

אפיון תפיסות של מורים את יחסי הכוחות בכיתה במהלך חקר שיתופי של מורים ותלמידים¹

ליאורה נוטוב

תקציר

המאמר הנוכחי מתאר מחקר שניסה לאפיין תפיסות של 12 מורות המלמדות מתמטיקה בבית הספר היסודי. המחקר נערך במהלך חקר שיתופי של פרקטלים שביצעו המורות עם תלמידיהן - חקר של נושא מתמטי שהמורות לא הכירו קודם לכן. ההתנסות של המורות בחקר שיתופי של מורים ותלמידים (חשמ"ת) נערכה בקורס שנתי שבו השתתפו בלימודיהן לתואר שני בחינוך (M.Ed.). הנתונים שהמחקר התבסס עליהם היו העבודות המסכמות שהוגשו בקורס; היומנים הרפלקטיביים שתיארו את התהליכים שהמורות חוו במהלך ביצוע החשמ"ת; ותיעוד של הדיונים שנערכו במהלך הקורס. ניתוח הנתונים מצביע על שינוי ביחסי הכוחות בין המורות לתלמידים במהלך החשמ"ת: הפחתת כוח המומחיות של המורות אפשרה להן לגלות עניין בחקר אותנטי של נושא מתמטי, כמו גם לשמוע את קולם של התלמידים בעת התהליך של הבניית ידע. המורות גילו שקיים פער בין תפיסותיהן לבין העשייה שלהן בפועל. הודות לחשמ"ת הן שינו חלק מתפיסותיהן ופיתחו תפיסות חדשות, כאלו המותאמות לאיזון החדש ביחסי הכוחות בכיתה - לקולם של התלמידים יש השפעה על קביעת תהליכי למידה.

מילות מפתח: חקר שיתופי של מורים ותלמידים, יחסי מורים-תלמידים, כוח המומחיות, תהליך הבניית ידע, תפיסות של מורים

מבוא

במוסדות חינוכיים רבים בארץ ובעולם תהליך הלימוד מתבסס על גישת הוראה מסורתית: המורה הוא בעל הידע והסמכות, ובהתאם לכך קובע את נקודת ההתחלה של התהליך, את נקודת הסיום המשוערת שלו ואת דרכי התרחשותו (Kokka, 2015). גישה זו מכתובה את יחסי הכוחות בין מורים לתלמידים, יחסים שקיימת בהם הטיה לטובת המורים (Goodboy et al., 2011; Reid & Kawash, 2017). במקרים רבים מצב עניינים זה מאפיין בייחוד את הוראת

1 מאמר זה מתבסס על מחקר שנערך בתמיכת מכון מופ"ת (שריקי ונוטוב, 2019). ברצוני להודות לפרופ' עטרה שריקי שאיתה ביצעתי את המחקר. כמו כן היא קראה טיוטה של מאמר זה, והערותיה תרמו לשיפורו. כמו כן אני מודה לפרופ' ליהוא זיסברג על הערותיו לטייטה הראשונה של המאמר אשר סייעו לי לחדד את הדברים.

המתמטיקה. שתי סיבות אפשריות לכך הן תפיסתם של מורים למתמטיקה את עצמם כמקור עיקרי של ידע והתפיסה הרווחת של מתמטיקה כתחום דעת אשר לימודו כולל ממד של סמכות (Amit & Fried, 2005; Barton, 2017; Walshaw, 2018). נורמות ההתנהלות החברתיות הנהוגות כיום מעודדות גישה פדגוגית דמוקרטית בחינוך, כזו שמעודדת איזון רב ככל האפשר ביחסי הכוחות בין מורים לתלמידים (בלי לפגוע בסמכותם של המורים). לפיכך הסתמכות על גישת הוראה מסורתית בלבד אינה מתאימה לתקופתנו.

בדרך כלל אימוץ פדגוגיה דמוקרטית בחינוך מצריך פיתוח והטמעה של מתודות פדגוגיות הדוגלות בשינוי תפקידו של המורה למתמטיקה, כמו למשל שינוי תפקידו ממקור ידע למתווך תהליך הלמידה וממכתיב אלגוריתמים ליוצר סיטואציות למידה המאפשרות לו לפתח אלגוריתמים עם התלמידים (Aguilar & Molina Zavaleta, 2012; Baldwin & Squires, 2019). עריכת שינוי כזה מכתיבה בין השאר שינוי ביחסי הכוחות בכיתה, ואחד הביטויים האפשריים לכך הוא הפחתת כוחם של המורים והגברת קולם של התלמידים. אחת המתודות הפדגוגיות אשר מאפשרות ליצור יחסים כאלה היא חקר שיתופי של מורים ותלמידים (חשמ"ת). במתודה זו הנושא הנחקר אינו מוכר היטב, או אינו מוכר כלל, למורים ולתלמידים. בסיטואציית למידה כזו לא עומד לרשות המורה "פתרון ידוע מראש"; היתרון המהותי שלו על תלמידיו קטן, והתלמידים מקבלים הזדמנות להיות דומיננטיים בתהליך הלמידה.

הספרות העכשווית בנושא חקר שיתופי של מורים ותלמידים בתחום המתמטיקה מתאפיינת בתיאורי מקרים ובכתיבת מסות על אודות החשיבות של גישה חינוכית זו (Butler & Schnellert, 2012; Harmer & Stokes, 2016). הספרות האמפירית המספקת עדויות לטבעו של התהליך ולביטוי בתפיסות המורים היא מעטה. המחקר הנוכחי בוחן תפיסות של מורים את יחסי הכוחות המתקיימים בכיתה, לאחר התנסותם בחשמ"ת של נושא שקודם לכן הם והתלמידים לא הכירו, וזאת באמצעות מעקב אחר 12 מורות למתמטיקה המלמדות בבתי ספר יסודיים.

רקע תאורטי

למידה מבוססת חקר

החיפוש אחר דרכים הולמות להכנת תלמידים לחיים במאה ה-21 הוביל אנשי חינוך במדעים ובמתמטיקה להציב את הנושא של למידה מבוססת חקר בראש סולם העדיפויות, וזאת מתוך אמונה שלמידה בגישה הזו יכולה להבטיח רכישת ידע המבוסס על הבנה (Buchanan et al., 2016; Kuhlthau et al., 2015). המטרה של גישה זו היא לאפשר ללומדים להתנסות בתהליכים הדומים לאלה שמדענים מתנסים בהם: ניסוח השערות, גילוי יחסים סיבתיים בין משתנים, בחינה של ההשערות באמצעות עריכת ניסויים ותצפיות, הסקת מסקנות וכן הלאה (Pedaste et al., 2012). המצדדים בשיטת לימוד זו טוענים שתלמידים הפועלים מתוך סקרנות מתנסים בשיתוף פעולה, מגלים יצירתיות, מפתחים חשיבה ביקורתית ו"לוקחים סיכונים אינטלקטואליים" (Bell et al., 2010; Freeman et al., 2014; Makar et al., 2015). מבקרי השיטה טוענים שעל

מנת ליישמה המורים נדרשים להקדיש זמן הכנה רב לשיעור, להשקיע רבות בהכנת עזרים, לגלות מיומנויות הנחיה מפותחות, להקדיש זמן רב יותר ללימוד הנושא בכיתה ולבחור נושאים המתאימים לביצוע למידה מבוססת חקר (Budiastra et al., 2019; Harris & Rooks, 2010). למונח "למידה מבוססת חקר" אין הגדרה מוסכמת המקובלת על כל העוסקים בחינוך (Artigue & Blomhøj, 2013; Lazonder & Harmsen, 2016). מונח זה מתאר רצף של גישות המאפשרות לבחון למידה מנקודת המבט של אחריות המורה או מנקודת המבט של אחריות התלמיד. מנקודת המבט של אחריות המורה בקצה אחד של הרצף נמצאת הנחיה מפורשת: המורים אמורים לתלמידים את התשובות שאמורות להתקבל בתום ביצוע החקר. בקצה האחר של הרצף נמצאת הנחיה מרומזת: התלמידים מתכננים ומבצעים חקירות עצמאיות של תופעות שאינן ידועות למורה (Furtak, 2006). מנקודת המבט של אחריות התלמידים קיימות כמה רמות של אחריות. הרמה הנמוכה ביותר היא אישור תוצאות ידועות, וזו תואמת את ההנחיה המפורשת של המורים. הרמה הגבוהה ביותר היא חקירה פתוחה - התלמידים מנסחים את שאלת המחקר ומפתחים את מערך המחקר (Banchi & Bell, 2008). רמה זו תואמת את ההנחיה המרומזת של המורים.

