ממחשב״ה למעשה: תהליכי יישום של הוראה חקירתית במסגרת פיתוח מקצועי של מורים למתמטיקה ביסודי

חיבור על מחקר

לשם מילוי הדרישות לקבלת התואר דוקטור לפילוסופיה

רינת באור

הוגש לסנט הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל

אייר תשפ״א חיפה אפריל 2021

המחקר נעשה בהנחיית פרופ"ח עינת הד-מצויינים בפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה
אני מודה לטכניון, המכון הטכנולוגי לישראל, על תמיכתו הנדיבה בהשתלמותי.

העבודה מוקדשת באהבה למשפחתי היקרה:

להוריי היקרים על העידוד להשקעה ומצוינות. לבעלי היקר על העידוד, התמיכה וסיעורי המוחות. לבנותיי היקרות שסייעו בפתרונות טכניים והעניקו עצות טובות.

הכרת תודה לפרופ"ח עינת הד-מצויינים מנחת עבודה זו על מתן ההזדמנות להוביל תהליכי הוראה בקרב המורים ולסייע בכל הנדרש לשם כך. על הליווי המקצועי וההכוונה היצירתית בניהול תהליך מורכב זה, על הנחייה בתוך מתן אפשרות למצוא את הדרך בכוחות עצמי.

לצוות המחקר על התמיכה והעידוד, החשיבה המשותפת ובקרת העמיתים. תודה מיוחדת למרב וינגרדן.

תודה לכל המורים והמורות שהשתתפו בהשתלמות והיו נכונים להשתתף במחקר. תודה על פתיחת דלת הכיתה ועל ההשקעה שלכם. תודה על השיתוף ברעיונות ובמחשבות ובעשייה שלכם.

1.1.רשימת פרסומים

באור, ר' והד-מצויינים, ע' (תש"פ, 2019). שינוי בהזדמנויות ללמידה במהלך השתלמות "מחשב"ה". בתוך ר' בסן-צינצינטוס, ר' סגל ו-נ' חן-חדד (עורכות), **כנס ירושלים השמיני למחקר בחינוך מתמטי: ספר הכנס** (עמ' 22). ירושלים: JCRME8.

Baor, R. & Heyd-Metzuyanim, E (2019). Change in opportunities for learning during a TEAMS professional development. In M. Graven, H. Venkat, A. Essien & P. Vale (Eds.). *Proceedings of the 43rd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 2, p. 73). Pretoria, South Africa: PME.

Heyd-Metzuyanim, E., Nachlieli, T., Weingarden, M., & Baor, R. (2018). The "TEAMS" professional development program for enhancing explorative instruction. In E. Bergqvist, M. Österholm, C. Granberg, & L. Sumpter (Eds.), *Proceedings of the 42nd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 5, p. 63). Umeå, Sweden: PME.

Heyd-Metzuyanim, E., Nachlieli, T., Weingarden, M., & Baor, R. (2020). Adapting a professional development program for cognitively demanding instruction across shifting contexts. *Educational Studies in Mathematics, 104*(3), 385-403.

תוכן עניינים

רשימת איורים

רשימת טבלאות

תקציר

על אף יתרונותיה של ההוראה מעודדת החקירה במתמטיקה - הוראה המבוססת על עיסוק במשימות מסדר חשיבה גבוה, העמקה במושגים מתמטיים וקיום דיונים בכתה - מורים רבים מתקשים לאמץ פרקטיקות של הוראה זו בכיתה. גם תוכניות לפיתוח מקצועי לכיוון הוראה מעודדת חקירה נתקלו בעבר בקשיים ביישום.

עבודה זו נועדה להעמיק את ההבנה בנוגע לתהליכים שמורים עוברים כשהם מיישמים פרקטיקות של הוראה חקירתית במתמטיקה בבית הספר היסודי בעודם משתתפים בהשתלמות מחשב״ה (מהלכים מעודדי חשיבה בהוראת המתמטיקה).

במחקר השתתפו 29 מורים. כל אחד מהם השתתף בהשתלמות מחשב״ה שנה אחת או שנתיים ובמהלכן צילם 5–7 שיעורים. מערך המחקר כלל מגוון שיטות, אשר כמה מהן פותחו במיוחד לצרכיו. פרקטיקות ההוראה של המורים הוערכו באמצעות קידוד צילומי הווידאו של שיעוריהם על פי מחוון להערכת דרישה קוגניטיבית בשיעור. לא נמצא שינוי מובהק בפרקטיקות ההוראה משיעור לשיעור. סטטיסטיקה תיאורית הראתה כי קריטריונים שקידמו התמודדות תלמידים (כגון השתתפות בדיונים, מתן הזדמנות לעבודה עצמאית) קיבלו בקידוד תוצאות גבוהות יחסית לקריטריונים של המשגה מתמטית. היישום החלקי של פרקטיקות ההוראה החקירתית, כפי שנצפו במחוון, סתר את דיווחי המורים על יישום הפרקטיקות בכיתותיהם ועל שביעות רצון גבוהה מההשתלמות.

כדי לשפר את ההבנה של תוצאות אלו נבחנו באופן מעמיק שני חקרי מקרה של מורות (״סימון״ ו״מירי״), שהיו מנוגדים זה לזה. בשיעוריה של סימון, בניגוד למרבית המורים, קריטריון ההמשגה נמצא גבוה על פי המחוון, והיא אף העלתה בהדרגה את הזדמנויות ההתמודדות של התלמידים במשך השנתיים שהשתתפה בהשתלמות. אף על פי כן, היא מיעטה לדווח על שינוי בפרקטיקות ההוראה שלה. מירי, להבדיל, דמתה למרבית המורים בכך שמדד ההמשגה אצלה נמצא נמוך יחסית למדד ההתמודדות, ובכך שלא נצפו שינויים בפרקטיקות ההוראה שלה. כמו מרבית המורים, מירי דיווחה על שינוי בדרכי ההוראה שלה ועל יישום נלהב של פרקטיקות שלמדה בהשתלמות.

חקר השיח בשיעוריה של סימון הראה שהיא הובילה את תלמידיה ליצור נרטיבים המקשרים בין ייצוגים שונים של אובייקטים מתמטיים ועודדה נימוקים והצדקות. לצד זאת, חל שינוי בהזדמנויות שסימון אפשרה להשתתפות תלמידים בשיח בהיבט הסוכנות (עצמאות מחשבתית). גם בשיח הפדגוגי של סימון ניכר שינוי במשך ההשתלמות. להבדיל, אצל מירי השיח בדיונים בכיתה התבסס על שאלות פתוחות שאפשרו סוכנות לתלמידים אך אופיינו בהיעדר קישוריות בין ייצוגים ויזואליים למספריים, בהתמקדות בפרוצדורות חישוביות ובהיעדר דרישה להצדקות. ניתוח השיח הפדגוגי של מירי הראה כי היא אימצה את הנרטיבים מהשיח הפדגוגי החקירתי בכל הנוגע להתמודדות והשתתפות של תלמידים בדיונים אך לא את הפעולות המוערכות בנוגע ליצירת נרטיבים על אובייקטים מתמטיים. שביעות רצונה המוצהרת של מירי מההשתלמות התאימה לפעולות המוערכות שלה הקשורות להשתתפות התלמידים, ואילו הפעולות המוערכות בהיבט המתמטי לא זכו להתייחסות.

כדי להכליל את הממצאים מחקרי המקרה, נותח השיח הפדגוגי הנכלל ברפלקציות הסיום של כל המורים על פי מחוון שפותח במיוחד לצורכי המחקר. נמצא כי מרבית המורים אימצו בהתלהבות יחסית פרקטיקות המעודדות השתתפות של תלמידים בלמידה, אך הזניחו את העיסוק במושגים וברעיונות מתמטיים. אחת

המורות היחידות שההמשגה בשיעוריה הייתה גבוהה והיא הצליחה לשפר את ההזדמנויות להתמודדות ולהשתתפות הייתה סימון. מכאן הסקנו כי המשגה מתמטית גבוהה היא "תנאי הכרחי" (אם כי לא מספיק) להוראה מעודדת חקירה. לאור זאת, חשוב בעתיד להדגיש ולהעמיק את מרכיב ההמשגה המתמטית בהשתלמויות של הוראה מעודדת חקירה.

רשימת קיצורים ומושגים

AT (Accountable Talk) – שיח מחויב. שיח כיתתי הנשען על שלושה עקרונות: מחויבות לקהילה, מחויבות להנמקה ומחויבות לידע (Michaels, O'Connor, & Resnick, 2008).

5Pc (Five Practices) – "חמש הפרקטיקות לניהול דיונים מתמטיים פוריים בכיתה".

ה"ל (הזדמנויות ללמידה) –תנאים שהמורה מעניק לתלמידים כדי לקיים את הלמידה בכיתה. ההזדמנויות יכולות להיות "מאפשרות-ריטואל" או "דורשות-חקירה" (Nachlieli & Tabach, 2019).

הלי"ן (הזדמנות ליצירת נרטיב מתמטי) – הזדמנויות שהמורה מזמן לתלמידים ליצירת נרטיבים מתמטיים בעת הדיון הכיתתי.

הל"ס (הזדמנות לסוכנות) – הזדמנויות שהמורה מעניק לתלמידים לפעול באופן עצמי ליצירת נרטיב מתמטי (Nachlieli & Tabach, 2019). הזדמנויות אלו כוללות עידוד לשאול שאלות, אתגור אמירות ובקשה לצידוקים.

מסח"ג (משימות מסדר חשיבה גבוה) – משימות המתאפיינות בדרישה לחשיבה מורכבת כשהדפוסים אינם ברורים ומוגדרים מראש והיא אינה אלגוריתמית. העיסוק במשימות אלו כרוך בפתרונות מרובים, שלכל אחד מהם יתרונות וחסרונות, ולא בפתרון יחיד וברור (Resnick, 1987).

מחשב"ה (מהלכים מעודדי חשיבה בהוראת המתמטיקה) – השתלמות מורים בהתאם לחמש הפרקטיקות ומהלכי השיח המחויב.

מימושים – מתווכים שונים לאובייקט מתמטי מסוים. בהתאם לתיאוריה הקומוגניטיבית, השימוש הוא במונח "מימושים" ולא "ייצוגים" כיוון שהאובייקט נוצר או מתממש מתוך השיח ולא מייצג "משהו" (ישות הקיימת מחוץ לשיח).

נרטיבים (סיפרים) – סדרה של היגדים (Utterances), מדוברים או כתובים, אשר מוצגים כתיאור של אובייקטים (או סובייקטים), וניתנים לקבלה (כלומר להגדרה כ"אמת" או "שקר") (Sfard, 2008).

נרטיבים מקובלים – טקסטים המתארים אובייקטים או יחסים בין אובייקטים המקובלים כנכונים בקהילה מסוימת (Sfard, 2008).

שגרות/רוטינות – דפוסים שאפשר לזהות ברצפים של שיח שבהם המשתתפים מגיבים לסיטואציה מוכרת. שגרה מאופיינת בתנאי התחלה וסיום ובפרוצדורה היוצאת אל הפועל. הרוטינות הן דפוסי עשייה החוזרים על עצמם. מהותה של פעולה רוטינית בכך שהיא משחזרת ביצועים אשר נצפו בעבר במצבים דומים (Sfard, 2008).

1. מבוא

אחת הסוגיות שחוקרים ואנשי חינוך רבים עוסקים בהן היא הקושי לשנות דפוסי הוראה ולמידה (Borko, 2004; Desimone, 2009; Kennedy, 2016), ובאופן ספציפי יותר – כיצד אפשר להכשיר מורים ליישם פרקטיקות הוראה חדשות בשיטת ההוראה החקירתית במתמטיקה. הנחת היסוד בעבודה זו היא ששיעור מתמטיקה מיטבי (אין הכוונה לכל שיעור) יתבסס על הוראה חקירתית (Explorative instruction). הוראה זו מתבססת על עיסוק במשימות חשיבה מסדר גבוה שלהן מגוון פתרונות, למידה המדגישה את אחריות הלומדים ומתאפיינת בעבודה בקבוצות, בעידוד דיונים מתמטיים ובהנמקה (Heyd-Metzuyanim, Smith, Bill, & Resnick, 2019). על אף חשיבותה של ההוראה החקירתית, יישומה עדיין אינו חלק משגרת תהליכי ההוראה והלמידה (Heyd-Metzuyanim, 2019a).

אחת התוכניות לקידום הוראה שזכו לפופולריות בארצות הברית היא תוכנית שהציעו סטיין וסמית (Smith & Stein, 2011) לקידום הוראה חקירתית. בתוכנית זו מהלכי הוראה שכונו ״חמש הפרקטיקות״ (5 Practices – 5Ps) – פרקטיקות לתכנון שיעורים המובילות לדיון עשיר. עם השנים שולבה בתוכנית זו תוכנית אחרת, ״השיח המחייב״ (Accountable Talk – AT; Michaels, O’Connor, & Reznick, 2008), ושתי התוכניות הביאו להצלחה מסוימת בשינוי פרקטיקות של מורים למתמטיקה (Heyd-Metzuyanim, 2019a; Heyd-Metzuyanim et al., 2019). תוכנית זו מתייחדת בגישה מעשית – היא מתמקדת במתן כלים למורים המאפשרים ללמד מתמטיקה ברמת חשיבה גבוהה ולנהל דיונים פוריים בכיתה.

התוכנית המשולבת של חמש הפרקטיקות ושל השיח המחייב ״יובאה״ לישראל בשנת 2016 כהשתלמות מורים בשם ״מחשב״ה״, והיא עוסקת במהלכים מעודדי חשיבה בהוראת המתמטיקה. התוכנית כוללת היכרות ותרגול עם פרקטיקות הוראה שונות, עיסוק במשימות מסדר חשיבה גבוה, חיזוי דרכי פתרון שונות, ניהול דיונים באסטרטגיות הפתרון ושימת דגש על ההמשגה המתמטית. מחקר זה עוקב אחר השתלמות מורים מחשב״ה ומנתח את תהליכי היישום של הפרקטיקות שהוצגו למורים בהשתלמות.

מטרת המחקר היא לבחון כיצד המורים מיישמים את הפרקטיקות שלמדו בהשתלמות מחשב״ה ואילו תהליכי שינוי הם עברו (אם עברו) במהלכה. יש מחקרים מעטים שהתייחסו לנושא של תהליכי שינוי פרקטיקות בקרב מורים שעברו פיתוח מקצועי (Spillane & Zeuli, 1999). אחד הקשיים בחקר תהליכי שינוי בהוראה בעקבות השתלמויות מורים נובע מדיווחים סותרים, למשל פער בין דיווחי המורים, שלפיהם התחולל שינוי, ובין תצפיות עליהם, המראות שהשינוי לא התחולל (Spillane & Zeuli, 1999) ולהפך – מצב שבו תצפיות חוקרים מצביעות על שינוי בפרקטיקות הוראה אך המורה עצמו מדווח על היעדר שינוי (Heyd-Metzuyanim, 2019a). הניסיון להתחקות אחר תהליכי היישום של פרקטיקות הוראה מעודדות חקירה, לנתח אותם ולהסבירם חסר אפוא בשדה המחקר עד כה. רוב המחקרים מדווחים על מידת ההצלחה ליישם את תוכני ההשתלמות (Kennedy, 2016), ואינם עוסקים בפערים בין נקודות מבט שונות (של המורים אל מול אלו של חוקרים ומתבוננים חיצוניים).

ממצאי המחקר צפויים לתרום למנחי השתלמויות, לקובעי מדיניות ולחוקרים העוסקים בסוגיית הפיתוח המקצועי של מורים בבואם להחליט אילו השתלמויות להעביר או איך ללמד בהן שיטות הוראה וכיצד להעריך את השינויים בהוראה של המשתתפים בהן ביישום של שיטות הוראה שונות.

בתחום המתודולוגי, עבודה זו מציעה כלים היכולים להעמיק את הבנתנו בנוגע לתהליכי השינוי שמורים עוברים כשהם משתתפים בהשתלמות מקצועית. העבודה מציעה כלי חדש לניתוח השיח בדיון כיתתי על בסיס הזדמנויות הלמידה שהמורה מעניקה לתלמידיה. כמו כן, העבודה משתמשת בכלי ניתוח תמטי של השיח הפדגוגי של המורות, על סמך ראיונות ורפלקציות כתובות, כדי לבחון את המידה שהשיח של המורות תואם את השיח הפדגוגי החקירתי שקודם בהשתלמות. לבסוף, מוצע בעבודה זו כלי לבחינת השיח הכתוב של מורים במשימות רפלקציה, ומוסק ממנו על המידה שאימצו פרקטיקות שנלמדו בהשתלמות. מבחינה תאורטית, המחקר התבסס על ניתוחים המעוגנים בתאוריות אינקומנסורביליות (קומוגניטיבית וקוגניטיבית), ובכך הוא מעשיר את הפרשנות לממצאים ומצליח לעמוד באתגר שימוש במונחים מתאוריות שונות.

עבודת המחקר נפתחת בחלק תאורטי, ובו סקירה של נושאים הקשורים לתהליכי הוראה-למידה חקירתית ולהכשרת מורים להוראה בסגנון זה, ובפרט הנושאים עיסוק במשימות מסדר חשיבה גבוה, הוראה עשירה בשיח וקשיים ביישום תהליכים אלו. נושא אחר הנסקר בסקירת הספרות הוא האפקטיביות שנמצאה במחקרים קודמים בנוגע להכשרת מורים לעבר הוראה חקירתית ולכלים פדגוגיים הניתנים למורים בהשתלמויות מקצועיות. לאחר מכן מוצגות מטרות המחקר ושאלות המחקר הנגזרות מהן. בפרק 2, שיטת המחקר, מוצגים הכשרת המורים "מחשב"ה", כלי המחקר והכלים המשמשים במחקר לניתוח הנתונים, כלים המבוססים על השיטה המעורבת (Mixed methods). בהמשך מוצגים הממצאים בניתוח כמותי ובניתוח איכותני, כולל חקרי מקרה של שתי מורות. הניתוח נפתח בפרק "תצפיות על שיעורי המורים" (פרק 4.1), שבו ניתוח כמותי על פי מחוון הרבעונים לקידוד שיעורים (Stein, Correnti, Moore, Russell, & Kelly, 2017). בתת-הפרק הבא, "ניתוחי מקרה: המורה סימון והמורה מירי" (פרק 4.2), מוצגים שני ניתוחי מקרה מעמיקים של מורות שהיו כמעט תמונת ראי זו לזו: האחת הביעה התלהבות מועטה מאוד מההשתלמות אך תצפיות הראו שינוי בפרקטיקות שלה, ואילו האחרת דיווחה על שינוי בדרכי ההוראה שלה, אך התצפיות הראו יציבות והיעדר שינוי. בחלק השלישי בממצאים, "השיח הפדגוגי של כלל המורים שהשתתפו בהשתלמות מחשב"ה" (פרק 4.3), מובא ניתוח איכותני של דיווחים כתובים שכתבו כלל המורים בנוגע לדרכים שהם מיישמים את הפרקטיקות שלמדו בהשתלמות. ניתוח זה מובא כדי להכליל במידה מסוימת ממחקרי המקרה המעמיקים. לבסוף (פרק 4.4) מוצגים הדיון והמסקנות מהמחקר ומוצעות הצעות למחקרי המשך וליישום מסקנות המחקר בהשתלמויות מורים להוראה חקירתית.

2. סקירת ספרות

עבודה זו עוסקת בתהליכי למידה של מורים בנושא הוראה חקירתית במתמטיקה. הוראה חקירתית מבוססת על הצבת אתגרי חשיבה, הוראה עשירה בשיח, כזאת התומכת בבניית מושגים מתמטיים ומעודדת את התלמידים להתמודד עם משימות מורכבות. הפיתוח המקצועי למורים (השתלמויות מורים) מציע מגוון דרכים מעשיות ליישום ההוראה החקירתית. דרכים אלו והתיאוריה העומדת בבסיסן ייסקרו בפרק זה.

2.1.הוראה מעודדת חקירה

הוראה מעודדת חקירה מתבססת בעיקרה על תהליכי הוראה-למידה המעודדים עיסוק במשימות מסדר חשיבה גבוה (Heyd-Metzuyanim, Smith, Bill, & Resnick, 2019). הוראה זו תומכת במתן הזדמנויות ללומדים להתמודד עם משימות, לפתח מודלים לפתרונות באופן עצמאי ולהצדיק את הפתרונות. תהליכי הוראה חקירתיים מזמנים ללומדים התמודדות עם משימות כדי לקדם בהם את היכולת לפתח פתרונות באופן עצמאי וללמוד להצדיק את פתרונותיהם. ההוראה שאני מכנה בעבודה זו הוראה חקירתית זכתה בשנים האחרונות להתעניינות רחבה (Heyd-Metzuyanim et al., 2019; Schoenfeld, 2014; Smith & Stein, 2011). הוראה זו מכונה בשמות שונים, בהם "הוראת רפורמה" (Reform instruction) – כינוי שנתנו לה חוקרים בארצות הברית מפני שהיא מנסה לקדם שינוי (Hiebert et al., 1996), ו"הוראה הדורשת חשיבה מסדר גבוה" (Cognitively demanding), זאת כיוון שיש בה דגש רב על משימות המזמנות חשיבה מסדר גבוה: "High **cognitive demand tasks** involve making connections, analyzing information, and drawing conclusions" (Stein & Smith, 1998). נוסף על טיפוח חשיבה מסדר גבוה, הוראה חקירתית מתאפיינת, כפי שיפורט בהמשך, במרכיבים האלה: עיסוק במשימות המזמנות חשיבה מסתעפת ולא אלגוריתמית, הוראה עשירה בשיח ובדיונים, דגש על המשגה מתמטית מפורשת ומתן הזדמנות לתלמידים להתמודד עם משימות בעלות משמעות.

2.1.1. <u>טיפוח חשיבה מסדר גבוה</u>

תהליכי הוראה-למידה המפתחים חשיבה מסדר גבוה הם רכיב מהותי בהוראה בכל המקצועות. חוקרים רבים פירטו את מיומנויות החשיבה מסדר גבוה בכמה תחומי חשיבה מרכזיים: פתרון בעיות, קבלת החלטות, חשיבה ביקורתית, חשיבה לוגית וחשיבה יצירתית (Costa & Kallick, 2018; Nickerson, Perkins, & Smith, 2014). כדי לטפח את היכולות האלו בכיתה הציע קוסטה (Costa, 2001) כי שלושה רבדים מאפיינים את מהלכי ההוראה המזמנים עיסוק בחשיבה מסדר גבוה:

- הוראה לקראת חשיבה (Thinking for) – יצירת תנאים מתאימים בכיתה. למשל, תכנון מערכי שיעור המשלבים בתוכם שאילת שאלות לקידום החשיבה;
- הוראה של החשיבה (Thinking of) – הוראה ישירה של מיומנויות חשיבה מסדר גבוה בשיעורים במקצועות לימוד שונים;

הוראה על החשיבה (About thinking) – המורה מגלה מודעות לשונות בין תלמידים בסגנון הלמידה והחשיבה ומבצע תהליכים מטה-קוגניטיביים הנוגעים לחשיבת התלמידים.

קוסטה (Costa, 2001) התייחס לתנאים ולהזדמנויות המאפשרים למורים לטפח חשיבה מסדר גבוה של תלמידיהם. ברובד הראשון הוא הציע לבנות ולתכנן מערכי שיעור המשלבים שאילת שאלות לעידוד קידום חשיבה. תכנון זה מזמן תהליכי למידה המטפחים חשיבה מסדר גבוה באמצעות התנסות במשימות כאלה.

2.1.1.1. עיסוק במשימות מתמטיות מסדר חשיבה גבוה

ההתמקדות במשימות מתמטיות מבוססת על הרעיון שמשימות הן חלק עיקרי מהזדמנויות הלמידה הניתנות בכיתות (Doyle, 1981). רזניק (Resnick, 1987) חקרה את המשימות הדורשות חשיבה מסדר גבוה במתמטיקה ואפיינה את דפוסי החשיבה מסדר גבוה לפי התבחינים הללו:

- חשיבה שאינה אלגוריתמית – דפוסי החשיבה הם מהלכים שאינם ברורים ומוגדרים מראש;
- חשיבה זו נוטה להיות מורכבת;
- היא מסתיימת לעיתים קרובות באסטרטגיות מרובות ולא באסטרטגיה יחידה;
- לעיתים קרובות היא כרוכה בחוסר ודאות מפני שחלק מהנתונים המשפיעים אינם ידועים;
- היא כרוכה בוויסות עצמי של תהליכי חשיבה;
- היא כרוכה בבניית משמעות, כלומר בזיהוי מבנה הנראה לכאורה בלתי מסודר;
- היא דורשת מאמץ – כמות ניכרת של עבודה מנטלית הכרוכה בתהליכים ובשיפוט.

ממאפיינים אלו עולה שהחשיבה של התלמידים היא פעילות מורכבת ורבת-פנים. פעילות זו דורשת התמודדות במגוון מישורים, והיא מחייבת את התלמיד להתגייס להתמודד עם מצבים בלתי מוכרים, ולפיכך המורה נדרש לעודד את התלמיד לעשות כן. מסקנות אלו הוצגו גם במאמר שסקר בהרחבה משימות מתמטיות ומדעיות במשך שלושה עשורים. הממצאים לימדו שעיסוק במשימות מתאפיין בדפוסים קבועים (Tekkumru-Kisa, Stein, & Doyle, 2020) והדגישו את תפקיד המורים בזימון למידה באמצעות משימות ובשמירה על רמת החשיבה בכל שלבי המשימה.

החשיבות שבטיפוח כישורי חשיבה מסדר גבוה הודגמה במחקר של סטיין ולין (Stein & Lane, 1996). הן חקרו תלמידי כיתות ה׳–ח׳ במשך חמש שנים ומצאו שהישגיהם של תלמידים שהתמודדו עם משימות מסדר חשיבה גבוה גבוהים מהישגיהם של אלו שהתמודדו עם משימות הדורשות שינון ופרוצדורות. נוסף על כך, התלמידים שהתמודדו עם משימות מסדר גבוה הציגו מגוון דרכי פתרון וידעו להצדיק את דרכי הפתרון. סטיין ולין (Stein & Lane, 1996) הדגישו במיוחד את החשיבות שבפתיחת שיעור במשימה מסדר חשיבה גבוה (מסח״ג) ככלי לפיתוח יכולת החשיבה וההתמודדות עם פתרון בעיות במתמטיקה. אומנם שיעור שמוצגת בו משימה מסדר חשיבה גבוה אינו ערובה לפיתוח כישורי חשיבה אלו, אולם היעדר חשיפה למשימות מונע מהתלמידים את האפשרות לפתח את כישורי החשיבה שלהם.

העיסוק במשימות מתמטיות דורש מהתלמידים לחשוב באופן מושגי וליצור קשרים מתמטיים, וכך מעודד אותם לפתח רמת חשיבה מסדר גבוה. לכן צריך לאפיין משימות מסדר חשיבה גבוה ולהבחין בין משימות לפי

המידה שהן מזמנות חשיבה. סטיין וסמית׳ (Stein & Smith, 1998) דירגו את רמות החשיבה הנדרשות לביצוע משימה לארבע רמות שונות, התלויות בידע מתמטי בהתאם לכיתת הלימוד. פירוט של המחוון המלא שהציעו סטיין וסמית׳ לדירוג משימות נמצא בנספח 4. להלן פירוט מקוצר:

1. שינון – משימה המורכבת משינון, שחזור עובדות ותכנים שנלמדו בעבר. משימה זו אינה נפתרת בעזרת פרוצדורה ואינה קשורה למושגים;
2. פרוצדורה ללא קשרים למושגים ולמשמעות – שימוש בפרוצדורה מתבקשת על סמך לימוד קודם בלא קשר למושגים ולמשמעויותיהם. משימה כזאת אינה דורשת נימוק, ובקשה להסבר קשורה רק לתיאור הפרוצדורה. לפיכך, פרוצדורה זו מתבססת על תרגיל בלא להתעמק במשמעותו;
3. פרוצדורה עם קשרים למושגים ולמשמעות – משימה שהתלמיד נדרש בה לפרוצדורה רחבה, הקשורה למושגים. משימות אלו בדרך כלל מוצגות בדרכים מרובות (תרשים, עצמים מוחשיים וכו׳) ודורשות ליצור קשרים בין הייצוגים. לפיכך הן דורשות מידה מסוימת של חשיבה, וביצוען מפתח את ההבנה;
4. עשייה מתמטית – משימה הדורשת רמת חשיבה גבוהה ומורכבת. הפתרון אינו בהיר לתלמידים, ועליהם לחקור ולהבין את טיבם של המושגים המתמטיים ואת הקשרים ביניהם. חקירת הפתרון מתבססת על ידע התלמיד, והוא נדרש לנסח השערות, לחפש חוקיות ותבניות, לבדוק אילוצים, לקבל החלטות בדבר תקפותן של תשובות או ההיגיון שלהן ולהבין אם הבעיה פתירה. כמו כן, עליו להצדיק את הפתרון ולנמקו.

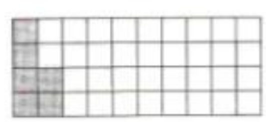
איור 1 מדגים את ההבדל שבין משימה מסוג ״עשייה מתמטית״ למשימות אחרות.

עשייה מתמטית

ציבעו 6 ריבועים קטנים במלבן של 4×10. בעזרת מלבן זה, הסבירו כיצד ניתן לקבוע את המספרים הבאים:

א) אחוז השטח הצבוע, ב) השבר העשרוני של השטח הצבוע, ג) השבר הפשוט של השטח הצבוע.

תשובה אפשרית אחת של תלמיד:



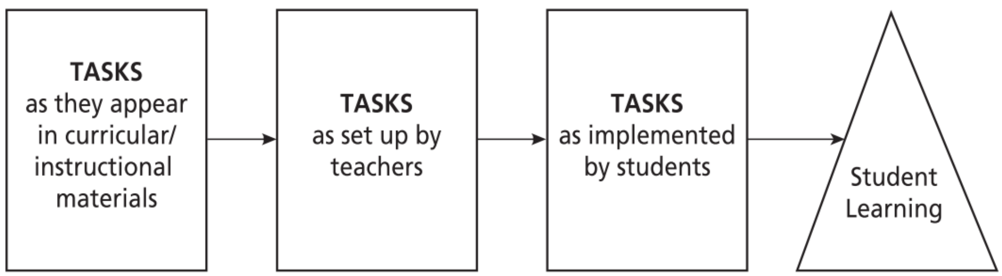
איור 1: משימה ברמה קוגניטיבית גבוהה מסוג ״עשייה מתמטית״, מתוך סטיין וסמית (Stein & Smith, 1998)

Figure 1: Cognitively demanding task of the "Doing mathematics" type

משימה זו מיועדת לתלמידי כיתה ה׳, כשהם מתחילים ללמוד את משמעות המונח ״אחוז״, ומחזיקים רק בידע הקושר בין אחוז למאיות ולעשיריות. המשימה מורכבת כיוון שהתלמידים צריכים לגייס ידע קודם מתחום

השברים והמספרים העשרוניים ולקשור ביניהם. הקשרים בין המשמעויות המתמטיות מופיעים בשרטוט בין השבר למספר העשרוני ולאחוז. את המורכבות ואת הדרישה לרמה קוגניטיבית גבוהה מגביר הצורך להשתמש ברשת משבצות 10X4 ולא ברשת משבצות 10X10 – הרשת המקובלת ללמידת אחוזים בתחילת הדרך. משימה זו אינה יכולה להיפתר בעזרת פרוצדורה פשוטה כיוון שהתלמיד אינו יכול להפוך את המספר 6/40 לאחוז, והוא נדרש לפרוצדורה עם קשרים. הוא יכול להשתמש בפרוצדורות שונות ולנמק את בחירתו, למשל: כל טור הוא 10%, ושתי משבצות הן מחצית הטור – 5%, ולכן החלק הצבוע הוא 15%. אפשרות אחרת לפתרון היא צמצום המספר 6/40 ל-3/20 ואז הרחבתו ל-15/100, השווה ל-15%. בנימוק הבחירה בפרוצדורה מסוימת יש להתבסס על קשרים בין המושגים. כל משימה מסח״ג מזמנת מגוון של פרוצדורות אפשריות.

סטיין וסמית׳ (Stein & Smith, 1998) בחנו את היישום של משימות מסח״ג בכיתה בפרויקט QUASAR,[1] ואפיינו את השלבים המלווים את העיסוק במשימה, כמוצג באיור 2.



איור 2: שלבי יישום המשימה. האיור נלקח מסטיין וסמית׳ (Stein & Smith, 1998, p. 270)
Figure 2: The mathematical tasks framework (Stein & Smith, 1998, p. 270)

איור 2 מציג את שלבי ביצוע המשימה, משלב הצגת המשימה בכיתה עד שלב למידת התלמיד. השלב הראשון מייצג את המשימות כפי שהן מופיעות בתוכנית הלימודים או בחומרי הלמידה (ספרי הלימוד, דפי עבודה וכדומה). השלב השני מייצג את המשימות כפי שהמורה מציג אותן לכיתה. השלב השלישי הוא יישום המשימות על ידי התלמידים, כלומר הדרך שהתלמידים מבצעים את המשימה הלכה למעשה. סטיין וסמית׳ טענו שזהו השלב המכריע בלמידת התלמידים, ושבניגוד לתפישה הרווחת, שלפיה המשימה אחראית במידה רבה ללמידת התלמידים, לעיתים קרובות רמת הדרישה הקוגניטיבית שמחייבות המשימות משתנה במעבר משלב לשלב (Stein, Grover, & Henningsen, 1996). דהיינו, במשימה המזמנת עיסוק ברמת חשיבה גבוהה עלולה הרמה לרדת לרמה נמוכה כשהיא משוגרת או מיושמת, למשל לרמה של פעולות אלגוריתמיות כגון חישוב בעזרת תרגיל.

סטיין וסמית׳ (Stein & Smith, 1998) הבהירו את התהליך באמצעות ניתוח מקרה של מורה. המורה הבין בתהליך רפלקטיבי שכאשר תלמידיו נתקלו בקושי הוא הציע להם לבצע פרוצדורה פשוטה שאפשרה פתרון מהיר במקום לעודד אותם לחקור את הקשר בין ייצוגים שונים ולמצוא פתרון בעצמם. ביצוע הפרוצדורה צמצם את המרכיבים המאתגרים של המשימה ולא אפשר לתלמידים להתמודד עם הדרישה

[1] Quantitative understanding: Amplifying student achievement and reasoning – מחקר אמריקני חמש שנתי בחינוך מתמטי בחטיבות הביניים. המחקר נערך בשנים 1990–1995.

הקוגניטיבית הגבוהה. לכן, כשאותו מורה שב והציג את המשימה, הוא השתמש בדרכים אחרות כדי לסייע לתלמידיו להתמודד עם קושי זהה – הוא הפנה אותם לשרטוט, ולא לפרוצדורה, ושאל אותם שאלות המעודדות פיתוח אסטרטגיות מגוונות ועצמאיות לפתרון. המסקנות מניתוח מקרה זה כוללות מיפוי של גורמים הנדרשים כדי לשמר את הדרישה הקוגניטיבית הכרוכה במשימה:

1. סיוע לתלמידים בחשיבה ובהנמקה;
2. מתן אמצעים לתלמידים לעקוב אחר התקדמותם;
3. המורה או תלמידים המסוגלים לכך מדגימים ביצוע ברמה גבוהה;
4. המורה מעודד הצדקות, הסברים ומשמעות באמצעות שאלות, הערות ומשוב;
5. המשימה מסתמכת על ידע קודם של התלמידים;
6. המורה יוצר קשרים מושגיים לעיתים תכופות;
7. ניתן מספיק זמן לחקירה – לא מעט מדי, לא יותר מדי.

התהליכים הקשורים בעיסוק במשימות נשענים על השיח המתקיים בכיתה, כפי שיובהר להלן.

2.1.2. <u>הוראה עשירה בשיח</u>

יש להניח שהשיח המתנהל בכיתה והאינטראקציה בין המורה לתלמיד ובין התלמידים משפיעים על תהליכי הוראה ולמידה (Cazden, 2001; Henning, 2007), לבניית ידע והעמקת החשיבה (Mercer, 2008) ולקידום הבנה מושגית במתמטיקה (Kazemi, 1998). כפי שהדגימה קזמי (Kazemi, 1998), בכיתה שהשיח בה עודד הבנה מושגית, המורה ביקשה לתאר ולהסביר את בחירת האסטרטגיה לפתרון ולקשר בין התשובה המילולית לייצוג החזותי (שרטוט). בכיתה שהמורה לא עודדה נימוקים והסברים, הלמידה התרכזה בעיקר בפרוצדורות המתמטיות.

עד היום, הדפוס השכיח בכיתות מתמטיקה הוא דפוס המאפיין הוראה מסורתית (Kaya, 2014), דפוס הנקרא IRE (Initiation-Response-Evaluation; Cazden, 2001; Mehan, 1979), ובעברית ימ״מ. בדפוס זה המורה **י**וזם (שואל שאלה), התלמידים **מ**גיבים (משיבים תשובה) והמורה **מ**עריך את תשובת התלמיד. דפוס אינטראקציה זה ממוקד בתוצר (תשובה נכונה), ומכוון לרוב לתשובות קצרות שאינן מזמנות חשיבה עצמאית וביקורתית. כמו כן, דפוס זה אינו מעודד אינטראקציה בין התלמידים אלא רק בין התלמיד למורה. כמה דרכים הוצעו במחקרים כדי להימנע מדפוס הימ״מ. אחת מהן היא להציע לתלמידים שאלות פתוחות ברמת חשיבה גבוהה כדי לעודד חשיבה ביקורתית (Chin, 2007; Nystrand & Gamoran, 1991). חוקרים אחרים (Rowe, 1974; Tobin, 1987) הציעו הליך שבו המורה שואל, ממתין ושותק (״זמן המתנה״) כדי לאפשר לתלמידים לחשוב ולפרט את רעיונותיהם. למפרט (Lampert, 1990) טענה שהוראת מתמטיקה פירושה, בין השאר, קיום שיח מתמטי. היא תיארה במחקרה דיון בין תלמידים בכיתה. התלמידים דנו בטיעונים שהועלו ונימקו את טענותיהם. שיח כזה המתנהל בכיתה, שהפעילות בו ממוקדת בהפרכות ובהוכחות, מביא את התלמידים להבין שמתמטיקה עוסקת במציאת אסטרטגיות לפתרון ולא בפתרון עצמו.

שיטה יעילה לפיתוח שיח בכיתה היא השיטה ״השיח המחויב״ (AT – Accountable Talk; Michaels, O'Connor, & Resnick, 2008), שעיקרון עיקרי בה הוא מחויבות לקהילה, להנמקה ולידע. עיקרון זה מחייב

את הלומדים להתייחס לקהילת הלומדים, לבנות ידע מדויק ומבוסס ולבצע מהלכי טיעון. כדי להנגיש את עקרונות השיטה למורים ולתלמידים הוצעו להם מהלכי דיבור מסוימים (Talk moves) המעודדים את מחויבויות אלו בכיתה (Michaels & O’Connor, 2015) כיוון שהם מדגישים הנמקה והבהרה, מתן דוגמאות ואי-דוגמאות והעלאת שאלות נגדיות. כמו כן, הם כוללים בקשות לחזרה על דברי תלמיד אחר והבעת הסכמה או אי-הסכמה עם רעיונות האחר ועם רעיונות מתמטיים בכלל (O’Connor, Michaels, & Chapin, 2015; Resnick et al., 2010). דוגמה למהלכי דיבור המעודדים הנמקה: לאחר שתלמיד א׳ הסביר את דרך הפתרון שמצא, המורה פונה לתלמיד ב׳ ושואלת לפי תבנית שיח: ״האם אתה מסכים או לא מסכים עם חברך? ולמה?״ אם המורה רוצה לעודד הקשבה בין התלמידים, היא יכולה לבקש מהם לחזור על דברי תלמיד אחר. היא פונה לתלמיד אחר ושואלת: ״אתה יכול לחזור על מה שהוא אמר במילים שלך?״ או ״מי יכול להסביר לי מה [תלמיד א׳] אמר?״ השימוש בתבניות יכול להקל את ההתקדמות הדיון בכיתה ולעודד את התלמידים להגיב לעמיתיהם.

אוקונור ועמיתיה (O’Connor et al., 2015) תיארו את כלי השיח המחויב בהקשר של הפרויקט "PC – Project Challenge", שנועד לקדם תלמידים בלימודי המתמטיקה. הפרויקט התקיים בארצות הברית בשנים 1998–2012. המורים בפרויקט זה הוכשרו לנהל דיונים בכיתה באמצעות פרקטיקות מהלכי שיח. לאחר ההכשרה השוו החוקרים ומצאו כי בשיעורים שהמורים השתמשו בהם במהלכי שיח אלה נוצר שיח אקדמי משמעותי יותר מאשר בשיעורים שמהלכים אלו לא יושמו בהם.

2.1.3. <u>המשגה והתמודדות</u>

המשמעות של עיסוק במשימות מסדר חשיבה גבוה נחקרה לא רק בהיבט של השיח בכיתה ושל רמת המשימות, אלא גם בהיבט של פרקטיקות הוראה כלליות יותר, כאלה המזמנות המשגה והתמודדות. סטיגלר והיברט (Stigler & Hiebert, 1999, 2004) ניסו לברר בעבודתם מדוע תלמידים בארצות הברית נופלים בהישגיהם במבחנים משווים בינלאומיים מתלמידים בני מדינות אחרות. שני החוקרים השוו במחקר אורך (עשר שנים) בין שבע מדינות (ארצות הברית, יפן, הונג קונג, הולנד, צ׳כיה, אוסטרליה ושוויץ) במאפייני ההוראה. במחקרם נמצא שיש חשיבות רבה לדרך שמורים ותלמידים מתמודדים עם פתרון משימות מתמטיות. מורים נבדלו זה מזה בשני היבטים חשובים: (א) המידה שמורה מזמן לתלמידיו את האפשרות להתמודד עם משימות מסח״ג – המידה שהוא מציב פיגומים בדרכם; (ב) שימת דגש על הרעיונות המתמטיים ועל בניית ידע על פי מושגים מתמטיים. שני היבטים אלו משפיעים על תהליכי הלמידה-הוראה המתקיימים בכיתה: המשגה והתמודדות.

מחקרים קודמים בהוראת המתמטיקה התייחסו למונח ״הבנה מושגית״ (Conceptual understanding; Hiebert & Lefevre, 2013; Kazemi, 1998; Skemp, 1976) והגדירו אותו:

> Knowledge that is rich in relationships. It can be thought of as a connected web of knowledge, a network in which the linking relationships are as prominent as the discrete pieces of information. Relationships pervade the individual facts

> and propositions so that all pieces of information are linked to some network (Hiebert & Lefevre, 2013, pp. 3–4).

ההגדרה של היברט ולפבר (Hiebert & Lefevre, 2013) מדגישה את רשתות הידע ואת הקשרים ביניהם. חוקרים מסוימים הדגישו את החשיבות של ידע פרוצדורלי, בשונה מהבנה מושגית, בהוראת מתמטיקה (Rittle-Johnson & Schneider, 2015). במחקרים קודמים רווחה ההבחנה בין הבנה מושגית לידע פרוצדורלי במתמטיקה (Bartell, Webel, Bowen, & Dyson, 2013) ונטען כי הם שני גופי ידע נפרדים, הנלמדים בנפרד. ייתכן שהפרדה זו נבעה מהצורך לבצע רפורמה בהוראת המתמטיקה ולהתמקד בהבנה מושגית יותר מאשר בידע פרוצדורלי (Kieran, 2013).

חוקרים אחרים (Kieran, 2013) יצאו נגד החלוקה הדיכוטומית הזאת. על בסיס הטענה שידע פרוצדורלי גם הוא חשוב, חוקרים אלו קראו לאזן בינו ובין הבנה מושגית (Bossé & Bahr, 2008) ולקשור בהוראה בין השניים. בגישה זו תמכו גם היברט וגראוס (Hiebert & Grouws, 2007). הם הגדירו "המשגה" כהתייחסות מפורשת למושגים (Explicit Attention to Concepts –EAC), אך קשרו את התייחסות זו גם לפרוצדורות, כלומר לתהליכי הוראה העוסקים ביצירת קשרים בין עובדות מתמטיות, פרוצדורות ורעיונות מתמטיים. לשיטתם:

> Students can acquire conceptual understandings of mathematics if teaching attends explicitly to concepts – to connections among mathematical facts, procedures, and ideas […] we mean treating mathematical connections in an explicit and public way (Hiebert & Grouws, 2007, p. 383).

לפי היברט וגראוס, המשגה צריכה להתבצע בדרך מפורשת ופומבית, בדיון במשמעויות מתמטיות הנערך בשעה שמשווים בין פתרונות שונים לבעיה נתונה. כמו כן, המשגה מפורשת מזכירה לתלמידים את הרעיון המרכזי בשיעור וכיצד רעיון זה משתלב בתמונה הכללית של המושגים המתמטיים המוכרים להם. היברט וגראוס (Hiebert & Grouws, 2007) השוו בין כיתות שנלמדו בהן הפרוצדורות חיבור וחיסור (בקרב תלמידי כיתות א'–ב') לכיתות שנעשתה בהן המשגה מפורשת בתוך התייחסות למשמעות של ערך המקום במבנה העשרוני. התוצאות לימדו שתהליכים אלו, שלוו בדיונים, בהסברים ובנימוקים, מביאים את התלמידים לרמות ביצוע גבוהות יותר מאשר למידה של פרוצדורות בלבד. במחקר משווה אחר מצאו סטיגלר והיברט (Stigler & Hiebert, 1999, 2004) כי מורים ממדינות הזוכות להישגים גבוהים עוסקים במשימות מתמטיות באופן מעמיק ודנים בקשרים שבין מושגים ומשמעויות יותר מאשר מורים בארצות הברית, הנוטים לעסוק בפרוצדורות.

קזמי (Kazemi, 1998) אפיינה את ההבנה המושגית כתהליך של הבניית מושג והדגישה את השפעת המורה על תהליך הבניית המושג בכיתה. לטענתה, ככל שמורים מעודדים את תלמידיהם לעסוק בהמשגה מתמטית, התלמידים לומדים יותר ומפתחים הבנה מושגית טובה יותר. היא השוותה בין שתי מורות ומצאה שתלמידיה של המורה שדחפה יותר להצגת הנמקות והסברים מתמטיים הצליחו ליצור קשרים בין רעיונות מתמטיים

ובין אסטרטגיות פתרון יותר מאשר תלמידיה של המורה שאפשרה הסברים פרוצדורליים בלבד. גם היברט וגראוס (Hiebert & Grouws, 2007) זיהו במורה גורם חשוב בהובלת תהליכי הוראה למידה בכיתה כיוון שהוא מזמן לתלמידים התמודדות עם משימות מתמטיות (Students Opportunity to Struggle – SOS), וכך מזמן להם השקעת מאמץ בהבנת ההיגיון המתמטי (Hiebert & Grouws, 2007, p. 387).

סטיין ועמיתיה (Stein et al., 2017) יצאו מרעיון הדרישה הקוגניטיבית, כפי שתואר בעבודותיה המוקדמות יותר של סטיין (Stein, Smith, Henningsen, & Silver, 2000) ושכללו אותו בתוך שהם מאמצים את המונחים המשגה והתמודדות כהיבטים המאפשרים לעדן את התבחין דרישה קוגניטיבית. במילים אחרות, בהמשגתם החדשה, דרישה קוגניטיבית מאופיינת הן בהמשגה הן בזימון התמודדות, אך המידה ששני ההיבטים הללו דומיננטיים בשיעור יכולה להשתנות. לפיכך, סטיין ועמיתיה (Stein et al., 2017) הגדירו ארבעה דפוסי הוראה, כמוצג באיור 3. דפוסים אלו ממחישים ארבעה טיפוסים שונים של מורים בשני היבטים: ההזדמנויות הניתנות לתלמיד להתמודד עם משימה מתמטית והדגשים מפורשים למושגים בשיעור המתמטיקה (המשגה).

		Opportunities for Student Struggle	
Explicit Attention to Concepts		High	Low
	High	Quadrant 1 High EAC High SOS	Quadrant 2 High EAC Low SOS
	Low	Quadrant 3 Low EAC High SOS	Quadrant 4 Low EAC Low SOS

איור 3: ארבעה דפוסי הוראה (Stein et al., 2017, p. 3)
Figure 3: Four profiles of teaching (Stein et al., 2017, p. 3)

ארבעת דפוסי ההוראה לשיעור מתמטיקה מופיעים כרבעונים: רבעון 1 מאפיין הוראה המדגישה מושגים מתמטיים ברמה גבוהה ומפרשת אותם. הוראה כזאת מאופיינת ברמה גבוהה של מתן הזדמנות לתלמידים להתמודד עם משימות. ברבעון 2, ההוראה מדגישה את המושגים המתמטיים ברמה גבוהה אולם לתלמידים ניתנת הזדמנות להתמודד ברמה נמוכה. ברבעון 3 ההוראה מתמקדת במושגים ברמה נמוכה ומזמנת התמודדות ברמה גבוהה, וברבעון 4 ההוראה ברמה נמוכה גם בהמשגה וגם בהזדמנויות הניתנות להתמודדות.

דפוסי הרבעונים נחקרו בקרב 255 מורים במדינת טנסי, ארצות הברית. המחקר נערך במסגרת פיתוח מקצועי למורי מתמטיקה שנמשך שנתיים וכלל שאלונים וצפייה בשיעורים (Stein et al., 2017). הייחודיות

של החלוקה לרבעונים היא בהסתכלות על ארבעה דפוסי הוראה. בכך הסתכלות זו נבדלת מזו ששימשה במחקרים שסיווגו את דפוסי ההוראה לשני דפוסים: הוראה מסורתית והוראה מבוססת רפורמה. הממצאים מלמדים כיצד מאפייניהן של דפוסי ההוראה משתקפים בכל רבעון ומראים עקביות בדפוס זה בקרב המורים. דפוס רבעון 1 מייצג את הוראת הרפורמה, שבה מורים מיישמים פרקטיקות להוראה חקירתית, ודפוס רבעון 4 מייצג את המורים הנוהגים בשיטה המסורתית. החלוקה לרבעונים מתייחדת גם בחלוקה לטיפוסי מורים, כפי שאפשר לראות ברבעונים 2 ו-3, המתאפיינים ביישום חלקי של הפרקטיקות. ממצא אחר שעלה ממחקרם של סטיין ועמיתיה הוא חלקם היחסי של המורים בכל רבעון. חלקם של המורים שדפוס הוראתם קודד ברבעון הראשון היה כרבע. כשליש (הקבוצה הגדולה ביותר) מהמורים מטנסי שהשתתפו במחקר נמצאו ברבעון השלישי, בדפוס המאפשר לתלמידים להתמודד עם משימות מסח״ג אך מדגיש פחות את המושגים המתמטיים. ברבעון השני נמצאו חמישית מהמורים, וברבעון הרביעי נמצאה קבוצה קטנה של מורים. כדי להעמיק את הבנת הפרקטיקות העומדות מאחורי דפוסי הוראה שונים, אעבור כעת לסקור את המסגרת המושגית הקומוגניטיבית, הממשיגה דפוסי הוראה ולמידה על רצף שבין ריטואל לחקירה.

2.1.4. השתתפות ריטואלית והשתתפות חקירתית

המושגים שהוצגו עד כה לחקר הוראה-למידה היו בעיקרם מושגים קוגניטיביים, שהתייחסו לתלמיד היחיד ולהזדמנויות הלמידה שהמורה או השיעור מזמנים לו. ואולם, לצורך חקר תהליכי הוראה בכיתה יש צורך בגישות תאורטיות המתמקדות בשיח הכיתתי ובתהליכי ההשתתפות בו מנקודת מבט חברתית-תרבותית. לפי הגישה החברתית-תרבותית, הכיתה משמשת קהילה לומדת ששותפים בה תלמידים ומורים (Wenger, 2000).

אחת הגישות הסוציו-תרבותיות המאפשרות חקר של אינטראקציות בכיתת המתמטיקה היא הגישה הקומוגניטיבית (Sfard, 2008). גישה זו מתייחסת לחשיבה כסוג של תקשורת תוך-אישית שאינה שונה באופן מהותי מתקשורת בין-אישית. המינוח קומוגניציה מאחד את המושגים תקשורת וחשיבה (Cognition+ Communication). איחוד זה מדגיש את ההתייחסות לתקשורת ולחשיבה כשני רכיבים של אותה תופעה. לפי גישה זו, אפשר לתאר את החשיבה המתמטית כסוג מסוים של תקשורת או שיח. למידה מוגדרת לפי גישה זו כשינוי בשיח של הלומד (Sfard, 2008).

אחד המאפיינים העיקריים של שיח, על פי הגישה הקומוגניטיבית, הוא רוטינות. לביא וספרד (2016) הגדירו את מהותן של רוטינות השיח: ״רוטינות הן דפוסי עשייה שחוזרים על עצמם. מהותה של פעולה רוטינית בכך שהיא משחזרת ביצועים אשר נצפו בעבר במצבים דומים. הזדמנויות להופעת רוטינות נוצרות, על כן, כאשר אותה מטלה חוזרת על עצמה שוב ושוב״ (עמ׳ 25). רוטינות השיח נחלקות לשני סוגים: ריטואלית וחקירתית. רוטינה ריטואלית היא:

> רוטינה המבוצעת רק ביוזמת אדם אחר ובלי שנדרשות במהלך ביצועה החלטות עצמאיות של המבַצֵע הנחשב בעיני הלומד לשולט בשיח, תרתי משמע. ההליך של רוטינה מסוג ריטואל משחזר את אופן הפעולה של האדם האחר, והמבצע אינו מכיר בהליכים אלטרנטיביים לביצוע המטלה. במקרה של ריטואל, הביצוע עצמו ולא תוצאתו הוא מוקד העניין (לביא וספרד, 2016, עמ׳ 26–27).

הרוטינה הריטואלית נועדה ליצור סולידריות עם אחרים, בהתאם לדרישת המומחה המוביל את הלמידה (לרוב המורה), וניסיון לרצות את המורה ולקבל את אישורו. רוטינה ריטואלית מאופיינת בכללים נוקשים של פתיחה (כללים המגדירים מתי מתאים לפתוח ברוטינה) וסגירה (כללים המגדירים מתי הרוטינה הסתיימה). להבדיל, ברוטינה החקירתית כללים אלו גמישים. אחד התבחינים של רוטינה הוא: "מי מבצע את הרוטינה?" הפעולות שהלומד מבצע מזוהות כהשתתפות של התלמיד בלמידה (Sfard & Lavie, 2005).

ברוטינות חקירתיות "הקריטריון שלפיו מחליט המבצע כי ביצוע החקירה הסתיים בהצלחה הוא הגעה להיגד מקובל חדש – ניסוח ואישוש של עובדה כלשהי" (לביא וספרד, 2016, עמ' 27). בהשתתפותו, התלמיד מתמקד בתשובה ופחות בתהליך שהוביל אליה (Heyd-Metzuyanim, 2015; Heyd-Metzuyanim et al., 2016).

ספרד ולביא (Sfard & Lavie, 2005) טענו שלעיתים, השתתפות ריטואלית היא שלב הכרחי בדרך להשתתפות חקירתית. אף על פי כן, חוקרות שהסתמכו על ההבחנה בין השתתפות ריטואלית להשתתפות חקירתית הדגישו כי רצוי שהוראה תדגיש את היעד בהשתתפות חקירתית של הלומד (Heyd-Metzuyanim & Graven, 2016; Heyd-Metzuyanim, Tabach, & Nachlieli, 2016). לדברי ספרד (Sfard, 2016), מורה עלול לאמץ הוראה ריטואלית אם הוא נחשף בעצמו להזדמנויות למידה ריטואליות. מכך משתמע שגם לפי שיטתה, יש טעם לזמן לתלמידים ככל האפשר למידה חקירתיות. כמו כן, נחליאלי וטבח (Nachlieli & Tabach, 2019) טענו שיש סיבות להשתמש ברוטינות הוראה ריטואלית כנקודת פתיחה הכרחית ללמידה כיוון שהן מסייעות לתלמיד להרחיב את השיח על אובייקטים מתמטיים וליצור נרטיבים חדשים. מצב זה מזמן הזדמנויות המעודדות למידה חקירתיות.

אפשר לשער שדפוס השתתפות ריטואלי עשוי להיות אחת התוצאות של הגישות הפדגוגיות הנקראות "הוראה מפורשת" (Visible pedagogy; Bernstein, 2003; Hattie, 2008) או "הוראה ישירה" (Direct instruction; Adams & Engelmann, 1996). על פי גישות אלו, המורה מסביר כיצד לבצע רוטינות או פרוצדורות בתרגול מיומנויות וביישום מושגים (Kirschner, Sweller, & Clark, 2006). חוקרים אלו מניחים שהמורה הוא מקור הידע ותפקידו למסור את הידע, להדגים ולהמחיש את השימוש בו. אומנם התלמיד יכול להשתתף בשיעור, אך לרוב אין הוא שותף פעיל בלמידה. בשיטה זו המורה הוא הסמכות הקובעת, מצב אשר עלול להוביל למאפיין הריטואלי שבו התלמיד מסתמך אך ורק על המורה לצורך אישור הנרטיבים שהוא יוצר. לעיתים זו ההוראה הנדרשת בכיתה, בעיקר במקרים שהמורה נדרש להגדיר מפורשות מושגים חדשים (Hiebert & Grouws, 2007) או כאשר יש לעבור לשיח חדש (Nachlieli & Tabach, 2012). לצד זה אני מניחה בעבודה זו היא שמרבית הזמן, תלמידים מפתחים שיח על אובייקטים מוכרים להם (למידה ברמת אובייקט; Nachlieli & Tabach, 2012). למשל, תלמידים עוסקים כמה שנים בפיתוח נרטיבים על מספרים טבעיים באמצעות הרוטינות המוכרות חיבור, חיסור, כפל וחילוק. הזדמנויות להשתתפות חקירתית יכולות לאפשר להם לפתח את הנרטיבים על האובייקטים המוכרים להם.

לתפקיד המורה נודעת חשיבות בתהליכי הוראה-למידה חקירתיים. נחליאלי וטבח (Nachlieli & Tabach, 2019) המשיגו את תפקיד המורה כמי שמעניק הזדמנויות ללמידה (ה"ל) בין שהן "מאפשרות-

ריטואלי" (Ritual-enabling OTLs) או "דורשות-חקירה" (Exploration-requiring OTLs). ה"ל מאפשרות-ריטואל הן: "Actions that provide students with tasks that could be successfully performed by rigid application of a procedure that had been previously learned" (Nachlieli & Tabach, 2019, p. 4). פעולות פרוצדורליות המבוססות על זיכרון ושינון נועדו לרצות אחרים (Heyd-Metzuyanim, 2013; Sfard & Lavie, 2005). ה"ל דורשות-חקירה הן:

> Actions that provide students with tasks that could not be successfully solved by performing a ritual. Rather, a successful completion of the task can only be achieved by participating exploratively. That is, to produce mathematical narratives, an exploration-requiring OTL is necessary (Nachlieli & Tabach, 2019, p. 4).

ההגדרה לה"ל חקירתית כוללת את המילה "דורשת" (Requiring), כלומר ה"ל חקירתית דורשת לבצע פעולות חקירתיות כדי להתמודד עם המשימה, ואילו ה"ל ריטואלית מאפשרת (Enabling) פעולות ריטואליות, אך אינה דורשת אותן. בהתאם לכך, ה"ל חקירתית מבוססת על סמכות (Authority) ועל סוכנות (Agency) של התלמיד, המגדירות את יכולתו לפעול באופן עצמאי ולקבל החלטות (Baker, 2003). בה"ל חקירתית התלמיד יוצר נרטיב באופן עצמאי מתוך סמכות עצמית ולא כדי לרצות אחרים, או מתוך סמכות חיצונית (Nachlieli & Tabach, 2019). זאת ועוד, בה"ל חקירתית המורה מעודד את התלמיד ליצור נרטיב חדש לפי הכללים המתמטיים, על בסיס אובייקטים מתמטיים ופרוצדורות ועל סמך הקשרים שביניהם. את כל אלה המורה מזמן לתלמידיו.

ממצאי המחקר של נחליאלי וטבח (Nachlieli & Tabach, 2019) מלמדים שיש צורך בה"ל ריטואליות כדי לקדם הוראה חקירתית וכי תמהיל נכון בין השתיים יכול לשרת את המורה בהובלת שיעור חקירתי. נוסף על כך, הן טענו לקשר בין ה"ל חקירתית לריטואלית. רוטינה הנפתחת בה"ל חקירתית יכולה לכלול בתוכה ה"ל ריטואלית וה"ל חקירתית, אולם רוטינה הנפתחת בה"ל ריטואלית, לא סביר שתכלול בתוכה ה"ל חקירתית. מסקנה זו חשובה למורים הרוצים להוביל שיעור חקירתי ולגבור על הקשיים הנוצרים תוך כדי השיעור.

2.1.5. <u>שינוי דרכי הוראה לכיוון הוראה חקירתית</u>

2.1.5.1. <u>שינוי דרכי הוראה באמצעות תוכנית לימודים</u>

רבים סוברים כי המפתח לשינוי דרכי הוראת המתמטיקה טמון בשינוי תוכנית הלימודים. בארצות הברית, מסמך הסטנדרטים של National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) הציע מאז 1990 ואילך תוכניות וכלים להקניית מיומנויות חשיבה ולצמצום הקניית פרוצדורות (Berlin, 1989). אף על פי כן, בסקירה רחבה של מחקרים בנוגע להשפעה של תוכניות במתמטיקה על הישגי התלמידים נמצאו עדויות מועטות

להשפעתם בעקבות יישומי הרפורמה (Slavin & Lake, 2008), בעיקר מפני שהשינוי התמקד אך ורק בתוכנית הלימודים ולא נתן די מענה לאימוץ דרכי הוראה חקירתית ופרקטיקות שהמורים מקדמים באמצעותן חשיבה מתמטית (Tekkumru-Kisa et al., 2020).

גם בישראל יושמה תוכנית לימודים חדשה במתמטיקה לבתי ספר יסודיים (משרד החינוך, 2006) שהדגישה "הקניית מיומנויות חשיבה ויכולת יישום של מיומנויות וידע מתמטי בתחומים אחרים". נוסף על כך, מסמך מטעם הפיקוח על המתמטיקה, בשם "קווים מנחים לתכנון שיעור מתמטיקה ולהערכתו" (משרד החינוך, 2011) הדגיש את ההבנה המושגית של תלמידים ואת "היכולת להתאים נימוקים" ו"יצירת מבנים" (לוגיים). ואולם, לצד הרפורמות הללו בתוכניות הלימודים, מחקרים הראו כי מתגלה קושי במעבר מהתוכנית הכתובה ליישומה בכיתה וכי גם כאשר תוכנית הלימודים מדגישה המשגה ולמידה של רעיונות מתמטיים, מורים נוטים להתמקד בפרוצדורות (Spillane & Zeuli, 1999). במחקרן של הד-מצויינים ושבתאי (Heyd-Metzuyanim & Shabtay, 2019) נמצאו סתירות בין ההצהרות שהשמיעו המורות בדבר חשיבות עקרונות ההוראה החקירתית, כפי שהם באים לידי ביטוי במסמכים של משרד החינוך, ובין פעולות ההוראה והלמידה הספציפיות שהן דיווחו שהן מבצעות בכיתה. מניסיוני כמדריכה למתמטיקה במשרד החינוך אני יכולה לחזק את הטענה שיש פער בין השיח התומך בהמשגה ובהבנה מעמיקה להתמקדות בפרוצדורות.

מחקרים שבחנו את יישומן של תוכניות לימודים חדשות החלו לשפוך אור על הסיבות לפער בין תוכנית הלימודים ובין המתרחש בפועל בכיתות (Tekkumru-Kisa et al., 2020). טקמורו-קיסה ועמיתיה ציינו כי גם כשהמורים מודעים לצורך להשתמש במשימות מסח"ג ואף עושים בהן שימוש, מתעוררות בעיות בניהול השיעור. הסיבה לכך היא שהמשימות המורכבות נוטות לעורר תסכול בתלמידים, וכדי לצמצמו המורים מנמיכים את רמת החשיבה הנדרשת מהם (Stein & Smith, 1998). סטיין ועמיתיה (Stein, Engle, Smith, & Hughes, 2008) ציינו מגוון קשיים אחרים היכולים להיווצר כשמורה מיישם הוראה חקירתית בכיתה. כיוון שהמורה אמור ליצור סביבת למידה שהתלמידים מתמודדים בה עם מסח"ג, יש מורים שחושבים שעליהם להימנע מכל הנחיה. קושי אחר ביישום נובע ממורכבות הידע הנדרש מהמורה ומעומקו בתחומים ידע מתמטי, ידע מתמטי פדגוגי וידע על חשיבת התלמידים, וכן מהצורך לתכלל את כל סוגי הידע האלה.

2.1.5.2. <u>יישום הוראה חקירתית באמצעות תוכנית התערבות רחבת היקף</u>

הדוגמה הבאה מלמדת על ניסיון רחב היקף ליישם הוראה חקירתית ביפן (Lewis & Perry, 2014; Lewis & Tsuchida, 1997). המודל היפני לשינוי גישת ההוראה נקרא "חקר שיעור" (Lesson Study – LS; Isoda, Stephens, Ohara, & Miyakawa, 2007). מודל זה מתבסס על תכנון מערך שיעור וחקירתו של השיעור, והוא כולל מחזוריות תכנונית ושיתוף בין מורים, בין בתי ספר ובין חוקרים. השיעור מורכב מאיתור נושא מתמטי מורכב (המלווה בקושי בהוראה ובלמידה) ומעיסוק ברעיונות מתמטיים (Big ideas) הקשורים לאותו נושא. רוב תכנוני השיעור מבוססים על למידה והוראה חקירתית באמצעות פתרון בעיות (Problem solving) – משימות מסדר חשיבה גבוה (Lewis & Perry, 2014; Stigler & Hiebert, 1999). הוראה בגישה זו שמה דגש

על תכנון שיעור מתמטי קפדני. התלמידים משתתפים בשיעור באופן פעיל ומתנסים בפתרון בעיות, והדבר מוביל לבניית ידע מושגי מעמיק (Isoda et al., 2007). הצוות המתכנן צופה בשיעור ומעריך אותו כחלק מחקר של התהליך. בעקבות הצפייה, הצוות נערך לרפלקציה משותפת ולתכנון מחדש של השיעור. תהליך רפלקטיבי זה מתרחש כפעמיים, ולאחר מכן השיעור המשופר משותף עם צוותי הוראה נוספים בבתי ספר אחרים ביפן, והשיעור נעשה נחלת הכלל (Stigler & Hiebert, 1999; Lewis & Tsuchida, 1997; Lewis & Perry, 2017).

יישום של מודל השיעור היפני כרוך בשינוי ניכר בפרקטיקות ההוראה. מחקרים שונים הראו כי הטמעתו נתקלה בקשיים ארגוניים ופדגוגיים שונים (Fernandez & Yoshida, 2004). ראשית, היישום דורש משאבי זמן יקרים. שנית, השיטה אינה מוכרת דיה, ובהיעדר ידע פדגוגי ומיעוט ידע נדרש, יישום התוכנית נמנע (Akiba & Wilkinson, 2016). כלומר, אפשר להניח שהמודל "חקר שיעור" הוא שיטה יעילה (Lewis & Perry, 2017), התורמת לקידום הלמידה, אולם השינוי ושיתוף הפעולה הנדרש מכל הגורמים מקשה את הטמעת התהליך.

גם בישראל ניסו לאמץ את המודל היפני "חקר שיעור" לפני כ-15 שנה. אביטל (2016) חקרה בעבודת הדוקטור שכתבה את יישום המודל בקרב מורים בבית ספר יסודי. במחקר המשווה מצאה אביטל יתרונות לקבוצות המורים שלימדו בשיטה זו. היתרונות התבטאו באופן הצגת הבעיה, בזיהוי צומתי החלטה, בטיפול בקשיים, בטיפוח לומד פעיל, בשילוב טכנולוגיה בשיעור ובאמונות פדגוגיות. גם אטד (2009) דיווחה על יתרונות רבים ביישום מודל "השיעור היפני". אף על פי כן, היא גם דיווחה על קשיים ארגוניים, כגון קושי לתאם מועדים לפגישות צוות ולצפייה. דיווח זה מתקשר גם לניסיוני האישי כמורה בשנים שיושם מודל זה. בשנים אלו נרשמה התלהבות רבה מעקרונות המודל, בהם העיסוק ב"רעיונות גדולים" וצפייה משותפת בשיעורים, אך קשיים ארגוניים, כמו הצורך לתאם מפגשי מורים והצורך בשעות נוספות ובפיתוח מקצועי אינטנסיבי טרפדו את תהליך היישום.

2.2.פיתוח מקצועי למורים

בפרק זה ייסקרו השתלמויות מורים והאופן שהן פועלות לשינוי פרקטיקות הוראה בכלל ולשינוי לקראת הוראה חקירתית בפרט. כדי להסביר כיצד השתלמויות מורים מפתחות ידע של מורים, תחילה אסביר את משמעות המושג ידע של מורים ואת תפקידן של השתלמויות בפיתוח ידע זה. לאחר מכן אסקור את תפקידן של השתלמויות מורים בשינוי השיח הפדגוגי ובקידום הוראה עשירה בשיח.

2.2.1. השתלמויות כמפתחות ידע של מורים

מרבית המחקרים שעסקו בשינוי בעקבות השתלמויות מורים ראו בהשתלמויות כלי לפיתוח ידע של מורים, כולל ידע תוכן מתמטי וידע פדגוגי מתמטי (Ball, Sleep, Boerst, & Bass, 2009; Ball, Thames, & Phelps, 2008; Shulman, 1986). ידע תוכן פדגוגי (Knowledge Content Pedagogical– KCP) הוא הידע הנדרש למורה כדי ללמד מתמטיקה, והוא כולל את ההיבטים ידע על חשיבת תלמידים, על קשיים ועל הדרך להתמודדות עם קשיים אלו (Ball et al., 2008). מתוך מחקרים אלו התגבשו מושגי ידע נוספים, הכוללים

סוגים של ידע מתמטי פדגוגי: ידע תוכן להוראה/למורים,[2] שהוא ידע מתמטי שהמורה צריך לדעת כדי ללמד, כולל החלטות, הוראות וטיפול בשגיאות נפוצות (Ball, Hill, & Bass, 2005); ידע תוכן ולומדים –[3] הידע על למידת תלמידים, כמו שגיאות נפוצות (Ball, Thames, & Phelps, 2008).

המונח "ידע מתמטי של מורים" (MKT) שימש בסיס לבחינת ידע של מורים במשימות מתמטיות במסגרת הנקראת Mathematical Tasks Framework (MTF; Hoover, Mosvold, Ball, & Lai, 2016). ידע זה מתמקד בעיקר ביכולת המורים לזהות את הרמה הקוגניטיבית הנדרשת לשם ביצוע המשימה ובידע כיצד לשנותה (Hoover et al., 2016). מחקר אחר הציע רכיבים נוספים של ידע מורים, בהם ידע כיצד להנגיש את המשימה לתלמידים שונים, חשיבות הדרישה לנמק ולהציג פתרונות נוספים, והאופן שאפשר לקשור בין מגוון רעיונות ופתרונות שהציעו התלמידים (Hill & Charalambous, 2012). במחקרם נערכה השוואה בין שני סוגי מורים ונמצא כי מורה שהחזיק בידע רחב יותר במתמטיקה ידע להתאים את המשימה בלא להנמיך את רמת החשיבה בה. למשל, הוא שינה חלק מהטקסט שהיה בלתי ברור. המורה שהחזיקה בידע פחות לא נהגה כמו עמיתה, וגם לא נקטה פעולות הוראה אחרות, למשל קידום טענות התלמידים וקישור בין רעיונות מתמטיים, זאת אף שנחשפה לחומרי למידה אשר היו אמורים לתמוך בה בהנחיית שיעור. החוקרים הסיקו כי ידע המורים הנדרש לעבודה חקירתית בשיעורים הוא ספציפי, מסועף ומעמיק מאוד.

בהמשך לדיון בידע הספציפי הדרוש למורים, צ'פמן (Chapman, 2013) הציעה להרחיב את המושג ידע המורים בנוגע למשימות מתמטיות ולכלול בו לא רק סיווג של דרישה קוגניטיבית (Mathematical-task knowledge) אלא גם ידע בנוגע למשימות מתמטיות. ידע זה, טענה, דרוש כדי לקדם את למידת המושגים המתמטיים, לתמוך בהתפתחות החשיבה המתמטית ולמקסם את הפוטנציאל הטמון במשימות. את תכנים אלו הציעה צ'פמן בסקירת ספרות שפרסמה בכתב העת *Journal of Mathematics Teacher Education* (JMTE). בסקירה התבססה צ'פמן על שני מקורות: העקרונות של National Council of Teachers of Mathematics (NCTM; האגודה למורי המתמטיקה בארצות הברית); מחקר שדן בתהליכי הוראה במתמטיקה בהקשר של משימות מסח"ג (Stein et al., 2000). צ'פמן חידשה בהמשגת הידע הספציפי הדרוש למורה כשהוא בוחר משימות לתלמידים ומיישמן בכיתה. לדוגמה, היא המשיגה איזה ידע דרוש לו כדי שיוכל להציע פתרונות שונים למשימה מסוימת ולקשר בין הפתרונות השונים. הצעתה של צ'פמן משפרת את הבנתנו בנוגע לידע הדרוש למורה כדי ליישם הוראה חקירתית.

על השתלמויות מורים ככלי לפיתוח ידע אפשר ללמוד מסקר נרחב שערכו הובר ועמיתיו (Hoover et al., 2016). הם קטלגו יותר מ-300 מחקרים שעסקו בידע מורים ובהכשרת מורים כמקדמת של ידע זה. הסקירה מלמדת שהשתלמויות מורים שעסקו בידע מורים לא תמיד הניבו שיפור בידע זה. מעבר לכך, כמה מהממצאים לימדו שהפיתוח המקצועי לא שינה את תהליכי ההוראה בכיתה. החוקרים הציעו סיבות שונות לכך, מקצתן

[2] MKT – Mathematical Knowledge for Teaching

[3] KCS – Knowledge of Content and Students

קשורות לנתק שבין למידת המורים לתהליכי היישום בשדה, ואחרות היו תלויות במוטיבציית המורים להתפתח מבחינה מקצועית.

2.2.2. השתלמויות כמשנות שיח פדגוגי

חוקרים אשר בחנו שיח של מורים בהשתלמויות הציעו את המונח "שיח פדגוגי" כתחליף למונח "ידע מורים"[4] (Cooper & Karsenty, 2018; Heyd-Metzuyanim, 2019b; Heyd-Metzuyanim & Shabtay, 2019). המונח שיח פדגוגי מתייחס ל- "What to teach students, how to teach them, why certain teaching actions are more effective than others and, often not talked about but still very important, who can learn (or not learn)" (Heyd-metzuyanim & Shabtay, 2019, p. 544). מונח זה מאפשר לבחון כיצד מורים מאמצים את עקרונות ההוראה החקירתית באמצעות בחינת השיח (הדבור או הכתוב) שלהם ובאמצעות השוואה בין השיח שהמורים מקיימים מחוץ לכיתה (בהשתלמויות או בראיונות) לשיח שהם מקיימים בתוכה.

הד-מצויינים ושבתאי (Heyd-Metzuyanim & Shabtay, 2019) בחנו את השיח הפדגוגי של המורים והעלו כמה השערות בנוגע לבסיס לקשיים שביישום הוראה חקירתית. הם מצאו סתירות בין הערכים המוצהרים שמורות למתמטיקה החזיקו בהם ובין פעולות ההוראה והלמידה שהן העריכו באופן סמוי. ראשית, החוקרות הציעו שני שיחים (Discourses) הקיימים בסביבה החינוכית כמעין הפכים זה לזה: שיח פדגוגי חקירתי (Exploration Pedagogical Discourse – EPD) ושיח פדגוגי של הקנייה (Acquisition Pedagogical Discourse – APD).[5] הן אפיינו את שיחים אלו על סמך מסמכים כגון המסמך "קווים מנחים לתכנון שיעור מתמטיקה ולהערכתו" (משרד החינוך, 2011) ועל סמך ספרות רקע, ודימו את השיחים הללו ל"עולמות מדומיינים" (Figured worlds), שיש בהם ערכים, תפקידים ונרטיבים מובחנים בנוגע לדרכים הנכונות ללמד וללמוד מתמטיקה (Holland, Lachicotte, Skinner, & Cain, 1998). באותו מחקר אפיינו הד-מצויינים ושבתאי (Heyd-Metzuyanim & Shabtay, 2019) את השיח של 12 מורות מתמטיקה בבית ספר יסודי לפי המידה שהוא תאם את ה-EPD או את ה-APD. מחקרן התבסס על ראיונות עומק שכללו גם מרכיב של פתרון בעיה מתמטית. נרטיבים שהתאפיינו בהתייחסות לאובייקטים מתמטיים שיש להם מימושים שונים ובהערכה של רוטינות גמישות בקרב תלמידים סווגו כנרטיבים התואמים לשיח פדגוגי חקירתי; נרטיבים הקשורים לחשיבותה של סמכות המורה בנכונות הפתרונות או לציפיות נמוכות מתלמידים סווגו כשיח התואם יותר את ה-APD. ממצאי המחקר לימדו שבמקרים רבים, המורות ביטאו שיח "מעורב". חלקים ממנו – בייחוד נרטיבים כלליים ומוצהרים בנוגע לחשיבות של מתן הזדמנויות לחקירה ולעצמאות, תאמו את ה-EPD. חלקים אחרים, סמויים יותר, כללו נרטיבים המעריכים הקניה ותרגול, בהתאמה ל-APD. מחקר זה

---

[4] ההקבלה אינה מדויקת שכן הגישה הדיסקורסיבית אינה קומנסורבילית (בת מידה משותפת) לגישות הממשיגות למידה כרכישת ידע (Heyd-Metzuyanim, 2019b). אף על פי כן, בעבודה זו, המסתמכת הן על תאוריות הרואות למידה כרכישה הן על תאוריות דיסקורסיביות, נעשה ניסיון לקשור בין הגישות, גם אם אין המונחים לחלוטין זהים.

[5] Acquisition – מילה זו היא התרגום של "הקניה". אומנם המילה "רכישה" (Acquisition) היא הקרובה ביותר, אך היא צידו האחר של הקניה (המורה מקנה והתלמיד רוכש).

העלה השערות חדשות להסברת הקושי לעבור מהוראה הקנייתית להוראה חקירתית. נראה כי יש נרטיבים שקל יותר לאמץ מתוך ה-EPD מאשר נרטיבים ופרקטיקות אחרים. בייחוד קשה לאמץ, כך נמצא, נרטיבים הנוגעים לפעולות ספציפיות בכיתה ולהתייחסות לאובייקטים מתמטיים. המונחים שיח פדגוגי חקירתי ושיח פדגוגי הקנייתי מאפשרים לבחון את ההוראה בעקבות השתלמות (Nachlieli & Heyd-Metzuyanim, 2021). חשוב לציין שהמונחים "רוטינה", שהוגדרה לעיל, ו"פרקטיקה" קרובים למונחים אלו (ספרד, 2021). לדברי ספרד (2021), פרקטיקות הן למעשה רוטינות "גדולות", הבנויות מרוטינות קטנות יותר.

2.2.3. <u>הכשרת מורים להוראה עשירה בשיח</u>

מגוון הכשרות מורים, שנערכו במגוון תחומי הוראה, ועניינן הכשרה להוראה עשירה בשיח, נבדקו במחקרים רבים. דוגמה להכשרת מורים להוראה עשירה בשיח היא Complex Instruction (CI; Cohen, Lotan, Scarloss, & Arellano, 1999), שיטה המבוססת על למידה אוריינית. התלמידים עובדים בקבוצות באופן שיתופי ונדרשים לחקור תופעה ולנתח אותה, למשל את הסיבות להגירה ממקסיקו לארצות הברית. במחקר תוארו יתרונות הלמידה השיתופית לפי התבחינים מעורבות התלמידים בלמידה ורמת התוצרים הכתובים. כמו כן, במבחנים משווים נמצא שתלמידים שהשתתפו בפרויקט CI השיגו הישגים גבוהים יותר בשאלות שדרשו חשיבה מסדר גבוה גם בתחום המתמטיקה. אף על פי כן, התוכנית חייבה שינויים מרחיקי לכת בארגון הכיתה, בתפקיד המורה ובאופי תוכנית הלימודים.

תוכנית אחרת של הוראה המזכירה את עקרונות ההוראה החקירתית נקראת "הוראה שאפתנית" (Ambitious instruction; Kazemi, Franke, & Lampert, 2009). תוכנית זו שמה דגש על רעיונות גדולים במתמטיקה ועל קישור בין השיעורים (במקום להתייחס לכל שיעור בנפרד). התלמידים בונים את הרעיונות, והמורה נדרש לווסת את הרעיונות ולהוביל את הכיתה בהתאם למטרת השיעור. כמו כן, התוכנית מעודדת הנמקות מתמטיות, עיסוק במשימות מסח"ג ופתרונות מגוונים. מחקרים שבחנו את השיטה מצאו שיפור הישגים בביצועי התלמידים (Lampert et al., 2013) ושיפור בתהליכי ההוראה (Kraft & Hill, 2020). מבקרי השיטה, כמו לפסטיין וגלייזר (2012), הסבירו את הקושי ליישם "הוראה שאפתנית" במערך התנאים המורכב שהיא מחייבת. בין השאר נטען שכדי ליישם אותה בקנה מידה רחב, נדרשת אסטרטגיה לשינוי מערכתי בתנאי ההוראה ובהכשרת המורים. למשל, ניהול דיון בכיתה דורש מהמורה רמת קשב גבוהה, היקף ידיעות רחב, גמישות מחשבתית ושמירה על קוהרנטיות בדיון. כל אלו מחייבים מורים מיומנים מאוד וגם מידה של סלחנות כלפי האפשרות שייכשלו. נוסף על כך, יש להתאים לכך את תוכנית הלימודים ולהעדיף בה לימודי עומק על פני לימודי רוחב.

הדרישה לשנות את דרכי ההוראה והקושי שרוב המורים נתקלים בו בבואם ליישם פרקטיקות של הוראה חקירתית (Boston & Smith, 2009) הולידו צורך ליצור כלים מאורגנים היטב כדי להנגיש למורים את הפרקטיקות הללו. ואכן, סטיין ועמיתיה (Stein et al., 2008) פיתחו כלי פדגוגי המבוסס על חמש פרקטיקות (Five practices for orchestrating productive discussions – 5Ps) שמטרתן למנוע ירידה ברמת הדרישה הקוגניטיבית של המשימה. הגישה תומכת בהבניית ידע עצמי של תלמיד פעיל, השותף בקבוצת הלמידה.

2.2.4. חמש הפרקטיקות לעידוד דיונים מתמטיים בכיתה

את חמש הפרקטיקות פיתחו בנפרד חוקרים שונים, וסטיין ועמיתיה (Stein et al., 2008) איחדו אותן לכדי כלי אחד שלם כדי לסייע למורים לשמר את הרמה הקוגניטיבית הגבוהה במשימות מסח״ג, דרישה שנמצא כי לא תמיד המורים עומדים בה בכיתות המתמטיקה. להלן חמש הפרקטיקות:

1. ציפיות (Anticipating) – שלב מקדים לפני השיעור. המורים חוזים את הפתרונות האפשריים למשימה. עליהם לחשוב על דרכי פתרון מרביות ועל קשיים אפשריים, תפיסות שגויות, טעויות נפוצות ופתרונות מורכבים ויצירתיים. בהתאם לכך עליהם להכין שאלות המאפשרות לגבור על הקשיים ושאלות מאתגרות ומקדמות חשיבה. כמו כן, עליהם להתייחס לרעיונות המתמטיים שברצונם לקדם בשיעור;
2. ניטור (Monitoring) – בשיעור המורה מזהה פתרונות שונים העולים מתלמידים כשהם מתמודדים עם המשימה (בזוגות או בקבוצות קטנות). בתוך מעבר בין הקבוצות, המורה יכול להנגיש לתלמיד מתקשה את הבעיה, לשאול אותו שאלות מעוררות חשיבה, לעודד הנמקה ולכוון לרעיונות מתמטיים;
3. בחירה (Selecting) – המורה בוחר כמה פתרונות שאיתר כשעבר בין הקבוצות והוא מעוניין להציגם לפני הכיתה. בחירתו תתבסס על הרעיונות המתמטיים והמיומנויות שהוא מעוניין להציג בדיון;
4. סידור ברצף (Sequencing) – המורה בוחר סדר להצגת הרעיונות המתמטיים המופיעים בפתרונות הלומדים על פי ההקשר, האסטרטגיה ומטרות ההוראה שלו;
5. יצירת קשרים או קישוריות (Connecting) – המורה מעודד את התלמידים ומוביל אותם ליצור קשרים בין הפתרונות שהוצגו בכיתה. הוא יכול לשלב בדיון שאלות המזמנות יצירת הקשרים והמאפשרות לתלמידים לחשוב על הרעיונות המתמטיים הנמצאים בבסיסם.

חמש הפרקטיקות, ככלי פדגוגי, מסייעות למורה לעורר דיון בכיתה כיוון שהן מצמצמות את הסיבוכיות הגבוהה שהוראה עשירה בשיח טומנת בחובה ומפרקות אותה לפרקטיקות ברורות. הפרקטיקות הללו מכוונות את המורה לנתב את תשובות התלמידים ולהוביל את הקישור בין תשובות התלמידים לרעיון מתמטי ברור.

כלי אחר שנמצא יעיל בהנגשת פרקטיקות ההוראה החקירתית הוא השיח המחויב (Accountable Talk – AT; ראו פרק 1.2 בסקירה זו). רזניק ועמיתיה (Resnick et al., 2010) הציעו כלי זה ככלי פדגוגי המנגיש למורים את פרקטיקות ההוראה העשירה בשיח באמצעות רשימה של מהלכי שיח (Talk moves) המעודדים דיון פורה בכיתה. תבניות אלו מבוססות על תסריטים של מצבי שיח בשיעור, והן מכילות היגדים נתונים המאפשרים למורים לקדם את הדיון בכיתה ולעודד הנמקות והצדקות של התלמידים.

במחקר שעקב אחר שבעה מורים שהשתתפו בהכשרה המבוססת על חמש הפרקטיקות ועל שיח מחויב (AT) נמצא קושי ליישם את שנלמד לאורך זמן (Heyd-Metzuyanim, Smith, Bill, & Resnick, 2016). אומנם המדדים הראו מגמה של שינוי ועלייה ביישום הפרקטיקות, אולם בשיעור האחרון, בקרב כל המורים נמצאה מגמת ירידה ביישום המודל. ממצאים אלו מלמדים שאומנם המודל הוא כלי לשינוי ההוראה, אך גם שקשה להתמיד בו לאורך זמן. מאמר אחר, שהתבסס על אותו מחקר (Heyd-Metzuyanim, Munter, & Greeno, 2018), בחן את השינוי על שתי מורות שלימדו יחד, באותה כיתה, לאחר שהשתתפו בהשתלמות. המחקר התמקד בהן כיוון שהן בלטו ברצינות שביטאו ובנכונות ליישם בכיתתן את הפרקטיקות שנלמדו בהשתלמות. החוקרים מצאו שהצלחתן היחסית של מורות אלו נבעה ככל הנראה משיתוף הפעולה ביניהן

ומיכולתן לשתף בכישלונות ובהצלחות בלא לחוש שהן נשפטות על כך. הממצאים מובילים למסקנה שדיונים בתהליכי התכנון ושיתוף פעולה עוזרים להתגבר על קשיים ביישום פרקטיקות חדשות.

מאמר שלישי שהתבסס על אותה השתלמות (Heyd-Metzuyanim, 2019a) הציג חקר מקרה – מורה שהראה בשיעוריו צמיחה במדדי היישום, וניכר שהוא עבר להוראה חקירתית. גם בשיח הפדגוגי שלו ניכר מעבר לשיח המזוהה כשיח פדגוגי חקירתי, זאת אף שהוא זיהה את עצמו כמי שאינו מיישם את הפרקטיקות של הוראה חקירתית וטען שהוא מתקשה בכך. בראיונות הוא ביקר את הוראתו ולא היה מודע לכך שהחוקרת מצאה שינוי ניכר בפרקטיקות ההוראה שלו.

2.2.5. <u>הערכת שינוי בפרקטיקות בעקבות השתלמויות מורים</u>

כפי שנסקר לעיל, המכשיר העיקרי המשמש לשינוי בפרקטיקות הוראה הוא השתלמויות מורים. כדי לבחון את המכשיר הזה ואת האפקטיביות שלו, יש צורך בכלי הערכה. כלי ההערכה המשמשים לכך מגוונים ביותר, והבחירה בכלי מסוים משפיעה מאוד על התוצאות בנוגע למידת האפקטיביות של ההשתלמות. מחקרים רבים בוחנים את האפקטיביות של ההשתלמות על סמך ידע התלמידים (Kutaka et al., 2017). בהקשר זה ראוי לציין מחקר נרחב שמדד את מידת האפקטיביות של השתלמויות (Kennedy, 2016) באמצעות מבחני הישג לתלמידים שמוריהם השתתפו בהכשרה. תוצאות מבחני ההישגים הללו הושוו על סמך מגוון משתנים, כמו תוכני ההכשרה, משך ההכשרה ומספר המשתתפים בה. מחקרים אחרים העריכו את מידת ההטמעה של השינוי שהתרחש בעקבות ההכשרה על פי ידע המורים (Santagata, Kersting, Givvin, & Stigler, 2011), על פי ההערכות הסובייקטיביות שנתנו המורים להשתלמות (Hill et al., 2008) או על פי תהליכי שינוי בפרקטיקות הוראה, על סמך ראיונות עם המורים (Heyd-Metzuyanim et al., 2018; Lampert et al., 2013; Richardson, 1990). מחקרים אלו הראו כי תהליכי שינוי בהוראה מורכבים יותר ממה שלעיתים מובילי ההכשרות מצפים לו ושהם מעוררים התנגדות בקרב מורים (Richardson, 1990).

