

פיתוח מקצועי של מורים למתמטיקה העוסק בידע ובפרקטיקה של תכנון שיעור וביצועו בסביבה טכנולוגית בגישה היפנית

דו"ח מחקר
פרופ' ברכה קרמרסקי
חוה אביטל

בית ספר לחינוך
אוניברסיטת בר אילן
רמת גן

מאי 2016

המחקר מומן על ידי לשכת המדען הראשי של משרד החינוך, התרבות והספורט

תוכן העניינים

1	תקציר
6	רקע
17	שיטה
24	תוצאות
60	דיון וסיכום
66	רשימת מקורות
75	נספחים

תקציר

במחקר הנוכחי נבדקה **תכנית לפיתוח מקצועי** של מורים למתמטיקה בבתי ספר יסודיים המכוונת לטיפול הידע והפרקטיקה של תכנון שיעור וביצועו בסביבה טכנולוגית על פי הגישה היפנית של הוראה

דרך פתרון בעיות בסיוע הכוונה עצמית בלמידה – SRL.

לאחרונה נעשים במדינות רבות ניסיונות ללמוד ממערכות חינוך במדינות אחרות שבהם ההישגים של התלמידים גבוהים. הוראת המתמטיקה ביפן היא בעלת שם בין-לאומי. בעקבות הישגיהם הגבוהים של תלמידי יפן במבחני ה-TIMSS ובמבחני ה-PISA, נעשו מחקרים רבים שמטרתם להתחקות אחר הגורמים המובילים להצלחה זו. במחקר וידיאו שנערך על מבחני ה-TIMSS ועל המודל היפני של "חקר שיעור" (lesson study), המכוון לפיתוח מקצועי של מורים במטרה לשפר את הידע ואת הפרקטיקה שלהם, ובכך לשפר את הידע ואת ההישגים של תלמידיהם (Lewis, 2002, 2005; Stigler & Hiebert, 1999), נמצא כי המורים היפנים פועלים בגישת הוראה הייחודית להם, הוראה המתבססת על **דרך פתרון בעיות**, להבדיל מהוראה של פתרון בעיות.

תהליך ההתמודדות עם פתרון בעיות מתמטיות מוביל להבנה וליצירת דימויים מנטליים של מושגים מתמטיים, לבניית הכללות, ליכולת תכנון וליצירתיות מתמטיים, וכן לייצוג של תהליכים ושל פתרונות בעזרת הסברים והנמקות. ההוראה בגישה היפנית שמה דגש על **תכנון שיעור מתמטי קפדני ומפורט** בעל מאפיינים ייחודיים. **ביצוע השיעור** מכוון להוראה שבה התלמידים משתתפים באופן פעיל ומתנסים בפתרון בעיות המוביל לבניית ידע מתמטי מעמיק. **תפקיד המורה לפי הגישה היפנית היא ליצור לתלמידיו הזדמנויות ללמידה דרך פתרון בעיות.**

תהליך פתרון בעיות נחשב למיומנות בסיסית במאה ה-21, ובלימוד המתמטיקה הוא נחשב לתהליך חשיבתי מורכב הדורש מיומנות חשיבה מסדר גבוה ויכולות שונות, ועקב כך הוא מוביל ללמידה משמעותית. נמצא כי הטכנולוגיה היא כלי המסייע בפתרון בעיות (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2003; Eshet-Alkalai, 2004), והיא שותף רב עוצמה המגביר את מרחב הלמידה (Angeli & Valanides, 2009; Kramarski & Michalsky, 2010; Mishra & Koehler, 2006). שילוב טכנולוגיה בהוראה מאפשר למידה דינמית ואינטראקטיבית וגיוון רב בהצגת המידע (טקסט, תמונה, תרשים, קול, סרטי וידיאו, אנימציה ושילובים ביניהם) המאפשרים מציאת קשרים, הכללות, הסקת מסקנות ופיתוח תובנות (Azevedo, 2005; Kramarski & Friedman, 2014). עם זאת, הוראה דרך פתרון בעיות בגישה היפנית אינה קלה עבור המורים, הן ביפן והן במדינות אחרות שניסו לחקות שיטה זו. אי לכך יש צורך במציאת דרכים לפיתוח מקצועי בגישה היפנית כדי לרכוש ולהפעיל אותה בבית הספר.

לפי הספרות המחקרית וה-[OECD, 2003], כדי לפתח חשיבה מסדר גבוה ויכולת פתרון בעיות במתמטיקה, צריך להשתמש **בהכוונה עצמית בלמידה** (Self-Regulated Learning – SRL) הכוללת מיומנויות קוגניטיביות, מיומנויות מטה-קוגניטיביות והיבטים מוטיבציוניים (Zimmerman, 2000). הכוונה עצמית בלמידה כוללת את היכולות **הגדרת מטרות** (תכנון וחשיבה קדימה), **פיקוח ובקרה** (ניטור וחשיבה במהלך הפעולה) ו**הערכה** (רפלקציה על התהליך כולו), יכולות שיש להפעיל בתהליך של פתרון

בעיות, אך למרות חשיבותה, רוב הביצוע של ההכוונה העצמית לא נעשה בצורה מפורשת וגלויה (מודלינג) בידי המורה או התלמיד (OECD, 2003).

טיפול של תהליכי הכוונה עצמית בלמידה אף נקבע כאחד הסטנדרטים בידי המועצה הלאומית האמריקנית להוראת המתמטיקה (National Council of Teachers of Mathematic [NCTM], 2000). זאת ועוד, בשנים האחרונות, המחקר מצביע שהיכולת להכוונה עצמית בלמידה (SRL) חיונית לפיתוח המקצועי של מורים כלומדים, וכן לקידום תהליכים אלו בקרב התלמידים (מיכלסקי וקראמסקי, Kramarski & Michalsky, 2009a, 2010; Kramarski & Revach, 2009; Paris & Winograd, 2008; 1999). מחקרים העוסקים בקשר שבין הכוונה עצמית בלמידה להישגים לימודיים מראים באופן עקבי כי התוצאות הלימודיות משתפרות ככל שמתרחשים יותר תהליכים מטה-קוגניטיביים במהלך הלמידה (Davis, 2003; Schoenfeld, 1992). כמו כן נמצא במחקרים כי מיומנויות של הכוונה עצמית בלמידה אינן נרכשות באופן ספונטאני, ועל כן יש לעצב ולפתח אותן על-ידי השתתפות בסביבות שמספקות ללומדים הזדמנויות להתנסות פעילה בהן (Kramarski & Mevarech, 2003; Kramarski & Michalsky, 2009a, 2010). פיתוח מיומנויות של הכוונה עצמית יכולות לסייע למורים לרכוש דרכי חשיבה גמישות על פתרון בעיות מתמטיות, על תכנון וביצוע שיעור ועל שילוב טכנולוגיה לקידום ההוראה, ובכך לפתח ידע תוכן פדגוגי בקונטקסט טכנולוגי (Technology Pedagogical Content Knowledge – TPACK). חוקרים שונים מצאו כי לאמונות המורים תפקיד מרכזי בהחלטותיהם באשר לדרכי ההוראה והלמידה שהם מיישמים בעבודתם, והן אף משפיעות על יכולתם לשנות את סגנון ההוראה והלמידה שלהם, ולכן הכרחי להתחשב באמונות אלו בכל הכנסת שינוי בפיתוח המקצועי של המורים (Kramarski & Michalsky, 2009a, 2010, 2015; Pajares, 1992; Schonfeld, 1992, 2011).

קיימים מחקרים מעטים בלבד שבהם נבדק בארצות שונות הפיתוח המקצועי של מורים למתמטיקה שהשתתפו במסגרות של הוראה לפי הגישה היפנית הממוקדת בהוראה דרך פתרון בעיות והשפעתה על הישגי התלמידים (למשל, Aravena & Caamaño, 2008). מרביתם של מחקרים אלו נעשו כחקר מקרה, ולא בדקו קבוצה גדולה של מורים למתמטיקה (Robinson & Leikin, 2012). פוזי וטקהשי (Fujii & Takahashi, 2015) מציינים כי הממצאים על יעילות הגישה היפנית במדינות אחרות אינם חד-משמעיים, עובדה העשויה לרמז כי ייתכן שהישגי השיטה ביפן נובעים מהבדלי תרבות ולא מייחודה של השיטה. אי לכך הם מציינים כי יש הצורך להמשיך ולחקור את התנאים הדרושים לפיתוח המקצועי של המורים ולקידום הישגי תלמידיהם בגישה זו. **עד כה, לא נמצאו מחקרים על פיתוח מקצועי של מורים וקידום הישגי תלמידיהם בעקבות טיפוח הכוונה עצמית בלמידה (SRL) בקרב מורים תוך יישום הגישה היפנית ושילוב טכנולוגיה במסגרת הכשרה מקצועית.**

במחקר השתתפו מורים למתמטיקה המלמדים בבית ספר יסודי בשלוש קבוצות מחקר שנבנו בצורה מדורגת המאפשרת **בידוד משתנים**. שתי קבוצות נחשפו **לתכנון שיעור** בהוראה דרך פתרון בעיות בגישה היפנית תוך שילוב טכנולוגיה בתנאים שונים, והקבוצה השלישית שימשה קבוצת ביקורת:

קבוצת 1: פתרון בעיות + SRL – קבוצה זו נחשפה להוראה דרך **פתרון בעיות בגישה היפנית** תוך שילוב **טכנולוגיה** וטיפול מיומנויות של **הכוונה עצמית בלמידה**.

קבוצה 2: פתרון בעיות – קבוצה זו נחשפה להוראה דרך **פתרון בעיות בגישה היפנית** תוך שילוב **טכנולוגיה**, אך **ללא** שימת דגש על הכוונה עצמית בלמידה.

קבוצה 3: ביקורת – קבוצה זו נחשפה להוראה על פי **מטרות התכנית החדשה** במתמטיקה, **ללא** הוראה דרך פתרון בעיות בגישה היפנית, וללא שימת דגש מפורש על הכוונה עצמית או על שילוב טכנולוגיה. יתרה מכך, מחקר זה, העוסק בפיתוח המקצועי של מורים והישגי תלמידיהם בדק **שלושה היבטים**: רכישת **ידע והפרקטיקה** בפועל של המורים, **והערכת הידע** בקרב התלמידים.

רמת הידע של המורים נבדקה ב: 1. **פתרון בעיות במתמטיקה**; 2. **ידע תוכן פדגוגי טכנולוגי (TPCK)**;

3. הכוונה עצמית בלמידה – SRL.

רמת הפרקטיקה נבדקה בתכנון שיעור וביצועו בשילוב טכנולוגיה תוך התייחסות לאמונות הפדגוגיות המשתמעות מהתכנון ומהביצוע של השיעור. בקרב התלמידים נבדקו משתנים מקבילים ב"חשיבה בקול" בעת פתרון בעיות.

במחקר הנוכחי בוצע **מחקר מקיף** לבדיקת **הידע של המורים** ($N = 115$) **ומחקר עומק** לבדיקת **הפרקטיקה** שלהם בתכנון וביצוע של שיעור (קבוצת מיקוד) בשילוב טכנולוגיה (שאלת מחקר ראשונה). כמו כן נבדק אם קיימת השפעה של היבטים אלו על **קבוצת מיקוד של תלמידים** בניתוח של "חשיבה בקול" בעת פתרון בעיות (שאלת מחקר שנייה).

באופן כללי, מדרג הממצאים על קבוצות המחקר **נמצא תואם לאופי התמיכה המפורשת שניתנה לקבוצות**.

הממצאים הבולטים תומכים בחשיבות של ההכוונה העצמית בהוראה תוך שילוב טכנולוגיה בגישה היפנית הן בהישגי המורים (ידע ופרקטיקה) והן בדרכי "הפתרון בקול" של התלמידים (קבוצת מיקוד).

נמצא כי **המורים המשתייכים לקבוצה פתרון בעיות + SRL** הפגינו שינויים מובהקים בהשוואה למורים בשתי הקבוצות האחרות (פתרון בעיות וביקורת) **בידע** של פתרון בעיות ברמת הנימוק, של אסטרטגית פתרון ושל הכוונה עצמית במהלך פתרון הבעיה, **בידע** של תוכן-פדגוגי בשילוב טכנולוגי – TPCK ושל הכוונה עצמית בלמידה, **וכן בתכנון וביצוע** של שיעור על פי הגישה היפנית, ברכיבים שנבדקו.

באשר **להבדלים בין הקבוצה פתרון בעיות ובין הקבוצה ביקורת**, בקרב הקבוצה פתרון בעיות בלט בעיקר ההיבט הפרקטי של ביצוע השיעור שבאופיו היה מורכב יותר. ממצא זה אפשר ללמוד שהגישה היפנית טיפחה אלמנטים של הכוונה עצמית בלמידה גם בקבוצה פתרון בעיות, אם כי בעוצמה פחותה ולא מפורשת. באשר לקבוצת הביקורת, אף היא גילתה שיפורים במספר מדדים בתכנון השיעור, ובהם שימוש במגוון אסטרטגיות וטיפול בקשיים שאליהם הייתה חשופה במהלך האימון, אך בקרב המורים בקבוצה זו נמצא קושי בביצוע השיעור.

לעומת זאת, **בביצוע השיעור**, נמצא כי המורים **בקבוצה פתרון בעיות + SRL** הפגינו שינויים גבוהים במובהק מהמורים בשתי הקבוצות האחרות, בכל אחד מששת המדדים שהוגדרו במחקר על פי הגישות התיאורטיות שבבסיס תכנית הפיתוח המקצועי: **אופן הצגת הבעיה, זיהוי צמתי החלטה, טיפול בקשיים, טיפוח לומד פעיל, שילוב הטכנולוגיה בשיעור והאמונות הפדגוגיות** המשתמעות מכך. ממצאים אלו תואמים לממצאים במחקרים קודמים על **מורים מומחים המטיבים לארגן ולייצג את ידע התוכן** שבו הם משתמשים, ובפרט מורים המפעילים בצורה מיטבית שיעורים בגישה היפנית (Borko, Jacobs, Kohllner, & Swackhamer, 2015; Hattie, 2012; Hino, 2015; Isoda, Stephens, Ohara, & Miyakawa, 2007).

מורים אלה מציגים את החומר החדש תוך שהם מקשרים אותו לידע קודם, ולנושאים אחרים שנלמדו. באשר להישגי התלמידים בפתרון בקול (קבוצת מיקוד), לא נמצאו בתום המחקר הבדלים בין הקבוצות בנכונות של פתרון הבעיות המתמטיות, אולם, **נמצא יתרון לשתי קבוצות של הגישה היפנית** (פתרון בעיות + SRL ופתרון בעיות) בהשוואה לקבוצת הביקורת במדד **רמת האסטרטגיה של פתרון הבעיה**, ויתרון

לקבוצה המשולבת (פתרון בעיות + SRL) לעומת שתי הקבוצות האחרות (פתרון בעיות וביקורת) **ברמת ההכוונה העצמית** במהלך פתרון הבעיות בקול. יתרונה של **הקבוצה המשולבת** לעומת שתי הקבוצות האחרות בא לידי ביטוי גם ברמת **האמונות הפדגוגיות** המכוונות לחשיבות של מרכז הלמידה בלומד פעיל ויוזם.

תרומת המחקר

למחקר תרומה במספר תחומים :

בתחום התיאורטי, הוא מציע מודל לפיתוח מקצועי המשלב בין גישות תיאורטיות שונות להוראה: הגישה **היפנית** דרך פתרון בעיות, הגישה **האינטגרטיבית** תוך שילוב טכנולוגיה (TPCK) וגישת **ההכוונה עצמית** בלמידה (SRL). בדיקת השילוב של שלושת הגישות **במחקר מקיף** אחד, ובניית תכניות התערבות תואמות המאפשרות **בידוד משתנים**, הוא **חידוש מחקרי** בעל **ערך מוסף** להבנת התנאים המיטביים להוראה בגישה היפנית.

בתחום המתודולוגי, המחקר פורש ממצאים רבים ומגוונים שנתחו **בשיטות מחקר משולבות**, כמותיות ואיכותניות, ומסקנותיו יכולות לתרום **למקבלי החלטות ולחוקרים עתידיים** בתחום הנחקר. המחקר מציע **דרכי הערכה ומחוונים** מהימנים לבחינה של **תכנון שיעור** בגישה היפנית ושל **הערכת הביצוע** בפועל, כחלק מהפיתוח המקצועי של מורים במתמטיקה, כל זאת על בסיס המשגות ותיאוריות שתוקפו במחקר. **בתחום הפרקטי**, המחקר מציע **נוסף למודל התיאורטי של הפיתוח המקצועי, דרכים ליישומם** בסביבה טכנולוגית בסיוע ההכוונה עצמית בלמידה תוך ההכוונה באמצעות **שאלות עצמיות** שהוכחו כיעילות במחקרים קודמים (ראו תרשים 4 לשאלות ה-מ.מ.מ.).

המלצות למחקרי המשך ולקובעי מדיניות

המחקר הנוכחי מצביע על **אפקטים חיוביים** של התכנית לפיתוח מקצועי של מורים בגישה היפנית בסביבה טכנולוגית הנתמכת בהכוונה עצמית, אך אין להסתפק בהשתלמות חד-פעמית של 30 שעות בתכנים שהוצגו, כפי שנעשה במחקר. להמשך הפנמת התכנית ולבניית הביטחון הדרוש להפעלתה על ידי המורים לאורך זמן, אנו ממליצים לבנות **תכנית המשך** שתאפשר את חשיפת המורים להיבט הפרקטי-ביצועי בתוך בית הספר בליווי הדרכה הולמת של מדריכות שעברו השתלמות מקצועית דומה. מודל ההדרכה ישולב בחלקו במוסדות להשתלמות, כמו הפיסגה או אוניברסיטאות, ובחלקו או במלואו בתוך מוסדות הלימוד. דבר זה **יאפשר שיתוף פעולה בין המורים בתכנון השיעור, בביצועו, וכן צפייה בשיעור של עמית ומתן רפלקציה ומשוב על התהליך של פיתוח המקצועי דרך ההוראה של פתרון בעיות כפי שהוא מתבצע ביפן.**

המחקר הנוכחי **התמקד במורים**, ובחן את **ההיבט הפרקטי** של תכנון השיעור בכלל המורים, ואת ביצוע השיעור בקבוצת מיקוד. במחקר המשך אנחנו מציעות להרחיב את המעקב על המורים ועל התלמידים, ולבדוק **בו-זמנית** את ההתפתחות של **כל המורים** ושל **כל תלמידיהם** שישתתפו בפיתוח המקצועי, במשתנים הנחקרים תוך התייחסות לרכיבים נוספים מעבר לאלו שנמדדו במחקר הנוכחי, כגון השוואות על פי גילאים ומגדר התלמידים ועל פי מאפיינים של מורים. המעקב הסימולטני אחר המורים והתלמידים צריך לכלול **צילום בו-זמנית ולאורך זמן** של המורה ושל התלמידים במשך מספר שיעורים ברצף באמצעות שתי מצלמות (אחת המכוונת למורה, ואחרת המכוונת לתלמידים) וכן הרחבת איסוף הנתונים **התהליכיים** על בסיס **חשיבה בקול**. הבדיקה **לאורך זמן** חשובה להערכה של **אפקט השימור** של התכנית.

באשר **לסביבה הטכנולוגית**, חשוב לציין כי במרבית בתי הספר שבהן לימדו המורים שהשתתפו במחקר, היו מחשב ומקרן, ולעתים אף חדר מחשבים, אלא שלרוב מספר העמדות בו היה מצומצם. רק בשני בתי ספר הייתה עגלת מחשבים ניידת עם מחשבים ניידים לתלמידים. בעקבות אלה, אנו ממליצות לעקוב במחקר המשך אחרי התפתחות המורים ותלמידיהם בשלבים מתקדמים יותר של שילוב המחשב בהוראת המתמטיקה בגישה היפנית בסיוע הכוונה עצמית, כך שמורה או צוות מורים מעצבים או מסיבים משימות קיימות למשימות מורכבות (Redefinition) תוך שילוב שימוש בכלים טכנולוגיים לפתירת הבעיה, עבור תלמידים בודדים או עבור צוותי תלמידים.

רקע

מחקרים עדכניים מעידים שתהליך ההוראה-למידה בשיעור המתמטיקה הוא המרכיב המשמעותי ביותר בתהליך רכישת ההבנה והידע המתמטי של התלמיד. אופיו של שיעור המתמטיקה בבית הספר היסודי מעסיק חוקרים רבים בשנים האחרונות, זאת בשל השאיפה להשבת שיעורי המתמטיקה בעולם מתמקדים **לתכניות לפיתוח המקצועי של מורים** למתמטיקה בבתי הספר היסודיים בחיזוק היכולת של המורה להוביל שיעורים שבהם מתבצעת **למידה משמעותית** המתאימה לדמות הבוגר הרצויה במאה ה-21. תכניות אלו מכוונות לשילוב **ידע מקצועי ופרקטיקה** ומתמקדות ביכולות המורה **בפתרון בעיות מתמטיות בסביבה טכנולוגית מתקדמת** תוך התבססות על מיומנויות של **הכוונה עצמית** להצבת מטרות ולהבנת הדרכים והאמצעים להשגת יעדי ההוראה-למידה והערכתם (Zimmerman, 2000), כל אלו מתוך מודעות **לאמונות פדגוגיות** של העמדת המורה/הלומד במרכז תהליך ההוראה והלמידה (Pajares, 1992).

מטרת המחקר הנוכחי היא לפתח תכנית **לפיתוח מקצועי** של מורים למתמטיקה המתמקדת בהוראה דרך פתרון בעיות בגישה היפנית, תוך שימת דגש על **ידע** בפתרון בעיות מתמטיות, ידע תוכן פדגוגי-טכנולוגי – (TPCK – Technology Pedagogy Content Knowledge) בתחום המתמטי ושימוש בהכוונה עצמית בלמידה, כל זאת בהתאם למטרות ההוראה/למידה ותוך מודעות לאמונות הפדגוגיות המניעות את ההוראה/למידה. בתכנית המוצעת **הפרקטיקה** של ההוראה מיושמת **בתכנון שיעור וביצועו** בפועל בגישה היפנית, והיא מכוונת על ידי האמונות הפדגוגיות (תרשים 1).



תרשים 1: מודל לפיתוח מקצועי של מורים

פתרון בעיות היא מיומנות חשובה ומרכזית לחיים במאה ה-21 בכלל, ובלימוד המתמטיקה בפרט (OECD, 2014). פוליה (Polya, 1957) ובעקבותיו שוינפלד (Schoenfeld, 1992) עסקו רבות בחקר פתרון בעיות, שלטענתם הוא לב לבה של המתמטיקה, בין אם פתרון בעיות בתוך המתמטיקה ובין אם בעיות יישומיות. אחד היעדים העומדים במוקד העשייה של מערכת החינוך הוא פיתוח של פותר בעיות אוטונומיים המסוגלים להתמודד עם הדינאמיות ועם השינויים התכופים המאפיינים את החיים בימינו. גם בהוראת המתמטיקה כיום פתרון בעיות הוא מרכיב מרכזי וחשוב בתהליך ההוראה-למידה. זהו תהליך חשיבתי מורכב הדורש מיומנויות של יצירת ידע חדש ושל בניית תובנות, תוך ניהול תהליך למידה מורכב.

היכולת של פתרון בעיות משלבת פעילויות קוגניטיביות החל משימוש בפרוצדורות ועד למיומנויות חשיבה מסדר גבוה, כגון יכולות של ניתוח והסקת מסקנות. יכולות אלו באות לידי ביטוי הן בבעיות שגרתיות והן בבעיות מורכבות (ill structure).

בספרות המחקרית אפשר למצוא מגוון רחב של מודלים להוראה, והיצע עשיר של היבטים המציגים מהי הוראה איכותית ומשמעותית המקדמת את יכולתם של התלמידים להתמודד בהצלחה עם פתרון בעיות מתמטיות. בשנים האחרונות עוסקים רבות בחקר שיעור בתהליך – lesson study – המתבצע ביפן, תהליך שבו מורים מפתחים שיעורים ומנתחים אותם. במסגרת תהליך זה המורים למתמטיקה ביפן עוסקים בתכנון ובביצוע של שיעורים בהוראה דרך פתרון בעיות בגישה הייחודית להם המכונה הגישה היפנית. לאור תוצאות ה-TIMSS (TIMSS – Third International Mathematics and Science Study) שהבליטו את הביצועים הטובים ואת החשיבה המתמטית העמוקה של תלמידים יפנים במתמטיקה, נערכו מחקרים רבים שמטרתם להתחקות אחר המאפיינים שהובילו להצלחה זו. גם הפיקוח על המתמטיקה בארץ מקדם גישה הוראה זו.

הוראה דרך פתרון בעיות בגישה היפנית

בהוראה דרך פתרון בעיות בגישה היפנית, שיעור המתמטיקה בנוי סביב בעיה מתמטית מרכזית המקדמת את הבנת התלמיד בתכנים המתמטיים בהקשר הנלמד. העיסוק בפתרון בעיה מרכזית בשיעור מקדם את ההבנה של מושגים מתמטיים ושל הקשרים ביניהם, תהליך המוביל להבנה מעמיקה ומשמעותית של הרעיון המתמטי הנלמד. השיעורים בגישה זו מאופיינים לרוב בדפוס הוראה המורכב מרצף של חמש פעילויות: הצפת הרעיונות מהשיעור הקודם; הצגת הבעיה שבה עוסקים בשיעור הנוכחי; עבודה עצמית של התלמידים בנפרד או בקבוצות; דיון בפתרונות שהתלמידים מעלים; סיכום והדגשה של הרעיונות המתמטיים שבאו לידי ביטוי בתכנים שבהם עסק השיעור (Hino, 2015). הוראה דרך פתרון בעיות בגישה היפנית מאפשרת לכל תלמיד לפתח אסטרטגיות המתאימות לרמתו וליכולתו המתמטית והקוגניטיבית, להשתמש באסטרטגיות אלו, וכן מענה דיפרנציאלי על-ידי מתן אפשרויות למגוון של דרכי פתרון ושל אסטרטגיות לפתרון הבעיה המובילה את השיעור. תפקיד המורה בהוראה בגישה זו היא ליצור הזדמנויות לתלמידיו להבין את הרעיונות המרכזיים ולתמוך בלמידה העצמית שלהם (Sugiyama, 2008).

הוראה היא תהליך מורכב מבחינה קוגניטיבית והיא דורשת ידע מקצועי מתחומים שונים (Adler & Davis, 2006; Shulman, 1987; Tirosh & Graeber, 2003). הפדגוגיה של הוראת המתמטיקה נגזרת ממבנה הדעת הייחודי של המתמטיקה. בעקבות התבוננות במורים בפועל ובשימוש שהם עושים בידע מתמטי, פיתחו בול ופורנזי (Ball & Foran, 2011), בול, תיימס ופלפס (Ball, Thames, & Phelps, 2008) והיל ובול (Hill & Ball, 2004) תיאוריה המתבססת על מחקרו של שולמן (Shulman, 1987). לפי תיאוריה זו הידע הדרוש למורים מתחלק לשתיים:

- **ידע תוכני** (Subject matter knowledge) שהוא מתמטי בלבד.
- **ידע תוכן פדגוגי** (Pedagogical content knowledge) שמערב ידע מתמטי עם ידע אחר, כגון ידע על דרכי הוראה או ידע על תכנית הלימודים. בין סוגי הידע האחר החשובים שלו זקוק המורה נמצא: ידע על תלמידים הכולל הבנת התהליכים של למידת המתמטיקה; ידע על חשיבה מתמטית של תלמידים; ידע על הבדלים אינדיבידואליים בין תלמידים; הבנת תפקיד הייצוגים בחשיבה של התלמידים; ידע על קשיים בלמידה; ידע על הדרכים שבהם מורה מתקשר עם תלמידיו לצורך

הוראה; ידע של דוגמאות, רבות ככל האפשר, עבור כל רעיון מתמטי; יכולת לבסס למידה של חומר חדש על ידע קודם; יכולת לפתור בעיות בדרכים רבות ולהסביר את אותם הדברים באופנים שונים; יכולת להסביר את החומר בצורה מתאימה ללומדים; ידע בשיטות לימוד ובאמצעי עזר והתאמתם לחומרי הלימוד ולמאפייני התלמידים ויכולת שימוש באמצעים אלו כמרכיב בלתי נפרד מההוראה ומהלמידה.

ידע התוכן הפדגוגי (PCK) הוא גורם משמעותי ביותר בתכנון ההוראה על ידי המורה. כדי לתכנן ולבצע את ההוראה באופן מיטבי, על המורה להכיר ולשלב סוגי ידע אלו בעבודתו. בול ועמיתיה (Ball et al., 2008) מצאו כי ידע מתמטי של מורים חשוב ומשמעותי להישגי התלמידים. לטענתם, מורים החסרים ידע בתחום הדעת (ידע תוכני), אינם יכולים לעזור לתלמידים ללמוד אותו. יחד עם זאת, ידיעה של תחום הדעת בלבד אינה מספיקה להוראתו. לדעת החוקרים, כדי להביא את התלמידים להישגים המצופים, יש צורך להכיר בחשיבותו של ידע התוכן הפדגוגי (PCK) להוראה יעילה, ולשלב בפיתוח המקצועי של מורים. תכנון ההוראה הוא תהליך מורכב שבמהלכו המורה מציב מטרות, בוחר חומרי למידה ומתאים את דרכי ההוראה לתוכן, לתלמיד ולסביבה הלימודית (Kramarski & Michalsky, 2009a, 2010, 2015). בהוראה דרך פתרון בעיות בגישה היפנית על המורה לתכנן את שיעור המתמטיקה ביסודיות רבה תוך התייחסות לעקרונות הייחודיים לשיעור בגישה זו (Isoda et al., 2007):

1. הצבת מטרות לשיעור – בעת תכנון השיעור על המורה לנסח את מטרותיו לשיעור תוך מיקוד במה שהתלמיד צפוי להבין בעקבות השיעור.
 2. בחירת בעיה עשירה עם מבנה פתוח – ill structure, המאפשרת מגוון אסטרטגיות לפתרון, והעיסוק בה מאפשר להבנות מושגים ומיומנויות מתמטיים. על הבעיה לעזור לתלמיד לפתח את ההבנה שהציג המורה במטרות השיעור.
 3. אסטרטגיות לפתרון הבעיה – בתכנון השיעור על המורה לפרט את דרכי הפתרון האפשריות לבעיה המרכזית.
 4. שגיאות צפויות – צפייה מראש של קשיים במהלך ההתמודדות עם הבעיה היא מרכיב חשוב בתכנון השיעור. ככל שהמורה יצפה מראש קשיים שעלולים להתעורר, הוא ישכיל לטפל בהם בזמן ביצוע השיעור.
 5. דיון מסכם – בתכנון השיעור, על המורה לפרט את השאלות שיוצגו לתלמידים לסיכום הרעיונות המתמטיים של השיעור. שאלות אלו יובילו ליצירת קישוריות בין האסטרטגיות השונות לפתרון, בין הרעיונות השונים שהוצגו ובין כל אלו לרעיון המתמטי המרכזי של השיעור.
- שלב תכנון השיעור הוא שלב חשוב וקריטי, ולכן הוא דורש תכנון קפדני. התפיסה היא כי תכנון קפדני מקדם ביצוע מיטבי של השיעור, מקטין את הסיכוי למצבים בלתי צפויים ועוזר למורה להתנהל בצורה מיטבית בעת ביצוע השיעור. המטרה של תכנון מפורט של השיעור היא להביא למוכנות רחבה ומעמיקה של המורה לקראת ביצועה.
- המעבר מתכנון השיעור לביצועו בפועל אינו מובן מאליה. סוגיאמה (Sugiyama, 2008) מאפיין את ההוראה לפי שלוש רמות:
- הוראה על-ידי מסירה – שבה המורה מעביר לתלמידים את הרעיונות הבסיסיים בצורת עובדות, מושגים ופרוצדורות;

- הוראה על-ידי הסברים – שבה המורה מסביר את המשמעות ואת הנימוקים של רעיונות חשובים כך שהתלמיד יבין אותם ;
 - הוראה המבוססת על הבניית ידע על-ידי התלמידים – שבה המורה יוצר לתלמידים הזדמנויות להבנת הרעיונות המרכזיים של השיעור ותומך בלמידה שלהם כך שהם יהפכו ללומדים עצמאיים. הוראה מיטבית דרך פתרון בעיות בגישה היפנית מתבססת בעיקר על הרמה השלישית, תוך שילוב הרמה השנייה. כלומר, הוראה שבה המורה יוצר הזדמנויות לכל תלמידיו להבין את הרעיונות המרכזיים של השיעור ותומך בלמידה העצמית שלהם. כל זאת כשהוא מנווט, מכוון ומבסס את המשמעות ואת הנימוקים של הרעיונות המרכזיים, כך שהתלמיד יבין אותם, יתמקד בהם ויפנים אותם. השיעור בהוראה דרך פתרון בעיות בגישה היפנית מאופיין בכמה היבטים :
1. הכוונת פתרון הבעיה על-ידי שאילת שאלות ומתן הסברים, נימוקים והכללות בידי התלמידים, תוך שהם מתבססים על ניסיונם האישי.
 2. קוהרנטיות בביצוע השיעור. לשיעור צריך להיות פתיח, התפתחות ומסקנה וסיכום טובים. הקו הסיפורי חייב להיות קוהרנטי ברמה המתמטית וברמה הפדגוגית.
 3. גמישות בניהול השיעור. המורה צריך לנווט בזירות את הדיון, באמצעות הכוונה לרפלקציה עדינה ובטוחה על הרעיונות שהתלמידים מביעים, כך שהם יעמיקו את הבנתם. הדיון סביב הבעיה צריך להוביל באיטיות לרעיון המרכזי שאותו מבקשים להעביר לתלמידים.
 4. רפלקציה אישית. השיעור צריך להסתיים ברפלקציה של התלמידים על החשיבה שלהם, כשהם מביעים את מה שלמדו.
 5. בהצגת הרעיונות המתמטיים של השיעור יש לשלב הצגה ויזואלית שתוביל ותשתלב בסיכום המילולי על-ידי התלמידים.
- מחקרים מצביעים כי שילוב אמצעים טכנולוגיים בהוראת המתמטיקה הוא חיוני לפיתוח הידע והמיומנויות הנדרשים לתפקוד מיטבי במאה ה-21 (דוח מקיף על מצב לימודי המתמטיקה במערכת החינוך האמריקאית, 2008). בשנים האחרונות, שילוב כלים טכנולוגיים בשיעורי המתמטיקה, שבהם יש להם ערך מוסף, הוא יעד מרכזי של הפיקוח על המתמטיקה גם בארץ. לאור אלו, ישנה חשיבות לחקר הגישה היפנית המשלבת ידע תוכן פדגוגי טכנולוגי בתכנון ההוראה דרך פתרון בעיות.

ידע תוכן פדגוגי טכנולוגי – TPACK

סביבת למידה המשלבת טכנולוגיה מספקת אפשרויות חדשות להוראה, למשל: שימוש בייצוג או במדיה המאפשרים מעבר מתכנים מופשטים לתכנים מוחשיים של ידע, ובכך עוזרים בפיתוח ידע תפיסתי (וידסלבסקי, פלד ופבסנר, 2010; Azevedo, 2005; Jacobson & Archodidou, 2000); ניצול הידע הקיים וגיוס מידע בכל עת שהוא נחוץ כדי לבנות ידע חדש; זימון התנסות בתהליכים אינטראקטיביים מגוונים לבניית ידע תוך התנסות בסימולציות, בחשיבה רפלקטיבית, בפתרון בעיות, בפיתוח חשיבה ביקורתית ויצירתית; זימון וקידום של חשיבה ברמה גבוהה בהליכי הלמידה (Jonassen, 2007McMahon).

