

הכוונה לשיפוט עצמי מטה-קוגניטיבי במהלך פתרון בעיות טובנה מספרית בקרב תלמידים צעירים בכיתה ד'

סטלה גידלביץ'



ד"ר סטלה גידלביץ'

בוגרת לימודי דוקטורט בחינוך מתמטי מטעם אוניברסיטת בר-אילן.

מרצה ומדריכה פדגוגית במכללת אורנים ובמכללת שאנן.

עוסקת בחקר של מנגנון הוויסות העצמי בלמידה ובהתאמת תכניות התערבות מבוססות מחקר המפתחות מנגנון זה במתמטיקה ובתחומים דעת נוספים בקרב תלמידים עם מגוון יכולות בגילאים שונים.

תקציר

מטרת המחקר הנוכחי הייתה לבחון השפעה של תוכנית התערבות המבוססת על שאלות מטה-קוגניטיביות עצמיות בשילוב אימון לשיפוט מטה-קוגניטיביים על תלמידי כיתה ד' ($n=12$), בהשוואה לקבוצת ביקורת ($n=12$) שלא נחשפה לתוכנית זו. ניתוח איכותני של החשיבה בקול רם עסק בשלושת השלבים של הוויסות העצמי בלמידה (SRL): תכנון, פיקוח והערכה בעת פתרון בעיית טובנה מספרית לא שגרתית. כמו כן הניתוח בכל שלב התמקד ברכיבי הוויסות העצמי: מטה-קוגניציה (ידע ובקרה של הקוגניציה), מוטיבציה (מטרות שליטה ומסוגלות עצמית) ושיפוט מטה-קוגניטיביים. מתוך ממצאי המחקר עולה כי תלמידים בקבוצת הניסוי הצליחו בפתרון בעיה לא שגרתית יותר מתלמידים בקבוצת הביקורת. נוסף על כך, נמצאו הבדלים בהיגדים הקשורים לוויסות העצמי בלמידה ובפרט לשיפוט מטה-קוגניטיביים בשלבי הוויסות למיניהם.

מילות מפתח: פתרון בעיות טובנה מספרית; הכוונה מטה-קוגניטיבית; שיפוט מטה-קוגניטיבי; ויסות עצמי בלמידה; חשיבה בקול רם.

מבוא

המחקרים הבין-לאומיים העוסקים בהערכת הישגים מתמטיים כגון TIMSS (2011) מתמקדים בשאלות לבדיקת יכולת לפתור בעיות טובנה מורכבות המצריכות שילוב בין תחומי ידע מגוונים. נוסף על ידע התוכן המתמטי ההכרחי, שאלות אלה דורשות מהלומד גם שימוש במגוון של מיומנויות קוגניטיביות. דרישות אלה תואמות לדרך הלמידה במאה העשרים ואחת, שבה המידע זמין ומהירות קבלתו ממשיך לעלות במידה דרמטית. שינוי זה משנה את מטרות החינוך עם שימת פחות דגש על העברת מידע והתמקדות רבה יותר בפיתוח של מיומנויות אוריינות ומיומנויות של ויסות עצמי בלמידה (SRL – Self-regulation in learning). ויסות עצמי בלמידה הוא

יסות עצמי בלמידה

הוויסות העצמי בלמידה (SRL) נוגע לתהליכים פרואקטיביים וקונסטרוקטיביים מחזוריים של תכנון מטרות הלמידה (חשיבה מראש), פיקוח (בעת ביצוע המטלות הלימודיות) והערכה (רפלקציה) המתרחשים בשלושת הרכיבים העיקריים: קוגניציה, מטה-קוגניציה (גם שיפוטים מטה-קוגניטיביים) ומוטיבציה על פי קשר של תחום הדעת שהלמידה מתרחשת בו (Pintrich, 2000; Zimmerman, 2008).

רכיב הקוגניציה והמטה-קוגניציה

קוגניציה היא תהליך הקשור לידע הבא לידי ביטוי הן בשימוש באסטרטגיות פשוטות, כגון שינון ועיבוד מידע, והן באסטרטגיות ברמות גבוהות יותר, כגון פתרון בעיות וחשיבה ביקורתית. מטה-קוגניציה היא חשיבה על חשיבה ומכוונת להבנת משימה ולאסטרטגיות פתרון (Flavell, 1979; Pintrich, 2000; Zimmerman, 2008) ונוגעת לשלושה רכיבים מרכזיים: ידע של קוגניציה, שיפוטים ופיקוח מטה-קוגניטיביים ובקרה של הקוגניציה (Pintrich et al., 2000).

ידע של הקוגניציה מביא ידע הצהרתי על אסטרטגיה / משימה ("מה?"), ידע פרוצדורלי לשימוש באסטרטגיות קוגניטיביות למיניהן ("איך?") וידע מותנה ("מתי" ו"למה?") לשימוש גמיש ומותאם באסטרטגיות קוגניטיביות מגוונות (Pintrich, 2002).

פיקוח מטה-קוגניטיבי מעריך את הבנתו של התלמיד במשימה של עיבוד ותכנון, ביצוע ורפלקציה (Pintrich et al., 2000; Zimmerman, 2008). המעקב נבדק בדקה פרנספקטיבית או רטרנספקטיבית תוך בחינת שלבים של לפני השלמת משימה, במהלכה או לאחריה באמצעות **שיפוטים מטה-קוגניטיביים** (Mihalca, Mengelkamp, & Schnotz, 2017). לפי זה יש ארבעה סוגים של שיפוטים מטה-קוגניטיביים המעורבים בתהליך הלמידה (Pintrich et al., 2000): קלות הלמידה (EOL – Ease of Learning); שיפוט הלמידה (JOL – Judgement of Learning); תחושה של ידיעה (FOK – Feeling of Knowing); ביטחון בשיפוט (CJ – Confidence Judgements).

שיפוט קושי או קלות הלמידה (EOL – Ease of Learning) עוסק בהערכה פרנספקטיבית של הלומד את הקושי או הקלות שלדעתו יצליח לפתור את המשימה הנתונה. שיפוט זה נעשה לרוב לפני העיבוד בפועל של משימת הלמידה ("האם המשימה קשה או קלה עבורי?"; "מה יהיה קל/קשה לבצע בה?") (Mihalca et al., 2017). מחקרים שנעשו בקרב סטודנטים לתואר ראשון הראו כי יכולת שיפוט זה עשויה להשתפר לאחר תרגול ארוך של הכוונה מפורשת המשולבת בהוראת תוכן (למשל, Cao & Nietfeld, 2005).

שיפוט הלמידה (JOL – Judgement of Learning) עוסק במודעות של הלומד לאסטרטגיית הלמידה שנבחרה ולשיפוט פוטנציאלי של יעילותה של דרך העבודה שנבחרה. למשל, עצם הדבר שתלמיד יאמר לעצמו "אני לא מבין את הבעיה הזו", עשוי להביא אותו לקריאה נוספת של הבעיה (Azevedo et al., 2011). שיפוט JOL נוגע גם ליכולתו של הלומד להעריך את יכולתו העתידית לזהות את החומר שכבר למד ומתרחש בדרך כלל בעת הלמידה במהלך שלב הביצוע (Jemstedt, Kubik, & Jönsson, 2017; Pintrich et al., 2000). תלמידים עם הערכת יתר בשיפוט JOL עשויים להפסיק את ביצוע המטלות לפני השגת מטרות הלמידה (Isaacson & Fujita, 2006). מחקרים שבחנו התערבויות לשיפור הדיוק של השיפוט

אוסף של מיומנויות מטה-קוגניטיביות ומוטיבציוניות המאפשרות ללומד להעריך במידה ביקורתית את ביצועיו ואת השגת מטרותיו הלימודיות וגם לבחון אסטרטגיות למידה שהשתמש בהן תוך בחינת למידה עתידית (Pintrich, 2000; Zimmerman, 2008).

התלמידים לא רוכשים בספונטניות את מיומנויות הוויסות העצמי (Pintrich, Wolters, & Baxter, 2000; Zimmerman, 2008), אך החוקרים מציינים את היעילות בהוראה של מיומנויות אלה בעניין תחום התוכן שהלמידה מתרחשת בו (למשל, Pintrich, 2000; Zimmerman, 2008). בעוד הכוונה המכוונת למטה-קוגניציה ומוטיבציה נחקרה במידה רבה בתחום תוכן של פתרון בעיות במתמטיקה (Dignath, Büttner, & Langfeldt, 2008; Mevarech, 2014), רק מחקרים מעטים בחנו את תפקיד השיפוטים המטה-קוגניטיביים בפתרון בעיות מתמטיות, במיוחד בקרב תלמידים צעירים (9 שנים).

מטרת המחקר הנוכחי הייתה לבחון באמצעות ניתוח איכותני של חשיבה בקול רם את השפעתה של התוכנית הייחודית של הכוונה מטה-קוגניטיבית לשיפוט עצמי, הנוגעת לשלושה שלבים מחזוריים של הוויסות העצמי ולרכיבו: מטה-קוגניציה, שיפוטים מטה-קוגניטיביים (מארבעה סוגים) ומוטיבציה, בהשוואה לקבוצת ביקורת שלא נחשפה לתוכנית זו.

בעיות תובנה מספרית בתחטיקה

פתרון בעיות תובנה מספרית ידוע כאחד הנושאים הקשים ביותר להבנת תלמידים (למשל, Schoenfeld, 1992; TIMSS, 2011). תובנה מספרית היא רגישות לתהליך הדורש "הבנה של מצבים, הקשרים או מושגים תוך חיבורם לידע קיים או ניסיון קודם" (NCTM, 2009, p. 4). כדי לפתור בעיות תובנה מספרית נדרשות מיומנויות קוגניטיביות ברמה גבוהה, כגון יישום של תהליכים מתמטיים בנושא לא מוכר או מורכב (TIMSS, 2011).

