

דו"ח שנתי

סיכום שנה ראשונה, מרץ 2018 – פברואר 2019

1.	שם המחקר : שימב"ה – שילוב יישומונים מתמטיים ברצף ההוראה Integrating Mathematical Applets in the Teaching Sequence
2.	פרטי החוקרים הראשיים :
א.	שם מלא : מיכל טבח (ראש צוות)
	כתובת : בלוח 7 גבעתיים מקוד 53229
	מס' טלפון נייד : 0525-610-686
	דוא"ל : tabachm@post.tau.ac.il
ב.	שם מלא : ארנון הרשקוביץ
	כתובת : בן צבי 6/65, הוד השרון 4537303
	מס' טלפון נייד : 054-5653751
	דוא"ל : arnonhe@tauex.tau.ac.il
ג.	שם מלא : ענת כהן
	כתובת : קדרון 38 אלפי מנשה
	מס' טלפון נייד : 0544-232-454
	דוא"ל : anatco@post.tau.ac.il
ד.	שם מלא : קובי גל
	כתובת : מאיר בעל הנס 18, רמת גן 52364
	מס' טלפון נייד : 052-7578337
	דוא"ל : kobig@bgu.ac.il
3.	המוסד האקדמי שבמסגרתו מוגשת ההצעה : אוניברסיטת תל אביב
4.	עלות המחקר : 1,479,830
5.	תקופת ביצוע המחקר 36 חודשים

31 בינואר 2018, ט"ו בשבט התשע"ח

שלום רב,

אנו שמחים להגיש בזאת דו"ח התקדמות שנתי של פרויקט **שימב"ה** לתקופה של מרץ 2017-פברואר 2018. בתאריך 7 באוגוסט 2017, ט"ו באלול התשע"ז, התקיימה פגישה של ועדת ההיגוי של הפרויקט, במסגרתה דווח על התקדמות נאותה של הפרויקט באותה העת, בהתאם לאבני הדרך. בהתייחס לשנת המחקר הראשונה כולה, עמדנו בכל היעדים עליהם התחייבנו לתקופה זו של הפרויקט, כפי שהוגדרו באמצעות אבני הדרך. בהמשך מובאת התייחסות קצרה לכל אחת מאבני הדרך, ולסיום – תחזית בנוגע לפעילות בשנה השנייה של הפרויקט (מרץ 2018-פברואר 2019).

עד עתה, ניצלנו חלק מהכספים אשר הוקצבו לשנה הראשונה של הפרויקט. אנו מבקשים את אישורכם להעביר את יתרת התקציב להמשך פעילות בשנה השנייה של הפרויקט.

דיווח על עמידה באבני הדרך

1. פיתוח של מודל המטה-דאטה ותיקופה

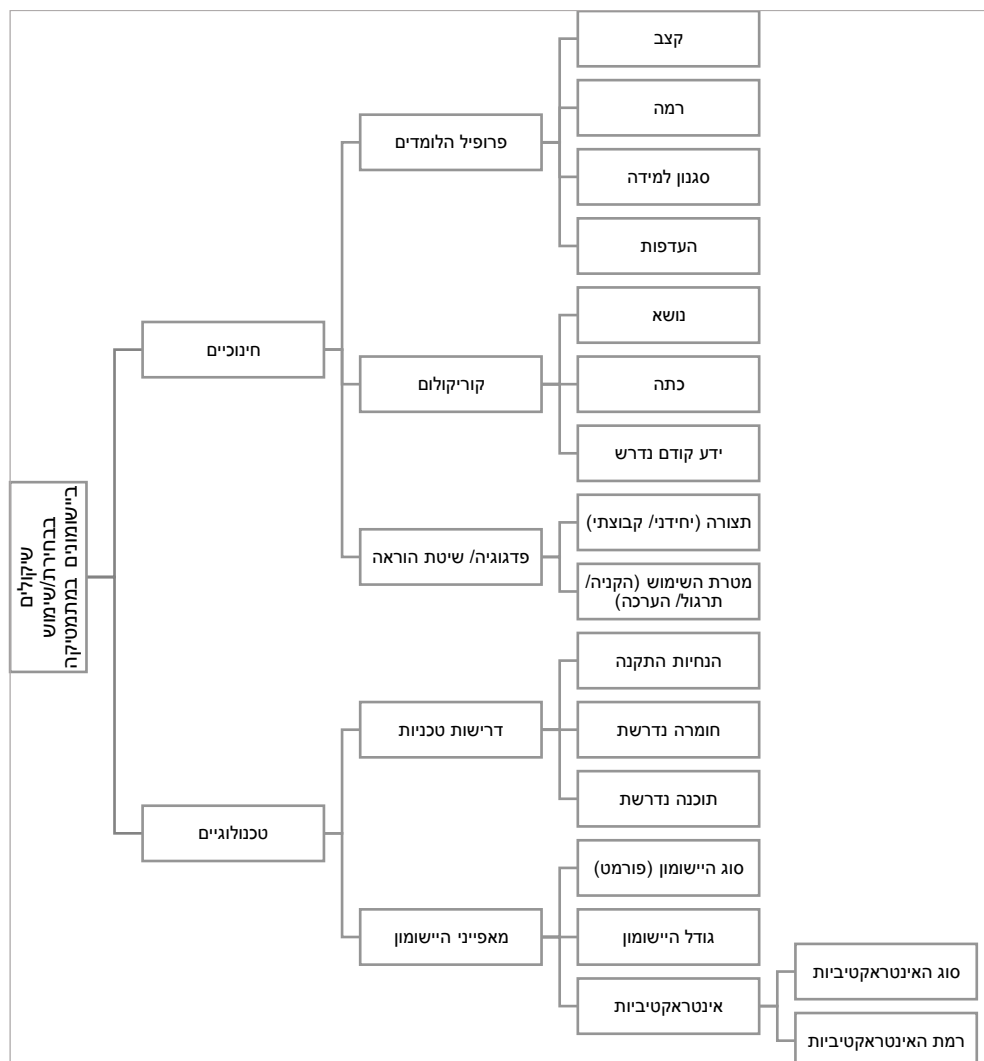
שני אתגרים משמעותיים עומדים בפני מורים המעוניינים לשלב יישומונים במהלך השיעור במתמטיקה: האחד הוא בחירת היישומונים–היינו, אילו יישומונים יתאימו למטרות ההוראה בנושא אותו הם מלמדים?–והשני הוא השימוש המושכל ביישומונים אלו ברצף ההוראה–היינו, כיצד לשלב את היישומונים הללו במהלך השיעור ו/או במהלך לימוד של נושא מסוים לאורך שיעורים אחדים? מודל המטה-דאטה מתמקד בשני אתגרים אלו. במסגרת המחקר הנוכחי פותח מודל מבוסס מטה-דאטה, המתאר את תהליך ואופן בחירת היישומונים על ידי המורים, כך שיאפשרו בחירה מושכלת ושימוש יעיל ברצף ההוראה. במהלך השנה, יצרנו את מודל המטה-דאטה על בסיס סקירת ספרות מקיפה, כמו גם על בסיס מחקר אמפירי המשלב מורים ותלמידים בבתי ספר יסודיים. במודל אנו מתייחסים לחיפוש, איתור ובחירת היישומונים על פי שלושה מימדים ראשיים–**התאמה לקהל היעד, תזמון ומינון ואופן ההוראה**–כשהוא מתאר את בחירת היישומונים באמצעות סינון ראשוני וחיפוש; שלבי הסינון והחיפוש מתבצעים על ידי המורים, בהתאם לשיקולים השונים המנחים אותם. כלומר, המודל יכול לשמש מחוץ, מעין מפת דרכים, המסייע למורים אופרטיבית באופן השילוב של היישומונים. התרשים הבא (איור 1) מתאר את אופן פעולת המודל, ובו מופיעים שדות לדוגמא בכל אחד מן המימדים, כאשר שדות אלו מתחלקים ל: **ערכים קבועים**, אשר מוגדרים למורים א-פריורי (למשל, שכבת גיל); **ערכים סטטיסטיים**, אשר מחושבים על ידי המערכת (למשל, רמת קושי); ו**שאלות למורים**, עליהן הם עונים על פי שיקוליהם השונים והיכרותם עם כיתת היעד (למשל, רמת הלומד).