מחקר חשוב (Cohen, 1990) הצביע על הקושי לבצע שינוי ועל החשיבות של תצפיות בכיתה להערכת מידת השינוי. במחקר זה התבסס החוקר על חקר מקרה באמצעות צפייה בשיעורי המורה וראיונות איתה. לדבריו, הכשלים ליישם פרקטיקות הוראה חדשות הם תולדה של פער בין המדיניות המוצהרת של קובעי מדיניות, מי שהובילו רפורמה בהוראת המתמטיקה (בקליפורניה), ובין אופן ההוראה של המורה בכיתה. הוא הסביר את הפער בכך שהמורה שנחקרה לא זכתה להדרכה (מלבד קורס קיץ קצר) ובכך שכדי ללמד מתמטיקה יש צורך בידע מתמטי עמוק. מחקר זה מדגים סתירה בין תיאורי המורה לאופן ההוראה שלה (לטענתה, על פי תוכנית הרפורמה) ובין אופן הביצוע, כפי שצפה בו החוקר בכיתה. אם כן, קשה להשיג שינוי בגישת הוראה, והתהליך מצריך זמן וצבירת ניסיון. ממצא זה מתיישב עם המלצתו של גוסקי (Guskey, 2002) ליצור המשכיות ולא להרפות בתהליכי השינוי בתוך שמלווים אותם במעקב ובתמיכה. הקושי בשינוי מועצם מכך שהפרקטיקות נלמדות מחוץ לכיתה, במפגשי הפיתוח המקצועי, הרחק מהמקום שהן מיושמות בו.

דרך להתגבר על הפער שבין הלמידה בהשתלמות ובין היישום בכיתה היא תיעוד של שיעורים בצילומי וידאו. ואכן, חוקרים רבים מציעים לצפות בצילומי שיעורים כדי לנתח תהליכים פדגוגיים, וכך להעמיק את

ידע המורים ולהכשירם בפרקטיקות חדשות (Borko, Jacobs, Eiteljorg, & Pittman, 2008; Santagata et al., 2011; Van Es, 2012). לטענתם, צפייה בשיעורים מזמנת תהליכי רפלקציה והסקת מסקנות, ואלו משפיעים על פרקטיקת המורה בשדה ההוראה. זאת ועוד, החוקרים ג׳יקובס, סיאגו וקאולנר (Jacobs, Seago, & Koellner, 2017) הדגישו את החשיבות שבשימוש בשיעורים מצולמים בהכשרת מורים כדי לנתח את היחסים הדינמיים בין תוכן, פדגוגיה וחשיבת התלמידים. רוב המורים שהשתתפו במחקרם דיווחו שצפייה בשיעורים המצולמים וניתוח שלהם הביאו אותם לתובנות חדשות. אף על פי כן, במחקרים נמצאה שונות רבה בין המורים בתובנות שגיבשו בעקבות תהליכי הרפלקציה. לטענת החוקרים, ההבדלים נובעים מהבדלים בידע הקודם שהמורים החזיקו בו, בסגנונות ההוראה ובתכנים שהועברו בכיתה. סנל ולפשטיין (Snell & Lefstein, 2017) השתמשו בניתוח שיעורים מצולמים כדי לעודד הוראה דיאלוגית. ניתוח השיעור סייע להם לאתר תהליכי למידה המאפשרים ליישם הוראה דיאלוגית ולשלב תלמידים שהישגיהם נמוכים, ותהליכי למידה המקשים לעשות כן. איתור התהליכים הללו ומיפוי שלהם עשוי לתרום לתהליכים רפלקטיביים שהמורים עברו, ובעקבות זאת גם לקידום השינוי לעבר הוראה דיאלוגית גם עם תלמידים שאינם מרבים להשתתף בשיעור. הכשרה באמצעות וידאו מועילה אפוא לבחינת עומק תהליכי השינוי שמורים עוברים בהכשרתם כיוון שהכשרה כזאת ממוקדת ביישום ההוראה ולא בבחינת ידע המורים (Santagata et al., 2011).

לסיכום, להוראה חקירתית מגוון יתרונות, אולם זוהי פרקטיקה מורכבת, שקשה ליישם אותה. הסיבות העיקריות שהוזכרו במחקרים קודמים לכך שקשה ליישם הוראה חקירתית הן סיבות מערכתיות (נוגעות לתנאי ההעסקה של מורים, לתנאי הלימוד בכיתות, לדרישות, להבחנות וכו׳) וסיבות פרטניות (כישורי הוראה של המורה, התנסויות בעברו וכו׳). במחקר הנוכחי אני מתמקדת בקשיים הנוגעים למורה היחיד ולא בקשיים מערכתיים, זאת משום שההשתלמות שחקרתי לא נועדה לחולל שינוי מערכתי אלא שינוי היכול להתרחש בדלת אמותיה של הכיתה.

סקירת הספרות הראתה כי אין אנו מבינים עדיין מספיק מדוע מורים מאמצים (או מתקשים לאמץ) פרקטיקות הוראה חקירתיות. הבנתנו את התהליכים הללו תלויה, בין השאר, באמצעים ובכלים המתודולוגיים שבאמצעותם תהליכי הלמידה והיישום נחקרים. אמצעים אלו נטו להתמקד, עד היום, בהישגים של תלמידים או בידע שמורים החזיקו בו לאחר ההשתלמות. משתנים אלו נמדדו באמצעות מבחני ידע או סקרי ״אמונות״ של מורים. ואולם, מחקרים שנערכו בהם תצפיות וראיונות הצביעו על פערים בין הדיווחים שהתקבלו בראיונות ובין דיווחים שהתקבלו מתצפיות. לפיכך, מחקר זה בוחן את תהליכי הלמידה והיישום של ההוראה החקירתית במגוון אמצעים – ראיונות, דיווחים עצמיים ותצפיות ברזולוציות ניתוח שונות. כל אלו מיועדים לפתח הבנה מעמיקה יותר של התהליכים הכרוכים בלמידה של פרקטיקות הוראה חקירתיות.

3. מתודולוגיה

3.1.מטרת המחקר ושאלות המחקר

מטרת המחקר היא לאפיין את ההוראה של המורים ולבחון כיצד הם מיישמים את שלמדו בהשתלמות להוראה חקירתית.

שאלות המחקר:

1. באיזו מידה יושמה ההוראה החקירתית שנלמדה בהשתלמות בכתות המורים, והאם חל שינוי ביישום זה במהלך ההשתלמות?
2. אילו פרקטיקות יושמו יותר מאחרות וכיצד אפשר להסביר זאת?
3. אילו הזדמנויות למידה זימנו המורות בשיח הכיתתי? האם חל בהן שינוי לאורך ההשתלמות?
4. עד כמה השיח הפדגוגי של המורים בנושא פרקטיקות הוראה חקירתית תאם את השיח הפדגוגי החקירתי שנלמד בהשתלמות?

המחקר ליווה את השתלמות מחשב״ה למורי מתמטיקה בבתי ספר יסודיים במשך שנתיים. הנתונים נאספו באמצעות תצפיות בשיעורי המורים, צילום השתלמות המורים, בראיונות אישיים ואיסוף עבודות כתובות של המורים. מגוון רחב זה של מקורות לנתונים מאפשר פרשנות והצלבת מקורות (Stake, 2005; Yin, 2003). הנתונים נותחו בשיטה מעורבת (Mixed methods) ובשילוב של ניתוח כמותי ואיכותני (Creswell, 2003, 2009). שיטה מעורבת זו נועדה לספק הבנה טובה יותר של התופעה הנחקרת בהיבט רוחב ועומק (Green, 2007) כיוון שהיא מגוונת את נקודות המבט (Greene, Kreider, & Mayer, 2005), והיא מתאימה במיוחד למחקרים הבודקים תופעות חברתיות. שילוב השיטות גם מחזק את התוקף ואת האמינות מפני שהוא מצמצם את הסיכוי להטיה (Greene et al., 2005).

3.2.שדה המחקר: השתלמות מחשב״ה

כותבת עבודה זו הנחתה את השתלמות מחשב״ה למורי מתמטיקה בבתי ספר יסודיים במשך שתי שנות לימוד (2016–2018) במרכז לפיתוח סגלי הוראה במרכז הארץ. היקף ההשתלמות היה 60 שעות למידה שנתיות, ובסך הכול 120 שעות. שעות אלו כללו מפגשי השתלמות כפעם בחודש ומפגשים אישיים בין המנחה למורים בבתי הספר שהם לימדו בהם. הלמידה בהשתלמות כללה התנסות בפרקטיקות המעודדות תהליכי הוראה-למידה חקירתית בכיתה. המורים התנסו בפתרון משימות מסח״ג, והמנחה עודדה אותם להשתתפות חקירתית. כמו כן, המורים למדו את העקרונות של חמש הפרקטיקות ושל השיח המחויב, תרגלו אותם באמצעות השתתפות בדיונים סביב בעיות מתמטיות ותכננו שיעורים על בסיס המשימות שהוצגו בהשתלמות לשיעורים בכיתות. כחלק ממשימות ההשתלמות, המורים התבקשו לתעד את השיעורים שהם יישמו בהם את המשימות מסח״ג במצלמת וידאו נייחת. כמו כן, כל משתתף נפגש במשך ההשתלמות עם המנחה למפגש תכנון ורפלקציה אישית. בבתי ספר שלימדו בהם שני מורים שהשתתפו בהשתלמות, נפגשה המנחה עם שניהם, כצוות. המפגשים נועדו לדון בסוגיות הנוגעות למהלכי השיעור, לרוב בתוך צפייה בצילום השיעור.

לצד השתלמות זו התקיימה השתלמות למורים המלמדים בחטיבות ביניים, ובה השתתפה כותבת עבודה זו בהנחיית פרופ׳ טלי נחליאלי ובליווי של פרופ״ח עינת הד-מצויינים (מנחת עבודה זו). שתי ההשתלמויות היו עיבוד של השתלמות בנושא חמש הפרקטיקות והשיח המחויב שהתקיימה בארצות הברית. השתלמות זו תוארה בהרחבה ברקע התאורטי (לדוגמה Heyd-Metzuyanim et al., 2019). התכנים הפדגוגיים שנלמדו בהשתלמות למורי חטיבת הביניים הועברו כמעט באופן זהה בהשתלמות למורי היסודי, ובייחוד התכנים שעסקו בחמש הפרקטיקות ובניהול שיעור לקידום הוראה חקירתית. מרכיב אחד הותאם במיוחד להשתלמות היסודי – מרכיב המשימות. כמה מהמשימות נלקחו כמעט בלא שנעשה בהן שינוי, והותאמו ליכולות של תלמידי הכיתות הגבוהות בבית הספר היסודי. כן בחרתי משימות מאתרי אינטרנט של משרד החינוך. בחרתי משימות ברמת ״עשייה מתמטית״ (ראו פרק סקירת הספרות) ומשימות הנוגעות לרעיונות מתמטיים דומים לאלו שנידונו בהשתלמות שהועברה למורי חטיבת הביניים, למשל יצירת חוקיות, בניית תבניות ובדיקת אילוצים.

הרציונל שעמד מאחורי הבחירה ״לחקות״ בהשתלמות מורי בית הספר היסודי (בתוך התאמות) את השתלמות חטיבת הביניים ו״לחקות״ בהשתלמות חטיבת הביניים את ההשתלמות האמריקנית היה כפול:

א. רצינו לנסות לשמור על רצף רעיוני ופרקטי חלק ככל האפשר בין שיטות להדרכת המורים במיקומים השונים כדי להבטיח שאנו חוקרים תהליכי שינוי בהקשרים של פרקטיקות הוראה דומות ככל האפשר לאלו שעל בסיסן תוכנן המחקר הנוכחי. במילים אחרות, לו ההשתלמות הייתה שונה מהותית מזו שנחקרה בארצות הברית או מההשתלמות האחרת שבוצעה בישראל, תרומתו של מחקר זה לגוף הידע הנבנה בנושא יישום הוראה מעודדת חקירה הייתה מוגבלת מאוד;

ב. בשלב שתוכנן מחקר זה היו כל מדריכות ההשתלמות של מחשב״ה (ובכללן כותבת עבודה זו) מנוסות מאוד בהדרכת מורים בכלל ובהוראה מעודדת חקירה בפרט, אך לא מנוסות בהוראת חמש הפרקטיקות ובהוראת השיח המחויב. ההיצמדות (בעיקר בשנה הראשונה) לתוכנית האמריקנית המקורית של ההשתלמות נועדה, בין השאר, לתת למובילות ההשתלמויות ״קביים״ – הסתמכות על הניסיון העשיר שנצבר בהשתלמויות שהועברו בארצות הברית.

3.3.מבנה ההשתלמות

כל אחד ממפגשי ההשתלמות נמשך ארבע שעות אקדמיות ונחלק לשני חלקים: עיסוק מתמטי – המשתלמים פתרו משימה מסדר חשיבה גבוה ודנו בפתרונות, בקשיים ובהתאמות הנדרשות לשם יישום בכיתה; תכנים פדגוגיים שמטרתם להנגיש למשתלמים כלים לעידוד הוראה חקירתית. השנה השנייה להשתלמות התבססה אף היא על עיסוק במשימות מסח״ג ועל תכנים פדגוגיים הקשורים להוראה חקירתית, ובכלל זה חזרה על חמש הפרקטיקות (מחצית מהמשתלמים היו חדשים), ניתוח של שיעורים מצולמים, חשיפה לקריטריונים מתוך המחוון וניתוחם כדי לעורר מודעות לרכיבים המקדמים הוראה חקירתית. התוכנית המלאה של ההשתלמות, בשתי השנים, מופיעה בנספח 2.

בסיום כל אחת משנות ההשתלמות התבקשו המורים להכין משימה רפלקטיבית על הלמידה. בתום שנה א׳ התבקשו המורים לצפות בשיעור מצולם שהם עצמם העבירו, לנתח אותו לפי חמש הפרקטיקות ולכתוב

רפלקציה על תהליך הלמידה. מטלה זו תתפוס מקום חשוב במחקר ותיקרא "ניתוח שיעור מצולם" (נש"מ). בתום שנה ב' המורים קיבלו משימה אחרת, אך זו לא נבחנה במחקר זה.

3.4. אוכלוסיית המחקר

בהשתלמות ובמחקר השתתפו 22 מורים בשנה א' (מורה אחד פרש לקראת הסוף). בשנה השנייה המשיכו להשתתף בהשתלמות שמונה מבין 21 המורים שסיימו את שנה א', ואליהם הצטרפו שבעה מורים חדשים. אם כן, בסך הכול השתתפו במחקר 29 מורים. המורים שפרשו עשו זאת ממגוון סיבות, שהעיקרית שבהם, על פי הצהרותיהם של רובן, היא חובה להשתתף גם בהשתלמויות בתחומי תוכן אחרים (מרבית מורי המתמטיקה ביסודי מלמדים גם מקצועות אחרים ונדרשים להשתלם במקצועות בהם). מורים אחרים ציינו שהם רכשו את תוכני ההשתלמות ושאין הם מרגישים צורך להמשיך להעמיק בהם. הרכב המשתתפים בהשתלמות היה מגוון: ותק המורים היה בטווח שבין שנתיים ל-30 שנה; השתתפו בהשתלמות ארבעה גברים ו-25 נשים; שלוש מורות לימדו במגזר הממלכתי-דתי, שתי מורות במגזר הערבי והשאר במגזר הממלכתי היהודי; שני מורים לימדו במסגרות לחינוך מיוחד, והשאר במגזר הממלכתי הרגיל; 17 מורים לימדו בכיתות ג'–ד' ו-12 מורים לימדו בכיתות ה'–ו'; המורים לימדו ב-18 בתי ספר (בכמה מבתי הספר היו שני מורים); תשעה בתי ספר משרתים אוכלוסייה מרקע חברתי-כלכלי גבוה, שמונה משרתים אוכלוסייה מרקע חברתי-כלכלי נמוך ובית ספר אחד, ממלכתי-דתי, משרת אוכלוסייה מעורבת. בנספח 3 מפורטים מאפייני המשתתפים.

בחלק הבא מוצגים תהליכי ניתוח הנתונים בחלוקה לפי סוגי ניתוח – כמותי ואיכותני. בטבלה 1 מפורטים שאלות המחקר, מקורות הנתונים ודרך ניתוח הנתונים.

טבלה 1 : ריכוז שאלות מחקר, כלי המחקר ודרך הניתוח

Table 1: Research questions, research tools and analysis

שאלות המחקר	מקור הנתונים Data source	ניתוח נתונים Data analysis
ניתוח כמותי		
1. באיזו מידה יושמה ההוראה החקירתית בכיתות? האם חל שינוי ביישום זה במשך ההשתלמות?	צילומי וידאו של השיעורים שנערכו לפי מודל מחשב״ה	קידוד שיעורים לפי מחוון הרבעונים לניתוח שיעורי מחשב״ה אשר צולמו בווידאו, ניתוח כמותי – ניתוחים סטטיסטיים.
ניתוח איכותני		ניתוח של שני מקרים.
2. אילו פרקטיקות יושמו יותר מאחרות וכיצד אפשר להסביר זאת? 3. אילו הזדמנויות ללמידה המורות מזמנות לתלמידיהן בשיח הכיתתי? האם חל בכך שינוי?	תמלול שיעורים מצולמים שנערכו לפי מודל מחשב״ה, ראיונות עם המורות סימון ומירי	ניתוח שיח בשיעור לזיהוי הזדמנויות ללמידה חקירתית או ריטואלית. השוואה בין שיעור שנערך בתחילת ההשתלמות לשיעור שנערך בתומה. ניתוח תמטי של הראיונות בשני המקרים.
4. עד כמה השיח הפדגוגי של המורים בנוגע לפרקטיקות ההוראה החקירתית תאם לשיח בהשתלמות?	ראיונות מורים, עבודות כתובות (רפלקציות ומטלת נש״מ)	ניתוח תמטי של ראיונות ושל עבודות כתובות והשוואה בינן ובין השיח בהשתלמות, מחוון לשיח המורים בנוגע לפרקטיקות ולמשימות, איתור ציטוטים לתמיכה בתבחיני המחוון.

3.5. ניתוח נתונים כמותי

בפרק זה יפורטו כלי המחקר הכמותיים המשמשים במחקר זה.

3.5.1. איסוף הנתונים בנוגע ליישום ההוראה החקירתית בכיתה

מרבית הנתונים בנוגע ליישום ההוראה החקירתית בכיתה הגיעו מצילומי וידאו של שיעורים שיושמו בהם המשימות שנלמדו או שתוכננו במסגרת ההשתלמות. בסך הכול אספו המורים 96 צילומים של שיעורים בשנת ההשתלמות הראשונה. השיעורים המצולמים נבדלו זה מזה באורכם – 45–90 דקות. בשנה השנייה נאספו 51 צילומי שיעורים. מורים שהשתתפו גם בשנה הראשונה התבקשו לצלם רק שני שיעורים בשנה השנייה, ואילו מורים שהשתתפו רק בשנה שנייה התבקשו לצלם חמישה שיעורים. בסך הכול נאספו במשך שנתיים 147 צילומי שיעורים. מאחר שמספר השיעורים בשנה השנייה היה נמוך יחסית (n=51), הוחלט לא לנתחם שכן הסיכוי למצוא בהם ממצאים מובהקים סטטיסטית היה נמוך.

מבין 112 השיעורים המצולמים שנאספו בשנה הראשונה, כ-16 צילומים נמצאו בלתי תקינים לקידוד, כמה מהם בשל תקלות טכניות, ואחרים מפני שהיו קצרים מדי או מטושטשים מאוד. בסופו של תהליך הניפוי נותרו 96 שיעורים (של 21 מורים). פירוט השיעורים שנאספו מופיע בטבלה 2.

טבלה 2: מספר ההקלטות לכל שיעור
Table 2: Number of video recordings per lesson

מספר סודר של השיעור	מספר שיעורים שנותחו	מספר השיעורים שנאספו
1	19	22
2	20	22
3	16	19
4	19	19
5	15	15
6	7	7
סה"כ	96	112

3.5.2. ניתוח השיעורים על פי מחוון הרבעונים

על פי מחוון הרבעונים, ניתוח השיעורים נועד לענות על שאלת המחקר הראשונה: באיזו מידה יושמה ההוראה החקירתית שנלמדה בהשתלמות בכיתות המורים, והאם חל שינוי ביישום זה במהלך ההשתלמות?

3.5.3. קידוד מחוון הרבעונים

96 השיעורים קודדו על פי מחוון הרבעונים (Stein et al., 2017), מחוון לקידוד שיעורי מתמטיקה שעוצב במטרה לזהות את דפוס ההוראה בכיתה ולאפשר השוואה בין שיעור לשיעור על סמך 11 קריטריונים. הקריטריונים מתמקדים בעיקר בשני רכיבים שזיהו היברט וגראוס (Hiebert & Grouws, 2007) כחשובים ביותר להוראה אפקטיבית: המשגה מתמטית והזדמנויות המאפשרות לתלמידים להתמודד עם המשימה. מחוון זה נמצא מתאים ביותר לבחינת יישום ההוראה החקירתית בכיתה משום שפיתחה אותו אותה קבוצת מחקר (Stein et al., 2017) שפיתחה את השתלמויות "חמש הפרקטיקות" והשיח המחויב בארצות הברית, ומובילה אותן עד היום. במחוון 11 קטגוריות, העוסקות, בין השאר, בדרישה הקוגניטיבית של המשימה (Cognitive demand), בהזדמנות להתמודדות, בהמשגה המתמטית, בדיון המתמטי המתקיים בכיתה ובסמכות האינטלקטואלית המוצגת בכיתה (מורה או תלמידים).

להלן סיכום סעיפי המחוון לקידוד השיעור (Stein et al., 2017; המחוון בכללותו מופיע בנספח 4):

1. רמת הדרישה הקוגניטיבית הנדרשת מהתלמיד בלא שהתלמיד יצטרך לעמוד בה כדי לבצע את המשימה, כפי שהיא כתובה בדף העבודה או בספר או כפי שהיא מוצגת בכתב לכיתה (Task as written): רמות הדרישה (על סולם): "עשייה מתמטית", "פרוצדורות עם קשרים", "פרוצדורות בלי קשרים" ו"שינון";
2. רמת הדרישה הקוגניטיבית שהמורה מציב לתלמידיו כשהוא משגר את המשימה (Task as set up): קטגוריה זו דומה מאוד לקטגוריה הראשונה, אך היא מתייחסת לשיגור, ולא למשימה הכתובה. למשל,

אם בזמן הקראת המשימה המורה הדגים פתרון אפשרי, הוא הנמיך את הדרישה הקוגניטיבית בעת שיגור המשימה;

3. רמת הדרישה הקוגניטיבית הנדרשת מהתלמיד בעת ביצוע המשימה (Enactment): קריטריון זה בוחן באותן רמות (עשייה מתמטית, פרוצדורות עם קשרים וכו') את ביצוע המשימה בכללותה בכיתה (לאחר השיגור). למשל, האם התלמידים עוסקים בבנייה של מודלים מתמטיים או בפרוצדורות מתמטיות;
4. השלמה: האם המשימה הושלמה (Complete)? כן/לא;
5. המשגה: שימוש במושגים באופן פומבי בכיתה (Concepts). רמת תשומת הלב המפורשת למושגים מתמטיים, להגדרותיהם, להסברים, למאפיינים ולתכונות שלהם. לקריטריון זה ארבע רמות, והוא נע בין הגדרה עמוקה של המושג לאזכור בלבד;
6. הזדמנויות של תלמידים להתמודד עם המשימה (Struggle): קריטריון זה עומד על המידה שניתנה לתלמידים ההזדמנות לעבוד באופן עצמאי או עם עמיתיהם על משימה בלתי מוכרת. הרמה הגבוהה ביותר היא זו שבה התלמידים מקבלים הזדמנות להתמודד, והמורה תומך בחשיבתם אך מקפיד שלא לבצע את החשיבה במקום התלמידים. ברמות נמוכות יותר של הקריטריון, המורה מסייע לתלמידים מעבר לנדרש או שכלל לא ניתנת לתלמידים הזדמנות להתמודד;
7. נורמות הדיון (Discourse): קריטריון זה מעריך עד כמה תלמידים מתייחסים בתשובותיהם לרעיונות מתמטיים שהציעו תלמידים אחרים בכיתתם ועד כמה המורה מתייחס לרעיונות התלמידים;
8. השוואת פתרונות (Consolidation): הקריטריון בוחן באיזו מידה ניתנו לתלמידים הזדמנויות להשוות בין פתרונות שונים או בין אסטרטגיות פתרון שונות ולעמת ביניהם. ברמה הגבוהה ביותר, ההשוואה מתבססת על הבהרת השוני ועל ציון מאפיינים הכרחיים המתארים אותו;
9. קנוניות: יצירת קשרים בין חשיבת תלמידים לפתרונות (Canonical). הקריטריון עוסק במידה שהמורה או התלמידים יצרו הקשרים מפורשים בין הפתרון או ההגדרה המוסכמת בקהילה המתמטית (הפתרון ה"נכון" או ה"תקני") ובין השיטה או הרעיון שהתלמידים הציעו בשיעור;
10. סמכות אינטלקטואלית: זיהוי הסמכות השופטת את נכונות התשובה (Intellectual authority). הקריטריון בוחן מי נחשב הסמכות לשפוט את נכונות התשובה בדיון או בשיח שבין המורה לתלמידים. ניקוד גבוה ניתן לדיון שהסמכות מבוססת בו על הצדקות מתמטיות, וניקוד נמוך ניתן אם היא מתבססת על המורה בלבד;
11. חשיבת תלמידים: חשיפה של חשיבת התלמידים (Student thinking). הקריטריון בוחן באיזו מידה המורה בוחר אילו תשובות תלמידים להציג ואת סדר הצגתן בהתאמה לרעיונות המתמטיים שהוא מעוניין לקדם בשיעור.

3.5.4. ניתוח השיעור באמצעות מקודדים

השיעורים נותחו על פי המחוון. לשם כך הוכשר צוות חוקרים בקורס לתלמידי תואר שני ושלישי בפקולטה לחינוך בטכניון. את ההכשרה הראשונית העביר הצוות האמריקני שפיתח את המחוון ב-LRDC (Learning Research & Development Center, University of Pittsburgh) כדי להכשיר את צוות המחקר הגרעיני (כותבת עבודה זו, המנחה שלה ושתי חוקרות נוספות) ולהביאו לרמת מיומנות גבוהה בקידודי המחוון.

ההכשרה התקיימה באמצעות תוכנת "סקייפ" וכללה הסברים על המחוון, מפגשי התנסות בקידוד שיעורים שנערכו בארצות הברית ודיונים בהחלטות הקידוד. תהליך המהימנות היה מורכב שכן הוא הצריך לקבוע קריטריונים של "הסכמה כללית" (Overall bar) עבור קריטריונים מסוימים, אלו שיש בהם מספר גבוה של רמות אפשריות, ולפיכך היה קשה להגיע להסכמה ברמה של 80–90%. בסוף התהליך התקיים מבחן, ובסופו המקודד הוגדר כמומחה אם הצליח לעמוד ב-80% הסכמה על הקידוד של כל הקריטריונים וברמת הסכמה של 90% בקריטריונים המשגה והתמודדות. פירוט התבחינים ל"הסכמה מדויקת" והקריטריונים ל"הסכמה כללית" מפורטים בנספח 5.

תהליך דומה של הכשרה ושל פיתוח מהימנות נערך כשצוות המחקר הגרעיני הנחה עשרה סטודנטים ישראלים. בתהליך זה קודדו הסטודנטים שיעורים, ובה-בעת קודדו את השיעורים מנחת הקורס ושתי חברות בצוות המחקר הגרעיני (אחת מהן היא כותבת עבודה זו). בתום תהליך ההכשרה נערך מבחן לקידוד שלושה שיעורים. הסטודנטים עברו את המבחן אם הגיעו לרמות הסכמה של 80% ושל 90%, כמפורט לעיל. 25% מהשיעורים קודדו קידוד כפול לבדיקת מהימנות.

3.5.5. ניתוח סטטיסטי

לאחר הניתוח נבחנו הנתונים בעזרת סטטיסטיקה תיאורית כדי להתרשם מכל קריטריון בנפרד. נוסף על כך, כדי לבחון את השינוי בקריטריונים שנבדקו בשיעורים, בוצעו עשרה[6] מבחנים א-פרמטריים למדידות חוזרות מסוג פרידמן (Friedman). מבחן זה דומה לניתוח שונות חד-כיווני למדידות חוזרות (One-way repeated-measures ANOVA). לקבוצת נתונים זו התאים מבחן א-פרמטרי כיוון שהוא מבוסס על מדידות חוזרות ומתבצע על אותה קבוצת נתונים גם כאשר סולם המדידה של המשתנה התלוי הוא סולם סדר. מבחן זה דורש מבנה נתונים ספציפי מאוד – מספר המורים (n) צריך להיות זהה למספר המדידות החוזרות (k) בלא מדידות חסרות. לכן, כדי להתמודד עם נתונים חסרים היה צורך לצמצם את גודל המדגם ואת כמות הנתונים, ובשל כך נערכו שני מבחנים מסוג פרידמן:

א. מדגם של 11 מורים אשר הגישו חמישה שיעורים;

ב. מדגם של 14 מורים אשר הגישו ארבעה שיעורים.

3.6. כלי המחקר האיכותניים

כלי המחקר האיכותניים נועדו לעבות ולהעמיק את התובנות שהתקבלו מהניתוח הכמותי בעבור שאלה 1 (יישום ההוראה החקירתית בכיתות) ולענות על שאלות המחקר 2–4, שאלות העוסקות ביישום הפרקטיקות, בהזדמנויות ללמידה ובשיח הפדגוגי של המורים. כדי לענות על שאלות אלו נאספו הנתונים המפורטים מטה.

---

[6] קריטריון 4 בנוגע להשלמת המשימה לא נבדק במבחן הסטטיסטי כיוון שכל המשימות הושלמו. נערכו אפוא עשרה מבחנים לעשרה קריטריונים.

3.6.1. איסוף הנתונים האיכותני

3.6.1.1. ראיונות מובנים למחצה

לצורך ניתוח השיח הפדגוגי נעשה שימוש בראיונות מובנים למחצה. שימוש בשיטת הריאיון המובנה למחצה (Semi-Structured Interview) מאפשר גמישות בשאלות כדי למצות את הסברי המורים המרואיינים לתופעות ולמהלכים שנצפו במחקר (Rabionet, 2011). בפרוטוקול הראשון הוכנו שאלות מראש (ראו נספח 8.1). שאלות נוספות, שאינן מופיעות בפרוטוקול, עלו מתוך סוגיות שהעלו המרואיינים וזיהיתי חשיבות לברר ולהבהיר אותן כדי לקבל תמונה טובה יותר של ראיית עולמו של המרואיין. כך, למשל, מהריאיון עלו שאלות בנוגע לאופן יישום הפרקטיקות ולמניעים ולשיקולים העומדים בבסיס הבחירות שהמורים עשו במשך השיעור או בהכנות אליו.

הראיונות התקיימו בבתי הספר שהמורים לימדו בהם, במפגשי ההנחיה של ההשתלמות. הם הוקלטו ו/או צולמו לאחר שהחוקרת נכחה וצפתה בשיעור של המורה המרואיין. המפגשים התקיימו לאחר השיעור וכללו צפייה משותפת של החוקרת והמורה בשיעורים המצולמים. כלומר, חלק מהריאיון/מפגש היה שיחת רפלקציה על קשיים, מידת ההצלחה של המורה ליישם את הפרקטיקות וקשיי תלמידים להתמודד עם משימות מורכבות או לעבוד בקבוצות למידה וכדומה.

הריאיון עצמו כלל כמה חלקים. בחלקו הראשון הסברתי על הריאיון וקיבלתי הסכמה מודעת ופרטי מידע על המורים, כגון ותק, הכשרה ותפקיד. חלקו השני כלל שאלות בנושא הכנת שיעור מחשב"ה, למשל "כיצד התכוננת לשיעור?" חלקו השלישי נגע לפעולות המורה בשיעור. חלק זה התייחס לעיתים קרובות הן באופן ספציפי לשיעור שנכחתי בו קודם לריאיון הן לשיעורים באופן כללי. כאמור, הריאיון התקדם בהתאם לדינמיקה שנוצרה בו ולנושאי השיחה שעלו בו.

בריאיון לעיתים נעתי בין תפקיד החוקרת/מראיינת ובין תפקיד המדריכה והמייעצת. גמישות זו הייתה חשובה כדי לאסוף מידע רב ככל האפשר לצורכי המחקר אך גם כדי לשמור על קשר טוב ומועיל עם המורות המשתתפות.

3.6.1.2. צילומי וידאו של מפגשי ההשתלמות

כדי לעבות את הנתונים, בייחוד בכל הקשור לשאלות המחקר בנושא השיח הפדגוגי של המורים, צולמו מפגשי הפיתוח המקצועי (ההשתלמות) של המורים. הצילום נעשה באמצעות מצלמה אחת, נייחת, שהוצבה על חצובה בקצה הכיתה. בסך הכול צולמו כל מפגשי ההשתלמות (14 מפגשים).

שיח ההשתלמות הוגדר בעבודה זו, בדומה להגדרה של נחליאלי והד-מצויינים (Nachlieli & Heyd-Metzuyanim, 2021) ככל מה שאמרה המנחה באופן כתוב ובאופן דבור. השיח הכתוב הוא השיח המופיע בכל המצגות שהוקרנו ונמסרו למשתלמים. השיח הדבור הוא שיח המנחה שהוקלט במלואו ותומלל בחלקו. בנספח 2 של תוכנית ההשתלמות מופיעות הכותרות הכתובות מתוך המצגות (מילות המפתח משיח ההשתלמות).

3.6.1.3. עבודות כתובות שהגישו המורים

כל העבודות של המורים נאספו. מהן נותחו לעומק עבודותיהן של המורות שנחקרו לעומק בחקרי המקרה, מטלות רפלקציה ומטלות נש״מ (ניתוח שיעור מצולם), שבהן המורים התבקשו לנתח את שיעוריהם. ניתוח זה נתן תמונה על השיח הפדגוגי של המורים, ובאופן ספציפי, על הפרשנות שהמורים נותנים לפרקטיקות שנלמדו בהשתלמות.

3.6.2. ניתוח הנתונים האיכותני

3.6.2.1. חקרי מקרה

לאחר שנותחו קידודי המחוון, אותרו מורים למחקר איכותני בהתאם לשתי שיטות: ״חקר מקרה״ ו״חקר ריבוי מקרים״ (Multiple-case studies). שתי השיטות נבחרו לשמש יחד מפני שהשיטה חקר מקרה משיגה הבנה עמוקה של סיטואציה ושל משמעותה, ולכן ביכולתה לספק תובנות על נושא (Merriam, 1998), והשיטה חקר ריבוי מקרים מאפשרת לאבחן הבדלים בתוך המקרים וביניהם, לאפיין דפוסים משותפים ולהכליל מהדפוסים שנמצאו אם הכללה זו מעוגנת בתיאוריה (Stake, 2013; Yin, 2003). הניתוח האיכותני מתמקד בחקר שני מקרים (Two-case studies). בחרתי שני מקרים מנוגדים (Contrasting situations) כדי לחזק את הממצאים ואת התיאוריה הנבנית סביבם (Yin, 2009). שני המקרים שאותרו לניתוח מביאים טיפוסים שונים של מורים, וכך מדגימים תהליכי יישום שונים בעקבות ההשתתפות בהשתלמות.

3.6.2.2. בחירת המורים לניתוח

המורה ״סימון״ (שם בדוי) נבחרה לניתוח מקרה מעמיק מאחר שקידודי המחוון הצביעו שבשיעוריה מתרחשת המשגה גבוהה יחסית לשאר המורים ונרשמה עלייה ברמת ההתמודדות של התלמידים. אף על פי כן, סימון נבחרה מפני שהיא הייתה אחת המורות שדיווחו, לפחות בשנה הראשונה, על היעדר שינוי בפרקטיקות ההוראה שלה וטענה שדרך הוראה זו מוכרת ושגורה אצלה. לפיכך היא נמצאה מתאימה להיות מקרה בוחן לחקר מצב שבו אפשר להעמיק את מידת היישום של הפרקטיקות. כמקרה מנוגד לסימון נבחרה ״מירי״ . מירי הביעה התלהבות רבה מההשתלמות, וקידודי המחוון הצביעו על ציון גבוה בקריטריון התמודדות אך על ציון נמוך בהמשגה. כמו כן, לא נצפה שינוי נראה לעין בדרכי ההוראה שלה. שתי מורות אלו, שהיו במידה רבה ״מקרי קצה״, נבחרו לחקרי מקרה מתוך שאיפה שחקר המקרה יענה על שאלות המחקר הנוגעות לשינוי בפרקטיקות ההוראה ולמידת השינוי בשיח הפדגוגי כיוון שהוא מציע רזולוציה גבוהה הרבה יותר מאשר קידודי המחוון או ניתוח של עבודות כתובות של כלל המורים.

בחקרי המקרה נעשה שימוש בשלושה כלים איכותניים: (א) בחינת הזדמנויות הלמידה שסימון ומירי העניקו לתלמידיהן בשיעור; (ב) ניתוח תמטי לשיח הפדגוגי של המורות, בעיקר כפי שהתקבל מהראיונות ומהמטלות הכתובות שלהן; (ג) בחינת עומק של הידע הפדגוגי-מתמטי הנדרש עבור המטלה על סמך מטלת הנש״מ שהגישו המורות.

3.6.3. כלי הניתוח לזיהוי הזדמנויות ללמידה

ניתוח הזדמנויות הלמידה (ה״ל) שנתנו המורות לתלמידים בשיח הכיתתי התבסס על המסגרת התאורטית הקומוגניטיבית, ובפרט על שיטתן של נחליאלי וטבח (Nachlieli & Tabach, 2019). ניתוח זה נועד לבחון את תהליכי היישום של המורות הנחקרות בשיעורים בשלבים שונים של ההשתלמות כדי להעריך במדויק אם חל שינוי בדפוסי השיח. בפרט, הניתוח נועד לאתר שינוי – מעבר ממתן ה״ל ריטואליות לה״ל חקירתיות בדיון הכיתתי. שינוי כזה לא היה אפשר לאתר באמצעות מחוון קידוד השיעורים, שכן הוא התבסס על השיח בכיתה ודרש תמלול מלא שלו. בפרק הממצאים (פרק 3) יוצג הניתוח בתוך הדגמת השיטה לאיתור ה״ל ריטואליות וחקירתיות באופן מפורט.

3.6.4. ניתוח תמטי של השיח הפדגוגי

הניתוח התמטי (Braun & Clarke, 2006) שימש לאיתור הפעולות המוערכות מתוך השיח הפדגוגי של המורים כדי להשיב על שאלות המחקר העוסקות בשיח הפדגוגי של המורים, ובפרט לבחון את פעולות ההוראה והלמידה שהם מעריכים. הניתוח התמטי התבסס הן על תמות מהתיאוריה (למשל, פעולות הידועות כמוערכות בשיח פדגוגי חקירתי) הן על תמות שעלו מהראיונות ולא הוצגו בספרות מחקר קודמת.

הניתוח התמטי התקדם בצורה מעט שונה בכל אחד מחקרי המקרה, בהתאם לסוגייה העיקרית שבשלה נבחרה המורה לניתוח (שינוי נצפה לעומת דיווח עצמי). במקרה של סימון, מורה שנצפה אצלה שינוי בניגוד לדיווחיה, התמות שעלו מהשיח שלה הושוו לתמות שעלו מההשתלמות כמייצגות את השיח הפדגוגי החקירתי כדי לבחון כיצד סימון פירשה פעולות מוערכות ונרטיבים מרכזיים של ההשתלמות. במקרה של מירי, מורה שדיווחה על שינוי, ניתוח התמות התמקד בנושאים הקשורים בשינוי בשיח הפדגוגי של המורה. בשל ההבדלים ביניהן, הניתוחים התמטיים של המקרים נבדלו אף הם זה מזה. כדי לאתר את תמות השינוי חיפשתי מילים או משפטים המתארים שינוי בשיח המורה. כמו במקרה של סימון, תיאורי השינוי הושוו לפעולות המוערכות בהשתלמות.

3.6.5. ניתוח השיח הפדגוגי של כלל המורים באמצעות מטלת נש״מ

הניתוח האיכותני של חקרי המקרה בחן לעומק את השיח הפדגוגי של המורות הנבחרות וקישר בין השיח הפדגוגי למידת היישום של הפרקטיקות בעקבות ההשתלמות. מחקרי מקרה אלו עלו השערות טנטטיביות בנוגע לקשר שבין השיח הפדגוגי למידת היישום שנצפתה בשיעורים המצולמים. כשלב אחרון במחקר, שאפתי להכליל מממצאי חקרי המקרה על כלל המורים שהשתתפו בהשתלמות, ובפרט לענות על שאלת המחקר הרביעית: עד כמה השיח הפדגוגי של המורים בנוגע לפרקטיקות להוראה חקירתית תאם את השיח של ההשתלמות? מטרה זו הושגה באמצעות בחינה ברזולוציה נמוכה יותר של השיח הפדגוגי של כלל המורים על הפרקטיקות שהם נחשפו אליהן בהשתלמות. לצורך כך, נבחרה מטלת הנש״מ (**נ**יתוח **ש**יעור **מ**צולם), מטלה שהמורה מצייר בה תמונה רפלקטיבית של השיעור שלו לאחר שצפה בשיעור מצולם שהוא העביר, שיעור שהוא לימד בו את המשימה שנמסרה בהשתלמות.

לצורך ניתוח המטלה פותח מחוון המבוסס על המסגרת "ידע מורים בנוגע למשימה" (ראו פרק 3; Chapman, 2013) בתוך הרחבה שלו לתבחינים הבוחנים באופן ספציפי את השיח הכתוב של מורים סביב חמש הפרקטיקות לניהול דיונים.

3.7.אתיקה

המדען הראשי של משרד החינוך (אישור מס' 9240) וועדת האתיקה המוסדית של הטכניון (אישור מס' 85063) אישרו את המחקר. משתתפי המחקר, תלמידים ומורים, קיבלו הסבר על השתתפותם בכתב ובעל-פה והתבקשו לחתום על אישור השתתפות. הורי התלמידים המצולמים בשיעור חתמו על הסכמה לצלם את ילדיהם בשיעורים. ילדים שהוריהם סירבו להשתתף אינם מצולמים וממוקמים בכיתה מחוץ לעין המצלמה. המורים המשתתפים בהשתלמות חתמו על הסכמה לצילום ועל הסכמה להשתתף בכל הליכי המחקר, כולל ראיונות ותצפיות בכיתה (נספח 9). הסטודנטים אשר קודדו את השיעורים הוחתמו על מסמך סודיות. כל המורים שרואיינו הביעו את הסכמתם להתראיין.

3.8.מהימנות בחקר הכמותי ואמינות במחקר האיכותני

מהימנות המחקר הכמותי מתבססת על בחינת הקידוד של קריטריוני מחוון הרבעונים באמצעות מבחנים סטטיסטיים. על תוצאות תהליכי המהימנות הללו ידווח בפרק הכמותי, בחלק שעניינו תוצאות קידודי המחוון.

לביסוס האמינות (Trustworthiness) של המחקר האיכותני נבחנה ההתאמה בין הנתונים שנאספו ונותחו ובין הפרשנות שיוחסה לממצאים בשלב הניתוח. לינקולן וגובה (Lincoln & Guba, 1985) הציעו טכניקות לשמירה על האמינות:

1. מעורבות ותצפית: הימצאות ומעורבות בשדה המחקר לאורך זמן כדי להרחיב את היקף המידע ולהעמיק אותו במחקר (Prolonged engagement and persistent observation). המחקר נערך במשך שנתיים, ומלבד מפגשי ההשתלמות הוא כלל מפגשים אישיים – ביקורים בבתי הספר, מפגשים אישיים לפני מפגשי ההשתלמות ואחריהם והתייעצויות טלפוניות רבות;
2. טריאנגולציה (Triangulation): שימוש במקורות מגוונים: ראיונות, תצפיות ועבודות כתובות, והצלבה ביניהם. גם הפרשנות התבססה על כל מקורות הנתונים;
3. מהימנות בין-שופטים: נקודת מבט של עמיתים מוסיפה עומק לניתוח הנתונים ולפרשנותם. מלבד הליווי של המחקר במנחה, נערכו דיונים בקבוצת המחקר בנוגע לסוגיות שונות. כמו כן, בקבוצת מחקר קומוגניטיבית, שהשתתפו בה יותר מעשרה מומחים בניתוח שיח, נידונו הניתוח והפרשנות בנוגע לסימון.

תהליכי בדיקת האמינות במחקרים האיכותניים תוצג בפרקים עצמם לצד הניתוח והממצאים.

4. ממצאים

4.1.תצפיות על שיעורי המורים

פרק זה נועד לענות על שאלת המחקר הראשונה: באיזו מידה יושמה ההוראה החקירתית שנלמדה בהשתלמות בכתות המורים, והאם חל שינוי ביישום זה במהלך ההשתלמות? כדי לענות על השאלה, השיעורים שצילמו המורים בהשתלמות קודדו בעזרת מחוון הרבעונים (Stein et al., 2017; ראו פרק השיטה), שבו עשרה קריטריונים בסולם ליקרט (ראו טבלה 3). בפרק זה מוצגים נתוני קידוד המחוון וניתוחים סטטיסטיים של הממצאים.

4.1.1. ממצאים תיאוריים

ריכוז תוצאות מבחן הסטטיסטיקה התיאורית לכל הקריטריונים, כמופיע בטבלה 3, מלמד שהתקבלו ציונים גבוהים כמעט בכל הקריטריונים, מלבד בקריטריון "המשגה" (שורה 4) ובקריטריון "קונסולידציה" (שורה 7) וקריטריון "חשיבת התלמידים" (שורה 10). ייתכן כי הסיבה לכך היא "אפקט תקרה" (Cramer & Howitt, 2004) – כאשר הציונים גבוהים וטווח הציונים נמוך, קשה לזהות הבדלים בין שיעורים. אף על פי כן, אפקט זה לא נצפה בקריטריונים "המשגה" ו"חשיבת תלמידים", ולפיכך אפקט התקרה לבדו אינו יכול להסביר את היעדר השינוי.

טבלה 3: רמת המובהקות לכל קריטריון
Table 3: Level of significance for each criterion

	קריטריון	שם הקריטריון	טווח הציונים	ממוצע כללי	סטיית התקן
1	רמת הדרישה הקוגניטיבית של המשימה הכתובה	Written	5–1	4.78	0.497
2	רמת הדרישה הקוגניטיבית בעת שיגור המשימה	Setup	5–1	4.6	0.690
3	רמת הדרישה הקוגניטיבית בעת ביצוע המשימה	Enactment	5–1	4.3	1.0461
4	המשגה מתמטית בשיעור	Concepts	4–1	2.3	1.215
5	הזדמנות להתמודדות	Struggle	5–1	4.0	1.094
6	נורמות השיח	Discourse	4–0	3.3	0.663
7	הזדמנות להשוות דרכי פתרון	Consolidation	4–0	2.6	1.201
8	קשרים בין חשיבת תלמידים לפתרון	Canon	3–0	2.5	0.8314
9	הסמכות האינטלקטואלית הקובעת	Intel. Auth.	3–0	2.3	0.631
10	חשיבת התלמידים	St. Thinking	4–1	2.4	0.7617

4.1.2. ממצאים היסקיים

בטבלה 4 מוצגות התוצאות מניתוח מבחן פרידמן (Friedman) שנערך על חמישה שיעורים מצולמים לכל אחד מ-11 מורים. הערכים המובאים בטבלה הם ממוצע הדירוגים (Mean rank) של הציונים שניתנו בכל שיעור. כלומר, הציונים בחמשת השיעורים של כל מורה בחמשת השיעורים דורגו: ערך גבוה יותר בקריטריון מסוים משמעו שהמורה קיבל ציון גבוה יותר באותו שיעור מאשר בשאר השיעורים. לאחר מכן, חושב ממוצע הדירוגים של ציוני המורים באותו שיעור. ערך זה מופיע בטבלה 4.

טבלה 4: תוצאות מבחן פרידמן
Table 4: Friedman test results

	שם הקריטריון	טווח הציונים	ממוצע הדירוגים בשיעורים של מורים שהיו להם 5 שיעורים (n=11)					$\chi^2_{(4)}$	רמת מובהקות
			1	2	3	4	5		
1	Written	5–1	3.00	3.27	2.50	3.23	3.00	4.233	0.375
2	Setup	5–1	3.00	3.18	2.86	2.59	3.36	2.636	0.621
3	Enactment	5–1	2.68	3.18	2.55	2.82	3.77	6.573	0.160
4	Concepts	4–1	3.55	2.82	3.00	2.77	2.86	2.168	0.705
5	Struggle	5–1	3.27	3.27	3.18	2.95	2.32	4.078	0.396
6	Discourse	4–0	2.86	3.73	2.55	2.55	3.32	6.156	0.188
7	Consolidation	4–0	3.23	2.95	2.64	3.27	2.91	1.656	0.799
8	Canon	3–0	2.59	3.14	3.00	3.64	2.64	4.698	0.320
9	Intel. Auth.	3–0	2.50	3.00	3.18	2.95	3.36	3.483	0.481
10	St. Thinking	4–1	2.64	2.59	2.59	3.91	3.27	7.928	0.094

כפי שאפשר לראות, ההשוואה בין דירוגי הציונים בשיעורים שונים (שיעורים 1–5) עבור כל קריטריון אינה מעלה תוצאות מובהקות. כלומר, לא נמצא שינוי מובהק בפרקטיקות ההוראה של המורים לאורך ההשתלמות במשימות מחשב״ה.

4.1.3. <u>ניתוח כלל השיעורים על פי הקריטריונים להוראה חקירתית</u>

שלושת הקריטריונים הראשונים עוסקים ברמת החשיבה הנדרשת מהתלמיד בשלושת שלבי המשימה: רמת החשיבה של המשימה הכתובה (כפי שהיא מופיעה בספר או בדף העבודה), הרמה בעת השיגור והרמה בזמן ביצוע התלמידים. אפשר לראות כי ככלל, ציוני הקידוד בקריטריון זה היו גבוהים וקרובים לרף העליון (5) (M=4.77, SD=0.497). בשיעור מספר 3 נצפה שינוי קל – קידוד מעט נמוך יחסית לאחרים, ממוצע M=4.33. ציון זה מלמד על הבדל בין הרמה הקוגניטיבית של המשימה שניתנה בשיעור השלישי לרמה בשיעורים אחרים. את הבדל זה אפשר להסביר בתהליכים שהתקיימו בהשתלמות לקראת צילומי השיעור השלישי. מפגש זה עסק במיון משימות בהתאם לרמות הקוגניטיביות הנדרשות מהתלמיד. המורים המשתלמים קיבלו קובץ, ובו משימות ברמות חשיבה שונות, וכך הם נחשפו למגוון משימות ברמות שונות. במפגש נותחו הדרישות הקוגניטיביות שהמשימות מציבות, והן דורגו בהתאם. בתום המפגש התבקשו המורים לבחור מתוך מגוון המשימות משימה או משימות ליישם בכיתה בשיעור השלישי. בדיעבד התברר שכמה מהמורים בחרו לבצע בשיעוריהם משימות שהדרישה הקוגניטיבית בהן נמוכה יותר. בכמה מהשיעורים המשימות הוערכו ברמה 4 (פרוצדורות עם קשרים), ובשלושה שיעורים המשימות אף דורגו ברמה 3 (פרוצדורות בלי קשרים).

קריטריון 2 נוגע לרמת הדרישה הקוגניטיבית בעת שיגור המשימה, כלומר למידת ההכוונה שהמורה מעניק לתלמידיו בתהליך השיגור. ככל שההוראה מכוונת יותר לדרך פתרון ספציפית, והמורה אינו מזמן לתלמידיו התמודדות עם אתגרי החשיבה שהמשימה מציבה, ציון הקידוד נמוך יותר. גם בקריטריון זה ממוצע הקידודים היה גבוה יחסית (M=4.6, SD=.69, range 1–5), כלומר המורים לא נטו להוריד את הדרישה הקוגניטיבית של המשימה בעת שיגורה ואפשרו לתלמידים להתמודד עם המשימה ברמה קוגניטיבית גבוהה.

קריטריון 3 מתייחס לדרישה הקוגניטיבית בביצוע של התלמידים – אם התלמידים נדרשו לחשיבה לא-פרוצדורלית, מסתעפת ומושגית או לביצוע המבוסס על פרוצדורות זיכרון. גם כאן, הממוצעים גבוהים (M=4.3, SD=1.046, range 1–5).

בסך הכול, ממוצעי שלושת הקריטריונים העוסקים ברמת החשיבה הנדרשת מהתלמיד הצביעו על ירידה ברמת החשיבה. אפשר לראות ירידה בממוצעים (טבלה 4) בכמה עשיריות משלב המשימה הכתובה (4.76) לשלב השיגור (4.57) ולשלב הביצוע (4.32). שלושת הקריטריונים האלה נותחו באמצעות מבחן פרידמן, ונמצא הבדל מובהק ביניהם: $\chi^2(2)=20.716$, $p<.001$. כדי לזהות את מקור ההבדל נערך מבחן עוקב, Wilcoxon signed rank test, המתאים כדי לבדוק בנתונים א-פרמטריים אם השוני מובהק. נמצאו הבדלים מובהקים ברמת המשימה: (א) משלב המשימה הכתובה לשלב השיגור ($Z=-3.259$, $p=.001$); (ב) משלב השיגור לשלב הביצוע ($Z=-2.409$, $p=.016$); (ג) משלב המשימה הכתובה לשלב הביצוע ($Z=-4.048$, $p<.001$). אם כן, תוצאות המבחן מלמדות שהמורים הנמיכו את רמת החשיבה הנדרשת מהתלמיד משלב המשימה הכתובה לשלב השיגור ולשלב הביצוע של התלמיד.

4.1.3.1. ההמשגה המתמטית בשיעור (Explicit attention to concepts)

קריטריון זה בוחן את השיעורים לפי רמת תשומת הלב הניתנת למושגים מתמטיים ולהעמקה בהם. בניגוד לדרישה הקוגניטיבית, שהייתה גבוהה יחסית, כאן התוצאות מלמדות שרמת ההמשגה נמוכה יחסית, הממוצע קרוב לרמה 2 (M=2.32, SD=1.21) בטווח 1–4. ההגדרות לרמות: ברמה 2 מושג אחד או יותר מוזכרים בשיעור בלא התייחסות מעמיקה; ברמה 3 המושגים מוזכרים ונידונים באופן חלקי; ברמה 4 המושגים נידונים בצורה מפורשת ומעמיקה. הממצאים מלמדים אפוא שהתנהל דיון מועט במושגים בשיעור או שמושג אוזכר בלא דיון מעמיק בו.

4.1.3.2. הזדמנויות ההתמודדות שהמורה העניק לתלמידיו (Students' opportunities to struggle)

קריטריון זה מתייחס להזדמנויות שהמורה מציעה לתלמידים להתמודד עם המשימה. הקידוד נע בסולם 1–5. נמצא ממוצע גבוה יחסית (M=3.97, SD=1.09): ברמה 4 הממוצע מתאר מצב שהמורים מזמנים לתלמידיהם הזדמנויות להתמודד עם המשימות. כיוון שהקידוד הממוצע הוא 4, ולא 5, אפשר להניח שהמורים מכוונים את התלמידים ומדריכים אותם, אך הם עושים זאת באופן שאינו פוגע בחשיבת התלמידים.

4.1.3.3. נורמות השיח (Norms of discourse)

הקריטריון נורמות השיח מתייחס לדיונים המתנהלים בכיתה. הקידוד מתבסס על הקשבת התלמידים ועל תגובותיהם לדברי אחרים. סולם הציונים בקריטריון זה הוא 0–4. גם פה נמצאו ממוצעים גבוהים יחסית (M=3.29, SD=0.66). השיעור הממוצע נע אפוא בין רמה 3, שבה כמה תלמידים מציעים בדיון הנערך בכיתה רעיונות ואסטרטגיות לפתרון המבוססים על החשיבה שלהם והמורה מקשיב ומגיב לרעיונותיהם, ובין רמה 4, שבה לרעיונות התלמיד מגיב לא רק המורה אלא לפחות גם אחד התלמידים האחרים.

4.1.3.4. ההזדמנויות להשוות דרכי פתרון (Consolidation)

קריטריון זה עוסק בהזדמנויות הניתנות לתלמידים להשוות בין פתרונות, אסטרטגיות וייצוגים שונים שייצרו תלמידים אחרים. טווח הציונים בקריטריון זה הוא 0–4. בקריטריון זה נמצא ממוצע בינוני (M=2.64, SD=1.201). רמה 2 משמעותה שהוצגו לפחות שני פתרונות שאינם שונים זה מזה או שההשוואה ביניהם לא נידונה בצורה מעמיקה. שיעורים שקודדו כרמה 3 הם כאלו שנערכה בהם השוואה בין הפתרונות של המורה לאלו שהציעו התלמידים, וההשוואה הייתה מעמיקה והתייחסה למאפיינים חשובים של המושג. הממצאים מראים כי מרבית השיעורים לא הגיעו לרמה 4 – השוואה מפורשת בין שני פתרונות שונים שהציעו תלמידים. אם כן, במרבית השיעורים לא היה עיסוק מעמיק בהשוואה בין פתרונות תלמידים ולא הייתה התייחסות למושגים מתמטיים ולמאפייניהם.

4.1.3.5. קשרים בין חשיבת תלמידים לפתרונות מקובלים (Canonical solutions)

קריטריון זה בדק אם התבצעו קשרים בין חשיבת התלמידים ובין הפתרון או האסטרטגיה המקובלת כנכונה מתמטית (קנונית) לפתרון. טווח הציונים בקידוד הוא 0–3. ממוצע הציונים בקריטריון זה היה גבוה יחסית (M=2.411, SD=0.8314). ברמה 3 נידונו בפומבי הקשרים בין הפתרון הקנוני ובין השיטות והרעיונות שהציעו

התלמידים, וברמה 2 הוצגו פתרונות קנוניים אך לא זוהו קשרים בינם ובין הצעות התלמידים. תוצאות אלו מלמדות שהמורים הציגו פתרונות קנוניים אך רק בכמה מהמקרים הם קישרו אותם לרעיונות התלמידים.

4.1.3.6. הסמכות האינטלקטואלית (Intellectual authority)

הקריטריון הסמכות האינטלקטואלית בוחן מיהו הגורם השופט את נכונות התשובות: המורה, הספר או הצדקות מתמטיות. סולם הציונים הוא 0–3. בקריטריון זה נמצא ממוצע כללי די גבוה (M=2.37, SD=0.63). ברמה 3 הסמכות הקובעת את שיפוט התשובות היא הצדקות מתמטיות, כלומר הפתרון נשפט לפי הנימוק המתמטי. ברמה 2 השיפוטיות נגזרת מהמורה, מספר הלימוד או מההצדקה המתמטית, וברמה 1 השופטים הם אך ורק המורה או הספר. ממצא זה מלמד שהסמכות האינטלקטואלית ברוב השיעורים הייתה מעורבת – הן המורה או הספר הן הצדקות מתמטיות.

4.1.3.7. חשיפת חשיבת תלמידים (Intellectual authority)

הקריטריון חשיבת התלמיד בוחן עד כמה המורה סידר את פתרונות התלמידים בסדר משמעותי לחשיפת החשיבה של התלמידים. טווח הקידוד הוא 1–4. הציון הממוצע בינוני (M=2.437, SD=0.7617). ברמה הגבוהה ביותר (4) המורה בוחר תלמידים, פועל לחשוף את שלבי החשיבה שלהם בנוגע לפתרון וקושר בצורה מפורשת בין הפתרונות לרעיון מתמטי. ברמה 3 הוא בוחר תלמידים ופועל לחשוף את שלבי החשיבה שלהם לפתרון אך אינו קושר בצורה מפורשת בינם ובין רעיון מתמטי. ברמה 2 המורה פועל לחשוף את חשיבת התלמידים (בלא קישור). ברמה זו הבחירה בתלמידים שיציגו את פתרונותיהם עשויה להתבסס על התנדבות שלהם או על בחירת המורה. אפשר להסיק מתוצאות אלו שבמרבית המקרים חשפו המורים את חשיבת התלמידים אך לא ארגנו את הפתרונות לפי סדר המוביל לקידום הרעיון המרכזי.

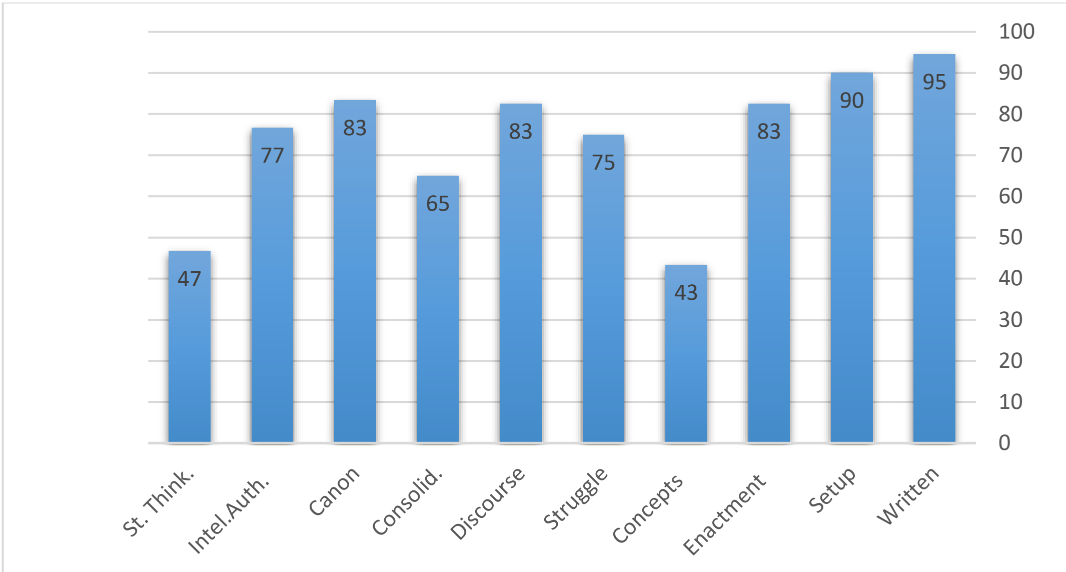
4.1.4. סיכום של תוצאות הקריטריונים להוראה חקירתית של כלל השיעורים המוקלטים

לאחר שהתקבלו כל תוצאות הקידוד, נערכה השוואה כדי לבדוק את רמת היישום היחסית בכל אחד מהקריטריונים. כדי לערוך את ההשוואה היה צורך ליצור בסיס אחיד בין הקריטריונים בטווח הציונים. השינויים שנערכו הם מסוג טרנספורמציה לינארית. במצב זה נשמרות הפעולות (כמו העתקת ישר על ציר הגרף). נערכו שני שינויים: ראשית הומר טווח הציונים מהטווח הנתון לטווח המתחיל ב-0 – הטווח 1–5 הומר בטווח 0–4, כמופיע בטבלה 5 בעמודה החמישית, "המרת הטווח". בדוגמה המוצגת בשורה הראשונה, טווח הציון 1–5 הומר בטווח 0–4. הממוצע הנתון 4.8 הומר בהתאם לטווח החדש ב-3.8. לבסוף חולק ציון הממוצע המתוקנן בטווח המרבי. למשל, בשורה הראשונה בטבלה 5, המנה 3.8/4 הוכפלה ב-100 כדי לקבל ערכים בטווח 0–100. התוצאות המתוקננות מופיעות בטבלה 5 ובאיור 4.

טבלה 5 : תקנון תוצאות ממוצעי הקידוד

Table 5: Standardization of the coding average׳s results

	קריטריון	שם הקריטריון	טווח הציונים הנתון	המרת הטווח	ממוצע נתון	המרת הממוצע לפי הטווח	ממוצע בסולם 100
1	רמת הדרישה הקוגניטיבית של המשימה הכתובה	Written	5–1	4–0	4.8	83.	95
2	רמת הדרישה הקוגניטיבית בעת שיגור המשימה	Setup	5–1	0-4	4.6	3.6	90
3	רמת הדרישה הקוגניטיבית בעת ביצוע המשימה	Enactment	5–1	4–0	4.3	3.3	83
4	המשגה מתמטית בשיעור	Concepts	4–1	3–0	2.3	1.3	43
5	ההזדמנות להתמודדות	Struggle	5–1	4–0	4.0	3.0	75
6	נורמות השיח	Discourse	4–0	4–0	3.3	3.3	83
7	ההזדמנות להשוות דרכי פתרון	Consolidation	4–0	4–0	2.6	2.6	65
8	קשרים בין חשיבת תלמידים לפתרון	Canon	3–0	3–0	2.5	2.5	83
9	הסמכות האינטלקטואלית השופטת	Intel. Auth.	3–0	3–0	2.3	2.3	77
10	מודעות המורה לחשיבת התלמידים	St. Thinking	4–1	3–0	2.4	1.4	47



איור 4: השוואת תוצאות הקידודים של כל המחוון לאחר תקנון ממוצעי הקידוד
Figure 4: Comparing the coding results of all the teachers

4.4.2.דיון בתצפיות בשיעורי מורים

מסד הנתונים שתואר בפרק זה מבוסס על מדידות חוזרות, וכך הוא מאפשר לבצע בדיקה מקיפה יותר של השינוי ושל ההשפעות של יישום תוכני ההשתלמות (Seel, 2012). לפי נתונים אלו, כמעט בכל הקריטריונים לא חל הבדל משמעותי במהלך ההשתלמות. יש לציין שניתוחים של נתונים אלו (מורי בית ספר יסודי) בצירוף עם נתוני מורי חטיבת הביניים שנערכו על פי מבחן individual growth curve model (IGCM) מצאו צמיחה מתונה לאורך השנה בקריטריונים מסוימים (Heyd-Metzuyanim, Nachlieli, Weingarden, & Baor, 2020). במילים אחרות, ייתכן שהיעדר המובהקות במבחנים שבדקו שינוי בין שיעורים נבע מכוח סטטיסטי מוגבל ומכך שהמדגם היה קטן יחסית.

כפי שמראה ההשוואה של ציוני הקריטריונים המתוקננים (איור 4), ברוב הקריטריונים הרלוונטיים להוראה חקירתית שנמדדו, התוצאות גבוהות יחסית וקרובות לרמות הקידוד המרביות. כך, בשלושת קריטריוני הדרישה הקוגניטיבית (Written, Setup, Enactment) וגם בקריטריון ההתמודדות. תוצאות גבוהות נמצאו גם בקריטריון נורמות השיח ובקריטריון קשרים בין חשיבת התלמידים לפתרונות. במקרים בהם תוצאות הקידוד גבוהות, אפשר לשער שהציונים בקידודי השיעורים במחוון מייצגים "אפקט תקרה" (Ceiling effect) – אפקט שבו הציונים גבוהים בסולם הערכים, ולכן קשה למצוא הבדלים או שינוי. אף על פי כן, נמצאה הנמכה בין הדרישה הקוגניטיבית של המשימה הכתובה לשיגור המשימה וליישומה, ממצא דומה לזה שנמצא במחקרים דומים בארצות הברית (Stein & Smith, 1998).

בשלושה קריטריונים נמצאו תוצאות נמוכות יחסית, קריטריונים הקשורים לעיסוק במושגים מתמטיים ולפרקטיקות המקדמות את עיסוק זה, כמו השוואת הפתרונות וחשיפת חשיבת תלמידים. הקריטריון שנמצא בו הממוצע הנמוך ביותר הוא הקריטריון המשגה. ממצא זה חשוב, שכן הוא מראה את התועלת שבחלוקת

המושג הכללי ״דרישה קוגניטיבית״ למרכיבי-משנה – המשגה והתמודדות (Stein et al., 2017). אפשר להניח כי אומנם המקודדים הושפעו בעיקר מהדרישה הקוגניטיבית בשיעור, אך כאשר הם התבקשו להתבונן במיוחד בהמשגה, הם מצאו שהיא נמוכה יחסית להתמודדות. כלומר, מה ש״צבע״ את ההתרשמות מהדרישה הקוגניטיבית הוא בעיקר ההתמודדות של התלמידים עם המשימה. בשיעורים שהעבירו מורי ההשתלמות סביב משימות מחשב״ה, נראה שלא ניתנה תשומת לב מספקת למושגים, וכשהמורים התייחסו למושגים מתמטיים בשיעור, הם עשו זאת רק ברמת האזכור, בלא לקשר בין מימושים שונים, להגדיר מפורשות את המושג או להרחיב בנוגע לקשר שבין המושג לרעיונות מתמטיים רחבים יותר. הממצא שלפיו ההמשגה בשיעורים הייתה חלשה יחסית מחוזק בממצא הנוגע לקריטריון השוואת פתרונות (קונסולידציה), אשר גם בו התוצאות היו נמוכות יחסית. קריטריון זה קשור לעיסוק במושגים מתמטיים בשיעור כיוון שהוא מבוסס על השוואה בין הפתרונות בעזרת המושגים. הקידוד הנמוך יחסית שלו מראה כי המורים לרוב הסתפקו בהצגת פתרונות שונים שהציעו התלמידים, אך לא בקישור ביניהם. קריטריון אחר הקשור לעיסוק במושגים מתמטיים הוא חשיפה לחשיבת התלמידים. התוצאות בקריטריון זה מלמדות שהמורים חשפו את חשיבת התלמידים אולם נטו פחות לארגן את הפתרונות לפי סדר המוביל לרעיון מתמטי. כלומר, לדיון המסכם בשיעור הייתה, ככל הנראה, צורה של "Show and tell" (Ball Loewenberg, 2001) – התלמידים מציגים לפני הכיתה את אסטרטגיית הפתרון (הנכונה) שלהם, והמורה אינו מדגיש את הרעיונות המתמטיים או מתייחס ליעילות הפתרונות ואינו קושר בין פתרונות.

4.2.1. <u>המגבלות של קידודי תצפיות השיעורים</u>

כאשר מתבוננים בממצאים העולים מקידודי המחוון ראוי להביא בחשבון כמה מגבלות מחקריות. ניתוח הנתונים בפרק זה התבסס על השיעורים שנערכו במהלך השתלמות מחשב״ה בשנה הראשונה. זהו טווח קצר לבדיקת שינויים (Jakobsen, Fauskanger, Mosvold, & Bjuland, 2011), וקשה להבחין בו בשינויים הדורשים תהליך ארוך ומורכב. סטיגלר והיברט (Stigler & Hiebert, 1999), במחקרם ארוך הטווח, הדגישו שתהליכי הוראה יכולים להציג שיפורים מצטברים רק לאורך שנים. ייתכן אפוא שכלי המחוון גס מדי ועובד ברזולוציה נמוכה מדי כדי להציג שינויים המתרחשים בשלבים הראשונים של למידת הוראה חקירתית.

נוסף על כך, בהשתלמות מחשב״ה השתתפו מעט מורים (N<30), ומהם היה אפשר לבחון את השינוי על מספר קטן עוד יותר (11 ו-14, במבחנים סטטיסטיים שונים). בשל המדגם הקטן, לניתוחים הסטטיסטיים היה סיכוי נמוך להגיע למובהקות, בעיקר בנוגע לשינויים שאינם גדולים במיוחד. לבסוף, הקידודים ברוב הנתונים היו גבוהים מלכתחילה, והיה עלול להיווצר ״אפקט תקרה״ (Ceiling effect). ייתכן כי אפקט זה נוצר בשל הבדלי התרבות בכיתה בין ארצות הברית (שם פותח המחוון) ובין ישראל. כלומר, לו המחוון היה מפותח בארץ, היה ניתן טווח רחב יותר (בעיקר בצד הגבוה של הסולם) להתנהגויות המראות השתתפות והתמודדות של תלמידים.

לבסוף, זוהתה מגבלה המתייחסת למהימנות הקידוד. במחקר הכולל היה קשה מאוד להגיע לרמות מהימנות גבוהות (ראו Heyd-Metzuyanim et al., 2020) בקידודי המחוון, זאת בשל כמה סיבות. הראשית שבהן היא שהמחוון היה מתאים מבחינה תרבותית לכיתות אמריקניות, והדבר הקשה, בדרכים סמויות ולא

ברורות די הצורך, להחילו על כיתות ישראליות. נוסף על כך, רוב המקודדים היו מנוסים בהוראת מתמטיקה בתיכון ובחטיבת ביניים ולא בבתי ספר יסודיים, וייתכן שהדבר הקשה עליהם לקודד באופן מדויק (אף שלא נמצא שוני בנתוני המהימנות בין חטיבת הביניים לבית הספר היסודי). קשיים אלו נוספו על הקושי הבסיסי הטמון במחוונים הדורשים פרשנות רבה (High inference manuals; Klette & Blikstad-Balas, 2018). נראה שהדבר גרם "רעש" רב בתוצאות הסטטיסטיות.

לסיכום, תוצאות הניתוח של התצפיות לא לימדו על שינוי משמעותי במהלך ההשתלמות, אך עולה מהן שוני בין היבטים שונים של יישום ההוראה החקירתית (למשל, המשגה לעומת התמודדות).

4.2.2. <u>הפער בין תוצאות התצפיות ובין דיווחי המורים</u>

בניגוד לתוצאות המחוון, שלא הראו שינוי ניכר בפרקטיקות, לפחות לא בשיעורי מחשב"ה, כמה מהמורים דיווחו בהתלהבות שהם אימצו את הפרקטיקות שנלמדו בהשתלמות, וההשתלמות, ככלל, התקבלה באופן חיובי במרכז הפסג"ה שהיא התנהלה בו. רושם חיובי זה עלה הן מהסקר שערך מרכז הפסג"ה בנוגע להשתלמות (בסקר קיבלה ההשתלמות ציון 5.37 בסולם 1–6) הן מעדויות שכתבו המורים בסוף ההשתלמות, כגון: "אני מיישמת כל פעם דבר נוסף שתורם להתפתחות השיעור באופן מלמד יותר המיטיב עם התלמידים. למשל, השתפרתי בשאילת שאלות על מנת לקדם את התלמיד ולבחון בעצמו את תוצריו" (מורה מ'); "מודל חמשת השלבים עזר לי לתכנן טוב יותר את מהלך השיעורים" (מורה ק'); "ככל שעברו השיעורים למדתי לתת להם הכוונה מבלי להוביל לפתרון, למדתי לשאול את השאלות הנכונות שיסייעו להם ולהגיע, בכוחות עצמם, לפתרונות. בכלים שקיבלתי בקורס ניסיתי להפוך את התלמידים לשותפים לתהליך של הלמידה. מתלמידים פסיביים הם לאט לאט הפכו לתלמידים אקטיביים" (מורה ט').

הפער בין תוצאות התצפיות לדיווחים בנוגע למידה שהמורים אימצו פרקטיקות שונות ייבחן בפרקים הבאים באמצעות חקרי מקרה וניתוחים איכותניים.

4.3. ניתוחי מקרה: המורה סימון והמורה מירי

בתת-הפרק הראשון בממצאים הוצגו ממצאי ניתוחי התצפיות מהשתלמות מחשב"ה. בממצאים אלו לא נראו שינויים בתהליכי ההוראה בעקבות יישום הפרקטיקות. נוסף על כך, ניכר שפרקטיקות שונות יושמו ברמה גבוהה, ואחרות ברמה נמוכה. אף על פי כן, התמונה שקידודי המחוון נותנים היא ברזולוציה נמוכה מאוד יחסית, אין זו אלא תמונה כללית של איכות השיעורים. קשה להבין מהם אילו תהליכי הוראה התרחשו ואילו הזדמנויות למידה ניתנו לתלמידים בשיח שהתנהל בכיתה. מכך עלה צורך לערוך חקרי מקרה על בסיס המערכת המושגית הקומוגניטיבית, מערכת המאפשרת הסתכלות ברזולוציה גבוהה על תהליכי הוראה-למידה בשיח הכיתתי.

התיאוריה הקומוגניטיבית, כפי שהוסבר ברקע התאורטי, ממשיגה הזדמנויות למידה פרודוקטיביות כהזדמנויות למידה חקירתיות. בהשתתפות חקירתית שני היבטים עיקריים: סוכנות (Agency) של התלמיד (ייצור היגדים מתמטיים בהסתמך על סמכות אישית) ומיקוד בעצמים מתמטיים ובהיגדים בנוגע להם (ולא בהליכים בלבד). הממצאים הכלליים שעלו מקידוד כלל השיעורים על פי המחוון מנקודת מבט קומוגניטיבית העלו אפוא כמה שאלות. השאלה הראשונה נוגעת להזדמנויות הלמידה שניתנו לתלמידים בשיעורים – האם

הזדמנויות אלו היו חקירתיות או ריטואליות? מצד אחד, סביר שהזדמנויות למידה בשיעורים שבהם ההתמודדות גבוהה הן חקירתיות, שהרי סוכנות וסמכות עצמית הן רכיבים חשובים בהשתתפות חקירתית. מן הצד האחר, ההמשגה הנמוכה שנצפתה במרבית השיעורים מרמזת שייתכן שהזדמנויות הלמידה לא עסקו בייצור נרטיבים על אובייקטים מתמטיים. שאלה שנייה שעלתה מניתוח הנתונים הכללי נגעה לפער שבין תוצאות המחוון ובין דיווחי המורים. תוצאות המחוון, כפי שהוצגו בפרק הקודם, הראו על ביצוע חלקי בלבד של פרקטיקות ההוראה מעודדות החקירה וכן על היעדר שינוי כמעט בכל המדדים של הוראה חקירתית. מנגד, רוב המורים דיווחו על שביעות רצון גבוהה מההשתלמות ועל שינוי בפרקטיקות ההוראה שלהם.

המורה הראשונה שבחרנו לבחון מקרוב היא "סימון", אשר שיעוריה אופיינו בהמשגה גבוהה ובהתמודדות שהלכה ועלתה במהלך ההשתלמות. רוב שיעוריה של המורה השנייה, "מירי", אופיינו בהמשגה נמוכה ובהתמודדות גבוהה. גם בנוגע לפער בין התצפיות ובין הדיווחים העצמיים של המורים היה ניגוד חד בין סימון למירי. מירי דיווחה על שביעות רצון גבוהה מההשתלמות, ואילו סימון הייתה אחת היחידות שהביעו, לפחות בשנה הראשונה להשתלמות, קרירות יחסית ביחסה לפרקטיקות ההוראה מעודדות החקירה. נוסף על כך, סימון נמנעה באופן שיטתי מלהכריז שהיא משנה את דרכי ההוראה שלה. שוני זה אפשר לבחון את הפער בין תצפיות ובין דיווחים עצמיים באמצעות בחינה מדוקדקת יותר הן של הזדמנויות הלמידה שנתנו המורות בפועל (כדי לראות אם התמונה העולה מהן שונה מזו העולה מקידודי המחוון) הן באמצעות בחינה של השיח הפדגוגי של סימון ומירי, זאת כדי להבין אם מורכבויות בשיח הפדגוגי שלהן יכולות להסביר את הפערים בין הנצפה למדווח.

4.3.1. <u>ניתוח המקרה של המורה סימון</u>

4.3.1.1. <u>רקע על סימון</u>

סימון השתתפה בהשתלמות מחשב"ה במשך שנתיים. כיוון שהיו בינינו קשרי עבודה, נפגשתי איתה רבות גם מחוץ למפגשי ההשתלמות ולביקורים בבית הספר. במפגשים אלו, בשנת ההשתלמות הראשונה, התרשמתי שהיא יחסית מסויגת מתוכנית ההשתלמות ומגלה פחות התלהבות כלפיה מאשר שאר המורות. בדרך כלל הייתה הביקורת של סימון סמויה למדי, אך לא היה ספק שהיא ספקנית משאר המורות בנוגע לתוכני ההשתלמות. לדוגמה, בריאיון הראשון שנערך איתה, לאחר השיעור הרביעי המצולם, שאלתי את סימון: "איך היה לך בשיעור? איך הרגשת? [...] איך היה?" היא השיבה: "רגיל, תמיד אנחנו [מתנהלים כך]. אולי השיעור הראשון היה [אחר]". תגובה זו יכולה להתפרש כאדישות וחוסר התלהבות וכמסר סמוי שדרך ההוראה הזו אינה חדשה לה. ואולם, ההתייחסות ל"שיעור הראשון" מרמזת שסימון התכוונה רק לשיעורים "במתכונת מחשב"ה", כלומר שבמובלע היא מודה שהשיעורים הללו שונים מהשיעורים הרגילים שהיא מלמדת.

ההסתייגויות מתוכני ההשתלמות באו לידי ביטוי גם במפגשי ההשתלמות. למשל, במפגש השני התבקשו המורים לספר על חוויותיהם לאחר שיישמו לראשונה את המודל בכיתה. סימון תיארה באריכות את דרך העבודה שלה אך לבסוף הביעה אכזבה מהשיעור מאחר שביום המחרת, כשתלמידיה נשאלו שאלה הקשורה לאותה משימה, מחציתם התקשו להשיב. תימוכין נוספים לדואליות בהתייחסותה של סימון להשתלמות נמצאו ברפלקציה שכתבה בתום השנה הראשונה. הרפלקציה נפתחה בהתייחסות לצילומי השיעור: "בהתחלה חששתי מהצילומים [...] אחרי 10 דקות של השיעור שכחתי מהמצלמה. רוב הילדים בשיעורים האלו היו יותר

מרוכזים ויותר מעורבים (אולי בגלל המצלמה)". אם כן, אף שסימון ציינה יתרון של "שיעור מחשב"ה" (רוב הילדים היו יותר מרוכזים ומעורבים), היא מיד הסתייגה וקבעה שמעורבותם גברה בזכות המצלמה. בכך היא רמזה שאין היא מייחסת את השיפור לשינוי בדרכי ההוראה בהוראה (ככל שהיו כאלה). בחלק השני של רפלקציה זו התייחסה סימון ליישום עתידי של פרקטיקות מחשב"ה בתוך שהיא כינתה אותו "המודל" (כסגנון הוראה ייחודי, ולא כסגנון המאפיין הוראה שוטפת): "אני כרכזת ומורה למתמטיקה בבית ספרנו אשתדל בשנה הבאה שכל המורות יתנסו במודל שיעור הזה". ההתייחסות לפרקטיקות כ"מודל השיעור הזה" מעלה כי היא מזהה אותן כ"מודל" נפרד להוראה, לא חלק מההוראה היומיומית. זאת ועוד, היא הציעה שהמורים "יתנסו" במודל, לא שהם יישמו את סוג ההוראה הזה באופן שוטף. נוסף על כך, השימוש במילה "אשתדל" ממעיט מהמחויבות שלה לביצוע. מעבר לכך, ניכר באמירה זו, הדומה לאמירות אחרות רבות שהשמיעה, שהיא לא מזהה ב"מודל" הזה חידוש חשוב לה עצמה אלא רק למורות שהיא מרכזת. היא "התנסתה" בו זה כבר, ונראה שלדעתה די בכך.

באף אחד מסעיפי הרפלקציה, ובכלל זה כשנשאלה מפורשות על הנושא, לא התייחסה סימון להשפעות ההשתלמות על דרכי ההוראה שלה בכיתה. למשל, בסעיף "תיאור התהליך" נמנעה סימון מלהזכיר פעולות שהיא ביצעה. במקום זאת היא התייחסה לתגובות התלמידים: "הילדים אהבו את המשימות והצליחו לפתור אותם כי הם היו ברמה של כיתות ה'–ו' ובתחום הידע שלהם". הימנעות זו בלטה עוד יותר בהשוואה לדיווחי מורים אחרים. אלו התייחסו מפורשות להשלכות ההשתלמות על ההוראה שלהם.

לסיכום, מהשיח הכתוב והדבור של סימון אפשר ללמוד שהיא הייתה מסויגת מההשתלמות. מצד אחד, היא סירבה להצהיר ששינתה את דרכי ההוראה שלה ואפשר היה להבין מדבריה שהפרקטיקות הנלמדות בהשתלמות שגורות אצלה זה מכבר. מן הצד האחר, היא השמיעה מידה מסוימת של תמיכה בעקרונות ההוראה המקודמים בהשתלמות. אף על פי כן, תוצאות המחוון של סימון הראו שינוי במהלך ההשתלמות, בעיקר בהיבט של מתן ההזדמנויות לתלמידים להתמודדות. לפיכך, ומשום שסימון השתתפה בהשתלמות במשך שנתיים, יכולתי להוסיף לשאלות המחקר הכלליות שאלות בנוגע להתפתחות הפרקטיקות והשיח במשך ההשתלמות. לפיכך, ניתוח המקרה של סימון יענה על השאלות הללו:

1. אילו פרקטיקות הוראה מעודדות חקירה יישמה סימון ואילו לא, ומדוע?
2. אילו הזדמנויות למידה זימנה סימון לתלמידים בשיח הכיתתי? האם חל בהן שינוי?
3. עד כמה השיח הפדגוגי של סימון תאם לשיח הפדגוגי של ההשתלמות, ואם לא, מה ההבדלים ביניהם? האם חל שינוי במידת ההתאמה בין השנה הראשונה לשנייה?

4.3.1.2. מאפייני ההוראה של סימון לפי מחוון הרבעונים

כהקדמה לחקר מעמיק של הפרקטיקות, פרק זה ייפתח בהצגה של מאפייני ההוראה של סימון, כפי שקודדו ב"מחוון הרבעונים". לצורך חקר המקרה, קודדו גם שני השיעורים שהעבירה סימון בשנה השנייה. את הקידוד ביצעתי אני בשיטה שקודדו בה כל שאר השיעורים, והוא נבדק במבחן מהימנות מול בודק שהוכשר לכך. שיעור ההתאמה היה 80%, כלומר ב-8 מבין 10 שיעורים הייתה הסכמה בין בודק מוסמך לחוקרת.

טבלה 6: תוצאות קידוד השיעורים של סימון במחוון הרבעונים

Table 6: Coding results of Simone's lessons

מספר שיעור ומשימה /הקריטריונים	1. הריבועים	2. כפתורים	3. בחירה* (חזקות)	4. משושים	5. סולמות	6. יחס	7. חלק מכמות	8. סדרה S
שנת השתלמות	א	א	א	א	א	א	ב	ב
רמת החשיבה משימה הכתובה (Written)	5	5	4	5	5	5	4	5
רמת החשיבה בשיגור המשימה (Set up)	5	4	4	5	5	5	4	5
רמת החשיבה בביצוע המשימה (Enactment)	5	4	5	5	5	5	4	5
שימוש במושגים (Concepts)	3	4	3	2	4	4	3	3
התמודדות (Struggle)	2	3	4	4	2	5	4	5
נורמות הדיון (Discourse)	3	4	3	4	4	3	4	3
השוואת פתרונות (Consolidation)	2	4	4	2	4	4	3	4
יצירת קשרים בין פתרונות (Canon)	2	3	3	א2	3	3	2	4
סמכות אינטלקטואלית Intel.) (authority	2	3	3	2	3	3	2	2
מודעות לחשיבת תלי' Student) (thinking	3	2	2	3	3	3	3	3

* בשיעור 3 המורים בחרו משימה לביצוע מבין מגוון משימות

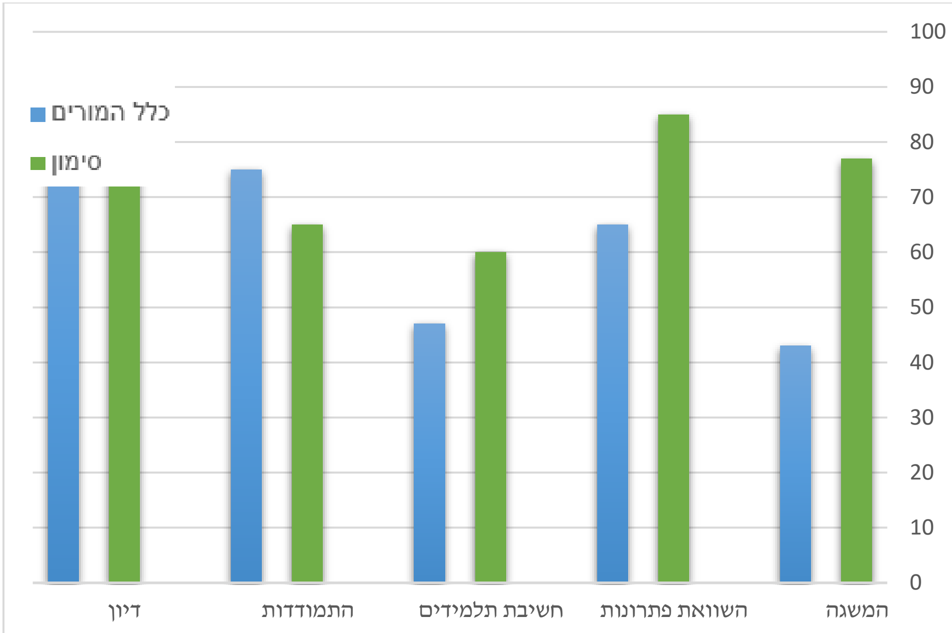
4.3.1.3. רמת החשיבה של המשימה

רמת הדרישה הקוגניטיבית (החשיבה) של המשימה נבחנה על פי שלושת הקריטריונים הראשונים במחוון בסולם קידוד 1–5. כפי שאפשר לראות בטבלה 6, המשימות של סימון קודדו ברמות גבוהות של דרישה קוגניטיבית (4 או 5). כשמסתכלים על הקריטריון הראשון – רמת החשיבה של המשימה הכתובה – יש לשים לב בעיקר לקידודים של שיעור 3 (שנה א׳) ושל שיעור 7 (שנה ב׳) כיוון שבשאר השיעורים תוכנית ההשתלמות קבעה מראש את המשימות, ואילו בשיעורים 3 ו-7 בחרה סימון את המשימות בעצמה. בשני השיעורים בחרה סימון מתוך מאגר משימות משימה ברמה של פרוצדורות עם קשרים (4) אך לא משימה ברמת החשיבה הגבוהה ביותר (״עשייה מתמטית״).

בשיעור 3 אפשר לראות שעל אף הבחירה במשימה ברמת חשיבה 4 ואף שרמת החשיבה בשיגור המשימה גם היא הייתה 4, רמת הביצוע של המשימה הייתה 5. דבר זה ראוי לציון במיוחד, שכן לרוב מורים נוטים להוריד את הרמה הקוגניטיבית, אך סימון לא רק שלא הורידה אותה, אלא אף העלתה אותה יחסית לפוטנציאל הכתוב של המשימה. השיעור היחיד שנצפתה בו הנמכה של הדרישה הקוגניטיבית היה שיעור 2 (מ-5 ברמת הפוטנציאל ל-4 ברמת הביצוע). התרשמות מהשיעור העלתה כי בשיעור זה, המשימה דרשה מהתלמידים רמת התמודדות גבוהה, וכשהם התקשו, סימון בחרה לכוון אותם וכך הורידה את רמת הדרישה הקוגניטיבית.

לסיכום, המשימות שסימון נתנה לתלמידיה דרשו רמת חשיבה גבוהה, ולרוב רמת חשיבה זו נשמרה, ופעם אחת אף עלתה. אף על פי כן, כשסימון התבקשה לבחור בעצמה משימה היא בחרה משימה ברמת חשיבה גבוהה יחסית על הטווח האפשרי, אך לא ברמה הגבוהה ביותר.

