



מכון ויצמן למדע
WEIZMANN INSTITUTE OF SCIENCE

Thesis for the degree
Master of Science

Submitted to the Scientific Council of the
Weizmann Institute of Science
Rehovot, Israel

By
Gil Schwarts

עבודת גמר (תזה) לתואר
מוסמך למדעים

מוגשת למועצה המדעית של
מכון ויצמן למדע
רחובות, ישראל

מאת
גיל שורץ

אפיון דיונים מבוססי-וידאו של מורים ישראלים למתמטיקה
הצופים בשיעור יפני
Characterizing video-based peer discussions of Israeli
mathematics teachers watching a Japanese lesson

Advisors: Prof. Abraham Arcavi
Dr. Ronnie Karsenty

מנחים: פרופ' אברהם הרכבי
ד"ר רוני קרסנטי

November 2016

חשוון התשע"ז

תודות

תודה למנחים שלי, אברהם הרכבי ורוני קרסנטי, על הנחיה שנתנה לי מקום, ובו בזמן הייתה מקצועית ובלתי מתפשרת. תודה על התובנות העמוקות, הרחבת האופקים, הדקדוק, ההתייחסות הרצינית והחמה. לכל אורך הדרך הייתם לצדי ואפשרתם לי ללמוד מכם. תודה.

לחברות צוות פרויקט עדש"ה: אהובה גוטמן, דנה הדדי, יוני עמיר, מרים גור, צילה ירחי, שני עוקבי-פרטוש – תודה על התמיכה והאהבה, על העזרה הרבה, ועל פיתוח החומרים האיכותיים לאתר הפרויקט, אשר בחלקם השתמשתי בעבודה זו.

לחברי למשרד ולמחשבות: אביטל אלבוים-כהן, אלון פינטו, גייסון קופר, יעל נוריק, סיגל רותם – תודה על ההפריה ההדדית, על האווירה והערכים שאתם משרים בחדר שלנו, ועל כל מה שלמדתי מכם.

לאנשים המרכיבים את המחלקה להוראת מדעים במכון ויצמן, והופכים אותה לבית.

למנחי עדש"ה שפתחו את דלת ההשתלמות בפני, תודה על האומץ להיחשף.

למשפחתי האהובה ובפרט להורי שמאפשרים ותומכים ללא תנאי וביקורת. תודה על נוכחותכם העוטפת. לסבא וסבתא על ההשראה. לעופר, על שהראה לי כמה יפה המתמטיקה. לערן, שהעניק לי עדשות חדשות לראות דרכן את העולם.

תוכן העניינים

4	 תקציר
5	 Abstract
6	 I. רקע וסקירת ספרות
6	 1. התפתחות מקצועית של מורים בעזרת וידאו
7	 2. מושג הרפלקציה
9	 3. פרויקט עדש"ה
10	 3.1 שש העדשות
12	 4. השיעור היפני שנבחר למחקר
13	 4.1. אפיון שיעורי מתמטיקה ביפן
14	 4.2. מהלך השיעור והמטלות שהוצגו בו
16	 4.3. תיאור השיעור בעזרת שש העדשות
22	 II. עיצוב המחקר
22	 1. מטרת המחקר ושאלת המחקר
22	 2. מתודולוגיה
22	 2.1. שדה המחקר : השתלמויות עדש"ה
23	 2.2. אוכלוסיית המחקר
23	 2.3. איסוף הנתונים
24	 2.4. בחירת ההשתלמויות לניתוח
24	 2.5. דרכי ניתוח ההשתלמויות והרפלקציות הכתובות
26	 III. ממצאים
27	 1. מהלכי המפגשים בהשתלמויות השונות
28	 2. מאפייני הדיונים בהשתלמויות
28	 2.1. קטגוריה I : המורים דנים במטלה המרכזית בשיעור ובמתמטיקה הסובבת אותה
38	 2.2. קטגוריה II : המורים דנים בהוראה של המורה היפני
49	 2.3. קטגוריה III : המורים מתייחסים להוראה שלהם לאור הצפייה במורה היפני
61	 2.4. התנגדויות של משתתפים לשיעור היפני
66	 3. השפעות על הוראה בכיתה בעקבות מפגשי ההשתלמות סביב השיעור היפני
66	 3.1. השפעות על הוראה בכיתה : מורים מספרים
68	 3.2. גלגול של סרט : הסיפור של דניאלה
73	 IV. מסקנות ודיון
73	 1. אפיון הדיונים סביב השיעור היפני
74	 2. סוגי הרפלקציה אשר באו לידי ביטוי במפגשים ואחריהם
75	 3. גורמים שאפשרו דיונים מעמיקים
78	 4. כיוונים ושאלות למחקר עתידי
80	 V. רשימת המקורות

תקציר

בעבודה זו אציג מחקר העוסק בהיבטים של התפתחות מקצועית של מורים למתמטיקה בתיכון ובחטיבת הביניים, המתרחשת בהשתלמויות של פרויקט עדש"ה (עמיתים דנים בשיעורי המתמטיקה) אשר הוקם במחלקה להוראת המדעים במכון ויצמן למדע בשנת 2012. במסגרת הפרויקט מורים ישראלים צופים בשיעורי מתמטיקה מוסרטים מהארץ והעולם, ודנים בהם בעזרת מסגרת ניתוח ייחודית בת שש 'עדשות' המתמקדת בפעולות המורה. מטרת הצפייה ומסגרת הניתוח היא לפתח כלים רפלקטיביים ומתמטיים-פדגוגיים.

מחקר זה מתייחס למפגשי השתלמויות עדש"ה בהם מורים צפו בשיעור גיאומטריה לכיתה ח' ביפן אשר צולם במסגרת מחקר וידאו של TIMSS ושמו 'שינוי צורה ללא שינוי שטח'. שיעור זה סובב סביב שתי מטלות בלבד, המעוררות עניין בשל היותן מאתגרות ולא שגרתיות. בנוסף, שיעור זה הוא מיוחד מבחינת ההוראה הנצפית בו: מהלכי המורה מתוכננים ומתוזמנים היטב, והתלמידים פעילים, עובדים לבד ובקבוצות, מציגים את פתרונותיהם על הלוח ודנים בהם.

במסגרת המחקר תועדו מפגשים בהשתלמויות עדש"ה שונות ברחבי הארץ בהן נצפה ונותח השיעור היפני. תמלילי המפגשים הרלוונטיים, וכן עבודות סיכום אותן כתבו מורים אשר השתתפו בהשתלמויות, נותחו במתודולוגיה איכותנית כדי לזהות בהם תמונות חוזרות וכך לאפיין את הדיונים ואת סוגי הרפלקציה שמתרחשים בהם.

מניתוח הממצאים עלה כי צפייה בסרט היפני בעזרת הכלים של פרויקט עדש"ה היוותה בסיס לדיונים מעמיקים בקרב המורים המשתלמים. אלו הם הממצאים העיקריים:

- נמצאו שלוש תמונות מרכזיות בדיונים המלווים את הצפייה: אפיון המטלות בשיעור, אפיון ההוראה של המורה היפני, והתייחסות מורים להוראה שלהם לאור הצפייה במורה היפני.
- השימוש בעדשות הניתוח הוכח כיעיל מבחינת מיקוד נושאי הדיון: המורים דיברו על רעיונות מתמטיים, מטרות, מטלות ואינטראקציות. בנוסף, המורים השתמשו בעדשות הניתוח בצורה מעמיקה וחלקם אימצו את השפה הרפלקטיבית המוצעת על ידי מסגרת הניתוח ועל ידי נורמות הדיון של עדש"ה.
- נמצאו ראיות לחשיבה רפלקטיבית של המורים על הפרקטיקה של עצמם: בדיונים שהתקיימו בעקבות הצפייה בשיעורו של המורה היפני, מורים שינו את דעתם או לחילופין בחנו, שקלו ונימקו אותה.
- היותו של השיעור 'רחוק' גרם למורים להבחין מחדש בהיבטים יומיומיים של עבודתם, ובכך תרם להצפת קונפליקטים אשר קידמו מחשבות ופעולות רפלקטיביות.
- הרפלקציה הניעה שינויים בפרקטיקה אצל חלק נכבד מהמורים: רבים מהם דיווחו במפגש העוקב בהשתלמות או בעבודת הסיכום על כך שהעזו לנסות בכיתותיהם פרקטיקות חדשות בעקבות הניתוח של השיעור היפני.

Abstract

This thesis reports on a study conducted within a larger project, named VIDEO-LM (Viewing, Investigating and Discussing Environments of Learning Mathematics), which was –developed at the Science Teaching Department in the Weizmann Institute for Science in 2012. In the project, groups of Israeli secondary mathematics teachers watch video-taped mathematics lessons, and discuss them using a six 'lens' framework which is designed to focus on the video-taped teacher's actions. The goal of these video-based discussions is to enhance the teachers' reflective skills and their mathematical-pedagogical knowledge. This study focuses on VIDEO-LM PD sessions where teachers watched an 8th grade geometry lesson from Japan, which was video-taped for the TIMSS Video Study. The name of the lesson is 'Changing the Shape Without Changing the Area', and it contains only two tasks, which are challenging and intriguing. The method of teaching also make this lesson unusual: the teachers' actions are well-structured and the students are active, working alone and in groups, presenting and discussing their solutions on the whiteboard.

PD sessions where the Japanese movie was watched and discussed were documented. The transcriptions of these sessions, as well as written essays some teachers wrote, were analyzed using a qualitative methodology in order to find common themes. The identified themes were used to characterize the reflection types in the written and spoken data.

The data analysis suggests that watching the Japanese movie using the VIDEO-LM project's observation tools can lead to deep and fruitful discussions. These are the main findings:

- Three major themes were identified in the discussions: Teachers characterize the tasks; Teachers characterize the Japanese teacher's teaching; Teachers refer to their own teaching in light of the Japanese lesson.
- The use of the six lens framework helped to focus on the Japanese teacher's actions in the lesson: teachers talked about mathematical ideas, goals, tasks and interactions. The teachers used the observation tools in a serious manner and some of them adopted the reflective language that was suggested in the PD sessions.
- Teachers were reflective about their own teaching: during the discussions, some teachers changed their opinions or alternatively revised and justified them.
- The fact that the video-taped lesson was 'far' from the teachers' reality made them re-see everyday aspects of their practice, and to reveal conflicts which promoted reflective thoughts and actions.
- The reflective discussion motivated changes in the practice for various teachers. Many of the teachers reported they dared to try new practices in class following the PD session where the Japanese movie was analyzed.

I. רקע וסקירת ספרות

בעבודה זו אציג מחקר העוסק בהתפתחות מקצועית של מורים למתמטיקה ברמה העל-יסודית, המתרחשת במסגרת השתלמויות מבוססות-וידאו מטעם פרויקט עדש"ה (עמיתים דנים שיעורי המתמטיקה). כרקע למחקר אציג תחילה דרכים שונות בהן ניתן להשתמש בוידאו לצרכי התפתחות מקצועית של מורים. לאחר מכן, אסקור את הרעיון של רפלקציה כמרכיב חשוב בהתפתחות זו. אתאר את פרויקט עדש"ה העושה שימוש בוידאו לצורך טיפוח רפלקציה של מורים למתמטיקה. לבסוף אציג שיעור יפני שנבחר להיכלל בפרויקט ואשר סביבו נערך מחקר זה.

1. התפתחות מקצועית של מורים בעזרת וידאו

שימוש בוידאו בהשתלמויות מורים החל בשנות ה-60 של המאה העשרים, מיד עם הופעת טכנולוגיה זו, והפך נפוץ עם הזמן. לאורך השנים, השימוש במשאב זה לבש צורות שונות, חלקן מושפעות מהגישות השונות למחקר בחינוך המתמטי. שרין (Sherin, 2004) מדגימה כיצד כאשר הזרקור עבר מ'התנהגות' מורים ל'חשיבה' של מורים, השימוש בוידאו השתנה בהתאם: בשנות ה-60 וידאו נוצל לצרכי ניתוח של הוראה-זוטא (Allen, 1967), ובשנות ה-70 התפתח העיסוק ב-interaction analysis – אפיון של התנהגות מורים והשפעתה על תלמידים (Flanders, 1970). בהמשך לעניין הגובר שהחל בשנות ה-80 בקוגניציה וחשיבה של מורים, מאמצע שנות ה-90 הלך והתפתח השימוש בוידאו להצגת חקרי-מקרה (case studies). וידאו מאפשר לשכן דיונים על חקרי מקרה בפרקטיקות של כיתה אמיתית ובכך להפוך את הדיון הן לאותנטי (Borko, Koellner, 2009; Jacobs & Seago, 2011; Sherin & van Es, 2009), והן לכזה המאפשר נקודת ייחוס משותפת ללמידת עמיתים (Clarke & Hollingsworth, 2000). לוידאו יתרונות רבים נוספים: הוא מספק תיעוד מפורט למה שהתרחש בכיתה, ללא צורך בהסתמכות על זיכרון; כאשר צופים בשיעור מוסרט, ניתן להעביר אותו קדימה ואחורה, להקפיד תמונה ולהתמקד בה, וכן לראות שוב קטעים מסוימים, לעתים תוך התבוננות מנקודות התייחסות שונות; ניתן גם לערוך סרט ולארגנו מחדש, או לקשר אותו לנושאים אחרים (Sherin, 2004). וידאו משמש, מלבד בסיס משותף לדיון, גם ככלי להגברת מודעות של מורים לפרקטיקות ההוראה שלהם. הוא עשוי לתמוך בבחינה מחודשת של רוטינות שנראות לעיתים למורים טבעיות ובלתי ניתנות לערעור (Santagata, Gallimore & Stigler, 2005), לאפשר חשיפה של רעיונות חדשים בהוראת מתמטיקה, ובאופן כללי, לסייע בפיתוח הידע המתמטי להוראה של מורים (Ball & Bass, 2003). תכניות רבות מדגישות, כחלק מפיתוח ידע זה, את רעיון ההבחנה (noticing) בחשיבה מתמטית של תלמידים והתייחסות אליה (Borko et al., 2011; Sherin & van Es, 2009; Sherin, Jacobs & Philipp, 2011).

מתוך האמור לעיל עולה כי תחת הכותרת 'שימוש בוידאו' מאוגדות תכניות מגוונות לפיתוח מקצועי אשר נגזרות מגישות וממטרות שונות, ועשויות להיות נבדלות אלו מאלו בהיבטים רבים: למשל, ניתן להדגיש חשיבת תלמידים או להתרכז בפעולות מורים, ניתן לצפות בקטעים קצרים או בשיעור שלם. נקודה חשובה נוספת היא 'מידת הריחוק' בין המורה המצולם בסרט לבין המורים הצופים בו. מורים יכולים לצפות בשיעורים של עצמם או של חבריהם לקבוצה; הם יכולים לצפות במורים לא מוכרים להם, אך כאלו שחולקים עימם מדינה, שפה ותכנית לימודים; לבסוף, ניתן גם לצפות בשיעורים שצולמו במדינות ובתרבויות אחרות. לפי קלארק והולינגסוורת' (Clarke & Hollingsworth, 2000), שיעורים שצולמו בכיתות שבהן תנאים 'מוכרים' מדי, עשויים להיות פחות

אפקטיביים בשינוי חשיבה של מורים, לעומת שיעורים אשר צולמו בתרבות שונה מאוד. בשיעורים 'רחוקים', ההנחות של מורים לגבי מה שמצופה ומקובל אינן רלוונטיות עוד, ויש סיכוי גדול יותר שמורים ירהרו בהוראה שלהם בסיטואציה זו. בפרט, טוענים קלארק והולינגסוורת', מורים מנוסים יותר מוצאים עניין רב בשיעורים כאלה. הרכבי ושונפלד (Arcavi & Schoenfeld, 2008) טוענים כי כדי ליצור אמון וביטחון בשיח הראשוני, עדיף לצפות בוידאו של מורה אחר, רחוק ולא מוכר, מפני שהמרחק מאפשר ניתוק אשר עשוי להביא לתגובות משוחררות ולשיחה חופשית יותר. חוקרים אחרים מדברים דווקא בשבחה של צפייה במורים בעלי רקע דומה בהקשר מוכר (Brophy, 2004). קולס (Coles, 2013), המתייחס לממצאים מגוונים אלו, מדגיש שהחשיבות היא לאו דווקא בבחירת הסרט עצמו, אלא באופן בו מתפתח הדיון סביבו.

מחקר זה נעשה במסגרת פרויקט אשר בו המורים צופים בשיעורים של מורים לא מוכרים להם, הן שיעורים ישראלים והן שיעורים מארצות אחרות. במרכז עבודה זו עומד סרט 'רחוק' – שיעור מארץ אחרת. בפרויקט כולו, שיח העמיתים המונחה סביב השיעורים המוסרטים הוא כלי לקידום רפלקציה וקבלת החלטות מודעת. הדיון בשיעורים המצולמים נשען על מה שמתרחש בהם, אך מתנהל בעזרת מסגרת ייחודית שפותחה בפרויקט, שמטרתה לטפח בקרב המורים כלים רפלקטיביים אשר בכוחם להשפיע על הפרקטיקה.

2. מושג הרפלקציה

דיואי (Dewey, 1910) העמיד את המושג רפלקציה במרכז השיח החינוכי. בין היתר, הוא דן ברפלקציה בהקשר לאמונות של אנשים, ומבחין בין אמונות שמתקבלות אצל אדם ללא שברור לו מה מקורן או יסודן, לבין מקרים בהם אדם מחפש באופן מכוון יסוד או בסיס לאמונה, ובדק האם הבסיס תומך בצורה ראויה באמונה הנבחנת. לתהליך חיפוש ובדיקה זה קרא דיואי בשם 'מחשבה רפלקטיבית'. לפי דיואי, המנגנון היוצר את המחשבה הרפלקטיבית מתחיל בסיטואציה המציבה דילמה או מספר אלטרנטיבות, או במצב בו נוצר קושי או מכשול. דיואי מכנה מצב בסיסי זה בשם 'בעיה'. במצב זה, אמונות אשר לא הוטלו בספק עד לאותו רגע, מתערערות. לאחר אותו מצב של מבוכה או ספק, מתרחש תהליך של 'השהיית' האמונה, כלומר זמן בו היא עומדת לבחינה ולא נעשה בה שימוש, ובמהלכו נעשים חיפוש או חקר שמטרתם למצוא מידע נוסף אשר יאמת או יפריך את האמונה המוטלת בספק. לסיכום, חשיבה רפלקטיבית, לפי דיואי, היא כזו ששוקלת את הבסיס לאמונות מסוימות ואת ההשלכות שלהן. דיואי מוסיף כי גם אם בסופו של התהליך הרפלקטיבי האמונה שהתערערה הופכת לוודאית שוב, הרי שהיא שונה כעת, ולו משום שהיסודות שלה מוצקים יותר.

שון (Schön, 1983) אשר נחשב לממשיכו של דיואי, שילב את המושגים של האחרון עם הרעיון של 'ידע בפעולה' (knowing-in-action). לדבריו, הידיעות של עוסקים במקצוע כלשהו לגבי הפרקטיקה שלהם חבויות לרוב בתוך דפוסי העשייה. ניתן לומר כי הידע נמצא בתוך הפעולות של העוסקים במקצוע: בכל יום, אדם מבצע מספר רב של החלטות מבלי שביכולתו להעניק שם לקריטריון מובחן אשר סייע בידיו בהחלטות אלו, ומיישם מיומנויות שאין באפשרותו לפרט מהן הפרוצדורות שעומדות מאחוריהן. גם כאשר נעשה שימוש מודע בתיאוריות מבוססות מחקר ובטכניקות, שימוש זה כולל בתוכו גם את אותן ידיעות סמויות. מצד שני, עוסקים רבים חושבים על הפרקטיקה שלהם, לפעמים גם תוך כדי ביצוע, והופכים מחשבה למעשה ומעשה למחשבה. לחשיבה כזו קורה שון 'רפלקציה על ידע בפעולה'. כדוגמה, הוא מציג את השאלות הבאות, אשר

אדם רפלקטיבי שואל על עיסוקו: 'לאילו מאפיינים אני שם לב כאשר אני מזהה דבר מסוים?'; 'מהו הקריטריון בעזרתו אני מפעילה שיקול דעת?'; 'באילו פרוצדורות אני משתמשת כאשר אני מבצעת את המיומנויות האלו?'; איך אני ממסגר (frame) את הבעיה שברצוני לפתור?'. אחד הזרזים לרפלקציה-בפעולה, לפי שוין, הוא אלמנט ההפתעה; לדבריו, הפתעה עשויה להצית את התהליך שבו נוצרת מחשבה רפלקטיבית. דיואי ושון התייחסו לרפלקציה בהקשרים מגוונים ובהם גם חינוך והוראה, אך לא בהקשר של חינוך מתמטי. ריקס (Ricks, 2011) התייחס באופן ספציפי לתחום התוכן של הוראת המתמטיקה וגרס כי רפלקציה חיונית לפיתוח מקצועי של מורים בכך שהיא מייצרת ידע שמעוגן בפרקטיקה. בהתבסס על הרעיונות של דיואי ושון, הציג ריקס מסגרת תיאורטית אשר מסווגת רפלקציות מורים לשתי קטגוריות. הראשונה והנפוצה יותר היא incident reflection (רפלקציה מקרית), אשר מתבטאת כשורה של אירועים נקודתיים שאינם קשורים לפעילות עתידית, לדוגמה: התבוננות עמוקה או מבט בעין ביקורתית באירועי עבר, מודעות עצמית, היזכרות באפיזודות הוראה קודמות, דיון עם עמית לגבי תכנית הלימודים. ריקס מחשיב אפיזודות כאלו כצורה פאסיבית של רפלקציה, אפילו אם הן דורשות מאמץ מנטלי ניכר, משום שאין מנגנון ברור המחבר בין אירועים אלו לבין פעולה עתידית. הקטגוריה השנייה נקראת process reflection (רפלקציה תהליכית). זוהי צורה אקטיבית של רפלקציה, בה מתחברים ביחד אירועים רפלקטיביים נפרדים לידי רצף מלוכד. אירועים אלו הם תוצרים של רפלקציה מקרית, אשר נקשרו יחדיו לידי רעיון מוגדר אשר יש לו מטרה, כיוון ותוכן. תהליך זה, הכולל כאמור גם ראייה קדימה ולא רק לאחור, בוחן את ה'בעיה' שבבסיס המחשבות הרפלקטיביות בעזרת פעילות התנסותית, כפי שהציעו דיואי ושון. שלושת החוקרים מתארים רפלקציה משמעותית כתהליך אשר מתחיל מגירוי מסוים, או הצגת בעיה, אשר בעקבותיהם מתעורר צורך לבחינת המצב מחדש, על מנת לפתור דילמה, קושי או קונפליקט. השלב הבא בתהליך הוא גיבוש רעיונות וחשיבה על פתרונות אפשריים לבעיה, והשלב האחרון הוא יישום – שלב שעשוי לפתוח מעגל רפלקציה חדש.