איור 1. מודל מטא-דאטה לאיתור ושילוב יישומונים ברצף ההוראה

המודל המוצע פותח על בסיס חקר מטה-דאטה של יישומונים מתמטיים במאגרים קיימים באינטרנט, על ראיונות עם מורים (N=12) ופעילות תלמידים (N=205). להלן יוצגו השיקולים של המורות שרואיינו בבחירת יישומונים והשימוש בהם ולאחר מכן, תהליך פיתוח המודל על 3 השלבים שלו:

בשלב הראשון, נסקרו מודלים שונים של מטא-דאטה, הקשורים לעולם החינוך והלמידה, ומתוכם נבנתה מסגרת תיאורטית שכללה את ממדי ההערכה של יישומונים מתמטיים, הן בהיבטים החינוכיים והן בהיבטים הטכנולוגיים (איור 2). בהמשך, ניתן יהיה לראות כי המימד החינוכי יכול את מכלול השיקולים הפדגוגיים-תכנים של המורה; בעוד שהממד הטכנולוגי מתאר את היישומונים. בכל אחת מהקטגוריות, הן בממד החינוכי והן בממד הטכנולוגי פותחו שדות המטא-דאטה, אשר עשויים לסייע למורים בעת בחירת היישומון ויישומו בכתה.



איור 2. מסגרת תיאורטית להערכת יישומונים במתמטיקה

השלב השני עסק באיסוף הנתונים מהשטח מורים ומתלמידים על מנת לפתח את שדות המטה-דאטה בקטגוריות השונות. על בסיס הקטגוריות שמופיעות במסגרת התיאורטית, בוצעו ראיונות עם כ-12 מורות למתמטיקה בבתי ספר יסודיים, אשר משתמשות ביישומונים מתמטיים בכתתם. מטרות הראיונות היתה להרחיב ולבסס את המסגרת התיאורטית, לבחון את תפסתן את הקטגוריות בממדים השונים, תוך תיאור הערך החינוכי / פדגוגי של השימוש ביישומונים מתמטיים ואופני השילוב של היישומונים באופן מובנה בתוך רצף ההוראה על בסיס מטרות המורה. השאלות בראיון אורגנו בארבעה חלקים בהלימה לשלבים השונים הקשורים לשילוב היישומונים ברצף ההוראה: חיפוש, איתור/בחירה, שימוש ומשוב על השימוש. הראיונות בוצעו במפגשים חד פעמים עם המורה עצמה.

בשלב השלישי, אושש מודל המטה-דאטה לאיתור ולשילוב יישומונים במתמטיקה באמצעות מחקרים אמפיריים בשיתוף אוכלוסייה רחבה של מורים ותלמידים. בעזרת המודל המורה יוכל לנתח את האפשרויות העומדות בפניו ולבחור בצורה מסודרת את היישומון שייתן לו את הפתרון התוכני הטוב ביותר והמתאים ביותר לפדגוגיה הנדרשת.

בוצעו ראיונות חצי מובנה לאיסוף הנתונים לצורך אישוש המודל. בראיון ניתנה התייחסות לשיקולים שהועלו על ידי המורות בשלבים שונים ברצף הוראה בכתה של שילוב יישומונים: שלב החיפוש, האיתור/ הבחירה, השימוש והערכה. בהלימה לכך, לצורך מיקוד המורות במהלך הראיונות, נעשתה חלוקה לארבעה שלבים בבחירת יישומון ושילובו ברצף ההוראה: **שלב החיפוש, שלב האיתור, שלב השימוש ושלב המשוב.**



התקיימו ראיונות עם 12 מורות למתמטיקה בעלות וותק והשכלה שונים, המלמדות בבית ספר יסודי בכיתות א-ו. כל המורות התנסו בעבר בשימוש ביישומונים וברצף ההוראה שלהן והשתמשו באמצעותו בלימוד בכיתות.

במהלך הראיונות עלו מספר שיקולים פדגוגיים המכוונים את המורות בעת חיפוש היישומון. לטענתן, השיקול החשוב והעיקרי לחיפוש היישומון הוא **התאמה לתוכן המתמטי אותו הן רוצות להעביר**. לנושא השיעור או יחידת הלימוד היה מקום משמעותי ונרחב לגבי איך הן ניגשות לבחירת היישומון. עוד ציינו המורות כי קיים השיקול של **איכות למול זמן השקעה**. כלומר, הן בוחנות את הזמן הנדרש מהן למציאה ולבחינה של היישומונים אל מול האיכות שלהם. לעיתים מפאת קוצר הזמן, כדי שהבחירה תהיה איכותית וטובה מעדיפות המורות לחזור אל היישומונים והמאגרים המוכרים להן, זאת על מנת שלא לפגוע באיכות הלמידה.