לאחרונה, ככל שעולם החינוך הולך ומתקדם לעבר למידה משולבת טכנולוגיה, נעשים מאמצים רבים לעצב ולהגדיר מחדש את הפדגוגיה, את ההוראה, את הלמידה ואת תפקיד המורה. במסגרת מאמצים אלו נעשית הבחנה בין הידע הנדרש לשילוב הטכנולוגיה ובין הפרקטיקה, כלומר, הדרכים לשילוב ידע זה

בכיתה (Ball & Foran, 2011; Shulman, 1987). המחקר על רכישת ידע לשילוב הטכנולוגיה טבע מושג חדש: ידע תוכן פדגוגי טכנולוגי – TPACK (Technology Pedagogical Content Knowledge). ה-TPACK היא מסגרת תיאורטית להבנת הידע שהמורה צריך כדי לשלב את הטכנולוגיה בהוראתו ביעילות. תיאוריית ה-TPACK מתארת את הקשרים שבין שלושת המרכיבים הבסיסיים של הידע: ידע טכנולוגי, ידע פדגוגי וידע של תוכן, ואת המורכבות שלהם. חוקרים (Schmidt et al., 2009) מציינים כי שילוב יעיל של טכנולוגיה ושל תכנים דורש לא רק ידע של התוכן, של הפדגוגיה ושל הטכנולוגיה, אלא בעיקר ידע של הקשרים ביניהם (Koehler, Mishra, & Yahya, 2007). לאור זאת, התמקדנו במחקר זה בידע האינטגרטיבי של שלושה רכיבים אלו.

רכישת **הידע האינטגרטיבי** של TPACK בשילוב הטכנולוגיה בהוראה אינה קלה. זאת ועוד, **הפרקטיקה** של שילוב הטכנולוגיה בשיעורים הוא תהליך מתפתח ומורכב שעל המורה להתנסות בו בתהליך ההכשרה. פואנטדורה (Puentedura, 2009) מציג במחקרו מודל המשמש למיון ולהשוואה של הדרכים השונות שבהן מורים יכולים להשתמש בטכנולוגיה בהוראתם – SAMR: **רמה ראשונה** – Substitution – המורים משתמשים בטכנולוגיה להוראה כדי לבצע את **אותן המשימות** שביצעו לפני כניסתה של הטכנולוגיה להוראה. ברמה זו אין שינוי תפקודי או בסיסי בהוראה ובלמידה; **רמה שנייה** – Augmentation – בדומה לרמה הראשונה, הטכנולוגיה משמשת **תוספת** לשיטות הלא-טכנולוגיות, אך השימוש בטכנולוגיה הוא לרוב לצרכי שיעור בסיסיים כגון תרגול. **רמה שלישית** – Modification – הטכנולוגיה משמשת **לעיצוב מחדש** של חלקים חדשים של משימת הלמידה. ברמה זו הטכנולוגיה מעשירה את ההוראה ואת הלמידה. **הרמה הגבוהה ביותר** של שילוב הטכנולוגיה לפי מודל זה היא – Redefinition, כלומר, **הגדרה מחדש** – הטכנולוגיה משמשת ליצירת משימות חדשות בעלות מורכבות שונה המשלבות פונקציות טכנולוגיות מגוונות המעצימות את הלמידה. למשל, המורה בונה בתוכנה כלשהי, כגון ה-Geogebra, דוגמאות ספציפיות כדי להדגים את רעיונות השיעור. ברמה זו חלים שינויים מהותיים בטקטיקות ההוראה ושימת הדגש בה היא על הוראה הממוקדת בלומד.

הפרקטיקה של שילוב טכנולוגיה בהוראה בכלל, ובגישה היפנית בפרט, היא הרבה מעבר להוספת טכנולוגיה לידע התוכן הפדגוגי (PCK). המורים צריכים לפתח מיומנויות של שילוב טכנולוגיה בידע התוכן הפדגוגי באמצעות תכנון שיעורים עשירים בטכנולוגיה "לקראת הפיכת ידע קיים לגוף ידע חדש" (Angeli & Valanides, 2009, p. 5). פיתוח מיומנויות אלו בקרב המורים מצריך יכולות מורכבות (Angeli & Kramarski, 2006; Valanides, 2009; Mishra & Koehler, 2006), כולל מיומנויות של **הבנה ותכנון** (Kramarski & Michalsky, 2010; 2009a, 2009b; 2015). לדעתם של קואלר ומישרה (Koehler & Mishra, 2005) הכשרת מורים צריכה לכלול מעבר לידע של כלים טכנולוגיים, מיומנויות של הבנת השימוש בטכנולוגיה, כולל הבנה של **הזמינות, המגבלות והפדגוגיה** של כל אחד ממרכיבי ה-TPACK.

מיומנויות תכנון שיעור בגישה היפנית בשילוב טכנולוגיה כוללות הבנה מורכבת שמצריכה חשיבה ברמה גבוהה ביצירת תוצרים חדשים של TPACK (Zohar & Kramarski, 2010; 2005). (Schwartz, 2005). אנג'לי וולנידס (Angeli & Valanides, 2009) פיתחו מודל הכשרה של **שילוב טכנולוגיה בהוראה באמצעות תכנון שיעור** המאפשר למורים לפתח הבנה גמישה ומובנית של הטכנולוגיה. לפי המודל שלהם התכנון חייב להילמד על-ידי **עשייה והתנסות**, והוא תהליך יצירתי שבו המתכנן עושה דברים בדרכים חדשות. יחד עם זאת, תכנון ההוראה ותכנון שיעור בגישה היפנית בשילוב טכנולוגיה הם

תהליכים מסובכים ומורכבים. פעמים רבות מתעוררות בתהליך התכנון תקלות או שדברים אינם מתקדמים לפי התכנון, ובמצבים אלו על המתכנן לחשוב באופן רפלקטיבי. במסגרת התכנון, על המורים לבצע התאמה ברורה ומודעת של טכנולוגיה מסוימת לנושא שרוצים ללמד, תוך שימת דגש על **הערך המוסף** של הטכנולוגיה בלימוד הנושא (Angeli & Valanides, 2009). מורכבותו של תהליך תכנון השיעור בכלל ובגישה היפנית בפרט, מצריכה תמיכה, ובשל כך ה-OECD וחוקרים אחרים (Kramarski & Michalsky, 2009a, 2010, 2015) ממליצים לשלב הכוונה עצמית בלמידה ובהוראה. עד כה טופחה הכוונה עצמית בלמידה בעיקר בקרב תלמידים ופחות בקרב מורים. טיפוח הכוונה עצמית בקרב המורים עשויה לסייע להם ברכישה של הידע ושל תהליכי הרפלקציה הדרושים לתכנון ההוראה בגישה היפנית בסביבה טכנולוגית ובביצועה בפועל.

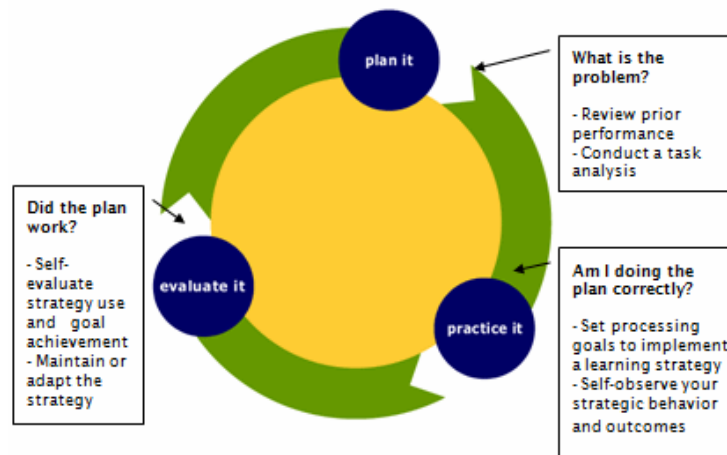
הכוונה עצמית בלמידה (SRL)

הכוונה עצמית בלמידה (Self-Regulated Learning – SRL) היא יכולתו של הלומד להיות מודע למחשבותיו, להרגשותיו ולהתנהגותו במהלך הלמידה, לפקח עליהן ולנהל אותן, כדי להשיג את מטרות הלמידה שלו (Boekaerts, 2002; Pintrich, 2000; Zimmerman, 2000). בבסיס תיאוריות ההכוונה העצמית בלמידה עומדת ההבנה כי למידה אינה "משהו" שקורה ללומדים – אלא "משהו" שקורה על-ידי הלומדים (Zimmerman, 1986).

תהליכי ההכוונה העצמית בלמידה (SRL) הם מעגליים ומכילים מרכיב קוגניטיבי, מרכיב מטה-קוגניטיבי, מרכיבים מוטיבציוניים-רגשיים ומרכיבים התנהגותיים. צימרמן (Zimmerman, 2000) וצימרמן ושנק (Zimmerman & Schunk, 2011) פיתחו מודל של הכוונה עצמית בלמידה הנתמך **בשאלות עצמיות** הכולל שלושה שלבים:

1. **שלב החשיבה המוקדמת** הכולל תהליכי תכנון (למשל, ניתוח המשימה והצבת מטרות) ואמונות הקשורות למוטיבציה (למשל, מסוגלות עצמית).
 2. **שלב הביצוע** הכולל תהליכי שליטה עצמית (למשל בחירה באסטרטגיות לביצוע המשימה) והתבוננות עצמית (למשל ניטור מטה-קוגניטיבי).
 3. **שלב הרפלקציה העצמית** הכולל הערכה של שני מרכיבים: שיפוט עצמי (Self-judgment) ותגובה (Self-reaction). **שיפוט עצמי** מערב את הלומדים בחשיבה לאחור על ביצועיהם וייחוס משמעויות לתוצאות של כל שלבי הלמידה. **בתגובה עצמית** הלומד עוסק בחשיבה קדימה, הכוללת הסקת מסקנות על שינוי אסטרטגיות או על שיטות למידה בעתיד. שלב השיפוט העצמי הוא השלב האחרון במודל המעגלי של הכוונה עצמית בלמידה, שכן בשלב זה הלומד בודק התאמה של אסטרטגיות ושל מטרות. תוצאות הרפלקציה במחזור אחד ישפיעו על שלב החשיבה המוקדמת בשלב שלאחריו.
- המודל משלב שאלות עצמיות העוזרות ללומד להתקדם במעגל ה-SRL (ראו דוגמה יישומית על בסיס צימרמן להלן בתרשים 2). שאלות עצמיות מעודדות גילוי של כל פיסות המידע הקשורות למשימה, מעוררות חשיבה ועיבוד פעיל של רמות חשיבה גבוהות, ותורמות לפיתוח הרגלים של חקירה, שבהם ישתמש הלומד בעתיד באופן עצמאי.

The SRL model: plan it, practice it, evaluate it



תרשים 2 : מודל ההכוונה העצמית בלמידה – SRL בתמיכת שאלות עצמיות

במחקרים נמצא שמיומנויות של הכוונה עצמית תורמות להתמודדות עם בעיות מתמטיות, הן בפתרון בידי תלמידים (Desoete & Roeyers, 2006; Desoete & Veenmam, 2006; Kramarski & Mevarech, 2003; Kramarski, Mevarech, & Arami, 2002; Kramarski, Weisse, & Koloshi-Minsker, 2010; Kramarski, 2008; Kramarski & Zoldan, 2008) והן בתכנון שיעור בידי מורים (Kramarski & Zoldan, 2008). בפרט נמצא כי בעיות בעלות מבנה פתוח (Ill-structure problem), כמו בעיות חקר או משימות תכנון, מצריכות תמיכה מטה-קוגניטיבית או יכולות של הכוונה עצמית בלמידה – SRL. המבוססת על שאילת שאלות מנחות (Byun, Lee & Cerreto, 2014; Mevarech & Kramarski, 2014). מחקרים אלו נערכו בסביבות למידה רגילות, ורובם בדקו פרחי הוראה ולא מורים בפועל. זאת ועוד, רוב המחקרים לא בדקו למידה המשלבת הוראה דרך פתרון בעיות בגישה היפנית בסביבה טכנולוגית המטפחת לומד בעל הכוונה עצמית. נוסף על אלו, מרבית המחקרים בדקו תלמידים בנפרד ומורים בנפרד. ישנה חשיבות לחקור את שני האוכלוסיות בו-זמנית במחקר אחד, כפי שנעשה במחקר זה.

אמונות של מורים על אודות הוראה ולמידה

אמונות הן מרכיב חשוב במודלים של הכוונה עצמית בלמידה. לדעת פנמה ופרנק (Lodogema : Fennema & Franke, 1992) אי אפשר להתייחס לידע של מורים ולהכוונה עצמית בלמידה (Zimmerman, 2008) בלי להתייחס לאמונותיהם. שני היבטים אלה קשורים זה בזה ומשפיעים הדדית זה על זה. עמדות, תפיסות ואמונות של מורים על הוראה ולמידה קשורות לביצוע ההוראה בפועל, משפיעות עליה, והן אחד הגורמים המשפיעים ביותר על קבלת ההחלטות שלהם בתחום (Pajaras, 1992). לאמונות של מורים למתמטיקה השפעה רבה על עבודתם בשדה, על תפיסתם באשר לתפקידם בכיתה, על בחירת המשימות המתמטיות שלהם עבור התלמידים ועל גישת ההוראה שלהם. אפשר לחלק את אמונות המורים למתמטיקה לקטגוריות שונות, ובהן אמונות המתייחסות להעמדת המורה/והתלמיד במרכז של תהליך ההוראה/הלמידה של המתמטיקה, אמונות המשתקפות ביחסי הגומלין בכיתה (Lappan & Theule, 1992; Thompson, 1992; Lubieniski, 1992), ואמונות המתייחסות למאפייני הלמידה במתמטיקה :

א. **אמונות על מרכז המורה/התלמיד בהוראת המתמטיקה**: בספרות מתוארות ארבע אמונות על מיקום המורה והתלמיד בתהליך ההוראה. אמונות אלו נמצאות על הרצף שבין "מורה פעיל ללומד מגיב" ובין "לומד פעיל למורה מגיב" (אצל מיכלסקי וקמרסקי, 2008; Kramarski & Michalsky, 2009a, 2015) ואלה הן: 1. הוראה ולמידה הן **העברת ידע** מהמורה לתלמיד. המורה נמצא במרכז שכן הוא בעל הידע, והתלמיד הוא כלי ריק שאמור לקבל ולהכיל אותו; 2. הוראה ולמידה נעשות בדרך של **הכוונה והדרכה** על ידי המורה, המתווך בין החומר ללומד. המורה מדגים או מציג ללומד, והלומד מחקה אותו, וכך לומד בעצמו; 3. הוראה ולמידה נעשות על-ידי **העצמה וטיפול** של הלומד. לפי תפיסה זו, המורה והתלמיד הם שותפים ופעילים שווים בהבניית הידע אצל הלומד; 4. הוראה ולמידה נעשות תוך כדי פעילות של **הכוונה ושל הבניה** של הלומד. לפי תפיסה זו, הלומד נמצא במרכז יצירת הידע, והמורה משקיף מן הצד ופעילותו מזערית.

ב. **אמונות על מאפייני למידה המעודדים הבנה במתמטיקה** – אמונות אלו מתייחסות להתנהגויות ולפעולות המנטליות של הלומד המעורבות בתהליך הלמידה. למשל אמונה בלמידת מתמטיקה דרך חקירה וחיפוש עצמאי אחר הידע, למידה דרך פתרון בעיות, חשיבות ההנמקה וההסבר בלימוד המתמטיקה, מתן משימות הכרוכות בחיפוש של חוקיות ושל הכללה, חשיבות קיום שיח מתמטי כחלק מתהליך ההוראה, וחשיבות שילוב ייצוגים דינמיים ודיגיטליים התורמים לקידום הלמידה. קמרסקי ומיכלסקי (Kramarski & Michalsky, 2015) טבעו את המושג **אמונות פדגוגיות** הכולל אמונות משני הסוגים שהוצגו לעיל, אמונות המגדירות את הדרכים העדיפות להוראה וללמידה. מעתה נשתמש במושג אמונות פדגוגיות בהתייחסות למרכז המורה או התלמיד בהוראה והלמידה ולמאפייני הלמידה המעודדים הבנה.

חוקרים ואנשי חינוך שחקרו את דמות המורה ואת תפיסת ההוראה והלמידה בקרב מורים, מטירוניס ועד מומחים, מצאו שמורים נוטים לדבוק במשך השנים בתפיסותיהם העצמיות בכל הקשור ללמידה ולהוראה (Kramarski & Michalsky, 2015; Pajares, 1992; Styles & Radloff, 2001). רובם נאמנים לתפיסותיהם הפדגוגיות ולהתנהגויות ההוראה שלהם ונוטים ללמוד וללמד בדרך שלמדו הם עצמם, בדרך כלל בהוראה פרונטאלית על-ידי העברת ידע ושינון, כך שההוראה מתרכזת במורה ואינה מדגישה את ההכוונה העצמית בלמידה (Darling-Hammond, 2000; Hativ & Goodyear, 2001).

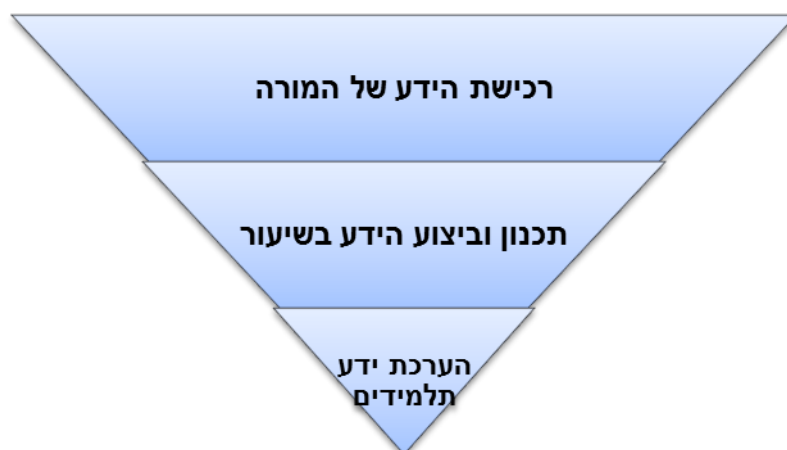
שינוי אמונות על אודות אופי הלמידה וההוראה של מתמטיקה, גורם גם לשינוי באמונות על אודות הדרך שבה תלמידים רוכשים ידע מתמטי, ואלה גורמים לשינויים באופי המשימות המתמטיות הניתנות לתלמידים, בסביבה הלימודית ובהוראת המתמטיקה בפועל (Ainley & Luntley, 2007; Mewborn & Cross, 2007; Philipp, 2007). שילוב של פיתוח חשיבה ופתרון בעיות בהוראה בשילוב טכנולוגיה – TPACK בגישה היפנית מחייב שינוי בדרכי ההוראה-למידה ובתפיסת התפקיד, הן של המורה והן של התלמיד. תפקידו של המורה היא ליזום אירועי חשיבה, לנווט את התרחשותם, לתת לתלמידים זמן לחשיבה ובכך לסייע להם להתפתח תוך כדי התהליך (זוהר, 1996).

כדי שמורה יוכל לאמץ את ההוראה דרך פתרון בעיות בגישה היפנית, עליו להיות בעל **ידע בפתרון בעיות** ובעל **ידע תוכן-פדגוגי** בתחום, וכמו כן עליו להתאים את **אמונותיו** לעקרונות שהוצגו לעיל ולהיות בעל יכולת **לנווט** בין דרישות אלו, כלומר בעל יכולת **להכוונה עצמית בלמידה** (SRL). נוסף על כך, הוראה מורכבת דרך פתרון בעיות מתמטיות ושילוב טכנולוגי מצריכים שיטת **אימון** המטפחת את המרכיבים שבמודל היפני ומכוונת את שיקולי הדעת של המורה בתכנון שיעור לפי עקרונות ה-TPCK. ממצאי מחקר

קודמים מצביעים כי אימון מפורש במיומנויות של הכוונה עצמית בלמידה – SRL בעזרת **שאלות עצמיות** (מה? איך? למה? ומתי?) יכולות לקדם פתרון בעיות מתמטיות בסביבה טכנולוגית. מסקנה זו נתמכת ממחקרם של פרלס, גטלר ושמיטץ (Perels, Gurtler, & Schmitz, 2005), שנערך בגרמניה, ושבנו נמצא כי אימון משולב של הכוונה עצמית בלמידה ושל גישה המטפחת פתרון בעיות מתמטיות בקרב תלמידים צעירים (כיתה ח) הוא בעל ההשפעה הטובה ביותר הן בתחום ההכוונה העצמית בלמידה והן ביכולת של פתרון בעיות מתמטיות, זאת בהשוואה לאימון בכל אחת מהגישות בנפרד (הכוונה עצמית ופתרון בעיות).

לואיס (Lewis, 2000) אשר חקר במשך כמה שנים את החינוך ביפן, מצא כי המורים למדעים ביפן הצליחו לשנות את **גישתם** בהוראת המדעים מ"הוראה כפעולת העברה" ל"הוראה לצורך הבנה". מבחני ה-TIMSS מצביעים אף הם כי אצל המורים היפנים המלמדים דרך פתרון בעיות בגישה היפנית ניכר שיפור **ידע של המורים**, ובעקבות כך באיכות ההוראה שלהם ובהישגים של תלמידיהם (Hiebert, 2000; Stigler & Hiebert, 1999). ממצאים אלו נמצאו בהוראת פתרון בעיות בסביבות למידה רגילות, ובדקו, לרוב בנפרד, את השפעת הגישה על המורים (למשל אמונות) או את השפעתה על התלמידים (למשל הישגים: Hiebert, 2000). אולם, כפי שצוין כבר בהקדמה, מחקרים על יעילות הגישה היפנית במדינות אחרות אינם חד-משמעיים (Fujii & Takahashi, 2012), ולכן יש צורך בהמשך מחקר להבנת תנאי ההפעלה של הגישה היפנית במדינות אחרות, ובישראל בפרט.

מטרת המחקר הנוכחי היא **בדיקת תכנית לפיתוח מקצועי של מורים** למתמטיקה להוראה דרך פתרון בעיות בגישה היפנית בשלושה היבטים: **רכישת ידע ופרקטיקה** בקרב המורים – בתכנון ובביצוע שיעור בגישה היפנית תוך שילוב טכנולוגיה (TPCK), **ובהערכת הידע בקרב התלמידים** (תרשים 3). **רמת הידע של המורים** נבדקה ב: 1. פתרון בעיות במתמטיקה; 2. ידע תוכן פדגוגי טכנולוגי (TPCK); 3. **הכוונה עצמית בלמידה – SRL ואמונות פדגוגיות**, ואילו **רמת הפרקטיקה** נבדקה בתכנון ובביצוע השיעור בשילוב טכנולוגיה בגישה היפנית. **רמת הידע של התלמידים** נבדקה **במשתנים מקבילים** (פתרון בעיות, הכוונה עצמית בלמידה ואמונות פדגוגיות).



תרשים 3: הרבדים לבדיקת הפיתוח המקצועי של המורים

לבדיקת מטרות המחקר הושושו שלוש קבוצות:

קבוצה 1 – **פתרון בעיות + SRL**, שנחשפה לגישה היפנית להוראה דרך פתרון בעיות בשילוב טכנולוגיה תוך טיפוח מיומנויות של הכוונה עצמית בלמידה.

קבוצה 2 – **פתרון בעיות**, שנחשפה רק להוראה בגישה היפנית בשילוב טכנולוגיה, אך בלי שימת דגש על הכוונה עצמית בלמידה.

קבוצה 3 – **ביקורת**, שנחשפה לפתרון בעיות על פי מטרות התכנית החדשה במתמטיקה המעודדת שימוש בטכנולוגיה בלי התייחסות לגישה היפנית, ובלי שימת דגש מפורש על הכוונה עצמית בלמידה (ראו פירוט להלן בפרק השיטה).

משתני המחקר

משתנים תלויים

• מורים

היבט הידע:

1. פתרון בעיות מתמטיות
2. ידע תוכן פדגוגי טכנולוגי (TPCK)
3. הכוונה עצמית בלמידה (SRL)
היבט הפרקטיקה:
4. תכנון וביצוע שיעור בהוראה דרך פתרון בעיות בגישה היפנית בשילוב טכנולוגיה (TPCK)
5. אמונות פדגוגיות (מרכז מורה/לומד)

• תלמידים

1. פתרון בעיות מתמטיות
2. הכוונה עצמית בלמידה (SRL)
3. אמונות פדגוגיות (מרכז מורה/תלמיד)

משתנים בלתי תלויים: אופי ההתערבות: פתרון בעיות + SRL, פתרון בעיות, ביקורת.

משתנים מפוקחים:

משתני רקע – גיל, מגדר, ותק בהוראה; מצב סוציו-אקונומי של בית הספר – מדד הטיפוח, תואר, השתתפות בהשתלמויות ושימושי מחשב.

שאלות המחקר

שאלות המחקר מתייחסות הן **למורים והן לתלמידים** במשתנים מקבילים:

שאלת מחקר ראשונה – מורים:

א. האם יהיו הבדלים **בקרוב המורים** בשלוש קבוצות המחקר, פתרון בעיות + SRL, פתרון בעיות

וביקורת, **בפיתוח הידע** (פתרון בעיות, ידע תוכן פדגוגי טכנולוגי – TPCK והכוונה עצמית – SRL)?

ב. האם יהיו הבדלים **בקרב המורים** בשלוש קבוצות המחקר, פתרון בעיות + SRL, פתרון בעיות וביקורת, **בפיתוח הפרקטיקה** (תכנון וביצוע השיעור תוך התייחסות לאמונות הפדגוגיות)?

שאלת מחקר שנייה – תלמידים:

האם יהיו הבדלים **בקרב התלמידים** בשלוש קבוצות המחקר, פתרון בעיות + SRL, פתרון בעיות וביקורת, **בפיתוח הידע** (פתרון בעיות, הכוונה עצמית ואמונות פדגוגיות)?

שיטה

במחקר המקיף השתתפו 115 מורים המלמדים בבתי ספר יסודיים (כיתות ה-ו) באזור המרכז, שחולקו לשתי קבוצות ניסוי ולקבוצת ביקורת, ו-75 תלמידים (25 תלמידים מכל קבוצת מחקר אשר למדו אצל המורים שהשתתפו במחקר העומק – ראו פירוט להלן בתרשים 6). המורים שנבחרו למחקר זה השתתפו בהשתלמויות העוסקות בהוראת המתמטיקה מטעם הפיקוח על המתמטיקה, אשר התקיימו במרכזי הפסג"ה במרכז הארץ. המורים מקבוצות הניסוי: פתרון + SRL ופתרון בעיות השתתפו בהשתלמויות "תכנון ההוראה בגישת פתרון בעיות בשילוב טכנולוגיה", והחלוקה שלהם לשתי קבוצות המחקר הייתה אקראית. המורים בקבוצת הביקורת השתתפו בהשתלמויות שעסקו בהוראת המתמטיקה בבית-הספר היסודי בהלימה לעקרונות תכנית הלימודים וליעדי הפיקוח על המתמטיקה. כל ההשתלמויות עסקו במהלך הפיתוח המקצועי בהשבת שיעור המתמטיקה תוך שילוב כלים טכנולוגיים בשיעורי המתמטיקה. בהשתלמויות לקבוצות הניסוי עסקו בהשבת שיעור המתמטיקה בשילוב טכנולוגיה בגישה היפנית, משמע הוראה דרך פתרון בעיות. ובהשתלמות לקבוצה המשולבת – פתרון בעיות + SRL עסקו גם בטיפול מפורש של הכוונה עצמית בלמידה. את כל ההשתלמויות העבירה עורכת המחקר ועוזרת מחקר, שתיהן בעלות ניסיון בהדרכה ובגישות הפדגוגיות הנדרשות בכל קבוצה.

נתוני הרקע של המורים

70% מהמורים שהשתתפו במחקר הם בעלי ותק בהוראה של מעל לעשר שנים (קבוצת פתרון בעיות – 72%, קבוצת פתרון בעיות + SRL – 65%, קבוצת ביקורת – 79%). לא נמצאו הבדלים בין המורים בכמות ההשתלמויות המתמטיות שלהם הם נחשפו במהלך שנות ההוראה שלהם. אחוז המורים אשר העידו כי הם מתמחים במתמטיקה בקרב קבוצת הביקורת היה גבוה (71%) מזה שבשתי קבוצות הניסוי (50%), אך ההבדל לא הגיע לכדי מובהקות סטטיסטית ($p = .09$). מעבר למאפייני הרקע, נמצא כי הניסיון של המורים בשימוש באמצעים טכנולוגיים היה דומה בשלוש קבוצות המחקר. כמו כן, התפלגות שלוש קבוצות המחקר הייתה דומה במשתנה שבדק קיום משאב של מחשבים לתלמידים (חדר מחשבים או מחשבים ניידים).

תכניות ההתערבות

כל תכניות ההתערבות (ראו תרשים 5) נמשכו כשמונה חודשים, וכללו 10 מפגשים (אורך כל מפגש 3 שעות, ובסך הכול – 30 שעות השתלמות לאורך השנה). מפגשי ההשתלמות התקיימו במרווחים של כ-3 שבועות בין מפגש למפגש. מרווחים אלו נועדו לאפשר למורים המשתלמים להפנים את התכנים הנלמדים ולהתנסות בהם בכיתות הלימוד שלהם. מבנה המפגשים היה זהה בשתי קבוצות המחקר (פתרון בעיות + SRL ופתרון בעיות), והם עסקו בתכנון שיעור דרך הוראת פתרון בעיות בגישה היפנית בשילוב טכנולוגיה ובביצוע השיעור בפועל תוך התייחסות למאפייני הגישה היפנית כפי שהוצגה ברקע. בטבלה 1 מוצג תיאור של תכנית ההשתלמות תוך חלוקתה לארבעת המרכיבים העיקריים שלה.

מרכיב	תכנים	דרכי ביצוע
ידע מתמטי (6 ש')	- מושגים ומיומנויות בנושאים שונים - עקרונות מתמטיים מרכזיים - העמקת תוכן ברמת מורה - ראייה אורכית של הנושא בתכנית הלימודים.	- הצגת בעיות שפתרון מאפשר דיון והעמקה בנושאים מתמטיים. ניתוח הבעיות והצעות לדרכי פתרון שונות של הבעיה. - ניתוח מתמטי של משימות - ניתוח מתמטי של אסטרטגיות נכונות או שגויות בתשובות של תלמידים - דיון ואיתור העקרונות המתמטיים בבעיות ובשיעורים מוסרטים
ידע פדגוגי (6 ש') *	- עקרונות מתמטיים בהשוואה לעקרונות דידקטיים - גישות שונות להוראת נושא - דרכי חשיבה של תלמידים, אסטרטגיות לפתרון ותפיסות שגויות. מענה דיפרנציאלי לתלמידים, ושימוש בידע המורה בתחומים אלו כמרכיב בתכנון השיעור - ביטוי מפורש של מטרת כל שיעור - למידה חדשה בכל שיעור תוך התבססות על ידע קודם והבניית ידע חדש - ניצול מרבי של זמן הלמידה	- דיון בהצבת מטרות בתחום הדעת לכל שיעור ותרגול - דיון בהבדלים שבין נושאים מתמטיים לעקרונות מתמטיים בכל יחידת לימוד
תכנון וביצוע שיעור בהוראה דרך פתרון בעיות בגישה היפנית (14 ש') *	- עיון וניתוח המרכיבים השונים של שיעורים על-פי מודל הוראה דרך פתרון בעיות בגישה היפנית. - תכנון שיעור על-פי מודל זה - שילוב שימוש בכלים דיגיטאליים בתכנון שיעור	- ניתוח שיעורים מוקלטים בדגשים שונים: דיון ביתרונות ובחסרונות של השיעור, ניתוח בעיה שמובילה את השיעור והבניית הידע על-בסיס בעיה זו, שאילת השאלות והנחיית הדיון בידי המורה, רמות החשיבה בשיעור, הסברי התלמידים והמורה, שילוב אמצעים מוחשיים, מענה דיפרנציאלי ועוד
ידע בשילוב טכנולוגיה בהוראה (4 ש') *	- העמקת ידע המורה בשימוש בכלים טכנולוגיים מגוונים שיהיו חלק בלתי נפרד מתהליך ההוראה-למידה בכיתות הלימוד שלהם	- הכרת התיאוריה לשילוב טכנולוגיה בהוראה – TPACK. הצגת מגוון כלים טכנולוגיים למשתלמים וניתוחם, כגון: מצגות, לוח אינטראקטיבי, יישומונים, כלי תרגול ומשחקים, כלים פתוחים כגון וורד ואקסל - דיון ב"ערך המוסף" של הכלים הטכנולוגיים השונים
*הכוונה עצמית בלמידה	- בקבוצת פתרון בעיות + SRL כל התכנים שהוצגו, עובדו ושולבו עם התכנים של הכוונה עצמית בלמידה, שמטרתה למנף את הבנת התהליכים וביצועם.	

טבלה 1: פירוט תכנית ההשתלמות שבה השתתפו קבוצות המחקר בגישה היפנית

מפגשי ההשתלמות, שנשאו אופי סדנאי, עסקו במשולב במרכיבים המפורטים בטבלה, וכללו התנסות פעילה של המשתלמים. המורים חוו בעצמם, כלומדים, התנסות בפתרון בעיות מורכבות, והתבקשו להציג אסטרטגיות פתרון שונות לבעיות שהוצגו, זאת כדי להדגים (מודלינג) הוראה בגישה זו. במהלך ההשתלמות התנסה כל מורה בתכנון שיעור בגישה זו. התכנון נעשה בשלבים בהתאם להתקדמות בהשתלמות. תכנון השיעור כלל הצגה מפורטת של המרכיבים הבעיה המובילה בשיעור, מטרות השיעור, אסטרטגיות ודרכי פתרון לבעיה, שגיאות צפויות של התלמידים ותכנון הדיון שישכם את השיעור.

נוסף לתכנים שתוארו לעיל, תכנית ההתערבות בקבוצת פתרון בעיות + SRL כללה גם טיפוח מפורש של הכוונה עצמית בלמידה. המורים בקבוצה זו נחשפו לתיאוריית ההכוונה העצמית של צימרמן המתייחסת לתהליכים של הכוונה עצמית בלמידה (SRL) כתהליך מעגלי הכולל מרכיב קוגניטיבי, מרכיב מטה-קוגניטיבי, מרכיב מוטיבציוני וסביבת הלמידה (Zimmerman, 2000; Zimmerman & Schunk, 2011). מודל זה שימש כלי תמיכה עבור המורים הן להתמודדות עם פתרון בעיות מתמטיות והן להתמודדות עם תכנון וביצוע שיעור – שני תהליכים מורכבים. המודל בן שלושת השלבים של צימרמן (שלב **התכנון**, **שלב הניטור** ו**שלב ההערכה**) עובד יחד עם המורים במהלך ההשתלמות למודל שאותו הם יישמו בכיתתם עם התלמידים – מודל 3 הממיי"ם (ראו לעיל תרשים 4). מודל זה שימש את המורים לטיפוח הכוונה עצמית בלמידה בקרב תלמידיהם, וכן כלי עזר במהלך פתרון בעיות מתמטיות. במילים אחרות, המורים התנסו ויישמו מיומנויות של הכוונה עצמית בלמידה הן **כלומדים** והן **כמלמדים**. ביישום מודל ההכוונה העצמית הושם דגש על שימוש **בשאלות עצמיות** המשמשות רמזים למהלך פתרון המשימה. שאלות אלו מטפחות את הבנת המשימה, מעודדות תכנון לפני המשימה, וכן בקרה והערכה במהלך ואחרי המשימה, שהם עיקרי השלבים של פתרון משימה במודל ה-SRL של צימרמן (Zimmerman, 2000, 2008).



במהלך ההשתלמות **צפו** המשתתפים **בשיעורים מוסרטים** (שיעורים בגישה היפנית שהתקיימו הן ביפן והן בארץ) וניתחו אותם באמצעות השאלות המנחות (3 הממיי"ם). במהלך הניתוח זיהו המורים את מרכיבי התכנון, והתייחסו לדרך הצגת המשימה לתלמידים, למהלכי המורה לטיפול לומד פעיל המעורב בתהליך הלמידה ואחראי עליו, ולזיהוי צמתי החלטה של המורה בזמן אמת כחלק מתהליך מטה-קוגניטיבי של שיפוט עצמי. צמתי החלטה הם נקודות מפנה במהלך השיעור שבהן המורה מתמודד עם מצבים שונים המחייבים שיקול דעת מושכל לקבלת החלטות שישפיעו על המשך השיעור (ראו דוגמה לצומת החלטה בנספח 1). גם המשתתפים בקבוצת פתרון בעיות ניתחו שיעורים מוסרטים, אך בלי התייחסות להכוונה

עצמית בלמידה. נוסף על כך, נחשפו המורים בשתי הקבוצות לכלים טכנולוגיים מגוונים (יישומונים, מצגות דינמיות, אקסל ועוד) ודנו בערך המוסף של שילוב טכנולוגיה בשיעור תוך **שיתוף מידע ומשוב בין המשתלמים** על אופן הטמעת הלמידה בכיתה. בתרשים 5 מוצג סיכום הדומה והשונה בין תכניות ההתערבות של שלוש קבוצות המחקר.

