

טיפול הכוונה עצמית משולבת בלמידה לקידום פתרון והפקה של בעיות מילוליות במתמטיקה בקרב תלמידי בית ספר יסודי

ד"ר ענבל קולושימינסקר

בוגרת תואר שלישי (Ph.D.) באוניברסיטת בר-אילן ומאבחנת דידקטית מוסמכת.

מרצה בשאנן - המכללה האקדמית הדתית לחינוך, באוניברסיטת בר-אילן ובמכללת אורנים.

עמיתת מחקר בתוכנית i-MAT, מעבדת מתמטית MazEd בראשותה של פרופ' זהבית כהן, הפקולטה לחינוך, מדע וטכנולוגיה, הטכניון.

מרצה בהשתלמויות מורים ומדריכת מתמטיקה

תחומי מחקר: טיפוח הכוונה עצמית קוגניטיבית-מטא-קוגניטיבית ומוטיבציונית-רגשית בתהליכי הוראה-למידה-הערכה.



טיפול הכוונה עצמית משולבת בלמידה לקידום פתרון והפקה של בעיות מילוליות במתמטיקה בקרב תלמידי בית ספר יסודי

ענבל קולושי-מינסקר

תקציר

במאמר זה יוצג כיצד מודל לטיפול הכוונה עצמית משולבת בלמידה בעת פתרון בעיות מילוליות במתמטיקה המושתת על שתי תאוריות – SRL (self-regulated learning) לטיפול הכוונה קוגניטיבית ומטא-קוגניטיבית ו־SDT (self-determination theory) לטיפול הכוונה מוטיבציונית-רגשית – יכול לקדם יכולת פתרון בעיות מילוליות במתמטיקה וכן לקדם יכולת העברה (transfer) מפתרון בעיות להפקת בעיות.

משתתפי המחקר הם 383 תלמידים בכיתות ג' וה' משלושה בתי ספר יסודיים ממלכתיים במדד טיפוח זהה. כל בית ספר שימש קבוצת מחקר שנחשפה לתוכנית התערבות אחרת. תוכניות ההתערבות פותחו על פי רכיבי תאוריות ההכוונה העצמית ושילובם: SRL בלבד; SDT בלבד; SRL+SDT.

מממצאי המחקר עולה כי תלמידים שהשתתפו בתוכניות המשולבות הכוונה עצמית משולבת (SRL+SDT), או הכוונה קוגניטיבית ומטא-קוגניטיבית בלבד (SRL) השתפרו במידה ניכרת בפתרון בעיות והצלחתם לעשות העברה להפקת בעיות. לעומתם תלמידים שהשתתפו בתוכנית של הכוונה עצמית מוטיבציונית-רגשית בלבד (SDT), הראו ירידה בהישגים בפתרון בעיות, אך בכל זאת הצליחו להשתפר ביכולת העברה להפקת בעיות. עוד נמצא כי תלמידי כיתות ה' הצליחו להפיק בעיות רבות יותר עם אפיון כמותי ועם אפיון מתמטי מורכב יותר מתלמידי כיתות ג'.

מודל המחקר ותוכניות ההתערבות המתוארות בו, יכולים לסייע למורי המתמטיקה לטפח בקרב תלמידיהם הכוונה עצמית מובנית ומשולבת בתהליך פתרון בעיות מילוליות, שתביא לידי שיפור מהותי ביכולתם לפתור בעיות ומתוך כך לקדם את יכולתם לעשות העברה להפקת בעיות.

מילות מפתח: בעיות מילוליות במתמטיקה; הכוונה עצמית בלמידה SRL; תאוריית ההכוונה העצמית SDT; תלמידים ברמות הישגים שונות זו מזו.

* מאמר זה הוא תוצר מתוך עבודת הדוקטור שנעשתה באוניברסיטת בראיילן, בהנחייתו של פרופ' ברכה קרמרסקי.

מבוא

אחד האתגרים העומדים לפני מערכות החינוך של המאה העשרים ואחת הוא השינוי המהותי בתפיסה של החינוך המתמטי. במחקרים נמצא שפתרון תרגילים המנותקים ממצבי בעיות אינו תורם לפיתוח הבנה של פעולות החשבון, וכי הבנה מתמטית מתפתחת רק מתוך יישום הנלמד בפתרון בעיות מילוליות (The Common Core State Standards for Mathematics (CCSSM), 2010; OECD, 2014).

ואולם העיסוק במתמטיקה מחייב לא רק ידע של חוקים, עובדות ועקרונות, אלא גם הבנה של מתי ואיך להשתמש בידע. כדי שהתלמידים יתפקדו ברמת הבנה כזו, המורים צריכים לפתח מיומנויות קוגניטיביות ומטא-קוגניטיביות בשילוב טיפוח מיומנויות מוטיבציוניות רגשיות המגבירות הנעה פנימית ללמידה (Bicer et al., 2020; Hartman, 2001).

סקירת ספרות

פתרון בעיות מילוליות במתמטיקה

השינויים שחלו בראיית המתמטיקה בכלל ובמטרות של החינוך המתמטי בפרט, הביאו לידי שינוי מהותי בגישת הלימוד ובבנייה של סביבת הלמידה המתבטא במעבר מספיקה סבילה וחסרת הקשרים של ידע ושל מיומנויות מתמטיים ממוסדים ללמידה הכרוכה בהבניה פעילה של המשמעות ושל הבנה הנשענות על מודלים מהמציאות (De Corte et al., 2000). לכן פתרון בעיות מילוליות במתמטיקה הוא רכיב מרכזי בתוכניות הלימודים במתמטיקה של בית הספר היסודי (משרד החינוך, התרבות והספורט, 2006; The CCSSM, 2010; OECD, 2014).

המועצה הלאומית של המורים למתמטיקה בארצות הברית (National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), 2006) גיבשה עשרה סטנדרטים הנדרשים להבנת המתמטיקה ולפיתוח יכולות בלימודי המתמטיקה. הסטנדרטים הם משני סוגים: (א) **סטנדרטי תוכן** הכוללים תכנים אלה שחובה ללמד: מספרים ופעולות חשבון, אלגברה, גאומטריה, מדידה, ניתוח נתונים

למתמטיקה שנדונה בכיתה. לכן במקום שספר הלימוד או המורה יהיו המקור העיקרי לבעיות, התלמידים משתתפים ביצירה ובפיתוח בעיות בעלות עניין ובעלות ערך מתמטי. נוסף על כך הפקת בעיות מילוליות מאפשרת לתלמידים הזדמנות להבין את הקשר בין תכנים מתמטיים הנלמדים בכיתה באמצעות תרגילים ומשימות ממוקדות נושא למציאות של חיי היום-יום שלהם. בהפקת בעיות המתארות מצבים מחיי היום-יום, התלמידים יכולים ליישם מושגים מתמטיים הלכה למעשה, מה שמשפר את ההבנה העמיקה של התוכן המתמטי ואף מעשיר את חוויה הלמידה שלהם ומעלה את תחושת האחריות ללמידה שלהם (Jurdak, 2016, pp. 93–107; Knuth, 2002).

נוסף על כך הפקת הבעיות המסתמכת על מצבים ותרחישים מחיי היום-יום, מעודדת חשיבה יצירתית, היגיון ויכולת לפתור בעיות ביצירתיות. היכולת לתאר ולהסביר מצב או תרחיש באמצעות שפה מתמטית, מפתחת את היכולת להביע בברור רעיונות מסובכים בדרך מבנית וכן מאתגר אותם לחשוב ביצירתיות ולחבר את המושגים המתמטיים למציאותם היום-יומית (Wang & Walkington, 2023).

ואולם על אף חשיבות נושא פתרון בעיות מילוליות במתמטיקה והפקת בעיות וכן הקצאת שעות הוראה הרבות, תלמידים בעלי הישגים למיניהם חשים הסתייגות, פחד ותסכול בנושא ומורים רבים מאותגרים במתן סיוע ותיווך לתלמידים עם קשיים. לדעת חוקרים, קשיים של תלמידים רבים בפתרון בעיות אינם נובעים רק מחוסר ידע, אלא מקשיים ביכולת ההכוונה העצמית שלהם בלמידה וביישום מיומנויות קוגניטיביות ומטא-קוגניטיביות ומיומנויות מוטיבציוניות-רגשיות, הנדרשות בכל שלבי הפתרון (Mullis et al., 2016; Myers et al., 2022; Witzel et al., 2022).