איור 5 מציג את תוצאות הקידוד של סימון (ממוצע כל השיעורים) יחסית לממוצע של כלל המורים. לשם ההשוואה (ראו פרק 4.1.4.), התוצאות מתוקננות בסולם 0–100. מהשוואה זו עולה כי סימון קיבלה ציון גבוה במיוחד יחסית לכלל המורים בקריטריון המשגה (ממוצע 77 לעומת 43 של כלל המורים). להבדיל, בקריטריון התמודדות היא קיבלה ציון מעט נמוך יחסית לממוצע של כלל המורים (ממוצע 65 לעומת 75 של כלל המורים).



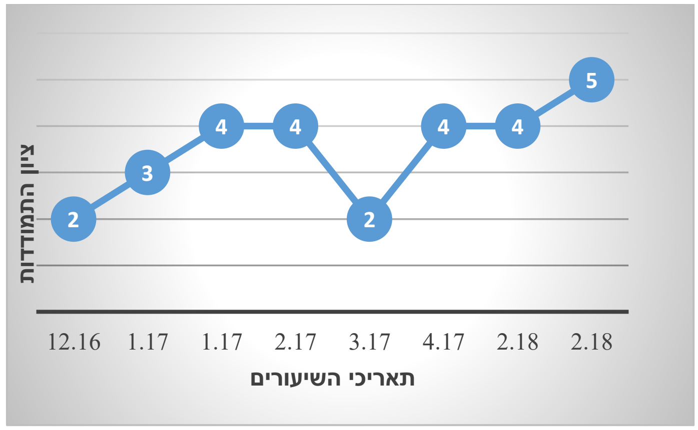
איור 5: קידוד שיעורים בהשוואה לכלל המורים

Figure 5: Compering Simon's coding to all the teachers

* ציוני הקידודים מתוקננים לטווח 0–100 כדי להשוות בציונים בין סימון לכלל המורים.

גם בקריטריונים הקשורים להמשגה, כמו השוואת פתרונות, שבו המורה משווה בין הרעיונות המתמטיים שבבסיס הפתרונות, הממוצע של סימון היה גבוה יחסית לכלל המורים (85 לעומת 65 אצל כלל המורים), וכן בקריטריון חשיפת חשיבת תלמידים (60 לעומת 47 אצל כלל המורים).

אשר לשינוי לאורך זמן, במרבית הקריטריונים לא נמצא שינוי עקבי אצל סימון. רק בקריטריון ההתמודדות (איור 6) ניכרת מגמה של עלייה לאורך השיעורים (מ-2 ל-5; יוצא דופן הוא שיעור 5, שנה א') והתמדה בדירוג גבוה (4, 5). קשה להתמיד ולשמור על דירוג גבוה כשעושים שינוי, ואף על פי כן אפשר להבחין בהתמדה ואף בעלייה, לקראת סוף השנה השנייה, מדירוג 4 לדירוג הגבוה ביותר. ממצא זה מלמד שבמשך ההשתלמות סימון שינתה משיעור לשיעור את המידה שהיא זימנה לתלמידיה למידה וכי בהדרגה אפשרה להם להתמודד יותר ויותר עם משימות בכוחות עצמם.



איור 6: קריטריון ההתמודדות אצל סימון לאורך 8 השיעורים
Figure 6: Students' opportunities to struggle in Simone's lessons over the 8 lessons

לסיכום, המחוון מלמד ששיעוריה של סימון התאפיינו ברמה גבוהה של המשגה ובצמיחה בהזדמנויות להתמודדות תלמידים. בחלק הבא אראה כיצד מאפיינים אלו התבטאו בהזדמנויות ללמידה שסימון אפשרה לתלמידיה בשיח הכיתתי.

4.3.1.4. הזדמנויות ללמידה בדיונים שבשיח הכיתתי של סימון

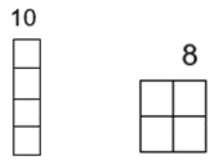
בשיח הכיתתי אפשר לבחון את הזדמנויות הלמידה (ה״ל) ברמת רזולוציה גבוהה הרבה יותר מאשר באמצעות המחוון. הזדמנויות הלמידה נבחנו משני היבטים: הזדמנויות ליצור נרטיב מתמטי והזדמנויות לסוכנות (Agency; ראו בהמשך הדברים). תחילה יוצגו שלבי הניתוח ומידע על השיעורים.

4.3.1.4.1. שלבי הניתוח

שלב ראשון: חלוקת השיעור לרוטינות על פי התמלול (נספחים 7.1 ו-7.2)

השלב הראשון בתהליך הזיהוי של ה״ל הוא חלוקה של הדיון שהתנהל בשיעור לרוטינות (שלב הסגמנטציה). הסגמנטציה מאפשרת לקטלג את סוגי הרוטינות, כיוון שלרוטינות ריטואליות יש כללי פתיחה וסגירה נוקשים ואילו ברוטינות החקירתיות, הכללים גמישים יותר. מבנה הרוטינה: פתיחה, סגירה והליך (Sfard & Lavie, 2005). נחליאלי וטבח (Nachlieli & Tabach, 2019) הגדירו את החלוקה לרוטינות הוראה בעזרת השאלות, ובעבודה זו התבססתי על שיטתן אך הרחבתי את החלוקה לתת-רוטינות כדי שאפשר יהיה להשוות את הה״ל ברמת תורי הדיבור. הרוטינה, או הזדמנות הלמידה, נפתחת בשאלה או בהנחיה של המורה. לאחר מכן מופיעות שאלות נוספות כדי לקדם את המענה לאותה שאלה. שאלות אלו סווגו כתת-רוטינות. החלוקה לתת-רוטינות אפשרה לראות אם הה״ל החקירתית נשמרה לאורך כל הרוטינה, אם היא הפכה מה״ל חקירתית לה״ל ריטואלית ומדוע.

השיעור עסק במשימת הריבועים (נספח 7.1.) – התלמידים נדרשו לסדר ריבועים במנחים שונים כדי לקבל את ההיקף הגדול ביותר ואת ההיקף הקטן ביותר. למשל, מסידור של ארבעה ריבועים במאונך או בשורה מתקבל היקף של 10 יחידות, ואילו מסידור הריבועים במנח 2X2 נוצר היקף של 8 יחידות – ההיקף הקטן ביותר, כמתואר באיור 7.



איור 7: שני סידורים לארבעה ריבועים
figure 7: Two arrangements for 4 squares

הנרטיב העיקרי הוא החוקיות הנובעת מסידורים שונים של ריבועים בני אותו שטח. הנרטיב הראשוני המתקבל לאחר סידור של ארבעה ריבועים הוא: סידורים שונים של אותו שטח (ארבעה ריבועים) מובילים להיקפים שונים. לאחר שהתלמידים בוחנים גם חמישה ושישה ריבועים, הנרטיב המרכזי המתקבל הוא: סידור הריבועים בצורה הקרובה ביותר לריבוע (או צפופה יותר) יוצרת היקף קטן יותר, וככל שהסידור קרוב יותר לצורת טור או שורה (כלומר מלבן שאורך צלעו הקצרה היא יחידה אחת), ההיקף גדול יותר. בניסוח אחר, ככל שהריבועים חולקים צלעות משותפות רבות יותר, ההיקף קטן יותר. משימה זאת מוגדרת משימה מסדר חשיבה גבוה כיוון שהיא מזמנת לתלמיד אפשרות לפתח נרטיבים על אובייקטים מתמטיים ולהצדיק אותם, ליצור קשרים בין מימושים שונים של האובייקט המתמטי ולאחד ביניהם. המשימה קשורה לנושא משמעות ההיקף והשטח ולקשרים ביניהם. נושא זה נלמד בתוכנית הלימודים במתמטיקה לבתי הספר היסודיים בכיתות ד׳ ו-ה׳ (משרד החינוך, 2006).

הניתוח של השיח בדיון הכיתתי נפתח ברוטינה מספר 4. שלוש הרוטינות הראשונות עסקו בהתארגנות לקראת הדיון ובהסבר שנתנה המורה בנוגע למשמעות של צלע משותפת בהצמדת הריבועים. כמו כן, רוטינה 2 עסקה בחזרה על משמעות ההיקף ובדרכים למדוד היקף באיחוד של שניים או שלושה ריבועים. ברוטינה 3 הדגימה המורה סידורים שונים של שלושה ריבועים ועסקה בדרך החישוב של ההיקף ובשאלה אילו צלעות אינן נכללות בספירת היחידות של ההיקף. לאחר ההדגמות והסברי המורה עבדו התלמידים כ-20 דקות בקבוצות, וסימון הסתובבה ביניהם. לאחר מכן נפתח דיון (רוטינות 4–7).

טבלה 7: סגמנטציה – חלוקה לרוטינות (שלב א׳ בניתוח) – מתוך תמלול הדיון בשיעור מס׳ 1 של סימון
Table 7: Routines segmentation (analysis of stage A) – From the transcript of discussion in Simon lesson No. 1

מספר	דובר	היגד	חלוקה לרוטינות
63	ס	עשינו פה שרטוט לשלושה, נכון? ובשלושה יצא לנו [...] ובשלושה יצא לנו שזה אותו הדבר. האם גם בארבעה זה אותו הדבר?	4.
64	ת10	לא	4.
65	ס	אני מזמינה את הקבוצה הזאת, מי מכם מציג? בוא. איך אתם החלטתם בארבע ריבועים? אני רוצה עכשיו, סידור בצורה אופקית שההיקף שלו הכי גדול,	4.1
65.1	ס	וסידור שההיקף שלו הכי קטן.	4.2
66	ת10	זה המרובע הכי גדול שלנו [מצייר על הלוח ארבעה ריבועים. מתקבלת צורת האות (T)	(4.1
67	ס	כמה יצא? תקשיבו	4.1.1

טבלה 7 שלהלן ממחישה את החלוקה של הדיון הכיתתי לרוטינות ואת פתיחת הרוטינה הרביעית. רוטינה זו נפתחה בסידור של ארבעה ריבועים בצורות שונות ובחישוב ההיקפים של הצורות שנוצרו. כל זאת התרחש לאחר שהכיתה סידרה שלושה ריבועים והמורה שאלה: ״האם גם בארבעה [ריבועים] זה אותו דבר?״ שאלה זו פתחה רוטינה חדשה, שבה התלמידים התבקשו לקשר בין סידור של שלושה ריבועים לסידור של ארבעה ריבועים. בשורה (65) פירטה המורה את שאלה 4 וצמצמה אותה: ״[איך] אתם החלטתם [על הסידור הגדול ביותר] בארבע [הטעות במקור] ריבועים?״ שאלת המורה סומנה כתת-רוטינה 4.1. בהיגד 65.1 המורה ביקשה למצוא סידור אחר שההיקף שלו הוא הקטן ביותר, אך הוא עדיין עוסק במשימה של רוטינה 4 – למצוא היקפים שונים למספרי ריבועים שווים. היגד זה סומן כ-4.2.

שלב שני: ניסוח הנרטיב וזיהוי ההזדמנויות ללמידה בהיבט הסוכנות

לאחר החלוקה לרוטינות והמספור נוסחו הנרטיבים וזוהו ההזדמנויות ללמידה בהיבט הסוכנות. ניתוח זה נועד לבדוק עד כמה ניתנה, בכל שאלה או הכוונה, הזדמנות לתלמידים ליצור בכוחות עצמם את הנרטיב המתמטי. לשם כך נוסח הנרטיב המצופה – נרטיב שסביר שיתקבל בתשובה לשאלת המורה. מאחר שאיני יכולה לברר מה ציפתה המורה, פורש הנרטיב המצופה בהתאם לנורמות השיח הכיתתי. למשל, כשהמורה שאלה: ״כיצד פתרתם?״ היה מנעד רחב של נרטיבים מצופים להצגת דרכי הפתרון. ה״ל זו זוהתה כה״ל לסוכנות גבוהה שכן לתלמידים ניתנה הסמכות להציג את האופן הייחודי שפתרו את הבעיה. ה״ל לסוכנות נמוכה זוהתה כשהנרטיב המצופה היה מצומצם או מוגדר היטב, ולכן לא ניתן לתלמיד חופש פעולה של ממש ליצור נרטיב משלו.

ניתוח הה״ל בוצע על ארבעה שיעורים של סימון (שיעורים 1, 4, 5 ו-8). ראשית נבדקו השיעורים הראשון והאחרון (נספחים 7.1, 7.2), זאת כדי לבדוק אם חל בהם שינוי ניכר, ולאחר מכן נבדקו השיעורים האמצעיים. שיעור 4 שנערך במרץ 2017, ושיעור 5, שהתקיים באפריל 2017, נבחרו כיוון שניתנו בהם משימות דומות

בהיבטים המתמטיים. התלמידים התבקשו למצוא חוקיות בעזרת מתווכים ויזואליים. הדמיון בהיבטים המתמטיים של המשימה אפשר השוואה תקפה יותר בין הדיונים שהתקיימו בשיעורים השונים. הניתוח ההשוואתי נועד לבדוק אם ההבדל שנמצא בין השיעור הראשון לאחרון יכול להצביע על מגמה מסוימת.

בעזרת צוות המחקר ערכתי מבחני אמינות לכל הניתוחים בשלושת שלבי הניתוח :

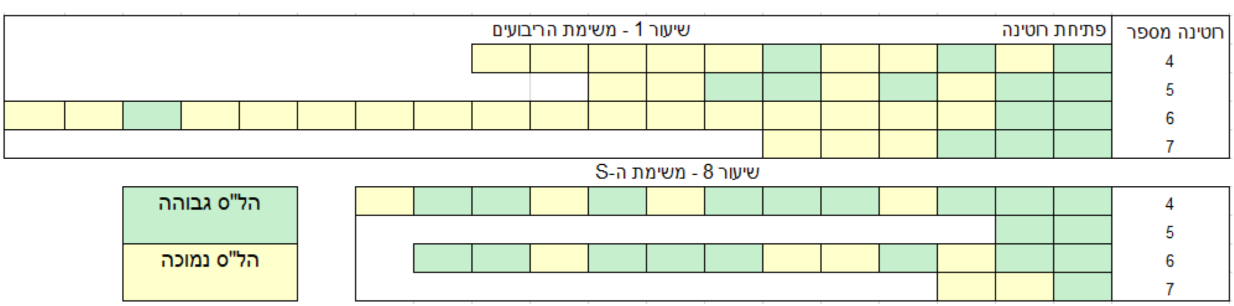
א. **סגמנטציה** : חלוקה לרוטינות : נבחנו 31 מבין 121 היגדים (26%), ותוצאת המהימנות הייתה 26 מ-31 (84%) הסכמה בין המקודד לחוקרת ;

ב. **ניסוח נרטיבים** לתמלול השיעור : נבחנו 10 מ-36 (28%) נרטיבים. תוצאות הקידוד היו ניסוח תואם לחוקרת של 8 מ-10 (80%). כלומר, ב-80% מהמקרים הייתה התאמה בין החוקרת למקודד בשאלה אם היו נרטיבים רבים אפשריים כמענה לשאלת המורה או נרטיב אחד בלבד ;

ג. **זיהוי נרטיבים** : ההבחנה אם ה״ל היא חקירתית או ריטואלית בהיבט הסוכנות הייתה כמעט אוטומטית מתוך ניסוח הנרטיבים מאחר ש״נרטיבים מרובים״ הביאו לזיהוי הה״ל כחקירתית, ונרטיב מוגבל זוהה כה״ל ריטואלי. ואכן ב-97% מהמקרים הייתה הסכמה בין המקודד לחוקרת בהיבט זה. בשלב השלישי, וכדי למקד את ההשוואה בין סימון למירי בהיבט של ההזדמנויות ליצירת נרטיבים על עצמים מתמטיים, נבחנו שני שיעורים שבהם המורות לימדו משימה זהה (משימת הריבועים). בניתוח זה בדקתי : (א) את מכלול הנרטיבים המתמטיים שאליהם הובילה המורה בשיעור ; (ב) האם ובאיזו צורה היה ביטוי לקשר שבין מימושים שונים של עצמים מתמטיים ; (ג) האם זוהו קשרים בין הנרטיבים המתמטיים. מאחר שניתוח זה איננו מתאים למהימנות עיוורת, ההסכמה בניתוח זה נבדקה בדיון בין עמיתים.

4.3.1.5. <u>ההזדמנויות לסוכנות (הל״ס) – השוואה בין השיעורים של סימון</u>

הממצא הראשון נוגע להשוואה כמותית של סך כל ההל״ס אשר זוהו בדיונים בשיעור הראשון ובשיעור האחרון של סימון. איור 8 ממחיש באופן ויזואלי את החלוקה לרוטינות ואת זיהוי ההל״ס. אפשר להבחין בשני השיעורים שכל הרוטינות נפתחו בהל״ס חקירתית. בשיעור הראשון של סימון ההל״ס בתת-הרוטינות משתנות כמעט מיד להל״ס נמוכה (צהוב), אך תהליך זה מתרחש פחות בשיעור השני.



איור 8 : המחשה ויזואלית הל״ס לשיעור ראשון ואחרון

Figure 8: Visual illustration of the opportunities for agency in the first and last lesson

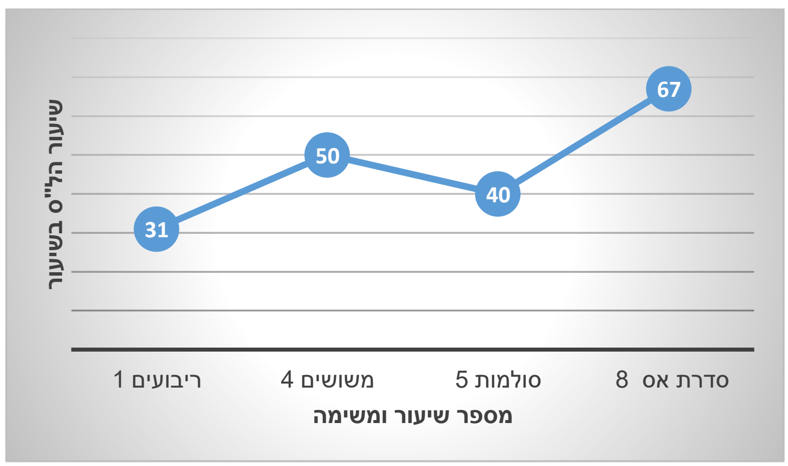
בשיעור הראשון הל״ס גבוהות היו 69% מכלל הה״ל (31 מבין 45), ואילו בשיעור האחרון הל״ס גבוהות היו רק 33% מכלל הה״ל (10 מבין 30). ניכר כי מספרן הכולל של ה״ל בשיעור הראשון גבוה (45) ממספרן בשיעור האחרון (30).

ממצא זה יכול להצביע על דפוס הוראה שבו המורה שואלת את תלמידיה מספר רב של שאלות אך לתלמידים לא ניתן די זמן כדי להשיב עליהן. בשני השיעורים היה משך הדיון דומה מאוד (26 דקות בראשון ו-23 דקות באחרון). חשיבותו של ממצא זה בולטת עוד יותר כיוון שאפשר לראות ירידה ניכרת במספר הל״ס ועלייה בזמן המוקדש לכל אחת מהן. השוואה זו נבדקה במבחן χ^2 ונמצאה מובהקת $\chi^2(1, N = 75) = 9.18$ $p = .002$.

טבלה 8: השוואת ה״ל לסוכנות בעת הדיונים בארבעת השיעורים
Table 8: Comparison of opportunities for agency during the discussions in the four lessons

משימת השיעור, מספר כרונולוגי ותאריך השיעור	ריבועים (שיעור 1)	משושים (שיעור 4)	סולמות (שיעור 5)	סדרת S (שיעור 8)
הל״ס	12.6	3.17	4.17	2.18
גבוהה (חקירתית)	14 (31%)	19 (50%)	21 (40%)	20 (67%)
נמוכה (ריטואלית)	31 (69%)	19 (50%)	31 (60%)	10 (33%)
סה״כ	45	38	52	30

בהשוואה בין ארבעת השיעורים של סימון (ראו טבלה 8) ניכרת מגמה ברורה של עליה בהל״ס גבוהות שאפשרה סימון בדיונים (איור 9). כלומר, לאורך ההשתתפות של סימון בהשתלמות עלה מספר ההזדמנויות לסוכנות בדיונים בכיתה.

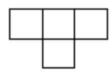
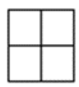
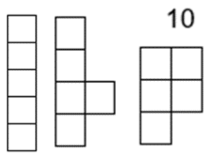


איור 9: הל״ס באחוזים
Figure 9: Percentage of opportunities for agency

4.3.1.5.1. הזדמנויות ליצור נרטיב על עצמים מתמטיים (הלי״ן)

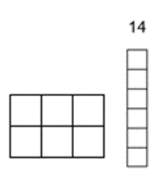
כדי לבדוק באיזו מידה סימון זימנה לתלמידיה יצירת נרטיב מתמטי, נבחן השיעור הראשון, שיעור שעסק במשימת ״הריבועים״ (עמ' 67), זאת משום שבמטלה זו השתמשו כמה מורים ובעיקר משום שכך היה אפשר להשוות את השיעור לשיעור של מירי (ראו 3.2.2). בניתוח זה נבחנה שרשרת הנרטיבים המתמטיים (או הטענות) שאליהן הובילה סימון בשיעור. נרטיבים אלו מופיעים בטבלאות 9 ו-10.

טבלה 9 : רוטינות 4 ו-5, משימת הריבועים
Table 9: Routine 4 and 5 in the squares׳ lesson

	רוטינה : נרטיב מצופה	טענה, מתווכים ויזואלי והצדקה
1	.4 ב-4 ריבועים בסידורים שונים מתקבלים היקפים שונים	טענה : סידורים שונים של 4 ריבועים יוצרים היקפים שונים (8 ו-10)
2	4.1 סידור בצורה אופקית של 4 ריבועים יוצר היקף גדול	
3	4.2 סידור בצורה אחרת של 4 ריבועים יוצר היקף קטן	
4	4.1.1 סידור של 4 ריבועים בצורה T היקפו הוא 10 יחידות	10 
5	4.2.1 בסידור של 4 ריבועים -ההיקף הכי קטן הוא 8	8 
6	4.3 אפשרויות נוספות של סידורים (יוצרות היקף שונה)	
7	4.1.2 יש סידור אחד בהיקף 8 (בסידור ארבעה ריבועים).	
8	4.1.3 אין סידורים נוספים בהיקף של 8	
9	4.4 בארבעה ריבועים בעלי היקף של 10 יש סה״כ 4 סידורים שונים	10 
10	4.4.1 יש עוד שני סידורים נוספים ל-4 ריבועים	
11	4.4.1 סידור נוסף של 4 ריבועים שהיקפו 10	
12	.5 מצופה : בחמישה ריבועים יש סידורים שונים והיקפים שונים	גם לחמישה ריבועים יש סידורים שונים עם היקפים שונים (ההצדקה : סידור אנכי היקף 12, סידור שני טורים 10, סידור פטיש 12)
13	... 5.1	12 12 10 
14	... 5.1.1	
15	5.1.2 (כמו ברוטינה 4 ייצוגים שונים לסידורים של 5 ריבועים ומציאת ההיקף)	ההצדקה : סידור אנכי היקף 12 סידור שני טורים (3, 2) היקף 10, סידור טור של 4 ו-1 היקף 12

לכל שאלה של המורה נוסח נרטיב מצופה, ומתוך אוסף הנרטיבים נרשמה הטענה. הטענה היא הנרטיב המרכזי שהמורה רוצה להוביל, והוא מאגד בתוכו כמה תת-רוטינות, כיוון שהשאלה שהמורה שואלת בתחילת הרוטינה מלווה אחר כך בשאלות הבהרה שונות ובפירוט לשאלה הכללית. למשל (טבלה 9, שורה 1), ברוטינה 4 יש כ-10 נרטיבים מצופים, שכולם מובילים לאותה טענה: ״סידורים שונים של 4 ריבועים יוצרים היקפים שונים (8 ו-10)״. תהליך יצירת הנרטיב מומחש ברוטינה 4 – המורה מבקשת מהתלמידים ליצור מגוון סידורים: צורת האות T (שורה 4), צורת ריבוע (שורה 5) וצורה אנכית (שורה 9), ומעל כל צורה נכתב ההיקף. כלומר, התלמידים חוקרים סידורים שונים באמצעות מתווכים ויזואליים ומזהים את הסידור שהיקפו הוא הגדול ביותר ואת זה שהיקפו הוא הקטן ביותר. כך, יצירת הנרטיב המתמטי מתבססת על הצדקות המקשרות בין המימושים השונים לטענה מרכזית. תהליך זהה התבצע ברוטינה החמישית בנוגע לסידור של חמישה ריבועים. הנרטיב של רוטינה זו הוא: ״גם לחמישה ריבועים יש סידורים שונים עם היקפים שונים״ (שורה 12), וההצדקות לכך נמצאות בעזרת המתווכים הוויזואליים. אלו אפשרו לזהות את ההיקף הגדול ביותר ואת הסידורים המביאים להיקף קטן (שורה 15). אעבור כעת לבחון את רוטינות 6 ו-7 (טבלה 10).

טבלה 10: רוטינות 6 ו-7 בשיעור המרובעים
Table 10: Routine 6 and 7 in the squares' lesson

	רוטינה: נרטיב מצופה	טענה, מתווכים ויזואליים והצדקה
19	6. (מגוון אפשרויות) למציאת חוקיות בקשר שבין סידורי הריבועים להיקפם	לשטחים שווים היקפים שונים
20	6.1 (מגוון אפשרויות) להסברת הקשר בין סידור הריבועים ליצירת ההיקף הגדול ביותר	
21	6.2 המשותף לכל אלה הוא שכולם בנויים מ-5 ריבועים וששטחם שווה	
22	6.2.1 המשותף לכולם הוא ששטחם שווה	
23	6.3 מודדים שטח בריבועים	
24	6.4 סמ״ר זו יחידת שטח	
25	6.5 משתמשים ביחידת המידה סמ״ר כדי למדוד שטח	
26	6.6 כדי לחשב היקף לא כדי לחשב שטח	
27	6.7 אפשר להגיד שלכל הריבועים אותו שטח וסידור שונה	
28	6.8 היקף הכי גדול כשהריבועים מסודרים בשורה	
29	6.8.1 סידור שישה ריבועים בשורה (היקף הכי גדול)	

	רוטינה: נרטיב מצופה	טענה, מתווכים ויזואליים והצדקה
		הצדקה: שני שרטוטים של 6 ריבועים (שטח שווה) והיקפים שונים
36	7. היקף של 6 ריבועים הוא 14	14  היקף של 6 ריבועים הוא 14 כי 6+6+2=14 (הצדקה לפי שרטוט)
37	7.1 נוסחת חישוב היקף	
38	7.2 חישוב היקף של 50 ריבועים 2X50+2	ההיקף של 50 ריבועים הוא 102 כי 2X50+2=102 (הצדקה של דפוס חוזר 6X2+2)
39	7.3 היקף הכי גדול של 50 ריבועים	
40	7.4 2X50+2=102	

ברוטינה 6 (שורות 19–26) סימון מנסה ליצור הכללה לטענה: ״לשטחים שווים היקפים שונים״. מאחר שהנרטיב המצופה אינו מתקבל, היא מתחילה למקד את שאלותיה. היא מציגה לתלמידים שני שרטוטים, ובהם סידורים של שישה ריבועים (שורות 29–35). סידור בצורת טור וסידור של 3X2. היא מציינת שהסידור בצורת טור מוביל להיקף גדול ושהסידור בצורה 2X3 מביא להיקף קטן. ההצדקה במקרה זה מושגת באמצעות המתווכים הוויזואליים שרטוטים של שישה ריבועים (שווי שטח), בעלי היקפים שונים. בנוגע להם היא מציינת מפורשות לאיזה שרטוט ההיקף הגדול ולאיזה שרטוט ההיקף הקטן ביותר.

ברוטינה 7 (שורות 36–40) עובר הדיון להכללה בעזרת הצדקה בנוגע למציאת היקף ולחישובו. תלמיד מציג את ההיקף הגדול ביותר שמצא – שישה ריבועים המסודרים במאונך, וקשר בין מספר הריבועים לחישוב (36, 37). ההסבר המילולי מתבסס על השרטוט (שורה 36), והוא מצביע על אורכי הצלעות הארוכות והקצרות. זו למעשה ההצדקה לחישוב ההיקף – קישור בין המימוש הוויזואלי למימוש הסימבולי (מספרי). לאחר חישוב ההיקף של שישה ריבועים, המורה מבקשת מהתלמידים לחשב את ההיקף של שורה שבה 50 ריבועים (שורה 38–40). כך היא מזמנת לתלמידים מטלה שהם נדרשים בה להיפרד מהמימוש הוויזואלי (שכן אי אפשר לצייר 50 ריבועים בזמן קצר על הלוח) ולהסתמך על התבנית שהם כבר מצאו בסידורים הקודמים (חיבור שתי הצלעות הארוכות של ה״שורה״, המיוצגות באמצעות המספר 50, והוספת 2 לצלעות הרוחב).

בניתוח זה אפשר לראות את שרשרת הה״ל ליצירת נרטיבים על אובייקטים מתמטיים שסימון זימנה לתלמידיה. התהליך התרחש כאשר סימון כיוונה את התלמידים ליצור נרטיב שהוא רעיון מתמטי, ומולו הוצגה הצדקה. ההצדקה התבססה על קישור בין מימושים ויזואליים לרוטינות אריתמטיות (חיבור מספרים), קישור שלווה בהמללה. סימון זימנה אפוא לתלמידיה תנאים מיטביים ליצור נרטיבים מתמטיים בעזרת קישור בין מימושים שונים וחזרה על תבניות חוזרות של נרטיבים (3+3+2, 4+4+2, וכו׳). כל אלו אפשרו לתלמידים להגיע להכללה של תבנית מסוימת (תבנית מטה-אריתמטית או אלגברית).

4.3.1.5.2. השוואת ה״ל בשתי רוטינות דומות – ריטואליזציה

על פי הניתוח לעיל, נראה כי סימון הרבתה לזהות הזדמנויות לזמן לתלמידים יצירת נרטיבים על עצמים מתמטיים עוד בתחילת ההשתלמות. את מסקנה זו מאשש ציון ההמשגה הגבוה יחסית שקיבל שיעור זה (ציון 3 מ-4) על פי מחוון הרבעונים. בשונה מכך, בפרק 3.2.1.4 ראינו כי הזדמנויות הלמידה בהיבט הסוכנות צמחו בשנתיים שסימון השתתפה בהשתלמות. בניסיון להעמיק בתהליך השינוי ובגורמים לו נותחה רוטינה יחידה שאפשר היה להשוות באמצעותה בין השיעור הראשון לשיעור האחרון. לשם כך נבחרה הרוטינה השישית בשיעור 1 ובשיעור 8 (ראו טבלה 11). רוטינות אלו נבחרו להשוואה משום שבשתיהן התרחש אירוע דומה: הנרטיב המצופה לא התקבל מהתלמידים לאחר שסימון שאלה שאלה ראשונה.

בפתיחת הרוטינה (טבלה 11) סימון שואלת (שורה 109): ״בשביל מה ביקשו להמשיך [ולבדוק עוד ריבועים] עוד ועוד...?״ יש מגוון אפשרויות לחוקיות בקשר שבין סידור הריבועים להיקפם; יש בשאלה זו הל״ס גבוה; והיא מכוונת ליצירת נרטיב מתמטי (כזה המתאר חוקיות בקשר שבין סידורי ריבועים להיקפים). בשל כל זאת, ה״ל זו סווגה כחקירתית. התשובה המתקבלת מהתלמידים היא נרטיב מצופה [מספר 6]: ״שנבין חוקיות״. כיוון שזוהי תשובה חלקית, סימון ממשיכה לשאול: ״איך אנחנו מקבלים צורה עם היקף יותר גדול?״. נרטיב זה מעט מצמצם את השאלה, אך הוא עדיין מאפשר נרטיבים שונים להסבר בנוגע למציאת הצורה שלה ההיקף הגדול ביותר. במקרה זה לא מתקבלת תשובה כלל. המורה ממשיכה ושואלת: ״אבל מה משותף לכל אלו? לכל המספרים האלה שיש לי פה [מראה על הלוח] שבנויים מחמישה ריבועים, יש להם משהו משותף?״ שאלה זו ממוקדת יותר ומכוונת לתשובה מסוימת אחת: ״המשותף לכל אלה שכולם בנויים מחמישה ריבועים ושטחם שווה״ (6.2). ה״ל זו אינה מזמנת סוכנות, ואין היא דוחפת לנרטיב מתמטי משמעותי. על אף צמצום זה, גם הפעם אין מתקבל נרטיב העונה על המצופה. בעקבות זאת, סימון משגרת שאלות נוספות, ממוקדות יותר ויותר, כאלה המכוונות לתשובה אחת. בהיגד 6.2.1, הנרטיב המצופה מצטמצם למשפט ״המשותף לכולם ששטחם שווה״. כך, בתוך שימוש בשאלות הפותחות את תת-הרוטינות (6.6–6.2), המורה מצמצמת את הנרטיב המצופה יותר ויותר. בסופו של דבר, סימון מזמנת לתלמידיה את ההזדמנות המוגבלת ביותר – להשלים באמצעות המילה ״שטח״ נרטיב שהיא כבר יצרה את רובו ״משתמשים בסמ״ר כדי למדוד שטח״. נרטיב זה רחוק מהנרטיבים המקוריים שהיא רצתה להוביל אליהם בדבר החוקיות בין סידורי ריבועים ששטחם שווה (מוארך לעומת ״צפוף״) ובין ההיקף שלהם.

טבלה 11: ניתוח רוטינה 6, שיעור ריבועים
Table 11: Analysis of Routine 6 in the squares' lesson

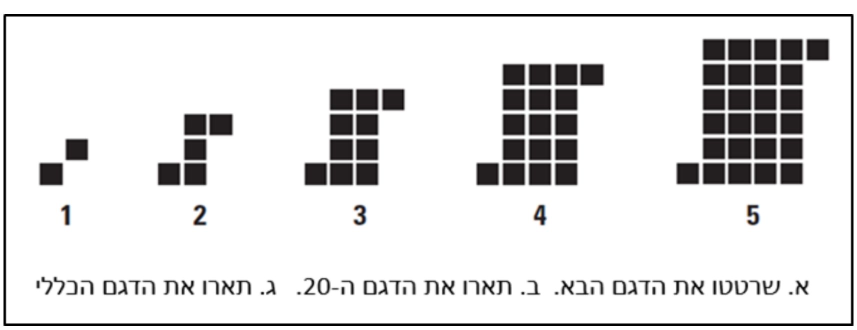
מספר שורה	דובר	היגד	נרטיב מצופה/נרטיב שהתקבל
109	ס	בשביל מה ביקשו להמשיך? בשביל מה ביקשו שתמשיכו עוד ועוד ועוד? מה דעתכם? אריק, בשביל מה ביקשו להמשיך?	6. מצופה: (מגוון אפשרויות) למציאת חוקיות בנוגע לקשר שבין סידורי הריבועים להיקפם
110	ת14	בשביל שנבין את ה... חוקיות	6. התקבל: ביקשו להמשיך עוד ועוד כדי שנבין את החוקיות
110	ס	חוקיות. איך אנחנו מקבלים צורה עם היקף יותר גדול והיקף א...	6.1 מצופה: (מגוון אפשרויות) להסברת הקשר בין סידור הריבועים ליצירת ההיקף הגדול ביותר
110			6.1 התקבל: (לא התקבלה תשובה)
111	ס	אבל מה משותף לכל אלה? לכל, לכל המספרים האלה שיש לי פה שבנויים מחמישה ריבועים, יש להם משהו משותף?	6.2 מצופה: המשותף לכל אלה שכולם בנויים מחמישה ריבועים ושטחם שווה
112	ת15	מה זה אומר?	6.2 התקבל: (לא התקבל) מה כוונה משותף לכל אלו?
113	ס	מה משותף להם?	6.2.1 מצופה: המשותף לכולם הוא ששטחם שווה
114	ת16	שהם בנויים מחמישה ריבועים	6.2.1 התקבל: (לא התקבל) כולם בנויים מחמישה ריבועים
115	ס	חמישה ריבועים. עכשיו מה זה חמישה ריבועים [...] מה אנחנו מודדים בעזרת ריבועים?	6.3 מצופה: מודדים שטח בריבועים
116	ת17	סמ״ר	6.3 התקבל: (לא התקבל) סמ״ר
117	ס	סמ״ר! נכון!	
117	ס	מה זה סמ״ר?	6.4 מצופה: סמ״ר זו יחידת שטח
118	ת17	סמ״ר זה סנטימטר מרובע	6.4 התקבל: (לא התקבל) סמ״ר זה סנטימטר מרובע
119	ס	נכון. אבל [ל]מה אנחנו משתמשים, ביחידה הזאת בשביל מה משתמשים? כדי לחשב מה?	6.5 מצופה: משתמשים ביחידת המידה סמ״ר כדי למדוד שטח
120	ת17	כדי לחשב [...] כמה ריבועים... [המורה ממשיכה]	6.5 התקבל: (לא התקבל) משתמשים ביחידה זו כדי לחשב כמה ריבועים
121	ס	כדי לחשב היקף? לא!	6.6 מצופה: כדי לחשב היקף, לא – כדי לחשב שטח
122	ת18	כדי לחשב שטח	6.6 התקבל: משתמשים ביחידת המידה כדי לחשב שטח

בצבע הירוק הל״ס גבוהה ובצהוב הל״ס נמוכה.

ניתוח זה ממחיש את תהליך הריטואליזציה שהתרחש בשיעור הראשון. הרוטינה נפתחה בהזדמנות ליצירת נרטיבים שונים בסמכות גבוהה של התלמידים והשתנתה במהירות לרוטינה המזמנת הל״ס נמוכה בלבד. כך, אף שבתחילה היו הזדמנויות משמעותיות ליצור נרטיבים מתמטיים, תהליך הריטואליזציה הגביל את ההזדמנות של תלמידים ליצור אותם, ובמידה מסוימת אף לקבל (או לקלוט) אותם בשל הפרגמנטציה של הנרטיב (עד רמת החלוקה של נרטיבים מצופים למלים יחידות או לחלקי משפטים). איור 11 ממחיש את תהליך הריטואליזציה, כפי שהתרחש בשיעור הראשון.

בשיעור האחרון התרחש אירוע דומה – סימון ניסתה להבין את דרך הפתרון שתלמידים הציעו ל״משימת ה-S״ (ראו איור 10; נספח 7.2). במשימה זו התלמידים התבקשו להמשיך ליצור את הדגמים הצומחים הבאים ולמצוא כלל ליצירת דגם מכל סוג. את הדגם הכללי אפשר לתאר באמצעות שתי נוסחאות: $\mathrm{n}\ X\ \mathrm{n} + 1$ או $(n-1)(n+1) + 2$, וכמובן גם בתיאור מילולי. תיאור כזה מתאים יותר לכיתות בית הספר היסודי. משימה זו מוגדרת משימת חשיבה מסדר גבוה. היא מחייבת לחקור את הדגמים, למצוא את השינוי מדגם לדגם ולנסח הכללה. נושא זה אינו מופיע כנושא בתוכנית הלימודים לבתי הספר היסודיים (משרד החינוך, 2006) תחת הכותרת ״פיתוח חשיבה, הסקת מסקנות והכללות״. רק בחטיבת הביניים נלמד נושא זה כנושא בפני עצמו. כאמור, תלמידי בית הספר היסודי עדיין חסרים את הידע לכתוב נוסחאות לסדרות. לכן משימה זו מבוססת על ה״ל חקירתית – התלמיד חוקר את התפתחות הצורות ואת השינויים ומנסח הכללה, למשל אחת האפשרויות האלה: מכפלת מספר הדגם בעצמו והוספת 1 או מכפלת מספר הדגם הקודם בדגם הבא והוספת 2 או ניסוח אחר. כלומר, ההכללה מתייחסת למספר הריבועים הבונים את הדגם, ה-n (הכללה הניתנת לביטוי באמצעות הביטוי האלגברי $n^2 + 1$).

בשיעור האחרון הציגה תלמידה את הנוסחה $\mathrm{n}\ X\ \mathrm{n} + 1$. לאחר מכן ביקשה סימון מהתלמידה ומחברותיה לקבוצה להצדיק את הביטוי שהוצג על הלוח. התלמידות לא הצליחו לנמק, דהיינו הנרטיב המצופה לא התקבל. כאן, בניגוד לשיעור הראשון, סימון משיכה לעודד את התלמידים להסביר את דרך הפתרון. שוב ושוב היא הנחתה את התלמידים לשוב לנוסחה ולהציב בה מספר לבדיקה, ואז חזרה וביקשה לנמק. למשל, בהיגד 6.3 היא ביקשה להציב $n = 3$ ואז $3X3 + 1$. התלמידים התבקשו לפתור את התרגיל, להציב $n = 20$ ולפתור (ה״ל ריטואלית), ומיד לאחר מכן, בהיגד 6.5, סימון חזרה לבקש שיסבירו את דרך הפתרון הכללית (זוהי ה״ל חקירתית):



איור 10: משימת ה-S
Figure 10: The S task

לבסוף, הרוטינה של השיעור האחרון הסתיימה בהצגת נוסחה חלופית: $(n+1)(n-1)+2$. אומנם הקישור בין שני הביטויים האלגבריים, $(n+1)(n-1)+2 = \mathrm{n}\,X\,\mathrm{n}+1$, היא מעבר לידע המתמטי של כל תלמידי הכיתה, אך הצגת הביטויים השונים אפשרה לסימון להסביר את ההכללות שהפיקו התלמידים עצמם ולקשור בין הנרטיבים המכלילים (מטה-אריתמטיים) שהם יצרו ובין השרטוט.

אפשר להבחין שדרך ההוראה של סימון השתנתה בין השיעור הראשון לאחרון. בשיעור הראשון היא הציגה ה״ל ריטואליות שהובילו לפירוק הנרטיב העיקרי בנושא ״קשר בין צורת סידור הריבועים להיקפם״ ובעקבות זאת הובילו להפקת נרטיבים חלקיים. תהליך הפירוק של הנרטיב העיקרי לנרטיבים חלקיים וחסרי משמעות לא התרחש בשיעור האחרון. בשיעור האחרון המשיכה סימון לזמן לתלמידיה ה״ל חקירתיות (איור 12) גם שהנרטיב המצופה לא התקבל, והיא המשיכה לעודד אותם להציג נרטיב שיסביר את הנרטיב המצופה (מגוון אפשרויות) להצגת פתרון לסדרה.

[ברוטינה הקודמת היא פירקה את הנרטיבים המרכזי למילים בודדות שלא יצרו משמעות כמו המילה שטח וברוטינה 6 מהשיעור האחרון המשיכה לדרוש הסברים מבלי לפרק את הנרטיב.

הנרטיב המצופה/ שהתקבל
6. מצופה: (*מגוון אפשרויות*) למציאת החוקיות לקשר בין סידורי הריבועים להיקפם
6. התקבל: בקשו להמשיך עוד ועוד כדי שנבין את החוקיות
6.1 מצופה: (*מגוון אפשרויות*) להסברת הקשר בסידור אשר יותר את ההיקף הגדול ביותר
6.1 התקבל: (לא התקבלה תשובה)
6.2 מצופה: המשותף לכל אלה שכולם בנויים מחמישה ריבועים ושטחם שווה
6.2 התקבל: (לא התקבל) מה כוונה משותף לכל אלו?
6.2 מצופה: המשותף לכולם הוא ששטחם שווה
6.2 התקבל: (לא התקבל) כולם בנויים מחמישה ריבועים
6.3 מצופה: מודדים שטח בריבועים
6.3 התקבל: (לא התקבל) סמ"ר
6.4 מצופה: סמ"ר זו יחידת שטח
6.4 התקבל: (לא התקבל) סמ"ר זה סנטימטר מרובע
6.5 מצופה: משתמשים ביחידת המידה סמ"ר כדי למדוד שטח
6.5 התקבל: (לא התקבל) משתמשים ביחידה זו כדי לחשב כמה ריבועים
6.6 מצופה: כדי לחשב היקף לא כדי לחשב שטח
6.6 התקבל: משתמשים ביחידת המידה כדי לחשב שטח

מגוון אפשרויות- ה"ל חקירתית

איור 11: רוטינה 6 משיעור ראשון של סימון

Figure 11: Routine 6 from Simone's first lesson

6. מצופה: *(מגוון אפשרויות)* להצגת פתרון לסדרה
6. התקבל: $n\,X\,n+1$
6.1 מצופה: *(מגוון אפשרויות)* להסברת הנוסחה $n\,X\,n+1$
6.1 התקבל: (לא התקבל) התלמידה לא הצליחה להסביר
6.2 מצופה: לבדוק את הנוסחה ולהציב n=3
6.2 התקבל: $3X3+1$
6.2 מצופה : *(מגוון אפשרויות)* להסברת הנוסחה
6.2 התקבל: (לא התקבל) התלמידה לא מצליחה להסביר
6.3 מצופה: הצבה n=3 ואז $3X3+1=10$
6.3 התקבל: $3X3+1=10$
6.4 מצופה: להציב בנוסחה n=20 והתוצאה 401
6.4 התקבל:
6.5 מצופה: *(מגוון אפשרויות)* להסברת הנוסחה
6.5 התקבל: (לא התקבל) התלמידה לא הצליחה להסביר
6.6 מצופה: *(מגוון אפשרויות)* להסברת הנוסחה
6.6 התקבל: (לא התקבל) בדקנו את כל המספרים
6.7 מצופה: *(מגוון אפשרויות)* להסברת הנוסחה
6.7 התקבל: (לא התקבל) התלמידה לא יכולה להסביר
6.8 מצופה: בדגם 4 מספר הריבועים 14
6.8 התקבל: 14
6.9 מצופה: *(מגוון אפשרויות)* להסברת הנוסחה
6.9 התקבל: הסבר לנוסחה על ידי פתיחת סוגרים $n\,X\,n+1=(n-1)(n+1)$

איור 12 : רוטינה 6 משיעור אחרון של סימון

Figure 12: Routine 6 from Simone's last lesson

לסיכום, ניתוח השיח בארבעה דיונים שנכללו בשיעור שערכה סימון במשך ההשתלמות הראה עלייה הדרגתית בזימון ה״ל חקירתיות וירידה בזימון של ה״ל ריטואליות. יתרה מכך, ההשוואה בין אופן ההתפתחות של רוטינת הוראה אחת בשיעור 1 לרוטינה דומה לה בשיעור 8 המחישה את ההבדלים בין רוטינות שעברו ריטואליזציה ובין רוטינות שנשמרה בהן ההזדמנות להשתתפות חקירתית.

4.3.1.6. <u>הפעולות המוערכות בשיח הפדגוגי של סימון</u>

פרק זה עוסק בשאלת המחקר : עד כמה השיח הפדגוגי של סימון בנוגע לפרקטיקות הוראה חקירתית תאם את השיח של ההשתלמות והאם חל שינוי במידת ההתאמה בין השנה הראשונה לשנייה? הניתוח יתייחס תחילה לשנה הראשונה, שבה סימון השתתפה בהשתלמות, ולאחר מכן ישווה בין השנה הראשונה לשנייה. ראשית יוצגו מקורות הנתונים לשיח של סימון, ואחריהן דרך הניתוח של השיח הפדגוגי.

4.3.1.6.1. מקורות הנתונים – השיח הפדגוגי של סימון

הנתונים המפורטים להלן מקורם בשיח שהתנהל עם סימון בשנת ההשתלמות הראשונה, בתקופה 6 בנובמבר, 2016, עד 7 במאי, 2017.

א. ריאיון אישי התקיים ב-5 במרץ, 2017 בבית ספרה של סימון (נספח 8.1) ;

ב. השיח של סימון בהשתלמות במפגש הרביעי (5 בפברואר, 2017) ;

ג. משימת נש״מ שהוגשה במאי 2017, ובה המורים המשתלמים התבקשו לנתח שיעור לפי חמשת מהלכי ההוראה. נוסף על כך, המשתלמים התבקשו להשיב על השאלות: מה משקף הצלחה בהוראת השיעור ומה טעון שיפור? (נספח 10.1);

ד. רפלקציה כתובה שהוגשה בסוף השנה, ב-1 ביולי, 2017 (נספח 10.1).

4.3.1.6.2. ניתוח השיח הפדגוגי של סימון

בניתוח מידת ההתאמה בין השיח הפדגוגי של סימון לשיח ההשתלמות הסתמכתי בתחילה על הפעולות המוערכות בשיח הפדגוגי של ההשתלמות וכן על ספרות המחקר העוסקת בהוראה חקירתית. בחרתי את המאמרים שהסתמכתי עליהם בבניית ההשתלמות (ועליהם הסתמכו מדריכות פרויקט מחשב״ה ככלל), והם סייעו לי לדייק את הפעולות המוערכות בשיח הפדגוגי החקירתי. מתוך כך עלה כי הפעולות המוערכות בבסיס ההשתלמות היו:

א. חמש הפרקטיקות (5Pc) לעידוד תהליכי הוראה-למידה חקירתית (Smith & Stein, 2011);

ב. האם הדיונים הנערכים בכיתה תואמים את תוכן המאמר "Orchestrating productive mathematical discussions: Five practices for helping teachers move beyond show and tell" (Stein et al., 2008) ואת עקרונות השיח המחויב Accountable talk (AT; Resnick et al., 2010)?

ג. עיסוק במשימות מסדר חשיבה גבוה, דירוג משימות לפי רמות החשיבה הקוגניטיבית הנדרשת מהתלמיד ושמירת הדרישה לאורך כל שלבי הלמידה (Stein & Smith, 1998);

ד. השתתפות התלמידים בלמידה – כיצד לעודד מעורבות בלמידה וניהול דיונים בהתאם למהלכי הדיבור?

ה. עבודת תלמידים בקבוצות, כולל אסטרטגיות חלוקה לקבוצות ופרקטיקות לניהול כיתה בתוך עבודה בקבוצות.

בתהליך ניתוח התמות זוהו ארבע פעולות מוערכות בשיח ההשתלמות ובספרות המחקר המלווה את השתלמות זו: (א) עיסוק במשימות מסדר חשיבה גבוה; (ב) חמש הפרקטיקות לשימור הדרישה הקוגניטיבית של המשימה – ציפייה, ניטור, בחירה, סידור וקישור בין פתרונות; (ג) השתתפות תלמידים בשיח הכיתתי; (ד) עבודה בקבוצות. פעולות אלו הוערכו, והשיח על פעולות אלו השתקף במצגות שהוצגו בהשתלמות למורים, בשיחות אישיות בין המנחה ובינם, במאמרים שהמורים התבקשו לקרוא ובעבודות הכתובות שהמורים התבקשו להגיש. הניתוח נועד לבחון את השיח של סימון אל מול השיח בהשתלמות, כלומר אל מול השיח הפדגוגי החקירתי.

4.3.1.7. <u>תוצאות הניתוח לפעולות המוערכות בשיח של סימון</u>

4.3.1.7.1. חמש הפרקטיקות בשיח הפדגוגי של סימון

בדרך כלל סימון התייחסה לחמש הפרקטיקות באופן כללי למדי ובלא להביע הערכה מיוחדת לפעולות הספציפיות שנלמדו בהשתלמות בנוגע לכל פרקטיקה. למשל, במשימת ניתוח שיעור מצולם (נש״מ) התבקשה סימון לתאר באופן ספציפי את פרקטיקת הציפיות, וכתבה: "הציפיות שלי במשימת הסולמות הן שהתלמידים יגיעו לשלל פתרונות וישתמשו בידע הקודם". כלומר, סימון תיארה את פרקטיקת הציפיות באופן מצומצם, כאילו הייתה מורכבת רק מהציפיות שלה מהתלמידים (כפי שמקובל להתייחס למונח בשיח יומיומי), ולא כפרקטיקה מלאה, המתייחסת לקשיי התלמידים ומציעה פתרונות שונים, בניית שאלות הערכה וקידום

וחשיבה מראש אילו רעיונות מתמטיים עיקריים להדגיש בשיעור. במקרים אחרים הציעה סימון לפרקטיקה זו או אחרת פרשנות שונה מזו שניתנה לה בכתובים ובמצגות של ההשתלמות. למשל, במפגש ההשתלמות הרביעי (5 בפברואר, 2017) המורים נשאלו אילו פעולות הם מבצעים במסגרת פרקטיקת הציפיות. סימון הצביעה ראשונה (6:30) ואמרה שיש לבדוק "ידע קודם" ו"להכניס את התלמידים לתלם" לקראת השיעור. ביצוע חזרה לקראת הלמידה אינו קשור לפרקטיקת הציפיות ולהכנות לשיעור והוא מלמד שסימון פירשה אחרת את הפרקטיקה. בניגוד לפירוש של סימון לפרקטיקת הציפיות, מורים אחרים (במפגש זה) הציעו לפתור את המשימה לפני השיעור ו"לחשוב על דרכים שונות", להיות מודעים לקשיים ו"לשגיאות אפשריות", ולהכין את הכיתה לנורמות דיון. כלומר, שלל הפעולות הספציפיות הכרוכות בפרקטיקת הציפיות לא הופיעו בשיח של סימון אף שהופיעו בשיח של משתתפים אחרים.

גם בנוגע לפרקטיקת הבחירה (בחירת פתרונות תלמידים להצגה לפני כלל הכיתה) הציעה סימון פרשנות אחרת מזו שנלמדה בהשתלמות. היא טענה שאין היא בוחרת תשובות (נספח 8.1): "כמו שאת אמרת צריך להסתובב ולבחור וזה, לפעמים אני גם לא מסתובבת ואני אחר כך שואלת ואז יש תלמידים שבמהלך פתאום עולים על משהו ככה, במהלך הדיון". המילים "כמו שאת אמרת" עשויות לרמוז שסימון מודעת לכך שהמנחה מעריכה את פרקטיקת הבחירה, אך היא עצמה אינה מעריכה את הפרקטיקה. את הבחירה לא לבחור תשובות היא הסבירה בכך שהיא מזמנת תשובות נוספות שיעלו בדיון. לא נמצא בשיח שלה רמז לרציונל של פרקטיקת הבחירה על פי השיח הפדגוגי החקירתי – תכנון הדיון לפי הרעיון המתמטי המרכזי שהעיסוק במשימה מזמן.

ממצא דומה נמצא בנוגע לפרקטיקת הסידור ברצף של פתרונות התלמידים. סימון תיארה את השיעור שנותח במשימת נש"מ. מהתיאור אפשר להבין שהיא לא ייחסה חשיבות לפרקטיקה או שלא הכירה לעומק את פרטיה. כך היא תיארה את השתלשלות הדיון ואת בחירת הנציגים לדיון:

> בתחילת הדיון שאלתי את הנציג של כל קבוצה את הפתרונות לכל הסעיפים ללא הסבר, לכל הקבוצות היו את אותן תשובות, זה אומר שכולם הבינו את המשימה. אחר כך שאלתי לאיזו קבוצה יש דרך פתרון אחת, לאיזו שתי דרכים וכן הלאה, כך יצא שכל קבוצה הציגה דרך פתרון אחרת. בסוף התלמידים גילו את כל הפתרונות שאני חשבתי עליהם.

כלומר, לא ניכר מהשיח של סימון שהיא ראתה חשיבות מיוחדת בסידור ההצגה של תלמידים על פי רצף מסוים או בהתאם לרעיון מתמטי שהיא רצתה להוביל.

גם בנוגע לפרקטיקה האחרונה, המתייחסת לקישורים בין פתרונות שונים, ניכרה היכרות מוגבלת של סימון עם פרטי הפרקטיקה, ובפרט עם פרטי הקישורים שראוי לערוך בדיון. בפגישת רפלקציה (ריאיון ראשון) שערכנו לאחר שהיא לימדה את משימת המשושים (אחת מהמשימות שעניינן מציאת החוקיות) היא אמרה: "אני חשבתי רק [על] קשר אחד, שיבינו [את] הקשר להיקף של הצורה". כאשר ניסיתי לחדד את משמעות הפרקטיקה הסברתי: "קישוריות בין הפתרונות [...] איפה מוצאים את הפתרון האחד בשני". סימון פירשה זאת כך: "אם היה X–ים [נעלמים] את פותחת ומצמצמת". משתמע מכך שהמשמעות שסימון ייחסה לפרקטיקת הקישוריות הייתה מוגבלת ונגעה אך ורק להכללות אלגבריות סימבוליות, שהן מחוץ לתוכנית הלימודים בבית הספר היסודי.

4.3.1.7.2. ההתייחסות לעבודה בקבוצות

בהשתלמות הייתה התייחסות מפורשת להתנהלות של תהליכי הלמידה בקבוצות ולקשיים הכרוכים בכך. נידונו נושאים כגון יצירת הקבוצות והרכבן מבחינת הרמה הלימודית (הומוגניות או הטרוגניות). העבודה בקבוצות איננה חלק משגרת הלמידה בכיתתה של סימון, וכדי ליישם שיעורי מחשב"ה היא ארגנה את הכיתה ללמידה בקבוצות.

בריאיון הראשון (5 במרץ, 2017) תיארה סימון את הקשיים הכרוכים בעבודה בקבוצות. היא טענה שתלמידים מתקשים לשבת בקבוצות ולעבוד יחד וכי לעיתים הם מסרבים לשבת זה ליד זה: "עדיין יש קושי, 'אני לא יושב', 'אני פה לא יושב', עדיין יש קושי, את ראית". במקרה אחר היא ציינה שילדים הרגישים לרעש מתקשים לשבת בקבוצה: "ילד אחד אומר 'הנה היא עושה ככה' [מציירת עם היד על השולחן] וזה מפריע לי". ואולם, באותו ריאיון היא ציינה גם: "בסך הכול אחר כך ילדה אמרה שבקבוצה יש יתרון".

במפגש ההשתלמות החמישי (5 במרץ, 2017) המשתלמים התבקשו לדון בסוגיות הקשורות ליישום 5 הפרקטיקות. אחת הקבוצות דנה בהרכב הקבוצות בכיתה, ובעקבות זאת מורים נוספים התייחסו לנושא. סימון ציינה שהיא מאפשרת לתלמידים לבחור בעצמם לאיזו קבוצה להצטרף. מדבריה השתמע שסימון מצאה דרך לפוגג את הסירוב של תלמידים לשבת יחד ושהיא מצליחה להביא את תלמידיה לעבוד בקבוצות. ואולם, נראה שעדיין לא השתרשה שיטת העבודה בקבוצות בכיתתה. באותו בוקר, כמה שעות לפני ההשתלמות, צפיתי בשיעור שסימון העבירה בכיתתה, ולאחר מכן ראיינתי אותה עליו. בהמשך אותו יום נערך מפגש של ההשתלמות. בשיעור הדגישה סימון לפני הכיתה שהם מחויבים לקבוצה שהם משתייכים אליה. באותה תצפית, לאחר שתלמידה הציגה פתרון שגוי, תלמיד מקבוצתה רצה להציג פתרון אחר. סימון העירה לו שהפתרון צריך להיות משותף לקבוצה וכי על הקבוצה להיות מגובשת סביב הפתרון: "בשביל מה אתם יושבים בקבוצה? אתם לא הייתם קבוצה מגובשת, כל אחד עשה את זה לעצמו, בגלל זה [מראה על הלוח] התוצאות כאלה". סימון הדגישה לפני התלמידים את המשמעות של עבודה בקבוצות ושל דיון משותף בפתרון, ונראה שאפשר ללמוד מכך שפרקטיקת העבודה בקבוצות לא אומצה באופן מלא בכיתתה (או שאין היא פרקטיקה שגורה בה).

4.3.1.7.3. התייחסות להשתתפות תלמידים בשיח

בשיח ההשתלמות, המבוסס על עקרונות "חמש הפרקטיקות להובלת **דיונים**" ולעקרונות "השיח המחויב", השתתפות תלמידים בשיח הייתה פעולה מוערכת. גם בשיח הפדגוגי של סימון, השתתפות התלמידים בשיח הלמידה בכיתה תוארה כפעולה מוערכת, כפי שיוצג בדוגמאות הבאות.

1. בריאיון הראשון שהתקיים לאחר השיעור סימון אמרה: "אבל את ראית א... לא לכולם [השתתפו], את לא יכולה א... [שכולם ישתתפו]. יש כאלה שאת יותר ויש כאלה שפחות זה תמיד ככה, במיוחד במשימות כאלו מורכבות שיש לך, [כ]שיש לך משהו [משימה] ממוקד אז את דואגת שכולם יגיעו [לפתרון]" (ריאיון ראשון). סימון מצרה על כך ש"לא כולם השתתפו", ובכך מבטאת הערכה לנושא ההשתתפות. ואולם, היא גם אומרת "את דואגת שכולם יגיעו לפתרון", ואמירה זו יכולה לרמז שהיא רואה ב"השתתפות" בעיקר דרך "להגיע לפתרון", ולאו דווקא כהשתתפות בתהליכי חשיבה משותפים;

2. כאשר סימון נשאלת כיצד היא מעודדת את תלמידיה להשתתף, היא משיבה (לאחר מחשבה): "אני מעודדת להשתתף בשיעור את כולם, אני רוצה שישתתפו, וגם אני מאוד-מאוד מעודדת, אני ככה אומרת בשקט, 'אם טעית זה בסדר', אנחנו לומדים מטעויות" (ריאיון ראשון). זוהי הערכה מאוד מפורשת של נושא השתתפות התלמידים;
3. אם כן, נראה שבכל הנוגע להשתתפות תלמידים, הייתה הלימה בין השיח הפדגוגי של סימון ובין ההשתלמות.

4.3.1.7.4. ההתייחסות לעיסוק במשימה מסדר חשיבה גבוה

בשיח הפדגוגי של סימון הפעולה המוערכת של עיסוק במשימות מסדר חשיבה גבוה (מסח"ג) קיבלה התייחסות חלקית בלבד, בעיקר בהיבט של המידה שתלמידים נהנו ממשימה או הצליחו בה. למשל, בעבודה הכתובה סימון ציינה: "הילדים אהבו את המשימות והצליחו לפתור אותם כי הם היו ברמה של כיתות ה'-ו' ובתחום הידע שלהם. הם התרגלו כבר לנסות למצוא עוד דרך פתרון לכל משימה [גם למשימות שפותרים באופן יחידני]".

התייחסותה של סימון למשימות מתבטאת גם בהבחנה שהיא עושה בנוגע ליכולת הביצוע של התלמידים. סימון מבחינה בין משימות "מורכבות" למשימות "ממוקדות", וטוענת שלא כל התלמידים שותפים ללמידה בפתרון משימות מורכבות. עוד היא מתארת הבחנה בין משימות שהיא סומכת על התלמידים שידעו להתמודד איתן ובין משימות שהיא מאמינה שיש לבצע הטרמה לחומר הנלמד:

> אני דווקא על המשימה הזו כבר סמכתי [על התלמידים שיוכלו לבצעה] כי אמרתי לך, היא דומה למשימה שעשינו [...] כי נניח במשימה של א... חזקות, יותר חששתי עשיתי הכנה, לפני שיעור, ופה ידעתי שהם כבר מוכנים לדבר כזה, אז אם צריך אני עושה הכנה, בודקת האם יש להם מספיק ידע קודם.

התייחסות זאת שונה מהותית מהשיח הפדגוגי החקירתי התומך בעיסוק במשימות מסח"ג ומניח שהן מתאימות לכל התלמידים, ולא רק לאלו ה"מוכשרים" במתמטיקה. נוסף על כך, ניכר מדבריה של סימון שהיא מעריכה משימות על פי יכולת התלמידים לבצען (בהצלחה או לא), וזאת על סמך ידע קודם שרכשו. כלומר, היבט החקירה והיצירה של נרטיבים חדשים נעדר כמעט לחלוטין מהשיח שלה. במקום זאת, נראה שסימון רואה משימות מסח"ג כהזדמנות לתלמידים ליישם פרוצדורות שהם למדו בעבר. דבריה של סימון, שלפיהם היא "סומכת" על התלמידים שביכולתם להתמודד עם המשימה כי היא מוכרת להם, מתאימים לשיח ההקניה ולא לשיח הפדגוגי החקירתי – יישום פרוצדורות מהעבר היא פעולה מוערכת בשיח הפדגוגי הקנייה.

לסיכום המענה לשאלת המחקר העוסקת בהתאמה בין השיח הפדגוגי של ההשתלמות לשיח הפדגוגי של סימון אפשר לומר שנמצאה הלימה חלקית בין השניים וכי מרבית הפרקטיקות המוערכות בשיח ה-EPD הוערכו בשיח הפדגוגי של סימון באופן חלקי בלבד, או כמעט וכלל לא. כדי להשלים את התמונה נבדקו אותן פעולות מוערכות בשיח של סימון לאחר תום שנת ההשתלמות השנייה והשיח הושווה לזה של השנה הראשונה.

4.3.1.8. השיח הפדגוגי של סימון בשנת ההשתלמות השנייה

חלק זה יענה לשאלה: עד כמה השתנה השיח הפדגוגי מהשנה הראשונה מהשיח הפדגוגי בשנה שנייה? כלומר האם השיח הפדגוגי תאם את ההשתלמות בסופה.

מקורות הנתונים

א. ריאיון אישי שהתקיים במרץ 2018 בבית ספרה של סימון (נספח 8.3);

ב. רפלקציה כתובה שהוגשה בסוף שנת ההשתלמות השנייה, יולי 2018 (נספח 10.1).

4.3.2. התייחסותה של סימון לחמש הפרקטיקות – שנה ב'

בשנה השנייה הופיעו בתיאוריה של סימון פעולות רבות וספציפיות יותר הרלוונטיות לחמש הפרקטיקות. כך, למשל, בריאיון שנערך לקראת סוף ההשתלמות הסבירה סימון כיצד היא עובדת בהתאם לפרקטיקת הציפיות ותיארה את ההכנות שהיא עושה: "קודם כול אני עוברת, בודקת כמה אני יכולה להוציא פתרונות בעצמי, אז אני עוברת על הכול, מכינה". לאחר מכן היא דיווחה שהיא שוקלת אם יש לבצע תהליך של הכנה (הטרמה) לקראת המשימה: "עכשיו את מכירה את הכיתות אז את מסתכלת האם את יכולה להביא אותה [את המשימה] ככה איך שהיא [כתובה] או שאת צריכה שיעור קטן או משהו [להכנה]". בניגוד לשנה הראשונה, אז דיווחה שאין היא מתכוננת לשיעור, בשנה השנייה היא תיארה את תהליך ההכנות בצורה מפורטת יחסית.

גם בנוגע לפרקטיקת הניטור ניכר שינוי בדיווח של סימון: "מה שמעניין שהם עושים ואת מסתובבת ואת מקשיבה מה הם עושים, מה הם אומרים". אם כן, סימון הן מסתובבת בין התלמידים ומקשיבה להם הן מגלה עניין בתהליכי ה"עשייה" של התלמידים. אף על פי כן, סימון לא ציינה כיצד היא מקדמת את הלמידה של התלמידים כשהיא עוברת בין הקבוצות. כלומר, השיח שלה בנוגע לפרקטיקה עדיין לא הכיל את כל הפעולות הספציפיות הקשורות בה. אשר לפרקטיקות הבחירה והסידור ברצף, גם לקראת סוף ההשתלמות לא הזכירה אותן סימון. היא ציינה שהיא בדרך כלל בוחרת אילו תלמידים יציגו על פי מידת המעורבות שלהם בעשייה שלפני הדיון: "[אני] מחפשת קבוצה שכמה שפחות עשו, שהם יציגו".

להבדיל, פרקטיקת הקישוריות זכתה להתייחסות ניכרת בשיח של סימון בריאיון השני. בריאיון צפינו בסרטון, ובו שיעור שעסק במשימת הדגמים הצומחים בצורת האות ה-S (6.2). בלא ששאלתי, סימון התייחסה לתלמיד הנראה בסרטון מסביר לכיתה: "את רואה שהוא מקשר [ל]שלוש, כי השלוש זה הכי חשוב". היא הדגישה שבשאלתה "איך אתה מקשר?" היא עודדה אותו ליצור קשר בין מספר הדגם להיצג הוויזואלי ולפרוצדורה חישוב מספר הריבועים בדגם. בהמשך הסבירה: "וגם אני, במשימה הזו [הצביעה על המסך] אמרתי 'תקשיבו המספר הזה של המקום [של הדגם], המיקום, הוא הכי חשוב. צריך לקשר'". אם כן, סימון נתנה מקום מרכזי יחסית למושגים "קשר" ו"קישוריות" בשיח על פעולות ההוראה שלה.

4.3.2.1. התייחסותה של סימון לעבודה בקבוצות – שנה ב׳

בשנה השנייה ניכר שהערכתה של סימון לעבודה בקבוצות גברה. היא ציינה כמה יתרונות של דרך עבודה זו: ״תמיד כיף שיש תמיכה, שיש עם מי לדבר עם מי להתייעץ, זה כנראה עושה להם [העבודה בקבוצות]. כן, זה כנראה נותן להם ביטחון, כי אם זה משהו שקשה, אז לפחות שיש עם מי להתייעץ״. עוד היא התייחסה לאפשרות הניתנת לתלמיד להשתתף בשיח הלמידה בקבוצה: ״וגם הוא יכול להביע את עצמו ולא צריך לחכות, עד שיזמינו אותו״. מהדברים עולה שבשנה השנייה סימון העריכה את הפעולה הפדגוגית חלוקת הכיתה לקבוצות עבודה יותר מאשר בשנה הראשונה. אף על פי כן, עדיין לא ניכרו סימנים לכך שסימון מאמצת את העבודה בקבוצות כשיטה בשיעורים השגרתיים שלה.

4.3.2.2. התייחסותה של סימון להשתתפות תלמידים בלמידה – שנה ב׳

בשנה השנייה המשיכה סימון לבטא הערכה גבוהה להשתתפות התלמידים. היא הרבתה להתייחס לנושא, בעיקר בהקשר של הסיבות שבשלהן תלמידים בוחרים להשתתף או נמנעים מכך. בדומה לשנה הראשונה, היא הסבירה שהשתתפות תלמידים בלמידה נובעת מרצון להרשים את המורה: ״יש כאלו שרוצים שהמורה תראה אותו שהוא כן הבין, חשוב לו״. ניכר אצלה תסכול מסוים מכך שיש תלמידים שלא משתתפים: ״יש כאלו שלא אכפת להם, הם לא משתתפים, ואת רואה שהם עומדים על 90 על 100, אולי לא אכפת להם, אולי הם פוחדים, כאילו, לא מהמתמטיקה, מהבמה״. סימון הסבירה כיצד היא מעודדת תלמידים להשתתף: ״את מנסה לקרוא להם [בשמם]. [אני] לא אוהבת שמצביעים. אני אומרת ׳אל תצביעו׳״. ההתייחסויות הרבות להשתתפות ולדרכים שבהן היא מעודדת השתתפות תלמידים מלמדות שהיא המשיכה לייחס חשיבות להשתתפות תלמידים, והערכתה לנושא אולי אף עלתה. נראה שייחסה חשיבות מיוחדת להשתתפות של תלמידים שקטים, כאלה שאינם משתתפים בשיעור מיוזמתם. הערכה זו תואמת את שיח ההשתלמות (שיח פדגוגי חקירתי).

4.3.2.3. התייחסותה של סימון לעיסוק במשימה מסדר חשיבה גבוה – שנה ב׳

במשימת הרפלקציה של השנה השנייה הציעה סימון מפורשות לעסוק במשימות מסדר חשיבה גבוה. היא השיבה על הבקשה לציין ״מסרים עיקריים שאני לוקח מההשתלמות״ במילים: ״לשגר לתלמידים בעיות מסוג חשיבה ברמה גבוהה״. סימון חזרה על כך גם בסעיף שנשאלה בו ״האם סוג ההוראה המוצע בהשתלמות מתאים לתפיסה הפדגוגית שלך?״ סימון הוסיפה וציינה שעיסוק במשימות ״מאוד מתאים לי״ (במענה לשאלה סגורה), והסבירה זאת בכך שהתעניינות התלמידים, השיח הנוצר והלמידה השיתופית חשובים לה. אף על פי כן, היא לא התייחסה למשימות ככלי לפיתוח החשיבה ולהבניית ידע והמשגה מתמטית.

4.3.2.4. סיכום ניתוח מקרה: סימון

תצפיות המחוון על מאפייני ההוראה החקירתית בשיעוריה של סימון לימדו שכל השיעורים שלה מתאפיינים בהמשגה גבוהה יחסית וכי במשך השנתיים שסימון השתתפה בהשתלמות ניכרת צמיחה בהזדמנויות להתמודדות התלמידים בלמידה. לצד זאת היא ביטאה מידה מסוימת של הסתייגות מההשתלמות, בעיקר בשנה הראשונה, ושידרה מסרים כמו ״אלו הפרקטיקות הרגילות שלי, אין לי מה ללמוד כאן״. פער זה, בין

התצפיות לדיווחים של סימון בהשתלמות, הוביל אותי להתעמק במקרה שלה. ניסיתי לקבל תמונה ברורה יותר של השינויים שהתרחשו בפרקטיקות ההוראה שלה ולהבין את הפער בין הדיווחים לתצפיות באמצעות בחינה מעמיקה יותר של השיח הפדגוגי.

כדי להבין את משמעות ציוני ההמשגה וההתמודדות ברמת הדיון בכיתה, בחנתי, באמצעות ניתוח שיח, את האופן שסימון זימנה לתלמידיה הזדמנויות ללמידה חקירתית, ליצירת נרטיבים מתמטיים ולסוכנות. הממצאים:

א. סימון זימנה לתלמידיה הזדמנויות ליצור שרשראות מקושרות היטב של נרטיבים מתמטיים שיכלו להוביל אותם לנרטיבים של הכללה;

ב. סימון עודדה מתן הצדקות למרבית הנרטיבים שהוצגו בכיתה, וכך עודדה קישורים בין נרטיבים;

ג. סימון עודדה קישור בין מימושים שונים (למשל גרפי ומספרי) של אובייקטים מתמטיים.

הממצאים בנוגע להזדמנויות למידה לסוכנות (Agency) הראו כי ההל״ס שסימון זימנה לתלמידיה בתחילת ההשתלמות היו מצומצמות יחסית וכי חלה בהן עלייה ניכרת במשך ההשתלמות.

לבסוף, חקר הזדמנויות הלמידה שסימון זימנה בשיעוריה הראה שתהליך הריטואליזציה הלך ופחת במשך השיעורים. תהליך הריטואליזציה אופיין בכך שכאשר הנרטיב הצפוי לא התקבל, סימון עברה מיד לשאלות סגורות וכך צמצמה הסוכנות של התלמידים וקטעה את הנרטיב המתמטי למקטעים חסרי משמעות. תהליך זה פחת מאוד בשיעור האחרון, אז, כאשר הנרטיב הצפוי לא התקבל, סימון המשיכה לזמן הזדמנויות לסוכנות וליצירת נרטיב עד שהתקבל נרטיב מתמטי מלא יחסית.

אשר לשיח הפדגוגי של סימון, נצפה שינוי ברור בין השנה הראשונה לשנה השנייה. בשנה הראשונה השיח של סימון התאים לשיח הפדגוגי של ההשתלמות כמעט אך ורק בהיבטים של הערכת השתתפות תלמידים, ואילו בשנה השנייה ההתאמה הייתה רבה יותר. הפירוט ותשומת הלב שהיא הקדישה לפרקטיקות שונות, ובפרט לפרקטיקות הציפיות, הניטור והקישוריות, הועמק בשנה השנייה.

4.3.3. <u>מירי – חקר מקרה מנוגד לסימון</u>

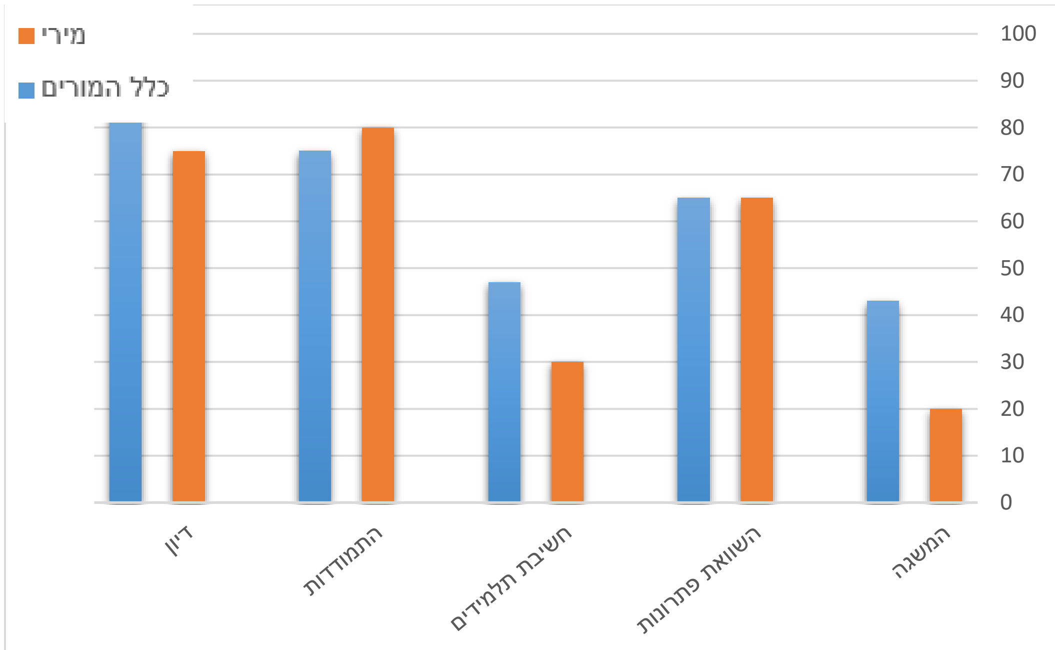
״מירי״ (שם בדוי) נבחרה כמקרה מנוגד לסימון, ונערכה השוואה בין השתיים כדי לבחון דפוסי תגובה שונים להשתלמות. בדומה לסימון, למירי ותק של יותר מ-25 שנים בהוראת מתמטיקה. גם היא משמשת בתפקיד רכזת המתמטיקה בבית הספר שלה זה כמה שנים. מירי השתתפה בהכשרת המורים מחשב״ה בשנה הראשונה בלבד (2016–2017). עוד בתחילת ההשתלמות היא ביטאה שביעות רצון ממנה ודיווחה שהיא מצליחה ליישם את תכניה בכיתתה. במפגש השני של ההשתלמות היא תיארה בהתלהבות את מעורבות התלמידים בלמידה עצמה: ״כולם עבדו, כולל התלמידים המתקשים, אין ילד [שלא היה שותף ללמידה]״. אף על פי כן, לא ניכר שינוי בשיעוריה ברמת ההוראה מעודדת החקירה (על פי המחוון), ושיעוריה התאפיינו בהמשגה נמוכה יחסית. אם כן, מירי הייתה מקרה מנוגד לסימון הן בהיבט דיווחים עצמיים (דיווח על שינוי ועל שביעות רצון מההשתלמות) הן בהיבט פרקטיקות ההוראה שנצפו בכיתה (המשגה נמוכה, התמודדות גבוהה, לעומת סימון, שהראתה בשנה הראשונה המשגה גבוהה והתמודדות נמוכה).

4.3.3.1. <u>מאפייני ההוראה של מירי לפי מחוון הרבעונים</u>

טבלה 12 מציגה את הקידוד לחמשת השיעורים של מירי אשר נערכו לפי מתכונת מחשב״ה. ממצאים אלו מלמדים שלא נמצאו שינויים משמעותיים במרבית הקריטריונים. כלומר, לא זוהתה מגמה של שינוי אלא תנודות. בכמה מהקריטריונים מגמה זו הייתה עקבית במשך כל התקופה. ההסבר מטה מפרט את קריטריוני ההוראה בשיעורים.

טבלה 12: תוצאות קידוד שיעוריה של מירי במחוון הרבעונים
Table 12: Coding results of Miri's lessons

הקריטריונים/ מספר שיעור ומשימה	שיעור 1 הריבועים	שיעור 2 הכפתורים	שיעור 3 בחירה**	שיעור 4 משושים	שיעור 5 סולמות
רמת החשיבה במשימה הכתובה (Written)	5	5	4	5	5
רמת החשיבה בשיגור המשימה (Set up)	5	5	4	5	5
רמת החשיבה בביצוע המשימה (Enactment)	5	5	4	5	5
שימוש במושגים (Concepts)	1	1	2	3	1
מתן אפשרות להתמודדות (Struggle)	4	4	4	5	4
נורמות הדיון (Discourse)	2	3	3	4	3
השוואת פתרונות (Consolidation)	2	2	3	2	4
יצירת קשרים בין חשיבת תלמידים לפתרונות (Canon)	2	2	2	3	3
סמכות אינטלקטואלית שופטת (Intel. Authority)	2	1	2	2	3
המורה מודע לחשיבת תלמידים (Student thinking)	2	2	1.5	2	2



איור 13 : ממוצעי הקידודים בשיעורים של מירי בהשוואה לכלל המורים
Figure 13: Compering Miri's coding results to all the teachers
*באיור 13 בוצע תקנון של הציונים לטווח 0–100. המונח ״כללי״ מתייחס לכלל המורים.

התמונה המתקבלת מתוצאות הקידוד (טבלה 12) ומהשוואת ממוצעי הקידודים של מירי לממוצעי המורים כולם (איור 13) היא שבמרבית הקריטריונים דמתה מירי לממוצע של המורים. אף על פי כן, בקריטריונים המשגה וחשיפת חשיבת תלמידים הציון שלה היה נמוך יחסית לממוצע המורים. הציון הנמוך בהמשגה ראוי במיוחד לציון מפני שככלל, קריטריון זה קיבל ציון נמוך אצל המורים. להבדיל, הציון בקריטריון התמודדות מלמד שמירי זימנה לתלמידיה התמודדות עם המשימות מעט יותר מכלל המורים. כפי שאפשר לראות ממכלול הקידודים של המחוון (טבלה 12), אצל מירי, בכמה מהקידודים נמצאה תנודתיות ובכמה עקביות. מכל מקום, באף תבחין לא נמצא שינוי עקבי או מגמה של עלייה בקידודים. על רקע זה, וכן כדי לנסות להבין מדוע היא דיווחה שההשתלמות אפקטיבית בעיניה ואילו הזדמנויות למידה היא מעניקה לתלמידיה לסוכנות וליצירת נרטיבים מתמטיים, מירי נבחרה לניתוח מקרה מעמיק. הקריטריון התמודדות נמצא גבוה, וההמשגה נמוכה מאוד.

בשלב הראשון בניתוח בדקתי אם התרחשו שינויים עדינים יותר בשיעורים של מירי, כאלה שלא נצפו במחוון. הבדל כזה בין השיעורים למחוון, אם יימצא, יוכל להסביר את הפער בין המחוון לדיווחים העצמיים. נוסף על כך, השוואה בניתוח זה בין מירי לסימון יאפשר להשוות ביניהן בנושא הזדמנויות הלמידה שהן מזמנות בשיעוריהן.

4.3.3.2. <u>הזדמנויות ללמידה בדיון הכיתתי של מירי</u>

כפי שנעשה במקרה של סימון, הדיונים של מירי נותחו ברמת ההזדמנויות לסוכנות וברמת ההזדמנויות ליצירה של נרטיבים מתמטיים מקושרים היטב.

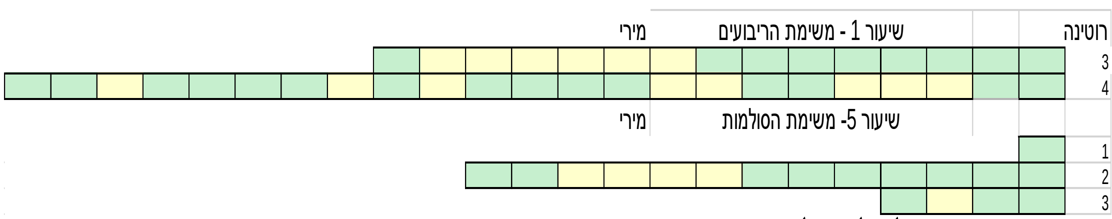
4.3.3.2.1. ההזדמנויות לסוכנות (הל״ס) בדיונים הכיתתיים של מירי

ראשית, השוויתי בין הה״ל שמירי זימנה לתלמידיה בשיעור הראשון לאלו שזימנה בשיעור האחרון (ראו מידע על השיעורים בטבלה 13).

טבלה 13 : מידע על השיעור הראשון והשיעור האחרון של מירי
Table 13: Information on Miri's first and last lessons

	שיעור 1	שיעור 5
תאריך	נובמבר 2016	מאי 2017
מועד השיעור במסגרת ההכשרה	שיעור ראשון ליישום הוראה חקירתית	שיעור אחרון ליישום הוראה חקירתית
משימת השיעור	משימת הריבועים	משימת הסולמות
כיתה	ה'	ה'

ההזדמנויות לסוכנות בשיעורים אלו מוצגות באיור 14 ובטבלה 14



איור 14 : תמונה על כל ההל״ס בשני השיעורים
Figure 14: Picture of all the opportunities for agency in two lessons

טבלה 14 : הל״ס : תוצאות ההשוואה בין השיעור הראשון לשיעור האחרון של מירי
Table 14: Opportunities for agency: Results of comparison between Miri's first and last lessons

שיעור מספר	ה״ל	גבוה	נמוך	סה״כ	הל״ס באחוזים
1	מרובעים	24	14	38	63%
5	סולמות	13	5	18	72%

בדומה לסימון, בשיעור הראשון של מירי נספר מספר גבוה יותר של הל״ס (38) מאשר בשיעור האחרון שלה (18). ירידה זו (כשמשך הדיון שווה בשני השיעורים) נובעת ממספר השאלות שהפנתה המורה לתלמידים. כלומר, לתלמידים ניתן זמן רב יותר להתבטא בלא תיווך של המורה. בשונה מכך, לא ניכר הבדל של ממש בין השיעורים **ביחס** של הל״ס חקירתיות ושל הל״ס ריטואליות מכלל השאלות. בשיעור הראשון שיעור הל״ס

החקירתיות היה 63% מכלל הל״ס, ובשיעור האחרון הוא היה 72% מסך הל״ס. במבחן חי בריבוע לבחינת ההבדל בין שיעורי ההל״ס לא נמצא הבדל מובהק ($p>0.05$).

ניתוח הה״ל מלמד על שינוי במספרן הכולל אף ששיעור הל״ס החקירתיות יחסית לשיעור הל״ס הריטואליות בשני השיעורים דומה. ירידה זו מצביעה על שינוי עדין בדפוסי ההוראה של מירי, שינוי שלא נראה בקידוד המחוון.

4.3.3.2.2. הזדמנויות ליצירת נרטיב על עצמים מתמטיים (הלי״ן) בדיונים של מירי

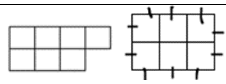
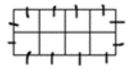
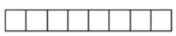
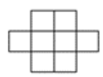
כדי לנתח את ההזדמנויות ליצירת נרטיבים מתמטיים שמירי זימנה לתלמידיה, נבחר השיעור הראשון, שעסק במשימת הריבועים. בחירה זו התאימה הן להשוואה בין השיעור הראשון של מירי לשיעור האחרון שלה הן להשוואה בין השיעור שלה לשיעור של סימון. בטבלה 15 מוצג מהלך הדיון שהתקיים בשיעור. לצד הנרטיבים המצופים מופיעים הנרטיב העיקרי, המתווכים הוויזואליים והצדקות.