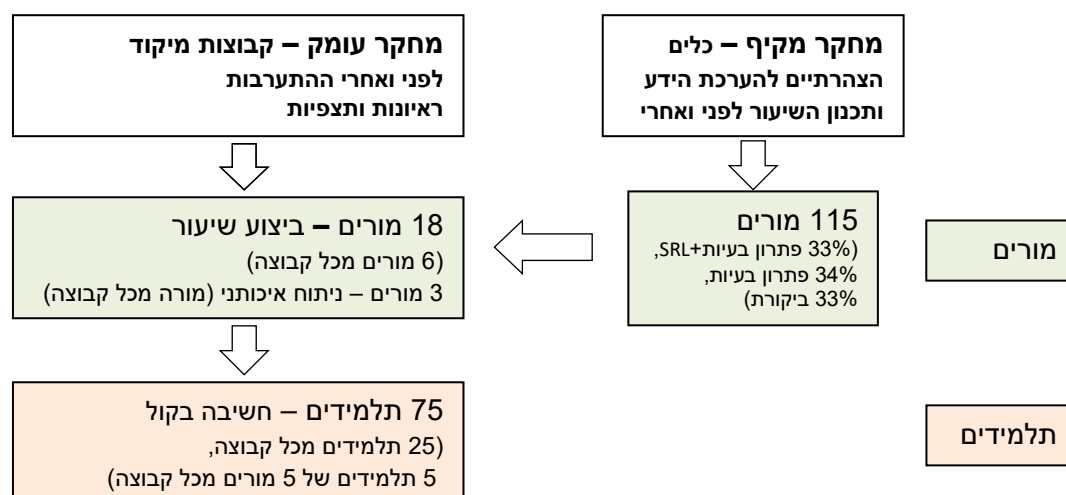
קבוצת הביקורת קיבלה הדרכה בהוראת מתמטיקה על פי העקרונות והיעדים **שבוכנית הלימודים החדשה**, המתייחסת לטיפול הוראה לשם הבנה, ולפתרון בעיות בפרט, בשילוב טכנולוגיה בהוראת המתמטיקה, ולתכנון שיעור בהלימה לעקרונות אלו. המורים בקבוצה זו **לא נחשפו באופן מפורש** להוראה דרך בעיות בגישה היפנית, לעקרונות ה-TPCK על ידע פדגוגי וטכנולוגי ולהכוונה עצמית בלמידה.

קבוצת פתרון בעיות + SRL	קבוצת פתרון בעיות	קבוצת ביקורת
שילוב טכנולוגיה בהוראת המתמטיקה		
טיפוח מפורש של הכוונה עצמית בלמידה עם מודל 3 הממייים	ידע מתמטי בפתרון בעיות	הוראת מתמטיקה על-פי העקרונות והיעדים המופיעים בתכנית הלימודים החדשה, המתייחסת לטיפול הוראה לשם הבנה ולפתרון בעיות.
	ידע פדגוגי וטכנולוגי (TPCK) בתכנון ובביצוע של שיעור בהוראה דרך פתרון בעיות בגישה היפנית	

תרשים 5: תכניות ההתערבות בקבוצות המחקר

כלי המחקר

במחקר הנוכחי נעשה שימוש בכלי מחקר כמותיים לאיסוף נתונים מקיף, ובכלים איכותניים לאיסוף נתונים למחקר העומק. הכלים למורים ולתלמידים דומים (ראו תרשים 6).



תרשים 6: פירוט הנבדקים וכלי המחקר

• הכלים למחקר המורים

כלי המחקר על המורים בדקו שני היבטים מרכזיים: א. **רמת הידע**: ב: 1. פתרון בעיות במתמטיקה, 2. ידע תוכן פדגוגי טכנולוגי (TPCK), 3. הכוונה עצמית בלמידה – SRL; ב. **רמת הפרקטיקה**: תכנון וביצוע שיעור בשילוב טכנולוגיה לפני ואחרי ההתערבות. האמונות הפדגוגיות של המורים נבחנו ברמה הפרקטית הן בתכנון והן בביצוע כמפורט בהמשך.

להלן פירוט הכלים ששימשו לאיסוף הממצאים על המורים על-פי שאלות המחקר:

שאלת מחקר ראשונה – א. בחינת הידע של המורים	
פתרון בעיות במתמטיקה לפני ואחרי ההתערבות (n=115) מטרת השאלון הייתה לבדוק את היכולת של המורים בפתרון בעיות מתמטיות בעקבות תכנית ההתערבות. השאלון נבנה לצורך המחקר וכלל שש בעיות מתמטיות מורכבות המתאימות לגישה היפנית (שלוש לפני המחקר ושלוש אחרי המחקר), שחוברו בהלימה לתכנית הלימודים של משרד החינוך, התרבות והספורט (2000) ומבחי ראייה ונמצאו כמתאימות לרמת המורות הנבדקות. לשם ניתוח הנתונים נבנה מחוון (0-3) לציון המדדים: נכונות מתמטית; מתן פתרון מנומק; רמת אסטרטגית הפתרון (מדרך פתרון ועד הכללה וניסוח חוקיות); והכוונה עצמית בפתרון הבעיה, המתייחס לזיהוי עדויות לתכנון, לניטור ולהערכה. נערכה מהימנות בין השופטים, ונמצאה הסכמה של 90%.	
ידע תוכן פדגוגי טכנולוגי – TPCK לפני ואחרי ההתערבות (n=115) מטרת השאלון הייתה לבדוק את יכולת השילוב של ידע תוכן פדגוגי ושל ידע טכנולוגי (TPCK) בקרב המורים בעקבות תכנית ההתערבות. את השאלון חיברו שמידט ועמיתים (Schmidt et al., 2009), והוא כולל 30 היגדים המוערכים בסולם ליקרט בן 5 דרגות: מ-1 – לא מסכים לחלוטין ועד 5 – מסכים מאוד. נמצאה מהימנות של אלפא קרונברך $\alpha = 0.923$.	
הכוונה עצמית בלמידה לפני ואחרי ההתערבות (n=115) מטרת השאלון הייתה לבדוק הכוונה עצמית בדגש על מטה-קוגניציה בלמידה/הוראה של מתמטיקה. את השאלון חיברו שרו ודניסון (Schraw & Dennison, 1994), והוא מכיל 52 היגדים המוערכים בסולם ליקרט בן 5 דרגות: מ-1 – כלל לא נכון ועד 5 – נכון במידה רבה מאוד. הנבדקים התבקשו לדרג בכל היגד עד כמה הוא נכון לגביהם. השאלון נותח כציון כללי וכן לפי שני גורמים מרכזיים: ידע על הקוגניציה המאופיין בידע דקלרטיבי (מה אני יודע?), בידע פרוצדורלי (איך אני מבצע?) ובידע מותנה (מתי ולמה לבצע?), ורגולציה על הקוגניציה שמאופיין בתהליכים של תכנון, בקרה והערכה. מהימנות כלל השאלון לפי אלפא קרונברך הייתה $\alpha = 0.941$.	

שאלת מחקר ראשונה – ב. בחינת הפרקטיקה של המורים בתכנון וביצוע השיעור	
תכנון שיעור (TPCK) לפני ואחרי ההתערבות (n = 115)	המורים התבקשו לתכנן שיעור המבוסס על הנלמד בהשתלמות. התכנון נותח על פי מחוון בסקלה של 1-4, שהותאם ל-7 קריטריונים שהתבססו על הסקירה הספרותית: 1. מטרות השיעור, 2. בחירת הבעיה המובילה של השיעור, 3. העלאת מגוון אסטרטגיות לפתרון הבעיה, 4. חשיבה על הקשיים הצפויים, 5. תכנון הדיון שיוביל לרעיונות המתמטיים של השיעור ומטרותיו, 6. בחירת הטכנולוגיה לשיעור, 7. אמונות פדגוגיות – מרכז מורה/לומד. נערכה מהימנות בין שופטים, ונמצאה הסכמה של 90%.
ביצוע שיעור בפועל וראיונות לפני ואחרי ההתערבות (n = 18) 6 מורים מכל קבוצה	המורים התבקשו לבצע את השיעור שתכננו בפועל. מטרת ניתוח השיעורים בפועל הייתה בחינת דרכי ההוראה שהמורים רכשו בעקבות ההשתלמות בזמן אמת. לצורך ניתוח זה, תורגמו הרכיבים התיאורטיים של הוראה דרך פתרון בעיות בגישה היפנית, של הכוונה העצמית (ידע על הקוגניציה ורגולציה על הקוגניציה) ושל שימוש בסביבה הטכנולוגית הלימודית לרכיבים פרקטיים שאפשר לזהותם בזמן השיעור בפועל אצל המורים. נבנה מחוון לכל אחד מן הרכיבים שנבדקו: 1. הצגת המשימה (מטרות, חיבור לידע קודם ולאסטרטגיות), 2. זיהוי צמתי החלטה (התאמה לצרכים שעולים בשטח, מינוף הלמידה), 3. טיפול בקשיים (טיפול בשגיאות), 4. טיפול לומד פעיל (מתן זמן לחשיבה ולדיון), 5. שילוב טכנולוגיה בשיעור (כציר מרכזי בשיעור), 6. אמונות פדגוגיות (מרכז מורה/למידה). המחוון נע בין ארבע רמות החל מ-1 – אפיון נמוך ועד 4 – אפיון גבוה במדד הנבדק. נערכה מהימנות בין שופטים, ונמצאה הסכמה של 90%. נוסף על כך, בתום השיעור נערכו ראיונות עם המורים, אשר התבקשו להסביר ולנמק את שיקולי הדעת שלהם על מה שביצעו בשיעור בפועל.
ניתוח עומק של שיעור נבחר מכל קבוצה	נבחר שיעור אחד מכל קבוצה, הוא נותח ניתוח איכותני מעמיק המלווה בדוגמאות על אותם קריטריונים של ביצוע השיעור. נותחו גם אמונות המורה כפי שהן מתפרשות מהתנהגותו בפועל בשיעור. נערכה מהימנות בין שופטים, ונמצאה הסכמה של 90%.

כלי המחקר על התלמידים

נבחרו 25 תלמידים מכל קבוצה, ובסך הכול 75 תלמידים. התלמידים נבחרו באופן אקראי בין תלמידי המורים שהשתתפו במחקר העומק (ראו לעיל תרשים 6). שאלת המחקר השנייה מתייחסת לשלושה תחומי הידע של התלמידים: 1. פתרון בעיות מתמטיות, 2. הכוונה עצמית בלמידה – SRL, 3. אמונות כלפי הוראה ולמידה.

שאלת מחקר שנייה – בחינת הידע של התלמידים	
התלמידים התבקשו לפתור שש בעיות מורכבות שהותאמו לשכבת הגיל – שלוש לפני המחקר ושלוש אחרי המחקר. הבעיות מבוססות על תכנית הלימודים של משרד החינוך, התרבות והספורט (2000) ומבחי ראייה ונמצאו כמתאימות לגישה היפנית ואושרו על ידי מומחים בתחום כמתאימים לגיל הנבדקים. פתרון הבעיות נעשה "בחשיבה בקול" כדי שאפשר יהיה להתחקות אחר תהליכי הפתרון של התלמידים בזמן אמת. התצפית והריאיון אפשרו הבנה ובחינה מעמיקה יותר של המרכיבים: יכולת פתרון הבעיות (נכונות ורמת האסטרטגיה), ויכולת ההכוונה העצמית בעת פתרון הבעיה. נבנה מחוון דומה לזה של המורים (0-3) לבדיקת כל אחד מן הרכיבים הללו. הראיונות נערכו לפני ההתערבות ובסופה. הראיונות צולמו ותומללו. נערכה מהימנות בין שופטים, ונמצאה הסכמה של 85%.	פתרון בעיות מתמטיות תצפיות וראיונות לפני ואחרי ההתערבות $(n = 75)$
נעשה שימוש בשאלון תפיסת ההוראה/למידה המבוסס על דימויים ציוריים (Kramarski & Michalsky, 2009a). בשאלון הוצגו לתלמידים ארבעה דימויים ציוריים, שכל אחד מהם מייצג דגם אחר של הוראה-למידה בבית הספר, מתוך הרצף שבין מורה מעביר ידע (ציון 1) ובין מורה מבנה ידע (ציון 4). התלמידים התבקשו לבחור ציור מתאים לכל אחת משלוש השאלות הבאות: 1. איזה ציור מתאר את אופן שבו היית רוצה ללמוד, 2. באיזה מהציורים, לדעתך, התלמיד ידע את החומר באופן הטוב ביותר? בכל שאלה התלמידים התבקשו לכתוב הסבר מדוע בחרו בציור שבחרו. נמצאה מהימנות בין שופטים של 89%.	אמונות פדגוגיות – מרכז הלמידה (מורה/לומד) לפני ואחרי ההתערבות $(n = 75)$

תוצאות

חלק ראשון: ממצאים על המורים - ניתוח כמותי

הצגת הממצאים תהיה לפי סדר שאלות המחקר.

שאלת מחקר ראשונה – חלק א:

א. האם יהיו הבדלים בין המורים בשלוש קבוצות המחקר בהיבט הידע

1. בפתרון בעיות מתמטיות?
2. בידע טכנולוגי פדגוגי תכני – TPACK?
3. בהכוונה העצמית בלמידה – SRL?

האמונות הפדגוגיות זוהו על סמך פרשנות ההתנהגות של המורים בפרקטיקת ההוראה של תכנון ושל ביצוע השיעור, ולכן הממצאים עליהן מדווחים בחלק ב של שאלת המחקר הראשונה.

היבט הידע – פתרון בעיות מתמטיות

מכיוון שהבעיות המתמטיות שהועברו "לפני" המחקר היו שונות מאלו שהועברו "לאחר" המחקר, נערכו בכל יחידת זמן ניתוחי שונות ANOVA חד-כיווניים נפרדים על כל אחד משלושת המדדים של פתרון הבעיה: (1) נכונות התשובה, (2) מתן פתרון מנומק ו- (3) רמת אסטרטגית הפתרון. נוסף על כך, נערך ניתוח של מדידות חוזרות על רמת ההכוונה העצמית במהלך הפתרון. בארבעת המדדים לא נמצאו הבדלים סטטיסטיים בין קבוצות המחקר בניתוח ציוני ה"לפני".

1) הבדלים בין קבוצות המחקר במידת נכונות התשובה

בניתוח שונות ANOVA חד-כיווני על מידת נכונות התשובה בתום המחקר, לא נמצאו הבדלים סטטיסטיים בין הקבוצות. נמצא כי בתום המחקר כל המורים מהקבוצה פתרון בעיות + SRL פתרו נכונה את הבעיות (קיבלו ציון ממוצע 3) (לוח 1).

לוח 1

ממוצעים וסטיות תקן של מידת נכונות התשובה* לפני ולאחר ההתערבות על פי קבוצות המחקר

לפני ההתערבות		לאחר ההתערבות		קבוצות המחקר
SD	M	SD	M	
0.00	3.00	0.59	2.41	פתרון בעיות + SRL (N = 23)
0.19	2.96	0.46	2.42	פתרון בעיות (N = 27)
0.29	2.85	0.46	2.49	ביקורת (N = 25)

* טווח: 1 נמוך עד 3 גבוה

2) הבדלים בין קבוצות המחקר במתן פתרון מנומק

בניתוח שונות ANOVA חד-כיווני על המבחן שנערך "אחרי המחקר", נמצא הבדל מובהק בין קבוצות המחקר, $F(1,72) = 6.547, p < .001, \eta^2 = .93$, ביכולת מתן נימוק לפתרון שהציעו. בניתוח המשך מסוג Scheffe נמצא כי הישגי המורים בקבוצה פתרון בעיות + SRL היו גבוהים במובהק מאלה של המורים בקבוצות פתרון בעיות וביקורת במתן פתרון ברור ובהיר, מנומק ומוסבר (בהתאמה $d = 0.51$; $d = 0.47$ - Cohen). לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הקבוצות פתרון בעיות וביקורת (לוח 2).

לוח 2

ממוצעים וסטיות תקן במתן פתרון מנומק* לפני ולאחר ההתערבות על פי קבוצות המחקר

קבוצות המחקר		לפני ההתערבות		לאחר ההתערבות	
		SD	M	SD	M
פתרון בעיות + SRL (N = 23)		0.37	1.76	0.57	2.33
פתרון בעיות (N = 27)		0.36	1.64	0.45	2.06
ביקורת (N = 25)		0.64	1.75	0.56	2.08

* טווח: 1 נמוך עד 3 גבוה

3) הבדלים בין קבוצות המחקר ברמת האסטרטגיה

בניתוח שונות ANOVA חד-כיווני על המבחן שנערך "אחרי המחקר", נמצא הבדל מובהק בין קבוצות המחקר, $F(1,72) = 4.327, p < .01, \eta^2 = .53$, ברמת אסטרטגיית הפתרון שהציעו. בניתוח המשך מסוג Scheffe נמצא כי הישגי המורים בקבוצה פתרון בעיות + SRL היו גבוהים במובהק מאלה של המורים בקבוצות פתרון בעיות וביקורת ברמת האסטרטגיה המכוונת להכללה ובניסוח חוקיות (בהתאמה $d = 0.30$; $d = 0.33$ - Cohen). לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הקבוצות פתרון בעיות וביקורת (לוח 3).

לוח 3

ממוצעים וסטיות תקן ברמת האסטרטגיה* לפני ולאחר ההתערבות על פי קבוצות המחקר

קבוצות המחקר		לפני ההתערבות		לאחר ההתערבות	
		SD	M	SD	M
פתרון בעיות + SRL (N = 23)		0.29	1.65	0.43	2.29
פתרון בעיות (N = 27)		0.31	1.56	0.36	2.14
ביקורת (N = 25)		0.39	1.57	0.51	2.16

* טווח: 1 נמוך עד 3 גבוה

• **הבדלים בין קבוצות המחקר ברמת ההכוונה העצמית בפתרון הבעיה**

במבחני שונות ANOVA עם מדידות חוזרות דו-כיווני (2x3). נמצא אפקט עיקרי לזמן המדידה, $F(1,72) = 37.136, p < .001, \eta^2 = .340$. נמצאה גם אינטראקציה מובהקת של זמן המדידה x קבוצות המחקר, $F(2,72) = 3.625, p < .05, \eta^2 = .091$ (לוח 4).

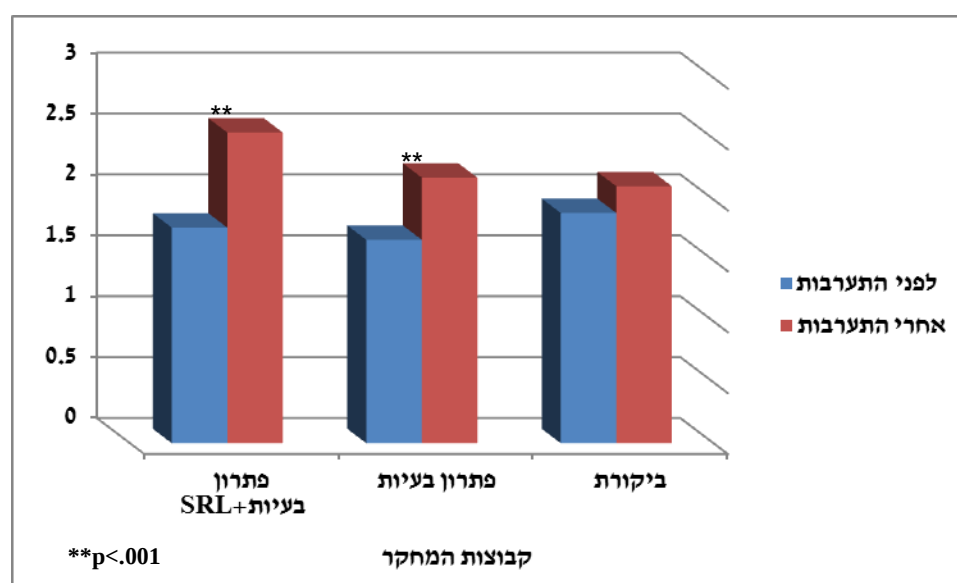
לוח 4

ממוצעים וסטיות תקן של רמת ההכוונה העצמית בפתרון הבעיה* לפני ולאחר ההתערבות על פי קבוצות המחקר

לפני ההתערבות		לאחר ההתערבות		קבוצות המחקר
SD	M	SD	M	
0.67	2.55	0.55	1.77	פתרון בעיות + SRL (N = 23)
0.60	2.18	0.43	1.67	פתרון בעיות (N = 27)
0.58	2.11	0.55	1.86	ביקורת (N = 25)

* טווח: 1 נמוך עד 3 גבוה

לבחינת מקור האינטראקציה נערכו מבחני t למדגמים תלויים לכל קבוצת מחקר בנפרד. נמצא כי בעוד שבקרב המורים המשתייכים לקבוצה פתרון בעיות, $t(26) = -3.849, p < .001$, ובקרב המורים המשתייכים לקבוצה פתרון בעיות + SRL, $t(22) = -4.356, p < .001$, נמצאה עלייה מובהקת ברמת ההכוונה העצמית בפתרון הבעיה לאחר ההתערבות (העלייה בקבוצה פתרון בעיות + SRL הייתה גבוהה מזו שבקבוצה פתרון בעיות) (בהתאמה $d = 1$; $d = 1.28$ - Cohen). בקרב המורים המשתייכים לקבוצת הביקורת לא נמצאה עלייה מובהקת במידת ההכוונה העצמית בפתרון הבעיה לאחר ההתערבות, $t(24) = -1.894, p > .05$ (תרשים 7). מכאן שהקבוצה פתרון בעיות + SRL התקדמה יותר לקראת הכוונה עצמית מיטבית בפתרון הבעיה (תכנון, ניטור והערכה).



תרשים 7: אינטראקציה של זמן המדידה x קבוצות המחקר במידת ההכוונה העצמית בלמידה

היבט הידע – ידע תוכן פדגוגי טכנולוגי – TPCK

למורים הועבר שאלון לבדיקת השינוי שחל במרכיבי הידע תוכן-פדגוגי-טכנולוגי (TPCK) בעקבות תכנית ההתערבות. לצורך בחינת ההבדלים בין קבוצות המחקר השונות לפני ולאחר ההתערבות, נערכו מבחני שונות ANOVA עם מדידות חוזרות דו-כיווני (2x3) למדד **ידע תוכן פדגוגי טכנולוגי – TPCK**. המשתנים הבלתי תלויים היו זמן המדידה (לפני ולאחר ההתערבות) וקבוצות המחקר השונות. המשתנה התלוי היה המדד הכללי של השאלון הערכת ידע תוכן פדגוגי טכנולוגי (TPCK). נמצאה **אינטראקציה מובהקת** של זמן המדידה x קבוצות המחקר, $F(2,92) = 3.333, p < .05, \eta^2 = 0.068$ (לוח 5).

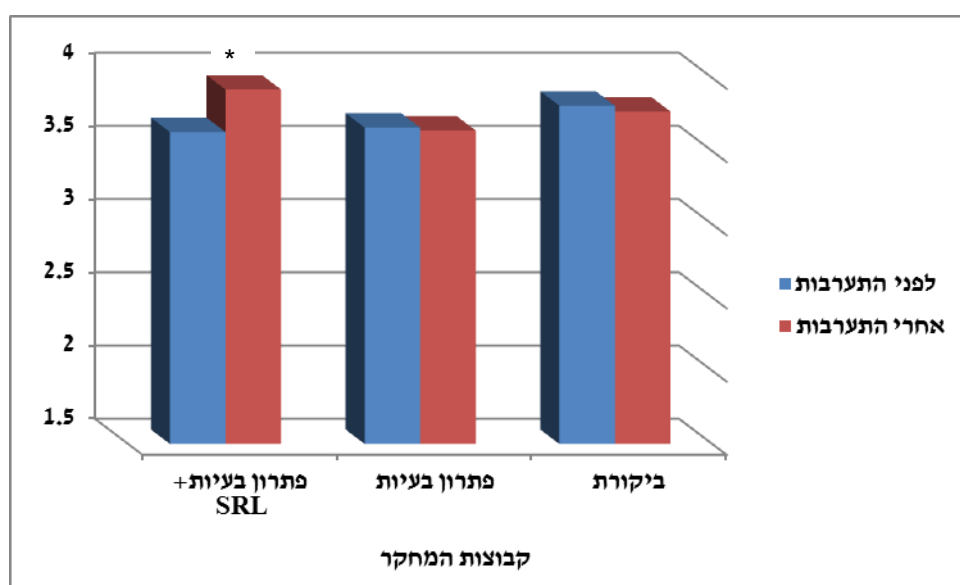
לוח 5

ממוצעים וסטיות תקן של מידת **הערכת ידע תוכן פדגוגי טכנולוגי – TPCK** לפני ולאחר ההתערבות על פי קבוצות המחקר

לאחר ההתערבות		לפני ההתערבות		קבוצות המחקר
SD	M	SD	M	
0.93	3.92	0.74	3.63	פתרון בעיות + SRL (N = 35)
0.62	3.64	0.67	3.66	פתרון בעיות (N = 33)
0.62	3.77	0.56	3.81	ביקורת (N = 30)

*טווח: מ-1) לא מסכים לחלוטין ועד 5) מסכים מאוד

לבחינת מקור האינטראקציה נערכו מבחני t למדגמים תלויים לכל קבוצת מחקר בנפרד. נמצא כי רק בקרב **המורים המשתייכים לקבוצה פתרון בעיות + SRL** נמצאה עלייה מובהקת במידת היכולת האינטגרטיבית של מרכיבי תוכן פדגוגי טכנולוגי – TPCK לאחר ההתערבות ($t(34) = -2.425, d = 0.35$, $p < .05$ (תרשים 8)). **לא נמצא הבדל מובהק בין הקבוצות פתרון בעיות וביקורת.**



תרשים 8: אינטראקציה של זמן המדידה x קבוצות המחקר במידת הערכת ידע התוכן פדגוגי טכנולוגי

היבט הידע – הכוונה עצמית בלמידה

הבדלים בין קבוצות המחקר בממדד הכללי של השאלון הכוונה עצמית

נמצא אפקט עיקרי מובהק לזמן המדידה, $F(1,95) = 3.916, p < .05, \eta^2 = 0.040$. כלומר, מידת ההכוונה העצמית לאחר ההתערבות ($M = 4.17, SD = 0.36$) הייתה גבוהה במובהק מזו שלפני ההתערבות ($M = 4.09, SD = 0.37$). נוסף על כך, נמצאה אינטראקציה מובהקת של זמן המדידה X קבוצות המחקר, $F(2,95) = 6.158, p < .01, \eta^2 = 0.115$ (לוח 6).

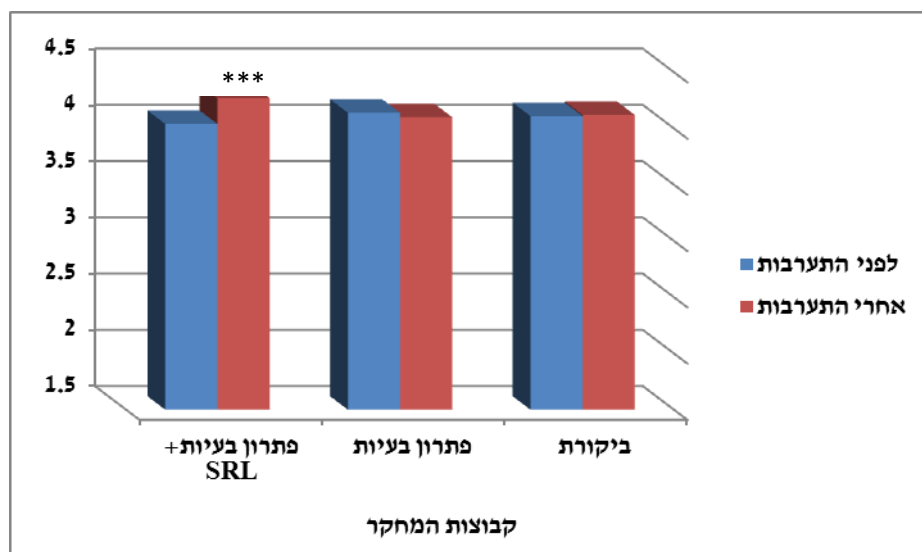
לוח 6

ממוצעים וסטיות תקן של מידת ההכוונה העצמית בלמידה* לפני ולאחר ההתערבות על פי קבוצות המחקר

לפני ההתערבות		לאחר ההתערבות		קבוצות המחקר
SD	M	SD	M	
0.35	4.27	0.38	4.04	פתרון בעיות + SRL ($N = 35$)
0.39	4.10	0.35	4.14	פתרון בעיות ($N = 33$)
0.34	4.12	0.37	4.11	ביקורת ($N = 30$)

*טווח: מ-1 לא מסכים לחלוטין ועד 5 מסכים מאוד

לבחינת מקור האינטראקציה נערכו מבחני t למדגמים תלויים לכל קבוצת מחקר בנפרד. נמצא כי בעוד שבקרב המורים המשתייכים לקבוצות פתרון בעיות $t(32) = 0.569, p > .05$ וביקורת $t(29) = -0.154, p > .05$, לא נמצאה עלייה מובהקת במידת ההכוונה העצמית לאחר ההתערבות, בקרב המורים המשתייכים לקבוצת פתרון בעיות + SRL נמצאה עלייה מובהקת במידת ההכוונה העצמית (מדד כולל של ידע על הקוגניציה ורגולציה על הקוגניציה, ראו נספח 3) לאחר ההתערבות, $t(34) = -4.038, p < .001$ (תרשים 9).



*** $p < .001$

תרשים 9: אינטראקציה של זמן המדידה X קבוצות המחקר במידת ההכוונה עצמית

ניתוח דומה נעשה גם על ציון כולל של כל מרכיב בנפרד בשאלון ההכוונה העצמית: **ידע על הקוגניציה ורגולציה על הקוגניציה**. בשני המרכיבים התקבלו ממצאים דומים ולפיהם הקבוצה **פתרון בעיות + SRL** התקדמה יותר בתום המחקר לקראת הכוונה עצמית מיטבית של **מודעות** מטה-קוגניטיבית המתייחסת ל**ידע דקלרטיבי** (מה המטרה?), **לידע פרוצדורלי** (איך לבצע את הנדרש?) ו**לידע מותנה** (מתי? ולמה?) בבחירה ובביצוע של אסטרטגיה לפתרון, בדרך הוראה וברגולציה המכוונת לשלבי הפתרון השונים של **תכנון, ביצוע והערכה**.

סיכום שאלת המחקר הראשונה – חלק א - היבט הידע

מתוך שלוש קבוצות המחקר, נמצא אפקט חיובי לקבוצה **פתרון בעיות + SRL** שהשתלמה בטיפול הוראה באמצעות **הכוונה עצמית** בשילוב הוראה דרך פתרון בעיות בגישה היפנית בהשוואה לקבוצה פתרון בעיות שהשתלמה בטיפול הוראה רק באמצעות הגישה היפנית, ולקבוצת ביקורת שלא נחשפה בצורה מפורשת לגישות אלו.

אפקט חיובי זה ניכר ב**פתרון בעיות מתמטיות** ברמת נימוק הפתרון, ברמת האסטרטגיה ובהכוונה עצמית במהלך הפתרון; ברכישת **ידע אינטגרטיבי** המשלב טכנולוגיה ופדגוגיה עם תוכן (TPCK); ובטיפול **הכוונה עצמית בלמידה** ברמת ידע על הקוגניציה (מה, איך ולמה לפעול?) ורגולציה על הקוגניציה (תכנון, ניטור והערכה).

לא נמצאו הבדלים בין שלוש הקבוצות **בנכונות התשובה בפתרון הבעיה**. בין הקבוצות פתרון בעיות וביקורת לא נמצאו הבדלים **במדדים** מתן נימוק לפתרון הבעיות, רמת האסטרטגיה בפתרון, TPCK והכוונה עצמית בלמידה (SRL במרכיבי ידע/רגולציה על הקוגניציה). אולם, **בהכוונה עצמית במהלך פתרון בעיות** נמצאו הבדלים לטובת הקבוצה פתרון בעיות בהשוואה לקבוצת הביקורת. מכאן שהגישה היפנית מעודדת תהליכים של הכוונה עצמית כחלק מהתהליך של פתרון בעיות.

אמנם ממצאים חיוביים אלה מצביעים כי המורים רכשו תהליכי הכוונה עצמית במהלך ההשתלמות, אולם רכישה זו הייתה נקודתית בקונטקסט של פתרון הבעיה שאותו תרגלו, והמשתלמים לא הצליחו לבצע העברה של מיומנות זו למדדים אחרים שנבדקו (ממד הידע וממד הפרקטיקה בתכנון וביצוע השיעור) כפי שנראה בהמשך. ממצא זה מחזק את החשיבות של טיפוח הכוונה עצמית בלמידה אצל המורים כמו אצל תלמידים צעירים. נושא זה יורחב בדיון.

שאלת מחקר ראשונה – חלק ב - ההיבט הפרקטי

האם יהיו הבדלים בקרב המורים בשלוש קבוצות המחקר, פתרון בעיות + SRL, פתרון בעיות וביקורת, בפיתוח הפרקטיקה (תכנון וביצוע השיעור בשילוב טכנולוגיה תוך התייחסות לאמונות הפדגוגיות)?

ההיבט הפרקטי – תכנון שיעור בשילוב טכנולוגיה

המדדים שנבדקו בתכנון השיעור: (1) הצבת מטרות לשיעור, (2) בחירת הבעיה, (3) מגוון אסטרטגיות, (4) קשיים צפויים, (5) תכנון הדיון, (6) שילוב טכנולוגיה בשיעור ו- (7) אמונות הפדגוגיות. לצורך בחינת ההבדלים בין קבוצות המחקר השונות, נערכו מבחני שונות ANOVA עם מדידות חוזרות דו-כיווני (2x3) לכל אחד מהמדדים של תכנון שיעור בנפרד. המשתנים הבלתי תלויים היו זמן המדידה (לפני ולאחר ההתערבות) וקבוצות המחקר השונות (פתרון בעיות + SRL, פתרון בעיות וביקורת). המשתנים התלויים היו מדדי תכנון השיעור השונים. עקב ההבדלים שנמצאו טרם ההתערבות בין קבוצות המחקר במדד תכנון הדיון ובמדד אמונות פדגוגיות, נערכו מבחני ניתוח שונות ANCOVA חד-כיווניים רק למדדים אלו.

1) הבדלים במדד הצבת מטרות בתכנון שיעור

נמצא אפקט עיקרי מובהק לזמן המדידה, $F(1,107) = 7.939, p < .001, \eta^2 = .412$. כלומר, רמת המדד מטרות השיעור לאחר ההתערבות ($M = 2.54, SD = .83$) הייתה גבוהה במובהק מזו שלפני ההתערבות ($M = 1.86, SD = .64$). נמצאה אינטראקציה מובהקת של זמן המדידה x קבוצות המחקר, $F(2,107) = 13.419, p < .001, \eta^2 = .201$ (לוח 7).

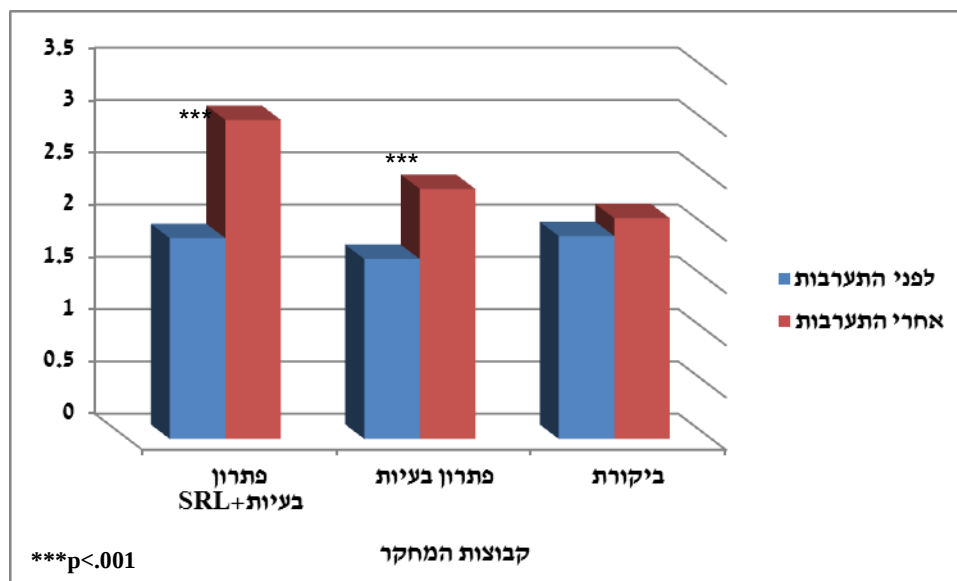
לוח 7

ממוצעים וסטיות תקן של מדד מטרות השיעור* לפני ולאחר ההתערבות על פי קבוצות המחקר

לפני ההתערבות		לאחר ההתערבות		קבוצות המחקר
SD	M	SD	M	
0.72	3.05	0.66	1.92	פתרון בעיות + SRL (N = 39)
0.77	2.39	0.57	1.72	פתרון בעיות (N = 36)
0.72	2.11	0.68	1.94	ביקורת (N = 35)

* טווח: מ- (1) אפיון נמוך ועד (4) אפיון גבוה

לבחינת מקור האינטראקציה נערכו מבחני t למדגמים תלויים לכל קבוצת מחקר בנפרד. נמצא כי בעוד שבקרב המורים המשתייכים לקבוצת הביקורת, $t(34) = -1.291, p > .05$, לא נמצאה עלייה מובהקת במדד מטרות השיעור לאחר ההתערבות, בקרב המורים המשתייכים לקבוצות פתרון בעיות + SRL, $t(38) = -9.626, p < .001$, ופתרון בעיות, $t(35) = -4.641, p < .001$, נמצאה עלייה מובהקת במדד זה לאחר ההתערבות, $t(34) = -2.425, p < .05$ (תרשים 10).