מיומנויות הכוונה עצמית בלמידה בפתרון ובהפקת של בעיות מילוליות במתמטיקה

הכוונה עצמית בלמידה (SRL – Self-Regulation Learning) מוגדרת תהליך מורכב, דינמי ומעגלי שבו תלמידים מציבים מטרות, מתכננים, מפקחים ומעריכים את עבודתם, תוך בחינת שלושה רכיבים: קוגניציה, מטא-קוגניציה ומוטיבציה ללמידה (Pintrich, 2000; Zimmerman, 2008). הכוונה עצמית בלמידה היא תוצר של המאפיינים החיצוניים של תהליך הוראה וגם של המאפיינים הפנימיים של הלומד, שבו הוא מקבל עליו אחריות לחוויית הלמידה שלו (Schraw, 2001).

בתהליך פתרון בעיות מילוליות במתמטיקה התלמידים נדרשים ליישם מיומנויות הכוונה עצמית בלמידה, כאשר

והסתברות. תכנים אלה מועברים לתלמידים בגלוי ובמפורש; (ב) **סטנדרטי תהליך** הכוללים פתרון בעיות, סיבתיות והוכחה, תקשורת, הקשרים וייצוג. סטנדרטים אלה עוסקים בהקניית הדרכים לרכישה ולשימוש בתוכני הידע.

בבחינת סטנדרט פתרון בעיות (problem solving) מודגש כי המטרה היא לגרום לכל התלמידים, החל מגן הילדים ועד לסיום כיתה י"ב, להיות מסוגלים לעשות פעולות אלה: (א) לבנות ידע מתמטי חדש באמצעות פתרון בעיות; (ב) לפתור בעיות הצומחות מהעיסוק במתמטיקה בתחומים אחרים; (ג) ליישם ולאמץ מגוון של אסטרטגיות לפתרון בעיות; (ד) לשקף את התהליך של פתרון בעיות מתמטיות ולשפרו. לפיכך פתרון בעיות הוא לא חלק נפרד מתוכנית הלימודים ויש לשלבו בכל הסטנדרטים של התוכן.

גם תוכנית הלימודים במתמטיקה לבית הספר היסודי בישראל (משרד החינוך, התרבות והספורט, 2006) מדגישה את החשיבות של קישור מספרים לסביבה ולתחומי ידע אחרים באמצעות שימוש בהם לפתרון בעיות מילוליות במתמטיקה. השימוש בבעיות נובע מהרצון להקנות לתלמידים את היכולת להשתמש בכלים המתמטיים שלמדו בעניינים ובמצבים מסוימים בתחומי ידע אחרים ובחיי היום-יום.

במחקר הנוכחי נבדקו הישגים בפתרון בעיות מילוליות וכן נבדקה יכולתם של התלמידים להשתמש בידע ובמיומנות שרכשו לעשות העברה (transfer) להפקת בעיות.

הפקת בעיות מילוליות במתמטיקה

אחד הכישורים החשובים הדרושים לטיפול החשיבה המתמטית ולפתרון בעיות מילוליות במתמטיקה, הוא שילוב כתיבה מתמטית של התלמידים בשיעורי המתמטיקה בכיתה. הכתיבה מאפשרת לתלמידים להבין את הבעיה הבנה מוחשית יותר, ומסייעת להם לדמיין אותה ואף לייצג אותה בדרך שתכוון אותם לפתרון. נוסף על כך בשעת הכתיבה התלמידים מבהירים לעצמם ולמוריהם מה הם הבינו בנושא, אילו מונחים מתמטיים הם מכירים והיכן הקשיים המסוימים שלהם בעת פתרון הבעיות. בתהליך הכתיבה של התלמידים המורים יכולים להבין מהן התפיסות השגויות שיש לתלמידים והבנתם בפתרון הבעיות בפרט ובהבנת נושאים מתמטיים אחרים בכלל. בתהליך הכתיבה של התלמידים המורים נחשפים לרעיונות שהתלמידים מעלים, לאמונותיהם ולתחושותיהם, והם יכולים לראות האם יש לפתח או לשנות אותם (Bicer et al., 2020, 2013).

בדומה בראון וולטר (Brown & Walter, 2012) טוענים כי בעת הפקת בעיות התלמידים מקבלים עליהם אחריות



מילוליות מכיוון שחסרים להם מוטיבציה או ביטחון עצמי הנדרשים ליישום הידע והמיומנויות שרכשו. לכן חשוב לחזק את המוטיבציה הרגשית של התלמידים בתהליך הלמידה ולהעלות את ביטחונם העצמי, שכן דבר זה יסייע להם לממש טוב יותר את הבנתם המתמטית (Star & Rittle-Johnson, 2015).

היכולת של תלמידים לפתור את הבעיות שהם יצרו בעצמם כחלק מסיפוק תחושת עצמאות, מאפשרת להם לחוות את ההתרגשות מהמתמטיקה וכן מאפשרת להם לעסוק בתוכן שהם עצמם יצקו לתוך הבעיה. נוסף על כך כאשר התלמידים פותרים את הבעיות שהם יצרו, וכאשר הם גם מציגים את כישורי ההבנה ואת הפתרון שלהם לפני חבריהם בכיתה, מתפתחת סביבת למידה שיתופית והידודית, ומתוך כך הם מרגישים תחושת שייכות. המחשבה המובנית והגיונית שהם הציעו, יכולה להשפיע על הדרך שבה שאר התלמידים חושבים וגורמת לכיתה להתחבר חיבור מעמיק יותר למושגים המתמטיים ולתהליכי הפתרון, התלמידים מפתחים את יכולתם לנתח ולפתור מגוון רחב יותר של בעיות כאשר הם נתקלים בנקודות מבט ואסטרטגיות מגוונות, ומתוך כך מתחזקת תחושת היכולת שלהם לעסוק בבעיות מילוליות (Görgün & Tican, 2020).

מטרת המחקר

מטרת המחקר הנוכחי היא לבחון באיזו מידה אימון ישר של טיפוח מיומנויות הכוונה עצמית בלמידה בעת פתרון בעיות מילוליות במתמטיקה בקרב תלמידים בכיתות ג' וה' מעלה את יכולתם לפתור בעיות וכן מגביר את יכולתם לעשות העברה (transfer) להפקת בעיות מילוליות.

שאלות המחקר

1. באיזו מידה משפיעה כל אחת משלוש תוכניות ההתערבות (SRL+SDT, SRL, SDT) על ההישגים בפתרון בעיות במתמטיקה?
2. באיזו מידה משפיעה כל אחת משלוש תוכניות ההתערבות (SRL+SDT, SRL, SDT) על ההישגים בהפקת בעיות במתמטיקה?
3. מהם ההבדלים באפיון הסוגים של הפקת בעיות בין תלמידי כיתות ג' לתלמידי כיתות ה' בכל אחת משלוש תוכניות ההתערבות (SRL+SDT, SRL, SDT)?

השערות המחקר

1. תלמידים שייחשפו לתוכנית ההתערבות SRL בלבד ו-SRL+SDT יגיעו להישגים גבוהים בפתרון בעיות מאשר תלמידים שייחשפו לתוכנית ההתערבות SDT בלבד. תלמידי קבוצת SRL+SDT יעלו בהישגיהם על

עליהם לארגן את מחשבותיהם ולבקר את תוצריהם וכן להציג את הידע המתמטי שלהם ואף להסביר ולנמק את דרך חשיבתם (Kramarski et al., 2010). על פי שרו (Schraw, 2001), הידע הקוגניטיבי מסתמך על ידע דקלרטיבי-עובדתי – מהי האסטרטגיה (what), על ידע נוהל-אסטרטגי – כיצד יש ליישם את האסטרטגיה (how) ועל ידע מותנה – מתי להשתמש באסטרטגיה (when) ומדוע יש להשתמש בה (why). ידע מותנה משקף את יכולתו של הלומד ליצור קשרים בין ידע קיים לידע חדש ולנמק את הקשרים ואת ההחלטות.

תלמידים המתקשים להתגבר על מורכבות בעיות, יכולים לעקוב אחר השלבים של אסטרטגיית פתרון הבעיה, ובעזרת ניתוח מבנה הבעיה ומאפייני הבעיה הם יכולים להתקדם בהדרגה בשלבי הפתרון (נשר, תשס"ג; סגל ורענן, 2002; Zhang et al., 2022; Polya, 2013).