טבלה 15: מהלך הדיון בשיעור הריבועים אצל מירי
Table 15: The whole classroom discussion in the Squares' Lesson

<table>
<tr><th></th><th>רוטינה: נרטיב מצופה</th><th>נרטיב, מתווכים ויזואליים והצדקה</th></tr>
<tr><td>1</td><td>3. פתרנו את הבעיה בעזרת שרטוט, טבלה ונוסחה (מגוון אפשרויות)</td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>3.1 פתרנו את המשימה בעזרת שרטוט, טבלה, חישוב... (מגוון פתרונות)</td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>3.2 עשינו עם הריבועים: שרטוטים/סידורים שונים/ ארגון הנתונים בטבלה... (מגוון אפשרויות)</td><td rowspan="2"><table><tr><th>ריבועים</th><th>היקף גדול</th><th>היקף קטן</th></tr><tr><td>6</td><td>14</td><td>10</td></tr><tr><td>7</td><td>16</td><td>12</td></tr><tr><td>8</td><td>18</td><td>12</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>4</td><td>3.3 ההיקף הכי גדול בשישה ריבועים הוא: (מגוון אפשרויות)</td></tr>
<tr><td>5</td><td>3.4 ההיקף הקטן ביותר בסידור 6 ריבועים הוא: (מגוון אפשרויות)</td><td>א. טענה: ב-6 ריבועים ההיקף הכי גדול 14 וההיקף הכי קטן הוא 10</td></tr>
<tr><td>6</td><td>3.5 ההיקף הגדול ביותר בסידור 7 ריבועים הוא: (מגוון אפשרויות)</td><td>א. הצדקה: אין
ב. טענה: כל שורה בטבלה
ב. הצדקות: אין
ג. טענה: היקף גדול הוא מספר הריבועים כפול 2 ועוד 2
ג. הצדקה: אין
ד. טענה: $6X2+2=14$
ד. הצדקה: התאמה בין תוצאת התרגיל לנתונים בטבלה
ה. טענה: $7X2+2=16$</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th></th><th>רוטינה: נרטיב מצופה</th><th>נרטיב, מתווכים ויזואליים והצדקה</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td>ה. הצדקה: התאמה בין תוצאת התרגיל לנתונים בטבלה</td></tr>
<tr><td>7</td><td>3.6 ההיקף בסידור 8 ריבועים הוא (מגוון אפשרויות)</td><td></td></tr>
<tr><td>8</td><td>3.7 ההיקף בסידור של 3, 4 ו-5 ריבועים הוא: (מגוון אפשרויות)</td><td></td></tr>
<tr><td>9</td><td>3.3.1 חישוב ההיקף הגדול ביותר בסידור של 6 ריבועים הוא: 6X2+2</td><td></td></tr>
<tr><td>10</td><td>3.5.1 היקף של 7 ריבועים ההיקף הגדול ביותר הוא 16</td><td></td></tr>
<tr><td>11</td><td>3.6.1 ההיקף הגדול ביותר בסידור של 8 ריבועים הוא 8X2+2</td><td></td></tr>
<tr><td>12</td><td>3.7 10 ריבועים בשורה, ההיקף הגדול ביותר הוא: 10X2+2=22</td><td>היקף של 10 ריבועים הוא: 10X2+2=22
הצדקה: אין
<table><tr><td>10</td><td>22</td><td></td></tr><tr><td>50</td><td>102</td><td></td></tr></table>
חישוב היקף של 50 ריבועים הוא: 50X2+2=102
הצדקה: נסמכת על תרגיל קודם</td></tr>
<tr><td>13</td><td>3.8 בסידור של 50 ריבועים חישוב ההיקף הגדול ביותר הוא: 50X2+2=102</td><td></td></tr>
<tr><td>14</td><td>3.9 אני לוקחת את מספר הריבועים (כופלת ב-2 ומוסיפה 2)</td><td>מספר הריבועים כפול 2 ומוסיפים 2 זה החוקיות למציאת היקף.
הצדקה: אין</td></tr>
<tr><td>15</td><td>3.10 החוקיות שגילינו היא: כשמוסיפים ריבוע ההיקף גדל ב-2 או... (מגוון אפשרויות)</td><td>החוקיות שגילינו שהכול קופץ ב-2 (הפרשי היקפים)</td></tr>
<tr><td>16</td><td>4. חישוב ההיקף הכי קטן של סידור הריבועים הוא: (מגוון אפשרויות)</td><td>החוקיות למציאת ההיקף הקטן אינה הפרשים בין ההיקף הגדול לקטן. הכללה</td></tr>
<tr><td>17</td><td>4.1 לא נחשב את ההיקף הכי קטן "אותו דבר" [בדרך זהה] אלא בשרטוט או... (מגוון אפשרויות)</td><td>/חוקיות צריכה להיות לאורך כל הדרך וההצדקה חישוב</td></tr>
<tr><td>18</td><td>4.2 לא (ההיקף הקטן אינו 12 ב-8 ריבועים)</td><td>היקף גדול – היקף קטן = 2 ,בסידור של עד 8 ריבועים</td></tr>
</table>

	רוטינה: נרטיב מצופה	נרטיב, מתווכים ויזואליים והצדקה
		הצדקה: לפי הנתונים החלקיים מהטבלה
19	4.2.1 ההפרש בין ההיקף הכי גדול והכי קטן בסידור 8 ריבועים אינו 4	
20	4.2.2 8X2-4=12	
21	4.3 ההיקף בסידור 10 ריבועים (הגדול/הקטן) הוא: (מגוון אפשרויות)	
22	4.3.1 ההיקף הכי קטן בסידור של 10 ריבועים הוא 14 או... (מגוון אפשרויות)	
23	4.4 חישוב של ההיקף הקטן ביותר לא מתאים גם ב-10 ריבועים	
24	4.4.1 בהכללה אין אפשרות שתהיה תקפה עד 8 ריבועים, אלא לכל הריבועים	הטענה לא תקפה כיוון שהיא מתאימה רק לחלק מהסידורים הצדקה: בדיקת החישוב
25	4.5 ההיקף הכי קטן בסידור 50 ריבועים הוא: (מגוון אפשרויות)	ההיקף הכי קטן ב-50 ריבועים הוא 30
26	4.5.1 ההיקף הכי קטן הוא לפי החישוב של מלבן שאורכי צלעותיו 5 ו-10 היקפו 30 או... (מגוון אפשרויות)	
27	4.6 שרטוט של ההיקף הקטן ביותר בסידור 6 ו-7 ריבועים: 6 אפשרת לשרטט 3X2 או ייצוגים אחרים... (מגוון אפשרויות)	
28	4.5.2 הסבר לתרגיל 50: 5+2 (מגוון אפשרויות)	הצדקה: 50:2+5 (לא קנוני ולא מופרד)
29	4.7 ההיקף הגדול ביותר בסידור של 1,000 ריבועים הוא 2,002 יחידות	ההיקף הגדול ב-1,000 ריבועים הוא 1,000X2+2=1,002 הצדקה: נסמך על תרגיל קודם
30	4.6 ההיקף הקטן ביותר ב[סידור] 6 ו-7 ריבועים הוא: (מגוון אפשרויות)	הייצוג הוויזואלי להיקף הכי קטן ב-6 ריבועים הוא X32. הייצוג הוויזואלי הקטן ל-7 ריבועים הוא 2 שורות של 4 ו-3 ריבועים. הייצוג הוויזואלי הכי קטן ל-8 הוא 2X4
31	4.6.1 ההיקף הכי קטן ב-6 ריבועים זה 2 שורות של 3	
32	4.7 ההיקף הקטן ביותר בסידור 7 ריבועים הוא 2 שורות של 4 ו-3 ריבועים או 5 ו-2 (מגוון אפשרויות)	
33	4.8 שרטוט של 8 ריבועים בעלי ההיקף הקטן ביותר (מגוון אפשרויות)	

	רוטינה: נרטיב מצופה	נרטיב, מתווכים ויזואליים והצדקה
		הצדקה: אין  
34	4.8.1 כדי להגיע לסידור בעל ההיקף הקטן ביותר יש לסדר את הריבועים בצורה צפופה או לסדר את הריבועים כך שיהיו פחות קווי חלוקה או לסדר את הריבועים בצורה הקרובה לריבוע... (מגוון אפשרויות)	יש מספר אפשרויות לסידור של 8 ריבועים ואחד מהם הוא בעל ההיקף הקטן ביותר הצדקה: אין  
35	4.9 ישנה חוקיות במספר הריבועים: (מגוון אפשרויות)	יש חוקיות במספרים בטבלה. כל המספרים זוגיים הצדקה: לפי הטבלה
36	4.9.1 מספר הריבועים אינו מספר זוגי	
37	4.9.2 מגוון אפשרויות למציאת קשר בין מספר הריבועים להיקף	
38	4.10 מגוון אפשרויות לקשרים נוספים	

טבלה 15 מציגה את מהלך הדיון בשיעור הריבועים של מירי. מירי פתחה את השיעור בהצגת טבלה (שורות 2–13), ובה נכתבות הצעות של תלמידים למספר הריבועים ולהיקף הקטן והגדול בסידורים שונים. לאחר מכן מירי אוספת תשובות מתלמידים שונים כדי להשלים את הטבלה, כפי שמופיע בהיצג מתוך השיעור בטבלה 15. כל הטענות (טענות א׳ ו-ב׳, טבלה 15) הקשורות לטבלת ההיקפים, כמו טענה א׳, אינן נבדקות, והתלמידים אינם נדרשים להצדיק אותן. לאחר מכן, בעוד מירי מכוונת את התלמידים להמשיך להרחיב את הטבלה למספרי מרובעים נוספים, תלמידה אחת מציעה נוסחה לחישוב היקף (טענה ג׳), אך גם הטענה הזאת אינה מוצדקת. בשלב זה מירי פונה לכיתה ומציעה: ״בואו נבדוק אם היא צודקת״, אך אין היא מתבססת על ההצדקות המוצעות בנוגע לסידורי הריבועים על פי נתוני הטבלה אלא על חישוב הנוסחה (צלע*2+2).

כל השיעור, כמעט עד סופו, מתנהל סביב חישובי הנתונים שבטבלת ההיקפים שעל הלוח. המספרים בטבלה זו מובילים את התלמידים לנסות לקשור בין המספרים באמצעות חישובים שונים, שאינם קשורים כלל לסידורי הריבועים. מצב זה יוצר חוסר בהירות בנוגע לטיב ה״חוקיות״ שהתלמידים מחפשים, וניסיונותיהם לחשב אינם מתגבשים ליצירת נרטיב מתמטי חדש.

במקרה אחד מירי מנסה לקשר באופן ברור בין המימושים הוויזואליים למימושים המספריים (היקף כמספר). רוטינה זו (שורות 29–34) נפתחת בהצגה של שלושה סידורים ״צפופים״ של 5, 6 ו-7 ריבועים. נטען שלסידורים אלו ההיקפים הקטנים ביותר (מבין הסידורים האפשריים למספרי הריבועים הללו). אולם טענה זו אינה זוכה להצדקה. למעשה, ייצוגים של שטחים שונים או סידורים של ריבועים שאינם בעלי אותו שטח אינם יכולים להוביל לנרטיב המכליל את המשותף לסידורים בעלי היקפים קטנים. כדי ליצור נרטיב כזה, על התלמידים להתנסות בסידורים שונים של אותו שטח (למשל, 5 ריבועים בסידורים שונים). רק לאחר שיבדקו

היקפים שונים לאותם שטחים הם יוכלו להסיק איזה אופן סידור יוביל להיקף הקטן ביותר, ולאחר מכן להכליל את מסקנה זו לסידורים הכוללים מספרים שונים של ריבועים. סימן לכך שמירי ניסתה ללכת בדרך זו נמצא בהמשך (שורות 34–38), כאשר היא משתמשת במתווכים הוויזואליים לשמונה ריבועים ומציגה אותם בסידורים שונים, למשל במלבן 2X4 (שורה 32) ובסידור של 8 ריבועים בצורה אופקית ובצורת צלב (שורה 34). מירי שואלת את התלמידים: "מתי יהיה ההיקף הקטן ביותר?" אך משאינה מקבלת תשובה, היא סוגרת את הזדמנות הלמידה באמירה "אז נשאיר את זה להמשך". במקרה זה המתווכים הוויזואליים של סידורי 8 הריבועים (שווי השטח) יכלו להוביל לנרטיב בנוגע לסידור הקטן ביותר, אך הדיון חסר הצדקות כמו רישום ההיקפים השונים. חוסר התקשורת הברור סביב המתווכים הוויזואליים מנע מהתלמידים ליצור את הנרטיבים המצופים על האובייקטים. ניתוח זה מלמד על הל"ס גבוהות ועל הלי"ן נמוכות, שלמעשה לא יצרו ה"ל חקירתיות. ה"ל חקירתיות צריכות לכלול הן הל"ס הן הלי"ן.

ניתוח הה"ל מלמד שיש להעמיק ולבדוק את התפיסות של מירי בנוגע לאפקטיביות של ההשתלמות. ייתכן כי הדבר נובע ממסגורים שונים של המונח "הוראה איכותית" ומתוכן ההשתלמות. הפרק הבא יבדוק באיזו מידה השיח הפדגוגי של מירי אכן הלם את השיח של ההשתלמות.

4.3.3.3. <u>הפעולות המוערכות בשיח הפדגוגי של מירי</u>

4.3.3.3.1. מקורות הנתונים לניתוח השיח הפדגוגי של מירי

1. תמלול ממפגש ההשתלמות השני (4 בדצמבר, 2016) לאחר שמודל מחשב"ה יושם לראשונה. בפתיחת המפגש התבקשו המורים לתאר את השיעור הראשון שהם יישמו בו את המודל (נספח 7.4);
2. ריאיון אישי שרובו פתוח ומצולם (4 בינואר, 2017). הריאיון נערך לאחר שמירי התנסתה בשני שיעורים לפי מודל מחשב"ה. הריאיון נערך בבית ספרה ובו צפינו יחד בצילומי וידאו משני השיעורים המצולמים (נספח 8.3);
3. משימת השתלמות וירטואלית (מאי 2017), שבה המורים המשתלמים התבקשו לנתח שיעור לפי חמשת מהלכי ההוראה ולהשיב על שתי שאלות: "מה משקף הצלחה?" ו"מה טעון שיפור?" (נספח 10.2).

4.3.3.3.2. תהליך ניתוח השיח הפדגוגי של מירי

ניתוח השיח הפדגוגי של מירי התבסס על ניתוח תמטי שהתמקד במילה "שינוי". ניתוח זה נועד להסביר את הפער בין דיווחיה של מירי, שהצביעו על שינוי, ובין התצפיות, שלא העידו על שינוי משמעותי במרבית הקריטריונים (מלבד במספר השאלות שנשאלו בדיונים הכיתתיים). כדי לבחון את ה"שינוי" בדברים שאמרה מירי, חיפשתי מילים ומשפטים העומדים בשלושה קריטריונים:

א. מילים ממשפחת המילים "שוני" (שורש שנ"י; שינוי, שינה, שונה וכדומה) כמו: "גם המשימה הייתה שונה";

ב. כיוון שהמסר בשיח בנוגע לשינוי סמוי, בחרתי מילים הקשורות לשינוי ולהשוואה, למשל "בדרך כלל", "לעומת", "בניגוד ל..." לדוגמה: "בדרך כלל הם לא יושבים בקבוצות" או "[הוא] הגיע באמת להכללה של המשימה. כ**שבאופן שוטף בכיתה**, הוא ילד בינוני לחלוטין".

לאחר שאותרו הנרטיבים הם קובצו לכמה תמות שעניינן שינוי. לאחר מכן נסרקו התמות בחיפוש אחר קשרי חפיפה או הכלה.

4.3.3.3.3. תמות הנוגעות לשינוי בשיח הפדגוגי של מירי

בשיח של מירי על שינוי זוהו ארבע פעולות מוערכות: (א) מאפייני השתתפות התלמידים בלמידה; (ב) שינוי בהערכת התלמידים; (ג) עיסוק במשימה מסדר חשיבה גבוה; (ד) "להגיע להכללה".

4.3.3.3.4. התייחסותה של מירי להשתתפות התלמידים בלמידה

אחד הנושאים שמירי הרבתה להזכיר בהקשר לשינוי הוא השתתפות התלמידים בלמידה. אזכורים אלו התייחסו לכמה מאפיינים של השתתפות, כגון אופן ההשתתפות, מידתה והסיבות להשתתפות התלמידים. את מידת ההשתתפות של התלמידים הזכירה מירי עוד במפגש ההשתלמות השני. היא תיארה בהתלהבות את מעורבות התלמידים בלמידה במשימת המחשב"ה הראשונה שהיא הציגה לכיתה: "כולם עבדו, כולל התלמידים המתקשים, אין ילד [שלא היה שותף ללמידה]"; "כולם רצו לדבר, זאת אומרת, בדרך כלל רק הטובים רוצים לדבר [...] כולם [רצו לדבר]". חיזוק לתיאור זה עלה בריאיון: "כל הילדים עבדו בצורה מוחלטת, זאת אומרת שאם לפעמים יש ילדים שצריך לגרום להם לעבוד והם לא [...] מתחילים. ו... ו... צריך ככה לעודד אותם". הניסוח מצביע על התייחסות לשינוי שכן הוא משווה בין עבודת התלמידים בשיעור מחשב"ה להשתתפותם בשיעורים שגרתיים.

כשמירי התייחסה להשתתפות תלמידים, הא הרבתה להתייחס ליכולות תלמידים: "אחד הילדים שהוא די בינוני, הוא בכיתה, ובכיתה פחות פעיל, הגיע לרמת חשיבה מאוד גבוהה ומאוד ככה עבד בהתלהבות" (27). מירי גם תיארה את הפתעתה מכך שתלמידים "בינוניים" ו"חלשים" השתתפו בשיעור: "ומה שהפתיע אותי שדווקא התלמידים הבינונים ולא החלשים, היו... הגיעו למסקנות יותר גבוהות מהתלמידים הטובים" (מתוך מפגש ההשתלמות השני). ניכר כי מירי העריכה מאוד את השתתפות התלמידים, ובעיקר השתתפות של תלמידים "חלשים" ו"בינוניים". זאת ועוד, מירי הודתה שהשינוי בזיהוי של אותם תלמידים השפיע עליה: "ואני מנסה, עכשיו, לנתק את החשיבה שלי" – משתמע מכך שכעת עליה לחשוב מחדש על הזיהוי של תלמידים מסוימים.

ההערכה הבולטת שביטאה מירי כלפי השתתפות תלמידים תאמה את ההערכה הניתנת להיבט זה בשיח ההשתלמות. ההשתלמות עסקה רבות בדרכים לעודד תלמידים להשתתף בדיונים. ואולם, בחינה של השיח הפדגוגי של מירי בנושא שינוי הזיהוי והערכת תלמידים אפשר להבחין שהיא תיארה את השינוי במונחים של יכולת – מתלמידים "בינוניים" לתלמידים המסוגלים להגיע "למסקנות מאוד גבוהות", כלומר לתלמידים בעלי כישורים גבוהים. בהשתלמות המנחה נמנעה, ברוח השיח הפדגוגי החקירתי, מלהתייחס להשתתפות תלמידים כביטוי ל"יכולותיהם".

4.3.3.3.5. התייחסותה של מירי לעיסוק במשימות מסדר חשיבה גבוה

לעיתים כיכבו המשימות הייחודיות של ההשתלמות בסיפוריה של מירי על שינוי, אך היא התייחסה למשימות מאוד בכלליות, ומהתייחסותה נעדרו המאפיינים הספציפיים המוערכים בשיח הפדגוגי החקירתי. למשל, מירי אמרה בריאיון: "הדיון המתמטי שהם עושים, במשימות האלה שאנחנו מעבירים, א... זה מראה באמת, אם ילד הבין מתמטיקה, לא אם הוא עושה מיליון תרגילים". במפגש ההשתלמות השני היא ציינה: "גם המשימה הייתה כזו אמ... מזמנת לשיח מתמטי... המשימה עצמה עשתה להם את זה".

ככלל, מירי התייחסה ל"משימות" בעיקר כמקדמות השתתפות בלמידה או כמאבחנות "הבנה" או יכולות שונות של תלמידים. היא לא התייחסה כלל לתכנים המתמטיים של המשימות, לאובייקטים המתמטיים שאפשר להציג באמצעותן או לקשרים שהן מזמנות.

4.3.3.3.6. הערכת הפעולה "להגיע להכללה" בשיח של מירי

הפעולה המתמטית היחידה שהוזכרה בשיח של מירי בעקביות הייתה "להגיע להכללה": היא ביקשה שתלמידיה "יגיעו להכללה" או שהיא מעוניינת "להגיע להכללה" בעיקר בהקשר של השוואה בין שיעורים אחרים לשיעורי מחשב"ה. למשל, במשימת הסיכום הכתובה (נספח 7.1) מירי ניסחה את ההנחיה המקורית מתוך דף "משימת הריבועים", שבו נכתב: "האם יש כאן חוקיות? מה יהיה ההיקף" בדרך זו: "להגיע להכללה מה יהיה ההיקף?" בעבודה המסכמת היא ציינה לטובה את התלמידים ש"הגיעו להכללה" לעומת אלו ש"התקשו להגיע להכללה". כלומר, מבחינתה "הגעה להכללה" הייתה המדד (הכמעט יחיד) לביצוע מוצלח של המשימה.

מירי השתמשה ב"הגעה להכללה" כמדד להצלחה גם כשהצביעה על שינוי בקרב תלמידים שהיא זיהתה לפני יישום מודל מחשב"ה כ"בינוניים" ולאחר היישום כתלמידים שיכולותיהם טובות, וזאת משום שהם מסוגלים "להגיע להכללה". למשל, בריאיון, כשמירי דיווחה שתלמיד הצליח מעל המצופה: "[הוא] הגיע באמת להכללה של המשימה. שבאופן שוטף בכיתה, הוא ילד בינוני לחלוטין". בדומה לכך, ברפלקציה הכתובה היא דיווחה: "במשימה זו בניגוד למשימות קודמות כל הקבוצות הגיעו לפתרון. רוב התלמידים הגיע להכללה ולחוקיות".

לצד ההערכה הגבוהה של מירי לפעולת ה"הכללה" נעדר מהשיח לחלוטין טיבה של אותה הכללה או החוקיות שנדרשה. למשל, היא כתבה בעבודה המסכמת: "הדגשתי בפניהם שחשוב מאוד שהם ידונו וישוחחו ביניהם על המשימה ויגיעו להכללה". ראייה לכך נמצאה בעיקר בכך שבשיעור האחרון, לאחר שהתלמידים סיימו לבצע את משימת ה"סולמות", אמרה: "עברתי כמעט אצל כולם [..] .יש כאלה שהגיעו לי להכללה, ראיתי פה את הקבוצה האחרונה של [שמות ארבעת התלמידים] שהגיעו להכללה, פה גם שמעתי פחות או יותר וחלק לא כל כך שמעתי את ההכללה, שמעתי רק את הדרך".

משימות כגון "ריבועים", "משושים" ו"סולמות" הן משימות של דגמים צומחים או תבנית חוזרת (משימות העוסקות באלגברה), ובסופן נדרש התלמיד לבנות מודל מתמטי. משימות אלו גם מזמנות לתלמידים התנסות בתהליכים חקירתיים באמצעות השערת השערות או הפרכתן עד לניסוח כלל מנומק המלמד על מציאת החוקיות. למעשה, בשיח הבחינה מירי רק בין "להגיע להכללה" ובין "לא כל כך שמעתי את ההכללה, שמעתי את הדרך". היא לא הדגישה את המרכיבים המתמטיים של תהליך ההכללה, כמו זיהוי של אלמנטים קבועים ומשתנים, תהליך המוביל לבניית הכלל. יתרה מכך, מירי ציינה: "שמעתי את הדרך" כפעולה מנוגדת ל"הגיעו להכללה". אין זה ברור מדוע אין היא רואה בדרך מציאת הכללה.

4.3.3.4. סיכום ניתוח המקרה של המורה מירי

התצפיות בשיעוריה של מירי וקידודי המחוון על פיהם לימדו ששיעוריה התאפיינו בהמשגה נמוכה ובהתמודדות גבוהה. תצפיות אלו אוששו באמצעות ניתוח הזדמנויות הלמידה שמירי זימנה לתלמידה בדיון הכיתתי, שממנו עלה שהיא נתנה להם הזדמנויות רבות לסוכנות וכי חלה בהן עלייה (באמצעות הורדת מספר השאלות). לצד זאת נמצא היעדר כמעט מוחלט של חשיפה לקשרים בין מימושים שונים של עצמים מתמטיים והיעדר דרישה להצדקות מתמטיות. ההזדמנויות לסמכות שמירי זימנה לתלמידים לא הובילו להזדמנויות למידה חקירתיות שכן לא ניתנה להם בהן הזדמנות ליצור נרטיבים על עצמים מתמטיים.

השיח הפדגוגי של מירי נותח כדי להשוות בין הפעולות המוערכות בשיח זה לפעולות המוערכות בשיח של ההשתלמות. נמצא כי מירי העריכה בעיקר את נושא ההשתתפות של תלמידים וייחסה חשיבות רבה להשתתפות של תלמידים "בינוניים" ו"חלשים". לעומת זאת, הנושאים המשגה ותכנים מתמטיים נעדרו לחלוטין מהשיח של מירי, ובכלל זה במקומות שזימנו התייחסות לתכנים מתמטיים, כגון בפעולות מוערכות של "מתן משימות מחשב"ה" ו"הגעה להכללה". פעולות אלו קיבלו התייחסות כללית כל כך עד שנעדרה ממנה כל התייחסות לעצמים או לרוטינות מתמטיות.

4.3.4. סיכום ודיון בחקרי המקרה של מירי וסימון

בפרק זה נבחנו לעומק המקרים של שתי מורות, אשר אף שחלקו רקע מקצועי דומה, נבדלו זו מזו כמעט בכל פרמטר שנבחן. בתחילת ההשתלמות התאפיינו שיעוריה של סימון בהמשגה גבוהה אך בזימון התמודדות נמוכה לתלמידיה, ואילו מירי הרבתה לזמן התמודדות, אך ההמשגה בשיעוריה הייתה נמוכה. באופן מפתיע, סימון, שדווקא לא הביעה התלהבות רבה מההשתלמות (לפחות בשנה הראשונה), התמידה והגיעה לשנה השנייה והראתה הן שינוי עדין, שנצפה בתצפיות (התמודדות הולכת וגוברת), הן שינוי נרחב יותר בהזדמנויות הלמידה שהיא זימנה לכיתה. כמו כן, השיח הפדגוגי שלה השתנה מאוד מהשנה הראשונה לשנייה, ולבסוף תאם במידה רבה לשיח ההשתלמות. לעומת זאת, בשיעוריה של מירי לא נצפה כמעט כל שינוי במהלך השנה שהיא השתתפה בהשתלמות, אך היא הביעה התלהבות והרבתה לדווח על שינוי. בהתאם, השיח הפדגוגי שלה תאם במידה חלקית מאוד לשיח ההשתלמות, וזאת כמעט אך ורק בהיבט של השתתפות והתמודדות תלמידים.

ההבדל המשמעותי ביותר בין סימון למירי נמצא בהיבט המתמטי של השיעור. סימון זימנה לתלמידיה הזדמנויות ללמידה שהובילו ליצירת נרטיבים מתמטיים המקשרים בין הייצוגים השונים ולהצדקת הטענות שעלו בשיעור, ומירי זימנה רק הזדמנויות למידה לסוכנות. סימון הצליחה לאמץ פרקטיקות המזמנות הזדמנויות לסוכנות. אצל מירי נצפו מכוונות וקשב לתלמידים הרבה יותר מאשר לרעיונות המתמטיים. מכוונות זו נראתה בתצפיות כשהיא הסיטה את המוקד המתמטי בדיון בעקבות תשובת תלמיד או במצבים שהנרטיב המצופה לא התקבל, והיא עברה לנושא מתמטי אחר. זאת כנראה גם הסיבה לכך שמירי גילתה שביעות רצון מההשתלמות – היא מיהרה לאמץ את הפרקטיקות שעודדו השתתפות תלמידים, נושא שהיא מייחסת לו חשיבות רבה, ולכן דיווחה על תוצאות מידיות. גם השיח הפדגוגי של מירי, בעל-פה ובכתב, העמיד במרכז את השתתפות התלמידים בלמידה.

ניכר שמירי אימצה נרטיבים מהשיח הפדגוגי החקירתי בדבר חשיבות השתתפות התלמידים, אך ניתוח מעמיק לימד שמרבית הפעולות שהיא העריכה בהוראה ובלמידה התאימו לשיח הפדגוגי ההקנייתי. למשל,

היא התמקדה ב״להגיע להכללה״, מונח שהוא אחת המטרות המתמטיות בתהליכים חקירתיים, מטרה שאפשר ליישם באמצעות מתן הזדמנויות ליצור נרטיב ולקשר בין הייצוגים. מירי השתמשה במונח במשמעות ״להגיע לתוצר סופי״ – פעולה מוערכת בשיח הפדגוגי ההקנייתי. דוגמה אחרת היא המעבר מעיסוק בנרטיבים על עצמים מתמטיים (כגון היקף ושטח) לעיסוק בפרוצדורות חישוביות.

4.4.השיח הפדגוגי של כלל המורים שהשתתפו בהשתלמות מחשב״ה

בפרקים הקודמים תוארו חקרי המקרה של מירי וסימון, כולל מאפייני ההוראה והשיח הפדגוגי שלהן. לאור הממצאים מפרקים אלו, הפרק הנוכחי יעסוק בכלל המורים שהשתתפו בהשתלמות ויבחן את השיח הפדגוגי שלהם בנוגע ליישום פרקטיקות מעודדות חקירה. הניתוח בפרק זה מתבסס על דיווחים שהוגשו בכתב במסגרת מטלת רפלקציה על **נ**יתוח **ש**יעור **מ**צולם (מטלת נש״מ). בניתוח זה נכללו מורים שהשתתפו בשנה הראשונה להשתלמות.[7] לצורך הניתוח נבנה מחוון המבוסס על ידע מורים בנוגע למשימה (Chapman, 2013), ובו קריטריונים הנוגעים לדיווח המורים על חמש הפרקטיקות.

להלן שאלת המחקר המנחה את הפרק הזה: עד כמה השיח הפדגוגי של המורים בנושא פרקטיקות הוראה חקירתית תאם את השיח הפדגוגי החקירתי שנלמד בהשתלמות?

4.4.1. <u>מקורות הנתונים לניתוח השיח הפדגוגי של כלל המורים</u>

במטלה ניתוח שיעור מצולם (נש״מ) התבקשו המורים לבחור שיעור שהם צילמו, לצפות בו, לנתח אותו לפי חמש הפרקטיקות, ולבסוף – להסביר את הניתוח (ראו איור 15). בחלק השני של המטלה הם התבקשו לכתוב רפלקציה על הצלחותיהם ולציין נקודות לשיפור.

> **<u>משימה וירטואלית</u>** שנה א׳ להגיש עד 30.5.17
>
> בחרו שיעור אחד שיישמתם בכיתתכם ונתחו אותו על פי מודל חמשת מהלכי ההוראה.
>
> לאור ניתוח השיעור וניתוח תוצרי התלמידים למיניהם סכמו: מה משקף הצלחה ומה טעון שיפור בתהליך ההוראה?

איור 15: מטלת נש״מ ורפלקציה
Figure 15: Ananlysis of Video lesson and reflaction
*המונח ״מודל חמשת מהלכי ההוראה״ מתייחס לחמש הפרקטיקות

4.4.2. <u>פיתוח המחוון לניתוח השיח הפדגוגי של כלל המורים</u>

מטלת נש״מ נועדה לבחון את השיח הפדגוגי המתמטי של המשתתפים בהשתלמות ולאפיין אותו בהקשר של הוראה חקירתית. כיוון שתהליכי ההוראה החקירתיים מושתתים על פתרון משימות מסח״ג (מסדר חשיבה

[7] בשנה הראשונה להשתלמות ניתנו למורים שתי משימות, האחת היא רפלקציה כתובה, שבה הם דיווחו על תהליכי הלמידה בהשתלמות, והאחרת – נש״מ. בשנה השנייה לא ניתנה להם משימת נש״מ.

גבוה), היה צורך לבנות מחוון הערכה לאותן משימות. לשם כך נבחרה עבודתה של צ׳פמן (Chapman, 2013). צ׳פמן (Chapman, 2013) שהתמקדה בידע המורים על משימות מתמטיות (Mathematical-task knowledge), ידע שנועד לקדם את למידת המושגים המתמטיים, לתמוך בהתפתחות החשיבה המתמטית ולמקסם את הפוטנציאל של המשימות. המסגרת של צ׳פמן (Chapman, 2013) מתייחדת בהסתכלות הרחבה שהיא מציעה על ידע המורים בעת העיסוק במשימה. מחקרים אחרים התמקדו בידע מורים בהקשרים ספציפיים יותר, כגון זיהוי הרמה הקוגניטיבית הנדרשת במשימה או הידע הדרוש כדי לשנות את הדרישה הקוגניטיבית של המשימה (Hoover et al., 2016; Smith & Stein, 1998).

מתוך תוכני הידע הנדרשים ממורים כשהם עוסקים במשימות מתמטיות, על פי צ׳פמן (Chapman, 2013), נבחרו תוכני ידע המתאימים לעבודה זו.[8] את המונח ״ידע״ מחליף בעבודה זו המונח ״שיח״ כדי להדגיש כי ייתכן הבדל בין השיח הפנימי (״ידע״) ובין השיח הכתוב. בחירה דומה עשה קופר (Cooper, 2014), אשר קשר בין המונח ״ידע מורים״ ובין המונח ״שיח מורים״. מעבר להבדל זה במונחים, מצאתי בתבחינים של צ׳פמן הבחנות המתאימות לשיח הכתוב של המורים, כמפורט להלן:

1. רעיון מתמטי: השיח של המורה בנוגע לתוכן המתמטי הקשור לאותה משימה וכן השיח בנוגע לרעיונות מתמטיים חשובים הקשורים למשימה. השיח הפדגוגי החקירתי חשוב מפני שהוא קושר בין מטרות המשימה ובין רמת הלומדים ורמת ההבנה של המתמטיקה שהן יכולות לקדם;
2. דרכי פתרון מגוונות: שיח המורה בנוגע לדרכים השונות לפתרון המשימה, לאפשרות להשתמש בייצוגים שונים לשם כך ולדרכים לעודד תלמידים להציג כמה פתרונות;
3. נימוק מתמטי: שיח המורה הכרוך בדרישה מתלמידים להצדיק, לפרש ולשער, והחשיבות הפדגוגית של הדבר.

נוסף על שלושת התבחינים הללו, נבחן שיח המורים בנוגע לחמש הפרקטיקות (Stein et al., 2008): ציפיות, ניטור, בחירה, סידור וקישוריות. בהתאם לכך נבנה מחוון שבו שמונה תבחינים (ראו טבלה 16).

טבלה 16: מחוון לניתוח שיח המורים
Table 16: A coding scheme for analyzing teachers' pedagogical discourse

שם התבחין	הסבר לתבחין
רעיון מתמטי	התייחסות המורה לתוכן המתמטי הקשור לאותה משימה ולרעיונות המתמטיים החשובים הקשורים בה, כולל קישור למטרות המשימה, לרמת הלומדים ולהבנה המתמטית שהיא יכולה לקדם
הנמקה	התייחסות המורה לדרישה מתלמידים להצדיק, לנמק, לפרש ולשער, כולל התייחסות לדרכים לעודד הנמקה בכיתה

[8] בניתוח לא שימשו שני תחומי ידע נוספים שהזכירה צ׳פמן (Chapman, 2013). ״ידע המורה בנוגע לרמות הדרישה הקוגניטיבית של המשימה״ לא נכלל כאן כיוון שבמחקר זה המשימות נמסרו למורים. ״ידע בנוגע למשימה״ כלול בחמש הפרקטיקות שנלמדו בהשתלמות. למשל, תחום הידע של מורים על הבנת התלמידים ועל השאלות שיש לשאול את התלמידים כדי לאתגר אותם ולתמוך בחשיבתם מקביל לפרקטיקת הציפיות והניטור, ולכן נבדק בתבחינים נפרדים.

שם התבחין	הסבר לתבחין
פתרונות	התייחסות המורה לאפשרות שאפשר לפתור את המשימה בכמה דרכים ולהשתמש בייצוגים שונים בפתרונות ; התייחסות לדרכים לעודד תלמידים להציג כמה פתרונות
	חמש הפרקטיקות :
ציפיות	התייחסות המורה לתהליך הניבוי (העלאת ציפיות) האמור להתקיים לפני השיעור – המורה מנבא את הפתרונות ואת הקשיים הצפויים בעת העיסוק במשימה, כולל הדרכים להתגבר על קשיי התלמידים והכנת שאלות להערכה ולקידום חשיבת התלמידים
ניטור	התייחסות המורה לאסטרטגיות הפתרון השונות של התלמידים, כולל שאילת שאלות מקדמות חשיבה ומענה לשאלות תלמידים בזמן העבודה בכיתה ותוך כדי מעבר בין הקבוצות
בחירה	התייחסות המורה לסיבות לבחירה בתלמיד או בקבוצה שישתפו את פתרונם בדיון בכיתה. התייחסות זו אמורה להיות מבוססת על מטרה או על רעיון מתמטי
סידור	התייחסות המורה לסידור תשובות התלמידים לפי רצף כדי להוביל לרעיון מתמטי או על פי אסטרטגיה ברורה
קישוריות	התייחסות המורה לדרכים ליצירת קשר בין הפתרונות הנידונים ולסוג הקשרים שרצוי ליצור, כולל הכנה ליצור קשרים באמצעות שאילת שאלות או התמקדות בפתרונות מסוימים ובקשר בינם ובין פתרונות אחרים.

4.4.3. התבחינים לניתוח השיח הפדגוגי של כלל המורים

בתהליך הניתוח, כל תבחין קיבל אחד משלושה ערכים : 0 – לא נמצא שיח הקשור לתבחין הנדון ; 1 – נמצא אזכור כללי בשיח המורה הנוגע לתבחין, בלא נימוק או שהשיח התייחס רק לפעולות אנושיות (של מורה או תלמידים) ולא לתכנים מתמטיים ; 2 – הוצג השיח הקשור לתבחין בליווי הסבר, ובו דוגמאות המתייחסות לנרטיבים מתמטיים, לאובייקטים מתמטיים או לרוטינות מתמטיות. כך, הניקוד המרבי למורה שהשיח שלו כלל את כל התבחינים בצורה מנומקת היה 16. כדי להבהיר כיצד נערך הניתוח יוצגו דוגמאות לניתוח חלקי ולניתוח מלא מתוך משימות נש״מ של המורים. ניקוד 0 לא הודגם משום שהוא ניתן כשלא נכתב דבר.

התבחין ״דרישה לנמק״ :

א. ניקוד מלא – ״עודדתי הנמקה כשביקשתי מהם להסביר את התוצרים ומדוע ההיקף גדול או קטן יותר?״ (המורה מ16). בדוגמה זו המורה ציינה את השאלה הספציפית שבאמצעותה היא עודדה את התלמידים לנמק. השאלה כוללת תוכן מתמטי הקשור לרעיון מרכזי הרלוונטי למטלה (מטלת הריבועים) ;

ב. ניקוד חלקי – ״עברתי בין התלמידים, ראיתי כיצד הם מתקדמים במשימה, שוחחתי איתם, והזכרתי להם לנמק את פתרונם/פתרונותיהם״ (מורה קר23). במקרה זה אין פירוט או דוגמה בנוגע לנימוק אלא רק אזכור של הפעולה (״הזכרתי להם לנמק״).

התבחין "ניטור":

א. ניקוד מלא – "במהלך ביצוע המשימה הסתובבתי בין התלמידים וביקשתי לשמוע לאילו מסקנות הגיעו. ברוב המקרים הבינו כבר את אחד העקרונות המתרחשים במשימה זו, למשל זה שליד כל שולחן יושבים ארבעה תלמידים ויש עוד שניים בקצוות. עם זאת, התקשו להשתמש במילים/ניסוח נהיר שכל אדם יוכל להבין אותו. לעיתים הייתי צריך ממש 'להאכיל' אותם בכפית כדי שיגיעו לניסוח מתאים אך התלמידים החזקים כבר ידעו לנסח היטב. כמו כן, גם עודדתי אותם לחשוב על פתרונות אחרים מאלו שמצאו. זה לרוב עבד כאשר הפתרון היה באמצעות ייצוג או באמצעות טבלה" (מורה א2). המורה התייחס לכמה שלבי עבודה בפרקטיקת הניטור (הקשבה לתלמידים, שאילת שאלות מקדמות). במעבר בין הקבוצות הוא בדק את הפתרונות והתייחס לניסוחים. עוד הוא התייחס לפעולה של עידוד התלמידים להציג פתרונות נוספים לטבלה ולקשר לייצוג ויזואלי. כמו כן, הוא התייחס לדוגמה מספרית קונקרטית המלמדת על התוכן המתמטי הקשור למשימה;

ב. ניקוד חלקי – "שלב זה [הניטור] מתרחש בזמן שהתלמידים עוסקים במשימה ועל המורה לעקוב אחרי עבודת התלמידים. כמו כן, על המורה להפנות את תשומת לבה לחשיבה המתמטית מאחורי הפתרונות שהתלמידים מגלים בזמן ההתנסות שלהם במשימה. בזמן שהעברתי את השיעור, הרגשתי מלאת ביטחון מפני שהפתרונות שהתלמידים מצאו היו מפורטים בדף ניטור וכך יכולתי להנחות את התלמידים יותר טוב. בזכות זה, התלמידים הצליחו לפתח את הרעיונות שלהם ולהסבירם באופן ברור יותר לקראת הדיון. כמו כן, הכנת דף השגיאות האפשריות עם שאלות מנחות עזר מאוד להנחות תלמידים אשר התקשו להגיע לפתרון כך שיותר תלמידים הצליחו להגיע לפתרון נכון" (מורה ד8). בדוגמה זו המורה הסבירה מהי פרקטיקת הניטור באופן תאורטי. היא מודעת לכל פרטיה, אבל אינה מדגימה אותה על סמך השיעור. ההתייחסות כללית מאוד, ולכן הציון חלקי.

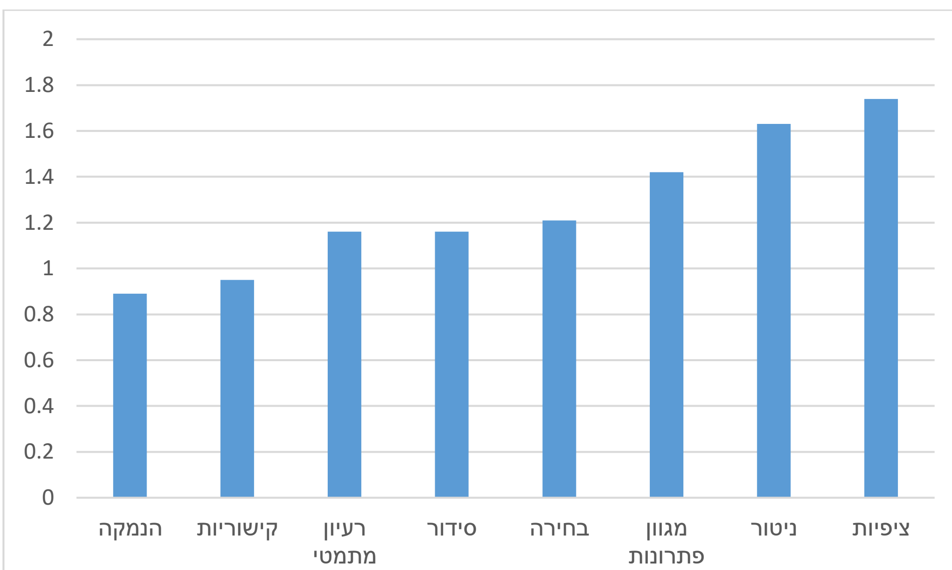
4.4.4. <u>תוצאות ניתוח השיח הפדגוגי של כלל המורים</u>

נבדקה המהימנות של תוצאות ניתוח הנתונים בעזרת עמיתה לקבוצת המחקר המכירה את הפרקטיקות בהשתלמות מחשב"ה. לאחר דיונים, התקבלה מהימנות ברמה של 93% על כ-20% מהנתונים שנותחו באמצעות המחוון. הניתוח בוצע על משימות הנש"מ של 19 המורים שהשתתפו בהשתלמות בשנה א'. הממצאים מוצגים בטבלה 17, המסודרת על פי הניקוד שניתן למורים, מהנמוך לגבוה. אפשר להבחין בסוף הטבלה במורה סימון, שלה ניקוד גבוה, ובמורה מירי, המופיעה בשליש המורים שלהם הניקוד הנמוך ביותר. מלבד זאת יש שוני בדירוג הלמידה שהציגו המורים בנוגע לכל תבחין. השוני יידון בסעיף הבא.

טבלה 17: תבחיני השיח בניתוח מטלת נש״מ
Table 17: Analysis of video lesson assignment

מורה	רעיון מתמטי	הנמקה	פתרונות	ציפיות	ניטור	בחירה	סידור	קישוריות	סה"כ
נ19	0	0	0	2	0	0	0	0	2
א1	0	1	1	1	1	1	1	1	7
ט11	2	0	1	2	2	0	0	0	7
ד8	1	1	1	1	1	1	1	1	8
ל14	0	0	2	2	2	0	1	1	8
ל13	1	1	1	1	2	2	1	0	9
מירי	1	0	2	1	1	1	2	1	9
ג6	0	2	0	2	2	1	2	1	10
ל12	1	0	2	2	1	1	2	1	10
ט10	2	0	1	2	2	2	1	1	11
ק23	1	1	2	2	2	0	1	2	11
מ16	1	2	1	1	2	2	1	1	11
ב4	0	2	2	2	2	2	1	0	11
ל15	2	1	2	2	1	2	1	1	12
ג5	2	1	1	2	2	1	2	1	12
מ17	2	0	2	2	2	1	1	2	12
ה9	2	2	2	2	2	2	0	1	13
א2	2	1	2	2	2	2	2	1	14
סימון	2	2	2	2	2	2	2	2	16
ממוצע	1.16	0.89	1.42	1.74	1.63	1.21	1.16	0.95	10.16

מקרא: ציון 2 – צבע כחול מלא, ציון 1 – ציון חלקי וצבוע בצורה חלקית, וציון 0 – ללא צבע.



איור 16: ממוצעי הציונים של השיח הפדגוגי של המורים במטלת נש״מ
Figure 16: The average scores of teachers' pedagogical discourse in the VLA

4.4.5. <u>השוואת תוצאות התבחינים השונים של השיח הפדגוגי בקרב כלל המורים</u>

בסעיפים הבאים אשווה בין תוצאות התבחינים בקרב כלל המורים. כדי להעמיק את הניתוח אתייחס במקומות רלוונטיים גם לקשר בין ממצאי המחקר הנוכחי לממצאי מחקרים קודמים.

א. רעיון מתמטי

בתבחין ה"רעיון המתמטי" נמצא כי רמת השיח של המורים בנוגע לרעיונות המתמטיים של המשימה נמוכה מעט (*M*=1.16) מאשר זו של תבחינים אחרים. כלומר, השיח שלהם תאם באופן חלקי מאוד את השיח הפדגוגי החקירתי. רק בקרב כשליש (n=7) מהמורים השיח דן ברעיון המתמטי של המשימה באופן מפורש ומנומק. בקרב כרבע (n=5), נושא זה לא נידון כלל בשיח, ובקרב האחרים הוא נידון באופן חלקי.

ב. הנמקה

הנתונים מלמדים שהשיח על הדרישה לנימוק נמצא בשיעור הנמוך ביותר מבין התבחינים (*M*=0.89). כלומר, המורים דיווחו פחות על ניסיונות לעודד את התלמידים לנמק מאשר על תבחיני שיח אחרים. בשיח על הדרישה לנמק נמצא שציוני כרבע מהמורים (n=5) היו מלאים, כלומר השיח שלהם עסק בדרישה לנמק וכלל הסבר כיצד הם מעודדים הנמקה. אצל כשליש מהמורים (n=7) לא נמצא כל אזכור לדרישה שהפנו כלפי התלמידים לנמק את תשובותיהם, ובקרב שאר המורים נמצא רק אזכור חלקי. ממצאים אלו מחזקים ממצאי מחקר קודם שנערך בקרב מורי מתמטיקה בבית ספר יסודי, ובו נמצא שאף שהנושא הנמקה נמצא שנים רבות בתוכנית הלימודים, מורים מתקשים ליישם אותו בכיתותיהם (Bragg, Herbert, Loong, Vale, & Widjaja, 2016). נוסף על כך, אף שזהו חלק מתוכנית הלימודים במדינות רבות ונושא חשוב בהוראת המתמטיקה, מורים רבים דיווחו שאין הם בטוחים בהנמקה המתמטית וכיצד לקדם את נושא זה (Herbert, 2014).

ג. פתרונות

השיח שעסק בעידוד ליצירת דרכי פתרון שונות (M=1.4) היה רחב ומעמיק יותר מאשר בשני התבחינים הקודמים. רק שני מורים לא התייחסו כלל לנושא, כשליש (n=7) התייחסו באופן חלקי, והשאר (n=10) התייחסו אליו באופן מלא. אפשר לשער כי השיח על דרכי הפתרון השונות גבוה בקרב מורים אלו כיוון שהוא חלק בלתי נפרד מהעיסוק במשימות שנמסרו למורים. כמה מהמשימות נמסרו למורים לצד דף שבו מגוון פתרונות (דף הניטור). אם כן, ההשתלמות ומסירת המשימות עוררו באופן כמעט בלתי נמנע שיח בנושא. ואולם, כמה מהמורים רק הזכירו את הנושא, ולא העמיקו בו.

ד. שיח המורים בנוגע לחמש הפרקטיקות

בנוגע לשתי הפרקטיקות הראשונות, הציפיות והניטור, התוצאות מלמדות על שיח רחב ומעמיק יחסית, בהתאם לשיח בהשתלמות. בפרקטיקות הבחירה, הסידור והקישוריות השיח הפדגוגי היה חלקי ביותר ותאם פחות את השיח הפדגוגי החקירתי. להלן הפירוט בנוגע לממצאי שיח המורים בנוגע לכל פרקטיקה בנפרד.

1. **פרקטיקת הציפיות**: ממוצעי דיווח המורים העלו נתונים גבוהים (M=1.7). רוב המורים דיווחו באופן מלא והסבירו את הפרקטיקה ואת דרך הביצוע שלה (n=14). מעט מורים דיווחו על הפרקטיקה באופן חלקי (n=5). אפשר להניח שהתוצאות הגבוהות בפרקטיקה זו נובעות מכך שפרקטיקה זו, המבוססת על הכנות לשיעור, מוכרת למורים בכלל ולמורי המתמטיקה בפרט. חוזר משרד החינוך "הגדרת התפקיד של המורה בבית הספר היסודי" (סעיף 5, חוזר מנכ"ל, 1975) מנחה להתכונן לשיעור, להתאים לו את האמצעים הדידקטיים ולהתאים את ההוראה ליכולת התלמידים. מלבד זאת, מורים רבים במחוז שההשתלמות נערכה בו נחשפו בעבר לעקרונות לתכנון שיעור לפי המודל היפני (Isoda et al., 2007). במודל זה מושם דגש על הכנות מקדימות לשיעור, ובכלל זה על זיהוי הציפיות מהתלמידים, קשיים העלולים להתעורר, שגיאות צפויות ודרכי טיפול בקשיים אלו. לדמיון בין חמש הפרקטיקות למודל ה"שיעור היפני" יש שורשים גם בספרות המחקר. במאמר שהציג לראשונה את חמש הפרקטיקות (Stein et al., 2008) הוצגה פרקטיקת הציפיות על בסיס עבודתם של פרננדז ויושידה (Fernandez & Yoshida, 2004). פרננדז ויושידה (Fernandez & Yoshida, 2004) חקרו את השיעור ביפן ותיארו את עקרונותיו ואת התכנון המקדים לו. במילים אחרות, פרקטיקת הציפיות דומה מאוד להכנות הנדרשות בתכנון שיעור במתמטיקה לפי המודל היפני, פרקטיקה שהמורים כבר נחשפו אליה בעבר;
2. **פרקטיקת הניטור**: גם פרקטיקת הניטור זכתה לדיווח נרחב ומעמיק בקרב המורים ולציון ממוצע גבוה (M=1.6). רוב המורים דיווחו בפירוט כיצד הם מיישמים את פרקטיקה זו (n=13), ורק כמה מורים דיווחו עליה באופן חלקי (n=5). פרקטיקת הניטור היא נגזרת של פעולות המורה אל מול העבודה בקבוצות, שיטה המקובלת בבתי ספר יסודיים בישראל זה שנים רבות (שרן ושי, 1998). כיוון שכך, המורים נחשפו לתפקידם זה ולדרך שעליהם לפעול כדי להגביר את מעורבות התלמידים בקבוצות הלמידה (בוזו-שוורץ ובניה, 2013; Hertz-Lazarowitz & Zelniker, 1995). היכרותם זו עלתה גם מדיווחי המורים. כך, למשל, המורה ג5 הסבירה ברפלקציה שכתבה כי את רעיון הניטור היא הכירה גם לפני ההשתלמות, אך ההשתלמות חידדה לה היבטים מסוימים בפרקטיקה זו;
3. **פרקטיקת הבחירה והסידור**: פרקטיקות אלו קשורות זו לזו כיוון שמורה נדרש לבחור את הפתרונות ואז לסדרן לפי המטרה שהוא מעוניין להוביל. פרקטיקות אלו זכו, לאזכור חלקי יחסית ברפלקציות של המורים. בפרקטיקת הבחירה ממוצע הדיווח היה בינוני (M=1.2), רק מקצת המורים דיווחו דיווח מלא (n=8), כמה מהם (n=7) רק הזכירו אותה, ואחרים (n=4) לא התייחסו אליה כלל. בפרקטיקת הסידור ברצף נמצא אותו ממוצע (M=1.2), ועוד פחות מורים (n=6) הזכירו אותה באופן מלא. הרוב אזכרו אותה חלקית (n=10) או לא אזכרו אותה כלל (n=3);
4. **פרקטיקת הסידור ברצף** היא פרקטיקה מורכבת כיוון שמטרתה לבנות אסטרטגיות פתרון מסוימות ולהוביל לרעיון מתמטי משותף, כזה היוצר סיפור מתמטי קוהרנטי. כלומר, היא נועדה להציג את הרעיון המתמטי השזור לאורך הפתרונות על פי סדר המאפשר לבנות את הרעיון. כמה מהמורים לא

הזכירו את פרקטיקה זו כלל, ואלו שעשו כן, סיפרו שסידרו את הפתרונות לפי מורכבותם – מהפתרון הפשוט לפתרון המורכב, בלא להתייחס לרעיון מתמטי מוביל. למשל, כך תיארה את אופן סידור הפתרונות המורה א1: "מהפשוט למסובך, מהטבלה לנוסחה". היו מורים שהסבירו שכך הם מאפשרים לתלמידים מתקשים להשתתף בשיעור: "אני בדרך כלל בוחרת בשלבים הקלים של המשימה את התלמידים הבינוניים-מתקשים, שכן שלבים אלו מובנים להם יותר ולכן הם גם יותר בטוחים להציג את הפתרון ולהסבירו" (המורה מ17); "אני לא חושב שסדר הצגת הפתרונות במשימה זו באמת כל כך משנה" (המורה א2). אפשר להסיק מכך שפרקטיקה זו לא יושמה גם בקרב מורים שדיווחו בפירוט שהם ביצעו אותה, זאת כיוון שהם לא ייחסו לה את המשמעות שמייחס לה השיח הפדגוגי החקירתי – שיטה להבליט רעיונות מתמטיים חשובים;

5. **פרקטיקת הקישוריות**: לפרקטיקה זו התייחסו מעט מאוד מורים, ונמצא לה הממוצע הנמוך ביותר (M=0.9). רק שני מורים דיווחו עליה בפירוט מלא. רוב המורים (n=11) הזכירו את הקישוריות, ומיעוטם (n=4) לא התייחסו אליה כלל. חיזוק לממצא זה נמצא ברפלקציה שנכתבה בסוף ההשתלמות. כך, לדוגמה, כתבה מורה: "מודל 5 הפרקטיקות, ובכלל זה מאפייני הדיון היעיל, דומה לשיעור היפני, למעט הקישוריות. פרק הקישוריות הוא הנושא שהתחדד אצלי" (המורה ה9). יש לציין שאת הדברים כתבה מורה מנוסה, אשר שימשה בתפקיד הדרכה במשך כמה שנים. גם כאשר מורים ציינו את פרקטיקת הקישוריות, הם עשו כן באופן שטחי למדי. למשל, מורה כתבה ברפלקציה: "לא ידעתי לתכנן בצורה טובה [...] עם כל שיעור למדתי לבנות דפי ניטור ותהליך דיון, חשבתי לעומק על קישוריות" (המורה ל14). לצד ציון שם הפרקטיקה ("קישוריות"), אין באמירה זו התייחסות לפרקטיקות האחרות (בחירה וסידור) שאליה היא מתקשרת. נוסף על כך, בנוגע לפרקטיקות הקישוריות ציינה המורה כי היא חשבה עליה "לעומק", אך לא פירטה את מחשבותיה. עדות נוספת: "מודל חמשת השלבים עזר לי לתכנן טוב יותר את מהלך השיעורים (ציפיות, ניטור) תוך כדי חשיבה על פתרונות אפשריים, כמו גם תפיסות שגויות, טרם הביצוע בכיתה. בפועל, במהלך השיעורים, מפעם לפעם, המשימה והדיון שבעקבותיה (בחירה, סידור ברצף וקישוריות) הפכו ליותר מובנים ומסודרים" (המורה ק23). בציטוט נמצאת התייחסות מפורטת לשתי הפרקטיקות הראשונות (ציפיות וניטור), ואילו שלוש הפרקטיקות האחרות רק מוזכרות בשמן, בלא כל אינדיקציה למשמעות המיוחסת להן. פרקטיקת הקישוריות מופיעה בספרות כפרקטיקה מורכבת, שמיישמים אותה רק מורים שיש להם ידע מתמטי גבוה. לדוגמה, במחקר שהשווה בין שני מורים, האחד בעל ידע מתמטי גבוה להוראה והאחר בעל ידע נמוך, ובחן את השפעת רמת הידע על העיסוק במשימה בכיתה (Hill & Charalambous, 2012), הדגישו החוקרים שהמורים נבדלו זה מזה ביכולת ליצור קשרים בין פתרונות התלמידים ובין רעיונות מתמטיים. רק בשיעור של המורה בעל הידע הרחב נמצאו קישורים, ואילו בשיעור של המורה בעל הידע הנמוך לא נמצאו קישורים..

4.4.6. סיכום: השיח הפדגוגי של כלל המורים

פרק זה עסק בשאלה עד כמה השיח הפדגוגי של המורים תאם את השיח הפדגוגי החקירתי שההשתלמות ניסתה להוביל. כדי לענות על שאלה זו נבנה מחוון לבחינת המטלות הכתובות שהמורים התבקשו להגיש בהשתלמות מחשב״ה. ממצאי פרק זה מראים כי בשיח הכתוב של המורים סביב משימת נש״מ ניכרים הבדלים בהתייחסות המורים בין תבחינים שונים. פרקטיקות הקשורות לניבוי דרכי הפתרון של תלמידים לניטור ולעידוד מציאת פתרונות שונים קיבלו התייחסות מעמיקה ורחבה, אולי מפני שלרוב המשימות שנמסרו בהשתלמות נלוו דפי ניטור, ובהם מגוון הפתרונות האפשריים. דפים אלו אפשר שייצרו ציפייה מובלעת למצוא מגוון פתרונות בכיתה ועוררו את מודעות המורים למגוון הפתרונות האפשריים.

בשונה מהפופולריות לה זכו פרקטיקות הנוגעות להשתתפות תלמידים ולשיח תלמידים, הפרקטיקות הנוגעות לרעיונות מתמטיים, לקישור ביניהם ולדרכי עבודה בכיתה כדי להשיג אותם קיבלו הרבה פחות אזכור והתייחסות. כך, למשל, השיח בנוגע לדרישה לנמק (הנמקה) והרעיון המתמטי שהמשימה מובילה אליו נמצאו באופן חלקי בשיח הפדגוגי של המורים. גם פרקטיקות הבחירה, הסידור ברצף והקישוריות סבלו מכך שהמורים לרוב הזניחו את הרעיונות המתמטיים העומדים בבסיס המשימות והדרכים שנועדו לקדם את רעיונות אלו.

אפשר להניח שההתייחסות המופחתת לפרקטיקות שעניינן רעיונות מתמטיים נובעת מכך שפרקטיקות אלו אינן מוכרות למורים ואף קשות להם. יישום של פרקטיקות אלו מחייב להחזיק בידע מתמטי גבוה, וכן ניהול שיח בנוגע להן. בפרק הדיון אתייחס לקשר שבין ממצאים אלו לממצאי המחוון (פרק 1) ולממצאי מחקרים קודמים בדבר הקשר שבין ידע מורים ליכולתם לנהל דיונים מתמטיים בכיתה.

5. דיון

מטרתו של מחקר זה הייתה לבחון כיצד מורים מיישמים פרקטיקות של הוראה חקירתית במהלך השתלמות מחשב״ה. נושא זה נבחר כיוון שהצטברו במחקר עדויות רבות שלפיהן פרקטיקות הוראה מעודדות חקירה אינן מיושמות, זאת על אף מאמצי רפורמה רבים מצד מגוון גורמים. נוסף על כך, יש בספרות רק ידע מועט על הדרכים שמורים לומדים ומיישמים פרקטיקות הוראה חקירתית.

שאלות המחקר היו:

1. באיזו מידה יושמה ההוראה החקירתית שנלמדה בהשתלמות בכתות המורים, והאם חל שינוי ביישום זה במהלך ההשתלמות?
2. אילו פרקטיקות יושמו יותר מאחרות וכיצד אפשר להסביר זאת?
3. אילו הזדמנויות למידה זימנו המורות בשיח הכיתתי? האם חל בהן שינוי לאורך ההשתלמות?
4. עד כמה השיח הפדגוגי של המורים בנושא פרקטיקות הוראה חקירתית תאם את השיח הפדגוגי החקירתי שנלמד בהשתלמות?

במענה על שאלת המחקר הראשונה, בנוגע ליישום של ההוראה החקירתית בכיתות, נמצא שבכל הקריטריונים של מחוון הרבעונים (Stein et al., 2017) לא חל שינוי ניכר במשך ההשתלמות. לתוצאות אלו יכולות להיות כמה סיבות:

- ״אפקט תקרה״ (Cramer & Howitt, 2004): אפשר להסביר את היעדר השינוי בכך שבכמה מהקריטריונים היו תוצאות הקידוד מלכתחילה גבוהות, וייתכן שנוצר ״אפקט תקרה״. אף על פי כן, הסבר זה אינו רלוונטי לקריטריונים שבהם הקידוד היה נמוך, למשל המשגה, קונסולידציה וחשיבת תלמידים;
- משך ההשתלמות: מרבית המורים השתתפו בהשתלמות במשך שנה אחת בלבד, ועל תוצרי שנה זו נערכו קידודי המחוון. יש להניח שמשך התנסות כזה אינו אפקטיבי כדי לבחון את הצלחת התהליך, כיוון שכדי לרכוש פרקטיקות הוראה חדשות יש צורך בלמידה ממושכת ומתמשכת (Desimone, 2009). אף על פי כן, יש לציין שבסקירה של 28 מאמרים על השתלמויות מקצועיות בארצות הברית לא עלה שמשך זמן ההכשרה הוא גורם מכריע באפקטיביות של השתלמויות מורים (Kennedy, 2010);
- המורים לא למדו את התכנים המצופים: ייתכן שהמורים התקשו ליישם פרקטיקות חדשות ומורכבות, הדורשות לבצע שינויים בדפוסי הוראה קיימים (Spillane & Zeuli, 1999). כנגד טענה זו עומדות עדויות המורים – כמעט כולם הביעו שביעות רצון מההשתלמות ודיווחו בהתלהבות שלמדו פרקטיקות חדשות ויישמו אותן;
- ייתכן כי שינויים עדינים אכן התרחשו, אך כלי המחקר (המחוון) לא היה מדויק דיו כדי להבחין בהם.

אומנם הניתוחים הסטטיסטיים לא הראו שינוי ביישום הפרקטיקות במהלך השנה הראשונה, אך מהממצאים בנוגע ליישום הפרקטיקות עלו נקודות חשובות נוסף על משך ההכשרה הקצר וטענה שהמורים לא למדו. כך, למשל, עלה שהמורים מיישמים פרקטיקות הקשורות למעורבות התלמיד ברמה גבוהה יחסית לפרקטיקות הקשורות לעיסוק מעמיק במושגים מתמטיים. מאחר ששני המרכיבים הללו (עיסוק במושגים מתמטיים ומתן

הזדמנויות להתמודדות) הם גורמים חשובים בהובלת שיעור חקירתי במתמטיקה (Hiebert & Grouws, 2007), ממצאים אלו מלמדים שעקרונות ההוראה החקירתית יושמו יישום חלקי בלבד.

כדי להעמיק את ההבנה בנוגע למשמעות הממצאים בנוגע לשאלת המחקר הראשונה וכדי לענות על שאלות המחקר השנייה והשלישית בנוגע לפרקטיקות הספציפיות שיושמו ולהזדמנויות הלמידה שניתנו בשיח הכיתתי, נבחרו שתי מורות, ועליהן נעשו חקרי מקרה מעמיקים ומקיפים. חקר המקרה הראשון עסק במורה סימון, שהמחוון הראה שבשיעוריה קריטריון ההמשגה היה גבוה ושהיא העלתה בהדרגה את הזדמנויות ההתמודדות של התלמידים במשך השנתיים שהיא השתתפה בהשתלמות. אף על פי כן, היא מיעטה בדיווחים על שינוי בפרקטיקות ההוראה שלה ולא ביטאה התלהבות בנוגע לאימוץ פרקטיקות ההשתלמות. להשוואה נבחרה המורה מירי, שנמצא כי מדד ההמשגה בשיעוריה היה נמוך יחסית, מדד ההתמודדות היה גבוה, ולא נצפה שינוי עקבי באף אחד מהם. בניגוד לסימון, מירי דיווחה על שינוי בדרכי ההוראה שלה וביטאה התלהבות בנוגע ליישום פרקטיקות ההשתלמות.

חקר המקרה של המורה סימון, שבשיעוריה הראו תוצאות המחוון המשגה גבוהה, בחן ברזולוציה גבוהה את השיח בכיתה כדי לדייק את ההבנה בנוגע למה שהתרחש בשיעוריה ולתהליך הלמידה שהיא עברה במהלך ההשתלמות. הממצאים לימדו שעוד בשיעור הראשון זימנה סימון לתלמידיה הזדמנויות ליצור נרטיב מתמטי (הלי״ן). הזדמנויות אלו נוצרו כשהיא עודדה אותם להציג מימושים (אובייקטים מתמטיים) שונים, ליצור קשרים ביניהם ולהצדיק את טענותיהם. בהיבט של הזדמנויות לסוכנות, תוצאות הניתוח לימדו על שינוי ועלייה בהזדמנויות אלו בדיונים שנערכו בכיתתה בשנתיים שסימון השתתפה בהשתלמות. שינוי זה השתקף הן בניתוח השיח הן במחוון, בקריטריון מתן הזדמנויות להתמודדות. מבחינה זו, ניתוח הה״ל תיקף את תוצאות המחוון. ההמשגה הגבוהה השתקפה בהלי״ן גבוהות בדיון, וההזדמנות להתמודדות השתקפה בהל״ס – אלו גברו בין השיעור הראשון לאחרון.

ניתוח השיח פירט את ההבנה והוסיף רבות על המחוון בחשיפתו את תהליך ה״ריטואליזציה״ – המעבר מה״ל חקירתיות לה״ל ריטואליות. במידה מסוימת, תהליך זה מנוגד לתהליך הדה-ריטואליזציה – מעבר מרוטינות ריטואליות לרוטינות חקירתיות (Lavie, Steiner, & Sfard, 2019). במחקר הנוכחי תהליך הריטואליזציה התרחש כשהתלמידים לא הפיקו את הנרטיב המצופה, סימון לא הצליחה לזמן לתלמידים ייצור עצמאי של נרטיבים מתמטיים מלאים, ובעקבות זאת היא הנמיכה את ההזדמנויות לסוכנות בדיון. אף על פי כן, נרטיב מתמטי מלא השתקף משאלותיה ומניסיונותיה לחלץ חלקים ממנו מהתלמידים. להבדיל, בשיעור האחרון, לקראת סיום שנתיים של השתלמות, אירע אירוע דומה – הנרטיב המצופה לא התקבל, אך הפעם סימון המשיכה לזמן לתלמידיה הזדמנויות לסוכנות עד שהתקבלו נרטיבים מתמטיים מלאים יחסית.

תהליכי הלמידה של סימון את פרקטיקות ההוראה החקירתית באו לידי ביטוי גם בשיח הפדגוגי שלה, בעיקר בשנה השנייה. בעוד בשנה הראשונה השיח הפדגוגי של סימון תאם רק בחלקו את השיח הפדגוגי החקירתי, בשנה השנייה היה אפשר לראות התאמה גבוהה יותר. נוסף על כך, ניכר שינוי בהתייחסותה של סימון להשתלמות. בשנה הראשונה סימון הביעה הסתייגות מההשתלמות ורמזה שהיא מיותרת עבורה שכן היא כבר מבצעת את הפרקטיקות שקודמו בה. לאחר שנתיים היא דיווחה על שינויים מסוימים בהוראתה. הסבר אפשרי לכך הוא שסימון מורה ותיקה והיא התקשתה לזהות את עצמה כמי שדרכי ההוראה שלה זקוקות לשינוי. ייתכן גם שבשנה הראשונה היא עוד לא חשה בשינויים שעברה. ניתוח השיעורים של סימון

הראה שינויים בפרקטיקות ההוראה ובשיח שלה עוד בשנה הראשונה, בעוד השיח הפדגוגי שהיא ביטאה ברפלקציות ובראיונות עימה השתנה בעיקר בשנה השנייה. בכך היא מזכירה את מר מורגן, ממאמרה של הד-מצויינים, שהתקשה לזהות את עצמו שמורה שעשה שינוי בהוראתו (Heyd-Metzuyanim, 2019a). אומנם המחקר הנוכחי אינו עוסק בזהותו של המורה, כמו בחקר המקרה של מר מורגן, אך אפשר לראות דמיון בין המקרים בקושי של המורה לדווח על שינוי. יש להניח שהקושי לדווח על שינוי נבע מכך שהודאה בשינוי מכירה בכך שההוראה עד ההשתלמות לא הייתה די אפקטיבית, ולפיכך מערערת את מעשה ההוראה שבוצע עד כה, בפרט מפני שנראה שסימון לא חשבה לפני ההשתלמות שההוראה שלה אינה אפקטיבית או זקוקה לשינוי.

חקר המקרה של מירי שפך אור נוסף על ממצאי קידודי המחוון (שאלת מחקר 1), ובפרט על הפער שבין דיווחי המורים ובין תוצאות התצפיות. בדיווחיה בנוגע לשינוי התמקדה מירי בנושא מעורבות התלמידים בלמידה. נראה כי התמקדות זו עוררה בה שביעות רצון על אף הזנחת הנושא המשגה מתמטית. השיח הפדגוגי שאפיין אותה מעריך מאוד פעולות הוראה ולמידה המעלות את שיעור ההשתתפות של תלמידים בלמידה, ולפיכך היא הייתה מרוצה מהשינוי שחוותה. ואולם, לפי השיח בהשתלמות, פעולות אלו הן רק מקצת הפעולות המוערכות. כלומר, מירי בחרה אילו פרקטיקות לאמץ בהתאם לפעולות המוערכות בשיח הפדגוגי שלה.

ניתוח השיח של מירי הראה שההזדמנויות לסוכנות שמירי זימנה לתלמידיה בדיון היו גבוהות עוד כשהחלה ללמוד בהשתלמות. באופן דומה, המחוון הראה כי קריטריון ההתמודדות היה אף הוא גבוה בשיעוריה. ממצא זה מלמד, שוב, על תוקף המחוון. אומנם הוא הציע תמונה ברזולוציה נמוכה יחסית, אך הממצאים שהתקבלו ממנו תאמו את ממצאי ניתוח השיח. להבדיל, הזדמנויות ליצור נרטיב מתמטי ועידוד לתת הצדקות מתמטיות כמעט שלא נמצאו בשיח הכיתתי של מירי. גם כאן נמצאה התאמה להמשגה הנמוכה לפי קידודי המחוון. חיזוק לממצאים אלו נמצא גם בהיעדר התייחסות לפרקטיקות הנוגעות לעיסוק במושגים מתמטיים, היעדר אשר אפיין את השיח הפדגוגי של מירי. כלומר, מירי לא אימצה בצורה מעמיקה פרקטיקות הקשורות לעיסוק במושגים מתמטיים, כמו פרקטיקת הקישוריות. תופעה זו נחקרה גם אצל היל וצ׳רלמבוס (Hill & Charalambous, 2012), במחקר שעסק בשני מורים ובהשוואה ביניהם. במחקר זה נמצא שהמורה בעל הידע המעמיק יותר קישר בין טענות תלמידים לרעיונות מתמטיים, ואילו המורה בעלת הידע הפחות לא נקטה בפרקטיקת הקישוריות אף שנחשפה לחומרי למידה אשר אמורים היו לתמוך בה בהנחיית שיעור. ניתוח זה הוביל את החוקרים למסקנה שכדי לקדם הוראה חקירתית יש צורך בידע ספציפי, מסועף ומעמיק מאוד. ממצאי המחקר הנוכחי תומכים בכך, ובעיקר מראים עד כמה יש צורך שהמורה ייחס **חשיבות** למתמטיקה ולהמשגה מתמטית.

גם כאשר מירי אימצה נרטיבים מהשיח הפדגוגי החקירתי בנוגע למושגים מתמטיים, התעמקות בשיח שלה הראתה כי למעשה היא העריכה בעיקר פרוצדורות וחישובים, מרכיבים המתאימים לשיח הפדגוגי של הקניה. למשל, בכיתה, בראיונות וברפלקציות הכתובות חזרה מירי והדגישה כי יש ״להגיע להכללה״, אך היא לא פירטה מה היא כוללת, ובפרט **לאיזו** הכללה היא מובילה את התלמידים. מקרים כמו זה של מירי מתוארים במחקרן של הד-מצויינים ושבתאי (Heyd-Metzuyanim & Shabtay, 2019) בקרב מורות למתמטיקה המלמדות בבית ספר יסודי. בשיח של מורות אלו הופיעו הנרטיבים של השיח הפדגוגי החקירתי באופן חלקי, אך במבט מעמיק היה אפשר לראות שהן המשיכו להעריך בעיקר את פעולות החישובים או הגעה לתשובות נכונות, כלומר פעולות מוערכות בשיח ההקניה.

המבט המשולב, על מירי ועל סימון, מעלה את ההשערה שדגש על המשגה מתמטית (כולל הידע הדרוש לכך, וכן הערכת הפעולות הפדגוגיות הכרוכות בהמשגה) הוא תנאי **הכרחי** למתן הזדמנויות למידה חקירתיות. חקרי השיח של מירי וסימון בכיתות הראו שבעוד סימון הציעה כל העת הזדמנויות ליצור נרטיבים מתמטיים, כשבתחילה חסרו הל״ס, מירי המשיכה להציע הזדמנויות לסוכנות ״ריקות מתוכן״. כשמירי שאלה שאלות הקוראות כביכול ליצור קשרים מתמטיים או המובילות ליצירת נרטיבים, היא לא סיפקה לתלמידים את האובייקטים (או המתווכים הויזואליים שלהם) ליצירת אותם קשרים ולא הובילה את התלמידים דרך מסלול הגיוני של נרטיבים המאפשר להסיק מסקנות. המקרה של מירי מדגים אפוא היטב שהל״ס בלא הלי״ן אינן מאפשרות לעסוק במושגים מתמטיים.

שאלת המחקר הרביעית במחקר זה עסקה בשיח הפדגוגי של כלל המורים בנוגע לפרקטיקות ההוראה ולמידה שהוא תאם את השיח הפדגוגי החקירתי במשך ההשתלמות. שאלה זו נחקרה באמצעות ניתוח של המטלה ״ניתוח השיעור המצולם״ (נש״מ), מטלה שהמורים הגישו כחלק מחובות ההשתלמות. לצורך הניתוח פותח מחוון מיוחד. מחוון זה בחן באיזו מידה הפרקטיקות המוערכות בשיח הפדגוגי החקירתי הוזכרו בכתיבה של המורים. ממצאי הניתוח הראו כי השיח על פרקטיקות ההשתלמות היה חלקי בקרב רוב המורים, ודומה בעיקרו לשיח הפדגוגי של מירי. כמו אצל מירי, גם בקרב כלל המורים הפרקטיקות הקשורות לניבוי דרכי הפתרון של תלמידים, לניטור ולעידוד פתרונות שונים קיבלו התייחסות מעמיקה יחסית. פרקטיקות אלו כולן קשורות בעידוד השתתפות של תלמידים שונים, ערך פדגוגי שהיה חשוב למרבית המורים. נוסף על כך, אפשר לשער כי המורים התייחסו בפירוט לפתרונות שונים ועודדו את תלמידיהם לפתור בעיות במגוון דרכים כיוון שקיבלו עם המשימות דף ניטור, ובו מגוון פתרונות.

ייתכן שאת ההתייחסות לפרקטיקת הציפיות חיזקה גם העובדה שזוהי פרקטיקה מוכרת יחסית – מורים מתבקשים להכין שיעור, לחזות את הקשיים שיחוו תלמידים שונים ולהכין מענה דיפרנציאלי להם. גם פרקטיקת הניטור, המבוססת על עבודה בקבוצות ועל תיווך במעבר ביניהן, מוכרת למורים. פרקטיקות אלו נקראות בשמות שונים, כגון ״מענה לחינוך הטרוגני״, והן חלק בלתי נפרד משיח הלמידה בבתי הספר היסודי. כך, למשל, במסמך ״חינוך הטרוגני, איך לעשות חינוך מצוין במציאות של שונות?״ (משרד החינוך, 2019א), מוצעות פרקטיקות כמענה להטרוגניות בכיתות התלמידים באמצעות שיטות שונות, כמו הכנות לקראת השיעור ועבודה בקבוצות. הדבר מזכיר את פרקטיקות הציפיות והניטור, בעיקר מבחינת תכנון הזדמנויות לכל תלמיד.

השיח על פרקטיקות הקשורות לעיסוק במושגים מתמטיים וליצירת נרטיב מתמטי (רעיונות מתמטיים והקשרים ביניהן ועידוד הנמקה) היה חלקי ופחות מעמיק בשיח הפדגוגי של המורים. שיח זה תאם גם את הקידוד בתבחין ההמשגה, תבחין שקיבל ציון נמוך במחוון ובחקר המקרה של מירי. ממצא זה מלמד שהעיסוק בפרקטיקות הקשורות להמשגה מתמטית מורכב ופחות נגיש למורים. מורכבותו קשורה גם לרמת הבקיאות בשיח המתמטי או ל״ידע התוכן״, וכן לאופנים שתלמידים מאמצים את שיח זה (״ידע תוכן פדגוגי״; Ball Loewenberg et al., 2005). יש להניח שהמורכבות גוברת בשל הדינמיקה השגורה בשיעור שהמורה נדרש בו להיות קשוב לתלמידים ולתכנים המתמטיים בו בזמן יותר מאשר לפרקטיקות של מתן הזדמנויות לסוכנות.

פרקטיקות המאפשרות לתלמידים סוכנות פשוטות יחסית ליישום ומבוססות על לימוד טכני, שאינו דורש מורכבות. למשל, יישום הפרקטיקה ״מהלכי דיבור״ מאפשר תבניות ברורות ונוחות לשימוש (Resnick et al.,

2010). נוסף על כך, מהלכי דיבור אלו הם חלק מהשיח הפדגוגי של השנים האחרונות במשרד החינוך במסגרת הרפורמה "למידה משמעותית" (משרד החינוך, 2014), וביתר שאת במסמך "תכנית לטיפוח תקשורת בין-אישית בחינוך היסודי" (משרד החינוך, 2003). ייתכן שהפופולריות היחסית של השיח מעודד הסוכנות אפשרה אימוץ קל יחסית של פרקטיקות אלו בקרב המורים בהשתלמות.

ממצאי המחקר הנוכחי בנוגע ליישום חלקי של פרקטיקות העוסקות במושגים מתמטיים מתחברים לכמה מחקרים קודמים. לדוגמה, בול ואחרים הצביעו על החוסר בידע מתמטי בקרב מורים (Ball et al., 2009). הם מצאו כי ידע זה חשוב לבניית קשרים בין רעיונות וייצוגים מתמטיים שונים (Boaler & Humphreys, 2005). נוסף על כך, ידע המורים חשוב כדי לאמץ פרקטיקות חדשות בהוראת מתמטיקה ולהוביל שינוי בהוראה (Hill et al., 2008). במחקר שבחן את האפקטיביות של הכשרת המורים לידע המורים נמצא כי השתלמות למורים ביסודי העלתה את רמת הידע המתמטי של המורים ותרמה ללמידת המורים ולפרקטיקות שלהם וכן להישגי התלמידים (Santagata et al., 2011).

גם במחקרים שנעשו בישראל נמצא שמורים בבתי ספר יסודיים חסרים הכשרה מתמטית מספקת. ממצא מעניין הוא שמורים אלו, כשנשאלו על צורכיהם העיקריים, השיבו שהם מעוניינים לחזק את הידע הדידקטי שלהם כדי להתמודד טוב יותר עם היבטים רגשיים הקשורים ללמידת המקצוע של התלמידים ולא ביקשו לחזק את הידע המתמטי שלהם (Shriki & Patkin, 2016). ממצאים דומים נמצאו במחקר אחר שנערך בישראל, ובו נבחנה קבוצה גדולה של מורים למתמטיקה בבתי ספר יסודיים (449 מורים). המורים ביקשו להעשיר בעיקר את הידע הנוגע לעבודה עם תלמידים ברמות שונות, למשל עם מחוננים ועם לקויי למידה (Mishal & Patkin, 2016). גם במחקר זה נמצא כי אף שידע המורים בתחום המתמטיקה היה מוגבל, הם לא התמקדו בשאיפה להרחיב את הידע המתמטי שברשותם. מחקרים אלו מתקשרים לתוצאות המחקר הנוכחי בכך שהם מראים שמעבר לידע המתמטי החסר (שלא נבדק ישירות במחקר זה), מורים בבתי ספר יסודיים **אינם מייחסים חשיבות** לנושאים הקשורים להמשגה מתמטית.

מלבד המורים, נראה שגם מובילי מדיניות במשרד החינוך אינם מדגישים בצורה בולטת את הנושא "המשגה". למשל, באתר הרשמי של משרד החינוך בנושא "לימודי המתמטיקה בחינוך הקדם-יסודי והיסודי" (משרד החינוך, 2019ב), שמטרתו להציג את תחום הדעת, נמצא אזכור סמלי לנושא. בעיסוק במושגים מתמטיים כתוב שתוכנית הלימודים "מושתתת על למידה ספירלית, על בניית הקשרים בין הידע האינטואיטיבי לידע הפורמלי, על בניית הקשרים בין תכנים שונים בתוכנית ועל בניית קשרים בין מושגים ומבנים מתמטיים לבין שימושיהם בחיי היום-יום". ואולם, מלבד משפט זה, אין פירוט כיצד ליצור את הקשרים, והניסוח מעורפל. גם בתוכנית הלימודים למתמטיקה לבתי הספר היסודיים (תשס"ז, 2006), מבין 15 עמודי מבוא לתוכנית, רק פסקה אחת, "הבנת תכונות המושגים והקשרים ביניהם", בעוסקת במושגים מתמטיים, ובה מוצגות ארבע דוגמאות קצרות (שורה כל אחת). אחת הדוגמאות היא: "התלמידים ידעו להשוות בין תכונות המספרים הטבעיים לבין תכונות השברים". לדעתי דוגמה זו אינה מסבירה מספיק את המשמעות של יצירת נרטיב מתמטי על בסיס קשרים בין אובייקטים. נוסף על כך, הדגש המקוצר לנושא זה יכול ללמד על רמת חשיבותו בסדר העדיפויות מתוך מערך הנושאים בהוראת מתמטיקה. הדוגמאות שהוצגו מלמדות על המקום ה"מוצנע" שיש לעיסוק במושגים מתמטיים ובמשמעויות שלהם בתהליכי ההוראה, ויש

לשער שזאת גם הסיבה לכך שעיסוק זה אינו חלק מתהליכי ההוראה של מורים בבתי ספר יסודיים. ייתכן שיש להרחיבו ולהסביר את המשמעויות של העיסוק במושגים.

לסיכום, אציג את המסקנות העיקריות ממחקר זה:

- המורים אימצו פרקטיקות הקשורות למעורבות תלמידים בלמידה באופן מלא יחסית, אך הפרקטיקות הקשורות בהמשגה מתמטית אומצו באופן חלקי, ולא יוחסה להן חשיבות רבה;
- בלא מתן הזדמנויות ליצירת נרטיבים מתמטיים, ההזדמנויות לסוכנות הופכות ריקות. אומנם התלמידים מקבלים הזדמנות להשתתף בדיונים, אך השתתפות זו סביר שלא תוביל להתפתחות משמעותית של השיח המתמטי שלהם;
- נראה כי היכולת של מורים שאינם מייחסים חשיבות להמשגה מתמטית (או שאין להם די ידע) להתקדם לעבר הוראה חקירתית, מוגבלת. מהבחינה הזאת, ההמשגה המתמטית היא תנאי הכרחי (גם אם לא מספיק) להוראה חקירתית;
- בעיצוב עתידי של השתלמויות מורים להוראה חקירתית בכלל, ובהשתלמות מחשב"ה בפרט, יש צורך להדגיש את העיסוק במושגים מתמטיים, ובעיקר את הדרכים שיש לבצע זאת. למשל יש לעסוק בדרכים לזמן לתלמידים הלי"ן. כלומר, כדי להתמקד ברעיונות מתמטיים, על המורים לזמן לתלמידים מימושים שונים של האובייקטים המתמטיים כדי שהם יוכלו ליצור מסקנות (נרטיבים מתמטיים);
- ההכשרות למורי המתמטיקה בבתי הספר היסודיים צריכות לשים דגש על העמקה בתחום המתמטיקה. השתלמות של כ-60 שעות מדי כמה שנים אינה יכולה לתת מענה לצורך להעמיק בידע המתמטי החסר למורים.

5.1. מסקנות תאורטיות

מבחינה תאורטית מחקר זה התבסס על תיאוריות שונות בהוראה (קוגניטיבית וקומוגניטיבית) הבוחנות את השינויים בתהליכי ההוראה מרזולוציות שונות שהינן אינקומנסורביליות. עם זאת המטרה שעמדה בפני מערך המחקר היא להבין ברבדים השונים כיצד המורים מיישמים את הפרקטיקות של ההוראה החקירתית. אין במטרות העבודה ניסיון ליצור קוהרנטיות בין התיאוריות אלא להעשיר את הניתוח. בדרך זו שלושת הניתוחים שהתבססו על תיאוריות שונות הובילו למסקנות נוספות הקשורות ומסבירות את המסקנות מהניתוח האחר. הניתוח הראשון הסטטיסטי (מבוסס תיאוריה קוגניטיבית של הלמידה) מציג את המסקנה שרמת היישום הייתה חלקית. ניתוח חקרי המקרה של השיח הכיתתי (מבוסס על התיאוריה הקומוגניטיבית של הלמידה) מוביל למסקנה המבהירה את הניתוח הראשון לגבי האופן שבו מתבטא היישום המלא או החסר בהוראה החקירתית. גם הניתוח התמטי של ראיונות המורים מעשיר את התמונה על מידת היישום למול שיח ההשתלמות. להשלמת התמונה מתווסף ניתוח השיח הפדגוגי שמאפשר לבחון עד כמה הפרקטיקות השונות מוערכות בשיח הפדגוגי של המורים. גם החוקרים קלארק וחן (Chan & Clarke, 2017) שבחנו את האינטראקציות המתנהלות בכיתה עמדו בפני האתגר בהישענות על תיאוריות אינקומנסורביליות. החשש שהם תיארו נוגע לאפשרות של קבלת תוצאות סותרות, אולם תוצאות הניתוח על פי התיאוריות השונות השלימו אחת את השנייה. כמו בעבודתם של קלארק וצ'אן, גם בעבודה זו הניתוחים השונים שבבסיסם

תיאוריות חסרות מידה משותפת יצרו בסיס לפרשנות משותפת לתוצאות, כשכל ניתוח השלים בהסבריו את הסיבות למידת היישום של פרקטיקה זו או אחרת.

בעבודת מחקר זו התווסף אתגר נוסף הקשור למונחים השונים ולהגדרותיהם הבאים לידי שימוש בכל תיאוריה. כדי להתמודד עם אתגר זה הוצג בתחילת המחקר מילון מונחים ולאורך המחקר הושם דגש על הגדרת המונחים. כמו כן, ברקע התאורטי המונחים הוצגו בהתאם לתיאוריה שאליה שויכו. למשל בהגדרת המונח ״קישוריות״ הלקוח מתוך חמש הפרקטיקות להוראה בהסבר רשום: ״פרקטיקה זו היא אחת החשובות לבניית ההבנה של הלומד״. הבניית ההבנה הוא מושג המאפיין את השיח התאורטי הקוגניטיבי ובשיח הקומוגניטיבי במקום ׳הבנה של הלומד׳ המינוח הוא: ״השתתפות בשיח המתמטי״. דוגמה זו ממחישה את השמירה המותאמת של המושגים בהתאם לתיאוריה שהמושג נשען עליה.

5.2. מסקנות מתודולוגיות

- אומנם מחוון הרבעונים מעניק תמונה ברזולוציה נמוכה של פרקטיקות ההוראה, אך נראה כי מחקרי המקרה עולה כי בסך הכול תמונה זו משקפת את הזדמנויות הלמידה שניתנות לתלמידים בשיעור (כפי שנמצאו בניתוח שיח). לאור זאת, המחוון יעיל במיוחד עבור מציאת מורים מטיפוסים שונים, לצורך חקרי מקרה מעמיקים יותר;
- בתוצאות המחוון נמצאו תבחינים שיש להם אפקט תקרה, כפי שהוסבר בפרק 3.1. אפקט זה בא לידי ביטוי במיוחד בתבחין התמודדות. ייתכן שיש שוני תרבותי בין ישראל לארצות הברית בנורמות השיח הכיתתי, ובכלל זה במידה שהמורה מאפשר לתלמידים להתמודד. לכן המסקנה היא שיש להתאים את המחוון לנורמות השיח הישראליות ולהרחיב את טווח הדירוג של ההזדמנויות להתמודדות;
- ניתוח השיח הבוחן את הזדמנויות הלמידה בדיון מאפשר לראות תהליכי ריטואליזציה ולהבין כיצד הם משתנים;
- ניתוח מטלת נש״מ על פי המחוון שהוצע במחקר אפשר לבחון את השיח הפדגוגי של כלל המורים. מן הצד האחד, ניתוח זה אפשר לחקור מספר יחסית גדול של מורים, אך מן הצד האחר, הניתוח מציע רזולוציה גבוהה יחסית, כזאת המאפשרת להבחין בין פרקטיקות שונות (בדומה לחקרי המקרה) ולזהות כמה חשיבות מיוחסת להן בשיח המורים.

5.3. השלכות ותרומת המחקר

מחקרים העוסקים בהערכת השתלמויות או באפקטיביות שלהן עושים זאת לרוב באמצעות בחינה של ידע מורים ושל הישגי תלמידים. לעיתים רחוקות מחקרים אלו עוקבים אחר מורים בכיתה, ואלו שעושים זאת, משתמשים לרוב בדרכי הערכה גסות יחסית (ברזולוציה נמוכה). במחקר הנוכחי, השילוב בין מתודולוגיה כמותית לאיכותית נתן תמונה עמוקה ורחבה על המתרחש בכיתתם של מורים העוברים השתלמות להוראה מעודדת חקירה. מניתוח זה עלה אילו פרקטיקות קשות יותר ליישום ואילו פחות. נוסף על כך, בחינת השיח הפדגוגי של מורים, הן דרך חקרי מקרה והן דרך שיח כתוב של כלל המורים, אפשר הבנה מעמיקה יותר בנוגע לסיבות שבעקבותיהן מורים מאמצים פרקטיקות במידות שונות של התאמה (Fidelity) לרעיונות ההשתלמות.

ממצאים אלו מצביעים על כך שהתמונה המתקבלת ממחקרים המסתמכים אך ורק על דיווחי מורים או על תצפיות, ואפילו מחקרים המסתמכים על תצפיות ועל ניתוח מסוג אחד בלבד, מראים תמונה חלקית של תהליכי השינוי המורכבים שמורים עוברים בעקבות השתתפות בהשתלמות. ממסקנות אלו עולות השלכות מתודולוגיות חשובות בנוגע לאופן שרצוי לחקור אפקטיביות של השתלמויות מורים.

המחקר מרים אפוא תרומה מתודולוגית בדמות כלים חדשניים לבחינת שיח המתקיים בכיתה. הכלי לזיהוי ה״ל מאפשר להבחין בין הל״ס להלי״ן שהמורה מעניק לתלמידיו. הבחנה זו, עד כמה שידוע לי, לא נעשתה עד כה במחקרי שיח בכיתה. כלי אחר הוא המחוון סביב מטלת נש״מ. מחוון זה מאפשר ללמוד רבות על השיח הפדגוגי של המורה בזמן יחסית קצר (בניגוד לראיונות), אך הוא קשה יותר למניפולציה (למשל להטיית הרצייה החברתית) מאשר שאלון או שאלות ישירות בנוגע לאמונות בנושא הוראה.

