאלות שונות העולות מתחום החינוך (Romero & Ventura, 2010), בחשינאטה וחובריו (Bakhshinateg, Zaiane, ElAtia, & Ipperciel, 2016).

המחקר

מחקר זה מתמקד בחקר יישומונים מתמטיים המוצעים במסגרת סביבה מתוקשבת ומקוונת, לילדי הגן ולתלמידי בתי הספר היסודיים. הסביבה מכילה מאגר נרחב של יישומונים משחקיים המורכבים ממשיות לימודיות. במחקר זה נעשתה הבחנה בין פעילויות המתקיימות במסגרת בית הספר (שעות הבורק) לבין פעילויות המתרחשות בשעות אחר הצהריים.

שאלות המחקר

על מנת להשיג את מטרת המחקר, נשאלות השאלות הבאות:

1. אלו מאפייני למידה ניתן לאתר ביישומונים שבוצעו על ידי התלמידים?
2. מהם מאפייני הלמידה ביישומונים שבוצעו בשעות בית-הספר לעומת מאפייני הלמידה ביישומונים שבוצעו בבית?
- א. האם קיים הבדל בשימוש ביישומונים שבוצעו בשעות בית-הספר לעומת יישומונים שבוצעו בבית?
- ב. מהי מידת ההצלחה ביישומונים שבוצעו בשעות בית-הספר לעומת ביישומונים שבוצעו בבית?
- ג. מהי מידת השגויים ביישומונים שבוצעו בשעות בית-הספר לעומת יישומונים שבוצעו בבית?
- ד. היכן נראה כי התלמידים מנסים יותר להתמודד עם קשיים? בשעות בית-הספר או בביתם?
- ה. באלו אמצעים התלמידים עושים שימוש לצורך ביצוע היישומונים? (דפדפן ווב/מכשיר טאבלט/טלפון חכם [סמארטפון]) מהו האמצעי הפופולרי יותר ומהן שעות השימוש בו?

מטרות המחקר

למחקר, שתי מטרות מרכזיות כדלקמן:

1. לאתר ולהשוות בין מאפיינים של למידה מתוקשבת (יישומונים מתמטיים) המתבצעת בבית לעומת למידה מתוקשבת המתבצעת בכיתה. לצורך מימוש המטרה, מאפייני השימוש של התלמידים, נאספו ותועדו לכדי קבצי יומן, כך שניתן לנתח ולזקק אותם באמצעות מתודולוגיות של כריית נתונים (Web Mining).
2. יצירת כלי/אמצעי/מתודולוגיה עבור מקבלי החלטות המאפשר שילוב מושכל של יישומונים משחקיים בלמידה מתוקשבת, במהלך תכנון רצף ההוראה ועד ליישומה בפועל בכיתה.

מתודולוגית המחקר

מהלך המחקר

לאחר איסוף הנתונים וקבלתם בקבצי טקסט (מופרדים בפסיקים) גדולים מאוד, נדרש לבדוק כי קיימת זהות בין מבנה הקובץ וסרגל הנתונים, לבין רשימת השדות שקיבלנו, ובהתאם, למצוא ולהקים תשתית אחסון ואחזור שתאפשר טיפול הולם בסדרי גודל כאלו של נתונים, ומצד שני – מערכת לשליפת נתונים שתדע לתקשר עם תשתית הנתונים, לאחזר אותה ולבצע עליה מניפולציות סטטיסטיות. נבחנו מספר כלים תשתיתיים שונים (וחינמיים) המאפשרים אחסון ואחזור של נתונים בסדרי גודל כזה. נבחרה להקמה, תשתית שרת בסיס נתונים SQL Server – מוצר של מיקרוסופט, ולצד האחזור והניתוח – נבחרה מערכת SPSS היודעת לתקשר עם מסד SQL Server ולקבל ממנו נתונים לצורך ביצוע עיבודים סטטיסטיים שונים. שלל הקבצים נטענו למסד הנתונים ונבדקה קישוריות תקינה בין המערכות. בשלב ראשון, בוצעה בחינה של משתני המחקר, חישוב מדדים מרכזיים (שכיחויות, ממוצעים, התפלגויות, עשירונים), סילוק ערכים שלדעתנו אינם עומדים בטווחים הרצויים למחקר, חשבונות משתמש שלא עשו בהם שימוש, או כאלו שעשו בהם שימוש יתר (מרובה, מספר תלמידים בחשבון בודד) ועוד. בשלב שני, המחקר התבצע על מדגם אקראי בסדר גודל של כ-5% ממספר הרשומות (כ-11 מיליון רשומות), על מנת להקל בביצוע החישובים הסטטיסטיים הראשוניים ולצורך מיטוב ביצועים. לאחר סיום שלב זה, החישובים התבצעו על כלל האוכלוסייה (כ-240 מיליון רשומות) לקבלת הממצאים האמתיים למחקר.

