

מודל טיפוח הכוונה עצמית להעלאת הישגים בפתרון בעיות מילוליות במתמטיקה¹

ענבל קולושי-מינסקר



תקציר

במאמר זה יוצג מחקר שבחן מודל תאורטי-יישומי על אודות המשתנים המשפיעים על העלאת הישגים בפתרון בעיות מילוליות במתמטיקה באמצעות טיפוח ההכוונה העצמית של תלמידי בית ספר יסודי. המודל מושתת על תאוריות הכוונה עצמית: טיפוח הכוונה עצמית בלמידה SRL בשילוב עם טיפוח המוטיבציה הרגשית SDT.

במחקר השתתפו 737 תלמידים בכיתות א'-ו' מבית-ספר יסודי אחד, שנחשפו לשתי תאוריות הכוונה עצמית: SRL ו-SDT, במהלך פתרון בעיות מילוליות במתמטיקה.

ממצאי המחקר מדגישים את ייחודו וחידושו לשדה החינוך והם החשיבות של שילוב המרכיבים הקוגניטיביים ומטה-קוגניטיביים לצד המרכיבים המוטיבציוניים-רגשיים לשם טיפוח ההכוונה העצמית השלמה בתהליך הלמידה, המשפיעה בתורה על ההישגים בפתרון בעיות מילוליות במתמטיקה.

תרומתו של המחקר היא בבחינת המודל התאורטי-יישומי, המאפשר למורים ולאנשי חינוך להפעיל תוכנית התערבות בסביבות למידה בבית הספר היסודי המטפחת את יכולות התלמידים הצעירים (skills) בשילוב עם טיפוח המוטיבציה הרגשית שלהם (will), להעלאת הישגים לימודיים.

מילות מפתח: הכוונה עצמית בלמידה SRL; תאוריית הכוונה עצמית SDT; בעיות מילוליות במתמטיקה.

ד"ר ענבל קולושי-מינסקר

בוגרת תואר שלישי (Ph.D.) באוניברסיטת בר-אילן ומאבחנת דידקטית מוסמכת. מרצה ומובילת המרכז ללמידה דיגיטלית בשאנן - המכללה האקדמית הדתית לחינוך. מרצה בהשתלמויות מורים ומדריכת מתמטיקה בבתי ספר בחינוך יסודי.

1. מאמר זה הוא תוצר מתוך עבודת הדוקטור שבוצעה באוניברסיטת בר-אילן, בהנחייתו של פרופ' ברכה קרמרסקי.

תאוריית ההכוונה העצמית בלמידה (Self-Regulated Learning) היא מודל רב-ממדי המדגיש את התפקיד הפעיל של תלמידים בהכוונת תהליכי למידה במרכיבים קוגניטיביים, מטה-קוגניטיביים ומוטיבציה ללמידה (Zimmerman, 2000) ובכך תורמת להעלאת הישגים לימודיים בכלל ובמתמטיקה בפרט (Kramarski, 2018).

מרבית המחקרים מתמקדים בהכוונה עצמית בלמידה השמה דגש על טיפוח מיומנות קוגניטיבית ומטה-קוגניטיבית בתהליך הפתרון (skills). אולם בשנים האחרונות נראה כי טיפוח המיומנויות בלבד אינו מספיק לקידום הישגי התלמידים, אלא על התלמידים לגלות גם מוטיבציה-רגשית ללמידה (will). תאוריית ההכוונה העצמית (SDT – Self-Determination Theory) מדגישה את חשיבות התחום המוטיבציוני-רגשי של התלמידים בסביבת הלמידה שלהם, באמצעות טיפוח הצרכים הפסיכולוגיים הבסיסיים: אוטונומיה, שייכות ויכולת (Kramarski et al., 2010; Ryan & Deci, 2000). על כן במודלים מיטביים לטיפוח ההוראה בכיתה יש לשלב מרכיבים קוגניטיביים ומטה-קוגניטיביים לצד מרכיבים מוטיבציוניים-רגשיים.

ייחודיות המחקר המוצג במאמר זה היא בחינת מודל המשלב את התאוריות להכוונה עצמית (SRL ו-SDT) ובחינת תרומת המודל המשולב להעלאת הישגים בעת פתרון בעיות מילוליות במתמטיקה.

רקע תאורטי

בעיות מילוליות במתמטיקה

תוכניות הלימודים במתמטיקה לבית הספר היסודי (למשל, משרד החינוך, התרבות והספורט, 2006) מדגישות את פתרון הבעיות כאחד הנושאים המרכזיים במתמטיקה, כיוון שהן מקשרות בין עולם המציאות לעולם המתמטי (הרשקוביץ, 2014; OECD-PISA, 2013). נושא פתרון בעיות (problem solving) מופיע בתוכנית הלימודים שפרסמה המועצה הארצית למורים למתמטיקה (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2006) כנדבך מהותי וחשוב בהבניית הידע המתמטי (סטנדרט תוכן Content Standard) פיתוח חשיבה מסדר גבוה (סטנדרט תהליך Process Standard) בקרב תלמידים החל מגן הילדים ועד לסיום כיתה י"ב. על פי התוכנית, בעזרת מוריהם תלמידים צריכים: (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 מבודד של תוכנית 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 וליישם אותם לצורך פתרון בעיות מילוליות במתמטיקה. השימוש בבעיות נובע מהרצון להקנות לתלמידים את היכולת להשתמש בכלים המתמטיים שלמדו בהקשרים ובמצבים שונים, בתחומי ידע אחרים ובחיי היום-יום.

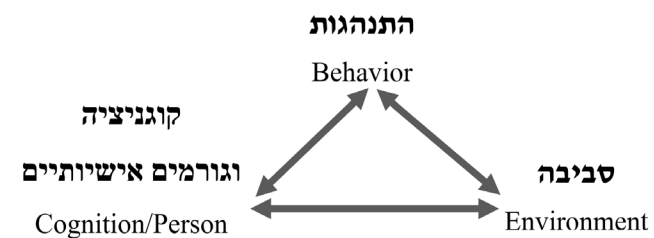
לדעת חוקרים, קשיים של תלמידים רבים בפתרון בעיות אינם נובעים רק מחוסר ידע, אלא מקשיים בשימוש בהכוונה עצמית של מיומנויות קוגניטיביות ומטה-קוגניטיביות ומיומנויות מוטיבציוניות-רגשיות, הבאות לידי ביטוי בכל שלבי הפתרון (Mullis et al., 2016). חוקרים סבורים כי מיומנויות אלו אינן מתרחשות מאליהן בקרב מרבית התלמידים בעלי הישגים שונים במתמטיקה, אלא הן צריכות להיבנות ולהתפתח בסביבת הלמידה באמצעות הכוונה והדגמה (Mega et al., 2014).

לפיכך תואר תוכנית ההתערבות שהועברה במחקר הנוכחי לטיפוח הכוונה עצמית קוגניטיבית ומטה-קוגניטיבית והכוונה עצמית מוטיבציונית-רגשית בעת פתרון בעיות מילוליות מתמטיקה.

טיפוח סביבות למידה המתבססות על תאוריות הכוונה עצמית SRL ו-SDT

סביבת למידה - הגדרה

האינטראקציה שבין הסביבה הלימודית ובין הפרט והשפעתה על התפתחות הלמידה של תלמידים הם נושאי מפתח בחינוך, המושכים אליהם חוקרים רבים. בנדורה (Bandura, 1986), ציין כי האינטראקציה בין התנהגות וסביבה ובין קוגניציה וגורמים אישיותיים הפועלים בשני כיוונים זה על זה, הם המשפיעים על התנהגות האדם. בתרשים 1 מוצג המודל של בנדורה (Bandura, 1986) המתאר אינטראקציה זאת.



תרשים 1: מודל תאוריית הלמידה החברתית של בנדורה (Bandura, 1986)

על פי המודל לתיאור הלמידה החברתית (Bandura, 1986), כל אחד מאלה – סביבה, התנהגות, קוגניציה וגורמים אישיותיים – אינו משפיע בהכרח בו בזמן על הגורמים האחרים, והם אינם צריכים להתרחש בו בזמן כדי להשפיע זה על זה. תפיסת התלמיד את סביבתו, המכונה לעיתים קרובות "הקשר ספציפי", קשורה להכרה שאף שהאדם יכול להחזיק במגוון "יכולות" ספציפיות (כלומר פיתוח מיומנויות כמו כישורים חברתיים), הסביבה הפיזית או החברתית, סוג המשימה או תכונות המשימה (למשל קושי) משפיעים לעיתים קרובות על המיומנות הנבחרת או על המיומנויות של התלמיד בכלל (Bandura, 1986).

בשנים האחרונות נבדקה השפעת ההקשר החברתי והחינוכי על סביבות הוראה מתמטיות. נמצא כי תנאים סביבתיים הכוללים טיפוח מיומנויות אקדמיות לצד טיפוח מיומנויות מוטיבציוניות-רגשיות של הלומדים משפיעים על הישגיהם במתמטיקה (Kramarski & Michalsky, 2015; Peeters et al., 2013).