תרשים 10 : אינטראקציה של זמן המדידה X קבוצות המחקר במדד מטרות השיעור

בחישוב effect size לפי כהן נמצא אפקט חיובי בשתי הקבוצות שלמדו בגישה היפנית במדד הצבת מטרות השיעור, אולם בקרב המורים המשתייכים לקבוצה פתרון בעיות + SRL ($d = 1.54$) נמצא אפקט גבוה מזה שנמצא בקבוצת המורים המשתייכים לקבוצת פתרון בעיות ($d = 0.77$), ואילו בקרב המורים המשתייכים לקבוצת הביקורת לא נמצא שינוי מובהק בגודל האפקט. מכאן שהקבוצה פתרון בעיות + SRL התקדמה יותר לקראת "הצבת מטרות ברורות המובילות לעיסוק ברעיון המרכזי של השיעור ברמות חשיבה שונות" בהתאם לגישה היפנית.

2) הבדלים במדד בחירת הבעיה בתכנון שיעור

נמצא אפקט עיקרי מובהק לזמן המדידה, $F(1,105) = 87.461, p < .001, \eta^2 = .454$. כלומר, מדד בחירת הבעיה לאחר ההתערבות ($M = 2.57, SD = .80$) היה גבוה במובהק מזה שלפני ההתערבות ($M = 1.69, SD = .70$). נמצאה אינטראקציה מובהקת של זמן המדידה X קבוצות המחקר, $F(2,105) = 5.660, p < .01, \eta^2 = .097$ (לוח 8).

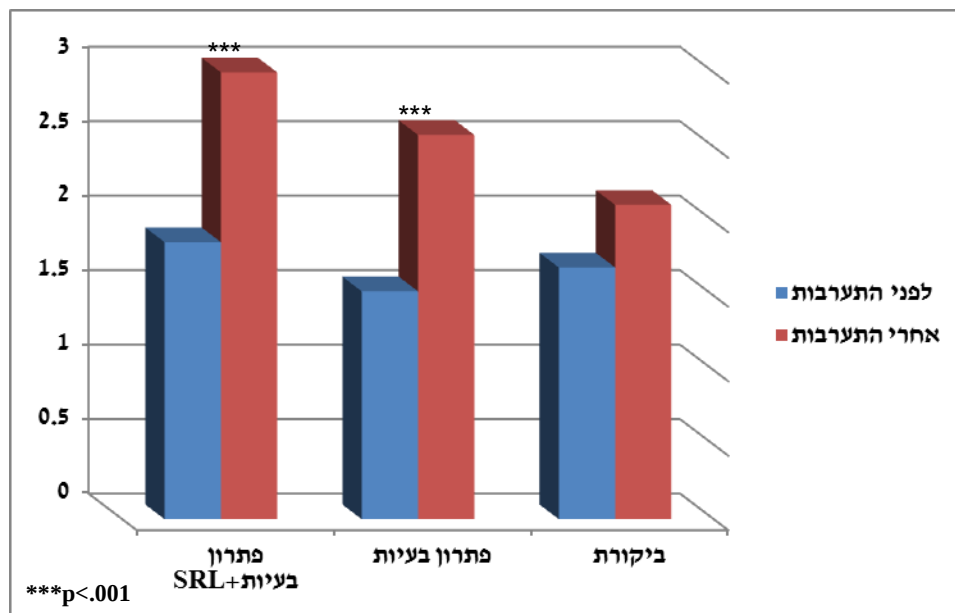
לוח 8

ממוצעים וסטיות תקן של מדד בחירת הבעיה* לפני ולאחר ההתערבות על פי קבוצות המחקר

לפני ההתערבות		לאחר ההתערבות		קבוצות המחקר
SD	M	SD	M	
0.71	1.86	0.67	3.00	פתרון בעיות + SRL ($N = 37$)
0.65	1.53	0.77	2.58	פתרון בעיות ($N = 36$)
0.72	1.69	0.72	2.11	ביקורת ($N = 35$)

* טווח: מ- (1) אפיון נמוך ועד (4) אפיון גבוה

לבחינת מקור האינטראקציה נערכו מבחני t למדגמים תלויים לכל קבוצת מחקר בנפרד. נמצאה עלייה מובהקת במדד בחירת הבעיה לאחר ההתערבות הן בקרב המורים המשתייכים לקבוצה פתרון בעיות, $t(35) = -6.254, p < .001$, הן בקרב המורים המשתייכים לקבוצה פתרון בעיות + SRL, $t(36) = -7.523, p < .001$, והן בקרב המורים המשתייכים לקבוצת הביקורת, $t(34) = -2.590, p < .05$. העלייה במדד בחירת הבעיה לאחר ההתערבות הייתה גדולה יותר בקרב המורים המשתייכים לקבוצות פתרון בעיות + SRL ופתרון הבעיות מאשר בקרב המורים המשתייכים לקבוצת הביקורת (תרשים 11).



תרשים 11: אינטראקציה של זמן המדידה x קבוצות המחקר במדד בחירת הבעיה

בחישוב effect size לפי כהן נמצא כי גודל האפקט במדד בחירת הבעיה בקרב המורים המשתייכים לקבוצה פתרון בעיות + SRL ($d = 1.24$) היה גבוה מזה שבקרב המורים המשתייכים לקבוצה פתרון בעיות ($d = 1.04$), אשר היה גבוה מזה שבקרב המורים המשתייכים לקבוצת הביקורת ($d = 0.44$). **מכאן שהקבוצה פתרון בעיות + SRL התקדמה יותר לקראת "בחירת בעיה עשירה כמזמנת חקירה פתוחה" בהתאם לעקרונות הגישה היפנית.**

3) הבדלים במדד העלאת מגוון אסטרטגיות בתכנון שיעור

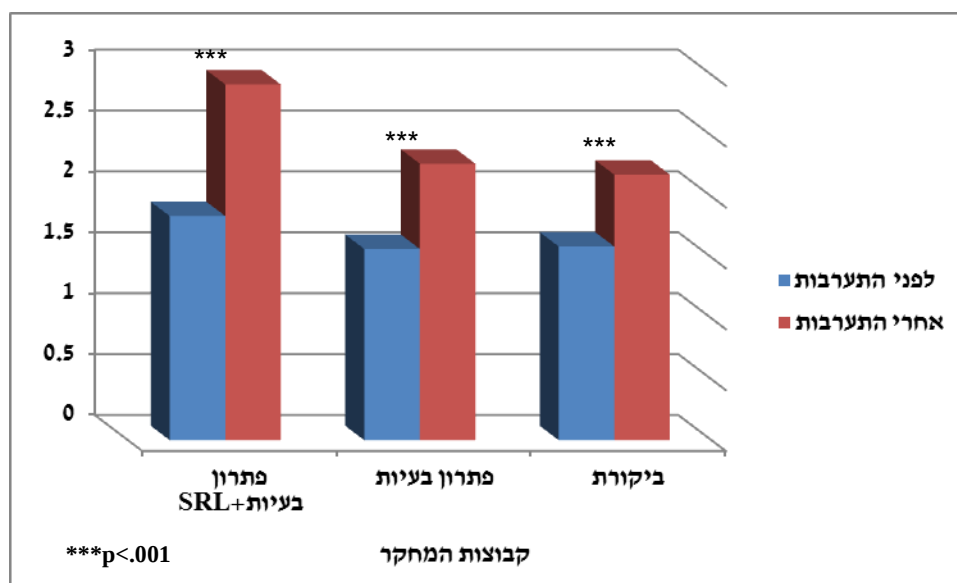
נמצא אפקט עיקרי מובהק **לזמן המדידה**, $F(1,111) = 98.876, p < .001, \eta^2 = .471$. כלומר, המדד מגוון אסטרטגיות לאחר ההתערבות ($M = 2.46, SD = .80$) היה גבוה במובהק מזה שלפני ההתערבות ($M = 1.67, SD = .63$). נמצאה **אינטראקציה מובהקת** של זמן המדידה x קבוצות המחקר, $F(2,111) = 3.485, p < .05, \eta^2 = .059$ (לוח 9).

ממוצעים וסטיות תקן של מדד מגוון אסטרטגיות* לפני ולאחר ההתערבות על פי קבוצות המחקר

קבוצות המחקר		לפני ההתערבות		לאחר ההתערבות	
		SD	M	SD	M
פתרון בעיות + SRL (N = 38)		0.64	1.84	0.82	2.92
פתרון בעיות (N = 37)		0.60	1.57	0.80	2.27
ביקורת (N = 39)		0.64	1.59	0.56	2.18

* טווח: מ-(1) אפיון נמוך ועד (4) אפיון גבוה

לבחינת מקור האינטראקציה נערכו מבחני t למדגמים תלויים לכל קבוצת מחקר בנפרד. נמצאה עלייה מובהקת במדד מגוון אסטרטגיות לאחר ההתערבות הן בקרב המורים המשתייכים לקבוצה פתרון בעיות, $t(36) = -5.774, p < .001$, הן בקרב המורים המשתייכים לקבוצה פתרון בעיות + SRL, $t(37) = -6.672, p < .001$, והן בקרב המורים המשתייכים לקבוצת הביקורת, $t(38) = -4.690, p < .001$. העלייה הגדולה ביותר במדד מגוון אסטרטגיות לאחר ההתערבות הייתה בקרב המורים המשתייכים לקבוצה פתרון בעיות + SRL (תרשים 12).



תרשים 12: אינטראקציה של זמן המדידה x קבוצות המחקר במדד מגוון אסטרטגיות

בחישוב effect size לפי כהן נמצא כי גודל האפקט במדד מגוון אסטרטגיות בקרב המורים המשתייכים לקבוצה פתרון בעיות + SRL ($d = 1.08$) היה דומה לזה שבקרב המורים המשתייכים לקבוצה פתרון בעיות ($d = 0.95$), אשר היה גבוה מזה שבקרב המורים המשתייכים לקבוצת הביקורת ($d = 0.75$). מכאן ששתי הקבוצות שנחשפו להוראה דרך פתרון בעיות בגישה היפנית התקדמו לקראת "פירוט דרכי פתרון מגוונים המכוונים לעקרונות מתמטיים".

4) הבלים במדד קשיים צפויים בתכנון שיעור

נמצא אפקט עיקרי מובהק לזמן המדידה, $F(1,110) = 81.959, p < .001, \eta^2 = .427$. נמצאה אינטראקציה מובהקת של זמן המדידה x קבוצות המחקר, $F(2,110) = 9.007, p < .001, \eta^2 = .141$ (לוח 10).

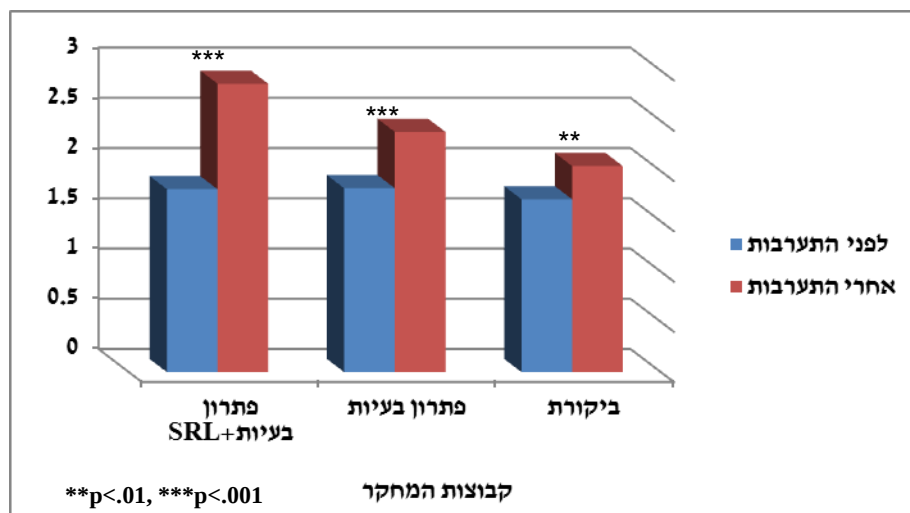
לוח 10

ממוצעים וסטיות תקן של המדד קשיים צפויים* לפני ולאחר ההתערבות על פי קבוצות המחקר

לאחר ההתערבות		לפני ההתערבות		קבוצות המחקר
SD	M	SD	M	
0.70	2.87	0.46	1.82	פתרון בעיות + SRL (N = 38)
0.60	2.39	0.45	1.83	פתרון בעיות (N = 36)
0.76	2.05	0.51	1.72	ביקורת (N = 39)

* טווח: מ-(1) אפיון נמוך ועד (4) אפיון גבוה

לבחינת מקור האינטראקציה נערכו מבחני t למדגמים תלויים לכל קבוצת מחקר בנפרד. נמצאה עלייה מובהקת במדד קשיים צפויים לאחר ההתערבות הן בקרב המורים המשתייכים לקבוצה פתרון בעיות, $t(37) = -8.435, p < .001$, הן בקרב המורים המשתייכים לקבוצה פתרון בעיות + SRL, $t(35) = -4.537, p < .001$, והן בקרב המורים המשתייכים לקבוצת הביקורת, $t(38) = -2.695, p < .01$. העלייה במדד קשיים צפויים לאחר ההתערבות הייתה גדולה יותר בקרב המורים המשתייכים לקבוצות פתרון בעיות ופתרון בעיות + SRL מאשר בקרב המורים המשתייכים לקבוצת הביקורת (תרשים 13).



תרשים 13: אינטראקציה של זמן המדידה x קבוצות המחקר במדד הקשיים הצפויים

בחישוב effect size לפי כהן נמצא כי גודל האפקט במדד קשיים צפויים בקרב המורים המשתייכים לקבוצה פתרון בעיות + SRL ($d = 1.37$) היה גבוה מזה שבקרב המורים המשתייכים לקבוצה פתרון בעיות

($d = 0.76$), אשר היה גבוה מזה שבקרב המורים המשתייכים לקבוצת הביקורת ($d = 0.52$). **ממצא זה מצביע על כך שהקבוצה פתרון בעיות + SRL התקדמה יותר לקראת "זיהוי קשיים צפויים באופן ברור ומפורט בעת תכנון השיעור" המשקפים את עקרונות הגישה היפנית.**

5) הבדלים במדד תכנון הדיון בשיעור

בגלל ההבדלים בין הקבוצות במבחן הקדם בוצע ניתוח ANCOVA חד-כיווני שבו נמצא הבדל מובהק בין קבוצות המחקר במדד תכנון הדיון לאחר ההתערבות, תוך פיקוח על המדד דיון לפני ההתערבות, $F(2,110) = 21.879, p < .001, \eta^2 = .285$. בניתוחי המשך Post-Hoc מסוג Bonferroni ואפקט סיז לפי כהן נמצא כי המדד תכנון הדיון לאחר ההתערבות בקרב המורים המשתייכים לקבוצה פתרון בעיות + SRL היה גבוה במובהק מזה שבקרב המורים המשתייכים לקבוצת פתרון הבעיות ($d = .65$) וביקורת ($d = 1.65$). כמו כן, נמצא שהמדד תכנון הדיון לאחר ההתערבות בקרב המורים המשתייכים לקבוצה פתרון בעיות היה גבוה במובהק מזה שבקרב המורים המשתייכים לקבוצת הביקורת ($d = .97$). **מכאן שהקבוצה פתרון בעיות + SRL הפגינה יותר מיומנויות של "תכנון הדיון על סמך תוצרי התלמידים" בהתאם לעקרונות הגישה היפנית.**

לוח 11

ממוצעים, סטיות תקן וממוצעים מתוקננים של מדד תכנון הדיון* לאחר ההתערבות על פי קבוצות המחקר

קבוצות המחקר	M	SD	M.est
פתרון בעיות + SRL ($N = 38$)	2.90	0.60	2.90
פתרון בעיות ($N = 37$)	2.46	0.73	2.46
ביקורת ($N = 39$)	1.84	0.72	1.84

* טווח: מ-(1) אפיון נמוך ועד (4) אפיון גבוה

6) הבדלים במדד שילוב טכנולוגיה בתכנון שיעור

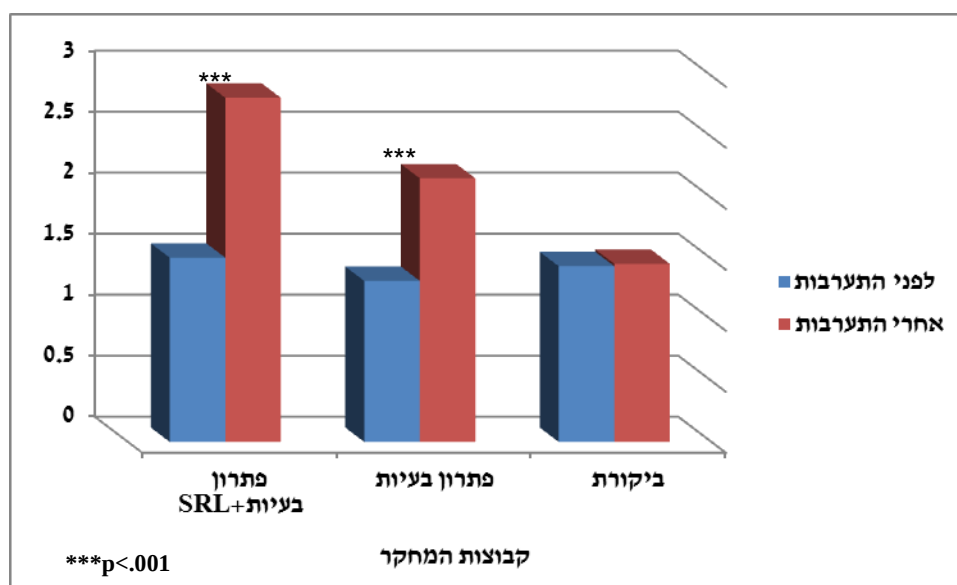
נמצא אפקט עיקרי מובהק לזמן המדידה, $F(1,112) = 79.969, p < .001, \eta^2 = .417$. כלומר, המדד שילוב טכנולוגיה לאחר ההתערבות ($M = 2.15, SD = .98$) היה גבוה במובהק מזה שלפני ההתערבות ($M = 1.43, SD = .58$). נמצאה אינטראקציה מובהקת של זמן המדידה x קבוצות המחקר, $F(2,112) = 21.778, p < .001, \eta^2 = .280$ (לוח 12).

ממוצעים וסטיות תקן של מדד שילוב הטכנולוגיה* לפני ולאחר ההתערבות על פי קבוצות המחקר

לאחר ההתערבות		לפני ההתערבות		קבוצות המחקר
SD	M	SD	M	
0.82	2.82	0.64	1.51	פתרון בעיות + SRL (N = 39)
0.90	2.16	0.53	1.32	פתרון בעיות (N = 37)
0.68	1.46	0.55	1.44	ביקורת (N = 39)

* טווח: מ- (1) אפיון נמוך ועד (4) אפיון גבוה

לבחינת מקור האינטראקציה נערכו מבחני t למדגמים תלויים לכל קבוצת מחקר בנפרד. בעוד שבקרב המורים המשתייכים לקבוצת הביקורת, $t(38) = -.240, p > .05$, לא נמצאה עלייה מובהקת במדד שילוב טכנולוגיה לאחר ההתערבות, בקרב המורים המשתייכים לקבוצות פתרון בעיות + SRL, $t(38) = -8.134, p < .001$, ופתרון בעיות, $t(35) = -5.676, p < .001$, נמצאה עלייה מובהקת במדד זה (תרשים 14).



תרשים 14 : אינטראקציה של זמן המדידה X קבוצות המחקר במדד שילוב טכנולוגיה

בחישוב effect size לפי כהן נמצא כי גודל האפקט במדד שילוב טכנולוגיה בקרב המורים המשתייכים לקבוצת פתרון בעיות + SRL היה $d = 1.30$, ובקרב המורים המשתייכים לקבוצת פתרון בעיות – $d = 0.93$. בקרב המורים המשתייכים לקבוצת הביקורת לא נמצא גודל אפקט חיובי. גודל האפקט שנמצא בקרב שתי קבוצות ההתערבות מצביע ששתיהן התקדמו במדד שילוב הטכנולוגיה, אך הקבוצה פתרון בעיות + SRL התקדמה יותר בבחירת הטכנולוגיה המשמשת לעיצוב מחדש של חלקים חדשים של משימת הלמידה ומובילה את השיעור לקידום ההבנה של התלמיד בהתאם לעקרונות הגישה היפנית.

7) הבדלים במדד אמונות פדגוגיות בתכנון שיעור

בניתוח ANCOVA חד-כיווני ואפקט סייז לפי כהן נמצא הבדל מובהק בין קבוצות המחקר במדד אמונות פדגוגיות של המורים בתכנון השיעור לאחר ההתערבות, תוך פיקוח על המדד אמונות המורים בתכנון השיעור לפני ההתערבות, $F(2,110) = 19.806, p < .001, \eta^2 = .265$.

בניתוחי המשך Post-Hoc מסוג Bonferroni נמצא כי המדד אמונות המורים לאחר ההתערבות בקרב המורים המשתייכים לקבוצות פתרון בעיות + SRL ופתרון בעיות היה גבוה במובהק מזה שבקרב ומורים המשתייכים לקבוצת הביקורת (בהתאמה, $d = .95$; $d = 2.68$). כמו כן, נמצא הבדל במדד אמונות לאחר ההתערבות בין קבוצת המורים המשתייכים לקבוצה פתרון בעיות + SRL ובין המורים המשתייכים לקבוצה פתרון בעיות ($d = .54$) (לוח 13).

לוח 13

ממוצעים, סטיות תקן וממוצעים מתוקננים של המדד אמונות פדגוגיות* לאחר ההתערבות על פי קבוצות המחקר

M.est	SD	M	קבוצות המחקר
3.01	0.75	3.03	פתרון בעיות + SRL (N = 38)
2.64	0.64	2.62	פתרון בעיות (N = 37)
1.89	0.94	1.90	ביקורת (N = 39)

* טווח: מ-(1) אפיון נמוך ועד (4) אפיון גבוה

על בסיס המחווון המוצג בנספח 2 נראה כי המורים בקבוצת פתרון בעיות + SRL נטו לבחירת דרך הוראה ולמידה שבה "המורה מנווט את השיעור על בסיס העשייה והשיח של תלמידיו", המורים בקבוצה פתרון בעיות נטו לבחירת דרך הוראה ולמידה שבה "המורה מבסס את השיעור על העשייה המתמטית של תלמידיו, אבל הוא המוביל את הדיון ומשלב בו את הסבריו", ואילו המורים בקבוצת הביקורת בחרו את דרך ההוראה שבה "המורה הוא המסביר את התוכן הנלמד לתלמידיו".

סיכום שאלת המחקר הראשונה חלק ב – ההיבט הפרקטי - תכנון שיעור

בדומה לממצאים על חלק א של שאלת המחקר הראשונה העוסקת בהיבט הידע של המורה, אף בחלק ב של שאלת המחקר הראשונה העוסקת בהיבט הפרקטי של תכנון שיעור נמצאו **כיוונים דומים לאפקט טיפוח הכוונה עצמית** בקרב המורים שנחשפו להוראה דרך פתרון בעיות בגישה היפנית (פתרון בעיות + SRL) בהשוואה למורים שנחשפו לטיפוח הוראה רק באמצעות הגישה היפנית (קבוצת פתרון בעיות), ולמורים שלא נחשפו בצורה מפורשת לגישות אלו (קבוצת ביקורת).

אפקט זה ניכר בכל שבעת ממדי תכנון השיעור: **מטרות, בחירת הבעיה, שימוש במגוון אסטרטגיות, זיהוי קשיים, תכנון הדיון, שילוב טכנולוגיה בשיעור ואמונות פדגוגיות** כפי שהן משתקפות בפעולות המורה.

בשונה מהממצאים בחלק א, בכל הקטגוריות (מלבד שימוש במגוון אסטרטגיות) המורים המשתייכים לקבוצה פתרון בעיות הפגינו בתום ההתערבות הישגים גבוהים יותר מהמורים המשתייכים לקבוצת הביקורת (מלבד בשימוש במגוון אסטרטגיות). ממצא זה שונה מהממצא על הממד היבט הידע שבשאלת המחקר הראשונה שבו לרוב לא נמצא הבדל בין המורים המשתייכים לקבוצה פתרון בעיות ובין המורים המשתייכים לקבוצת הביקורת. ברמת התכנון, קבוצת הביקורת התקדמה בשימוש במגוון אסטרטגיות ובטיפול בקשיים צפויים, אך לא התקדמה בהצבת מטרות ברורות לשיעור. נוסף על כך, קבוצת הביקורת הפגינה הישגים נמוכים בממד שילוב טכנולוגיה, תכנון הדיון המבוסס על תוצרי התלמידים ואמונות פדגוגיות המכוונות למרכז הלמידה על ידי התלמיד.

חשוב לציין שבמדד שילוב טכנולוגיה בתכנון השיעור, כל קבוצות המחקר התחילו ברמה הנמוכה ביותר המכוונת בעיקר ל-Substitution, וגם לאחר האימון הממוצעים לא עברו את רמה 3 המתייחסת ל-Modification. (ראו לעיל בפרק הרקע, סעיף ידע תוכן פדגוגי טכנולוגי – TPACK).

שאלת מחקר ראשונה - חלק ב - ההיבט הפרקטי - ביצוע שיעור בשילוב טכנולוגיה

המדדים שנבדקו בביצוע השיעור: (1) הצגת המשימה, (2) זיהוי צמתי החלטה, (3) טיפול בקשיים (שגיאות), (4) טיפוח לומד פעיל בחשיבה ודיון, (5) שילוב טכנולוגיה ותרומתה בשיעור ו-(6) אמונות פדגוגיות.

לצורך בחינת ההבדלים בין קבוצות המחקר השונות לפני ולאחר ההתערבות, נערכו מבחני שונות ANOVA עם מדידות חוזרות דו-כיווני (2x3) לשישה מתוך שבעת המדדים של צילומי השיעורים בנפרד. המשתנים הבלתי תלויים היו זמן המדידה (לפני ולאחר ההתערבות – תוך נבדקי) וקבוצות המחקר השונות. המשתנים התלויים היו מדדי ביצוע השיעור בפועל.

עקב ההבדלים שנמצאו טרם ההתערבות בין קבוצות המחקר במדד אמונות פדגוגיות, נערכו מבחני ניתוח שונות ANCOVA חד-כיווני רק למדד זה. המשתנה הבלתי תלוי היה קבוצות המחקר, המשתנה התלוי היה מדד האמונות לאחר ההתערבות, והמשתנה המפוקח היה מדד האמונות לפני ההתערבות.

1) הבדלים במדד הצגת המשימה

נמצא אפקט עיקרי מובהק לזמן המדידה, $F(1,15) = 24.000, p < .001, \eta^2 = .615$. כלומר, המדד הצגת המשימה לאחר ההתערבות ($M = 2.56, SD = .51$) היה גבוה במובהק מזה שלפני ההתערבות ($M = 1.89, SD = .47$). נוסף על כך, נמצאה אינטראקציה מובהקת של זמן המדידה x קבוצות המחקר, $F(2,15) = 4.500, p < .05, \eta^2 = .375$ (לוח 14).

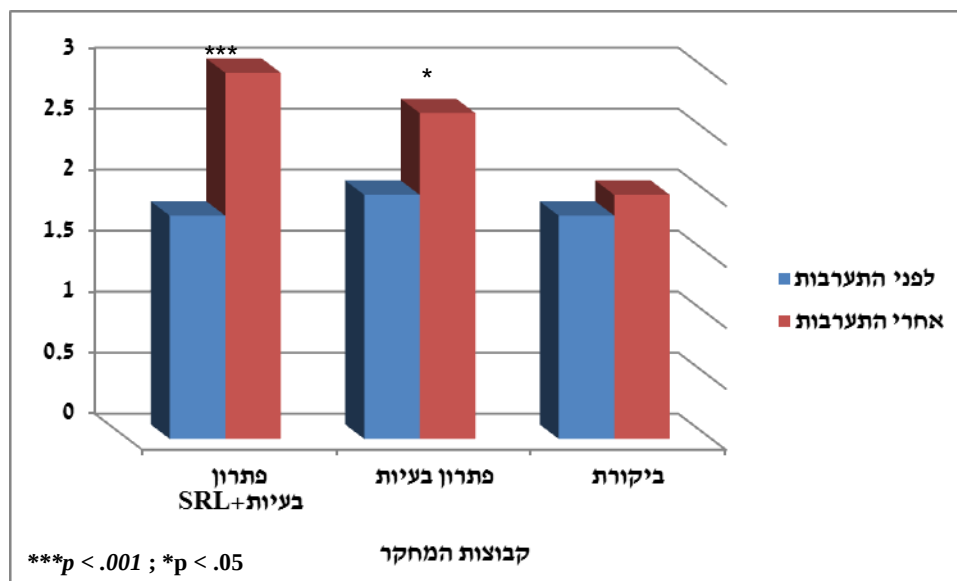
לוח 14

ממוצעים וסטיות תקן של המדד הצגת המשימה* לפני ולאחר ההתערבות על פי קבוצות המחקר

קבוצות המחקר		לפני ההתערבות		לאחר ההתערבות	
		SD	M	SD	M
פתרון בעיות + SRL (N = 6)		0.41	1.83	0.00	3.00
פתרון בעיות (N = 6)		0.63	2.00	0.52	2.67
ביקורת (N = 6)		0.41	1.83	0.00	2.00

* טווח: מ-(1) אפיון נמוך ועד (4) אפיון גבוה

לבחינת מקור האינטראקציה נערכו מבחני t למדגמים תלויים לכל קבוצת מחקר בנפרד. נמצא כי בעוד שבקרב המורים המשתייכים לקבוצת הביקורת לא נמצאה עלייה מובהקת במדד הצגת המשימה לאחר ההתערבות, $t(5) = -1.000, p > .05$, בקרב המורים המשתייכים לקבוצת פתרון בעיות + SRL נמצאה עלייה מובהקת גבוהה יותר ($d = 2.85$) לאחר ההתערבות, $t(5) = -7.000, p < .001$, מאשר בקרב המורים המשתייכים לקבוצת פתרון בעיות ($d = .91$), $t(5) = 3.820, p < .05$ (תרשים 17). מכאן שהקבוצה פתרון בעיות + SRL התקדמה יותר לקראת הצגת המשימה בשיעור באופן ברור (מטרות, הסבר על הבעיה, חיבור לידע קודם ואסטרטגיות לפתרון) המאפשר לתלמידים להתמודד עמה בהצלחה בהתאם לגישה היפנית ולהכוונה עצמית בלמידה.



תרשים 15 : אינטראקציה של זמן המדידה X קבוצות המחקר במדד הצגת המשימה

2) הבדלים במדד זיהוי צמתי החלטה

נמצא אפקט עיקרי מובהק לזמן המדידה, $F(1,15) = 15.000, p < .01, \eta^2 = .500$. כלומר, המדד זיהוי צמתי החלטה לאחר ההתערבות ($M = 2.28, SD = 1.02$) היה גבוה במובהק מזה שלפני ההתערבות ($M = 1.78, SD = 0.65$). נוסף על כך, נמצאה אינטראקציה מובהקת של זמן המדידה X קבוצות המחקר, $F(2,15) = 6.667, p < .05, \eta^2 = .471$. (לוח 15).

לוח 15

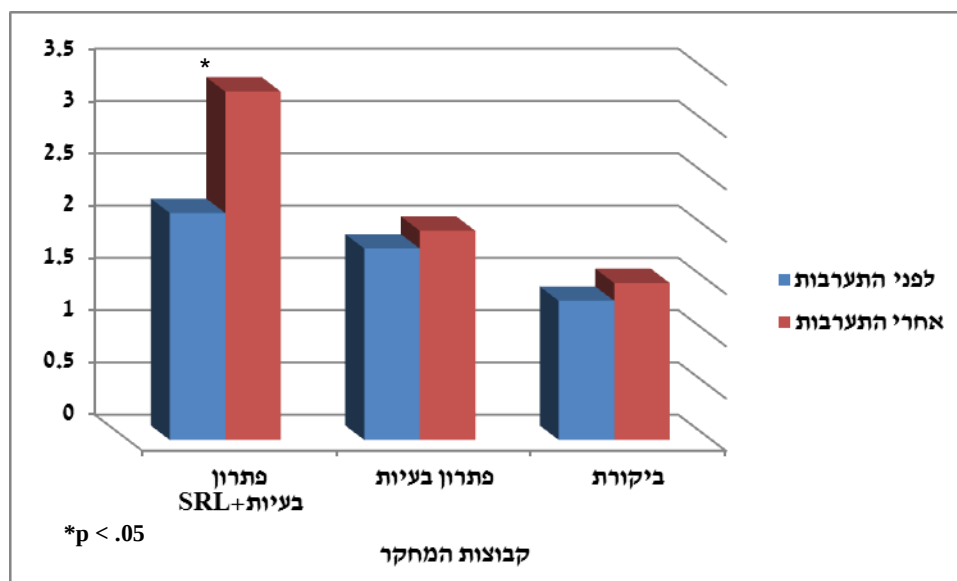
ממוצעים וסטיות תקן של המדד זיהוי צמתי החלטה* לפני ולאחר ההתערבות על פי קבוצות המחקר

לאחר ההתערבות		לפני ההתערבות		קבוצות המחקר
SD	M	SD	M	
0.82	3.33	0.41	2.17	פתרון בעיות + SRL (N = 6)
0.63	2.00	0.75	1.83	פתרון בעיות (N = 6)
0.55	1.50	0.52	1.33	ביקורת (N = 6)

* טווח: מ-(1) אפיון נמוך ועד (4) אפיון גבוה

לבחינת מקור האינטראקציה נערכו מבחני t למדגמים תלויים לכל קבוצת מחקר בנפרד. נמצא כי בעוד שבקרב המורים המשתתפים לקבוצות פתרון בעיות, $t(5) = -1.000, p > .05$, וביקורת, $t(5) = -1.000, p > .05$, לא נמצאה עלייה מובהקת במדד זיהוי צמתי החלטה לאחר ההתערבות, בקרב המורים המשתתפים לקבוצה פתרון בעיות + SRL נמצאה עלייה מובהקת ($d = 1.93$) במדד זה לאחר ההתערבות, $t(5) = -3.796, p < .05$. (תרשים 16). מכאן שהקבוצה פתרון בעיות + SRL התקדמה יותר

לקראת זיהוי מושכל של צמתי החלטה כמשקפת יכולות התאמה לצרכים שעולים בשטח שהם הבסיס של הכוונה עצמית בלמידה.



תרשים 16 : אינטראקציה של זמן המדידה X קבוצות המחקר במדד צמתי החלטה

3) הבדלים במדד טיפול בקשיים

נמצא אפקט עיקרי מובהק לזמן המדידה, $F(1,15) = 36.739, p < .001, \eta^2 = .710$. כלומר, המדד טיפול בשגיאות לאחר ההתערבות ($M = 2.33, SD = .84$) היה גבוה במובהק מזה שלפני ההתערבות ($M = 1.61, SD = .61$). נוסף על כך, נמצאה אינטראקציה מובהקת של זמן המדידה X קבוצות המחקר, $F(2,15) = 11.304, p < .001, \eta^2 = .601$ (לוח 16).