בעת השימוש ביישומונים, ניתנה התייחסות לשלושה שיקולים מרכזיים מתוך מערכת השיקולים שעל המורות להפעיל כאשר הן מעוניינות לבנות רצף של יחידת לימוד או רצף הוראה כולל. המורות התייחסו ל**זמן ולמקום** בהם נעשה שימוש ביישומון, **למטרות העל של השיעור/ההוראה** ובהתאם לשילובו ברצף ההוראה, **לגורם המוטיבציוני** (שהרי שימוש ביישומונים מעורר מוטיבציה אצל התלמידים). לטענת המורות, יישומונים משולבים בכל שלבי ההוראה בשיעור (הטרמה, הקניה, ריענון, תרגול...) אך במינונים שונים. היו מורות שהתייחסו בעיקר לתרגול באמצעות היישומונים והיו שהתייחסו ליישומונים כמשחקים, או ככלי ללמידה פעילה. באשר לשימוש בכל מקום ובכל זמן, התייחסו המורות לשימוש ביישומונים במליאה בכיתה, בעבודה בקבוצות, במעבדת מחשבים או בבית. מורות רבות ציינו כי היישומון לעיתים עוזר להן להמחיש את העיקרון המתמטי, להדגים ולסקרן את התלמידים בנושאים שונים.

עוד הדגישו המורות את חשיבות **המשוב** שניתן לאחר שימוש ביישומון **ככלי למידה אפקטיבי**, כמו גם את **האינטראקטיביות שלו**. מהראיונות עלה כי נתינת משוב על שימוש ביישומון ככלי לימודי יכול מאוד לסייע **להגביר את הזדמנויות הלמידה המשמעותית** לתלמיד.

שיקולים נוספים עלו **מן ההיבט הטכנולוגי – טכני, אם כי כלל המורות** ציינו שאין אלו השיקולים המרכזיים לבחירת יישומון או לשימוש בו, הן בדרך כלל יודעות מה ניתן לשימוש בשיעור במסגרת בית הספר ומה לא ועל פי כך בוחרות.

מתוך כלל השיקולים שהועלו על ידי המורות, פותחו שדות המטא-דאטה למורים בכדי לסייע בידם בעת שילוב היישומונים ברצף ההוראה (טבלה 1).

שדות מטא-דאטה לסיוע למורים בעת קבלת ההחלטות בנוגע ליישומונים הרלוונטיים ברצף ההוראה

לצורך איתור יישומון בצורה המיטבית לשילובו ברצף ההוראה המורה זקוקה למידע שיסייע לה בבחירה.

רוב המורות השיבו כי המידע הקיים לגבי יישומונים איננו מספק ודרושה עבודה נוספת בנושא. הן חשות כי קיימים הרבה יישומונים במרחב האינטרנטי, אך אין עליהם מידע, אשר יסייע להן לאתר יישומון מתאים בפרק זמן קצר תוך התייחסות להיבטים הפדגוגיים.

מטא-דאטה בהיבטים חינוכיים (פדגוגיים - תוכניים)

רוב המורות ציינו שמבחינה פדגוגית קוריקולרית, נדרש להן מטא-דאטה על: התאמה לנושא – יחידת הלימוד או השיעור שהמורה נדרש ללמד; התאמה לשכבות הגיל – הכיתה שאותה מלמד המורה (נתון); וידע קודם נדרש – ידע אותו צריכים התלמידים בכדי לגשת לשימוש ביישומון.

טבלה 1. שדות המטא-דאטה בהיבטים הפדגוגיים

קטגוריה	שדה מטא-דאטה	ערך השדה
פדגוגיה	מטרת השיעור - השימוש ביישומון	הטרמה/הקניה/ תרגול/ ריענון/ הערכה
	אופן הלימוד	פרונטלי/ יחידני/ זוגות/ קבוצתי
	זמן שימוש בשיעור	תחילת השיעור/ ריענון/ התעוררות/ סקרנות/ תרגול
	מיומנויות נרכשות	פתרון בעיות/ חישוב/ שינון/ ביטחון
	סוג המשוב	מובנה/ חצי מובנה (אפשרות בחירה מתוך מאגר משובים) / לא מובנה (אפשרות להזין מלל + בחירה מתוך מאגר משובים)
	אינטראקטיביות המשוב	מיידי (חיווי קולי/ חיווי במסך/ או שניהם)/ בסוף כל משחקון (חיווי קולי/ חיווי במסך/ או שניהם)/ מיידי על כל פעולה (חיווי קולי/ חיווי במסך/ או שניהם)/
קוריקולום – תוכן	שילוב ברצף הפעילות - סוג השימוש	הקדמה/ אמצע/ סוף
	מיקום השימוש	מחשב פרטי בבית/ מעבדת מחשבים/ מליאה בכיתה/ עבודה בקבוצות עם מחשב אחד בכל קבוצה/ בשיעור פרטני עם מורה
	תרגול	בבית לבד/ בכיתה/ ריענון/ הבנת החומר
	התמקדות במושגים מרכזיים	ברמה גבוהה/ ברמה בינונית/ ברמה נמוכה
	מטרת היישומון	בהלימה למטרת ההוראה/ השיעור

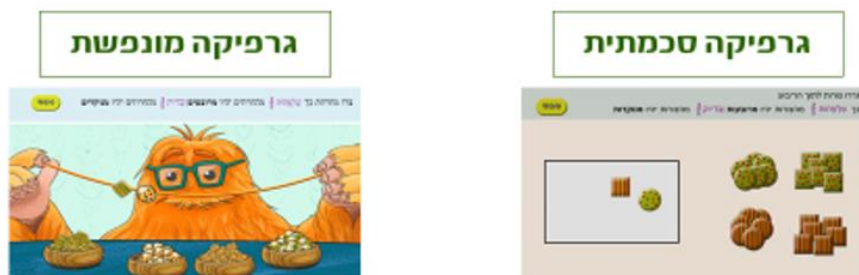
אופן השימוש ביישומון **ברצף הפעילות**, מושפע מתכנון מקדים של המורה בהלימה לתכנית ההוראה. **מיקום השימוש** מאוד משפיע על צורת הלימוד ומה הילד יקבל מהלמידה. לדוגמא, במעבדת מחשבים הילד יכול ללמוד בצורה עצמאית - אך למידה עצמאית דורשת הכוונה, שאלות מכוונות, הנחיות ברורות ושאלות משלימות. מדברי המורות עלה כי כאשר הן מחפשות יישומון הן מתייחסות למאפייני הלומדים לצד מאפייני היישומון. על כן, טבלה 2, מציגה את שדות המטא-דאטה הקשורים למאפייני הלומדים. רוב המורות העידו שמידע על **דרגת הקושי** של היישומון ו**רמת התיווך הנדרשת** יכול לסייע להן בבחירת היישומון, המתאים ללומד. דרגת קושי של היישומון קריטית להצלחת השיעור, ולהצלחת למידת התלמיד במידה רבה.