נשאלת אפוא השאלה: כיצד אפשר לטפח מיומנויות אלו בסביבת הלמידה המתמטית, וכך להעלות את ההישגים של תלמידים במתמטיקה?

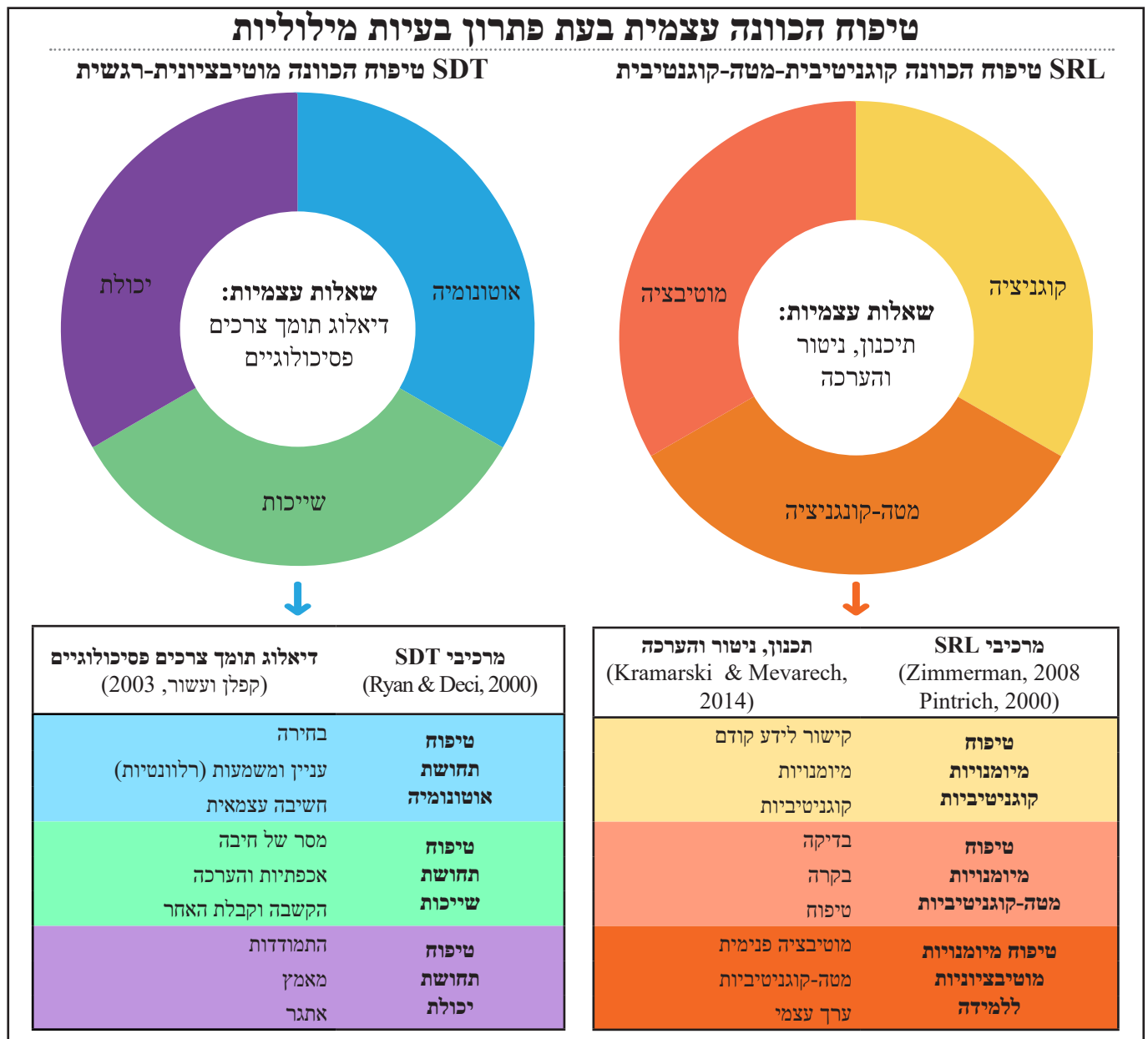
סביבת למידה משולבת המטפחת SRL+SDT בשיעורי מתמטיקה

תאוריית ההכוונה העצמית בלמידה (SRL), מוגדרת תהליך מורכב, דינמי ומעגלי שבו תלמידים מציבים מטרות, מתכננים, מפקחים ומעריכים את עבודתם תוך בחינת שלושה מרכיבים: קוגניציה, מטה-קוגניציה ומוטיבציה ללמידה (Pintrich, 2000a, 2000b, 2000c; Winne, 2010; Zimmerman, 2000, 2008). אף על פי שיכולת הכוונה עצמית בלמידה בתוך מסגרות חינוכיות בקרב תלמידים עשויה להיות מושפעת מגורמי הקשר, אפשר לטפח באמצעות יישום מיומנויות למידה-הוראה מתאימות בשלושת מרכיביה: מיומנויות קוגניטיביות, מיומנויות מטה-קוגניטיביות ומיומנויות מוטיבציוניות ללמידה (קולווי-מינסקר, Francom, 2010; Kolovelonis et al., 2010; Mevarech 2008 & Kramarski, 2014).

התאוריה על הכוונה עצמית (SDT) (Ryan & Deci, 2000a, 2000b) פותחה על בסיס גישת הפסיכולוגיה החיובית המדגישה את החשיבות של חיזוק המוטיבציה של הלומד באמצעות מילוי צרכיו הפסיכולוגיים הבסיסיים. זאת על בסיס האמונה כי לכל אדם יש נטיות טבעיות, מולדות ונבנות לפתח, לשכלל ולגבש את

תחושת העצמי (Ryan & Deci, 2016). מרכיבי התאוריה כוללים שלושה צרכים פסיכולוגיים בסיסיים: תחושת אוטונומיה, תחושת שייכות ותחושת יכולת. לפי תאוריית ה-SDT, סביבות למידה המטפחות את שלושת הצרכים האלה של הלומדים מגבירות את המוטיבציה הפנימית שלהם ומעלות את תפיסת היכולת שלהם, דבר המביא לידי שינוי חיובי בהתנהגותם לאורך זמן (Halvari, 2006; Simpson, 2008 & Halvari, 2006). על פי תאוריה זו לא די שתלמידים יחוו יכולת והצלחה במשימות מאתגרות, אלא חשוב שהם יראו בעצמם סוכנים (agents) של הצלחתם (עשור, 2004; קפלן, 2014; Azevedo, 2014).

הרציונל לשילוב הוא שמרכיבים אלה משלימים את עצמם בזמן בעת העיסוק במשימה מתמטית (Ryan, & Deci, 2016). לכן על מודל מיטבי להוראת המתמטיקה לשלב טיפוח של תפקודי הכוונה עצמית קוגניטיבית ומטה-קוגניטיבית בלמידה (SRL) עם סיפוק הצרכים הפסיכולוגיים הבסיסיים של התלמידים (SDT). בתרשים 2 מוצגים שני המודלים התאורטיים שלפיהם נבנו תוכניות ההתערבות לטיפוח הכוונה עצמית בעת פתרון בעיות מילוליות במחקר הנוכחי (פירוט השאלות העצמיות בתרשים 3):



שאלת המחקר והשערותיו

טרם ביצע המחקר הנוכחי לא נערך מחקר מקיף הבוחן את הקשרים בין כל מרכיבי התאוריות של ההכוונה העצמית הקוגניטיבית ומטה-קוגניטיבית וההכוונה העצמית המוטיבציונית-רגשית (SRL ו-SDT) במחקר אחד ובקבוצת גיל אחת, לומדים צעירים בכיתות א'-ו'. על כן שאלת המחקר המרכזית הייתה מהם הקשרים בין תאוריות ההכוונה עצמית SRL ו-SDT ומרכיביהן, והאם ובאיזו מידה הם תורמים להעלאת ההישגים בפתרון בעיות מילוליות מתמטיות?

השערות המחקר

1. ימצאו קשרים בין שלושת המרכיבים של כל תאוריה לגורם העל שלה (תוקף מבנה).
 2. ימצא קשר בין SRL ל-SDT.
 3. SRL יתרום תרומה ישירה להעלאת ההישגים בפתרון בעיות במתמטיקה.
 4. SDT ימצא כמשתנה מתווך להישגים דרך SRL (קשר עקיף).
- השערות אלו נבדקו באמצעות מודל ניתוח משוואות מבניות (SEM).

שיטה

אוכלוסיית המחקר והמדגם

במחקר השתתפו 737 תלמידים צעירים בכיתות א'-ו' מבית ספר יסודי אחד, שנחשפו לשתי התאוריות SRL ו-SDT. התפלגות התלמידים לדרגות הכיתה הייתה זו: בשכבת כיתות א' יש 113 תלמידים (15.3%), בשכבת כיתות ב' יש 125 תלמידים (17%), בשכבת כיתות ג' יש 120 תלמידים (16.3%), בשכבת כיתות ד' יש 140 תלמידים (19%), בשכבת כיתות ה' יש 120 תלמידים (16.3%), בשכבת כיתות ו' יש 119 תלמידים (16.1%).