מקור הנתונים ומאגר המידע

מקור הנתונים המשמש מחקר זה, הינו תוצר של קובץ-יומן המופק ממערכת מסחרית המופצת לשימוש כלל בתי הספר היסודיים ולגני החובה במערכת החינוך בישראל (בגילאי K-6) באמצעות המרשתת. בתי הספר רוכשים מינויים בתשלום בהתאם למספר התלמידים הנדרש, ומקבלים בתמורה גישה לתרגול נושאים מגוונים בדיסציפלינת המתמטיקה (אפיזודות) ברמות קושי משתנות (בעיות). קובץ היומן, משקף את פעילות התלמידים במערכת בשנת הלימודים שהתקיימה ב-2017-2018 (התשע"ח). קובץ המקור שהתקבל, מחולק לשני סוגים: **אפיזודות** – נושאים ראשיים בדיסציפלינת המתמטיקה בהם המערכת תומכת (סה"כ כ-1,359 נושאים שונים). במהלך השנה, תועד כי התלמידים ביצעו סה"כ כ-19,946,165 מופעי משחק באפיזודות אלו.

טבלה 1. מבנה נתונים של קובץ האפיזודות

שם הנתון	סוג הנתון	שם הנתון	סוג הנתון
מזהה רשומה	נומרי (חד-ערכי)	<u>מזהה חשבון משתמש</u>	אלפא-נומרי
<u>מזהה מופע משחק</u>	אלפא-נומרי	<u>מזהה מאבחן משחק</u>	אלפא-נומרי
שכבת גיל התלמיד	נומרי (0 גן – 6 כיתה ו')	שם האפיזודה	אלפא-נומרי
תאריך/שעה תחילת פעילות	תאריכי	תאריך/שעה סיום פעילות	תאריכי
מספר השניות שחלף מתחילת האפיזודה	נומרי	ניקוד האפיזודה	נומרי
מספר השניות שחלף עד לסיום	נומרי	האם סיים את האפיזודה ?	דיכוטומי (כן/לא)
אחוז התשובות הנכונות מתוך כלל השאלות באפיזודה	נומרי	מזהה ביה"ס	אלפא-נומרי
*חשבון המשתמש בשימוש (בוצעו בעיות?)	דיכוטומי (כן/לא)	*קוד מזהה סגנון למידה	נומרי
*קוד מזהה אָשְׁכוֹל סגנון למידה	נומרי	*שימוש מרובה באותו חשבון משתמש?	דיכוטומי (כן/לא)
*אפיזודה בוצעה בזמן השיעור בכיתה?	דיכוטומי (כן/לא)	*סביבת הלמידה של התלמיד בחשבון המשתמש	נומרי (בית, כיתה, בית + כיתה)

1. משתנים המסומנים בקו תחתון – מהווים את המפתח המקשר בין טבלת האפיזודות אל טבלת הבעיות.
2. מסומנים ב-*, נתונים שנוספו לקובץ האפיזודות לצורך ביצוע עיבודים נוספים; אינם מהווים חלק מקובץ המקור.