תרומה אחרת, תאורטית, נוגעת לשילוב של תאוריות אינקומנסורביליות (חסרות מידה משותפת) במחקר שעניינו התפתחות מקצועית של מורים. לרוב, מחקרים נמנעים משימוש בתאוריות אינקומנסורביליות (Caduri & Heyd-Metzuyanim, 2015; Heyd-Metzuyanim, 2019b). במחקר הנוכחי נעשה שימוש בתאוריות קוגניטיביות (למשל, סביב המושג הדרישה הקוגניטיבית של המשימה) ובתיאוריה הקומוגניטיבית (עבור ניתוח שיח המורות). התאוריות השונות שימשו לניתוח ברזולוציות שונות. אף על פי כן, העבודה אינה מציעה פתרונות ליצירת קוהרנטיות במצבים שנשענים על תיאוריות אינקומנסורביליות אלא מציעה שעל אף האתגר המושגי, ניתוח זה יעיל לניתוח ברזולוציות שונות, ולפיכך אפשר לגשר על האתגר (Chan & Clarke, 2017). כדי לעמוד באתגר הנובע מהשימוש במונחים מתאוריות שונות, יש צורך להגדיר את המונחים ולהפריד ביניהם בסקירת הספרות ובניתוח הנתונים.

תרומה נוספת עולה ממחקר זה בהקשר של יישום תוכנית השתלמות שמקורה בארצות הברית בקרב מורים המלמדים בבתי ספר יסודיים בישראל. עד כה השתלמות מחשב״ה נערכה רק בקרב מורים המלמדים בחטיבת הביניים. לפיכך היה צורך להתאים את התכנים המתמטיים לרמות הידע הנדרשות בקרב תלמידי היסודי.

5.4.מגבלות המחקר

למחקר זה מספר מגבלות:

- במחקר נבחנה השתלמות אחת, שהשתתפו בה בסך הכול כ-29 מורים. יש להניח שבחינה של השתלמויות נוספות לאורך זמן תעשיר את התמונה;
- המידע שנאסף בנוגע למורים חלקי. למשל, לא נאסף מידע על הידע המתמטי שלהם, ולכן כל המסקנות הנוגעות לקשר בין ידע מתמטי ובין דגש על המשגה מתמטית הן בחזקת השערה בלבד;
- במחקר בחנו את פרקטיקות ההוראה של המורים באופן חלקי כיוון שלא הייתה לנו גישה מלאה אליהן. המורים צילמו 4–6 שיעורים שאינם שיעורים ״רגילים״ שלהם, אלא ״שיעורי מחשב״ה״. לכן, אי אפשר לדעת אם המורים שינו את פרקטיקות ההוראה השוטפות שלהם בכיתה ובאיזה אופן. נוסף על כך, כמה מצילומי השיעור לא היו ברורים (תמונות מטושטשות, קטעי שמע לא ברורים). לא פעם הוצבה המצלמה

במקום מרוחק, והדבר הקשה לשמוע הן את דברי המורה הן את קבוצות הלמידה, ולכן יכולנו לבחון בעיקר את ניהול הדיון בכיתה, ולא את השיח האישי בינה ובין תלמידים בקבוצות.

5.5.הצעות למחקרי המשך

על בסיס מגבלותיו של מחקר זה מוצע לערוך מחקר המשך שיבחן לעומק את השתתפות המורים בשיח המתמטי אל מול פרקטיקות ההוראה שלהם. נוסף על כך אפשר לבחון במחקר המשך את הסיבות לכך שמורים מייחסים חשיבות פחותה לדיון בהעמקה במושגים מתמטיים כשהם עוסקים במשימות בכיתה. תשובה לשאלה זו תוכל להציג את הגורמים המניעים אותם בבחירותיהם.

נוסף על כך, כדאי לבחון מדוע מורים מסוימים מקבלים את השינוי ומדוע מורים אחרים אינם מקבלים אותו. סימון, למשל, בתחילת הדרך גילתה התנגדות לשינוי וטענה שלא שינתה את הוראתה, אך מדדים שונים לימדו שיישמה פרקטיקות חדשות, ורק בשנה השנייה היא הכירה בשינוי ודיווחה עליו.

5.6.רפלקציה אישית

במחקר זה שימשתי במספר תפקידים: חוקרת, מנחת השתלמות ומדריכה מקצועית של המורות המשתלמות. לריבוי תפקידים זה יתרונות וחסרונות. ראשית אתייחס לכפל התפקידים חוקר-מורה (מנחה). חוקרות שונות שעסקו בסוגיה חוקרת-מורה (Ball Loewenberg, 2000; Lampert, 2000; Tabach, 2011) ציינו שכפילות התפקידים מספקת זווית ראייה כפולה על התופעה: פנימית וחיצונית, ולא רק חיצונית, כבמחקרים אחרים. יתרון זה משכלל את יכולת הניתוח של החוקר ומאפשר לו לתרום להוראה וללמידה. טבח ציינה יתרון נוסף (Tabach, 2011) – כשהתעוררה דילמה בין התפקידים, בחירת החוקרת באחת הדרכים תרמה לתובנה במחקר ולהעשרת הידע שלה כמורה.

במחקר זה אימצתי גם את הצעות וילסון וקיצינגר (Wilkinson & Kitzinger, 2013), שלפיהן יש לנהוג באובייקטיביות בניהול מחקר חיצוני-פנימי אך גם להיות חלק מההתנסות הפנימית ולנצל את היתרונות כדי לבנות אמון וקשר עם המשתתפים. וודס (Woods, 1996) הצביע על הקשיים הכרוכים במעורבות במחקר בשדה והציע לשמור על מרחק ממנו. תהליך האיזון במידת המעורבות במחקר, בין אמפתיה לחשיבה ביקורתית, מתאפשר כאשר שומרים על אובייקטיביות ויוצרים קשר של אמון עם המשתתפים.

אחד הקשיים שהיו כרוכים בריבוי התפקידים (חוקרת-מנחה-מדריכה) היה נעוץ בכך שבתחילת המחקר עבדתי כמדריכה עירונית. אף שהתפקיד היה נטול סמכויות כלפי עתיד המורים, עשוי היה להתעורר במשתתפים חשש שהקשר ביני ובין בעלי תפקידים בעלי סמכות, כמו מפקחים ומנהלים, יגרום לי להעביר לאותם גורמים מידע מהצפייה בשיעורים, וכך להשפיע ישירות על מעמד המורים. במיוחד התעוררו דילמות הקשורות בריבוי התפקידים בביקורים שערכתי בבתי הספר. הביקורים כללו צפייה וריאיון או שיח בעקבות השיעור. כמה מהמורים חוו את הצפייה בשיעוריהם בפרט ואת הכניסה לכיתתם בכלל כמכבידות ומלחיצות. עוד במפגשי ההשתלמות הבנתי שהדבר עלול לעורר קושי, ולפיכך ערכתי תיאום ציפיות והסברתי שאין בכוונתי לשפוט את שיעוריהם אלא לדון בהוראה בשיעור. בשלב השיח שלאחר השיעור, שלב שהתנהל כריאיון, הביעו מורים מסוימים חשש שדבריהם יגיעו לגורמים אחרים. באותם מקרים נקטתי את כל השיטות להגברת

השקיפות. הודעתי בבירור שאין אני מוסרת מידע מהנעשה בשיעורים ובהשתלמויות, מהראיונות ומכל התכנים הכתובים. רק במקרה אחד הביעה מורה אכזבה מהמשוב בטענה שלא התייחסתי לכל האינטראקציות שהתרחשו בשיעור. לאחר שהבהרתי את מטרות התצפית היא קיבלה את עמדתי. אני מאמינה שהצלחתי להפחית את החששות ולשכנע את המורים שאני שומרת על סודיות. עדות לכך אפשר למצוא בכך שהם דיברו בפתיחות רבה והביעו פחות אי-נוחות בביקוריי הבאים בכיתותיהם.

מסקנה אחרת, העולה מתוצאות המחקר, היא כי היה כדאי בהשתלמות שהובלתי להעמיק עוד יותר ולהדגיש את חשיבות העיסוק בהמשגה מתמטית. אומנם בהשתלמות נפתרו משימות מתמטיות ונידונו המושגים הקשורים בהם, אך בדיעבד הייתי מרחיבה ומפרשת יותר את המשמעות של המושגים בהקשר של כל משימה. כלומר, מעבר לשיח על הפתרונות השונים, היה רצוי להדגיש את הרעיונות המתמטיים שהמשימה מזמנת, על אילו עצמים היא מזמנת דיון, וכיצד הנרטיבים על עצמים אלו יוצרים קשרים בין המימושים השונים.

5.7.אחרית דבר

מחקר זה נבט וצמח מתוך התנסותי האישית בתור מורה ומדריכת מורים למתמטיקה בכיתות בית הספר היסודי. הרצון להיות מורה "טובה" למתמטיקה והרצון להגדיר מהי הוראה "מיטבית" במתמטיקה מלווים אותי כ-20 שנה. במשך השנים הבנתי שהוראה מעודדת חקירה היא הוראה "מיטבית" בעיניי ובעיני אחרים. מכאן עולות השאלות כיצד מבצעים הוראה כזו, ואילו תהליכים צריכים לקרות בשיעור כדי שיתקיימו התהליכים החקירתיים. לפני כארבע שנים הכרתי את תוכנית חמש הפרקטיקות (Five practices). התחלתי ליישם אותה בכיתה והרגשתי שיש בה את המרכיבים שחיפשתי כדי להוביל שיעור מיטבי במתמטיקה. הבנתי היטב את השיטה והיא אפשרה לי להושיב את התלמידים לעבוד בקבוצות עם משימות מסח"ג, וכך לחקור, להציע פתרונות ולהצדיק אותם. מלבד זאת, השוואת הפתרונות ויצירת הקשרים ביניהם הובילה להעמקה במושגים המתמטיים. נוסף על כך, התלמידים היו נלהבים מתהליכי למידה אלו. ההיכרות עם התוכנית הובילה אותי להנחות השתלמויות מחשב"ה מלוות מחקר למורים בבית הספר היסודי.

אף שהתחלתי להבין שהשיטה עובדת, לא הצלחתי להסביר לעצמי ולאחרים מה עובד בה. היכרות עם התיאוריה הקומוגניטיבית של הלמידה אפשרה לי להתבונן בתהליכי ההוראה-למידה בדרך מעמיקה ומורכבת דרך עדשת השיח. המעבר לעדשה תאורטית קומוגניטיבית וניתוח ברזולוציות גבוהות הוא מעבר פתלתל, ובוודאי תידרש עבודה מחקרית ותאורטית נוספת כדי לחבר בין התאוריות ששימשו אותי בעבודה זו. אף על פי כן, הרגשתי שהצלחתי לנתח את השיח ברזולוציות גבוהות ולהסביר את תהליכי ההוראה החקירתיים באופן שתיקף את ממצאי המחקר שהתקבלו מכלים ברזולוציות נמוכות יותר.

לאחר מחקר ארוך ומורכב ולאחר אינסוף "דרכים ללא מוצא", הרגשתי שפיצחתי את אותה הוראה מיטבית מעודדת חקירה. בקצרה אומר שיש בה שני מרכיבים: המורה צריך (א) לזמן לתלמידים את התנאים להציג מימושים שונים של האובייקטים המתמטיים; (ב) להוביל את התלמידים לקשר ביניהם בתוך עידודם ליצור נרטיב מתמטי.

לסיכום, כל אדם רוצה להשאיר חותם אחרי לכתו. יש המטביעים את חותמם על ההיסטוריה ויש שחותמם חרוט על בניין במוסדות שונים, והמבנים מנציחים את שמם בשל תרומתם הכספית. גם אני שואפת

להשאיר "משהו" אחריי, משהו שימושי ורלוונטי, לא שם חרוט באבן. אני מקווה שעבודה זו תשמש חוקרים, מורי מורים ומורים. תקוותי היא שעבודה זו תתחבר למהות ההוראה, כפי שאלברט איינשטיין כבר אמר לפני עשרות שנים: **"אני אף פעם לא מלמד את הסטודנטים שלי, אני רק מנסה לייצר את התנאים שבהם יוכלו ללמוד".**

6. רשימת מקורות

אביטל, ח' (2016). **פיתוח מקצועי של מורים למתמטיקה העוסק בידע ובפרקטיקה של תכנון שיעור וביצועו בסביבה טכנולוגית בגישה היפנית** (חיבור לשם קבלת תואר דוקטור). אוניברסיטת בר אילן, רמת גן.

אטד, נ' (2009). חקר שיעור בתהליך: מודל לפיתוח מקצועי המוטמע בירושלים. **מספר חזק 2000**, **17**, 11–15. אוחזר מתוך https://ymath.haifa.ac.il/index.php?option=com_k2&view=item&id=2276:mispar-chazak-2000-issue17-atad

בוזו-שוורץ, מ' ובניה, י' (2013). למידה בקבוצות קטנות: לומדים לדבר ומדברים ללמוד. **הד החינוך, פ"ז**(7), 120–121.

לביא, ע' וספרד, א' (2016). עצמים מדיבורים: כיצד ילדים קטנים יוצרים מספרים בתוך שיח**. כתב עת למחקר ולעיון בחינוך מתמטי, 4**, 22–67.

לפסטיין, א' וגלייזר, ג' (2012). הוראה שאפתנית: סיכויים וסיכונים. **הד החינוך, פ"ו**(4), 82–83.

משרד החינוך. (1975). **חוזר מנכ"ל מיוחד ו' (התשנ"ה)**. אוחזר מתוך https://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Sherut/Takanon/Perek3/Hagdara/

משרד החינוך. (2003). טיפוח תקשורת בין-אישית כקדימות בתכנית הפעילות הבית-ספרית. **ניהול שיח: חוברת תשיעית**. אוחזר מתוך https://cms.education.gov.il/educationcms/applications/mankal/arc/sc9h9_4_12.htm

משרד החינוך והתרבות, האגף לתכנון ופיתוח תוכניות לימודים. (התשס"ו, 2006). **תוכנית הלימודים במתמטיקה לכיתות א-ו בכל המגזרים**. ירושלים: הוצאת מעלות.

משרד החינוך. (2011). **קווים מנחים לתכנון שיעור מתמטיקה ולהערכתו**. אוחזר מתוך http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/

משרד החינוך. (2014). **משהו טוב קורה עכשיו: אבני דרך בלמידה משמעותית**. אוחזר מתוך https://cms.education.gov.il/NR/rdonlyres/126241AF-D044-42EA-BF7B-7660760C7263/193744/MashehuTovKoreAcshaiv.pdf

משרד החינוך. (2019א). **חינוך הטרוגני: איך לעשות חינוך מצוין במציאות של שונות – מחקר וידע בחינוך**. אוחזר מתוך /https://rd.education.gov.il/חינוך-הטרוגני-איך-לעשות-חינוך-מצוין-במציאות-של-שונות

משרד החינוך. (2019ב). **לימודי המתמטיקה בחינוך הקדם-יסודי והיסודי: חוזר מנכ"ל**. אוחזר מתוך https://apps.education.gov.il/Mankal/Horaa.aspx?siduri=293

ספרד, א' (2021). רוטינות מורה כאבני דרך של תהליך ההוראה [הרצאה]. כנס פרקטיקות הוראה: הזדמנויות ואתגרים, אוניברסיטת חיפה.שרן, ש' ושי, ד' (1998). **סקירת מחקר: למידה שיתופית –**

השפעתם של תגמולים אישיים או קבוצתיים. אוחזר מתוך
http://www.amalnet.k12.il/sites/hadshanut/articles/had00106.asp?title=%ED%E9%F8%E1%E7%EE %E7%FA%F4%EE

Adams, G., & Engelmann, S. (1996). *Research on direct instruction: 25 years beyond DISTAR*. Seattle, WA: Educational Achievement Systems.

Akiba, M., & Wilkinson, B. (2016). Adopting an international innovation for teacher professional development: State and district approaches to lesson study in Florida. *Journal of Teacher Education*, *67*(1), 74–93. https://doi.org/10.1177%2F0022487115593603

Baker, C. (2003). *Cultural studies: Theory and practice*. London: Sage Publications.

Ball, D. L. (2000). Working on the inside: Using one's own practice as a site for studying teaching and learning. In A. E. Kelly & R. Lesh (Eds.), *Handbook of research design in mathematics and science education* (pp. 365–402). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Ball, D. L. (2001). Teaching, with respect to mathematics and students. In B. S. & W. Wood, T., Nelson (Eds.), Beyond classical pedagogy: Teaching elementary school mathematics (pp. 11–22). Mahwah, NJ: Erlbaum. https://doi.org/10.4324/9781410612335-8

Ball, D. L., Hill, H. C., & Bass, H. (2005). Knowing mathematics for teaching: Who knows mathematics well enough to teach third grade, and how can we decide? *American Educator*, *29*(3), 14–46.

Ball, D. L., Sleep, L., Boerst, T. A. A., & Bass, H. (2009). Combining the development of practice and the practice of development in teacher education. *The Elementary School Journal*, *109*(5), 458–474. https://doi.org/10.1086/596996

Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, *59*(5), 389–407. https://doi.org/10.1177/0022487108324554

Bartell, T. G., Webel, C., Bowen, B., & Dyson, N. (2013). Prospective teacher learning: Recognizing evidence of conceptual understanding. *Journal of Mathematics Teacher Education*, *16*(1), 57–79. https://doi.org/10.1007/s10857-012-9205-4

Berlin, D. F. (1989). The integration of science and mathematics education: Exploring the literature. *School Science and Mathematics*, *89*(1), 73–80.

Bernstein, P. A. (2003). Applying model management to classical meta data problems. *Proceedings of the 2003 CIDR Conference* (pp. 209–220). Asilomar, CA.

Boaler, J., & Humphreys, C. (2005). *Connecting mathematical ideas: Middle school video cases to support teaching and learning*. Portsmouth, NH: Heinemann.

Borko, H. (2004). Professional development and teacher learning: Mapping the terrain. *Educational Researcher*, *33*(8), 3–15.

Borko, H., Jacobs, J., Eiteljorg, E., & Pittman, M. E. (2008). Video as a tool for fostering productive discussions in mathematics professional development. *Teaching and Teacher Education*, *24*(2), 417–436. https://doi.org/10.1016/j.tate.2006.11.012

Bossé, M. J., & Bahr, D. L. (2008). The state of balance between procedural knowledge and conceptual understanding in mathematics teacher education. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*, *October*(801), 1–28. http://hdl.lib.byu.edu/1877/2880

Boston, M. D., & Smith, M. (2009). Transforming secondary mathematics teaching: Increasing the cognitive demands of instructional tasks used in teachers' classrooms. *Journal for Research in Mathematics Education*, *40*(2), 119–156.

Bragg, L. A., Herbert, S., Loong, E. Y. K., Vale, C., & Widjaja, W. (2016). Primary teachers notice the impact of language on children's mathematical reasoning. *Mathematics Education Research Journal*, *28*(4), 523–544. https://doi.org/10.1007/s13394-016-0178-y

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, *3*(2), 77–101.

Caduri, G., & Heyd-Metzuyanim, E. (2015). Is collaboration across incommensurable theories in mathematics education possible? *Philosophy of Mathematics Education*, *29*, 1–17.

Cazden, C. B. (2001). *Classroom discourse: The language of learning and teaching*. Portsmouth, NH: Heinemann.

Chan, M. C. E., & Clarke, D. (2017). Learning research in a laboratory classroom: Complementarity and commensurability in juxtaposing multiple interpretive accounts comparability as a challenge in learning research. In T. Dooley & D. Gueudet (Eds.), *Proceedings of the 10th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME10)* (pp. 2713–2720). Dublin.

Chapman, O. (2013). Mathematical-task knowledge for teaching. *Journal of Mathematics Teacher Education*, *16*(1), 1–6. https://doi.org/10.1007/s10857-013-9234-7

Chin, C. (2007). Teacher questioning in science classrooms: Approaches that stimulate productive thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, *44*(6), 815–843. https://doi.org/10.1002/tea.20171

Cohen, D. K. (1990). A revolution in one classroom: The case of Mrs. Oublier. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, *12*(3), 311–329. https://doi.org/10.2307/1164355

Cohen, E. G., Lotan, R. A., Scarloss, B. A., & Arellano, A. R. (1999). Complex instruction: Equity in cooperative learning classrooms. *Theory Into Practice*, *38*(2), 80–86. https://doi.org/10.1080/00405849909543836

Cooper, J. (2014). Mathematical discourse for teaching: A discursive framework for analyzing professional development. *Proceedings of the Joint Meeting of PME*, *38*(2), 337–344.

Cooper, J., & Karsenty, R. (2018). Can teachers and mathematicians communicate productively? The case of division with remainder. *Journal of Mathematics Teacher Education*, *21*(3), 237–261.

Costa, A. L. (2001). *Developing minds: A resource book for teaching thinking* (3rd ed., Vol. 37). Alexandria, VA: ASCD.

Costa, A. L., & Kallick, B. (2018). Creating a culture of mindfulness at work. *Learning and Leading with Habits of Mind*, *16*, 271–290.

Cramer, D., & Howitt, D. (2004). *The SAGE dictionary of statistics*. London: Sage Publications.

Creswell, J. W. (2003). *Research design qualitative quantitative and mixed methods approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Creswell, J. W. (2009). Editorial: Mapping the field of mixed methods research. *Journal of Mixed Methods Research*, *3*(2), 95–108. https://doi.org/10.1177%2F1558689808330883

Desimone, L. M. (2009). Improving impact studies of teachers' professional development: Toward better conceptualizations and measures. *Educational Researcher*, *38*(3), 181–199.

Doyle, W. (1981). Research on classroom contexts. *Journal of Teacher Education, 32*(6), 3–6. https://doi.org/10.1177/002248718103200602

Fernandez, C., & Yoshida, M. (2004). *Lesson study: A Japanese approach to improving mathematics teaching and learning*. Thousand Oaks, CA: Routledge.

Green, D. O. (2007). Using qualitative methods to assess academic success and retention programs for underrepresented minority students. *New Directions for Institutional Research, 136*, 41–53. https://doi.org/10.1002/ir.230

Greene, J. C., Kreider, H., & Mayer, E. (2005). Combining qualitative and quantitative methods in social inquiry. In B. Somekh & C. Lewin (Eds.), *Research methods in the social sciences* (pp. 275–282). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Guskey, T. R. (2002). Professional development and teacher change. *Teachers and Teaching: Theory and Practice, 8*(3), 381–391. https://doi.org/10.1080/135406002100000512

Hattie, J. (2008). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. London & New York: Routledge.

Henning, J. (2007). *The Art of discussion-based teaching: Opening up conversation in the classroom*. New York: Routledge.

Herbert, S. (2014). A framework for teachers' knowledge of mathematical reasoning. In J. Anderson, M. Cavanagh & A. Prescott (Eds.). *Curriculum in focus: Research guided practice: Proceedings of the 36th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia* (pp. 702–705). Sydney: MERGA.

Hertz-Lazarowitz, R., & Zelniker, T. (1995). Cooperative learning in Israel: Historical, cultural and educational perspectives. *International Journal of Educational Research, 23*(3), 267–281. https://doi.org/10.1016/0883-0355(95)93613-Z

Heyd-Metzuyanim, E. (2013). The co-construction of learning difficulties in mathematics-teacher-student interactions and their role in the development of a disabled mathematical identity. *Educational Studies in Mathematics, 83*(3), 341–368. https://doi.org/10.1007/s10649-012-9457-z

Heyd-Metzuyanim, E. (2015). Vicious cycles of identifying and mathematizing: A case study of the development of mathematical failure. *Journal of the Learning Sciences, 24*(4), 504–549. https://doi.org/10.1080/10508406.2014.999270

Heyd-Metzuyanim, E. (2019a). Changing teaching practices towards explorative mathematics instruction: The interweaving of teacher identity and pedagogical discourse. *Teaching and Teacher Education, 86*. https://doi.org/10.1016/j.tate.2019.06.016

Heyd-Metzuyanim, E. (2019b). Dialogue between discourses: Beliefs and identity in mathematics education. *For the Learning of Mathematics, 39*(3), 2–8.

Heyd-Metzuyanim, E., & Graven, M. (2016). Between people-pleasing and mathematizing: South African learners' struggle for numeracy. *Educational Studies in Mathematics, 91*(3), 349–373.

Heyd-Metzuyanim, E., Munter, C., & Greeno, J. G. (2018). Conflicting frames: A case of misalignment between professional development efforts and a teacher's practice in a high school mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics, 97*(1), 21–37. https://doi.org/10.1007/s10649-017-9777-0

Heyd-Metzuyanim, E., Nachlieli, T., Weingarden, M., & Baor, R. (2020). Adapting a professional development program for cognitively demanding instruction across shifting contexts. *Educational Studies in Mathematics, 104*(3), 385–403. https://doi.org/10.1007/s10649-020-09967-y

Heyd-Metzuyanim, E., & Shabtay, G. (2019). Narratives of 'good' instruction: Teachers' identities as drawing on exploration vs. acquisition pedagogical discourses. *ZDM, 51*(3), 541–554. https://doi.org/10.1007/s11858-018-01019-3

Heyd-Metzuyanim, E., Smith, M., Bill, V., & Resnick, L. B. (2016). Change in teachers' practices toward explorative instruction. In T. E. Hodges, G. J. Roy, & A. M. Tyminski (Eds.), *Proceedings of the 40th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (pp. 393–400). Greenville, SC: University of South Carolina & Clemson University.

Heyd-Metzuyanim, E., Smith, M., Bill, V., & Resnick, L. B. (2019). From ritual to explorative participation in discourse-rich instructional practices: A case study of teacher learning through professional development. *Educational Studies in Mathematics, 101*(2), 273–289. https://doi.org/10.1007/s10649-018-9849-9

Heyd-Metzuyanim, E., Tabach, M., & Nachlieli, T. (2016). Opportunities for learning given to prospective mathematics teachers: Between ritual and explorative instruction. *Journal of*

Mathematics Teacher Education, 19(6), 547–574. https://doi.org/10.1007/S10857-015-9311-1

Hiebert, J., Carpenter, T. P., Fennema, E., Fuson, K., Human, P., Murray, H., … Wearne, D. (1996). Problem solving as a basis for reform in curriculum and instruction: The case of mathematics. *Educational Researcher*, *25*(4), 12–21. https://doi.org/10.2307/1176776

Hiebert, J., & Grouws, D. A. (2007). The effects of classroom mathematics teaching on students' learning. *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, *1*, 371–404.

Hiebert, J., & Lefevre, P. (2013). Conceptual and procedural knowledge in mathematics: An introductory analysis. In J. Hiebert (Ed.), *Conceptual and procedural knowledge: The case of mathematics* (pp. 1–28). New York: Taylor and Francis.

Hill, H. C., Blunk, M. L., Charalambous, C. Y., Lewis, J. M., Phelps, G. C., Sleep, L., & Ball D. L. (2008). Mathematical knowledge for teaching and the mathematical quality of instruction: An exploratory study. *Cognition and Instruction*, *26*(4), 430–511. https://doi.org/10.1080/07370000802177235

Hill, H. C., & Charalambous, C. Y. (2012). Teaching (un)connected mathematics: Two teachers' enactment of the Pizza problem. *Journal of Curriculum Studies*, *44*(4), 467–487. http://dx.doi.org/10.1080/00220272.2012.716972

Holland, D. C., Lachicotte, W. S., Skinner, D., & Cain, C. (1998). *Identity and agency in cultural worlds*. Boston: Harvard University Press.

Hoover, M., Mosvold, R., Ball, D. L., & Lai, Y. (2016). Making progress on mathematical knowledge for teaching. *Mathematics Enthusiast*, *13*(1–2), 3–34.

Isoda, M., Stephens, M., Ohara, Y., & Miyakawa, T. (2007). Japanese lesson study in mathematics. In M. Isoda, M. Stephens, O. Yutaka, & M. Takeshi (Eds.), *World scientific* (pp. 1–16). New Jersey: World Scientific.

Jacobs, J., Seago, N., & Koellner, K. (2017). Preparing facilitators to use and adapt mathematics professional development materials productively. *International Journal of STEM Education*, *4*(1), 1–14. https://doi.org/10.1186/s40594-017-0089-9

Jakobsen, A., Fauskanger, J., Mosvold, R., & Bjuland, R. (2011). Comparison of item performance in a Norwegian study using US developed mathematical knowledge for teaching measures. In M. Pytlak, T. Rowland, & E. Swoboda (Eds.), *Proceedings of the Seventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 1802–1811). Poland: University of Rzeszo´w.

Kaya, S. (2014). Examining question type and the timing of IRE pattern in elementary science classrooms. *International Journal of Human Sciences*, *11*(1), 621–641. http://dx.doi.org/10.14687/ijhs.v11i1.2730

Kazemi, E. (1998). Discourse that promotes conceptual understanding. *European Physical Education Review*, *8*(3), 191–204.

Kazemi, E., Franke, M., & Lampert, M. (2009). Developing pedagogies in teacher education to support novice teachers ' ability to enact ambitious instruction developing pedagogies in teacher education to support novice. In R. Hunter, B. Bicknell, & T. Burgess (Eds.), *Crossing divides: Proceedings of the 32nd annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia* (Vol. 1, pp. 12–30). Palmerston North, NZ: MERGA.

Kennedy, M. M. (2010). Attribution error and the quest for teacher quality. *Educational Researcher*, *39*(8), 591–598.

Kennedy, M. M. (2016). How does professional development improve teaching? *Review of Educational Research*, *86*(4), 945–980. https://doi.org/10.3102%2F0034654315626800

Kieran C. (2013) The false dichotomy in mathematics education between conceptual understanding and procedural skills: An example from algebra. In K. Leatham (Ed.), *Vital directions for mathematics education research*. New York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6977-3_7

Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, *41*(2), 75–86. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1

Klette, K., & Blikstad-Balas, M. (2018). Observation manuals as lenses to classroom teaching: Pitfalls and possibilities. *European Educational Research Journal*, *17*(1), 129–146. https://doi.org/10.1177%2F1474904117703228

Kraft, M. A., & Hill, H. C. (2020). Developing ambitious mathematics instruction through web-based coaching: A randomized field trial. *American Educational Research Journal*, *57*(6), 2378–2414. https://doi.org/10.3102%2F0002831220916840

Kutaka, T. S., Smith, W. M., Albano, A. D., Edwards, C. P., Ren, L., Beattie, H. L., … Stroup, W. W. (2017). Connecting teacher professional development and student mathematics achievement. *Journal of Teacher Education*, *68*(2), 140–154. https://doi.org/10.1177%2F0022487116687551

Lampert, M. (1990). When the problem is not the question and the solution is not the answer: Mathematical knowing and teaching. *American Educational Research Journal*, *27*(1), 29–63. https://doi.org/10.3102%2F00028312027001029

Lampert, M. (2000). Knowing teaching: The intersection of research on teaching and qualitative research. *Harvard Educational Review, 70*(1), 86–99.

Lampert, M., Franke, M. L., Kazemi, E., Ghousseini, H., Turrou, A. C., Beasley, H., … Crowe, K. (2013). Keeping it complex: Using rehearsals to support novice teacher learning of ambitious teaching. *Journal of Teacher Education*, *64*(3), 226–243. https://doi.org/10.1177%2F0022487112473837

Lavie, I., Steiner, A., & Sfard, A. (2019). Routines we live by: From ritual to exploration. *Educational Studies in Mathematics*, *101*(2), 153–176.

Lewis, C., & Perry, R. (2014). Lesson study with mathematical resources: A sustainable model for locally-led teacher professional learning. *Mathematics Teacher Education & Development*, *16*(1), 99–116.

Lewis, C., & Perry, R. (2017). Lesson study to scale up research-based knowledge: A randomized, controlled trial of fractions learning. *Journal for Research in Mathematics Education*, *48*(3), 261–299.

Lewis, C., & Tsuchida, I. (1997). Planned educational change in Japan: The case of elementary science instruction. *Journal of Education Policy*, *12*(5), 313–331. https://doi.org/10.1080/0268093970120502

Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Newbury Park, CA: Sage Publications.

Mehan, H. (1979). *Learning lessons: Social organization in the classroom*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Mercer, N. (2008). Talk and the development of reasoning and understanding. *Human Development, 51*(1), 90–100. http://dx.doi.org/10.1159/000113158

Merriam, S. B. (1998). *Qualitative research and case study applications in education*. San Francisco: Jossey-Bass.

Michaels, S., & O'Connor, C. (2015). Conceptualizing talk moves as tools: Professional development approaches for academically productive discussion. In L. B. Resnick, C. S. C. Asterhan, & S. N. Clarke (Eds.), *Socializing intelligence through academic talk and dialogue* (pp. 347–362). Washington, DC: American Educational Research Association.

Michaels, S., O'Connor, C., & Resnick, L. B. (2008). Deliberative discourse idealized and realized: Accountable talk in the classroom and in civic life. *Studies in Philosophy and Education*, *27*(4), 283–297. https://doi.org/10.1007/s11217-007-9071-1

Mishal, A., & Patkin, D. (2016). Contribution of mathematics in-service training course to the professional development of elementary school teachers in Israel. *Teacher Development, 20*(2), 253–274. https://doi.org/10.1080/13664530.2016.1138997

Nachlieli, T., & Heyd-Metzuyanim, E. (2021). Commognitive conflicts as a learning mechanism towards explorative pedagogical discourse. *Journal of Mathematics Teacher Education*.

Nachlieli, T., & Tabach, M. (2012). Growing mathematical objects in the classroom: The case of function. *International Journal of Educational Research, 51–52*, 10–27. https://doi.org/10.1016/j.ijer.2011.12.007

Nachlieli, T., & Tabach, M. (2019). Ritual-enabling opportunities-to-learn in mathematics classrooms. *Educational Studies in Mathematics, 101*(2), 253–271. https://doi.org/10.1007/s10649-018-9848-x

Nickerson, R. S., Perkins, D. N., & Smith, E. E. (2014). The teaching of thinking. New York: Taylor and Francis. https://doi.org/10.4324/9781315792538

Nystrand, M., & Gamoran, A. (1991). Instructional Discourse, student engagement, and literature achievement. *Research in the Teaching of English, 25*(3), 261–290.

O'Connor, C., Michaels, S., & Chapin, S. (2015). "Scaling down" to explore the role of talk in learning: From district intervention to controlled classroom study. In L.B. Resnick, C.

Asterhan, & S. N. Clarke (Eds.), *Socializing intelligence through academic talk and dialogue* (pp. 111–126). Washington DC: American Educational Research Association.

Rabionet, S. E. (2011). How I learned to design and conduct semi-structured interviews: An ongoing and continuous journey. *Qualitative Report, 16*(2), 563–566. https://doi.org/10.46743/2160-3715/2009.2850

Resnick, L. B. (1987). *Education and learning to think*. Washington, DC: National Academies Press. https://doi.org/10.17226/1032

Resnick, L. B., Michaels, S., & O'Connor, M. (2010). How (well-structured) talk builds the mind. In R. J. Sternberg & D. D. Preiss (Eds.), *Innovations in educational psychology: Perspectives on learning, teaching, and human development* (pp. 163–194). New York: Springer Publishing Company.

Richardson, V. (1990). Significant and worthwhile change in teaching practice. *Educational Researcher*, *19*(7), 10–18. https://doi.org/10.3102/0013189X019007010

Rittle-Johnson, B., & Schneider, M. (2015). Developing conceptual and procedural knowledge of mathematics. In R. Cohen Kadosh & A. Dowker (Eds.), *Oxford handbook of numerical cognition* (Vol. 1, pp. 1102–1118). Nashville: Oxford University Press.

Rowe, M. B. (1974). Relation of wait-time and rewards to the development of language, logic, and fate control: Part II-Rewards. *Journal of Research in Science Teaching*, *11*(4), 291–308. https://doi.org/10.1002/tea.3660110403

Santagata, R., Kersting, N., Givvin, K. B., & Stigler, J. W. (2011). Problem implementation as a lever for change: An experimental study of the effects of a professional development program on students' mathematics learning. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, *4*(1), 1–24. https://doi.org/10.1080/19345747.2010.498562

Schoenfeld, A. H. (2014). What makes for powerful classrooms, and how can we support teachers in creating them? A story of research and practice, productively intertwined. *Educational Researcher*, *43*(8), 404–412. https://doi.org/10.3102/0013189X14554450

Seel, N. M. (2012). Experimental and quasi-experimental designs for research on learning. In *Encyclopedia of the Sciences of Learning* (pp. 1223–1229). Boston, MA: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6_716

Sfard, A. (2008). *Thinking as communicating: Human development, the growth of discourses, and mathematizing*. Cambridge: Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511499944

Sfard, A. (2016). Ritual for ritual, exploration for exploration. In J. Adler & A. Sfard (Eds.), *Research for educational change* (pp. 41–63). New York: Routledge.

Sfard, A., & Lavie, I. (2005). Why cannot children see as the same what grown-ups cannot see as different?— Early numerical thinking revisited. *Cognition and Instruction, 23*(2), 237–309. https://doi.org/10.1207/s1532690xci2302_3

Shriki, A., & Patkin, D. (2016). Elementary school mathematics teachers' perception of their professional needs. *Teacher Development, 20*(3), 329–347. https://doi.org/10.1080/13664530.2016.1155476

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher, 15*(2), 4–14. https://doi.org/10.2307/1175860

Skemp, R. R. (1976). Relational understanding and instrumental understanding. *Mathematics Teaching in the Middle School*, *12*(2), 88–95.

Slavin, R. E., & Lake, C. (2008). Effective programs in elementary mathematics: A best-evidence synthesis. *Review of Educational Research, 78*(3), 427–515. https://doi.org/10.3102/0034654308317473

Smith, M., & Stein, M. K. (1998). Selecting and creating mathematical tasks: From research to practice. *Mathematics Teaching in the Middle School, 3*(5), 344–350. https://doi.org/10.5951/MTMS.3.5.0344

Smith, M., & Stein, M. K. (2011). *5 Practices for orchestrating productive mathematics discussions*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Snell, J., & Lefstein, A. (2017). Low ability, participation and identity in dialogic classrooms. *American Educational Research Journal, 20*(10), 1–39. https://doi.org/10.3102/0002831217730010

Spillane, J. P., & Zeuli, J. S. (1999). Reform and teaching: Exploring patterns of practice in the context of national and state mathematics reforms. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, *21*(1), 1–27. https://doi.org/10.3102/01623737021001001

Stake, R. E. (2005). Qualitatitive case studies. In N. K. Denzin & Y. K. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research* (2nd ed., pp. 443–466). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Stake, R. E. (2013). *Multiple case study analysis*. New York: Guilford Press.

Stein, M. K., Correnti, R., Moore, D., Russell, J. L., & Kelly, K. (2017). Using theory and measurement to sharpen conceptualizations of mathematics teaching in the common core era. *AERA Open*, *3*(1), 233285841668056. https://doi.org/10.1177/2332858416680566

Stein, M. K., Engle, R. A., Smith, M., & Hughes, E. K. (2008). Orchestrating productive mathematical discussions: Five practices for helping teachers move beyond show and tell. *Mathematical Thinking and Learning*, *10*(4), 313–340. https://doi.org/10.1080/10986060802229675

Stein, M. K., Grover, B. W., & Henningsen, M. (1996). Building student capacity for mathematical thinking and reasoning: An analysis of mathematical tasks used in reform classrooms. *American Educational Research Journal*, *33*(2), 455–488. https://doi.org/10.2307/1163292

Stein, M. K., & Lane, S. (1996). Instructional tasks and the development of student capacity to think and reason: An analysis of the relationship between teaching and learning in a reform mathematics project. *Educational Research and Evaluation*, *2*(1), 50–80. https://doi.org/10.1080/1380361960020103

Stein, M. K., & Smith, M. (1998). Mathematical tasks as a framework for reflection: From research to practice. *Mathematics Teaching in the Middle School*, *3*(4), 268–275. https://doi.org/10.5951/MTMS.3.4.0268

Stein, M. K., Smith, M., Henningsen, M., & Silver, E. (2000). *Implementing standards-based mathematics instruction: A case book for professional development*. New York: Teachers College Press. https://doi.org/10.5860/choice.38-1691

Stigler, J. W., & Hiebert, J. (1999). Teaching is a cultural activity. In *The teaching gap: Best ideas from the worlds' teachers for improving education in the classroom* (pp. 85–96). New York: Free Press.

Stigler, J. W., & Hiebert, J. (2004). Improving mathematics teaching. *Educational Leadership*, *61*(5), 12–17.

Tabach, M. (2011). The dual role of researcher and teacher: A case study. *For the Learning of Mathematics*, *31*(2), 32–34. http://dx.doi.org/10.2307/41319564

Tekkumru-Kisa, M., Stein, M. K., & Doyle, W. (2020). Theory and research on tasks revisited: Task as a context for students' thinking in the era of ambitious reforms in mathematics and science. *Educational Researcher*, *49*(8), 606–617. https://doi.org/10.3102%2F0013189X20932480

Tobin, K. (1987). The role of wait time in higher cognitive level learning. *Review of Educational Research*, *57*(1), 69–95. https://doi.org/10.3102/00346543057001069

Van Es, E. A. (2012). Examining the development of a teacher learning community: The case of a video club. *Teaching and Teacher Education*, *28*(2), 182–192. https://doi.org/10.1016/j.tate.2011.09.005

Wenger, E. (2000). Communities of practice: Learning as a social system. *The Systems Thinker*, *9*(5), 2–3.

Wilkinson, S., & Kitzinger, C. (2013, June 17). Representing our own experience: Issues in "Insider" research. *Psychology of Women Quarterly*, *37*(2), 251–255. https://doi.org/10.1177/0361684313483111

Woods, P. (1996). *Researching the art of teaching: Ethnography for educational use*. London: Routledge.

Yin, R. K. (2003). *Case study research design and methods*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Yin, R. K. (2009). *Applied social research methods. Case study research: Design and methods*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

7. נספחים

7.1.נספח 1 - תכני השתלמות שנה א'

מספר מפגש	תאריך	תכנים- שנה א'-כותרות של המצגות, מילות מפתח ופרקטיקות שנדונו במפגש.
1	6.11.16	דיון מתמטי ככלי לקידום הלמידה: מהם המאפיינים לדיון המתמטי וכיצד ניתן ליישום בכיתה. הכרות עם חמש הפרקטיקות: הסבר על כל פרקטיקה והדרכים ליישום. עיסוק במשימה מסח"ג: משימת הריבועים (נספח 7.1) הצגת פתרונות, רעיונות המתמטיים הנובעים מהם וקשיי תלמידים
2	4.12.17	כלים לעידוד דיון מתמטי בכיתה כמו ה-'שיח המחויב' (Accountable Talk –AT) דיון בעקרונות השיח המחויב, היגדים לקידום השיח ודיון בשיעור. צפייה בסרטון הממחיש את דרך היישום של ההיגדים. עיסוק במשימה מסח"ג: משימת הכפתורים. דרכי פתרון, רעיונות מתמטיים וקשיי תלמידים.
3	8.1.17	דגשים לשיעור חקירתי: ההמשגה וההתמודדות. מיון מגוון משימות לפי רמות חשיבה: מאפייני ארבע רמות החשיבה. דיון בקבוצות ובמליאה להערכת רמת החשיבה בכל משימה. מתוך משימות אלו המורים התבקשו לבחור משימה לביצוע בכיתה.
4	5.2.17	חמש הפרקטיקות בדגש על פרקטיקות: ציפיות וניתור. מהלכים לעידוד השיח (Talk moves) דוגמאות של המורות מהשטח. עיסוק במשימה מסח"ג: משימת המשושים: דרכי פתרון, רעיונות מתמטיים .
5	5.3.17	פרקטיקת העבודה בכיתה בקבוצות למידה: דיון בתובנות של המורים מההתנסויות כמו עבודה בקבוצות, הרכב הקבוצות. עיסוק במשימה מסח"ג: משימת הסוכריות- יחס. דרכי פתרון ורעיונות מתמטיים.
6	4.17	הכנת עבודה (מפגש וירטואלי א-סינכרומי)- ניתוח שיעור לפי חמש הפרקטיקות
7	23.4.17	משימות מתמטיות: שמירה על הרמה הקוגניטיבית של משימה בכל שלבי עבודה עם משימה. השלבים הם המשימה הכתובה כפי שהיא מופיעה, בשלב המסירה לתלמיד ועד לשלב שבו התלמיד מתמודד עם המשימה בכיתה. עיסוק במשימה מסח"ג: משימת הסולמות
8	7.5.17	מפגש מסכם. דיון בלמידת המורים בתום שנת הלמידה והיישום של הפרקטיקות.

7.2.נספח 2 – תכני השתלמות שנה ב'

מספר מפגש	תאריך	תכנים – שנה ב'
1	29.10.17	חמש הפרקטיקות (חזרה). עקרונות המשגה והתמודדות תלמידים כמפתח להוראה אופטימלית. ארבעת סגנונות ההוראה לפי הרבעונים. כיצד ניתן לאתגר חשיבת תלמידים? ניתוח שיעור מצולם מט"ח לפי התמודדות והמשגה. משימה מסח"ג: חיבור מספרים זוגיים יצירת תבניות והכללות.
2	18.11.17	המשגה לפי המחוון. צפייה בשיעור של מורה מכיתה ח' שהשתתפה בהשתלמות מחשב"ה חטיבה. דיון בעקבות צפייה על ההמשגה. משימות מסח"ג: ומשימה ה-S (דגמים צומחים) ושרשראות משימה מותאמת של דגמים צומחים לכיתות נמוכות.
3	24.12.17	מיומנויות המאה ה-21. עבודה בקבוצות מיון משימות לפי ארבעת רמות החשיבה. דיון בדרכים לשמירת הרמה הקוגניטיבית של משימה מתוך המאמר של סטיין וסמיט (Stein & Smith, 1998). שאלות מקדמות הבנה ולמידה. משימות מסח"ג: ט"ו בשבט- בעיה מילולית מורכבת הדורשת ארגון נתונים ופתרון בעזרת הצבות המותאם לתלמידים ביסודי. סדרה צומחת של משולשים.
4	28.1.18	ניתוחי שיעור לפי מחוון התמקדות בקריטריונים: רמה קוגניטיבית של המשימה, המשגה והמתמודדות. הניתוח התבצע על שיעורים המצולמים של המורים. משימות מסח"ג: חרוזים: מיצוי אפשרויות ומשולש פסקל לאיתור חוקיות.
5	23.2.18	המשך של ניתוחי שיעור לפי מחוון צפייה בשיעור מצולם (מתוך אתר מט"ח) קידוד לפי הקריטריונים: משימה, המשגה, התמודדות, דיון. משימה מסח"ג כוכב אומגה: מיצוי אפשרויות- דיון בפתרונות
6	15.4.18	ניתוחי שיעור לפי מחוון הרחבה לקריטריונים: קישור וגיבוש, חשיפת חשיבת תלמידים, נורמות שיח. ניתוח שיעור מצולם של מורה משתלמת לפי קריטריוני דיון. משימה מסח"ג משימת ארנבים: דיון בפתרונות למיצוי אפשרויות לשטח בעל ההיקף הגדול ביותר (קשר בין שטחים להיקפים).
7	13.5.18	צפייה משותפת בשיעור של מורה משתלמת לנתח פרקטיקות ומאפיינים. משימה מסח"ג משימת הקוביה: חישוב של שטחים מורכבים.דיון בפתרונות ובקשיי תלמידים.

7.3.נספח 3 - נתוני משתתפי המחקר

*כדי להימנע מזיהוי המורים רמת הותק חולקה לשלוש קבוצות: 0-10, 11-20 ו-20-30

ותק	מגדר	מגזר	שנת השתתפות	כיתות לימוד	ס״א**
20-30	נ	ממלכתי	א׳	ו׳	גבוה
0-10	ז	ממלכתי	א׳	ד׳	גבוה
0-10	נ	ממלכתי	ב׳	ד׳	נמוך
0-10	נ	ממלכתי	א׳	ו׳	גבוה
0-10	ז	חינוך מיוחד	א׳	ה׳	נמוך
20-30	נ	ממלכתי	א׳-ב׳	ג׳-ד׳	נמוך
0-10	נ	ממלכתי	ב׳	ד׳	גבוה
0-10	נ	ממלכתי	א׳-ב׳	ה׳, ב׳	גבוה
20-30	נ	ממלכתי	א׳-ב׳	ה׳	גבוה
0-10	נ	ממלכתי	א׳-ב׳	ה׳	נמוך
20-30	נ	ממלכתי	א׳	ג׳	גבוה
20-30	נ	ממלכתי	א׳-ב׳	ג׳-ד׳	גבוה
0-10	נ	חינוך מיוחד	א׳	ה׳	נמוך
10-20	נ	ממלכתי דתי	א׳	ו׳	משולב
20-30	נ	ממלכתי	א׳-ב׳	ה׳-ו׳	נמוך
0-10	נ	ממלכתי	א׳-ב׳	ד׳-ה׳	נמוך
0-10	נ	ממלכתי דתי	א׳	ג׳	משולב
20-30	נ	ממלכתי	א׳	ה׳	גבוה
0-10	נ	ממלכתי	א׳	ג׳	גבוה
20-30	נ	ממלכתי	א׳-ב׳	ה׳-ו׳	גבוה
0-10	נ	ממלכתי	ב׳	ד׳	גבוה
10-20	נ	ממלכתי	ב׳	ד׳	גבוה
10-20	נ	ממלכתי	א׳, ב׳	ה׳-ו׳	גבוה
10-20	נ	ממלכתי	ב׳	ה׳	גבוה
20-30	נ	ממלכתי דתי	ב׳	ה׳	נמוך
20-30	נ	ערבי	א׳	ו׳	נמוך
0-10	ז	ממלכתי	א׳	ה׳	גבוה
20-30	נ	ערבי	א׳	ד׳	נמוך
0-10	ז	ממלכתי	ב׳	ד׳	גבוה

**ס״א- מצב סוציו אקונומי של תלמידי בית הספר על פי דיווחי המורים

7.4.נספח 4 - מחוון הרבעונים

קידוד וידאו

חלק ראשון : פרטים כלליים וחלוקת השיעור

1. חלוקת השיעור : אם יש הרבה משימות קטנות הקשורות זו בזו לא מחלקים את השיעור. או אם ההקניה קשורה לתרגול/ למשימות הניתנות לתלמידים בעקבותיה לא מחלקים את השיעור. נחלק את השיעור גם כאשר יש מעבר ברור של המורה לחלק אחר באותו הנושא.
2. אם יש שני שיעורים נפרדים (המורה/תלמידים לבושים אחרת) שעוסקים באותה המשימה, מקודדים כשיעור יחיד. כאשר המשימה שהחלה בשיעור הראשון מסתיימת, השיעור נחשב כהסתיים.

שם המקודד : ______________________________________

תאריך בו הקידוד הושלם :______________________________

שם הקובץ בוידאו : ___________________________________

כיתה : _________ נושא :_______________________________

משך השיעור *מתחילתו ועד סופו (בדקות)* : ______________

זהה ורשום בסדר כרונולוגי את המשימות המתמטיות בהם התלמידים התעסקו.

השלם את הטבלה עבור כל משימה.

שימו לב! משימת הוראה מוגדרת כפעילות שתכליתה היא למקד את תשומת לב התלמידים למושגים מתמטיים מסוימים, הבנה או פרוצדורה. משימת הוראה יכולה להכיל למשל שיעור מסוג : שיגור-חקירה-סיכום. דוגמאות לפעילות במהלך משימות הוראה שונות : התלמידים מגיעים לנוסחא עבור נפח, המורה מסביר לתלמידים כיצד ניתן לקבוע אם שני שברים שקולים ולאחר ההסבר התלמידים עובדים על סט של פריטים הקשורים להסבר או דיון כיתתי על השאלה : למה אנחנו צריכים מספרים שליליים?

חלק 2: קידוד כל משימה

משימה מספר____ נושא: ______________________________________

דרישות קוגניטיביות (3 שאלות)

הניקוד ניתן על תצפית ברוב התלמידים במשך מרבית זמן השיעור

שאלה מספר 1- Written:

זהה את סוג הדרישה הקוגניטיבית של המשימה **כפי שהיא מופיעה בחומר שניתן לתלמידים** (המשימה הכתובה).

1. אין דרישה לחשיבה מתמטית
2. זכרון
3. שימוש בפרוצדורה מבלי לקשר למשמעות, מושגים או הבנה
4. שימוש בפרוצדורה עם קשר למשמעות, מושגים או הבנה
5. עשייה מתמטית (פתרון בעיות, יצירת השערות, חיפוש אחר חוקיות, תבניות, בדיקת אילוצים, קבלת החלטות בדבר תקפות של תשובות או ההגיון שלהן, הבנה האם בעיה היא פתירה, הצדקת הפתרון, מתן הסבר ואיתגור)

הבהרות:

- אם אין משימה כתובה, או אם לא ניתן לשפוט על סמך המשימה הכתובה, קודד באותו הקוד של השיגור (שאלה 2).
- אם אין משימה כתובה ושלב שיגור המשימה שזור במהלך השיעור, קודד כמו הביצוע (שאלה 3)

שאלה מספר 2- Set up:

זהה את סוג הדרישה הקוגניטיבית של המשימה **כפי שמציב המורה לתלמידיו תוך כדי שיגור המשימה**

1. אין דרישה לחשיבה מתמטית
2. זכרון
3. שימוש בפרוצדורה מבלי לקשר למשמעות, מושגים או הבנה
4. שימוש בפרוצדורה עם קשר למשמעות, מושגים או הבנה
5. עשייה מתמטית (פתרון בעיות, יצירת השערות, חיפוש אחר חוקיות, תבניות, בדיקת אילוצים, קבלת החלטות בדבר תקפות של תשובות או ההגיון שלהן, הבנה האם בעיה היא פתירה, הצדקת הפתרון, מתן הסבר ואיתגור)

הבהרות:

- אם אין שיגור של המשימה והמשימה הכתובה אינה זמינה קודד אותו הדבר כמו במשימה הכתובה (שאלה 1)

- אם אין שיגור ולא ניתן לשפוט על סמך המשימה הכתובה, או שהיא אינה זמינה, קודד אותו הדבר כמו הביצוע (שאלה 3)
- אם שלב שיגור המשימה שזור במהלך השיעור, קודד כמו הביצוע (שאלה 3).
- קריאה של המשימה, הסבר של המשימה ואפילו נתינת כמה דוגמאות או קשרים לסיטואציות מחיי היומיום, לא נחשבים כמורידים את הדרישה הקוגניטיבית, כל עוד אין הכוונה לדרכי פתרון ספציפיות.

<u>שאלה מספר 3- Enactment:</u>

זהה את האופן שבו המשימה **בוצעה**.

1. נדרשה מעט או לא נדרשה כלל חשיבה מתמטית

2. זכרון

3. שימוש בפרוצדורה מבלי לקשר למשמעות, מושגים או הבנה

4. שימוש בפרוצדורה עם קשר למשמעות, מושגים או הבנה

5. עשייה מתמטית (פתרון בעיות, יצירת השערות, חיפוש אחר חוקיות, תבניות, בדיקת אילוצים, קבלת החלטות בדבר תקפות של תשובות או ההגיון שלהן, הבנה האם בעיה היא פתירה, הצדקת הפתרון, מתן הסבר ואיתגור)

99. חקר לא שיטתי ולא יעיל

הבהרות:

- יש לשים לב לכך שמדובר ב'רוב התלמידים רוב הזמן'
- יש לשים לב לכך שמדובר בביצוע של התלמידים ולא במה שהמורה מבצעת במהלך השיעור

<u>שאלה מספר 4- Complete:</u>

האם המשימה הושלמה?

0. לא
1. כן

<u>שאלה מספר 5- Concepts:</u>

תשומת לב מפורשת למושגים (אילו מושגים זמינים במרחב הפומבי?)

4. מושג אחד או יותר נידונים ו/או מוגדרים לעומק כאשר ניתנת **תשומת לב מפורשת** למושג במסגרת כיתתית (מליאה) הכוללת הסברים ו/או הבהרות והרחבות של מאפיינים קריטיים של המושג וקשרים לרעיונות ולפרוצדורות רחבות יותר בהיבט המתמטי. הקשרים כוללים גם אזכורים של פתרונות ודרכי פתרון שונות המופיעות בבעיות אחרות.

3. מושג אחד או יותר נידון ו/או מוגדר באופן חלקי כאשר ניתנת **תשומת לב מפורשת** למושג במסגרת כיתתית (מליאה). הסברים ו/או הרחבות של מאפיינים קריטיים של המושג לא מופיעים בצורה

שלמה ומדויקת, וקשרים לרעיונות ולפרוצדורות רחבות יותר בהיבט המתמטי ניכרים אך באופן חלקי וחלש.

2. מושג אחד או יותר מקבלים התייחסות במסגרת כיתתית (מליאה), אבל מאפיינים קריטיים של המושג לא מוסברים ו/או מובהרים ומפורטים, או שלא נידונים באופן נכון. קשרים (מעבר לאלו הקשורים לסיטואציות מחיי היומיום) חסרים או חלשים.
1. לא נידונים מושגים מתמטיים או שהמושגים לא מוגדרים באופן פומבי, או שהמושגים מוזכרים רק בשמם.

הבהרות:

- קודד "2" או "1" אם מאפיינים קריטיים של המושג חסרים או נידונים בצורה לא נכונה, תלוי בחומרת הטעות. אם ישנה טעות אחת לא קריטית עדיין ניתן לקודד "3", אבל סביר להניח שאם מופיעות כמה טעויות כאלו הקידוד יהיה "2".
- אם המתמטיקה מוגבלת לנושא מסוים או לפרוצדורה בלבד, קודד "1" מכיוון שאין נוכחות של מושגים.
- המושגים יכולים להפוך לפומביים על ידי המורה או התלמידים
- המושגים חייבים להיות מדוברים במסגרת כיתתית (מליאה) לכל התלמידים כדי להחשיב את הפריט הזה. ישנו מצב בו הדרישה הקוגניטיבית בביצוע המשימה היא גבוהה אבל יש המשגה נמוכה כיוון שההמשגה לא נעשית באופן פומבי, כלומר, במליאה.
- ישנה אפשרות שבה המשגה יכולה להיות פומבית ולא במסגרת כיתתית (מליאה / דיון כיתתי) כאשר המורה אומר את אותו הדבר לכל קבוצה/ תלמיד בכיתה.
- מושגים, רעיונות גדולים ("הצהרות מתמטיות של מושגים כלליים שהם מרכזיים לנושא מתמטי ומקושרים למספר רב של רעיונות מתמטיים קטנים יותר קוהרנטיים ואחידים")
- תכונות קריטיות = תכונות של מושג שבלעדיהן המושג לא קיים.
- מדד טוב למושגים הוא בדיקה אם מילות המפתח הקשורות למושג זה (לדוגמה, "מונה ומכנה" או "הרחבה וצמצום" מוזכרות בצורה מפורשת ולא רק מרומזת.

שאלה מספר 5 א׳- Errors:

האם המורה ביצע/ה **שגיאות מתמטיות** שלא תוקנו במהלך השיעור?

0. לא
1. כן

אלה 6- Struggle:

הזדמנויות להתמודדות של התלמידים עם המשימה

5. לתלמידים ניתנת הזדמנות לעבוד באופן אישי, בזוגות, או בקבוצות קטנות על משימות מורכבות שלא הראו להם קודם לכן כיצד ניתן לפתור אותן. המשימות מזמנות מגוון אסטרטגיות פתרון ו/או דרכי ייצוג. המורה תומך בחשיבת התלמידים (דרך פיגומים, תמיכה בתוכן המתמטי, הצעה לשימוש בעזרים) אבל הוא מאוד נזהר לא לבצע את החשיבה עבור התלמידים.
4. לתלמידים ניתנת הזדמנות לעבוד באופן אישי, בזוגות או בקבוצות קטנות על משימות מורכבות שלא הראו להם קודם לכן כיצד ניתן לפתור אותן. המשימות מזמנות מגוון אסטרטגיות פתרון ו/או דרכי ייצוג. המורה מדריך/מכוון את חשיבת התלמידים באופן ישיר יותר מאשר ברמה 5, אבל עדיין התלמידים נושאים ברוב האחריות לחשיבה.
3. משימות המספקות חשיבה בלתי מובנית ומסתעפת, כאשר בהמשך המורה אומר או מדריך את התלמידים באופן ישיר
2. במרחב מוגבל (שנוצר ומוגבל על ידי המורה או המשימה), התלמידים מתמודדים עם המשימה ומנסים להבין מה ה"תהליך הנכון" או ה"תשובה הנכונה", דבר שאיננו ברור מיידית.
1. לתלמידים אין הזדמנות להתמודד עם עשייה מתמטית משמעותית. המורה או המשימה אומרים להם כל מה שעליהם לדעת ולעשות על מנת לפתור את הבעיה.

הבהרות:

- "3" יכול להיות גם בתוך מסגרת כיתתית (מליאה). עם זאת, צריך להינתן לתלמידים זמן משמעותי לחשוב לבד.
- אם ניתנת לתלמידים הזדמנות לעבוד בנפרד, בזוגות או בקבוצות קטנות במשימות מורכבות שלא הראו להם קודם לכן כיצד ניתן לפתור אותן, אבל המורה **אינו** תומך בחשיבת התלמידים (למשל, באמצעות פיגומים, תמיכה בתוכן, כלים) קודד כמו "3".
- "2" מתרחש לעיתים לקראת סוף המשימה (למשל, משימות הניתנות לאחר הנחיה / הדגמה). יכול להתרחש גם כאשר תלמידים עובדים בקבוצות אבל המשימה נראית קלה עבורם או שאינה מספיק מאתגרת
- במידה וקשה לשמוע את דברי המורה עם הקבוצות/תלמידים **אבל** ניכר כי התלמידים עובדים ומתמודדים, המורה מקשיבה לדבריהם ובסופו של שיעור ישנן עדויות לכך שהפתרונות מגיעים מהתלמידים, ניתן לקודד 5 למרות שלא שומעים בבירור את האופן שבו המורה תומכת בחשיבת התלמידים.

שאלה מספר 6 א׳- "Save the Lesson" or "Time for Telling":

אם "3" היא תשובתך בשאלה 6. האם מדובר ב"הצלת השיעור"(1) או ב"זמן להסברים"(2)?

1. הצלת השיעור
2. זמן להסברים
3. אף אחד מהם

הבהרות:

- "זמן להסברים" יכול להתקיים גם כאשר התלמידים הם אלו שמסבירים או מציגים את תשובותיהם ולא רק המורה.
- במידה ותשובתך בשאלה 6 שונה מ "3", קודד "3" בשאלה 6 א'.

שאלה 7- Discourse:

נורמות השיח (יכול להיות גם שיח קבוצתי)

4. לפחות תלמיד אחד הציע רעיונות ואסטרטגיות לפתרון המבוססים על החשיבה וההגיון שלהם. המורה **ולפחות תלמיד אחד אחר** מקשיב ומגיב לרעיונות אלו
3. מספר תלמידים הציעו רעיונות ואסטרטגיות לפתרון המבוססים על החשיבה וההגיון שלהם. המורה מקשיב ומגיב לרעיונות ואסטרטגיות אלו.
2. השתתפות התלמידים כוללת תשובות על שאלות המורה והסבר קצר על הדרך בה הם פתרו את המשימה.
1. השתתפות התלמידים מוגבלת לתשובות קצרות לשאלות המורה (דפוס ימ"ם- IRE דומיננטי)
0. עבודה בשקט

הבהרות:

- בקוד "4", תגובת התלמיד חייבת להיות יותר מאמירה סתמית כמו "אני מסכים" או "לא מסכים"
- ב- "3", המורה לא רק צריך לשמוע את הרעיונות והאסטרטגיות לפתרון של התלמידים, אלא גם להגיב לרעיונות אלו. זה ההבדל בין "3" ל- "2"
- קודד לפי הרמה הגבוהה הנצפית ביחידת ההוראה. כלומר, מספיק שיופיע פעם אחת במהלך יחידת ההוראה בשביל לקודד (יוצא דופן של "רוב הזמן רוב התלמידים")
- ניתן לקחת בחשבון לצורך הקידוד רק דיונים שניתן לשמוע באופן מפורש.

שאלה 8- Consolidation:

ביסוס וגיבוש *(ההזדמנות שניתנת לתלמידים להשוות ולעמת בין פתרונות/אסטרטגיות/ייצוגים שונים שנוצרו על ידי תלמידים אחרים)*

4. לפחות 2 פתרונות/אסטרטגיות/ייצוגים/רעיונות שונים שנוצרו על ידי תלמידים הוצגו במסגרת כיתתית (מליאה) והזמינות והאילוצים שלהם (הדומה והשונה) נידונו **באופן מפורש** יחד עם הבהרת המאפיינים הקריטיים של המושג הממוקד.
3. לפחות פתרון/אסטרטגיה/ייצוג/רעיון שונה אחד שנוצר על ידי תלמידים ולפחות פתרון/אסטרטגיה/ייצוג/רעיון שונה אחד שנוצר על ידי המורה הוצגו במסגרת כיתתית (מליאה). כמו כן, המאפיינים, היתרונות ו/או החסרונות שלהם (הדומה והשונה) נידונו **באופן מפורש** יחד עם הבהרת המאפיינים הקריטיים של המושג אשר במוקד הדיון.

2. לפחות 2 פתרונות/אסטרטגיות/ייצוגים/רעיונות שונים שנוצרו על ידי תלמידים הוצגו במסגרת כיתתית (מליאה) אבל הם לא שונים במהותם ו/או היתרונות/חסרונות או השוני ביניהם לא נידונו בצורה מעמיקה.
1. רק פתרון/אסטרטגיה/ייצוג/רעיון אחד שנוצר על ידי תלמידים הוצג במסגרת כיתתית (מליאה).
0. רק תשובות לשאלות סגורות הוצגו במסגרת הכיתתית (מליאה). ריבוי אסטרטגיות או ייצוגים שונים לא הזדמן מהבעיה הנתונה, אין דיון פומבי.

הבהרות:

- מורה שמציג כמה דרכים חלקיות של התלמידים ומוביל לדיון עשיר יקודד כ "3".
- "0" ניתן כאשר התלמידים עונים תשובות קצרות מאוד.

שאלה 9- Canonical:

קשרים בין חשיבת התלמידים ובין הפתרון/האסטרטגיה/הייצוג/ההגדרה המקובלים לפתרון (הזדמנות לקשר בין חשיבת התלמידים ובין הדרכים המקובלות)

3. הפתרון /אסטרטגיה/ייצוג /הגדרה המקובלים הוצגו באופן פומבי וקושרו לשיטות/רעיונות **שהוצעו על ידי תלמידים**.
2. הפתרון/אסטרטגיה/ייצוג/הגדרה המקובלים הוצגו באופן פומבי אבל **לא** קושרו לשיטות/רעיונות **שהוצעו על ידי תלמידים** (ייתכנו קישורים לרעיון שהמורה הציגה).

א. השיטות/רעיונות **שהוצעו על ידי תלמידים** מקושרים באופן מפורש לפתרון /אסטרטגיה/ייצוג/ הגדרה המקובלים אבל הקישור לא נעשה באופן מפורש על ידי המורה.

1. הפתרון /אסטרטגיה/ייצוג /הגדרה המקובלים **לא זמינים במסגרת הכיתתית.**
0. לא קיימת תשובה נכונה

הבהרות:

- דוגמא של פתרון מקובל/אסטרטגיה מקובלת/ייצוג מקובל/הגדרה מקובלת:
  - ✓ שימוש בנוסחה כמו דרך= מהירות X זמן. או שטח משולש/מלבן
  - ✓ ייצוג של שברים כעיגול שחלקיו צבועים
  - ✓ התייחסות למקבילית כמרובע בעל שני זוגות של צלעות מקבילות
- יש לקודד "1" אם בעקבות טעויות של המורה הוצגו לתלמידים תכנים לא נכונים
- פתרון /אסטרטגיה/ייצוג /הגדרה מקובלים צריכים להיות קשורים לנושא המרכזי שבו עוסק השיעור
- קודד "2" אם הפתרון/אסטרטגיה/ייצוג/הגדרה המקובלים הוצגו על ידי המורה באופן פומבי ולא הוצעו שיטות/רעיונות של תלמידים

שאלה 10- Intellectual Authority:

סמכות אינטלקטואלית: בהתבסס על ההתרשמות שלך מהפעילות בכתה, איזה משפט מהמשפטים הבאים הכי מדויק?

3. שיפוטים בדבר נכונות נגזרו מהצדקות מתמטיות
2. שיפוטים בדבר נכונות נגזרו לפעמים מהמורה או מהספר אבל גם מהצדקות מתמטיות
1. שיפוטים בדבר נכונות נגזרו מהמורה או מהספר בלבד
0. שיפוטים בדבר נכונות לא התרחשו.

הבהרות:

- יש לקודד סעיף זה על פי המקור העיקרי להצדקות של נכונות
- המקור העיקרי- כלומר רוב הזמן. אלא אם מדובר בקוד "2" שבו השיפוט לנכונות נגזר באופן שווה מהמורה/הספר ומהצידוק המתמטי.
- אין קשר לנכונות השיפוט אלא רק למקור השיפוט.

השיעור בכללותו

שאלה 11- Student Thinking:

חשיבת התלמיד: בהתבסס על התרשמותך מהשיעור כולו, איזה מבין המשפטים הבאים הוא המדויק ביותר?

4. בנוסף ל-2, 3 ו-4, **ברור** שהמורה סידר את פתרונות התלמידים כך שיוצגו בסדר משמעותי
4. בנוסף ל-2 ול- 3, המורה קישר באופן מפורש בין הפתרונות השונים של התלמידים.
3. בנוסף ל- 2, המורה בחר באופן מכוון מספר תלמידים שישתפו את עבודתם במסגרת הכיתתית (המורה קורא לתלמידים ספציפיים שיציגו ולא מבקש מתנדבים). **או** המורה מבקש מתנדבים, וגם מעודד או יוצר קישורים בין הפתרונות.
2. המורה פועל כדי לחשוף את חשיבת התלמידים, כולל בקשה מהתלמידים להציג את עבודתם במסגרת הכיתתית (המורה מבקש מתנדבים, כל התלמידים מציגים את עבודתם).
1.5. המורה פועל כדי לחשוף את חשיבת התלמידים, אבל לא מבקש מהם לשתף את עבודתם במסגרת הכיתתית.
1. המורה לא פועל כדי לחשוף את חשיבת התלמידים.

הערה: הקוד הזה נועד לדרג את המידה שבה המורה מודע לאופן החשיבה של התלמידים בכתה. אם רואים בדיון שהמורה מודע לאמירות שעומדות להאמר מפי התלמידים, ניתן לתת 3.

7.5.נספח 5 - מבחן להכשרת מקודד למחוון

-הסכמה על קידוד נקבעה כשהציון באותה רמה

-אי הסכמה כשהקידוד לא באותה רמת קידוד

לכל קריטריון 2 רמות רמה גבוה ונמוכה , להלן הציונים לכל קריטריון מחלוקים לפי הרמות :

הקריטריון	רמה גבוהה	רמה נמוכה
Written	4,5	1,2,3
Setup	4,5	1,2,3
Enactment	4,5	1,2,3,99
Concepts	3,4	1,2
Struggle	3b,4,5	1,2,3a
Discourse	3,4	0,1,2
Consolidation	3,4	0,1,2
Canon	2,3	0,1
Intel. Auth.	3,4	1,1.5,2

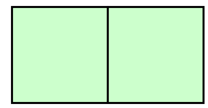
7.6.נספח 6 - משימות מסדר חשיבה גבוה

נספח 6.1 - משימת הריבועים

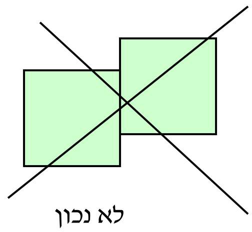
בנו מצולעים שונים מ- 3 ריבועים.

את הריבועים מצמידים זה לזה כך שלכל ריבוע תהיה לפחות צלע אחת משותפת עם הריבוע השכן לו.

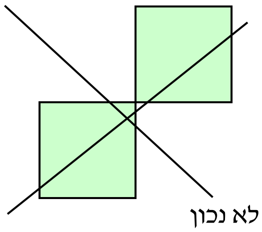
לדוגמה:



נכון



לא נכון



לא נכון

מצאו את כל האפשרויות לסידור 3 ריבועים.

מהו הסידור בעל ההיקף הגדול ביותר?

מהו הסידור בעל ההיקף הקטן ביותר?

בנו מצולעים שונים מ- 4 ריבועים.

מצאו את כל האפשרויות לסידור 4 ריבועים.

מהו הסידור בעל ההיקף הגדול ביותר?

מהו הסידור בעל ההיקף הקטן ביותר?

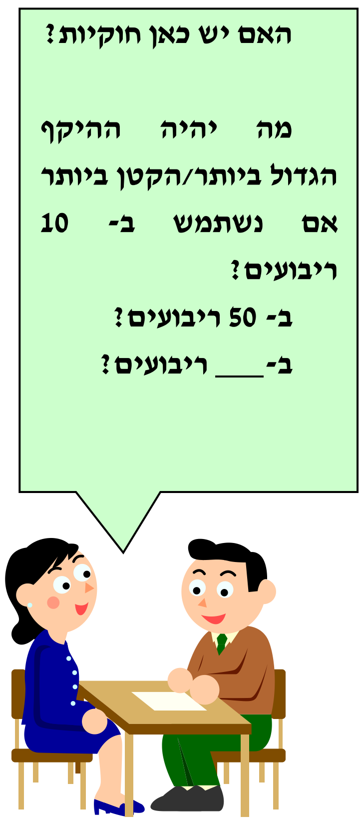
בנו מצולעים שונים מ- 5 ריבועים.

מצאו את כל האפשרויות לסידור 5 ריבועים.

מהו הסידור בעל ההיקף הגדול ביותר?

מהו הסידור בעל ההיקף הקטן ביותר?

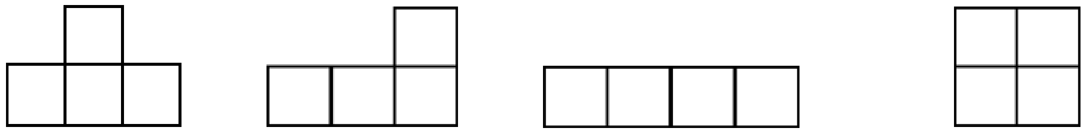
המשיכו ל- 6 ריבועים ועוד.



המשימה לקוחה ממשימות ק.ד.ם 'מרכז המורים למתמטיקה יסודי'

במשימה זאת התלמידים התבקשו לסדר 3,4,5 ועוד ריבועים בסידורים שונים (פוליאומינו), למצוא את היקפם, ולאחר מכן למצוא את הקשר בין הסידורים השונים והיקף הצורות. לדוגמה באיור א'-ד' מופיעות אפשרויות שונות לסידור ארבעה ריבועים. (יש סידור נוסף בצורת האות Z שלא הוצג בדף הנחיות למורה) עיסוק במשימת 'פוליאומינו' בלמידת המתמטיקה מתואר כלמידה המעודדת חקירתיות באמצעים חזותיים (Yuan, Lee & Wang, 2010) ואף תומכת בפיתוח חשיבה מרחבית (Ameis, 2205).

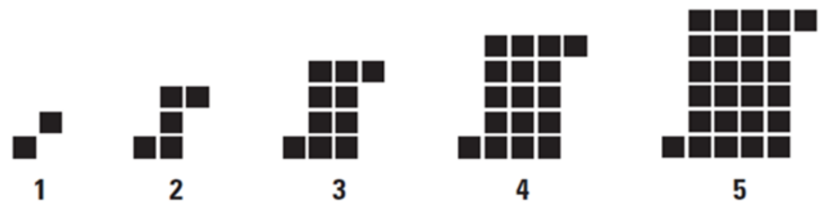
א. ב. ג. ד.



8 יחידות- היקף קטן ביותר

10 יחידות- היקף בכל הסידורים

נספח 6.2 – משימת ה-S



א. שרטטו את הדגם הבא. ב. תארו את הדגם ה-20. ג. תארו את הדגם הכללי

7.7.נספח 7 - תמלולי שיעורי של סימון ומירי

נספח 7.1 - תמלול שיעור 1- 'משימת הריבועים' המורה סימון

ס- המורה סימון. ת- תלמידה/ה

מספר	דקה	דובר	מה נאמר
63	24	ס	הנה זה מתחיל לצלם, מקווה שיראו את הלוח כמו שצריך. עשינו פה שרטוט לשלושה נכון? ובשלושה יצא לנו... ובשלושה יצא לנו שזה אותו הדבר. האם גם בארבעה זה אותו הדבר?
64		ת10	לא
65		ס	אני מזמינה את הקבוצה הזאת, מי מכם מציג? בוא. איך אתם החלטתם בארבע ריבועים? אני רוצה עכשיו.. סידור בצורה אופקית שההיקף שלו הכי גדול,
65.1		ס	וסידור שההיקף שלו הכי קטן.
66		ת10	זה המרובע הכי גדול שלנו (מצייר על הלוח 3 ריבועים באופקי ומתחת ריבוע -הצורה המתקבלת כמו האות T)
67		ס	כמה יצא? תקשיבו
68		ת10	עשר (היקף הצורה)
69		ס	שש...(משתיקה) תקשיבו
70		ת10	יצא לנו עשר, והמרובע הכי קטן
71		ס	אתה יכול לעשות את זה, בבקשה, מתחת לאיפה שזה ארבע ריבועים שנוכל אחרי זה להמשיך (מצייר במקום שהמורה הראתה לו 4 ריבועים בצורה ריבוע)
72	25	ס	(בעקבות הערה של תלמיד על דרך השרטוט של התלמיד מול הלוח) בסדר הוא עשה את זה ככה
73		ס	האם היו עוד אפשרויות רבות? איזה אפשרות נוספת עוד היתה?
74		ת10	יצא לנו עוד פעם עשר
75		ס	אהה...סליחה, אם אתם לא מקשיבים... תוריד את הרגל בבקשה. תודה. עכשיו בשמונה (הכוונה : היקף 8) היו עוד סידורים?
76		ת10	לא... א...(המורה ממשיכה לשאול)
77		ס	רק סידור אחד לשמונה היה?
78		ת10	היו א...(המורה ממשיכה לשאול)
79		ס	ובעשר כמה סידורים היו?
80		ת11	(תלמיד אחר) לא היו עוד דברים
81		ס	אבל בעשר היו עוד סידורים?

82		ת10	כן
83		ס	איזה סידור נוסף אתה יכול לשרטט לעשר? (מעירה לתלמיד אחר)
84		ת10	(מצייר 4 ריבועים בצורה אנכית)
85	26	ס	אז גם פה יש עשר? בסדר תודה.
85.1		ס	בנות עכשיו מה המשימה השנייה? חמישה מה? כן. אז תעשי
86		ענת	(ניגשת ללוח, משרטטת עם סרגל על הלוח 5 ריבועים לאורך)
87		ס	אז בוא נכתוב חמישה ריבועים. (המורה מדברת עם תלמיד) רואים אותך בצילומים. ואו היא משרטטת את זה עם סרגל, כמו שאני אוהבת. אבל כאן המשימה בגלל שזה לא בשביל סרטוט גם יכולנו גם לעשות את זה בערך. זה (מצביעה על הדוגמה הקודמת) נקרא סרטוט סכימטי, זה לא במדוייק נכון יצא לנו?
88	27	ס	ע' ממש לא מקשיבה (פונה לתלמידה)ממש לא בסדר
89		ס	אז מה עכשיו את משרטטת? שרטוט זה של חמישה? ההיקף שלו הכי קטן או הכי גדול?
90		ענת	זה הכי גדול.
91		ס	הכי גדול. האם יש אפשרויות נוספות?
91.1		ס	כמה יצא? כמה פה מה ההיקף?
92		ענת	12
93		ס	12 תרשמי 12 ס"מ. האם היו סידורים נוספים של 12 ס"מ? ועכשיו ענת, קטן תעשי בבקשה
94	28	ענת	(מציירת 5 ריבועים לפי סידור,2 טורים) של 3 לאורך ו-2 צמודים בצד ימין)
95		ס	וכמה זה יצא?
96		ענת	(כותבת מעל השרטוט השני 10 ס"מ)
97		ס	אבל היו עוד סידורים שקבלת 12? שקיבלתם 12? או שממספרים שונים, היו עוד סידורים ממספרים שונים?
97.1		ס	היו עוד סידורים שקיבלתם היקפים שונים חוץ מ-12 ו10? אולי קיבלתם, היו חמישה ריבועים עם היקף של א.. 8? כל הסידורים היו עם 10 ו-12?
97.2		ס	ואיזה סידורים היו יותר? עם 10?
98		ענת	עם 12
99		ס	עם 12? את יכולה להביא לנו עוד דוגמה לסידור 12?
100	29	ענת	(משרטטת על הלוח ארבעה ריבועים, שלושה לאורך ואחד צמוד מצד ימין כמו האות L)

101		ס	(מתקרבת ללוח וסופרת עם אצבע את הריבועים)כמה פה יש? 1,2,3,4 עוד אחד תציירי פה (מראה לה בצד ימין להוסיף ריבוע)
102		ענת	(משרטטת ריבוע נוסף בצד ימין)
103		ס	וכמה פה זה יוצא? גם 12
104		ת12	יש עוד סידור
105		ס	של 12? (רושמת 12 ס"מ על הלוח ליד שרטוט 3)
106		ת13	(לא ברור) למטה הוא
107	30	ס	בצד השני? כן. אז עכשיו יש לנו פה כבר חמישה ריבועים, תסתכלו לפה, יש לנו פה 12(מראה על הלוח) נכון? הכי גדול, ו10 הכי גדול. ומה בקשו עוד? להמשיך ולהמשיך ולהמשיך נכון?
108		ת14	לא, ביקשו עד שש
109		ס	עד שש ועוד, כתוב ועוד.
109	30	ס	בשביל מה בקשו להמשיך? בשביל מה בקשו שתמשיכו עוד ועוד ועוד? מה דעתכם? אריאל, בשביל מה בקשו להמשיך?
110		אריאל	בשביל שנבין את ה...חוקיות
110		ס	חוקיות. איך אנחנו מקבלים צורה עם היקף יותר גדול והיקף א...
111		ס	אבל מה משותף לכל אלה? לכל, לכל המספרים האלה שיש לי פה שבנויים מחמישה ריבועים, יש להם משהו משותף?
112	31	ת15	מה זה אומר?
113		ס	מה משותף להם?
114		ת16	שהם בנויים מחמישה ריבועים
115		ס	חמישה ריבועים. עכשיו מה זה חמישה ריבועים, מה חמישה ריבועים מסמלים לי? מה אנחנו מודדים בעזרת ריבועים? מה אנחנו מודדים בעזרת ריבועים?
116		ת17	סמ"ר
117		ס	סמ"ר ! נכון!
117		ס	מה זה סמ"ר?
118		ת17	סמ"ר זה סנטימטר מרובע
119		ס	נכון. אבל מה אנחנו משתמשים, ביחידה הזאת בשביל מה משתמשים? כדי לחשב מה?
120		ת17	כדי לחשב כמה.. כמה ריבועים...(המורה ממשיכה)
121		ס	כדי לחשב היקף? לא!
122		ת18	כדי לחשב שטח
123		ס	לחשב שטח!

123		ס	אז מה זה ?מה אני יכולה להגיד שכל המספרים האלה, מה יש? אותו שטח? נכון? אבל הסידור שלהם, של הריבועים א...
124		ת19	שונה
125	32	ס	הוא משנה לנו את ההיקף, נכון?
126		ס	עכשיו אתם הגעתם למסקנה מתי נקבל היקף יותר גדול? את יכולה לבוא ולהגיד? בואי. באיזה סידור נקבל היקף יותר גדול. באיזה סידורים מקבלים היקפים יותר גדולים? (המורה משתיקה קבוצה)
126		ת20ה	(תלמידה ניגשת ללוח, מהססת ופונה למורה המורה מתקרבת אליה)
127		ס	אז, אם נניח שישה ריבועים, מראש את כבר יודעת לסדר עם שישה ריבועים איפה יהיה ההיקף היותר גדול? או שאת צריכה לנסות עוד פעם עם הריבועים
128		ת20ה	(תלמידה עונה בקול חלש)
129		ס	את כבר יודעת מראש איך את מסדרת את זה? (המורה מצביעה לעבר התלמידה) אז תשרטטי בבקשה עכשיו עם חמישה ריבועים, מרובע היקף הכי גדול, איך זה יראה? (התלמידה מתלבטת איפה לשרטט) אז תשרטטי פה, בואי נכתוב פה שישה ריבועים (המורה כותבת על הלוח 6 ריבועים) ואת כבר מראש יודעת נכון? כבר לא בדקת. אז איך שרטטת כדי לבדוק מה יהיה, איפה ההיקף הכי גדול?
130	33	ת20ה	(תלמידה מציירת על הלוח לאורך מלבן ואז מחלקת עם קווי חלוקה ומשתהה בעת השרטוט)
130		ס	אם זה שישה ריבועים, כמה קווי חלוקה אני עושה בפנים?
131		ס	חמש? נכון. זה כמו שברים נכון? מה יצא? שאני רוצה לחלק את השבר לשישה חלקים שווים מה אני עושה? חמישה קווי חלוקה נכון? גם פה.
131		ס	אז עכשיו ההיקף הוא הכי?
132		ת20ה	הרבה
133		ס	הכי גדול נכון?
134		ת20ה	(תלמידה מהנהנת)
134		ס	עכשיו איך את יודעת שזה ההיקף הכי גדול יהיה?(התלמידה לא מספיקה לענות)
134		ס	כי את יודעת שהסידור הזה מביא אותנו להיקפים הכי גדולים נכון?
135		ס	איזה סידור מביא אותנו להיקף הכי קטן? (לא מספיקה לענות) תנסי עכשיו לעשות שרטוט וסידור שאת בטוחה שזה ההיקף הכי קטן שיהיה
136	34	ת20ה	(תלמידה משרטטת מוחקת מהססת והמורה מנחה אותה איך לשרטט)

אז מה את מציירת? האמת זה סרטוטים צריכים להיות... בסדר (מתקרבת ללוח וסופרת את הריבועים) 1,2,3,4... אולי זה שלוש...(המורה מכוונת את התלמידה לשרטט 3 מתחת ל-3,מלבן של 3 על 2 והתלמידה משלימה את השרטוט) הסידור הזה מביא אותנו (פונה לתלמידה) בואי לפה שכולם יראו את זה, להיקף הכי קטן.	ס		137
עכשיו אני רוצה שמישהו יגיד לי מהקבוצה הזאת (מצביעה על הקבוצה). אם אני לא רוצה... (פונה לתלמידה שבלוח) תודה רבה. כולם מסכימים עם זה? זה הכי גדול (מצביעה וכותבת על הלוח) הכי גדול פה ההיקף, ופה הכי קטן. למרות שיכול להיות שיהיו עוד סידורים אבל אנחנו בחרנו את אלה	ס		138
עכשיו אני יודעת שיש לי פה שישה ריבועים. ואיתי תגיד לי בבקשה אם אני לא רוצה פה לספור את הקווים (מצביעה על הכי גדול) אתה תוכל להגיד לי מה יהיה ההיקף פה כבר? אם אני יודעת שאני צריכה לבנות אהה..	ס	35	138
הוא יהיה 14	איתי		139
14 אז אם אני צריכה לספור או שאתה עשית משהו אחר?	ס		140
אני עשיתי משהו אחר	איתי		141
מה אתה עשית?	ס		142
אני יודע שיש 6 ריבועים ואמ... בריבוע עצמו משני הצדדים א...	איתי		143
אתה יכול לבוא בבקשה ולדבר פה שכולם יקשיב לך כמו שצריך?	ס	36	144
כן	איתי		145
תודה. עכשיו, כאן, עכשיו הוא החליט שבלי לספור.. כאן קודם ספרתי ואפילו סימנתי, אחד אחד אחד אחד.. אבל אחרי כמה נסיונות הרבה ילדים הבינו שבלי לשרטט אפשר גם לדעת. אם יש שישה ריבועים אני יודעת שההיקף הגדול הוא יהיה 14. ואיתי אומר שהוא הביא רעיון שהוא...	ס		146
עכשיו בריבוע יש משני הצדדים יש את הסנטימטר	איתי		147
כן	ס		148
אז אני יודע שפה יש 6 סנטימטרים וגם פה יש, שזה 12, אבל יש לנו את שני אלה, זה סנטימטר וזה סנטימטר, ואז זה יוצא 14.	איתי		149
יוצא .14 על פי חוקיות הזאת אני אוכל לדעת מה יהיה ההיקף הכי קטן ל... עם 50 ריבועים	ס		150
הכי קטן או הכי גדול?	איתי	37	151
אנחנו כבר אמרנו שהכי גדול זה נמדד ככה.תודה (לאיתי) אז מה.. ניר אתה הבנת מה שאיתי אמר? הוא אומר שעכשיו יש לי כלל, אני לא צריך	ס	38	152

			עכשיו לשרטט ולמדוד 50 ריבועים, יש לי כלל. אם אני רוצה היקף גדול אני מסדרת קודם כל ככה בשורה, ועכשיו הוא אומר אני מראש יודע שמשישה ריבועים ההיקף יהיה 14. האם מישהו קלט מה שהוא אמר והבין האם הוא יכול להגיד לי מראש מה יהיה היקף הכי גדול אם יש לי 50 ריבועים? רק הקבוצה הזאת הבינה? פה לא הבנתם כבר? פה הקבוצה הזאת להתעורר. שימו לב מה שאיתי אמר. פה יש לי שישה, למה שישה? כי יש לנו שישה ריבועים. ואז הוא אומר מה יהיה עם 50 ריבועים?
153		ת21ה	אמ...102
154		ס	102, תגידי למה?
155		ת21ה	כי בעצם מכפילים את ה-50 ב-2, שזה שווה 100, ואחר כך מוסיפים משני הצדדים,את ה...2 ובכל צד יש אחד
156		ס	אז המלבן שהוא מורכב מ50 ריבועים ההיקף שלו יהיה?
157		ת	אפשר אולי... (לא ברור, צלצול ברקע)
158		ס	אין ברירה.. אז אם אני עכשיו רוצה שעכשיו כל אחד יכתוב עכשיו בדף וישלח לי את המסקנות מתי מקבלים... כי לא כולם הקשיבו, עכשיו זה יהיה... את השתתפת מאוד יפה. אז עכשיו (נסגר)

נספח 7.2 - תמלול שיעור 8- משימת S המורה סימון

ס- המורה סימון. ת/תה- תלמיד/תלמידה

מס	דקה	דובר	מה נאמר?
41.1		ס	עדי (פונה לתלמידה) בבקשה בואי,
42	18	עדי	)כנראה מסרבת לבוא להציג, לא שומעים(
43		ס	יש לך פה, את שרטטת, אז תגידי לי אני אשרטט, תגידי לי מה צריך להיות שם? אז את לא השתתפת בדיון?
44		עדי	השתתפתי, אבל אני (לא ברור)
45		ס	אז תגידי לי בעל פה ואני אשרטט, רומי תגידי לי בעל פה ואני אשרטט
46		רומי	חמש על שבע
47		ס	המלבן זה כמה על כמה? 5 על 7 אז כמה קווי חלוקה יש ?
48		רומי	יש לי ארבע
49.1	19	ס	כמה קווי חלוקה?ארבעה? יש לי 2,3,4 ופה כמה?
49.2		רומי	5
49.3		ס	2,3,4,5,6, יופי.
49.4			התבקשתם להגיע למספר הריבועים בדגם 20, כמה יצא לכם? (מצביעה על תלמיד)
50		ת8	401
51		ס	401,רושמת על הלוח דגם 20 401, כמה יצא לכן בנות?
52		ת9ה	401
53		ס	מה יצא לכם? (מצביעה על קבוצה אחרת)
54		ת10	401
55		ס	כמה לכם? (מצביעה על קבוצה אחרת)
56		ת11	401
57		ס	וכמה פה?
58		ת12	401 ,405
59		ת13	(תלמיד ברקע) 402
60		ס	בכמה דרכים הגעתם לזה?
61		ת14	2
62		ס	שני דרכים (מראה עם האצבעות 2) כמה דרכים אתם?
63		ת15ה	ב-2
64		ס	שניים, והשלישי עוד יש בדרך שעוד לא... בסדר. כמה יש לכם?
65	20	ת16	2 וחצי
66		ס	שתיים, והשלישי עוד... כמה אתם?