קלארק (Clarke, 2000) הבחין גם הוא בין סוגים שונים של רפלקציה, והגדיר שלוש קטגוריות:

- רפלקציה תוך כדי הפרקטיקה (reflection in practice): רפלקציה זו, אותה קלארק מכנה גם 'רפלקציה חמה', מתרחשת בזמן העשייה בכיתה. רפלקציה כזו מעצבת את 'תבונת העיסוק' (wisdom of practice; Shulman, 1987) של מורים ותלויה במידה רבה במטרות המורה ובדרך בה הוא מפרש אירועים בכיתה.
- רפלקציה על הפרקטיקה (reflection on practice): רפלקציה על פרקטיקה יכולה להתרחש בהקשר בית-ספרי, בשיחה עם עמיתים או באופן אישי. היא מתרחשת גם בהשתלמויות, שם מורים עשויים לקבל עידוד ותמיכה לחשיבה רפלקטיבית על הפרקטיקה שלהם. בהקשר זה, יתכן גם שהאובייקט המשמש מקור לרפלקציה בהשתלמות הוא פעולות של מישהו אחר, למשל מורה בו צופים בוידאו.
- רפלקציה לצורך פרקטיקה (reflection for practice): רפלקציה לצורך פרקטיקה היא כזו שיש לה השלכות לנעשה בכיתה, כלומר היא גורמת למודעות לקבלת החלטות לפני השיעור ובמהלכו, מה שמביא לליטוש הפרקטיקה. קטגוריה זו דומה במהותה לרפלקציה התהליכית שהציג ריקס.

לרמן (Lerman, 1994) הציע כי רפלקציה היא "פיתוח המיומנות של חידוד תשומת הלב למה שקורה בכיתה, הבחנה באירועים משמעותיים ו'עבודה' עליהם על מנת ללמוד כמה שיותר על ילדים לומדים ותפקיד המורה" (תרגום מעמ' 52).

לאור הספרות המתוארת לעיל, נראה כי פיתוח כישורים רפלקטיביים עשוי לסייע להתפתחות המקצועית של מורים. וידאו יכול לשמש כזרז לפיתוח כישורים אלו, מכיוון שבעזרתו ניתן להתייחס לסיטואציה כיתתית מציאותית. בפרויקט עדש"ה, שיתואר להלן, הוגדרה רפלקציה באופן הבא: התבוננות זהירה, מפורטת ואנליטית ודיון מפורש ב'מה שנעשה', במטרה להבין ולבחון מחדש כוונות, מטרות והחלטות, וכן את יישומיהן. רפלקציה מסוג זה היא לא רק מבט לאחר, אלא כוללת גם חיפוש וניצול הזדמנויות ללמידה אשר מעניקות תובנות וכלים חדשים לפרקטיקה (Arcavi & Karsenty, submitted).

3. פרויקט עדש"ה

פרויקט עדש"ה – עמיתים דנים בשיעורי המתמטיקה – הוקם ב-2012 במחלקה להוראת המדעים במכון ויצמן. מטרות הפרויקט הן לעודד מורים למתמטיקה לערוך רפלקציה על ההוראה שלהם, ולהעשיר את הידע המתמטי להוראה שלהם (MKT – Mathematical Knowledge for Teaching), מונח שנטבע ע"י בול ועמיתיה (Ball, Thames & Phelps, 2008) בעקבות עבודתו של שולמן (Shulman, 1986). האמצעי התומך במטרות אלו הוא שיח על שיעורים אותנטיים מוקלטים בוידאו. בהשתלמויות עדש"ה מורים צופים בשיעורי מתמטיקה מוסרטים מהארץ והעולם, ודנים בהם בעזרת מסגרת ניתוח ייחודית שפותחה על ידי צוות הפרויקט. מסגרת זו מתבססת על התיאוריה של שונפלד (Schoenfeld, 2010) הנקראת 'הוראה בהקשר' (teaching in context), לפיה אפשר לתאר ולהסביר קבלת החלטות של מורים בזמן אמת (ובעצם כל פעילות מורה במהלך ההוראה בכיתה) בעזרת בחינת משאבי הידע, המטרות והאמונות שלהם. תיאוריה זו של שונפלד מושתתת על שלוש הנחות יסוד:

1. הוראה היא פעילות מוכוונת-מטרה, כלומר בזמן ההוראה מורים מנסים להשיג מטרות מסוימות. מטרות אלו יכולות להיות מגוונות: הצגת חומר חדש, קיום דיון של תלמידים ברעיונות, בניה או שמירה של תרבות כיתה מסוימת, ולפעמים מטרת המורה היא בפשטות 'לשרוד את השיעור'.

2. למורים יש גוף ידע עליו הם מסתמכים או יכולים להסתמך, הן במצבים מתוכננים והן במצבים בלתי צפויים.

3. למורים יש מערכת אמונות לגבי מהות המתמטיקה, למידה של תלמידים, ועקרונות הוראה. שונפלד טוען כי שלושת המרכיבים הללו אחראיים במודע או שלא במודע לרוב פעולות המורה, הן לפני השיעור והן במהלכו. כמו כן, לשלושת המרכיבים יש השפעות גומלין זה על זה (Schoenfeld, 1998; Schoenfeld, 2010). המסגרת של שונפלד היוותה תשתית לפיתוח כלי ניתוח לצפייה בשיעורי מתמטיקה מצולמים: תחת ההנחה שידע, אמונות ומטרות משפיעים הדדית זה על זה ומעצבים את האופן בו מורים מלמדים ולכן גם את האופן בו תלמידים לומדים, על השתלמויות למורים לטפח מודעות כלפי מרכיבים אלה, לעודד רפלקציה ולקיים דיונים על בסיס דוגמאות מוחשיות של הפרקטיקה של המורים (Arcavi & Schoenfeld, 2008). מטרת השתלמויות מסוג זה היא לצייד מורים בכלים חדשים שיעזרו להם לבחון, לנתח (ואולי אף לשנות) את ההוראה שלהם

ולתקשר עם עמיתים לגבי סוגיות של הוראה. כלי ניתוח אלה עובדו והותאמו ע"י צוות פרויקט עדש"ה והפכו לשש 'עדשות' בעזרתן מנותחים שיעורי מתמטיקה מוסרטים בהשתלמויות. כלים אלה נקראים 'עדשות' לא בכדי – מטרתם לעזור לצופים להתמקד בהיבטים מסוימים. בארבע שנות פעילות הפרויקט צולמו, תומללו ונותחו עשרות שיעורים, ופותחו חומרי למידה למורים סביב שיעורים אלו. כמו כן, התקיימו כ-40 השתלמויות למגוון רחב של אוכלוסיות: פרחי-הוראה, מורים בפועל, מדריכים, רכזים ומורי-מורים.

מסגרת הניתוח המוצעת בעדש"ה שונה במספר היבטים משמעותיים ממסגרות אחרות בהן נעשה שימוש בתכניות מבוססות-וידאו: הניתוח מתמקד בעיקר במורה; יחידת הניתוח היא שיעור שלם ולא אפיזודות בנות דקות אחדות; הסרטים המוצגים בהשתלמויות אינם אמורים להיות סרטים המדגימים 'הוראה מיטבית'; הניתוח לא נועד לספק הערכה או משוב למורה או לשיעור, אלא לתמוך בנורמות ניתוח לפיהן המשתתפים משתדלים להימנע או להפחית בשיפוטיות. כמו כן, מושם דגש רב על התוכן המתמטי בשיעורים במטרה ליצור אקלים מתמטי-פדגוגי המעודד שיח פורה. אקלים כזה עשוי לתרום למורים בפיתוח כלים לרפלקציה ובגיבוש הידע המתמטי להוראה (נוריק, 2015).

3.1 שש העדשות

מסגרת הניתוח של שש העדשות מאפשרת לייחס מטרות ואמונות למורים אחרים, ולדון ברעיונות המתמטיים שהוצגו בשיעור, במטלות שניתנו בו, בדילמות שהמורה חווה בשיעור ובאינטראקציות של המורה עם תלמידיו. כאמור, אחת מנורמות הדיון היא התרחקות משיפוטיות, וניסיון מתמשך לנסות להבין מה המורה מרוויח (ו/או מפסיד) מהבחירות שלו, גם אם הצופה אינו מסכים עם בחירות אלה. שש העדשות מפורטות להלן.

א. רעיונות מתמטיים ומטה-מתמטיים

עדשה זו מתמקדת בתוכן המתמטי של שיעור נצפה, אשר עשוי לכלול נושא מתמטי או שילוב של מספר נושאים מתוך תכנית הלימודים; העשרה מתמטית; בניית מודל מתמטי לסיטואציה מציאותית; תרגול פרוצדורות ועוד. עדשה זו מאפשרת עיסוק ברעיונות המתמטיים שקשורים בשיעור, גדולים כקטנים, באלה שמצויים בו ובאלה שאמנם קשורים לשיעור אך אינם מצויים בו. בנוסף, העדשה מזמנת עיסוק ברעיונות מטה-מתמטיים כגון: מהי הוכחה; משמעותה של דוגמה נגדית להפרכת טענה; שימוש בייצוגים וכיו"ב. במסגרת דיון עם מורים סביב שיעור מצולם, אפשר לפרוש את הרעיונות המתמטיים והמטה-מתמטיים סביב נושא השיעור, להבחין בין אלה שעלו בשיעור עצמו ואלה שהמורה החליטה – במודע או שלא במודע – לא להעלותם, ולשער את הסיבות לכך. בחינה מעמיקה של המתמטיקה בשיעור, כולל דיון במרחב האפשרויות שהנושא מזמן, עשויה לסייע למורים לבחון את בחירותיהם בצורה מודעת ומושכלת.

ב. מטרות

מטרות המורה נגזרות מהרעיונות המתמטיים בהם בחרה להתמקד. מבט בשיעור מוסרט דרך עדשה זו, מתייחס למטרות של המורה הן בתכנון השיעור והן בפעולותיה בשיעור עצמו. חשוב לציין שהניתוח מיועד לייחס למורה מטרות מתוך הצפייה בסרט; יתכן ואלה לא תהיינה המטרות המקוריות שהמורה חשבה עליהן, אך ייחוס זה לא נועד לחשוף מטרות 'אמיתיות'. מטרת הייחוס היא עידוד חשיבה רפלקטיבית על ידי ניסוח של מגוון מטרות אפשריות לפעולות מסוימות של המורה ופיתוח מודעות לכך שניתן לבנות שיעור לאור מטרות. בנוסף, בעזרת הייחוס ניתן להיווכח

כי לאותה פעולה של מורה תיתכנה מטרות שונות. כמו כן, ייחוס מטרות עשוי להצביע על כך שלעיתים מטרות עשויות להשתנות במהלך השיעור כתוצאה מתהליכים בלתי צפויים (כגון הערה או שאלה של תלמיד). שימוש בעדשה זו מאפשר להסיט את הדיון משיפוטיות לרפלקציה על ידי שימוש של המנחים באסטרטגיה הבאה: 'ההנחה בדיון היא כי המורה פועלת כמיטבה לקדם את הלמידה. על סמך הנחה זו, מה יכולה להיות מטרותה של המורה בפעולה הנצפית?'. דיון בשאלה מזווית זו מחייב חשיבה מעמיקה וחיפוש במרחב המטרות האפשריות, גם כאלה שלא עולות מידית על הדעת, ובכך מפחית את העיסוק בשיפוט של פעולת המורה כטובה יותר או פחות.

ג. מטלות

המטלות, המשימות והשאלות שהמורה מציגה לתלמידים הן הכלי המרכזי אשר באמצעותו ניתן לממש את המטרות שנגזרו מהרעיונות המתמטיים שנבחרו לשיעור. המטלות מהוות את חוט השדרה דרכו נבנים המושגים המתמטיים, מתבצע תרגול של פרוצדורות ומתפתחות אסטרטגיות חשיבה ודרכי פתרון בעיות. ניתן לאפיין מטלה בעזרת רמת המורכבות שלה, אורך הזמן המוקצה לצורך פתרון (מדקות ספורות ועד שיעור שלם ויותר), רמת החשיבה הנדרשת והקשיים הצפויים, הנושאים המתמטיים בהם היא נוגעת, ה'מרחק' בין הידע שיש לתלמידים לבין יישומו במטלה, מספר הפתרונות ואסטרטגיות הפתרון שהיא מאפשרת, ועוד. כמו כן, בהשוואה לניתוח משימה כתובה, שלא בהקשר ה'חי' של שיעור, צפייה במשימה 'בפעולה' בזמן שיעור מאפשרת להבחין כיצד המורה הציגה את המשימה, ניצלה את הפוטנציאל שלה, השיגה דרכה מטרות, שזרה את הרעיונות המתמטיים והתמודדה עם הדרך בה תפשו התלמידים את המשימה ופעלו בה. דיון בעזרת עדשה זו, המתמקדת במה שהמטלות מאפשרות בכיתה (ומה שלא), עשוי לתרום בפיתוח כלים לבחירת מטלות שיהלמו את מטרותיהם של המשתתפים ואף ליצירתן אד-הוק.

ד. אינטראקציות עם התלמידים

מרכיב ניתוח זה עוסק באפיון האינטראקציות שהמורה מובילה ומאפשרת בשיעור בעקבות המשימות והבעיות עליהן עובדים בכיתה. בחינת האינטראקציות בין מורה לתלמידה כוללת ניתוח של: שאלות שהמורה מוסיפה בעקבות המשימה; אינטראקציות בין המורה לתלמיד בודד, בין המורה לקבוצת תלמידים, ובין התלמידים לבין עצמם; אינטראקציות בהן ניתן להצביע על סוגיות של סמכות וסמכותיות, מתן עצמאות (או הגבלתה) ליוזמות תלמיד, טיפול בהטרוגניות ועוד. במרכיב זה כלולה גם התייחסות המורה לתשובות תלמידים (אשר עלולות להציב את המורה בפני הכרעות ודילמות, ראו העדשה הבאה), הטיפול שלה באי-הבנות ושגיאות, יצירת נורמות כיתתיות והקפדה עליהן, משובים לעבודת התלמידים והיבטים לא מילוליים של התנהגות המורה (כגון נינוחות, קצב התנהלות, מחוות).

ה. דילמות וקבלת החלטות

האינטראקציות עם התלמידים מעמידות את המורה בצורך לקבל עשרות החלטות מסוגים שונים במהלך שיעור בודד. מגוון ההחלטות כולל מתן רשות דיבור, העמדת שאלה של תלמיד לדיון כיתתי או דחייתה, היצמדות למערך המקורי או לחילופין שינוי לאור התפתחויות לא צפויות בכיתה, הוספת/הורדת משימות ועוד. חלק מהחלטות אלה מהוות פתרון לדילמה כלשהי. במסגרת פרויקט עדש"ה, אנו מתייחסים לדילמה כאל מצב המחייב החלטה (או פעולה) כאשר עומדות בפני המחליטה מספר חלופות שאין לאחת מהן עדיפות ברורה, ולכן אין החלטה אופטימלית לפתרון.

מרכיב ניתוח זה מחייב לאתר ולהציף את דילמות המורה במהלך השיעור, לתאר אותן ואת המורכבות שלהן, ומאפשר דיון בהחלטות שקיבלה המורה לפתרון הדילמה על ידי ניתוח היתרונות והחסרונות של החלטות אלה לעומת אלטרנטיבות שניתן להעלות על הדעת. גם כאשר במהלך הדיון בין המורים הצופים הנטייה היא להכרעה שונה מזו של המורה בסרט, המתדיינים נדרשים למצוא יתרונות אפשריים של הדרך שבחרה המורה, אפילו כאשר יתרונות אלה הם תלויי הקשר. באופן כזה, גם עדשת הדילמות תורמת להפחתת השיפוטיות.

ו. אמונות

מזה כשלושה עשורים נפוץ המחקר לגבי אמונות של מורים למתמטיקה, ונמצא כי הן משפיעות באופן ניכר על הפרקטיקה (Ernest, 1989; Schoenfeld, 2010; Thompson, 1992). לכל מורה ישנן אמונות לגבי מתמטיקה כתחום תוכן ולגבי למידה והוראה של מתמטיקה, אשר מהוות חלק מזהותה המקצועית ומאופן תפקודה. אמונות אלו באות לידי ביטוי בדרכים גלויות או סמויות, ויש להן השפעה רבה על פעולות המורה ומשום כך על האופן בו תלמידים עשויים לתפוס את המקצוע ואת עצמם ביחס למקצוע. על כן, העלאת אמונות מורה לדיון מפורש מעיר את תשומת לב המורים למרכיב זה בעבודתם ועשוי לעודד רפלקציה של מורים על האמונות של עצמם. השאלות שמורים נשאלים בדיונים הן לדוגמה: על פי מה שמתרחש בשיעור, אילו אמונות ניתן לייחס למורה לגבי אופייה של המתמטיקה כדיסציפלינה? איך המורה תופסת את תפקידה ואת תפקיד תלמידה? מה עשויה להיות ההשקפה שהמורה אוהז בה לגבי מהותה של 'הוראת מתמטיקה טובה'? באופן עקיף, כלי ניתוח זה מאפשר למורים לבחון את אמונותיהם, וכן לחשוף את הקשרים בין אמונות למעשים בכיתה.

כאמור, שש עדשות אלה מהוות את המסגרת לניתוח שיעורים מוסרטים בהשתלמויות. צוות הפרויקט מנתח כל שיעור שהוסרט לפי כלים אלו, ומציע 'מדריך למנחה' ו'מדריך לצופה' ובהם הצעות לפעילויות ושאלות רלוונטיות. הצפייה בשיעורים בהשתלמויות עצמן יכולה להיעשות בעזרת כל העדשות, בעזרת חלקן או ללא עדשות, כלומר 'צפייה חופשית'. מודלים שונים אלו קשורים למטרות המנחה באותו מפגש.

4. השיעור היפני שנבחר למחקר

מבין שלל השיעורים הנצפים במסגרת השתלמויות עדש"ה, אתמקד במחקר זה בשיעור ייחודי בגיאומטריה לכיתה ח' ביפן (ייחודו של השיעור יפורט בהמשך). שיעור זה שימש את הרכבי ושונפלד (Arcavi & Schoenfeld, 2008) בהשתלמות ניסיונית למורים, מבוססת וידאו, שמטרתה הייתה לצייד את המורים המשתתפים בכלי ניתוח עבור הפרקטיקות של עצמם. השתלמות זו היוותה מאוחר יותר בסיס לפרויקט עדש"ה, והשיעור היפני הוא אחד השיעורים הראשונים שנותחו על ידי צוות הפרויקט והוצגו למורים.

שיעור הגיאומטריה מיפן צולם בשנת 1995 במסגרת פרויקט וידאו של TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Studies). ה-TIMSS הוא סקר בינלאומי בחינוך מתמטי ומדעי המבוצע על ידי ה-IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement) הבודק את רמת ההישגים במתמטיקה ומדעים בעזרת מבחנים בקרב תלמידי כיתות ד' ו-ח' ברחבי העולם. מלבד מבחני ידע, במסגרת זו נאסף מידע מתלמידים,

מורים ומנהלי בתי-ספר בקשר לתכנית הלימודים, ההתנהלות בכיתה, שיעורי הבית ומאפייני בית הספר. בשנת 1995, נאספו במקביל לנתונים הנ"ל גם צילומי וידאו אשר התמקדו בהוראה בכיתה. בסך הכול צולמו 231 שיעורים בכיתות ח' בארה"ב, גרמניה ויפן. הכיתות בהן צולמו השיעורים נבחרו כך שיהיו מדגם מייצג של התלמידים באותה המדינה, וזאת גם על בסיס הישגי בתי הספר במבחני ה-TIMSS. ביפן צולמו בסך הכול 50 שיעורים ב-50 בתי ספר אשר מייצגים מחוזות שונים (Stigler, Gonzales, Kawanaka, Knoll & Serrano, 1999). אחדים משיעורים אלו פורסמו לכלל הציבור, ואחד מהם הוא שיעור הנקרא 'שינוי צורה ללא שינוי שטח' (לעיתים נקרא גם בשם הקיצור 'חלקת האדמה', ומעתה אשתמש בקיצור זה), ובו אתמקד כאן. בשל אפיון השיעור כלא שגרתי, נכתבו על שיעור זה מאמרים רבים והוא ידוע בקהילת החינוך המתמטי בעולם. ייחודו של השיעור בכך שהוא מתמקד במשימה אחת בלבד (ובמשימת המשך שלה), ומשימה זו מעניינת ומגרה לחשיבה. נושא השיעור הוא שטחים; ברוב ספרי הלימוד מופיעות בעיקר משימות חישוביות או משימות הוכחה בנושא זה, ואילו בשיעור זה ניתנת לתלמידים בעיה מחיי היום-יום הדורשת יישום לא טריוויאלי של תכונה גיאומטרית מוכרת. מורים רבים שצפו בשיעור התפעלו ממשימה זו, ומכך שהשיעור בנוי היטב, התלמידים מפגינים מעורבות, התקשורת בין המורה לתלמידים רציפה ורמת החשיבה המתמטית הנדרשת היא גבוהה (Lopez-Real & Leung, 2001). סיגל (Siegel, 2010) מציין כי השיעור הוא לא פחות מיצירת מופת של הוראה, וניהול הכיתה יוצא דופן.