לוח 16

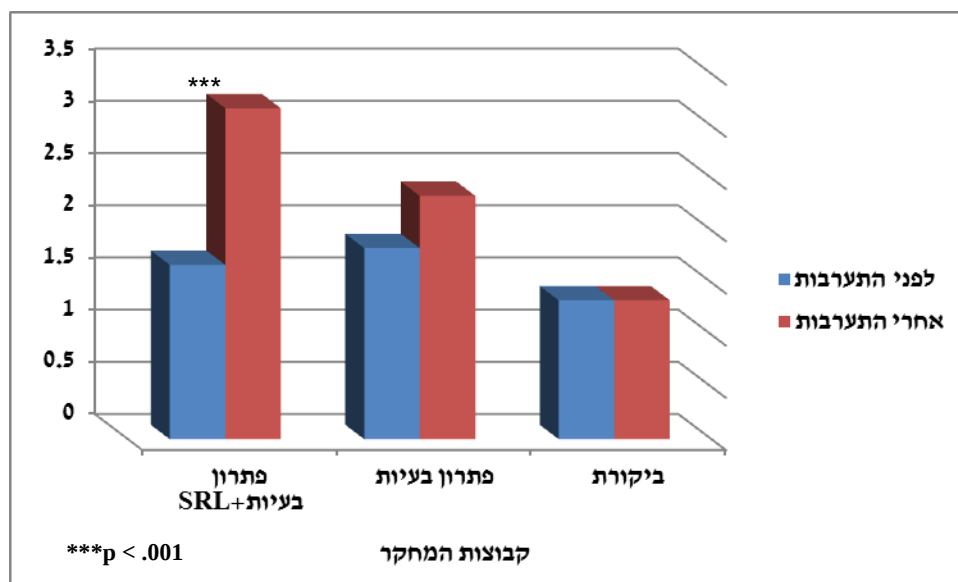
ממוצעים וסטיות תקן של מדד טיפול בקשיים* לפני ולאחר ההתערבות על פי קבוצות המחקר

לאחר ההתערבות		לפני ההתערבות		קבוצות המחקר
SD	M	SD	M	
0.41	3.17	0.52	1.67	פתרון בעיות + SRL (N = 6)
0.52	2.33	0.75	1.83	פתרון בעיות (N = 6)
0.52	1.33	0.52	1.33	ביקורת (N = 6)

* טווח : מ- (1) אפיון נמוך ועד (4) אפיון גבוה

לבחינת מקור האינטראקציה נערכו מבחני t למדגמים תלויים לכל קבוצת מחקר בנפרד. נמצא כי בעוד שבקרב המורים המשתייכים לקבוצות פתרון בעיות, $t(5) = -2.236, p > .05$, וביקורת, $t(5) = -1.000, p > .05$, לא נמצאה עלייה מובהקת במדד טיפול בקשיים לאחר ההתערבות, בקרב המורים המשתייכים

לקבוצה פתרון בעיות + SRL נמצאה עלייה מובהקת ($d = 2.42$) במדד זה, $t(5) = -6.708, p < .001$ (תרשים 17). מכאן שהקבוצה פתרון בעיות + SRL התקדמה יותר לקראת טיפול מיטבי בקשיים של תלמידים במהלך השיעור, שהוא מרכיב חשוב בגישה היפנית ובהכוונה העצמית בלמידה. אולם, בעיון במומצעים ובמדד האפקט סיזי אפשר לראות שגם הקבוצה פתרון בעיות התקדמה במדד טיפול בקשיים במהלך השיעור ($d = .83$). ממצא זה לא הגיע לידי מובהקות עקב המדגם הקטן.



תרשים 17 : אינטראקציה של זמן המדידה X קבוצות המחקר במדד טיפול בקשיים

4) הבדלים במדד טיפוח לומד פעיל בחשיבה ובדיון

נמצא אפקט עיקרי מובהק לזמן המדידה, $F(1,15) = 36.739, p < .001, \eta^2 = .710$. כלומר, המדד טיפוח לומד פעיל לאחר ההתערבות ($M = 2.89, SD = .76$) היה גבוה במובהק מזה שלפני ההתערבות ($M = 2.17, SD = .51$). נוסף על כך, נמצאה אינטראקציה מובהקת של זמן המדידה X קבוצות המחקר, $F(2,15) = 11.304, p < .001, \eta^2 = .601$ (לוח 17).

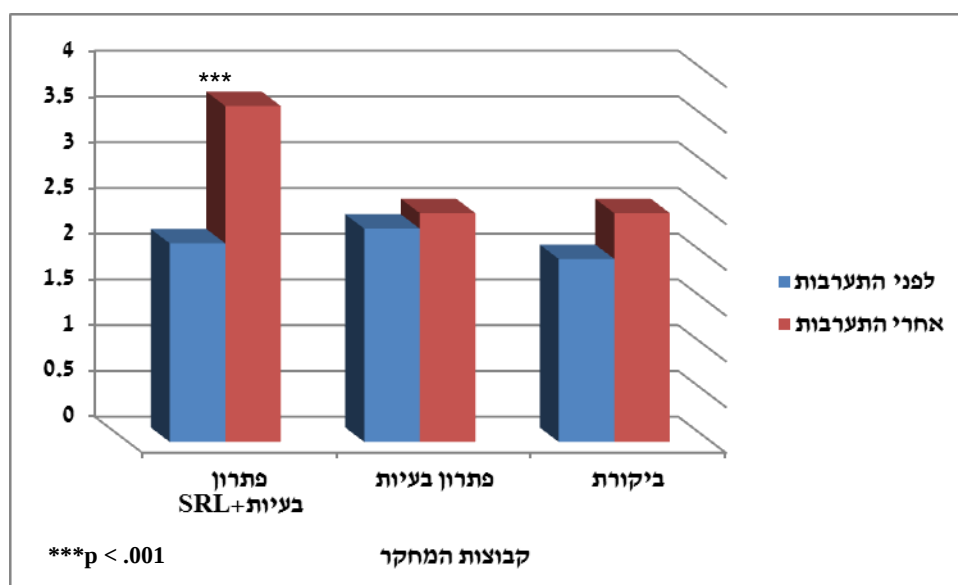
לוח 17

ממוצעים וסטיות תקן של מדד טיפוח לומד פעיל לפני ולאחר ההתערבות על פי קבוצות המחקר

לאחר ההתערבות		לפני ההתערבות		קבוצות המחקר
SD	M	SD	M	
0.52	3.67	0.41	2.17	פתרון בעיות + SRL (N = 6)
0.55	2.50	0.52	2.33	פתרון בעיות (N = 6)
0.55	2.50	0.63	2.00	ביקורת (N = 6)

* טווח : מ- (1) אפיון נמוך ועד (4) אפיון גבוה

לבחינת מקור האינטראקציה נערכו מבחני t למדגמים תלויים לכל קבוצת מחקר בנפרד. נמצא כי בעוד שבקרב המורים המשתייכים לקבוצות פתרון בעיות, $t(5) = -1.000$, $p > .05$, וביקורת, $t(5) = -2.236$, $p > .05$, לא נמצאה עלייה מובהקת במדד טיפוח לומד פעיל לאחר ההתערבות, בקרב המורים המשתייכים לקבוצה פתרון בעיות + SRL נמצאה עלייה מובהקת ($d = 2.83$) במדד זה לאחר ההתערבות $t(5) = -6.708$, $p < .001$ (תרשים 18). מכאן שהקבוצה פתרון בעיות + SRL התקדמה יותר לקראת שיתוף פעיל של התלמיד בחשיבה ובדיון בכיתה בהתאם לגישה היפנית ולהכוונה עצמית בלמידה.



תרשים 18: אינטראקציה של זמן המדידה x קבוצות המחקר במדד טיפוח לומד פעיל

5) הבדלים במדד שילוב טכנולוגיה

נמצא אפקט עיקרי מובהק לזמן המדידה, $F(1,15) = 4.016$, $p < .05$, $\eta^2 = .211$. מפאת המדגם הקטן לא נמצאה אינטראקציה מובהקת של זמן המדידה x קבוצות המחקר, $F(2,15) = 1.557$, $p < .05$, $\eta^2 = .172$ (לוח 18). אולם מעיון בממוצעים נמצא כי בקרב קבוצת הביקורת לא חל שינוי בממוצעי ציוני ה"לפני/אחרי", ואילו בקבוצה פתרון בעיות + SRL ($d = 1.32$) ובקבוצה פתרון בעיות ($d = 0.53$) חל שינוי בממוצעים. מכאן שהקבוצה פתרון בעיות + SRL גילתה בתום המחקר רמה גבוהה יותר בשילוב מיטבי של כלים טכנולוגיים בהוראה כציר מרכזי בשיעור, המשקף אינטגרציה בין תחומי הידע של TPCK.

ממוצעים וסטיות תקן של מדד שילוב הטכנולוגיה* לפני ולאחר ההתערבות על פי קבוצות המחקר

לאחר ההתערבות		לפני ההתערבות		קבוצות המחקר
SD	M	SD	M	
1.26	3.00	0.75	2.17	פתרון בעיות + SRL (N = 6)
0.52	2.33	0.63	2.00	פתרון בעיות (N = 6)
0.82	1.67	0.52	1.67	ביקורת (N = 6)

* טווח: מ-(1) אפיון נמוך ועד (4) אפיון גבוה

6) הבדלים במדד האמונות הפדגוגיות

בניתוח ANCOVA חד-כיווני נמצא הבדל מובהק בין קבוצות המחקר במדד אמונות פדגוגיות לאחר ההתערבות, תוך פיקוח על המדד אמונות פדגוגיות לפני ההתערבות, $F(2,14) = 14.897, p < .001$, $\eta^2 = .680$. בניתוחי המשך Post-Hoc מסוג Bonferroni נמצא כי המדד אמונות פדגוגיות לאחר ההתערבות בקרב המורים המשתייכים לקבוצת פתרון בעיות + SRL היה גבוה במובהק מזה שבקרב המורים המשתייכים לקבוצת פתרון בעיות ($d = 2.36$) ומזה של המורים המשתייכים לקבוצת הביקורת ($d = 3.32$). כמו כן, מדד האמונות הפדגוגיות לאחר ההתערבות בקרב המורים המשתייכים לקבוצת פתרון הבעיות לא היה שונה במובהק מזה שבקרב המורים המשתייכים לקבוצת הביקורת. מדד גבוה באמונות פדגוגיות על הוראה ולמידה מצביע על אמונות במרכז הלמידה בלומד. מכאן שהקבוצה פתרון בעיות + SRL גילתה רמה גבוהה יותר של פעולות המשקפות אמונה בשיתוף פעיל של התלמיד בלמידה ופיתוח האחריות שלו ללמידתו (כמו מתן זמן חשיבה) בהתאם לגישה היפנית ולהכוונה עצמית.

ממוצעים, סטיות תקן וממוצעים מתוקננים של מדד האמונות הפדגוגיות* לאחר ההתערבות על פי קבוצות המחקר

M.est	SD	M	קבוצות המחקר
3.43	0.55	3.50	פתרון בעיות + SRL (N = 6)
2.13	0.41	2.17	פתרון בעיות (N = 6)
1.93	0.41	1.83	ביקורת (N = 6)

* טווח: מ-(1) אפיון נמוך ועד (4) אפיון גבוה

סיכום שאלת המחקר הראשונה – חלק ב **ההיבט הפרקטי – ביצוע השיעור בשילוב טכנולוגיה**

סיכום שאלת מחקר ראשונה – חלק ב – ביצוע השיעור בשילוב טכנולוגיה:

נמצאו כיוונים דומים בממצאים על ביצוע השיעור בפועל ובממצאים על תכנון השיעור בשילוב טכנולוגיה ולפיהם נמצא יתרון למורים שנחשפו להוראה דרך פתרון בעיות + SRL בגישה היפנית בהשוואה למורים בקבוצות פתרון בעיות וביקורת, בששת הממדים הפדגוגיים שסביבם נסבה תכנית ההתערבות: הצגת המשימה, זיהוי צמתי החלטה, טיפול בקשיים, טיפול לומד פעיל בחשיבה ובשיח הכיתתי, שילוב טכנולוגיה וטיפול אמונות פדגוגיות במרכז הלומד. בכל הממדים ההישגים של הקבוצה פתרון בעיות + SRL היו גבוהים מאלה של שתי הקבוצות האחרות ובטווח שבין 3 ל-3.67 (הערך המקסימלי היה 4), והמדד הגבוה ביותר נמצא באתגור לומד פעיל בחשיבה ובדיון.

בקרב הקבוצה פתרון בעיות בגישה היפנית נמצא שיפור בשלושה ממדים – הצגת המשימה, טיפול בקשיים ושילוב טכנולוגיה בשיעור. לא נמצא שיפור בזיהוי צמתי החלטה, בעידוד לומד פעיל בחשיבה ובשיח כיתתי, וכמו כן נמצאה נטייה לאמונות פדגוגיות הקשורות למרכז הלמידה במורה.

בקרב קבוצת הביקורת לא נמצא שיפור מובהק במדדי ביצוע השיעור (לפני/אחרי ההתערבות). ערכים נמוכים נמצאו בפרט בממדים שילוב טכנולוגיה בשיעור ואמונות פדגוגיות המצביעות על מרכז הלמידה במורה. ממצאים אלו מנוגדים לממצאים על תכנון השיעור שבהם קבוצת הביקורת שיפרה את הישגיה בכמה מהממדים, ובכמה מהם אף הגיעה לרמה דומה לזו של הקבוצה פתרון בעיות (למשל, שימוש במגוון אסטרטגיות).

חלק שני:

ניתוח עומק איכותני של ביצוע השיעורים בשילוב טכנולוגיה של 3 מורות (אחת מכל קבוצה)

לבחינת משתני המחקר בביצוע השיעור, נערכה השוואה בין השיעור שמסרה מורה מכל קבוצה בתחילת המחקר ובין השיעור שמסרו אותן המורות בסיומו, בקריטריונים של **ביצוע השיעור** בשילוב טכנולוגיה: 1. הצגת המשימה, 2. זיהוי צמתי החלטה בשיעור, 3. טיפול בקשיים, 4. טיפוח לומד פעיל בחשיבה ובשיח, 5. שילוב טכנולוגיה ותרומתה בשיעור ו-6. אמונות כפי שהן מתפרשות מהשיעור. להלן ניתוח עומק מקיף של שני שיעורים שמסרה מורה אחת מכל קבוצה: שמרית מהקבוצה פתרון בעיות + SRL, הודיה מהקבוצה פתרון בעיות ורינה מקבוצת הביקורת.

א. ניתוח השיעור של שמרית מהקבוצה פתרון בעיות + SRL

1) הצגת המשימה

• שיעור ראשון

נושא השיעור – אחוזים.

שמרית התחילה בסיפור שאותו היא סיפרה לתלמידה:

"אם אנחנו בקית שותים מיץ פטף, הסתכלתי על מתכון ומצאתי שכתוב עליו: שמים קצת תרכיז פטף. מוסיפים מים (רצוי קרים), והרי לכם מיץ פטף (הטקסט שאותו היא מקריאה מוקרן על הלוח), וצמתי לפי המתכון בדיוק. נתתי ליילדים שלי, והם שמו, ואמרו שזה מיץ פטף הכי טעים שטעמו אי פעם. שמו עוד ועוד. לאחרת, בארוחת צהריים, הם ביקשו עוד מיץ פטף. הסתכלתי במתכון, ועוד פעם שמתי קצת פטף, קצת מים קרים, והגשתי להם. הם עשו פרצופים ואמרו מה זה? זה לא טעים. בטח השתמשת בזה חברה אחרת... מה אתם אומרים? מה אתם יכולים לענות להם?"

הדיון התחיל מיד בסיום ההקראה, ושמרית לא נתנה לתלמידים זמן למחשבה לפני הדיון. הצגת משימת הפתיחה בצורה סיפורית יצרה עניין בקרב התלמידים, והם העלו השערות שונות באשר לסיבות לשינוי בטעם המיץ.

• שיעור שני:

נושא השיעור – בניית משולשים לפי תנאים ותכונות משולשים.

הצגת המשימה נעשתה באופן שונה לחלוטין מזה של השיעור הראשון. שמרית פתחה בהסבר על אביוזר ההמחשה שבו ישתמשו התלמידים בביצוע המשימה. היא הזכירה לתלמידים שהם השתמשו בלוח המסמרים בעבר, ובכך יצרה קשר לידע קודם. כדי להבהיר מה נדרש מן התלמידים, היא נתנה דוגמה לביצוע: "יש לכם פה צד חלק, ויש לכם פה צד צד עם זיגזג כאלה. אתם מותחים את האמרייה (מדמימה תוך כדי דיבור), ומה שאתם צריכים זה לבנות מרובעים. הנה דוגמה, סתם דוגמה למרובע שאני בנית. אתם תצטרכו לבנות כל מיני מרובעים". ההסבר מונע אי הבנות בעת ביצוע המשימה. נוסף על כך, היא דאגה לברר שהתלמידים מבינים את המושגים המופיעים במשימה: ראשית היא בררה את המושג מרובע: "מה ההבדל בין מרובע לריבוע? למה לא אמרתי לכם ריבוע?" לאחר שהתלמידים ענו וניכר היה כי הם הבינו את ההבדל בין השניים, היא סיכמה ואמרה: "אתם יכולים לבנות גם ריבוע, אבל תבינו שהמשימה היא על מרובע". בדרך זו היא

מנעה מראש שגיאה אופיינית של בלבול בין שני מושגים אלו. לאחר מכן היא **הפנתה את תשומת לבם** של התלמידים למושג נוסף המופיע במשימה: **"עמא לפ להצרה: 'עונ'ס', 'ותר מאוחר נת'חס' לפ'".** הצגת המשימה לתלמידים נעשתה **בצורה מובנית** תוך חשיבה על רכיביה השונים והכנת התלמידים לקראתה.

(2) זיהוי צמתי החלטה

• שיעור ראשון

בשיעור שלפני ההתערבות אפשר היה לראות כי שמרית אינה מזהה צמתי החלטה. היא נצמדה לתכנון השיעור שהכינה, והתמקדה בהסתכלות מסוימת על הנתונים שהציגה: מספר כוסות המים מול מספר כוסות הפטל. היא בחרה בדרך זו כדי להציג לתלמידים את הנושא, וכדי להשוות בין הכמויות של הפטל ושל המים. כשאחת התלמידות הציעה **"לפ כל כוס תרכיץ ע'ס' e'fe כוס מ'ס"**, נראה היה כי ברגע הראשון שמרית לא הבינה את תשובת התלמידה, שכן כאשר היא חזרה על דברי התלמידה היא שוב תיארה אותה ככוס תרכיץ עם 3 כוסות מים, כפי שבחרה להסתכל על הסיטואציה המוצגת בתחילת השיעור. היא ביררה עם התלמידה למה היא התכוונה, והתלמידה הסבירה שאמרה אחרת. שמרית הופתעה מהתשובה ואמרה: **"לפ כל ז'ס'ת' ע'ס'נ'".** התשובה וההסבר של התלמידה לא תאמו להסבר שעליו ביססה את השיעור שתכננה. שמרית עמדה כאן **בצומת החלטה** שבה עליה היה לבחור איך להמשיך את הדיון, האם לנצל את דברי התלמידה כדי להציג לתלמידים דרכים שונות להסתכלות על אותה סיטואציה, או להיצמד לדרך שלה בלבד. היא בחרה לא להציג לכיתה את הדרך שהתלמידה הציעה, ואף אמרה לתלמידים: **"ע'ס'נ' ע'ס' ק'נ'ק' e'fe נ'מ'נ' כוס e'fe כוסות מ'ס כ'י לפ ז'ס'ר' ק'פ'ל'".** שמרית התעקשה לייצג את היחס שבין שני מספרים בעזרת מספרים שלמים. היא לא הצליחה להתגמש ולהתאים את המשך הדיון לרעיון שהעלו התלמידים, וכמו כן לא ראתה את הרווח שבקישור נושא היחס לנושאים נוספים שנלמדו בעבר, כמו שברים. בהמשך הדיון תלמידה אחרת אמרה: **"ע'ס'נ' לפ ז'ס' א'ח'ת, כ'א'ס' ע'ס' א'ח'ת ע'ס'נ'..."**, ושמרית שוב דחתה את תשובתה והמשיכה באותה דרך הסתכלות שבה החלה.

• שיעור שני

בשיעור זה השכילה שמרית לזהות צמתי החלטה. היא הציעה לתלמידים משימה של בניית מצולעים שונים על לוח מסמרים של 3x3. אמנם, בתכנון השיעור שמרית שרטטה מצולעים שונים הניתנים לבנייה בלוח המסמרים שהציגה לתלמידים, אך יחד עם זאת היא לא ידעה איזה מצולעים יציעו תלמידיה לבנות בזמן אמת. בתחילת הדיון, כאשר תלמידה התנדבה להציג את המצולע שבנתה, שמרית בחרה מתוך אוסף המצולעים ששרטטה התלמידה מצולע קעור. בחירה זו ממחישה זיהוי צומת החלטה חשובה להמשך השיעור. המצולע שהציגה התלמידה שימש בסיס להמשך הדיון ולרעיונות שייכללו בו. שמרית הסבירה לתלמידה את הסיבות לבחירה במצולע זה: **"א'נ' ב'ח'ת ק'צ'ר' ע'ס'א ז'י'ר' ע'ס'א ז'נ'ה מ'ע'ר'ס'ט' ע'ס'א'ת' א'פ'צ'כ'ס, א'ס' א'נ' לפ ז'ס'נ' ר'א'כ'ס' לפ ע'ר'ס'ט'ס' מ'ע'ס'ל' ה'נ'ה"**.

3) טיפול בקשיים

יכולת המורה להיות קשובה לנאמר בשיעור, גם אם אלו שגיאות או תשובות המצביעות על תפיסות שגויות, דורשת מן המורה כושר ניתוח והערכה של סיטואציות, שהן בעצם השלבים של מעגל ה-SRL.

• שיעור ראשון

כאשר תלמידה העירה "אני לא מבינה כלום", שמרית אמרה לה: "תיכף נראה לך סרטון". היא לא ניסתה לברר עם התלמידה מה לא מובן לה. גם בהמשך השיעור, ולאחר הקרנת הסרטון, היא לא ניסתה לברר עם התלמידה אם לאחר הסרטון הדברים מובנים לה. שמרית שמעה לאורך השיעור שגיאות של תלמידים, אך דרך הטיפול שלה בשגיאות אלו היה לומר בעצמה את התשובה הנכונה.

• שיעור שני

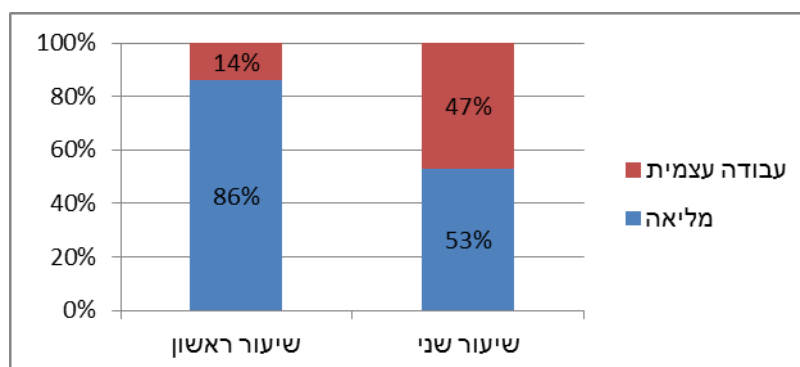
כאשר תלמיד השתמש במושג נפח בהקשר של שטח – שמרית בררה את המושג של המושג נפח ושאלה אותו אם הוא מתאים לדיון המתקיים. היא לא המשיכה בשיעור עד שנוכחה לדעת שהתלמיד ידע שהמושג המתאים הוא שטח. יתרה מכך, היא השתמשה בטעות של תלמיד כדי לעורר שיח: היא הציגה תשובה של תלמיד למצולע אפשרי ושאלה את דעתם על התשובה במטרה למגר חשיבה מוטעית היכולה להשתמע ממנה. נוסף על כך, היא צפתה מראש קושי של בלבול בין המושגים ריבוע ומרובע, ושאלה את התלמידים: "מה ההבדל בין מרובע לריבוע? לא מה לא אמרתי לכתוב ריבוע?". תלמיד אחד ענה: "ריבוע זה עם ארבע צלעות שוות, ומרובע זה כל מה שיש לו ארבע צלעות כאלה". בדרך זו היא הבהירה לתלמידים את המושגים, ומנעה קושי עקב תפיסה שגויה ובלבול ביניהם. היא העלתה סוגיות שמטרתן לטפל בשגיאות צפויות ובתפיסות מוטעות. זאת ועוד, היא השתמשה בשגיאות שעלו בשיעור והציגה אותם באופן ברור ומפורש. לדוגמה, כשתלמיד שגה ואמר: "נפח קטן יותר", היא השתמשה בטעות שלו כדי לברר עם כולם מהו המושג המתאים לסיטואציה, ובכך יצרה אווירה שבה שגיאות מתקבלות בברכה. היא ניסתה להתחקות אחר דרך חשיבתו של התלמיד ששגה, ועל בסיס זה קידמה אותו להבנת השגיאה. בברור הדברים אתו היא נעזרה בשאלות מנחות: "למה יש נפח? מה יש למרובע? לאי? יש נפח? לא? מה אנחנו מדברים על מרובע. מה אנחנו מדברים במרובע?", וכך הובילה אותו להבנת המושג שבו טעה, בשיתוף עמו ועם חבריו לכיתה.

4) טיפוח לומד פעיל בחשיבה ודיון

סביבה של למידה פעילה מזמנת מצבים ותהליכים של הכוונה עצמית ושל העצמת הלומד, שבהן הלומד נמצא במרכז ושותף להחלטות על איך ללמוד, האם הוא מבין את החומר, מתי לשנות את המטרות ואת האסטרטגיות שתכנן ומתי להגביר מאמץ (Azevedo & Cromley, 2004). כלומר, סביבה זו מזמנת מצבים ותהליכים של הכוונה עצמית ובכך מעצימה את האפשרות שהלומד יפעיל מיומנויות של SRL, הכוללות מיומנויות של תכנון, בקרה והערכה. התלמיד יכול להיעזר בשאלות עצמיות שיקדמו אותו בתהליך הפתרון.

בשיעורים המנותחים זמן השיעור מתחלק בין עבודה במליאה, שבמהלכה המורה עובדת בצורה פרונטלית מול כלל הכיתה, ובין עבודה עצמית, שבה המורה מפנה את התלמידים להתמודד עם המשימה באופן עצמאי. רכיב מרכזי ומשמעותי בטיפוח לומד פעיל הוא מתן זמן להתנסות ולבניית ידע. בשיעור הראשון של שמרית העבודה במליאה היוותה חלק נכבד (86%) מזמן ההוראה והלמידה (תרשים 19). בזמן העבודה העצמית רוב התלמידים עבדו לבד, בלי שיתוף של עמיתים, וכמעט בלי אינטראקציה

עם המורה. לעומת זאת, בשיעור השני העבודה העצמית תפסה חלק גדול יותר מזמן השיעור – כמחצית מהשיעור. זמן זה הוקדש להתנסות של התלמידים. המורה הנחתה ועודדה את התלמידים לעבוד בשיתוף עם עמיתיהם.



תרשים 19 : חלוקת זמן השיעור של שמרית

• שיעור ראשון

בשיעור זה 38% מההיגדים שבהם השתמשה שמרית כונו **לתכנון** (חשיבה קדימה), ומטרתם הייתה בעיקר להבהיר את המשימה ולפרק אותה לחלקים. בכך קיבלה שמרית על עצמה את האחריות על הבנת המשימה, במקום לעודד את התלמידים לבצע זאת בעצמם. בזמן המליאה, הרבתה שמרית במתן הסברים והוראות לתלמידים בעת פתרון המשימה, לדוגמה: "כוס תרכיז עם שתי כוסות מי". רוב השאלות שהיא הציגה התמקדו בקבלת תשובה מספרית, לדוגמה: "אז כמה כוסות מי?", ומטרתן הייתה לדלות מידע מהתלמידים. היא הרבתה לחזור על דברי התלמידים, ואף להסביר את כוונותיהם, לדוגמה: "על כוס פסל אחת אני שמה שתי כוסות מי. (מציגה בהתאמה על הסרטוט המוצג ומראה: כוס פסל אחת ושתי כוסות מי...)". התלמידים ענו לשאלות בתשובות קצרות בנות מספר מילים. שמרית ביקשה מהתלמידים להציג את הפתרונות שלהם, אך כאשר הם הציגו דרך חשיבה שהיא לא צפתה אותה מראש או לא תכננה שתוצע, היא דחתה אותה, ולא שילבה את הדברים בשיח המתנהל. אם כן, למרות שלכאורה נראה כי השאלות של שמרית היו פתוחות והזמינו תשובות שונות, בפועל הדבר לא היה כך, שכן היא ציפתה לתשובות מאוד מסוימות. לדוגמה, כשתלמידה אמרה: "שתי על זה אחת..." היא פסלה את דבריה ואמרה: "זה בדיוק מה שאמרו". לא ניכר ניסיון להבין את דרך החשיבה של התלמידה.

• שיעור שני

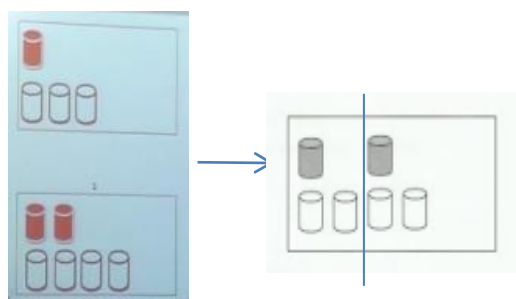
בשיעור זה שמרית עודדה עבודת צוות ושיתופי פעולה. היא ביקשה מהתלמידים **לתעד** את עבודתם ועודדה אותם לעבוד **בשיתוף פעולה** עם חבריהם. היא אף אמרה במפורש: "אחרי שאתם מסיימים, כל אחד עם החבר שלו, אני ארשה לכם להסתובב אחר כך בקבוצה ולהעלות ביניים". שמרית הטילה את האחריות לפתרון המשימה על התלמידים, אפשרה להם להתנסות, לחשוב, לדון, לתקן, לחקור, ולעשות רפלקציה לעצמם. רק לאחר שפעלו כך, היא קיימה את הדיון. במהלך הדיון היא ביקשה מהתלמידים להציג פתרונות שונים, חיכתה שהם יענו, ובמקרים שבהם התלמידים לא הייתה תשובה, היא חזרה על השאלה בצורות שונות כדי להבהירה, לדוגמה: "יש עוד מה?" מטרת השאלות לא הייתה רק לעמוד על התוכן המתמטי, אלא גם להבין כיצד התלמידים חושבים, לדוגמה: "מה אגלה מאה? מה יש לי? מה הזאת?". בבקשתה מהתלמידים להסביר תשובה של תלמידה אחרת, היא עודדה

אותם להתייחס לדברי חבריהם, להסביר ולבקר אותם ופיתחה תהליכים מטה-קוגניטיביים על ידי שאלות המעודדת רפלקציה. שמרית עודדה גם מתן פתרונות רבים וגם מתן פתרונות אלטרנטיביים. ניהול הדיון התבסס על הסבר והצדקה, תוך שיח מפורש על מה נחשב הסבר והצדקה מתמטיים, ועל פתרונות שונים מבחינה מתמטית, לדוגמה: "במה המרחב הזה הנה מהמרחב? אתה ערטה?". בהשוואה לשיעור הראשון, בשיעור השני של שמרית היו יותר משפטים שמכוונים להסתכלות קדימה ואחורה ולהסקת מסקנות, אשר לפי צימרמן הם חלק מרכזי בתהליך המעגלי של הכוונה עצמית.

5) שילוב הטכנולוגיה ותרומתה לשיעור:

• שיעור ראשון

שמרית שילבה בשיעור מצגת וסרטון. המצגת הייתה סטטית והוצגו בה המשימה לשיעור, וכן הרכבים שונים של מים ופטל, שהתלמידים התבקשו להשוות ביניהם ולומר איזה מהם מתוק יותר. מעבר לייצוג הסטטי, לא היה שימוש נוסף בפתרונות שמאפשרת הטכנולוגיה. רמת השימוש בטכנולוגיה היה בשלב ההצבה (substitution) לפי מודל SMAR.



הכמויות של הפטל והמים הוצגו באופן סטטי. התלמידים יכלו לבצע מניפולציות על ידי הזזה ויצירת השוואה ויזואלית, כפי שמוצג בסרטון. למרות השימוש ביכולות הדינמיות של הטכנולוגיה, היו תורמות להבנת ההשוואה בין הכמויות (בשלב ההרחבה - Augmentation לפי מודל SMAR, שמרית לא השתמשה בהן).

הקרנת סרטון – שמרית בחרה להקרין רק קטע (כשתי דקות) הרלוונטי לשיעור. לאחר הקרנת הסרטון היא שוחחה עם התלמידים עליו ועל המשתמע ממנו. מדבריה במהלך השיעור, אפשר היה להבין כי היא רואה בהצגת הסרטון דרך לספק הסבר נוסף על הנושא הנלמד, וכפי שהיא אמרה: "תכף אנהל נראה צלף סרטון, ונסביר שוב", וכן "תכף אני אראה לכם סרטון שראית את זה יותר טוב". אלא שהסרטון עסק בעיקר בצורת הכתיבה הפורמלית של יחס, ולא בתכנים שבהם עסקה השיחה הקודמת לו בכיתה. בסיום ההקרנה היא שאלה את התלמידים: "מה הפנתם מהסרטון על האופן שבו הכתוב?", ועברה לעסוק בשאלה זו שהיא עיסוק טכני במושג יחס, ולא עיסוק במשמעות שלו.

לסיכום, השימוש בטכנולוגיה בשיעור זה היה טכני בלבד, תואם את השלב הראשון במודל SMAR - substitution, שהוצג ברקע, (סעיף אופני השימוש בטכנולוגיה בהוראה), ואינו משפיע על מהות הלמידה. השיעור יכול היה להתבצע באופן דומה גם בלי השימוש בטכנולוגיה. יחד עם זאת, השימוש בטכנולוגיה הוא חווייתי, יוצר עניין וחידוש ומגביר את המוטיבציה ללמידה בקרב התלמידים.

• שיעור שני

בשיעור שבסוף ההתערבות, שמרית השתמשה במצגת להקרנת המשימה בלבד, וביישומון הנקרא "לוח מסמרים". השימוש ביישומון מאפשר דיוק בהצגת הצורות השונות, ויצירת דימוי מושג עשיר המתאים לשלב השלישי של מודל ה-SMAR - Modification. השימוש ביישומון דינמי מאפשר שרטוט של המרובעים השונים שהציעו התלמידים, וביצוע מניפולציות וטרנספורמציות במרובעים אלו. ואכן, שמרית השתמשה באפשרויות אלו, כאשר השוותה בין שני דלתונים קעורים. השימוש בטכנולוגיה תרמה וקידמה את הלמידה ואת ההבנה של התלמידים. שימוש מסוג זה בטכנולוגיה מהווה ציר מרכזי

בשיעור. תהליך הלמידה נתרם מהשימוש בכלי הטכנולוגי שנבחר, ובלי השימוש בו, ההדגמה ושיתוף התוצרים עם כלל הכיתה היה הופך למסורבל מאוד. אין ספק שבשימוש ביישומון שולבו מרכיבים ויזואליים ומוחשיים שסייעו להבנת התכנים, וסייעו לתלמידים ליצור דימוי מוחשי למושגים מתמטיים מופשטים.

6) אמונות פדגוגיות

מניתוח התנהלותה של שמרית בשני השיעורים, אפשר היה לזהות אמונות פדגוגיות המשתמעות מהתנהלותה. נראה כי חל שינוי בתפיסתה באשר לתפקידה בתור מורה ובאשר לחלקה בניהול השיח המתקיים בכיתה. בשיעור הראשון תפקידה בתור מורה היה דומיננטי, והתלמידים ביצעו חלק נכבד ומהותי מהמשימות בשיתוף אתה, תוך שהיא מנחה אותם ומובילה את תהליך הלמידה. בשיעור השני היא העבירה אחריות רבה יותר ללמידה לתלמידים, אפשרה להם יותר זמן להתנסות אישית כבר בחלקו הראשון של השיעור, וביססה את העשייה המתמטית של תלמידה. חלקה בשיעור בתור מובילה הצטמצם וחלקם של התלמידים גדל בהתאם. היא יצרה לתלמידים הזדמנויות להבין את הרעיונות המרכזיים של השיעור, ותמכה בלמידה שלהם כך שיהפכו ללומדים עצמאיים, המודעים לחשיבתם ואחראים עליה. שמרית עברה תהליך של שינוי ממורה במרכז לתלמיד במרכז.