כלי המחקר

לפני ההתערבות ולאחריה הועברו מבחני הישגים בפתרון בעיות מילוליות במתמטיקה, שאלון לדיווח עצמי לבדיקת שימוש במיומנויות ההכוונה עצמית (SRL ו-SDT) בעת פתרון בעיות מילוליות במתמטיקה:

1. **מבחן הישגים במתמטיקה** המותאם לדרגת הכיתה ולתוכנית הלימודים במתמטיקה ליסודי (משרד החינוך, התרבות והספורט, 2006) (טווח הציונים: 0-100). את המבחנים כתבו עורכת המחקר בשיתוף עם מורות ורכזות המתמטיקה של בית הספר, מדריכת מתמטיקה מחוזית ומרצים באקדמיה להוראת המתמטיקה בבית הספר היסודי, תוך התבססות על 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 בידי שופטים מקצועיים.

2. **שאלון לבדיקת תפיסת ההכוונה העצמית בעת פתרון בעיות מילוליות במתמטיקה** - שאלון דיווח עצמי שבו התלמידים מדרגים את מידת יישום מיומנויות ההכוונה עצמית SRL ו-SDT בעת פתרון בעיות מילוליות במתמטיקה, בהתבסס על תוכניות ההתערבות של המחקר (תרשים 3). התלמידים התבקשו לדרג את מידת הסכמתם עם 18 היגדים בסולם בן עשר דרגות (מ-0 = כלל לא מסכים עד 10 = מסכים מאוד).

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

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

תרשים 3: שאלון תפיסת ההכוונה עצמית SRL ו-SDT בעת פתרון בעיות מילוליות במתמטיקה, בהתבסס על תוכניות ההתערבות של המחקר (קולושי-מינסקר, 2017)

(רצוי 0.05 או נמוך יותר) הוא מעיד על התאמה קרובה (Byrne, 2001).

תוכניות ההתערבות SRL-SDT לטיפוח הכוונה עצמית קוגניטיבית-רגשית (קולושי-מינסקר, 2017) (ראה תרשימים 2 ו-3):

SRL – טיפוח הכוונה עצמית קוגניטיבית ומטה-קוגניטיבית – תוכנית זו הושתתה על מודל לולאת הכוונה עצמית בלמידה (Zimmerman, 2000) ומודל שלבי ההכוונה העצמית בלמידה (Pintrich, 2000a, 2000b) באמצעות אימון בשאלות שאלות עצמיות בכל שלבי פתרון הבעיה (ה.ש.ב.ח.ה. בתוך Mevarech & Kramarski, 1997; נשר, 1976; סגל, 2002; קולושי-מינסקר, 2019).

SDT – טיפוח הכוונה עצמית מוטיבציונית-רגשית – תוכנית זו הושתתה על טיפוח הצרכים הפסיכולוגיים הבסיסיים: אוטונומיה, שייכות ויכולת (Ryan & Deci, 2000a, 2000b) באמצעות דיאלוג תומך צרכים (קפלן ועשור, 2004).

לטיפוח הכוונה עצמית בלמידה SRL בעת פתרון בעיות מילוליות במתמטיקה נבנו תרשימים ליניאריים, שבעזרתם המורות והתלמידים נחשפו למרכיבי התאוריה, קוגניציה, מטה-קוגניציה ומוטיבציה ללמידה, וכן נעזרו בהם לצורך האימון המטה-קוגניטיבי, כלומר השאלות העצמיות שהתלמידים שאלו בעת פתרון בעיה מילולית, כדי לטפח כל מרכיב בתאוריה ובכך להצליח בפתרון הבעיות (ראה תרשימים 3, 4, 5). כמו כן נבנה סרגל לניתוח בעיות ולאפיון (ראה תרשים 6).

לטיפוח הכוונה עצמית רגשית SDT בעת פתרון בעיות מילוליות במתמטיקה נבנה תרשים ליניארי, ובעזרתו המורות והתלמידים נחשפו למרכיבי התאוריה: אוטונומיה, שייכות ויכולת, וכן נעזרו בו במהלך השיעורים לשאלות עצמיות שהתלמידים שואלים בעת פתרון בעיה מילולית, כדי לטפח את הצרכים הפסיכולוגיים שלהם ובכך להצליח בפתרון הבעיות (ראה תרשימים 3, 7).

כן נבנו מודלי מעגליים של תוכניות ההתערבות – המתארים מבחינה מעגלית כיצד אפשר לטפח תפקודי הכוונה עצמית קוגניטיבית ומטה-קוגניטיבית והכוונה עצמית מוטיבציונית-רגשית בעת פתרון בעיות מילוליות במתמטיקה, כך שכל מרכיב תומך בשאר המרכיבים ומעצים אותו, עד למצב של הגעה לדרגת תלמיד מומחה שמרגיש כי המרכיבים פועלים בו בזמן (תרשים 2).

מרכיבי השאלונים – ניתוחי גורמים מגששים ומאששים

המיומנויות של כלי המחקר נבדקו באמצעות חישוב מקדם אלפא של קרונברך (Cronbach, 1951). כדי לבחון את תוקף התוכן והמבנה של השאלונים (כלומר את חלוקת המשתנים למרכיבים המוצגים בספרות התאורטית) התבצעה סדרה של ניתוחי גורמים מגששים ומאששים.

ראשית נערך ניתוח גורמים מגשש (exploratory) שבדק את מספר הגורמים שהתקבל מתוך נתוני התלמידים (ללא אילויץ של מודל תאורטי). הניתוח בוצע על כל אחד מהשאלונים בנפרד. המסקנה המרכזית הייתה שההיגדים שנבחרו (שלושה לכל אחד משלושת המרכיבים) לכל אחד מהשאלונים מתכנסים היטב לגורם העל ששויכו אליו – ממצאים המעידים על תוקף המבנה והתוכן של השאלונים. מהימנות אלפא של קרונברך של כל אחד מהגורמים נמצאה גבוהה (SRL – $a=.85$; SDT – $a=.87$).

בהמשך כדי לבחון את תוקף המבנה של כל שאלון והתאמת המודל התאורטי שנבנה לנתונים, בוצע ניתוח גורמים מאשש (confirmatory) לשני המדדים SRL ו-SDT ומרכיביהם. הניתוח בוצע באמצעות תוכנת AMOS 18.0. המודל התאורטי שהורץ כלל את שני המשתנים המרכזיים (גורמי העל) שהוגדרו משתנים לטנטיים SRL ו-SDT, ועל כל משתנה לטנטי נטענו מרכיביו (המשתנים האקסוגניים), כפי שעלו מהספרות שנסקרה: SRL: קוגניציה, מטה-קוגניציה ומוטיבציה ללמידה; SDT: אוטונומיה, שייכות ויכולת. בהמשך לבדיקת ההשערה על קשרי תיווך בין SDT לפתרון בעיות מילוליות במתמטיקה באמצעות SRL, בוצע ניתוח נתיבים (ניתוח משוואות מבניות – structural equation modeling). ניתוח נתיבים מאפשר בדיקה של מערכת שלמה של משתנים והקשרים ביניהם בו בזמן ושיפור מהימנות הבדיקה באמצעות עיון במודל המדידה (measurement model) ובמודל המבני (structural model) בו בזמן.

השלב הראשון בניתוח משוואות מבניות הוא הערכת מודל המדידה והיא נעשית באמצעות בחינת מדדים המעידים על טיב ההתאמה של המודל. ארבעת המדדים $2, x, RMSEA =$ CFI ו-NFI משמשים לבחינת המודל המתאים ביותר לנתונים שנמדדו (Bentler & Bonett, 1980). ככל שערכי CFI ו-NFI מתקרבים ל-1 גדל טיב ההתאמה וככל שערך RMSEA נמוך

ניתוח בעיה נתונה ואפיונה – קוגניציה: היזכרות, קישור לידע קיים וארגון מידע

זיהוי הנעלם:	סוג הבעיה: חיבור/חיסור:	שלב 1 – חשיבה לפני: הבנת הבעיה ואפיונה מה אני עושה לפני פתרון הבעיה?
שלם/חלק	הכללה	מה בבעיה?
שלם/חלק	רצף	אפיון סוג הבעיה
שלם/חלק	השוואה	(אחת מבין שבע האפשרויות או שילוב בין מספר סוגים)
	כפל/חילוק:	
שלם	כפל	מהו סיפור הבעיה?
שלם	כפל חוקיות	מהו הנעלם?
חלק	חילוק לחלקים	מהם הנתונים המילוליים?
חלק	חילוק להכלה	מהו סוג הבעיה?
שלם/חלק	השוואה	
מבנה מסורתי ומוכר; המידע המתמטי מוצג במפורש ובגלוי מבנה מורכב ולא מוכר; המידע המתמטי אינו מוצג במפורש ובגלוי	רמת חשיבה: שגרתית חדשנית	אפיון הבעיה כשגרתית או כחדשנית האם כל המידע הנדרש לצורך הפתרון נמצא בבעיה בגלוי?
תרגיל אחד שני תרגילים שלושה תרגילים ויותר	מורכבות הבעיה: חד שלבית דו-שלבית רב-שלבית	שלב 2 – חשיבה במהלך: תכנון אסטרטגיית פתרון מה אני עושה לפני פתרון הבעיה? מהי האסטרטגיה? ייצוג הבעיה ייצוג מבנה הבעיה בסכמה/בציור/בדיאגרמה וכד' שיבוץ הנתונים המילוליים שיבוץ הנתונים המספריים מתוך כך: כמה תרגילים צריך כדי לפתור את הבעיה?