טבלה 2. שדות המטא-דאטה של פרופיל הלומדים

קטגוריה	שדה מטא-דאטה	ערך השדה
התאמה לפרופיל הלומדים	זמן שימוש (מענה לקצב עבודה של הלומד)	דקות
	דרגת קושי של היישומון	קל/ בינוני/ קשה
	רמת תיווך נדרשת	מועטה/ בינונית/ גבוהה
	תיאור היישומון (מידע אודות היישומון שיספק יכולת התאמה לסגנון למידה/ העדפות הלומד)	הקדמה/ סימולציה/ מבוסס דוגמאות/הבנת רעיון (קונספט) ...

מימד נוסף שעלה במהלך הראיונות עם המורות הוא חווית הלומד. שני מאפיינים בולטים הקשורים ליישומונים בהקשר זה עלו בראיונות: האחד, מידת המוטיבציה שמעורר היישומון אצל הלומד, והשני קשור לממשק ולסוג הגרפיקה שביישומון. המורות מוצאות את השימוש ביישומונים כ**מעלה מוטיבציה**, יחד עם זאת, יש להתאימו ללמוד ולוודא שלא ייוצר עומס קוגניטיבי בעקבות גרפיקה מורכבת מלאה בגירויים מערצים שונים (הנפשות, קול, צבעוניות ועוד).

לצורך כך, נערך מחקר אמפירי נוסף, אשר התמקד בבחינת הגרפיקה של היישומונים במתמטיקה והשפעתה על הלמידה בגיל בית הספר היסודי, בכיתות ה-1 (N=205). האיורים והאנימציה הם הכלים העיקריים המשמשים את מעצב המשחק בהתאמת התוכן התיאורטי לפעילות אינטראקטיבית. לצד היתרונות בגרפיקה מונפשת, יש לקחת בחשבון ששימוש אינטנסיבי בערוץ הוויזואלי במהלך הלמידה יכול להעמיס על הקליטה הקוגניטיבית, ולהוות גורם מסיח הפוגע בכושר הלמידה. לכן, חשוב לבחון את הרכיב הגרפי במשחקי הלמידה, ולאמוד את השפעתו על תהליך הלמידה. הספרות מעידה על כך שהשילוב של הערוץ הוויזואלי מקשה עוד יותר על לומדים מתקשים, או לומדים בעלי פחות ידע קודם בתחום. מאידך, גרפיקה המייצרת סיפור מסגרת העשויה להעצים את חווית הלמידה של התלמיד, ואת רמת העניין שלו בחומר הנלמד (טבלה 3). לכן קיימת חשיבות לבחון את ההשפעות החיוביות והשליליות של שימוש בגרפיקה מורכבת (נרטיבית, מונפשת), לעומת סכמתית (הנעדרת הנפשה) (איור 3), ולאמוד את משקל היתרונות והחסרונות של הגרפיקה, והשפעתה על תהליך הלמידה.



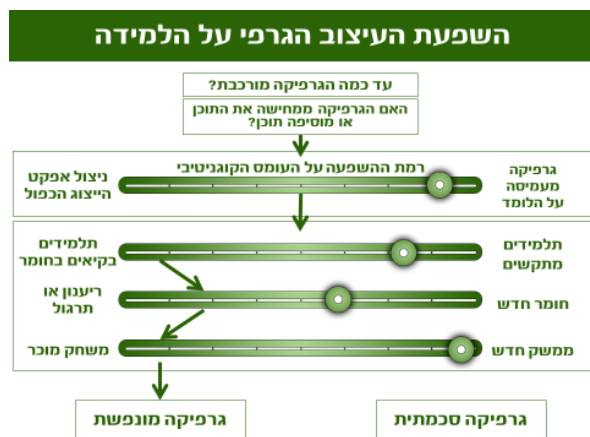
איור 3. דוגמאות לגרפיקה סכמתית למול מונפשת

טבלה 3. מאפייני גרפיקה סכמתית למול גרפיקה מונפשת

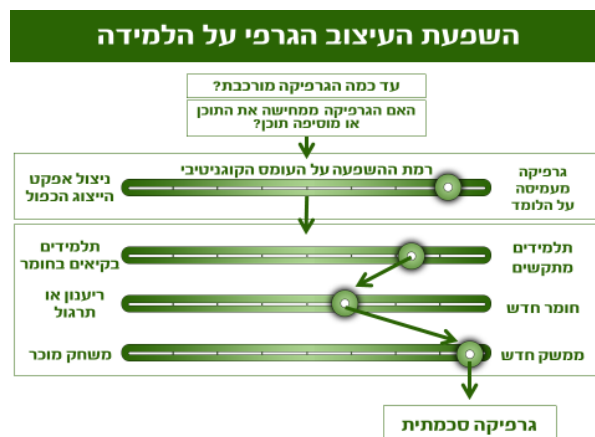
גרפיקה מונפשת	גרפיקה סכמתית
העלאת רמת העניין והמוטיבציה על ידי הפעלה אקטיבית	מתחשב בעומס קוגניטיבי ואפקט הייצוג הכפול
הכנסת תוכן הלימוד למסגרת נרטיבית	
תוכן ממשי וברור (מתאים לשלב הקונקרטי)	
דגש על למידה בהנאה, ועל שיח בעולם המושגים של הילד	דגש על ההיבט הקוגניטיבי של למידה

מחקר זה השווה בין הגרפיקה המונפשת לבין הגרפיקה הסכמתית. השוואה זו מאפשרת לאמוד את ההשפעה של סוג הגרפיקה על ההצלחה הלימודית של התלמידים (רמת דיוק התשובות והבנת החומר), על היכולת שלהם לבצע העברה (Transfer Knowledge) של החומר (על פי שאלת הסיכום) על משך הזמן שלוקח להם לבצע את הפעילות, ועל רמת ההנאה של התלמידים במהלך הפעילות (על פי הצהרתם). משתנים אלו נמדדו תוך התייחסות לשכבת גיל התלמידים (כיתות ה' מול כיתות ו') ועל פי רמת הבקאות שלהם במתמטיקה (על פי הציונים שלהם). ממצאי מחקר זה עשויים לסייע למורים לאתר יישומון מתאים תוך בחינת הגרפיקה של המשחק. כמו כן, ממצאי המחקר יכולים לסייע למעצבים של חומרי הדרכה בקבלת החלטות עיצוביות בהתאמת הגרפיקה לתוכן.