סיכום והשוואה בין השיעורים של שמרית

בשיעור הראשון של שמרית רוב הזמן (86%) הוקדש לעבודה במליאה, ולעומת זאת **בשיעור השני**, חלה ירידה בזמן המליאה (53%), ובהתאם גדל הזמן שהוקדש לעבודה עצמאית של התלמידים, דבר שתרם ל**טיפוח לומד פעיל**. השינוי המשמעותי בזמן המליאה היה בפתיחת השיעור ו**בהצגת המשימה**.

בשיעור השני שיגור המשימה היה קצר יותר ומפורט פחות מזה שבשיעור הראשון, כך שהתלמידים קיבלו על עצמם אחריות גדולה יותר. זמן המליאה לאחר העבודה העצמית התרכז בדיווח של התלמידים על התוצרים שלהם.

הטיפול בשגיאות ובתפיסות מוטעות בשיעור השני מצביע על התייחסות מקבלת ומכילה של שגיאות בקרב תלמידי הכיתה. בשיעור זה, כאשר תלמידה שגתה, שמרית ניסתה לברר אתה מה המקור לשגיאה והובילה אותה להבנה נכונה של המושג, זאת בשונה מהשיעור הראשון שבו כאשר היא נתקלה בשגיאה של תלמידה, היא לא טיפלה בה כלל ובכך העבירה מסר כי אין מקום לשגיאות בשיח המתמטי. יתרה מכך, בשיעור השני היא יזמה והעלתה לדיון תפיסה שגויה אפשרית (הבלבול בין ריבוע למרובע) מיוזמתה כדי למנוע את הקושי בעת התמודדות התלמידים עם המשימה.

ניכר הבדל משמעותי בזיהוי **צמתי החלטה** של שמרית בשני השיעורים. בשיעור הראשון היא נצמדה למערך השיעור שתכננה, ולא הייתה מסוגלת להתגמש ולהתאים את הדיון לרעיונות שהעלו התלמידים. היא זו שבחרה את האסטרטגיה שבה פותרים את הבעיה וגילתה נקשות בכך. כאשר תלמיד הציע אסטרטגיה אחרת מזו שהיא תכננה הציעה, היא דחתה אותה. לעומת זאת, בשיעור השני היא גילתה גמישות להצעות של התלמידים בבחירת פתרונות שונים, ואף ביססה את הדיון על הצעות אלו. היא בחרה את המצולעים שיוצגו בזמן אמת תוך הקשבה להצעות התלמידים. ניכר כי שמרית התנהלה בביטחון מול התוצרים שהתלמידים הציעו להציג, ובחרה באופן מודע ושקול את הצורות שהיא רצתה שיוציגו. מעבר לכך היא גם ציינה במפורש לתלמידים את הסיבות לבחירה הצורות שתוצגנה. היא הרבתה לבקש הסברים לתשובות התלמידים ולהתחקות אחר דרכי החשיבה שלהם.

ניכר שינוי גם בשימוש בטכנולוגיה בשני השיעורים. בעוד בשיעור הראשון השימוש היה טכני ולא מהותי להבנת תכני השיעור, בשיעור השני נבחרה טכנולוגיה עשירה המציעה מגוון אפשרויות דינמיים. היישומון שבו בחרה להשתמש שימש כלי חשוב בהצגת תוצרי התלמידים והדיון עליהם, אפשר דיוק מרבי בהצגת הצורות השונות וכן ביצוע מניפולציות, כגון הזזה וסיבוב של צורות התורם לפיתוח יצירת דימוי מושג עשיר בקרב התלמידים.

ב. ניתוח השיעורים של הודיה מהקבוצה פתרון בעיות

(1) הצגת המשימה

• שיעור ראשון

נושא השיעור – זיהוי שברים

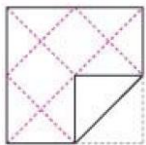


בשיעור שלפני ההתערבות, הודיה הציגה את המשימה כך: "הנני $\frac{1}{4}$ היעור
הוא $\frac{1}{4}$ מ"מין שברים" והציגה להם שרטוט זה:

היא עשתה זאת תוך מתן הסבר מפורט של נושא המשימה ושל הדרך לביצועה:
"אתם רואים מ"מין. המ"מין מחולק לחלקים שווים. מה שאתם צריכים עכשיו לעשות זה לקבוע
איזה חלק מכל הצורה הזאת צבוע בוורוד". היא לא השאירה לתלמידים מקום או אפשרות להבין
את המשימה בכוחות עצמם או בשיתופם.

• שיעור שני

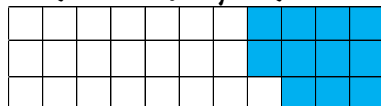
נושא השיעור – שברים



הודיה פתחה את השיעור במשימה המשתפת את התלמידים בעשייה. כל תלמיד
קיבל דף ריבועי שקיבל לפי הנחיות. הודיה שאלה את התלמידים: "איזה חלק
מהצורה הזאת צבוע בוורוד?", ולאחר שתלמיד ענה תשובה היא
אשרה אותה: "זה באמת חצי", והמשיכה בלי לבקש מהתלמיד לנמק את תשובתו.

(2) זיהוי צמתי החלטה

בשיעור הראשון, במקום להשתמש בדילמות ובהתלבטויות של התלמידים שעלו בשיעור כצמתי
החלטה שישפיעו משמעותית על המשך השיעור. הודיה בחרה לפתור בעצמה את הדילמות ולומר את
התשובה הנכונה. לדוגמה, כאשר תלמידה פנתה אליה ואמרה לה "אבל נראה לי יש עוד דרך לעשות
את זה". היא הזמינה אותה אל הלוח כדי שתציג את דרכה, ואמרה: "בואו נעביר, בואו נעשה, נתחיל
מפה, נעביר את זה לפה. אני בעצמי לא יודעת מה יצא לנו מזה, בואו נבדוק. למה התכוונת?".



התלמידה אישרה, והודיה אמרה (בהתבסס על הציור): "פה זה קל
לראות לנו? קל לנו לקבוע איזה חלק צבוע? עכשיו זה קל?
כשאנחנו רואים כזאת חלוקה, קל לנו לבחור איזה חלק צבוע? יש לנו רק דרך יחידה. זה עוד כעת
לספור את כל החלקים שיש במ"מין וצד"מין אנחנו צריכים לספור את החלקים הצבועים". הודיה לא
זיהתה כאן צומת החלטה משמעותית לשיעור, הזדמנות לקדם את התלמידים לקראת הבנת הרעיון
המתמטי שמשימה זו מזמנת. במקום להפנות את השאלה לתלמידים, לאפשר להם להתלבט ולחקור
את הסיטואציה, ולברר אתם מה דעתם על החלוקה המוצעת, מה דומה ושוונה בינה ובין הארגון
הקודם, היא אמרה בעצמה את הדברים.
היא פעלה בדרך דומה גם בשיעור השני.

(3) טיפול בקשיים

כאשר בשיעור הראשון של הודיה, אחד התלמידים ענה תשובה שגויה, היא תיקנה אותו מיד ואמרה בעצמה את התשובה הנכונה. לדוגמה כאשר תלמיד התייחס לסרטוט המוצג ואמר: "בטור 5 יש 5, בטור 5 יש 5 משפחות וכל משפחה..." היא הגיבה מיד ואמרה: "בטור אין 5 משפחות". היא הייתה האחראית על נכונות הדברים שנאמרו, ולא הסבירה את הטעות.

בשיעור השני, כאשר נאמרה תשובה שגויה, הודיה הקדישה לה זמן בשיח הכיתתי, הבהירה את השגיאה לכלל הכיתה, אך עדיין היא זו שהובילה ואמרה את התשובה הנכונה. לדוגמה, כאשר תלמיד ענה: "כל הריבועים הקטנים האלה מהווים רבוע", היא ביררה אתו למה התכוון: "כל הריבועים הקטנים? (מציצה) זה רבוע?", לאחר שהוא אישר: "כן", הודיה חזרה על דבריו "אז אתה אומר שארבעה ריבועים אלה זה רבוע?", והוסיפה: "אוקי". אז בואו נרשום את זה על הלוח: אוראל אמר שזה חצי ורובי אמר שזה רבוע (כותבת על הלוח: רבוע וחצי)".

(4) טיפוח לומד פעיל בחשיבה ובשיח

הודיה אפשרה לתלמידים עבודה עצמית והתנסות בשני השיעורים. בשיעור הראשון הם זיהו בעצמם איזה חלק צבוע במלבנים השונים על ידי ארגון החלקים הצבועים מחדש, ובשיעור השני הם זיהו איזה חלק מהדף המקופל הם בחרו לצבוע. יחד עם זאת, הדגש שלה בשני השיעורים היה על פתרון המשימה ואמירתו על ידי התלמידים, לדוגמה, תגובתה לפתרון של תלמידה היה "כל הכבוד למאיה, מאוז יפה". הודיה נראתה מרוצה מכך שהתלמידה ענתה את התשובה שלה היא ציפתה, והיא המשיכה והסבירה: "אז מה אנחנו צצים רואים פה, יש לנו שתי משפחות. אם אנחנו מתייחסים לסך כל החלקים יש במלבן, וחלקים שהם צבועים, אז אתם נותנים משפחה 10 מתוך 25. ואם אנחנו מתייחסים למשפחות, אנחנו יכולים לראות שצבים פה שני חלקים מתוך חמישה. תראו איך אנחנו יכולים להדגיש את זה גם, אם אני מוחקת צצים את הקווים ומדמיינת שאין לי פה קוים האלו, שימו לב, (דגומה ביישומון) אני יכולה לראות ממש שוב שוב, הצין שלי תופסת את זה מאוז יפה שצצים החלקים הצבים הם 2 מתוך 5". היא לא אפשרה לתלמידים להציג את דרכי החשיבה שלהם, והסבירה בעצמה. חלוקת הזמן בין עבודה במליאה לעבודה עצמית לא השתנה בשני השיעורים. היא הקדישה 70% מהשיעור למליאה, ורק 30% לעבודה עצמית. אמנם בשיעור השני, בזמן המליאה, היא שיתפה את התלמידים והפעילה אותם יותר מאשר בשיעור הראשון, אך היא לא אפשרה להם זמן לחשיבה עצמית. כלומר, הסמכות לסיכום הרעיונות המרכזיים נותר בידיה ללא עדויות לשימוש בשלבי ההכוונה העצמית (תכנון, בקרה והערכה).

(5) שילוב הטכנולוגיה ותרומתה לשיעור

הודיה **שילבה בשני השיעורים** כלים טכנולוגיים דינמיים, התומכים בתוכן הנלמד. בשיעור הראשון היא השתמשה ביישומון המציג שברים במלבנים ומאפשר שינוי קל של החלקים הצבועים במלבן וארגונם מחדש, ובשיעור השני השתמשה ביישומון המציג לוח מסמרים, ובו צורת חלוקת הריבוע שהתלמידים קיבלו, המאפשר צביעה משתנה של החלק הצבוע. יחד עם זאת, הודיה לא ניצלה את היכולות של הכלים הטכנולוגיים בצורה מיטבית, ולא השתמשה בכל האפשרויות שהם מזמנים. לדוגמה היא לא שכפלה את הצורות כדי להניחן זו על זו ולהשוות ביניהן, כפי שמזמן היישומון.

6) אמונות פדגוגיות

מניתוח שני השיעורים של הודיה אפשר לראות כי חלו מעט שינויים בתפיסות שלה את תפקידה כמורה ועל חלקה בניהול השיח המתקיים בכיתה. **בשיעור הראשון היא הובילה את השיעור**, הרבתה לדבר ולהסביר את הרעיונות ואת התובנות שהתלמידים רק רמזו להם, אם בכלל. **בשיעור השני הודיה הפעילה את התלמידים יותר מאשר בשיעור הראשון**. היא שיתפה אותם בתהליך על ידי שאלות מנחות וביצוע הקיפולים בדף הריבועי. יחד עם זאת, היא לא אפשרה להם זמן לחשיבה עצמית ולניסוח הרעיונות של השיעור בעצמם. את האחריות על כך היא קיבלה על עצמה, ולכן היא גם סיכמה את הדברים העיקריים בעצמה. הודיה צריכה להמשיך בתהליך של העברת האחריות ללמידה לתלמידים, תוך ניסוח הרעיונות שלהם ובניית הידע תוך כדי התנסות. העובדה שהודיה הרבתה להביע את התובנות ואת הרעיונות בשיעור בעצמה, יכולה להצביע שאולי היא אינה מאמינה שהתלמידים יכולים להגיע לתובנות אלו בכוחות עצמם.

ניתוח השיעורים של רינה מקבוצת הביקורת

1) הצגת המשימה

נושא השיעור הראשון – חילוק

נושא השיעור השני – שברים פשוטים

בשני השיעורים רינה הציגה את המשימה תוך הסבר מפורט, צעד אחר צעד, של הנדרש מהתלמידים לבצע. לדוגמה, בשיעור השני היא חילקה לתלמידים דפים עם המשימה ומיד אמרה: "אני רוצה להקריא את המשימה: אני משפחה זרה, את, את, את וכן ואולי ביחד פיצה צאלה אחת. ככל אחד מהמקרים, הציצו אפשרויות חלוקה לפי ההוראות מימין. רשמו לכל אחד מאני המשפחה שבר האתאים חלק שהוא מקבל". לאחר מכן היא המשיכה והסבירה: "חלקו את הפיצה לפרוסות, ותנו לכל אחד מאני המשפחה חלק שווה". היא לא שיתפה את התלמידים בתהליך הבנת המשימה ולא סמכה עליהם שיבינו מה עליהם לעשות בלי ההסבר שלה.

(2) זיהוי צמתי החלטה

בשני השיעורים רינה לא זיהתה צמתי החלטה, ואי אפשר היה להתרשם כי היא שוקלת את המשך התנהלות השיעור. הרושם היה כי היא פועלת לפי התכנון המקדים שלה לשיעור. כשתלמיד ענה תשובה לשאלה, למשל: *"האט החלף עכף אחד קיבל צדף או קופסא?"*, היא מיד קבעה אם התשובה נכונה או שגויה והמשיכה לפי התכנון שהכינה לשיעור. היא לא ניסתה לברר אם מישו חושב אחרת או אם מישו מתלבט בסוגיה שהשיח עליה יכול לקדם את השיעור.

(3) טיפול בקשיים

לעתים, רינה התעלמה משגיאות שאמרו התלמידים, או שהיא תיקנה את התלמיד ואמרה את התשובה הנכונה בעצמה. במקרה אחד, בשיעור השני, כאשר היא שאלה: "חילקתי את הפיצה $f-20$, איך כל חלק נקרא?" והתלמיד ענה בטעות "חמישית", היא הגיבה ואמרה: "חמישית? (כפ'א'א). חילקתי אחד $f-20$ חלקים. זה יהיה אחד חלקי 20".

4) טיפוח לומד פעיל בחשיבה ושיח

בשני השיעורים של רינה, העבודה במליאה תפסה חלק נכבד מזמן ההוראה והלמידה. היא הרבתה לתת הסברים והוראות, ושימשה מקור הידע. היא הרבתה גם לשאול שאלות, שרובן מאופיינות כשאלות המובילות לתשובה קצרה וממוקדת. היא לא עודדה שיח, שבו התלמידים יציגו דרכי פתרון שונות או הסברים, ולא עשתה כל ניסיון להבין את דרך חשיבתו של התלמיד. לדוגמה בשיעור הראשון רינה אמרה: "אני אכתוב תרגיל על הלוח, כל אחד פותח את המחברת ואנסה לפתור את התרגיל לפי". היא כתבה על הלוח :

$$3 \rightarrow 100 : _ \rightarrow 9 : _ \rightarrow 10 : 27,000 .$$

ומיד לאחר מכן אמרה: "Iklal נפתור ביחד", ולמרות שהתלמידים צעקו: "רדע רדע", היא המשיכה ואמרה: "תרגיל ראשון היה 27,000 חלק 10-1, כן?", תלמיד אחד ענה: "2,700, הורדתי אפס" והיא ממשיכה הלאה ללא עדויות לשימוש בשלבים של הכוונה עצמית בלמידה (תכנון, בקרה והערכה).

5) שילוב הטכנולוגיה ותרומתה לשיעור

בשני השיעורים של רינה השימוש בטכנולוגיה היה ברמה הנמוכה ביותר – שימוש בטכנולוגיה כתחליף לכלים שבהם הייתה משתמשת ללא הטכנולוגיה, בלי חשיבה על הערך המוסף של הכלים. את השיעור הראשון היא פתחה במשחק במחשב שבו צריך לפתור תרגילים עד שמתקבלת צורה המעידה שהתרגילים נפתרו נכון. בשיעור השני היא הציגה יישומון שבו מחלקים את חלקי הפיצה למספר ילדים, אך למרות שהיישומון מזמן עבודה דינמית, רינה עשתה בו שימוש טכני לחלוטין, שיכלה לבצע גם בלי היישומון.

6) אמונות פדגוגיות

על סמך ניתוח שני השיעורים של רינה אפשר להסיק כי היא תופסת את ההוראה כהעברת ידע מהמורה לתלמידים ואת הלמידה כקליטת ידע על-ידי התלמידים, ולכן היא מרבה לעסוק ב"העברת ידע" בצעדים קטנים כמעין "האכלה" של התלמידים בידע הנדרש.

לסיכום, ניתוח השיעורים של שמרית, של הודיה ושל רינה, המורות של שלוש קבוצות המחקר, מחזקים את כיוון הממצאים ואת המסקנות שהתקבלו מהניתוח הכמותי שהוצג לשאלת המחקר הראשונה בהיבט הפרקטי של ביצוע השיעור.

חלק שלישי: ממצאים על התלמידים - ניתוח כמותי

שאלת מחקר שנייה:

- ב. האם יהיו הבדלים בקרב תלמידי המורים בשלוש קבוצות המחקר בהיבטים הבאים:
1. פתרון בעיות מתמטיות?
 2. הכוונה עצמית בלמידה - SRL ?
 3. אמונות פדגוגיות?

א. ניתוח החשיבה בקול של התלמידים ושל הראיונות עמם על פתרון בעיות מתמטיות מורכבות

עקב ההבדלים בין המשימות טרם ההתערבות ולאחריה, נערכו מבחני שונות ANOVA בנפרד (עבור כל מועד) על מדדי החשיבה בקול בדומה לניתוח פתרון בעיות בקרב המורים. בהתאם לכך נערכו ניתוחי שונות ANOVA חד-כיווניים נפרדים בכל יחידת זמן על שלושה מדדי פתרון הבעיה: נכונות התשובה, רמת אסטרטגית הפתרון ורמת הכוונה העצמית בפתרון הבעיה. בשלושת המדדים לא נמצאו הבדלים סטטיסטיים בין קבוצות המחקר בניתוח ציוני ה"לפני". נוסף על כך, נערך ניתוח ANCOVA על המדד אמונות פדגוגיות לאחר ההתערבות, כשהמדד אמונות לפני ההתערבות שימש משתנה מפקח.

1) הבדלים בין קבוצות המחקר במידת נכונות התשובה

בניתוח שונות ANOVA חד-כיווני על פתרון בעיות אחרי ההתערבות, לא נמצא אפקט עיקרי לקבוצות המחקר, $F(2,72) = 1.297, p > .05, \eta^2 = .108$, אך מידת נכונות התשובה של התלמידים לאחר ההתערבות בקרב שלוש הקבוצות הייתה גבוהה מזו שלפני ההתערבות.

לוח 20

ממוצעים וסטיות תקן של מידת נכונות התשובה* לפני ולאחר ההתערבות על פי קבוצות המחקר

לאחר ההתערבות		לפני ההתערבות		קבוצות המחקר
SD	M	SD	M	
0.35	1.74	0.36	1.51	פתרון בעיות + SRL (N = 26)
0.31	1.77	0.43	1.64	פתרון בעיות (N = 23)
0.33	1.73	0.31	1.61	ביקורת (N = 31)

* טווח: מ-(1) אפיון נמוך ועד (3) אפיון גבוה

2) הבדלים בין קבוצות המחקר במידת רמת האסטרטגיה

בניתוח שונות ANOVA חד-כיווני על פתרון בעיות לאחר ההתערבות, נמצא אפקט מובהק לקבוצות המחקר, $F(2,72) = 3.801, p < .05, \eta^2 = .05$, כך שרמת האסטרטגיה של התלמידים בקרב שתי קבוצות התלמידים שנחשפו לגישה היפנית (פתרון בעיות + SRL ופתרון בעיות) הייתה גבוהה מזו של קבוצת הביקורת. דוגמאות לרמת האסטרטגיה מופיעות בנספח 4.

לוח 21

ממוצעים וסטיות תקן של רמת האסטרטגיה לפני ולאחר ההתערבות על פי קבוצות המחקר

לאחר ההתערבות		לפני ההתערבות		קבוצות המחקר
SD	M	SD	M	
0.63	1.97	0.76	1.92	פתרון בעיות + SRL (N = 26)
0.61	2.00	0.62	1.81	פתרון בעיות (N = 23)
0.54	1.82	0.54	1.90	ביקורת (N = 31)

3) הבדלים בין קבוצות המחקר במידת ההכוונה העצמית בלמידה (SRL)

בניתוח שונות ANOVA חד-כיווני על מידת ההכוונה העצמית בפתרון הבעיה (תכנון, בקרה והערכה) אחרי ההתערבות, נמצא אפקט מובהק לקבוצות המחקר, $F(2,72) = 9.297, p < .01, \eta^2 = .108$, כך שמידת ההכוונה העצמית בלמידה של התלמידים בקרב שתי קבוצות שנחשפו לגישה היפנית (פתרון בעיות + SRL ופתרון בעיות) הייתה גבוהה מזו שבקבוצת הביקורת, ואילו מידת ההכוונה העצמית בלמידה של הקבוצה פתרון בעיות + SRL הייתה גבוהה מזו של הקבוצה פתרון בעיות. דוגמאות לרמת האסטרטגיה מופיעות בנספח 4.

לוח 22

ממוצעים וסטיות תקן של מידת ההכוונה העצמית בפתרון הבעיה לפני ולאחר ההתערבות על פי קבוצות המחקר

לאחר ההתערבות		לפני ההתערבות		קבוצות המחקר
SD	M	SD	M	
0.58	2.06	0.54	1.51	פתרון בעיות + SRL (N = 26)
0.61	1.87	0.54	1.58	פתרון בעיות (N = 23)
0.59	1.71	0.38	1.53	ביקורת (N = 31)

4) הבדלים בין קבוצות המחקר במידת האמונות הפדגוגיות (מרכז הלמידה : מורה/למידה)

בניתוח שונות ANCOVA חד-כיווני נמצא הבדל מובהק בין קבוצות המחקר במידת האמונות הפדגוגיות לאחר ההתערבות, תוך פיקוח על מידת האמונות הפדגוגיות לפני ההתערבות, $F(2,72) = 3.578, p < .05, \eta^2 = .064$, כך שרמת האמונות במרכז הלמידה בלומד הייתה גבוהה יותר בקרב התלמידים בקבוצה פתרון בעיות + SRL. דוגמאות לתיאורי התלמידים מוצגים בנספח 5.

לוח 23

ממוצעים, סטיות תקן וממוצעים מתוקננים של **מידת האמונות הפדגוגיות** לאחר ההתערבות על פי קבוצות המחקר

קבוצות המחקר	M	SD	M.est
פתרון בעיות + SRL (N = 26)	2.01	0.64	2.05
פתרון בעיות (N = 23)	1.83	0.66	1.71
ביקורת (N = 31)	1.66	0.62	1.71

סיכום שאלת המחקר השנייה – תלמידים

בדומה לממצאים על המורים, גם בקרב התלמידים לא נמצאו בתום המחקר הבדלים בין הקבוצות בנכונות פתרון הבעיות המתמטיות, **אולם נמצא יתרון לשתי הקבוצות של הגישה היפנית** (פתרון בעיות + SRL ופתרון בעיות) במדד **רמת האסטרטגיה** לעומת קבוצת הביקורת, וכמו כן נמצא יתרון **לקבוצה המשולבת** (פתרון בעיות + SRL) **ברמת ההכוונה העצמית** לעומת הקבוצות פתרון בעיות וביקורת. יתרונה של **הקבוצה המשולבת** לעומת שתי הקבוצות האחרות בא לידי ביטוי גם ברמת האמונות הפדגוגיות המכוונות לחשיבות מרכז הלמידה בלומד.

סיכום ודיון

במחקר המוצג בדוח זה נבדקה **תכנית לפיתוח מקצועי של מורים למתמטיקה בבתי ספר יסודיים המכוונת לטיפוח הידע והפרקטיקה של המורים בתכנון שיעור וביצוע בסביבה טכנולוגית על פי הגישה היפנית של הוראה דרך פתרון בעיות בסיוע הכוונה עצמית בלמידה – SRL**.

בהוראה סביב פתרון בעיה מתמטית בגישה היפנית המורה נדרש לתכנון קפדני של השיעור הכולל **הצבת מטרות ברורות, בחירת בעיה עשירה המאפשרת מגוון אסטרטגיות לפתרון**, שימוש בייצוגים שונים, הבניית מושגים ומיומנויות מתמטיות, **צפיית קשיים** במהלך ההתמודדות עם הבעיה, ותכנון **דיון הסיכום** תוך פירוט השאלות שיוצגו לתלמידים. על הדיון להוביל ליצירת קישוריות בין האסטרטגיות השונות לפתרון והרעיונות השונים שהוצגו בשיעור ובין הרעיון המתמטי המרכזי של השיעור. נוסף על כך, לאורך תהליך ההוראה המורה נדרש לעשות **רפלקציה** על הפעולות שנכללו בתכנון השיעור ובביצועו (Hino, 2015; Isoda et al., 2007).

המעבר בין תכנון השיעור לביצועו בסביבה לימודית בכלל, ובסביבה טכנולוגית בפרט, אינו מובן מאליו (Angeli & Valanides, 2009; Hino, 2015), ולכן נעשה במחקר ניסיון לחקור את אפקט הסיוע של ההכוונה העצמית בלמידה לפיתוח המקצועי של מורים בגישה היפנית.

השילוב של הכוונה עצמית בלמידה בתחום המתמטיקה נבחר בעקבות עדויות רבות באשר לחשיבותה כמיומנות חיונית במאה ה-21 לתפקודי המורה, הן בתכנון ובביצוע שיעורים מיטביים במתמטיקה, הן בפתרון בעיות בכלל ובמתמטיקה בפרט, והן בהנחלת יכולות אלו לתלמידים (Kramarski & Revach, 2014; OECD, 2014; Mevarech & Kramarski, 2009). עד כה נחקרה מיומנות זו בקרב תלמידים, אך היא לא נבדקה לעומק בקרב מורים במהלך הפיתוח המקצועי שלהם ובמהלך הפרקטיקה בבית הספר בכלל, ובגישת ההוראה היפנית בפרט. הכוונה עצמית בלמידה – SRL (Zimmerman, 2000) היא **מודל סיסטמטי** לדרך חשיבה המכוונת להבנת **מטרות ההוראה/למידה** (חשיבה קדימה), **ליצוע וניטור הפעולות** (חשיבה במהלך ההוראה/למידה) ו**להערכה** (רפלקציה על התהליך כולו) אשר בכוחו לייעל את ההוראה בגישה היפנית בסביבה הטכנולוגית.

יעילות התכנית נבדקה במחקר בשלוש קבוצות מורים שנבדלו באופן ההכשרה תוך בידוד משתנים:

קבוצה 1 – פתרון בעיות + SRL נחשפה להוראה דרך פתרון בעיות בגישה היפנית בשילוב הכוונה עצמית בלמידה בסביבה טכנולוגית.

קבוצה 2 – פתרון בעיות נחשפה רק להוראה דרך פתרון בעיות בגישה היפנית בסביבה טכנולוגית, בלי הכוונה עצמית בלמידה.

קבוצה 3 – ביקורת למדה על פי מטרות התכנית החדשה במתמטיקה ללא הגישה היפנית, ובלי דגש מפורש על הכוונה עצמית בלמידה או על שילוב טכנולוגיה.

ייחודו של המחקר בבדיקה של **שלושה רבדים** בפיתוח המקצועי של מורים בהקשר של הגישה היפנית דרך הוראת פתרון בעיות בסיוע הכוונה עצמית בלמידה בסביבה טכנולוגית: 1. **ביסוס הידע** בפתרון בעיות, ידע פדגוגי-טכנולוגי (TPCK) וידע בהכוונה עצמית בלמידה, שהם אבני הבנייה להוראה מיטבית; 2. **פרקטיקה של תכנון** שיעור דרך הוראת פתרון בעיות בגישה היפנית בשילוב טכנולוגיה והכוונה עצמית בלמידה, ו**ביצוע** השיעור בפועל, 3. השפעת הפיתוח המקצועי של המורים על **הישגי התלמידים** (ראו תרשים 3).

במחקר בוצע **מחקר מקיף** לבדיקת **הידע של המורים ומחקר עומק** עם **קבוצת מיקוד** לבדיקת **הפרקטיקה** בתכנון ובביצוע שיעור בשילוב טכנולוגיה (שאלת מחקר ראשונה). כמו כן נבדק אם קיימת השפעה של היבטים אלו על **קבוצת מיקוד של תלמידים** בניתוח של "חשיבה בקול" בעת פתרון בעיות (שאלת מחקר שנייה).

לבדיקת אפקט התכנית **נותחו שאלונים ונבנו מחוונים מפורטים** להערכת ההישגים של המורים **בתכנון ובביצוע** השיעור בשילוב טכנולוגיה (TPCK) על פי קריטריונים של הוראה בגישה היפנית בסיוע הכוונה עצמית תוך התייחסות לאמונות הפדגוגיות במרכז ההוראה במורה/תלמיד המלוות את המורים במהלך ההוראה.

הממצאים הבולטים שעלו במחקר הנוכחי תומכים בחשיבות של סיוע ושל הכוונה עצמית בהוראה בגישה היפנית בשילוב טכנולוגיה (TPCK) הן בהישגי המורים (ידע ופרקטיקה) והן בהישגי התלמידים (קבוצת מיקוד).

נמצא כי המורים המשתייכים לקבוצה פתרון בעיות + SRL הפגינו שינויים מובהקים **הן בידע** של פתרון בעיות ברמת הנימוק, של אסטרטגיית הפתרון ושל הכוונה העצמית במהלך פתרון הבעיה; ידע אינטגרטיבי בשילוב טכנולוגיה – TPCK, והכוונה עצמית בלמידה; **והן בתכנון ובביצוע** שיעור ברכיבים שנבדקו על פי הגישה היפנית בשילוב טכנולוגיה (TPCK), בהשוואה למורים המשתייכים לקבוצה פתרון בעיות אשר השינויים אצלם היו מצומצמים יותר, ולמורים בקבוצת הביקורת שהשינויים אצלם היו מצומצמים עוד יותר. ההבדלים ברמת ההישגים בין הקבוצה פתרון בעיות בגישה היפנית ובין קבוצת הביקורת נבדלו במרכיב הידע לעומת המרכיב הפרקטי. בהתאם לכך לרוב לא נמצאו הבדלים מובהקים בין שתי קבוצות אלו במרכיב הידע (פתרון בעיות, TPCK, הכוונה עצמית), ואילו במרכיב הפרקטי נמצא לרוב שהישגי הקבוצה פתרון בעיות היו גבוהים מאלו של קבוצת הביקורת. הבדלים אילו בלטו בפרט בביצוע השיעור שהיה מורכב יותר בקבוצה פתרון בעיות.

ממצאים אלה מעידים שהגישה היפנית טיפחה גם בקבוצת פתרון בעיות אלמנטים של הכוונה עצמית בלמידה, אם כי בעוצמה פחותה ולא מפורשת. ממצא זה מחזק ממצאים קודמים ולפיהם פתרון בעיות פתוחות, המשמש בסיס לגישה היפנית, דורש אסטרטגיות מטה-קוגניטיביות, והעיסוק בהם מטפח מיומנויות אלו. אלא שיש צורך בטיפוח מפורש לקידום אסטרטגיות אלו לצורך **העברה** לקונטקסט שונה, כגון שימוש באסטרטגיות של הכוונה במהלך פתרון בעיות בעת למידת הנושא (קונטקסט למידה), או שימוש באותן אסטרטגיות להוראת הנושא לתלמידים (קונטקסט חדש) (Byun et al., 2014; Mevarech & Kramarski, 2014; Veenman, Van Hout-Wolters, & Afflerbach, 2006).

באשר לקבוצת הביקורת, גם אצלה נמצא שיפור במספר מדדים בתכנון השיעור, למשל שימוש במגוון אסטרטגיות וטיפול בקשיים שאליהם היא הייתה חשופה במהלך האימון. לעומת זאת, המדדים של תכנון הדיון המתבססים על תוצרי התלמידים, על בחירת **הטכנולוגיה** וכן על אמונות פדגוגיות המכוונות למרכז הלמידה על ידי התלמיד, היו נמוכים בקבוצת זו.

באופן כללי, מדרג הממצאים על קבוצות המחקר השונות **נמצא תואם לאופי התמיכה המפורשת שניתנה לקבוצות**. הסבר אפשרי לממצא זה הוא שהקבוצות פתרון בעיות + SRL ופתרון בעיות נחשפו בצורה מפורשת וממוקדת למרכיבי הגישה היפנית של הוראה מבוססת פתרון בעיות פתוחות (Byun et al., 2014). נוסף על כך, הקבוצה פתרון בעיות + SRL נחשפה לרובד של "חשיבה על חשיבה" בסיוע מודל מעגלי המכוון את הלומד לחשוב אם הוא "**מבין, מנווט ומעריך**" (תרשים 4), מודל שעזר להבנת התהליכים

וחיבורם **למודל מנטלי** לאורך שלבי הפתרון השונים. מודל זה כלל שאלות מנחות המסייעות לפתרון בעיות, לתכנון שיעור ולביצועו. מחקרים מדגישים את היעילות של שימוש בשאלות הכוונה עצמיות כרמזים למהלך פתרון משימה (Davis, 2003; Kauffman, Ge, Xie, & Chen, 2008; Kramarski, 2008; Polya, 1957; Schoenfeld, 1992). שאלות אלו מטפחות את הבנת המשימה, מעודדות תכנון לפני המשימה, בקרה וניטור במהלך פתרון המשימה ורפלקציה אחרי המשימה, שהם עיקרי השלבים של מודל ה-SRL (Zimmerman, 2000, 2008). לעומת זאת, קבוצת הביקורת, אשר נחשפה למטרות הוראה ולמידה בהתאם לתכנית הלימודים, נעזרה בשיקולים דידקטיים שהם בסיס לתכנון שיעור הולם דרך פתרון בעיות, אך נראה שההכוונה הייתה כללית מדי, ולכן נמצא בקבוצה זו שיפור רק בחלק מהמיומנויות של תכנון שיעור בנושא פתרון בעיות פתוחות.

צילומי השיעורים והראיונות שנערכו בעקבות ההתערבות המחישו וחיידו את הבדלי התהליכים שהתרחשו במהלך השיעור בכל אחת מקבוצות המחקר. **בבדיקת הביצוע בפועל של השיעור בשילוב טכנולוגיה** נמצא כי המורים בקבוצה **פתרון בעיות + SRL** הפגינו ביצועים גבוהים במובהק מאלה של המורים בשתי הקבוצות האחרות בכל אחד מהמדדים שנבדקו: **הצגת הבעיה, זיהוי צמתי החלטה, טיפול בקשיים, טיפוח לומד פעיל, שילוב טכנולוגיה בשיעור והאמונות הפדגוגיות** המשתמעות מהתנהלות המורה.