67		ת17	2
68		ס	ואתם?
69		ת18	2
70		ת19	מה 2 ? למה 2? הם אמרו שתיים וחצי
71		ת20	3
72		ת19	לא, התבלבל
73		ס	ש...עמית , תוריד את הכובע בבקשה (מהנהנת בראשה)
74		ס	טוב אז נתחיל דווקא מקבוצה פה, מי מציג הפתרון שלכם? לא הקבוצה של בנים שם (מראה עם היד)
75		ת	)לא ברור(
76		ס	מי מציג? כן, אתם איתנו תמיר? הנה עכשיו הוא מציג
77		אייל	להראות את תרגיל הכפל או ש... (לא ברור)
78	21	ס	להסביר למה, ולמה עשית תרגיל כפל? שנבין מאיפה זה הגיע
79		אייל	אם אתם מסתכלים בכל התשובות פה (מראה על הדגמים שעל הלוח) אפשר לשים לב שבכל אחד יש לכם אחד בחוץ אמ... 2 בחוץ ופחות אחת מהמספר כאן (מראה על מספר הדגם) אם יש לכם פה 4 אז בפנים יש לנו 3. אז בגלל זה צריך לעשות בתרגיל של 20 , 21*19 ואז להוסיף 2.
80		ס	עכשיו ,אם יהיה התרגיל של ה-3 (מקיפה את דגם 3 עם היד) אז מה היית עושה?
81		אייל	אז הייתי צריך לעשות אמ...
82		ס	כן, תרשום פה תרגיל של 3
83		אייל	שתיים כפול (המורה נותנת לו את הטוש) אמ...4
84		ס	לא 2, תרשום את כל התרגיל
85		אייל	אהה (מתחיל לכתוב על הלוח)
86		ס	אתה משתמש ב-3 נכון?
87		אייל	שתיים כפול 4
88		ס	אבל לא ברור לי מאיפה הגיע ה-2 וה-4
89		אייל	)מוחק מהלוח את ה-2,4(
90		ס	מספר הדגם הוא 3, אז איך לרשום את זה?
91		אייל	(מסתכל, לא יודע מה לענות) צריך לעשות א...
92		ס	מה המספר פה? (מראה על 2 המשבצות העליונות)
93		אייל	2
94		ס	אז איך הגעת ל-2?
95	22	אייל	3פחות 1 (מראה עם האצבע על הלוח)
96		ס	או, אז תרשום 3 פחות 1 (המורה רושמת בסוגרים 3-1 על הלוח)

96.1		אייל	ואז צריך לעשות כפול (מתבונן בדגם)
96.2		ס	כפול (חוזרת אחריו)
97		אייל	) 4ורושם על הלוח(X4
98		ס	אבל 4 , מאיפה 4 הגיע?
99		אייל	ארבע פה (מראה על המשבצות בדגם השלישי מצד שמאל)
100		ס	(המורה מוחקת את ה-4 מהלוח) אתה צריך להשתמש במספר הזה(מראה על ה-3) אז מה אתה עושה?
101		אייל	אני לא הבנתי
102		ת20ה	3+1 (צועקת ברקע)
103		ס	איך אתה מגיע ל-4, למה הגעת ל-4?
104		אייל	אה..,שלוש ועוד 1 (כותב על הלוח 3+1)
105		ס	תודה שאתם מדברים
106		אייל	ואז צריך להוסיף גם 2
107		ס	עכשיו אמ...
108		אייל	2 כפול 4
109	23	ס	2 כפול 4 ו- 2 (המורה מצביעה על הלוח). כן.
109.1		ס	ועכשיו על פי הדגם הזה אתה הבנת שגם ב20 , איך אתה מגיע ל-20? תרשום תרגיל
110		אייל	)רושם על הלוח ומקריא את התרגיל) 20 פחות 1 כפול 20 ועוד 1 ועוד 2 וזה 401)X(20+1) +220-1)
111		ס	401, תודה. תודה רבה, עכשיו שימו לב, בלי לשרטט הוא בא, הוא גילה על פי מה שהיה לו ברצף, הוא גילה איך אפשר. והוא רשם תרגיל מפורט. בסדר? הדגם ה-20, הנה 20 אני רואה שבו (?)משתתף איתי. בסדר?
111.1		ס	עכשיו אני רוצה הכללי, הנוסחה הכללית, לכל דגם שאפשרי, הקבוצה הזו הגעתם? אפשר לבוא ולרשום. מספר כללי, אני לא יודעת איזה מספר הוא משתנה בסדר?
112	24	ת20	(תלמיד מגיע ללוח ורושם) (n-1)X(n+1)+2
113		ס	אז בגלל זה משתמשים בN, N זה אות שהיא...
114		ת21	משתנה?
115		ס	כן משתנה. אם אני אשים שם 20 אני אקבל תשובה נכונה, אם אני אשים 100 אז גם...(לא ברור)
116		ת22	לא הבנתי איך?
117		ת20	(ליד הלוח) הנוסחה ארוכה

118	25	ס	זאת הנוסחה הארוכה. (ברקע נשמע הצלצול) אנחנו עוד קצת נמשיך איתי וא... תיכף תצאו החוצה. תשב (לתלמיד שהיה ליד הלוח) א.. שימו לב, זה נכון, אם אני רוצה לדעת מה מספר הריבועים בדגם ה-100, אני במקום N, שמה פה מה?
119		ת23	100
120		ס	ואז אני מגיעה למספר הריבועים. זה נקרא נוסחה. זה שאני יכולה לשים את כל המספרים פה ואני מקבלת תשובות נכונות. ואתה, אתם הגעתם לדרך נוספת? תיכף נראה. מי פתר בדרך הזו? איזו קבוצה עשתה בדרך הזו? (חלק מהתלמידים מצביעים) כל הקבוצות עשו בדרך הזו?
121		ת	(מגיבים לשאלה ביחד)
122		ס	עכשיו (ברקע תלמידים מדברים ביחד, המורה משיבה לתלמיד שמראה לה את עבודתו) לא אתה עשית בדרך חיסור (המורה הסתכלה בעבודה של תלמיד)
123		ת24	אהה
124	26	ס	בינתיים אתה התכוונת לזה א...פשוט לא כתבת מפורט, תראו שאם אני כותב ככה מבלי לפרט לא מגיעים לנוסחה. בסדר? בנוסחה באמת אחד מגדילים 1 והשני מקטינים 1 לפי מספר הדגם.
124.1		ס	עכשיו בנות פה עבדו קשה. יש לכן דרך נוספת?
125		ת25ה	כן
126		ס	מי מציג?
127		ת25ה	ענת
128		ס	אחר כך נחזור אליך (פונה לתלמיד אחר) עוד, בסדר? אתה אומר שיש לך עוד איזה (לא ברור) נראה
129		ענת	(כותבת על הלוח ומסתובבת לכיתה n*n+1)
130		ס	n*n+1(מקריאה את הנוסחה) ואיך את מסבירה את זה?
131		ענת	(בשקט פונה למורה ומראה על הדגמים) פה?
132		ס	בן, בואי נקח דוגמה את 3, כי יש לנו כבר מספר הריבועים,
133		ענת	א...(לא ברור) (כותב ת על הלוח)3*
134		ס	איך את עושה את זה? אבל את צריכה להסביר למה עושים X3+13 הבנו כבר שזה X3+13
135		ענת	(מפסיקה לכתוב ומחכה)
136		ס	אבל איך את מסבירה את זה?
137		ענת	(עומדת שותקת)
138	27	ס	בנות פה (פונה לקבוצה של הבנות) אתן יכולות לעזור? ענת, תעשי בבקשה בדיקה, אם נגיע באמת ל10 עם הנוסחה הזו
139		ענת	(3X3+1=10 כותבת על הלוח)

140		ס	עכשיו תבדקי בבקשה גם עם ה-20 , אנחנו אמרנו שזה 401,
141		ענת	מהנהנת
142		ס	תבדקי עם ה-20 האם זה עובד?
143		ענת	)20כותבת על הלוח) x20+1=4010
144		ס	אז הנוסחה הזו עובדת, עכשיו אני לא הבנתי מאיפה הגעת זה, איך הגעתן?
145		ענת	)מסתובבת לכיתה שותקת(
146		ס	אתה לא הבנת אבל תן להן להסביר , אתם גם הגעתם גם לדבר הזה? (פונה לקבוצב אחרת) אז בנות מי יכול לעזור לענת. אנחנו הבנו שזה עובד אבל איך הגעתן לזה? מי גילה את זה?
147		ת25ה	אני וענת,
148		ס	יופי אז איך גיליתן?מה עשיתן?
149	28	ענת	בדקנו ...את כל המספרים (בשקט)
150		ס	בקול רם, כי לא שומעים אותך
151		ענת	בדקנו את א...
152		ס	מספר הריבועים פה (המורה מקיפה את דגם 3 בעיגול) ואיך הגעתם למסקנה כזו?
153		ענת	ואז ראינו ש...
154		ס	אז כאן זה 10 (כותבת על הלוח את המספר 10 מעל דגם 3) וכאן זה כמה?
155		ענת	14
156		ס	14(כותבת על הלוח 14 מעל הדגם הרביעי)
157		ס	אבל איך הגעתן ? איך הגעתן? (פניה לתלמידים אחרים)בנות זה לא מעניין אתכן? שני? את הבנת את הנוסחה שלהן איך הן הגיעו?
158		שני	)לא ברור(
159		ס	ענת אומרת הנה יש לי פה מספר 3 אז אני אכפיל בעצמו ואני אוסיף 1 אני אקבל 10. הנה יש לי פה 4 ואני אעשה 4 כפול 4 ועוד 1 ויש לי 17 . היא צודקת אבל איך גילתה את זה?איך גילית את זה?
160		ענת	(מחייכת במבוכה) בדקנו את שאר ה...
161		ס	ואז ראית שאם רואים 1 אז
162	29	ענת	)לא ברור(
163		ס	כן, (לא ברור) אתה חושב שמהי? תודה ענת, צודקת.
164		ת20	(התלמיד שהדגים קודם את הנוסחה מסביר ברקע לא שומעים ואז מגיע ללוח)n*n+1 = n-1*n+1+2

165		ס	זאת רמת חשיבה מאוד גבוהה, אני יודעת שאתה מכפיל וזה, אבל אם אנחנו רוצים להסביר לתלמידים של כיתה ו', אתה צודק. אתה פתרת (לא ברור) פה וזה נכון , אבל פה תסתכלו איך אפשר לשנות את ה...איך אפשר לשנות את השרטוט כדי ש...לראות את זה?
166	30	ת26	אבל יש גם עוד...
167		ס	תיכף נגיע גם לעוד דברים. אבל אני עדין עם הנוסחה הזו. איך אפשר לראות את זה בשרטוטים? כן את רוצה להראות אולי?
168		ת27ה	אפשר אולי לעשות את זה (לא שומעים ברור)
169		ס	קומי בבקשה, החוצה, אני רושמת א... הפרעה, לכו ל- ו'1, מי שלא מקשיב לא ישאר פה, זה לא מעניין אתכם, אז בסדר, ל-ו'1.
170	31	ת27ה	אפשר אולי לראות מ-4,3, לספור את הריבועים שלהם, ואז אפשר לחלק אותם (לא ברור) אז אפשר להוריד מ...
171		ס	כן אבל זה, זה כאילו את מדגימה את הנוסחה הזאת , כן זה דרך לנוסחה, אבל הפוך , כדי להגיע לנוסחה צריך דרך,
172		ת	)קולות של תלמידים ברקע(
173		ס	נדבר על זה, אני חושבת תסתכלו לפה, אם אני אקח מפה (משרטטת על הלוח), ואני אעביר את כל ה..אלה לפה, אז אני אקבל ריבוע,
174		ת28ה	ואז מוסיפים את ה-1 (הערה ברקע)
175		ס	ואז ה-1 בצד. עוד פעם פה, אם אני אקח את כל אלה(משרטטת על הלוח) ואעביר אותם לפה1,2,3,4,5 נכון? אני אקבל פה ריבוע, ואיך אני מחשבת כמה יש ריבועים בריבוע?
176			)קולות של תלמידים ברקע(
177	32	ס	אלו כפול אלו, אז 5כפול 5 ועוד 1,נכון? ככה אנחנו מבינים את זה יותר. חשבתי שעשיתם את זה ככה. איזו דרך נוספת יש לכם?
178			)קולות של תלמידים ברקע(
179		ס	אתם שרטטתם, אז מי היה חכם לעשות את זה. עוד שיטה? כן.
180		ת30ה	)תלמידה מסבירה בשקט(
181	33	ס	אתם לא מקשיבים. אריאלה את מקשיבה? בואי לפה. בואי (לתלמידה שמסבירה). אז מהמקום את רוצה? איך שאנחנו נבין, אולי צריך להשתמש בשרטוט. כן אבל אנחנו לא רואים מה היא עושה.
182		ת30ה	)לא ברור(
183		ס	אבל איך תדעי כמה זה 100? עכשיו אנחנו על פי הנוסחה הזו, אם אני אגיד הדגם של 200 אתם יכולים להראות לי עכשיו כמה היה? הדגם של 100? אתם יכולים להראות לי כמה לפי הנוסחה הזאת ?

184		ת	כן
185		ס	אם על פי מה שאת הסברת לנו עכשיו, אנחנו יכולים לענות מיד מה , כמה יש ריבועים בדגם ה-100? אם לא אז לא
186		ת31	99 זה 100 לא?
187	34	ס	99 ו-101 זה בדיוק פה המספר, על פי מה שאת אומרת יש פה דילוגים, כן. אבל האם הם מביאים אותנו לסדרות של כל הדגמים? לא
188		ת31	לא
189		ס	אז בגלל זה, זה עדין לא...
190		ת	)קולות רקע של תלמידים לא ברור
191			אז תגידי לי כמה יהיה ב... על פי מה שאת אומרת,
192		ת31	)לא ברור(
193		ס	זה כמו שנשרטט (לא ברור) הוא אמר קצת יותר. זה כל העיניין. כי צריך לדעת מה עשית עם הקודם ו.. אז בגלל זה יש הבדל שיש לי נוסחה אני יכולה להגיע לכללים. הם ביקשו מאיתנו נוסחה לדגם הכללי כי אני יכולה בעזרת התרגיל הזה להגיע לכל הדגמים. יש עוד דרכים נוספות? אבל כבר אני מסיימת ותודה רבה שהשתתפתם.

נספח 7.3 - תמלול שיעור 1 מירי משימת הריבועים מתאריך 12.2016

מס'	דקה	דובר	מה נאמר
1	0	מירי	אוקי. קודם כל אפשר לשאול, כולם מפסיקים לעבוד, אפשר לשאול ילד אחד או שניים איך הייתה לו המשימה? קשה? קלה? מעניינת? לא ברורה? כל אחד יחליט. כן אודי
2		אודי	המשימה הייתה מעניינת. וברגע שאנחנו יודעים בעצם את הקטע איך צריך לחשב כל דבר, אז יכול לעשות את זה עד מאה, וזה באמת מה שעשינו, עשינו עד 100, ועשינו בראש ואז שירטטנו...
3		מירי	רגע, אז תכף נחזור אלייך תודה. עוד.. תכף נחזור אלייך. כן בני
4		בני	כן העבודה הייתה בהתחלה שלה קלה, זה היה לעבוד. בהתחלה אתה מנסה להבין את השיטה, ואז אתה קולט את השיטה, וכל השאר.. אתה קולט ואתה ממשיך.. אנחנו עשינו את זה עד 10.. יכולנו להמשיך עוד אבל עשינו את זה עד עשר ונתקלנו באתגר הזה
5	1	מירי	אז תכף נראה ונשמע. אוקי. בקבוצה של אביאל, הילה בואו תשתפו אותנו ובואו תגידו לנו אהה.. איך.. אה מה עשיתם ואיך הגעתם בסוף להכללה, כי הם הגיעו להכללה. כן
6		ת 1	בעשר וחמישים ומאה שה..
7		מירי	רגע, אתם כבר הגעתם לחמישים ועשר. איך
8		מירי	בוא נאמר קודם מהתחלה, מה עשיתם?
9		ת 1	ציירנו
10		מירי	ציירתם. זאת אומרת ששלב ראשון ציירתם מה?
11		ת 1	את הריבועים
12		מירי	ציירתם אם הריבועים. אוקי, ואז?
13		ת 1	ואז בגדולים כבר של ה 10,50 ו-100 היינו צריכים להבין איך הבנו את הקודמים בלי ציור
14		מירי	אה אה, אוקי ואז ב 50 ו100 כבר לא ציירתם כן, ואז?
15		ת2	מצאנו דרך.
16		מירי	מה הדרך שמצאתם?
17		ת2	בינתיים הגענו לדרך ... בלמצוא את הנקודות... שאתה מכפיל את מספר הריבועים
18	2	מירי	רגע, רגע, יש כאלה שלא הגיעו עוד לשלב הזה אז כבר נגיע. מה עשיתם עם הריבועים כדי שתוכלו להגיע לאיזשהי הכללה? מה עשיתם?
19		ת1	עשינו טבלה כזו
20		מירי	עשיתם טבלה. אוקי, ומה, מה היה בטבלה?
21		ת 1	כל הריבועים וההיקף הגדול ביותר

22		מירי	רגע, רגע, אני לא בקצב שלך. (משרטטת טבלה) מספר הריבועים, כן?
23		ת 1	ההיקף הגדול ביותר...
24		מירי	(רושמת בעמודות הטבלה מספר ריבועים/היקף גדול /היקף קטן) בהיקף גדול... היקף קטן. כלומר הם אירגנו להם את זה בטבלה כדי לראות קודם כל, כדי להגיע לאיזה הכללה. זה גם דרך שבה אני לומד לארגן דברים בטבלה. כי אחד הדברים שזוכרים גם בדיאגרמות אתם ארגנתם דברים, כשאספנו את כל הנתונים לימי הולדת אם אתם זוכרים באיזה חודש (חודש שבו נולד הת). לדעתי זו איזה שהיא הכללה אופרטיבית. אוקי. אז התחלתם, מה רשמתם פה? (מצביעה על עמודה של מספר ריבועים)
25		ת 1	שש
26		מירי	שש רשמתם? אוקי (כותבת 6 בעמודה של מספר הריבועים) ו..
27	3	ת 1	ואז שבע
28		מירי	(רושמת 7 ו8 מתחת ל6, בעמודה מספר הריבועים) זהו? רק את אלו רשמתם? אוקי
29		ת 1	כן כי את האחרים...
30		מירי	הבנתי. מה ההיקף הכי גדול בשישה ריבועים?
31		ת 1	14
32		מירי	ההיקף הכי גדול אתה אומר זה 14 (רושמת בעמודה של היקף גדול- 14). מה ההיקף הכי קטן?
33		ת 1	10
34		מירי	עשר.(רושמת בעמודה היקף קטן) מישהו הגיע גם ל7? איזה זוג ילדים מקבוצה אחרת? כן? כן גיל? עוד נחזור אליכם. מה ההיקף הכי גדול בשבע?
35		ת 3	בשבע ההיקף הכי גדול היה 16, ו(ההיקף) הכי קטן היה 12
36		מירי	(רושמת בטבלה בעמודה ההיקף הכי גדול 16, הכי קטן 12) הכי קטן 12. מישהו הגיע גם לשמונה? שמונה ריבועים? כן? מה עילי?
37	4	ת 3	(רושמת בטבלה בעמודה הכי גדול 18 והכי קטן 12) הכי גדול 18, הכי קטן 12
38		מירי	אוקי, כן בואו רגע נראה. הם התחילו ישר מ-6,7,8 אוקי, אני אעשה, אולי לפני זה, אני אעשה פה למעלה 5,4,3,(רושמת בעמודה של מספר הריבועים מעל ה-6 את המספרים 5,4,3) אוקי. מי.. אוקי, כן נעמי, עשיתם 3, 4, ו-5? כן
39		נעמי	אני לא בטוחה, נראה לי שבהיקף הגדול הדרך זה להכפיל את המספר ולהוסיף בשתיים
40		מירי	שמתם לב מה היא אומרת? מי שממש לא בעניין, מאיה.. תחזרי עוד פעם נעמי
41		נעמי	לקחנו את המספר של מספר הריבועים
42		מירי	מספר הריבועים, שש כפול שתיים, אוקי? היא אומרת שש כפול שתיים ו..(כותבת על הלוח 6 כפול 2)
43		נעמי	ואז עוד להוסיף לזה עוד 2

44	5	מירי	ועוד שתיים היא אומרת (ממשיכה לכתוב ועוד 2 ליד ה-6 כפול 2). הבנתם מה היא עושה? יוני? 6 כפול 2, לוח הכפל
45		יוני	12
46		מירי	ועוד שתיים, וההיקף הגדול הוא 14.
47		מירי	בוא נבדוק אם היא צודקת (מראה על הטבלה שעל הלוח לעבר היקף הכי גדול של 7 ריבועים). בוא נבדוק אם היא צודקת. מי מוכן להמשיך בשבעה ריבועים? בשבעה ריבעים? כן דני
48		דני	שבע כפול שתיים ועוד שתיים שווה..
49		מירי	16? 14 ועוד 2 זה 16? אוקי בואו נבדוק בשמונה ריבועים. בואו נבדוק בשמונה, גיל
50		גיל	א.. שמונה כפול שתיים 16, ועוד 2, 18. אבל אפשר לעשות את אותו הדבר רק בחיסור. חוץ מבשמונה, בשמונה צריך לחסר את זה בארבע. להוסיף את התרגילים
52	6	מירי	מה זאת אומרת בחיסור?
53		גיל	אה לא
54		מירי	רק דקה, רק דקה, לפני שממשיכים. היה לכם, תסתכלו בצד שמאל בדף הובילו אותנו פה, אני לא זוכרת מי זה היה, אביאל ו..עמיר, לא יודעת מי אמר בסוף, גיל אמר את זה את ה6 כפול 2 ועוד 2, אוקי נעמי סליחה אה.. אמרה את זה אה... היה לכם בצד שמאל להגיד כמה היו בעשרה ריבועים, בחמישים ריבועים, שאלתי פה את אביאל במאה ריבועים. מישהו יש לו רעיון? בואו נוסיף שורה של עשרה ריבועים.(ממשיכה את הטבלה שעל הלוח ובמספר ריבועים כותבת 10) כן מיקה?
55		מיקה	עושים עשר כפול שתיים שזה עשרים ועוד שתיים, 22.
56		מירי	זאת אומרת שעשרה ריבועים יהיה 22. מי יכול להגיד לי כמה יהיה בחמישים, היה לכם שמה בדף? מה כמה יהיה בחמישים? איזה עוד זוג שהגיע להכללה, מסקנה? בני
57		בני	נראה לי 50 כפול 2 ועוד 2 שווה 102
58	7	מירי	102. (כותבת בטבלה בעמודה של ההיקף הכי גדול) זאת אומרת, שאני חייבת לומר שעברתי בין הקבוצות, רוב הילדים הגיעו להכללה שבעצם אני לוקחת את מה? את מה אני לוקחת?
59		ת4	מספר ריבועים
60		מירי	את מספר הריבועים, כפול 2, ומוסיפה שתיים. וזו בעצם אהה... הכללה, זו בעצם החוקיות
61		מירי	כי אם אני אעבור רגע.. הייתי אצל בני פה ואצל יוני אז הם אמרו לי מה החוקיות שאתם גיליתם, ואז אמרתי רגע! מה החוקיות שאתם גיליתם?
62		ת5	שהכל פה קופץ בשתיים

63		מירי	הם אמרו לי, הכל קופץ בשתיים. 14,16,18 והם צודקים ואז התקלתי את בני ואמרתי לו רגע אבל אני רוצה עכשיו 50 ו100, אז אני אצטרך להשלים גם : 11,12,13,14,15,16,17 כדי להגיע? ואז רגע נתקענו. אוקי, כי ברגע שאוקי, הוא ראה יפה שזה קפץ בשתיים ב3,4,5, שזה כל פעם קפץ בשתיים, גיליתם שזה היה שמונה שהתחלתם, 8,10,12, וקופץ, ואז, אמר רגע, אבל מה נעשה כשיהיה חמישים ומאה? וכשיהיה אלף ריבועים? מה אני אחשב אלף ריבועים?
64	8	ת5	כן
65		מירי	לא. אז אני מקווה שבגדול כמעט כל הקבוצות הגיעו.
66		מירי	ההיקף הקטן? מה קורה בהיקף הקטן? מישהו יכול לומר לי מה הוא עשה בהיקף הקטן?
67		ת5	אותו דבר
68		מירי	אותו הדבר?
69		ת5	זה מה שרציתי להגיד
70		מירי	אוקי כן גיל
71		גיל	בהיקף הקטן עשינו פחות שתיים עד שמונה. בשמונה (בסידור של 8 ריבועים) זה היה פחות ארבע
72		מירי	בשמונה אתה אומר? בשמונה זה היה פחות ארבע? זאת אומרת שההיקף הקטן לא 12 ב8(ריבועים)?
73		גיל	לא, לא, הוא כן 12,
74	9	מירי	(מראה על הלוח על 12 בהיקף הקטן של 8 ריבועים) כן אז איך זה פה? זה כבר לא פחות (פחות 4 , כפי שהת גיל הציע)
75		גיל	זה 8 כפול 2 פחות 4
76		מירי	אה 8 כפול 2, 16, פחות 4 (מראה על הלוח על המספר 12 בהיקף הקטן)
77		גיל	ואז 12
78		ת 3	(ת אחר מתפרץ ומסביר) ואז כל השאר אתה עושה 6 כפול 2 ועוד 2
79		מירי	ומה ההיקף אביאל בעשר (בעשרה ריבועים)?
80		אביאל	א... 6 (חושב בקול רם לא ברור)
81		מירי	ההיקף הקטן ביותר?
82		ת 4	הקטן 14
83		מירי	14 הוא אומר.. בוא נראה מה אתם אומרים? מה לפי מה שאתם אמרתם?
84	10	ת5	לא, זה היה נראה לי תקף עד שמונה
85		מירי	אין תקף עד שמונה. דקה, יפה אהבתי את המילה תקף. אם מגיעים להכללה, אז ההכללה היא לכל הדרך ולא לפה כן ולפה לא
86		ת5	זה סוג של כאילו הטעיה, כי זה היה כאילו עד שבע ואז מאז זה קפץ לארבע, לשש

87		ת3	אה לא, לא. זה נכון! אחרי שעושים את השמונה פחות ארבע זה פחות שש, ואז זה יהיה פחות משהו יותר גדול
88		מירי	כן, נחזור רגע ליאיר ולעמיר, כמה היה ההיקף ב50? רגע. בא... בחמישים? כן?מה יהיה? יש למישהו עוד רעיון מה יהיה ההיקף?
89		עמיר	אני חושב ש30
90		מירי	ואתה צודק. רגע בוא תסביר לנו, בוא תסביר לנו.
91	11	מירי	זה לא תקף החלק שלכם.
92		עמיר	זה כבר לא.
93		מירי	אתם איתי עוד חלק? תשרטט לנו רגע כמה היקפים קטנים של 6 ו7, (ת שענה 30 בא ללוח והמורה נותנת לו טוש) כדי להגיע.. איך היגעת ל-30?
94		עמיר	אני עשיתי 50 לחלק ל2- שזה 25, והוספתי 5, ואז הגעתי ל30
95		מירי	50 לחלק ל-2, זה 25,
96		עמיר	ואז אני הוספתי חמש
97		מירי	ואז למה הוספת חמש? ואז הסתדר לו כי אמרתי 30 ואז הוא שמח.
98		ת 6	ניחשת
99	12	עמיר	לא.. אני לא ניחשתי אני חישבתי את זה בראש ואז..
100		תה 7	אבל למה הוספת חמש?
101		מירי	ואז זה הסתדר.. אז בואו רגע אה..בואו רגע נראה את זה ואז נגיע למסקנה. זה באמת קצת קשה ההיקף הקטן וכל הכבוד לכל א...הילדים שהגיעו להיקף הגדול ביותר. אם אני אגיד עכשיו אלף ריבועים מישהו יש לו רעיון מה ההיקף הגדול באלף ריבועים? באלף ריבועים? כן נעמי שהתחלנו איתה.
102		נעמי	2002
103	13	מירי	2002. מישהו הבין את ההכללה הזו? את החוקיות? אני רגע עוצרת. מי יכול לבוא לצייר לי על הלוח שישה.. אה.. את ההיקף הקטן בשישה, בשבעה ריבועים? כן אודי בוא ובזה אנחנו נסיים. ההיקף הקטן כי בזה נתקענו
104		אודי	(מצייר מלבן, מחלק ל-2 ומוסיף עוד 2 קוי חלוקה ומתקבל מלבן 3 על 2)
105		מירי	כולם ראו בשישה ריבועים שזה ההיקף הקטן ביותר? אוקי. כן?
106		אודי	זה יצא עשר (מסמן את עשרת הצלעות של המלבן בקויים)
107		מירי	זה יצא עשר. בוא תעשה לנו עוד שבעה ושמונה. אבל יש לנו שבעה ריבועים (עונה לת אחר) .
108	14	אודי	(אודי היה צריך לצייר 7 ריבועים צמודים, הוא מצייר מלבן של 3 על 2 ריבועים ומתקן לפי הערות המורה לבסוף מצייר מצולע המורכב מ-9 ריבועים. שתי שורות של ריבועים בשורה העליונה 5 ובתחתונה 4 ריבועים).

109		מירי	דומה אבל יש לו עוד קודקוד. אוקי, פחות או יותר, אוקי. תודה. (אודי סיים לשרטט 9 ריבועים) ובוא תעשה לנו עוד שמונה. את ההיקף הקטן ביותר. ומפה כל אחד רגע מפעיל חשיבה ומנסה לחשוב.
110		ת 8	זה לא נכון
111		ת 9	אודי עשית תשעה
112	15	מירי	א.. עשית תשעה, תתקן. לא נורא. תתקן. עכשיו זה תשעה (מתקרבת ללוח ומוחקת ומתקנת) נוריד אחד, (אודי ממשיך לשרטט מלבן אחר של 4 על 2)מה רצינו שמונה רצינו? שמונה,(המורה מחקה לו בטעות מהלוח) סליחה, סליחה. אוקי?תודה. (אודי מחזיר את הטוש למורה) אם נספור היקף, מי שעדיין לא יודע היקף שוב 1,2,3,4,5,6,7,7,9,10,11,12 (המורה סופרת את הצלעות ומסמנת כל צלע בקו ניצב וסופרת) ולעשות את זה (סימון) כשאתם בודקים, 1,2...12. מישהו יש לו רעיון לפני שאנחנו מסיימים, מתי יהיה ההיקף הקטן ביותר? באיזה סידור? באיזה סידור יהיה ההיקף הקטן ביותר? אני יכולה לעשות גם שמונה ככה (מציירת מלבן של 8 על 1 ומחלקת לשמונה ריבועים וסופרת את קווי החלוקה) 1,2,3,4,5,6,7 ואני יכולה לעשות גם שמונה בעוד דרכים (משרטטת על הלוח צורה המורכבת משמונה ריבועים בצורת צלב). יש למישהו רעיון? כן.
113		ת 10	צריך למחוק משהו (טעות שצוירה על הלוח)
114		מירי	מה? אה, כמה? אוקי, אז נשאיר את זה להמשך להגיע להכללה של הקטן.
115		מירי	מישהו עוד רואה משהו? עוד איזשהי חוקיות? במספר הריבועים? מישהו עוד רואה בטבלה שלו? 3,4,5,6,7,8,9,10 ?אם לא רשמנו? כן אורה.
116		אורה	כולם זוגיים.
117		מירי	כולם זוגיים? למה מספר ריבועים שישה, מספר ריבועים שבעה.
118		אורה	אהה, לא
119	16	מירי	מישהו רואה עוד קשר? מה? כן אה..נעמי?
120			משהו (שלא שומעים)
121		מירי	ההיקף הכי גדול הם זוגיים, עשר 14.. ועוד משהו מישהו רואה? מה? כן.
122		גיל	לדעתי שבשש שבע ושמונה המספרים פחות בארבע מהיקף הגדול, וב10 ו14
123		מירי	פעם כן פעם לא. אוקי, כן?
124		בני	משהו שזה כי אני.. שהוא אמר..אה אני לא בטוח אם זה.. שאם אתה עושה את המספר הגדול ביותר פחות מספר הריבועים פחות שניים אז זה יוצא המספר
125	17	מירי	זה מה שגיל אמר זה פעם כן ופעם לא. אוקי?
126		ת 11	לא , לא

נספח 7.4 - תמלול שיעור 5 מירי משימת הסולמות מתאריך 5.2017

מ- המורה מירי. ת/תה/ת-ים - תלמידה/תלמידה/תלמידים

מס'	זמן	דובר	מה נאמר?
1		מ	כמה גפרורים היו בשלושה שלבים?
2		תה 1	בשלוש שלבים היה, אמ.. תשעה
3		מ	תשעה, היא אומרת. אוקי, בשלושה שלבים את אומרת תשעה, מישהו חושב משהו אחר? מישהו חושב?(ת מצביע), כן איתי
4		ת 2	11, ו... (הת רצה להמשיך ולומר כמה גפרורים בשלבים הבאים)
5	11	מ	רגע, רגע, רגע, תן , ליאור אומר 11 גפרורים (כותבת על הלוח 11) ואת אומרת 9 . איך הגעתן לתשעה, מישהו רוצה לעזור לה בקבוצה? איך הגעתן לתשעה ולא ל-11?
6		תה 3	זה 11,
7		מ	היא אומרת 11, מה את האומרת?
8		תה 1	לא, התבלבלתי
9		מ	התבלבלת. אז איך הגעת ל11 גפרורים? גפרור זה זכר, אחד-עשר גפרורים, שמונה גפרורים. כן?
10		ת 2	היו שלושה שלבים , בכל שלב יש שלוש,
11		מ	אהה, כן
12		ת 2	אבל אחר כך צריך להוסיף עוד שניים, שני גפרורים בסוף
13		מ	שימו לב (משרטטת על הלוח שלושה מבנים לפי האות 'ח' אחד על השני) אומר ת2 בכל שלב אתה מציב שלושה גפרורים, נכון? נכון זה מה שמצוייר לכם? (מראה עם היד על השרטוט שעל הלוח)
14		ת 1	לא, עוד שניים למעלה
15		מ	נכון , רגע ותמיד שניים למעלה. אז אומר שלושה גפרורים, אז מה אני אעשה כדי למצוא?
16		ת-ים	צועקים מכפילים ב..(לא ברור כמה תלמידים ביחד)
17		מ	מכפילים בשלוש, והוא אומר ועוד 2 (כותבת על הלוח את X3+23). מי יגיד לי כמה בארבעה שלבים? (פונה לתות, כמה תים מצביעים) כן, נעמי וקורל יש לכן רעיון כמה בארבעה שלבים? זה מצוייר פה, כמה גפרורים בארבעה, אולי תנסו לפתור, לפי מה שעכשיו דיברנו, כמה גפרורים בארבעה שלבים? בשרטוט פה של ארבעה שלבים, כמה גפרורים?
18		תה 4	14?
19 20	12	מ ת-ים	14? מה אתם אומרים? כן
21		מ	כן, 14. אוקי, בואו נראה אם זה עובד מה שליאור אמר. זאת אומרת יהיה לנו 1,2,3,4 (משרטטת על הלוח קוים בצורת האות 'ח' אחד על השני, 4 פעמים) ומה עוד אמרת?

22		ליאור	עוד שניים
23		מ	עוד שניים למעלה (עוד שני קווים מקבילים מעל). מה זה יהיה לי בעצם? 3 כפול 4 ועוד שניים (כותבת על הלוח את התרגיל). צדקה קורל. הלאה. איתי יש לך רעיון מה עושים בחמישה? מה כתבתם בחמישה שלבים?
24		איתי	17
25		מ	הוא כתב 17. מה אתם אומרים הוא צודק?
26		ת-ים	כן
27		מ	כן, אוקי, בואו נראה. כבר לא מצוייר לי, כבר לא מצוייר. מה עמיר אמר?
28		עמיר	חמש כפול שלוש ועוד 2
29		מ	הוא אומר חמש כפול שלוש שזה (כותבת את התרגיל X35 על הלוח)
30		ת-ים	15
31		מ	ועוד 2, ביחד 17 גפרורים. מה יהיה בשישה שלבים? עידן
32		עידן	20
33	13	מ	20 גפרורים, בואו נראה אם זה עובד מה שאיתי אמר קודם. או בעצם את מה שעידו, עידו עורר ככה את הילדים בקבוצה ומה אמרת שהם שכחו עידו?
34		עידו	שיש שניים למעלה
35		מ	עידו אמר להם רגע רגע שכחתם שיש שני גפרורים למעלה אוקי? אז הכל בזכות עידו, עבודה קבוצתית. אז יש לנו שלוש כפול שש ועוד.. 6*3 (כותבת על הלוח את התרגיל X63) שזה
36		עידו	18
37		מ	ועוד שתיים, אז אמר יפה עידן 20 גפרורים.
38		מ	מי יכול להגיד לי עכשיו בעשרה שלבים? בעשרה, כן ירון
39		ירון	32
40		מ	זאת אומרת, הוא אומר לי כבר 32 ככה ברור, כי אני עברתי פה באחת הקבוצות ואז לא יודעת, עזבתי אתכן מאי ונילי וכולכן, ואתם יודעים מה הן עשו שוב? ויש עוד כמה שעשו את זה, הן פשוט ישבו וספרו, וזה בסדר לשבת ולספור, שלוש ארבע בלספור, אבל אז שאלתי אותן מה יהיה בעשרה שלבים? והן אמרו אה רגע, מה אני אשב עכשיו ואצייר? ומה יהיה במאה שלבים? רגע, הגעתן לאיזשהי החלטה? כן.
41		תה 5	(לא ברור) שלוש ועוד שתיים
42	14	מ	יפה. אז מה שעידו אמר פה לילדים, אומרת נילי, רגע, זה לא רק כפול שלוש (כותבת על הלוח 100*3) או שלוש כפול 100, היא אומרת רגע זה ועוד שתיים אז זה יהיה 302 (כותבת על הלוח 302).
43		ת 6	עכשיו תעשי באלף

44		מ	מי יכול לומר לי אם הוא יכול להגיע לאיזשהי הכללה שאמרו לכם פה, n שלבים? (2 תים מצביעים) יהיה לי n שלבים, לא משנה כמה : 100 ,200, רצית אלף, תכף נעשה מליון, איזשהי הכללה. אוקי? קורל, נעמי, לא שמענו אתכם, איך אני יכולה עכשיו בשורה האחרונה n שלבים, n מספר כלשהו, אלף שלבים, מליון שלבים... אני יכולה להגיע לאיזשהו משהו, הכללה, לא לשבת ולצייר
45		תה 5	(לא ברור) כפול 3
46		מ	רגע רגע , אני רוצה לשמוע את נעמי, את אומרת n שלבים (רושמת על הלוח N גדולה, NX3+2) כפול שלוש ועוד שתיים. מה אני אגיד לכם? (מקיפה את הנוסחה) זו ההכללה שבעצם הייתם אמורים להגיע
47		ת 7	אפשר להגיד מה עשינו בn?
48		מ	כן עוד שניה. ז"א n, מי שעכשיו מקשיב לי n מייצג לי כל מספר. הוא יכול להיות כל מספר, לא משנה כמה שלבים, כפול שלוש ועוד 2. אני לא צריכה לצייר, ואני לא צריכה לשבת ולספור. מה רצית עמיר או איתי, רגע קודם עמיר.
49		עמיר	המספר שעשינו ב-n זה 5986
50		מ	רגע 5986 (רושמת על הלוח) כן
51	15	עמיר	לא עגול (לא מספר עגול)
52		מ	כן, אני רואה
53		עמיר	עשינו את זה במאונך
54		מ	כן, כפול כמה (רושמת כפול 3 במאונך)
55		איתי	כפול 3
56		עמיר	זה שווה 17,958
57		מ	17958 (רושמת על הלוח)כן,
58		עמיר	17,958
59		מ	אוקי, אני כבר לא אפתור את זה, סומכת עליכם (רושמת את התשובה על הלוח) אז קיבלתם 17,958, ואו, אז הרעיון היה לא לקחת מספר שלם. יש למישהו רעיון, עוד איזשהי דרך. עשינו גם עם ההכללה הזאת (מצביעה על הלוח) יש עוד איזה דרך להכללה שהוא מסתכל ורואה את השלבים? עוד איזה פתרון? לפני שאני שולחת אתכם לסיכום של כל השיעור? האם רק אפשר לעשות שלושה שלבים? כי אני ישבתי אתמול בערב והגעתי לעוד דרך. בסופו של דבר זה אותו הדבר, אבל הסתכלתי על זה קצת בדרך אחרת. מה עידו?
60	16	עידו	אממ עושים את מספר השלבים כפול 2 ועוד מספר השלבים
61		מ	רגע, רגע בוא נמחק רגע...
62		ת 8	אההההה (תלמיד מגיב)
63		עידו	ועוד שתיים אחרי זה
64		מ	מה אתה אומר?

65		עידו	מספר השלבים כפול 2 ועוד מספר השלבים
66		מ	(רושמת על הלוח מספר השלבים כפול 2+מספר השלבים) אז בוא ניקח רגע N, (רושמת על הלוח) N*2+N+2.
67		עידו	ועוד 2
68		מ	בואו רגע נראה. יש לי פה שני N, אתם כבר כאילו בחטיבה (רושמת N2) ועוד N ועוד 2. כמה N יש לי פה בסך הכל?
69		ת 9	שניים
70		מ	שמת לב מה אני עושה (מראה על הלוח)
71		ת 10	שלושה
72	17	מ	שמתם לב מה אני עושה? אני מקבלת N+23. ואו. בואו רגע נראה מה הוא עשה. הוא אמר רגע, N כפול 2, מספר השלבים כפול 2, שתכף נראה, ועוד , מעולה, כמה שלבים ועוד 2. לוקחים את ההכללה הזאת ואני לוקחת ומצמצמת אותה. כמה פעמים N יש לי? פעמיים. עוד פעם אחת N אז יש לי כמה פעמים N?
73		ת 11	שלוש
74		מ	שלוש. הגענו לאותו הדבר שהגענו פה? רק בדרך אחרת. שם היה לנו N+23 וגם פה יש לנו N+23. הנה בחטיבה כבר לא כותבים כפול. בחטיבה, מי שרואה N3 בחטיבה יודע שזה כפול, יודע שבין לבין לא צריך אפילו לכתוב נקודה, ויודע שזה כפול. פה (מצביעה על למעלה, שם כתוב NX3+2) תראו איך זה נראה. N באנגלית והאות X באנגלית אוקי, אז זה לא נראה טוב. לכן בחטיבה כבר לא רושמים כפול אלא שרושמים את הנקודה או שרושמים אחד ליד השני. אז זה סך הכל אותו דבר, ואם אני אצייר את זה רגע, בעצם מה שאמר עידו מעולה, איך זה היה נגיד, ופה שני מקלות (מציירת שלושה ח ומעליהם שני קווים). איך אתה עשית את זה שראית בעצם שזה N ועוד N ועוד N
75		עמיר	כי אני חשבתי על.. בעצם חשבתי על מה שזה.. על מה שאנחנו עשינו עכשיו, אבל הורדתי את מה שיש באמצע
76		מ	אתה בעצם עשית את מה שאני עשיתי אתמול בערב. הסתכלתי ואמרתי בוא נחשוב רגע על עוד דרך, אני נעולה על הדרך הזאת, אני יודעת. אבל הסתכלתי ואמרתי שיש פה שני טורים, אתם רואים שני טורים? (מראה על הלוח) יש פה בעצם לפי מספר השלבים כמו שאמר עידו, הוא אמר שני N טור אחד וטור אחד, כמספר השלבים, יש עוד את הקווים באמצע, את הטורים באמצע, ועוד השניים העליונים.(מראה על הקווים העליונים) מעולה.
77		מ	אנחנו עוצרים רגע פה. היו לנו חמישה שיעורים כאלה. הם היו שונים ממה שאנחנו לומדים. דפי עבודה, חוברת, למידה. מישהו יכול להגיד אם הוא הרגיש אחרת, אם הוא אהב את זה, התחבר לזה, חשב שזה עוזר לו במשהו. כן, עמיר
78		עמיר	אני מאוד אהבתי את זה,

79		מ	אתן יכולות להקשיב בנות עוד רגע? כי נראה אולי אם אפשר להמשיך עם זה בשנה הבאה. כן.
80		ת 12	לדעתי זה יותר קל ללמוד ככה, שלא אומרים תעשו את כל העמודים של המחברת או משהו כזה, וזה לא שיעורי בית, וגם אם אתה טועה אתה לומד משהו חדש (לא ברור)
81		מ	אוקי, אז אם אני רגע אחזור על הדברים שלו זה לא כמו שיעורי בית, טוב אז אפשר לוותר על שיעורים גם בכל דרך, אבל אני יכול ללמוד גם כן מאחרים, אני עובד ביחד, אני עובד בקבוצה. איך המצלמה? עשתה לכם משהו המצלמה?
82		ת-ים	לא, לא, כן
83		מ	כן? תכף נשמע מה כן. רגע, מה עשתה לך לצלם?
84	18	ת 13	המצלמה היא כן עשתה יותר סוג של הביכה, לפעמים היו לנו רגעים שבצלמה... כבר סיימנו לעבוד וסוג של ראו אותנו מדברים אחד עם השני
85		מ	אוקי, אז זה אין צורך... אני מדברת בלמידה, לגבי הלמידה. כן אלון
86		ת 14	יותר שקט
87		מ	אוקי, יותר שקט, זה גם השיג משהו. יפה. איתי
88		ת 15	היה יותר למידה אחרת, היה מאוד כיף יותר משיעורים רגילים כי עשינו את זה בקבוצות, מתייעצים, מדברים, זה לא סתם שזה... ככה לומדים לחשוב
89		מ	אוקי. מבחינת... זה קודם כל חשיבה אחרת, ראיתם שהמשימות הן משימות לא הרגילות, אלא משימות אחרות. אין פה שברים, צריך לדעת אמנם כפל, לדעת חילוק, אבל צריך יותר לחשוב ופחות לעשות משימות של... כן. אחרון?
90		ת 16	אני רגיל להיות הצלם, לא המצולם.
91		מ	אה הבנתי. תודה לך, ואחרון עידו?
92		עמיר	לדעתי זה יותר כיף כי גם אתה בקבוצה עם החברים שלי, וגם... זה יותר כיף, משימות אחרות.
93	19	מ	אוקי. אז אנחנו באמת ככה דרך העבודה שלכם, ודרך הצילום נוכל להכניס דרך עבודה שונה ממה שהייתם רגילים.

נספח 7.5 - תמלול שיח בפתיחת השתלמות מפגש 2 בתאריך 4.12.2016

זמן	מספר	דובר	נאמר
9	200	מירי	אני רוצה להגיד, אני חייבת להגיד שזה היה השיעור הכי שקט מ...מימי חיי
	201		תגובות : צחוק
	202	מירי	הם כל כך התרגשו מהמצלמה, אני אצטרך... לא ידעתי איך לפצות אותם. פשוט ...(תנועות סיבוביות עם הידיים)
	203	רינת	אני יכולה להגיד לכם שאח״כ הם לא שמים לב למצלמה
		רינת	אתם איתנו בכלל? רעשי רקע...
		מירי	זה פתרון ,נראה לי מעכשיו , מהיום, אני שמה מצלמה בכל שיעור.
	204		תגובות מהכיתה: צחוקים.
	205	מירי	אמ...וכולם עבדו כולל התלמידים המתקשים.. אין ילד (תנועה שמראה על כולם)
	206	רינת	איזה יופי!
	207	מירי	לפעמים יש בשיעורים אחרים את צריכה לדרבן...תעבוד, תעשה ...באמת כולם (תנועה שמראה על כולם)
	208	רינת	זה הרעיון במשימה הזו. באמת, כאילו, מאפשרת לכולם לעבוד
	209	מירי	כולם רצו לדבר, ז״א, בדרך כלל...רק הטובים רוצים לדבר...כולם
10	210	רינת	אז מה גרם לזה שכולם רצו לדבר? (רעשי רקע) רגע, נורא חשוב לשמוע..
	211	מירי	באמת ..אני לא...
	212	מורה אחרת	התהילה, התהילה שבמצלמה.
	213	רינת	חחח
	214	מירי	כן, אבל , אני לא יודעת אמ...גם המשימה היתה כזו אמ........מזמנת לשיח מתמטי... המשימה עצמה עשתה להם את זה (תנועות ידיים עגולות) [דיבור חופף]
	215	מירי	ומה שהפתיע אותי שדווקא התלמידים הבינונים ולא החלשים ...היו...הגיעו למסקנות... יותר גבוהות מהתלמידים הטובים.
	216	מורה אחרת	גם אצלי זה היה ככה.
	217	רינת	באמת? כן , יואו, זה מדהים. ספרתי לכם שבכיתה שב׳ (שם של מורה אחרת) מלמדת עכשיו, גם אצלי הבינונים פתאום בלטו. ז״א, אני לא יכולה להגיד שהם היו הרבה יותר טובים. אבל, פתאום גם שמעתי אותם ופתאום גם הם בלטו.
	218	מירי	וכמה מהם אח״כ , גם בשיעורים אח״כ , ז״א, פתאום לרצות ללמוד מתמטיקה (תנועות ידים עוד ועוד)

	219	רינת	שיווו
11	220	מירי	לעבוד לעומת...החלשים נשארו באותה רמה...(מלמול לא ברור) הטובים תמיד לומדים. וזה מצא חן בעיני מאוד מאוד. מקווה שזה ימשיך... ששואלים מה המשימה הבאה ורוצים עוד פעם.
	221	מורה אחרת	באיזו כיתה?
	222	מירי	זה היה בכיתה ה'.

7.8.נספח 8 - ראיונות

פרוטוקול ראיונות

כתב נטוי – לעיני המראיין

נקודות למראיין שיש לשים לב

- *להעמיק בבירור התשובה עד לבירור מה המשתתפת מתארת (למשל, אם המורה אומרת "חשוב לי שתלמידים יהיו מעורבים" שאלו "מעורבים במה?").*
- *לברר מדוע פעילויות מסוימות חשובות למורה ולא להסתפק רק בהצהרה על חשיבותן. למשל, אם המורה אומרת שפתרון בעיות בקבוצה חשוב לה, שאלו מדוע זו פעילות חשובה.*
- *אם המורה מדברת על מבנה השיח בכתה (למשל, תלמידים מדברים בינם לבין עצמם או המורה שואלת והתלמידים עונים), לברר לגבי ה**תוכן** וההפך (אם מדברת על התוכן, בררו לגבי מבנה השיח).*

לפני הצפייה בשיעור

1. *הסבר על מטרת הראיון*

4. תודה שהסכמת להקדיש מזמנך להתראיין. אני מעוניינת לעקוב מקרוב אחר תהליך ההשתלמות המקצועית שעוברים מורים. כמו כן, אשמח לדון איתך בזמן הראיון על דפוסי השתתפות שונים של תלמידים שתבחרי בשיעור מחשב"ה.

5.

2. *קבלת אישור השתתפות*

6. לפני שנתחיל בראיון, אני רוצה להזכיר לך שהשתתפותך במחקר היא וולונטרית לחלוטין ותשובותיך לשאלות יישארו חסויות לגמרי. בכל נקודת זמן, את יכולה לבקש ממני לכבות את המצלמה/מיקרופון.

7. האם יש לך שאלת כלשהן לפני שנתחיל?

3. כיצד התכוננת לשיעור הזה?
4. כיצד את מתכוננת בדרך כלל לשיעור?
5. מה הנושאים החשובים שתרצי להוביל בשיעור הזה?
6. באילו קשיים לדעתך את עלולה להיתקל בשיעור זה? כיצד תנסי להתמודד איתם?

שאלות מידע כללי אפשר לפני ואחרי השיעור

1. באיזה בית ספר את מלמדת? כמה שנים את מלמדת מתמטיקה ביסודי? כמה זמן בביה"ס הנוכחי?
2. אילו כתות לימדת בעבר ואילו תלמדי בשנה"ל הקרובה?
3. האם העבודה בכיתה בקבוצות?
   א. כיצד נקבעת החלוקה לקבוצות למידה ובאיזה שלב?
4. באיזה ספרי לימוד את עושה שימוש בכל אחת מהכתות?
5. מה הם האתגרים המשמעותיים ביותר בהוראת מתמטיקה בביה"ס שלך?
8. (עבור אתגרים הנוגעים לתלמידים כמו מוטיבציה, לקויות למידה וכו') שאלה: האם זהו אתגר הנוגע לכל הכתות שאת מלמדת?

ראיון אחרי הצפייה בשיעור

1. איך היה לך? איך הרגשת במהלך השיעור?
2. מה 'הלך' לפי המתוכנן? מה לא 'הלך' לפי המתוכנן?
3. האם הרגשת שההכנה לשיעור סייעה לך ? או לא?
4. האם היו החלטות שהיית צריכה לקבל במהלך השיעור? מקומות שבהם היית צריכה להחליט לכאן או לכאן.
5. האם השגת את המטרות המתמטיות שלך? כיצד ראית זאת? (לברר גם תוך כדי מה הן היו).
6. ספרי לי קצת על הכיתה, מה הרכב הכיתה? כיתה הטרוגנית? הומוגנית?
7. מהם הגורמים האחראים להצלחת תלמידים במתמטיקה? מהם הגורמים לכישלונם של תלמידים?
8. מה מאפיין תלמידים המרבים להשתתף בשיעור? מה מאפיין תלמידים שממעיטים להשתתף? כיצד את מסבירה זאת? כיצד את מעודדת השתתפות? (דוגמאות מהכיתה משיעור המצולם)
9. האם היו תלמידים שבשיעורים אלו שינו את דפוסי ההשתתפות שלהם? מיהם? תארי כיצד השינוי בא לידי ביטוי? כיצד התלמיד השתתף בדרך כלל? (דוגמאות לתלמידים מתוך השיעור המצולם)
10. האם יש עוד דברים שתרצי לשתף/להתייעץ ?

.9

.10

11. שאלות 6-10 הן שאלות המתפתחות לשיח בין המראיינת למרואיינת בהתאם לדיווחה של המורה. לדוגמה באם המורה מצביעה על תלמיד מסוים ומדווחת שהוא אינו מרבה להשתתף בשיעורים אבל בשיעור זה הוא נטה לקחת חלק פעיל יותר. המראיינת תנסה לברר את סיפורי הזיהוי שלו באופן ספציפי וכללי ומהן תויות הזיהוי שלו והאם הן השתנו או לא.
12. *חלק מהראיונות מבוססים על צפייה משותפת בשיעור הווידאו המצולם ללא צפייה בשיעור

נספח 8.1 - תמלול ראיון ראשון עם סימון מתאריך 5.3.17

ס- המורה סימון . ר- רינת החוקרת

הריאיון נערך לאחר צפייה בשיעור ובזמן הריאיון התקיימה צפייה בצילומי השיעור

מס'	זמן	דובר	נאמר
1			*הכנות למשימת המשושים*
2		ר	עכשיו זה מצלם, אוקי
3		ר	כיצד התכוננת לשיעור?
4		ס	לא התכוננתי (משתהה קצת) פשוט העברתי את זה בכיתה ו3, בכיתה אחרת כדי לראות, למצוא פתרונות, לראות מה יכול לקרות וזה מה שעשיתי
5	0	ר	אוקי, אממ (מסתכלת בדף) ובדרך כלל איך את מתכוננת לשיעורים
6		ס	עכשיו, זה שיעור בנוי, את הבאת, עשינו אותו ב...(בהשתלמות) על זה לא צריך
7			להתכונן, אנחנו עשינו כבר פתרנו ובדקנו, אבל ככה תלוי לאיזה שיעור.
8		ר	מה הקשיים שחשבת מראש שיכולים להיווצר ?בשיעור הזה
9	1	ס	אני דווקא על המשימה הזו כבר סמכתי כי אמרתי לך, היא דומה למשימה שעשינו, גם הילד הזה אמר, וגם לא סתם שאלתי לאיזה כיתה זה יכול להתאים, כי לשרטט וגם שיש דף כזה (דף עזר : שורות של משושים), אז כל אחד יכול להגיע, אולי ל...מסקנות כלליות זה קשה, בגלל שזו משימה כזאת מוחשית וכל ילד יכול להגיע לרמה שלו, אז פחות חששתי מהמשימה הזו, היא היתה ממש מוחשית ו... כי נניח במשימה של א...חזקות, יותר חששתי עשיתי הכנה, לפני שיעור, ופה ידעתי שהם כבר מוכנים לדבר כזה, אז אם צריך אני עושה הכנה, בודקת האם יש להם מספיק ידע קודם,
10		ר	אהה, אוקי
11	2	ס	ואם אין אז את עושה משהו כדי שלא יתעסקו במשהו כדי לטרום (הכוונה לפני) וכבר יהיו נטו במשימה, ואם את רואה שזה מספיק אז זה בסדר, לא תמיד א..., אני אומרת לך שבחזקות, צריך לפני שיעור א... חזרה על חזקות כדי שהם כבר יהיו בטוחים שהם יתעסקו בדברים היותר רלוונטים למשימה. צריך לבדוק תמיד ידע קודם וגם מראש לבדוק מה את מצפה ואיזה פתרונות א..., אני גם כתבתי את כל הפתרונות, אמרתי אם לא יהיו , אז אני אוסיף להם, צריך לבוא עם הכל מוכן,
12		ר	איך היה לך בשיעור? איך הרגשת? זה שאלות לגבי השיעור עצמו? איך היה?
13			רגיל, תמיד אנחנו , אולי השיעור הראשון היה, אבל את רואה עדין יש קושי, 'אני לא יושב', 'אני פה לא יושב', עדין יש קושי, את ראית
14			בהושבה?
15		ס	אפילו שאת אומרת להם תשבו איך שאתם רוצים, וזה עדין זה לא , עדין יש קושי של זה, אבל בסה"כ אח"כ ילדה אמרה שבקבוצה יש יתרון של שהם א...

16			אבל איך בכלל הרגשת מבחינת השיעור? היה לך מטרות מסוימות ודברים? מה הרגשת שזה עבד טוב ולא עבד טוב?
17		ס	זה עבד טוב, אבל בכל שיעור יש משהוא שלא עובד, ראית, ראית היו דפים ריקים
18			כן, אהה,
19	3	ס	אני מקווה שהם נחפשו לפחות שדברו ואז ... אבל את ראית א... לא לכולם, את לא יכולה א..., יש כאלה שאת יותר ויש כאלה שפחות זה תמיד ככה, במיוחד במשימות כאלו מורכבות שיש לך, שיש לך משהו ממוקד אז את דואגת שכולם יגיעו,
20		ר	אבל את אמרת להם לילדים וגם אני חושבת ככה, שאת שלושת השאלות , גם כאילו ילד בכיתה א' יכול לפתור, יכול להיות עם קצת תיווך, למרות זה הם קצת לא עשו את זה. אולי היה צריך יותר א...
21		ס	חלק איבדו את הזה כי הם חשבו שהכי חשוב להגיע לשיטה, אז כבר איבדו את ה...העניין, כבר (*לא ברור*) לשיטה
22		ר	כן, אבל שלושת אלה בצד, אולי כן היה אפשר לעשות שם שיעשו את שלושת השאלות הראשונות...(*הפרעה נכנסים לחדר*)
23		ס	כאילו לשבת איתם
24	4	ר	כן, כאילו יותר להיות (*מדברות ביחד*) כי לכל הפחות שהיו סופרים נכון את מספר הילדים סביב השולחנות.
25		ס	שלושה אלה את יודעת, בדברים שלא חשיבה הם בסדר, בדקתי מבחנים, היה מבחן, אחד קיבל 80 בהרחבה וצמצום
26		ר	באמת?
27		ס	שני קיבל קרוב ל90, כי יש להם מורות פרטיות הם ממוקדים לדברים מסוימים, הרחבה וצמצום זה קל, אבל שיש לך חשיבה הם...(*מתכוונת לומר שהם לא מצליחים*)
28		ר	כן
29		ס	הם מאבדים (*מסמנת לה לא לדבר עם ילדים כי המורה נכנסה עם תלמידה לכיתה) איריס (פונה למורה שנכנסה) אנחנו מצלמים*
30	5	ס	אז הם...כשהם, את יודעת ישר (מסמנת עם הידיים) חושבים שהם... פחות א..
31		ר	ציונים ממש טובים...(ס מהנהנת) אמ...מה הלך לפי התכנון ומה לא?
32		ס	אני תמיד מתכננת ככה לאסוף את כל א...א...התשובות,...ואחר כך בוחרת א...
33		ר	התשובות
34		ס	התשובות בלי הסברים קודם כל ואחר כך בוחרת א...כי עברנו ראית (לא ברור) למרות שהכל לא ראיתי, פתאום נתנו עוד דרכים שלא
35		ר	מממ (מהנהנת)

36		ס	כמו שאת אמרת צריך להסתובב ולבחור וזה, לפעמים אני גם לא מסתובבת ואני אח"כ שואלת ואז יש תלמידים שבמהלך פתאום עולים על משהו ככה, במהלך הדיון
37		ר	כן
38	6	ס	אז זה א... מה שתכננתי, (משתהה) בדיוק א... חשבתי ככה, אולי לא חשבתי יותר לעומק, אז ככה חשבתי שהם יפתרו שעה שלמה, ואז אני יעצור ואנחנו נתחיל לבדוק, ובאמת הספקנו את הכל, זה טוב היה , לפעמים את לא מספיקה, הפעם הספקנו הם עבדו וגם הספקנו לבדוק ולהגיע לכל ה...
39		ר	נכון
40		ס	לפעמים את לא מספיקה אבל הפעם כן, אולי באמת צריך לתכנן ככה וגם לעצור, לא למרוח, אם את נותנת עוד אז הם אמרו :'לא,הנה עכשיו א...' כנראה צריך לחתוך ולעשות לפי תכנון שלך, כי לפעמים אח"כ זה מתבזבז הכל, בסדר, אז אם תכננת שעה אחת אז שיהיה שעה אחת ואם הם לא הגיעו אז זה גם בסדר ותוך כדי דיון גם אפשר א... אני חושבת,
41		ר	נכון, האם היו החלטות כאילו שהיית צריכה לקבל במהלך השיעור?
42		ס	כאילו איך לשנות את הדרך?
43		ר	כן, משהו, דברים שאת יודעת, לשנות כיוון,
44		ס	נניח בהתחלה בכיתה ו3, עשיתי, לא נתתי להם את הדף הזה (דף העזר)
45		ר	אהה, אוקי
46	7	ס	וראיתי שלפני שחילקי כולם כבר (משרטטת עם הידיים על השולחן) התחילו לצייר, יכול להיות שלא הייתי צריכה גם
47		ר	ב(כיתה) ה' גם?
48		ס	כן, עכשיו , ראיתי שהתחילו לצייר, אבל את רואה, החלשים, אלו שהיה להם,
49		ר	אהה
50		ס	את רואה שהחלשים אלו שהיה להם, גם פספסו כבר לא רצו, עשו רק של 3 ו-5 אבל של 10 כבר ...(*הכוונה לא המשיכו*) אבל בד"כ של 10 באמת כבר מגיעים כבר למסקנות ואז... של 10 א.. הם מבינים שכבר אמ...זה יותר מידי גדול ו...
51		ר	אהה
52		ר	למרות שראיתי בבית ספר אחר, שהיו ילדים שהיו יותר חלשים ,שהם כן עשו את ה-10 על הדף הזה, ספרו ורק אחר כך הם א...הגיעו להכללות...אפשר גם ככה את יודעת
53	8	ס	כן, אבל אלה שהם יודעים שבקבוצה מישהו יעשה ואז הם ידעו כבר ש...הבנות יעשו...(*חלשים שלא עבדו כי הם חיכו שהבנות יפתרו עבורם*) למרות שאמרתי לו תקשיב לה ואתה מבין ואז אתה תציג אבל הם לא רצו

54		ר	אז הם לא רצו להקשיב, כן אולי פה היה צריך, יותר התערבות גם שלך, אמ... קצת על הרכב הכיתה תספרי לי
55		ס	הכיתה ממש בינונית
56		ר	צוחקת *(חשבתי שהיא צוחקת, לא ציפיתי לזה)*
57		ס	למרות ש...שהם ילדים ממושמעים,
58		ר	ברור
59		ס	חצי כיתה לא עושה שיעורי בית (*מהנהנת בצורה רצינית*) אבל מה שאני יכולה להגיד לך, ב... בציונים *(לא ברור*) .הם ממש נהנים, אני לא יודעת אם כולם, אי אפשר להגיד על כולם
60		ר	כן זה תמיד אי אפשר להגיד
61		ס	תמיד הם גם, במשימות כאלו מאוד קשה להם, להביא את כולם להבנות, אני כבר ספרתי לך שפעם אחת, שעשיתי, למחרת נתתי משימה דומה, פתאום, חלק ישר הבינו שזה היה קשר (*קשרו את זה למשימה הקודמת*), וחלק לא.
62		ר	אהה, תגידי רגע, א...אז אמרנו, את אמרת שזו כיתה בינונית, יש...
63		ס	בינונית (מדגישה)
64	9	ר	יש אולי ....חזקים
65		ס	(*נכנסת לדברים*) חזקים, כמה יש? (סופרת עם האצבע ואומרת שמות)
66		ר	אל תגידי שמות , שלא יראו..
67		ס	אהה,
68		ר	תגידי בערך מספר, רבע, שליש,
69		ס	ממש קצת חמישה אולי יש
70		ר	כן, מ- 30 וכמה הם?
71		ס	32
72		ר	אוקי
73		ס	והרבה בינונים,
74		ר	אוקי
75		ס	וחלשים במבחנים יש מלא שם, איזה 8
76		ר	באמת שמונה, אוקי?(*שתיקה ארוכה*)
77		ר	אוקי, כאילו ראינו את שלושתם, את השלושה האלה
78		ס	שלושה
79		ר	למרות שהם קבלו 80 במבחן אז כמה הם חלשים
80		ס	זה לא מבחן, זה מבדק של הרחבה וצמצום
81		ר	אוקי
82		ס	אני אומרת לך , הטכניקה קיימת אבל זה לא היה של, רק של טכניקה,

83		ר	הבנתי
84		ס	אם היית נותנת תרחיב, לצמצם ולחבר, זה היה רק מכנה משותף אז כן הם היו יודעים, אבל את יודעת, גם במבחנים הגדולים, של מחצית, היה מבחן גדול
85		ר	כמה הממוצע של הכיתה היה?
86		ס	אמ..מתחת ל-80
87		ר	מזה כמה מתחת ל80?
88		ס	76 נראה לי
89	10	ר	76, אוקי, ובכיתות אחרות כמה זה בה'?
90		ס	בה' שניה, בה' שנייה יש ...גם אין הרבה מבריקים, אבל הרבה כאילו במצב יותר טוב, ואז זה לא מוריד
91		ר	אהה, הבנתי
92		ס	גם מצב כזה 78 נראה לי
93		ר	אהה
94		ס	וזה עצוב
95		ר	ובה' ראשונה
96		ס	בה' ראשונה, המצב ממש קשה,
97		ר	אהה, כן
98		ס	יש מלא מאובחנים , ממש כיתה מורכבת,
99		ר	את מלמדת את שלושתם?*(שלושת הכיתות)*
100		ס	לא, ...מלמדת את ה1
101		ר	את מלמדת את ...(נקטע)
102		ר	מה לדעתך הגורמים שאחראים להצלחת תלמידים במתמטיקה?
103	11	ס	קודם כל מורה בכיתה, אין (מלמלת) אין, אם היא לא מסבירה כמו שצריך, המורה צריכה גם , הרבה להביא לכיתה, במינון , אני לא אוהבת את החוברות שאמרו למיצ"ב, הכינו חוברות וזה, אני לא הכנתי שום חוברת, לא היו לי שעות נוספות לא כלום, הכל בכיתה במינון קטן, כמו שזה *(מתכוונת למשימת המשושים)* זה לקח שעתיים *(כלומר זה לקח הרבה יותר זמן)*. אבל, תרגיל אחד קטן על הלוח, בסביבות, מדברת, כאילו מחפשת דרכי פתרון. ילד אחד חלש כמו שהסברתי לך, בתרגיל, כאילו, הטוב בכיתה ו' של הטיול הזה *(משימה על טיול)*, הוא ישר כותב
104			13 :80 וחלש יש לו הזדמנות פה לעשות משהו אחר, בגלל שהוא מקובע, בגלל שהוא *(לא, היא התכוונה)* מבין את המשמעות. אם את לא מסבירה משמעויות, אז הוא ראה א...למדו אותו לעשות תרגיל חילוק אז הוא יעשה אם לא לימדו אות ואז זהו. אז צריך ללמד משמעויות.
105		ר	אוקי,

106		ס	משמעות, לא מלמדים משמעות לעבוד.
107		ר	ומה לדעתך הגורמים לכישלון אצל תלמידים?
108		ס	(חושבת קצת, ואומרת בשקט) תלמידים עצמם, צוחקת
109		ר	מחייכת, אוקי
110	12	ס	גם תראי, זה גם הקושי ש...בקבוצה קטנה הם לומדים, המורה לא יכולה לגשת לכולם ולתת לכולם תשומת לב, גם ה...ילד אחד אומר הנה היא עושה ככה (מציירת עם היד על השולחן)וזה מפריע לי (*הכוונה לתלמידים שרגישים לרעשי רקע*), יש כל מיני שהם, אני לא יודעת. נניח הבת שלי עכשיו בכיתה י׳. היא לומדת, לומדת והמורה שלה מעולה והיא... לא מקבלת עכשיו ציונים גבוהים, אז מה? מי אשם?
111		ר	מחייכת
112		ס	מי אשם?
113		ר	לא יודעת...(*צוחקת במבוכה*)
114		ס	זהו, מאוד קשה, זה אינדיבידואלי, את יודעת, יש כזה שהוא יכול ולא מצליח, יש כזה שהוא...
115		ר	השאלה אם היא מבינה את החומר? היא מבינה ו...
116		ס	היא מבינה
117	13	ר	אז בסדר, אז היא לא קבלה ציון טוב, אז זה לא אומר עדין שהיא לא יודעת
118		ס	בסדר, אז צריך ציון טוב
119		ר	אז, בסדר היא צריכה לעשות מבחן חוזר,
120		ס	מישהו... בכיתה י׳ לא עושים מבחן חוזר, קבלת , קבלת! (*הציון שקבלת הוא הציון*)
121		ר	לא?
122		ר	כאילו לא נותנים איזה חמישה מבחנים, מתוכם רק 4 הציונים...
123			*על הציונים בתיכון*
124	14	ס	כנראה, כמו שאמרתי אין גנים טובים, (*לבת שלה אין גנים טובים לכן היא לא מצליחה*) כנראה גם גנים, מה אני יכולה לעשות, יש כזה שילמד עד שהוא יגיע עקשן , ויש כאלו ש..
125		ר	מוטיבציה
126		ס	מוטיבציה , בטח , זה לא תמיד ׳אוי, תביאו, משהו מעניין׳ (*חיקוי וטענות כלפי מורים שלא מביאים דברים מעניינים*) . גם צריכים דברים בסיסים, עבודה סיזיפית גם צריכה להיות, אין מה לעשות... זה שילוב
127		ר	(מהנהנת וחוזרת לדף השאלות)אמ...מה מאפיין את התלמידים שהם מרבים להשתתף בשיעור?
128	15	ס	(חושבת קצת) אני מעודדת להשתתף בשיעור את כולם, אני רוצה שישתתפו, וגם אני מאוד מאוד מעודדת , אני ככה אומרת בשקט, אם טעית זה בסדר, אנחנו לומדים מטעויות,

129		ר	מממ (לאישור)
130		ס	אבל זה לא תמיד עובד
131		ר	למה זה לא עובד?
132		ס	הם לא בטוחים א...הם לא בטוחים, יש אנשים לא בטוחים,
133		ר	אז זה עניין של ביטחון ההשתתפות?
134		ס	זה גם, אני חושבת שזה גם אופי,
135		ר	אופי?
136		ס	אופי! יש כאלה שהם יודעים ויש כאלה שטובים ולא משתתפים, אז מה?
137		ר	אהה, אז למה?
138	16	ס	אני לא יודעת, אולי זה לא מעניין אותם, אני לא יודעת, לא יודעת יש כל מיני סיבות. כדי שישתתפו כולם , הסיבה, כאילו ביטחון, אז צריך כל הזמן לדבר : מטעויות אנחנו לומדים, כאילו , לעודד. אבל זה לא תמיד עוזר לתלמידים.
139		ר	איך את מסבירה את זה שתלמידים ממעיטים להשתתף למרות שהם יודעים?
140		ס	לא מעניין אותם
141		ר	אהה לא חשוב להם?
142		ס	כן, לא חשוב להם, להבריק ול...
143		ר	טוב, אוקי, יש לך דברים שרצית לשאול אותי משהו, (רעשי רקע)
144		ס	אני חושבת שצריך לעשות מאגר משימות ו... שהם קצת יותר יהיו ב...
145	17	ר	אני אמרתי לכם שיש משימות ק.ד.ם משימות שבזמנו (לא ברור) שהם ממש משימות שמתאימות לשיעורים האלה. לקחתי, את המשימה הראשונה הראשונה של הריבועים לקחתי משם, גם את המישמה של הכפתורים לקחתי משם, שם יש הרבה
146		ס	צריך מאגר, לכל מיני כיתות ושגם יהיה יותר קשור לזה... לנושאים שנלמדים
147		ר	אוקי,
148		ס	למרות שעכשיו יש כאילו גם במיצב, לא רק, חקר כזה, שאחת מהם היא משימת חקר
149		ר	נכון, מיוחדת
150		ס	אבל מה הבעיה שנניח אני מלמדת אני יותר, בונה את הבסיס אני יותר מעניין אותי הבסיס,
151		ר	מממ (לאישור)
152		ס	כן צריך להביא הם נהנים וזה, והם נפתחים וזה, אבל יותר זמן יותר זה...אני לבסיס, כי אם יש בסיס אז יותר קל, נניח מי שלא יודע שצריך, שמספר פעמים, כמו שילד אמר, את לא תגיעי למספרים, ראית את הילדה? את לא תגיעי למספרים,

			אני לא הבנתי מה,כי היא ספרה, הוא אמר לה מה את סופרת . זה בדיוק העיניין, שהיה אותו דבר, רק בכפל והיא ספרה
153		ר	כן, נכון
154		ס	צוחקת
155		ר	נכון, עכשיו אני אגיד לה כמה דברים, לגבי השיעור היה אפשר , להוסיף את הטבלה ויש ילדים שהם, כאילו, לא עושים את זה בצורה של טבלה אבל כדי שנדבר, אפשר ליצור קישוריות יפה בין ה- X4 לבין
156		ס	איזה טבלה?
157	18	ר	(מראה על הלוח) הטבלה , גם הראינו את זה בפתרונות, טבלה, שולחן אחד 6, שני שולחנות 10, 3 שולחנות 14
158		ס	אהה לא, לסדר את זה ככה ולסדר את בצורה הזו (מראה עם היד) ואז אפשר, כמו שהוא אמר, קפיצות של 4
159		ר	בדיוק, בדיוק,זה היה אפשר להראות את זה , למרות שאני קשה לי לעשות 300, אבל עצם זה שהוא הגיע וחשב על זה מחבר אותי לX4 בעצם, אוקי, אז לעשות את זה...כאילו כל הקטע של הקישוריות והיה זמן, היה אפשר יותר לעבוד עליו, כי זה כאילו השאלות החכמות החשובות של השיעור
160		ס	אני חשבתי רק קשר אחד, שצריכה שיבינו הקשר להיקף של הצורה
161		ר	כן, הבנתי
162		ס	על זה התעקשתי וזה,
163		ר	לא, קישוריות בין הפתרונות, פתרון אחד , פתרון שני, איפה מוצאים את הפתרון האחד בשני,
164		ס	למה הם א... אם זה היה איקסים את פותחת הכל ומצמצת ובדיוק
165		ר	(מהנהמת) מעולה
166	19	ר	אבל , אנחנו כאילו, יוצרים את הקישוריות על ידי הטבלה, על ידי השרטוט, איך אני... בשרטוט ממש רואים יפה את ה-4, זה קישוריות טובה, כמו שזה כן עשית, שראו את ה-4 ואז רואים את ה-X4 , אוקי, וה-4 כפול, זה טוב, אמ... מה עוד כאילו, הקבוצות. וזה שהם לא רוצים לבוא ולהציג על הלוח, זה צריך לעבוד איתם על זה. כי ילד כן צריך לבוא ולהסביר ואחרים כן צריכים ללמוד ולהקשיב לו ,זה כל הרעיון של הדיונים.
167		ס	כנראה פחדו ממך, אורחים
168		ר	כן, אורחים,
169		ס	זה קצת היה, עדין היה אחרת, זה לחץ אחר,

170		ר	אז כאילו יותר, לעודד אותם שהם יבואו ויסבירו ונגיד מתוך הקבוצה, הדובר של הקבוצה הוא זה שיבוא וידבר כי זה חשוב, חשוב כאילו לפתח את הדבר הזה. מאוד נהניתי היה שיעור באמת טוב, את שואלת שאלות חזקות כאילו, מה שנקרא חזקות, שאלות טובות. גם שאת עוברת בין הקבוצות, וגם שזה... ז"א אם אנחנו נכנסים ל- את נותנת להם להתמודד, שדברנו שזה כאילו שני הפרמטרים, את נותנת להם להתמודד ואת מדברת על הקונספציה, על התפיסות המתמטיות, הרעיונות המתמטיים והכיתה ממש חמודה, משתפת פעולה, אין לך שום בעיות משמעת פה, את לא צריכה להוציא מישהו החוצה, ו ...
171	20	ס	את לא ראית
172		ר	מישהו החוצה? אחד את אמרת לו לשבת,
173		ס	לאחד אמרתי, נגשתי אליו ואמרתי עכשיו (לא ברור) אני לא יודעת מה אני אעשה לך
174		ר	צוחקת, בקצה שהוא ישב? השתמשת בי אההה?
175		ס	אמרתי לו ככה מתנהגים מול האורחים? שב עכשיו
176		ר	צוחקת, הם באמת היו ממש
177		ס	הם שיתפו פעולה, כאילו רצו
178			*סוף*

נספח 8.2 - תמלול ראיון שני עם סימון מתאריך 18.3.18

הריאיון נערך לאחר צפיה של החוקרת בשיעור תוך כדי צפיה משותפת בתצלומי הוידיאו
ס- המורה סימון. ר- רינת החוקרת

מס	זמן	דובר	תוכן
			התארגנות תודה וכו' ושאלות כלליות
1	3	ר	בדרך כלל את עובדת בקבוצות?
2		ס	יחידני וזוגות
3		ר	זוגות?
4		ס	זוגות.
5		ר	כאילו לפי הישיבה?
6		ס	לפעמים ישיבה, לפעמים הם מבקשים לעבור ואין שום בעיה
7		ר	ואז איך את מחלקת את זה? לזוגות למשל?
8		ס	תראי בדרך כלל זוגות, כשיש כבר משימות שיותר צריך דיון, אם זה משימות של סתם תרגולים אז לא, אז כל אחד יחידני כדי לראות... אבל אם יש משימות שצריך קצת יותר חשיבה ויותר לדון, אז הם יושבים בזוגות
9	4	ר	אוקי, תגידי ועכשיו של השיעורים האלה את חילקת בקבוצות נכון?
10		ס	כן אבל גם אני לא מחלקת, אני חושבת כדי שלא יצור אי נעימות וגם... אז הם יושבים איך שהם רוצים, לפעמים עוברים מקבוצה לקבוצה אבל זה לא מפריע לי, הם יושבים...
11		ר	הם מתחלקים לבד לקבוצות?
12		ס	כן אני אומרת היום אנחנו מעבירים שיעור עם קבוצות. הם מכירים משנה שעברה, והם אוהבים את זה ואנחנו עוברים בקלות ככה כי כל ה"לא אני לא יושב איתו..." בסופו של דבר עם מי שאתה יכול כבר לדון, עם מי שנוח לך. בגלל שזה כבר לא שיעור ראשון, הם כבר יודעים. אני רק מבקשת מהם "כשאתם מסיימים צריך לבחור נציג, אז בבקשה, שלא בהכרח שמי שפתר יהיה הנציג" יש תמיד מישהו מוביל, אז אני מבקשת הפוך, שמי שהיה לו קושי שהוא גם יהיה בעניין.
13	5	ר	והם עושים את זה? הם בוחרים באמת מישהו ש...
14		ס	כן, לפעמים כן ולפעמים לא אז... לפעמים עדיין אתה... אני מבקשת שהפעם מישהו אחר, אומרת "הוא היה כבר אז שיהיה מישהו אחר"
15		ר	אוקי, שיחלק את זה. תגידי רגע, בין השאר אמרת גם 'הם אוהבים את זה'(24 :4) אז מה הם אוהבים בזה?
16		ס	שקודם כל ,כנראה, שלא צריך כל הזמן לשבת ב...[מראה עם הידים תנועה של ידים מקבילות] את יודעת ולחשו...רק לבד. את יודעת , תמיד אנחנו צריכים תמיכה כנראה,
17			כן,
18		ס	תמיד כיף שיש תמיכה, שיש עם מי לדבר עם מי להתייעץ,
19		ר	אוקי.
20		ס	זה כנראה עושה להם (העבודה בקבוצות)
21		ר	את ה 'בקבוצה' הזה?
22		ס	כן, זה כנראה נותן להם בטחון, כי אם זה משהו שקשה, אז לפחות שיש עם מי להתייעץ, אז בגלל זה שיש..
23		ר	אבל את אומרת ,מצד שני, שהם כן עובדים בזוגות הרבה בכיתה, אז כן כאילו יש להם את המי להתייעץ, אז למה בכל זאת הם אוהבים את הפורמט הזה?
24	6	ס	את יודעת, אוהבים משהו שוני , אי אפשר כל הזמן אותו דבר, זה גם משמעם, אז

25		ר	בגלל השוני...
26		ס	גם השוני צריך בכיתה, לפעמים את ככה לפעמים את ככה, את יודעת, זה גם משחרר, גם אפילו ישיבה יותר משוחררת , וגם הוא יכול להביע את עצמו ולא צריך לחכות, עד שיזמינו אותו, עד שזה...את מבינה.
27		ר	כן, אהה
28		ס	כי בכיתה, את יודעת, צריך לחכות, וילדים רוצים להביע את עצמם
29		ר	אמ..יש (מחפשת בשאלות)
30		ס	וגם יש תוצרים, יש תוצר, בסופו של דבר יוצא תוצר,
31		ר	ובשיעורים הרגילים לא?
32		ס	תוצר, בשיעור רגיל זה תוצר של כל אחד עצמו, ופה יש כאילו תוצר (מראה עם האצבע ביחד)
33		ר	תוצר קבוצתי?
34		ס	ואז בדרך כלל זה יותר, יותר טוב, לפעמים בשיעור רגיל או שאת מצליחה או שלא , כי את לבד עם עצמך, אבל פה יש לך קבוצה ש...(סימן עם היד ביחד) אז בדרך כלל זה יוצא שכן א...
35		ר	יותר הצלחה
36	7	ס	כן
37		ר	אוקי
38		ס	לדעתי כן,
39		ר	יש איזה משימות שהבית ספר הציב לעצמו מבחינת הוראת המתמטיקה בבית ספר שלכם?
40		ס	מה זה אומר?
41		ר	נניח החליטו נושא, השנה נעבוד על זה... בתוכנית עבודה שלכם?
42		ס	כאילו משהו שהוא שכבתי?
43		ר	כן או בית ספרי בנושא המתמטיקה
44		ס	לא, מה ש...
45		ר	נגיד לפעמים בית הספר לוקח על עצמו איזשהו אתגר, האתגר שלנו יהיה 'טה-טה-טס', לא יודעת מה
46	8	ס	בנושא מתמטיקה לא, אבל יש לנו, נניח, יום... אולי באמת את צודקת אולי צריך... זה משהו מעניין לעשות לשנה הבאה אולי נחשוב על זה. אבל יש לנו תערוכה כל שנה
47		ר	כן
48		ס	את יודעת של זה...
49		ר	תוצרים
50		ס	של תוצרים, כן, משהו משותף עושים כאילו משחקים, כאילו שהילדים עושים משחקים ואז
51		ר	אתם עושים במתמטיקה
52		ס	במתמטיקה משחקים אנחנו עושים, ואחר כך זה נשאר לנו לשימוש
53		ר	אה הבנתי
54		ס	משתמשים בזה
55		ר	תגידי רגע,
56		ס	אבל באמת אולי שנה הבאה נחשוב...
57		ר	כי יכול להיות שיש נושא שהוא לא מתמטי
58		ס	שהוא לא
59		ר	שהחליטו בבית ספר איזה יעד שהם רוצים לקדם

60		ס	יש לנו יעדים... עכשיו את הכנסת אותי לזה...(נבוכה כי היא לא זוכרת את היעדים) בטוח שיש יעדים. היעד זה קודם כל יחסים בין התלמידים, זה אנחנו כולנו
61		ר	לשפר את היחסים?
62		ס	לשפר יחסים כאילו שידברו בכבוד, מוטיבציה... על זה את מדברת לא?
63		ר	לא לפעמים יש נושא מתמטי ואז...
64		ס	כן כן
65		ר	ואז ראיתי שלא אז הבנתי שעסק כללי
66		ס	לשפר את היחסים בין התלמידים
67	9	ס	לשפר את המצב של א...אקלים
68		ר	אהה, אקלים בית ספרי, אה אוקי
69		ס	ואז גם לדבר בכבוד, מה שאת אומרת זה בא, צריך לבוא לידי ביטוי גם בשעורי מתמטיקה
70		ר	נכון
71		ס	ואז דווקא גם עבודה בקבוצות זה...צריך לשפר, כי פה זה לא רק לעצמי
72		ר	נכון
73		ס	באמת את צריכה לדעת איך ...
74		ר	לכבד אחרים
75		ס	לכבד, איך לעבוד [תנועה עם היד]כדי להביא תוצר
76		ר	יפה ויש עוד נושאים שהבית ספר לוקח על עצמו?
77		ס	כן... למרות שאני צריכה...
78		ר	כן, טוב. לא עושה לך מבחן עכשיו [צוחקות] בסדר. אה
79		ס	אם כן, זה צריך לדעת בעל פה
80		ר	[צוחקת] לא, לא צריך לדעת...
81		ס	לא... כדי ש...
82		ר	אממ... תגידי רגע, עכשיו, אם אני מדברת על ההכנה שלך לשיעור כזה, לשיעור מחשבה, יש איזה הכנה מיוחדת שאת עושה?
83	10	ס	קודם כל אני עוברת, בודקת כמה אני יכולה להוציא פתרונות בעצמי,
84		ר	אוקי
85		ס	ואני כאילו... באמת משימות שמאפשרות, כל מיני אפשרויות ברמות שונות,
86		ר	כן
87		ס	יש מוחשי שאפשר לעשות את זה, והתלמידים שכאילו ברמה יותר גבוה מגיעים כבר לנוסחאות
88		ר	[מהנהנת]
89		ס	אז אני עוברת על הכל, מכינה
90		ר	כן
91		ס	ולפעמים גם אומרת לילדים אני הצלחתי שלוש פתרונות, יכול להיות שיש יותר
92		ר	ובשיעור רגיל, מבחינת ההכנות?
93		ס	בשיעור רגיל אני גם בודקת אם זה בכלל מתאים, קודם כל צריך לראות - המשימה הזו, היא מתאימה לכיתה או לא?
94		ר	אוקי
95		ס	עכשיו את מכירה את הכיתות אז את מסתכלת האם את יכולה להביא אותה ככה איך שהיא או שאת צריכה שיעור קטן או משהו. דווקא במשימה הזו [מצביעה על המסך] בדף היה כתוב ישר למצוא איבר N, ולא היה כתוב... ויכול להיות שבכיתה הזו, בגלל שכבר עשינו הרבה

96		ר	אהה אוקי.
97		ס	ולא היה כתוב ו.. יכול להיות ש...בכיתה הזו בגלל שכבר עשינו הרבה נוסחאות, אז
98		ר	אהה
99		ס	אז יכול להיות ש.. אני פחדתי...אמרתי קודם תמצאו א...כמה זה יהיה 20 אבל כבר לא בשרטוט, תחשבו ואז מה... N, אבל פה בכיתה הזו דווקא
100		ר	איזו משימה זו ה-S ?
101		ס	א...לא זו משימה, ככה [מציירת עם האצבעות על השולחן] ופה ופה בצדדים, זה S
102		ר	כן
103		ס	זה S
104		ר	בצורת S ריבועים כאלו שחורים
105			כי בכיתה השניה , הייתי צריכה יותר ל...להסביר, כי פחות אני עבדתי איתם, פשוט השנה אני קיבלתי אותם,
106		ר	אהה
107		ס	ופה זה...
108		ר	אז כבר את רואה הבדל?
109		ס	זורם
110		ר	כן
111		ס	למרות שבכיתה השניה יש מלא כאילו ... ילדים...ככה חכמים, ופה זה פשוט הם כבר רגילים ש...איזה שהוא משימה וכבר צריך להגיע איזו שהוא נוסחה.
112	12	ר	אוקי
113		ס	כי הם...ועדין עשיתי תיווך כתבתי, הנה פה את רואה אפילו פה כתוב 'דגם מספר 20 כמה ריבועים יש בדגם ה-20?'
114		ר	כן, הבנתי
115		ס	יכול להיות שלא כבר לא היה צריך בכיתה הזו
116		ר	לא
117		ר	החלטות לגבי השיעור הזה, איזה החלטות לשנות? משהו? בשיעור הזה?
118		ס	אני כבר לא זוכרת, אבל לפעמים מקבלים החלטות כאלה, בטח שמקבלים החלטות כאלה. ולא פעם אחת. לפעמים את רואה שיותר מידי... גם בשיעור רגיל, לפעמים את רואה שזה לא מביא אותך למקום שרצית, ואז צריך להחליט האם את מפסיקה, אומרת טוב עכשיו נשים את זה בצד, נביא משהו אחר, ובבית את עוד פעם עושה מחשבה נוספת איך לעשות את זה כדי שזה יעבוד, זה קורה
119	13	ר	נכון
120		ס	זה קורה
121		ר	ותגידי, אה, עכשיו תספרי לי קצת על הכיתה, זה הכיתה שהייתה לך גם בשנה שעברה?
122		ס	גם בשנה שעברה
123		ב	כיתה חזקה יחסית?
124		ס	פשוט יש שני קצוות, יש, אה... תלמידים ממש חזקים, ולא מעט. ויש תלמידים חלשים
125		ר	[מסתכלות בסרטון] לאיפה המצלמה מכוונת?
126		ס	זהו, לא כיוונתי אותה נכון
127		ר	הנה מתחיל
128		ס	לא ובסוף עוד יותר גרוע, אני לקחתי, הסתובבתי איתה, והיא הייתה מכוונת לפה [מצביעה על המסך] ולא שמתי לב