במחקר זה טיפוח המיומנויות הקוגניטיביות והמטא-קוגניטיביות בעת פתרון בעיה מילולית שם דגש בניתוח מבנה הבעיה ומאפייניה (ראו הרחבה בפרק תיאור תוכניות ההתערבות).

אפשר להעצים את ההבנה המתמטית של התלמידים ולקדם מפתרון בעיות להפקת בעיות. עידוד התלמידים להפיק בעצמם בעיות מילוליות מעורר בהם את הצורך לפתח מיומנויות הכוונה עצמית בלמידה. כאשר תלמידים מקבלים עליהם את התפקיד של יוצרי בעיות, הם נעשים מעורבים בלמידה, מעמיקים בנושא הבעיות ומפתחים תחושת אחריות לידע המתמטי שלהם. תהליך זה מחייב אותם לחשוב בביקורתיות על הידע שלהם, לבדוק כל משפט בבעיה שכתבו ולבחון האם אכן הבעיה שהפיקו עומדת במבנה ובמאפיינים הנדרשים (Görgün & Tican, 2020; Kapur, 2018).

יתרה מזו, כאשר התלמידים פותרים את הבעיות שהפיקו, או של חבריהם, הם מתמודדים עם מגוון אתגרים הדורשים מהם חשיבה יצירתית וביקורתית, דבר הגורם להם לכוון את עצמם להפיק ולפתור בעיות מורכבות ומאתגרות יותר (Zhang et al., 2022).

מיומנויות מוטיבציוניות-רגשיות בלמידה בפתרון ובהפקת בעיות מילוליות במתמטיקה

את התאוריה על הכוונה עצמית (SDT – Self-Determination Theory) פיתחו דסי וריאן (Deci & Ryan, 2008; Ryan & Deci, 2000) על בסיס גישת הפסיכולוגיה החיובית המדגישה את החשיבות של חינוך המוטיבציה של הלומד באמצעות מילוי צרכיו הפסיכולוגיים הבסיסיים: תחושת עצמאות, תחושת שייכות ותחושת יכולת.

תלמידים רבים חווים לעיתים קשׁים בפתרון בעיות

א' ו' (N=737) שנחשפו לתוכנית ההתערבות הכוונה עצמית משולבת SDT+SRL (קולושיימינסקר 2017, 2022), ובחן את הקשרים בין שתי תאוריות ההכוונה העצמית.

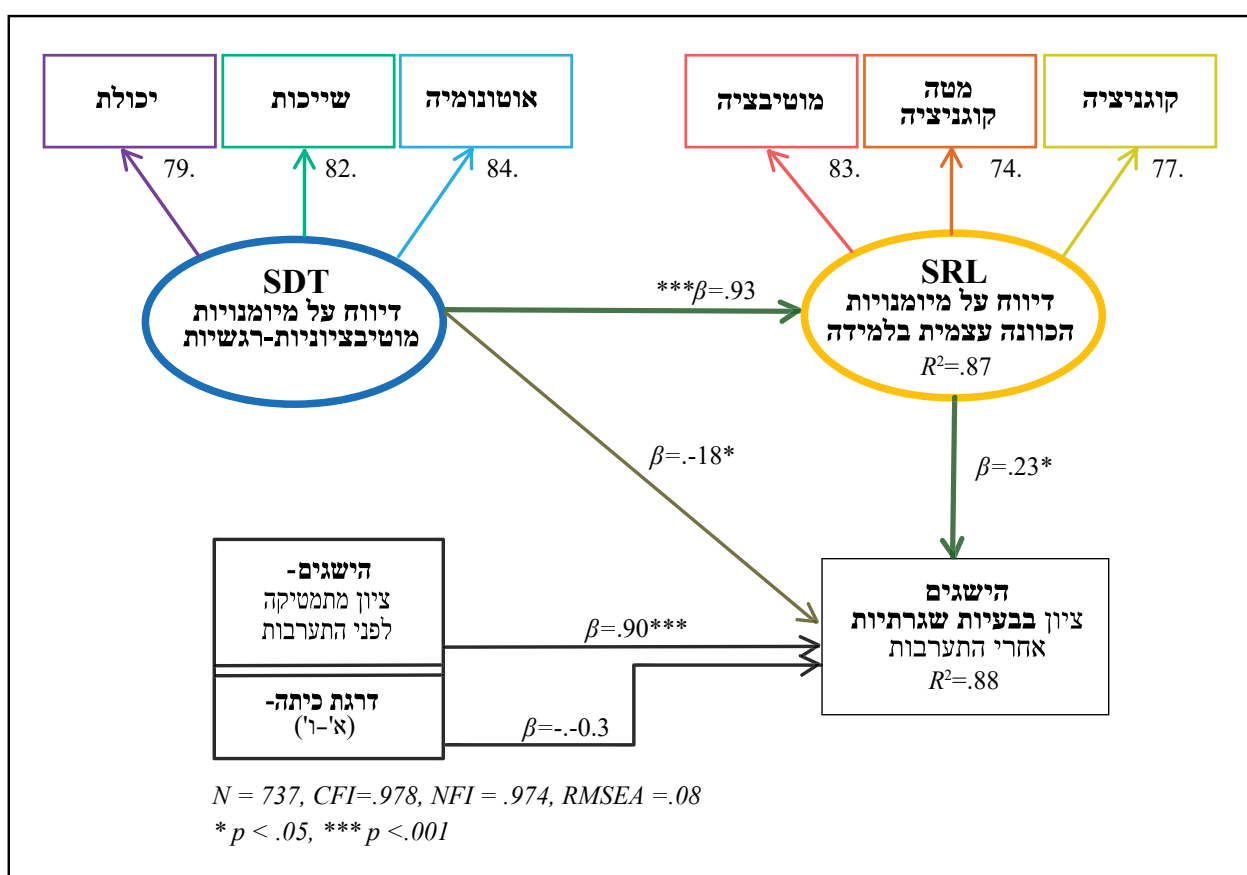
בבחינת הקשרים נמצא קשר ישיר וחיובי בין SRL להישגים בפתרון בעיות במתמטיקה וכן נמצא כי הכוונה עצמית מוטיבציונית-רגשית (SDT) מעצימה את ההכוונה הקוגניטיבית ומטא-קוגניטיבית (SRL) שתורמת להעלאת ההישגים. כלומר SDT הוא משתנה מתווך להישגים באמצעות SRL (קשר עקיף ולא ישיר).

תלמידי קבוצת SRL בלבד.

2. תלמידים שייחשפו לתוכנית ההתערבות SRL בלבד ו-SRL יגיעו להישגים גבוהים בהפקת בעיות מאשר תלמידים שייחשפו לתוכנית ההתערבות SDT בלבד. תלמידי קבוצת SDT+SRL יעלו בהישגיהם על תלמידי קבוצת SRL בלבד.

3. תלמידי כיתות ה' בכל שלוש תוכניות ההתערבות יפיקו בעיות רבות עם אפיון כמותי מאשר תלמידי כיתות ג' וכן הבעיות יהיו מורכבות יותר.

הבסיס להשערות הוא מודל ניתוח משוואות מבניות SEM שנבדק במחקר קודם בקרב תלמידים צעירים בכיתות



תרשים 1: מודל נתיבים להסבר השונות בהישגים במתמטיקה (אחרי ההתערבות) באמצעות SDT ו-SRL בפיקוח על דרגת כיתה וציון במתמטיקה (לפני ההתערבות) (קולושיימינסקר, 2017, 2022)

תוכניות ההתערבות של המחקר

תוכניות ההתערבות נגזרו מתוך המודל התאורטי-שיטתי שפותח במחקר הנוכחי (קולושיימינסקר, 2017, 2022), המשלב בתהליך פתרון בעיות מילוליות במתמטיקה בקרב תלמידים צעירים טיפוח מיומנויות קוגניטיביות ומטא-קוגניטיביות (skills) לצד מיומנויות מוטיבציוניות-רגשיות (will).

שלוש תוכניות ההתערבות לטיפול הכוונה עצמית כללו

שיטה

אוכלוסיית המחקר והמדגם

במחקר השתתפו 383 תלמידים, בהם 188 תלמידי כיתות ג' ו-95 תלמידי כיתות ה'. התלמידים נבחרו משלושה בתי ספר יסודיים ממלכתיים, ממצב סוציו-אקונומי זהה (מדד טיפוח על פי משרד החינוך: +8 שמשקף אוכלוסייה במדד סוציו-אקונומי נמוך).