ממצאים אלו תואמים לממצאים במחקרים קודמים על מורים מומחים המיטיבים **לארגן ולייצג את ידע התוכן** שבו הם משתמשים, ובפרט מורים המפעילים בצורה מיטבית שיעורים בגישה היפנית (Hattie, 2012; Hino, 2015; Isoda et al., 2007; Borko et al., 2015; Santagata & Guarino, 2011). מורים אלה מציגים את החומר החדש ומקשרים אותו לידע קודם ולנושאים אחרים שנלמדו. במחקר זה נמצא כי המורים המשתייכים לקבוצה פתרון בעיות + SRL השכילו לזהות צמתי החלטה משמעותיות במהלך השיעור שבהן החלטת המורה לגבי התקדמות השיעור היא משמעותית. במחקרים נמצא כי איתור סיטואציות בעלות משמעות לתהליך ההוראה והלמידה ומיקוד תשומת הלב בהן כדי למנף את הלמידה הוא מאפיין של מורים מומחים (Hattie, 2012; Isoda et al., 2007; Santagata & Guarino, 2011). מחקר זה תומך גם בממצאים של מחקרים קודמים על טיפול בקשיים במהלך השיעור. המורים המשתייכים לקבוצה פתרון בעיות + SRL היו מסוגלים להגיב באופן מיטבי לתלמידים ששגו, ואף הציפו בעצמם שגיאות אפשריות כדי למגרן. במחקרים נמצא כי מורים מומחים מסוגלים לצפות מראש את השגיאות שתלמידים עלולים לעשות או את הקשיים שבהם הם עלולים להיתקל (Santagata & Guarino, 2011; Schön, 1983; Star & Strickland, 2008). יתר על כן, הם מסוגלים לצפות מראש קשיים אפשריים, להיערך מראש לטיפול בהם, וליצור אקלים שבו שגיאות הן חלק בלתי נפרד מן השיעור ומתקבלות בהבנה. התנהלות מסוג זה מובילה לכך שהתלמידים מרבים להשתתף ולהיות פעילים בשיעור. עוד נמצא כי המורים בקבוצה פתרון בעיות + SRL הרבו לערב את תלמידיהם בתהליך ההוראה. יצירת מעורבות מעין זו בשיעור מפתחת אחריות ומוטיבציה גבוהים ללמידה בקרב התלמידים. הוראתם מכוונת לכך שתלמידיהם יבינו את הנלמד ולא רק יפגינו מיומנויות והישגים טובים. מורים אלה גם הקדישו זמן רב יותר להפעלת התלמידים בעשייה משמעותית, ופחות להסברים שלהם.

באשר לשילוב הטכנולוגיה בשיעור, נמצא כי למרות שבשאלון, שהוא כלי הצהרתי, מורי הקבוצה פתרון בעיות + SRL דיווחו על שינוי מובהק בתחום הידע בשילוב טכנולוגיה בשיעור (TPCK), ברמת הביצוע בשיעור בפועל, ידע זה לא בא לידי ביטוי ברמה הגבוהה ביותר של עיצוב משימה מחדש (Redefinition).

לפי מודל ה-SAMR, כלומר ישנו פער בין החלק ההצהרתי/תחושתי של "מה אני יודע?" ובין "מה אני יכול לבצע?" ברמות הגבוהות של שילוב הטכנולוגיה בהוראת המתמטיקה.

לסיכום ממצאי המורים - בטיפוח הכוונה עצמית, המורים בקבוצה **פתרון בעיות** + SRL בגישה היפנית שמרה על יציבות הישגיה הגבוהים הן **בהיבט הידע** והן **בשני היבטי הפרקטיקה** – תכנון השיעור וביצוע בפועל. המורים בקבוצה **פתרון בעיות** בגישה היפנית בלטה במדדי תכנון השיעור ובחלק ממדדי ביצוע השיעור שבהם הישגיה היו גבוהים מאלה של המורים בקבוצת הביקורת. המורים בקבוצת הביקורת שיפרו את הישגיהם בממד הידע ובתכנון שיעור בדגש על מגוון אסטרטגיות וזיהוי קשיים צפויים במהלך השיעור שהיו תואמים להכשרה על פי תכנית הלימודים החדשה.

אם כן, על סמך הממצאים שהוצגו במחקר אפשר לומר כי המורים בקבוצה **פתרון בעיות** + SRL שמרו על עליונות ברמות השונות של הפיתוח המקצועי, החל מרמת הידע שהיא הרמה הבסיסית, המשך ברמת התכנון וכלה ברמת הביצוע של השיעור שהם ההיבטים המרכזיים בפיתוח המקצועי של המורים לפי הגישה היפנית של הוראת המתמטיקה בדרך של פתרון בעיות.

ממצאי התלמידים

הממצאים על התלמידים במחקר זה מתבססים על "חשיבה בקול" במהלך פתרון בעיות בקבוצת מיקוד של 75 תלמידים שנבחרו באופן אקראי מכל קבוצת מחקר (5 תלמידים של 5 מורים שהשתתפו במחקר העומק מכל קבוצה, ראו פירוט בפרק השיטה).

בדומה לממצאי המורים, בתום המחקר לא נמצאו בקרב התלמידים הבדלים בין הקבוצות בנכונות של פתרון הבעיות המתמטיות.

הסבר אפשרי לממצא זה הוא ש מלכתחילה רמת המורים במתמטיקה בקבוצת הביקורת הייתה גבוהה מזו של המורים בשתי הקבוצות האחרות. דבר זה תרם לאיזון בהישגי התלמידים בקבוצת הביקורת בהשוואה לאלו של התלמידים בשתי הקבוצות של פתרון הבעיות.

עם זאת, נמצא יתרון לשתי קבוצות של הגישה היפנית (פתרון בעיות + SRL ופתרון בעיות) בממד **רמת האסטרטגיה של פתרון הבעיה** לעומת קבוצת הביקורת, ו**יתרון לקבוצה המשולבת** (פתרון בעיות + SRL) **ברמת ההכוונה העצמית** במהלך פתרון הבעיות בקול לעומת שתי הקבוצות האחרות (פתרון בעיות וביקורת).

יתרונה של **הקבוצה המשולבת** לעומת שתי הקבוצות האחרות בא לידי ביטוי גם ברמת **האמונות הפדגוגיות** המכוונות לחשיבות של מרכז הלמידה בלומד פעיל ויוזם. זוהו מגמות של **שינוי בתפיסת התלמידים** את המתמטיקה. זיהוי אמונתם הפדגוגית של התלמידים התבססה על תשובתם לשאלות שנשאלו בראיון והעוסקות באמונות כלפי המתמטיקה. בשאלות אלו הוצג לתלמידים המשפט: "המתמטיקה שאני לומד בבית-הספר היא..." , והם התבקשו לסמן בסולם מ-1 – נכון מאוד עבורי ועד 4 לא נכון עבורי כלל, את דעתם על המשפט: "...בעיקר תרגילים וחישובים שצריך לשנן ולתרגל". רק בקבוצה פתרון בעיות + SRL נמצאה בסוף המחקר ירידה במוצע כלפי היגד זה בהשוואה לתחילתו. גם בהתייחסותם להיגד "תלמיד שהבין צריך רק מספר שניות כדי לענות נכון על השאלה" שהמשכו היה "כאשר המורה שואלת שאלה בשיעור המתמטיקה..." , נמצאה ירידה רק בקבוצה פתרון בעיות + SRL. יחד עם זאת, יש לסייג ממצא זה, ולומר כי שינויים באמונות הן תהליך ארוך, ובזמן הקצר שבו נבדק הנושא במחקר אפשר היה לבדוק רק זרעים של שינוי.

אמנם ממצאים אלו נאספו בקבוצת מיקוד, אך הם מצביעים על הפוטנציאל של תכנית הפיתוח המקצועי שהוצגה במחקר זה גם ברובד של התלמידים. מחקר המשך יאפשר לבדוק את אפקט התכנית על תלמידים בקרב מגוון אוכלוסיות ובגילאים שונים כפי שמתואר בהמשך.

תרומת המחקר מבחינה תיאורטית, מתודולוגית ופרקטית

בתחום התיאורטי, המחקר מציע מודל לפיתוח מקצועי של מורים **המשלב** בין תיאוריות שונות של **הוראה בגישה היפנית** דרך פתרון בעיות, בניית ידע אינטגרטיבי של תוכן, פדגוגי-טכנולוגי (TPCK) על פי השלבים של מודל ה-SMAR **והכוונה עצמית בלמידה (SRL)**.

בתחום המתודולוגי, המחקר מציע דרכים **להערכת הידע** בתחום פתרון בעיות, ידע אינטגרטיבי – TPCK והכוונה עצמית בלמידה, **ולהערכת הפרקטיקה** בתכנון שיעור ובביצועו באמצעות מחוונים שנבנו לצורך המחקר (ראו נספח 2). הממצאים הכמותיים והאיכותניים שנמצאו במחקר תורמים להבנת התהליכים הנחקרים בכלל, ובפרט בתחום ההכוונה העצמית שלא נחקר עד כה בקרב מורים בהקשר של הגישה היפנית. **בתחום הפרקטי**, המחקר מציע **תכנית הדרכה מפורטת, המשלבת הכוונה עצמית בלמידה לפיתוח מקצועי של מורים** במשתנים הנחקרים (טבלה 1).

מגבלות המחקר

המחקר בדק את הפיתוח המקצועי של קבוצת מורים גדולה ($N = 115$), אולם המעקב הפרקטי בשטח נערך בעזרת צילומי שיעור על קבוצת מיקוד של 18 מורים. כמו כן, ההשלכות של הפיתוח המקצועי על הישגי התלמידים נבדקו אף הם בקבוצת מיקוד של 75 תלמידים.

היה קשה מאוד לגייס מורים למחקר זה, רוב המורים הביעו רתיעה מהחשיפה, למרות שהובהר להם כי השיעורים המוסרטים ישמשו רק את החוקרת ולצורכי מחקר בלבד, ולא יופצו בשום צורה לאנשים אחרים. יתרה מכך, מספר מורים שהתחילו את התהליך, נסוגו מהסכמתם תוך כדי ההתערבות, וסירבו לצילום שיעורם ולריאיון בסוף ההתערבות.

המורים שהשתתפו במחקר עברו תהליך שיטתי של אימון בגישת ההוראה שאליה נחשפו, והתבקשו להתאימה ולהפעילה בכיתות שלהם. אך בעוד שטיפוח המורים היה טיפוח ישיר, טיפוח התלמידים היה עקיף שכן הוא התבסס על קבלת החלטות עצמיות של המורים. המורים הם אלה שהחליטו **מה, איך ולמה להפעיל** וכיצד לשלב את הנלמד בקורס של הפיתוח המקצועי בכיתתם, תוך שהם נותנים ומקבלים משוב במפגשים הקבוצתיים.

מכיוון שרוב המורים סרבו לביקורים של עורכת המחקר בשטח, לא היה מעקב ישיר שוטף למידת החשיפה של התלמידים לגישת ההוראה ולעקרונות של הגישה היפנית דרך פתרון בעיות במהלך השיעורים (המעקב היה באמצעות הצילומים של המורות בקבוצת המיקוד, ובאמצעות שיתוף במשוב הקבוצתי במהלך ההשתלמות). ייתכן שעובדה זו השפיעה על עוצמת תכנית ההתערבות בקרב התלמידים.

המלצות למחקרי המשך ולקובעי מדיניות

בעקבות ממצאי המחקר, אנו ממליצות על הפעלת המודל המוצע במחקר זה בקרב **מורים נוספים ובאוכלוסיות מגוונות של תלמידים בחלקי הארץ השונים, ובפרט על הפעלת תכנית המשך לפיתוח מקצועי המשלב הוראה בדרך פתרון בעיות בגישה יפנית בסביבה טכנולוגית ובסיוע הכוונה עצמית** בהשתלמויות ארוכות טווח, מעבר ל-30 שעות כפי שנעשה במחקר. כמו כן, מומלץ לשלב את מודל ההדרכה בחלקו במוסדות להשתלמות כמו הפיסגה או אוניברסיטאות, ובחלקו או במלואו בתוך מוסדות הלימוד, ובכך לאפשר יתר שיתוף פעולה בין המורים בתכנון השיעור, בביצועו, בצפייה בשיעור של עמית ובמתן רפלקציה ומשוב על התהליך כפי שמתבצע בפיתוח המקצועי דרך ההוראה של פתרון בעיות ביפן.

כמו כן, אנו מציעות לבצע מחקר משולב הבודק ועוקב בו-זמנית אחר התפתחות **כל** המורים ותלמידיהם שהשתתפו בפיתוח המקצועי במשתנים הנחקרים תוך התייחסות לרכיבים נוספים מעבר לאלו שנמדדו במחקר זה, כגון השוואות גילאיות ומגדריות של תלמידים ומאפיינים של מורים. המעקב הסימולטני אחר המורים והתלמידים צריך לכלול צילום משולב ולאורך זמן של המורה ושל התלמידים במספר שיעורים באמצעות שתי מצלמות, דבר שירחיב את איסוף הנתונים התהליכיים על בסיס חשיבה בקול. הבדיקה לאורך זמן חשובה להערכה של אפקט השימור של התוכנית גם ללא ליווי והדרכה.

חשוב לציין כי הטכנולוגיה שהייתה במרבית בתי הספר שבהן לימדו המורים שהשתתפו במחקר הייתה מחשב ומקרן, ולעתים חדר מחשבים שלרוב היו בו מספר עמדות מצומצם בלבד. רק בשני בתי ספר הייתה עגלת מחשבים ניידת עם מחשבים ניידים לתלמידים. בעקבות זאת, אנו ממליצות לעקוב במחקר המשך אחרי התפתחות השלב הרביעי (Redefinition) במודל ה-SAMR בשילוב טכנולוגיה בשיעורי המתמטיקה בסביבות טכנולוגיות שונות, שלב שלא בא לידי ביטוי בממצאי מחקר זה.

לסיכום, מחקר זה מציע תכנית לפיתוח מקצועי של מורים בבית ספר יסודי המשלבת הכוונה עצמית בהוראת מתמטיקה בגישה היפנית בסביבה טכנולוגית לטיפול הידע והפרקטיקה בתכנון וביצוע השיעורים.

רשימת מקורות

וידיסלבסקי, מ', פלד, ב' ופבסנר, א' (2010). התאמת בית הספר למאה ה- 21 ופדגוגיה חדשנית. *אאוריקה*, 30, 6-1.

זוהר, ע' (1996). *ללמוד, לחשוב וללמוד לחשוב*. ירושלים: מכון ברנקו וייס לטיפול החשיבה.

מיכלסקי, ט' וקרמרסקי, ב' (2008). טיפוח הכוונה עצמית בלמידה בקרב פרחי הוראה בסביבה מתוקשבת בזיקה לתפיסות של למידה והוראה. *מגמות, מה* (4), 765-798.

Adler, J., & Davis, Z. (2006). Opening another black box: Researching mathematics for teaching in mathematics teacher education. *Journal for Research in Mathematics Education*, 37(4), 270-296.

Ainley, J., & Luntley, M. (2007). The role of attention in expert classroom practice. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 10(1), 3-22. doi:10.1007/s10857-007-9026-z

Angeli, C., & Valanides, N. (2009). Epistemological and methodological issues for the conceptualization, development, and assessment of ICT-TPCK: Advances in technological pedagogical content knowledge (TPCK). *Computers & Education*, 52(1), 154-168. doi:10.1016/j.compedu.2008.07.006

Aravena, D. M., & Caamaño, E. C. (2008). *The method of problem solving based on the Japanese and Polya's models: A classroom experience in chilean schools*. Paper presented at the IMCE 11th international congress on mathematical education, Mexico. Retrieved from <http://tsg.icme11.org/document/get/454>

Azevedo, R. (2005). Computer environments as metacognitive tools for enhancing learning. *Educational Psychologist*, 40(4), 193-197. doi:10.1207/s15326985ep4004_1

Azevedo, R., & Cromley, J. G. (2004). Does training on self-regulated learning facilitate students' learning with hypermedia? *Journal of Educational Psychology*, 96(3), 523-535. doi:10.1037/0022-0663.96.3.523

Ball, D. L., & Forzani, F. M. (2011). Building a common core for learning to teach, and connecting professional learning to practice. *American Educator*, 35(2), 17-21, 38-39.

- Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407. doi:10.1177/0022487108324554
- Boekaerts, M. (2002). Bringing about change in the classroom: Strengths and weaknesses of the self-regulated learning approach. *Learning and Instruction*, 12(6), 589-604.
- Borko, H., Jacobs, J., Koellner, K., & Swackhamer, L. E. (2015). *Mathematics professional development: Improving teaching using the problem-solving cycle and leadership preparation models*. New York: Teachers College Press.
- Byun, H., Lee, J., & Cerreto, F. A. (2014). Relative effects of three questioning strategies in ill-structured, small group problem solving. *Instructional Science*, 42(2), 229-250. doi:10.1007/s11251-013-9278-1
- Darling-Hammond, L. (2000). How teacher education matters. *Journal of Teacher Education*, 51(3), 166-173. doi:10.1177/0022487100051003002
- Davis, E. A. (2003). Promoting middle school science students for productive reflection: Generic and directed prompts. *Journal of Learning Sciences*, 12(1), 91-142. doi:10.1207/S15327809JLS1201_4
- Desoete, A., & Roeyers, H. (2006). Metacognitive macroevaluations in mathematical problem solving. *Learning and Instruction*, 16(1), 12-25. doi:10.1016/j.learninstruc.2005.12.003
- Desoete, A., & Veenman, M. (Eds.). (2006). *Metacognition in mathematics education*. New York: Nova Science.
- Eshet-Alkalai, Y. (2004). Digital literacy: A conceptual framework for survival skills in the digital era. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 13(1), 93-106. Retrieved from http://www.openu.ac.il/personal_sites/download/Digital-literacy2004-JEMH.pdf
- Fennema, E., & Franke, M. L. (1992). Teachers' knowledge and its impact. In D. A. Ggrouws (Ed.), *Handbook for research on mathematics teaching and learning* (pp. 147-164). New York: Macmillan.

- Fujii, T., & Takahashi, A. (2015). Improving teacher professional development through lesson study. In S.J. Cho (ed.), *The proceedings of the 12th international congress on mathematical education: Intellectual and attitudinal challenges*. New York: Springer. doi:10.1007/978-3-319-12688-3_69
- Hativa, N., & Goodyear, P. (Eds.). (2001). *Teacher thinking, beliefs and knowledge in higher education*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic.
- Hattie, J. (2012). *Visible learning for teachers: Maximizing impact on learning*. Oxford, UK: Routledge.
- Hiebert, J. (2000). Sound Off!: What can we expect from research? *Mathematics Teacher*, 93(3), 168-169.
- Hill, H. C., & Ball, D. L. (2004). Learning mathematics for teaching: Results from California's mathematics professional development institutes. *Journal for Research in Mathematics Education*, 35(5), 330-351.
- Hino, K. (2015). Comparing multiple solutions in the structured problem solving: Deconstructing Japanese lessons from learner's perspective. *Educational Studies in Mathematics*, 90(2), 121-141. doi:10.1007/s10649-015-9626-y
- Isoda, M., Stephens, M., Ohara, Y., & Miyakawa, T. (Eds.). (2007). *Japanese lesson study in mathematics: Its impact, diversity and potential for educational improvement*. Singapore: World Scientific.
- Jacobson, M. J., & Archodidou, A. (2000). The design of hypermedia tools for learning: Fostering conceptual change and transfer of complex scientific knowledge. *The Journal of the Learning Sciences*, 9(2), 149-199.
- Jonassen, D. H. (2000). *Computers as mindtools for schools: Engaging critical thinking*. Upper Saddle River, NJ: Merrill/Prentice Hall.
- Kauffman, D. F., Ge, X., Xie, K., & Chen, C.-H. (2008). Prompting in web-based environments: Supporting self-monitoring and problem solving skills in college students. *Journal of Educational Computing Research*, 38(2), 115-137. doi:10.2190/EC.38.2.a

- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2005). Teachers learning technology by design. *Journal of Computing in Teacher Education*, 21(3), 94-102. doi:10.1080/10402454.2005.10784518
- Kramarski, B. (2008). Promoting teachers' algebraic reasoning and self-regulation with metacognitive guidance. *Metacognition and Learning*, 3(2), 83-99. doi:10.1007/s11409-008-9020-6
- Kramarski, B., & Friedman, S. (2014). Solicited versus unsolicited metacognitive prompts for fostering mathematical problem-solving using multimedia. *Journal of Educational Computing Research*, 50(3), 285-314. doi:10.2190/ec.50.3.a
- Kramarski, B., & Mevarech, Z. R. (2003). Enhancing mathematical reasoning in the classroom: The effects of cooperative learning and metacognitive training. *American Educational Research Journal*, 40(1), 281-310. doi:10.3102/00028312040001281
- Kramarski, B., Mevarech, Z. R., & Arami, M. (2002). The effects of metacognitive training on solving mathematical authentic tasks. *Educational Studies in Mathematics*, 49(2), 225-250. doi:10.1023/A:1016282811724
- Kramarski, B., & Michalsky, T. (2009a). Investigating pre-service teachers' professional growth in self-regulated learning environments. *Journal of Educational Psychology*, 101(1), 161-175.
- Kramarski, B., & Michalsky, T. (2009b). Three metacognitive approaches to training pre-service teachers in different learning phases of technological pedagogical content knowledge. *Educational Research and Evaluation: An International Journal on Theory and Practice*, 15(5), 465-490. doi:10.1080/13803610903444550
- Kramarski, B., & Michalsky, T. (2010). Preparing preservice teachers for self-regulated learning in the context of technological pedagogical content knowledge. *Learning and Instruction*, 20(5), 434-447. doi:10.1016/j.learninstruc.2009.05.003
- Kramarski, B., Michalsky, T. (2015). Effects of a TPCK-SRL model on teachers' pedagogical beliefs, self-efficacy and technology-based lesson design. In C. Angelie & N. Valanides (Eds.), *Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK): Exploring, developing, and assessing TPCK* (pp. 89-112). New York: Springer.

- Kramarski, B., & Revach, T. (2009). The challenge of self-regulated learning in mathematics teachers' professional training. *Educational Studies in Mathematics*, 72(3), 379-399. doi:10.1007/s10649-009-9204-2
- Kramarski, B., Weisse, I., & Kololshi-Minsker, I. (2010). How can self-regulated learning support the problem solving of third-grade students with mathematics anxiety? *ZDM: The International Journal on Mathematics Education*, 42(2), 179-193. doi:10.1007/s11858-009-0202-8
- Kramarski, B., & Zoldan, S. (2008). Using errors as springboards for enhancing mathematical reasoning with three metacognitive approaches. *The Journal of Educational Research*, 102(2), 137-151.
- Lappan, G., & Theule-Lubienski, S. (1992). Training teachers or educating professionals? What are the issues and how are they being resolved? In D. F. Robitaille, D. H. Wheeler, & C. Kieran (Eds.), *Selected lectures from the 7th international congress on mathematics education* (pp. 249-261). Quebec: Les Presses de l'Universite Laval.
- Lewis, C. (2000, April). *Lesson study: The core of Japanese professional development*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association (AERA), New Orleans, LA. Retrieved from ERIC database. (ED444972)
- Lewis, C. (2002). *Lesson study: A handbook of teacher-led instructional change*. Philadelphia, PA: Research for Better Schools.
- Lewis, C. (2005). How do teachers learn during lesson study? In P. Wang-Iverson & M. Yoshida (Eds.), *Building our understanding of lesson study*. Philadelphia, PA: Research for Better Schools.
- McMahon, G. P. (2007). *Getting the HOTS with what's in the box: Developing higher order thinking skills within a technology-rich learning environment*. (Doctoral dissertation, Curtin University of Technology, Science and Mathematics Education Centre, Perth, Western Australia). Retrieved from http://espace.library.curtin.edu.au/R/?func=dbin-jump-full&object_id=17067&local_base=GEN01-ERA02
- Mewborn, D. S., & Cross, D. I. (2007). Mathematics teachers' beliefs about mathematics and links to students' learning. In W. G. Martin, M. E. Strutchens, & P. C. Elliott (Eds.),

- The learning of mathematics: Sixty-ninth yearbook* (pp. 259-269). Reston, VA: NCTM.
- Mevarech, Z. R., & Kramarski, B. (2014). *Critical maths for innovative societies: The role of metacognitive pedagogies*. Paris: OECD. doi:10.1787/9789264223561-en
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A new framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM] (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- Organisation for Economic Co-Operation and Development [OECD] (2003). *The PISA 2003 assessment framework - Mathematics, reading, science and problem solving knowledge and skills*. Paris: OECD. Retrieved from <http://www.oecd.org/dataoecd/46/14/33694881.pdf>
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD] (2014). *PISA 2012 results in focus: What 15-year-olds know and what they can do with what they know*. Paris: Author. Retrieved from <http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results-overview.pdf>
- Pajares, F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62(3), 307-332. doi:10.3102/00346543062003307
- Paris, S. G., & Winograd, P. (1999). *The role of self-regulated learning in contextual teaching: Principles and practices for teacher preparation*. Retrieved from <http://www.ciera.org/library/archive/2001-04/0104parwin.htm>
- Perels, F., Gurtler, T., & Schmitz, B. (2005). Training of self-regulatory and problem-solving competence. *Learning and Instruction*, 15(2), 123-139. doi:10.1016/j.learninstruc.2005.04.010
- Philipp, R. A. (2007). Mathematics teachers' beliefs and affect. In F. K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 111-155). Charlotte, NC: NCTM, IAP.

- Pintrich, P. R. (2000). An achievement goal theory perspective on issues in motivation terminology, theory, and research. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 92-104.
- Polya, G. (1957). *How to solve it: A new aspect of mathematical method* (2nd ed.). Garden City, NY: Doubleday.
- PuenteDura, R. R. (2009, June). *The infinite canvas reloaded: Digital storytelling, webcomics, and web 2.0*. Paper presented at the 2009 NMC Summer Conference Proceedings. Retrieved from http://www.hippasus.com/rrpweblog/archives/2009/06/13/PuenteDura_InfiniteCanvas.pdf
- Robinson, N., & Leikin, R. (2012). One teacher two lessons: The lesson study project. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10(1), 139-161. doi:10.1007/s10763-011-9282-3
- Santagata, R., & Guarino, J. (2011). Using video to teach future teachers to learn from teaching. *ZDM: International Journal of Mathematics Education*, 43(1), 133-145.
- Schmidt, D. A., Baran, E., Thompson, A. D., Mishra, P., Koehler, M. J., & Shin, T. S. (2009). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): The development and validation of an assessment instrument for preservice teachers. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(2), 123-149.
- Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 334-370). New York: Macmillan.
- Schoenfeld, A. H. (2011). Noticing matters. A lot. Now what? In M. G. Sherin, V. R. Jacobs, & R. A. Philipp (Eds.), *Mathematics teacher noticing: Seeing through teachers' eyes*. New York: Routledge.
- Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. New York: Basic Books.

- Schraw, G., & Dennison, R. S. (1994). Assessing metacognitive awareness. *Contemporary Educational Psychology*, 19(4), 460-471. doi:10.1006/ceps.1994.1033
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundation of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.
- Star, J. R., & Strickland, S. K. (2008). Learning to observe: Using video to improve preservice mathematics teachers' ability to notice. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 11(2), 107-125.
- Stigler, J. W., & Hiebert, J. (1999). *The teaching gap: Best idea from the world's teachers for improving education in the classroom*. New York: Free.
- Styles, I., & Radloff, A. (2001). The synergistic thesis: Student and supervisor perspectives. *Journal of Further and Higher Education*, 25(1), 97-106.
- Sugiyama, Y. (2008). *Introduction to elementary mathematics education*. Tokyo: Toyokan.
- Thompson, A. (1992). Teachers' beliefs and conceptions: A synthesis of the research. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook for research on mathematics teaching and learning* (pp. 127-146). New York: Macmillan.
- Tirosh, D., & Graeber, A. (2003). Challenging and changing mathematics classroom practices. In A. Bishop, J. Kilpatrick, C. Keitel, & K. Clements (Eds.), *International handbook of mathematics education* (2nd ed., pp. 643-687). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Veenman, M. V. J., Van Hout-Wolters, B. H. A. M., & Afflerbach, P. (2006). Metacognition and learning: Conceptual and methodological considerations. *Metacognition and Learning*, 1(1), 3-14. doi:10.1007/s11409-006-6893-0
- Zimmerman, B. J. (1986). Becoming a self-regulated learner: Which are the key subprocesses? *Contemporary Educational Psychology*, 11(4), 307-313. doi:10.1016/0361-476X(86)90027-5
- Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 13-39). San Diego, CA: Academic.

- Zimmerman, B. J. (2008). Investigating self-regulation and motivation: Historical background, methodological developments, and future prospects. *American Educational Research Journal*, 45(1), 166-183. doi:10.3102/0002831207312909
- Zimmerman, B. J., & Schunk, D. H. (Eds.). (2011). *Handbook of self-regulation of learning and performance*. New York: Taylor & Francis.
- Zohar, A., & Schwartz, N. (2005). Assessing teachers' pedagogical knowledge in the context of teaching higher-order thinking. *International Journal of Science Education*, 27(13), 1595-1620. doi:10.1080/09500690500186592

נספחים

נספח 1 : דוגמה לצומת החלטה

בשיעור חשבון בכיתה ו הציגה המורה לתלמידיה את הבעיה הבאה :

ליעל יש פיסת בד בצורת ריבוע שאורך צלעו 1 מטר. היא רוצה לחלק את פיסת הבד לפיסות בד קטנות לשם הכנת יצירת אמנות שרצתה להכין. היא חילקה כל צלע של הריבוע לארבעה חלקים. מה שטחה של כל פיסת בד שהתקבלה בגזירה?

מיד לאחר שהתלמידים החלו בפתרון המשימה, הם הפנו למורה שאלות המעידות על חוסר ידיעה באשר להבדל בין מטרים למטרים רבועים. זהו מצב שבו המורה צריכה להחליט איך להתקדם בשיעור, או כפי שהיא הסבירה לאחר השיעור : "לא ידעתי מה לעשות, הבנתי כי אי אפשר להתמודד עם המשימה בלי הבנה של מציאת שטח של ריבוע ובלי הבנה של יחידות המידה המתארות את השטח. ואז הייתי צריכה לבחור, להניח לרגע את הבעיה ולהסביר על יחידות מידה ושטח, או לבקש מהילדים להתעלם מיחידות המידה או לשנות את הבעיה. זה לא פשוט לעמוד בסיטואציה כזו בזמן שיעור."

נספח 2: מחוונים עם דוגמאות

1. מחוון לניתוח בעיות מורים

הקריטריון	אפיון גבוה – 3	אפיון בינוני – 2	אפיון נמוך – 1
נכונות הפתרון	3 – נכון	2 – נכון חלקית	1 – שגוי
רמת האסטרטגיה	מוצגים פתרונות/אסטרטגיות מגוונות המשוייכות ומוכללות לרעיונות מתמטיים שונים.	מוצגים פתרונות/אסטרטגיות מגוונות, ללא קישור ביניהם.	מוצג פתרון אחד או שניים.
דוגמה: הציגו דרכים שונות לפתרון התרגיל 16×25 הצגה של אסטרטגיות מגוונות מהסוגים הבאים ייחשב לפתרון שרמת האסטרטגיה שלו באפיון גבוה, למשל הצגה של מגוון אסטרטגיות פתרון החל משימוש במשמעות פעולת הכפל $(25+25+25+...)$, שימוש בחוק הפילוג, פתרון במאונך (מפורט ומקוצר), שימוש בייצוג ויזואלי (מלבן כפל), פירוק לגורמים וחזקות.			
פתרון מנומק	הפתרון מוצג באופן ברור ומוסבר.	הפתרון מוצג באופן חלקי, ומלווה בהסבר חלקי.	הפתרון מוצג באופן כללי, ללא פירוט הדרך וללא נימוק או הסבר.
דוגמה לאיפיון גבוה למשימה: הציגו דרכים שונות לפתרון התרגיל 16×25 פתרונות שהוצגו סביב רעיונות מתמטיים, תוך הסבר הרעיון ייחשב לפתרון מנומק באפיון גבוה.			
הכוונה עצמית בלמידה	ניכרתהליך של עבודה על הבעיה בהלימה למעגל ההכוונה העצמית: מבין, מנווט, מבקר, בחירת אסטרטגיית הפתרון	ניכרת עבודה על הבעיה בהלימה למעגל ההכוונה העצמית: מבין, מנווט, מבקר.	לא ניתן עדותלתהליך העבודה כלל.
דוגמה לאיפיון גבוה למשימה: הציגו דרכים שונות לפתרון התרגיל 16×25 ניתן לזהות חשיבה מראש על הצגת הפתרונות סביב הרעיונות המתמטיים, ובדיקה כי כל הרעיונות הוצגו.			

2. מחוון לניתוח תכנון שיעור בשילוב טכנולוגיה

הקריטריון	אפיון גבוה – 4	אפיון בינוני-גבוה – 3	אפיון בינוני-נמוך – 2	אפיון נמוך – 1
מטרת השיעור	מטרה קונספטואלית המובילה לעיסוק ברעיון המרכזי של השיעור.	מטרה המנוסחת באופן ברור.	מטרה מעורפלת ולא חד משמעית.	אין מטרה או ניסוח שמכוון למטרה.
דוגמה לאפיון גבוה בשיעור שנושא "ממשולשים למרובעים": רעיונות מתמטיים מרכזיים: 1. מכל שני משולשים זהים אפשר לבנות מרובע על ידי שיקוף על אחת מצלעות המשולש או על אחת מצלעות המשולש. 2. כדי לבנות בעזרת שני משולשים מלבן או ריבוע, חייבים להשתמש במשולש ישר-זווית. מרעיונות אלו נגזרות המטרות: א. התלמידים ירכיבו משני משולשים זהים מרובע. ב. התלמידים ישימו את המרובעים שהתקבלו על פי תכונותיהם. ג. התלמידים יסיקו מתוך ההתנסות כי באמצעות צירוף שני משולשים זהים, יתקבלו מרובעים שונים. ד. התלמידים יסיקו כי על מנת לקבל ריבוע או מלבן יש להשתמש במשולשים ישרי זווית.				
בחירת הבעיה המובילה את השיעור	בחירה בבעיה עשירה המזמנת חקירה פתוחה. המורה מציינת במפורש את הסיבות לבחירה בבעיה.	בחירה בבעיה עשירה המזמנת מספר פתרונות.	בחירה בבעיה המזמנת מספר מועט של פתרונות או אסטרטגית פתרון.	בחירה בבעיה סטנדרטית סגורה.
דוגמה לאפיון גבוה בשיעור שנושא "ממשולשים למרובעים": הרכיבו מכל זוג משולשים זהים מרובעים שונים. מצאו כמה שיותר אפשרויות להרכבת המרובעים. אין לכסות חלקים מן המשולשים. הסבר המורה לבחירת המשימה: המשימה מזמנת חקירה והתנסות של התלמידים, ישנן מגוון תשובות, כל תלמידי הכיתה מסוגלים להתמודד עם המשימה לפי רמתם.				
העלאת מגוון אסטרטגיות לפתרון הבעיה	פירוט מגוון של דרכי פתרון והצדקתם סביב עקרונות מתמטיים.	פירוט של דרכי פתרון.	הצגת פתרון אחד או שניים, ללא הסבר של הפתרון.	אין פירוט דרכי פתרון או פתרונות שונים.
דוגמה לאפיון גבוה בשיעור שנושא "ממשולשים למרובעים": תשובות/אסטרטגיות מצופות שיעלו בעבודת התלמידים: א. ניסוי וטעייה – הנחת משולש ראשון, הנחת משולש שני בצירוף צלע באופן אקראי. ב. התלמידים ישערו איזה מרובע אפשר לקבל וינסו להרכיבו. ג. עבודה שיטתית: התלמיד ייקח זוג משולשים ראשון וינסה להרכיב מהם מרובעים שונים בצורה מסודרת ע"י שיקוף על כל אחת מן הצלעות, ואח"כ ע"י שיקוף והיפוך המשולש על כל אחת מן הצלעות. ד. התלמידים ינסו להרכיב מרובעים על ידי שיקוף, אולם לא יבצעו היפוך.				
הקשיים הצפויים	מוצגים קשיים צפויים באופן ברור וממוקד בשילוב חשיבה על הצעה להתמודדות עם הקושי.	מוצגים קשיים צפויים באופן ברור ומפורט.	מוצגים קשיים צפויים באופן מרומז.	אין התייחסות לקשיים צפויים.
דוגמה לאפיון גבוה בשיעור שנושא "ממשולשים למרובעים": קשיים צפויים: א. צירוף המצולעים לא לפי התנאים (הצמדה באחת הצלעות), או צירוף כשיש חלק מכוסה, או צירוף דרך קדקוד, או עם רווח. ב. צירוף וקבלת מצולע שאינו מרובע. אסטרטגיות תמיכה בתלמידים מתקשים: להציג לתלמידים שני משולשים זהים (שמו אלה שניתנו להם, רק גדולים יותר). לבצע הדגמה ולהציג בפניהם שיטת עבודה. אם התלמידים יאמרו אי אפשר בכלל לבנות ריבוע או מלבן משני משולשים, יש לחלק להם ריבוע מנייר ולבקש מהם לקפלו כך שיתקבלו שני משולשים.				