ממצאים ראשוניים של המחקר מראים כי העיצוב הגרפי אכן משפיע על הלמידה אצל תלמידים מתקשים. תלמידים מתקשים הלומדים חומר חדש לצד עבודה עם ממשק לא מוכר, יפעלו טוב יותר ביישומון בעל גרפיקה סכמתית. תלמידים הבקאים בחומר, גם אם הגרפיקה יוצרת עומס על הלומד, הם יודעים להתמודד איתה (ניצול אפקט הייצוג הכפול) בעיקר בזמן תרגול או רענון של חומר נלמד (איורים 4 ו-5).



איור 5. השפעת הגרפיקה המונפשת על הלמידה



איור 4. השפעת הגרפיקה הסכמתית על הלמידה

טבלה 4 מציגה את שדות המטא-דאטה תוך התמקדות במאפייני התצורות של היישומון

טבלה 4. הצגת המטא-דאטה של תצורת היישומון

קטגוריה	שדה מטא-דאטה	ערך השדה
גורמים מוטיבציוניים	תחרות	ברמה גבוהה/ ברמה בינונית/ ברמה נמוכה
	אתגר	התמודדות ברמות שונות
תצורה	אופי הגרפיקה	מורכבת/סכמתית
	סוג האינטראקציה	קליק/ גרירה/ הזנת ערך/ תקשורת בין שחקנים
	צבעוניות	ברמה גבוהה/ ברמה בינונית/ ברמה נמוכה
	קול	משמעותי/ לא משמעותי

מטא-דאטה בהיבטים טכנולוגיים

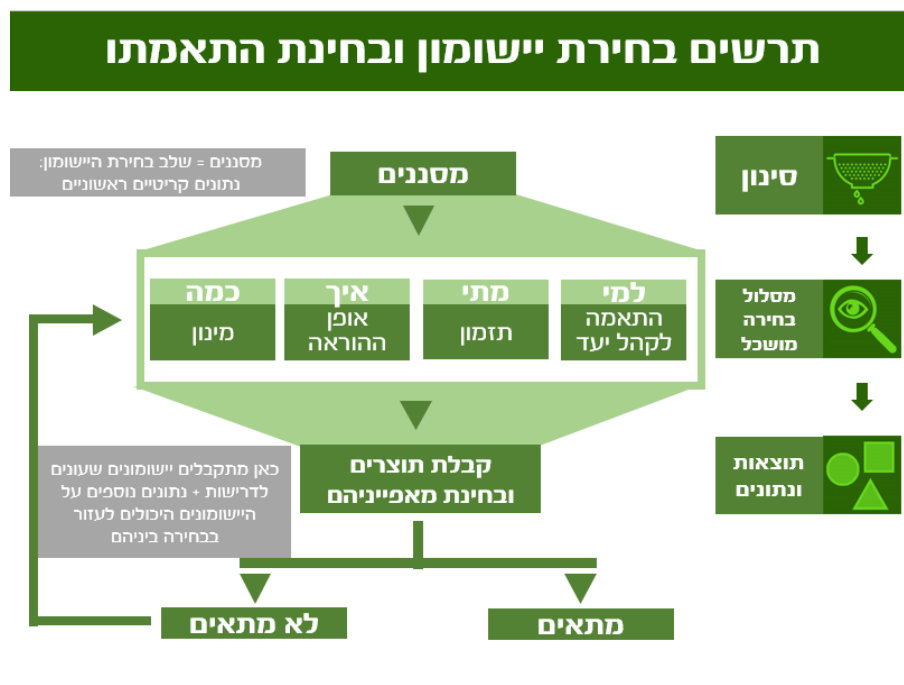
מהבחינה הטכנית, חשוב למורות להיות בטוחות כי היישומון עובד, כי יש הרשאות לשימוש ביישומון, כי הוא עובר אבטחת מידע ועוד. בטבלה מספר 5, מוצג המטא-דאטה המתייחס להיבטים טכנולוגיים וטכניים. מטא-דאטה זה עלה מהמורות מתוך הקשיים בהם הן נתקלות בעת החיפוש והשימוש ביישומונים.

טבלה 5. הצגת מטא-דאטה בהיבטים טכנולוגיים

קטגוריה	שדה מטא-דאטה	ערך השדה
דרישות טכניות	הגנת מידע	יש/אין
	תקניות לשימוש חוזר	לוגים
	הנחיות התקנה	צורך בFlash/ אין צורך בFlash
	אינטרנט	מבוסס אינטרנט/ לא מבוסס אינטרנט
	הרשאות	יש/ אין/ יש חלקית
מאפייני היישומון	סוג (פורמט)	סכמתי/ תיאורי-סיפורי/ מונפש/ וידאו/ דמות מלווה
	מדד פופולאריות	מס' המשתמשים בו

סיכום המודל ושילובו ברצף ההוראה

המודל המוצע מתאר את תהליך ואופן בחירת היישומונים על ידי המורים, כך שיאפשרו בחירה מושכלת ושימוש יעיל ברצף ההוראה. לכל אחד מארבעת השלבים: מסננים, התאמה לקהל יעד, תזמון וכמה ואופן ההוראה, קיימים שדות מטא-דאטה בהם תוכל המורה להשתמש לבחירה מושכלת של יישומון ולשימוש בו (איור 6).



איור 6. תרשים בחירת יישומון ובחינת התאמתו

להלן איורים המתארים כל אחד מהשלבים (איורים 7-10), כשבתום התהליך מתקבלים היישומונים המתאימים על מאפייניהם, כפי שמתוארים בשדות המטא-דאטה (איור 11).



באמצעות מודל זה המורה יכולה ליצור לעצמה "אלגוריתם" אישי אשר לפי מפת השיקולים תוכל להחליט על דרך מושכלת לבחירת יישומון. המטרה של המודל הינה להעלות למודעות שאלות מכוונות על מנת להתאים יישומון לצורך נתון.