למידה מבוססת חקר במתמטיקה מיושמת בכמה שכבות גיל. בדרך כלל היא מתבצעת בקבוצות ובהתאם להנחיה מפורשת. לפי הספרות המקצועית, הלומדים מצליחים להפיק תוצרי למידה איכותיים ולהגיע להישגים גבוהים במבחנים המתקיימים בתום למידת החקר (Laurson & Rasmussen, 2019; Lazonder & Harmsen, 2016). אף כי במחקרים בפסיכולוגיה חינוכית נמצאו עדויות לכך שהנחיה מפורשת תואמת את המבנים הקוגניטיביים של המוח, לא כולם מצדדים בהנחיה זו. פורטק (Furtak, 2006) טוענת כי תלמידים יודעים לזהות שהמשימה אשר ניתנה להם אינה חקר אותנטי, אלא מצפים מהם להגיע לתוצאות הידועות למורים. בהתאם לכך, לאחר גילוי התלהבות התחלתית הם מבקשים מהמורים את התשובות. אלה המצדדים בהנחיה מרומזת טוענים שחקר מסוג זה מדמה את המצב האמיתי של מדענים וחוקרים - אי-ודאות, התמודדות עם תחושת תסכול, אי-ידיעה של התוצאות וכן הלאה. אלה המתנגדים להנחיה מרומזת טוענים כי גישה זו מתאימה רק לבעלי ידע נרחב בנושא הנחקר (Kirschner et al., 2006), כמו גם שאין הסכמה בין החוקרים באשר למידת התאמתה לשכבת גיל מסוימת (Lazonder & Harmsen, 2016).

אחת הדרכים ליישם למידה מבוססת חקר היא פיתוח קהילה לומדת. רוגוף (Rogoff, 1994) טוענת שבמידה המתקיימת בקהילה אנשים לוקחים חלק פעיל במאמץ שיתופי לקדם נושא הרלוונטי לחייהם. גישה לימודית זו מיושמת בתוכניות רבות לפיתוח מקצועי של מורים: הלומדים חולקים ידע ורעיונות, מבצעים מחקר שיתופי ובוחנים יחדיו רעיונות פדגוגיים וגישות דידקטיות (שריקי ונוטוב, 2019; Gee & Whaley, 2016). רק מעטים מהמחקרים הרבים בנושא זה בחנו את היישום המיידי בשטח של למידת חקר בקהילת מורים למתמטיקה, יישום המתבטא באופן הלמידה של נושאים שהמורים אינם מכירים. סאקשאוג ו-וולהוט

(Sakshaug & Wohlhuter, 2010) לימדו קבוצת מורים טכניקות חדשות לפתרון בעיות, והמורים יישמו בכיתותיהם את הטכניקות האלו. במחקרן של השתיים נמצא שהשילוב בין למידת טכניקה לבין יישומה המיידי בכיתה עוזר למורים להכיר בחשיבות של עבודה קבוצתית במהלך פתרון בעיות, לבסס את יכולותיהם ולנטוע בהם אמונה ביכולת של תלמידיהם להצליח בפתרון בעיות.

מילר (Miller, 2017) ליווה במשך שלוש שנים קבוצה של מורים שערכו חקר עצמאי של נושא מתמטי אשר לא היה מוכר להם, אך היה רלוונטי לתוכנית הלימודים במתמטיקה. המורים נדרשו לפתח חידוש פדגוגי-קוריקולרי וליישם אותו בכיתת הלימוד שלהם. אותם המורים דיווחו כי התקשו לצפות בלמידת החקר של תלמידיהם בלי להתערב בה. ההתנסות האישית של המורים בלמידת חקר סייעה להם להבין שתפקידם העיקרי הוא להיות מנחים של התלמידים, ולא ספקים של תשובות נכונות. המורים דיווחו כי למידת החקר חיזקה את הביטחון העצמי שלהם ושל תלמידיהם לבצע חקר מתמטי ואת הרצון להמשיך ליישם את הגישה. רוסו ורוסו (Russo & Russo, 2019) ביקשו ממורים לפתח עבור התלמידים שבכיתותיהם יחידת חקר בנושא מתמטי אשר מעניין אותם (את המורים). מטרת החוקרים הייתה ליצור סיטואציה המאפשרת למורים לחשוף בפני התלמידים את התלהבותם מהעיסוק במתמטיקה. במחקר נמצא כי מורים העדיפו לפתח יחידת חקר העוסקת בנושאים שמעניינים את התלמידים ולא אותם, וזאת למרות האוטונומיה שלהם בבחירת נושא החקר.

מסקירת הספרות שלעיל עולה כי גישת חקר מיושמת בדרכים שונות באוכלוסיות לומדים שונות, ובפרט בקבוצות לומדים ובקהילות חקר הומוגניות המורכבות ממורים או מתלמידים. בסקירת הספרות לא נמצאו מחקרים המדווחים על קהילת חקר הכוללת מורים ותלמידים אשר חוקרים ביחד נושא מתמטי שאינו מוכר להם.

יחסי כוחות בין מורים לתלמידים

אין הגדרה מוסכמת למושג "יחסי כוחות בין מורים לתלמידים", ובדרך כלל הגדרה כזו תלויה בהקשר של בחינת היחסים האלה. במאמר זה בחרתי לבחון את יחסי הכוחות בין מורים לתלמידים בהקשר של תהליך הבניית ידע. אני מגדירה את יחסי הכוחות בין מורים לתלמידים כיחסי גומלין בין שלושה גורמים (נוטוב, 2021): ידע ועניין של המורה במקצוע שהוא מלמד (המאמר הנוכחי מתמקד בלימוד מתמטיקה), כוח המומחיות של המורה (French & Raven, 1959/2016) וביטוי קולם של התלמידים (Fielding, 2011).

ידע ועניין של המורה בתחום הדעת - ידע של מורים הוא שם כולל למגוון של סוגי ידע בנושא ההוראה. לי שולמן (Shulman, 1986) הציע להבחין בין שלוש קטגוריות של ידע בהוראה: ידע תוכן מקצועי, ידע תוכן פדגוגי וידע קוריקולרי. מבין שלוש הקטגוריות הללו הרכיב הרלוונטי למאמר זה הוא ידע תוכן מקצועי: ההבנה של המורים את המבנים של תחום הדעת, ובפרט את דרכי הארגון של המושגים המרכזיים ואת הדרכים לקביעת מהימנותו של מידע. בהקשר

של המאמר הנוכחי ידע תוכן מקצועי הוא אפוא ידע של המורה בתחום המתמטיקה. רבים מהעוסקים במתמטיקה ובחינוך מתמטי סבורים כי לא די בידע תוכן של המורה כדי לעורר בקרב תלמידיו מוטיבציה ללמוד מתמטיקה לשם הנאה וסקרנות ולא רק כדי "להצליח בבחינות" (Kunter et al., 2008). מורה האוהב מתמטיקה ישדר זאת לתלמידיו, והדבר יגדיל את הסיכויים לכך שהם יאהבו מתמטיקה, יתעניינו בה ולא יפחדו ממנה (Schukajlow et al., 2017; Su, 2017). בדרך כלל אנשים אשר פונים להוראת מתמטיקה אכן אוהבים מתמטיקה (מלאת וגלעד, 2014), ובפרט אלה מהם המלמדים בבתי ספר על-יסודיים (Latterell & Wilson, 2017).

כוח המומחיות של המורה - הכוונה היא ליכולתו של המורה להשפיע על תלמידיו הודות לידע שלו: התלמידים מכירים במומחיותו של המורה למתמטיקה, ולכן הם מוכנים לבצע את המשימות הלימודיות. פרנץ' ורייבן (French & Raven, 1959/2016) הציעו את ההגדרה הזו של כוח מומחיות כחלק מתאוריה בנושא בסיסי כוח שהם פיתחו לפני כשישים שנה, וגם היום מחקרים בחינוך מתבססים עליה (Stoyanova & Ivantchev, 2016; Vlčková et al., 2015). במחקרים נמצא שמורים ותלמידים סבורים כי השימוש בכוח המומחיות מגביר את המוטיבציה של התלמידים ללמוד ולהיענות לבקשות המורים (Elias, 2007; Stoyanova & Ivantchev, 2016). רביב ואחרים (Raviv et al., 2003) מצאו שהמורים עצמם ותלמידיהם תופסים את המורים כמקור מהימן לידע בתחום הדעת, ובייחוד לידע בתחום המתמטיקה (באותו המחקר נבדקו מורים למתמטיקה, לביולוגיה, להיסטוריה ולספרות). אחת הסיבות לתפיסתו של המורה למתמטיקה כמומחה בתחום זה יכולה להיות האופי הסמכותי של המקצוע, מאפיין שמעצים את סמכותם המקצועית של המורים בעיני התלמידים (Amit & Fried, 2005). סיבה נוספת לתפיסה זו יכולה להיות הדימוי החיובי בקרב הציבור של אנשים אשר פונים ללמוד מתמטיקה בבית ספר תיכון, ובייחוד אם זו קריירה שנייה שלהם (פס ולפיד, 2012).