תכנון הדיון	תכנון הדיון מתבסס על תוצרי התלמידים ועל ההסברים שויבילו לגיבוש הרעיון המרכזי.	תכנון רצף שאלות מפתח שויבילו את הדיון.	הצעת מספר שאלות סגורות לניהול הדיון.	אמירה כללית לגבי הדיון.
דוגמה לאיפיון גבוה בשיעור שנושא "ממשולשים למרובעים": הדיון יתבסס על דוגמאות שציגו התלמידים ובמקביל יוצגו התוצרים יוצגו באמצעות היישומון. יוצגו השאלות: - איך עבדתם כדי למצוא מרובעים שונים? מטרת השאלה היא להציג את האסטרטגיות לפיהן עבדו התלמידים (המוצגות למעלה). צפוי שיעלה נושא השיקוף וההיפוך ע"י סיבוב. - איך ידעתם איזה מרובע התקבל? - הצגתם מרובעים שונים שאפשר לקבל, אך לא הצגתם ריבוע או מלבן. מדוע? הסבר ברמת המורה: במשולש שזוויותיו הם a, b, c. אם נניח כי סכום שתי זוויות שוות ל-90° מעלות. $a + b = 90^\circ$. הזווית השלישית בהכרח שווה גם היא ל-90° משום שהיא משלימה את סכום הזוויות במשולש ל-180°. לכן כדי לקבל ריבוע או מלבן, המשולשים חייבים להיות ישרי זווית.				
שילוב הטכנולוגיה במודל SAMR	Redefinition , הטכנולוגיה משמשת ליצירת משימות חדשות . ברמה זו אנו רואים שינויים מהותיים בטקטיקות ההוראה.	Modification הטכנולוגיה משמשת כדי לעצב מחדש חלקים חדשים של משימת הלמידה: הטכנולוגיה הכרחית כדי להקל על סוג ההוראה והלמידה בה משתמשים.	Augmentation הטכנולוגיה משמשת כתוספת לשיטות הלא-טכנולוגיות כמו ברמת הראשונה, אולם הטכנולוגיה פה היא יותר לצרכי שיעור בסיסיים כגון תרגול.	Substitution הטכנולוגיה משמשת לביצוע אותן המשימות שביצעו לפני כניסתה של הטכנולוגיה להוראה, אין שינוי תפקודי בהוראה ובלמידה.
דוגמה לאיפיון גבוה בשיעור שנושא "ממשולשים למרובעים": היישומון מציג בפני התלמידים את התוצר הסופי המתקבל מצירוף שני המשולשים (תוך שימוש בשיקוף או שיקוף והיפוך לכל אחת מצלעות המשולש). היישומון מאפשר: לדמות את התהליך של הלומד בעת צירוף שני המשולשים יחד בעזרת הסיבוב וההיפוך, ובכך מקל על הלומד לעקוב אחר התהליך. מיומנויות הוראה בשעת השימוש ביישומון: יש חשיבות רבה שהתלמידים ידמו לפני שהם מחברים את המשולשים (משקפים ומסובבים) את המרובעים שעשויים להתקבל כתוצרה מצירוף המשולשים. היתרון של היישומון שהוא מאפשר את הדימוי של מה שיכול להתקבל לפני הביצוע ממש.				
אמונות	הוראה ולמידה נעשות תוך כדי פעילות של הכוונה והבניה של הלומד. הלומד נמצא במרכז יצירת הידע, ואילו המורה משקיף מן הצד ופעילותו מזערית.	הוראה ולמידה נעשות על-ידי העצמה וטיפול של הלומד. המורה והתלמיד הם שותפים ופעילים שווים בהבניית הידע אצל הלומד.	הוראה ולמידה נעשות בדרך של הכוונה והדרכה על ידי המורה, המתווך בין החומר ללומד. המורה מדגים או מציג ללומד, והלומד מחקה אותו וכך לומד בעצמו.	הוראה ולמידה העברת ידע מהמורה לתלמיד. המורה נמצא במרכז כבעל הידע, והתלמיד הוא כלי ריק שאמור לקבל ולהכיל אותו.
				
דוגמה לאיפיון גבוה בשיעור שנושא "ממשולשים למרובעים": מתכנן השיעור אפשר לראות כי המורה מאמינה בלמידה דרך התנסות ופעילות של התלמידים, בהצגת מגוון פתרונות, בדיון המתבסס על דוגמאות והסברים של התלמידים, משמע התלמיד במרכז.				

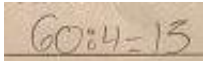
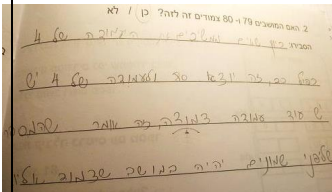
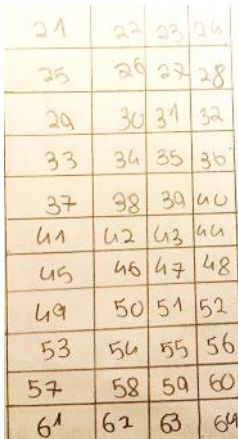
3. מחוון לניתוח ביצוע השיעור בשילוב טכנולוגיה

הקריטריון	איפיון גבוה – 4	איפיון בינוני – גבוה 3 –	איפיון בינוני – נמוך 2 –	איפיון נמוך – 1
הצגת המשימה	המורה מציגה את המשימה תוך שיתוף התלמידים בניתוח המשימה (מודלינג להבנת המשימה).	המורה מציגה את המשימה ויש עדויות מועטות לשיתוף התלמידים.	המורה מקריאה את המשימה, תוך הסבר שלבי הפתרון ("האכלה").	המורה מקריאה את המשימה בלבד ללא הסבר.
זיהוי צמתי החלטה	המורה מזהה צמתי החלטה וממקדת בהן את תשומת הלב.	המורה מזהה לעתים צמתי החלטה ולעיתים עושה התאמות למתרחש.	המורה מזהה לעיתים צמתי החלטה.	המורה אינה מזהה צמתי החלטה.
צומת החלטה היא נקודת מפנה במהלך השיעור שבה היא מתמודדת עם סיטואציות שונות המחייבות שיקול דעת מושכל לקבלת החלטות שישפיעו על המשך השיעור.				
טיפול בקשיים	המורה מאתרת שגיאות ותפיסות מוטעות ומציגה אותם באופן ברור ומפורש, יוצרת אווירה שבה שגיאות מתקבלות בברכה.	המורה מאתרת שגיאות ותפיסות מוטעות ומטפלת בהן באופן חלקי.	המורה מאתרת חלק מהשגיאות או התפיסות המוטעות, ומטפלת בהם נקודתית.	המורה אינה מאתרת שגיאות ותפיסות מוטעות.
טיפול לומד פעיל בחשיבה ובשיח	המורה מטפחת לומד פעיל בחשיבה ובשיח כיתתי, באופן מפורש ועקבי, על פי שלבי ההכוונה העצמית (תכנון, בקרה והערכה). <u>דוגמה</u> : נותנת זמן להתנסות, מעודדת שיתופי פעולה, ומערבת באופן שיטתי תהליכים רפלקטיביים.	המורה מטפחת לומד פעיל בחשיבה ובשיח כיתתי, אבל לא מעודדת ניתוח ובקרה על פי השלבים של ההכוונה העצמית.	המורה מטפחת לומד פעיל בחשיבה ובשיח באופן חלקי, וממעטת לשתף את התלמידים בשיח הכיתתי.	המורה אינה מטפחת לומד פעיל בחשיבה, וממעטת בשיח כיתתי.
שילוב הטכנולוגיה	המורה משתמשת בטכנולוגיה כציר מרכזי בשיעור שלא ניתן בלעדיה, ליצירת דימוי למושגים המתמטיים המופשטים.	המורה משתמשת בטכנולוגיה בדרך התורמת ומקדמת את הלמידה ואת ההבנה של התלמידים, תוך שילוב מרכיבים ויזואליים המסייעים להבנת התכנים.	המורה משתמשת בטכנולוגיה באופן שאינו מהותי ללמידה עצמה, לשם חוויה וגיוון, ואפר להמירה באחרת.	המורה משתמשת בטכנולוגיה באופן טכני בלבד שאינו משפיע על מהות הלמידה, ואפשר לוותר עליה.

ההוראה והלמידה הן העברת ידע מהמורה לתלמיד. המורה נמצא במרכז כבעל הידע, והתלמיד הוא כלי ריק שאמור לקבל ולהכיל אותו. 	ההוראה והלמידה נעשות בדרך של הכוונה והדרכה על ידי המורה, המתווך בין החומר ללומד. המורה מדגים או מציג ללומד, והלומד מחקה אותו וכך לומד בעצמו. 	ההוראה והלמידה נעשות על-ידי העצמה וטיפוח של הלומד. המורה והתלמיד הם שותפים ופעילים שווים בהבניית הידע אצל הלומד. 	ההוראה ובלמידה נעשות תוך כדי פעילות של הכוונה ו הבנייה של הלומד. הלומד נמצא במרכז יצירת הידע, ואילו המורה משקיף מהצד ופעילותו מזערית. 	אמונות פדגוגיות (בדומה לתכנון שיעור)
--	--	--	--	--

4. מחוון פתרון בעיות בקול של תלמידים בליווי ראיונות

הדוגמאות מתבססות על הבעיה המוצגת בהמשך.

הקריטריון	אפיון בינוני-גבוה – 3	אפיון בינוני-נמוך – 2	אפיון נמוך – 1
נכונות הפתרון	3 – נכון	2 – נכון חלקית	1 – לא ענה/תשובה שגויה
רמת האסטרטגיה	פתרון בעזרת הכללה או חוקיות	פתרון בעזרת "חוקיות חלקית"	פתרון על-ידי כתיבה והשלמת כל המספרים/תרגילים
	דוגמה: חילוק וקביעה על-פי השארית.  	דוגמה: מציאת חוקיות בטור אחד השלמת טור 4 בלבד, כפולות 4. יצירת "חוקיות חלקית" כגון: אם 20 ישב ליד חלון, ו-40 ליד חלון אז גם 60 ליד חלון, ו-61 אחריו. "כיוון שאם ממשיכים את העמודה של 4 כפול 20, זה יוצא 80 ולעמודה של 4 יש עוד עמודה צמודה, זה אומר שהמספר שלפני 80 יהיה במושב שצמוד אליו" 	דוגמה: 
הכוונה עצמית בלמידה	ניתן לזהות עדויות לתהליך הכוונה עצמית בהלימה למעגל: מבין, מנווט, מבקר.	לא ניתן לזהות תהליך של עבודה על הבעיה בהלימה למעגל הכוונה העצמית: מבין, מנווט, מבקר.	לא ניתן לזהות את תהליך העבודה כלל.
	דוגמה: "אני ממרקרת את השאלה. בשביל שאני אדע מה השאלה ... ומה אני צריכה לעשות בשאלה. מתי שאני מתחילה לעבוד, אני צריכה הלא לחפש את התשובה... אז במקום לקרוא אחד אחד כל פעם ואז לשכוח את הדרך שעשיתי, פשוט אני ממרקרת את זה, בשביל שזה יהיה לי נוח". "אם יש 1 ביחידות וספרת עשרות זוגית, אז הוא ליד חלון. הגעתי למסקנה הזאת בגלל שכאן 1, 2, 3, 4 ואם ממשיכים את זה, גם בדקתי אחרי זה את התשובות שלי אחרי שהמשכתי את זה. בגלל שהמשכתי אני בטוחה".	דוגמה: "אני בודקת כי לא יוצאת התוצאה הנכונה. אם לא יוצאת לי התוצאה הנכונה אז זה כנראה לא בסדר". "אני תמיד בודקת את עצמי. בדקתי וגיליתי שזה ... שהוא לא ממש עבד. מראיית: אז זה בסדר מבחינתך? כן. גם אם הוא לא ממש עבד. כי אני יודעת שאני יכולה להמשיך לנסות את זה... ממש ממש לפעמים בעזרת מחשבון והרוב אבא עוזר לי הוא מנסה להבין את הדרך שלי ואז לראות אם הדרך שלי נכונה, ואם היא לא נכונה אז מנסים למצוא דרך חדשה".	דוגמה: "אני יודעת שזה נכון. פשוט כי את יודעת את הדרך. וכי אני אוהבת את הדרך הזאת. של הפילוג, כי היא קלה יותר".

1. שאלון לבדיקת ידע תוכן משולב טכנולוגיה – TPACK בקרב מורים

(Schmidt et al., 2009)

מסכים בהחלט	מסכים	לא מסכים ולא לא מסכים	לא מסכים	לא מסכים לחלוטין	
					1 אני יודע איך לפתור את הבעיות הטכנולוגיות שלי.
					2 אני לומד טכנולוגיה בקלות.
					3 אני מתעדכן בטכנולוגיות חשובות חדשות.
					4 אני משחק לעתים קרובות עם הטכנולוגיה.
					5 אני בקיא בטכנולוגיות שונות.
					6 יש לי את הכישורים הטכניים להם אני זקוק כדי להשתמש בטכנולוגיה.
					7 יש לי מספיק הזדמנויות לעבוד עם טכנולוגיות שונות.
					8 יש לי מספיק ידע על מתמטיקה.
					9 אני יכול להשתמש בדרכי חשיבה מתמטיות.
					10 יש לי דרכים ואסטרטגיות שונות לפיתוח ההבנה המתמטית שלי.
					11 אני יודע איך להעריך את ביצועי התלמידים בכיתה.
					12 אני יכול להתאים את ההוראה שלי בהתאם למה שהתלמידים מבינים או אינם מבינים באותו רגע.
					13 אני יכול להתאים את סגנון ההוראה שלי ללומדים שונים.
					14 אני יכול להעריך את למידת התלמידים בדרכים רבות.
					15 אני יכול להשתמש בטווח רחב של גישות הוראה בכיתה (למידה שיתופית, הוראה ישירה, למידה בדרך של חקר, למידה המבוססת על פרויקטים/בעיות וכו').
					16 אני בקיא בשגיאות אופייניות של תלמידים ותפיסות שגויות.
					17 אני יודע איך לארגן ולשמור על ניהול כיתה.
					18 אני יודע איך לבחור גישת הוראה אפקטיבית כדי להוביל חשיבה ולמידה של תלמידים במתמטיקה.
					19 אני יודע להשתמש בטכנולוגיה לקידום הבנה ועשייה מתמטית.
					20 אני יכול לבחור בטכנולוגיה המשפרת את גישת ההוראה בשיעור.
					21 אני יכול לבחור בטכנולוגיה המשפרת את למידה התלמידים בשיעור.
					22 במסגרת ההכשרה שלי גרמו לי לחשוב יותר לעומק על איך הטכנולוגיה יכולה להשפיע על גישות ההוראה בהן אני משתמש בכיתה שלי.
					23 אני מפעיל חשיבה ביקורתית על איך להשתמש בטכנולוגיה בכיתה שלי.
					24 אני יכול לאמץ את השימוש בטכנולוגיה שאני לומד לפעילויות/משימות הוראה שונות.
					25 אני יכול להעביר שיעור שמשלב באופן הולם מתמטיקה, טכנולוגיה וגישות הוראה.
					26 אני יכול לבחור טכנולוגיה לשימוש בכיתתי שמשפרת מה שאני מלמד, איך אני מלמד ומה התלמידים לומדים.
					27 אני יכול להשתמש באסטרטגיות המשלבות תוכן, טכנולוגיה וגישות הוראה שלמדתי עליהם בהשתלמות בכיתתי.
					28 אני יכול להפגין מנהיגות בעזרה לאחרים לשלב את התוכן, הטכנולוגיה וגישות הוראה בבית-ספרי.
					29 אני יכול לבחור טכנולוגיה שמשפרת את תוכן השיעור. תן דוגמה:
					30 המדריך/המרצה הדגים באופן הולם שילוב טכנולוגיה בהוראה.

2. שאלון לבדיקת ההכוונה עצמית בדגש על מטה-קוגניציה בהוראת המתמטיקה

(Schraw & Dennison, 1994)

השאלון שלפניכם כולל היגדים המתייחסים להוראת המתמטיקה.

סמנו X בעמודה המתאימה לתשובה המשקפת במידה הנכונה ביותר את דעתכם לגבי כל היגד ביחס להוראת המתמטיקה.

לשאלות מסוג זה אין תשובות נכונות או לא נכונות, אלא לכל אדם התשובה המתאימה לו.

1	2	3	4	5		
כלל לא נכון	נכון במידה מועטה	נכון במידה בינונית	נכון במידה רבה	נכון במידה רבה מאוד		
					1 אני שואל את עצמי באופן קבוע האם אני משיג את מטרותיי בהוראת המתמטיקה.	
					2 אני שוקל מספר אפשרויות לפתרון בעיה לפני שאני מציג אותה בכיתה.	
					3 אני מנסה להשתמש באסטרטגיות הוראה שעבדו בעבר.	
					4 אני קובע את קצב עבודתי על מנת שיהיה לי מספיק זמן.	
					5 אני מבין את הצדדים החזקים והחלשים שביכולתי האינטלקטואלית.	
					6 לפני העברת השיעור, אני חושב מה באמת אני צריך ללמד.	
					7 אני יודע באיזה מידה הצלחתי ברגע שאני מסיים ללמד.	
					8 אני קובע מטרות ספציפיות לפני שאני מתחיל בהוראת שיעור המתמטיקה.	
					9 אני מאט כאשר אני מלמד מידע חשוב.	
					10 אני יודע איזה סוג של מידע חשוב ביותר ללמד.	
					11 כאשר אני פותר בעיה לתלמיד, אני שואל את עצמי האם שקלתי את כל האפשרויות.	
					12 אני טוב בארגון מידע בהוראה.	
					13 אני מכוון את התלמידים באופן מודע למידע חשוב.	
					14 יש לי מטרה ספציפית עבור כל אסטרטגית הוראה בה אני משתמש.	
					15 אני מלמד הכי טוב כאשר אני שולט טוב בנושא.	
					16 אני יודע מה מצפים ממני ללמד.	
					17 אני טוב בהוראה המבוססת על זכירת מידע.	
					18 אני משתמש באסטרטגיות הוראה שונות בהתאם למצב.	
					19 לאחר סיום הוראת נושא, אני שואל את עצמי האם הייתה דרך קלה יותר לעשות זאת.	
					20 יש לי בקרה על כמה טוב אני מלמד.	
					21 אני מבקר את עצמי בקביעות על מנת להבין קשרים חשובים בבעיה.	
					22 אני שואל את עצמי שאלות לפני שאני מתחיל ללמד.	
					23 אני חושב על מספר דרכים לפתור בעיה ובוחר בטובה ביותר.	
					24 אני מסכם מה שלימדתי לאחר שסיימתי.	
					25 כשאני לא מבין משהו אני מתייעץ עם חברי להוראה.	
					26 כאשר אני צריך ללמד אני יכול "לעניין" את התלמידים.	
					27 אני מודע לאסטרטגיות בהן אני משתמש כאשר אני מלמד.	

1	2	3	4	5		
כלל לא נכון	נכון במידה מועטה	נכון במידה בינונית	נכון במידה רבה	נכון במידה רבה מאוד		
					אני מוצא את עצמי מנתח את יעילות האסטרטגיות בזמן ההוראה.	28
					אני משתמש ביתרונות האינטלקטואליים שלי על מנת לפצות על חולשותיי בהוראה.	29
					אני מתמקד במשמעות ובמובן של ידע חדש בזמן ההוראה.	30
					אני יוצר לעצמי את הדוגמאות שלי על מנת להפוך את המידע לבעל משמעות רבה יותר עבור הלומד.	31
					אני שופט טוב את המידה שבה החומר הובן לתלמיד.	32
					אני מוצא את עצמי משתמש באסטרטגיות הוראה יעילות באופן אוטומטי.	33
					אני מוצא את עצמי עוצר באופן קבוע כדי לבדוק אם הובנתי.	34
					אני יודע מתי כל אסטרטגיה בה אני משתמש תהיה הכי יעילה.	35
					כאשר אני מסיים ללמד אני שואל את עצמי באיזו מידה השגתי את מטרותיי.	36
					אני משרטט ציורים או דיאגרמות שיעזרו לתלמיד להבין בזמן הלמידה.	37
					אני שואל את עצמי האם שקלתי כל האפשרויות אחרי שפתרתי את הבעיה בכיתה.	38
					אני מנסה לתרגם מידע חדש "במילים שלי" בזמן ההוראה.	39
					אני משנה אסטרטגיות כאשר החומר אינו מובן.	40
					אני משתמש בארגון המידע כדי שיעזור לי ללמד.	41
					אני קורא את החומר בקפידה לפני שאני מלמד אותו.	42
					אני שואל את עצמי אם מה שאני מלמד קשור למה שלימדתי קודם.	43
					אני מעריך מחדש את מחשבותיי כאשר אני מתבלבל בהוראה.	44
					אני מארגן את זמני כך שאשיג את מטרותיי בצורה הטובה ביותר בכיתה.	45
					אני מלמד טוב יותר כאשר אני מתעניין בנושא.	46
					אני מנסה לפרק את ההוראה לצעדים קטנים יותר.	47
					בזמן הוראה, אני מתמקד במשמעות כללית יותר מאשר פרטים ספציפיים.	48
					תוך כדי הוראת דבר חדש, אני שואל את עצמי האם אני מלמד טוב.	49
					ברגע שאני מסיים להורות נושא, אני שואל את עצמי האם לימדתי בצורה הטובה ביותר.	50
					אני עוצר וחוזר על מידע חדש שאינו ברור לתלמידים.	51
					אני עוצר וחוזר למקור כאשר אני מתבלבל.	52

3. שאלון לתלמיד לבדיקת תפיסת הוראה-למידה

(Kramarski & Michalsky, 2009a)

תלמידים יקרים

לפניכם מופיעים ארבעה ציורים.

כל אחד מהציורים מייצג דגם אחר של הוראה – למידה בבית-הספר.

אתם מתבקשים להסתכל היטב בציורים ולענות על השאלות הבאות:



א. איזה מהציורים מתאר את אופן הלמידה בכיתה שלך? (הסבירו כיצד)

ב. איזה מהציורים מתאר את האופן שבו היית רוצה ללמוד? (הסבירו מדוע)

ג. באיזה מהציורים, לדעתך, התלמיד ידע את החומר באופן הטוב ביותר? (הסבירו מדוע?)

נספח 4: דוגמאות לבעיות במתמטיקה

(תכנית הלימודים של משרד החינוך, התרבות והספורט, 2000)

תעודת זהות לבעיה של המורים

הבעיה:

כמה תרגילים שונים זה מזה אפשר ליצור לתבנית: $100 = \text{_____} + \text{_____}$?

בכל תרגיל יש להשתמש בארבע ספרות שונות זו מזו.

תשובה: בסה"כ אפשר ליצור 18 תרגילים.

ניתוח אסטרטגיות המורים התבצע בשני קריטריונים:

1. רמת האסטרטגיה – מגוון האסטרטגיות שהמורה הציג לבעיה. הצגת שלוש אסטרטגיות שונות ומעלה נחשב לאפיון גבוה.
2. פתרון מנומק – הצגה ברורה ובהירה של הפתרון בליווי נימוק. דוגמאות לאפיון גבוה מסומנות בהמשך – סעיפים ד ו-ה.

אסטרטגיות אפשריות לפתרון:

- א. כתיבת תרגילים אקראית, ניסוי וטעייה.

$$\begin{array}{r} 10 \\ 13 \\ \hline 29 \end{array} + \begin{array}{r} 90 \\ 87 \\ \hline 71 \end{array} = 100$$

- ב. בדיקת כל האפשרויות לצירופים של ספרת היחידות לסכום של 10, ולאחר מכן בדיקת האפשרויות לצירוף ספרת עשרות על פי התנאי שבכל תרגיל יש ארבע ספרות השונות זו מזו.

19	81	1	9
28	72	2	8
37	63	3	7
46	54	4	6
100			

הגעתם לתשובתכם:

$$21 + 79 = (20 + 70) + (1 + 9)$$

$$1 + 3 = 4$$

$$3 + 5 = 8$$

$$5 + 7 = 12$$

1) $1 + 3 = 4$
 2) $2 + 4 = 6$
 3) $3 + 5 =$
 4) $4 + 6 =$
 $3 + 6 = 9$
 $5 + 9$
 $7 + 12$

ג. כתיבת תרגילים על פי הרעיון שספרת היחידות במחובר הראשון זהה בכל התרגילים .

$$\begin{array}{r} 1 \quad 1 \\ 5 \quad 1 \\ \hline 6 \quad 1 \end{array} + \begin{array}{r} 8 \quad 9 \\ 4 \quad 9 \\ \hline 3 \quad 9 \end{array} = 100$$

ד. כתיבת תרגילים בסדרה שבה מוסיפים כל פעם 1 למחובר הראשון, ומחסרים 1 מהמחובר השני, כשהם מתחילים מהתרגיל $50 + 50$, ולאחר מכן מחיקת התרגילים שאינם מתאימים לאילוף שבכל תרגיל יהיו ארבע ספרות השונות זו מזו.

52 + 48	25	15
53 + 47	24	14
54 + 46	23	13
55 + 45	22	12
56 + 44	21	11
57 + 43	20	10
58 + 42	19	9
59 + 41	18	8
60 + 40	17	7
61 + 39	16	6
62 + 38	15	5
63 + 37	14	4
64 + 36	13	3
65 + 35	12	2
66 + 34	11	1
67 + 33	10	0
68 + 32	9	9
69 + 31	8	8
70 + 30	7	7
71 + 29	6	6
72 + 28	5	5
73 + 27	4	4
74 + 26	3	3
75 + 25	2	2
76 + 24	1	1
77 + 23	0	0
78 + 22	9	9
79 + 21	8	8
80 + 20	7	7
81 + 19	6	6
82 + 18	5	5
83 + 17	4	4
84 + 16	3	3

פיתרון - 5! 0! סכום זהה ב"חז"ל
 חשיפה לט"ח: מתבוננים ב"חז"ל (השני) (מבנה)

40, 30, 20, 10, 0

כיצד נבנה

49 + 51	24 + 86
48 + 52	26 + 74
47 + 53	24 + 76
46 + 54	16 + 84
43 + 57	17 + 83
42 + 58	16 + 84
41 + 59	14 + 86
39 + 61	13 + 87
38 + 62	

דוגמה לתשובה שקיבלה ניקוד גבוה
 בקריטריון "רמת פתרון"

$44 \div 89$
 $12 \div 87$
 $14 \div 86$
 $15 \div 85$
 (4) $14 \div 86$
 $4 =$
 $16 \div 84$
 $17 \div 83$
 $18 \div 8$

~~$10 \div 81$~~
 ~~$20 \div$~~
 $21 \div 79$
 $22 \div 68$
 $23 \div 67$
 $24 \div 66$
 ~~$25 \div$~~
 $26 \div 64$
 ~~$27 \div$~~
 4

$(4 \times 3 + 6 = 18)$
 ~~$5 \times$~~
 (45)
 1
 $\frac{8}{4}$
 $3 \quad 4 \quad 5 \quad 6$

[illegible]

88

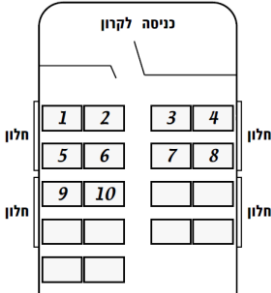
דוגמה לתשובה שגויה:

$$\begin{array}{l}
 6 \times 2 \\
 12 \times 2 \\
 \left[\begin{array}{cc} 51+49 & 61+39 \\ 52+48 & 62+38 \\ 53+47 & 63+37 \\ 57+43 & 68+32 \\ 58+42 & 69+31 \\ 59+41 \end{array} \right] \begin{array}{l} 10 \\ 5 \times 2 \\ \times 2 \end{array} \begin{array}{l} 71+29 \\ 72+28 \\ 73+27 \\ 74+26 \\ 76+24 \\ 79+21 \end{array} \begin{array}{l} 10 \\ 5 \times 2 \\ \times 2 \end{array} \\
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 \cancel{81+11} \\
 \cancel{82+12} \\
 83+13 \\
 84+16 \\
 86+14 \\
 87+13 \\
 \cancel{89+11}
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 2 \times 4 = 8 \\
 \times 2
 \end{array}$$

$$12 + 10 + 10 + 8 = 40$$

תעודת זהות לבעיה של תלמידים



המשימה:

בקרון רכבת ארוך מאוד יש מקומות ישיבה רבים.
 המושבים מסודרים כפי שמוצג בציור.
 על כל מושב רשום מספר.
 ענת קיבלה כרטיס עם מספר מושב 61, האם ענת תשב ליד חלון?
 הציגו לפחות 2 דרכים שונות לפתרון המשימה.

תשובה: ענת תשב ליד חלון (חלון השמאלי).

אסטרטגיות צפויות לפתרון:

אפיון נמוך – 1:

פתרון על-ידי כתיבה והשלמת כל המספרים/תרגילים

כניסה לקרון			
חלון	1	2	חלון
	5	6	
חלון	9	10	חלון
	13	14	
	17	18	
	21	22	
	25	26	
	29	30	
	33	34	
	37	38	
	41	42	
	45	46	
	49	50	
	53	54	
	57	58	
	61		

הציגו לפחות 2 דרכים שונות לפתרון המשימה:
 אחת תשב ליד החלון כי ספרתי 61 משמים לפי הסדר
 וראיתי שהיא תשב ליד החלון.

אפיון בינוני-נמוך – 2:

פתרון בעזרת "חוקיות חלקית".

דוגמה 1: מציאת חוקיות בטור אחד, השלמת טור 4 בלבד, כלומר כפולות 4.

כ' אב' 8' אב' 4' אב' 2' אב' 1' אב' 0'
 אב' 8' אב' 4' אב' 2' אב' 1' אב' 0'
 אב' 8' אב' 4' אב' 2' אב' 1' אב' 0'

אב' 8' אב' 4' אב' 2' אב' 1' אב' 0'
 אב' 8' אב' 4' אב' 2' אב' 1' אב' 0'
 אב' 8' אב' 4' אב' 2' אב' 1' אב' 0'

אב' 8' אב' 4' אב' 2' אב' 1' אב' 0'

דוגמה 2: אם בעל הכרטיס שעליו כתוב 20 יושב ליד חלון, אם בעל הכרטיס שעליו כתוב 40 ליד חלון, אז גם בעל הכרטיס שעליו כתוב 60 ליד חלון, ו-61 אחריו.

2. האם המושבים 79 ו-80 צמודים זה לזה? כן / לא
 הסבר: כן, שכן 79 ו-80 הם מספרים זוגיים, ולכן הם צמודים זה לזה.
 כפי שרואים, 79 ו-80 הם מספרים זוגיים, ולכן הם צמודים זה לזה.
 79 ו-80 הם מספרים זוגיים, ולכן הם צמודים זה לזה.
 79 ו-80 הם מספרים זוגיים, ולכן הם צמודים זה לזה.

"כיוון שאם מחשיבים את הצמודה של 4 כסוף 20, זה יוצא 80 ולצמודה של 4 יש עוד צמודה צמודה, זה אומר שהמספר לפני 80 יהיה במושב שצמוד אליו".

אפיון בינוני-גבוה – 3:

פתרון בעזרת הכללה או חוקיות, כגון חילוק וקביעה על-פי השארית.

60 מתחלק ב-4 ובצד הימני של החזון יש את הכפולות של 4.
 60 מתחלק ב-4 אז נאמר שיש חזון של 15 חזון של 4.

61 זה מתחלק ב-4
 60 מתחלק ב-4 אז יש חזון של 15 חזון של 4
 63 זה חזון של 15 חזון של 4

הכפולות של 4 הן: 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36, 40, 44, 48, 52, 56, 60, 64, 68, 72, 76, 80, 84, 88, 92, 96, 100.
 60 מתחלק ב-4 אז יש חזון של 15 חזון של 4.
 61 זה חזון של 15 חזון של 4.
 62 זה חזון של 15 חזון של 4.
 63 זה חזון של 15 חזון של 4.
 64 זה חזון של 15 חזון של 4.
 65 זה חזון של 15 חזון של 4.
 66 זה חזון של 15 חזון של 4.
 67 זה חזון של 15 חזון של 4.
 68 זה חזון של 15 חזון של 4.
 69 זה חזון של 15 חזון של 4.
 70 זה חזון של 15 חזון של 4.
 71 זה חזון של 15 חזון של 4.
 72 זה חזון של 15 חזון של 4.
 73 זה חזון של 15 חזון של 4.
 74 זה חזון של 15 חזון של 4.
 75 זה חזון של 15 חזון של 4.
 76 זה חזון של 15 חזון של 4.
 77 זה חזון של 15 חזון של 4.
 78 זה חזון של 15 חזון של 4.
 79 זה חזון של 15 חזון של 4.
 80 זה חזון של 15 חזון של 4.
 81 זה חזון של 15 חזון של 4.
 82 זה חזון של 15 חזון של 4.
 83 זה חזון של 15 חזון של 4.
 84 זה חזון של 15 חזון של 4.
 85 זה חזון של 15 חזון של 4.
 86 זה חזון של 15 חזון של 4.
 87 זה חזון של 15 חזון של 4.
 88 זה חזון של 15 חזון של 4.
 89 זה חזון של 15 חזון של 4.
 90 זה חזון של 15 חזון של 4.
 91 זה חזון של 15 חזון של 4.
 92 זה חזון של 15 חזון של 4.
 93 זה חזון של 15 חזון של 4.
 94 זה חזון של 15 חזון של 4.
 95 זה חזון של 15 חזון של 4.
 96 זה חזון של 15 חזון של 4.
 97 זה חזון של 15 חזון של 4.
 98 זה חזון של 15 חזון של 4.
 99 זה חזון של 15 חזון של 4.
 100 זה חזון של 15 חזון של 4.

$$60:4=15$$

החזון של 4 הוא 15 חזון של 4.

שאלון לתלמיד לבדיקת תפיסת הוראה-למידה דוגמאות לתשובות של תלמידים מקבוצה פתרון בעיות + SRL

לפניכם מופיעים ארבעה ציורים.

כל אחד מהציורים מייצג דגם אחר של הוראה-למידה בבית-הספר.

אתם מתבקשים להסתכל היטב בציורים ולענות על השאלות הבאות:



ציור 4



ציור 3



ציור 2



ציור 1

א. איזה מהציורים מתאר את אופן הלמידה בכיתה שלך? (הסבירו כיצד?)

משפטים נפוצים של התלמידים לאחר ההתערבות:

- "ציור 4 כי המורה נותנת לי להתנסות בכל מיני פעילות או תרגילים קשים כדי שגדע לפתור לבד ואם את צריך היא עוזרת לנו ואני אוהבת את הדרך הזאת"
- "ציור 4 כי גם בכיתה המורה נותנת לנו לנסות לבד ואני שלא הבין היא מסבירה טוב"
- "ציור 4 המורה נותנת לנו להתנסות ורק אחר כך מסבירה לנו אם יש טעות"
- "ציור 4 בגלל שאנחנו והמורה חוקרים ובודקים לפני שלומדים כדי להבין יותר טוב את החומר."
- "ציור 4 כי המורה נותנת לנו לנסות."

ב. איזה מהציורים מתאר את האופן שבו היית רוצה ללמוד? (הסבירו מדוע?)

משפטים נפוצים של התלמידים לאחר ההתערבות:

- "ציור 4 כי שם אנחנו לומדים לבד."
- "ציור 4 מתאר את האופן שבו אני רוצה ללמוד כי אני אוהבת לפתור בעצמי כאלו הינדיס בציור."
- "ציור 4 כי זה כיף להתנסות לבד בלי המורה."

ג. באיזה מהציורים, לדעתך, התלמיד ידע את החומר באופן הטוב ביותר? (הסבירו מדוע?)

משפטים נפוצים של התלמידים לאחר ההתערבות:

- "אני רוצה ללמוד בציור 4 כי לפני דעתי זה לימוד יעיל שכןס לראש מהר."

- "לדעתי ציור 4 התלמידים ידעו את החומר טוב יותר כי הוא נותנת עבודה ולמעלה בציור 2 הם לא תלמידים רק הולכים אחרי המורה וזה לא תלמידה זה הליכה".
- "ציור 4 כי הוא יתנסה וינסה למצוא לבד את הפתרון שלו לבעיה שנתנה וכך תהיה תשובה רק לו ולא אצל המורה וכך נוכח גם תלמוד מהטעויות שלנו בעצמנו".