תלמידים בקבוצות ההתערבות שנחשפו להכוונה עצמית קוגניטיבית ומטא-קוגניטיבית (SDT+SRL) קבוצה משולבת, SRL בלבד) תרגלו פתרון בעיות בעזרת ניתוח סוג הבעיה ומאפייני הבעיה, זאת בסיוע כרטיס ניווט שהוא מחוון לאפיון וזיהוי של בעיות לסוגיהן והמבנה שלהן (מאפיינים) (נשר, תשס"ג; סגל ורענן, 2002), כפי שמופיע בתרשים 2:

20 שיעורים במשך חמישה חודשים, והתמקדו בפתרון בעיות מילוליות במתמטיקה בלבד. בשלוש הקבוצות התלמידים נחשפו לארבעה סוגים של בעיות לפי המבנה בתוכנית הלימודים (משרד החינוך, התרבות והספורט, 2006): צירוף, החלפה, השוואה וכפלויות. האימון היה בפתרון בעיות (סיפור ושאלות נלוות) בליווי דיון כיתתי. התלמידים נבחנו על מגוון מיומנויות לפתרון בעיות וכן על יכולתם לעשות העברה להפקת שאלות לבעיות נתונות.

סוג הבעיה, מבנה ורכיבי הבעיה (חד-שלבית) (נשר, תשס"ג; סגל ורענן, 2002)		
מצב סטטי – בעיית הכללה	קבוצה כוללת קבוצה חלקית קבוצה חלקית	בעיות חיבור-חיסור
מצב דינמי – בעיית רצף-פעולה	התחלה פעולה סוף	
מצב השוואה	קבוצה גדולה קבוצה קטנה קבוצת הפרש	
מצב של קבוצות שוות – כפל	קבוצות	בעיות כפל-חילוק
מצב של חוקיות – כפל	פריטים בכל קבוצה	
מצב של קבוצות שוות – חילוק לחלקים	פריטים בסך הכול	
מצב של קבוצות שוות – חילוק להכלה		
מצב השוואה	קבוצה גדולה קבוצה קטנה קבוצת יחס	

תרשים 2: כרטיס ניווט לאפיון וזיהוי של בעיות לסוגיהן (נשר, תשס"ג; סגל ורענן, 2002)

(Ryan & Deci, 2000) – על סמך דיאלוג תומך צרכים (קפלן ועשור, 2004), לדוגמה: האם הייתי פעיל בפתרון הבעיה? האם הבעיה עוררה בי עניין? האם התייחסו לדבריי? האם העבודה עם חבריי סייעה לי? וכדומה. בתרשים 3 מוצגות תוכניות ההתערבות שנגזרו מהמודל התאורטי-יישומי (קולושי-מינסקר, 2017):

בעת פתרון הבעיות שאלו התלמידים את עצמם שאלות הכוונה עצמית בלמידה המטפחות מיומנויות של תכנון, ניטור והערכה (Zimmerman, 2008), לדוגמה: מה הבעיה? מהי האסטרטגיה? מהו סוג הבעיה? במה הבעיה דומה ובמה היא נבדלת מבעיות קודמות וכדומה (Mevarech & Kramarski, 2014).

תלמידים בקבוצות המשלבות הכוונה עצמית מוטיבציונית-רגשית (SDT+SRL) קבוצה משולבת, SDT בלבד) תרגלו פתרון בעיות בסיוע שאלות לטיפוח הצרכים הפסיכולוגיים הבסיסיים – עצמאות, שייכות ויכולת

תוכנית התערבות לטיפול הכוונה עצמית קוגניטיבית ומטא-קוגניטיבית SRL
בעת פתרון בעיות מילוליות במתמטיקה (קולושיימינסקר, 2017)

במחקר הנוכחי הועברה לתלמידי קבוצות המחקר האלה: SRL בלבד ו-SRL+SDT

מרכיבי SRL (Zimmerman, 2008) (Pintrich, 2000)	תהליך פתרון בעיות מילוליות	תכנון, ניטור והערכה (Kramarski & Mevarech, 2014)
טיפול מיומנויות קוגניטיביות	היזכרות	לפני פתרון בעיה מילולית, באיזו מידה אני נזכר/ת בחוקים ובכללים שלמדנו?
	קישור לידע קודם	במהלך פתרון בעיה מילולית, באיזו מידה אני מזהה את סוג הבעיה, ונעזר/ת בייצוג מבנה הבעיה?
	ארגון מידע	באיזו מידה אני יודע/ת לפתור בעיה מילולית?
טיפול מיומנויות מטא-קוגניטיביות	בדיקה	בסיום פתרון בעיה מילולית, באיזו מידה אני בודק/ת שפתרתי נכון והאם התשובה היא הגיונית?
	בקרה	בסיום פתרון בעיה מילולית, באיזו מידה אני עורך/ת בקרה שפתרתי נכון כל שלב בפתרון?
	השוואה	בסיום פתרון בעיה מילולית, באיזו מידה אני שואל/ת את עצמי במה הבעיה שפתרתי דומה או שונה לבעיות קודמות?
טיפול מיומנויות מוטיבציוניות ללמידה	מוטיבציה פנימית	באיזו מידה אני בדרך-כלל מרוצה מדרך הפתרון שלי בפתרון בעיות מילוליות?
	מוטיבציה חיצונית	באיזו מידה אני מרגיש/ה שאני מסוגל/ת לפתור את הבעיה בדרכים אחרות שחברי כיתתי הציגו?
	ערך עצמי	באיזו מידה אני מרגיש/ה שאני מסוגל/ת לפתור בעיות מילוליות מאתגרות יותר?

תוכנית התערבות לטיפול הכוונה עצמית מוטיבציונית-רגשית
בעת פתרון בעיות מילוליות במתמטיקה (קולושיימינסקר, 2017)

במחקר הנוכחי הועברה לתלמידי קבוצות המחקר אלה: SDT בלבד ו-SDT+SRL

מרכיבי SDT (Ryan & Deci, 2000)	מיומנויות SDT תהליך פתרון בעיה מילולית	שאלות עצמיות דיאלוג תומך צרכים פסיכולוגיים (קפלן ועשור, 2003)
טיפול תחושת אוטונומיה	בחירה	באיזו מידה בשיעור אפשרו לי לבחור?
	עניין ומשמעות (רלוונטיות)	באיזו מידה הבעיה מעוררת בי עניין וקשורה לחיי היום יום שלי?
	חשיבה עצמאית	באיזו מידה אפשרו דרכי פתרון מגוונות?
טיפול תחושת שייכות	מסר של חיבה	באיזו מידה התייחסו לרגשות שלי?
	אכפתיות והערכה	באיזו מידה העריכו את דרך פתרון הבעיה?
	הקשבה וקבלה	באיזו מידה הרגשתי ביטחון להציג?
טיפול תחושת יכולת	התמודדות	באיזו מידה העבודה עם החברים סייעה?
	מאמץ	באיזו מידה אצליח בבעיות נוספות?
	אתגר	באיזו מידה אצליח בבעיות אתגר?

תרשים 3: תוכניות ההתערבות שהועברו במחקר הנוכחי ושנגזרו מהמודל התאורטי-ישומי לטיפול הכוונה עצמית בלמידה בעת פתרון בעיות מילוליות במתמטיקה (קולושיימינסקר, 2017)

כלי המחקר

1. מבחן הישגים בפתרון בעיות מילוליות במתמטיקה
המותאם לדרגת הכיתה ולתוכנית הלימודים במתמטיקה ליסודי (משרד החינוך, התרבות והספורט, 2006) (טווח הציונים: 0–100). את המבחנים כתבה עורכת המחקר עם מורות למתמטיקה ורכזת המתמטיקה של בית הספר, מדריכת מתמטיקה מחוזית ומרצים באקדמיה להוראת המתמטיקה בבית הספר היסודי על סמך תוכנית הלימודים במתמטיקה לפי תוכנית הלימודים במתמטיקה לבית הספר היסודי (משרד החינוך, התרבות והספורט, 2006), מבחני מפמ"ר, מאמרים בתחום המתמטיקה שפורסמו בכתבי עת שפיטים וסקירת הספרות בתחום. המבחנים עברו שיפוט, אישור ותיקוף אצל שופטים מקצועיים. המבחן הועבר לפני ההתערבות ולאחריה.