קולם של התלמידים - בספרות המחקר מונח זה משמש כדי לתאר את חיזוק מעמדם של תלמידים בדיון בנושאים חינוכיים, כמו למשל עיצוב תוכניות הלימודים ותהליכי קבלת החלטות העוסקות בעתידם (Fielding, 2004; Nelson, 2015). פילדינג (Fielding, 2011) ממפה באופן היררכי את רמות השיתוף של התלמידים בחינוכם - ככל שרמת השיתוף גבוהה יותר, לקולם של התלמידים יש משמעות רבה יותר בדיאלוג בינם לבין המורים. לפי תפיסתי (נוטוב, 2021), הגורם "קולם של התלמידים" מבטא את ארבע הרמות הגבוהות (מתוך שש הרמות הקיימות במיפוי של פילדינג) ביחסי הכוחות בין מורים לתלמידים: רמה 3, תלמידים כשותפים לחקר - הצוות החינוכי מוביל את החקר, אך התלמידים שותפים פעילים בתהליך; רמה 4, תלמידים כיוצרי ידע - התלמידים מובילים תהליכים, ואנשי הצוות שותפים פעילים בהם; רמה 5, תלמידים כמחברים שותפים - תלמידים ואנשי צוות מחליטים יחדיו על פעולה משותפת; רמה 6, למידה בין-דורית כדמוקרטיה שיתופית - יש מחויבות משותפת ואחריות של התלמידים ואנשי הצוות לפעול למען טובת הכלל. רמות אלו "מתכתבות" עם מידת האחריות של התלמידים בלמידה

מבוססת חקר, לפי ההבחנה שהציעו בנצ'י ובל (Banchi & Bell, 2008): ככל שגוברת רמת השיתוף של התלמידים, כן גוברת האחריות שלהם ללמידה. בשנים האחרונות גוברים הניסיונות של מורים ותלמידים לשנות את הסטטוס קוו ולאפשר לתלמידים להיות שותפים שווי זכויות בקבלת החלטות בחינוך בכל הרמות האפשריות (Mitra, 2004; Nelson, 2015). לא תמיד הניסיונות האלה צולחים. אחת הסיבות האפשריות לכך היא הקושי של מורים לשנות גישה פדגוגית - הוראה פרונטלית מקובלת עדיין במדינות רבות (Lessani et al., 2017; Schmidt et al., 2020), ומורים רבים תופסים את הידע שלהם כנכס (Botas, 2004). גישה זו תורמת לשימור מעמד הבלתי מעורער של המורים בכיתה ומטה את יחסי הכוחות לטובתם. לעומת זאת, שיטות הוראה-למידה המבוססות על הגישה הקונסטרוקטיביסטית, כמו למשל למידה מבוססת חקר, יוצרות סביבת למידה פעילה המתאפיינת ביחסי כוחות מאוזנים יותר בין מורים לתלמידים (Allen, 2011). על מנת לשנות שיטת הוראה-למידה קיימת נדרש שינוי בתפיסות ובאמונות של המורים, שכן אלו מכתבות את הפרקטיקות החינוכיות שלהם (Schoen & LaVenja, 2019). מחקרים שהשתתפו בהם מורים למתמטיקה אכן מצביעים על קשר חיובי בין תפיסות חיוביות של המורים את המתמטיקה ואת ידע התוכן שלהם לבין היקף השימוש שלהם בגישה של למידה מבוססת חקר (Wilkins, 2008). לסיכום, מסקירת הספרות שלעיל עולה כי תפיסת החקר כגישה להוראה וללמידה של מתמטיקה אינה מוטמעת במערכת החינוך באופן מספק (Hersant & Choquet, 2019; Maaß & Artigue, 2013; Silm et al., 2017), ועל מנת לעשותה למקובלת נדרש שינוי בתפיסות ובאמונות של מורים. כמו כן קיימות רק עדויות מעטות לחקר משותף של מורים ותלמידים נושא מתמטי שאינו מוכר להם, תהליך אשר גורם לאיזון רב יותר ביחסי הכוחות ביניהם.

מטרת המחקר

מטרת המחקר הנוכחי היא לאפיין תפיסות של מורים בנוגע ליחסי הכוחות בינם לבין התלמידים במהלך חשמ"ת בנושאים שאינם מוכרים למורים ולתלמידים כלל, או אינם מוכרים להם היטב.

מתודולוגיה

בהתאם למטרת המחקר נבחרה פרדיגמה איכותנית - גישה תיאורית-פרשנית (Strauss & Corbin, 1990) המאפשרת לתאר תופעה מורכבת מנקודת מבטם של המשתתפים במחקר ולאפיין את הידע שלהם, את תפיסותיהם ואת דעותיהם (Hennink et al., 2010).

ההקשר המחקרי, סביבת המחקר והמשתתפות

המחקר בחן את תהליכי הלמידה של מורות למתמטיקה בבית ספר יסודי שלמדו לתואר שני בהוראת מתמטיקה (M.Ed.) במכללה בצפון הארץ. המורות למדו בקורס שנתי שמטרתו העיקרית היא להניע תהליכי התפתחות מקצועית, וזאת תוך כדי מתן אפשרות מעשית למורים

לבחון באופן רפלקטיבי וביקורתי את תפיסותיהם באשר לתפקידים כמורים. בקורס השתתפו 12 מורות:² הוותק הממוצע שלהן בהוראה היה 10.7 שנים, תשע מהן היו יהודיות ושלוש ערביות, והגיל הממוצע שלהן היה 34.5.

בסמסטר הראשון המורות למדו בקורס את הנושאים: עקרונות של למידת חקר, העלאת בעיות וקהיליית חקר שיתופית של מורה-תלמידים. בסמסטר השני המורות יישמו בפועל את הידע שרכשו: הן התנסו בתכנון ובביצוע של חשמ"ת, ובד בבד חלקו עם עמיתותיהן במפגשי הקורס תובנות, דילמות וקשיים שעלו במהלך ההתנסות. הן היו רשאיות להיעזר בפעילויות חקר מוכנות (נוטוב ושריקי, 2018) או לפתח פעילויות בעצמן. במאמר קודם תיארת את התהליכים שחוו המורות במהלך אותה השנה (שריקי ונוטוב, 2019). על מנת להתנסות בחקר אותנטי נבחר הנושא המתמטי "גאומטריה פרקטלית". הבחירה בלמידת חקר של נושא זה נבעה משתי סיבות: (א) נושא זה אינו נכלל בתוכנית הלימודים כפרק חובה, אך מומלץ ללמוד אותו כהעשרה (משרד החינוך, 2012); (ב) יש לי ניסיון רב בהוראת פרקטלים, ונושא זה מעורר בי ובאלה שלימדתי עניין רב ומוטיבציה לעסוק במתמטיקה (נוטוב, 2015; נוטוב ושריקי, 2018). כל אחת מהמורות קיבלה אחריות בלעדית לתכנון ולביצוע של החשמ"ת בכיתתה: בחירת התלמידים שישתתפו בחשמ"ת, קביעת משך החקר השיתופי, בחירת תוכן המשימות הלימודיות וכן הלאה. רוב המורות בחרו לבצע את החשמ"ת עם ארבעה עד שישה תלמידים מצטיינים הלומדים בכיתות ה' או ו'. החשמ"ת כלל חמישה או שישה מפגשים, כל מפגש ארך 45 או 60 דקות. רק מורה אחת בחרה לערוך את ההתנסות בקבוצה הטרוגנית שכללה שני תלמידים מצטיינים, שני תלמידים בעלי הישגים בינוניים ושני תלמידים בעלי הישגים נמוכים. כל התלמידים התנדבו להשתתף בחשמ"ת, והמפגשים התקיימו בתום יום הלימודים. כל המורות בחרו להיעזר במשימות חקר מוכנות (שריקי ונוטוב, 2019).

כלי המחקר

על מנת לשפר את איכות המחקר נעשה שימוש בשלושה כלים באיסוף המידע והצלבתו (Lincoln & Guba, 1985):

א. שאלון אנונימי שפותח לצורכי המחקר (Nutov & Shriki, 2016) - השאלון נועד לבחון את התפיסות הקיימות של המורות באשר לתפקידן כמורות למתמטיקה, לביצוע עבודות חקר במתמטיקה ולביצוע עבודות חקר בשיתוף תלמידים, כמו גם לבדוק את הידע שלהן בפרקטלים ובנושאים מתמטיים רלוונטיים (שטח והיקף). השאלון כלל שאלות פתוחות והיגדים: השאלות נוסחו בהתאם למצוין בספרות המחקר שהוזכרה לעיל; אשר להיגדים, המורות התבקשו לדרג את מידת הסכמתן להם בהתבסס על סולם ליקרט בן חמש דרגות.

2 המשתתפים כללו 11 נשים וגבר אחד. לפיכך בכל מקום שאוכלוסיית המחקר מוזכרת, ננקטת לשון נקבה.

להלן דוגמה לשאלה פתוחה: "מהי עמדתך בנוגע לביצוע פעילות חקר מתמטי, שבה מורה ותלמידים חוקרים נושא מתמטי תוך שיתוף פעולה ביניהם?" להלן דוגמה להיגד: "כמורה חשוב שאתנסה בלמידת נושא חדש במתמטיקה תוך ביצוע פעילות חקר".