מורים למתמטיקה מעוניינים שתלמידיהם יעסקו בחשיבה מתמטית. המונח 'חשיבה' משולב לעיתים קרובות ברעיונות של העמקת ההבנה והיישום של מושגים מתמטיים (Van Velzen, 2016). יש בספרות המחקרית כל מיני תובנות על המקור ליכולת של התובנה המספרית. כך תובנה מספרית היא יכולת מפורשת של הפרט ליצור הבנה באמצעות רפלקציה על החלטות ופעולות שעשה (Weick, Sutcliffe, & Obstfeld, 2005). כלומר על פי הגדרה זו, תובנה מספרית נובעת מרפלקציה מעמיקה שנעשתה לאחר הפתרון והיא תוצאה של גישה רטרנספקטיבית. על פי גישה אחרת, תובנה מספרית היא המקור למוטיבציה להשקיע מאמץ מתמשך בהבנת קשרים (שיכולים להיות בין אנשים, מקומות או אירועים), כדי לצפות מראש דרכי פתרון ולפעול ביעילות (Klein, Moon, & Hoffman, 2006). במילים אחרות, תובנה מספרית היא פרנספקטיבית. בדרך השילוב בין שתי הגישות אפשר לסכם שהחלטות הלומד ופעולותיו עשויות להשפיע על חשיבתו במתמטיקה הן פרנספקטיבי הן רטרנספקטיבי (Biccard, 2018).

מחקרים הראו כי אף שלאורך השנים נעשו מאמצים רבים להקנות לתלמידים מיומנויות לפתרון בעיות תובנה מספרית, לומדים רבים בגילים מסוימים עדיין מתקשים להפנים תהליכים אלה (Schoenfeld, 1992; TIMSS, 2011). סוגי בעיות אלה דורשים מהלומד להיות ערני במהלך כל תהליך הלמידה, לתכנן, לפקח ולהעריך את תהליך הפתרון. כמו כן הוא נדרש למוטיבציה. במילים אחרות, על התלמיד לווסת את תהליך הלמידה שלו.

ובקרה נמצאו קשורות למטרות שליטה (Al-Harthy, Was, & Isaacson, 2010).

מסוגלות עצמית מתארת את תחושת היכולת של האדם להגיע לתוצאה מסוימת (Bandura, 1986). מסוגלות עצמית קשורה לתובנה עצמית ומשפרת את השפעת היכולת על ביצוע (Tzohar- Rozen & Kramarski, 2014).

מחקרים בתחום הוויסות העצמי מראים שלעיתים קרובות לומדים מתקשים לפתח מיומנויות הקשורות לרכיבי הוויסות העצמי. ברכיב המטה-קוגניציה עולים קשיים בידע, שיפוטיות, פיקוח ובקרה, במיוחד בכל הנוגע לדיוק בשיפוט (Isaacson & Fujita, 2006; Jemstedt et al., 2017). קשיים נוספים נמצאים ברכיב המוטיבציוני כאשר נדרשות מטרות שליטה להשגת הבנה מעמיקה והצבת מטרות לטיפול הוויסות העצמי. תוכניות ההתערבות קודמות בחנו רכיבים שונים מתהליך הוויסות העצמי (Jacobse & Harskamp, 2012; Mevarech & Kramarski, 2014) לרבות שיפוט עצמי. עם זאת, הראיות האמפיריות על טיפוח שיפוטיות מטה-קוגניטיביים לסוגיהם אינם אחידים (Roderer & Roebers, 2014; Roebers et al., 2014). ריבוי סוגי השיפוטיות והקושי בהבחנה מדויקת ביניהם מקשים על יישומם בתהליך הוויסות העצמי, במיוחד בקרב תלמידים צעירים יותר (Huff & Nietfeld, 2009; Metcalfe & Finn, 2012). כמו כן לא נערכו עד כה מחקרים המכוונים לכל הרכיבים של הוויסות העצמי במתמטיקה בקרב תלמידים צעירים תוך שימוש במתודולוגיה של ניתוח החשיבה בקול רם.

אחת הדרכים לטיפול הוויסות העצמי בלמידה היא הכוונה מטה-קוגניטיבית לצורך שיפור הישגים בפתרון בעיות מתמטיות. הכוונה זו נשענת על שאלות מטה-קוגניטיביות עצמיות כמו מה? מתי? למה? כיצד? במהלך שלושת השלבים של הפתרון: תכנון, פיקוח והערכה (Kramarski & Mevarech, 2003; Mevarech & Kramarski, 1997, 2014). שאלות כלליות אלו מכוונות במפורש לשלבי הוויסות העצמי ומסייעות ללומד להגיע לאינטגרציה של הידע העומד לרשותו בפתרון בעיות באמצעות רעיונות, יצירה של קישורים ותובנות, זיהוי אסטרטגיות יעילות ופיתוח חשיבה מתמטית.

הערכה של תהליכי הוויסות העצמי בלמידה

אחד הנושאים המרכזיים שמעסיק חוקרים בתחום הוויסות העצמי הוא הערכת התהליך של הוויסות העצמי העומד מאחורי הצלחה או כישלון במהלך הלמידה (Zimmerman, 2008). החוקרים מציינים את החשיבות הרבה בשימוש בשיטות ובכלים אותנטיים להערכה של תהליך הוויסות העצמי בזמן אמת בהתחשב במורכבות התהליך ולצורך הבנתו (Azevedo, 2014; Greene & Azevedo, 2007). דוגמה לכלי מסוג זה הוא פרוטוקולים של חשיבה בקול רם (Veenman, Wilhelm, & Beishuizen, 2004). מספקים דיווח ספונטני של הלומד על פתרון הבעיות בזמן אמת. שיטת החשיבה בקול רם יכולה לחשוף בזמן אמת את מטרותיו של הלומד בהגדרת משימת למידה, הבנת בעיה, תכנון פתרון, בחירת אסטרטגיה, מעקב אחר למידה, שיפוטיות מטה-קוגניטיביים מותאמים ולבסוף בקרה וקבלת החלטות. יתר על כן, שיטה זו יכולה להביא לידי ביטוי את המוטיבציה של הלומד בהתמודדות עם קשיים במגוון הדרכים (Greene & Azevedo, 2007). ניתוח מעמיק של החשיבה בקול רם תורם פרספקטיבה נוספת להבנת תהליכים דינמיים של שלבי הוויסות העצמי.

מסוג JOL בקרב הסטודנטים לתואר ראשון הראו שהסטודנטים לא תמיד מצליחים להשיג את מטרות הלמידה שהציבו לפנייהם (Logan, Castel, Haber, & Viehman, 2012; Townsend & Heit, 2011). לפיכך החוקרים ממליצים לטפח סוג זה של שיפוט בקרב סטודנטים לתואר ראשון.

תחושה של ידיעה (FOK – Feeling of Knowing) היא שיפוט מטה-קוגניטיבי פוטנציאלי שמתרחש כאשר אדם אינו יכול לזכור איך לבצע מטלה כלשהי, אך יש לו תחושה חזקה שהוא מכיר את דרך הביצוע (Pintrich et al., 2000, p. 49). FOK מתבטא בשלב הביצוע כאשר הלומדים שואלים את עצמם: "האם קראתי, שמעתי או בדקתי בעבר משהו על בעיה זו?" (Azevedo et al., 2013). חוקרים העוסקים בסוג זה של שיפוטיות מצאו קשיים בטיפוח של FOK. לדוגמה בקרב הסטודנטים לתואר ראשון לא מצאו קשר מובהק בין שיפוט זה לרכישת התוכן (Hicks & Marsh, 2002).

ביטחון בשיפוט (CJ – Confidence Judgements) הוא הערכה רטרופקטיבית הנוגעת לאמונה של התלמיד בפתרון ומתרחשת בעיקר בסוף תהליך הלמידה ("אני בטוח שצדקתי") (Mihalca et al., 2017). סוג זה של שיפוט מעריך את נכונות הפתרון (Roebers, Krebs, & Roderer, 2014). מחקרים הראו נטייה גבוהה של הערכת יתר בשיפוט CJ בקרב תלמידים. יש סבירות גבוהה שהלומד עם שיפוט CJ גבוה לא יחפש את הטעות ולא יתקן אותה (Shin, Bjorklund, & Beck, 2007). מחקרים קודמים עמדו על כך שאפשר לפתח את שיפוט ה-CJ בקרב ילדים צעירים יותר שגילם נע בין 9 ל-10 שנים (למשל, Roebers et al., 2014).

בקרה של הקוגניציה היא "תהליך, פעילות מתמשכת" (Pintrich et al., 2000, p. 50). בקרה מטה-קוגניטיבית נוגעת לבחירה ושימוש באסטרטגיות למידה ולחשיבה על תיקון טעויות. הבקרה קשורה לפיקוח מטה-קוגניטיבי ושיפוטיות מטה-קוגניטיביים המודיעים על עיבוד קוגניטיבי וביצועיו (Nelson & Narens, 1994).

רכיב המוטיבציה

המחקר הנוכחי מתמקד בתאוריית מטרות ההישג (Achievement Goals Orientation Theory) (Ames, 1992) שהתפתחה בשנים האחרונות כאחת התאוריות הדומיננטיות של מוטיבציה אקדמית הקשורה ישירות לתאוריית הוויסות העצמי (Efklides, 2008; Pintrich, 2000). תאוריה זו מתמקדת בהשגת המטרות שהציבו התלמידים במטלות הלמידה (Kaplan & Maehr, 1997; Elliot, 2002). יש הסכמה על הבחנה בסיסית בין סוגים מסוימים של מטרות למידה: **מטרות שליטה** ומטרות ביצוע (**מטרות ביצוע-התקרבות ומטרות ביצוע-הימנעות**) (Ames, 1992; Dweck, 1986). תלמידים המאופיינים במטרות שליטה מעריכים את הלמידה כמביאה תועלת ומעדיפים מצבי למידה שבהם אפשר להרחיב מיומנויות חדשות ולרכוש ידע חדש (Ames, 1992). מטרות שליטה מסייעות ללומדים לשפר את ביצועיהם, לקדם את למידתם ולרכוש אסטרטגיה מעמיקות (Nolen, 1988). לעומת התלמידים עם מטרות שליטה, תלמידים המאופיינים במטרות ביצוע התקרבות מעדיפים מצבים שבהם יוכלו להוכיח את יכולתם ולהשוות אותה ליכולת של תלמידים אחרים (Ames, 1992). תלמידים עם מטרות ביצוע הימנעות שואפים להימנע מהצגת חוסר יכולת לאחרים. הם משקיעים מאמץ מינימלי ומשתמשים לרוב באסטרטגיות שטחיות. ממצאים של מחקרים רבים מעידים כי תלמידים בעלי מטרות שליטה מדווחים על רמות גבוהות יותר של אסטרטגיות קוגניטיביות ומטה-קוגניטיביות יעילות (Pintrich, 2000). אסטרטגיות תכנון, פיקוח

השאלות העצמיות הותאמו לגיל התלמידים (ראו תרשים 1).