4.1. אפיון שיעורי מתמטיקה ביפן

'חלקת האדמה' הוא שיעור אשר נחשב כמייצג של שיעורי מתמטיקה ביפן ושל המסורת של הוראת המתמטיקה עליה הוא מושתת, כגון 'חקר שיעור' (Lesson Study; Fernandez & Yoshida, 2004). שיעורי המתמטיקה ביפן זכו להתעניינות מיוחדת בסוף המאה הקודמת לאור הצלחת המדינה במבחנים הבינלאומיים ולאור סקר הוידאו של TIMSS. מאז, נכתבו ספרים ומאמרים רבים על למידה והוראה ביפן בכלל ובמתמטיקה בפרט (Lopez-Real & Leung, 2001; Siegel, 1999; Stigler & Hiebert, 2010). לפי סטיגלר והיברט (Stigler & Hiebert, 1999), שיעורים יפניים מתאפיינים בין היתר בעיסוק מתמשך בבעיה אחת – עיסוק זה כולל זמן נרחב לעבודה עצמית, לדיון כיתתי ולמתן מרחב רב להצעות ולפתרונות אלטרנטיביים של התלמידים השונים. בשיעורים יפניים, תלמידים מבלים בפתרון בעיות מאתגרות ודיון במושגים מתמטיים זמן העולה על זה המוקדש לתרגול מיומנויות. תרבות ההוראה היפנית מושתתת על הגישה כי על הוראת המתמטיקה לשזור בין מושגים, עובדות, פרוצדורות ופתרון בעיות. גישה זו באה לידי ביטוי בחיפוש דרכי פתרון שונות לבעיות, העמקה בדרכים ושיטות אלו, חיפוש דרכים יעילות יותר, דיון מפורש בקשרים שנמצאו ותיעוד מפורט ומסודר של הנעשה במהלך השיעור על הלוח. גם שיעורים המוקדשים להוראת פרוצדורות בנויים סביב פתרון בעיות והדגשת המושגים. בהתאם לכך, תפקיד מרכזי של מורים יפניים הוא הובלת דיונים כיתתיים, הצגת שאלות על דרכי הפתרון המוצעות, וסיכום הסוקר את מגוון השיטות שהוצעו. לעיתים רחוקות מורה יראה לתלמידים את הפתרון באמצע השיעור: למורים חשוב שהתלמידים 'יאבקו' בעצמם בבעיה, ויעשו זאת לאורך זמן, כדי שהדיון בבעיה ובפתרונה בהמשך יהיה משמעותי עבורם. תיאור זה הולם את מבנה השיעור העומד במרכז עבודה זו.

מסורת ההוראה היפנית מקבלת ביטוי גם בשפה ולראייה ישנן מילים מיוחדות אשר מתארות את הפרקטיקות הנפוצות בשיעורים: העיסוק במטלות שנבחרו בקפידה כולל גם דיון נרחב במטלות ובפתרונות שלהם ('נריאגה') תוך דגש על מראה הלוח ותכנונו ('באנשו'), שאילת שאלות מפתח ('הטזומון'), עזרה לתלמידים בזמן עבודה עצמית ('קיקן-שידו'), וסיכום של השיעור בידי המורה ('מטומה'). עצם קיומם בשפה של מונחים דידקטיים מפורשים אלו מצביע על תפישה מגובשת וממוסדת של תפקידי המורה בשיעור (Shimizu, 1999). טאקאהשי (Takahashi, 2006) מציין כי ספרי הלימוד היפניים ערוכים כסדרה של פעילויות סביב מטלות, ולא כאוסף שאלות, ובכך תומכים בגישת הוראה זו. גורם תומך נוסף, אשר במהלכו מורים צעירים יכולים ללמוד הן מנסיונם של מורים ותיקים והן משיתוף פעולה בהכנה ובניתוח בצוותא של שיעורי עמיתים, הוא מסורת 'חקר-שיעור' (lesson study) הנפוצה ביפן (Fernandez & Yoshida, 2004). במסגרת זו, כחלק מהכשרתם המקצועית, בוחרת קבוצת מורים נושא מתמטי, מתכננת שיעור במשותף, ולאחר מכן אחד מהמורים מלמד את השיעור בכיתתו. שאר המורים צופים בשיעור, ולאחר מכן המורים כולם דנים בו ומציעים שינויים. בשלב הבא, מורה אחר מהקבוצה יעביר בכיתתו את השיעור ה'משופר', וכך הלאה. מסורת זו זכתה גם היא להתעניינות עולמית, ונוסחה, במידות שונות של הצלחה, בארה"ב ובמדינות נוספות (Fernandez, 2002). גרסה נוספת של חקר שיעור כוללת צפייה בשיעורי מורים מומחים, ובדיון של עמיתים מומחים המנתחים את הוראתו. כאמור, השיעור 'חלקת האדמה' מייצג את ההיבטים של תרבות ההוראה והלמידה ביפן, ומגולמים בו רבים מהמאפיינים שהוזכרו לעיל.

4.2. מהלך השיעור והמטלות שהוצגו בו

השיעור הוא שיעור בגיאומטריה לכיתה ח' שאורכו 50 דקות. בכיתה 35 תלמידים, מורה ראשי ומורה מסייע. בטבלה 1 ניתן לראות את מהלך השיעור, את המטלות שהוצגו בו ואת משך הזמן של חלקי השיעור השונים:

	מליאה: חזרה על נושא השיעור הקודם. המורה מראה תרשים על מסך מחשב כדי להזכיר את המשפט לפיו למשולשים בעלי בסיס משותף בין קווים מקבילים יש שטחים זהים. כדי ליצור את המשולשים המורה מזיז את נקודת הקדקוד לאורך הישר העליון.	2 דקות
	מליאה: המורה מסרטט תרשים על הלוח ומציג בעיה: להלן נתונה חלקת האדמה של בנדו. לצידה נמצאת חלקת האדמה של ציבה. קו הגבול בין חלקות האדמה הוא קו שבור. אנחנו מעוניינים להפוך אותו לקו ישר מבלי לשנות את גודל שטחי האדמה של שני השכנים. המורה מעביר מקל לאורך הסרטוט ושואל את התלמידים היכן לדעתם יתקבל הפתרון. עבודה עצמית: המורה מנחה את התלמידים לחשוב על הבעיה לבד במשך 3 דקות. לאחר מכן המורה מאפשר לתלמידים להיעזר במורה מסייע שנמצא בכיתה, בחברים או בכרטיסי רמזים שהוכנו על ידו מראש.	16.5 דקות
	מליאה: שני תלמידים מסבירים לכיתה את הפתרון שלהם לבעיה. פתרון התלמיד הראשון: ראשית יוצרים משולשים. השטחים של משולשים בין ישרים מקבילים הם שווים, לכן אנחנו יכולים לסרטט כאן קו. פתרון התלמידה השנייה: אנחנו יוצרים משולש ודרך הקדקוד שמול בסיס המשולש מסרטטים מקביל לבסיס. מאחר ואורך הבסיס לא משתנה והגובה בין קווים מקבילים גם כן לא משתנה, לא משנה איפה נסרטט קו – שטח המשולש החדש שנוצר זהה לשטח המשולש המקורי. המורה מבהיר את הפתרון.	5 דקות
	מליאה: המורה מציג את הבעיה השנייה: נתון מרובע. הפכו אותו למשולש מבלי לשנות את שטחו. עבודה עצמית: התלמידים מנסים לפתור את הבעיה. הנחיות המורה דומות לאלה שבחלק הקודם (3 דקות לעבודה עצמית ולאחר מכן עבודה בקבוצות ו/או בעזרת מורה או כרטיסי רמזים).	22 דקות
	מליאה: המורה מסכם את פתרונות התלמידים על הלוח וממחיש את הפתרון באמצעות מחשב. להלן חלק מן הפתרונות שהוצגו על הלוח על ידי התלמידים:	3 דקות
	שיעורי בית: נסו להפוך מחומש למשולש מבלי לשנות את שטחו של המחומש. תלמידים המעוניינים בכך יכולים לעבוד עם מצולע בן עשר או עשרים צלעות. תלמיד: האם ניתן להמיר מעגל למשולש?	1.5 דקות

טבלה 1. חלקת האדמה (שינוי צורה ללא שינוי שטח): תרשים מבנה השיעור.
(מעובד מתוך אתר עדש"ה: <http://adasha.weizmann.ac.il/video/change>)

4.3. תיאור השיעור בעזרת שש העדשות

התיאור המוצג מטה מתבסס ברובו על עבודתם של חברי פרויקט עדש"ה. חלקים ממנו מעובדים מתוך ה'מדריך לצופה' הנמצא באתר הפרויקט: <http://adasha.weizmann.ac.il/video/change>.

4.3.1. רעיונות מתמטיים ומטה-מתמטיים

רעיונות מתמטיים העולים בשיעור הם: שטח משולש, שטח מצולע, שטח מעגל; משולשים שונים בעלי שטחים זהים, מצולעים שונים בעלי שטחים זהים; תכונות של משולשים בין שני קווים מקבילים (כאשר צלע אחת מונחת על ישר אחד והקדקוד הנגדי על הישר השני); הוכחה גיאומטרית (ללא מספרים); פיצויי שטחים או שינוי צורה ללא שינוי שטח; רעיונות מטה-מתמטיים בשיעור: הכללה של תהליך מתמטי (מספרים הולכים וגדלים של צלעות במצולעים עבורם ניתן לשנות צורה ללא שינוי שטח, ובגבול אף מעגל); פתרונות איזומורפיים – מתי פתרונות נחשבים זהים ומתי הם שונים?.

4.3.2. מטרות

ניתן לייחס לפעולות המורה היפני מטרות רבות ומגוונות. אפשר להבחין בין מטרות נקודתיות של פעולות מסוימות (אותן אפרט בהמשך), ובין מטרותיו עבור השיעור כולו, לדוגמה: המורה מבקש להדגים יישום של משפט שנלמד בעבר; המורה מעוניין שהתלמידים יתמודדו עם בעיה שפתרונה אינו ברור ומידי (ישנו 'מרחק' גדול בין התכונה עליה הפתרון מתבסס לבין היישום של תכונה זו בפתרון הבעיה); המורה מעוניין לקרב את המתמטיקה לחיי היומיום; המורה רוצה להעביר לתלמידים מסר של יכולת ומסוגלות מתמטית על ידי אתגור שלהם בבעיות שדורשות חשיבה מסדר גבוה; המורה רוצה לעודד חשיבה יצירתית ומתמטית; המורה מעוניין להגיע למיצוי כלל הפתרונות האפשריים לבעיה; המורה רוצה שהתלמידים ידעו 'לראות' מבנה גיאומטרי, לא בהכרח בהתאם לפרוטוטיפים שהורגלו אליהם; המורה רוצה שהתלמידים יבינו את הקשר בין השטחים של שני משולשים שונים. בנוסף, הוא רוצה שיבינו את התנועה הדינמית של נקודה, שיוצרת אינסוף משולשים שונים בעלי שטחים זהים. בכמה אירועים המתרחשים בשיעור ניתן לייחס למורה מטרות נקודתיות שונות ואף מנוגדות, למשל:

- **הצגת המשפט הגיאומטרי שנלמד בשיעור הקודם, בעזרת מחשב.** מטרות אפשריות לכך: יצירת רצף בין השיעורים; 'שתילת' רעיונות לפתרון הבעיה שתוצג בהמשך; צמצום ה'מרחק' בין הידע של התלמידים לבין דרישות הבעיה שתוצג. מטרה אפשרית נוספת היא לאפשר לתלמידים לחוות בהמשך השיעור את התחושה כי לא מספיק להכיר תכונה גיאומטרית, אלא יש גם לדעת להחיל אותה במצבים מסוימים אשר אינם בהכרח מזמנים אותה באופן בולט. על כן, יש להתנסות ביצירת תנאים (בניות עזר) אשר יאפשרו את יישומה. ניתן לדון בהחלטת המורה הנוגעת לעצם התזכורת, וכן לבחירה לעשותה באמצעות הדגמה דינמית במחשב.
- **הצגת הבעיה והעברת המקל של המורה לאורך הסרטוט על הלוח.** בתום הסבר הבעיה, המורה מבקש מהתלמידים להעריך היכן יעבור הקו. בתחילה הוא ממקם את המקל במספר פוזיציות, רובן שגויות בהכרח (משום שאחד השכנים בבעיה רק מרוויח שטח ואילו האחר רק מפסיד) ולאחר מכן הוא מזיז את המקל הלוח ושוב לאורך הסרטוט (תמונה 1):



תמונה 1. המורה מעביר את המקל לאורך הסרטוט.

ניתן לייחס מטרות מנוגדות למהלך זה: סיגל (Siegel, 2010) טוען כי מטרת המורה במעשה זה היא דווקא לרמוז לתלמידים היכן כדאי לצייר את קווי העזר, וזאת משום שאחד הקשיים הגדולים בבנייה או בהוכחה בגיאומטריה הוא להבין היכן יש לבנות את הקווים החסרים. לעומתו, יש הגורסים שתנועה זו מבלבלת את התלמידים ולא מכוונת אותם לפתרון, והמורה מנסה להקשות עליהם, במטרה לאתגרם. מטרות נוספות עשויות להיות מתן אומדן לפתרון תוך תחימת מרחב האפשרויות ופסילתם של מקרים קיצוניים; הבהרה נוספת לגבי מה שדורשת הבעיה; המחשה כיצד יישור קו הגבול כרוך בפיצוי בין השטחים של השכנים.

- דרישת המורה לזהות עוד פתרונות אפשריים לבעיות. מטרות אפשריות הנגזרות מכך: העלאת רמת הקושי של הבעיה; מתן הזדמנות לתלמידים שונים, בעלי דרכי התבוננות שונות; העמקה מתמטית הנוצרת מהיכרות עם פתרונות שונים של אותה הבעיה.

4.3.3. מטלות

שאלות ובעיות הקשורות לנושא שטחים עוסקות, ברובן המכריע, בחישוב או בהוכחות. שתי המטלות בשיעור זה יוצאות דופן בכך שאינן דורשות חישוב או הוכחה, ולמעשה לא ניתן לפתור אותן בדרך של חישוב. מטלות אלו דורשות פיתוח חשיבה ויישום של תכונות בצורה לא טכנית. אמנם, פתרון בעיות או תרגילים מתבסס בדרך כלל על יישום של תכונה או מספר תכונות, אך במקרה זה התחכום ביישום של התכונות נעוץ ב'מרחק' בין התכונה ליישומה. ישנן משימות בהן יישום התכונה הנדרשת הוא מידי ושקוף ואינו דורש אלא פעולה טכנית ישירה, ואילו במטלות של השיעור היפני, גם כאשר התכונה הנדרשת הוזכרה בתחילת השיעור, יישומה כלל אינו מידי: בסרטוט הבעיה אין משולש כלשהו, אין קווים מקבילים ואין כל רמז כיצד ליישם את התכונה גם אם יודעים שיש להתבסס עליה. התלמידים נדרשים לבצע פעולות מסוימות (לצייר בניות עזר לא מובנות מאליהן) כדי שתנאי המשפט יתקיימו בסרטוט. מאפיין זה, של 'מרחק' בין תכונה ליישום, עשוי לשמש מורים ככלי לבחירה וטיפול במטלות בשיעור (כיצד מווסתים את המרחק הזה, מתי המרחק טריוויאלי מדי, מתי הוא גדול מדי, והאם תלמידים מסוגלים להתמודד אתו בעצמם).

סוגיה נוספת לדיון היא הקשר בין המטלה הראשונה לשנייה: במטלה השנייה התלמידים נדרשים ליישם שוב את המשפט מתחילת השיעור, אך לא באותה דרך כמו במטלה הראשונה. אמנם, גם כאן יש להעביר קו עזר ואז להעביר קו מקביל לו, אך צריך להבחין כי הפעם צלעות סמוכות של המרובע משמשות באותו התפקיד של הקווים שתחמו את השטחים במטלה הקודמת. הבחנה זו אינה מידית ולכן גם המטלה השנייה מאתגרת ומערבת את התלמידים בעשייה וחשיבה. היבט נוסף של ניתוח המטלות הוא התייחסות למספר הפתרונות שלהן, למספר הדרכים המובילות לכל פתרון, ולפתרונות שהמורה היפני בחר להתמקד בהם בכיתה.

הפתרון למטלה הראשונה (תמונה 2) מתבסס על המשפט המוזכר בתחילת השיעור: ראשית, מעבירים קו בין שני קצוות קו הגבול השבור, כך שייווצר משולש. לאחר מכן, מעבירים קו שמקביל לקו שצויר, ועובר דרך קדקוד המשולש. כעת ניתן ליישם את המשפט, ולהחליף את קו הגבול השבור בקו ישר אשר יוצר משולש בעל אותו בסיס ואותו גובה ולכן גם בעל אותו שטח. ניתן לייצר שני קווים ישרים שונים כאלה, ולכן מתקבלים שני פתרונות בדרך זו.



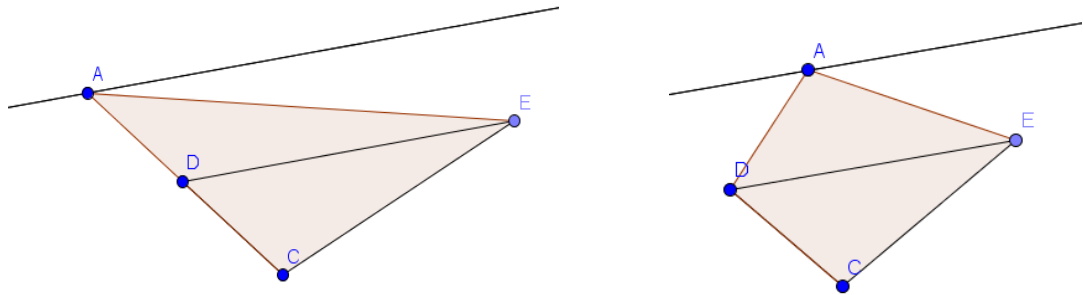
תמונה 2. פתרון למטלה הראשונה בשיעור (צילום מתוך הסרט).

לופז-ריאל וליאנג (Lopez-Real & Leung, 2001) תוהים מדוע המורה לא נתן מקום לפתרון נוסף, אותו הם מכנים 'פתרון הקו הישר'. כאשר המורה מעביר את המקל שלו לאורך הציור (תמונה 3), נוצר מצב בו המקל מחלק את הקו השבור לשלושה משולשים. ניתן למצוא, בעזרת תוכנת מחשב למשל, מתי שטחי שני המשולשים בצד של ציבה שווים בדיוק לשטח המשולש בצד של בנדו, ובכך להגיע לפתרון בדרך שונה.



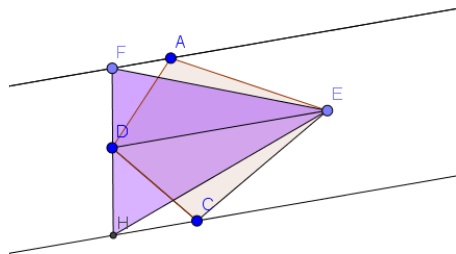
תמונה 3. המקל מחלק את הקו השבור לשלושה משולשים (צילום מתוך הסרט).

עבור המטלה השנייה, שמונה הפתרונות השונים המוצגים בשיעור מתבססים על בניית עזר שהשראתה באה מאותו משפט שהוזכר בתחילת השיעור. כדי להפוך את המרובע ADCE (תרשים 1) למשולש מבלי לשנות את שטחו, יש לסרטט את אחד מאלכסוניו, למשל DE, כך שייווצרו שני משולשים. כעת, מסרטטים קו מקביל לאלכסון דרך אחד הקדקודים, למשל קדקוד A, ומזיזים את הנקודה A לאורך הקו המקביל עד שהצורה ממנה התחלנו תהפוך למשולש. מכיוון ששטח המשולש ADE לא השתנה עם ההזזה, נקבל ששטח המשולש ACE זהה לשטח המרובע המקורי. ניתן לקבל שמונה פתרונות שונים על ידי הזזת כל אחד מארבעת קדקודי המרובע לשני כיוונים שונים.



תרשים 1. פתרון המטלה השנייה בשיעור.

המורה היפני סרטט על הלוח עשרה מרובעים עליהם תלמידים יכולים להציג פתרונות, בעוד שלבסוף הוא הראה כי ישנם רק שמונה פתרונות לפי השיטה שהציג בשיעור. לגבי מטלה זו, ניתן לדון בבחירה לצייר עשרה מרובעים, בקשרים בין הפתרונות ובהיתכנותם של פתרונות נוספים. לופז-ריאל וליאנג (Lopez-Real & Leung, 2001) מציינים כי למעשה יש אינסוף פתרונות למטלה השנייה: לאחר סרטוט האלכסון DE במרובע ADCE מסרטטים לאלכסון שני מקבילים (תרשים 2), העוברים דרך הקדקודים A ו-C, ומסרטטים קו ישר בין המקבילים העובר דרך הקדקוד D. לאחר מכן מחברים את קצוות הקו HF עם הקדקוד E כך שיווצר משולש ששטחו כשטח המרובע המקורי. מכיוון שאת הנקודות H ו-F בסרטוט ניתן להזיז, מתקבלים אינסוף פתרונות.



תרשים 2. פתרון בו הועברו שני מקבילים.

העובדה שהמורה היפני לא הציג פתרונות אלו מהווה גם היא סוגיה לדיון.

4.3.4. אינטראקציות עם התלמידים

ניתן לזהות בשיעור מגוון סוגי אינטראקציות. מכיוון שהבעיה מאתגרת והתלמידים לא פותרים אותה במהרה, המורה מציע להם עזרה בדרכים שונות. כמקובל בשיעורי מתמטיקה ביפן, בתחילה הם נדרשים לחשוב לבדם על הבעיה במשך 3 דקות. לאחר מכן, מוקצה זמן ממושך לעבודה עצמית, ובו חלק מהתלמידים משוחחים עם המורה, חלק מהם עובדים בזוגות או בקבוצות, וחלק ניגשים לקחת כרטיסי רמזים שהמורה הניח. לבסוף, המורה בוחר תלמידים להציג את הפתרונות על הלוח. ניתן לבחון את האינטראקציות השונות של המורה עם התלמידים בזמן העבודה

העצמית ובזמן ההצגה על הלוח. למשל, אפשר לשאול כיצד אינטראקציות אלו תומכות בלמידה בכיתה.

להלן עוד מספר פעולות של המורה אשר יכולות להוות בסיס לדיון בעדשה זו:

- המורה מציג את המשפט שמהווה בסיס לפתרון הבעיה בהתאם לפרוטוטיפ שהתלמידים מורגלים בו – הקווים המקבילים הם אופקיים. אולם, הבעיה עצמה מוצגת שלא בהתאם לפרוטוטיפ, מה שעלול להקשות על זיהוי דרכים ליישום המשפט (בבניית העזר הקווים המקבילים, אותם יש לצייר, מאונכים). בעבור חלק מהתלמידים המורה בוחר לתווך בין הפרוטוטיפ לבעיה עצמה, כאשר הוא מבקש מהם להטות את ראשם (תמונה 4), או מסובב את הסרטוט עבורם על מנת להקל עליהם.



תמונה 4. המורה מבקש מתלמידים להטות את ראשם (צילום מתוך הסרט).