שלב 3 – פרוצדורה פתרון התרגיל – פרוצדורה		
	הפעולה: סוג המספר: חיבור / חיסור מספרים טבעיים	מציאת הנעלם
	כפל / חילוק שברים פשוטים/עשרוניים	מהם התרגילים למציאת הנעלם?

פתרון הבעיה – קוגניציה	
ניסוח תשובה מלאה בהתאם למשפט השאלה (הנעלם)	כתיבת תשובה במילים מהי התשובה במילים?

שלב 4 – חשיבה בסיום

מה אני עושה בסיום פתרון הבעיה?
האם כל שלב בדרך הפתרון נכון? בדיקה ובקרה
במה הבעיה דומה/שונה מבעיות קודמות? השוואה

הערכה – העלאת מוטיבציה ללמידה וערך עצמי

שלב 5 – חשיבה רפלקטיבית-מוטיבציונית:

כיצד אני מעריך את עצמי?

האם אני מרוצה מדרך הפתרון שלי?

האם אפשר אחרת?

האם אני מסוגל/ת להתמודד עם בעיית אתגר?

תרשים 4: מודל לינארי – דף הדרכה למורים בתוכנית ההתערבות SRL לטיפוח הכוונה עצמית בלמידה בעת פתרון בעיות מילוליות במתמטיקה (קולושי-מינסקר, 2017)

אני שואל/ת את עצמי בעת פתרון בעיות מילוליות במתמטיקה		
✓ מהו סיפור הבעיה? ✓ מהו הנעלם? ✓ מהם הנתונים המילוליים? ✓ מהו סוג הבעיה? ✓ מהו מבנה הבעיה? ✓ בעזרת בתרשים/בציור/בדיאגרמה/בטבלה וכד' ושיבוץ הנתונים המילוליים. ✓ מהם הנתונים המספריים ושיבוץם בייצוג מבנה הבעיה? ✓ מהו התרגיל/ים למציאת הנעלם? ✓ מהי התשובה במילים? (בהתאם למשפט השאלה)	חשיבה (קוגניציה) מה אני עושה לפני הפתרון ובמהלכו	
✓ האם כל שלב בדרך הפתרון נכון? ✓ במה הבעיה דומה ובמה היא שונה מבעיות קודמות שפתרתי?	חשיבה על החשיבה (מטה-קוגניציה) מה אני עושה בסיום הפתרון	
• אנחנו מעריכים: האם אני מרוצה מדרך הפתרון שלי? • האם אפשר אחרת? • האם אני מסוגל/ת להתמודד עם בעיית אתגר?	רצון (מוטיבציה) הערכה ורפלקציה	

תרשים 5: מודל לינארי – דף הדרכה לתלמידים בתוכנית ההתערבות SRL לטיפוח הכוונה עצמית בלמידה בעת פתרון בעיות מילוליות במתמטיקה (קולושי-מינסקר, 2017)

סרגל לניתוח בעיות מילוליות במתמטיקה ולאפיון					
בעיות כפל-חילוק		בעיות חיבור-חסר			
בעיית השוואה	בעיה בסיסית	בעיית השוואה	בעיית רצף מצב דינמי	בעיית הכללה מצב סטטי	סוג הבעיה
קבוצת יחס	קבוצות	קבוצת הפרש	התחלה	קבוצה כוללת	מאפייני הבעיה
קבוצה גדולה	פריטים בכל קבוצה	קבוצה גדולה	פעולה	קבוצה חלקית	
קבוצה קטנה	פריטים בסך הכול	קבוצה קטנה	סוף	קבוצה חלקית	
סוג מספרים		מורכבות (שלבים)		רמת חשיבה	הנעלם
שברים	טבעיים	רב	דו	חד	בשלם
				חדשנית	שגרתית
					בחלק

תרשים 6: כרטיס ניווט של סרגל לניתוח בעיות מילוליות במתמטיקה ולאפיון (מחונן) (קולושי-מינסקר, 2017)

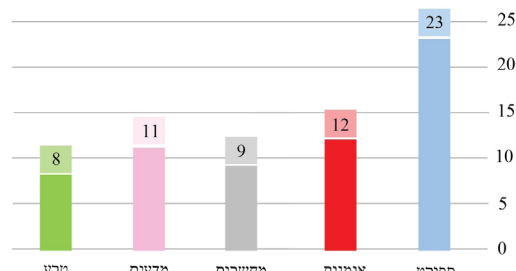
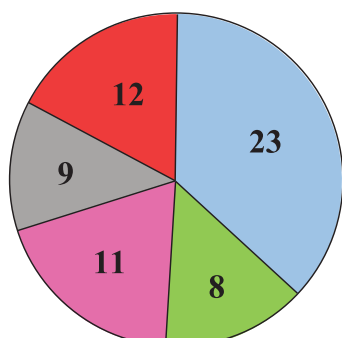
אני שואל/ת את עצמי בעת פתרון בעיות מילוליות במתמטיקה

באיזו מידה בשיעור אפשרו לנו לבחור את הבעיה שבה נעסוק? באיזו מידה המורה אפשרה לנו לבחור את חברי הקבוצה? באיזו מידה הבעיה מעוררת בנו עניין וקשורה לחיי היום-יום שלנו? באיזו מידה הצלחה בפתרון הבעיה תסייע לנו בעתיד בפתרון בעיות מילוליות במתמטיקה? באיזו מידה הצלחה בפתרון הבעיה תסייע לנו בחיי היום-יום? באיזו מידה המורה והתלמידים אפשרו מגוון של דרכי פתרון לבעיה? באיזו מידה אפשרו לנו להביע את מחשבותינו ודעותינו בתהליך פתרון הבעיה?	בחירה עניין ומשמעות (רלוונטיות) חשיבה עצמאית	טיפוח תחושת אוטונומיה
באיזו מידה התייחסו לרגשות שלנו בפתרון הבעיה? באיזו מידה העריכו את דרך פתרון הבעיה שלנו? באיזו מידה הרגשנו ביטחון להציג את הפתרון שלנו לפני המורה והתלמידים?	מסר חיבה אכפתיות והערכה הקשבה וקבלה	טיפוח תחושת שייכות
באיזו מידה הצלחתי להתמודד עם הקושי בעזרת המורה והחברים? באיזו מידה העבודה עם החברים הקלה עלינו בפתרון הבעיות? באיזו מידה אנו חושבים שנצליל להתמודד עם בעיות דומות? באיזו מידה אנו חושבים שנצליל להתמודד עם בעיות מאתגרות יותר?	התמודדות עם קשיים מאמץ אתגר	טיפוח תחושת יכולת

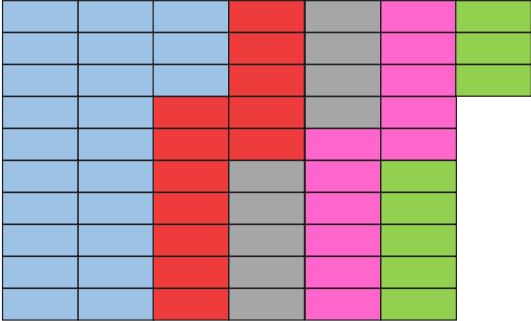
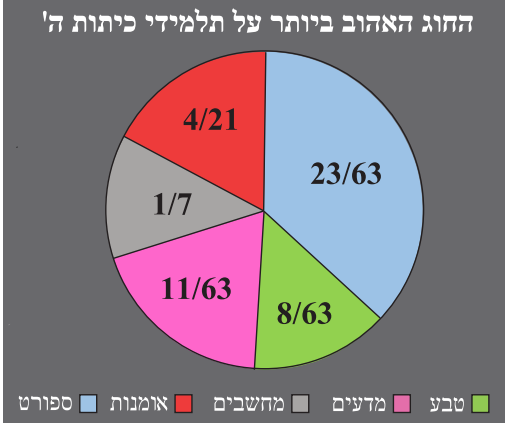
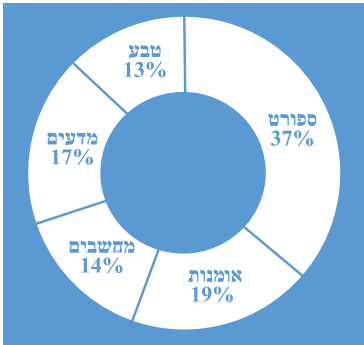
תרשים 7: מודל ליניארי – דף הדרכה למורים ולתלמידים בתוכנית ההתערבות SDT לטיפוח הכוונה עצמית מוטיבציונית-רגשית (באמצעות טיפוח שלושת הצרכים הפסיכולוגיים הבסיסיים) בעת פתרון בעיות מילוליות במתמטיקה (קולושי-מינסקר, 2017)