תרשים 1: שאלות מטה-קוגניטיביות עצמיות בזיקה לשלבי הוויסות העצמי

(מבוסס על Mevarech & Kramarski, 1997, 2014)

מפגשים 2-6 הוקדשו לפתרון ארבע בעיות טובנה מספרית (בארבעה מפגשים פתרו המשתתפים בעיות שגרתיות ובמפגש החמישי פתרו בעיות לא שגרתיות) בזיקה לתוכנית הלימודים של משרד החינוך לכיתה ד' (משרד החינוך, 2006). מבנה המפגשים כלל שלושה שלבים עיקריים: (א) חזרה על שלושת סוגי השאלות המטה-קוגניטיביות העצמיות; (ב) פתירת ארבע בעיות טובנה מספרית לצד מענה בכתב על השאלות העצמיות במהלך התקדמות בפתרון הבעיה. כמו כן התלמידים התבקשו להעריך את עצמם בסרגל לשיפוט עצמי. כל סרגל שולב בבעיה אחת (ראו בנספח 2 דוגמה לדף העבודה); (ג) דיון באסטרטגיות לפתרון ובשאלות המטה-קוגניטיביות העצמיות.

במפגש 7 נערך סיכום תוכנית ודיון על תרומתה להבנה המתמטית של המשתתפים.

קבוצת ביקורת: תוכנית זו התמקדה בתכונותיהן של בעיות טובנה מספרית ובאסטרטגיות לפתרון בעיות אלה, על פי המלצת שיטת הלימוד בבית הספר. במפגש הראשון נחשפו התלמידים לנושא הבעיות המילוליות, נערך דיון לציון חשיבותן ברכישת מיומנויות כישורי חיים בלימוד מתמטיקה בהמשך. במפגשים 2-6 התלמידים פתרו ארבע בעיות טובנה מספרית לאלה שפתרו התלמידים בקבוצת הניסוי. הזמן לפתרון הבעיות היה זהה בשתי הקבוצות. קבוצת הביקורת לא נחשפה לשאלות המטה-קוגניטיביות וסרגלים לשיפוט עצמי. עם זה הוסבר למשתתפים בקבוצה זו על החשיבות של הערכת הפתרון. כמו כן הומלץ למשתתפים לחשוב על פתרונם בעזרת השאלה "עד כמה אתה מאמין שהצלחת לפתור את הבעיה?". במפגש 7 נערך סיכום של לימוד הנושא בעיות מילוליות.

בעיית טובנה מספרית וחשיבה בקול רם: בתום תוכנית ההתערבות התבקשו התלמידים לפתור בעיה לא שגרתית בשיטת החשיבה בקול רם (Veenman et al., 2004). פתרון הבעיה שימש לשתי מטרות עיקריות: בחינה של השפעת ההתערבות על פתרון בעיה לא שגרתית; בחינה של השפעת ההתערבות על תהליכי הוויסות העצמי. החוקרת נפגשה עם כל תלמיד בנפרד, הציגה לפניו את המשימה וביקשה לבטא את דרך הפתרון. לא הייתה הגבלת זמן לפתרון הבעיה. הפתרון נמשך עשר דקות במוצע. פתרונות התלמידים הוקלטו ותועדו במסמכים כתובים, לרבות התנהגויות לא מילוליות שהחוקרת ראתה במהלך תהליך החשיבה.

לצורך המחקר הנוכחי נבחרה בעיית טובנה מספרית לא שגרתית, המחייבת את הלומד ליישם שיקולים לוגיים, חשיבה שיטתית, העברת ידע ומיומנויות למצבים חדשים וכן יכולת לשלב מיומנויות בעיה זו לא הייתה מהסוג שהתלמידים התנסו בו במהלך ההתערבות.

במחקר הנוכחי נעשה שימוש במתודולוגיה זו. לצורך הפיתוח של תוכנית ההתערבות, ארבעת הסוגים של השיפוטים המטה-קוגניטיביים העצמיים – קלות הלמידה (EOL – Ease of Learning); שיפוט הלמידה (JOL – Judgement of Learning); תחושה של ידיעה (FOK – Feeling of Knowing); ביטחון בשיפוט (CJ – Confidence Judgements) – הותאמו ל"סרגלי השיפוט" ששולבו בתוך שלבי הוויסות העצמי. פרטים על התוכנית המלאה מוצגים בפרק השיטה ובנספח.

טירת המחקר

מטרת המחקר הנוכחי הייתה לבחון באמצעות ניתוח החשיבה בקול רם את השפעתה של תוכנית ההתערבות מטה-קוגניטיבית המשלבת אימון לשיפוטים מטה-קוגניטיביים בשלבי הוויסות העצמי בהשוואה לקבוצת ביקורת שלא נחשפה לתוכנית זו. השפעת ההתערבות נבדקה במדדים אלה:

- פתרון בעיית טובנה מספרית.
- רכיבי הוויסות העצמי בלמידה: מטה-קוגניציה (ידע ובקרה של הקוגניציה); מוטיבציה (מטרות שליטה ומסוגלות עצמית); שיפוטים מטה-קוגניטיביים – קלות הלמידה (EOL – Ease of Learning), שיפוט הלמידה (JOL – Judgement of Learning), תחושה של ידיעה (FOK – Feeling of Knowing) וביטחון בשיפוט (CJ – Confidence Judgements).

על פי מחקרים אמפיריים נבדקת השערה כי קבוצת הניסוי תגיע להישגים גבוהים יותר בפתרון בעיית טובנה מספרית לעומת קבוצת הביקורת. נוסף על כך, במהלך החשיבה בקול רם בקבוצת הניסוי מצופה ליותר היגדים הנוגעים למטה-קוגניציה ולמוטיבציה בכל שלבי הוויסות העצמי, בהשוואה למשתתפים בקבוצת הביקורת (לדוגמה Mevarech & Kramarski, 1997, 2014; Tzohar-Rozen & Kramarski, 2014). לא גובשה השערה בנושא השיפוטים המטה-קוגניטיביים, מאחר שממצאי מחקרים קודמים אינם חד-משמעיים או חסרים בתחום ארבעת סוגי השיפוטים בהקשר המתמטי בקרב גילים צעירים (למשל, Roebbers et al., 2014).

שיטה

משתתפים

במחקר השתתפו 24 תלמידים (10 בנים ו-14 בנות) בני 9-10 משתי כיתות ד' מבתי הספר היסודיים בצפון הארץ. הם חולקו לשתי קבוצות אקראיות: ניסוי וביקורת, 12 תלמידים בכל קבוצה. המורות ציינו כי הם תלמידים טובים עם ממוצע ציונים שנע בין 85 ל-100 במבחן מיפוי מתמטיקה שנעשה לפני ההתערבות. לכל קבוצה הייתה מורה אחת. שתי המורות בעלות תואר B.Ed. וניסיון של 15-20 שנים בהוראת מתמטיקה. המורות קיבלו הדרכה מעורכת המחקר. תוכנית ההתערבות בשתי הקבוצות ארכה שבעה מפגשים, 12 שעות הוראה. המפגש הראשון והמפגש האחרון ארכו שעה ומפגשים 2-6 ארכו שעתיים.

תיאור תוכנית ההתערבות

קבוצת ניסוי: במפגש הראשון הוצגה תוכנית התערבות וחשיבותה. במהלך המפגש הוסברו לתלמידים שלושת שלבי הוויסות העצמי, השאלות העצמיות, ארבעת הסרגלים לשיפוט עצמי ושימוש בהם (ראו נספח 1). התלמידים התנסו בדוגמה לשימוש בסרגלים. השאלות המטה-קוגניטיביות העצמיות במחקר זה מכוונות להבנה, לבחירת אסטרטגיה ולרפלקציה על פי שלושת השלבים של הוויסות העצמי: תכנון, פיקוח והערכה (Zimmerman, 2000).

בבית הספר רכשו דגי זהב לאקווריומים הכיתתיים.

הילדים במועצת התלמידים תחילה חשבו לשים בכל אקווריום 4 דגי זהב, אך אחרי חלוקה זו דג אחד היה נשאר ללא אקווריום.

לאחר חישוב נוסף התברר שאם ישימו בכל אקווריום 5 דגי זהב, כל הדגים ייכנסו לאקווריומים.

כמה דגי זהב רכשו בבית הספר?

נמקו



דרך ניתוח הממצאים

1. פתרון הבעיה: התשובה הנכונה נוקדה בציון 1 והתשובה הלא נכונה ב-0. חושב אחוז התלמידים שנתנו תשובה נכונה בכל קבוצה.

2. תהליכי הוויסות העצמי עובדו בשני שלבים:

א. ניתוח תוכן של המסמכים (שקדי, 2011): יחידת תוכן הייתה ביטוי המבטא רעיון אחד; רוב ההיגדים היו מורכבים ממשפטים פשוטים. משפטים מורכבים שכללו יותר מרעיון אחד, חולקו למספר היגדים.

ב. מיון וסיווג של היגדים על פי רכיבי הוויסות העצמי: מטה-קוגניציה (ידע ובקרה של הקוגניציה), מוטיבציה (מטרות שליטה ומסוגלות עצמית) ושיפוטים מטה-קוגניטיביים (ראו תרשים 2). בתהליך זה התמקדו בהתנהגויות לא מילוליות המעידות על תהליכי הוויסות העצמי (Pintrich et al., 2000).

כדי לבדוק את המהימנות של חלוקת ההיגדים לפי רכיבי הוויסות העצמי בכל אחד משלבי הפתרון נערך שיפוט בין שני שופטים. בעת שלושת השלבים של תכנון, פיקוח והערכה נמצאה מהימנות גבוהה בכל הרכיבים: 92% מטה-קוגניציה, 85% מוטיבציה ו-90% שיפוט עצמי.