- המורה לא ממחר לתקן תלמידים, וגם לא לאחר את טענותיהם, לדוגמה: 'אמרת שזו טעות. למה חשבת שזו טעות?'
 - בזמן העבודה הכיתתית המורה לא מסביר לתלמידים את הפתרון, אלא שואל שאלות שמכוונות אליו.
 - כאשר תלמיד מציג על הלוח, תלמיד אחר אומר: 'המורה, הוא מסרטט משהו לא נכון'. המורה עונה: 'בסדר, אז ההסבר ייקח יותר זמן'.
- לופז-ריאל וליאנג (Lopez-Real & Leung, 2001) מעלים תהיות הקשורות גם לאינטראקציות: באיזו מידה אינטראקציות אלה עשויות להוביל להבנה עבור רוב התלמידים? מדוע? האם ההוראה המוצגת 'סוגרת' אפשרויות ביחס לפתרונות אחרים? באופן כללי, האם הגישה המוצגת היא גישה פתוחה לפתרון בעיות, או למעשה המשך למסורת לימוד נוקשה?

4.3.5. דילמות וקבלת החלטות

נראה שלמורה היפני לא היו הרבה דילמות גלויות בשיעור. עם זאת, אופן הצגת המטלה והאינטראקציות עם התלמידים יצרו צמתי קבלת החלטות.

- המורה הציג את שם השיעור ('שינוי צורה ללא שינוי שטח') על הלוח רק לאחר שהציג את הבעיה הראשונה. מה יכולה להיות אלטרנטיבה להחלטה זו?

- תלמידה הציגה על הלוח הצעה שונה מהפתרון אליו התכוון המורה (הציעה לחצות את הגבול הקיים בין השכנים). האם כדאי לפתח רעיון זה? מה היתרונות והחסרונות בכך בהקשר של פתרון בעיות?

- כאשר המורה מציג את המטלה השנייה, הוא אומר: 'אני לא יודע אם המשימה הבאה משתמשת בזה [במטלה הקודמת] כבסיס או לא'. באילו אופנים ניתן היה להציג את הקשר בין המטלה הראשונה לשנייה? האם כדאי להפוך את הקשר בין המטלות לגלוי יותר עבור התלמידים?
- בזמן העבודה העצמית על המטלה השנייה, המורה מבקש מתלמידים שמצאו פתרון להציג אותו על הלוח. החיסרון בפעולה זו הוא שתלמידים שעוד לא הצליחו לפתור יגלו את התשובה. מה יכולים להיות היתרונות של מהלך זה?

4.3.6. אמונות

מצפייה בשיעור, ניתן לייחס את האמונות הבאות למורה:

- המורה מאמין שתלמידים חייבים ויכולים להתמודד עם בעיות מתמטיות מאתגרות. כל תלמיד יכול לפתור את הבעיה בעצמו, ואם יש צורך – ניתן לתווך את הבעיה לתלמידים. ניתן לייחס אמונה זו למורה על סמך הבחירה שלו במטלות המאתגרות עבור כיתה הטרוגנית, והאופן בו הוא מתווך את הבעיה לתלמידים.
- תיווך ועזרה לתלמיד הם לא אספקת רעיונות אלא הובלתו לפתרון על ידי שאלות תומכות. ניתן להבחין בכך לאורך כל הסרט, כאשר המורה לא מגלה את הפתרון אלא שואל שאלות מנחות ומספק רמזים.
- שגיאות הן שלב הכרחי ומבורך בדרך אל הפתרון, ויש לתת להן מקום, לכבדן ולדון בהן בפורום כיתתי. ניתן לראות זאת כשהמורה מבקש מתלמידה לכתוב על הלוח את פתרונה השגוי. לטענתו, 'אם אנשים יכולים לעשות זאת בפעם הראשונה, אז הם לא צריכים לבוא לבית הספר'. ציטוט זה מחזק את הטענה כי המורה מאמין שלא ניתן לדלג על שגיאות בדרך לפתרון.
- לכל התלמידים יש זכות להשתתף בדיון: לפי המורה, תלמידים לא חייבים להיות רהוטים כדי להציג על הלוח, וגם הבנה חלקית של פתרון מספיקה כדי להראות אותו לכלל.

מניתוח השיעור על פי שש העדשות עולה כי השיעור היפני עשיר בסוגיות לדיון הרלוונטיות לכל מורה למתמטיקה באשר הוא, ובכלל זה בישראל. ואכן, כבר מהקרנתו הראשונה, במסגרת ההשתלמות הראשונה של עדש"ה ב-2012, עורר השיעור הדים רבים בקרב המורים. לאחר שזיהיתי כי תופעה זו חוזרת על עצמה גם בהשתלמויות עדש"ה נוספות, התחזקה בי ההחלטה כי שיעור זה הוא בחירה ראויה לעבודה זו, וכי איסוף וניתוח תגובות המורים אליו במסגרת דיון מונחה עדשות, יעמדו במרכז עבודתי.

II. עיצוב המחקר

1. מטרת המחקר ושאלת המחקר

מחקר זה עוסק בניתוח דיוני מורים, המונחים על ידי מסגרת הניתוח של עדש"ה, סביב שיעור לא שגרתי (שמתקיים במערכת חינוך שונה מאוד מזו של ישראל). לפי סטיגלר והיברט (Stigler & Hiebert, 1999), הוראה נחשבת לפעילות תרבותית, אשר היבטים שלה מתפתחים בצורה טבעית, וכתוצאה מכך מורים אינם תמיד מודעים לכמה ממאפייניה הנפוצים ביותר. שיטות הוראה במדינה מסוימת עשויות להיראות הומוגניות בהשוואה להבדלים הניכרים בהוראה הנצפים במבט בין-תרבותי. החוקרים מוסיפים כי מבט בין-תרבותי הוא אחת הדרכים הטובות ביותר לראות מעבר למה שסמוי מן העין, ולחדד את הדרך בה מורים רואים את עצמם. במחקר זה, ברצוני להתחקות אחר אותה בחינה עצמית של מורים ישראלים בעקבות צפייה בשיעור מיפן, ולבדוק כיצד מורים נענים לכלי הניתוח ואילו סוגיות בולטות עברו. מחקר זה מוסיף אפוא נדבך למחקרים הקיימים על פרויקט עדש"ה (Karsenty, 2016; Arcavi & Karsenty, submitted; Karsenty, Arcavi & Nurick, 2015; נוריק, 2015; רותם, 2016).

השיעור היפני עורר התעניינות כבר כאשר הובא לידיעתו של צוות עדש"ה. התעניינות זו אף גברה כאשר במפגש פיילוט עם מורים מובילים, הסרט עורר עניין רב אך גם התנגדות עזה בקרב מספר מורים, התנגדות שהתרככה לאחר שאחת המורות קיבלה החלטה אמיצה וניסתה ללמד את השיעור בכיתה ישראלית. ניסיון זה הצליח מאוד. לאחר שנה, מורה זו החלה להנחות השתלמות עדש"ה בה לקחתי חלק כצופה שאיננה מתערבת ושאותה תיעדתי במטרה לחקור בהמשך היבטים מעניינים. בסופה של השנה הגעתי למסקנה כי התופעה הזכורה לי ביותר היא המפגש שעסק בשיעור היפני, אשר היה סוחף ומרתק, וכן המפגש העוקב, בו יותר ממחצית מהמורים המשתלמים סיפרו כי העבירו שיעור זה בכיתתם. השתלשלות עניינים זו גרמה להשערה שצפייה, ניתוח ודיון סביב שיעור כזה עשויים להשפיע הן על הרפלקטיביות של מורים והן על הפרקטיקה שלהם, ולכן כדאי להתחקות אחרי מפגשי השתלמויות כאלו באופן שיטתי. כפועל יוצא, שאלת המחקר שלי היא:

במה מתאפיינים דיונים בהשתלמויות עדש"ה בהם מורים ישראלים למתמטיקה צופים בשיעור היפני? אילו סוגי רפלקציה עשויים לבוא לידי ביטוי בהקשר זה?

2. מתודולוגיה

מחקר זה הוא מחקר איכותני, בו נעשה שימוש בחקר-מקרה מרובה (multiple case study; Stake, 2000; Yin, 2009), במטרה לזהות דפוסים החוזרים על עצמם בסיטואציות שונות. איסוף הנתונים נעשה בשיטות אופייניות למחקר מסוג זה (להלן).

2.1. שדה המחקר: השתלמויות עדש"ה

במהלך השנים 2012-2015, תועדו תשעה מפגשי עדש"ה בהם נצפה ונדון הסרט היפני. כל המפגשים היו חלק מהשתלמויות שנתיות למורי מתמטיקה בחט"ב ותיכון (in-service), שנערכו במרכזי פסג"ה ובמכון ויצמן. ההשתלמויות הונחו על ידי חברי צוות עדש"ה או על ידי מנחים שהוכשרו לכך מטעם הפרויקט. בכל השתלמות השתתפו בממוצע כ-14 מורים, אשר נפגשו 7-8 פעמים במהלך השנה, למפגשים שאורכם 3-4 שעות (בסך הכול, כל השתלמות ארכה 30 שעות

אקדמיות). לשיעור היפני הוקדש בכל תשעת המקרים מפגש שלם, במהלכו מורים צפו בחלקים מן השיעור ודנו בו בעזרת עדשות הניתוח. ברוב ההשתלמויות, העדשות בהן בחרו המנחים להתמקד בדיונים סביב הסרט היפני היו **רעיונות מתמטיים, מטרות, מטלות ואינטראקציות**. ברוב המקרים, המפגש שהוקדש לשיעור היפני התקיים סביב אמצע ההשתלמות, כך שהמורים כבר הכירו את מסגרת הניתוח והתנסו בה.

2.2. אוכלוסיית המחקר

בתשע ההשתלמויות לקחו חלק 133 מורים למתמטיקה, 109 מהם מורים בחטיבה העליונה, אשר רובם מלמדים ברמת 4-5 יחידות לימוד, ו-24 מורים בחטיבת ביניים. בתשעת המפגשים הספציפיים סביב השיעור היפני לקחו חלק בסך הכול 108 מורים (88 מהם מורי תיכון ו-20 מורי חטיבת ביניים). אוכלוסיית המורים היתה מגוונת מאוד מבחינת ותק, מגדר ומגזר: בהשתלמויות השתתפו מורים בעלי ותק רב, חלקם רכזים או מדריכים, לצד מורים בעלי ותק של שנים אחדות, נשים וגברים. האוכלוסייה כללה נציגים מן המגזרים הממלכתי, הממלכתי דתי, החרדי והערבי. כאמור, רוב המשתתפים היו מורי תיכון, ולמרות זאת מנחי ההשתלמויות בחרו להציג לפנייהם סרט המתאים לכיתה ח', לא רק ביפן אלא גם לפי תכנית הלימודים בישראל. הסיבות לכך הן שמלבד עושר הסוגיות הנמצא בסרט והוצג ברקע למחקר, הנושא המתמטי המרכזי בסרט נלמד גם בתיכון, והבעיה המוצגת בשיעור מאתגרת גם עבור מורים מנוסים, כפי שאציג בהמשך. את ההשתלמויות הנחו בסך הכול 8 מנחים, מהם 6 נשים ו-2 גברים. לאחת ההשתלמויות היו שני מנחים, ובנוסף שתי מנחות הנחו שתי השתלמויות כל אחת. כל המנחים עוסקים בחינוך מתמטי שנים רבות; עם זאת, עבור כולם, מלבד שניים, זו הייתה ההתנסות הראשונה בהנחיית השתלמויות.

2.3. איסוף הנתונים

נתוני המחקר נאספו בעזרת הכלים הבאים:

- **תיעוד המפגשים:** כל תשעת המפגשים בהם נצפה השיעור היפני תועדו בעזרת אחד או יותר מן האמצעים הבאים: צילום וידאו (4 מפגשים), הקלטת אודיו (3 מפגשים), רשימות שדה (5 מפגשים). צורות התיעוד של המפגשים נקבעו על פי אילוצים שונים¹.
- **רפלקציות כתובות:** ב-5 מבין ההשתלמויות נדרשו המורים להגיש רפלקציות כתובות כחלק ממטלת סיכום ההשתלמות. בארבע מבין חמש ההשתלמויות הללו, המורים התבקשו לבחור 3-4 שיעורים מצולמים מבין אלה בהם צפו במהלך ההשתלמות, לפרט מה למדו משיעורים אלו, ולהציג ניתוח שלהם בעזרת שש העדשות. בהשתלמות הנותרת, המורים התבקשו גם לדווח על רעיונות מתמטיים ופדגוגיים מתוך ההשתלמות אותם יישמו בכיתה, או מתכוונים ליישם. בסך הכול, 28 מורים מבין 74 המורים שהשתתפו בחמש ההשתלמויות הללו, התייחסו לסרט היפני במסגרת הרפלקציה שהגישו (בתוך 28 הרפלקציות הללו יש ייצוג לכל חמש ההשתלמויות).
- **ראיון:** במסגרת פרקי הממצאים אציג חקר-מקרה של המורה אשר השתתפה כמורה מובילה בהשתלמות הראשונה של עדש"ה, ניסתה את השיעור היפני בכיתה ולאחר מכן גם הפכה

¹ לדוגמה, חלק מהמשתתפים (למשל במגזר החרדי) לא הסכימו להצטלם, ולעתים היו קשיים טכניים שלא אפשרו צילום.

למנחה של השתלמויות עדש"ה. חקר-מקרה זה מתבסס על ראיונות שנערכו עם אותה מורה, וכן על היגדים שלה שתועדו במסגרת מפגש עדש"ה בו השתתפה כמשתלמת.

2.4. בחירת ההשתלמויות לניתוח

איסוף הנתונים אשר תואר בסעיף הקודם הניב כמות גדולה של מידע. בשלב הראשון של הניתוח צפיתי והאזנתי לכל המפגשים וקראתי את רשימות השדה. התברר כי מהלכי ההשתלמות ותגובות המורים היו דומים במקומות השונים, למרות ריבוי המנחים, ולכן נבחרו ארבעה מקרים אשר מייצגים תהליכים אלו. ארבעת המפגשים נבחרו על פי הקריטריונים הבאים:

1. איכות הנתונים גבוהה – נבחרו רק מפגשים עבורם יש תיעוד בוידאו או אודיו.
 2. קיומם של דיונים עשירים ומעניינים בהם משתתפים מורים רבים (לדוגמה, לא נבחרה השתלמות בה נכחו רק 4 משתלמים).
 3. מנחים שונים זה מזה (לא נבחרו שתי השתלמויות של אותה מנחה).
- בנוסף לניתוח השיטתי של ארבע ההשתלמויות שנבחרו, נעשה שימוש גם בציטוטים מהשתלמויות אחרות, במקומות בהם הם מאששים או מעשירים את הממצאים.

2.5. דרכי ניתוח ההשתלמויות והרפלקציות הכתובות

הרפלקציות ותמלילי המפגשים נותחו על פי קטגוריות בולטות שזוהו בהם בשמיעה ראשונית ותוקפו מאוחר יותר. בעזרת קידוד תהליכי, ולפי העקרונות של תיאוריה מעוגנת בשדה (Glaser & Strauss, 1967), נעשו ניסוח ועידון של הקטגוריות.

השלבים בתהליך הניתוח של הרפלקציות ותמלילי המפגשים היו:

1. תמלול של מפגש השתלמות אחד, וזיהוי קטגוריות ראשוניות בו.
2. ניתוח שיטתי של מפגש זה לפי 6 קטגוריות ראשוניות שנמצאו. במהלך הניתוח אוחדו קטגוריות, והמבעים סווגו ל-3 תמות מרכזיות.
3. צפייה או האזנה ל-6 המפגשים האחרים שתועדו בוידאו או באודיו, קריאת רשימות השדה מ-5 מפגשים.
4. בחירת שלושה מפגשים מייצגים נוספים לניתוח כמתואר בסעיף הקודם, ותמלול מלא שלהם.
5. קריאת כל המידע שנאסף (הרפלקציות ותמלילי ההשתלמויות) וזיהוי סוגיות נפוצות, אשר הסתכמו ל-14 קטגוריות ראשוניות. חלק מקטגוריות אלו כבר הופיעו בניתוח הראשון שנעשה (סעיף 2 לעיל) והיתר נוספו בשלב זה.
6. קריאה נוספת של החומר כולו וקיטוע המבעים לפי יחידות ניתוח. יחידת הניתוח היא יחידת משמעות – כלומר קטע בו מופיע רעיון אחד, בין אם מדובר בתור אחד או במספר תורות. חלוקה זו תוקפה על ידי מומחים, עבור כ-20% מיחידות הניתוח.
7. סיווג יחידות הניתוח לפי הקטגוריות: בשלב זה התבצעה הגדרה מדויקת יותר של הקטגוריות, וכן חודדו שמות הקטגוריות כך שהשמות יצביעו באופן מפורש על הקריטריונים המבחינים בין קטגוריה אחת לאחרת. סיווג זה תוקף על ידי מומחים, עבור כ-20% מיחידות הניתוח.
8. נמצאו קשרים שונים בין 14 הקטגוריות הראשוניות, והן סודרו בהיררכיה וחלקן אוחדו, כך שמהן נבנו בסופו של דבר 3 קטגוריות מרכזיות המורכבות מ-7 תת-קטגוריות ומקטגוריות משנה נוספות, שעל פיהן נערכו הממצאים.

9. הנתונים כומתו (ספירת יחידות משמעות בכל קטגוריה) במטרה לבדוק האם ישנן קטגוריות בולטות יותר מאחרות.

הקטגוריות והמיון על פיהן שימשו לאפיון דיוני המורים סביב הסרט היפני, כפי שאציג בפרק הבא.

III. ממצאים

בחלק זה אתאר את ממצאי הניתוח העיקריים. תחילה אסקור את מהלכי המפגשים בהשתלמויות השונות; לאחר מכן אציג את מאפייני הדיונים כפי שעלו מהניתוח; לבסוף אתאר את השפעות מפגשי ההשתלמות על ההוראה בכיתה.

את ארבע ההשתלמויות שנבחרו כינתי בשמות הבדויים רימון, ברוש, צאלון וחרוב, ולמנחים שלהם קראתי בהתאמה אהרון ושירי, אלונה, יונה ודוד. בהמשך העבודה יובאו ציטוטים של מורים אשר השתתפו בהשתלמויות אלו. על מנת לשמור על פרטיותם של המורים וכדי להקל על הקוראים את ההתמצאות, סימנתי את המורים באות ומספר, לדוגמה ר2 או צ7. האות מסמנת את ההשתלמות בה השתתף המורה הדובר (ר=רימון, צ=צאלון וכן הלאה), ואילו למספר עצמו אין חשיבות, מלבד הבחנה בין המורים השונים באותה השתלמות. כאשר מובא ציטוט מדיון, השורה המקורית בתמליל מוצגת בעזרת מספר שורה בצירוף האות הראשונה של ההשתלמות, לדוגמה ב154.

בטבלה 2 (בעמוד הבא) מוצגים מהלכי המפגשים בארבע ההשתלמויות שנבחרו לניתוח שיטתי כחקרי-מקרה.

בטבלה 3 להלן מוצגים פרטים לגבי ארבע השתלמויות נוספות שמהם אביא ציטוטים מדגימים נוספים (כמפורט בפרק המתודולוגיה).

שם ההשתלמות	השנה בה התקיימה	מס' מורים שהשתתפו במפגש	סימון הקידוד
שקמה	2013-14	17	ש1, ש2...
אזדרכת	2013-14	11	א1, א2...
דולב	2013-14	15	ד1, ד2...
תאנה	2014-15	20	ת1, ת2...

טבלה 3. פרטים לגבי ארבע השתלמויות נוספות מהן הובאו ציטוטים.

1. מהלכי המפגשים בהשתלמויות השונות

שם ההשתלמות	שנה	מס' מורים שהשתתפו במפגש	מנחים	מקומו של המפגש ברצף ההשתלמות	השאלה בה נפתח המפגש	הצגת המטלה	עדשות שסביבן התקיים הדיון	סוגיות מרכזיות שעלו בדיון
רימון	תשע"ג	10	אהרון ושיירי, חברי צוות עדש"ה	מפגש ראשון מתוך שנים-עשר	לאחר היכרות בין המשתתפים והקרנת הדקה הראשונה של השיעור המורים נשאלו: 'מה לדעתכם יהיה בשיעור הזה?'	המורים צפו במורה מציג את המטלה הראשונה ואז התבקשו לפתור אותה.	- רעיונות מתמטיים - מטלות - מטרות	- המרחק בין התכונה המתמטית שהוצגה בתחילת הסרט לבין היישום שלה בשאלה; - הבדלים בין תלמידים יפנים וישראלים; - ייחוס מטרות לפעולות המורה; - האם כדאי להשתמש בסרט היפני בהשתלמויות; - הוכחות לטענות הקשורות לבעיה המתמטית שבשיעור.
ברוש	תשע"ה	9	אלונה, חברת צוות עדש"ה	מפגש שלישי מתוך שמונה	לאחר תזכורת לגבי העדשות והקרנת הדקה הראשונה של השיעור, המנחה שאלה: 'איזו מטלה אפשר היה לתת לתלמידים על בסיס המשפט הזה?'	לאחר צפייה במשפט הגיאומטרי, התפתח דיון לגבי מיקומו בתכנית הלימודים ולגבי ההוכחה של המשפט עצמו. לאחר מכן המורים צפו בהצגת המטלה הראשונה, ואז התבקשו לפתור אותה.	- רעיונות מתמטיים - מטלות - מטרות - אינטראקציות	- האם יש אפשרות ללמד בצורה דומה בישראל? - השוואה בין תלמידים יפנים לישראלים; - תרבות ההוראה היפנית; - ייחוס מטרות לפעולות המורה; - השוואה בין המשאבים הלימודיים ביפן וישראל; - סוגיות בהוראה כגון האם לקחת לכיתה שאלה שהמורה לא יודעת לפתור, ומה חשוב להנחיל לכיתה קודם – משמעת או יכולת לעבוד ביצירתיות?
צאלון	תשע"ה	11	יונה, חברת צוות עדש"ה	מפגש חמישי מתוך שמונה	המנחה הכריזה ש'עכשיו נטוס ליפן' והקרינה את הדקה הראשונה. המנחה שאלה את המורים כיצד השיעור ימשיך, לדעתם, והאם הם מכירים תרגילים שיכולים לעסוק במשפט זה. המורים העלו רעיונות מתמטיים הקשורים למשפט, אך לא הציעו בעיות מתאימות.	המורים צפו במורה מציג את המטלה הראשונה ואז התבקשו לפתור אותה.	- מטלות - מטרות - אינטראקציות	- אפיון של המטלה, מבחינה מתמטית ומבחינת העשייה שהיא מאפשרת בכיתה; - מטרות המורה היפני בהצגת המטלה; - אילוצי זמן והספק של מורים בישראל; - בחירת מטלות מעניינות לכיתה; - האם הבעיה מאפשרת הצפה של רעיונות מתמטיים שונים? - מה מרוויחים ומה מפסידים מכך שהבעיה לוקחת זמן רב מהשיעור? - למה המורה מזמין את התלמידים אל הלוח?
חרוב	תשע"ה	10	דוד, מנחה מטעם פרויקט עדש"ה	מפגש חמישי מתוך שמונה	שאלת הפתיחה של המנחה הייתה: 'מה אתם מצפים שיהיה בשיעור יפני?'. בעקבות כך התקיים דיון לגבי מאפיינים מהתרבות היפנית וכיצד הם יכולים לבוא לידי ביטוי בשיעור המצולם.	המורים צפו בכל תחילת השיעור ברצף, עד לסוף הצגת המטלה הראשונה, ואז התבקשו לפתור אותה.	- מטלות - מטרות - אינטראקציות	- דיון במאפייני המטלה; - השוואה בין המורה היפני למורים הדוברים; - בניית הרגלי למידה וחשיבה בכיתה; - דיון עקרוני – האם שיעור כזה הוא בזבוז זמן או הרווחת זמן? - דיון ביתרונות של ריבוי פתרונות לשאלה; - לקראת סוף המפגש המנחה סיפר על מורה ישראלית אשר צפתה בשיעור היפני בהשתלמות ואמרה ששיעור כזה לא יכול להתאים לתלמידים ישראלים. המורה החליטה לנסות את השיעור בכיתה, הניסיון צולם, והמנחה הקרין אותו למורים. הצפייה בשיעור הישראלי-יפני עוררה דיון בקשר למנטליות השונה בין המדינות וכן לגבי אילוצי זמן והספק.