2. מבחן הישגים בהפקת (כתיבת) בעיות מילוליות

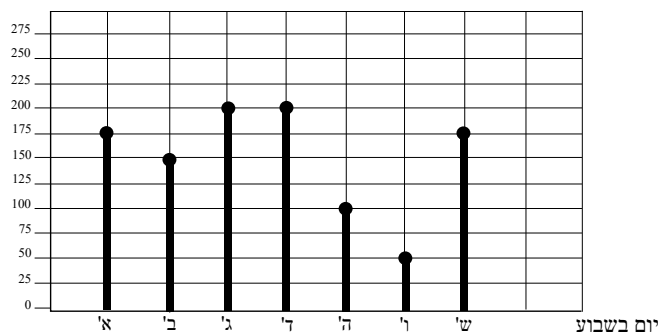
במתמטיקה: נעשה ניתוח איכותני של הפקת בעיות התלמידים. כל תלמיד התבקש להפיק שתי בעיות לדיאגרמת עמודות נתונה המתארת סיטואציה חשבונית, האחת ברמת חשיבה בינונית והשנייה ברמת חשיבה גבוהה (תרשים 4). המבחן הועבר לפני התערבות ולאחריה. הציון נעשה על פי מחוון לאפיון וזיהוי של בעיות לסוגיהן והמבנה שלהן (תרשים 5): 0 נק' – בלי מלל או מלל שאינו רלוונטי לדוגמה: הילדים נהנו בפריז? עד 3 נק' – שאלה עם אפיון כמותי הדורשת פתרון דו-שלבי או רב-שלבי, לדוגמה: אם ידוע שליואב ביום א' יש 175 קלפים, כמה קלפים יהיו לו אם הוא ירוויח כל יום עוד 25 קלפים? השאלות עם האפיון הכמותי חושבו באחוזים מתוך סך כל השאלות שנכתבו.

טיולים מסביב לעולם



שאלו שתי שאלות בשתי רמות קושי שונות, שאת התשובות להן אפשר למצוא בדיאגרמה
שאלה קלה: _____
תשובה: _____
שאלה קשה יותר: _____
תשובה: _____

לפניכם דיאגרמה המתארת את מספר הקלפים שצבר יואב, במהלך שבוע משחק עם חבריו



שאלו שתי שאלות בשתי רמות קושי שונות, שאת התשובות להן אפשר למצוא בדיאגרמה
שאלה קלה: _____
תשובה: _____
שאלה קשה יותר: _____
תשובה: _____

תרשים 4: מבחן הישגים לבחינת יכולת הפקת בעיות מילוליות

סרגל לניתוח ולפתרון של בעיות מילוליות במתמטיקה			
הועברה לתלמידים בתוכניות ההתערבות של הכוונה עצמית קוגניטיבית ומטא-קוגניטיבית (SRL, SRL+SDT)			
קוד	סוג הבעיה, מבנה ורכיבי הבעיה (חד-שלבית) (נשר, תשמ"ג; סגל ורענן, 2002)		
A	מצב סטטי – בעיית הכללה	קבוצה כוללת	בעיות חיבור-חסור
		קבוצה חלקית	(1)
		קבוצה חלקית	
B	מצב דינמי – בעיית רצף-פעולה	התחלה	
		פעולה	
		סוף	
C	מצב השוואה	קבוצה גדולה	
		קבוצה קטנה	
		קבוצת הפרש	
D	מצב של קבוצות שוות – כפל	קבוצות	בעיות כפל-חילוק
E	מצב של חוקיות – כפל	פריטים בכל קבוצה	(2)
F	מצב של קבוצות שוות – חילוק לחלקים	פריטים בסך הכול	
G	מצב של קבוצות שוות – חילוק להכלה		
H	מצב השוואה	קבוצה גדולה	
		קבוצה קטנה	
		קבוצת יחס	
1	הנעלם בשלם	היכן הנעלם	
2	הנעלם בחלק		
1	רמת חשיבה: בעיה שגרתית	רמת החשיבה	
2	רמת חשיבה: בעיה חדשנית		
1	מורכבות: בעיה חד-שלבית	מורכבות הבעיה	
2	מורכבות: בעיה דו-שלבית		
3	מורכבות: בעיה רב-שלבית		
1	סוג המספרים בבעיה – מספרים טבעיים	סוג המספרים בבעיה	
2	סוג המספרים בבעיה – שברים פשוטים		

תרשים 5: סרגל לניתוח ולפתרון בעיות מילוליות במתמטיקה
(נשר, תשמ"ג; סגל ורענן, 2002)

ממצאים

שאלת מחקר ראשונה – הישגים בפתרון בעיות מילוליות במתמטיקה

לוח 1 מציג ממוצעים וסטיות תקן של מבחן ההישגים פתרון בעיות מילוליות במתמטיקה, לפני ההתערבות ולאחריה, לפי קבוצת מחקר, כיתה (ג' או ה'). כמו כן מוצג חישוב גודל האפקט בין הממוצע במדידת לפני לאחרי. גודל אפקט חלש הוא $d = 0.2$, גודל אפקט בינוני הוא $d = 0.5$, וגודל אפקט חזק הוא $d = 0.8$ (Cohen, 1977).

לוח 1: ממוצעים וסטיות תקן של ההישגים בפתרון בעיות, לפני ההתערבות ולאחריה, על פי קבוצות ההתערבות (SDT, SRL, SRL+SDT)

הישגים בפתרון בעיות במתמטיקה														
ה'							ג'							קבוצות התערבות
ES	ΔM	אחרי		לפני		N	ES	ΔM	אחרי		לפני		N	
		SD	M2	SD	M1				SD	M2	SD	M1		
0.59	16.3	28.4	62.6	27.0	46.3	66	1.09	29.2	27.0	81.7	26.4	52.5	76	
0.77	23.9	32.0	67.7	30.0	43.8	55	0.43	14.3	36.1	64.0	30.1	49.7	56	
-0.45	-12.9	29.8	39.9	27.6	52.8	74	-0.06	-1.7	27.1	48.1	26.4	49.7	56	

בקרב תלמידים בקבוצת SDT (תמיכה בהכוונה עצמית מוטיבציונית-רגשית בלבד) נצפתה עלייה מהותית של 30.0 נקודות ($M1 = 23.6, M2 = 53.6$) עם גודל אפקט גבוה (ES) של 1.13.

מהנתונים עולה כי שלוש תוכניות ההתערבות של המחקר היו יעילות מאוד בקידום יכולת ההפקה של בעיות מילוליות בקרב התלמידים הן בכיתות ג' הן בכיתות ה'.

שאלת מחקר שלישית - הבדלים באפיון כתיבת בעיות מילוליות בין תלמידי כיתות ג' ובין תלמידי כיתות ה'

חיווק נוסף לממצאים, נעשו ניתוחים איכותניים להפקת בעיות מילוליות במתמטיקה. כל תלמיד התבקש להפיק שתי בעיות, האחת ברמת חשיבה בינונית והשנייה ברמת חשיבה גבוהה, לפני התערבות ולאחריה (תרשים 4 לעיל). הבעיות שנכתבו חולקו לבעיות בלי אפיון ולבעיות עם אפיון: חדש-של ביות, דו-שלביות ורב-שלביות. הבעיות עם האפיון נספרו לפי סוגיהן שנקבע על פי סרגל האפיון שנבנה לצורך המחקר הנוכחי (תרשים 5 לעיל).

בבחינת יכולת העברה להפקת בעיות מילוליות במתמטיקה לאחר ההתערבות (Bonferroni correction), בכיתות ה' בשלוש קבוצות ההתערבות נמצאה עלייה ביכולת העברה להפקת שאלות עם אפיון כמותי, כאשר היכולת הגבוהה ביותר נמצאה בקבוצה המשולבת SDT+SRL (57.6%), אחריה בקבוצת SRL בלבד (53.6%) ולבסוף בקבוצת SDT בלבד (45.9%). בכיתות ג' יכולת ההעברה להפקה הגבוהה ביותר נמצאה בקבוצת SRL בלבד (32.1%), אחריה קבוצת SDT+SRL (21.1%) ולבסוף בקבוצת SDT בלבד (9.8%). כמו כן נמצא כי אחוז השאלות עם אפיון כמותי בקרב תלמידים מכיתה ה' גבוה מאחוז התלמידים מכיתה ג'.