הערכה	פיקוח	תכנון	שלבי הוויסות העצמי	רכיבי הוויסות העצמי
"בדקתי את כל האפשרויות" (בקרה)	"הנתונים לא ברורים לי עד הסוף" (בקרה) "אני חושב שאני צריך להתחיל עם כפולות של 5" (ידע פרוצדורלי)	"אחרי שאקרא שוב את הבעיה, אני אבין אותה טוב יותר" (בקרה) "קודם כול, אני מדמיין לי את הסיטואציה של הבעיה" (ידע פרוצדורלי)	מטה-קוגניציה: ידע של הקוגניציה בקרה של הקוגניציה	
"אחרי שפתרתי את הבעיה הזאת, אני חושב שאני אפתור כל בעיה" (מסוגלות עצמית)	"חשוב לי מאוד לפתור את הבעיה הזאת" (מטרות שליטה)	"אני תמיד מצליח בבעיות מילוליות" (מסוגלות עצמית)	מוטיבציה: מטרות שליטה ומסוגלות עצמית	
"אני בטוח שאין פתרונות אחרים" (CJ)	"אני לא בטוח שאצליח לפתור את הבעיה, הפתרון שהשבתי עליו לא נכון" (JOL) "אני לא חושב שראיתי קודם בעיות דומות" (FOK)	"אני בטוח שאצליח בפתרון של הבעיה הזו" (EOL)	שיפוטים מטה-קוגניטיביים: שיפוט קושי או קלות הלמידה (EOL – Ease of Learning); שיפוט הלמידה (JOL – Judgement of Learning); תחושת הידיעה (FOK – Feeling of Knowing); ביטחון בשיפוט (CJ – Confidence Judgements).	

תרשים 2: דוגמאות להיגדים מתוך ניתוח החשיבה בקול רם השייכים לרכיבי הוויסות העצמי בלמידה ולשלבי

2. ניתוח איכותני-תהליכי של רכיבי הוויסות העצמי

מעתה היגדים המכוונים לידע ולבקרה של הקוגניציה ייקראו **היגדים מטה-קוגניטיביים**, היגדים המכוונים למטרות שליטה ולמסוגלות עצמית ייקראו **היגדים מוטיבציוניים** והיגדים המכוונים לשיפוט מטה-קוגניטיביים ייקראו **היגדי שיפוטים**. הניתוח נעשה על פי השלבים של הוויסות העצמי בלמידה. בהמשך יוצגו דוגמאות

תוצאות

1. הישגים בפתרון בעיית תובנה מספרית

אחוזי ההצלחה הגבוהים ביותר היו בקרב קבוצת הניסוי שבה 70% מהם ענו תשובה נכונה. בקבוצת הביקורת רק 12% מן הנבדקים ענו תשובה נכונה.

טבלה 1: שכיחות בשימוש בהיגדים השייכים לשלבי הוויסות העצמי השונים בזיקה לקבוצות המחקר

שכיחות	ניסוי	ביקורת	סך הכול
היגדים מטה-קוגניטיביים			
תכנון			
שכיחות	54 (100%)	9 (45%)	63
ממוצע	4.5	0.75	
פיקוח			
שכיחות	46 (100%)	5 (28%)	51
ממוצע	3.8	0.42	
הערכה			
שכיחות	28 (92.3%)	0	28
ממוצע	2.3	0	
היגדים מוטיבציוניים			
תכנון			
שכיחות	5 (25%)	2 (17%)	7
ממוצע	0.42	0.17	
פיקוח			
שכיחות	3 (25%)	1 (8%)	4
ממוצע	0.25	0.08	
הערכה			
שכיחות	4 (25%)	1 (8%)	5
ממוצע	0.33	0.08	
היגדי שיפוטים			
תכנון			
שכיחות	24 (100%)	8 (42%)	58
ממוצע	2	0.67	
פעולה			
שכיחות	26 (100%)	8 (58%)	144
ממוצע	2.2	1.5	
הערכה			
שכיחות	18 (92%)	7 (50%)	25
ממוצע	15	0.58	

שלב הפיקוח

בשלב זה נמצאו בסך הכול 51 היגדים מטה-קוגניטיביים, 46 (90%) היגדים נמצאו בקרב קבוצת הניסוי ו-5 (10%) היגדים בקרב קבוצת הביקורת. רק שליש מהתלמידים בקרב קבוצת הביקורת השתמשו בהיגדים מהסוג הזה לעומת כל התלמידים בקבוצת הניסוי שהשתמשו בממוצע בכמעט ארבעה היגדים לתלמיד (ראו טבלה 1). ההיגדים המטה-קוגניטיביים עסקו הן בידע של הקוגניציה (הצהרתי ופרוצדורלי) הן בבקרה של הקוגניציה. 35 היגדים המשמשים 68% מכלל ההיגדים שייכים לידע של הקוגניציה ו-16 (32%) לבקרה של הקוגניציה.

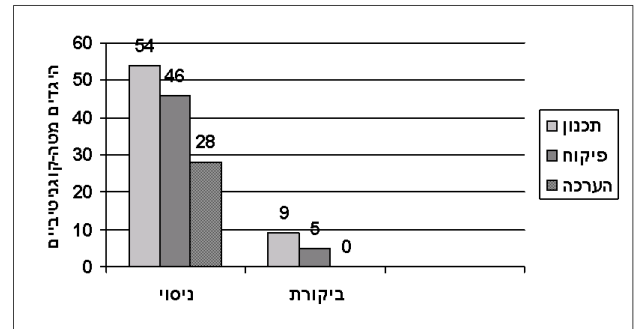
להלן דוגמאות של היגדים מטה-קוגניטיביים של נבדקים בשלב הפיקוח בקבוצות אלה:

אורית (ניסוי): אם אכפיל 4 ב-5, זה לא טוב, כי 20 מתחלק בדיוק, ובעיה כתוב שדג אחד נשא... (בקרה)

להיגדים שהופיעו בשתי קבוצות המחקר. עם זה ניתוח ההיגדים נשען על כלל התשובות שניתנו ולפי זה נערכה הכללה עליהן.

היגדים מטה-קוגניטיביים בכל שלבי הוויסות העצמי

מעיון בתרשים 3 אפשר להבחין כי יש פער ניכר בשכיחות בהיגדים מטה-קוגניטיביים לטובת קבוצת הניסוי (n=63) לעומת קבוצת הביקורת (n=14). כמו כן נמצא שהנבדקים בקבוצת הניסוי השתמשו בהיגדים מטה-קוגניטיביים בכל שלבי הפתרון, בעוד הנבדקים בקבוצת הביקורת לא השתמשו בהיגדים מסוג זה בשלב הערכה. נוסף על כך, בקבוצת הניסוי נצפתה שכיחות גבוהה יותר של שימוש בהיגדים מטה-קוגניטיביים בשלב התכנון, כלומר הנבדקים בקבוצה זו העמיקו בבירור הנתונים ובתכנון הפתרון בטרם החלו לפתור את הבעיה.



תרשים 3: הבדלים בין הקבוצות בשימוש בהיגדים מטה-קוגניטיביים בשלושת השלבים של הוויסות העצמי

שלב התכנון

בשלב הזה נמצאו בסך הכול 63 היגדים בשתי הקבוצות, בהם 54 (86%) בקרב קבוצת הניסוי ו-9 (14%) בקרב קבוצת הביקורת. כל התלמידים בקבוצת הניסוי השתמשו בסוג זה של ההיגדים, 4.5 היגדים בממוצע לכל תלמיד. בקרב קבוצת הביקורת לא כל תלמיד השתמש בסוג זה של ההיגדים ונמצא שימוש בפחות מהיגד אחד בממוצע לכל תלמיד (ראו טבלה 1). כמו כן נמצא כי 56 היגדים מכלל ההיגדים המטה-קוגניטיביים המשמשים 89.6% מכלל ההיגדים בשלב זה הם היגדים של ידע של הקוגניציה, ואילו רק 7 היגדים (10.4%) מכלל ההיגדים שייכים לבקרה על הקוגניציה.

להלן דוגמאות של היגדים מטה-קוגניטיביים בשלב התכנון בכל אחת מהקבוצות.

עין (ניסוי): נראה לי שזאת בעיה של כפל. (ידע הצהרתי)

איתן (ניסוי): אני מבין שצריך לפתור דווקא מהסוף. (בקרה)

י (ביקורת): אפשר לא לקרוא בקול, אני רוצה לקרוא בלב... ככה אני מבינה טוב יותר את מה ששואלים אותי. (ידע הצהרתי)

מניתוח ההיגדים עולה כי הנבדקים התעמקו בהבנת השאלה וחיפשו אסטרטגיות שנמצאו יעילות בעבורם. עם זה נמצא כי תדירות הופעת ההיגדים ועוצמתה שונה בין הקבוצות. למשל התלמידים בקבוצת הניסוי העריכו את הבנתם את הבעיה וחיפשו אסטרטגיה לפתרון תוך הבנה והצלבה של נתוני הבעיה ושימוש בשפה מתמטית. בשלב זה לא נצפתה בקבוצת הביקורת בחינת אסטרטגיות יעילות של דרך הפתרון או אסטרטגיות למידה יעילות.

דילן (ניסוי): הילדים חילקו פעמיים את הדגים... (ידע פרוצדורלי)

לא נכון להתייחס רק לחלוקה הראשונה... (בקרה)

ניכר מההיגדים כי הנבדקים העריכו אם האסטרטגיה שבחרו יעילה לפתרון (ידע), וכן אם היא מתאימה לנתוני הבעיה (בקרה). ניכר שימוש בשפה מתמטית יפה להמללת תהליכי הפתרון, וכן הצלבה בין נתוני הבעיה ובין התובנה כי הפתרון יגיע רק מתוך התבוננות מקיפה בכל הנתונים.

אִיאָם (ביקורת): נראה לי... שצריך להכפיל... (ידע הצהרתי)

אִיאָת (ביקורת): אבדוק קודם את פעולת הכפל (ידע הצהרתי)

בהיגדי הנבדקים בקבוצה הביקורת בלט הצורך בבחירת אסטרטגיה של תוכן לפתרון הבעיה, אך ללא המללה מספקת של תהליך הבחירה ובקרתו. בהיגדים לא ניכרת התבוננות מעמיקה בנתוני הבעיה, ועולה מהם שלא נעשה ניסיון להתבונן בנתונים בראייה כוללת.

שלב ההערכה

ההיגדים המטה-קוגניטיביים בשלב זה עסקו בבקרה מטה-קוגניטיבית ונמצאו בקרב קבוצת הניסוי בלבד 28 היגדים (ראו טבלה 1).