טבלה 2. פירוט מהלכי המפגשים בהשתלמויות השונות שנוחתו.

2. מאפייני הדיונים בהשתלמויות

שלוש הקטגוריות המרכזיות שעלו בניתוח הן :

- I. המורים דנים במטלה המרכזית בשיעור ובמתמטיקה הסובבת אותה.
 - II. המורים דנים בהוראה של המורה היפני.
 - III. המורים מתייחסים להוראה שלהם לאור הצפייה במורה היפני.
- הממצאים מוצגים להלן על פי סדר הקטגוריות. לאחר פירוט הקטגוריות, אסקור התנגדויות של משתתפים לשיעור היפני.

2.1 קטגוריה I: המורים דנים במטלה המרכזית בשיעור ובמתמטיקה הסובבת אותה

בקטגוריה זו כלולות שתי תת-קטגוריות מרכזיות: אפיון המטלה על ידי המשתתפים, ודיון ברעיונות המתמטיים הקשורים לשיעור.

2.1.1 אפיון המטלה על ידי המשתתפים

מניתוח דברי המשתתפים נמצא כי המורים התייחסו לארבעה מאפיינים מרכזיים של המטלה הראשונה בשיעור: יוצאת דופן, מציאותית, מאתגרת, ועשויה לעורר רתיעה. בנוסף, מורים הציעו שינויים והתאמות למטלה ולהצגתה בכיתה.

יוצאת דופן

מורים רבים תיארו את המטלה שהוצגה בשיעור כיצירתית, אסתטית ודורשת חשיבה ברמה גבוהה מצד התלמידים. כמו כן, הם דיברו עליה כעל יוצאת דופן – כזו שלא נראית כמו התרגילים שהם (המורים) רגילים לעסוק בהם, או כמו החומר בספרי הלימוד. אחת הסיבות לכך היא שלמטלה אין פתרון פרוצדורלי, כפי שעלה, למשל, בדיון בהשתלמות בצאלון:

179צ	1צ	זה לא תרגיל שמוגדר... תעשו כך א' ב' ג'...
180צ	יונה	נתון...
181צ	1צ	איזשהו תהליך ברור. זה כאילו מאוד פתוח.
182צ	יונה	זה תרגיל מאוד פתוח, בניסוח שלו את מתכוונת למשל? או ב...
[...]		
201צ	יונה	יש פה צעד גדול שצריך לעשות מהבעיה עצמה, כדי שזה יהיה דומה למה שלמדנו בכיתה. יש מרחק גדול בין הבעיה, בין המטלה, לבין המשפט שבו אנחנו משתמשים.
[...]		
211צ	2צ	כי זה בעצם, מה שטוב בתרגילים, שיהיו הרמזים האלה, אבל רחוקים. אבל אתה צריך למצוא אותם. להרגיש אותם.

מלבד היעדרה של טכניקה ברורה לפתרון, עליה מדברת המורה 1צ, המורה 2צ מתייחס לכך שהפתור צריך ליצור בעצמו את הסיטואציה בה יתקיימו תנאי המשפט (211צ), כלומר לסרטט את הקווים המקבילים כך שניתן יהיה ליישם את המשפט הגיאומטרי שהוצג בתחילת השיעור. המנחה קוראת למאפיין זה בשם – המרחק בין המטלה לבין המשפט המתמטי. המורה 1צ מדברת

גם היא על מה שנדרש לעשות במשימה זו – הפותר צריך למצוא את הדרך בעצמו והפּרוּצדורה אינה ברורה מאליה.

בנוסף, מורים ציינו כי גם בהינתן ההקשר של המשפט, שהוצג בתחילת השיעור, קשה להבין לאיזה נושא גיאומטרי הבעיה שייכת, מה שמעצים את ייחודה. המורה ציין כי אין בשאלה עצמה שום הכוונה לגבי הפתרון, והשווה את הבעיה לשאלות המוכרות לו מספר לימוד ישראלי:

"היא פשוט לא רומזת... מה הקשר בכלל? מה שהיה בהתחלת השיעור, מה פתאום, מה יש פה? אין בכלל רמז במה להשתמש, זה מה שאולי יוצא דופן בתרגיל הזה. אצל בני גורן, אנחנו יודעים למה זה קשור" (צ1).

המורה מדגיש את השוני של המטלה ושל אופן הצגתה, לעומת חלק מספרי הלימוד הישראליים בהם השאלות מופיעות לרוב תחת כותרת ספציפית, ועל ידי כך מרמזים באופן ישיר וברור במה כדאי להשתמש. מורה בהשתלמות בחרוב דיבר על ייחוד נוסף של הבעיה:

"אבל יפה שהשאלה הזו, אין בה דברים אחרים, יש בה רק את זה, כלומר אין פה התברברות סביב עוד ידע או כתיבה פורמלית, כאילו זה נטו שימוש במשפט" (צ2).

בציטוט זה ישנה התייחסות לאסתטיקה מתמטית, היכולה לשפוך אור על אמונותיו של המורה לגבי מהי שאלה יפה במתמטיקה. המורה מוצא יופי בכך שהבעיה מתמקדת ביישום של משפט מסוים אחד, ואינה דורשת תהליך פורמלי דדוקטיבי העושה שימוש במשפטים גיאומטריים רבים.

מציאותיות

חלק מהמורים דיברו על המטלה כרלוונטית, כזו הלקוחה מחיי היום-יום, 'בעיה של איכרים', וקשורה לחיי התלמידים:

"מה אנחנו אוהבים בבעיה? שהיא מציאותית. חלוקת שטחים. אנחנו יושבים על שולחן, ואנחנו רוצים לעשות קו בשולחן, שזה החצי שלי וזה שלך, אנחנו רוצים לחלק את השולחן ספציפית לכל שני תלמידים שחולקים שולחן במשך שנה..." (צ2).

גם ציטוט זה שופך אור על אמונות המורה המצוטט ביחס לטיבה של בעיה מתמטית. לפי הציטוט, נראה כי המורה חושב שהרלוונטיות, או הקשר למציאות, הם מאפיינים שהופכים את הבעיה לאהובה יותר, או אולי גם למושכת יותר עבור הפותרים. באותו הקשר, מורה אחר ציין את הניגוד בין המשפט הגיאומטרי, אשר מצטייר כלא רלוונטי לחיי יום-יום, לבין היישום הריאליסטי:

"תרגיל מה'שטח', שימוש אמיתי בחומר הלימוד, לא מתמטיקה עבור מתמטיקה אלא מתמטיקה לצרכים ריאליים מהחיים. ומתברר שמשפט פשוט מאוד, לכאורה מאוד מלאכותי, עובד מעולה לצרכי חקלאות – מה בכלל הקשר למתמטיקה?! אוריינות מתמטית בשיאה" (צ2).

גם כאן נראה כי המורה מעריך את הקשר בין המתמטיקה ליום יום ואת האופן בו המטלה מראה את היתכנותו של קשר זה. לדעת מורים אחרים, היומיומיות של הבעיה והפשטות שבה עשויות להפוך אותה לנגישה יותר גם עבור תלמידים חלשים, במיוחד בהוראה בכיתה הטרוגנית:

"לטעמי הבעיה גם בעיה טובה מאוד דווקא, מכיוון שהיא אותנטית, פשוט כאילו, פשוטה להבנה, וכל אחד, אפילו תלמיד חלש, הוא יכול לחשוב בכלים שלו, הוא לא חייב להגיע לתשובה, אבל הוא יכול להציג משהו" (צ3).

מציטוט זה עולה הקשר בין היות הבעיה מציאותית, והיותה פשוטה לניסוח. יש לציין כי שני מאפיינים אלו אינם בהכרח מקושרים זה לזה; ישנן בעיות מציאותיות מורכבות מאוד, וישנן בעיות מתמטיות נטולות הקשר מציאותי אשר קל לנסח אותן. נראה כי לדעת המורה השילוב של

שני מאפיינים אלו תורם לכך שגם תלמידים חלשים יכולים להבין את הבעיה, ולהתחבר אליה, גם אם לא דווקא יצליחו לפתור אותה.

מאתגרת לפתרון

מאפיין נוסף שנמצא בדיוני המורים הוא היותה של השאלה מאתגרת לפתרון, גם למורים מנוסים. בהמשך לציטוט מסוף הסעיף הקודם, בכמה דיונים עלה הניגוד בין הפשטות בניסוח השאלה לבין הקושי בפתרונה:

"כמה... פשוט להביע את השאלה, כמו משפט פרמה... כמה פשוט לנסח את הבעיה וכמה מסובך יחסית לפתור אותה" (צ3).

בנוסף, מורה ציינה כי הבעיה –

"לא פשוטה בגלל ההפתעה שבה" (ר4).

ההפתעה יכולה לנבוע מכך שלא ברור מהו הנושא הגיאומטרי עליו צריך להסתמך, או אולי בגלל השוני הגדול שבה ביחס לתרגילי גיאומטריה שגורתיים. המורה ר4, מורה מובילה אשר עוסקת בעצמה בהנחיית השתלמויות מורים, אמרה כי האתגר שבשאלה והעובדה שגם מורים מנוסים לא תמיד פותרים אותה באופן מידי עשויה לסייע ביציאה מ'אזור הנוחות' של המורה, ובעיקר לסייע בראיית הדברים מנקודת מבט של תלמיד:

"היא [המטלה] כן מעניינת מאוד בעיני למרות שלא פתרתי אותה על המכה כמו שראיתי, בסדר גמור, להפך, דווקא בגלל זה היא כל כך מעניינת אותי. כי אני חושבת שאם אתה שם מורה במקום של המורה היוודע ואתה רוצה לתת לו להרגיש מה יקרה לתלמיד כשהוא לא יודע, הוא לא ירגיש את זה, ולכן גם אני כשאני עושה השתלמויות מורים אני מנסה לחשוב על משימות אכן לא מאיימות אבל שהמורה יהיה במקום של תלמיד, אחרת, מה עשינו? הוא לא יכול להיות כל הזמן עם הספר של התשובות ביד שלו" (ר4).

מורה זו מצביעה על האפשרויות הטמונות בבעיה מאתגרת עבור מורים, דבר המזמין 'כניסה לנעלי התלמידים' ויצירת הזדהות עם הקשיים שהם חווים. יחד עם זאת, דווקא החוויה של קושי עשויה לעורר התנגדות לבעיה בקרב מורים מסוימים, כפי שאציג בסעיף הבא.

עשויה לעורר דתיעה

הבעיה היפנית עוררה גם תגובות צוננות יותר ואף התנגדויות. כאשר השיעור היפני הוצג בהשתלמות רימון, ששימשה הן כפיילוט להשתלמות מורים והן כפורום מייצע לצוות המקצועי, אמרה אחת המורות המובילות:

"בהשתלמות רגילה זה יעורר אנטגוניזם. אצלנו אי אפשר להציג בעיה כזו, ישר יהיה רעש וישר יהיו תלונות, 'מה את רוצה?'... אפשר לקחת מטעמים גם מבני גורן ואז יש חיבור אמיתי יותר למורים" (ר5).

יתכן כי האנטגוניזם שהמורה הדוברת צפתה כתגובה אפשרית של מורים נובע מכך שהבעיה 'רחוקה' מדי, הן משום שמקורה ביפן והן בגלל המרחק בין התכונה עליה יש להסתמך לבין היישוב. למעשה, המורה תיארה את הבעיה כקשה מדי, ולטענתה מורים רגילים לא יתחברו אליה בגלל קושי זה. מורה אחר באותה השתלמות כינה את הבעיה 'טריקית' ו'משתקת'. גם בהשתלמויות בחרוב ובברוש היו מורים אשר אמרו שהבעיה לא רלוונטית למציאות הבית-ספרית הישראלית. ארחיב לגבי ממצאים אלו בסעיף 2.4. ('התנגדויות של משתתפים לשיעור היפני'). כך או כך, מעטים המורים שנותרו אדישים מול הבעיה שהוצגה בשיעור היפני.

הצעת שינויים והתאמות למטלה

נוך כדי ההתמודדות עם המטלה מורים הציעו שינויים והתאמות שניתן לערוך בשאלה ובאופן הצגתה לתלמידים. מורה בברוש הציעה:

"אפשר להראות את זה בגיאוגרפיה ואז להראות את הגודל של השטח [...] ואז רואים שזה אותו שטח" (ב2).

מורה ברימון הציע דרך הצגה שונה בתכלית וגם קשה יותר קוגניטיבית:

"אפשר גם לחשוב הפוך לדעתי כאילו, במקום לתת את מה שעשיתם, לתת את הרמז ואחר כך את הבעיה, לעשות הפוך: את הבעיה והשאלה ההפוכה – למה זה נותן קשר..." (ר3).

בעוד מורה זה מנסה להקשות ולאתגר את התלמידים, מורה בחרוב הציע דווקא דרכים להקל עליהם:

היה צריך לתחום אולי את האזורים, שזה יוצא החוצה כאילו, שזה יהיה לילדים יותר ברור.	6n	152n
לתחום פה?	דוד	153n
כן.	6n	154n
כן.	דוד	155n
כי זה קצת יוצר איזשהו...	6n	156n
כן, זה אלמנט שמקשה על הפתרון, אתה לא סוגר פה שום צורה בעצם.	דוד	157n
אבל הוא ממקד דווקא בלפתור באמצעות הקו ולא להתחיל לפרק לשטחים וכאלה...	2n	158n
כן זהו, אז את אומרת שמצד שני, זה שאין פה כלום זה ממקד, אם הייתי פה סוגר עוד קווים היית יכולה להתחיל לחשוב אם להשתמש בהם.	דוד	159n
אה, נכון.	6n	160n

המורה ח6 מציע לסגור את חלקות האדמה משום שהוא רואה קושי בכך שהחלקות לא סגורות, לא תחומות, ואף נראות אינסופיות. המורה ח2 חושבת שתוספת כזו עשויה להקשות על התלמידים, משום שאם החלקות היו צורות סגורות, הדבר היה מסיח את דעתם – הם היו מנסים לפרק את הצורות לצורות משנה, או לחשב את השטחים. דווקא היותן של הצורות פתוחות, ממקד את התלמידים בעבודה עם העיקרון של שינוי צורה ללא שינוי שטח. דיון זה ממחיש כיצד השימוש בעדשת המטלות עשוי להביא מורים להחליף ביניהם תהיות, לשקול אלטרנטיבות להצגת המטלה ואף להשתכנע מנימוקים של עמיתיהם (ח160).

2.1.2. דיון ברעיונות מתמטיים

בתת-קטגוריה זו אציג התייחסויות של המורים לרעיונות המתמטיים הקשורים למטלה ולפתרונותיה. כאמור, למרות שהשיעור היפני הוא שיעור לכיתה ח' ואילו בהשתלמויות עדש"ה משתתפים בעיקר מורי תיכון, שיעור זה נבחר משום שהנושאים הגיאומטריים בו רלוונטיים גם לתיכון. לדוגמה, המשפט המופיע בתחילת השיעור היפני – 'למשולשים בעלי בסיס זהה החסומים בין קווים מקבילים יש את אותו השטח' – נלמד בכיתה ז', בכיתה ט', ובתיכון פעם נוספת. מניתוח דברי המשתתפים נמצא כי המורים התייחסו לשלושה מרכיבים:

נושאים מתמטיים אותם מזמן המשפט; רעיונות מתמטיים שעלו במהלך פתרון המטלה; שינוי צורה ללא שינוי שטח' בתכנית הלימודים.

נושאים מתמטיים אותם מזמן המשפט

כפי שניתן לראות בטבלה 2, חלק מהמנחים עצרו את הוידאו לאחר הצגת המשפט הגיאומטרי ולפני הצגת הבעיה, ושאלו – "איזו מטלה אפשר היה לתת לתלמידים על בסיס המשפט הזה?" מטרת שאלה זו היא כפולה: להציף רעיונות מתמטיים אשר קשורים למשפט, ולגרום להפתעה למורים כאשר יצפו בבעיה הלא שגרתית. למעשה, יתכן כי ההצפה של רעיונות מתמטיים היא אשר תגרום לאותה הפתעה, משום שמורים לא יצפו לבעיה ייחודית על סמך הרעיונות המתמטיים. היו מורים ששיערו שהבעיה תכלול "בניה של משהו". מורים אחרים חשבו שהמשפט יוביל לעיסוק בעולם המרובעים, למשל אלכסונים במרובע. מורה אחת (צ7) תיארה שאלה על מקבילית, כאשר האלכסונים חוצים זה את זה ונוצרים שני זוגות של משולשים שווים-שטח. מורה אחר (ר3) קישר את המשפט דווקא לאלכסונים בטרפז, וכנראה התכוון לכך שאלכסונים אלו יוצרים תמיד משולשים שווים שטח, מכיוון שיש להם בסיס זהה (אחד מבסיסי הטרפז) והם חסומים בין קווים מקבילים ולכן גם בעלי גובה זהה.

נושאים נוספים שהוצעו הם עיסוק בפרופורציות – חלוקה של ישר ביחס נתון ואיך היא משפיעה על השטח, ובעקבות עיסוק זה, דיון במשפט חוצה-זווית. בהשתלמות ברימון המורים התבקשו לרשום את השערותיהם או הצעותיהם לגבי המשך השיעור, ואחת המורות כתבה:

"בארץ, לא היה שיעור כזה, אז קשה לחשוב על מה שאחריו, ואם היה במקרה, הוא יכול להיקשר לגיאומטריה, לנושא של משולשים שווים שטח כמו תיכון במשולש, אלכסונים במקבילית, שזה נושא קוריקולרי לחלוטין, או לגיאומטריה אנליטית, למציאת קדקודי הראש במשולש זה או אחר, או קדקודי מקבילית, או לבעיית קיצון, שטח קבוע, היקף משתנה וכולי" (ר4).

נראה כי ישנו מגוון של רעיונות מתמטיים אשר עלו בעקבות השאלה, אם כי מורה זו בלטה בכך שהציעה גם רעיונות אשר חורגים מתחום הגיאומטריה האוקלידית, ועסקה גם בגיאומטריה אנליטית. רוב המורים הציעו נושאים גיאומטריים שרלוונטיים לחטיבת הביניים, כנראה משום שמדובר בשיעור גיאומטריה לכיתה ח'. מיעוטם הפליגו בדמיונם לעבר נושאים אשר נלמדים בישראל רק בתיכון, כגון משפט חוצה-זווית וחלוקת ישר ביחס נתון. יתכן כי דווקא משום שמגוון הרעיונות שהעלו המורים היה מוגבל לרוב לנושאים הנלמדים בחטיבת הביניים, הבעיה שהוצגה להם בסופו של דבר בשיעור היפני הפתיעה אותם.

רעיונות מתמטיים שעלו במהלך פתרון המטלה

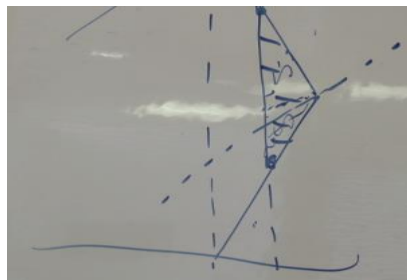
באופן טבעי, היו מורים אשר פתרו את המטלה במהירות בעוד עמיתיהם עדיין מתעמקים בה. אחת האסטרטגיות של המנחים להתמודדות עם מצב זה, הייתה לשאול את המורים 'הזריזים' האם ישנם עוד פתרונות. כפי שהזכרתי ברקע לעבודה זו, מלבד שני הפתרונות העושים שימוש בבניית עזר של קווים מקבילים, פתרון אפשרי נוסף יכול להימצא בעזרת חישובי שטחים. אותם מורים שפתרו במהירות את הבעיה, מצאו ללא כל קושי את שני הפתרונות הראשונים, אך לא הציעו רעיון נוסף. יתכן כי מציאת פתרון חישובי היא מאתגרת יותר משום שעבורו נדרשים כלים מתמטיים החורגים מרמה של חטיבת ביניים ואילו המורים הניחו שתלמידים בכיתה ח' אמורים לפתור את הבעיה, ולכן לא העלו על דעתם פתרונות סבוכים יותר. גם הפתרון הגיאומטרי הנוסף,

שהוצע על ידי לופז-ריאל וליאנג (Lopez-Real & Leung, 2001, סעיף 4.3.3. בסקירת הספרות) לא הועלה על ידי אף מורה.