בכיתות ג':

לפני תחילת ההתערבות נמצא כי תלמידי כיתות ג' בשלוש קבוצות המחקר הציגו חוסר יכולת להפיק בעיות מילוליות במתמטיקה. אחרי תוכניות ההתערבות שכאמור התמקדו רק בפתרון בעיות, נמצא כי בקבוצת S+SRL (תמיכה של הכוונה עצמית משולבת) הציגו התלמידים שיפור של ממש ביכולתם לעשות העברה להפקת בעיות מילוליות במתמטיקה, עם עלייה ממוצעת של 32.4 נקודות ($M1 = 18.2, M2 = 50.5$) וגודל אפקט גבוה (ES) של 1.56.

בקרב תלמידים בקבוצת SRL (תמיכה של הכוונה עצמית קוגניטיבית ומטא-קוגניטיבית בלבד) נרשמה עלייה של 32.5 נקודות ($M1 = 15.5, M2 = 48.0$) עם גודל אפקט גבוה (ES) של 1.46.

בקרב תלמידים בקבוצת SDT (תמיכה בהכוונה עצמית מוטיבציונית-רגשית בלבד) השיפור היה נמוך יותר עם עלייה של 13.9 נקודות ($M1 = 22.5, M2 = 23.0$) וגודל אפקט (ES) של 0.55.

בכיתות ה':

לפני תחילת ההתערבות נמצא כי תלמידי כיתות ה' בשלוש קבוצות המחקר הציגו יכולת המוגדרת "נכשלת" בהפקת בעיות מילוליות במתמטיקה. אחרי תוכנית ההתערבות בקבוצת SDT+SRL (תמיכה של הכוונה עצמית משולבת) הציגו התלמידים שיפור ניכר ביכולתם לעשות העברה להפקת בעיות, עם עלייה ממוצעת של 21.2 נקודות ($M1 = 43.3, M2 = 64.5$) וגודל אפקט גבוה (ES) של 0.87.

בקרב תלמידים בקבוצת SRL (תמיכה של הכוונה עצמית קוגניטיבית ומטא-קוגניטיבית בלבד) נרשמה עלייה ניכרת ביותר של 36.5 נקודות ($M1 = 23.6, M2 = 60.1$) וגודל אפקט גבוה (ES) של 1.42. שיפור ניכר לעומת תלמידי הקבוצה המשולבת SDT+SRL.

לוח 3: התפלגות אחוזי הבעיות עם אפיון כמותי שהפיקו התלמידים בקבוצות המחקר לפי דרגת כיתה ה' וג'

דרגת כיתה ה'				
התפלגות סוגי הבעיות שהפיקו התלמידים בקבוצות המחקר				
קבוצות ההתערבות	עם אפיון כמותי מספרי		מורכבות הבעיות	
	לפני	אחרי	חד-שלביות	דו-שלביות / רב-שלביות
SRL+SDT	31.8%	57.6%	25.8%	31.8%
SRL	20.9%	53.6%	20%	33.6%
SDT	16.9%	45.9%	22.3%	23.6%
דרגת כיתה ג'				
התפלגות סוגי הבעיות שהפיקו התלמידים בקבוצות המחקר				
קבוצות ההתערבות	עם אפיון כמותי מספרי		מורכבות הבעיות	
	לפני	אחרי	חד-שלביות	דו-שלביות / רב-שלביות
SRL+SDT	9.2%	21.1%	15.1%	6%
SRL	1.8%	32.1%	8.9%	23.2%
SDT	2.7%	9.8%	5.4%	4.5%

ראוי לציין כי בהשוואה בין התלמידים המשתייכים לדרגת כיתה ג' ובין התלמידים המשתייכים לדרגת כיתה ה' באחוז הבעיות עם אפיון, נמצא כי אחוז האפיונים בקרב תלמידים המשתייכים לדרגת כיתה ה' גבוה מאחוז האפיונים בקרב תלמידים המשתייכים לדרגת כיתה ג'.

לוח 4: התפלגות סוגי הבעיות שהפיקו התלמידים בקבוצות המחקר לפי דרגת כיתה ה' וג'

דרגת כיתה ה'						
התפלגות סוגי השאלות עם אפיון כמותי שהפיקו התלמידים בקבוצות המחקר						
קבוצה מדידה	SRL+SDT		SRL		SDT	
	לפני	אחרי	לפני	אחרי	לפני	אחרי
אחוזי שאלות עם אפיון כמותי	31.8	57.6	20.9	53.6	16.9	45.9
צירוף-הכללה	73.8	59.2	95.7	64.4	84.0	76.5
לדוגמה: כמה קלפים הרוויח בכל השבוע בידך?						
כמה בסה"כ יש ליואב קלפים?						
החלפה-רצף	%	2.6			2.9	
לדוגמה: כמה קלפים נותרו ליואב אם ידוע ש-1/2 מהם הפסיד לחברים ו-30 מהם נתן ו-5 קלפים הוא איבד?						
השוואה חיבור-חיסור	%	16.7	4.3	13.6	16.0	13.2
לדוגמה: מה ההפרש בין השיא להכי פחות?						
כפל	%	14.5		10.2	2.9	
לדוגמה: כמה קלפים צבר יואב לאחר שבוע אם בשבועיים הוא צבר את אותה כמות הקלפים?						
כפל חוקיות	%	2.4				
לדוגמה: אם ידוע שליואב ביום א' יש 175 קלפים. כמה קלפים יהיו לו אם הוא ירוויח כל יום עוד 25 קלפים?						
חילוק	%	7.9		6.8	2.9	
לדוגמה: מה ממוצע הקלפים שצבר יואב?						
בשבוע הבא ביום א' יואב צבר 1/3 קלפים מכל הימים שצבר בשבוע הראשון.						
כמה קלפים הוא צבר?						
השוואה כפל וחילוק	%	7.1		5.1	1.5	
לדוגמה: פי כמה קלפים צבר יואב ביום שני מהיום השישי?						

בכיתות ה':

יש עלייה באחוז הבעיות עם אפיון כמותי בכל הקבוצות מלפני ההתערבות ולאחריה. ההבדל הגדול ביותר נצפה בקבוצת SRL+SDT – עלייה מ-31.8% ל-57.6%. קבוצת SRL+SDT הציגה את המגוון הרחב ביותר של בעיות מילוליות לאחר ההתערבות. ניתוח שונות חד-כיווני מראה הבדלים מובהקים בין שלוש קבוצות ההתערבות באחוז הבעיות עם אפיון שהופקו אחרי ההתערבות [$F(2,195) = 4.27$, $p = .015$]. מבחני המשך מראים שההבדל בין קבוצת SRL+SDT לקבוצת SDT הוא מובהק ($p = .008$), כלומר השילוב של SRL ו-SDT הביא לעלייה ניכרת מאוד בהפקת בעיות מאפיינות בהשוואה ל-SDT לבד ו-SRL לבד.

סוגי הבעיות שנכתבו בשלוש קבוצות המחקר הן ברובן בעיות מסוג צירוף-הכללה וחיבור-חיסור (חו"ח). בכל הקבוצות ניכר שיפור בבעיות מסוג השוואה חו"ח. בעיות מסוג חילוק הופיעו מעט ובעיות מסוג השוואה כפל חילוק וכפל חוקיות כמעט שלא הופקו.

ניתוחי רגרסיה מראים שסיכויי ההפקה של בעיות כפל וחילוק גדלים פי 2.8 בקרב קבוצת SRL+SDT בהשוואה לקבוצת SRL לבד או SDT לבד ($B = 1.03$, $p = .042$)

בכיתות ג':

יש עלייה נמוכה יחסית באחוז הבעיות עם אפיון כמותי בכל הקבוצות מלפני ההתערבות ולאחריה. העלייה הגבוהה ביותר הייתה בקבוצת ה-SRL – מ-1.8% ל-32.1%. קבוצת SRL הציגה מגוון רחב של סוגי בעיות לאחר ההתערבות. ניתוח שונות חד-כיווני מצוין הבדלים מובהקים בין קבוצות ההתערבות באחוז הבעיות עם אפיון שהופקו אחרי ההתערבות [$F(2, 228) = 10.94$, $p < .001$]. מבחני המשך מראים שההבדל בין קבוצת SRL לקבוצת SRL+SDT הוא מובהק ($p = .032$), כלומר רכיב ה-SRL תרם במידה ניכרת לעלייה בהפקת בעיות עם אפיון כמותי.