2. פיתוח השתלמות מקצועית והפעלתה

ההשתלמות המקצועית למורים פותחה והופעלה בפסג"ה בקרית מוצקין, מחוז חיפה. היקף ההשתלמות היה 30 שעות והיא נפתחה מיד לאחר חגי תשרי. בהשתלמות לקחו חלק 18 מורים, המלמדים בבתי הספר היסודיים במחוז חיפה. מהם, חמישה-עשר מורים אשר הן בכיתות הלמוד והן במעבדת מחשבים בבית ספרם קיים ציוד קצה הדרוש ליישום שיעורים עם משחקים ממוחשבים. שלושה מורים נוספים, הם: מורה למתמטיקה אשר במהלך ההשתלמות הייתה בחופשת לידה, ובית ספרה חובר לתשתית האינטרנט רק במהלך חודש ינואר 2018, כשנתיים לאחר שהיה מנותק מתשתיות, ובסמוך לסיום ההשתלמות; מורה שבשנה קודמת לימדה מתמטיקה במסגרת שעות תוספתיות בתוך בית הספר, אך בשנה זו איננה מלמדת מתמטיקה כלל; ומורה למתמטיקה, שכיתות הלימוד בבית-ספרו אינן מצוידות במחשב למורה עם מקרן. המורים המשתלמים תעדו הפעלה של זוג תלמידים בסביבה הטכנולוגית ובחנו אותה לעומק, וכן תכננו והפעילו לפחות שיעור אחד אותו ניתחו לעומק לאור הגדרת המטרות הפדגוגיות שעמדו לנגד עיניהם בשלב התכנון:

- שני מפגשים (6 ו-7) עסקו בהצגת תוצרים מהתנסות של תלמיד בודד (או עם צמד לומדים), ללא תיווך. במהלך הדיווח התבקשו המורות להתייחס לידע הקודם של התלמידים ולשאלה- האם נלמד דבר מה במהלך האפיזודה הקצרה שתועדה. דיווחים אלו חושפים גם את השיקולים של המורה לבחירת המשחקון, ואת התפישות שלה כמורה ביחס להיתכנות של למידה בעקבות השימוש בו.
- שני מפגשים (9 ו-10) עסקו בהצגת התנסות אישית של המורות בהעברת שיעור שמשולב בו משחקון של "עשר אצבעות", אשר במהלכו שולבה משימה מסדר חשיבה גבוה. דיווחי המורות מהתנסות זו, חושפים את הקשיים, העמדות, ואופן הביצוע של שיעור שמשולב בו משחקון עם משימה מסדר חשיבה גבוה. כמו כן, המורות נתבקשו לצרף צילום מתוצרי התלמידים מן השיעור, שיאפשר למאזין שלא נכח בשיעור להבין, גם אם באופן חלקי, את מהלכו.

המשוב הקבוצתי המסכם שקיבלנו מהמורים במפגש האחרון הצביע על שינוי מפורש בהתייחסותם של חלק מהמשתלמים לשילוב יישומונים משחקיים בהוראתם. כן, מרבית המורים הצהירו על כוונתם להמשיך ולפעול בסביבה עם כיתתם.

ההשתלמות תועדה במלואה, וזאת על מנת לבחון אילו מהלכים ראוי לשמור כפי שהם והיכן רצוי לשנות. ההשתלמות המעודכנת תהיה מוכנה להפעלה לקראת תחילת שנת הלימודים תשע"ט. נבקש את עצתה של המפמ"רית, גבי דורית נריה, לגבי השאלה באיזו פיסג"ה לפתוח את ההשתלמות בתשע"ט.

על פי ההסכם אליו הגענו עם חברת "עשר אצבעות", המורים אשר השתתפו בהשתלמות קבלו ללא עלות רישיון לשימוש במאגר היישומונים של החברה ובכלי השליטה למורה בעבור כל הכיתות בהן הם מלמדים לשנת הלימודים כולה.

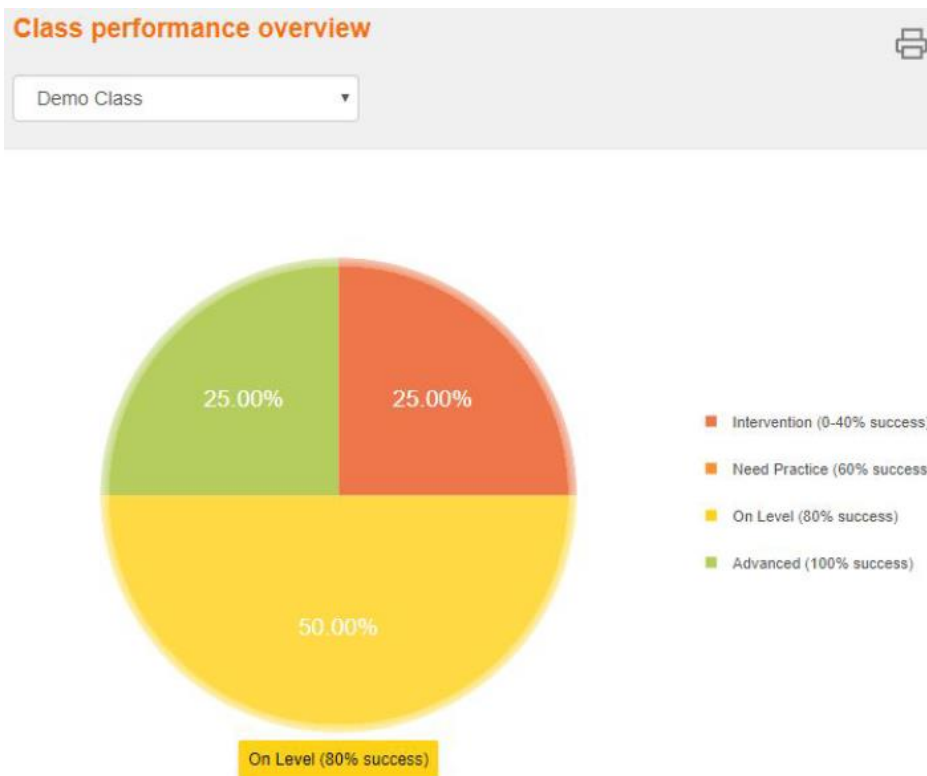
3. פיתוח ראשוני של ההחזיה (ויזואליזציה) של עבודת התלמידים במבט כולל

קיבלנו נתונים עשירים ומגוונים מחברת "עשר אצבעות", באמצעותם פיתחנו אבות-טיפוס להחזיות אשר יספקו בידי המורים מבט כולל על עבודת התלמידים במערכת, ובכך יאפשרו שימוש יעיל בזמן המורה במהלך עבודת התלמידים עם היישומונים, וכן בחירה מושכלת של היישומונים להמשך מהלך ההוראה.