ב. יומנים רפלקטיביים ועבודות סמינריוניות של המשתתפות במחקר - במהלך הסמסטר הראשון כל אחת מהמשתתפות במחקר כתבה יומן רפלקטיבי (Schön, 1987). תוכן היומנים כולל תיעוד של מהלכים לפתרון משימות החקר שהמורות ביצעו במהלך הקורס (כחלק מהיכרותן הראשונית את נושא הפרקטלים), פירוט של לבטים באשר להתמודדות עם בעיות, עיסוק בתהליך החשמ"ת הצפוי וכן הלאה. העבודות הסמינריוניות הוגשו בתום הסמסטר השני וכללו מחקר פעולה בנושא תהליך החשמ"ת שהמורות ערכו עם תלמידיהן.

ג. יומן חוקר (Janesick, 1999) שכתבה המרצה בקורס - ביומן תועדו הדיונים שהתנהלו במפגשי הקורס ואירועים אשר התרחשו במהלכו. היומן היווה בסיס לניתוח התהליכים שהתרחשו במהלך התנסותן של המורות בתהליך החשמ"ת.

ניתוח הנתונים

הנתונים נותחו בשני שלבים. בהתאם לעקרונות המנחים של ניתוח תוכן (Krippendorff, 2013) נותחו בשלב הראשון הנתונים שסיפקו כלי המחקר, ותוצאות הניתוח שימשו לזיהוי קטגוריות. בשלב הזה זוהו תפיסות של המורות את יחסי הכוחות בכיתה. בשלב השני זוהו קשרים בין הקטגוריות, אותרו קטגוריות משנה מרכזיות, ונבחן הקשר בינן לבין המופיע בספרות המחקר.

ממצאים

ניתוח הנתונים מלמד שההתנסות בחשמ"ת אפשרה למורות לבחון את התפיסות שלהן בנוגע ליחסי הכוחות בכיתה באמצעות תהליך הבניית ידע על כל רכיביו: ידע ועניין של המורים במתמטיקה, כוח המומחיות של המורים וקולם של התלמידים. ההשתתפות בחשמ"ת גרמה לחלק מהמורות לשנות חלק מתפיסותיהן, לאחרות היא סיפקה אישור מחודש לתפיסותיהן (בסיטואציה שהן לא התנסו בה לפני כן), ואף היו כאלו אשר פיתחו תפיסות חדשות הודות להתנסות בחשמ"ת. נוסף על התובנות הנובעות ישירות מההתנסות בחשמ"ת, המורות גם גילו פער בין אמונותיהן באשר להוראתן לבין פרקטיקת ההוראה שלהן בפועל. גילוי זה עורר בקרבן את הרצון לשנות את תפיסת תפקידו של המורה מ"מורה שמקנה ידע" ל"מורה כמנחה של תהליך למידה".

תפיסותיהן של המורות את הידע והעניין שלהן במתמטיקה לפני החשמ"ת מניתוח התשובות לשאלון עולה כי המשתתפות במחקר תפסו את עצמן כמקור הידע הבלעדי בכיתה: מורה יודעת כול אשר "שולטת ב-100% בחומר שאני מלמדת בכיתה". המורות האמינו כי עליהן לדעת על בריו את הנושא שהן מלמדות, כמו גם "להיות מסוגלת לענות באופן מיידי על כל שאלה שתלמידים ישאלו". לדבריהן, "מורות למתמטיקה מצטיירות כיודעות כול. מצב

שבו לא תהיה לי תשובה, פשוט ינמיך את הסטטוס שלי בעיני תלמידים". דברים אלה עולים בקנה אחד עם התפיסה כי ידע הוא נכס שמקנה כוח (Botas, 2004; Foucault, 1980), תפיסה אשר כבר עלתה בממצאים של מחקרים קודמים (Raviv et al., 2003).

ידע תוכן מקצועי של מורים נרכש במסגרות לימודים פורמליות. במסגרות אלו בדרך כלל מתמקדים בהעמקת הידע בנושאים המופיעים בתוכנית הלימודים: הלומדים נדרשים לצטט משפטים ולהוכיחם, ליישם אלגוריתמים מוכרים, ללמוד לפתור בעיות מילוליות וכן הלאה. המורות היו בטוחות בידע המתמטי שלהן בנושאים אשר מופיעים בתוכנית הלימודים שהן מלמדות בפועל. למרות זאת, חלקן הופתעו והתקשו לענות על שאלות מתמטיות מתוכנית הלימודים שהופיעו בשאלון המקדים. דוגמה לכך מספק הציטוט הבא אשר הופיע ביומן רפלקטיבי של אחת המורות: "כבר בשאלון שהמרצה העבירה, היו שאלות ידע בגאומטריה שגרמו לי לחשוב על התשובות זמן רב. הסתבר לי שיש דברים ממש בסיסיים שהגדרתם לא ידועה לי בצורה מושלמת. זה קצת הלחיץ אותי וערער את תחושת הביטחון שלי" (יסמין, יומן רפלקטיבי).

מהתבטאויותיהן של המורות בדיונים שנערכו במהלך הקורס ומדבריהן ביומנים הרפלקטיביים עולה כי בכל מסגרות ההכשרה שלהן לא נדרשו לבצע פעילות של חקר שיתופי ולבנות ידע מתמטי אותנטי - ידע שנרכש מתוך התנסות וחקר, לא כזה שנלמד בצורה פורמלית. יתרה מזאת, הן אף פעם לא נדרשו לבצע חקר של נושא שלא הכירו לפני כן. לפיכך ההצעה לבצע חשמת ערערה את תפיסתן העצמית כ"מורה יודעת כול" ואת אמונתן בידע התוכן המתמטי שלהן (Shulman, 1986). הן ביקשו ללמוד באופן בסיסי את יסודות הגאומטריה הפרקטלית ולהתנסות בלמידת חקר שיתופית כדי לחזק ולהרחיב את הידע שלהן. מהיומנים הרפלקטיביים עולה כי המורות תפסו את תהליך למידת החקר של נושא מתמטי חדש כמהנה ומעורר סקרנות. כל מורה חיפשה גשר שיחבר בין הידע הקיים שלה לידע חדש. חלק מהמורות "התחברו" לפרקטלים באמצעות אהבתן את הגאומטריה, ואחרות מצאו עניין ביופי ובעושר המתמטי של הצורות; חלקן ציינו את חשיבות הקשר בין פרקטלים לבין תופעות טבע וחיי היום-יום, ועבור חלקן האפשרות לקשור את הנושא לתוכנית הלימודים הקיימת הייתה חשובה: הבנתי שפרקטלים משלבים נושאים מתמטיים רבים כמו הנדסה, שברים, חזקות, יחס. עוד ראיתי שהנושא מתאים לחקר ומציאת חוקיות - הכללה. עם ההבנה של הנושא באה גם ההכרה שניתן לשלב את הפרקטלים בלימוד נושאים שונים בתוכנית הלימודים כמו סימטריה, שברים ועוד [...] לנו, כמורים, זו הזדמנות להיחשף לשאלות מקוריות, שונות ממה שנחשפנו אליהן בעבר. (שולה, עבודה סמינריונית)

הפיתוח של ידע מתמטי אותנטי היה חוויה מעצימה עבור המורות. ידע זה היווה תשתית לפיתוח תפיסה עצמית חדשה של "מורה כיוצר ידע": "זאת הייתה הפעם הראשונה שהבנתי שאני יכולה לחקור תופעות מתמטיות בכוחות עצמי ולייצר ידע מתמטי. כמורה למתמטיקה זה מאוד חיזק את הביטחון העצמי שלי" (שני, עבודה סמינריונית).

לסיכום, המורות גילו שידע התוכן המתמטי שלהן אינו מושלם, וזאת בניגוד לתפיסתן הקודמת את עצמן כ"מורות יודעות כול". הן נהנו ללמוד על פרקטלים וקישרו בין נושא זה לבין תופעות בטבע, חיי היום-יום, תוכנית הלימודים וכן הלאה. התנסותן ביצירת ידע מתמטי אותנטי באמצעות חקר שיתופי הביאה לגיבוש תפיסה חדשה: "המורה כיוצרת ידע מתמטי".