סוגי הבעיות שנכתבו בשלוש קבוצות המחקר הן ברובן בעיות מסוג צירוף-הכללה וחיבור-חיסור (חו"ח). בקבוצת SRL+SDT ניכר שיפור קל בבעיות מסוג השוואה חו"ח.

בשלוש הקבוצות בעיות של כפל, חילוק, השוואה כפל וחילוק וכפל חוקיות כמעט שלא הופקו או שלא הופקו בכלל.

דין ומסקנות

במחקר הנוכחי נבדקה יכולתם של תלמידים בכיתות ג' וה' לפתור בעיות מילוליות במתמטיקה, ולאחר מכן נבדקה יכולת לעשות העברה (transfer) להפקת שאלות מתמטיות במבנה של בעיות מילוליות. משימה המצריכה היכרות והבנה של המאפיינים הייחודיים של כל סוג בעיה – מיומנויות שנלמדו באופן ישיר, מובנה ומכוון בשלוש תוכניות ההתערבות של טיפוח הכוונה עצמית בלמידה, המושתתות על תאוריות הכוונה עצמית: SRL (Self-Regulated Learning) לטיפוח הכוונה קוגניטיבית ומטא-קוגניטיבית ו־SDT (Self-Determination Theory) לטיפוח הכוונה מוטיבציונית־רגשית: SRL+SDT; SRL; SDT. שלוש תוכניות ההתערבות התמקדו באימון בפתרון בעיות בלבד ובסיום ההתערבות התלמידים התבקשו לעשות העברה להפקת בעיות מילוליות.

ממצאי המחקר מראים כי בפתרון בעיות מילוליות, תלמידים שנחשפו לתוכניות ההתערבות המטפחות מיומנויות קוגניטיביות ומטא-קוגניטיביות, SRL+SDT ו־SRL לבד, ההישגים של התלמידים השתפרו במידה ניכרת, בעוד תלמידים שנחשפו לתוכנית ההתערבות המטפחת מיומנויות מוטיבציוניות־רגשיות, SDT לבד, ירדו בהישגיהם ככל הנראה בשל עלייה ברמת הקושי של הבעיות ומגוון הסוגים שהיה עליהם לפתור. נראה כי תלמידי SRL+SDT ו־SRL לבד השתמשו בידע ובמיומנויות שרכשו לניתוח סוג הבעיה ומאפייניה וכן עבדו לפי שלבי פתרון בעיות שהוקנו להם. לתלמידי קבוצת SDT לא היה הידע והמיומנויות האלו, ובשעת מבחן ההישגים הם לא יכלו להיעזר בחבריהם לכיתה, כפי שקרה במהלך תוכנית ההתערבות.

מעניין לראות כי בהשוואה בין תלמידי כיתות ה' לתלמידי כיתות ג', השיפור המהותי ביותר בהישגים בפתרון בעיות היה בקרב תלמידי כיתות ג' מהקבוצה המשולבת SRL+SDT, ואילו בקרב תלמידי כיתות ה' השיפור המהותי היה בקבוצת SRL בלבד. יש מקום להניח כי הקשיים בפתרון בעיות מילוליות במתמטיקה בכיתות ה' מורכבים יותר ומהותיים יותר, וההשקעה בידע ובמיומנויות כיצד יש לפתור בעיות הייתה נרחבת יותר בקבוצת ה־SRL בלבד, ועם האימון האינטנסיבי העצמי שכל תלמיד חווה במהלך 20 שיעורים ובפרק זמן של חמישה חודשים, כיוונו את התלמידים לפתור את הבעיות בדרך הטובה ביותר.

ממצאי הישגים בהפקת בעיות הראו עלייה בכל שלוש קבוצות המחקר. ואולם ההישגים בקרב תלמידים המשתייכים לקבוצות שקיבלו תוכנית התערבות של הכוונה עצמית בלמידה לפתרון בעיות מילוליות במתמטיקה (SRL+SDT; SRL) גבוהים במובהק מההישגים

בקרב תלמידים המשתייכים לקבוצת SDT שקיבלו תוכנית התערבות רגשית לטיפוח הצרכים הפסיכולוגיים הבסיסיים בלבד. אין הבדלים מובהקים בהישגים במבחן הפקת בעיות בקרב תלמידים המשתייכים לקבוצת SRL+SDT ו־SRL. התוכנית המוטיבציונית־רגשית העלתה את הישגי תלמידיה בהפקת בעיות, אך השפעתה הייתה נמוכה יותר משל התוכנית הקוגניטיבית.

ממצאי המחקר עולה כי תלמידים שקיבלו אימון SRL, כלומר ששאלו את עצמם שאלות בתחום התוכן המתמטי – שאלות שבאמצעותן אפינו וניתחו את הבעיות על פי סוגיהן וזיהו את המאפיינים הייחודיים של כל בעיה, הצליחו לעשות העברה מפתרון בעיות להפקת שאלות עם אפיון כמותי. לעומת זאת תלמידים שנחשפו להתערבות SDT בלבד ששאלו את עצמם שאלות המכוונות לצרכים הפסיכולוגיים הבסיסיים, הגיעו להישגים נמוכים יותר לאחר ההעברה.

מהממצאים עולה כי אימון ישיר, מובנה ומכוון להכוונה עצמית משולבת בלמידה בעת פתרון בעיות מילוליות במתמטיקה, מביא לידי הישגים בהעברה מפתרון בעיות להפקת בעיות. מכאן מומלץ למורי מתמטיקה לטפח אצל תלמידים מגיל צעיר בבית הספר היסודי הן מיומנויות קוגניטיביות ומטא-קוגניטיביות (SRL) הן מיומנויות מוטיבציוניות־רגשיות (SDT). גישה זו תביא לידי שיפור ביכולת פתרון בעיות ויצירת שאלות, ומתוך כך לקדם רמה גבוהה יותר של חשיבה מתמטית.

עוד נמצא כי תלמידי כיתות ה' הצליחו להפיק שאלות עם אפיון מתמטי מורכב יותר מתלמידי כיתות ג'. הדבר מעיד על יכולת התפתחות קוגניטיבית ומטא-קוגניטיבית שמתפתחת עם הגיל (קולושימינסקר, 2019; Mevarech & Kramarski, 2014).

בהשוואה באפיון סוגי הבעיות שהפיקו תלמידי כיתות ה' לעומת תלמידי כיתות ג', תלמידי כיתות ה' בקבוצה המשולבת SRL+SDT הצליחו להפיק בעיות רבות במובהק, ותלמידי כיתות ג' בקבוצת SRL בלבד הצליחו להפיק בעיות רבות במובהק.

ממצא זה תומך בממצאי מחקר (קולושימינסקר, 2019, 2008) שנעשה בקרב תלמידי כיתות ג', שקיבלו אימון של הכוונה עצמית בלמידה בעת פתרון בעיות במתמטיקה ונבחנו ביכולת העברה להפקת בעיות מילוליות. נמצא כי התלמידים שלמדו באמצעות אימון של הכוונה עצמית השיגו ציונים גבוהים יותר ברמה סטטיסטית מובהקת בהשוואה לתלמידי הביקורת שלא נחשפו לאימון זה.

במחקרים שעסקו אף הם בפיתוח יכולת שאילת שאלות, כאשר העלאת שאלות נכללה דרך שיטה בהוראת המתמטיקה לתלמידים, גם בדבר פשוט כמו לבקש

ליסט (עורכים), **בין חינוך לפסיכולוגיה** (עמ' 407–425). הוצאת ספרים ע"ש י"ל מאגנס.

נשר, פ' (תשס"ג). שלושה מרכיבי-קושי של שאלה מילולית במתמטיקה. **עיונים בחינוך**, 10, 131–144.

סגל, ד' ורענן, א' (2002). **אחת ולתמיד** (מהדורה שנייה מתוקנת, כר' א–ג). ארץ.

קולושי-מינסקר, ע' (2008). **פתרון בעיות מילוליות בחשבון ברמת רכישה ובסוגי העברה (קרובה ורחוקה) תוך פיתוח יכולות להכוונה עצמית בלמידה בקרב תלמידי כתות ג' בעלי רמות הישגים שונות** [עבודת מוסמך]. אוניברסיטת בראילן, רמת-גן.

קולושי-מינסקר, ע' (2017). **מודל טיפוח הכוונה עצמית בלמידה וצרכים פסיכולוגיים: אוטונומיה, שייכות ויכולת, להעלאת הישגים בפתרון בעיות במתמטיקה** [עבודת דוקטור]. אוניברסיטת בראילן, רמת-גן.