דוגמה לפתרון בעיה מילולית במתמטיקה בתוכנית ההתערבות SDT+SRL בכיתה ה'		מרכיבי התאוריה	
מהלך השיעור	שאלות לטיפוח הכוונה עצמית בעת פתרון בעיה		
בחלק הראשון של השיעור, המורה הציגה את משימת עריכת הסקר – שמטרתה החברתית היא היכרות מעמיקה יותר עם תלמידי השכבה ומטרתה הלימודית-מתמטית היא הבנת השלם והחלקים במספרים טבעיים ובשברים פשוטים. נערך תיאום ציפיות והסכמה על כללי יסוד, נורמות וציפיות לשיח ועבודה בקבוצה. התלמידים בוחרים את חבריהם לקבוצה. אף תלמיד לא נשאר בלי קבוצה. במשימות אחרות הרכבי הקבוצות ישתנו. התלמידים דנים בקבוצה מהי שאלת הסקר שברצונם לבחור. התלמידים מסבירים לחבריהם מדוע בחרו בשאלת הסקר וכיצד היא חשובה להם.	- באיזו מידה בשיעור אפשרו לנו לבחור את הבעיה שבה נעסוק? - באיזו מידה המורה אפשרה לנו לבחור את חברי הקבוצה? - באיזו מידה הבעיה מעוררת בנו עניין וקשורה לחיי היום-יום שלנו? - באיזו מידה הצלחה בפתרון הבעיה תסייע לנו בעתיד בפתרון בעיות מילוליות במתמטיקה? - באיזו מידה הצלחה בפתרון הבעיה תסייע לנו בחיי היום-יום?	דיאלוג על בחירה, עניין ורלוונטיות לחיי היום-היום. נוסף על כך, עידוד לחשיבה עצמאית	

**דוגמה לפתרון בעיה מילולית במתמטיקה
בתוכנית ההתערבות SDT+SRL בכיתה ה'**

מרכיבי התאוריה		שאלות לטיפוח הכוונה עצמית בעת פתרון בעיה	מהלך השיעור																				
טיפוח מיומנויות קוגניטיביות מטרה-קוגניטיביות ומוטיבציוניות בלמידה SRL	יישום מיומנויות לפני פתרון הבעיה, במהלכה ובסיומה	- על מה הבעיה? - מהו הנעלם? - מהם הנתונים המילוליים? - מהו סוג הבעיה? - מהו מבנה הבעיה (הקשר בין הנתונים המילוליים למספריים)? - האם פתרתי את כל השלבים נכון? האם הפתרון הגיוני? - במה הבעיה דומה ובמה היא שונה מבעיות אחרות שפתרתי? - האם אני מרוצה מדרך הפתרון שלי? - האם אפשר לפתור בדרך אחרת? - האם אני מסוגלת/לפתור בעיות מאתגרות יותר?	כל קבוצה מעבדת את נתוני הסקר שלה ומייצגת אותם במגוון ייצוגים שבנו חבריה: דיאגרמת עמודות, טבלה, תרשים, ציור ועוד. התלמידים מנתחים שהסוג הבעיה היא הכללה – מצב סטטי שבו יש קבוצה כוללת וקבוצות חלקיות. בכל ייצוג הם מראים את מבנה הבעיה, כלומר הקשר בין הנתונים המילוליים לנתונים המספריים, ובכך מנתחים את הבעיה ופותרים אותה. דוגמה לסקר בנושא: החלק האהוב ביותר על תלמידי כיתות ה'. המורה מבקשת לייצג את הבעיה באקסל. כל תלמיד או זוג מעצבים כרצונם את הייצוגים, לאחר מכן מעבירים לדף WORD והמורה מדפיסה את התוצרים ותולה בכיתה. <table border="1"><thead><tr><th>ספורט</th><th>אומנות</th><th>מחשבים</th><th>מדעים</th><th>טבע</th></tr></thead><tbody><tr><td>23/63</td><td>4/21</td><td>1/7</td><td>11/63</td><td>8/63</td></tr></tbody></table> החוג האהוב ביותר על תלמידי כיתות ה'  <table border="1"><thead><tr><th>ספורט</th><th>אומנות</th><th>מחשבים</th><th>מדעים</th><th>טבע</th></tr></thead><tbody><tr><td>23</td><td>4</td><td>1</td><td>11</td><td>8</td></tr></tbody></table> החוג האהוב ביותר על תלמידי כיתות ה' 	ספורט	אומנות	מחשבים	מדעים	טבע	23/63	4/21	1/7	11/63	8/63	ספורט	אומנות	מחשבים	מדעים	טבע	23	4	1	11	8
			ספורט	אומנות	מחשבים	מדעים	טבע																
23/63	4/21	1/7	11/63	8/63																			
ספורט	אומנות	מחשבים	מדעים	טבע																			
23	4	1	11	8																			

**דוגמה לפתרון בעיה מילולית במתמטיקה
בתוכנית ההתערבות SDT+SRL בכיתה ה'**

מרכיבי התאוריה	שאלות לטיפוח הכוונה עצמית בעת פתרון בעיה	מהלך השיעור
טיפוח מיומנויות קוגניטיביות - מטרה קוגניטיביות ומוטיבציות בלמידה SRL	האם אפשר לפתור בדרך אחרת?	יש ביטוי לתלמידים שחושבים להציג את הנתונים בדרך מתמטית אחרת. 
	האם אני מסוגל/ת לפתור בעיות מאתגרות יותר?	בסיום המורה מאתגרת ומבקשת לכתוב את הנתונים המספריים גם בשברים פשוטים. כל תלמיד מעצב לפי רצונו את הייצוג. החוג האהוב ביותר על תלמידי כיתות ה'  ■ ספורט ■ אומנות ■ מחשבים ■ מדעים ■ טבע
	- האם אני מסוגל/ת לפתור בעיות ברמת כיתה גבוהה יותר? - מה דומה ומה שונה בבעיות המאתגרות לעומת הבעיות השגרתיות? - אלו מיומנויות מתמטיות נוספות עליי לרכוש כדי להצליח לפתור בעיות מאתגרות או בעיות משכבת גיל גבוהה יותר?	תלמידים מצטיינים יכולים להמיר את התוצאות לאחוזים ובכך לתת ביטוי לחשיבה המתמטית הגבוהה שלהם.  ■ ספורט 37% ■ אומנות 19% ■ מחשבים 14% ■ מדעים 17% ■ טבע 13%
טיפוח תחושת אוטונומיה SDT	- באיזו מידה המורה והתלמידים אפשרו מגוון של דרכי פתרון? - באיזו מידה אפשרו לנו להביע את מחשבותינו ודעותינו?	המורה מאפשרת לתלמידים מסגרת זמן ומרחב חופשי לעבור בין הסקרים ולתת משוב בונה על פי הקריטריונים שלמדו. אחת השאלות שעליהן מושם דגש, היא מה אפשר לעשות על פי נתוני הסקר. בדוגמה הנוכחית, שהנושא בה הוא "מהו החוג האהוב ביותר עליכם", התלמידים יכולים ליצור קבוצות עניין של תלמידים, שלא בהכרח מכירים זה את זה או נמצאים בקשר חברי. נוסף על כך, אפשר להעלות מופע כישרונות של כל קבוצה, אפשר ליצור יום פעילות וכל קבוצה תפעיל תחנה וכדומה.
טיפוח תחושת השייכות SDT	- באיזו מידה התייחסו לרגשות שלנו? - באיזו מידה העריכו את דרך פתרון הבעיה שלנו?	
דיאלוג לחשיבה עצמאית		
דיאלוג לחיבה, אכפתיות וקבלה		

דוגמה לפתרון בעיה מילולית במתמטיקה בתוכנית ההתערבות SDT+SRL בכיתה ה'			
מרכיבי התאוריה	שאלות לטיפוח הכוונה עצמית בעת פתרון בעיה	מהלך השיעור	
טיפוח תחושת היכולת SDT דיאלוג התמודדות עם קשיים מאמץ ואתגר	- באיזו מידה העבודה עם החברים הקלה עלינו בפתרון הבעיות? - באיזו מידה אנו חושבים שנצליח להתמודד עם בעיות דומות? - באיזו מידה אנו חושבים שנצליח להתמודד עם בעיות מאתגרות יותר?	בסיום פתרון משימת הסקר , כלומר סיכום השלם והחלקים במספרים טבעיים ובשברים פשוטים, התלמידים מוודאים שכולם הבינו את החומר.	
SRL +SDT Skills + Will	- באיזו מידה אני משתמש/ת בכל המיומנויות שרכשתי כדי לפתור את הבעיות? - באיזו מידה אני נעזר/ת במורה ובחבריי לכיתה כדי להבין את הבעיות טוב יותר ולהצליח בפתרון?	בסיום העיסוק בסקרים, המורה נותנת לכל תלמיד להתמור-דד לבד עם בעיות מילוליות דומות מספרים. היא מעודדת לבקש עזרה ממנה ומשאר התלמידים בעת קושי כדי שכל תלמיד יגיע להבנה מלאה ולפתרון הבעיות. התלמידים שמחים לסייע זה לזה.	