129		ר	[צוחקת] רגע בוא נראה...
130		ס	כשהסתובבתי עם המצלמה, נראה לי ש... אולי זה השיעור הזה...
131	14		[מסתכלות על השיעור]
132		ר	פה את צריכה לשים אותה [מראה עם היד על הכיוון בכיתה]
133		ס	בפעם הבאה. בדרך כלל מחפשת קבוצה שכמה שפחות עשו, שהם יציגו בערך
134		ר	זה קבוצה שעשתה כמה שפחות?
135		ס	בסוף הם כולם עשו 2, ובנות אמרו שהגיעו לשלישי.
136	15	ר	זה עושה, אה זה בן, חשבתי שזה בת
137		ס	כן גם אני חשבתי בהתחלה....שהכרתי אותו, לא הכרתי, שראיתי
138		ר	אה רגע זה (לא ברור), בואי נראה את הסרטון השני [מחליפה סרטון במחשב, מתלוננת על המחשב]
139		ס	השיעור השני זה היה בעקבות שעשינו עבודה,
140		ר	כן
141		ס	וחלק מהקבוצה זה לא ישב להם.
142		ר	אה
143		ס	היו תלמידים שבמקום להפוך את זה לכמות הם עשו, הם עשו תרגיל פחות ישר
144		ר	אה
145		ס	וכמה שאת מדברת, וכמה שזה... ואז פה כתבתי ש...
146	16		[צופות בסרטון]
147		ס	את רואה, לא הכי... זה שבקבוצה (לא התלמיד הכי חזק מהקבוצה מדבר, בקשר לשיחה בהתחלה) זה טוב, כאילו זה נותן לו ביטחון
148		ר	כי, את מתכוונת לומר שזה לא זה שפתר את זה
149		ס	לא הוא אולי גם פתר, אבל את רואה שהוא מקשר שלוש, כי השלוש הוא הכי חשוב
150		ר	נכון
151		ס	למה? כי אחר כך המקום הזה
152		ר	זה מספר הדגם
153			הוא ידע , הוא אמר זה ככה זה3, זה 2 כפול4 ופה אבל מאיפה זה? איך אתה מקשר? אחרי שכתבנו ככה לכולם כבר היה יותר ברור
154			הוא תלמיד אמ..בינוני?
155	17		הוא בינוני, אבל הוא חזק בתרגול, תרגילים הוא פותר כי יש לו מורה פרטית, הוא פותר, הוא מבין את החומר, אבל שיש קצת יותר א... הוא נלחץ, כי מה שהוא לא מכיר הוא יותר נלחץ . כי ככה הוא, את יודעת, חומר שצריך לתרגל הוא ממש טוב,
156			אהה, טוב תגידי רגע יש תלמידים שאת רואה שהם עשו איזה שינוי, ז"א, ההשתתפות שלהם שונה בעקבות השיעורים האלה? מחשב"ה
157			אולי (חושבת) זה לא רק בעקבות השיעור הזה, אולי, אני יעשה יותר אולי אני אבין שזה גם בא ,יכול להיות שזה גם בא מזה, הוא לדוגמה לא אוהב להשתתף, דווקא ראינו פה שהוא התנדב, במיוחד שהוא לא בטוח, פה ,את רואה, הוא בא והוא, בגלל זה הוא נמנם (שימוש לא נכון במילה, ס מדגימה תנועה של נרתע לאחור), ראית שהוא ...ולא כולם, ויש כאלו שהיו ונשארו ולא אוהבים את זה, מקווה ש...צריך אולי לעשות דברים כאלו שלהזמין אותם ללוח,
158	18		מה את חושבת הסיבה שתלמידים משתתפים בכיתה ?
159			בכלל?
160			כן

161		ס	יש כאלו שרוצים שהמורה תראה אותו שהוא כן הבין, חשוב לו
162		ר	רוצים להראות כאילו
163		ס	כן
164			ומה אלו שלא?
165			ואלה שלא, יש כאלו שלא איכפת להם, הם לא משתתפים, ואת רואה שהם עומדים על 90 על 100, אולי לא איכפת להם, אולי הם פוחדים, כאילו ,לא מהמתמטיקה מהבמה,
166			מלדבר?
167	19		כן, יש מלא בנות שהם לא משתתפות, הם לא אוהבות להשתתף, אבל הציונים שלהם גבוהים, וגם הם משתתפים בדיון אבל הם לא אוהבים להעביר את זה, זה לא תמיד בא, אלו שלא משתתפים שהם לא מבינים, לא תמיד, יש מלא בנות שהם ובנים גם שהם כן יודעים אבל הם לא משתתפים. ואת מנסה לקרוא להם (מסתובבת לאחור) אני כל הזמן לא אוהבת שמצביעים,הם כל הזמן אני אומרת על תצביעו, כי אם אני לא מזמינה מישהו הוא נעלב,
168			את רוצה כאילו את לבחור,
169			כן , אני תמיד אומרת (מסמנת ע ם היד למטה למעלה הרגעה) וגם אני נותנת לכל אחד שיחשוב, כי הטובים הם ישר, הם קופצים, אבל הטובים הם נעלבים ,הם אומרים את לא מזמינה אותנו, מזמינה ואתם במקרים ש,,, אני אומרת אני שומרת עליכם, לפעמים, לדברים שאחרים הם לא...
170			איך את חושבת אפשר לקדם את התלמידים הבינונים? החלשים? שהם יותר יחשבו מתמטיקה יותר יעסקו במתמטיקה.
171	20		כנראה צריך קבוצות, בכיתה גם, קבוצות גם בכיתה פרטני
172			פרטני?
173		ר	ופרטני בתוך הכיתה?
174		ס	זהו אני פחות א... לא יודעת לשחרר צריך להכין כנראה, אני גם אומרת למורות תכינו א... משהו א... לטובים ולא חובה שתבדקו את זה ,לא חובה, לא כל דבר בודקים, לא כל דבר.. ואז תשבו עם אלה שכן , תכינו להם משהו
175		ר	מה את מתכוונת לשחרר? איך זה קשור? מזה קשור?
176		ס	כי אני גם בעצמי, אם אני נתתי ולא פתרתי ולא עשיתי דיון על זה, אז מזה שווה
177	21	ר	אז מזה. איך זה קשור בלשחרר? אם לא עשית דיון
178		ס	כאילו, אני גם, כאילו הטובים הם...אם אני רוצה לשבת עם בינוניים, אז אני אתן לטובים חומר אחר,
179		ר	אוקי
180		ס	שלא קשור לכיתה והוא... ואז את לא עושה דיון כי אין לך זמן ו...ואת התכוונת יותר לשבת עם בינוניים ולקדם אותם בחומר הנוכחי,
181		ר	אוקי
182		ס	ואז זה קצת קשה, כי את אומרת נתת להם ולא בדקת, לא ישבת איתם ולא עשית דיון
183		ר	אהה, בגלל זה את מתכוונת, שכאילו בסוף את לא מגיעה לחומר שנתת לזה..
184		ס	אהה, כן, כן
185		ר	ועוד איך אפשר לקדם את הבינונים ?
186		ס	צריך לקחת לשוחח ולתת להם מוטיבציה ..להגיד שאני מאמינה ו (לא ברור) אני חושבת יחס אישי יותר. תלמידים, אני חושבת, אוהבים יחס אישי
187		ר	בואי נראה דברים מהשיעור ותעצרי אותי אם יש דברים שתרצי להסביר לי על משהו
188		ס	ש.. שכבר שעושים כבר מציגים זה כבר פחות זה...
189		ר	מה זאת אומרת

190		ס	זה כבר פחות מעניין, כי כבר הכל מוכן וזה. מה שמעניין שהם עושים ואת מסתובבת ואת מקשיבה מהם עושים, מה הם אומרים,
191		ר	אז באמת את עושה כאילו שאת
192		ס	מסתובבת
193		ר	ואז מה את עושה?
194		ס	ו...ואם קבוצה, אני אומרת לך הם לא יושבים אצלי חזקים וזה, בדרך כלל את יודעת, הבינונים הם מאוד, יש חלק שכן אוהבים והם רוצים שהחזקים יפתרו והם לא,אבל יש כאלו שהם הפוך שהם לא רוצים את החזקים (בקבוצה) כי הם הורסים להם
195		ר	הם רוצים לבד
196	22	ס	כן, ואז אני נגשת, כן מה, ואם צריך קצת כיוון אז אני אומרת 'אתם בכיוון טוב' כאילו לא יותר מידי א...כאילו מעודדת, או שתחשבו אחרת, תסתכלו על א... איזו מילה שהיא חשובה
197		ר	ואם הם טועים את מתכוונת?
198		ס	אלו שהם...
199		ר	אם הם טועים , נניח שהם עשו משהו שהוא לא נכון , לא בכיוון, אז מה את אומרת להם?
200		ס	אם זה עדין..., לפעמים אני לא מגיעה לכולם
201		ר	כן
202		ר	רק בשלב של הטיול בין הקבוצות
203		ס	כי לפעמים אני בסוף לא יודעת מי עשה מה
204		ר	אהה
205		ס	אם זה ככה , אני כן , א... תראי אם הם בטוחים שזה נכון , אני לא אומרת כלום, משאירה את זה ככה, בסדר
206		ר	אהה
207		ס	ואם הם באמת הם אומרים אני לא מבין ולא יודע, אז אני איך שהוא יתקן ,
208		ר	אז מה את אומרת להם?
209		ס	כמו שאני אומרת לך כל מיני כאלו משפטים, בואו תסתכלו על זה, אולי תעשו כיוון כזה, ...
210		ר	אוקי
211	23	ס	וגם אני , במשימה הזו (מראה על המסך) אמרתי תקשיבו המספר הזה של המקום, המיקום, הוא הכי חשוב צריך לקשר, כמו שפה זה
212			המקום, א...המספר של הדגם
213			הדגם, כן , צריך לקשר אותו ל...ואז אתם תוכלו להגיע גם ל-100 וגם ל-N, אם אתם תדעו איך לקשר, איזה קשר פה מספר המיקום לקישור
214			זה טוב, להגיד להם, כאילו תתבססו על המספר הזה ואז ממנו תצאו
215			כן, אתם תבינו גם, כמה אפשר לעשות את 100 וגם את N , תעשו קשר בין המספר לאיך אתם מגיעים למספר ול...
216			אוקי, (חוזרת להסתכל במסך)
217			זה לא נקרא שאני עזרתי , לא?
218			לא, זה לא, כאילו אם את ממקדת אותם לזה,
219			מסתכלות במסך ברקע שומעים את המורה : אז בקבוצה הזו הגעתם, אז אתה יכול לבוא ולרשום?
220		ס	זה תלמיד חזק, והוא טוען שאני לא זה...
221		ר	לא מה?
222		ס	פחות נותנת לו...כל הזמן הוא רוצה...את יודעת

223		ר	להשתתף , אוקי
224		ס	כן
225		ר	אוקי
226		ס	אבל מה שאני עושה איתו לפעמים נותנת לו תלמידים...
227		ר	ללמד אותם?
228		ס	כן
229		ר	אהה
230		ס	כדי להעצם (להעצים) אותו, כדי שהוא ...אבל הוא גם, גם מה שבא לו בקלות, מה עכשיו עשינו יום פאי?
231		ר	אהה
232		ס	ועשינו תחרות מי א...את יודעת
233	24	ר	מי זוכר יותר ספרות?
234		ס	כן, והיו תלמידים מכיתה אחרת שממש היו טובים א...והוא לא השתתף. הוא מפחד הוא גם לא הלך, הוא...אני כל כך רציתי לראות אותו שהוא הולך למקיף ה' (עירוני ה')
235		ר	למצוינות?
236		ס	כן, הוא לא רצה, כי הוא אוהב להיות מלך.
237		ר	אהה, בטוח בעצמו
238		ס	למה , כי פה הוא מלך ולא בטוח ששם הוא יהיה...
239		ר	כאילו, ראש לשו...
240		ס	ואז הוא אומר לא, לא בא לי להשתתף (מחכה אותו) ואז את יודעת כמה ספרות. ילד אחד 121,
241		ר	ואו
242			*עוד מידע על זכירת הספרות של הפאי (לגבי תלמיד נוסף, לגביה ולגבי הבת שלה)*
243		ר	(צלצול, ס' שואלת אם יש לי עוד שאלות, אמרתי שלא)יותר רציתי שתתארי לי תלמידים כמו שהיא ספרת על התלמיד .
244		ר	יש עוד איזה ילד מיוחד ש...(רואה תלמידה שמשתתפת ומסבירה)הנה זאתי?
245		ס	הילדה הזאת באמת היא לא השתתפה ,היא ממש פחדנית ברמות,
246		ר	אהה
247		ס	ואת רואה היא משתתפת
248		ר	אהה
249		ס	ויש לה 100 שלא תטעי,
250		ר	אהה, כאילו בשיעורים אחרים היא גם לא משתתפת? או רק בשיעור הזה היא משתתפת?
251		ס	אולי,א... לא רק בשיעור הזה. היא התחילה להשתתף. אולי בעקבות, השיעורים האלה, אני כבר לא אגיד לך
252		ר	בשנה שעברה מה היה?
253	25	ס	בשנה שעברה , היא ממש , היא...עד שהיא, לא ממש בטוחה, יכול להיות שפה, היא בטוחה (סימן עם היד לעבודה בקבוצה)
254		ר	אהה
255		ס	עד שהיא לא בטוחה היא לא...היא פוחדת ש...כאילו להראות את ה... שגיאות
256		ר	הבנתי
257		ס	כי היא באמת תלמידה טובה. ויש מלא כאלה בנות בכיתה הזו, ממש הם א...
258		ר	אז אולי כאילו העבודה בקבוצות, עוזרת להם?

259		ס	עוזר להם להשתחרר באמת, יכול להיות שבאמת....(מהנהנת עם הראש ושותקת)
260		ר	טוב, תודה רבה לך
261		ס	באמת ההיא , כן, (מראה על המסך)
262		ר	בכיף הייתי רוצה עוד, אבל אני לא רוצה שלא תגיעי לכיתה

נספח 8.3 - תמלול ראיון עם המורה מירי

מ- המורה מירי. ר- רינת החוקרת

הריאיון נערך לאחר הצפייה בשיעור ,במהלך הראיון נערכה צפייה בצילום הוידיאו מתוך השיעור

מס׳	זמן	דובר	מה נאמר
1	0	ר	טוב זהו , אז קודם כל ,תגידי לי קצת על היישום שלך של ה...תוכנית הזאת החדשה בכיתה,מה עשית?ו...איך את תופסת את זה?
2		מ	אוקי, אמ...אני העברתי את המשימות בכיתה ה׳.
3		ר	כן
4		מ	שחילקתי אותם לקבוצות, ובתכנון של הקבוצות , עשיתי קבוצות הטרוגניות,
5		ר	בדרך כלל הם לא יושבים בקבוצות?
6	1	מ	בדרך כלל הם לא יושבים בקבוצות, אבל אני א...נוהגת שהם יעבדו, שיש משימות, שהם יעבדו בזוגות הומוגני
7		ר	אהה, אוקי
8		מ	ואז יש כאלה שמקבלים משימות קצת אחרות, בדרך כלל בשיעורים רגילים. וכאן היה שונה שהם ישבו הטרוגני.
9		ר	כן
10		מ	ובאמת, תיכף אמממ על ..הזוג שנדבר ,אממ,,באמת ברמות שונות, אמ...אז, קודם כל זה היה שונה להם קצת הישיבה בקבוצות
11		ר	אהה
12		מ	מאוד אהבו את זה, כן ו...והמשימות אמ.. אם נלך ככה...המשימות השונות...עשינו שתי משימות.
13			משימה אחת היתה משימה בהנדסה, של היקפים ושטחים,א...כש..א...בעצם א...בתור ככה רפלקציה שעשיתי אחרי השיעור
14		ר	כן
15	2	מ	אני מאוד שמחתי והתלהבתי, שהיה שינוי בה...עבודה של כל הכיתה, ושני זוגות ככה יותר.
16		ר	מזה כל הכיתה? תסבירי למה את מתכוונת.
17		מ	זאת אומרת, כל הילדים עבדו בצורה מוחלטת, ז״א שאם לפעמים יש ילדים שצריך לגרום להם לעבוד והם לא...מתחילים. ו...ו...צריך ככה לעודד אותם, כאן, אז , קודם כל ,כי זה היה קצת שונה, וגם צילמו ,אז זה גם ככה, עושה להם והם מחכים כל פעם מתי ה...משימה הבאה, א...ו...גם המשימה היתה שונה , היתה משימה ש...אמ...לא יודעת
18		ר	רגע, אני בודקת אם זה מצלם. פעם צילמתי צילמתי ובסוף לא. רגע שניה. כן בסדר עובד
19		מ	אמ...המשימה היתה, לפחות, יש קצת הבדל בין שתי המשימות,

20	3	ר	כן
21		מ	הראשונה היתה יותר הדרגתית, היתה מדורגת
22		ר	אוקי
23		מ	ואז...אמ...גם כאלה שלא הצליחו הכל הצליחו חלק מהמשימה, וזה א...היתה טוב מבחינה הזו ש...לעומת המשימה השניה, שתיכף אני אחזור אליה. וכן כולם ככה, גם הילדים החלשים יותר, והמתקשים עבדו והצליחו, במשהו, לא שום דבר...
24			)כיתה נכנסת לספיריה עוברים מקום(
25			חלק B
26	4	ר	אז את אומרת שהמשימה הזו אפשרה להרבה ילדים להשתתף א...
27		מ	כן, ו.. אחר כך אחרי שקיימו את הדיון ושמענו א...את כל, איזה זוג וקבוצה... אז מאוד, א.., (ניעות של הראש).כמו שאמרתי, שמחתי והופתעתי שדווקא א...הילד...הם היו הטרוגניים...אז אחד הילדים שהוא די בינוני,,.. הוא בכיתה...ובכיתה פחות פעיל...א...הגיעו א...הגיע לרמת חשיבה מאוד גבוהה ו... אממ...ומאוד ככה עבד בהתלהבות. אמ...אמ...הגיע באמת ל...הכללה של המשימה. שבאופן שוטף בכיתה, הוא ילד בינוני לחלוטין,
28	5	ר	נניח איזה ציון במבחן, תראי לי רגע, פה
29			
30		מ	איזה קטע,,,
31		ר	רציתי להביא את זה שתראי לי
32		מ	הנה זה, זה
33		ר	זה עם הכחול?
34		מ	לא, זה התלמיד המצטיין וזה התלמיד ברמת חשיבה נמוכה יותר,
35		ר	אז זה, אהה
36		מ	לא ברור (מלמול)
37		ר	זה, ואיזה ציון נניח היה לו במבחנים? או משהו?
38		מ	מקסימום 80, מקסימום 80 (מנידה ראשה מצד לצד)
39	6	ר	כן
40		מ	ופה, ז"א, הוא אפילו, הוא אפילו, היה יותר מהתלמיד השני, שהוא ברמה מאוד מאוד גבוהה
41		ר	כן, כן
42		מ	הוא היה, איך אני אגיד לך, הוא הגיע לתובנות יותר, א...רציניות. הוא זה שהוביל בדיון, בין הילדים,
43		ר	וואוו

44		מ	שבאופן שוטף א...פתאום ה.. ההתייחסות שלי, אולי, שבאופן רגיל בלמידה הרגילה, השתנתה לילד הזה,(תנועה שטוחה עם היד עם אור בעינים)
45		ר	ס....
46		מ	כי...באמת, מאז אני כל פעם מציינת, אתה זוכר ב...משימה שעשית, ז"א, שאתה גם יכול...(תנועה ארוכה עם היד)
47		ר	משתמשת בזה
48		מ	משתמשת בזה, למנף אותו לדברים לחיוביים,
49		ר	יופי
50		מ	כי אמ...כל פעם, הוא ילד שדי א...ז"א, לא מצליח לו משהו, הוא מתייאש, הוא מתעצבן, מעיף את הכל, (תנועה מעגלית עם הידיים) שובר את הכלים (מחיאת כף) ולא עושה כלום
51		ר	אהה,
52	7	מ	ואז כל פעם, אתה זוכר את המשימה ההיא, איך ידעת, ואיך הצלחת ואיך היית הכי טוב מכולם, ואז הוא נותן מעין חיוך כזה
53		ר	צחוק
54		מ	ומתלהב ואומר אהה, טוב, אז אני אנסה. ז"א, המשימה הזאת וגם בהמשך, גם במשימה השניה, גרמה לו ל,,, לנסות עוד פעם ולרצות...שוב זה 'אפס אנד דאונס' כזה, אבל אמ... אני עכשיו, א...ז"א, בתכנון עבודה שלי, ב...גישה לילד המסוים הזה, בעקבות הפעילויות האלה, השתנתה. ו...אני מנסה, עכשיו, לנתק את החשיבה שלי, לראות , אולי לצרף עוד ילדים כאלה, לא ראיתי אותם בלמידה השוטפת, הרגילה,(של) דף עבודה, חוברת, כל מיני משימות שאנחנו עושים, (תנועה ארוכה עם הידים)..שלא ראיתי את הפוטנציאל שיש בהם אמ...לעומת העבודה ב...
55		ר	הכרת אותם השנה, לא הכרת אותם קודם?
56		מ	אמ...לא, אני כבר שנה שניה איתם
57		ר	אהה, כן.
58		מ	וגם למרות שאני שנה שניה, את יודעת אנחנו מתקבעים בצורה כזאת, בינוניים . הוא היה לא חלש...אמ...אבל היה בינוני, והוא היה , מה שהיה מאפיין את הילד הזה, שהוא היה הופך להיות מתוסכל מאוד מהר, מיד אם הוא לא היה מצליח, אם היה אמ...היה מצליח היה בסדר, אם היה בא לו בקלות, ופה הוא ראה שהמשימה לא היתה קלה, אבל
59	8	ר	כן, כן
60		מ:	א.. זה שהוא הצליח, וזה שהוא עבד בשיתוף ו...זה והעבודה ביחד, אמ.. ואני אומרת ,אולי, עכשיו אני חושבת, אולי לשנות לו עבודה, בזוגות הטרוגניים, אממ...ואני דווקא חונכתי על עבודה ב.. הומוגנית, אמ...בכל זאת לקדם את הטובים קצת יותר,

			ואת המתקשים, ופה דווקא, זה הוכח שלא.. ש...לא , דווקא , זה תלוי, גם משימה וגם תלוי ילדים מסוימים,
61		ר	אהה...אהה.
62		מ :	כי אותו אני עכשיו יכולה למשוך, אולי, למעלה יותר, בזכות המשימות האלה, שהם לא.
63		ר	נכון
64		מ :	אם לא הייתי עושה את זה, אמ...לא הייתי חושבת עליו כך,
65		ר	אוקי...ו...בואי נראה רגע אם יש בסרט השני, אם אנחנו רואים, אם הוא משתתף בשיעור, אז תראי לי רגע, (מסתכלות במסך המחשב) השתקנו את זה , רמקולים,
66	9	מ	אולי פחות רואים פה, שאני נגשתי אליהם
67		ר	נכון, ברור שלא כל דבר רואים...הנה פה, זה התלמיד הטוב, זה תלמיד חזק או ?
68		מ	כן. ככה שומעים? הכי חזק?
69		ר	אני אעשה ת'מקסימום
70		מ	הנה גם זה ילד בינוני כמו ההוא
71		ר	כן?
72		מ	וגם,
73		ר	וגם במשימה הזו הוא?
74		מ	כן, כן (מהנהנת)
75		ר	וואו
76		מ	קודם כל הם מאוד רצו, להביע את עצמם, מה שהם לא עושים, אמ... פחות, בדרך כלל,
77		ר	כן
78		מ	)מסתכלות בצילומי השיעור) גם הילד הזה וגם הקודם, כן, כמו שההוא שאמרתי לך, מאוד רצו להראות ולהציג את מה שהם עושים, באופן רגיל, הם ,את יודעת, הם נופלים אל הכלים,,, ? הם פחות משתתפים,
79	10	ר	כן,
80		מ	אמ...זה כיתה טובה מבחינת הישגים, יש פה קבוצה של בנים, מאוד מאוד טובה,
81		ר	אההה
82		מ	הבנות כמו שאת אומרת, קצת פחות, א...אבל, זה התלמיד החזק וזה ה..
83		ר	החזק וזה התלמיד הזה...
84		מ	כן
85		ר	אז, ז"א שאת ראית בשתי תלמידים, יש לך עוד דוגמאות לתלמידים ש...ש...
86		מ	שפתאום גיליתי
87		ר	שעשה משהו , שינוי בעקבות ה...משימה?

88		מ	אמ...
89		ר	בואי נסתכל קצת בצילום, מי צילם לך? זאתי א? אז מי עשה לך את הזום?
90		מ	יש ילד שעוזר לי לצלם, אסור לו להצטלם.
91	11	ר	הנה, הנה, הוא מדבר
92		ר	הם חשבו לבד על הטבלה?
93		מ	כן.
94		ר	יפה!!
95		מ	זהו, זה הזוג היחיד שחשב, הילדים לא חשוב
96			בגלל זה הלכתי איתם (תנועת שלילה בראש)
97		ר	יפה.
98			)מסתכלות במסך(
99		מ	מזיז את המצלמה
100		ר	הוא מנסה לצלם , כאילו את...
101		ר	אז זה, זה שאמרת, אהה זה החזק ...
102		מ	זה חזק
103		ר	זה?
104		מ	גם חזק.
105		ר	וזה ?
106	12	מ	גם חזק, לא , סליחה, זה בינוני
107		ר	כן, אז יש לי כבר שלושה, בינונים שמשתתפים
108		מ	לראות אותי...(מחייכת)
109		ר	את בסדר גמור.
110		מ	רציתי שיגיעו לאי זוגי וזוגי
111		ר	כן
112		ר	הנה דווקא בת פה מדברת,
113		מ	מי מדברת?
114		ר	זו מדברת .
115		מ	הם רצו ביחד כל הארבע (הבנות)
116		מ	נ' טובה וזאת בינונית
117	13	ר	זאת עם הזר הזה?
118		מ	כן, נ'...גם טובה
119		ר	זה גם חלש?
120		מ	לא. זה בינוני
121		ר	זה בינוני. זה השלושה שאמרנו , שזה שינה.

122		מ	לא, זה בינוני, גם.
123		ר	אהה
124		מ	אני צריכה ל...
125		ר	אבל הוא מסביר יפה
126		מ	נכון! כן! אותו לא זכרתי כל כך, משום מה...
127		ר	בקיצור , אז, אנחנו רואים ששלושה תלמידים , אפשר להגיד, המשימה הזו איפשרה להם...
128			כמה שנים את מלמדת?
129		מ	אמ... הרבה. אמ...25
130		ר	כל השנים פה?
131		מ	פה 16
132	14	ר	אהה, הבנתי ואיפה עבדת קודם?
133		מ	מצולם?
134		ר	מה? כן,
135		מ	איפה עבדת קודם? אממ...ניצנים
136		ר	אה, ברמת אביב, הבנתי.
137		ר	בקיצור , אז, זה, אנחנו רואים פה שלושה, בבנות, לא ראינו שינויים.
138		מ	לא
139		ר	אותה תופעה ראית גם במשימה הזו. רגע, אמרת שתשווי בין המשימות.
140		מ	עשינו רפלקציה, מיד שחזרנו מחנוכה ,אני ואורית, על שתי המשימות, סה"כ זה גם שם, המשימה השניה היתה קשה, אני צפיתי שיהיה יותר קל, סה"כ המשימה פשוטה,
141		ר	(מחייכת)
142	15	מ	אני מחכה לשמוע ביום ראשון, מה היה בכיתות אחרות, אורית עשתה את זה בו' ושם זה היה בסדר, לא קל, אבל בסדר. אני נתתי את זה בכיתה שלי והם כיתה טובה יחסית. והיה להם קשה, לא הגיעו ל...כלום. *(מנידה את הראש לשלילה)* מה שהם הגיעו, זה היה בניחוש,
143		ר	אוקי,
144		מ	פשוט הסתדר להם הניחוש הסתדר להם
145		ר	אהה
146		מ	לא הייתה שום חשיבה, היה להם קשה מאוד להסביר, ומה שצפיתי מראש, אני לא יודעת אם את זוכרת שאמרתי, הם לא קראו עד הסוף ועשו 200 לחלק ל-5
147		מ	ועד שהם קראו, בסוף הם קראו שזה כמויות שונות, לא שוות בחבילות, אז הם היו צריכים לחזור להתחלה, וכולם התחילו 200 לחלק ל-5 שווה 40 ואז המשיכו.

אוקי	ר		148
אז ראינו שקריאת הוראות שזה דבר שגם בשפה גם ב...מתמטיקה. (תנועות עם הידיים) ומעבר לזה שהמשימה היתה קצת יותר, ז״א, קשה, מסתבר ולא כמו שחשבתי. א...שוב היא גרמה פחות לדיון מהמשימה הקודמת, אמ... כי היא, לפי דעתי, היא לא היתה בה ההדרגתיות, אחד היה שם שלב תלוי בשלב, אם את לא מצליחה אז את לא מצליחה בשום שלב. כאן, במשימה של ההיקפים, הוא היה יכול להצליח , לא היה מגיע להכללה, אבל היה יכול להגיע למשהו. ו... לכן זה היה קצת שונה, עדין שוב הזוג הזה, בלט יותר	מ	16	149
כן?	ר		150
אבל הכל, אני לא יכולה להגיד ילד אחד ש... הצליח ולא ניחש, לכן היה קשה לי להוביל את הדיון	מ		151
) משימה 2(			152
עכשיו אמ...שני הילדים האחרים, גם, ראית אצלם קצת יותר, אמ...עשיה יותר..	ר		153
אני רואה שהם יותר, אמ... הם מחכים כל פעם למשימות האלה, הם מאוד, כל פעם שואלים, אני אומרת להם שזה פעם בחודש, שונה להם ממשימות רגילות כי, בואי נאמר שגם שיש משימות חשיבה, אנחנו לא, אין לנו את הדיון אחרי זה, לשמוע את הילדים. כאן כל השיעור נטו מוקדש לעבודה ואח״כ לדיון ולהקשבה למה שהם אומרים. הם נורא רוצים להשמיע. בשיעור רגיל , אני שומעת אחד, שניים וזהו ונגמר. כאן, אני מקדישה כל השיעור לשאר. זה נחמד, זה טוב, אני יודעת, הבעיה שבקצב היום יומי, אנחנו פחות יכולים לעשות את זה. וזה חבל, אני גם חושבת להכניס את זה בשנים הבאות.	מ	17	154
פעם ב...	ר		155
אולי כזה שיעור פעם בחודש, שיעור, לחשוב על איזה שם, לקרוא לשיעור הזה, משימות אחרות, הערכה חלופית, אמ...חשיבה מתמטית, אמ...דיון מתמטי, שיח מתמטי, שיעור שיח מתמטי, ממש יהיה פעם בחודש. מה שאני מנסה כל פעם להגיד להם שצריך קצת לדבר על המתמטיקה לדון ולא רק לפתור. כשאני הייתי ילדה שהיה לנו דפים של תרגילים והמורה יושבת. צריך כל הזמן לפתח דיון, גם במיצ״בים יש עכשיו את כל ההנמקה ההמללה,	מ		156
נכון	ר		157
שהנה, עשיתי עכשיו מבחן, והקושי הכי גדול, היה לרוב הילדים בהנמקה ובהמללה, ועל זה אנחנו הולכים להקדיש את כל הזמן, כי ...בשליטה מלאה, הם לא יודעים...	מ		158
איך תקדישי לזה מעכשיו את הזמן? איך את חושבת שתחזקי את זה?	ר	18	159

160		מ	יש המון דרכים,זאת אומרת, אני בעצמי עשיתי קורס שלם עברתי גם במכללה קורס כזה של הנמקה מתמטית, קודם כל לצאת משגיאות של תלמידים, והם צריכים להסביר את השגיאות, להכנס לראש של ילד לתת דף שהם צריכים להסביר מה הילד טעה. היתה להם גם שאלה כזאת במבחן. גם, כולם נפלו בה, עכשיו בדיוק עשינו דיון בכיתה, למה הורדתי נקודות? הם כעסו ,יש שם במיצ"ב האחרון, יואב פתר תרגיל בסדר פעולות חשבון. הסבירו במה הוא טעה, אני לא קבלתי...כולם כתבו שהוא טעה כי הוא לא פתר לפי סדר פעולות חשבון, והורדתי לכולם שמה, אמנם 2 נקודות, הם נורא כעסו, עכשיו אמרתי , אבל מה זה הוא לא פתר, שאלו במה הוא טעה?לכתוב מה הוא! לא עשה נכון!
161			ו...שהוא לא עשה נכון להגיד הוא עשה חיבור לפני כפל, להיות מאוד מדויקים. להגיד באופן כללי סדר פעולות חשבון , אני לא יודעת, אם הם באמת מבינים, מה בסדר פעולות חשבון
162		ר	הבנתי,
163	19	מ	ואז זה היום דברנו , ועכשיו כל פעם, אנחנו...א...היתה משימה שם של, בדפים שנתתי להם בדפי עבודה של חנוכה, איך הם יכולים להסביר ש...א...29 כפול 59 קטן מ-1800.
164		ר	אהה נכון, פעם היתה שאלה כזו, אמנון אמר...
165		מ	נכון, בדיוק אמנון, (צוחקות) אז גם, אז היה להם קשה להסביר את זה. כי היה כתוב שם מבלי לחשב, אז רוב הילדים מחשבים. אמרתי להם זה, אפילו שתחשבו בצד או תחשבו ותמחקו, אז אחרי זה אתם תמיד כותבים, א.. חישבתי...א... לפי החישוב... יצא לי פחות, ואז אתם מפילים את עצמכם, הם צחקו בעצמם. אז ניסינו לראות איך אפשר להסביר את זה, ילד אחד אמר, עיגול מספרים, ואז עשינו מספרים...דברים כאלה, אז ילד אחר אמר, אבל עיגול זה גם לחשב, אמרתי לא. הסברנו מזה לחשב, לחשב זה ממש לעשות את האלגוריתם, בקיצור, זה תהליך שעכשיו אנחנו אמרנו, שמנו מטרה, גם שישבתי עם המנהלת, לעבוד עם הנמקה,
166	20	ר	ואת חושבת שהדיונים המתמטיים יכולים לתרום לזה?לחיזוק של ההנמקה? (תנועה מעגלית עם היד)
167		מ	)הנהון (מאוד, אבל בתנאי ש.. שוב ש... אני אוכל ל... שיהיה לי את הזמן הזה,...להקשיב, כי הנה גם עכשיו שבדקנו את הדפים כולל, כל ילד רצה, אני רוצה שתשמעי את הנימוק שלי, ו...ו... הם מאוד רוצים להשמיע אבל...אמ...הזמן דוחק, וחבל זה מאוד מאוד חשוב, כי זה, זה תורם להבנה, ההנמקה וההמללה. (תנועות ידיים של דחיסות) הדיון המתמטי שהם עושים, במשימות האלה שאנחנו מעבירים, א...זה מראה באמת, אם ילד הבין מתמטיקה, לא אם הוא עושה מיליון תרגילים,
168		ר	כן

169	21	מ	נכון שיש בחוברות, יש כבר עדין, בחלק, אבל עדין אמ...אין מספיק משימות כאלה, והמשימות האלה, אולי אפילו להוציא חוברת כזו של משימות כאלה, של חשיבה אמ...דיון מתמטי, לא חשיבה, והדיון תורם לחשיבה, אמ..
170		ר	תגידי ,רגע,, בואי נעבור עוד קצת על זה ונראה אם יש לך עוד דברים להגיד לי, (מסתכלות בצילום השיעור)
171		ר	אם יש לך עוד תלמידים שאת יכולה להגיד לי עליהם משהו,
172		מ	הבנות שמה הם בכלל לא צילמו, (צוחקות)
173		ר	)צוחקת ,(הם לא בכיתה
174		מ	כאילו יש כיתה של שלוש קבוצות, (צוחקות)
175		ר	הנה זאתי?(מצביעה על המסך)
176		מ	היא גם בינונית,(מקשיבות לתשובתה בשיעור)
177		ר	הדגימה יפה! את השאלה הזו,
178		מ	דווקא משהו, שעכשיו אני מסתכלת בסרטון, שקודם לא ראיתי, דווקא תלמידים הטובים, לא כל כך דברו פה,
179	22	ר	כן
180		מ	אני רואה פה בקבוצה את...שהיא מעולה מצטיינת, במחוננים והם לא דיברו, דווקא אלה הבינונים הם דברו ככה, שהם לא העזו פה , מה שהם לא מעיזים בשיעורים רגילים
181		ר	טוב , אז עכשיו מצאנו כבר את הרביעית? נכון? היה לנו
182		מ	כן, הבת
183		ר	כן
184		מ	לא היתה כל כך בולטת אבל דברה קצת
185		ר	הסבירה את זה יפה,
186		מ	לא כל כך שמעתי..
187		ר	את רוצה שאני אראה לך? (מזיזה את הסרטון לאחור)
188			החזרתי את זה טיפה בשביל לשמוע את ההיא..
189		ר	תעשי 22 ...כפול שתיים...(ביחד)
190			היא הגיבה ל-10
191	23	מ	כן. (מסתכלות במסך)
192		מ	זהו , גם בינוני,
193		ר	זה גם מקודם אמרת עליו שהוא בינוני, בשלושה.
194		מ	כן
195		ר	יפה
196		מ	רואים שאני יותר מידי מדברת

197		ר	לא זה בחלק של ה...זה.
198	24	מ	הייתי צריכה יותר לתת להם, טוב, גם אני לומדת
199		מ	לא, לא ראיתי את זה. טוב האמת חבל שלא ראינו כלום, לראות את של אורית, אולי , לראות בהשתלמות
200		ר	אבל הם ביקשו שלא, אני הבטחתי שלא, יש לך את ה...השני יש לך אותו, אז תסתכלי עליו,
201		מ	נכון
202		ר:	עד יום ראשון יש לך זמן, רק ביום ראשון את צריכה להביא לי את זה,
203		מ	אף אחד לא רוצה שיראו, לא אכפת לי
204		ר	טוב, אז אולי נראה אח"כ
205		מ	טוב, צריך גם לשאול את אורית,
206	25	מ	כאן הם עוד חשבו , במשימה של הכפתורים, לא יודעת, הם בכלל לא היה להם שום איזה שיטתיות, שום איזה חשיבה. (תנועת ארוכות עם היד)
207		ר	תקשיבי המשימה עם הכפתורים, יש שם למשל חלק למטה. שנגיד כתוב, בשתי קבוצות יש יחד 60 ובקבוצה אחת יש בעוד שתיים. אפילו בד', שעשינו את זה , אז לקחנו רק את החלק הזה, בואו תנסו להבין את החלק הזה. אם ביחד יש 60 אז יש פה 30 ו-30,. אז אמרתי להם רגע אבל , יש פה 2 יותר. אז הם אמרו אהה, לא, אז הוא אומר לי 58 ו-2, ואז אני אמרתי זה ב-2 יותר?
208		מ	זה דווקא הם הגיעו מייד
209		ר	כן???
210		מ	29 ו- 31
211		ר	אהה, באמת??? אז יפה!
212		מ	אבל אח"כ
213		ר	גם החלשים הגיעו לזה?
214		מ	אמ...זה אני לא יודעת..
215		ר	זה לא פשוט, אז תסתכלי אחר כך, בזה, מעניין,
216	26	מ	אבל...מה...מה רציתי להגיד, אבל שעשינו את הדיון, ז"א לא, אם הייתי עושה את זה שוב, שלא מצלמים ולא זה, כן הייתי לוקחת כל משפט, בואו נדון בכל משפט, כאן לא עשיתי את זה כי רציתי שהם יגידו את זה, לא אחרי שאני,
217		ר	זה בסדר שהם אומרים , זה בסדר שרציתי את זה ככה, שהם יגידו, אולי היית צריכה שאלות יותר מכוונות
218		מ	אם הייתי עושה את זה, עוד פעם , נגיד בכיתה אחרת, לא הייתי עושה את זה ככה, כן הייתי אומרת להם, לקרוא מהתחלה, אם אני עושה רפלקציה לכיתה אחרת, הייתי אומרת להם אמ...אמ... כש... ז"א, הייתי אומרת להם, לקרוא כל משפט

			ולנסות לתרגם, לשפה מתמטית מה כתוב בכל משפט. מה שכאן , זרקתי אותם לשתי הפעולות, למים, ולא הכוונתי ולא אמרתי כלום.
219		ר	כן
220		מ	ואני רואה שבפעילות השניה, זה היה מאוד מאוד קשה, ואני בכלל אמרתי לחלק, הם אמרו, אני לא יודע אני לא יודע, תקראו עוד פעם ותקראו עוד פעם, לא יודעת אם זה ככה צריך להיות? לא להתערב כמה שפחות?
221	27	ר	כן, בהתחלה בשלבים הראשונים של העבודה, אבל אפילו אם הם עשו את החלק הקטן הזה שהם הבינו שהסכום 60 ובכל אחד 31 ו-29, זה טוב מאוד. ז״א, כאילו את השלב הזה כבר היה להם, וזה מאפשר לפתור כבר את..
222		מ	כן
223		ר	אז זוכרת בכיתה, עשינו את זה את השיטה של גולן? שגולן עשה, שהוא בעצם..
224		מ	מה היה גולן? אהה...הבחור הזה?
225		ר	כן
226		מ	כן
227		ר	שהוא עלה על זה, בסוף אפשר להוביל , בסוף בסוף
228		מ	כן , כן
229		ר	אולי אפשר אולי את יכולה, אולי, לעשות עוד זנב של שיעור ול...
230		מ	נכון, והם גם רגילים, מין קבעון כזה, לפתור מ-א, ב, ג, ד, ולא להתחיל מהאמצע מהסוף מהזה...
231		ר	למרות שהרבה שאלות יש..
232		מ	נכון יש , אבל הם לא מספיק מתורגלים והם לא מספיק מכירים שאלות,
233	28	ר	הנה הוא בא ממש ללוח להסביר
234			(מסתכלות על המסך)
235		ר	הנה היא אמרה
236		מ	טוב, היא תלמידה טובה,
237		ר	זה חזק
238		מ	הם התעייפו כבר
239		ר	זה פה, אולי הייתי אומרת לכולם תציירו, אז אולי, זה היה קצת מעורר אותם,
240	29	ר	זה גם החזק?
241		מ	כן
242		ר	אני רוצה לראות אם יש גם בינוניים שצירו
243		ר	טוב מאוד שהראת את זה. *(מ׳ ציירה על הלוח 8 ריבועים מחוברים בצורה ׳מפוזרת׳)*
244		ר	מי אמר עכשיו יש הכי הרבה צלעות?

245		מ	מראה על המסך
246		ר	אהההה...
247		ר	זה?
248		מ	מהנהנת, הוא תמיד מתעניין, לא משנה מה, הוא בעיניין,
249	30	ר	מעניין , שאני רגילה ש...תמיד שאני באה, שמים תמיד את החזקים אחורה ואת החלשים יותר קדימה, ואז, כאילו, אני תמיד מזהה את החלשים ואת ... (*מראה תנועות עם היד*)
250		מ	אהההה
251		ר	ואצלך לא זיהיתי את ...אז...טוב, כל אחד וה...
252		מ	לא חשבתי על זה סתם הושבתי אותם ולא חשבתי, מי קדימה מי אחורה.
253		ר	כן , כי תמיד, לא יודעת, כי הם שמים את המתקשים יותר מקדימה שאז המורה יכולה לגשת אליהם,
254		מ	לא , אני כל השיעור תמיד מסתובבת, אני אף פעם לא יושבת, לא משנה לי אם מישהו יושב מקדימה או מאחור (תנועות סיבוביות עם היד)
255		ר	הכיתות כאלה צפופות
256		מ	35 ילדים
257		ר	כן,
258		ר	הנה וזאת? היא חזקה? (*מראה על המסך*)
259		מ	כן. אפילו במחוננים
260	31	ר	כמה ילדים יש לך בכיתה, נניח, קודם כל כמה יש לך מתחת לרמת הכיתה?
261		מ	חושבת
262		ר	כמעט שאין פה, נכון?
263		מ	לא, יש, יש הרבה מאובחנים, יש איזה ארבעה.
264		ר	ארבעה. בינונים כמה בערך יש לך?
265		מ	בכיתה הספציפית הזו?
266		ר	כן
267		מ	כמה...יש פה המון טובים, זו כיתה של טובים, יש 12 תלמידים טובים,
268		ר	אז הבנתי. אז חוץ מה-12 וה-ארבעה האלה, ז"א שהגענו ל-16. אז יש לך 20 בינונים?
269	32	מ	כן, בערך
270		ר	אוקי, אז בסדר,

7.9. נספח 9 - אישורים לוועדת האתיקה

נספח 9.1 - מכתב ואישור הורים

תאריך: ___________

שנת הלימודים ________

להורים שלום רב,

הנדון: <u>הסכמתכם להשתתפות בנכם/בתכם במחקר בנושא מחשב"ה: מהלכים מקדמי חשיבה בהוראת המתמטיקה</u>

(שם בית הספר) בשיתוף הטכניון ומשרד החינוך שואפים לעודד חשיבה ברמה גבוהה במתמטיקה. לצורך כך, מורה המתמטיקה של בנכם/בתכם משתתף בהשתלמות שמטרתה פיתוח דרכי הוראה המעודדות חשיבה מסדר גבוה, שיח כתתי פורה ופתרון בעיות מורכבות.

אחד הכלים היעילים לצורך פיתוח הוראה הנו צילום בוידאו של השיעור וניתוח שלו על ידי חוקרים המומחים לדרכי הוראה אפקטיביות בשיתוף רפלקציה של המורה עצמו.

המחקר העוקב אחר יעילות תכנית הכשרת המורים מנוהל על ידי ד"ר עינת הד-מצויינים מהטכניון ורינת באור.

לצורך מחקר זה, אנו מבקשות את אישורכם לכך שבנכם/בתכם ישתתף בצילום שיעורי המתמטיקה בשנה"ל הנוכחית.

השיעורים יצולמו אחת למספר שבועות והמצלמות לא יפריעו למהלך התקין של השיעור. על שולחנות התלמידים יוצבו מספר מכשירי הקלטה (אודיו) שאף הם אינם מפריעים ללמידה. השיעורים עצמם ינוהלו במתכונת רגילה ותכניהם יהיו תואמים במלואם לתכנית הלימודים.

ברצוננו לציין מספר נקודות חשובות נוספות:

(א) המחקר הותר לביצוע על ידי לשכת המדען הראשי במשרד החינוך (העתק של ההיתר נמסר להנהלת בית הספר, ואפשר לעיין בו לפי דרישה).

(ב) התחייבנו בכתב בפני משרד החינוך על כל אלה:

- הנתונים המזוהים שייאספו ישמשו למחקר זה בלבד.
- מלבד צוות המחקר, לא תותר לאף גורם גישה לנתונים במתכונתם הגולמית (אף לא לצוות בית הספר או להורי התלמידים הנבדקים).
- כל הנתונים המזוהים שייאספו לצורכי המחקר יישמרו על ידינו בחדר נעול, ולא תותר גישה לנתונים במתכונתם הגולמית לאף גורם מלבד צוות המחקר (אף לא לצוות בית הספר או להורי התלמידים הנבדקים).
- נשמיט לצמיתות את הפרטים המאפשרים את זיהוי הנתונים מיד עם תום העיבודים הנדרשים לצורכי המחקר, ובכל מקרה לא יאוחר מהתאריך 31.8.2021, במועד המוקדם מבין השניים.
- פרסום ממצאי המחקר יבוצע באופן שלא יאפשר לזהות את הנבדקים או את מוסד החינוך שבמסגרתו נאספו הנתונים.

ברצוננו להבהיר שאין שום חובה על התלמידים להשתתף במחקר ושזכותו של כל מי שבחר להשתתף בו לפרוש בכל שלב שיבחר, בלי שייגרם לו כל נזק בעקבות החלטתו.

תלמידים שייבחרו שלא להשתתף במחקר יושבו בכתה, מחוץ לעין המצלמות ומכשירי הקלטה לא יוצבו על שולחנותיהם. השתתפותם בשיעור לא תיפגע עקב אי-השתתפותם במחקר.

במידה והנכם מעוניינים לקבל מידע נוסף על תכנית המחקר, ניתן ליצור עמנו קשר במייל: einathm@tech.edu, rinatbaor@gmail.com

<u>נודה לכם מאוד אם תסכימו להשתתפות של בנכם/בתכם במחקר</u>. לשם כך, אנא חתמו על כתב ההסכמה המצורף למכתב זה והחזירו אותו למזכירות בית הספר או למורה למתמטיקה, בהקדם האפשרי.

בברכה,

ד"ר עינת הד-מצויינים ורינת באור

לכבוד ד"ר עינת הד-מצויינים, הפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה, הטכניון

<u>הנדון: הסכמה להשתתפות בני/בתי בצילומי ווידיאו ולאיסוף נתונים מזוהים נוספים על אודותיו</u>

הואיל ואתן עורכות מחקר בנושא "פיתוח הוראת מתמטיקה ברמת חשיבה גבוהה". והואיל וביקשתן את הסכמתי לכך שתערכו במסגרת המחקר צילומי ווידיאו בהשתתפות בני/בתי ___________ (שם הבן/הבת) במהלך שיעורי מתמטיקה בכתה.

לפיכך הריני מצהיר בזאת כדלקמן:

א. כי הסברתן לי את מטרות המחקר, את הנושאים ואת הסוגיות שייבדקו במסגרתו;

ב. כי הסברתן לי את כל הפעולות, על תוכנן, שילדי ישתתף בהן במסגרת מחקר זה;

ג. כי ציינתן בפניי את המועד שבו יושמדו צילומי הווידיאו הנ"ל ויושמט לצמיתות הזיהוי מיתר הנתונים שייאספו על אודות בני/בתי;

ד. כי תיארתן בפניי את האמצעי שתנקטו כדי להבטיח את סודיות צילומי הווידיאו וכל יתר הנתונים המזוהים שייאספו עד אשר יושמדו/יושמט זיהוים לצמיתות;

ה. כי התחייבתן שממצאי המחקר יפורסמו באופן שלא יאפשר את זיהוים של הנבדקים.

לאחר שהבנתי את כל האמור לעיל, הריני נותן בזה את הסכמתי לאיסוף הנתונים הנ"ל על ידכן.

ולראיה באתי על החתום:

___________	___________	___________
תאריך	שם האב/האם	חתימה

נספח 9.2 - מכתב ואישור למורים

הטכניון – הפקולטה לחינוך למדע ולטכנולוגיה

שנת הלימודים ________

תאריך ________

מורה יקר/ה

הנדון: <u>בקשת הסכמתך להשתתפות במחקר הכולל ראיונות של מורים, צפייה בשיעוריהם והכשרה בתוכנית להכנת שיעורים ברמת חשיבה גבוהה</u>

ברצוננו לבקש את הסכמתך להשתתף במחקר אותו אנו מתכוונות לערוך בבית ספרך.

נושא המחקר הוא 'החלת תכנית "חמשת עקרונות ההוראה לניהול שיח מתמטי בכתה" לצורך פיתוח הוראת מתמטיקה ברמת חשיבה גבוהה'.

איסוף המידע לצורכי המחקר כולל את אלה:

1. ראיון של המורה בנוגע לתפיסותיו/ה לגבי הוראת מתמטיקה, זהותו/ה כמורה למתמטיקה, שיטות ההוראה שהוא/היא מפעיל/ה בכתה וסביבת העבודה שלו/ה בביה"ס. תיעוד הראיון ייערך באמצעות צילומי וידאו או באמצעות הקלטת שמע בלבד, בהתאם לבחירת המרואיין. הראיון יונחה על ידינו או על ידי אחד מאנשי צוות המחקר המונחים על-ידי ד"ר הד-מצויינים.
2. כארבעה-חמישה סבבים במהלך השנה בהם ייערכו פעולות אלה:

א. תצפיות בפגישות צוות, לצורך תכנון שיעור במתכונת "חמשת עקרונות ההוראה לניהול שיח מתמטי בכתה"

ב. ראיון קצר מקדים עם אחד מחברי צוות המחקר של ד"ר עינת הד-מצויינים. הראיון המקדים יכלול שאלות בנוגע לתכנון השיעור וציפיות המורה מן השיעור. הוא ייארך כ20-30 דקות, ויוכל להתבצע טלפונית או פנים אל פנים.

ג. תצפיות בשיעור שהוכן ובמפגשי ההכנה.

ד. ראיונות רפלקציה בן כ-20-30 דקות (טלפונית או פנים אל פנים, בהתאם לבחירת המורה הנבדק לאחר השיעור. או במהלך מפגש ההכנה העוקב, לפי בחירת המורה הנבדק.

הראינות של המורים ומפגשי ההכנה לשיעורים יתועדו באמצעות הקלטות וידאו או אודיו, בהתאם לבחרת המורים הנבדקים. התצפיות בשיעורים יתועדו באמצעות מצלמות וידאו ומכשירי הקלטה אשר יוצבו על שולחנות התלמידים. תלמידים שלא יהיו מעוניינים להשתתף בצילום ו/או הוריהם לא אישרו זאת בכתב, יוצבו מחוץ לעין המצלמה אך לא בצורה שתפריע להשתתפותם בשיעור.

בסוף כל אחד מהשיעורים הנצפים יתבצע איסוף דפי העבודה שהועברו לתלמידים במהלכם. המורה ימסור לנו עותק של דפי העבודה הנ"ל לאחר שמחק כל פרט המזהה את התלמידים שביצעו אותם.

עוד חשוב לנו להבהיר כי:

1. המחקר הותר לביצוע על ידי לשכת המדען הראשי במשרד החינוך, בכפוף לתנאים המפורטים במסמך ההיתר מטעמה (העתק של ההיתר מצורף לעיונך).

2. נקפיד לשמור על חסיון צילומי הווידאו, הקלטות השמע והנתונים המזהים של המורים שיתועדו בכתב. זאת, באמצעות אחסון הנתונים בקובץ המוגן באמצעות סיסמה הידועה רק לנו ולצוות המחקר שלנו.
3. אנו מתחייבים להשמיד את צילומי הווידאו והקלטות השמע ולהשמיד לצמיתות את הנתונים המזוהים שיתועדו בכתב מיד עם תום עיבוד הממצאים, או עד לתאריך 31.8.2020 במועד המוקדם מבין השניים.
4. זכותך להחליט שלא להשתתף בפעולות איסוף המידע המבוקשות שלעיל (כולן או חלקן) מבלי שתיפגע/י בכל דרך בעקבות החלטתך.
5. ממצאי המחקר יפורסמו באופן שלא יאפשר לזהות את הנבדקים או את בית הספר שבו/באמצעותו נאסף המידע.

נשמח לענות על כל שאלה בנוגע למחקר – ד"ר עינת הד-מצויינים מייל: ורינת באור מייל: rinatbaor@gmail.com

אם את/ה מסכימ/ה להשתתף במחקר, אנא מלא/י את כתב ההסכמה המצורף והעבר/י אותו בהקדם האפשרי אלינו או אל מזכירות בית הספר.

לכבוד

ד"ר עינת הד-מצויינים ורינת באור

הנדון: <u>הסכמה להשתתפותי במחקר הכולל צילומי וידיאו או הקלטות שמע ואיסוף נתונים מזוהים נוספים</u>

הואיל ואתן עורכות מחקר בנושא "החלת תכנית "חמשת עקרונות ההוראה לניהול שיח מתמטי בכתה" לצורך פיתוח הוראת מתמטיקה ברמת חשיבה גבוהה" והואיל וביקשת את הסכמתי לכך שבמסגרת המחקר יערכו צילומי וידיאו או הקלטות שמע בהשתתפותי וייאספו נתונים מזוהים נוספים על אודותיי

לפיכך הריני להצהיר כי:

1. הסברתן לי את מטרות המחקר ואת הנושאים ואת הסוגיות שייבדקו במסגרתו;
2. הסברתן לי את כל הפעולות, על תוכנן, שאשתתף בהן במסגרת מחקר זה;
3. ציינתן לפניי את המועד שבו יושמדו צילומי הווידאו או קלטות השמע בהשתתפותי ויושמטו לצמיתות כל יתר הנתונים המזוהים על אודותיי.
4. תיארתן בפניי את האמצעים שתנקטי כדי להבטיח את סודיות צילומי הווידיאו או קלטות השמע בהשתתפותי וכל יתר הנתונים המזוהים על אודותיי עד אשר יושמדו/יושמטו לצמיתות.
5. התחייבתן כי ממצאי המחקר יפורסמו באופן שלא יאפשר את זיהוים של הנבדקים.

לאחר שהבנתי את כל האמור לעיל, הריני נותן/ת בזה את הסכמתי לאיסוף המידע הנ"ל על ידך.

ולראיה באתי על החתום

תאריך	שם המורה	חתימה
______________	__________________	__________________

כתובת מייל: ______________________________

מספר טלפון: ______________________________

7.10. נספח 10 - רפלקציה של סימון ומירי

הנחיות לרפלקציה שנה א'

רפלקציה על תהליך ההתפתחות המקצועית.

א. תיאור התהליך.

ב. תיאור מקרה משמעותי שקרה בכיתה ומשקף את העצמת יכולותיי המקצועיות .

ג. תובנות, מחשבות, שאלות , רגשות.... בנימה אישית..

<u>שנה א'</u> תאריך הגשה יולי 2017

הערה: ב"תיאור תהליך" הכוונה לתהליך ההתפתחות המקצועית בעקבות השתתפות בהשתלמות מחשב"ה

נספח 10.1 - הרפלקציה של סימון

רפלקציה שנה א'

'בהתחלה חששתי מהצילומים, רק בגלל שאני חושבת שאני לא פוטוגנית, אחרי 10 דקות של השיעור שכחתי מהמצלמה. רוב הילדים בשיעורים האלו היו יותר מרוכזים ויותר מעורבים (אולי בגלל המצלמה). הילדים אהבו את המשימות והצליחו לפתור אותם כי הם היו ברמה של כיתות ה-ו ובתחום הידע שלהם. הם התרגלו כבר לנסות למצוא עוד דרך פתרון לכל משימה (גם למשימות שפותרים יחידני).

אני כרכזת ומורה למתמטיקה בבית סיפרנו אשתדל בשנה הבאה שכל המורות יתנסו במודל שיעור הזה, יחד עם זאת בסוף כל שנה אני מבקשת מהתלמידים לכתוב משוב ללא שם לשיעור חשבון- הרבה תלמידים הזכירו במשוב את השיעורים בקבוצות עם דפיי עבודה מעניינים, מאתגרים, מפתחים חשיבה שדרשו מהם חשיבה יצירתית, חשיבה עמוקה וביקורתית, אבל, היו תלמידים (שכתבו) שלא צריך ללמוד הרבה דרכי פתרון שזה רק מבלבל.'

הנחיות רפלקציה שנה ב'

<u>רפלקציה שנה ב'</u> תאריך הגשה יולי 2018

א. מסרים עיקריים שאני לוקח מההשתלמות? הסבירו

ב. האם סוג ההוראה המוצע בהשתלמות מתאים לתפיסה הפדגוגית שלך? הסבירו

ג. האם יש כיתות שבהן אופן ההוראה הזה מתאים יותר? הסבירו

ד. האם חל שינוי בדפוס ההוראה שלך ? הסבירו

ה. האם שיתפתם מורים נוספים מהצוות בתכני ההשתלמות? תארו את

רפלקציה של סימון שנה ב'

המסרים העיקריים שאני לוקחת מההשתלמות הם

א - יש לגוון בדרכיי ההוראה. לשגר לתלמידים בעיות מסוג חשיבה ברמה גבוהה בלי להסביר כדי לאפשר לתלמידים להגיע למסקנות לבדם.

ב - הוראה בקבוצות של משימות מרמות חשיבה גבוהות מאוד מתאים לי כי ע"פ ניסיוני הילדים בכל כיתות הלימוד מאוד מתעניינים במשימות מסוג זה , יש יותר שיח בין התלמידים, זה מאפשר להם יותר להתבטא (כי עושים דיון בקבוצה לפני שמציגים בפומבי), ללמוד אחד מהשני. הילדים אוהבים לגלות את התשובות בעצמם, רק צריך לכוון אותם נכון.

ג – סוג בעיות כאלו מתאים לכל סוג של כיתה, חוץ מזה שזה מלמד את התלמידים ללמוד באופן עצמאי ללא תיווך, הוראה זו מעודדת הקשבה אחד לשני, שיתוף פעולה, יכולת לבחור מכמה דרכיי פתרון דרך נכונה.

ד – בשנתיים האחרונות, מאז שאני לומדת בהשתלמות חל שינוי בהוראה שלי, היא יותר מגוונת בין שיעורים פרונטליים ובזוגות לשיעורים בקבוצות שלא עשיתי קודם.

ה – כרכזת מתמטיקה בבית סיפרנו שיתפתי את הצוות על דרך נוספת של הוראה, וגם נתתי דפיי עבודה שקיבלתי למורות. במליאה, כשדיברנו על למידה משמעותית, נתתי דוגמא על השיעור הזה שהוא בהחלט למידה משמעותית.

ו – אני מאוד נהנית בהשתלמויות שרינת מעבירה, כל שנה מקבלים דברים עכשוויים ומקצועיים, מה שנותן לי להיות רלוונטית ומעניינת לתלמידיי.

נספח 10.2 - רפלקציה של מירי

הרפלקציה של מירי שנה א׳

בתחילת ההשתלמות קיבלנו משימות והתבקשנו להעביר אותן בכיתה, כמובן לפי ״חמשת מהלכי ההוראה״.

פתרנו אותן ביחד בהשתלמות (דבר שהיה מאוד חשוב) לצורך שאילת שאלות, מגוון אפשרויות לפיתרון וקיום דיון מתמטי ברמת חשיבה גבוהה.

לאחר מכן נדרשנו להעביר את המשימות בכיתה תוך כדי צילום השיעורים.

צילום השיעורים תרם מאוד לעבודה ״אחרת״ בכיתה – כל התלמידים עבדו, כי ידעו שמצלמים, תלמידים שבדרך כלל לא משתתפים באופן רגיל מאוד רצו להשתתף ולהביע את עצמם, רמת השיח/דיון מתמטי השתפרה מאוד והתלמידים דרשו עוד שיעורים דומים (דבר שהצריך אותי לחפש מידי שבוע עוד משימות דומות).

התפתחו נורמות הקשבה ודיבור בכיתה, עבודת צוות.

דוגמה למקרה (שכבר סיפרתי במהלך ההשתלמות) תלמיד ותלמידה בינוניים מאוד שאינם נשמעים כמעט בשיעורי מתמטיקה, מאוד בלטו בחלק מהשיעורים, השתתפו, עבדו ותרמו למהלך הדיון הכיתתי.

הם הגיעו לפיתרון ולהכללה ומאוד רצו להשתתף. (כמובן שזה שימח אותי ואותם מאוד). הם הרגישו כל כך בולטים וגאים ששמעו אותם משתתפים.

דבר זה מאוד השפיע עליהם ונתן להם מוטיבציה להמשך עבודה גם בשיעורי מתמטיקה נוספים.

בנימה אישית

אני מאוד נהניתי מההשתלמות.

אחרי תקופה ארוכה שלא הייתי בהשתלמויות, הרגשתי שהשתלמות זו תרמה לי מאוד וקיבלתי ״כלים״ נוספים לגיוון ההוראה בכיתה.

אחת המטרות שהצבתי לעצמי השנה היא לשפר את הדיון והשיח המתמטי בכיתה. ואכן בעזרת ההשתלמות והמשימות שהעברתי בכיתה אפשר ״להרגיש״ שיפור רב אצל התלמידים בדיון ובשיח המתמטי.

התלמידים למדו לערוך שיח מכבד, לפתח נורמות הקשבה ודיבור, התנסו בחשיבה והנמקה במשימות מתמטיות מסדר חשיבה גבוה.

כמו כן, בצילום השיעור האחרון הביעו התלמידים רצון להמשיך לעבוד בדרך זו גם בשנה הבאה. (הוכחה לכך שנהנו).

לפי דעתי אם ניתן היה לצלם חלק גדול יותר מהשיעורים, הדבר היה מועיל בקידומם של תלמידים ומסייע בעבודתה של המורה בהעברת החומר הנלמד.

שימוש בדרך זו בהעברת שיעורים רבים יותר תתרום לקידום השיח והדיון המתמטי ותשתפר את רמת החשיבה של התלמידים.

עבודת הצוות גם כן תרמה מאוד לשיתוף בחשיבה, בהתלבטויות השונות בפתרונות של התלמידים.

שיתפתי מורות נוספות בבית הספר בסוג ה״שונה״ של המשימות והן גילו עניין רב ורצון להתנסות גם בכיתותיהן.

לסיכום אני מקווה שתהיה המשכיות ופיתוח לשיעורים דומים גם בשנים הבאות כדי שהתלמידים יפתחו את השיח והדיון המתמטי ברמה גבוהה.

7.11. נספח 11 - תהליך בדיקת אמינות באיתור ה״ל

כדי לבחון את אמינות הכלי לאיתור ה״ל בעבודה זו נבחרה הטכניקה Member checks (Lincoln & Guba, 1985) או כפי שהציעו קאסוול ומילר (Creswell & Miller, 2000) Peer debriefing (בקרת עמיתים) לבדיקת מהימנות ניתוח הנתונים ופרשנותם. מטרת 'בקרת עמיתים' (Creswell & Miller, 2000) הינה לבקר את ניתוח הנתונים על ידי עמיתים המכירים את התופעה שהמחקר בודק לצורך חוות דעת והערות. המבקרים העמיתים מתפקדים כ'פרקליטי השטן' ומאתגרים את החוקר בשאלות קשות הנוגעות לשיטות ולפרשנויות (Lincoln & Guba, 1985). מבקרים אלו הם חיצונים למחקר עצמו ולכן המשוב והבדיקה הצולבת שלהם מאפשרת להשיג הסכמה לגבי הניתוח. הליך זה יעיל בשימוש של מחקר שלם לאורך זמן (Creswell & Miller, 2000) כתוצאה מכך, מתרחבת מהימנות ניתוח נתוני המחקר והוא יותר בר הגנה.

בקרת העמיתים התבצעה בשלבים כמפורט להלן.

1. הכשרת עמיתי המחקר לביצוע בקרת עמיתים

עמיתי המחקר בהנחיית ד״ר ע. הד-מצויינים ,סה״כ 6 חוקרות, הוכשרו לבצע בקרת עמיתים. הן בקיאות במושגים מתוך הגישה התיאורטית הקומוגניטיבית. לכן ההדרכה כללה רק איזכור המושגים הקשורים לניתוח זה כמו רוטינות, נרטיב וה״ל חקירתית/ריטואלית. לאחר מכן הוצגו כל שלושת שלבי הניתוח ולכל שלב הוצגו דוגמאות. נערך דיון לגבי הדוגמאות ותרגול קצר על פריטים בודדים.

2. ניתוח תמלול חדש לפי שלושת השלבים על ידי עמיתי המחקר

לאחר ההדרכה התבקשו עמיתות קבוצת המחקר הקבוצה (יקראו : מקודדות או מקודדות הבקרה) לנתח שיח מתוך דיון בשיעור המתמטיקה של המורה 'מירי'. שיעור זה היה שיעור חדש שהן לא הכירו ואשר אני ניתחתי קודם. המבחן נערך כשכל זוג חוקרות ביצע שלב אחר בניתוח באמצעות שלושה טפסים שונים שבהם הן התבקשו לבצע :

א. חלוקה לרוטינות ב. ניסוח נרטיבים ג. זיהוי הנרטיבים.

3. תוצאות הקידוד

שלב ראשון : חלוקה לרוטינות - סגמנטציה

בטופס שנמסר למקודדות הבקרה סה״כ ההיגדים לחלוקה היו 121 מהשורה 28 - 138 שבתמלול הכולל. המקודדת קודדה מהשורה 28 עד לשורה 58. סה״כ 31 היגדים קודדו כלומר 26% מסה״כ ההיגדים.

תוצאות :

נבחנו שני פרמטרים להערכת הסגמנטציה : האם זוהתה רוטינה/תת רוטינה חדשה והאם זוהה המשך לאותה רוטינה/תת רוטינה. כל קידוד תואם קיבל נקודה אחת תוצאות הזיהוי היו : 26/31 = 84% של התאמה בין מקודדת הבקרה לקידוד שלי לגבי זיהוי רוטינה חדשה ותת רוטינה.

שלב שני : ניסוח נרטיבים

שלב זה בוצע על ידי שתי מקודדות. בשלב זה נבדקה המהימנות רק לגבי ניסוח הנרטיב המצופה.

תוצאות: סה"כ נרטיבים מצופים לניסוח בתמלול היו: 36 מתוכם נוסחו 10 נרטיבים כלומר 28% מכלל הנרטיבים המצופים נבדקו בבדיקת מהימנות. התאמה בין ניסוח הנרטיב שלי לבין המקודדות בשיעור של 8/10 נרטיבים מצופים, כלומר 80%.

שלב שלישי: זיהוי ה"ל חקירתית או ריטואלית

שלב זה נעשה כמעט באופן אוטומטי, כיוון שלפי ההגדרה לזיהוי ה"ל חקירתית המקודד נדרש לאתר את המקרים שבם נוסח הנרטיב המצופה כ:"מגוון אפשרויות". זוהו 35 מתוך 36 ה"ל חקירתיות כלומר שיעור הסכמה של 97%.

כפי שהוצג כאן מבחן האמינות שחולק לשלושה שלבים היה בשיעור הסכמה גבוהה של 84%,80% ו-97%.

1. Task as Written

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Wri1	11	4.82	.405	4	5
Wri2	11	4.91	.302	4	5
Wri3	11	4.55	.688	3	5
Wri4	11	4.91	.302	4	5
Wri5	11	4.82	.405	4	5

Friedman Test

Ranks

	Mean Rank
Wri1	3.00
Wri2	3.27
Wri3	2.50
Wri4	3.23
Wri5	3.00

Test Statistics[a]

N	11
Chi-Square	4.233
df	4
Asymp. Sig.	.375

a. Friedman Test

Task as set up

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Set 1	11	4.64	.505	4	5
Set 2	11	4.73	.467	4	5
Set 3	11	4.55	.688	3	5
Set 4	11	4.45	.688	3	5
Set 5	11	4.82	.405	4	5

Friedman Test

Ranks

	Mean Rank
Set 1	3.00
Set 2	3.18
Set 3	2.86
Set 4	2.59
Set 5	3.36

Test Statistics[a]

N	11
Chi-Square	2.636
df	4
Asymp. Sig.	.621

a. Friedman Test

Kendall's W Test

Ranks

	Mean Rank
Set 1	3.00
Set 2	3.18
Set 3	2.86
Set 4	2.59
Set 5	3.36

Test Statistics

N	11
Kendall's W[a]	.060
Chi-Square	2.636
df	4
Asymp. Sig.	.621

a. Kendall's Coefficient of Concordance

2. Enactment

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Ena1	11	4.27	.647	3	5
Ena2	11	4.409	1.1580	1.5	5.0
Ena3	11	4.27	.786	3	5
Ena4	11	4.136	1.0975	1.5	5.0
Ena5	11	4.82	.405	4	5

Friedman Test

Ranks

	Mean Rank
Ena1	2.68
Ena2	3.18
Ena3	2.55
Ena4	2.82
Ena5	3.77

Test Statistics[a]

N	11
Chi-Square	6.573
df	4
Asymp. Sig.	.160

a. Friedman Test

Kendall's W Test

Ranks

	Mean Rank
Ena1	2.68
Ena2	3.18
Ena3	2.55
Ena4	2.82
Ena5	3.77

Test Statistics

N	11
Kendall's W[a]	.149
Chi-Square	6.573
df	4
Asymp. Sig.	.160

a. Kendall's Coefficient of Concordance

3. Expicit attention to Concepts

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Con1	11	3.09	1.221	1	4
Con2	11	2.18	1.328	1	4
Con3	11	2.55	1.214	1	4
Con4	11	2.00	1.265	1	4
Con5	11	2.27	1.348	1	4

Friedman Test

Ranks

	Mean Rank
Con1	3.55
Con2	2.82
Con3	3.00
Con4	2.77
Con5	2.86

Test Statistics[a]

N	11
Chi-Square	2.168
df	4
Asymp. Sig.	.705

a. Friedman Test

Kendall's W Test

Ranks

	Mean Rank
Con1	3.55
Con2	2.82
Con3	3.00
Con4	2.77
Con5	2.86

Test Statistics

N	11
Kendall's W[a]	.049
Chi-Square	2.168
df	4
Asymp. Sig.	.705

a. Kendall's Coefficient of Concordance

4. Struggle

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Str 1	11	4.18	.982	2	5
Str 2	11	4.18	.874	3	5
Str 3	11	4.00	1.342	1	5
Str 4	11	4.00	1.183	1	5
Str 5	11	3.73	1.009	2	5

Friedman Test

Ranks

	Mean Rank
Str 1	3.27
Str 2	3.27
Str 3	3.18
Str 4	2.95
Str 5	2.32

Test Statistics[a]

N	11
Chi-Square	4.078
df	4
Asymp. Sig.	.396

a. Friedman Test

Kendall's W Test

Ranks

	Mean Rank
Str 1	3.27
Str 2	3.27
Str 3	3.18
Str 4	2.95
Str 5	2.32

Test Statistics

N	11
Kendall's W[a]	.093
Chi-Square	4.078
df	4
Asymp. Sig.	.396

a. Kendall's Coefficient of Concordance

5. Discourse

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Disc1	11	3.27	.786	2	4
Disc2	11	3.64	.674	2	4
Disc3	11	3.00	.775	2	4
Disc4	11	3.09	.701	2	4
Disc5	11	3.45	.522	3	4

Friedman Test

Ranks

	Mean Rank
Disc1	2.86
Disc2	3.73
Disc3	2.55
Disc4	2.55
Disc5	3.32

Test Statistics[a]

N	11
Chi-Square	6.156
df	4
Asymp. Sig.	.188

Kendall's W Test

Ranks

	Mean Rank
Disc1	2.86
Disc2	3.73
Disc3	2.55
Disc4	2.55
Disc5	3.32

Test Statistics

N	11
Kendall's W[a]	.140
Chi-Square	6.156
df	4
Asymp. Sig.	.188

6. Consilidation

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Cons1	11	2.91	1.044	2	4
Cons2	11	2.45	1.440	0	4
Cons3	11	2.36	1.362	1	4
Cons4	11	3.00	1.342	0	4
Cons5	11	2.64	1.629	0	4

Friedman Test

Ranks

	Mean Rank
Cons1	3.23
Cons2	2.95
Cons3	2.64
Cons4	3.27
Cons5	2.91

Test Statistics[a]

N	11
Chi-Square	1.656
df	4
Asymp. Sig.	.799

a. Friedman Test

Kendall's W Test

Ranks

	Mean Rank
Cons1	3.23
Cons2	2.95
Cons3	2.64
Cons4	3.27
Cons5	2.91

Test Statistics

N	11
Kendall's W[a]	.038
Chi-Square	1.656
df	4
Asymp. Sig.	.799

a. Kendall's Coefficient of Concordance

7. Canon

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Cano1	11	2.191	.9803	.0	3.0
Cano2	11	2.582	.4813	2.0	3.0
Cano3	11	2.391	.6595	1.0	3.0
Cano4	11	2.827	.3849	2.0	3.0
Cano5	11	2.282	1.0068	.0	3.0

Friedman Test

Ranks

	Mean Rank
Cano1	2.59
Cano2	3.14
Cano3	3.00
Cano4	3.64
Cano5	2.64

Test Statistics[a]

N	11
Chi-Square	4.698
df	4
Asymp. Sig.	.320

a. Friedman Test

Kendall's W Test

Ranks

	Mean Rank
Cano1	2.59
Cano2	3.14
Cano3	3.00
Cano4	3.64
Cano5	2.64

Test Statistics

N	11
Kendall's W[a]	.107
Chi-Square	4.698
df	4
Asymp. Sig.	.320

a. Kendall's Coefficient of Concordance

8. Intellectual Authority

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Intel1	11	2.27	.467	2	3
Intel2	11	2.45	.688	1	3
Intel3	11	2.55	.522	2	3
Intel4	11	2.45	.522	2	3
Intel5	11	2.64	.505	2	3

Friedman Test

Ranks

	Mean Rank
Intel1	2.50
Intel2	3.00
Intel3	3.18
Intel4	2.95
Intel5	3.36

Test Statistics[a]

N	11
Chi-Square	3.483
df	4
Asymp. Sig.	.481

a. Friedman Test

Kendall's W Test

Ranks

	Mean Rank
Intel1	2.50
Intel2	3.00
Intel3	3.18
Intel4	2.95
Intel5	3.36

Test Statistics

N	11
Kendall's W[a]	.079
Chi-Square	3.483
df	4
Asymp. Sig.	.481

a. Kendall's Coefficient of Concordance

9. Student Thinking

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
StTh1	11	2.36	.674	2	4
StTh2	11	2.273	.6068	1.5	3.0
StTh3	11	2.500	.9487	1.5	4.0
StTh4	11	3.09	.701	2	4
StTh5	11	2.773	1.0335	1.0	4.0

Friedman Test

Ranks

	Mean Rank
StTh1	2.64
StTh2	2.59
StTh3	2.59
StTh4	3.91
StTh5	3.27

Test Statistics[a]

N	11
Chi-Square	7.928
df	4
Asymp. Sig.	.094

a. Friedman Test

Kendall's W Test

Ranks

	Mean Rank
StTh1	2.64
StTh2	2.59
StTh3	2.59
StTh4	3.91
StTh5	3.27

Test Statistics

N	11
Kendall's W[a]	.180
Chi-Square	7.928
df	4
Asymp. Sig.	.094

a. Kendall's Coefficient of Concordance

7.13. נספח 13 - הרפלקציות הכתובות של כלל המורים במטלת נש"מ

מורה: א1

בחרתי לנתח את משימת המשושים ממפגש מספר 4 .

השיעור הועבר לתלמידי כיתה ו' בבית ספר ב', הכיתה מונה 26 תלמידים והינה כיתה מאוד הטרוגנית. אני מלמדת את הכיתה שנה שנייה וזהו המפגש הרביעי (המצולם) , כך שהתלמידים כבר למדו את שיטת ההוראה ואת דרך הלימוד.

מטרת השיעור היא פיתוח חשיבה מתמטית וקידום דיונים כיתתיים בנושאים שאינם קשורים באופן ישיר לתכנית הלימודים.

מהלכי ההוראה לקידום הדיון הכיתתי:

ציפיות – טרם קיום השיעור ביצעתי את המשימה (במהלך ההשתלמות) עם מורי מתמטיקה נוספים ובמהלך ביצוע המשימה ראיתי שהמשימה מתאימה לשכבת הגיל של התלמידים, הגענו למספר פתרונות אפשריים למשימה וחזינו גם את השגיאות האפשריות בהם התלמידים עלולים להיתקל .

ניטור - על מנת להנגיש את המשימה צירפתי לכל קבוצה דף עזר ובו ציורים של המשושים (מצורף בעמוד 3) ובתחילת השיעור חזרתי על כללי העבודה והשיח הכיתתי לפי השלבים הבאים:

הכיתה מחולקת לקבוצות

כל תלמיד מקבל את דף המשימה ומתנסה בה באופן אישי במשך מספר דקות

שיח קבוצתי לגבי הרעיונות שעלו בקרב התלמידים – המללה, נימוק וכו'

בחירה – במהלך העבודה של התלמידים, אני מסתובבת בין התלמידים והקבוצות וקובעת בליבי את הנציגים והרעיונות אותם אשתף במליאה.

סידור ברצף– בסיום הדיונים הקבוצתיים אני קוראת לנציגים מהקבוצות (על פי הבחירה שעשיתי במהלך עבודתם) להציג את הרעיונות והתשובות בסדר שבחרתי (מהפשוט למסובך ו/או מטבלה לנוסחה).

קישוריות – סיכום השיעור תוך קישור בין הטבלאות והציורים לנוסחאות המהוות את פתרון הבעיה.

מורה: א2

המשימה שבחרתי לנתח ע"פ מודל חמשת מהלכי ההוראה היא משימת המשושים.

משימה זו נבחרה מפני שהיא ניתנה לתלמידים כמשימה רביעית ובשלב זה הם כבר היו "מנוסים" במשימות שדורשות מחשבה מרמה גבוהה יותר. הם גם ידעו כבר שניתן למצוא את התשובות לשאלות בדרך של ייצוג או מנייה בהמשכים אך:

זה לא יהיה יעיל עבורם כאשר נגיע למספרים הגבוהים.

הדיון יהיה אחרי הפתרונות על דרכים למצוא נוסחה לחישוב כל כמות אם רק נדע את ערך המשתנה.

יישום המודל ע"פ חמשת מהלכי ההוראה:

ציפיות:

ראשית כתבתי לעצמי את כל הפתרונות האפשריים למשימה. בדיעבד התברר לי שהיה דף ניטור מוכן אבל אני חושב שזה היה הרבה יותר יעיל שאני מצאתי את כל הפתרונות בעצמי כי הם היו זכורים לי יותר טוב כאשר דנו עליהם בכיתה. מנגד, אם לא הייתי מוצא את כולם ייתכן והייתי מופתע מאחד הפתרונות בכיתה שמצד אחד, אם הבנתי את הפתרון של התלמיד אאשר או אפסול בקלות יחסית. אך אם לא לגמרי הבנתי אותו לא אוכל לאשר או לתקן אותו. זה אף פעם לא מצב טוב שמורה נתפס לא מוכן.

שגיאות צפויות – היה ברור לי שלמרות ניסיון התלמידים ממשימות העבר, עדיין יהיו רבים שינסו לפתור את המשימה בדרך ייצוג. זאת לא לגמרי טעות מכיוון שעדיין בדרך זו, טכנית, אפשר להגיע לכל פתרון נדרש. הוא פשוט יהיה לא יעיל. מנגד השאלה האחרונה מכוונת למצוא את השיטה לחישוב של כל כמות תלמידים וכאן הייצוג הוא לא בדיוק פתרון.

שגיאה נוספת הייתה כמובן הכפלת מספר השולחנו ב-6 כדי לחשוב את מספר התלמידים. טעות זו נגרמת בעקבות התעלמות מהעובדה שכל שולחן צמוד גורם ל"אובדן" של מקום לתלמיד.

שגיאה אחרת שצפיתי הייתה הכפלת מספר השולחנות ב-5. שגיאה זו יכולה להתרחש כאשר תלמיד מביט בסידור החדש של שני השולחנות ובו רואים שליד כל שולחן יושבים 5 תלמידים. כאן יש התייחסות לאובדן המקום אך אם ייבחן את הסידור של שלושה שולחנות יבין שלא ליד כל שולחן יושבים 5 תלמידים אלא רק במקומות ספציפיים.

לדעתי המשימה כתובה באופן ברור, בעיקר לאחר הניסיון של לתלמידים ולכן לא צפיתי שיהיה להם קושי להבין אותה או יפרשו לא נכונה.

ניטור:

במהלך ביצוע המשימה הסתובבתי בין התלמידים וביקשתי לשמוע לאילו מסקנות הגיעו. ברוב המקרים הבינו כבר את אחד העקרונות המתרחשים במשימה זו, למשל זה שליד כל שולחן יושבים 4 תלמידים ויש עוד שניים בקצוות. עם זאת התקשו להשתמש במילים\ניסוח נהיר שכל אדם יוכל להבין אותו. לעיתים הייתי צריך ממש "להאכיל" אותם בכפית כדי שיגיעו לניסוח מתאים אך התלמידים החזקים כבר ידעו לנסח היטב.

כמו כן, גם עודדתי אותם לחשוב על פתרונות אחרים מאלו שמצאו. זה לרוב עבד כאשר הפתרון היה באמצעות ייצוג או באמצעות טבלה. יותר היה קשה למי שכבר מצא נוסחה לחישוב ועכשיו היה צריך למצוא דרך אחרת. המחשבה של תלמיד שכבר מצא פתרון מקובעת עליו מצד אחד כי עכשיו קשה להסתכל על זה אחרת. מכיוון שמדובר בילדים גם מעורבת הילדותיות שלהם – "מדוע לחפש דרך אחרת אם שלי כבר עובדת?".

הסברתי לאותם תלמידים שייתכן וימצאו דרך שבה החישוב יהפוך לפשוט יותר. לא תמיד זה שכנע אותם.

בחירה:

בחרתי להציג את כל הפתרונות שהתלמידים מצאו ולהציג אותם לפי הסדר בו כתבתי אותם במצגת שהכנתי לפני השיעור. לדעתי חשוב מאוד להציג כמה שיותר פתרונות, גם אם הם מסובכים יותר. מה שמסובך לאחד יכול להיות הרבה יותר ברור לאחר. הפתרונות שהוצגו דיברו על רעיונות כגון "אובדן" מקומות בעקבות צלעות משותפות, הכפלה במקומות של חיבור חוזר, היקף, שינוי (כאשר מוסיפים עוד שולחן) וכדומה.

סידור ברצף:

את הפתרונות סידרתי במצגת לפי הסדר שבו חשבתי שהתלמידים ימצאו את הפתרונות בעצמם. בדיעבד זה לא היה הסדר הנכון והם מצאו פתרון שאני חשבתי שיימצא שני מוקדם יותר. אני לא חושב שסדר הצגת הפתרונות במשימה זו באמת כל כך משנה. אולי כדאי להתחיל עם הדיבר על היקף ולעבור לעקרון ההכפלה של מה שחוזר על עצמו. את הרעיון של השינוי אפשר לשמור לסוף.

קישוריות:

במהלך הצגת הפתרונות חזרתי על דברים שנאמרו מהצגת פתרונות קודמים כדי ליצור את הקשר בין השניים. אם דיברנו בהצגת פתרון אחד על הצלעות העליונות והתחתונות של המשושים והכפלתם במספר המשושים הכללי וזה חזר על עצמו בפתרון שונה יש להדגיש זאת כדי שהרעיון ייכנס לתלמידים ויחלחל עמוק יותר. בפעם הבאה שייתקלו בזה גם כן יחפשו את הדברים שחוזרים על עצמם וכאשר יגיעו לרמות גבוהות יותר יוכלו לזהות את השינוי הקבוע בכל גורם בסדרה שתוצג להם.

סיכום:

זאת אחת המשימות שיותר אהבתי והתחברתי אליה מבין שאר המשימות. בעבודתי עם תלמידים בוגרים יותר אני נפגש עם הקושי למצוא את השינוי בסדרות ואת הנוסחה לחישוב כמות באיבר מסויים בסדרה. המקור הוא חוסר בתרגול והכנה של התלמידים לכך אפילו שהידע החשבוני הדרוש לפתרון קיים. במשימה זו התלמידים הצליחו מעל המצופה. הם מצאו את כל דרכי הפתרון האפשריים וזאת בזכות הדחיפה לחיפוש אחר פתרונות שונים ממה שמצאו. גם ההכרזה על מספר הפתרונות שמצאו בקבוצות אחרות ("קבוצה מספר 4 כבר מצאה 3 פתרונות שונים, מי יימצא יותר") עודדה המשך חיפוש. עם זאת יש לציין שהשיעור היה כפול כלומר הקציתי לשיעור זה הרבה יותר זמן וייתכן שבזמן קצר יותר הילדים לא היו מגיעים לכל הפתרונות. אני חושב שאם ניתן, בהתאם למערכת ובהתאם להתקדמות בחומרים הנלמדים על פי הסילבוס, להקצות שיעור כפול עבור משימות אלו אז זה יתרון גדול מאוד. תכנון נכון של זמן הצגת המשימות יכול להקל. אם ידועות לי כל המשימות במאגר בראשית השנה אני יכול להציג משימה מסוימת הנוגעת לחומר מסוים בזמן המתאים. למשל, את משימת החזקות לתת בסיום או במהלך הלמידה על חזקות כאשר החומרים עוד טריים בראשם של התלמידים.

בעקבות הדיונים בהשתלמות אני חושב שיש מקום לשיפור אצלי בדרישה מתלמיד אחד להסביר את הפתרון של תלמיד אחר. אך במהלך השיעור זה נראה לי "ללעוס" את זה יותר מידי והתלמידים משתעממים. הם הרגע שמעו את הפתרון הזה ממשהו אחד, מדוע לשמוע אותו שוב. אני יודע שזה גם שם אותם במצב כוננות שאולי ייפנו אליהם אז הם חייבים להקשיב אבל גם ייתכן שהתלמיד שיחזור על דברי האחר יעשה בדיוק כך – יחזור על הדברים מבלי באמת להבין אותם. בכל אופן אם המורה מחזיק כיתה נכון ושומר על קשב של התלמידים אפשר לוותר על החזרתיות.

מורה: ב4

משימת הסוכריות כיתה ו'

ציפיות:

1. ברמת ניהול השיעור- אחרי מספר שיעורים במתכונת של שיגור משימה ודיון הבחנתי כי התלמידים מאוד חסרי סבלנות לדיונים ארוכים והבנתי כי אינני יכולה לצפות לדיון ארוך בו התלמידים קשובים לפתרונות השונים של חבריהם (לצערי!?). כשהעלתי את התחושה הזו בפני עינת הד-מצוינים היא אמרה שזה מובן ועלי להחליט מה המטרה שלי בשיעור ולבחור לפי זה את נושא הדיון.