במסגרת זו מפותחות החזיות המאפשרות מבט במספר רמות, החל מרמת הכיתה כולה, דרך מבט על קבוצות תלמידים וכלה ברמת התלמיד הבודד. בין היתר, המורים יכולים לקבל מידע, באמצעות החזיות אלו, על קבוצות של תלמידים בכיתה שמתנהגות באופן מובדל זו מזו, וכך להתאים ההוראה לפי מאפייני הקבוצות.

להלן מספר דוגמאות להחזיות (לדוגמאות נוספות, ר' נספח ב'). חשוב לציין כי ההחזיות הן אינטראקטיביות ודינמיות, כלומר המורים יכולים ללחוץ על אלמנטים מסויימים בתרשימים על מנת לקבל מידע נוסף.

מבט כולל על ביצועי הכיתה - התפלגות התלמידים בכיתה על פי התקדמותם במערכת :



Student achievement snapshot

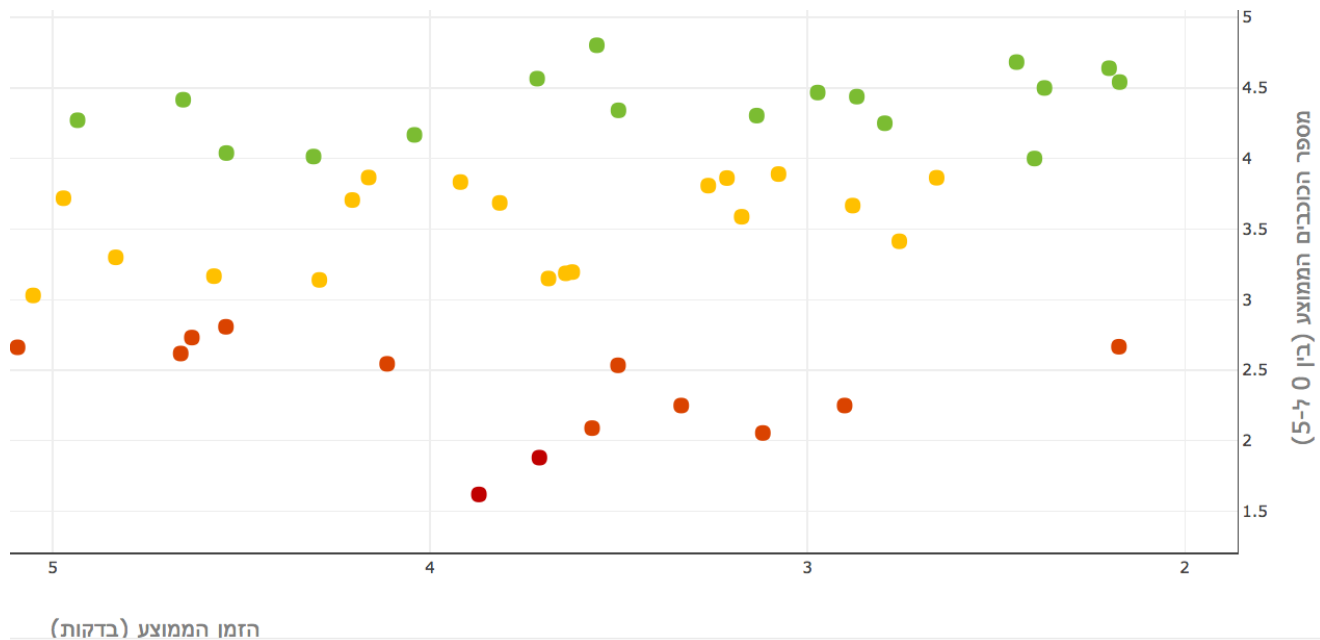
Demo Class

● Not finished ● Intervention ● Need Practice ● On Level ● Advanced

Student	Birds of Pass...	Classifying S...	In the Cards I...	Making 10 an...	Subtraction w
Class average	90	60		80	73.33
shaked's Student 1 Student	●	●		●	●
shaked's Student 2 Student	●	●			●
shaked's Student 3 Student	●		●		●

22

מבט אינטראקטיבי זמן מול ביצועי התלמיד - כל נקודה בגרף מייצגת תלמיד במרחב דו-ממדי.



ציר ה-X מייצג את הזמן הממוצע שלקח לתלמיד לפתור את קבוצת האפיזודות וציר ה-Y מייצג את מספר הכוכבים הממוצע בקבוצת האפיזודות.

כפי שניתן לראות כל תלמיד נצבע באחד מהצבעים הבאים: ירוק, צהוב, כתוב ואדום, כאשר כל צבע מייצג רמה אחרת של תלמידים. ירוק מסמל תלמידים מצטיינים (קיבלו ציונים גבוהים ופתרו את האפיזודות בזמן יחסית קטן), צהוב מסמל תלמידים ממוצעים בכיתה שפתרו את האפיזודות בצב טוב, כתום מסמל תלמידים מתקשים ואדום מסמל תלמיד שמתקשה מאוד בקבוצת משימות זו וזקוקה התערבות של המורה.

מעבר עם העכבר על אחת הנקודות בגרף תציג עבור המורה את שם התלמיד, מספר הכוכבים הממוצע עבורו והזמן הממוצע שלקח לאותו תלמיד לפתור את האפיזודות. ניתן להפיק את הגרף על פי כיתה.

הטבלה הבאה מציגה תוצאות של חלוקה לקבוצות של כל התלמידים במערכת. החלוקה לקבוצות נעשתה לפי המאפיינים הבאים של התלמידים: זמן ממוצע על אפיזודה, מספר כוכבים ממוצע, אחוז שאלות נכונות באפיזודה בממוצע וזמן ממוצע על שאלה באפיזודה. חלוקה לקבוצות זאת נעשתה על פי אלגוריתם אשר מחלק באופן אוטומטי את התלמידים למספר קבוצות לפי מאפיינים נבחרים.

זמן ממוצע על שאלה באפיזודה (שניות)	אחוז שאלות נכונות באפיזודה בממוצע	מספר כוכבים ממוצע	זמן ממוצע על אפיזודה (שניות)	מספר תלמידים	תיאור קבוצה
37.99	0.78	4.4	194.41	7442	תלמידים מתקדמים שפותרים מהר משימות
40.68	0.64	4.06	218.45	2725	תלמידים ממוצעים שפותרים מהר שאלות
49.23	0.49	3.28	267.34	4201	תלמידים מתקשים שפותרים לאט שאלות

נציין כי העבודה עם חברת "עשר אצבעות" לצורכי פיתוח ההחזיות הותנעה לאור קשרים קודמים איתם ולאור שיתוף הפעולה שלהם. עם זאת, ההחזיות הינן בלתי-תלויות בפלטפורמה (למעט התאמות קלות) ולא מן הנמנע כי בהמשך נעבוד גם עם ספקיות תוכן אחרות המאפשרות על ידי המשרד.