תפיסותיהן של המורות את כוח המומחיות לפני החשמ"ת

המורה והסובבים אותו אינם מטילים ספק בידע שבבסיס כוח המומחיות שלו, וידע זה מקנה למורה מעמד גבוה בכיתה ובארגון הבית-ספרי (Botas, 2004). לפי תפיסה זו של כוח המומחיות, למידה משותפת של המורה והתלמידים נושא חדש במתמטיקה מערערת את בסיס הכוח שלו בעיני עצמו, בעיני התלמידים ובעיני ההורים. להלן הרהוריה של אחת המורות בסוגיה זו: "מסקרן אותי לראות את התגובה של התלמידים לכך שאני לא שולטת בכל הידע, ואנחנו נרכוש אותו ביחד. וכמובן, הצלע השלישית במשולש - ההורים: מה הם יגידו על כך שאני, המורה, לא יודעת את כל התשובות לנושא הנלמד ולומדת אותו יחד עם התלמידים?" (ענת, יומן רפלקטיבי). אם תגובתם של התלמידים והורים סקרנה את ענת, הרי עבור מורות אחרות ההצעה להפחית את כוח המומחיות נתפסה כאיום ועוררה רגשות של פחד, תסכול, מועקה והתנגדות: "השלב היותר קשה היה האמירה של המרצה 'צריך לקחת בעיה שאני לא יודעת מה התשובה עליה, ויחד עם התלמידים למצוא את התשובה'. בשלב זה הרגשתי שאולי אני נמצאת בקורס לא נכון. כיצד ייתכן שאגיע לכיתה, כאשר אני לא שולטת ב-100% בחומר שאותו אני הולכת להעביר לילדים?" (אסנת, יומן רפלקטיבי). אחת המורות, ספיר, תיארה את החוויה שלה כך: "אנחנו רגילות לבוא לשיעור מוכנות - יודעות הרבה על הנושא הנלמד ומוכנות לכל שאלה. כעת נדרש מאיתנו להתמודד עם התלמידים ועם מצב שאנחנו, כמורות, דומות לתלמידים ולא יודעות את הנושא" (ספיר, יומן רפלקטיבי).

שני הייתה המורה היחידה בקבוצה אשר הצהירה כי "מקובל עליה" שהמורה איננה יודעת לענות על כל שאלה, כלומר שהמורה אינה מקור הידע הבלעדי בכיתה. חוסר הידע שלה בנושא מסוים לא איים על כוח המומחיות שלה. שני ייחסה את התפיסה שלה, תפיסה השונה מזו של חברותיה לקבוצה, לזו המקובלת במכללה אשר היא סיימה ללמוד בה כמה שנים לפני כן. לדבריה, תפיסתה את כוח המומחיות מאפיינת את תפיסת הדור הצעיר של המורים:

כאשר המרצה אמרה שאנחנו נלמד פרקטלים כחלק מהסמינריון, לא נלחצתי כמו האחרים. אני חושבת שזה משום שאני צעירה [שנה חמישית בהוראה], ובמכללה החדירו לנו שהמורה לא חייב לדעת הכול, בשביל זה יש גוגל. המורה צריך להיות מקצועי ומוכן לשיעור, אך יש דברים שהוא לא יודע וזה בסדר. (שני, יומן רפלקטיבי)

אחד ההסברים לחששן של המורות מפגיעה בכוח המומחיות הוא תחושת האחריות שלהן לתלמידים: המורות חששו שחוסר הידע שלהן עלול לגרום נזק לתלמידיהן. חשש כזה של מורים למתמטיקה אכן ידוע כאחד הגורמים אשר מעכבים למידה של תלמידים (Beilock et al., 2010; Ramirez et al., 2018). דוגמה לכך מספקים דבריה של אחת המורות: "חששתי כי בשל חוסר

הידע שלי התלמידים יגיעו למצבי תסכול, שיגרמו להם להרגיש מאוימים יותר על ידי מקצוע המתמטיקה - דבר אשר מן הסתם לא יגרום להם לאהוב את המקצוע" (סימה, יומן רפלקטיבי). חששות מפני הפרת האיזון ביחסי הכוחות בכיתה, כלומר מפני השוואת מעמדן של המורות למעמדם של התלמידים, הניעו אותן ללמוד תחילה בעצמן את נושא הפרקטלים. מטרתן הייתה להחזיר לעצמן חלק מהכוח באמצעות העמקת הידע המתמטי:

מטרת ההוראה של נושא לא מוכר הן למורה והן לתלמיד, היא חיפוש משותף של מורה עם תלמידים אחר פתרון לבעיה. זה מלחיץ, זה משהו שמעולם לא ניסיתי. אני נוהגת להעלות שאלות אתגר בכיתה שפתרון לא ידוע לי, אבל אני מודעת לכך שאוכל לפתור אותן, או שאצליח להבין את פתרונותיהם של התלמידים. לעומת זאת להתחיל נושא חדש, שאפילו להגדירו באופן ברור אינני יודעת, גורם לי לתחושה של חוסר ביטחון, חוסר ודאות ובעיקר מצב של חוסר שליטה בנעשה. זה נוגד את הטבע שלי. תחושת חוסר הביטחון דחפה אותי לעסוק בחיפוש מאמרים ופעילויות בנושא הפרקטלים. (אווה, עבודה סמינריונית)

להפתעת המורות, הידע החלקי בלבד שלהן על אודות הנושא הנחקר בחשמ"ת אפשר להן לפתח גמישות מקצועית, לחזק את האמון שלהן ביכולות התלמידים ולהיווכח שמעמדן המקצועי איתן בעיני התלמידים - התלמידים סומכים על המורה שמובילה אותם: "כבר בשיעור הראשון לא הייתי במרכז ולא ידעתי את כל התשובות לכל השאלות, אבל הרגשתי שהדימוי המקצועי שלי בעיני התלמידים השתפר. הם שיתפו איתי פעולה, סמכו עליי בדרך שהובילתי אותם, והרגשתי שהם מרוצים ומסופקים יותר מהלמידה" (דלית, עבודה סמינריונית).

לסיכום, המורות תפסו את הפחתת כוח המומחיות שלהן כאיום על מעמדן המקצועי בעיני עצמן, בעיני התלמידים ובעיני ההורים. אחת הסיבות להגברת תחושת האיום היא חששן של המורות לפגוע בתלמידים, כלומר חשש מפני יצירת חסם רגשי שיקשה עליהם ללמוד מתמטיקה. רק מורה אחת לא חששה מהמצב החדש, והיא ייחסה זאת לחינוך אשר הוענק לה במהלך הכשרתה במכללה. אולם למרות הפחתת כוח המומחיות של המורות מעמדן המקצועי לא נפגע.

תפיסותיהן של המורות את קולם של התלמידים במהלך החשמ"ת

בשאלון שקדם לביצוע החשמ"ת טענו המורות כי עבורן התלמידים נמצאים במרכז תהליך הלמידה (כלומר על תהליך הלמידה להיות משמעותי עבור התלמידים). אולם כפי שהעידה אחת המורות, בפועל חלקן מעצבות את תהליך הלמידה באופן אשר מציב את המורה במרכז: "נראה לי שהגישה הזאת של התלמיד במרכז פשוט הפכה למנטרה [...] עכשיו אני מבינה שאני מלמדת רק נושאים שאני יודעת היטב, ובמקום לאפשר לתלמידים לגלות דברים בעצמם אני מראש נותנת תשובות" (מתוך תיעוד של דיון כיתתי).

תהליך הלמידה שתיארה המורה תואם את הגישה המסורתית, גישה אשר מורים רבים נוקטים עדיין (Lessani et al., 2017; Schmidt et al., 2020). תהליך למידה המתמקד במורה משמר

את כוחם של המורים ביחסי הכוחות בין מורים לתלמידים, ותפיסות דוגמת "מורות יודעות כול" ו"מורות המסוגלות לענות על כל שאלה" מרמזות על מעמדו הנמוך של קול התלמידים במהלך הבניית הידע. לעומת זאת, הפחתת כוחן של המורות בחשמ"ת אפשרה לתלמידים להשמיע את קולם. דוגמה להרגשתן של המורות מספק תיאורה של דלית: "כבר בשיעור הראשון [של ביצוע החשמ"ת] לא הייתי במרכז, ולא ידעתי את כל התשובות לכל השאלות". מאזן הכוחות החדש בכיתה אפשר למורות לגלות בקרב תלמידיהן מאפיינים שהן לא הכירו לפני כן:

לאורך התהליך התלמידים נהנו מהעבודה הקבוצתית, משיעור המוחין, מההשתתפות הפעילה שלי וחוסר הידע שלי, מהגילויים והיצירתיות שלהם בצירור ובבניית הפרקטלים. הרגשתי שמקומי כמורה מתערער מעט, ובמידת מה הדבר חיזק את העובדה שלמרות הקשיים ניתן ללמוד נושא חדש עם התלמידים. דווקא מהמקום של "לא לדעת מראש את התשובה" יכולתי פחות לכוון את הלמידה ויותר להקשיב לתלמידים. זה אפשר לי להבין את הילדים, להבין את האופן שבו הם לומדים דברים ולהעריך את יכולותיהם. (נילי, עבודה סמינריונית)

במהלך החשמ"ת המורות אפשרו לתלמידים להשמיע את קולם בנושאים מגוונים. הן גילו בתלמידיהן יכולות שאלה לא הפגינו קודם לכן (Nutov, 2017), והתנסו יחד ביצירה משותפת של ידע (Fielding, 2011). במצב החדש שנוצר בכיתה, המורות זכו לתמיכה ולעידוד מהתלמידים להמשיך בביצוע חשמ"ת (גם אם התמיכה לא בוטאה במפורש). אחת המורות תיארה את תחושת הביטחון שנסכו בה תגובות התלמידים:

החששות מאי-ידיעתי את נושא הפרקטלים נעלמו כמעט לחלוטין, כאשר נראה שלתלמידיי זה לא הפריע. הם שמחו להסביר לי דברים שלא ממש הבנתי. בהמשך, כאשר התלבטתי איך להמשיך, הסתבר לי שתלמידיי כבר המשיכו לבדוק את הנושא בבית וביקשו ממני להמשיך את החקר בצורה מסוימת. (דלית, עבודה סמינריונית)

העצמת התלמידים במהלך החשמ"ת התבטאה בהפיכתם לפעילים בתהליך הלמידה. הדבר אפשר למורות לראות את התלמידים במצבים חדשים עבורן - שותפים להבניית ידע ומובילים של תהליך הלמידה (רמה 6 לפי פילדינג): "בשיעור הייתי תלמידה ולא מורה. חוויתי רגשות שבדרך כלל אני לא חווה כמורה [...] מאוד נהנית, כיוון שהתלמידים שיתפו פעולה והיו מקסימים. הם עזרו לי להעביר את השיעורים. כל הכבוד להם על כך שהיו חלק בלתי נפרד מחוויית ההצלחה המעשירה הזאת" (איה, עבודה סמינריונית).