קולושי-מינסקר, ע' (2019). טיפוח הכוונה עצמית בלמידה להעלאת הישגים בפתרון בעיות מילוליות במתמטיקה בקרב תלמידי כיתות ג'. **מחקר ועיון בחינוך מתמטי**, 7, 117–128. [https://content-wp/il.ac.shaanan.www-up-content-wp/il.ac.shaanan.www-pdf.koloshi-2019/07/7/loads](https://content-wp.il.ac.shaanan.www-up-content-wp/il.ac.shaanan.www-pdf.koloshi-2019/07/7/loads)

קולושי-מינסקר, ע' (2022). מודל טיפוח הכוונה עצמית להעלאת הישגים בפתרון בעיות מילוליות במתמטיקה. **מחקר ועיון בחינוך מתמטי**, 9, 63–77. <https://content-wp/il.ac.shaanan.www-up-content-wp/il.ac.shaanan.www-pdf.inbal/2023/01/uploads/tent>

קפלן, א' ועשור, א' (2004). דיאלוג תומך צרכים פסיכולוגיים בין מורים ותלמידים כמקדם רווחה נפשית בבית הספר: המשגה ותוכנית יישומית. **הייעוץ החינוכי**, 13, 161–188.

Bicer, A., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2013). Integrating writing into mathematics classroom to increase students' problem solving skills. *International Online Journal of Education Sciences*, 5(2), 361–369.

Bicer, A., Lee, Y., Perihan, C., Capraro, M. M., & Capraro, R. M. (2020). Considering mathematical creative self-efficacy with problem posing as a measure of mathematical creativity. *Educational Studies in Mathematics*, 105(3), 457–485. <https://doi.org/10.1007/s10649-020-09995-8>

Brown, S. I., & Walter, M. I. (2012). *The art of problem posing* (pp. 1–150). Taylor and

מהתלמידים להמציא סיפורים חשבוניים, נמצא כי התוצאות היו לרוב חיוביות, כולל השפעה חיובית על הישגי התלמידים בפתרון בעיות ועל היחס שלהם למתמטיקה (Bicer et al., 2013, 2020; Brown & Walter, 2012).

להפקת בעיות מילוליות יש חשיבות מרובה במחקר בתחום החינוך המתמטי ובחקירות מדעיות בשל היותה פעילות אינטלקטואלית. למעשה יש הטוענים שהפקת בעיות מילוליות, בהיותה חלק מן חקירה מדעית או מתמטית, חשובה לפחות כמו פתרון הבעיות עצמו (Hartman, 2001). כמו כן לפתרון בעיות יש היסטוריה ארוכה בחינוך המתמטי בשל היותה חלק מן תוכנית הלימודים ומטרת ההוראה (Silver & Cai, 2005). ואולם בכל זאת הפקת בעיות מילוליות קיבלה תשומת לב מעטה מאוד בשל היותה חלק מן הוראה מכוונת של המתמטיקה (Maulyda et al., 2022).

המחקר הנוכחי מחזק את המגמה כי העיסוק בפתרון בעיות מילוליות הנתמך בטיפוח וביישום מיומנויות קוגניטיביות ומטא-קוגניטיביות (SRL) ומיומנויות מוטיבציוניות-רגשיות (SDT), יוצר תשתית איתנה של ידע מתמטי ויכול לקדם את היכולת של תלמידים בהפקת בעיות. נושא הפקת בעיות הוא חשוב ומהותי בחינוך המתמטי, הן בהיותו אמצעי הוראה הן מטרת הוראה בפני עצמה, שכן הכתיבה מקשרת את המתמטיקה לעולם האמיתי של התלמידים, ומתוך כך היא נהיית בעבורם משמעותית ורלוונטית. פתרון בעיות מילוליות והפקת בעיות העוסקות בתכנים מחיי היום-יום של התלמידים מטפחים הבנה עמוקה של מושגים מתמטיים, מקדמים חשיבה יצירתית והיגיון לוגי, משפרים מיומנויות פתרון בעיות מתמטיות ומסייעים לפתח את היכולת להביע רעיונות לוגיים-מתמטיים מורכבים. מתוך עיסוק בבעיות התלמידים הופכים למשתתפים פעילים בסביבתם ומעריכים מאוד את תפקידה של המתמטיקה בחיי היום-יום שלהם (Flores et al., 2005; Görgün & Tican, 2020; Jurdak, 2016, pp. 93–107; Wang & Walkington, 2023).

הצעה למחקר המשך

מומלץ לבחון את השפעת התוכנית המשולבת SRL+S-DT על כיתות מסוימות ולבחון יכולת העברה לאורך זמן בדרכי הערכה המשלבים תצפיות וראיונות תלמידים

רשימת מקורות

משרד החינוך, התרבות והספורט. (2006). תכנית לימודים במתמטיקה לכיתות א-ו בכל המגזרים. <https://techniyot/files/il.gov.education.meyda-pdf.mavo1/Yesodi/Math/Limudim>

נשר, פ' (תשמ"ג). תהליכים קוגניטיביים הקשורים בפתרון בעיות מילוליות באריתמטיקה. בתוך מ' ניסן וא'

- MT.95.2.0126
- 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 – International Journal on Mathematics Education*, 42(2), 179–193. <https://doi.org/10.1007/s11858-009-0202-8>
- Maulyda, M. A., Rosyidah, A. N. K., & Hidayati, V. R. (2022). Elementary school students' mathematical connection in problem-posing activities. *Jurnal Elemen*, 8(1), 99–116. <https://doi.org/10.29408/jel.v8i1.4364>
- Mevarech, Z., & Kramarski, B. (2014). *Critical maths for innovative societies: The role of metacognitive pedagogies* (Educational research and innovation). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264223561-en>
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., & Hopper, M. (2016). *Timss 2015 international results in mathematics*. TIMSS & PIRLS International Study Center.
- Myers, J. A., Witzel, B. S., Powell, S. R., Li, H., Pigott, T. D., Xin, Y. P., & Hughes, E. M. (2022). A meta-analysis of mathematics word-problem solving interventions for elementary students who evidence mathematics difficulties. *Review of Educational Research*, 92(5), 695–742. <https://doi.org/10.3102/00346543211070049>
- National Council of Teachers of Mathematics. (2006). *Curriculum focal points for prekindergarten through grade 8 mathematics: A quest for coherence*.
- OECD. (2014). *PISA 2012 results: Creative problem solving: Students' skills in tackling real-life problems* (Vol. V). OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264208070-en>
- Pintrich, P. R. (2000). An achievement goal theory perspective on issues in motivation terminology, theory, and research. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 92–104. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1017>
- Francis.
- Cohen, J. (1977). *Statistical power analysis for behavioral sciences* (revised ed.). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/C2013-0-10517-X>
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2008). Facilitating optimal motivation and psychological well-being across life's domains. *Canadian Psychology / Psychologie canadienne*, 49(1), 14–23. <https://doi.org/10.1037/0708-5591.49.1.14>
- De Corte, E., Verschaffel, L., & Op't Eynde, P. (2000). Self-regulation: A characteristic and a goal of mathematics education. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 687–726). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012109890-2/50050-0>
- Flores, A., Turner, E. E., & Bachman, R. C. (2005). Research, reflection, and practice: Posing problems to develop conceptual understanding: Two teachers make sense of division of fractions. *Teaching Children Mathematics*, 12(3), 117–121. <https://doi.org/10.5951/TCM.12.3.0117>
- Görgün, S., & Tican, C. (2020). Investigation of middle school students' math self-efficacy perceptions and math problem posing attitudes. *International Education Studies*, 13(11), 86–98. <https://doi.org/10.5539/ies.v13n11p86>
- Hartman, H. J. (Ed.). (2001). *Metacognition in learning and instruction: Theory, research and practice* (Vol. 19). Springer Science & Business Media.
- Jurdak, M. (2016). *Learning and teaching real world problem solving in school mathematics*. Springer International Publishing.
- Kapur, M. (2018). Examining the preparatory effects of problem generation and solution generation on learning from instruction. *Instructional Science*, 46(1), 61–76. <https://doi.org/10.1007/s11251-017-9435-z>
- Knuth, E. J. (2002). Fostering mathematical curiosity. *The Mathematics Teacher*, 95(2), 126–130. <https://doi.org/10.5951/>