לעומת זאת, המורים העלו רעיונות מתמטיים שמקורם דווקא באסטרטגיות פתרון שגויות. חלק מן המורים שהתקשו בפתרון ניסו להיעזר בקטע אמצעים במשולש/טרפז הנוצר לאחר העברת המקבילים, ואחד המורים, שבסופו של דבר הגיע לפתרון, אמר כי זו הייתה האינטואיציה הראשונית שלו:

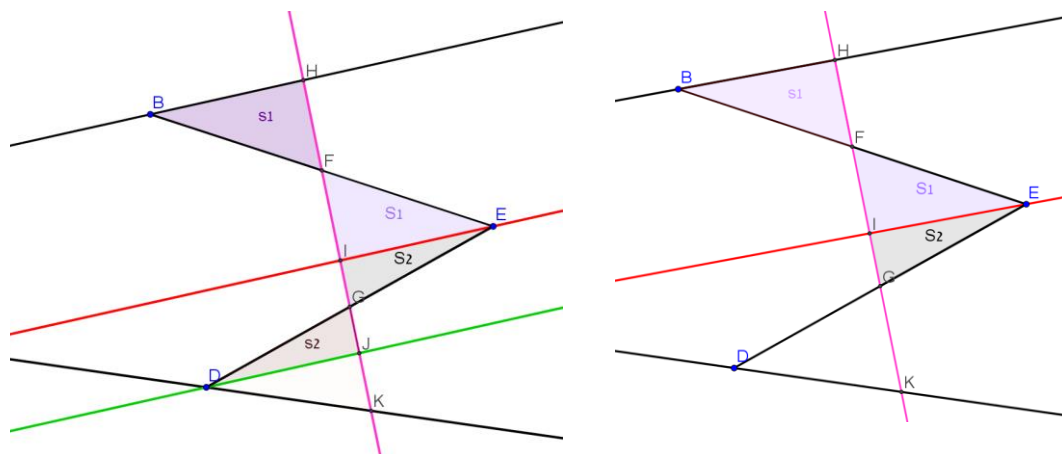
"עצם העובדה שראינו רמז, זה קללקל לי קצת באינטואיציה, האינטואיציה שלי הראשונה הייתה לחבר את האמצעים של המשולש. לחבר את האמצעים של הקטעים... זאת האינטואיציה. אבל לא בדקתי את זה מכיוון שידעתי שיש לי ברקע, יש לי רמז, והייתי במחשבה נייד בין האינטואיציה לרמז, ונטיתי יותר לכיוון הרמז" (ר3).

נראה לפי אמירה זו שהמורה הוא בעל משאבי ידע לפתרון בעיות, בשני היבטים: ניכר שיש לו הרבה ניסיון בהוכחות גיאומטריות ובשאלות הדורשות בניות ולכן האינטואיציה שלו כיוונה אותו לבניית קטע אמצעים במשולש. הרמז אליו מתייחס המורה הוא לא אחד מהרמזים של המורה היפני, אלא עצם הצגת המשפט הגיאומטרי בתחילת השיעור. מכיוון שמבחינתו הוא 'קיבל רמז', סבר שמוטב לו להשתמש בו (בניגוד לפותרים פחות מיומנים, אשר לעיתים לא משתמשים ברמזים או במידע החדש שמוצג להם ומנסים לפתור בעזרת משאבים מוכרים וזמינים יותר עבורם). מאוחר יותר בהשתלמות ברימון, אותו מורה הוסיף שניתן, במסגרת שיעור ברוח השיעור היפני, להוכיח שקטע אמצעים בטרפז אינו פתרון למטלה. בעקבות זאת, המורים דנו בסוגיה המתמטית הבאה: באילו תנאים קטע זה מהווה פתרון? המורים הגיעו למסקנה כי רק כאשר הישרים שתוחמים את חלקות האדמה מלמעלה ומלמטה מקבילים, קטע האמצעים הנוצר מסגירת המשולש והעברת הקו המקביל אליו מהווה פתרון, כלומר מחלק את חלקות האדמה בצורה זהה לחלוקה המקורית. אחת המורות הציעה הוכחה (תמונה 5). הרעיון של המורה יוסבר בעזרת תרשימים מיד לאחר ציטוט דבריה:



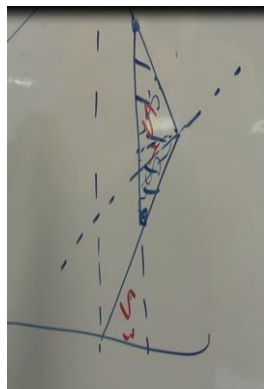
תמונה 5. סרטוט נלווה לטענה כי קטע אמצעים אינו מהווה פתרון (התמונה לקוחה מלוח ההשתלמות ברימון).

"אני אעביר פה בניית עזר, קו מקביל לאחד מהם, הוא לא יכול להקביל לשניהם, אבל נגיד בלי הגבלת הכלליות לזה, ואז המשולשים האלה ממש חופפים, אז $S1$ הזה שווה ל- $S1$ הזה. לעומת זאת, $S2$ הזה הוא לא יכול להיות בשום אופן שווה [...] לא בגלל שהוא לא חופף, אלא בגלל שאני יכולה להוכיח בשלילה, כי יש קו אחר שיקביל פה, או פה או פה, לא משנה, והוא ייצור משולש שאו יותר גדול בשטחו או יותר קטן בשטחו, וכן שווה לשטח הזה, ולכן רק אחד מהם יכול..." (ר4).



תרשים 3. סרטוטי עזר לטענה כי קטע אמצעים אינו מהווה פתרון לבעיה.

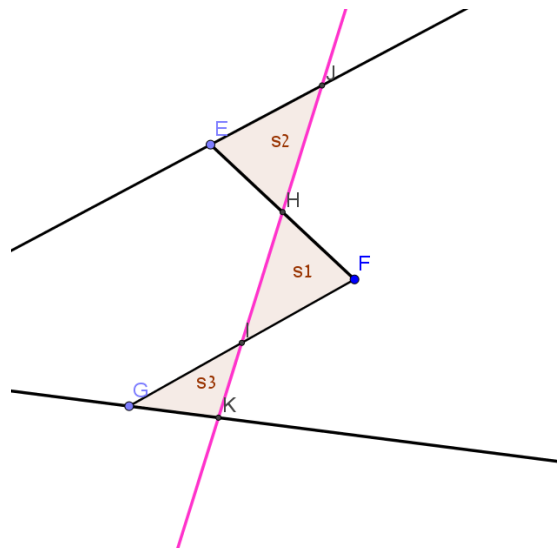
המורה מציעה הסבר (לשאלה מדוע קטע אמצעים הוא לא הפתרון) הכולל בניית עזר נוספת והוכחה בשלילה (לפי תרשים 3): יש להוכיח כי הקו HK, אשר חותך את אמצעי הצלעות BE ו-ED, הוא לא הפתרון. לפיכך, מספיק להראות כי השטחים שנוצרו עקב החלוקה לא בהכרח שווים אחד לשני. לפי המורה, ניתן להעביר מקביל לאחד מהקווים שתוחמים את השטחים – בתרשים 3 זהו הקו האדום EI אשר מקביל לקו השחור העליון. התקבלו שני משולשים חופפים: משולש BHF ומשולש EIF. כעת, כדי להראות שקטע האמצעים הוא לא פתרון, מציירים קו מקביל לקו EI ולקו השחור העליון דרך נקודה D, (זהו הקו הירוק בתרשים 3), ומקבלים שהמשולשים EIG ו-DJG חופפים ולכן משולש DKG לא שווה בשטחו למשולש EIG – מש"ל. פתרון זה הוביל את אחד המורים להציע הסבר פשוט יותר (תמונה 6). ההצעה של המורה תוסבר בעזרת תרשים מיד לאחר ציטוט דבריו:



תמונה 6. הוכחה שניה לכך שקטע אמצעים אינו מהווה פתרון (התמונה לקוחה מלוח ההשתלמות ברימון).

"נניח שלפי כללי הבעיה, ש-S1 שווה S2 ועוד S3 [מורה זה מסמן שטחים אחרים בשמות האלו, כפי שניתן לראות בתמונה 6], נניח לפי התנאים זה מתקיים. עכשיו, אם אני כאן תוקע מסמר ואני זז [מזיז את זה הלאה, אני לא משנה את הכללים של הבעיה, וזה גדל, וזה כאילו, סתירה, נכון?"] (ר3).

הפתרון של מורה זה פשוט יותר, מכיוון שאין בו צורך בבניית עזר נוספת. כוונתו היא שאם "נתקע מסמר" בנקודה E (ראו תרשים 4) נוכל להזיז את הקו התוחם העליון כך שהמסמר מהווה ציר סיבוב. בדרך זו, תנאי הבעיה המקוריים נשמרים אך השטח S2 גדל, מה שמביא לסתירה.



תרשים 4. סרטוט עזר לטענה כי קטע אמצעים אינו מהווה פתרון לבעיה.

ממצא מעניין העולה מפתרון זה הוא שהמורה השתמש בדינמיות ("תוקע מסמר וזז [מזיז] את הקו") באופן דומה לדינמיות של נקודה ש'זזה' על הקו כפי שהמורה היפני הראה בתחילת השיעור. דיון זה, החורג מהעיסוק במטלה עצמה ומרחיב אותו, מצביע על ההזדמנויות להעמקה מתמטית שהבעיה, והדיון בה בהשתלמות, מעלים.

רעיונות מתמטיים נוספים שעלו קשורים למשימה שניתנה בשיעור היפני לשיעורי הבית: *הפכו מחומש למשולש בעל אותו שטח*. מורה (ח3) הזכירה אינדוקציה (התלמידים נדרשים רק לעבור ממחומש למרובע, וממרובע למשולש כבר ידוע כיצד לעבור). המנחה בברוש העלתה שאלה קומבינטורית – בכמה דרכים שונות ניתן לעשות זאת? והאם ניתן ליצור נוסחה כללית למציאת מספר האפשרויות? שאלה מאתגרת זו נותרה פתוחה במפגש בברוש. שני רעיונות מתמטיים אלו, שאפילו אינם גיאומטריים בהכרח, מצביעים גם הם על עושר הדיון סביב הבעיה.

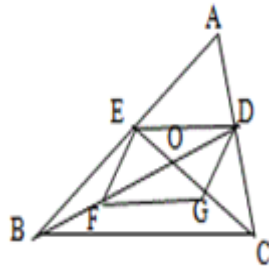
'שינוי צורה ללא שינוי שטח' בתכנית הלימודים

נושא נוסף שעלה בהשתלמויות הוא שימוש באלמנט של 'שינוי צורה ללא שינוי שטח' בפתרון בעיות ובהוכחת משפטים בכיתה, או שימוש במשפט לפיו למשולשים בהם הגבהים זהים והבסיסים זהים, יש את אותו השטח. בהשתלמות בחרוב מורים העלו נושאים גיאומטריים שונים בהם אפשר להשתמש באלמנטים אלו:

יש הוכחות מקסימות בעזרת שטחים, אנחנו כמעט לא עושים את זה בתכלס.	7n	338n
יכול להיות...	2n	339n
משפט חוצה-זווית אפשר להשתמש ואנחנו כמעט לא עושים את זה.	7n	340n
תיכון, יש את התיכון שמחלק...	1n	341n
אנחנו לא עושים את זה, אנחנו לא משתמשים ב...	7n	342n

מפגש תיכונים אפשר יפה לעשות...	דוד	343ח
כן, יש לזה הרבה עוצמה...	ח7	344ח

הצפייה בסרט, בשלב יחסית מתקדם שלו (אחרי הצגת המטלה השנייה), הזכירה למורה ח7 ולמורים אחרים הוכחות נוספות שבהן תכונות השטח הן המרכיב המרכזי, כדוגמת הוכחות אפשריות בעזרת שטחים למשפט חוצה-זווית ולמשפט מפגש התיכונים (נקודת הפגישה של שני תיכונים מחלקת כל תיכון ביחס של 2:1). ח7 חוזר ומציין ששימוש בהוכחות כאלה אינו נפוץ (338ח). ואכן, ברוב ספרי הלימוד הנפוצים (למשל בספר 'גיאומטריה של המישור', גורן, לא צוינה שנה, עמ' 151), לא נעשה שימוש ביחסי שטחים בהוכחות משפטים אלו (למשל, המהלך המקובל עבור הוכחת משפט מפגש התיכונים, המופיע בתרשים 5, מסתמך על בניית עזר של מקבילית EDFG כך ש-ED הוא קטע אמצעים ב-ABC, ו-FG הוא קטע אמצעים ב-BOC). יחד עם זאת, בספר 'גיאומטריה לחטיבה העליונה' (קירו והדס, 2005, עמ' 63) ההוכחה למשפט מסתמכת על שוויון שטחים או יחסי שטחים במשולש (תמונה 7). בקטע המצוטט מיוחסות תכונות חיוביות לשימוש כזה בשטחים: "הוכחות מקסימות" (338ח), "אפשר יפה לעשות" (343ח), "יש לזה הרבה עוצמה" (344ח).



תרשים 5. סרטוט נלווה להוכחה מקובלת למשפט שלושת התיכונים.

11. נתון משולש ABC. BD ו-CE הם שני תיכונים הנפגשים בנקודה O.

נוכיח כי: $\frac{BO}{OD} = \frac{CO}{OE} = \frac{2}{1}$

קראו והשלימו את הוכחת הטענה.

(א) $S_{CAE} = S_{BAD}$. נמקו.

(ב) $S_{OAD} = S_{OCD} = x$. נמקו.

(ג) $S_{OAE} = S_{OBE} = y$. נמקו.

(ד) בטאו את S_{CAE} ואת S_{BAD} על-ידי x ו- y .

(ה) הוכיחו כי $x = y$.

(ו) הוכיחו: $\frac{BO}{OD} = \frac{CO}{OE} = \frac{2}{1}$

הוכחתם:

מסקנה: נקודת הפגישה של שני התיכונים מחלקת כל תיכון ביחס של 2:1.

תמונה 7. הוכחה למשפט המסתמכת על שוויון שטחים או יחסי שטחים במשולש (קירו והדס, 2005, עמ' 63).

בברוש, תוך כדי פתרון המטלה, מורים הגיעו למסקנה כי המשולשים הצדדיים בטרפז הם תמיד שווים שטח: אם נסתכל על שני המשולשים ה'בנויים' על בסיס טרפז כלשהו, לשניהם יש אותו הבסיס ואותו הגובה. אם נחסיר משניהם את המשולש התחתון שיוצרים האלכסונים, נקבל שני משולשים שווים שטח. למרות שטענה זו פשוטה להוכחה, מורים דיברו עליה בפליאה וניכר כי רעיון זה היה חדש עבור חלקם לפחות.

בנוסף, בהשתלמויות בברוש ובצאלון המנחות הציגו, בסוף המפגש, כהעשרה מתמטית, בעיות והוכחות העושות שימוש בשינוי צורה ללא שינוי שטח. בין היתר, יונה הציגה הוכחה של אויקלידס למשפט פיתגורס (Heath & Densmore, 2002, p. 35) בה מיושמת תכונה זו. המורים התלהבו לראות שאלות נוספות אשר עושות שימוש ברעיון המתמטי המוצג בשיעור היפני.

אציין, כי חשיבה ויזואלית משולבת בידע גיאומטרי היא מרכיב מפתח בפתרון שתי המטלות בשיעור. אמנם תחום הגיאומטריה מטיבו דורש שימוש רב בחשיבה ויזואלית, אך במסגרת שיעור זה חשיבה זו בולטת במיוחד. בכך, המטלה מתגלה כמזמנת חיפוש בעיות נוספות אשר עושות שימוש בשינוי צורה ללא שינוי שטח או במאפיינים ויזואליים אחרים.

ניתוח כמותי של יחידות המשמעות השייכות לקטגוריה I:

בסך הכול, 29.26% מיחידות המשמעות שנותחו היו קשורות במטלה המרכזית בשיעור ובמתמטיקה הסובבת אותה. בטבלה 4 מופיעות תת-הקטגוריות אותן מצאתי בניתוח, וכן שכיחות יחידות המשמעות בכל תת-קטגוריה:

קטגוריה	תת-קטגוריה	רימון	ברוש	צאלון	חרוב	סה"כ יחידות משמעות בארבע ההשתלמויות	אחוז מתוך כלל יחידות המשמעות שסווגו
המורים דנים במטלה המרכזית בשיעור ובמתמטיקה הסובבת אותה	אפיון המטלה על ידי המשתתפים	20	14	13	18	65	13.68%
	דיון ברעיונות מתמטיים	18	21	24	11	74	15.58%
סה"כ		38	35	37	29	139	29.26%

טבלה 4. שכיחות יחידות המשמעות לפי תת-קטגוריות בקטגוריה I.

סיכום הממצאים בקטגוריה I:

עדשת המטלות כיוונה את המורים לנתח את המטלה מבחינת מאפיינים, פתרונות אפשריים, ניסוחים חלופיים אפשריים והתאמתה לרצף של תכנית הלימודים. מורים גרסו כי המטלה מאתגרת ולא שגרתית. עדשת הרעיונות המתמטיים פתחה צוהר לדיון במתמטיקה הסובבת את המטלה: המורים העלו מגוון רעיונות ודנו ברעיון המתמטי המרכזי של 'שינוי צורה ללא שינוי שטח'. ההתמודדות עם המטלה גרמה להם להציף קשרים מפורשים בין נושאים מתמטיים רבים, לבחון קשרים אלה ולהציע משימות נוספות, כגון ההוכחה שקטע אמצעים הוא לא פתרון. הוכחה זו זימנה דיון ברעיונות נוספים כגון: חפיפת משולשים, הוכחה בדרך השלילה, הוכחה ויזואלית.

לסיכום, הממצאים בקטגוריה זו מראים כי הצפייה בעזרת העדשות תרמה להצפה של רעיונות מתמטיים רבים ובכך העשירה והעמיקה את הידע המתמטי של המורים.

2.2. קטגוריה II: המורים דנים בהוראה של המורה היפני

יחידות המשמעות שסווגו לקטגוריה זו הן רפלקציות על פעולות המורה היפני אשר אינן כוללות התייחסות של הדובר לעצמו ולתלמידיו (יחידות משמעות של רפלקציה עצמית סווגו לקטגוריה III).

הדיונים בהוראה בשיעור היפני נעשו ברוב המקרים לאור שתי עדשות: מטרות (כפי שיוצג בתת-הקטגוריה 'ייחוס מטרות לפעולות המורה') ואינטראקציות (כפי שיוצג בתת-הקטגוריה 'דיון באינטראקציות בין המורה לתלמידים'). ניכר שנושאים אלו בלטו בשל המבנה המיוחד של השיעור, כפי שהציגה אותו אחת המורות:

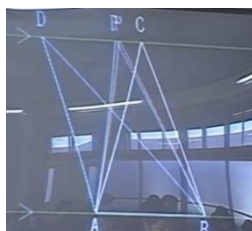
"אהבתי שהוא הציג שאלה, קישר אותה לרעיון הקודם. לקח חומר שהוא לימד אותם, הפך את זה לשאלה פרקטית, נתן זמן עצמאי לחשוב לבד. אחרי 3 דקות נתן להם אפשרות להסתובב ולדבר. לא עזב עד שאחרון התלמידים לא הבין. ואחר כך הוא עוד קרא להם ללוח" (ש2).

2.2.1. ייחוס מטרות לפעולות המורה

כחלק מהשימוש בעדשת המטרות, מורים ייחסו מטרות לפעולות של המורה הנצפה. ייחוס זה נועד לעודד חשיבה רפלקטיבית ולפתח מודעות לכך שישנן מטרות שונות היכולות להצדיק פעולה מסוימת בכיתה. בכל שלב הוזכר למורים כי הכוונה איננה 'לקלוע' למה באמת חשב המורה היפני, וייחוס המטרות נעשה על בסיס הנחת היסוד כי המורה רוצה בטובת התלמידים על פי השקפתו. להלן אציג יחידות משמעות מייצגות הקשורות למטרות, לפי הסדר הכרונולוגי של ההתרחשויות בשיעור: תחילת השיעור, העברת המקל, זמן העבודה העצמית והצגת פתרונות על הלוח.

ייחוס מטרות לפעולות המורה בתחילת השיעור

השיעור נפתח בתזכורת לגבי משפט שנלמד בשיעור הקודם. במהלך התזכורת, המורה היפני מדגים על גבי מחשב הנמצא בכיתה את המשפט הגיאומטרי. בהשתלמות ברימון, לאחר שהמורים צפו בתחילת השיעור היפני וכבר פתרו את הבעיה הראשונה, המנחה אהרון ביקש שהמורים יתייחסו למטרות של המורה היפני בחלק הראשון, בו הוא מציג את המשפט על ידי הזזה של נקודה על ישר באופן דינמי (תמונה 8).



תמונה 8. הצגת המשפט הגיאומטרי על ידי הזזה של נקודה דינמית (צילום מתוך הסרט).

דיון זה נפתח לאחר צפייה שניה בתחילתו של השיעור.

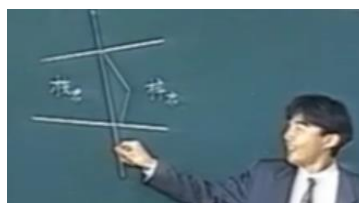
453	אהרון	בשביל מה הוא צריך את הדינמיות?
454	ר7	אולי כדי לעשות הכללה של משפט, להראות את כל המקרים.

455ר	אהרון	אבל אני יכול לעשות הכללה על ידי זה שאני עושה מקרה אחד, מראה בסיס כפול גובה, אני עושה מקרה אחר, על הלוח, בסיס כפול גובה, אני מקצין את ה... אני עושה משולש מאוד מאוד צר... יש את האינסוף שלו...
456ר	3ר	אז למה אני... למה צריך את ה...
457ר	אהרון	כי משהו נהיה [לא ברור] ואתה רואה את תהליך השינוי, אתה לא רואה מקרה ועוד מקרה ועוד מקרה, זה לא סדרתי, אלא זה...
458ר	4ר	האם זה משרת אותו למה שבא בהמשך?
459ר	אהרון	בפתרון של השאלה, תלמיד נדרש למתוח קו ולהזיז עליו באופן דינמי נקודה. בדיוק באותו אופן כמו שקרה בטלוויזיה [במחשב עליו המורה הדגים את המשפט], הוא עושה הקדמה...
460ר	2ר	[...]
471ר	6ר	תזכורת מהירה גם לשיעור, יכול להיות שהוא דיבר איתם ככה, תזכורת מהירה זריזה להכניס לעניינים ולא למרוח את זה עוד פעם.