2. ברמת המשימה- כאשר פתרנו את המשימה בקורס, הפתרון האינטואיטיבי היה לחלק את 100 הסוכריות המרובעות במספר הסוכריות המרובעות ביחס הנתון (5), לקבל את מס' הקופסאות (20) ולכפול ב- 13. כתבתי את האמור גם בטבלת התאמה (כפי שמלמדים בכיתה ו' את נושא היחס)

בניסיון למצוא פתרון נוסף ולחשוב "כמו ילד" בניתי טבלה ובה מס' הקופסאות ומס' הסוכריות המרובעות והעגולות מתוך מחשבה שיהיו תלמידים שיהיה קל להם יותר כך.

כפי שאני נוהגת לעשות, העברתי את השיעור בכיתה המקבילה לזו שאני מצלמת והופתעתי ש90% מהתלמידים חילקו את ה-100 ב-5 וסיימו ממש מהר. *תלמידה אחת איכשהו הגיעה ליחס של 1:2.6 ואז גם דיברנו קצת על חלק מכמות.

בכל זאת ציפיתי שבכיתה אותה צילמתי יחשבו על דרכים נוספות.

ניטור:

1. במהלך המפגש הכנו דף ניתור אך הוא לא הכין אותי למצב בו תלמיד מתקשה ממש לא ידע איך להתחיל והצעתי לו לחשוב ולחשב מה יהיה בקופסא אחת ואז שתיים וכו'. בדיעבד הייתי צריכה להראות לו איך לבנות טבלה.

2. בעיקר שאלתי תלמידים כשהסתובבתי בניהם מה זה ה 20 כיוון שכפי שציינתי רב התלמידים פשוט הציגו את התרגיל 100:5 אז רציתי לוודא שהבינו למה עשו זאת- הם הבינו.

בחירה:

1. היה זה השיעור השני שבו ביקשתי שתלמידים יציגו הסברים של חבריהם לקבוצה . הרעיון הזה הגיע מתוך תחושה שהתלמידים לא כל כך מקשיבים במליאה (ובטח לא בקבוצה עצמה) לרעיונות נוספים כאשר זו אחת המטרות של דיון מתמטי.

2. כיוון שרב התלמידים חילקו 100 ב-5 וכפלו ב 13 בחרתי שדרך זו תוצג ראשונה. בחרתי תלמיד שצריך חיזוק בהערכה העצמית שלו כדי שיציג את הדרך הזו והוא הציג את הפתרון בצורה ברורה ובטוחה.

את דרך הפתרון הבאה ביקשתי שיציג תלמיד שזו איננה הדרך שפתר אלא דרכו של חברו לקבוצה. כוך פעלתי לגבי דרך הפתרון השלישית.

בשלב הזה ראיתי שאני "מאבדת" את התלמידים והחלטתי לזמן להם משימה נוספת, שבהתייעצות עם רינת החלטתי לכוון את השיעור למשימה המתקדמת הזו- בניית מערכת צירים ובה גרף.

הסברתי בקצרה את המשימה וכולם הפכו את הדף שלהם והתחילו לסרטט ציר x, ציר y וסימנו נקודות מפגש.

סידור ברצף:

הסידור היה מהפתרון הפשוט למורכב יותר.

קישוריות:

אני לא חושבת שהעלנו בשיעור רעיונות מתמטיים.

מורה: ג5

השיעור שיישמתי בכיתתי ושאותו בחרתי לנתח על פי מודל חמשת מהלכי ההוראה הוא השיעור הראשון שלימדתי: משימת "ריבועים והיקפים".

קודם כל אציג את חמשת מהלכי ההוראה מקדמי החשיבה בהוראת המתמטיקה:

ציפיות – בהן המורה נדרש לחזות מראש פתרונות אפשריים, או דווקא טעויות אפשריות. זאת ניתן לעשות על ידי התנסותו האישית של המורה עם המשימה בטרם יעבירה בכיתתו.

ניטור – שלב בו המורה מסתובב בין התלמידים, עוקב אחר התמודדותם עם המשימה, שואל שאלות מעוררות חשיבה, מבקש הסברים, ובמקרה הצורך – מנגיש את הבעיה לתלמידים מסוימים.

בחירה – המורה בוחר את הפתרונות אותם הוא מעוניין להציג בפני תלמידי הכיתה.

סידור ברצף – יצירת רצף של רעיונות מתמטיים אשר מתבססים על דרך פתרונות המשימה שניתנה.

קישוריות – יצירת קשרים בין הפתרונות על ידי שאילת שאלות.

כמובן שלפני כל משימה אותו לימדתי בכיתתי – התנסיתי בה בעצמי. גם במשימת הריבועים וההיקפים. במשימה זו על התלמידים היה למצוא את כל האפשרויות לסידור 3, 4, 5, ו- 6 ריבועים ולמצוא מהו הסידור בעל ההיקף הגדול ביותר ומהו הסידור בעל ההיקף הקטן ביותר? ציפיתי שהתלמידים יצליחו במשימה זו, שהיא אינה מסובכת למדי. הטעות אותה צפיתי היא הצמדה לא נכונה של צלע לצלע. זה היה שלב הציפיות.

בשלב הניטור הסתובבתי בין התלמידים ועקבתי אחר התמודדותם עם המשימה. ארצה לציין שהתלמידים די אהבו את המשימה השונה מהשיעורים הרגילים בחשבון. ניסיתי להבין את דרכם של התלמידים ושאלי אותם שאלות מעוררות חשיבה, כגון: "למה זו הדרך הנכונה?", "באיזו דרך נוספת ניתן להגיע לפתרון דומה?". לתלמידים מתקשים – הנגשתי את המשימה והסברתי שניתן לספור את הצלעות מבלי להתבלבל על ידי סימון הצלע הראשונה בה מתחילים לספור (כדי למדוד את היקף המצולע).

מכיוון שכיתתי קטנה שלב הבחירה אינו רלוונטי מכיוון שאני בוחר להציג את כל פתרונות התלמידים (מה עוד שכיתתי היא כיתת חינוך מיוחד לא רק מבחינה לימודית אלא גם רגשית, ועליי לעודדם להשמיע את קולם ולהעלות את ביטחונם. אחת הדרכים לכך – היא לתת לכולם להתבטא בשיעור ולהראות את פתרונם).

התלמידים מצאו את הרצף הרעיוני של המשימה (סידור ברצף) – שככל שהריבועים צמודים האחד לשני כקבוצה – ההיקף קטן יותר, ולעומת זאת, ככל שהריבועים יוצרים צורה ארוכה יותר – היקף הצורה גדול יותר (כמובן מאותו כמות של ריבועים).

התלמידים מצאו את הקשרים בין הפתרונות של כולם. הקשרים קשורים בעצם למהלך הקודם (סידור ברצף) – הם מצאו את הרעיון המתמטי שמאחורי המשימה. (קישוריות).

מורה ג6

משימת המלבנים

העברתי את השיעור בכיתה ג . בכיתה 23 תלמידים בעלי מוטיבציה גבוהה ללמידה.

פתיחת השיעור

הסבר המשימה לתלמידים +סרטוט דוגמא אחת על הלוח וכתיבת השאלות למשימה – התלמידים עבדו בקבוצות

מהלך השיעור

פתרונות אפשריים

ריכוז נתונים בטבלה

מספר השולחנות	מספר היושבים	שאלות מכוונות
1	4	1. ניתן לסרטט את המשימה 2. הסבירו כיצד הגעתם לתשובה 3. סמנו איפה אפשר לשבת 4. תסביר שוב את הנימוק שלך לחברי הקבוצה 5. מדוע יושבים סביב 3 שולחנות 6 אנשים ולא 8 אנשים 6. כמה אנשים יסבו סביב 4 שולחנות 7. כמה ילדים יושבים בכל צד 8. כמה עוד צריך להוסיף? ולמה
2	6	
3	8	
4	10	
5	12	
6	14	
7	16	
8	18	
9	20	
10	22	

שאלות מכוונות

1. ניתן לסרטט את המשימה
2. הסבירו כיצד הגעתם לתשובה
3. סמנו איפה אפשר לשבת
4. תסביר שוב את הנימוק שלך לחברי הקבוצה
5. מדוע יושבים סביב 3 שולחנות 6 אנשים ולא 8 אנשים
6. כמה אנשים יסבו סביב 4 שולחנות
7. כמה ילדים יושבים בכל צד
8. כמה עוד צריך להוסיף? ולמה

פתרון שגוי

מספר השולחנות x ארבע
בכל שולחן יושבים ארבע ילדים
פרוש לא נכון של משימה
הילדים יבינו שסביב כל צלע יושבים שני ילדים
סיום השיעור
הצגת הפתרונות
שאלתי את התלמידים כמה יושבים סביב שולחן אחד
סביב 2 שולחנות 3 , 5 ,9 והראתי להם את הפתרון על ידי סרטוט וספירה של מספר התלמידים

לאחר מכן בקשתי מהתלמידים לעזור לי למצוא דרך לדעת בלי לחשב כמה תלמידים ישבו סביב 30 שולחנות , 60 שולחנות בקשתי מאחד התלמידים לבוא ללוח להציג את דרך הפתרון התלמיד הסביר שבכל צד של השולחן יושבים אותו מספר תלמידים וצריך להוסיף עוד 2 שהם הקצוות לאחר מכן בקשתי מילד אחר להסביר שוב המילים שלו את הפתרון כדי לוודא שהם הפנימו את הפתרון בשלב הבא בקשתי לדעת ללא סרטוט כמה ישבו סביב 60 שולחנות והילדים ניגשו ללוח להסביר את הפתרון התלמיד האחרון שהגיע ללוח הגיע לכלל

מסקנות

מאוד נהנתי להעביר את השיעור .התלמידים שיתפו פעולה יפה מאוד כאשר ניגשו התלמידים ללוח ידעו להסביר את דרך הפתרון . כך הבנתי שהם הפנימו את החומר שלימדתי בשיעור והשגתי את מטרתי.

הייתי צריכה לקרוא לאחד הילדים כבר בשלב ראשון להציג על הלוח את הפתרון

הייתי צריכה לחלק את הלוח לארבעה חלקים וכל קבוצה מראה את הפתרון שלה ובסוף לעשות את הקישורים בין הפתרונות .

הייתי מבקשת מהתלמידים לכתוב את הכלל במחברת

מורה: ד8

משימה וירטואלית: ניתוח שיעור המשושים

בחרו שיעור אחד שיישמתם בכיתתכם ונתחו אותו על פי מודל חמשת מהלכי ההוראה

לאחר קריאה מעמיקה במאמר בנושא מודל חמש הפרקטיקות של סטיין ואחרים, בחרתי לנתח על פי מודל זה את משימת המשושים. לדעתי, בשיעור הזה הצלחתי להביא לידי ביטוי כל חמש הפרקטיקות ברמה מסוימת ולכן ניתן להסיק ממנה הרבה יותר מסקנות וכך לשפר את אופן ההוראה שלי בהמשך.

מטרתו של המודל של חמש הפרקטיקות היא לעזור למורה לתכנן את השיעור מראש ולבצעו בכיתה כך שיתאפשר לה לנהל דיון מתמטי עשיר יותר עם תלמידיה. כל אחת מן הפרקטיקות האלה הן בעצם שלבים שעל המורה לעשות על מנת להפחית את גורם האלתור בשיעור. בדרך זו ניתן יהיה לנהל את הדיון המתמטי בצורה יעילה יותר כך שהרעיונות המתמטיים שהמורה רוצה ללמד יבואו לידי ביטוי בשיעור.

להלן אנתח את השיעור הנ"ל לפי חמש הפרקטיקות הבאות: ציפיות, ניטור, בחירה, סידור ברצף וקישוריות.

ציפיות:

בשלב זה המורה מבצעת את המשימה בעצמה ומנסה להגיע לכמה שיותר פתרונות למשימה כך שהיא יכולה לצפות מראש את תגובותיהם של תלמידיה למשימה. שלב זה מפחית את רמת האלתור של המורה בשיעור והמורה תהיה מוכנה יותר לשלב את פתרונות תלמידיה בדיון המתמטי בצורה יעילה יותר.

במקרה של השיעור שאני העברתי, שלב זה נעשה בחלקו הראשון במפגש של ההשתלמות יחד עם מורות רבות. במפגש זה, כל המורות ניסינו להגיע לכמה שיותר פתרונות למשימת המשושים. לאחר הצגת הפתרונות קיבלנו דף ניטור כבר מוכן. בעזרת דף ניטור זה עשיתי עוד שני דברים בעצמי. תחילה, סידרתי את הפתרונות לפי הסדר שהייתי רוצה להציג אותם בשיעור עם התלמידים כך שאוכל לפתח קשרים בין פתרונות התלמידים באופן יעיל יותר. לאחר מכן בניתי דף של שגיאות אפשריות עם שאלות מנחות לכל שגיאה על מנת לעזור לתלמידים לבדוק את עבודתם ולתקן בכוחות עצמם את השגיאות השונות.

בזכות שלב זה הצלחתי להבין יותר טוב את מצבם של התלמידים, השיעור היה מסודר והייתי יותר בטוחה בעצמי. כל ההצלחות הללו גרמו לשיעור להיות יותר פורה ואף התלמידים היו רגועים יותר מהשיעורים הקודמים.

ניטור

שלב זה מתרחש בזמן שהתלמידים עוסקים במשימה ועל המורה לעקוב אחרי עבודת התלמידים. כמו כן, על המורה להפנות את תשומת לבה לחשיבה המתמטית מאחורי הפתרונות שהתלמידים מגלים בזמן ההתנסות שלהם במשימה.

בזמן שהעברתי את השיעור, הרגשתי מלאת ביטחון מפני שהפתרונות שהתלמידים מצאו היו מפורטים בדף ניטור וכך יכולתי להנחות את התלמידים יותר טוב. בזכות זה, התלמידים הצליחו לפתח את הרעיונות שלהם ולהסבירם באופן ברור יותר לקראת הדיון. כמו כן, הכנת דף השגיאות האפשריות עם שאלות מנחות עזר מאוד להנחות תלמידים אשר התקשו להגיע לפתרון כך שיותר תלמידים הצליחו להגיע לפתרון נכון.

חשוב לי להדגיש כי מפני שאני לא מורה קבועה בכיתה זו עדיין היה לי קשה לעבוד על פי הכללים שאני מאמינה שנכונים לעבודה בכיתה כפי שאני עושה בכיתת החינוך שלי. הרבה תלמידים עמדו ופנו אליי בזמן שהייתי עם קבוצה אחרת ולא גילו מספיק סבלנות להמתין לתורם. אני מאמינה שאם הייתה לי את האפשרות ואת הזמן לבסס את הכללים הללו, השיעור היה יכול לעבור בצורה רגועה ויעילה יותר.

בחירה

לאחר שהמורה עברה בין כל התלמידים, עליה לבחור אילו תלמידים יציגו את הפתרון שלהם. בחירה זו תיתן למורה את האפשרות להציג את הרעיונות המתמטיים אשר היא רוצה לחשוף את התלמידים באותו שיעור.

במשימת המשושים, מפני שתלמידי הכיתה הגיעו לכל מגוון הפתרונות, בחרתי בתלמידים אשר יציגו את הפתרון שלהם על פי שני קריטריונים: יכולת להסביר את הפתרון שלהם במגוון דרכים והתנהגות רצויה בשיעור. הסיבה שהחלטתי לפעול כך היא כי מטרתי העל בכיתה הזאת היא שהתלמידים ילמדו להתנהל בשיעור באופן מסודר תוך שמירה על התנהגות נאותה ולנהל שיח משמעותי ומכבד. אני מאמינה שבאמצעות בחירת התלמידים שנוהגים כך ומהווים דוגמה לשאר התלמידים אוכל לעודד את שאר התלמידים לנוהג כמוהם תוך כדי לימוד המתמטיקה.

סידור ברצף

לאחר שהמורה בחרה אילו תלמידים יציגו את הפתרון שלהם עליה לקבוע את הסדר לפיו התלמידים יציגו. סדר זה אינו סתמי, על המורה לקבוע את הסדר על מנת שהוא ישרת את מטרותיה לשיעור.

חשוב לי לציין כי אני קבעתי מראש את הסדר של הצגת הפתרונות בדרך שאני מאמינה שתביא לידי ביטוי באופן טוב יותר את הרעיונות המתמטיים שרציתי ללמד את התלמידים. הסדר נקבע על פי מורכבות החשיבה כך שהפתרונות הפשוטים יותר היו הראשונים והפתרונות המורכבים יותר היו בסוף. בנוסף, החלטתי שלאחר הצגת הפתרונות אתן לתלמידים אשר מצאו את אותם פתרונות אך הייצוג שלהם על הדף היה שונה להציג את הייצוג שלהם (משפט, ציור, טבלה וכו'). הסיבה שהחלטתי לעשות זאת היא להעצים כמה שיותר תלמידים בתהליך הלמידה, לעורר בהם תחושת מסוגלות ולעודד אותם להיות פעילים יותר בשיעורי מתמטיקה.

קישוריות

בשלב הצגת הפתרונות על המורה לעזור לתלמידים ליצור קשרים בין הפתרונות השונים שהוצגו בשיעור ולקשר גם אותם לרעיונות המתמטיים שהמורה מעוניינת להציג. בשלב זה המורה יכולה להנחות את התלמידים כך שהם יוכלו להסיק מסקנות לגבי כל הפתרונות השונים באופן עצמאי. המסקנות של התלמידים יכולים להיות קשורים לרעיונות המתמטיים עצמם או לגבי אופן הפתרון, היעילות שלו ואיך ניתן להשליכו על משימות שונות.

כאשר התלמידים הציגו את הפתרונות שלהם, הקפדתי כל הזמן לשאול שאלות מנחות על מנת שהם יצליחו באופן עצמאי להסיק מסקנות וליצור קשרים בין הפתרונות השונים. לדעתי התלמידים הצליחו להגיע לקשרים בין פעולות החשבון השונות ולהסיק מסקנות לגבי אופן הפתרון של חבריהם. בהשוואה לשיעור הקודמים שהעברתי בכיתה הזאת, רמת הדיון אכן עלתה והצליחו לרב לשמור על התנהגות נאותה בשיעור אך עדיין ההתעסקות במשמעת הפריעה לתהליך הלמידה. אני סבורה כי אם היה לי יותר זמן עם הכיתה הזאת או הייתי מורה קבועה שלהם רמת הדיון הייתה יכולה להגיע לרמה גבוהה עוד יותר.

מורה: ה9

משימה: חזקות- מהי ספרת היחידות של המספרים 9-1, בחזקת 10?

כיתה ה

מטרות השיעור: מיומנויות המאה 21: למידה שתופית, פתוח חשיבה

מטרות מתמטיות:

א) התלמידים יגיעו להכללות שיש דפוס (מחזוריות) קבוע של ספרת היחידות
- מחזוריות של ספרה אחת- בסיס: 1, 5, 6, 10
- מחזוריות של 2 ספרות - בסיס 4,9
- מחזוריות של 4 ספרות - בסיס 2, 3, 7, 8

ב) התלמידים יבינו שכדי למצוא למצוא את ספרת היחידות בבסיס החזקה יש לכפול רק את ספרת היחידות.

13.

ג) חלק מהתלמידים יגלה כי בבסיס 9 המספרים יוצרים מספר פלינדרומי

14.

ניתוח ע"פ מודל חמשת השלבים

15. ציפיות

נעשתה הטרמה קצרה בשני מוקדים בהם צפיתי בעיתיות, במטרה להגיע למטרות השיעור.

- רענון של נושא החזקות (ציפיתי שהתלמידים לא יזכרו את נושא החזקות), תוך דגש על ההבדל בין תרגיל כפל לחזקה.

$$a^n \neq a \bullet n$$

- "פרקנו" את דרישות המשימה, כשהמטרה היתה להפנות את תשומת ליבם לבקשה של מציאת ספרת היחידות בלבד. ציפיתי שהתלמידים יפתרו בכל פעם את תרגיל הכפל הנדרש, וימצאו את המכפלה בשלמותה, דבר העשוי לסרבל ולגרום לטעויות וכן להאריך את זמן פתרון המשימה שלא לצורך.

לשם כך הוצגה השאלה מה תהיה ספרת היחידות בתרגילים הבאים: הודגמו תרגילי חיבור תחילה ולאחריהם תרגילי כפל. התלמידים הגיעו למסקנה כי לא נדרש למצוא את הסכום או המכפלה במלואם, וההתייחסות תהיה רק בספרת היחידות.

ניטור

להערכתי יהיו שלושה סוגי של דרכי פתרון

- תלמידים שיפתרו את כל הטור באותו בסיס כדי עד שיגיעו לספרת היחידות ב- a^{10}.
- תלמידים שיגלו את המחזור וישכפלו אותו ללא חישוב עד a^{10}.

- תלמידים שיגיעו למסקנה כי ספרת היחידות ב - a^{10} זהה לספרת היחידות ב a^2

16. ולכן יחשבו רק את a^2 וישכפלו.

הכנות:

- הכנתי להם טבלה (מצ"ב) כדי שהכתיבה לא תיקח להם זמן.
- בכיתה ישנם פערי ידע בין התלמידים (גם בשליטה בלוח הכפל) לכן היה חשוב שישבו בקבוצות הטרוגניות.

בחירה וסידור ברצף

סיוע למתקשים

- תזכורת של מטרת המשימה והיעילות בהכפלת ספרת ביחידות בבסיס החזקה (מי שנראה שלא הבין, הדגמתי בתרגיל...)
- חזרה על עניין המחזוריות לכן ההדגמה הפשוטה תהיה בבסיס 1, 10 ו- 5 (ספרה אחת חוזרת ובנוסף הכפולות הללו קלות לחישוב)
- מחזוריות של 4 לכן הודגמה בבסיס 2 (הכפולות הללו קלות לחישוב) תוך הפניית תשומת ליבם לספרה הראשונה שחוזרת (אחרי הבדיקה של הספרה השנייה אפשר לשכפל את הסדרה שנוצרה)

סיוע לבינוניים

- האם יש לחשב את כל החזקות?
- מתי נוכל לשכפל את ספרת היחידות?
- מה אנו רואים בבסיס X האם היה צורך לפתור את כל החזקות?
- מה יכולנו לעשות יעיל יותר? מאיזו חזקה? מדוע?

לחזקים

מה שונה/ מיוחד בסדרת המספרים שהתקבלה בבסיס 9 (מספר פלנדרומי).

הקישוריות במליאה

בחרתי ילדים בינוניים ומטה שיכתבו את סדרת המספרים שנוצרו בספרת היחידות ויסבירו את דרך עבודתם (שני סעיפים ראשונים בניטור)

וכן בחרתי ילד שהסביר כי גילה כי ספרת היחידות זהה ב a^{10} לספרת היחידות ב a^2

ולכן חישבו בקבוצתו רק את a^2

לסיכום

השיעור זרם מתוך עניין, התלמידים הבינו ופעלו יפה בקבוצות ולבסוף הגיעו למסקנות המצופות.

כמורה, מצאתי כי בשיעור נעשתה חזרה מעניינת על נושא החזקות

התחזקה ההבנה שכדי למצוא את ספרת היחידות במכפלה יש להתייחס רק למכפלת ספרות היחידות.

וכן התלמידים מצאו הכללות ותובנות תוך גילוי תופעות מתמטיות - "משחק" עם מספרים.

מורה: ט10

משימה 1 – ניתוח שיעור על פי חמשת השלבים.

קופסת סוכריות

ידע קודם: הנושא של משימה זו הוא יחס, כיוון שהתלמידים לא למדו עדיין את הנושא הם יתבססו על - ידע בפתרון משוואה:

5X כמה = 100, טבלאות התאמה שיסיעו במציאת הפתרון.

ציפיות: פתרונות אפשריים - פתרון בדרך של טבלה -

עגולות	מרובעות
13	5
26	10
39	15

עד שיגיעו ל 100 סוכריות מרובעות ובהתאמה יוכלו לדעת מהי כמות הסוכריות העגולות. במידה ובפתרון הזה הם לא יגיעו להכללה אני אשאל מה קורה אם יש 200 סוכריות עגולות? האם להמשיך את הטבלה או שיש דרך אחרת?

דרך נוספת אפשרית לפתרון: אם יש 5 סוכריות מרובעות בכמה אכפיל כדי להגיע ל-100? בתוצאה שתצא אני אכפיל גם את הסוכריות העגולות. אני אשאל מה משמעות ה 20? מה נעשה אם כמות הסוכריות המרובעות היא 200?

לתלמידים החלשים שלא ידעו כיצד לגשת למשימה אציע לבנות טבלה ולכתוב בה כמה סוכריות יש בחבילה אחת, כמה בשתי חבילות וכן הלאה עד שנגיע ל – 100 סוכריות.

רעיון מתמטי: הרעיון המתמטי אותו רציתי להציג הוא יחס, לא להשתמש במושג יחס אלה הדגיש את העקרונות – קשר בין כמויות אם מספר הסוכריות העגולות גדל פי 20 אז גם הסוכריות המרובעות יגדל פי אותו המספר. השוואה בין שני הטורים, בכמה גדלה הכמות של הסוכריות המרובעות מול העגולות.

ניטור: במהלך המעבר בין התלמידים צפיתי בקשיים אצל כמה מהתלמידים החלשים, הצעתי לספור את כמות הסוכריות, עגולות ומרובעות ולסדר את זה בקופסאות, כמה בקופסה אחת, כמה בשתי קופסאות וכן הלאה כמה יהיו בשתי קופסאות של סוכריות עגולות וכמה במרובעות.

התלמידים החזקים מיד עלו על הפתרון של פי כמה אכפיל את 5 כדי להגיע ל 100, באותו מספר אכפיל את הסוכריות העגולות. שאלתי אותם מה משמעות ה-20 והם ענו שזה 20 קופסאות.

כשראיתי שרוב הקבוצות הציעו את אותו הפתרון של 13X20, ביקשתי שיאמרו לי כמה סוכריות עגולות יש אם יש לי 200 מרובעות? הרבה מהקבוצות לא הצליחו להגיע לפיתרון.

כפי שציינתי רוב הפתרונות היו זהים, בקשתי מהחזקים לחשוב על עוד דרכים לפתרון כדי שאוכל להציג דרך נוספת. גם כשהובלתי את המתקשים לבנות טבלה אם בחרו להכפיל ב -20.

בחרתי בשתי קבוצות שיציגו את הפתרונות, קבוצה אחת שהציגה את מה שמרבית הכיתה עשתה 20X5=100 ובהתאמה 20X13=260.

קבוצה אחת התחילה לעשות טבלה ומשם המשיכה לפתרון שכבר הוצג, ביקשתי מהן שיציגו את הטבלה כדי שאוכל לדבר על מאפייני היחס ולהראות אותם בטבלה ולהגיע להכללה.

ניתוח שיעור:

במהלך העבודה העצמית שמתי לב שרוב התלמידים שמעו את התשובה שקבוצה אחת הסבירה לי ורוב הפתרונות התבססו על הדרך שהציגו לי שני תלמידים, גם שביקשתי מהקבוצות האחרות לומר לי מה יקרה אם יהיו 200 סוכריות מרובעות הם לא הצליחו להגיע לפתרון. מכיוון שהם לא התמודדו עם הבעיה אז גם לא היתה הבנה. הם ידעו לומר לי שה-20 זה 20 קופסאות אבל משם לא יכלו לצאת להכללה ולפתור בעיה עם מספרים שונים. את המתקשים הובלתי ושאלתי כמה יש בקופסה אחת? כמה יהיו לי בשתי קופסאות, ב 3 ? באו נסדר את זה כך שנראה כמה יש? איך זה יעזור לי להגיע לפתרון.

בהצגה בלוח בחרתי בשתי בנות שעשו טבלה שיציגו אותה כיוון שרציתי להעזר בטבלה ולהגיע להכללות דרך הטבלה, וכדי שאוכל לדבר על היחס בין הכמויות. אולם כשהם הציגו בלוח הם ויתרו על הטבלה והכפילו ב-20. כששאלתי אותם מה יקרה אם יהיו לי 200 סוכריות מרובעות כמה עגולות יהיו לי אחת התלמידות ענתה שיהיו לי 520 כי הכפלתי את 100 הסוכריות ב 2 ולכן אכפיל את 260 הסוכריות העגולות גם ב-2, זאת אומרת שהן הבינו את הרעיון של היחס של הקשר בין הכמויות.

לא ניצלתי את הפתרון הזה כדי לדבר על יחס ועל הקשר בין הכמויות, הזכרתי את זה במשפט ולא התמקדתי בזה.

לצערי, שוב לא סיכמתי את הנושא ולא הגענו להכללות, אם לדייק הגענו להכללות אך לא הצגתי אותן או כתבתי אתן בצורה מסודרת ובאופן שכולם יהיו חשופים להם. למעשה אם אני מסתכל על חמשת השלבים חסרה לי הקישוריות לחומר הנלמד – יחס כיוון שלא התייחסתי למושגים אותם רציתי להעביר כמו קשר בין כמויות. יכולתי לעשות זאת כששתי הבנות נשאלו בלוח מה היה קורה אם היו לי 200 סוכריות עגולות והן ענו שאכפיל פי-2 כיוון שהכפלתי את 100 פי 2 אז גם את 260 אכפיל פי 2. לא ניצלתי את הפתרון שהוצע כדי לדבר על יחס ועל קשר בין כמויות כפי שתכננתי.

בהשוואה לשיעורים אחרים לא הוצעו פתרונות מגוונים, כל הפתרונות היו להכפיל את את הכמות ב-20.

סידור ברצף- הזוג הראשון שנבחר הציג את דרך הפתרון שכל הכיתה הגיעה אליו. בחרתי בזוג נוסף שיציג, זוג שהשתמש בטבלה כדי שבעזרתה אוכל לדבר על הקשר בין הכמויות ולהגיע להכללה אבל בסופו של דבר בעת ההצגה הבנות בחרו שלא להציג את הטבלה. יתכן והייתי צריכה לבקש במפורש שיציגו את הטבלה בפני הכיתה.

במהלך הצילומים נגמר לי המקום בפלאפון והייתי צריכה לחפש פלאפון כדי לצלם את המשך השיעור, כל זה הוציא אותם מפוקוס. כולם היו טרודים בלמצוא לי פלאפון שאוכל לצלם ממנו, ואחרי כל זה הייתי צריכה להחזיר אותם לשיעור.

לסיכום, אני מרגישה שאני צריכה לעבוד על הדיון המתמטי בעקבות הפעילות, לתרגל שאילת שאלות שיובילו לדיון. החלק בו אני מרגישה שיפור הוא החלק של בעבודה העצמית, אני מכוונת את התלמידים מבלי לתת להם תשובות, אני מובילה אותם בעזרת שאלות לכיוון הפתרון ומאפשרת להם עבודה עצמית.

מורה: ט11

משימת ריבועים והיקפים

זו הייתה המשימה הראשונה שאתה פתחנו את השיעורים מבוססי ההשתלמות.

הרציונל בבחירתה של המשימה: התלמידים יעסקו השנה בגאומטריה- בלימוד נושא המרובעים, ובמתמטיקה -בלימוד נושא כפל וסדר פעולות חשבון. ??

משימה זו יש בה שילוב יפה לנושאים הנלמדים.

המשימה המרכזית לשיעור: למצוא את כל האפשרויות לסידור ריבועים בהדרגה.

בתחילה 2 ריבועים, לאחר מכן 3 ריבועים, 4 ריבועים וכך הלאה.
המטרה - להגיע למסקנה שלשטחים שווים יתכנו היקפים שווים או שונים וזה תלוי בצורה בה סידרו את שטח הריבועים הנתונים. ובעקבות כך להגיע למסקנה מתי המרובע בעל השטח זהה יהיה בעל היקף גדול ביותר ומתי בעל ההיקף הקטן ביותר.
ההוראה למשימה היא, שחייבים להצמיד צלע לצלע.

תכנון דף הניטור למשימה זו-
לפני השיעור סידרתי את הפתרון או הפתרונות האפשריים לכל שלב ואת הדרכים להגיע לפתרונות השונים.
*ראיתי בעיה שיכולה להיווצר מתוך הצמדה לא נכונה של מרובעים וכמו כן חשבתי שיהיו ילדים שיהיה להם קשה לשרטט ולעבוד בדרך שאינה מוחשית. לכן גזרתי הרבה מאוד ריבועים וחילקתי לכל קבוצה מספר ריבועים שיעזרו להם.
*ילדים שיטעו בספירה
*ילדים שכלל לא יספרו מפני שיצאו מנקודת הנחה מוטעית, שלשטחים שווים יש היקפים שווים.
*חשבתי על מצבים שבהם ילדים יבנו דגם אחד ולא יראו אפשרויות נוספות ומאידך על ילדים שיחשבו על מספר אפשרויות וימצאו את כולם.
*חשבתי גם על המצבים שהילדים יגיעו עם היקף ואני מבקשת מהם לחשוב על היקף גדול יותר לאותו שטח ולעומת זאת , במצבים אחרים שהילדים יגיעו אלי, לחשוב על היקף קטן יותר לאותו שטח.
משימות למתקדמים :
*מעבר לכך שבדף הניטור שלי העליתי את כל האפשרויות הכנתי משימת חשיבה למתקדמים והיא :
נסו להגיע למסקנה מהי הדרך להגיע להיקף הגדול ביותר ומהי הדרך להגיע להיקף הקטן ביותר.
בנוסף, הילדים שיסיימו יתבקשו לחשוב על תרגילים שונים להגיע לפתרון שלהם (בחיבור, בכפל ויש ילדים מתקדמים מאוד שכבר מכירים את השימוש בסוגריים).
אבקש מהילדים המתקדמים להגיע למסקנה מדוע ככל שהצורה יותר ריבועית, ככה ההיקף שלה קטן יותר?
לאחר שהילדים יתנסו בבניית הדגמים בהדרגה ובמציאת ההיקפים התואמים ויעלו את התוצאות על דף נגיע לשלב הדיווח וריכוז הממצאים על הלוח.
אעלה על הלוח טבלה מתאימה ובה הילדים ידווחו תוצאות עבודתם.
נציג יסביר את הדרך לפתרון .
נגיע להכללה ולמסקנה שככל שהצורה תהיה יותר ריבועית, כך ההיקף שלה יהיה קטן יותר והמסקנה היא שזה מפני שיש יותר צלעות שמתלכדות. ונשאל מה יקרה אם יהיו 50 ריבועים? 60 ריבועים? 100 ריבועים?...

מורה: ל12

בחרתי את שיעור השעונים אותו אנתח על פי חמשת מהלכי ההוראה :
תיק תק, תיק תק, צלצל שעון בן חיל
השעון של נתי מצלצל כל 4 דקות .
השעון של בר מצלצל כל 6 דקות
והשעון של יעלי מצלצל כל 9 דקות.
בשעה 8:15 צלצלו שלושת השעונים.
מתי הייתה הפעם הקודמת בה צלצלו שלושת השעונים?
(מתוך : כיתה ד', דף חודש סיוון)
ציפיות - שלב זה מתבצע לפני תחילת השיעור. בשלב זה המורה פותרת בעצמה את הבעיה, מוצאת מספר דרכי פתרון, חושבת על טעויות אפשריות של התלמידים ועל אמצעי המחשה מתאימים. בזכות שלב זה המורה מגיעה יותר מוכנה לשיעור ופחות מגיעה למצב של אלתור. בשלב זה מומלץ אף להיוועץ עם מורים נוספים כדי להגיע למגוון התגובות האפשריות למשימה, לעיתים אף המורה נעזרת בפתרונות שהועלו בשנים קודמות או ממקורות אחרים.
במשימת השעונים היתה לי התלבטות האם להפחית את מספרי הדקות ל- 2,3,4. הצורך נבע מההבנה שתלמידים באמצע כיתה ג עדיין לא שולטים בכפולות 4,6,9. בסופו של דבר חשבתי ששינוי המספרים לא יעזור להבנת השאלה. בנוגע לשאלה המקורית שבתשובה לה יש צורך לחסר ולעבור בין השעות, הרגשתי שיש שלב ביניים בו יוסיפו 36 דקות קדימה ואז אין מעבר בין השעות. המטרה שלי היתה קודם שיבינו את השאלה לפני שאבדוק את היכולת שלהם לחסר ולעבור בין השעות.
חשבתי שיעזור לילדים אם אתן להם שעונים שימחישו את הזמנים.
צפיתי כי חלק יעזרו בטבלה בה כל טור או שורה מייצגת את הצלצולים של כל ילד, אחרים יחשבו את כפולות 4,6,9 ויגיעו לכפולה משותפת ויהיו שיחברו חיבור חוזר את 4,6,9 כדי להגיע לסכום זהה.
השגיאות שחשבתי שיהיו הן שגיאות חישוב. הופתעתי לראות את השגיאה של חיבור המספרים 4,6,9.
ניטור - שלב זה מתבצע תוך כדי השיעור בשלב בו התלמידים מתמודדים עם פתרון הבעיה והמורה מסתובבת בניהם כדי לסייע.
הדף שקיבלנו בהשתלמות, מהלכי שיח, עזר לי גם בשלב הזה להביא את הילדים להבנת החשיבה שלהם וכתיבת דרך הפתרון שאליה הגיעו והכל דרך שאלות מכוונות.
בשיעור היה קשה ולא הצלחתי להגיע לכל מי שביקש עזרה. חלק חיכו ומהם היו שהתקשו לשמור על השקט וכך לא היה קל לסייע ולהתרכז במתן העזרה. להפתעתי רבים מהתלמידים לא התייאשו וניסו. גם כשעברו לקבוצות היה קשה לראות את האתגר

שלהם להסביר אחד לשני את דרך הפתרון וחלק מהקבוצות עדיין ובתוכם חלק מהתלמידים היו עדיין בשלבי הפתרון האישי. חלק מאלה שסיימו לא כתבו את דרך הפתרון שלהם כי לא ידעו איך.

בחירה - בזמן שהתלמידים פותרים את הבעיה על ידי דרך פתרון שלהם ואף מציגים בקבוצה אותה, המורה רואה את דרכי הפתרון השונים של הילדים ומחליטה מי מבין התלמידים יציגו את הדרך שלהם.

בשיעור ראיתי מספר דרכי פתרון ואף תפיסות שגויות שהיה חשוב לי לדבר עליהן משום שראיתי כמה ילדים פותרים כך.

סידור ברצף - לאחר בחירת התלמידים אשר כל אחד יציג את דרך הפתרון שלו, המורה מחליטה על סדר הצגת הדרכים בהתאם למטרות השיעור. אין מניעה שהמורה תאפשר גם להציג תפיסות שגויות כדי לתקנן.

בשיעור סדרתי את סדר ההצגה מדרך הפתרון הוויזואלית ביותר, לפני הדרך של החיבור החוזר והכפל. כמו כן היה חשוב לי בתחילה לדבר על השגיאה של חיבור כל הדקות יחד.

קישוריות - שלב זה מתקיים בזמן הדיון הכיתתי, לאחר שהוצגו דרכי הפתרון. בשלב זה המורה מובילה את התלמידים להבין כיצד הדרכים מקושרות ביניהן.

הצפייה בשיעור עזרה לי להבין כי ניסיתי להוביל את הילדים לקישוריות. בשלב הזה של השיעור נראה כי לא כל הילדים היו כבר קשובים וגם המאבק מול רעש מבחוץ וקושי של תסכול של ילדה הכריע לסיום השיעור.

מורה: ל13

לצורך מטלת ההגשה הווירטואלית, בחרתי במשימה האחרונה שניתנה- משימת הסוכריות, זאת מכיוון שבכיתה שבה אני מלמדת (אחת לחודש) את שיעור מחשב״ה ראיתי התקדמות מצד מספר תלמידים אשר אינם פעילים כל כך בשאר השיעור (ע״פ דיווח ממחנכת הכיתה).

כאשר תכננתי את מהלך השיעור בביתי, פתרתי את משימת הסוכריות במספר דרכים (בנוסף לדרכי הפתרון שהוצגו בהשתלמות) ולפי הנושאים במתמטיקה שהתלמידים למדו (ידע קודם) סימנתי את מספר האפשרויות הרלוונטיות לדרך פתרון התרגיל. רציתי שמשימה זו תהיה ברורה ונגישה לכל תלמידי הכיתה ולכן בחרתי לשאול אותם לאחר הקרנת השקופית הראשונה של המשימה, מהי כמות הסוכריות המרובעות בשקית ומהי כמות הסוכריות העגולות, לצורך הבהרה ואיסוף נתונים יצרתי טבלה המרכזת את המידע. לאחר מכן שאלתי שאלה מנחה: ״אם אנחנו יודעים את כמות הסוכריות העגולות והמרובעות בשקית אחת, כמה סוכריות עגולות יהיו לי בשתי שקיות? כמה סוכריות מרובעות יהיו לי בשתי השקיות יחד?״ את תשובותיהם הוספתי לטבלה. באמצעות רישום הנתונים בטבלה ניסיתי להסביר את הקשר בין מספר השקיות לכמות הסוכריות העגולות והמרובעות.

לאחר ההסבר אמרתי לתלמידים כי זו עבודה אישית ויש להתנסות בה, במידה וישנה שאלה יש לפנות אלי. כאשר הסתובבתי בין תלמידי הכיתה ראיתי שישנה הבנה ויש הקשר בין מספר השקיות לכמות הסוכריות אך למרות זאת, רב תלמידי הכיתה נתקלו בקושי. הם ידעו להסביר את דרך החשיבה והפתרון בעל פה וכאשר ביקשתי שיכתבו את הדרך אמרו כי שכחו את ההסבר. ישנם תלמידים ידעו להסביר את דרך חשיבתם המתמטית וכתבו תרגיל למשימה הראשונה, שאלתי אותם שאלות הבנה וידעו לענות עליהן- לכן זכרתי אותם כתלמידים ראשונים אשר ייגשו אל הלוח לפתירה. ישנם תלמידים אשר לא הבינו כלל את השאלה, לכן ניסיתי להמחיש ולהנגיש אותה אליהם, רק לאחר מספר ניסיונות החלו להבין את הקשר כמות הסוכריות למספר השקיות- אך לצערי תלמידים אלו לא הגיעו לפתרון נכון.

בתום זמן העבודה שאלתי את תלמידי הכיתה מי ירצה להציג את אופן פתירת המשימה, הם אינם יודעים כי בזמן שעקבתי אחר עבודתם בחרתי מספר תלמידים מסוים אשר יציגו ראשונים. כאן נתקלתי בקושי כיוון ששני תלמידים מתוך שלושה הסבירו היטב את דרך פתירת המשימה הראשונה והגיעו לתוצאה נכונה, אך התלמיד השלישי התבלבל בדרך הפתרון ובתוצאה. אני חושבת כי היה עלי לבדוק היטב את הדרך שבה התלמידים פותרים ורק לאחר מכן להזמין אל הלוח בין שניים לשלושה תלמידים המייצגים דרכי פתרון שונים.

במהלך חמשת הדקות האחרונות של השיעור, שמעתי מסר תלמידים אומרים ״ואי נכון, איך לא חשבתי על זה״ , ״ ידעתי את הפתרון אבל לא את הדרך״ ברגע ששמעתי הערות אלו הצגתי בשנית את שתי דרכי הפתרון שהוצגו בכיתה והסברתי כי ניתן לפתור את המשימה במספר אופנים ואלו שתי דרכים המבטאות הבנה וחשיבה מתמטית מסדר חשיבה גבוה.

יש לציין כי תלמידי הכיתה אוהבים מאד את שיעורי מחשב״ה ומצפים בכיליון עיניים למשימות הניתנות בכיתה, ישנם תלמידים אשר לא היה להם אישור צילום ומכיוון שיש פידבק חיובי ומוטיבציה גבוהה לפתרון המשימות- הביאו את אישור הוריהם ונשארו למשימה בכיתה.

מורה: ל14

המשימה שבחרתי היא משימת המשושים. המשימה הועברה בכיתה ו׳ ודרשה מתלמידים לחקור כמה תלמידים ישבו סביב שולחנות בצורת משושים, כאשר כל פעם מצרפים מספר אחר של שולחנות. בנוסף הם היו צריכים למצאו דרך לחישוב מספר מקומות ישיבה סביב מספר כלשהו של שולחנות.

לפי המודל של חמשת הרעיונות היישומיים התחלתי בצפייה מראש שאומרת לצפות מראש באילו דרכים השונות ניתן לפתור את המשימה ובאילו אסטרטגיות , יכול להיות גם לא נכונות, ישתמשו ילדים לפתרון המשימה. פתרתי את הבעיה מראש בכמה שיותר דרכים, כולל דרכים שאני לא מצפה מילדים, כדי שאוכל לזהות את הפתרונות כאשר התלמידים יפתרו בדרכים האלו.

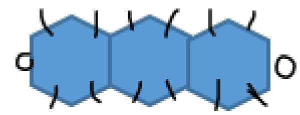
התחלתי מפתרון בעזרת הטבלה:

מספר שולחנות	מספר תלמידים סביב שולחנות	חוקיות
1	6	
2	10	+4
3	14	+4
4	18	+4

בטבלה ניתן לראות שכל שולחן מוסיף לנו 4 מקומות ישיבה. מכאן הגעתי לנוסחה

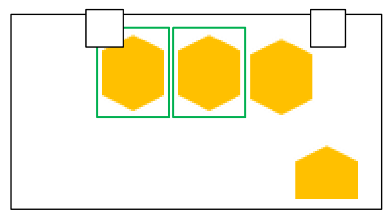
$4x(X-1)+6$. 4 מייצג מספר המקומות שכל שולחן מוסיף, X-1 מספר השולחנות שמוסיפים לא כולל שולחן הראשון, 6- מספר המקומות בשולחן הראשון.

פתרון השלישי והנוח ביותר לדעתי הוא $4 \text{ x } X + 2$, ארבע מקומות ליד כל שולחן ועוד שניים בקצבות.

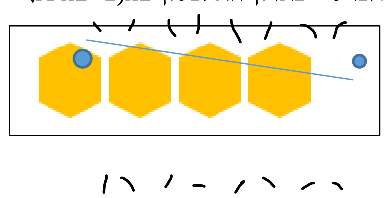


פתרון הרביעי שמצאתי:

יש שתי שולחנות בקצבות עם 5 מקומות ישיבה, ביניהם יש 4 מקומות על כל שולחן.



פתרון החמישי- פתרון האלכסון $(X \text{ x}2+1)\text{x}2$.



רואים שמכל צד האלכסון מספר המקומות הוא מספר השולחנות כפול 2 ועוד אחד בקצה, מכפילים את התוצאה ב-2 מכוון שבצד השני יש אותו מצב.

תלמידים היותר מתקשים יכלו להשתמש בדף עזר עם תמונות של משושים המחוברים, כדי שיצליחו להגיע לפתרון בעזרת המניה.

אחרי שמצאתי את הפתרונות חשבתי על הטעויות האפשריות של התלמידים שיכולות להיות. טעות שחשבתי עליה- כאשר תלמיד לא שם לב למקומות הישיבה שמתבטלים כאשר מחברים את השולחנות ומחשב בדרך הכפלת מספר השולחנות ב-6.

בנוסף חשבתי על שאלות שאשאל את התלמידים כדי לקדם דיון טוב ביניהם.

שלב הניטור או מעקב- במהלך השיעור כאשר תלמידים התחילו לעבוד, אני עוברת ביניהם בודקת באילו דרכים הם פותרים את המשימה. אם יש תלמידים שקשה להם- שואלת שאלות מטווחות. לדוגמה בשלושה השלבים הראשוניים לא היה קושי אצל אף תלמיד, אבל כאשר הגיעו לשלב ההכללה, תלמידים המתקשים יותר ניסו לפתור בעזרת מספר השולחנות שקבעו (20, 50, 100). שאלתי אותם: " ואם אנחנו לא יודעים מה הוא המספר השולחנות, מה נעשה? נסו למצאו חוקיות שחוזרת על עצמה בכל מספר השולחנות"... כאשר ראיתי פתרון בעייתי, ביקשתי לבדוק האם האסטרטגיה שמצא עובדת גם על מספר קטן של השולחנות. סימנתי לעצמי פתרונות שהייתי רוצה להציג על הלוח.

כאשר אני עברתי בין התלמידים קבעתי מה יהיה הסדר בהצגת הפתרונות ומי יציג אותם. ברוב המשימות המורכבות משלבים כמו במשימה הזאת, בשלבים הקלים יותר במשימה אני קוראת לתלמידים המתקשים יותר להצגת פתרונם, כדי לתת להם הזדמנות להשתתף ולתת ביטחון. בשלבים המורכבים יותר מציגים תלמידים בינוניים ומתקדמים. הפעם עשיתי סדר קצת שונה כאשר בשלב ההכללה התחלתי מפתרון התלמידה מתקשה מקצת להציג פתרונה, מכיוון שהיה מאוד מורכב שאני לא חשבתי עליו.

כאשר תלמידים מציגים פתרונם על הלוח, אני מבקשת מתלמידי הכיתה למצאו קשר בין הפתרונות השונים. שאלתי: " מה נשאר קבוע? מה משתנה ? שאלתי אותם, איך המשימה קשורה למתמטיקה חוץ מביצוע חישובים שאנחנו עושים (היקפים).

מורה: ל15

במסגרת השתלמות מחשב"ה – מהלכים מעודדי חשיבה בהוראת המתמטיקה העברתי שיעור לתלמידים בכיתה ה' שהיא כיתת המטרה אותה בחרתי לכיתת מטרה. העברתי שיעור לתלמידים בנושא "משימת קופסת הסוכריות" על פי חמשת מהלכי ההוראה. הפרקטיקות כפי שנלמדו בהשתלמות היווה את הבסיס לניהול השיעור..

השלב הראשון Anticipating ציפייה - בשלב זה כתבתי את ההשערה לגבי התגובות האפשריות של תלמידים שסביר שיעלו בתהליך פתרון הבעיה שהוצגה בפניהם. חששתי שהתלמידים יגלו קושי בפתרון החלק השני בבעיה, יתבלבלו בין הכמויות ולא יצליחו להבין את הקשר בין השבר לבין היחס. לא יבינו בחלק הראשון את המשמעות של 20.

השלב השני Monitoring ניטור– הכנתי דף ניטור לבעיה, במהלך העבודה של התלמידים, חלקם עבדו בשלשות וחלקם בזוגות. עברתי בין התלמידים וצפיתי בדרכי הפתרון שהעלו בקבוצות.

צפיתי בזוגות שהורכבו מקבוצת הבנים מנהלים שיח מתמטי דרכו הגיעו יחדיו לפתרון בעוד שהשלשות שהורכבה מקבוצת הבנות אחת בכל קבוצה הובילה את האחרות והייתה הגורם המרכזי לפתרון המשימה.

השלב השלישי Selecting בחירה- במהלך השיעור בחרתי תלמידים שיציגו את הפתרונות בפני הכיתה.

משימה ראשונה בחנות א'.

הקבוצות החזקות א' – ל' ספרו את הרכב הסוכריות המרובעות והעגולות וכתבו 13 עגולות ו – 5 מרובעות ואז השתמשו בנתון שיש 100 סוכריות מרובעות אז כפלו את 5 ב- 20 ובהתאמה את 13 ב – 20 והגיעו ל 260 בדף המצורף אלמוג הציג את זה בצורת של הרחבת שברים שגורם ההרחבה הוא 20 באופן דומה הסבירו יאיר וליעד את דרך הפתרון רק שהם ביצעו תרגיל כפל במאונך.

ד' ו-ד' הציגו את הנתונים בתוך טבלה מקוצרת ובכיתה הסבירו כאשר ניגשתי אליהם שהרכב הסוכריות המרובעות שוכפל 20 פעמים אז כך גם הרכב הסוכריות העגולות.

א', נ' ו-ש' הציגו את הנתונים בטבלה מקוצרת כשההסבר שלהן היה 100 סוכריות מרובעות לחלק ל -5 שווה 20, כל סוכריה שווה 20 , יש 13 סוכריות עגולות ולכן המכפלה של 13 ו – 20 .

חשוב לציין, כי אדווה הובילה את הקבוצה ובסיום המשימה ביקשה שרי להיות בקבוצה אחרת במשימה הבאה, על מנת להגיע לחשיבה עצמאית משלה.

הקבוצה הבינונית הן הגיעו לתוצאה אך מידת שיתוף הפעולה ביניהן היה נמוך ש' הובילה את הקבוצה בדיון, ההסבר שלהן תאם את דרך החשיבה של הקבוצה של אדווה .

משימה שנייה בחנות ב'.

הקבוצות החזקות – ביחד ראו שיש 720 סוכריות בקופסא אחת יש 18 סוכריות אז הם מצאו את המנה של 720 ו – 18 יצא להם 40, לאחר מכן החליטו למצוא את המכפלה של 13 ו – 40 ואת המכפלה של 40 ו – 5 וכך הם הגיעו להרכב כל כמות הסוכריות העגולות וכמות הסוכריות המרובעות.

אחרים פעלו לפי טבלת התאמה ולפיו מצאו את הרכב הכמויות.

הקבוצה הבינונית לא הצליחו לפתור את המשימה, הן חילקו את כל הכמות 720 ב- 5 ו ב- 13.

השלב הרביעי Sequencing רצף – בחרתי את הרצף אשר יוצגו הפתרונות השונים.

חשוב לציין, שבבחירת הרצף הייתי צריכה לתת דגש מושכל יותר לפיו יציגו הפתרונות.

הבחירה הייתה צריכה להוביל למטרה ולא בחירה אקראית. בצילום השיעור החמישי יישמתי יותר נכון את שלב הרצף.

השלב החמישי Connecting קישור – קישור בין הפתרונות השונים לבין הרעיונות המתמטיים המרכזיים.

אומנם נושא היחס שייך לתכנית הלימודים בכיתה ו אבל התלמידים הצליחו במגוון אפשרויות להגיע לפתרון. בתוך מערך השיעור לא ביצעתי את השלב הנ"ל , מהסיבה שלא נשאר זמן ובשיעור . בשעה לאחר מכן שאלתי את התלמידים אילו רעיונות מתמטיים עולים כתוצאה מהפעילות בכיתה הילדים ענו שיש עיסוק עם בעיה מילולית משולבת עם איור , השוואה בין כמויות וטבלת התאמה.

מורה: מ16

ניתוח על פי מודל חמשת מהלכי ההוראה

ציפיות

כשבצעתי את המשימה בעצמי בתחילה שרטטתי את הריבועים. בהשתלמות עלה הרעיון של הכנת ריבועים מראש על מנת להנגיש את המשימה לנו ולילדים. כאשר עבדתי בעצמי עם הריבועים המוכנים העבודה הייתה מאורגנת ופשוטה יותר, חשבתי שזה מתאים לילדים ויכול לסייע להם להתנסות מוחשית טובה יותר וכך הבנת המשימה באופן ברור יותר. לכן, חילקתי לילדים ריבועים מוכנים מראש. בנוסף, כאשר בצעתי את המשימה בעצמי חשתי צורך בטבלה על מנת לארגן את הנתונים שמצאתי וכך לראות את ההקשרים באופן מאורגן יותר ולכן יצרתי טבלה וחילקתי לתלמידים. בנוסף, חשבתי שהטבלה תתאים לכיתה בה העברתי את הפעילות היות ומספר ילדים בה נוטים לקשיי ארגון ולא רציתי שזמן המשימה יילך על שרטוטים במקום התמקדות במשימה.

ניטור

במהלך המשימה הסתובבתי בין הקבוצות בכיתה. זיהיתי פתרונות שונים לאפשרויות סידור הריבועים. הנגשתי לתלמידים מתקשים את המשימה למשל על ידי חזרה על קריאה והבנת ההוראות, איזה סידור נכון על מנת שתהיה צלע משותפת עם הריבוע השכן. בנוסף חזרנו על מושג ההיקף וראיית צלע אחת של הריבוע כיחידה אחת של אורך.

בנוסף, שאלתי את הילדים שאלות מעוררות חשיבה כמו: האם יכול להיות היקף שווה למבנים שונים שהגיעו אליהם? מה קורה להקף כשצלעות הריבועים מתלכדות? האם נוכל לדעת מה יהיה ההקף הגדול או הקטן ביותר אם נשתמש בכל מספר של ריבועים?

עודדתי הנמקה כשביקשתי מהם להסביר את התוצרים ומדוע ההקף גדול או קטן יותר?

בשלב הדיון היה עלי לבחור את הפתרונות, מהפשוטים למורכבים. היו קבוצות שהגיעו לבניית מצולעים שונים מ-5 ריבועים ולא מצאו את החוקיות. קבוצה אחת מצאה את החוקיות. בקשתי מהילדים להגיע ללוח להסביר ולהדגים את שמצאו לכיתה.

סידור ברצף של התגובות על פי סדר מסוים – יכולה להיות לפי האסטרטגיה שרוב התלמידים השתמשו בה ולאחר מכן אסטרטגיה שונה. בשיעור שהעברתי הקבוצות השתמשו באותה אסטרטגיה. קבוצה אחת הצליחה למצוא גם חוקיות.

קישור התגובות של התלמידים לרעיונות מתמטיים. ילדים שמצאו סידורים של ריבועים בהיקף שווה, חשוב לקשר בין מספר הריבועים למבנה ולהקף ולקשר לרעיון המתמטי – הבנת הרעיון שמצולעים המורכבים מאותה כמות של ריבועים בסידור אחר יכול להיות להם היקף שווה.

לאור השיעור שהעברתי, מה ששיקף הצלחה זה הגעת כל התלמידים להתנסות עם הריבועים באופן מוחשי, סרטוט שלהם בטבלה, איסוף הנתונים והבנה של ההקף ומשמעות הצלעות המתלכדות להשפעה על ההיקף. מה שכדאי לשפר זה את שלב הדיון והצגת הממצאים של כל קבוצה. הבחנתי שכשקבוצה מציגה לקבוצות אחרות קשה לשמור על קשב ועניין. חשוב לראות איך ההצגה קצרה יותר והופכת משמעותית ומעניינת גם לקבוצות הצופות.

מורה: מ17

המשימה שנבחרה היא משימת המשושים.

מכיוון שמשימה זו הועברה בכיתה ג' היא שונתה במקצת- ריבועים במקום משושים.

המשימה דרשה מהתלמידים למצוא כמה תלמידים יכולים לשבת סביב שולחנות מרובעים הצמודים זה לזה לפי תנאי מסוים.

בבואי לקדם את מהלך הוראת מדישה זו השתמשתי בחמשת מהלכי ההוראה הבאים:

ציפיות- שלב זה מתבצע טרום השיעור. בדקתי את הידע הקודם, לפי זה התאמתי את המשימה. כמובן שבביצוע המשימה יתחזק הידע הקודם בקרב התלמידים.

מספר שולחנות	כמה תלמידים יכולים לשבת סביב?
1	4
2	6
3	8
4	10

כמו כן, בשלב זה פתרתי את המשימה בדרכים שונות:

ע"י ציור- בנוסף לדף בו הייתה כתובה המשימה, צירפתי להם דף עזר ובו מרובעים צמודים זה לזה, המיצגים את השולחנות המתוארים במשימה, כמויות שונות של שולחנות צמודים (2 צמודים, 3 צמודים, 4 צמודים). דף זה הנגיש להם את המשימה ויצר תיווך מתאים.

ע"י טבלה- ראה טבלה --->

ע"י מציאת חוקיות- בהתאם לציור שציירתי החוקיות שגיליתי היא שכמות הילדים היושבים סביב השולחנות היא כמספר הילדים היושבים בצלע הארוכה של המלבן (המתקבל מחיבור השולחנות) ובהתאמה ילדים היושבים מולם, ולהוסיף את שני התלמידים היושבים בראשי השולחנות.

ע"י ניסיון ליצור נוסחא לפתרון המשימה- בהתאם לציור או הטבלה שיבצעו אולי יגיעו לחוקיות בה מחשבים את כמות הילדים שיוכלו לשבת כך: מספר השולחנות כפול 2 ולהוסיף 2.

בנוסף העליתי במחשבתי שגיאות אפשריות העלולות לעלות בקרב הילדים כשיבצעו את המשימה, כגון : מספר השולחנות כפול 4- כלומר שלא ישימו לב שמהצמדת השולחנות יש מקומות ישיבה שמתחסרים. שגיאה נוספת היא, חישוב התלמידים היושבים בצלע הארוכה של המלבן ואלו היושבים מולם אך ל׳פספס׳ את אלו היושבים בראשי השולחנות.

על מנת שהמשימה תהיה ברורה יש תוספת איור המדגים את הסבר המשימה, דבר המקל מאוד על ילדים בפתרון בעיות בכלל, ובנוסף קיבלו הילדים דף נוסף ובו איורים המתקבלים מהצמדת שולחנות, כמויות שונות של שולחנות. כמו כן החלטה על כללי שיח בין התלמידים בקבוצות.

2. ניטור- שלב זה מתבצע במהלך השיעור עצמו, לאחר שהילדים קראו את המשימה, עליהם לנסות לענות עליה, כל אחד לפי חשיבתו. כאן הסתובבתי בין התלמידים ושמעתי את אסטרטגיות הפתרון בהם השתמשו : ציור טבלה וכו׳. למשל, כשהגיעה מילה לשלב 4 התקשתה לתאר את דרך החישוב, לכן תווכתי לה ושאלתי : אם יש 30 שולחנות, כמה תלמידים ישבו? אם יש 27 שולחנות, כמה ישבו? מילה ידעה לענות אך היה לה קשה לתאר במילים את שדרך שחישבה, לכן הסתפקה בדוג׳ של 30 שולחנות. כשצפיתי בדרכי הפתרונות שלהם כבר החלטתי במי להתמקד בדיון שיהיה בהמשך השיעור.

3. בחירה- בשלב זה בחרתי את הפתרונות של תלמידים מסוימים שיציגו את תשובתם. ניתן לקבל החלטה אודות הסדר שבו יוצגו הפתרונות, כגון דרך שבה השתמשו הרוב ואח״כ דרך שהשתמשו בה מיעוט, או תחילה הדגמה של ציור הממחיש ונותן בהירות בעניין ואח״כ חישוב תרגיל שע״י הגיעו לפתרון, וכן להיפך. כמובן עידוד כל שלב שהוצג.

4. סידור ברצף – בשלב זה קראתי לתלמידים שיציגו עפ״י הסדר שהוחלט בשלב הבחירה. אני בד״כ בוחרת בשלבים הקלים של המשימה את התלמידים הבינוניים-מתקשים, שכן שלבים אלו מובנים להם יותר ולכן הם גם יותר בטוחים להציג את הפתרון ולהסבירו, לשלבים המורכבים יותר בהם צריך להגיע להכללה וכדו׳ אני בוחרת את המתקדמים,

5. קישוריות- בשלב זה מקשרים את הרעיון המתמטי לידע הקודם הקיים, בין הציור לבין הנוסחא.או התרגיל שנכתב על הציור.

ניתן להבחין במספר רעיונות מתמטיים במשימה זו : חזרתיות, סדרה, צלעות השולחנות המשותפות זו עם זו,

בניסיון להגיע לחוקיות והכללה יש לכוון את התלמידים בשאלה : מה נשאר קבוע ומה משתנה במשימה שלנו? מה החוק המשותף בין 2 שולחנות ל3 שולחנות? מה חוזר על עצמו?

מורה : מירי

בחרתי לנתח את משימת סולמות וגפרורים ממפגש מספר 7.

העברתי את השיעור בכיתה ה׳ בבית ספר ״בבלי-ירושלמי״. בכיתה זו יש קבוצה גדולה של תלמידים ברמה גבוהה וקבוצה אחרת בינונית ומעט מתקשים.

זו שנה שנייה שאני מלמדת אותם ומכירה אותם היטב, ולכן החלטתי לערוך את הצילומים בכיתה זו.

אחת המטרות שהצבתי לעצמי בשנה זו היא, לקדם את נושא השיח המתמטי, הנמקה והמללה שראינו שהיה מאוד קשה להרבה תלמידים בשנה שעברה.

מטרת השיעור היא פיתוח חשיבה מתמטית בעזרת דיון מתמטי בנושאים שבתכנית הלימודים.

במהלך השנה התלמידים יושבים ועובדים לרוב בקבוצות/ זוגות הומוגניות וכך גם במשימות הצילום התלמידים ישבו כך.

מהלכי ההוראה לקידום הדיון הכיתתי :

ציפיות – לפני העברת המשימה בכיתה ביצעתי אותה לבדי, ואחר כך עם המורות בהשתלמות. החלטתי שמשימה זו מבחינת רמתה מתאימה לתלמידים בכיתה ה׳.

בהשתלמות הגענו למספר פתרונות אפשריים, וניסינו לחשוב על שגיאות צפויות בהם התלמידים עלולים להיתקל.

ניטור- לפני חלוקת דף המשימה לתלמידים הסברתי להם פעם נוספת מה זו הכללה? ולמה הכוונה ״לכמה גפרורים נזדקק לבניית סולם בעל N שלבים?״

חילקתי לתלמידים את המשימה בלי שום הסבר נוסף. (כך אני נוהגת בכל המשימות בכיתה – לתת להם להבין לבד את המשימה).

התחלתי להסתובב בין הקבוצות ולראות את תהליך עבודתם.

כפי שצפיתי היו כאלה שהתחילו לצייר את הסולמות עם 5 ו-6 שלבים והיו כאלה שמייד קלטו את החוקיות. (N3+2)

תלמידים שציירו, עצרתי וישבתי לידם תוך שאילת שאלות מכוונות כמו : ״לכמה גפרורים נזדקק לבניית סולם בין 10 או 20 שלבים?״ באותו רגע ראיתי איך ״הגלגלים בראש״ מתחילים לחשוב תוך כדי התלבטות.

לא היה להם פשוט בהתחלה, אך מיד התלהבו וניסו לחשוב איך יוכלו למצוא דרך בלי לצייר.

בקבוצות אחרות שהגיעו מהר לפתרון היה קשה להגיע להכללה.

ישבתי לידם והסברתי להם בעזרת שאלות מנחות מה הכוונה N שלבים?

קבוצה נוספת שהגיעה להכללה, ביקשתי שיחשבו על דרך נוספת לפיתרון.

הגיעו לדרך נוספת. $2(n + 1) + n$

בחירה – במהלך העבודה של התלמידים, ראיתי את הקשיים שעלו ואז קבעתי את סדר הרעיונות שנציג במליאה.

סידור ברצף – לאחר עבודה של 20 דקות בערך, עצרתי את העבודה וביקשתי מכל קבוצה להציג את דרך הפיתרון (כמובן לפי מה ששמעתי וראיתי כשהסתובבתי בין הקבוצות).

קודם הציגו התלמידים שהיו זקוקים לתיווך (ציור הסולמות) ואחר כך הציגו רוב הקבוצות שהגיעו להכללה. $(3N + 2)$

בסוף פיתחתי דיון שיחשבו על דרכים נוספות להכללה.

רק זוג אחד הגיע לדרך נוספת. $2(n + 1) + n$

קישוריות – ניסיתי ליצור קשר בין השרטוט של הסולמות שהיו בדף המשימה להכללה שהיתה קשה לחלק מהתלמידים.

הדיון היה בעיקר על N שלבים.

מה זה אומר? עד היום כשהיו צריכים למצוא "נעלם" היתה מופיעה צורה הנדסית כלשהי והם היו צריכים למצוא מה ערך הצורה.

הסברתי להם שבחטיבה במקום ציור או צורה תופיע להם אות באנגלית והם ילמדו "משוואות עם נעלמים". (הם מאוד התלהבו וסיפרו שראו אצל האחים שלהם תרגילים עם אותיות באנגלית).

הגשתי את תוצרי התלמידים ביחד עם הצילום.

לסיכום

מטרות השיעור היו :

* לפתח חשיבה ברמה גבוהה בהוראת המתמטיקה.
* לפתח שיח ודיון מתמטי תוך הקשבה אחד לשני. (שיח מכבד)
* לבסס רעיונות מתמטיים של הכללה וחוקיות, צלע משותפת, קבוע ומשתנה.
* לפתח עבודת צוות ושיתוף בידע (היום תנאי מאוד חשוב בקבלה לעבודה).
* למצוא דרכי פתרון שונות לאותה בעיה.

מורה : נ19

השיעור שבחרתי הוא שיעור השעונים.

השאלה המקורית :

שאלה 1 תיק תק, תיק תק, צלצל שעון בן חיל (מתוך: כיתה ד', דף חודש סיוון(

השעון של נתי מצלצל כל 4 דקות .

השעון של בר מצלצל כל 6 דקות

והשעון של יעלי מצלצל כל 9 דקות.

בשעה 8:15 **צלצלו שלושת השעונים.**

מתי הייתה הפעם הקודמת בה צלצלו שלושת השעונים?

ניתוח מודל חמשת מהלכי ההוראה בשיעור :

ציפיות – ישבתי בבית וחשבתי על המשימה.

התאמתי את המשימה לכיתתי - ראשית חשבתי שבכיתה ג', לפחות בכיתתי לא כולם שולטים בלוח הכפל ברמת שליפה. נראה היה לי כי לוחות הכפל של 6,9 יהיה להם קשה לפתור והם יעסקו הרבה בפיתרון התרגיל ופחות בחשיבה הלוגית של פתרון הבעיה.

לכן העברתי ל 2,3, 4. לוחות כפל יותר קלים יותר לזכירה.

שנית חשבתי שחיסור יותר קשה במעבר שעות לכן החלפתי את השאלה בשאלת חיבור : מתי בפעם הבאה יצלצלו שלושת השעונים ורק בשאלה שאחרי שאלתי על הפעם הקודמת.

ושלישית בניתי את השאלות בצורה מדורגת יותר, כך שגם החלשים יצליחו לענות לפחות על שאלה אחת.

השאלות :

מתי בפעם הבאה יצלצלו שלושת השעונים?

מתי בפעם הקודמת צילצלו השעונים? (אין מעבר של שעה)

מתי הייתה הפעם שצילצלו לפני סיעף 2? (מעבר של שעה)

כל כמה זמן השעונים נפגשים?

בנוסף הכנתי שעונים על מנת שיוכלו להיעזר בהם ולהעביר את המחוגים וכך הבעיה תהיה מוחשית יותר.

כל התהליך של פתרון השאלות העלאת בעיות אפשריות היה תוך כדי התייעצות עם מורה נוספת על מנת להעלות יותר בעיות ופתרונות אפשריים.

ולבסוף בכיתה המחשתי מעבר של שעון כל 5 דקות. המספר 5 נבחר כיוון שהוא לא חלק מנתוני השאלה. רציתי שיתמודדו עם השאלה לבד.

ניטור – התחלתי עם הסבר של השאלה על הלוח. עם זאת היו ילדים שהיו זקוקים לתיווך ישיר שלי על מנת להבין את השאלה. ההסבר של השאלה עבור אותם ילדים לקח לא מעט זמן. בזמן זה החזקים הגיעו לתוצאות.

הכיתה עבדה בקבוצות והיה צורך לתווך בחלק מהקבוצות בין הילדים על מנת שיוכלו לעבוד יחד.

נוצר מצב בו חלק מהקבוצות כבר הגיעו לפתרון ורצו לשתף, חלק אחר היה רק בהתחלה ואני לא הספקתי לעבור בין כל הקבוצות.

כיוון שהרגשתי כי הכיתה רועשת בשל ההבדלים בין ההספקים של כל קבוצה וחשבתי שלפחות כולם מבינים את המשימה החלטתי לפתור אותה על הלוח.

לא הצלחתי לבצע ניטור בשיעור זה.

בחירה לא נעשתה כיוון שהניטור לא נעשה.

סידור ברצף לא נעשה כיוון שניטור לא נעשה.
קישוריות – הילדים כבר היו חסרי סבלנות אחרי שפתרנו את כל המשימות, הגענו למסקנה אבל בדרך אחת בלבד.
הרגשתי כי אין להם סבלנות לנסות דרכים נוספות, מה גם שהם לא העלו מעצמם עוד דרך.

מורה: סימון

אני בחרתי לכתוב על משימת הסולמות:

1 – ציפיות –

במהלך השנה תלמידים מדי פעם קיבלו משימות דומות לסוג של משימת הסולמות שאותם פתרו בקבוצות. הם כבר תרגלו לעבוד בצוות, מבינים יותר שבמשימות מסוג זה צריך לנתח שלבים ראשוניים כדי להגיע לכלל. התלמידים גם אוהבים לחפש דרכים נוספות, כל המשימות אני מעבירה בכל כיתות הלימוד שלי- תמיד אני אומרת בכיתה ונותן לתלמידים מוטיבציה להגיע ליותר דרכים.

הציפיות שלי במשימת הסולמות הן שהתלמידים יגיעו לשלל פתרונות וישתמשו בידע הקודם כמו במשימת המשושים. המשימה מתאימה לכל גיל, במיוחד לכיתות שאני עובדת איתם – כיתות ה' ו-ו'. הכיתה שאני מצלמת זאת כיתה ה', כיתה עם תלמידים חזקים, בינונים וגם חלשים ואני חושבת שגם תלמידים חלשים כבר פחות מפחדים מסוג משימות כאלה כי יש להם אפשרות לפחות בדרך אחת להגיע לתשובות.

במשימה הזאת שיניתי סעיף ג כך: במקום לבנות סולם בעל N שבלים, ביקשתי לבדוק לכמה גפרורים נזדקק לסולם בעל 100 שלבים, עם מספר עגול יותר קל לעבוד וזה מספר מספיק גדול ואי אפשר להגיע לתשובה רק בעזרת סרטוט.

2 – ניטור –

התשובות שאני מחכה להם:

דרך ראשונה:

מספר השלב כפול 3 ועוד 2

כלומר: שלב 100,

$100 \times 3 + 2 = 302$

דרך שנייה:

מספר השלב ועוד אחד וכל זה כפול 2 ולהוסיף מספר שלב

כלומר: שלב 100,

$(1 + 100) \times 2 + 100 = 302$

דרך שלישית:

מספר השלב ועוד אחד וכל זה כפול שלוש ופחות אחד

כלומר: שלב 100,

$(100 + 1) \times 3 - 1 = 302$

דרך רביעית:

מספר השלב כפול ארבע פחות מספר השלב פחות 2

כלומר: שלב 100,

$(100 \times 4) - (100 - 2) = 302$

דרך חמישית:

מספר השלב פחות אחד וכל זה כפול שלוש ועוד חמש

כלומר: שלב 100,

$(100 - 1) \times 3 + 5 = 302$

פתרון אחד הוא הכי קל. מקווה שכולם לפחות בדרך הזו יפתרו את המשימה.

3 –בחירה -

בזמן שהתלמידים ביצעו את המשימה הסתובבתי בין הקבוצות, התלמידים בחורים לשבת בקבוצות שנוח להם יותר, לפעמים

יוצא שבקוצה רק תלמידים חלשים או רק תלמידים חזקים. גם בקבוצה של תלמידים חלשים יש שיח וכולם באותו קצב, בקבוצה של תלמידים חזקים אני רואה חלוקה- כל אחד מנסה להגיע לעוד דרך ואז עושים דיון.

ראיתי קבוצה שהגיעה לתשובה לא נכונה, ביקשתי לבדוק בסרטוט כמה גפרורים יש בשלב השלישי והרביעי והאם הנוסחה שהם הגיעו להשתמש בשלב ה100 מתאימה גם לשלבים הראשונים, הם ראו שלא ואז הבינו שצריך לנתח את השלבים הראשונים.

בסוף, לפני הדיון ראיתי שלכל קבוצה יש לפחות פתרון אחד נכון.

4 – סידור ברצף -

בתחילת הדיון שאלתי את הנציג של כל קבוצה את הפתרונות לכל הסעיפים ללא הסבר, לכל הקבוצות היו את אותן תשובות, זה אומר שכולם הבינו את המשימה.

אחר כך שאלתי לאיזו קבוצה יש דרך פתרון אחת, לאיזו שתי דרכים וכן הלאה, כך יצא שכל קבוצה הציגה דרך פתרון אחרת.

בסוף התלמידים גילו את כל הפתרונות שאני חשבתי עליהם .

5- קישוריות -

גילינו שדרך פתרון אחד וחמש דומות, שהן בנויות כל פעם משלושה גפרורים. במהלך הדיון תלמיד מצוין אמר שהמשימה דומה למשימה עם משושים, שגם הגפרורים וגם המשושים מסודרים כך שיש להם צלע משותפת. בפתרון מספר ארבע השלימו תלמידים את הסרטוט לריבועים והורידו מספר הצלעות משותפות.

שאלתי באיזה טכניקה השתמשו בדרך הפתרון כאן, ענו התלמידים שהשלימו לצורה שקל לעבוד איתה- ריבוע. שאלתי באיזה טכניקה השתמשו בדרך פתרון מספר שתיים, התלמידים ענו שהם פרקו את הסולמות לצורות יותר פשוטות וקשרו מספר השלב למספר הגפרורים בצד ימין וגם בצד שמאל של סולם ומספר הגפרורים באמצע הסולם, כלומר, השתמשו בפירוק הצורה לצורות יותר קלות.

שאלתי את התלמידים באיזה משימה במיצ"ב היה אפשרי להשתמש בטכניקות האלו, ענו על משימה של חישוב שטח של מדשאה, המדשאה הייתה צורה שמורכבת ממלבנים, כדי להגיע לשטחה היה צריך או לפרק אותה לצורות מוכרות, במקרה מלבנים, ולחבר את שטחם או להשלים את הצורה למלבן ולחשב את שטחו ולחסר את השטח שהשלימו.

מורה: ק23

המשימה ניתנה לתלמידי כיתה ה'.

המשימה:

בחדר ריבועי, ששטחו 36 מ"ר, הניחו שטיח, בצורת מלבן. השטיח מכסה בדיוק 1/2 משטח החדר. רשמו את מידות השטיח ונמקו.

ניתוח ע"פ מודל חמשת השלבים:

ציפיות – ציפיתי מהתלמידים לדעת מהו שטח ריבוע ושטח מלבן, וכיצד מחשבים אותם. כמו כן ציפיתי שידעו ששטח המלבן (השטיח) הינו 18 מ"ר.

ניטור – ציפיתי מהתלמידים, להגיע לתשובה הנכונה של מידות השטיח: 18 =3*6, כמו כן צפיתי שילדים ישגו ויציינו את המידות 1*18, 2*9, ובכך יתעלמו מהעובדה שהחדר ריבועי, שמידותיו 6*6. באשר למידות השטיח לא ציפיתי לקבל תשובות במספרים עשרוניים או שברים, כיוון שמדובר בילדי כיתה ה'. בנוסף ציפיתי שיהיו ילדים שישגו ויגיעו לכך שמידת קיר החדר הינה 9 מ'. היינו יחלקו את השטח ל 4, ובכך יתבלבלו בין חישוב שטח לחישוב היקף.

בחירה וסידור ברצף – עברתי בין התלמידים, ראיתי כיצד הם מתקדמים במשימה, שוחחתי איתם, והזכרתי להם לנמק את פתרונם/ פתרונותיהם. ביני לבין עצמי, סידרתי את רצף חשיפת פתרונותיהם בהמשך, כך שקודם ירשמו השגיאות על הלוח, ולבסוף יחשפו הפתרונות הנכונים.

קישוריות – קראתי לתלמידים להציג את תוצריהם על הלוח. אף תלמיד לא סרטט את החדר הריבועי. בזה אחר זה רשמו התלמידים על הלוח את הפתרונות של מידות השטיח: 3*6, 1*18, 2*9. היו גם 3 תלמידות נוספות שהיה להן פתרון נוסף, אולם חיכיתי עם זה. שאלתי את התלמידים לדעתם, באשר לפתרונות שהוצגו. התלמידים הטובים והפחות טובים הסכימו פה אחד, שאלה הם שלושת הפתרונות האפשריים. כאשר שאלתי שוב, וביקשתי שיתבוננו שוב במשימה ובפתרונות, לפתע קפץ תומר ואמר שהפתרון 1*18 אינו אפשרי, וזאת כיוון שהחדר ריבועי ושטחו 36 מ"ר, כך שצלע אחת של השטיח אינה יכולה להיות 18 מ', כיוון שזו לא תיכנס בחדר. שמתי לב לכך שתלמידי הכיתה מבצעים חשיבה מחדש, ובזה אחר זה, הסכימו עם תומר. שוב שאלתי את התלמידים לגבי

שני הפתרונות שנשארו על הלוח. מבחינת התלמידים, פתרונות אלה היו נכונים. כאשר ראיתי שאף תלמד אינו שם לב לכך שגם הפתרון 2*9 אינו נכון, סרטטי את החדר הריבועי, רשמתי את שטחו במרכז, ושאלתי למידותיו. אמנם צפיתי שגיאה זו, שהתלמידים יחשבו שצלע החדר תהיה 9 מ', אולם לא תיארתי לעצמי שיהיה זה גורף. כל התלמידים אמרו פה אחד, שצלע הריבוע הינה 9 מ', באופן כזה שהתבלבלו בין חישובי השטח, בכך שמבלי לשים לב, חישבו את היקף הריבוע כ 36 מ', וחילקו אותו ב 4. כאשר זו היתה תשובת התלמידים, שאלתי מה יהיה שטח ריבוע שצלעו 9 מ'. גוני מיהרה להבין שפתרונם היה שגוי. היא הוסיפה וענתה 81 מ"ר, ושצלע הריבוע היא 6 מ'. הסברנו שוב בכיתה את ההבדל בין חישובי היקף לשטח ריבוע, ואז גם ראינו שהפתרון 2*9 שגוי, ומכאן שהפתרון 3*6, שעדין הופיע על הלוח, נכון. כאן מצאתי לנכון לצרף את פתרונן של מייקי, גוני ומאיה, שהוסיפו את הפתרון, למידות השטיח, להפתעתי, 4* 1/2 4, שהיה נכון גם כן.

לסיכום, נראה היה שהשיעור עבר, פחות או יותר, כמתוכנן. המושגים שטח והיקף ריבוע ומלבן חודדו. היתה השתתפות מלאה, והילדים, כמוני, נהנו מהשיעור. נראה כי אחוזי ההשתתפות הגבוהים, מעידים על הצלחת השיעור, כמו גם מהלכי החשיבה בקרב התלמידים. הצגת שגיאות התלמידים על הלוח, אפשרה דיון מעמיק בקרב הלומדים, כמו גם הקישור לשטח ריבוע וחישובו. טעון שיפור – התלמידים, הבנים בעיקר, עדיין מתקשים בתיעוד מהלך עבודתם. נראה שיש להתעכב על כך בתחילת השיעור, ושוב לדרוש מהם זאת. בנוסף, נראה שכדאי שאסתובב בכיתה, בזמן מהלך הפעילות, עם דף, בו ארשום את סדר התלמידים שיגשו ללוח עם תוצריהם. כמו כן, יש לתאם עם ילדים ספציפיים שארצה שיציגו על הלוח, מבעוד מועד, במהלך עבודתם על הפעילות.

Abstract

Implementing new instructional practices among teachers is a complex process, often involving difficulties and objections (Richardson, 1990). The main means of bringing about this change is through teachers' professional development. This research tracked the processes by which teachers apply explorative instructional practices in mathematics as part of a professional development (PD) in elementary school. The purpose of the work was to deepen the understanding of these implementation processes and describe the conditions that enable them. In addition, the purpose of the study was to construct methodological tools that will make it possible to identify the implementation of explorative instruction in the classroom.

This work relies on several theoretical sources. First, it relies on studies that have shown existing benefits in teaching with a requirement for 'Cognitively Demanding' tasks (Stein & Smith, 1998) and in encouraging students' explorative participation (Heyd-Metzuyanim, Smith, Stein, & Bill, 2019). Explorative instruction emphasizes the cognitive demand of the task and a discourse-rich environment that supports the construction of narratives about mathematical objects. Second, this work relies on studies that address the types of knowledge required by a teacher in order to lead explorative instruction (Chapman, 2013). Third, this work relies on studies that have examined ritual and exploratory learning opportunities given to students (Nachlieli & Tabach, 2019) and pedagogical discourse that supports such opportunities to be provided (Heyd-Metzuyanim & Shabtay, 2019). These studies have shown that teachers often find it difficult to implement instructional practices which encourage explorative participation in mathematics, but less is known about the processes that occur when teachers learn these practices and why different teachers apply the practices differently.

To answer these questions, this study followed the processes of implementing explorative instructional practices among elementary mathematics teachers who participated in a professional development named 'TEAMS' (Teaching Exploratively for All Mathematics Students). This PD was mainly based on two US based PD programs: The Five Practices for Orchestrating Productive Discussions ('5Ps') (Stein, Engle, Smith & Hughes, 2008) and Accountable Talk™ (AT) (Resnick, Michaels, & O'Connor, 2010). Accountable Talk moves are specific discursive prompts such as *say more, press for reasoning*, or *solicit additional*

viewpoints, made by teachers to encourage students' accountability to mathematical justification and knowledge as well as to the learning community. The TEAMS PD included introduction to these AT moves, as well as to the practices of leading discussions around cognitively demanding tasks, including selecting the tasks, predicting different solution paths, selecting students' solutions for presentation, sequencing them and linking between them.

The study involved 29 teachers who participated in the TEAMS PD. The PD was led by the author of this thesis over two years, with 19 teachers participating in the first year, 6 of them continuing to the second year and another 8 joining only in the second year. The research method included a variety of research tools used to examine the teachers' implementation processes. In the first phase of research, all the teachers were observed using video that they recorded in their classrooms, to get an overall picture of the level of cognitive demand in their teaching of tasks that were given in the PD. The video tapes were coded according to a coding manual consisting of 11 categories of cognitive demand, including explicit attention to concepts, students' opportunities to struggle, exposing students' thinking and more. Statistical analysis revealed no significant change in these practices from lesson to lesson. Overall, the coding of the lessons taken by teachers throughout the program indicated that teachers implemented relatively high levels of opportunities for students to struggle and participate in classroom discussions. In contrast, the criteria relating to mathematical conceptualization, such as explicit attention to concepts and consolidation of different ideas, were relatively low. However, unlike the results of observations, which showed only a partial application of the principles of the PD, and did not show change over time, most of the teachers reported implementing the practices and enthusiasm about the PD.

To better understand the gap between the teachers' reports about the PD and their observed implementation of the practices in the classroom, two in-depth case studies of teachers were conducted that constituted different and contrasting cases, despite a fairly similar professional background. The first case study dealt with a teacher pseudonymed Simone, whose lessons were scored with relatively high levels of explicit attention to concepts (EAC) and the opportunities she gave to her students to struggle (SOS) gradually increased over the two years in which she participated in the PD. At the same time, she underestimated reports of change in her teaching practices and avoided communicating messages showing enthusiastic adoption of the explorative practices. The opposite case chosen was that of the teacher Miri, whose EAC score was relatively low, her SOS score was high, and no consistent change was observed in any of the indices of her instructional practices. Contrary to Simone, Miri reported a change in her teaching methods and an enthusiastic implementation of practices from the PD.

The analysis of discourse in Simone's lessons showed that during the discussion, Simone led her students towards creating narratives that linked different realizations of mathematical objects (e.g., visual realization and numerical realization of the scope and area of shapes). She also encouraged her students to justify the main mathematical narratives that could be taken from the task. That is, mathematical claims discussed in the lesson were accompanied by justifications and reasoning. At the same time, there was a change in the opportunities that Simone allowed for students' agency in the discussion. While at the beginning of the two years, Simone directed the students to the main mathematical narratives through closed questions, at the end of the two years she used more open-ended questions, asked fewer questions and allowed the students more opportunities to express their ideas. Looking at Simone's pedagogical discourse, by examining her interviews and written reflections, a change is also evident. In the second year, she emphasized pedagogical actions in a way that largely matched the principles of the PD, namely in alignment with Explorative Pedagogical Discourse. In conclusion, Simone, who from the beginning had high levels of explicit attention to concepts in her lessons, was able to adopt practices that support students' struggle and participation in discussions, as well as enhance her practices that support mathematical conceptualization.

In contrast, Miri, whose EAC scores were low, hardly changed her discourse in the classroom during the year in which she participated in the PD. On the one hand, she used many open-ended questions and allowed students to participate, but on the other hand, the discussions she led were characterized by a lack of linking between visual and numerical realizations, focusing on computational procedures, and accepting mathematical narratives without requiring justification and reasoning. An analysis of Miri's pedagogical discourse showed that she adopted the narratives from the Explorative Pedagogical Discourse regarding students' coping and participation in discussions. At the same time, Miri's pedagogical discourse emphasized correct answers and not the solution paths or the explorative processes that students were required to engage in. This is similar to the actions valued in the Acquisition Pedagogical Discourse, where the emphasis is not on producing mathematical narratives but on imparting procedural knowledge. The satisfaction and enthusiasm that Miri expressed from the PD matched her valued actions in the Explorative Pedagogical Discourse related to student participation, but she missed the messages in the PD that touched on mathematical conceptualization.

In light of the findings of the two case studies and the aim to generalize from them to the other teachers who participated in the PD, an analysis was conducted of the written reflections of all the teachers, according to the themes and findings that emerged from the case studies. The analysis showed a pattern similar to Miri's pedagogical discourse in most of the participating teacher. The teachers' discourse regarding their lessons dealt extensively with how they tried (or succeeded) to encourage student participation, but relatively little with the mathematical ideas of the task and even less with mathematical reasoning and ways of encouraging it.

In conclusion, the findings of this study show that teachers participating in the TEAMS PD tended to enthusiastically adopt instructional practices related to students participation and struggle while mostly neglecting the issue of mathematical conceptualization. Yet the attention to concepts seems to be a necessary (if not sufficient) requirement for teachers' progress towards explorative instruction.

A number of practical recommendations are derived from this study:

1. From the necessity of high levels of mathematical conceptualizations needed from the teacher to implement explorative instructional practices, I derive that the main obstacle to encouraging explorative instruction in primary school classrooms probably lies in the mathematical knowledge of the teachers, and not necessarily in their willingness to give students opportunities to cope and participate in discussions.

2. In light of the conclusion above, in order to promote explorative instruction, it is necessary to deepen the professional development of mathematics teachers in primary schools and particularly to provide the teachers with more opportunities to develop their knowledge and appreciation of mathematical concepts and ideas.

3. This study revealed significant discrepancies between teacher reports and observations of their lessons. From this I derive that the evaluation of the effectiveness of a PD should be carried out not only according to the teachers' self-reports, but also according to lesson observations and an in-depth examination of the teachers' pedagogical discourse (both orally and in writing). An

analysis such as proposed in this work of a teachers' reflective task on their videotaped lesson, can give a relatively good picture of the extent to which they implement explorative teaching practices, rather than reports about satisfaction with the PD.

Table of contents

List of Tables

List of Figures

The research thesis was done under the supervision of
Associate Professor Einat Heyd-Metzuyanim in the Faculty of Education in Technology and Science.

The Generous Financial Help of the Technion - Israel Institute of Technology Is Gratefully Acknowledged

Implementing Explorative Instructional Practices in the Context of a Professional Development Program for Elementary Mathematics Teachers

Research thesis

In Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy

Rinat Baor

Submitted to the Senate of the Technion - Israel Institute of Technology

Iyar, 5781, Haifa, April, 2021