3. דין ודברים עם ספקי תוכן של יישומונים מתמטיים משחקיים

ברשימת ספקי התוכן המאפשרים על ידי משרד החינוך, מופיעים מספר ספקים אשר עוסקים בפיתוח תוכן דיגיטלי ללימוד מתמטיקה. להלן התייחסותנו למגעים עם ספקים אלו, על מנת לבחון האפשרות לעבוד איתם במסגרת הפרויקט (פרט ל"עשר אצבעות" איתם אנו כבר משתפים פעולה):

- **"אלנט"** – לאחר שיחות עם אנשי החברה, אנו מבינים כי, נכון להיום, החברה אינה מפתחת יישומונים מתמטיים לחינוך הייסודי.
- **"עת הדעת"** – נפגשנו עם הנהלת החברה במהלך החודשים ספטמבר ואוקטובר 2017. לחברה מוצר הרלוונטי לפרויקט, ושני הצדדים הביעו עניין לעבוד ביחד. שיתוף הפעולה המדובר נמצא כרגע בבדיקה בלשכה המשפטית של החברה, אנו ממתינים לשמוע מהם.
- **מט"ח** - התחלנו במגעים ראשוניים, עם צוות המתמטיקה של מט"ח, שנושאים אופי חיובי. אנו מקווים שמגעים אלו יבשילו לכדי שיתוף פעולה.
- **"סנונית"** – פגישה שלנו עם הנהלת "סנונית" תתקיים בראשית חודש מרץ 2018, לאחריה נוכל להעריך בצורה טובה יותר האפשרות לשיתוף פעולה עמם.

4. פרסום בכנסים

בכנס הישראלי הרביעי למדעי הלמידה, אשר התקיים ביום 21.2.18, ה' בשבט תשע"ח, באוניברסיטת תל אביב, הוצגו ממצאים ראשוניים משנת הפעילות הראשונה של הפרויקט. ההצגה, תחת הכותרת "שיקולים מבוססי-דאטה בשילוב יישומונים משחקיים ברצף הוראת המתמטיקה, עסקה במודל המטה-דאטה ובהחזיות למורים. תקציר ההצגה יתפרסם בספר התקצירים של הכנס.

5. צפי המשך פעילות לשנת העבודה השנייה בפרויקט

הערכה ועיצוב מחודש של השתלמות המורים – עד ספטמבר 2018. לאור ההשתלמות שנערכה, לאור התקדמות הידע שנצבר אצלנו עד כה ותואר לעיל, ולאור האפשרות של עבודה עם ספקי תוכן אחרים/נוספים של יישומונים משחקיים, אני נערכים לביצוע שינויים בהשתלמות כפי שנערכה השנה. כפי שצינו לעיל, נרצה את עצתה של המפמ"רית, גב' דורית נריה, לגבי פיסג"ה פוטנציאלית בה ניתן לפתוח השתלמות זו.

בחינה של החזיות לשימוש המורים – עד ספטמבר 2018. ההחזיות המפותחות על ידינו – אשר מציגות למורה מידע מבוסס-לוגים על אודות התנהגות התלמידים במערכת – תיבחנה בשיתוף עם מורים. זאת, בשני מישורים. הראשון, בחינת האופנים המיטביים להצגת מידע למורים, כך שהם יבינו אותו וידעו לפעול בעקבות הבנתו. השני, בחינת האופנים בהם שימוש מתמשך במידע כזה עשוי להשפיע על ההתפתחות המקצועית של מורים.

בניית החזיות של התנהגויות לומדים (ברמת האינדיבידואל) – עד ספטמבר 2018. אנו נפתח מודלים לחיזוי התנהגויות לומדים. המודלים הללו יעקבו אחר תהליכי רכישת מיומנויות של תלמידים כפי שמתבטאים בשימוש ביישומונים, הם ישתמשו במידע היסטורי כדי לחזות את ביצועי התלמידים על שאלות חדשות שעדיין לא פתרו. נשתמש במודלים הללו כדי לדרג סדרה של שאלות לתלמידים על סמך דרגת הקושי האינדיבידואלית של כל תלמיד ולהציג אותם למורים.

החזיה של מסלולי למידה – עד ספטמבר 2018. מידע מן הלוגים יכול לסייע גם בהבנה מעמיקה של האופן בו תלמידים משתמשים ביישומונים במהלך למידתם. ההחזיות אשר תפותחנה תסייענה, ראשית, לצורך הרחבת ההבנה אודות התנהגותם של תלמידים. בהמשך, תשמשנה החזיות אלו לפיתוח מנגנונים מתקדמים שיסייעו להתאמה אישית של הלמידה, על פי אופן ההתנהלות של התלמיד במערכת.

איסוף נתוני מיצ"ב – עד פברואר 2019. נתוני מיצ"ב תשע"ז יונגשו על ידי משרד החינוך, באמצעות חדר המחקר הווירטואלי, בסביבות יולי 2018. באמצעות מיפוי בתי ספר שעבדו בצורה אינטנסיבית עם יישומונים מתמטיים במהלך שנה"ל תשע"ז, נוכל לבחון באופן ראשוני קשרים אפשריים בין שימוש זה לבין הישגים במתמטיקה. אמנם, מדובר יהיה בהסקה ראשונית בלבד, אך היא תיתן בידינו קריאת כיוון לקראת ההמשך.

הפעלת מחזור ב' של השתלמות המורים – עד יוני 2019. אנו סבורים כי הפעלה של הסבב השני של ההשתלמות ראוי לצאת לדרך בדומה לשנה לימודים הנוכחית, מייד בתום חגי תשרי. גם מחזור ההפעלה השני יתועד במלואו, על מנת לאפשר לנו לעקוב מקרוב אחרי תהליך העבודה עם המורים ואחרי תהליכי העבודה של המורים עם תלמידיהם.

7. הכנת דיווח שנתי – פברואר 2019.

בברכה,

פרופ' מיכל טבח

ד"ר ארנון הרשקוביץ

ד"ר ענת כהן

ד"ר קובי גל