להלן דוגמאות של היגדים מטה-קוגניטיביים של המשתתפים בשלב הערכה:

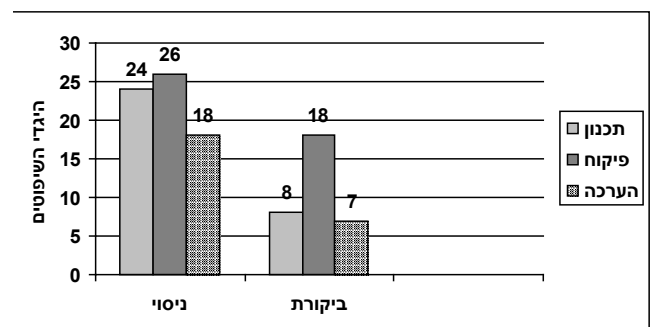
אִיאָה (ניסוי): התשובה היא 24, זה נכון כי השתמשתי בכל הנתונים: 4 ו-5 ודג אחד בלי אקווריום.

אִיאָע (ניסוי): התשובה היא 25, זה מתחלק ב-5 בלי שארית ו-4 עם שארית 1. בדקתי והפתרון הוא הגיוני.

מהיגדי הנבדקים בקבוצה זו ניכר כי הם מודעים לצורך בתהליך בקרה, חוזרים שנית לנתוני הבעיה, הן מילוליים הן מספריים, כדי לבדוק את נכונותו של הפתרון. כמו כן ניכר יישום של המונחים המטה-קוגניטיביים שנלמדו במהלך ההתערבות ושימוש בשאלה עצמית: האם הפתרון הוא הגיוני? מכאן שהמשתתפים בקבוצה זו הצליחו להפנים וליישם את עקרונות תוכנית ההתערבות שהשתתפו בה.

היגדי שיפוטים בכל שלבי הוויסות העצמי

כפי שמוצג בתרשים 4, המשתתפים בשתי הקבוצות השתמשו בהיגדי השיפוטים בכל שלבי הוויסות העצמי. עם זה תדירות השימוש בהם הייתה שונה בין הקבוצות, ותלמידים בקבוצת הניסוי השתמשו בהיגדי השיפוטים בתדירות גבוהה יותר (n=68) לעומת קבוצת הביקורת (n=33). ממצא מעניין שמוצג בתרשים 4 מראה כי רוב ההיגדים בשתי הקבוצות נצפו בשלב הפיקוח. ממצא המעיד על כך שהתלמידים העריכו את תהליך הפתרון.



תרשים 4: הבדלים בין הקבוצות בשכיחות השימוש בהיגדי השיפוטים בשלושת השלבים של הוויסות העצמי

שלב התכנון

מניתוח ההיגדים עולה כי הנבדקים הסתמכו בשיפוטיהם על נתוני הבעיה, על הניסיון הקודם שלהם בפתרון בעיות ועל הידע המתמטי שלהם. בסך הכול נמצאו 32 היגדים בשלב זה, בקבוצת הניסוי נמצאו 24 היגדים (75%) ובקבוצת הביקורת נמצאו רק שמונה היגדים (25%). כל התלמידים בקבוצת הניסוי השתמשו בהיגדי השיפוטים (בשני היגדים בממוצע כל אחד), לעומת חמישה תלמידים בקבוצת הביקורת שהשתמשו בפחות מהיגד אחד בממוצע לתלמיד (ראו לעיל טבלה 1). היגדי השיפוטים בשלב זה עסקו כולם בשיפוט הקלות או הקושי של מטלת הלמידה (EOL – Ease of Learning).

להלן דוגמאות של היגדי שיפוטים של נבדקים בקבוצות אלה בשלב התכנון:

נִיָּ (ניסוי): אני לא בטוח שאדע לפתור... לא פתרנו בעיות כאלה...

רוֹתָם (ביקורת): אני בטוחה שאפתור... למרות שיש הרבה נתונים והיא מסובכת...

שלב הפיקוח

היגדי השיפוטים שנמצאו בשלב זה היו שיפוט הלמידה (JOL – Judgement of Learning) ותחושת הידיעה (Feeling of Knowing – FOK). נמצאו 44 היגדים, מתוכם 26 (59%) היו בקבוצת הניסוי, ו-18 (41%) בקבוצת הביקורת. כל התלמידים בקבוצת הניסוי השתמשו בהיגדי השיפוטים בשלב זה (2.2 היגדים בממוצע), לעומת ארבעה תלמידים בקבוצת הביקורת שהשתמשו ב-1.5 היגדים בממוצע (ראו טבלה 1). חשוב לציין כי השיפוט JOL היה השכיח ביותר בשלב זה (38 היגדים, 86% לעומת FOK – שישה היגדים (14%), כנראה בשל המורכבות של הבעיה הלא שגרתית. מכיוון שהנבדקים לא פתרו בעיות מסוג זה בעבר, הם התקשו להביע את תחושתם ולציין אם הם בטוחים בידיעת הדרך או הפתרון. גם השיפוטים בשלב זה, בדומה לאלה שבשלב התכנון, נמצאו בקרב שתי הקבוצות אך בתדירות שונה. עד כה הנבדקים הסתמכו בשיפוטיהם על הפתרון שכלל ידע מתמטי על סמך ניסיון קודם, ובדקו את תחושתיהם על הדרך בשלב זה של הפתרון. כמו כן ניכר כי השיפוטים סייעו להם בתהליך קבלת החלטות לקראת המשך.

להלן דוגמאות של שימוש בהיגדי שיפוטים בשלב הפיקוח בכל אחת מהקבוצות.

תוֹמָר (ניסוי): אם אכפיל 4 ב-5, זה לא טוב, כי 20 מתחלק בדיוק ואני צריך שדג אחד יישאר בלי אקווריום... נראה לי שאני לא מבין... (JOL)

אִיאָר (ניסוי): התשובה 5 מתאימה לפי הנתונים... אבל זה לא נראה לי הגיוני שיהיה רק אקווריום אחד... (JOL)

לא חושב שראיתי בעיה כזו פעם... (FOK)

אִיאָן (ביקורת): נראה לי שאני לא מבין... (JOL)

לאחר עיון מעמיק בהיגדי ה-JOL בשלב הפיקוח יש מקום להסיק שההיגדים בקבוצת הניסוי מכוונים לאסטרטגיות פתרון ומאפיינים אותן. הנבדקים בקבוצה זו, לעומת קבוצת הביקורת, העניקו להסבר של הדרך חשיבות רבה יותר. כמו כן מהמללת תהליך הפתרון אפשר ללמוד על התובנות שהגיעו אליהן הנבדקים.

ליא (ביקורת): היה נראה לי קל בהתחלה אך עכשיו אני רואה שלא... אני רוצה להצליח בפתרון הבעיה הזו.

שלב הערכה

בדומה לשלב הפיקוח, ההיגדים המוטיבציוניים בשלב הערכה נמצאו לרוב בקבוצת הניסוי (80%) והשתמשו בהם שלושה משתתפים.

בקבוצת הביקורת נמצא היגד מוטיבציוני אחד. ארבעה היגדים (80%) נגעו למסוגלות עצמית והיגד אחד למטרות שליטה.

אמא (ניסוי): אני רציתי לפתור את הבעיה כי זה היה מאתגר אבל גם מעניין. (מטרות שליטה)

לירון (ביקורת): היה קשה אבל פתרתי את זה. (מסוגלות עצמית)

דין

מטרת המחקר הנוכחי היא להציג את חשיבות התפקיד של תהליך הוויסות העצמי בלמידה בשלושת השלבים (תכנון, פיקוח והערכה) במהלך פתרון בעיית תובנה מספרית לא שגרתית בתהליך החשיבה בקול רם. השימוש בחשיבה בקול רם נבע מהצורך לחשוף תהליכים ספונטניים הנוגעים למטה-קוגניציה, מוטיבציה ושיפוטיות במהלך פתרון בעיות. הערכה של תהליך הוויסות העצמי בזמן אמת משמשת בסיס מדויק יותר למסקנות על יכולתם של הנבדקים לשפוט ולבקר את תהליך הלמידה ולכוון לרכיבי המוטיבציה, ההתנהגות וההקשר (Azevedo, 2014). ממצאי המחקר מעידים כי תלמידים בקבוצת הניסוי שנחשפו להכוונה מטה-קוגניטיבית ולאומון לשיפוטיות הגיעו לתוצאות גבוהות יותר בפתרון הבעיה הלא שגרתית לעומת התלמידים בקבוצת הביקורת. כמו כן בקרב קבוצת הניסוי נצפו היגדים רבים יותר המעידים על מטה-קוגניציה, מוטיבציה ושיפוטיות מטה-קוגניטיביים.

פתרון בעיות תובנה מספרית לא שגרתיות

הספרות המקצועית ממליצה על הקניית מיומנויות מטה-קוגניטיביות הן ללומדים צעירים הן למבוגרים משום שכלים אלה מסייעים בשיפור הישגיהם בתחום המתמטיקה (Dignath et al., 2008; Mevarech & Kramarski, 2014). המשימה שנבחרה למטרות המחקר הייתה בעיה לא שגרתית. בעיות לא שגרתיות הן מעצם הגדרתן בעיות שהתלמידים לא נחשפו אליהן בעבר והן דורשות מלומדים להפגין תובנות במהלך הפתרון ולהסיק מסקנות (TIMSS, 2011). נראה כי יצירת אסטרטגיות מהותיות המצויות במפורש בשאלות עצמיות של הכוונה מטה-קוגניטיבית, יכולה לעזור לתלמידים להעריך את ביצועיהם בכל אחד משלבי הפתרון, ובכך ליצור תובנה מספרית על פי גישה רטרופקטיבית (Weick et al., 2005). היתרון של שאלות מטה-קוגניטיביות העצמיות בפתרון בעיה לא שגרתית טמון בטיב השאלות המסייעות לקשר תהליכים ספציפיים של הפתרון עם תהליכים גנריים הקשורים לוויסות העצמי בעת הערכה ורפלקציה לצורך פיקוח ובקרה. תהליך חוזר זה אפשר לתלמידים להיות מודעים להיבטים המטה-קוגניטיביים של ידע ובקרה ולהפעיל אותם במשימה המורכבת. מסקנות אלה תואמות למחקרים קודמים המעידים על כוחם של מודלים מטה-קוגניטיביים מחזוריים במחקרי ההתערבות על הישגי התלמידים (למשל, Kramarski, Weisse, & Sharon, 2013; Zimmerman, 2008).