המורים מייחסים שלוש מטרות שונות לפעולת המורה היפני: הדובר האחרון, 6ר, מתייחס למטרה הגלויה יותר – לדבריו, המורה פשוט רצה להזכיר לתלמידים מה לימד בשיעור הקודם, ורצה לעשות זאת במהירות יחסית, ואולי מסיבה זו השתמש במחשב. לפי הדובר 2ר, ההזזה של הנקודה באופן רציף יכולה לרמוז על כיווני הפתרון האפשריים, ולמעשה המורה השתמש בתזכורת כדי להציע כלי לפתרון הבעיה. זוהי מטרה שקשה יותר להבחין בה, שכן המורה לא מדבר באופן מפורש על הכלי אלא רק מדגים אותו. המורה 4ר מציינת שהדינמיות חושפת את הרציפות שטמונה בתכונה, ואת אינסוף המקרים שהתכונה כוללת.

ייחוס מטרות להעברת המקל

לאחר הצגת המשפט מהשיעור הקודם, המורה מציג את המטלה הראשונה – מסרטט את חלקות האדמה ושואל כיצד ניתן להעביר קו גבול ישר ביניהן כך שאף אחד לא יאבד משטחו. לפני שהמורה נותן לתלמידים לעבוד בצורה עצמאית, הוא מעביר את המקל שלו לאורך הסרטוט ומדגים איך נראה גבול ישר בין החלקות ומהו מיקומו האפשרי. המורה מתחיל בהצגת שני מצבים קיצוניים: מצב בו המקל נמצא בצד ימין של הסרטוט, כך שהחלקה הימנית קטנה והחלקה השמאלית גדלה, וכן מצב הדומה לו בצד שמאל של הסרטוט. לאחר מכן, הוא מעביר באופן רציף את המקל ומשתהה לכמה שניות בלבד כאשר הוא מגיע לקו השבור, והמקל 'סוגר' משולש' עם הגבול שמסורטט על הלוח. בהמשך הוא משתהה גם בנקודה בה המקל נוגע ב'שפיץ' של הקו השבור (תמונה 9). בפוזיציות אלו, ברור שהמקל לא מייצג קו שיכול להיות הפתרון – משום שבשני המקרים צד אחד 'הרוויח' שטח והצד השני הפסיד. עם זאת, בפוזיציות אלו יתכן כי המורה רמז על בניות עזר אפשריות.



תמונה 9. המורה מעביר את המקל במקומות הרומזים על בניות עזר (צילום מתוך הסרט).

בכל ארבע ההשתלמויות, מורים ייחסו מטרות שונות לפעולת מורה זו. בהשתלמות בצאלון, אחד המורים טען כי הזזת המקל הקשתה על התלמידים. היו גם מורים שחשבו אחרת:

צ234	צ3	ישר הם התקבעו ל... טוב. הוא עשה להם עם המקל ככה. ככה? כאן? כאן? כאן? כאן? אז כולם התקבע להם בראש שזה קו כזה, שאיכשהו הוא... מקביל למשלים הזה.
צ235	צ9	ישר.
צ236	צ10	חותך את המשלים.
צ237	צ3	אבל הוא לא חייב להיות.
[...]		
צ252	צ3	האמת שזה עוזר גם לצייר את הישרים שמה, פתאום...
צ253	צ8	ההפך, לא...
צ254	יונה	יכול להיות ש... אז מה את אומרת?
צ255	צ8	לא, הוא לא הרס להם, ההפך, עזר להם.
צ256	יונה	במה?
צ257	צ8	בזה שהוא העביר קווים מקבילים.

המורה צ3 טען כי המורה קיבע את המחשבה של התלמידים לכך שהקו שמהווה פתרון חייב להיות בזווית מסוימת. כלומר, מורה זה חשב כי התנועה עם המקל היא לא רמז, אלא להפך: פעולה שמטרתה להקשות או לאתגר את התלמידים. הדיון התפתח ולאחר כמה דקות, כשהמנחה עודדה את המורים לחשוב עוד על מה הייתה מטרת המורה, אותו מורה כבר הסתכל על הדברים מנקודת מבט שונה:

"האמת שזה עוזר גם לצייר את הישרים ש..." (צ252). המורה צ8, בדומה, הציעה שהמורה התכוון לעזור משום שהוא הראה איפה כדאי לצייר את המקבילים.

לאחר מקטע זה, המנחה החליטה להקרין שוב את הקטע בו המורה היפני מזיז את המקל. בכך, היא נתנה למורים אפשרות לחידוד ועיגון המטרות עליהם חשבו על בסיס צפייה נוספת בפעולה עצמה. בנוסף, כעת המבט הוא 'בדיעבד', לאחר שהמורים ידעו מה פתרון הבעיה, מה שאפשר דיון מעמיק יותר וחשיפת רבדים שהיו סמויים קודם לכן. הדיון הבא נערך במהלך הצפייה:

צ271	יונה	אני רוצה שתנסו לראות מה המטרה שלו כשהוא מציג את השאלה. זאת אומרת באופן הצגת השאלה – מה הוא רוצה שהתלמידים... לאן הוא מכוון את התלמידים? הוא מכוון אותם, או לא? [צופים ביחד בקטע] [...] למה הוא עשה את הקו כל כך רחוק?
צ272	צ5	נקודות קצה.
צ273	יונה	מה? להמחיש להם את הנקודות קצה, הנקודות שהן לא הגיוניות?
צ274	צ5	לתחום להם.
צ275	יונה	איפה בטוח לא. הוא שואל את צ'יבה, צ'יבה אומר "כן, תביא עוד, תביא עוד".
צ276	צ3	נכון, הוא עשה קצת...
[...]		
צ279	יונה	הוא עשה קצת ככה כדי לשבור את ההקבלה הזאת.
צ280	צ2	דרך הקדקוד.
צ281	יונה	שהקו המקביל צריך לעבור דרך הקדקוד!

282צ	2צ	קודם כל הם לא מבין [מבינים] מקביל, קודם כל שיהיה להם בראש שהוא חייב לעבור דרך הקדקוד, ואחר כך לחשוב מקביל למה כדי שהשטח יהיה אותו שטח. כאילו הוא מזיז... קודם כל הוא מזיז את המקל, איפה הוא צריך לעבור? רחוק...
283צ	יונה	אהה... אתה אומר קודם כל הוא נתן את המקביל לפה, לפני שהוא סגר את המשולש.
284צ	2צ	כן, אבל לא מקביל, אלא קודם כל שהוא יעבור דרך הקדקוד... ואחר כך, לחשוב מקביל למה כדי שהשטח יהיה אותו שטח.
[...]		
297צ	1צ	לי זה נראה כאילו הוא פשוט... סתם הזיז...
298צ	יונה	שיחק עם זה...
299צ	1צ	כל כך נראה לכם... כל... מחשבה?
300צ	2צ	כן, כי הוא רוצה שהם יבינו, לא לתת להם תשובה...
301צ	1צ	השאלה אם זה באמת או שהוא...
302צ	2צ	לא לתת תשובה, לכן הוא מזיז את זה, שהם יבינו שצריך לעבור דרך הקדקוד.

בדיון זה, המורה 2צ טען כי המורה ניסה לסייע לתלמידים, ולרמוז להם לא על מיקום הפתרון אלא על קווי עזר ומיקומם. הוא מדגיש שהמורה לא רצה לתת לתלמידים את התשובה, אלא רק לרמוז. לעומתו, המורה 1צ לא חושבת שיש כוונה נסתרת בפעולות של המורה היפני:

"לי זה נראה כאילו הוא פשוט... סתם הזיז..." (297צ).

בדומה למורה 6 בסעיף הקודם, יש מורים שסבורים כי לא לכל פעולה בכיתה יש מטרה נסתרת, או בפרפרזה על האמרה הנודעת, לפעמים 'להראות משהו על הלוח' הוא רק 'להראות משהו על הלוח'. קיומן של שתי עמדות אלו בדיון מראה כי הדברים אינם מובנים מאליהם, כלומר, האם יש כוונה או לא מאחורי פעולות בכיתה, ואם יש כוונה – מהי. גם בהשתלמות ברימון מורים העלו מטרות מנוגדות ביחס לשימוש במקל:

265ר	אהרון	למה הוא עושה את כל הדבר הזה במקום להגיד "תלכו, תלכו לפתור". למה הוא עושה את זה? כי אני... אני רוצה שנחשוב על זה.
266ר	8ר	הוא רוצה שהם לא יפספסו את הבור.
[...]		
270ר	שירי	איזה בור?
271ר	8ר	יש כאן, מה שהצגת על הלוח מקודם. זה כאילו, כאילו מתבקש. לקחת את הקטע אמצעים שמה... זה... הוא מנסה אני חושבת להוביל אותם לשם כדי שהם יפלו בבור ויצאו ממנו.
272ר	שירי	אה, לא יפספסו את הבור במובן להפיל אותם בבור?
273ר	8ר	כן, אני חושבת.
274ר	אהרון	אוקי, זו השערה מאוד מעניינת. ההשערה היא שלהציף איזושהי אסטרטגיה מוטעית, אוקי.
275ר	8ר	זו לא אסטרטגיה...
276ר	4ר	אני לא בטוחה, אני חושבת, זאת אומרת, קודם כל, באיזושהי דרך הוא צריך לתת להם תחושה של 'איפה', כאילו, של המרחב הזה של הקו, והוא דווקא בוחר לעשות את זה בהטיה כזאת ולא בהטיה כזאת

[מראה עם היד], שזה כאילו אולי, אולי דווקא הפוך, אולי הוא רוצה לקרב אותם לחיבור של הנקודות ולהעברת המקביל, ואז לחפש איפשהו...

- 277ר 8ר לא, אבל הוא עשה את זה במעבר רציף, במעבר רציף העצירה באמצע היא לכאורה מתבקשת, והוא גם נתן לתלמידה להציג את זה. זאת אומרת שהיא ממש הולכה אותם עד פי הבור, לא היה חסר הרבה בשביל ליפול.
278ר 4ר יכול להיות.

המורות המשתתפות בדיון זה העלו שתי מטרות שונות : א. המורה היפני רצה להציג מרחב בו הפתרון יכול להימצא, ולרמוז לתלמידים היכן להעביר את קווי העזר. ב. המורה היפני רצה שהתלמידים לא יפספסו את ה'בור'. ה'בור' אליו מתייחסת המורה 8ר הוא קטע האמצעים, 'בור' בו 'נפלו' לא מעט מן המורים שעסקו בפתרון הבעיה, ולאסטרטגיה זו הייתה גם התייחסות בהמשך ההשתלמות, כפי שתיארתי בסעיף קודם.
בחרוב, לאחר פתרון המטלה הראשונה, המנחה דוד הקרין פעם נוספת את החלק הראשון כדי להסב את תשומת ליבם של המורים לזווית בה המורה היפני מחזיק את המקל. אחד המורים טען כי :

"אני לא יודע אם זה רמז כזה גם למי שלא יודע את הפתרון, כלומר זה העניין. מי שיודע את הפתרון, ברור לו שזה רמז [...] אבל למי שלא יודע, לא בטוח שזה רמז" (7ח).
משתמע מדבריו של המורה 7ח כי אם המורה היפני אכן התכוון לרמוז לתלמידים, הפעולה של העברת המקל לא סייעה בידיו – אם זהו רמז רק עבור מי שיודע את הפתרון, הרי שעבור התלמידים היפנים, מהלך זה לא היה משמעותי במציאת הפתרון. בהמשך הדיון, המורה 7ח אף חושב שיתכן והמורה מתגרה בתלמידים:

- 304ח דוד זאת בדיוק שאלה [...] האם הוא עכשיו נותן להם רמז...
305ח 7ח או שהוא מטעה כי הוא יודע מה הפתרון גם.
306ח דוד או שהוא עושה את זה לא במודע בכלל.
307ח 7ח כן היה נראה גם שהוא מתגרה בהם קצת.

המפגש היחיד מבין הארבעה בו המורים הסכימו כי המורה מנסה לעזור לתלמידים, היה המפגש בברוש. עם זאת, גם כאן הדיון היה מעמיק ומגוון, משום שהמורים מצאו אופנים שונים בהם המורה רמז לתלמידים. כל האופנים האלו נבעו למעשה מתוך אותה פעולה :

- 181ב 5ב הוא נתן להם להבין באיזה אזורים זה יכול להתקבל. הוא אמר להם אומדן, קודם כל תעריכו, איפה זה יכול להיות.
182ב 7ב הוא שיחק עם ה...
183ב 2ב כמה פעמים האמת שהוא שם את זה בצורה כך שכבר איפה שאמורים לצייר את הקווים המקבילים. בוא נגיד ככה.
184ב 7ב הוא די רמז להם.
186ב 2ב הוא גם שינה את הכיוון של הזה כדי לרמוז שזה לא חייב להיות [...] הוא עשה בכל מיני כיוונים, כדי להראות שזה לא חייב להיות מקביל לשני הקדקודים של המשולש.

בדיון זה, המשתלמים מעלים שלוש מטרות שונות של המורה היפני : א. לתת אומדן איפה הפתרון יכול להתקבל, ואיפה לא – למעשה, לייצר וגם להגביל את מרחב הפתרונות. ב. לרמוז היכן כדאי לצייר את קווי העזר. ג. להראות שהקו שיהווה את הפתרון לא חייב להיות אנכי לקווים המקבילים ('ישר') אלא יכול להיות קו ישר אשר יוצר זווית שאינה 90 מעלות עם המקבילים. לסיכום, מבט בעדשת המטרות על קטע זה הניב שפע של רעיונות, לעיתים מנוגדים זה לזה, מה שהעשיר את הדיון. בנוסף, ניתן לראות בדיונים כי מורים שכנעו אחד את השני או לכל הפחות הציעו נקודות מבט שונות אשר מורים אחרים היו מוכנים לשקול.

ייחוס מטרות לזמן העבודה העצמית

לאחר הצגת המטלה המורה היפני מבקש מהתלמידים לחשוב על הבעיה לבדם במשך שלוש דקות. לאחר מכן, הוא מנחה את התלמידים להסתובב בכיתה, לדבר אחד עם השני, לפנות אל אחד משני המורים, ולהיעזר ברמזים אשר מונחים על אחד השולחנות. מורים רבים בהשתלמויות התייחסו לזמן הממושך שניתן לעבודה עצמית, והתייחסו לכך שהיבט זה לא מאפיין לרוב שיעורי מתמטיקה בישראל. מורה אחת כתבה כי לדעתה אחת המטרות של המורה בשיעור היא :

"לתת לתלמידים זמן לעבוד לבד ולחשוב לבד על מנת 'לתסכל' אותם מעט ולגרום להם להתפתח ולהתקדם מתוך התסכול" (א1).

מאידך, מורים אחרים מייחסים מטרה שונה לזמן שניתן לחשיבה עצמית :

"שלוש דקות הוא נתן לכל אחד, שיהיה איזשהו רעיון לכל אחד מהם. אחר כך כדאי לעשות קבוצות. לעשות קבוצה כשלאחד יש רעיון וכולם יושבים ומחכים לראות מה הוא אומר, זה לא כל כך טוב" (ב4).

לפי מורה זו, מטרת העבודה העצמית היא להכריח כל תלמיד לחשוב לבדו. בציטוט זה מובלעת האמירה כי לעבודה קבוצתית יש גם חסרונות – היא עשויה למנוע מאנשים לפתח רעיונות לבדם, בעיקר לתלמידים החלשים יותר או לאלו שפחות אוהבים להתבטא. על כל פנים, זוהי מטרה שונה ממה שהציגה המורה א1. בצאלון, המנחה ציינה כי העבודה העצמית לקחה זמן לא מועט (כרבע שעה). אמירה זו גרמה למורים לחשוב מה המטרה של המורה בכך :

407צ	יונה	אז, לקח די הרבה זמן כמו שאתם רואים עד שהתלמידים... עד שאחרון התלמידים הבין מה קורה.
408צ	9צ	אבל אם הוא היה מראה את זה על הלוח לכולם, במקום להתחיל לעבור אחד אחד...
409צ	11צ	הוא רצה להגיע לכל אחד...
410צ	יונה	מה הוא הרוויח מזה שהוא עובר אחד אחד?
411צ	11צ	הוא בודק... הוא רואה איפה כל אחד תקוע ומאיפה... רמז אולי יעזור לו. זה כזה... רק בזבז זמן, אבל זה מאוד יפה.
412צ	יונה	אוקי, בזבז זמן בזה שהוא נותן להם בעצם את המשימה לעשות לבד, כי אם הוא היה מראה את הפתרון...
413צ	9צ	הוא נתן להם קצת זמן חשיבה.
414צ	10צ	מצד שני הוא שומע רעיונות גם.
415צ	11צ	בסדר, זה נותן חשיבה גם לא למצטיינים.
416צ	יונה	הבעיה הזאת מאפשרת רעיונות שונים?
417צ	10צ	כל אחד שם מציג דרך שונה והוא נותן התייחסות לזה, זה חשוב, כי ילד שיושב ומסתכל על הלוח כשמורה מראה לו, אז הוא מקבל

בדיוק...

מה הוא מרוויח בזה שהוא שומע רעיונות שונים? האם את המתמטיקה?	יונה	418
לא רק שהוא...	צ2	419
דרך חשיבה.	צ12	420
זה לא רק רעיונות שונים.	צ2	421
הוא מכריח את התלמיד לחשוב.	צ12	422

בדיון זה עולות כמה השערות לגבי המטרות של המורה בזמן ההסתובבות בכיתה: א. המורה רוצה לעבור בין כל התלמידים, כדי לראות איפה כל אחד נמצא ואיך ניתן לסייע לו. ב. המורה רוצה לאפשר זמן חשיבה רב, וכך גם התלמידים שאינם מצטיינים או שפשוט זקוקים לעוד זמן יכולים לפתור את הבעיה. ג. המורה רוצה לשמוע רעיונות שונים ביחס לבעיה, ובכך הוא גורם לתלמידים לחשוב על עוד כיוונים, גם לאחר שפתרו את הבעיה. לגבי נקודה זו, אמרה מורה בחרוב כי

"הוא גם ביקש מכל אחד שהגיע לפתרון אחד להגיע לעוד פתרונות..." (נ9).
המורה ח2 העירה:

"אבל זו כבר מטרה משנית..."

מעניין לראות כי למורה האחרונה חשוב להבחין בין מטרה עיקרית ומטרה משנית. הנתונים לעיל מראים כי כמו במקרה של פעולת מורה פשוטה (העברת מקל), גם הדיון בין המורים על דרכי עבודה שהמורה מפעיל בכיתה אפשר העלאת מטרות שונות ודיון מעמיק בהן.

ייחוס מטרות להצגת פתרונות על הלוח

לאחר שתמה רבע שעה של עבודה עצמית, המורה היפני הזמין שני תלמידים לפתור את הבעיה הראשונה על הלוח. בהשתלמויות השונות, מורים דיברו על אופן בחירת התלמידים. לדוגמה, המורים שמו לב כי אחת התלמידות שהסבירה את הפתרון היא תלמידה שהייתה זקוקה קודם לכן לעזרת המורה. המנחה בצאלון אתגרה את המורים ושאלה – מדוע המורה לא הסביר בעצמו? מדוע הוא בחר שני תלמידים שיציגו?

קצת על איך הוא מנהל את הידע בסוף הסיפור הזה. הסתובב בין התלמידים, פתרו, לא פתרו... את מי הוא מזמין ללוח? את אלו שפתרו ראשונים, את אלו ש...	יונה	441
דווקא היו המתקשים נראה לי, הם באו אליו ללוח.	צ2	442
למה הוא מזמין אותם ללוח? הוא יכל להסביר לבד, אחרי שכבר כל הכיתה פתרה...	יונה	443
להבין אם הם הבינו.	צ12	444
לראות מה הם הבינו.	יונה	445
מוחאים להם כפיים...	צ2	446
מעצים אותם.	יונה	447
למה שניים? כאילו מאיפה הם...	יונה	448
אחד בן, אחד בת...	צ12	449
אה, שיהיה שוויון.	יונה	450

בדיון זה, המורים מייחסים שתי מטרות שונות לבחירת שני תלמידים – אולי המורה רצה מגוון מגדרי, ואולי מכיוון שיש לבעיה שני פתרונות גיאומטריים שונים (אמנם סימטריים, אך עדיין ישנה הזדמנות להזמין שני תלמידים להציגם). בהמשך המפגש בצאלון יוחסה למורה מטרות נוספת, בהקשר לפתרון המטלה השנייה על הלוח. בחלק זה, המורה סרטט על הלוח 10 מרובעים זהים והזמין תלמידים להראות את הפתרונות שלהם על הלוח. גם כאן הדיון עסק בשאלה, מדוע חשוב להראות מספר פתרונות אשר לא שונים במהותם אחד מן השני:

- | | | |
|------|------|---|
| 706צ | יונה | לא בדקנו פה את כל האפשרויות, למה זה טוב להראות את כל האפשרויות? |
| 707צ | 3צ | ללעוס את זה קצת ולהראות ש... מבינים את הבעיה הרבה יותר לעומק, את הפתרון יותר לעומק כשרואים את זה מכל קדקוד... |
| 708צ | יונה | אוקי, לחזק להם את ההבנה, אולי, עוד אפשרויות? |
| 709צ | 9צ | אולי דווקא חלשים, שעשו מכיוון מסוים, והם לא תמיד מזהים... |
| 710צ | יונה | וזה עלול לערער להם את זה? |
| 711צ | 9צ | לא, להפך, שהם ימצאו את הפתרון שלהם בתוך הפתרונות. |

בדיון זה עולות גם אמונות: המורים דיברו על כך שניתן לגרום להבנה מעמיקה יותר של החומר כאשר חוזרים על הסבר כמה פעמים, וגם על כך ששיטתו של המורה היפני יכולה לסייע לתלמידים חלשים, אשר ימצאו בוודאות את הפתרון המדויק שלהם על הלוח. כך, הם לא יצטרכו לסגור לבד את הפער בין פתרון אחד שמוצע על הלוח לבין הפתרון שלהם. במטלה השנייה, בה יש 8 תשובות אפשריות, עניין זה נהיה מהותי אפילו יותר. המנחה יונה שאלה את המורים מדוע המורה סרטט על הלוח 10 מרובעים, כאשר למעשה יש רק 8 פתרונות. מורה אחד הציע:

"שניים לאלה שטועים" (12צ).

ומורה אחרת סברה:

"מרחב חשיבה, לא לגלות להם שיש שמונה" (6צ).