בכל מופע משחק שכזה, בוצעו מספר משתנה של **בעיות** (המרכיבות כל אפיזודה) – בהתאם לרמתו של כל תלמיד. סה"כ תועדו בקובץ הבעיות כ-247,273,463 אירועים באפיזודות השונות שהתלמידים ביצעו בכל מופע משחק שכזה, לאורך השנה.

טבלה 2. מבנה נתונים של קובץ הבעיות

שם הנתון	סוג הנתון	שם הנתון	סוג הנתון
מזהה רשומה	נומרי (חד-ערכי)	תאריך/שעה מחשב מערכת	תאריכי
תאריך/שעה מחשב התלמיד	תאריכי	*מזהה אירוע	אלפא-נומרי
שם האפיזודה	אלפא-נומרי	סוג המשתמש	אלפא-נומרי
מזהה מופע משחק	אלפא-נומרי	<u>מזהה חשבון משתמש</u>	אלפא-נומרי
מזהה חשבון מורה	אלפא-נומרי	מזהה כיתה	אלפא-נומרי
שכבת גיל התלמיד	נומרי (0 – 6 כיתה ו')	תשובה נכונה?	דיכוטומי (כן/לא)
מזהה אמצעי טכנולוגי בו נעשה שימוש	נומרי (1 דפדפן, 2 טאבלט, 3 טלפון חכם)	אינדקס הבעיה באפיזודה	נומרי
מספר השניות שחלף מתחילת האפיזודה	נומרי	מספר השניות שחלף מתחילת הבעיה	נומרי
מספר הכוכבים שצבר באפיזודה	נומרי	<u>מזהה הבעיה</u>	אלפא-נומרי
<u>מזהה מאבחן משחק</u>	אלפא-נומרי	מספר ניסיונות למענה	נומרי
שפת השימוש באפיזודה	אלפא-נומרי (he עברית, ar ערבית)	סוג האפיזודה	אלפא-נומרי

1. משתנים המסומנים בקו תחתון – מהווים את המפתח המקשר בין קובץ האפיזודות אל קובץ הבעיות.
2. מסומנים ב-*, נתונים שנוספו לקובץ האפיזודות לצורך עיבודים נוספים; אינם מהווים חלק מקובץ המקור.

ניתן לתעד שישה סוגי **אירועים שונים** המתרחשים בכל אפיזודה, כדלקמן: התחלת אפיזודה, הצגת בעיה, עדכון בהתקדמות באפיזודה, הגשת פתרון, נטישת אפיזודה, סיום אפיזודה.

שדה המחקר

אוכלוסיית המחקר מונה 232,560 חשבונות תלמידים (מתוכם ניצלו התלמידים 232,245 חשבונות) החל מגיל הגן ועד כיתה ו' (כולל) מבתי ספר יסודיים שונים בישראל, שהתנסו בשימוש ביישומנים משחקיים מתחום המתמטיקה, מתוך רצון לנסות לשלב אותן ברצף ההוראה. מגוון הפעולות שנעשו על-ידי התלמידים במהלך ביצוע היישומנים, הן בשעות בית-הספר (8:00-14:00) והן מחוץ לשעות ולכתליי בית-הספר (בשאר שעות היממה האחרות), תועדו בקבצי יומן, עליהם מחקר זה התבסס. פילוח נתוני התלמידים נעשה לפי שעות הלימוד ובמחקר המורחב, גם לפי כיתות, בתי ספר, ומגזר.