לסיכום, במהלך ביצוע החשמ"ת התאזנו במידת מה יחסי הכוחות בין המומחיות של המורות לבין קולם של התלמידים: המורות אפשרו לתלמידים לקבל אחריות לתהליך הלמידה בכיתה, לבטא במסגרות הלמידה למיניהן את הידע שרכשו, ואפילו לתרום לחיזוק הדימוי המקצועי של המורות (אף שאלו לא היו בקיאות לגמרי בנושא המתמטי הנלמד). סיטואציה חדשה זו לא פגעה במעמד המורה, אלא יצרה עניין משותף ומוטיבציה בקרב המורות והתלמידים.

תובנות נלוות לביצוע החשמ"ת

השוואה בין תשובות המורות לשאלון המקדים בתחילת התהליך לבין היומן הרפלקטיבי שהן כתבו לאחר התנסותן בחשמ"ת, מראה כי המורות פיתחו מודעות לפער בין ההצהרות שלהן לבין עשייתן בפועל. בשאלון המקדים ובמהלך הסמסטר המורות הצהירו כי הן נוקטות גישות דידקטיות מגוונות על מנת לקדם את תלמידיהן, אך בפועל הן לימדו בגישה הפרונטלית. אחת המורות, סימה, הצהירה בשאלון כי היא מלמדת בעיקר בגישה הפרונטלית, כיוון שזו משמרת ואת כוחה ואת מעמדה בכיתה. לאחר התנסותה בחשמ"ת היא הביעה רצון לשנות את הגישה ולעבור מהוראה מסורתית להנחיה - גישה אשר מגבירה את האיזון ביחסי הכוחות בכיתה: "אני צריכה ללמוד לשחרר את האחיזה, פחות הוראה פרונטלית ויותר הנחיה של התלמידים. ללמד אותם איך בונים ידע חדש על בסיס ידע קיים, לעזור להם לקבל אחריות על הלמידה שלהם. לעודד אותם לשיתופיות ולדימונים, שבינו את המשמעות של קהיליית לומדים" (סימה, עבודה סמינריונית).

גם מאיה נוכחה לדעת שקיים פער בין האמונות שלה לבין עשייתה בפועל. ההתנסות האישית בחקר שיתופי אפשרה לה להבין שבפועל התפיסה של "המורה במרכז" מאפיינת את שיטת ההוראה שלה: "כשראיתי שלחלק מהתלמידים קשה להתמודד עם משימות חקר, והם ממש תלויים בי ובהכוונה שלי, הבנתי כי למרות שחשבתי שאני משלבת חקר בהוראה, זה לא מה שאני עושה באמת. אני מלמדת באופן די אוטומטי ומתמקדת בהקניית ידע" (מאיה, עבודה סמינריונית).

שינוי התפיסה המסורתית של תפקיד המורה מ"מעביר ידע" (או "המורה במרכז") ל"מנחה תהליך הלמידה של התלמידים" או "שותף בקבוצה שיוצרת ידע", הגדרה התואמת את המתרחש בארבע הרמות הגבוהות של יחסי הכוחות מורים-תלמידים (לפי פילדינג) - קירב בין מעמד המורה למעמד של תלמידיה בכיתה. למשל, לפי עדותה של שני, הסרת אחריותן הבלעדית ללמידה עשתה שירות טוב למורות:

כשהמורה והתלמידים לומדים נושא חדש במשותף, המורה אינו יודע את כל התשובות לכל השאלות, ויחד עם התלמידים מחפשים תשובות לשאלות שאינן ברורות. המורה משנה את תפקידו: מדובר הוא הופך למאזין, ממעביר ידע הוא הופך לשותף ליצירת ידע, מהעומד במרכז הוא הופך להיות חלק מקבוצה. (שני, יומן רפלקטיבי)

לעיתים המעבר מתפיסת תפקיד מסורתית של המורה לתפיסת תפקידה כמנחה וכמתווכת למידה גורם לדיסוננס לא פשוט:

עם תחילת תהליך הלמידה השיתופית עמדו בפניי, כמורה, אתגרים לא קלים: נשלל ממני תפקיד ההוראה, והפכתי לשותפה במשימת חקר עם כמה דאגות ושאלות בראש: "האם התלמידים יכולים לחקור ולהבין נושא חדש לבד? מה הם הקשיים שיופיעו אצל התלמידים?" זהו מצב לא קל, כי על המורה מוטל תפקיד מאתגר הרבה יותר - תפקיד ההדרכה. אם תלמיד נתקע בשלב כלשהו, הוא לא יקבל מן המורה תשובה ישירה, אלא הנחיה לאופן החשיבה האפשרית, לאופן הבנת הבעיה. מצב זה לא מאפשר לחברי הקבוצה להתקדם בפתרון הבעיה. (ספיר, עבודה סמינריונית)

לסיכום, ההתנסות בחשמ"ת חשפה את הפער בין התפיסות הפדגוגיות של המורות לבין פרקטיקות ההוראה שלהן. חשיפת הפער עוררה במורות רצון לשנות את תפיסת התפקיד של המורה מ"מקנה ידע" ל"מנחה של תהליך למידה", וזאת אף ששינוי כזה מצריך מציאה של מידת האחריות הרצויה של המורה ללמידה.

דיון ומסקנות

ממצאי המחקר הנוכחי עולה כי חשמ"ת היא שיטת הוראה ולמידה המאפשרת למורים ולתלמידים כאחד להתנסות במה שדרלינג-המונד מכנה "חינוך כדמוקרטיה" (Darling-Hammond, 1996), ופילדינג מכנה "למידה בין-דורית כדמוקרטיה שיתופית" (רמה 6) (Fielding, 2011). בחינוך כזה מורים ותלמידים יוצרים קהילה לומדת (Kooy, 2015): הם מתנסים בה בבחינה של הנושא הנלמד מכמה נקודות מבט, וכולם שותפים בקבלת החלטות באשר לתהליך הלמידה. חינוך כדמוקרטיה תואם את הדרישות והציפיות ממערכת החינוך העכשווית (Howells, 2018), מערכת שתהליך הלמידה בה נתפס כשילוב בין יצירת ידע לבין רכישת ידע מכמה מקורות. עיקרון זה מעצים את כל חברי הקהילה הלומדת - מורים ותלמידים.

במהלך החשמ"ת המורות נהנו מאוטונומיה מקצועית: במקום להוציא לפועל את תוכנית הלימודים שמשרד החינוך מכתוב להן, הן החלו לקבוע יעדי למידה ראשוניים וליצור עם התלמידים ידע חדש. בספרות המקצועית יש עדויות לכך שתהליך היצירה של ידע מתמטי מלווה בהגברת המוטיבציה, וההתלהבות של המורים תורמת לתהליך הלמידה של התלמידים (Chen, 2016; Rodrigo-Ruiz, 2016). במחקר הנוכחי המורות אכן ציינו שלפי תצפיותיהן, התלמידים היו שותפים פעילים והביעו עמדה באשר לכל אחד מרכיבי הלמידה. התנהלות כזו של התלמידים תורמת ללמידה בעלת ערך (Bognar & Zovko, 2008; Stillman & Brown, 2019).

במהלך החשמ"ת יחסי הכוחות בכיתה השתנו - כוחן של המורות פחת, הן כבר לא היו במרכז תהליך הלמידה, והדבר אפשר להן לבחון את תפיסתן באשר ליחסי הכוחות בכיתה על כל רכיביהם. הן גילו שקיים פער בין התפיסות לבין הפרקטיקות שהן מיישמות בפועל: התפיסה שלהן את עצמן כמקור הידע בכיתה יכולה להוות מכשול או מחסום בפני התנסות באתגרים מקצועיים (כמו למשל לימוד עצמאי, או לימוד לצד תלמידיהן, של פרק חדש במתמטיקה), הקשבה לקולם של התלמידים או מתן אפשרות לתלמידים לבטא את הידע שצברו מחוץ לכותלי בית הספר ואת הרעיונות המתמטיים המקוריים שלהם.