תרשים 8: דוגמה של פתרון בעיות מילוליות בכיתה ה' בתוכנית ההתערבות SDT+SRL

שבו הוחלף הקשר הדו-כיווני ($\leftrightarrow$) של SRL עם SDT לקשר חד-כיווני (SDT $\rightarrow$ SRL), כדי לבחון קשרי תיווך בין SDT לציון במתמטיקה בתיווך של SRL (השערה 3). בהמשך הורץ מודל נתיבים שלישו שבו הציון במתמטיקה מנוכה לאחר פיקוח סטטיסטי על דרגת כיתה (א'-ו') ועל הציון במתמטיקה לפני ההתערבות (כלומר החשיפה לתאוריות הכוונה עצמית ו-SRL ו-SDT). **השערה 3 אוששה**. נמצא כי המשתנה SRL תורם תרומה ישירה וחיובית ($\beta = .23, p < .05$) על העלאה של ההישגים בפתרון בעיות במתמטיקה.

השערה 4: SDT ימצא כמשתנה מתן להישגים דרך SRL (קשר עקיף)

נמצא כי הקשר בין SDT להצלחה בפתרון בעיות מילוליות במתמטיקה מתן באמצעות SRL; כלומר קשר חיובי חזק נמצא בין SDT ל-SRL ($\beta = .93, p < .001$) ובהמשך – קשר חיובי חזק נמצא בין SRL להצלחה בפתרון בעיות מילוליות במתמטיקה ($\beta = .23, p < .05$), זאת במודל המלא הכולל ניכוי של דרגת כיתה ושל ציון ההישגים במתמטיקה לפני ההתערבות. יתר על כן, בפיקוח על ההישגים במתמטיקה לפני ההתערבות ודרגת הכיתה – SDT קשור בקשר ישיר, שלילי אך חלש עם ההישגים במתמטיקה אחרי ההתערבות (ממצא המחזק את המסקנה כי משתנה ה-SDT מתן כמשוער באמצעות SRL). לפיכך **השערה 4 אוששה**.

בתרשים 9 מוצג מודל הנתיבים המלא – תפיסת ההכוונה העצמית של התלמידים על ההישגים בפתרון בעיות מילוליות במתמטיקה:

ממצאים

השערה 1: מתאמים בקרב מרכיבי המשתנים - בדיקות תוקף מבנה

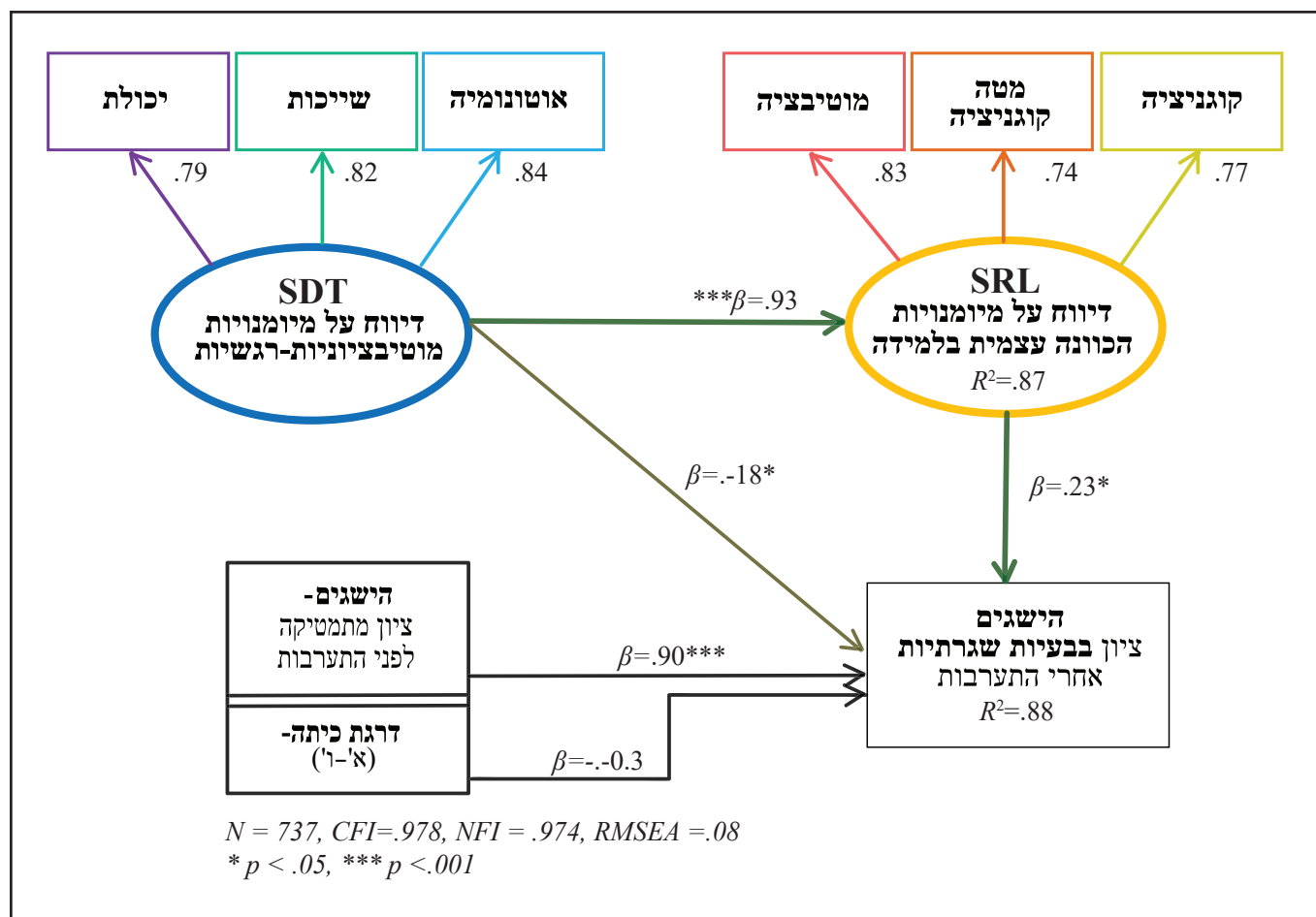
המתאמים בין גורם העל SRL לשלושת מרכיביו נמצאו חיוביים, גבוהים מאוד ומובהקים (טווח המתאמים: $r = .86 - r = .85$). כמו כן המתאמים בין גורם העל SDT לשלושת מרכיביו נמצאו חיוביים, בינוניים ומובהקים (טווח המתאמים: $r = .57 - r = .51$). ממצאים אלה מעידים על תוקף המבנה ותוקף מתכנס של SRL ו-SDT. לפיכך **השערה 1 אוששה**.

השערה 2: מתאמים בין המשתנים SRL ל-SDT

המתאם בין SRL ל-SDT נמצא חיובי, בינוני עד גבוה ומובהק ($r = .62, p < .001$). בניחות נתיבים עלה כי במודל הכולל, הקשר בין שני משתנים אלו חיובי, גבוה מאוד ומובהק ($\beta = .93, p < .001$). ממצאים המעיד על קשר בין שני גורמי על אלה; לפיכך **השערה 2 אוששה**.

השערה 3: SRL יתרום במישרין להעלאת ההישגים בפתרון בעיות במתמטיקה

על פי הספרות התאורטית שנסקרה והמתאמים שהוצגו, הורצה סדרה של ניתוחי משוואות מבניות (SEM) שמטרתן לבחון ולאשש את המודל המושגי התאורטי של המחקר על בסיס הנתונים האמפיריים שנאספו בקרב 737 התלמידים. לשם כך נבנה מודל נתיבים ראשון לבחינת הקשרים בין מרכיבי התאוריות ולבחינת המודל התאורטי שהוצע (תרשים 4), ולפיו SDT משפיע על SRL, שבתורו משפיע על ההישגים בפתרון בעיות מילוליות במתמטיקה. בהמשך נבנה מודל נתיבים שני



תרשים 9: מודל נתיבים להסבר השונות בהישגים במתמטיקה (אחרת ההתערבות) באמצעות SDT ו-SRL בפקוח על דרגת כיתה וציון במתמטיקה (לפני ההתערבות) (קולושי-מינסקר, 2017)

למשל נעזרים בחבריהם או במורתם או מרגישים יכולת לחקור בעצמם את הקושי ולהתמודד עימו. לפיכך תחושת היכולת שלהם מועצמת וגם המוטיבציה שלהם ללמידה. אלו בתורן – יגבירו את יכולתם ליישם את המיומנויות הקוגניטיביות והמטה-קוגניטיביות שרכשו.