משתני המחקר

אבחון וזיהוי מאפייני הלמידה, יעשה על-ידי שימוש במשתנים המפורטים כדלקמן:

טבלה 3. משתני המחקר

המשתנה	סוג ערכי המשתנה
סביבת הלמידה של התלמיד בחשבון המשתמש	משתנה בדיד/סולם שמי (כיתה/בית/כיתה+בית) (0 או 1 או 2)
ניקוד האפיוודה	משתנה בדיד/סולם מנה (0-6)
מספר השניות שחלף מתחילת האפיוודה	משתנה בדיד/סולם מנה
האם סיים את האפיוודה?	משתנה בדיד דיכוטומי/סולם שמי (0 או 1)
אחוז התשובות הנכונות מתוך כלל השאלות באפיוודה	משתנה רציף/סולם מנה (0%-100%)
תדירות השימוש באפיוודה	משתנה בדיד/סולם מנה
מועד התחלה/סיום אפיוודה	משתנה רציף שעת/סולם רווח
מזהה אמצעי טכנולוגי בו נעשה שימוש	משתנה בדיד/סולם שמי (Web Browser-1, Mobile-3, Tablet-2)
שפת השימוש באפיוודה	משתנה בדיד/סולם שמי (he - עברית/ar - ערבית)
שכבת גיל התלמיד	משתנה רציף/סולם מנה

כלי המחקר

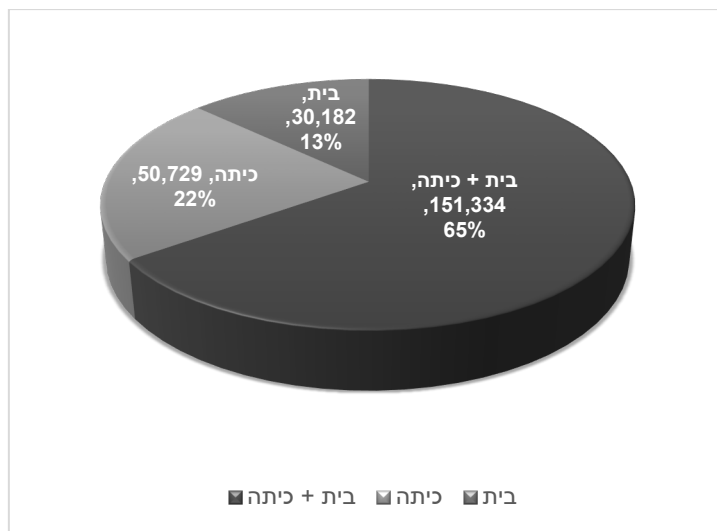
לצורך ביצוע המחקר אודות ביצועי התלמידים ביישומונים, בוצע שימוש בקבצי יומן שנאגרו באופן אוטומטי ומקוון בשרתי החברה המסחרית המפעילה את מערכת היישומונים עבור בתי הספר. קבצי היומן מתעדים מגוון פעולות שבוצעו על-ידי התלמידים בעת השימוש במערכת (בכל מקום וזמן). למעשה, המחקר מבוסס על יכולות טכנולוגיות המובנות במערכות, קרי, איסוף נתונים בהיקפים נרחבים באופן מקוון ומדויק, דבר היוצר עבור המחקר מרחב מדגם גדול, ומקור נתונים מדויק ומהימן יחסית, הפוטר את החוקר מהצורך באיסוף הנתונים באופן עצמאי, ומאפשר לו להתמקד ישירות בעבודת כריית הנתונים, אפיונם, שאילת שאלות והשערות המחקר, ביצוע ניתוח הנתונים והצגת המסקנות. אי לכך, כחוקרים, נדרש להבין לעומק את מבנה הנתונים המתקבל, ולנסות לזהות אנומליות בנתונים, הנובעות משימוש לא נכון/חריג של התלמיד במערכת, איסוף שגוי של הנתונים על-ידי המערכת, הנובע מתכנון שגוי בפיתוחה (תקלים [באגים] באפיון ונרמול מבנה הנתונים). נתונים אלו, יש לנקות ולהוציא מן המחקר, על מנת לקבל ממצאים מזוקקים הנסמכים על נתונים מדויקים ככל הניתן.