היגדי השיפוטיות בשלב הערכה נגעו לביטחון בשיפוט (CJ - Confidence Judgements) ונמצאו בקרב שתי קבוצות המחקר. 18 (72%) מתוך כלל ההיגדים נאמרו בקבוצת הניסוי (11 תלמידים מתוך 12), ואילו 7 (28%) היגדים נאמרו בקבוצת הביקורת (6 תלמידים מתוך 12) (ראו טבלה 1).

להלן דוגמאות של שימוש בהיגדי שיפוטיות בשלב ההערכה בכל אחת מהקבוצות:

אורי (ניסוי): הצלחתי טוב, אבל הדרך הייתה לי ארוכה.

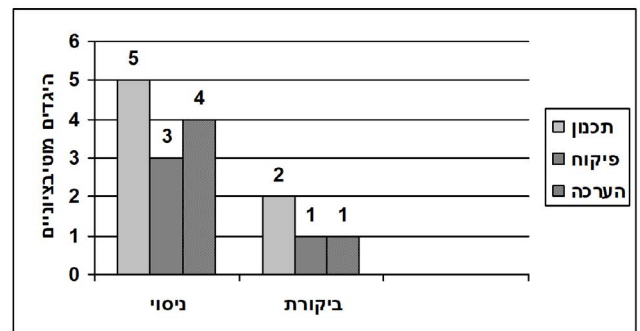
אריא (ניסוי): הפתרון טוב, בדקתי וזה הגיוני.

נאמה (ביקורת): הצלחתי לפתור.

הנבדקים ציינו את שביעות רצונם מתהליך הפתרון וציינו את האתגר שעלה בעת פתרון הבעיה. התלמידים בקבוצת הניסוי הביעו יותר את רגשותיהם והציגו היגדים רבים מאוד בהשוואה לקבוצת הביקורת.

היגדים מוטיבציוניים בכל שלבי הוויסות העצמי

מתוך תרשים 5 אפשר לראות שהמשתתפים בשתי הקבוצות השתמשו בהיגדים מוטיבציוניים, אם כי בתדירות נמוכה יותר מאשר בהיגדים המטה-קוגניטיביים (n = 16). המשתתפים בקבוצת הניסוי אמרו את רוב ההיגדים המוטיבציוניים (75%). רוב ההיגדים נצפו בשלב התכנון (ראו טבלה 1).



תרשים 5: הבדלים בין הקבוצות בשכיחות השימוש בהיגדים מוטיבציוניים בשלושת השלבים של הוויסות העצמי

שלב התכנון

חמישה היגדים מוטיבציוניים נמצאו בקבוצת הניסוי (השתמשו בהם שלושה תלמידים) ושניים בקבוצת הביקורת (השתמשו בהם שני תלמידים). שלושה היגדים (43%) נגעו למטרות שליטה וארבעה היגדים (57%) נגעו למסוגלות עצמית.

אריא (ניסוי): אני מאוד רוצה לפתור את הבעיה הזאת. (מטרות שליטה) אני חושב שאוכל לפתור אותה בלי עזרה. (מסוגלות עצמית)

ליא (ביקורת): אני חושבת שאוכל לפתור. (מסוגלות עצמית)

שלב הפיקוח

בשלב הזה רוב ההיגדים נמצאו בקרב שלושה תלמידים בקבוצת הניסוי (75%) ובקרב תלמיד אחד בלבד בקבוצת הביקורת. כל ההיגדים בשלב הזה עסקו במטרות שליטה (טבלה 1).

הילה (ניסוי): אני חייבת לפתור את הבעיה.

היגדים מטה-קוגניטיביים

ממצאי המחקר הראו כי בקרב קבוצת הניסוי בכל שלבי הוויסות העצמי (תכנון, פיקוח והערכה) נצפו יותר היגדים מטה-קוגניטיביים לעומת קבוצת הביקורת. ממצא מעניין נוסף היה שהתלמידים בקבוצת הניסוי השתמשו בהיגדים מטה-קוגניטיביים (ידע של קוגניציה ובקרה של הקוגניציה) בכל שלבי הוויסות העצמי, לעומת התלמידים בקבוצת הביקורת שלא השתמשו בהיגדים מהסוג הזה במהלך שלב הערכה. נוסף על כך, כל התלמידים בקבוצת הניסוי השתמשו בהיגדים מטה-קוגניטיביים לעומת תלמידים מעטים בקבוצת הביקורת. יתר על כן, רוב ההיגדים המטה-קוגניטיביים בקבוצת הניסוי נמצאו בשלב התכנון.

ממצאים אלה בקרב תלמידים צעירים לא עולים בקנה אחד עם ממצאי מחקרים קודמים בספרות המקצועית המעידים על נטייה להשתמש בהיגדים המטה-קוגניטיביים בשלב הפיקוח במהלך פתרון בעיות מתמטיות. לדוגמה, במחקר שבדק את תהליכי הוויסות העצמי בקרב המורים למתמטיקה, ספרוס ובול (Spruce & Bol, 2015) מצאו כי השימוש בהיגדים השייכים למטה-קוגניציה היה נפוץ יותר בשלב הפיקוח. במחקר של קרמרסקי ופרידמן (Kramarski & Friedman, 2014) נמצא כי תלמידי כיתה ט' השתמשו בהיגדים המטה-קוגניטיביים בכל שלושת השלבים של פתרון בעיות מילוליות, אך עם שכיחות גבוהה יותר בשלב הפיקוח. יש מקום להניח שהבעיה הלא שגרתית במחקר הנוכחי דרשה תכנון מדוקדק יותר שהביא לידי תדירות גבוהה של היגדים מטה-קוגניטיביים בשלב התכנון בשתי קבוצות המחקר. לסיכום, הממצאים במחקר הנוכחי תומכים בהשערת המחקר ומרחיבים ממצאים של מחקרים קודמים המעידים כי תמיכה מטה-קוגניטיבית באמצעות שאלות עצמיות מסייעת ללומדים לשפר את הידע והבקרה המטה-קוגניטיביים בכל שלבי הוויסות העצמי.

היגדי השיפוט

ממצאי המחקר עומדים על כך שתלמידים משתי הקבוצות השתמשו בהיגדי השיפוט (שיפוט קושי או קלות הלמידה EOL – Ease of Learning; שיפוט הלמידה JOL – Judgement of Learning; תחושת הידיעה FOK – Feeling of Knowing; ביטחון בשיפוט CJ – Confidence Judgements) בכל שלבי הוויסות העצמי (תכנון, פיקוח והערכה), בעוד תדירות הופעת ההיגדים בקבוצת הניסוי גבוהה מזו שהייתה בקבוצת הביקורת.

היבט מעניין נוסף הוא ההבדלים בין סוגי השיפוט בשלושת השלבים של הוויסות העצמי:

בשלב התכנון הייתה התמקדות בשיפוט של הקושי או קלות של משימה הלמידה (EOL). כדי להעריך את עצמם על פי שיפוט זה, הסתמכו התלמידים על נתוני הבעיה, על הידע הקודם שלהם בפתרון בעיות דומות ובידע מתמטי כללי. בשלב זה, בקרב קבוצת הניסוי נצפו יותר היגדים השייכים לשיפוט EOL בהשוואה לקבוצת הביקורת. ממצאים אלה עולים בקנה אחד עם ממצאי מחקרם של קאו ונייטפלד (Cao & Nietfeld, 2005) המראים שאימון לשיפוט ששולב בתחום התוכן, הביא לידי שיפור הדיוק בשיפוט מהסוג של EOL. עם זה מחקר זה (Cao & Nietfeld, 2005) נעשה בקרב סטודנטים, ואילו ממצאי המחקר הנוכחי מרחיבים את הממצאים האלה לתלמידים צעירים בכיתה ד'.

בשלב הפיקוח נצפו היגדים השייכים לשיפוט הלמידה JOL ולתחושת הידיעה FOK. המשתתפים בקבוצת הניסוי, בדומה לשלב התכנון, השתמשו בהיגדי השיפוט בתדירות גבוהה יותר מהמשתתפים בקבוצת הביקורת. חשוב לציין שהספרות המחקרית מעידה על חוסר אחידות בממצאים של תוכניות ההתערבות המשלבות אימון לשיפוט JOL ו-FOK ונראה כי אימון זה לא תמיד מביא לידי שיפור הדיוק בשיפוט (Hicks & Marsh, 2002; Logan et al., 2012; Townsend & Heit, 2011). אף על פי כן, במרבית המחקרים האימון לשיפוט JOL ו-FOK לא שולב בהוראה בתחום התוכן. ממצאי המחקר הנוכחי מראים כי האימון לשיפוט הלמידה ולשיפוט של תחושת הידיעה המשולב בתחום המתמטיקה, הגביר את המודעות של הלומדים בכיתה ד' לשיפוט של JOL ו-FOK.

בשלב הערכה בקרב שתי הקבוצות נמצא שימוש בשיפוט מסוג הביטחון בשיפוט (CJ). ממצאי המחקר מעידים שהתלמידים בקבוצת הניסוי השתמשו בשיפוט מסוג זה בתדירות גבוהה יותר מהלומדים בקבוצת הביקורת. ממצאים אלה עולים בקנה אחד עם מחקרים קודמים שמצאו כי אימון לביטחון בשיפוט במהלך הוראת תחום תוכן תורם לשיפור בשיפוט CJ (Huff & Nietfeld, 2009; Roderer & Roebbers, 2010). לאחר תוכניות התערבות המשלבות אימון לביטחון בשיפוט, תלמידים צעירים שיפרו את יכולתם להעריך את נכונות ביצועיהם לאחר הפתרון (Roderer & Roberers, 2010). לפיכך ממצאי המחקר הנוכחי תומכים בממצאי המחקרים הקודמים ומדגימים שיפור בביטחון בשיפוט לאחר האימון.