בהיזון חוזר, ככל שהצרכים הפסיכולוגיים הבסיסיים של התלמידים מסופקים, כלומר הם תלמידים פעילים בלמידה, הלמידה מהותית ורלוונטית עבורם (אוטונומיה), הם חווים חוויות של למידה שיתופית ורואים בעצמם חלק מקבוצת הלומדים (שייכות), כך עולה תחושת היכולת שלהם וביטחונם להעמיק בלמידה, להרחיב את ידיעותיהם, לשנות אסטרטגיה להגעה לפתרון וכדומה (Winne, 2010).

כך נוצר מעגל של תפקודי ההכוונה העצמית בלמידה, המעצימים ומשלימים זה את זה, ומשפרים את הישגיהם במתמטיקה בכלל ובפתרון בעיות מילוליות במתמטיקה בפרט (Azevedo & Cromley, 2004; De Corte et al., 2011; Ryan & Deci, 2000; Kaplan & Assor, 2012; Martinek & Kipman, 2016; Weinstein et al., 2013).

בספרות המחקר יש הסכמה שהגישה של התלמידים כלפי מתמטיקה תלויה בסביבת הלמידה שלהם בבית הספר, שמשפיעה על ההבנה המתמטית שהם מפתחים ועל היכולת שלהם להשתמש בידע המתמטי שלהם הן במשימות אקדמיות הן בחיי היום-יום (NCTM, 2006; OECD-PISA, 2013).

דיון ותרומת המחקר

סקירת ספרות תאורטית ואמפירית ענפה ותוצאות מחקר חלוץ של תוכנית ההתערבות המשולבת SDT+SRL (קולושי-מינסקר, 2017) מחזקים מודלים תאורטיים להכוונה עצמית ותוצאות מחקרים התערבותיים בתחום זה (Mega et al., 2014), המביאים לידי מסקנה כי על מודל מיטבי להוראת פתרון בעיות מילוליות במתמטיקה בקרב לומדים צעירים בכיתות א'-ו' לשלב בסביבת הלמידה המתמטית, טיפוח של תפקודי הכוונה עצמית קוגניטיבית ומטה-קוגניטיבית ומוטיבציונית בלמידה באמצעות SRL, עם טיפוח תפקודי הכוונה עצמית מוטיבציונית-רגשית, באמצעות סיפוק הצרכים הפסיכולוגיים הבסיסיים: אוטונומיה, שייכות ויכולת SDT.

מטרת תוכנית סינרגטית זאת ליצור סינתזה קוגניטיבית ומטה-קוגניטיבית ומוטיבציונית-רגשית בקרב התלמידים באמצעות שילוב של יכולות (skills) עם רצון (will). אפשר להסיק מהמחקר הנוכחי כי בין SRL לבין SDT קיים לא רק קשר חיובי וחזק אלא גם דו-כיווני; כאשר סביבת הלמידה מעניקה לתלמידים מרחב להכוונה עצמית בלמידה באמצעות טיפוח מיומנויות קוגניטיביות ומטה-קוגניטיביות ומיומנויות מוטיבציוניות ללמידה, התלמידים שולטים בשלבי הפתרון באמצעות שאלות עצמיות ליישום הידע שרכשו, מבקרים את תוצריהם ומפקחים על התקדמותם. כאשר גם נתקלים בקושי או באתגר, הם נעזרים במיומנויות מוטיבציוניות-רגשיות,

במחקרי המשך מומלץ לבחון את השפעת התוכנית המשולבת SRL+SDT על הישגים כוללים במתמטיקה, בכיתות ז'-י"ב, ובקרב תלמידים בכל מיני רמות של הישגים במתמטיקה (מצטיינים, בינוניים ומתקשים). עוד מוצע כי כדי לתת פרספקטיבה רחבה ומתקפת יותר של הממצאים, חשוב שבעתיד מחקרים יכללו גם גישות חקר משולבות של mixed methods (כמותיות ואיכותניות) ושיטות מדידה אחרות, כמו תיעוד עצמי ביומן רפלקטיבי ואמצעי הערכה אותנטיים שבאמצעותם אפשר לנתח את תהליכי ההכוונה העצמית בזמן אמת. נוסף לתצפיות בכיתה באמצעות כלי תצפית ייחודיים שייבנו לצורך כך, ופתרון בעיות בקול שמאפשרות מעקב אחר תהליך החשיבה (כגון ניתוח שיח – discourse analysis – בין זוגות ובקרב קבוצות תלמידים, תיעוד מוסרט של שיעורי מתמטיקה וכדומה).

"If I had an hour to solve a problem and my life depended on the solution, I would spend the first 55 minutes determining the proper question to ask, For once I know the proper question, I could solve the problem in less than five minutes."

Albert Einstein (1879-1955)

רשימת מקורות

הרשקוביץ, ש' (2014). **האם זו בעיה? בעיות מילוליות במספרים טבעיים בבית-הספר היסודי**. מטח – המרכז לטכנולוגיה חינוכית.

משרד החינוך, התרבות והספורט. (2006). **תכנית לימודים במתמטיקה לכיתות א-ו בכל המגזרים**.

נשר, פ' (1976). שלושה מרכיבי קושי של שאלה מילולית במתמטיקה. **עיונים בחינוך**, 10, 131-144.

סגל, ד' (2002). **אחת ולתמיד**. ירושלים: ארץ.

עשור, א' (2004). בית ספר מצמיח: בית ספר התומך בצרכים נפשיים ומקדם קשב לעצמי ולאחר. בתוך ר' אבירם (עורך), **בית הספר העתידי: מסע מחקר לעתיד החינוך** (עמ' 165-210). מסדה.

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 בר-אילן.

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

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.

קפלן, ח' (2014). **הכוונה עצמית ומוטיבציה**. לקסי-קיי, 2, 17-15.

לכן אחד העקרונות החשובים בחינוך הוא פיתוח לומד בעל הכוונה עצמית, אשר אקטיבי בלמידתו, חוקר ושואל שאלות, שולט בתהליך הלמידה שלו ומודע לתהליכי החשיבה שלו ואסטרטגיות הפתרון שלו (Silver, 1994). כפי שהוצג במאמר הנוכחי, מחקרים רבים מצביעים על קשר בין תהליכי הכוונה עצמית של תלמידים לבין הישגיהם האקדמיים (לדוגמה: Schoenfeld, 2002; Zimmerman & Schunk, 2011). אולם למרות העיסוק הנרחב בחשיבותה של ההכוונה העצמית ללמידה, עדיין "תלמידים רבים חווים קשיים בלימודים, מכיוון שהם כל הזמן מתמקדים בזכירת התוכן הנלמד ללא למידה מוקדמת של הקשרים השכליים שנחוצים לתמוך במאמץ. כדי שתלמידים יתפקדו באופן אינטליגנטי, על המורים לפתח כשרים קוגניטיביים ומטה-קוגניטיביים נוסף להשפעה החיובית של רגשות, עמדות והנעה" (Hartman, 2001, p. 43).

בעניין מתמטיקה לרוב התלמידים עם קשיים בתחום המתמטיקה ישנם חסכים חמורים מכל מיני היבטים של הכוונה עצמית בנטייה מתמטית, וליתר דיוק, במיומנויות המטה-קוגניטיביות והמטה-בחינתיות (De-Corte et al., 2011; De-Corte et al., 2000). נוסף על כך, הם מושפעים מאמונות נאיביות ולא נכונות על אודות מתמטיקה, למידה מתמטית ופתרון בעיות שאינם מאפשרים התפתחות של מיומנויות של הכוונה עצמית. לכן נודעת חשיבות רבה לטיפוח הכוונה עצמית בתפיסה החדשה והשכיחה של מתמטיקה בבתי הספר; כלומר כיעד עיקרי בחינוך מתמטי מצד אחד, וכמאפיין חיוני של למידה מתמטית אפקטיבית מצד אחר.

על פי תפיסות חינוכיות אלו למחקר הנוכחי תרומות בשלושה שדות: תרומות לתאוריה, תרומות מתודולוגיות ותרומות יישומיות.