ממצאים

נתוני המחקר המובאים להלן, מפורטים ומוצגים כשהרעיון המרכזי העומד במרכזם, הוא ביצוע השוואות של מאפייני למידה וביצועי התלמידים במהלך לימודיהם המתוקשבים בבית, בכיתה או במשולב (בכל שעות היממה). הממצאים מפורטים ברצף, החל ממצאים כוללים וגולמיים, ובהדרגה, לכדי ממצאים ממוקדים יותר, בהובלתן של שאלות המחקר שהובאו בפרק הקודם.

סביבת הלמידה של התלמידים

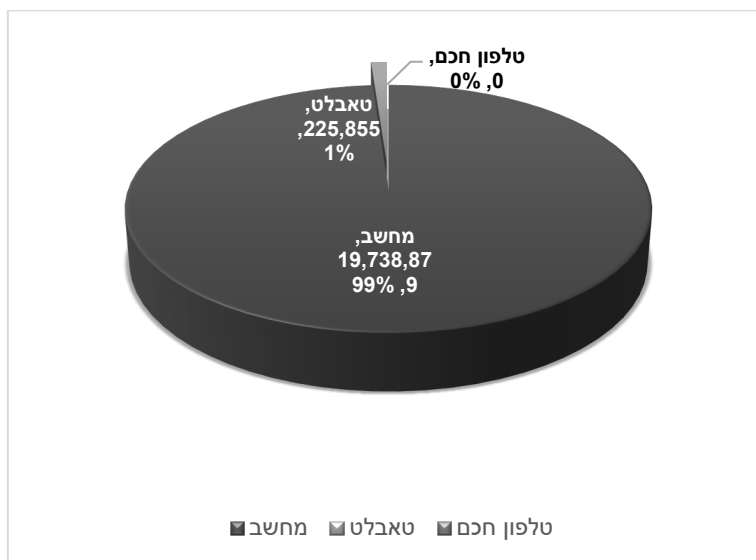
תחילה, בוצע חישוב אומדן חשבונות התלמידים אשר ביצעו כניסה למערכת, לצורך ביצוע משימות, לפי סביבת (שעות) העבודה. נמצא כי 30,182 תלמידים שונים (13%), ביצעו משימות בביתם בלבד, 50,729 תלמידים שונים ביצעו את המשימות בכיתה בלבד (22%), ואילו יתר התלמידים, 151,334, ביצעו את משימותיהם בכיתה או בבית (65%). בנוסף, נמצאו 277 חשבונות משתמש שונים שלא נעשה בהם כל שימוש.



איור 1. אומדן חשבונות התלמידים בשימוש באפליקציה לפי סביבת העבודה, בית/כיתה/למידה מעורבת

שימוש באמצעים טכנולוגיים

אומדן חשבונות התלמידים שביצעו משימות באמצעות כלים טכנולוגיים שונים (מחשב/טאבלט/טלפון חכם). באמצעות מחשב כ-19.7 מיליון פעולות (99%), באמצעות טאבלט כ-226 אלף פעולות (1%). לא נמצאו תצפיות עבור שימוש בטלפון חכם.



איור 2. אומדן הפעולות שהתלמידים ביצעו לפי אמצעים טכנולוגיים

התנהגות ומאפייני למידה של תלמידים בסביבת העבודה: בית, כיתה, במשולב

בשלב השלישי, נבחנו מאפייני למידה והתנהגויות שונות של תלמידים, בתהליך הלימוד בבית, בכיתה, או בלמידה משולבת, בבית ובכיתה.