יישום החשמ"ת מחייב את המורים לא רק להתמודד עם האתגרים הכרוכים בלמידה מבוססת חקר אשר צוינו לעיל, אלא גם עם אי-ידיעה של התוצרים הצפויים. מצב זה זר לרוב המורים למתמטיקה: הם תופסים את עצמם כמקור ידע בכיתה וכמומחים במתמטיקה, והכשרתם לא כללה התנסויות מסוג זה (Barton, 2017; Walshaw, 2018). לפיכך אין זה מפתיע שהמורות הביעו חשש לפני ביצוע החשמ"ת. המורה היחידה מתוך 12 מורות שלא חששה מפני התהליך

ייחסה את תפיסתה לחינוך במכללה אשר לא מכבר היא סיימה בה את הכשרתה. דוגמה זו מדגישה את חשיבות תפקידם של העוסקים בהכשרה ופיתוח מקצועי בעיצוב תפיסותיהם של המורים. לעוסקים בכך יש הזדמנויות ליצור סיטואציה שתאפשר למורים שלושה דברים חשובים: (א) לפתח או לבחון מחדש את תפיסתם באשר לידע התוכני שלהם (לא עוד הגישה הישנה של "מורה יודע כול"); (ב) לבחון את הפער בין תפיסותיהם את תהליך הבניית הידע על כל רכיביו לבין הפרקטיקות שלהם בפועל, ובמידת הצורך לעדכן תפיסות קיימות או לפתח תפיסות חדשות; (ג) להתנסות בגישות למידה מגוונות, לרבות חשמ"ת.

מגבלות המחקר והצעות למחקרי המשך

למחקר הנוכחי יש כמה מגבלות. המגבלה העיקרית היא שאוכלוסיית המחקר כללה 12 מורות בבתי ספר יסודיים הנמצאים בצפון הארץ. אף שמספר המשתתפות במחקר תואם את דרישות המחקר האיכותני (נדרשת בו קבוצה הומוגנית ככל האפשר על מנת ללמוד ממנה על התופעה הנחקרת), במחקרי המשך יהיה מעניין לבדוק בקבוצה אחרת את קיום הפער בין תפיסות המורות לבין הפרקטיקות שלהן. כמו כן המורות בחרו לשתף בחשמ"ת קבוצה קטנה של תלמידים מצטיינים. מעניין לבדוק דרכים ליישום החשמ"ת במסגרת כיתתית רגילה; את האתגרים הנלווים לתהליך זה; את ההיתכנות של יישום החשמ"ת בכל שכבת גיל או בכל רמת לימוד; את היכולות והמיומנויות שתלמידים מפתחים במהלך החשמ"ת; ואת ההשפעה של התהליך לאורך זמן. החשמ"ת חושף פן שלא נחקר דיו: משוב של התלמידים ככלי להתפתחות מקצועית של המורים. במחקר הנוכחי משוב התלמידים - משוב אשר היה ספונטני, אותנטי ואינו מבוסס על שאלון כלשהו, כפי שבדרך כלל מקובל בשאלוני הערכה - עסק ברכיבי הוראה דוגמת ידע פדגוגי ותוכני של תחום הדעת, איכות ההנחיה, אקלים כיתתי, ניהול כיתה, אמונות המורים והתנהגויות מקצועיות (Coe et al., 2014). במבחני המשך כדאי לבחון את מגוון ההיבטים של משוב התלמידים. במחקר הנוכחי גם נבחר לחשמ"ת נושא שלפי ניסיוני, מעורר מוטיבציה בקרב לומדים מכמה שכבות גיל (נוטוב, 2015; נוטוב ושריקי, 2018). במחקרי המשך יהיה מעניין לבדוק אם בחירת נושא אחר עבור פעילות החקר תשנה את תוצאות החשמ"ת.

מקורות

- מלאת, ש' וגלעד, א' (2014). גברים-מורים למתמטיקה בבית הספר היסודי בהיבט רב-תרבותי: חקר מקרה. בתוך ד' פטקין וא' גזית (עורכים), המורה למתמטיקה: מאפייני הכשרה, ידע, הוראה ואישיות של מורים למתמטיקה בבית הספר היסודי (עמ' 262-292). מכון מופ"ת.
- משרד החינוך (2012). חוברת העשרה במתמטיקה לתלמידי עתודה מדעית-טכנולוגית. אתר משרד החינוך: https://meyda.education.gov.il/files/Mazkirut_Pedagogit/matematika/hovert.pdf
- נוטוב, ל' (2015). אני ופרקטלים אחרים. מספר חזק 2000, 26, 15-22.

- נוטוב, ל' (2021). יחסי הכוחות בין מורים לתלמידים בתהליך הבניית ידע: המושג ומדידתו. דפים, 74, 197-224.
- נוטוב, ל' ושריקי, ע' (2018). מעבר לאוקלידס: פרקטלים כמקור לפעילות חקר בגאומטריה. בתוך א' לבנברג וד' פטקין (עורכות), גיאומטריה פנים רבות לה: מן המחקר אל המעשה בהוראת הגיאומטריה (עמ' 305-351). מכון מופ"ת.
- פס, ל' ולפיד, ח' (2012). גורמי המשיכה בהוראת המדעים והמתמטיקה בבתי ספר תיכוניים: ממצאי קבוצות מיקוד. קרן טראמפ.
- שריקי, ע' ונוטוב, ל' (2019). התרומה של קהיליית חקר לומדת של מורה-תלמידים להתפתחות מקצועית של מורים למתמטיקה בבית הספר היסודי. ביטאון מכון מופ"ת, 63, 27-34.
- Aguilar, M. S., & Molina Zavaleta, J. G. (2012). On the links between mathematics education and democracy: A literature review. *Pythagoras*, 33(2).
- Allen, K. (2011). Mathematics as thinking: A response to "democracy and school math". *Democracy & Education*, 19(2).
- Amit, M., & Fried, M. N. (2005). Authority and authority relations in mathematics education: A view from an 8th grade classroom. *Educational Studies in Mathematics*, 58(2), 145-168.
- Artigue, M., & Blomhøj, M. (2013). Conceptualizing inquiry-based education in mathematics. *ZDM*, 45(6), 797-810.
- Baldwin, S., & Squires, V. (2019). The politics of mathematics: Just and knowing societies. *World Journal of Educational Research*, 6(1), 22-36.
- Banchi, H., & Bell, R. (2008). The many levels of inquiry. *Science and Children*, 46(2), 26-29.
- Barton, B. (2017). Mathematics, education, and culture: A contemporary moral imperative. In G. Kaiser (Ed.), *Proceedings of the 13th International Congress on Mathematical Education [ICME-13]* (pp. 35-43). Springer.
- Beilock, S. L., Gunderson, E. A., Ramirez, G., & Levine, S. C. (2010). Female teachers' math anxiety affects girls' math achievement. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(5), 1860-1863.
- Bell, T., Urhahne, D., Schanze, S., & Ploetzner, R. (2010). Collaborative inquiry learning: Models, tools, and challenges. *International Journal of Science Education*, 32(3), 349-377.
- Bognar, B., & Zovko, M. (2008). Pupils as action researchers: Improving something important in our lives. *Educational Journal of Living Theories*, 1(1), 1-49.
- Botas, P. C. P. (2004). Students' perceptions of teachers' pedagogical styles in higher education. *Educate*, 4(1), 16-30.
- Buchanan, S., Harlan, M. A., Bruce, C., & Edwards, S. (2016). Inquiry based learning models, information literacy, and student engagement: A literature review. *School Libraries Worldwide*, 22(2), 23-39.

- Budiastra, A. K., Erlina, N., & Wicaksono, I. (2019). The factors affecting teachers' readiness in developing science concept assessment through inquiry-based learning process in elementary schools. *Advances in Social Sciences Research Journal*, 6(9), 355-366.
- Butler, D. L., & Schnellert, L. (2012). Collaborative inquiry in teacher professional development. *Teaching and Teacher Education*, 28(8), 1206-1220.
- Chen, J. (2016). Understanding teacher emotions: The development of a teacher emotion inventory. *Teaching and Teacher Education*, 55, 68-77.
- Coe, R., Aloisi, C., Higgins, S., & Major, L. E. (2014). *What makes great teaching?: Review of the underpinning research*. Sutton Trust.
- Darling-Hammond, L. (1996). The right to learn and the advancement of teaching: Research, policy, and practice for democratic education. *Educational Researcher*, 25(6), 5-17.
- Elias, S. M. (2007). Influence in the ivory tower: Examining the appropriate use of social power in the university classroom. *Journal of Applied Social Psychology*, 37(11), 2532-2548.
- Fielding, M. (2004). 'New wave' student voice and the renewal of civic society. *London Review of Education*, 2(3), 197-217.
- Fielding, M. (2011). Patterns of partnership: Student voice, intergenerational learning and democratic fellowship. In N. Mockler & J. Sachs (Eds.), *Rethinking educational practice through reflexive inquiry: Essays in honour of Susan Groundwater-Smith* (pp. 61-75). Springer.
- Foucault, M. (1980). Prison talk (trans. C. Gordon). In C. Gordon (Ed.), *Power/knowledge: Selected interviews and other writings, 1972-1977* (pp. 37-54). Pantheon Books.
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(23), 8410-8415.
- French, J. R., & Raven, B. (2016). The bases of social power. In J. M. Shafritz, J. S. Ott, & Y. S. Jang (Eds.), *Classics of organization theory* (8th ed., pp. 251-260). Cengage Learning. (original work published 1959)
- Furtak, E. M. (2006). The problem with answers: An exploration of guided scientific inquiry teaching. *Science Education*, 90(3), 453-467.
- Gee, D., & Whaley, J. (2016). Learning together: Practice-centred professional development to enhance mathematics instruction. *Mathematics Teacher Education and Development*, 18(1), 87-99.