התרומה התאורטית של המחקר היא ביסוס הקשרים שבין תאוריות של הכוונה עצמית SRL ו-SDT ומרכיביהן, ביניהן ובין הישגים בפתרון בעיות מילוליות במתמטיקה בקרב תלמידים בבית הספר היסודי. טרם התבצע מחקר כזה הבוחן את הקשרים בין תפיסת הכוונה עצמית של תלמידים צעירים בכיתות א'-ו' ובין הישגיהם במתמטיקה. **התרומה המתודולוגית** של המחקר טמונה בכלי ההערכה שנבנו, עובדו ותוקפו על רקע המחקר: מבחני הישגים במתמטיקה לתלמידי כיתות א'-ו'; שאלוני דיווח עצמי לבדיקת ההשפעה של תוכנית ההתערבות המשולבת (SDT+SRL) על ההישגים בפתרון בעיות מילוליות במתמטיקה. לממצאי המחקר הנוכחי ומסקנותיו יש השפעה ניכרת על שדה החינוך וההוראה. **התרומה היישומית** היא תוכנית ההתערבות המשולבת לשיפור ההישגים בפתרון בעיות מילוליות במתמטיקה באמצעות טיפוח מיומנויות הכוונה עצמית. כדי שמורים יהיו מודעים להבנה העכשווית של תלמידיהם, התלמידים חייבים להיות מעורבים בלמידה, להשתתף בה, להתוות בשיתוף עם המורים את ההבניה שלה ולהביע את רגשותיהם ומחשבותיהם (Ryan et al., 2016). כמו כן תוכנית ההתערבות המוצעת במחקר זה עשויה לסייע להעלאת הישגים בתחומי דעת נוספים ובקרב אוכלוסיות תלמידים נוספות, וכן ללמד תלמידים לייעל את הכישורים בהכוונה עצמית לצורך יישום ממשי של למידתם.

- Kolovelonis, A., Goudas, M., & Dermitzaki, I. (2010). Self-regulated learning of a motor skill through emulation and self-control levels in a physical education setting. *Journal of Applied Sport Psychology*, 22(2), 198-212. <https://doi.org/10.1080/10413201003664681>
- Kramarski, B. (2018). Teachers as agents in promoting students' SRL and performance. In D. H. Schunk & J. A. Greene (Eds.), *Handbook of self-regulation of learning and performance* (2nd ed., pp. 223-239). Routledge
- Kramarski, B., & Michalsky, T. (2015). Effects of a TPACK-SRL model on teachers' pedagogical beliefs, self-efficacy and technology-based lesson design. In C. Angelie & N. Valanides (Eds.), *Technological pedagogical content knowledge: Exploring, developing, and assessing TPACK* (pp. 89-112). Springer.
- 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*, 42(2), 179-193. <https://doi.org/10.1007/s11858-009-0202-8>
- Martinek, D., & Kipman, U. (2016). [Self-determination, self-efficacy and self-regulation in school: A Longitudinal Intervention study with primary school pupils](https://doi.org/10.17265/2159-5526/2016.02.005). *Sociology Study*, 6(2), 124-133. <https://doi.org/10.17265/2159-5526/2016.02.005>
- Mega, C., Ronconi, L., & De Beni, R., (2014). What makes a good student? How emotions, self-regulated learning and motivation contribute to academic achievement. *Journal of Educational Psychology*, 106(1), 121-131. <https://doi.org/10.1037/a0033546>
- Mevarech, Z. R., & Kramarski, B. (1997). IMPROVE: A multidimensional method for teaching mathematics in heterogeneous classrooms. *American Educational Research Journal*, 34, 365-394. <https://doi.org/10.3102/00028312034002365>
- Mevarech, Z. R., & Kramarski, B. (2014). *Critical Maths for innovative societies: The role of metacognitive pedagogies*. OECD publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264223561-en>
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., & Hooper, M. (2016). TIMSS 2015. *International results in mathematics*. IEA. <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/>
- קפלן, א' ועשור, א' (2004). דיאלוג תומך צרכים פסיכולוגיים בין מורים ותלמידים כמקדם רווחה נפשית בבית הספר: המשגה ותוכנית יישומית. [הייעוץ החינוכי](https://doi.org/10.1007/s11409-014-9123-1), 13, 188-161.
- Azevedo, R. (2014). [Issues in dealing with sequential and temporal characteristics of self- and socially-regulated learning](https://doi.org/10.1007/s11409-014-9123-1). *Metacognition and Learning*, 9, 217-228. <https://doi.org/10.1007/s11409-014-9123-1>
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Prentice-Hall.
- De Corte, E., Depaepe, F., Op' t Eynde, P., & Verschaffel, L. (2011). [Students' self-regulation of emotions in mathematics: An analysis of meta-emotional knowledge and skills](https://doi.org/10.1007/s11858-011-0333-6). *ZDM*, 43(4), 483-495. <https://doi.org/10.1007/s11858-011-0333-6>
- De Corte, E., Verschaffel, L., & Eynde, P. O. (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.
- De Corte, E., Verschaffel, L., & Eynde, P. O. (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.
- Francom, G. M. (2010). Teach me how to learn: Principles for fostering students' self-directed learning skills. *International Journal of Self-Directed Learning*, 7(1), 29-44.
- Halvari, A. E., & Halvari, H. (2006). [Motivational predictors of change in oral health: An experimental test of self-determination theory](https://doi.org/10.1007/s11031-006-9035-8). *Motivation and Emotion*, 30(4), 295-306. <https://doi.org/10.1007/s11031-006-9035-8>
- Hartman, H. J. (2001). [Developing students' metacognitive knowledge and skills](https://doi.org/10.1007/s11218-012-9178-2). In H. J. Hartman (Ed.), *Metacognition in learning and instruction: Theory, research and practice* (pp. 33-68). Kluwer Academic Publisher.
- Kaplan, H., & Assor, A. (2012). [Enhancing autonomy-supportive I-Thou dialogue in schools: Conceptualization and socio-emotional effects of an intervention program](https://doi.org/10.1007/s11218-012-9178-2). *Social Psychology of Education*, 15(2), 251-269. <https://doi.org/10.1007/s11218-012-9178-2>

- motivation at schools* (2nd ed., pp. 96-119). Routledge.
- Ryan, R. M., & Deci, E. R. (2000b). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68-78. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>
- Ryan, R. M., Deci, E. L., & Vansteenkiste, M. (2016). Autonomy and autonomy disturbances in self-development and psychopathology: Research on motivation, attachment, and clinical process. In D. Cicchetti (Ed.), *Developmental psychopathology* (3rd ed., Vol. 1, pp. 385-438). John Wiley & Sons Inc.
- Schoenfeld, A. H. (2002). Research methods in (mathematics) education. In L. D. English (Ed.), *Handbook of international research in mathematics education* (pp. 435-488). Erlbaum.
- Silver, E. A. (1994). [On mathematical problem posing](#). *For the Learning of Mathematics*, 14(1), 19-28.
- Simpson, L. E. (2008). *Self-determination in the classroom* [Master's thesis]. New England College.
- Weinstein, N., Przybylski, A. K., & Ryan R. M. (2013). The integrative process: New research and future directions. *Current Directions in Psychological Science*, 22(1), 69-74. <https://doi.org/10.1177/0963721412468001>
- Winne, P. H. (2010). [Improving measurements of self-regulated learning](#). *Educational Psychologist*, 45(4), 267-276. <https://doi.org/10.1080/00461520.2010.517150>
- 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). Academic Press.
- Zimmerman, B. J. (2008). [Investigating self-regulation and motivation: Historical background, methodological development, and future prospects](#). *American Educational Research Journal*, 45(1), 166-183. <https://doi.org/10.3102/0002831207312909>
- Zimmerman, B. J., & Schunk, D. H. (Eds.). (2011). *Handbook of self-regulation of learning and performance*. Routledge.
- wp-content/uploads/filebase/full%20pdfs/T15-International-Results-in-Mathematics.pdf National Council of Teachers of Mathematics. (2006). Curriculum focal points for prekindergarten through grade 8 mathematics: A quest for coherence. *Teaching Children Mathematics*, 13(3), 159. https://www.nctm.org/Publications/teaching-children-mathematics/2006/Vol13/Issue3/Curriculum-Focal-Points-for-Pre-K%20%80%93Grade-8-Mathematics_-A-Quest-for-Coherence/
- OECD-PISA. (2013). PISA 2015 draft collaborative problem solving assessment framework. https://www.oecd.org/callsfortenders/Annex%20ID_PISA%202015%20Collaborative%20Problem%20Solving%20Framework%20.pdf
- Peeters, E., De Backer, F., Reina, V. R., Kindekens, A., Buffel, T., & Lombaerts, K. (2013). [The role of teachers' self-regulatory capacities in the implementation of self-regulated learning practices](#). *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 116, 1963-1970. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.504>
- Pintrich, P. R. (2000a). 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>
- Pintrich, P. R. (2000b). Multiple goals, multiple pathways: The role of goal orientation in learning and achievement. *Journal of Educational Psychology*, 92(3), 544-555. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.92.3.544>
- Pintrich, P. R. (2000c). The role of goal orientation in self-regulated learning. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 451-502). Academic Press.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000a). [Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being](#). *American Psychologist*, 55(1), 68-78. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2016). Facilitating and hindering motivation, learning, and well-being in schools: Research and observations from self-determination theory. In K. R. Wentzel & D. B. Miele (Eds.), *Handbook on*