בחינת ההבדל בהיקף השימושיות ביישומונים בסביבות העבודה השונות, מצביעה על כך שכמות הבעיות הממוצעת שהתלמידים ביצעו בכל סביבת עבודה, כמעט זהה – בבית ($\bar{x}=3.96, \sigma=2.2$), בכיתה ($\bar{x}=3.74, \sigma=2.36$), במשולב ($\bar{x}=3.80, \sigma=2.32$), אך למעשה, נמצא הבדל מובהק סטטיסטית בין סביבות הלמידה על בעיה ומספר הבעיות שהתלמיד ביצע. $F(2, 18, 582, 919, p < 0.05)$ השונות. המשתנה PROBLEM_RATE מחושב כסכום של מספר הניסיונות למענה

טבלה 4. היקף השימושיות ביישומונים

Descriptives

PROBLEM_RATE									
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence interval for Mean		Minimum	Maximum	
					Lower Bound	Upper Bound			
בית	419,666	3.95	2.206	0.003	3.94	3.95	0	24	
כיתה	746,445	3.72	2.367	0.003	3.72	3.73	0	49	
בית+כיתה	13,801,339	3.78	2.329	0.001	3.78	3.78	0	207	
Total	14,967,450	3.78	2.328	0.001	3.78	3.78	0	207	

ANOVA

PROBLEM_RATE					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	14,318.98	2.00	7,159.49	1,321.42	0.000
Within Groups	81,094,164.71	14,967,447.00	5.42		
Total	81,108,483.69	14,967,449.00			

בחינת ההבדל באחוז התשובות המוצלחות של התלמידים בתהליך ביצוע היישומונים בסביבות העבודה השונות, מצביעה על כך שהתלמידים ענו נכונה על בעיות בביתם ($\bar{x}=64\%, \sigma=36.5$), יותר מאשר בכיתה ($\bar{x}=57\%, \sigma=37.6$), ובמשולב ($\bar{x}=57\%, \sigma=37.6$). כמו גם נמצא הבדל מובהק סטטיסטית בין סביבות הלמידה. $F(2, 16, 883, 167, p < 0.05)$ השונות.

טבלה 5. אחוז התשובות המוצלחות

Descriptives

correct answers_percentage								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
בית	378,980	63.4606	36.6425	0.0595	63.3439	63.5772	.00	100
כיתה	660,324	56.4165	37.6489	0.0463	56.3257	56.5073	.00	100
בית+כיתה	12,520,849	63.9351	36.7059	0.0104	63.9148	63.9555	.00	100
Total	13,560,153	63.5557	36.7861	0.0100	63.5362	63.5753	.00	100

ANOVA

correct answers_percentage					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	35,461,243.317	2	17,730,621.658	13,127.913	.000
Within Groups	18,314,402,424.725	13,560,150	1,350.605		
Total	18,349,863,668.042	13,560,152	17,730,621.658		

בחינת ההבדל באחוז התשובות השגויות של התלמידים בתהליך ביצוע היישומונים בסביבות העבודה השונות, מצביעה על כך שתלמידים נטו לשגות פחות בביתם ($\bar{x}=36\%$, $\sigma=36.5$), ויותר בכיתה ($\bar{x}=43\%$, $\sigma=37.6$), ופחות שוב, במשולב ($\bar{x}=35\%$, $\sigma=36.6$). כמו גם נמצא כי קיים הבדל מובהק סטטיסטית בין סביבות הלמידה ($F(2, 16,883,167, p < 0.05)$).

טבלה 6. אחוז התשובות השגויות

Descriptives

INCORRECT ANSWERS PERCENTAGE								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
בית	378,980	36.5394	36.64246	0.05952	36.4228	36.6561	.00	100.00
כיתה	660,324	43.5835	37.64887	0.04633	43.4927	43.6743	.00	100.00
בית+כיתה	2,520,849	36.0649	36.70586	0.01037	36.0445	36.0852	.00	100.00
Total	13,560,153	36.4443	36.78613	0.00999	36.4247	36.4638	.00	100.00

ANOVA

INCORRECT ANSWERS PERCENTAGE					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	35,461,243.317	2	17,730,621.658	13,127.913	.000
Within Groups	18,314,402,424.725	13,560,150	1,350.605		
Total	18,349,863,668.042	13,560,152	17,730,621.658		