- Goodboy, A. K., Bolkan, S., Myers, S. A., & Zhao, X. (2011). Student use of relational and influence messages in response to perceived instructor power use in American and Chinese college classrooms. *Communication Education, 60*(2), 191-209.
- Harmer, N., & Stokes, A. (2016). "Choice may not necessarily be a good thing": Student attitudes to autonomy in interdisciplinary project-based learning in GEES disciplines. *Journal of Geography in Higher Education, 40*(4), 531-545.
- Harris, C. J., & Rooks, D. L. (2010). Managing inquiry-based science: Challenges in enacting complex science instruction in elementary and middle school classrooms. *Journal of Science Teacher Education, 21*(2), 227-240.
- Hennink, M., Hutter, I., & Bailey, A. (2010). *Qualitative research methods*. Sage.
- Hersant, M., & Choquet, C. (2019). Is an inquiry-based approach possible at the elementary school? In P. Liljedahl & M. Santos-Trigo (Eds.), *Mathematical problem solving: Current themes, trends, and research* (pp. 113-131). Springer.
- Howells, K. (2018). *The future of education and skills: Education 2030 – the future we want*. Working paper. OECD.
- Janesick, V. J. (1999). A journal about journal writing as a qualitative research technique: History, issues, and reflections. *Qualitative Inquiry, 5*(4), 505-524.
- 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.
- Kokka, K. (2015). Addressing dilemmas of social justice mathematics instruction through collaboration of students, educators, and researchers. *Educational Considerations, 43*(1), 13-21.
- Kooy, M. (2015). Building a teacher–student community through collaborative teaching and learning: Engaging the most affected and least consulted. *Teacher Development, 19*(2), 187-209.
- Krippendorff, K. (2013). *Content analysis: An introduction to its methodology* (3rd ed.). Sage.
- Kuhlthau, C. C., Maniotes, L. K., & Caspari, A. K. (2015). *Guided inquiry: Learning in the 21st century* (2nd ed.). Libraries Unlimited.
- Kunter, M., Tsai, Y.-M., Klusmann, U., Brunner, M., Krauss, S., & Baumert, J. (2008). Students' and mathematics teachers' perceptions of teacher enthusiasm and instruction. *Learning and Instruction, 18*(5), 468-482.
- Latterell, C. M., & Wilson, J. L. (2017). Metaphors and mathematical identity: Math is like a tornado in Kansas. *Journal of Humanistic Mathematics, 7*(1), 46-61.

- Laursen, S. L., & Rasmussen, C. (2019). I on the prize: Inquiry approaches in undergraduate mathematics. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 5(1), 129-146.
- Lazonder, A. W., & Harmsen, R. (2016). Meta-analysis of inquiry-based learning: Effects of guidance. *Review of Educational Research*, 86(3), 681-718.
- Lessani, A., Yunus, A. S., & Abu Bakar, K. (2017). Comparison of new mathematics teaching methods with traditional method. *PEOPLE: International Journal of Social Sciences*, 3(2), 1285-1297.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Sage.
- Maaß, K., & Artigue, M. (2013). Implementation of inquiry-based learning in day-to-day teaching: A synthesis. *ZDM*, 45(6), 779-795.
- Makar, K., Bakker, A., & Ben-Zvi, D. (2015). Scaffolding norms of argumentation-based inquiry in a primary mathematics classroom. *ZDM*, 47(7), 1107-1120.
- Miller, N. (2017). Teaching inquiry to high school teachers through the use of Mathematics Action Research Projects. *PRIMUS: Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies*, 27(1), 33-46.
- Mitra, D. L. (2004). The significance of students: Can increasing "student voice" in schools lead to gains in youth development? *Teachers College Record*, 106(4), 651-688.
- Nelson, E. (2015). Opening up to student voice: Supporting teacher learning through collaborative action research. *LEARNing Landscapes*, 8(2), 285-299.
- Nutov, L. (2017). Diminishing epistemic authority: A lever for mathematics teachers' professional development In B. Kaur, W. K. Ho, T. L. Toh, & B. H. Choy (Eds.), *Proceedings of the 41st Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME 41)* (Vol. 3, pp. 321-328). PME.
- Nutov, L., & Shriki, A. (2016, July). *Teacher and students as a collaborative inquiry learning community: A means for teachers' professional development*. Paper presented at the 13th International Congress on Mathematical Education (ICME 13), Hamburg, Germany.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Leijen, Ä., & Sarapuu, T. (2012). Improving students' inquiry skills through reflection and self-regulation scaffolds. *Technology, Instruction, Cognition and Learning*, 9(1-2), 81-95.
- Ramirez, G., Hooper, S. Y., Kersting, N. B., Ferguson, R., & Yeager, D. (2018). Teacher math anxiety relates to adolescent students' math achievement. *AERA Open*, 4(1).
- Raviv, A., Bar-Tal, D., Raviv, A., Biran, B., & Sela, Z. (2003). Teachers' epistemic authority: Perceptions of students and teachers. *Social Psychology of Education*, 6(1), 17-42.

- Reid, L. F., & Kawash, J. (2017). Let's talk about power: How teacher use of power shapes relationships and learning. *Papers on Postsecondary Learning and Teaching: Proceedings of the University of Calgary Conference on Learning and Teaching*, 2, 34-41.
- Rodrigo-Ruiz, D. (2016). Effect of teachers' emotions on their students: Some evidence. *Journal of Education & Social Policy*, 3(4), 73-79.
- Rogoff, B. (1994). Developing understanding of the idea of communities of learners. *Mind, Culture, and Activity*, 1(4), 209-229.
- Russo, J. A., & Russo, T. (2019). Teacher interest-led inquiry: Unlocking teacher passion to enhance student learning experiences in primary mathematics. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 14(3), 701-717.
- Sakshaug, L. E., & Wohlhuter, K. A. (2010). Journey toward teaching mathematics through problem solving. *School Science and Mathematics*, 110(8), 397-409.
- Schmidt, W. H., Burroughs, N. A., Houang, R. T., & Cogan, L. S. (2020). The role of content knowledge in mathematics teacher preparation: A study of traditional and alternative teacher preparation in Texas. *Journal of Teacher Education*, 71(2), 233-246.
- Schoen, R. C., & LaVenja, M. (2019). Teacher beliefs about mathematics teaching and learning: Identifying and clarifying three constructs. *Cogent Education*, 6(1).
- Schön, D. A. (1987). *Educating the reflective practitioner: Towards a new design for teaching and learning in the professions*. Jossey-Bass.
- Schukajlow, S., Rakoczy, K., & Pekrun, R. (2017). Emotions and motivation in mathematics education: Theoretical considerations and empirical contributions. *ZDM*, 49(3), 307-322.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Silm, G., Tiitsaar, K., Pedaste, M., Zacharia, Z. C., & Papaevripidou, M. (2017). Teachers' readiness to use inquiry-based learning: An investigation of teachers' sense of efficacy and attitudes toward inquiry-based learning. *Science Education International*, 28(4), 315-325.
- Stillman, G. A., & Brown, J. P. (Eds.). (2019). *Lines of inquiry in mathematical modelling research in education*. Springer.
- Stoyanova, S., & Ivantchev, N. (2016). Teachers' pedagogical power – a community school study. *Psychology, Community & Health*, 5(1), 44-60.
- Strauss, A. L., & Corbin, J. M. (1990). *Basics of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques*. Sage.

- Su, F. E. (2017). Mathematics for human flourishing. *The American Mathematical Monthly*, 124(6), 483-493.
- Vlčková, K., Mareš, J., & Ježek, S. (2015). Adaptation of teacher power use scale to lower secondary students and student teachers. *Pedagogická Orientace*, 25(6), 798-821.
- Walshaw, M. (2018). Epistemological questions about school mathematics. In P. Ernest (Ed.), *The philosophy of mathematics education today* (pp. 161-171). Springer.
- Wilkins, J. M. L. (2008). The relationship among elementary teachers' content knowledge, attitudes, beliefs, and practices. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 11(2), 139-164.