ההבדלים ברכיב השיפוט המטה-קוגניטיביים הבא לידי ביטוי בתדירות גבוהה יותר בשימוש בכלל השיפוט בקרב קבוצת הניסוי לעומת קבוצת הביקורת בשלושת השלבים של הוויסות העצמי נובעים מטיב תוכנית ההתערבות, שבה שולב אימון מפורש לארבעת השיפוט. ידוע כי תלמידים שנחשפו להכוונה מפורשת, מוכנים להשקיע זמן ומאמץ רבים בהסתגלות לגישה חדשה המסייעת להם להצליח (Davis, 2003). הסבר נוסף הוא כי השימוש ב"סרגלי השיפוט" סייע לתלמידים בקבוצת הניסוי לפשט את השיפוט שעלולים להיות מורכבים עבור לומדים צעירים בכיתה ד' ובכך לחוות את תהליך השיפוט הכללי. בהדגשת התהליך השיפוטי הספציפי באמצעות אימון, התלמידים שיפרו את המודלים המנטליים. מודלים אלה הם ייצוגים של מצבים הנשענים על ידע קודם ואפשר ליישם בקלות במשימות בהקשר חדש (Hattie & Yates, 2014). במחקר הנוכחי התלמידים בקבוצת הניסוי הצליחו להעביר ידע לבעיה לא שגרתית לא מוכרת.

היגדים מוטיבציוניים

ממצאי המחקר מעידים כי משתתפים משתי הקבוצות לא השתמשו לרוב בהיגדים מוטיבציוניים, אם כי התלמידים בקבוצת הניסוי השתמשו בהיגדים מוטיבציוניים יותר מהתלמידים בקבוצת הביקורת. ממצאים אלה נתמכים בממצאי מחקרן של צוהר-רוזן וקרמרסקי (Tzohar-Rozen & Kramarski, 2014) שבו לא נמצאו הבדלים במוטיבציה ובמסוגלות עצמית במהלך פתרון בעיות מילוליות בקרב תלמידי כיתה ה', בין הקבוצה שנחשפה להתערבות מטה-קוגניטיבית לעומת קבוצת הביקורת. חשוב לציין כי הממצאים במחקרן של צוהר-רוזן וקרמרסקי התקבלו מניתוח שאלונים המבוססים על הצהרת הלומד, לעומת ניתוח של תהליכים המתרחשים בזמן אמת במהלך פתרון בעיה מסוימת, כמו שנעשה במחקר הנוכחי.

characteristics of self- and socially-regulated learning. *Metacognition and Learning*, 9(2), 217-228. doi:10.1007/s11409-014-9123-1

- Azevedo, R., Cromley, J. G., Moos, D. C., Greene, J. A., & Winters, F. I. (2011). Adaptive Content and Process Scaffolding: A key to facilitating students' self-regulated learning with hypermedia. *Psychological Test and Assessment Modeling*, 53(1), 106-140.
- Azevedo, R., Harley, J., Trevors, G., Duffy, M., Feyzi-Behnagh, R., Bouchet, F., & Landis, R. (2013). Using trace data to examine the complex roles of cognitive, metacognitive, and emotional self-regulatory processes during learning with multi-agent systems. In R. Azevedo & V. Alevan (Eds.), *International handbook of metacognition and learning technologies* (Vol. 28, pp. 427-449). New York, NY: Springer.
- Biccard, P. (2018). Mathematical sense-making through learner choice. *Pythagoras*, 39(1), 1-9. doi:10.4102/pythagoras.v39i1.424
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Cao, L., & Nietfeld, L. J. (2005). Judgment of learning, monitoring accuracy, and student performance in the classroom context. *Current issues in Education*, 8(4), 1-36.
- Davis, E. A. (2003). Prompting middle school science students for productive reflection: Generic and directed prompts. *Journal of the Learning Sciences*, 12(1), 91-142. doi:10.1207/S15327809JLS1201_4
- Dignath, C., Büttner, G., & Langfeldt, H. P. (2008). How can primary school students learn self-regulated learning strategies most effectively?: A meta-analysis on self-regulation training programmers. *Educational Research Review*, 3(2), 101-129. doi:10.1016/j.edurev.2008.02.003
- Dweck, C. S. (1986). Motivational processes affecting learning. *American Psychologist*, 41(10), 1040-1048. doi:10.1037/0003-066X.41.10.1040
- Elliot, A. J. (1997). Integrating the "classic" and "contemporary" approaches to achievement motivation: A hierarchical model of approach and avoidance achievement motivation. In M. L. Maehr & P. R. Pintrich (Eds.), *Advances in motivation and achievement* (Vol. 10, pp. 143-179). Greenwich, CT: JAI Press.
- Efklides, A. (2008). Metacognition: Defining its facets and levels of functioning in relation to self-regulation and co-regulation. *European Psychologist*, 13(4), 277-287. doi:10.1027/1016-9040.13.4.277
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906-911. doi:10.1037/0003-066X.34.10.906
- Greene, J. A., & Azevedo, R. (2007). Adolescents' use of self-regulatory processes and their relation to qualitative mental model shifts while using hypermedia. *Journal of Educational Computing Research*, 36(2), 125-148. doi:10.2190/G7M1-2734-3JRR-8033
- Hattie, J., & Yates, G. C. R. (2014). *Visible learning and the science of how we learn*. London, UK: Routledge.

לפיכך ראוי להסיק כי טיפוח הרכיב המטה-קוגניטיבי אינו מביא בהכרח לידי העלאה במוטיבציה של הלומדים, כפי שנצפה במהלך פתרון בעיה לא שגרתית במחקר הנוכחי.

תרומת המחקר, מגבלות המחקר והצעות למחקר המשך

חידושו של המחקר הנוכחי הוא פיתוח של תוכנית התערבות ייחודית המתמקדת בהכוונה לטיפוח של השיפוט המטה-קוגניטיביים EOL, JOL, FOK ו-CJ המושלבת במודל של שאלות עצמיות בזיקה לשלושת השלבים של הוויסות העצמי. התוצאות של תוכנית ההתערבות נבדקו במהלך פתרון בעיה לא שגרתית באמצעות החשיבה בקול רם. תרומה נוספת של המחקר הנוכחי באה לידי ביטוי ביישום ההתערבות המבוססת על כל סוגי השיפוט בכל שלבי הוויסות העצמי בתחום המתמטי בקרב תלמידים צעירים, מתוך ניגוד למרבית המחקרים העוסקים בשיפוט מטה-קוגניטיבי מסוג מסוים בגילים הבוגרים והמבוגרים.

ממצאי המחקר מעידים על יתרונותיה של תוכנית ההתערבות, המאפשרים ללומדים לפתח את הרכיב המטה-קוגניטיבי ולשפר את יכולתם בתחום התוכן המתמטי. מסקנה זו חלה גם בתחום השיפוט המטה-קוגניטיבי ותומכת בהמלצות של מחקרים קודמים, למשל, רמדס וצימרמן (Ramdass & Zimmerman, 2008), שבחנו את יכולת השיפוט במהלך הוראת מתמטיקה. חוקרים אלה טוענים כי פתרון בעיות דורש שימוש באסטרטגיות מטה-קוגניטיביות לצד הדיוק בשיפוט, הקשור לקבלת החלטות במהלך הפתרון.

ממצאי המחקר הנוכחי מוגבלים בשל מיעוט המשתתפים ובשל השימוש בניתוח איכותני בלבד ללא התמקדות בנתונים כמותיים שעשויים ללמד על שיפור אפשרי בדיוק של השיפוט העצמי. יש צורך בעריכת מחקרים בתחומים אחרים עם תלמידים רבים יותר או מאפיינים של תלמידים לסוגיהם, כגון תלמידים מצטיינים או תלמידים עם לקויות למידה. כדי להעלות את אמינות הממצאים, יש להשתמש בהקלטות וידאו. יתר על כן, חשוב לבדוק את השפעתה של תוכנית ההתערבות לאחר שהיה מתום ההתערבות, ולא רק בסיום ההתערבות. לדוגמה, שלושה חודשים לאחר ההתערבות.

לסיכום, חשוב לשלב במחקרים עתידיים בתחום הוויסות העצמי כלים מתודולוגיים מגוונים המכוונים לעיבוד הנתונים, כגון חשיבה בקול רם. התמקדות בנתונים שנאספו במהלך תהליך הוויסות העצמי תתרום לקידום התאוריה, המתודולוגיה והפרקטיקה ולפיכך תביא לידי שיפור הגישות והשיטות בשדה החינוך (Azevedo, 2014).

רשימת מקורות

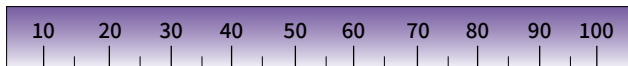
- משרד החינוך. (2006). *תוכנית לימודים במתמטיקה לכיתות א'-ו' בכל המגזרים*. ירושלים: המחבר. אוחר מתוך http://meyda.education.gov.il/files/Tochniyot_Limudim/Math/Yesodi/mavo1.pdf
- שקדי, א' (2011). *המשמעות מאחורי המילים: מתודולוגיות במחקר איכותני: הלכה למעשה*. תל-אביב: רמות.
- Al-Harthy, I. S., Was, C. A., & Isaacson, R. M. (2010). *Goals, efficacy and metacognitive self-regulation: A path analysis*. *International Journal of Education*, 2(1), 1-20. doi:10.5296/ije.v2i1.357
- Ames, C. (1992). *Classrooms: Goals, structures, and student motivation*. *Journal of Educational Psychology*, 84(3), 261-271. doi:10.1037/0022-0663.84.3.261
- Azevedo, R. (2014). Issues in dealing with sequential and temporal