בחינת ההבדל בהתמודדות התלמידים עם קשיים במהלך הלמידה, כמדד המודד מכפלה של מספר הניסיונות לענות נכונה על הבעיה במספר הכוכבים להם התלמיד היה זכאי עם הגשת סיום האפיוודה (הציון) בא לידי ביטוי בטבלת הנתונים כמשתנה SUBMIT_RATE. השוואה של מדד זה בסביבות העבודה השונות של התלמידים הצביעה על כך שתלמידים נטו להתאמץ יותר ולבצע את היישומונים בהצלחה בביתם ($\bar{x}=4.43$, $\sigma=29$), יותר מאשר בכיתה ($\bar{x}=3.37$, $\sigma=31.2$) או במשולב ($\bar{x}=3.86$, $\sigma=60$). כמו גם, נמצא כי קיים הבדל מובהק סטטיסטית בין סביבות הלמידה ($F(2, 18,582,919, p < 0.05)$).

טבלה 7. התמודדות התלמידים עם קשיים

Descriptives

SUBMIT RATE								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
בית	419,666	4.48	30.455	0.047	4.39	4.57	0	4,812
כיתה	746,445	3.34	32.991	0.038	3.27	3.42	0	13,205
בית+כיתה	13,801,339	3.91	60.107	0.016	3.87	3.94	0	50,005
Total	14,967,450	3.89	58.410	0.015	3.86	3.92	0	50,005

ANOVA

SUBMIT RATE					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	372,369.155	2	186,184.578	54.573	.000
Within Groups	51,063,741,234.975	14,967,447	3,411.653		
Total	51,064,113,604.130	14,967,449	186,184.578		

דיון ומסקנות

במחקר זה, נבחנו מספר מאפייני למידה מתוקשבת שבוצעה על-ידי התלמידים בשעות בית הספר ומחוצה לו, בניסיון לבצע השוואה ביניהם. הממצא העיקרי מראה כי 13% מהתלמידים מבצעים את יחידות הלימודים ביישומונים בשעות הבית בלבד, לעומת 22% מהתלמידים שעושים זאת בבית-הספר בלבד, ו-65% משלבים את הביצוע בזמן בית הספר ובביתם כאחד.

מחקר זה, הדגים שימוש במתודולוגיה של כריית נתוני עֵתֶק ברשת (Web Mining) מתוך כוונה להתחקות אחר ההבדל בתבנית השימוש של תלמידים ביישומונים משחקיים מתחום המתמטיקה, בקבוצות גיל שונות בשעות בית-הספר ומחוצה לו. שימוש בקבצי יומן לטובת המחקר, מחד גיסא, חוסך את תהליך איסוף הנתונים טרום שלב ביצוע המחקר, מרכז אותם באופן מדויק בסביבה אחת, באופן ממוחשב ואוטומטי, מאידך גיסא, בשל קלות צבירת הנתונים, כוח העיבוד והתשתית הנדרשים למחקר – צריכים להיות חזקים ומספקים דיים כדי לבצע את המחקר. שימוש במתודולוגיה בשיטה זו מוגבל בשל ניתוק הקשר בין החוקר לנחקרים (תלמידים). ניתן להתגבר על מגבלה זו, באמצעות שימוש בשאלונים וראיונות עם תלמידים באמצעותם ניתן יהיה לעמוד טוב יותר על טיב ההבדלים בהתנהגויות הלמידה של התלמידים (בן-צדוק & לייבה, 2010).

הגבלות נוספות המוחלות על המחקר, תלויות ברמת איסוף הנתונים, טיבם, והדיוק שהמערכת אוספת אותם. עם העבודה על מחקר זה, זיהינו מספר אנומליות שהיו עלולות לגרום לעיוות תוצאות המחקר. בין היתר, מחד גיסא, שימוש מרובה בחשבונות משתמש (על ידי מסי' תלמידים), מאידך גיסא, חשבונות קיימים שלא נעשה בהם שימוש כלל. ניתן להניח ששימוש מרובה בחשבונות משתמשים, נבע מחוסר בחשבונות משתמש שהוקצו או נרכשו עבור בתי ספר מסוימים, דבר שגרם לשימוש בחשבון משתמש בודד כחשבון כיתתי ולחזרה על הנתונים מבלי יכולת או אפשרות לנתח אותם. בנוסף, לא נאספו נתונים אודות שימוש במכשירי טלפון חכם בביצוע היישומים. אנו סוברים כי מדובר בבעיה טכנולוגית בהתאמת הממשקים למכשירי טלפון חכם, לחלופין, חוסר יכולת טכנולוגית לבצע הפרדה בזיהוי המשחקים שבוצעו בטאבלטים לעומת כאלו שבוצעו במכשירי טלפון חכם (סמארטפונים). אנו משערים כי מדובר ביכולת שאופיינה אך טרם פותחה במערכת. מן הממצאים המובאים במאמר זה, אנו למדים כי אפקטיביות הלמידה של התלמידים באמצעות היישומונים באה לידי ביטוי באופן מובהק בהצלחת התלמידים לפתור הרבה יותר בעיות, לשגות פחות, ולהתקדם באפיונות הרבה יותר בבית מאשר בכיתה. במחקר המורחב מעבר לרוחב היריעה של מאמר זה, נבחנו גם מדדי זמן, אֶשְׁכוֹל של סגנונות למידה, הספק התלמידים בפתרון הבעיות, ובחלוקה לשכבות גיל ולמגזרים.

תודות

מחקר זה, הינו חלק ממחקר רחב יותר הנתמך על-ידי משרד החינוך, לשכת המדען הראשי.

מקורות

- Arbelaz, A. M., & Gorospe, J. C. (2009). Can the grammar of schooling be changed? *Computers & Education*, 53(1), 51-56.
- Bakhshinategh, B., Zaiane, O. R., ElAtia, S., & Ipperciel, D. (2016). Educational Data Mining Applications And Tasks: A Survey Of The Last 10 Years. *Education and Information Technologies*, 23(1), 37-553.
- Gagné, R. M. (2013). *Instructional technology: foundations*. (R. M. Gagné, Ed.) New York, London: Routledge - Taylor & Francis Group.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College*, 108(6), 1017-1054.
- Plass, J. L., Perlin, K., & Nordlinger, J. (2010). *The games for learning institute: Research on design patterns for effective educational games*. San Francisco, CA.
- Romero, C., & Ventura, S. (2010). Educational Data Mining: A Review Of The State Of The Art. *IEEE Transactions on systems, Man, and Cybernetics, PART C: Applications and Reviews*, 40(6), 601-618.
- Salen, K., & Zimmerman, E. (2004). *Rules of play: Game design fundamentals*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth In Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.

Yelland, N. (2003). Learning in school and out: Formal and informal experiences with computer games in mathematical contexts. In G. Marshall, & Y. Katz, *Learning In School, Home And Community: ICT for Early And Elementary Education* (Vol. 113). Boston, Massachusetts, USA: Springer. doi:https://doi.org/10.1007/978-0-387-35668-6_1

בלאו, א', & דרור, יי. (2013). השוואה בין למידה פורמלית וא-פורמלית באמצעות טכנולוגיות דיגיטליות : סקר מייצג בקרב בני נוער בישראל. ב-יי עשת-אלקלעי, א' כספי, ס' עדן, יי קלמן, & יי יאיר (עורך), *ספר כנס צי"ס למחקרי טכנולוגיות למידה 2013* (עמ' 34-42ע). רעננה : האוניברסיטה הפתוחה.

בן-צדוק, ג', & לייבה, מ'. (2010). למידה בכל מקום ובכל עת? הערכת מאפיינים של למידה מתוקשבת בכיתה לעומת בבית, באמצעות כריית נתונים. *כנס צי"ס למחקרי טכנולוגיות למידה 2010 : האדם הלומד בעידן הטכנולוגי* (עמ' 38-46ע). רעננה : האוניברסיטה הפתוחה.