- innovative societies: *The role of metacognitive pedagogies*. Paris, France: OECD.
- Mihalca, L., Mengelkamp, C., & Schnotz, W. (2017). Accuracy of metacognitive judgments as a moderator of learner control effectiveness in problem-solving tasks. *Metacognition and Learning, 12*(3), 357-379. doi:10.1007/s11409-017-9173-2.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2009). *Focus on high school mathematics: Reasoning and sense making*. Reston, VA: NCTM.
- Nelson, T. O., & Narens, L. (1994). *Why investigate metacognition?* Cambridge, MA: The MIT Press.
- Nolen, S. B. (1988). Reasons for studying: Motivational orientation and strategies. *Cognition and Instruction, 5*, 269-287.
- Pintrich, P. R. (2000). Multiple goals, multiple pathways: The role of goal orientation in learning and achievement. *Journal of Educational Psychology, 92*, 544-555. doi:10.1037/0022-0663.92.3.544
- Pintrich, P. R. (2002). [The role of metacognitive knowledge in learning, teaching, and assessing](#). *Theory into Practice, 41*(4), 219-225. doi:10.1207/s15430421tip4104_3
- Pintrich, P. R., Wolters, C. A., & Baxter, G. P. (2000). Assessing metacognition and self-regulated learning. In G. Schraw & J. C. Impara (Eds.), *Issues in the Measurement of Metacognition* (pp. 43-97). Lincoln, NE: Buros Institute of Mental Measurements.
- Ramdass, D., & Zimmerman, B. J. (2008). Effects of self-correction strategy training on middle school students' self-efficacy, self-evaluation, and mathematics division learning. *Journal of Advanced Academics, 20*(1), 18-41. doi:10.4219/jaa-2008-869
- Roderer, T., & Roebers, C. M. (2010). Explicit and implicit confidence judgments and developmental differences in metamemory: An eye-tracking approach. *Metacognition and Learning, 5*(3), 229-250. doi:10.1007/s11409-010-9059-z
- Roebers, C. M., Krebs, S. S., & Roderer, T. (2014). Metacognitive monitoring and control in elementary school children: Their interrelations and their role for test performance. *Learning and Individual Differences, 29*, 141-149. doi:10.1016/j.lindif.2012.12.003
- 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.
- Shin, H., Bjorklund, D. F., & Beck, E. F. (2007). The adaptive nature of children's overestimation in a strategic memory task. *Cognitive Development, 22*(2), 197-212. doi:10.1016/j.cogdev.2006.10.001
- Spruce, R., & Bol, L. (2015). Teacher beliefs, knowledge, and practice of self-regulated learning. *Metacognition and Learning, 10*(2), 245-277. doi:10.1007/s11409-014-9124-0
- Townsend, C. L., & Heit, E. (2011). Judgments of learning and improvement. *Memory & Cognition, 39*(2), 204-216. doi:10.3758/s13421-010-0019-2
- Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS). (2011). *Mathematics Frameworks, 2011*. Retrieved from <https://timssandpirls.bc.edu/timss2011/>
- Hicks, J. L., & Marsh, R. L. (2002). On predicting the future states of awareness for recognition of unrecalable items. *Memory & Cognition, 30*(1), 60-66. doi:10.3758/BF03195265
- Huff, J. D., & Nietfeld, J. L. (2009). Using strategy instruction and confidence judgments to improve metacognitive monitoring. *Metacognition and Learning, 4*(2), 161-176. doi:10.1007/s11409-009-9042-8
- Isaacson, R. M., & Fujita, F. (2006). [Metacognitive knowledge monitoring and self-regulated learning: Academic success and reflections on learning](#). *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning, 6*(1), 39-55.
- Jacobse, A. E., & Harskamp, E. G. (2012). Towards efficient measurement of metacognition in mathematical problem solving. *Metacognition Learning, 7*(2), 133-149. doi:10.1007/s11409-012-9088-x
- Jemstedt, A., Kubik, V., & Jönsson, F. U. (2017). What moderates the accuracy of ease of learning judgments? *Metacognition and Learning, 12*(3), 337-355. doi:10.1007/s11409-017-9172-3
- Kaplan, A., & Maehr, L. M. (2002). Adolescents' achievement goals: Situating motivation in socio-cultural contexts. In F. Pajares & T. Urdan (Eds.), *Academic motivation of adolescents* (pp. 125-167). Greenwich, CT: Information Age.
- Klein, G., Moon, B., & Hoffman, R. R. (2006). [Making sense of sensemaking 1: Alternative perspectives](#). *Making Intelligent Systems, IEEE, 21*(4), 70-73. doi:10.1109/MIS.2006.75
- 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: Effects of cooperative learning and metacognitive training. *American Educational Research Journal, 40*(1), 281-310. doi:10.3102/00028312040001281
- Kramarski, B., Weisse, I., & Sharon, S. (2013). Generic versus context-specific prompts for supporting self-regulation in mathematical problem solving among students with low or high prior knowledge. *Journal of Cognitive Education and Psychology, 12*(2), 197-214. doi:10.1891/1945-8959.12.2.197
- Logan, J. M., Castel, A. D., Haber, S., & Viehman, E. J. (2012). Metacognition and the spacing effect: The role of repetition, feedback, and instruction on judgments of learning for massed and spaced rehearsal. *Metacognition and Learning, 7*(3), 175-195. doi:10.1007/s11409-012-9090-3
- Metcalfe, J., & Finn, J. (2012). Hypercorrection of high confidence errors in children. *Learning and Instruction, 22*(4), 253-261. doi:10.1016/j.learninstruc.2011.10.004
- Mevarech, Z. R., & Kramarski, B. (1997). IMPROVE: A multidimensional method for teaching mathematics in heterogeneous classrooms. *American Educational Research Journal, 34*(2), 365-394. doi:10.3102/00028312034002365
- Mevarech, Z. R., & Kramarski, B. (2014). Critical maths for

נספח 1: סרגלים לשיפוט עצמי

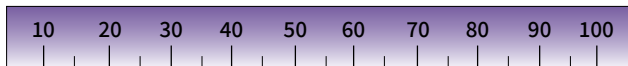
שיפוט הקלות או הקושי של מטלת הלמידה (EOL - Ease of Learning)

ציון בקו על הסרגל שלפניכם באיזו מידה נראה לכם שתצליחו לפתור את הבעיה.



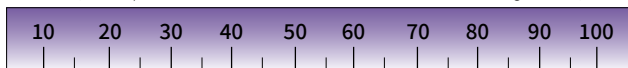
שיפוט הלמידה (JOL - Judgment of Learning)

ציון בקו על הסרגל שלפניכם באיזו מידה נראה לכם שאתם מבינים את הבעיה.



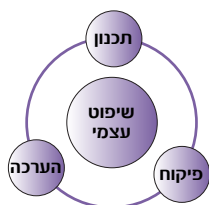
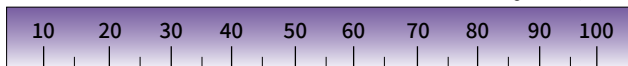
תחושה של ידיעה (FOK - Feeling of Knowing)

ציון בקו על הסרגל שלפניכם באיזו מידה נראה לכם שאתם יודעים את הדרך לפתרון הבעיה.



ביטחון בשיפוט (CJ - Confidence Judgments)

ציון בקו על הסרגל שלפניכם באיזו מידה נראה לכם שהצלחתם לפתור את הבעיה.



נספח 2: דף עבודה בקבוצת הניסוי בשילוב שאלות מטה-קוגניטיביות עצמיות וסרגלים לשיפוט עצמי

בעיה 2

באונייה הראשונה הגיעו 65 נוסעים.
באונייה השנייה הגיעו 15 נוסעים יותר מאשר באונייה הראשונה.
באונייה השלישית הגיעו 7 נוסעים פחות מאשר באונייה השנייה.
כמה נוסעים הגיעו ב-3 האוניות?

- האם הבנתי את הבעיה?
- מהי הדרך שאני בוחר?

ציון בקו על הסרגל שלפניכם באיזו מידה נראה לכם שאתם מבינים את הבעיה.



- חישובים:
- האם הפתרון הגיוני?
 - האם יש דרך אחרת?
- תשובה:

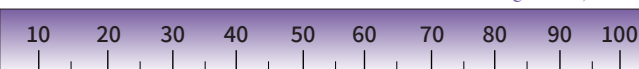
בעיה 4

רכבת עצרה ב-4 תחנות. לתחנה הראשונה היא הגיעה ריקה ועלו 145 נוסעים. בתחנה השנייה עלו 85 נוסעים וירדו 18. בתחנה השלישית עלו 15 וירד נוסע אחד. אחרי התחנה הרביעית היו ברכבת 245 נוסעים.

- כמה עלו בתחנה הרביעית?
- האם הבנתי את הבעיה?
- מהי הדרך שאני בוחר?

- חישובים:
- האם הפתרון הגיוני?
 - האם יש דרך אחרת?
- תשובה:

ציון בקו על הסרגל שלפניכם באיזו מידה נראה לכם שהצלחתם לפתור את הבעיה.

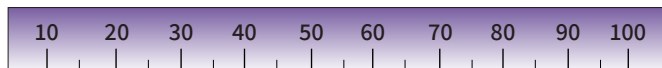


בעיה 1

לרכבת עלו 340 נוסעים.
בתחנה הראשונה ירדו 30 נוסעים.
בתחנה השנייה ירדו 60 ועלו 25 נוסעים.
כמה נוסעים המשיכו ברכבת?

- האם הבנתי את הבעיה?
- מהי הדרך שאני בוחר?

ציון בקו על הסרגל שלפניכם באיזו מידה נראה לכם שתצליחו לפתור את הבעיה.



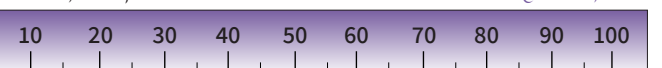
- חישובים:
- האם הפתרון הגיוני?
 - האם יש דרך אחרת?
- תשובה:

בעיה 3

בית ספר רכש 5 ארונות במחיר של 60 ש"ח. בחנות ביקשו 300 ש"ח במזומן והשאר בתשלומים שווים.
כמה תשלומים ישלם בית הספר? (ייתכנו מספר אפשרויות)

- האם הבנתי את הבעיה?
- מהי הדרך שאני בוחר?

ציון בקו על הסרגל שלפניכם באיזו מידה נראה לכם שאתם יודעים את הדרך לפתרון הבעיה.



- חישובים:
- האם הפתרון הגיוני?
 - האם יש דרך אחרת?
- תשובה:

downloads/TIMSS2011_Frameworks-Chapter1.pdf

Tzohar-Rozen, M., & Kramarski, B. (2014). [Metacognition, motivation and emotions: Contribution of self-regulated learning to solving mathematical problems](#). *Global Education Review*, 1(4), 76-95.

Van Velzen, J. H. (2016). Evaluating the suitability of mathematical thinking problems for senior high-school students by including mathematical sense making and global planning. *The Curriculum Journal*, 27(3), 313-329. doi:10.1080/09585176.2016.1174140

Veenman, M. V. J., Wilhelm, P., & Beishuizen, J. J. (2004). The relation between intellectual and metacognitive skills from a developmental perspective. *Learning and Instruction*, 14(1), 89-109. doi:10.1016/j.learninstruc.2003.10.004

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 Press.

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

Weick, K. E., Sutcliffe, K. M., & Obstfeld, D. (2005). Organizing and the process of sensemaking. *Organization Science*, 16(4), 409-421. doi:10.1287/orsc.1050.0133