גם כאן, האפשרות שניתנה למורים לייחס מטרות, מראה כי לא תמיד המטרה מובנת מאליה, ובמקרה זה שוב עלו מטרות שונות במהותן: לדעת המורה הראשון שני המרובעים המיותרים נועדו כדי לאפשר גם אסטרטגיות שגויות, ואילו המורה השנייה טוענת כי כך המורה לא מגלה מראש מהו מספר הפתרונות הצפוי, ותלמידים יכולים להמשיך לחשוב על עוד פתרונות. המנחה העלתה עוד רעיון שלא הגיע מהמורים:

"אולי להראות להם את השיטתיות במציאת פתרונות? זאת אומרת הוא הראה להם, אנחנו מעבירים אלכסון אחד אז אפשר ככה וככה וככה. אם אנחנו נעביר אלכסון שני זאת אומרת, יש לנו, אנחנו יודעים שבמתמטיקה יש עניין של חשיבה שיטתית, אז יכול להיות שהוא מנסה דרך זה לזרוע איזשהם כלים של חשיבה שיטתית – אוקי, מצאת פתרון אחד, בוא נראה אם אתה יכול למצוא עוד פתרונות ואיך, ואם אתה יודע למספר אותם, אם אתה יודע להגיד מה ההבדלים ביניהם, למה הזה דומה לפתרון הזה ולא דומה לפתרון אחר. זה לא קשור לנושא הזה של שינוי צורה ללא שינוי שטח, אבל זו עדיין איזושהי מטרה מתמטית שיכולה להיות חשובה לו."

המנחה העשירה את המענה על השאלה ברובד נוסף: אולי הסיבה לכך שהמורה פרש עשרה מרובעים על הלוח היא לעזור לתלמידים לפתח חשיבה שיטתית, לדעת לבחון את הפתרונות השונים ולהבחין ביניהם.

לסיכום, שימוש בעדשת המטרות כיוון את המורים לדיון פורה וליצירת מרחב של מטרות אפשריות (שלא בהכרח מתיישבות זו עם זו) אשר יוחסו לפעולות של המורה. קיומן של עמדות מנוגדות ביחס למטרות המורה היפני העשיר את הדיונים ואפשר למורים ללמוד זה מזה. לפי ממצאים אלה, תרגול 'ייחוס מטרות', אפילו לפעולה שניתן היה להתעלם ממנה במבט ראשון (כמו הזזת המקל), מעודד רפלקציה ועוקף את השאלה השיפוטית 'מה נכון היה לעשות?'.

2.2.2. דיון באינטראקציות בין המורה לתלמידים

שימוש בעדשת האינטראקציות בדיון על השיעור היפני כללה בין היתר התייחסות לאינטראקציות בין המורה לתלמיד בודד, בין המורה לקבוצת תלמידים, ובין התלמידים לבין עצמם. מורים תיארו את ההוראה בשיעור ככזו שבה גם המורה וגם התלמידים פעילים, ועם זאת נשמרת תחושה של כבוד הדדי, מעמד המורה ברור והמסגרת מאורגנת ומסודרת. המורים התייחסו לכך שהמורה חילק כרטיסי רמזים ונתן מענה בזמן העבודה העצמית/קבוצתית הן לתלמידים החזקים והן לתלמידים החלשים. לדוגמה, מורה כתבה בעבודת הסיכום:

"המורה נותן משימה לכל תלמיד לפתור בעיה שהציג ובונה את התהליך בצורה מאוד מאורגנת ושיטתית. ראשית הוא מבקש מהתלמידים לעבוד באופן עצמאי, במהלך העבודה שורר שקט בכיתה והתלמידים מכבדים אחד את השני ועובדים באופן עצמאי ובשקט, דבר המאפשר גם למתקשים להגיע למצב של ריכוז וחשיבה עצמאית ויעילה. המורה מקפיד על הזמנים שהגדיר" (ש2). מהניתוח עלה כי המורים התייחסו לשני מרכיבים עיקריים: עבודה עם כיתה הטרוגנית באמצעות חלוקת כרטיסי רמזים; אפיון האווירה בכיתה לאורך השיעור.

עבודה עם כיתה הטרוגנית באמצעות חלוקת כרטיסי רמזים

כרטיסי הרמזים שהמורה הניח בכיתה לאחר הצגת המטלה הראשונה משכו תשומת לב רבה בהשתלמויות, אולי גם משום שלא ידוע לנו מה נכתב בהם, ובעיקר משום ששיטה זו מאפשרת עבודה משמעותית עם כיתה הטרוגנית. אחת המורות כתבה:

"אהבתי מאוד את הרעיון של לתת רמזים – התלמידים לא נשארים לבד עם הספקות בדרך לפתרון. בצורה זו תלמיד שמתקשה לא נשאר מתוסכל ויכול להשתמש בכלים נוספים כדי לצלוח את הבעיה" (ש3).

מורה אחרת העלתה השערה כי המורה תכנן כיצד לסדר את הכיתה, פיזית, בשלב זה, כך שיוכל לעזור לתלמידים מסוימים:

366x	4x	הוא גם קצת מסדר את הכיתה, שכל מי שלא הצליח יהיה יותר קרוב אליו בזמן שהוא מסביר.
367x	יונה	את אומרת, פיזית, הוא...
368x	4x	כן.
369x	יונה	הרמזים נמצאים מקדימה אז יתקרבו אליו.
370x	4x	וכל מי שהצליח עובר אחורה.
371x	יונה	מי שהצליח ילך להציע לאבינה [המורה המסייע].
372x	4x	וזה אפילו, אפשר אחרי זה נגיד תיאורטית, להפוך את השיעור לקצת יותר מיועד לכיתה הטרוגנית, נגיד לתת עוד איזה תרגיל חדש לכל מי

שהצליח מאחורה שהוא יהיה עם המורה השני, והוא מסביר לכל מי שלידו.

המורה סבורה כי גם לאזור בכיתה בו הונחו הרמזים יש משמעות, והמורה היפני תכנן זאת כך שהתלמידים יתפזרו בחלל הכיתה לפי מידת הצלחתם במשימה. בסוף מקטע זה המורה אף מציעה פיתוח של הרעיון אותו ראתה בשיעור – לתת תרגיל חדש לתלמידים שנמצאים בחלק האחורי של הכיתה, וכנראה הצליחו כבר לפתור את המשימה. זוהי דוגמה לדרך בה הניתוח והדיון עשויים לגרום למורים לחשוב על רעיונות חדשים, על סמך הרעיונות אותם הם רואים בוידאו. בברוש, אחד המורים לא הבין את הצורך ברמזים. המנחה 'גלגלה' את הכדור בחזרה אליו:

ב306	ב4	אני לא הבנתי מה ההבדל בין כרטיסי רמזים לבין לתת לכל הכיתה את הרמז. מה, מה הוא מרוויח בזה?
ב307	אלונה	בוא תגיד לי אתה. מה הוא מרוויח מזה?
ב308	ב4	פה הוא אומר לכולם, ופה כל אחד אה...
ב309	אלונה	לא, הוא לא אומר לכולם, הוא אומר אחד אחד...
ב310	ב7	הוא עובר אחד אחד.
[...]		
ב313	ב6	יש אנשים שלא רוצים... שרוצים לפתור לבד את התרגיל. והעוזר שלו נותן את הרמז... אתה מבין?

נראה שהמורה הדובר הפנים את שפת כלי הניתוח – כדי להבין את מה שלא ברור לו, הוא שואל את המורים האחרים ואת המנחה: "מה, מה הוא מרוויח בזה?" (ב306). כלומר, במקום לנקוט עמדה שיפוטית, הוא העלה שאלה לדיון שתכליתה לברר מהן המטרות, והתשובות האפשריות התקבלו ממורים אחרים, ולא דווקא מהמנחה. שני רעיונות הועלו: בעזרת שיטת הרמזים המורה יכול להיות חופשי ולהסתובב בין התלמידים, וכן התלמידים יכולים לשלוט בעצמם במידת העזרה שיקבלו. אם המורה היה נותן את הרמז בפומבי, לתלמידים אלו לא הייתה ניתנת ההזדמנות להתמודד לבדם.

נראה כי המורים הבחינו שישנה מחשבה מאחורי האינטראקציות שמקיים המורה. סטיגלר והיברט (Stigler & Hiebert, 1999) מספרים כי מורים יפנים רואים בכיתה הטרוגנית יתרון, ומתייחסים להבדלים בין תלמידים כמשאב עבור מורים ותלמידים גם יחד. זאת משום שהבדלים בין התלמידים יוצרים טווח רחב של רעיונות ושיטות; טווח זה מייצר מרחב לדיון ורפלקציה על פתרונות עבור התלמידים. האמונה העומדת בבסיס פרקטיקה זו היא כי לכל התלמידים יש זכות להיחשף למגוון הפתרונות, וכי התאמה של פתרון מסוים לתלמיד ברמה מסוימת היא בעייתית. למעשה, הוראת כיתה הטרוגנית מהווה יתרון עבור מורים מכיוון שהיא מאפשרת תכנון של שיעור כך שפתרונות שונים, הבאים מתלמידים ברמות שונות, יעלו בכיתה.

מורים בהשתלמויות הבחינו גם במחשבה שהשקיע המורה בבניית השיעור עבור תלמידים חלשים וחזקים כאחד. המורה א1 כתבה על התחושות החיוביות שעשויות להתגבר בקרב תלמידים בשיעור כזה:

"המורה למעשה נותן מענה ומכיל את אותם תלמידים חלשים ולא מתקדם בשיעור עד שאחרון התלמידים הבין את פתרון המשימה. דבר זה תורם לתחושת חשיבות והערכה עצמית גם לאותם

תלמידים חלשים שלא זנחים ולמעשה נמצאים בקו אחד עם שאר הכיתה. מנגד, הוא נותן חיזוקים חיוביים ומקדם את החזקים בכך שהוא מזמן אותם את הלוח לתת מענה ולהסביר לכלל הכיתה את דרך החשיבה שלהם ובכך מאפשר להם העמקה" (א1).

אפיון האווירה בכיתה לאורך השיעור

מורים התייחסו גם לאווירה הכללית בכיתה, וליחס המורה לתלמידים. לדוגמה, מורים ציינו שהמורה מחייך, צוחק, מתבדח, נותן מחמאות לתלמידים. להלן כמה התייחסויות מייצגות למרכיב זה:

"הוא אומר כל הזמן, אתה נבון... גם כשזה לא..." (6n).

"הוא גם לא אומר להם 'אתה טועה'" (9n).

"התלמידים אקטיביים מאוד ונראים נרגשים מהחוויה. כמעט כולם עובדים [...] כשהמורה מאפשר לתלמידים להציג את הרעיונות שלהם לפתרון מול כל הכיתה, ליד הלוח, הוא מאפשר לכל תלמיד להציג את דבריו עד הסוף, גם אם הם לא נכונים. המורה לא קוטע ולא מתקן. בסוף ההסבר תלמידי הכיתה מוחאים כפיים: אורה טובה ומכבדת. ניכר כי התלמידים והמורה נינוחים והאינטראקציה ביניהם מכבדת" (2א).

"הוא נותן להם זמן, לא אומר להם כלום, הוא מפרגן, הוא נותן להם איזשהו מבוא... הכול אצלו בקטע של תחשוב, תזרמו, אל תחשבו על הציון, כי זה לא ה... הצלחתי/ לא הצלחתי..." (5צ).

מצייטוטים אלו עולה כי המשתתפים הבחינו בכך שהמורה היפני נתן לתלמידים מרחב לחשיבה ועשייה מתמטית – גם מבחינת הזמן שהקדיש לכך וגם מבחינת התמיכה שלו בהם. בנוסף, מורה ציינה כי בניגוד אולי למצופה בשיעור בו התלמידים פעילים, הכיתה נשארה בשליטה:

"בכיתה הייתה תכונה רבה, תלמידים עברו בקבוצות, מקומות, ממורה למורה, ויחד עם זה לא היה כאוס, הייתה שליטה מלאה במתרחש. האם זה יכול לקרות רק ביפן?" (2ד).

יתכן ויש באמירה זו תהייה/משאלה לגבי השוואה בין האווירה בשיעור היפני, כפי שהוצגה לעיל, לעומת האווירה הטיפוסית לשיעורים בישראל. להשוואות מסוג זה אתייחס בקטגוריה 2.3 בהמשך.

ניתוח כמותי של יחידות המשמעות השייכות לקטגוריה II:

בסך הכול, 20.84% מיחידות המשמעות שנותחו היו קשורות בהוראה של המורה היפני. בטבלה 5 מופיעות תת-הקטגוריות אותן מצאתי בניתוח, וכן שכיחות יחידות המשמעות בכל תת-קטגוריה:

קטגוריה	תת-קטגוריה	רימון	ברוש	צאלון	חרוב	סה"כ יחידות משמעות בארבע ההשתלמויות	אחוז מתוך כלל יחידות המשמעות שסווגו
המורים דנים בהוראה של המורה היפני	ייחוס מטרות לפעולות המורה	10	7	28	9	54	11.37%
	דיון באינטראקציות בין המורה לתלמידים	2	15	16	12	45	9.47%
סה"כ		12	22	44	21	99	20.84%

טבלה 5. שכיחות יחידות המשמעות לפי תתי-קטגוריות בקטגוריה II.

סיכום הממצאים בקטגוריה II:

הרפלקציות של המורים לגבי ההוראה של המורה היפני התרכזו בדיון במטרות של פעולותיו בשיעור, וכן במגוון האינטראקציות והדרך בה הוצאו לפועל. בהיבט זה נמצא כי הדיונים היו עשירים: מורים העלו מטרות שונות ולעיתים אף מנוגדות, ביססו את טענותיהם על אפיזודות בסרט, ולעיתים שכנעו זה את זה בטענותיהם. המורים התייחסו בעומק וברצינות לשאלות הנשאלות, ונמצאו ראיות לכך שמורים אימצו את כלי הניתוח ואת שפת מסגרת הניתוח, ואף החלו ליזום את השימוש בה.

2.3 קטגוריה III: המורים מתייחסים להוראה שלהם לאור הצפייה במורה היפני

בקטגוריה זו אנתח מבעים בהם בעקבות הצפייה בשיעור היפני מורים התייחסו להוראה של עצמם, או השוו בין היבטים בשיעור היפני לבין היבטים בהוראה שלהם. ההתייחסויות סווגו ל-3 תת-הקטגוריות הבאות: מטרות ההוראה של המשתתפים ואמונותיהם; אילוצים איתם מתמודדים המשתתפים; סוגיות בהוראה בכיתות המורים המשתלמים.

2.3.1 מטרות ההוראה של המשתתפים ואמונותיהם

בתת-קטגוריה זו אציג את העיסוק של המורים במטרות הוראה, אך הפעם הדגש הוא על מטרות של המורים הדוברים, ולא על ייחוס מטרות למורה היפני. כחלק מהצפייה בשיעור היפני וניתוחו בעזרת העדשות, מורים התייחסו באופן מפורש וספונטני (כלומר ללא בקשת המנחים) למטרות שלהם בשיעורים ספציפיים וגם למטרות כלליות יותר – כלומר למטרות-העל שלהם כמורים למתמטיקה, ובתוך כך התייחסו גם לאמונותיהם. בדברים אלו התגלה מתח בין המטרה לפתח חשיבה ועניין ובין הרצון להכין את התלמידים כראוי למבחני בגרות, כפי שיוצג בסעיפים הבאים. מתח זה קשור גם לאילוצים אחרים איתם מתמודדים המורים, עליהם ארחיב בתת-הקטגוריה הבאה, 2.3.2.

פיתוח חשיבה ויצירת עניין והנאה

אחת ממטרות ההוראה שחזרו ועלו היא פיתוח חשיבה, תוך מתן תשומת לב גם להיבטים רגשיים של למידת מתמטיקה. מורים ציינו ששימוש בבעיה היפנית או בבעיות דומות לה, הוא "הרבה יותר מעניין לתלמידים [...] סליחה, מלעבוד בספר... גם החלשים" (ב2).

מלבד עניין ופיתוח סקרנות, מורים ציינו כי חשוב בעיניהם לפתח את חשיבת התלמידים, לתת להם להתמודד עם בעיה, להרחיב את ארגז הכלים שלהם ולצייד אותו בכלים אלטרנטיביים. מורה ציין כי:

"אולי זה לא המטרה בדיוק להגיע, כי להגיע כמו שאמרו כאן, זה מאוד פשוט. הסברתי וזהו, ומה עשיתם עם זה שהסברתי? זה אומר שגם תרגיל הבא אני אצטרך להסביר" (צ2).

מורה אחרת טענה כי צריך ללמד יותר שיעורים בסגנון השיעור היפני מכיוון שצורת למידה כזו עשויה לשפר את הביטחון העצמי של התלמידים (צ2), והמשתלם שלצידה אמר:

"תלמידים שעוברים שיעור כזה ופותרים תרגילים מסוג כזה, יוצאים אחרי שיעור כזה כל אחד כמו מלך יוצא משיעור הזה, הוא מרגיש כוח בזה [...] הוא מרגיש שהוא יכול, הוא יתגבר עם איזשהו תרגיל, לא סתם תרגיל שצריך לפתור את המשוואה ולקבל את הפתרון וזהו..." (צ6).

מורה בהשתלמות בחרוב דיבר על כך שהבאת בעיה בסגנון הבעיה היפנית לכיתה, יכולה לסייע בשבירת השגרה:

"קודם כל, כבר הנאה. לצאת מהספר, שהספר זה תנ"ך. וזה באמת פותח את החשיבה" (צ7). במבע זה, ניתן לראות כמה מטרות – ליהנות מהמתמטיקה, לפתח את החשיבה, ולגוון את הרוטינות הכיתתיות. בהשתלמות בברוש עלתה השוואה בין שיעורים המעודדים חשיבה לבין השיעורים השכיחים בתיכון, בהם לרוב המורה צריכה למחר ולהספיק את כל החומר לבגרות. בדיון זה, מורה העלה את התהייה העמוקה יותר:

"שאלה אחרת, מה יותר חשוב לבן אדם, פיתוח חשיבה או לעמוד במבחנים?" (צ6). יתכן שמאחורי תהייה זו נמצאת אמונה סמויה לפיה פיתוח חשיבה לא בהכרח עוזר במבחנים, אלא מטרות אלה עומדות זו מול זו ואולי אף סותרות זו את זו. מאוחר יותר בדיון, שנסב סביב אילוצי זמן וספרי לימוד, הוסיף אותו מורה כי

"אנחנו לא מלמדים מתמטיקה, אנחנו מכינים תלמידים לבגרות" (צ6). נראה כי המורה ענה בצורה מסוימת על השאלה שהעלה, באומרו כי מורים מתמקדים בעיקר בהכנה לבגרות, כלומר מטרתם היא שתלמידיהם יעמדו במבחנים, ולא פיתוח חשיבה או לימוד מתמטיקה אמיתי. תשובה זו אמנם מביעה תסכול מן המצב הקיים, אך עצם העלאת השאלה מאפשרת להציף בחינה עצמית של אמונות ומטרות, כפי שעולה גם מן הציטוט הבא:

"אני יכול להתייחס למציאות שלי בבית הספר, עם כל האילוצים, עדיין גם אם, מספיק שאני מודע לזה ויהיה לי רגע של חסד פעם ב... זה גם משהו, זה יותר מאשר בכלל לא להיות חשוף לזה..." (צ4). הצפייה בסרט עוררה אצל מורה זו את הצורך למצוא פתרון ולו חלקי לדילמה של הספק מול הבנה, ולתהות האם לו רק מדי פעם ניתן ללמד אחרת.

נראה שהמבט במורה היפני גרם להרבה מורים להתבונן במעשיהם, ולשאול את עצמם – 'האם אני עושה את זה בכלל?' כאשר עבור כל מורה, הביטוי 'את זה' מביע היבט שונה: להציג שאלה יפה, ללמד שיעור מעורר חשיבה, לתת זמן לעבודה עצמית, להזמין תלמידים להראות את פתרונותיהם על הלוח. אחת המורות אמרה בדבריה על זמן לעבודה עצמית:

"אני עושה את זה, אבל לפעמים יש לי שיעור שלם שבקושי הספקתי להגיע לכולם" (צ4).

מורה בברוש אמרה :

"אנחנו לא עושים את זה אצלנו בבתי ספר, אנחנו לא עושים את זה [...] לכל משפט בגיאומטריה את יכולה להמציא כאלו שאלות. לכל משפט" (ב1).

מורה זו התכוונה ככל הנראה לתדירות בה מורים מציגים בעיות מעניינות בכיתה. בציטוט זה משתקפת אמונתה כי תדירות זו לא קשורה לספרי הלימוד (לאילוץ זה אתייחס בסעיף 2.3.2). למורה אחרת הצפייה גרמה לתהות האם היא מייצרת עניין והפתעה בכיתה, ובאיזו תדירות :

166ר	7ר	יש מין מבוכה קטנה, להסתכלות על עצמי כמורה מן השטח. האם בכלל אני מפתיעה את התלמידים מדי פעם?
167ר	שירי	ומה את חושבת על המבוכה הזאת?
168ר	7ר	מאוד קשה. קשה להתמודד איתה.
169ר	אהרון	מבוכה של מה?
170ר	7ר	מבוכה, ומין... מה זה להיות מורה טוב? בוודאי שלכולם ברור שזה דבר טוב, שהפתעה הזאת יכולה באמת להעמיק את ההבנה שיכולה להיות...
171ר	אהרון	הפתעה, על איזו הפתעה את מדברת?
172ר	שירי	של הבעיה הלא שגרתית.
173ר	7ר	ההפתעה של להביא בעיות לא שגרתיות, וזה... כמה פעמים אני עושה את זה? בשבוע, בחודש, אה... מבוכה על הדרך בה אני מלמדת.

ההסתכלות על פרקטיקה של שימוש בבעיות לא שגרתיות, שנתפסת אצל המורה 7ר כחיובית ("בוודאי שלכולם ברור שזה דבר טוב", 170ר), וההשוואה לפרקטיקה של עצמה ("האם בכלל אני מפתיעה את התלמידים מדי פעם?", 166ר) מביאה לתחושה של מבוכה שקשה להתמודד איתה (166ר, 168ר, 173ר). לפי שון (Schön, 1983), טבעי שרפלקציה תתרחש כאשר בעל מקצוע (במקרה זה המורה) מרשה לעצמו לחוות בלבול או מבוכה, בסיטואציה אותה הוא מוצא ייחודית או לא ברורה (Schön, 1983). הסיטואציה של ניתוח ההוראה בשיעור היפני אפשרה למורה 7ר להציג מטרות בהוראה שלה, ולבצע ירפלקציה על ידע בפעולה (Schön, 1983).

הכנה לבגרות

מטרה מוצהרת נוספת של המורים הייתה הכנה טובה למבחן הבגרות במתמטיקה, ולמבחנים באופן כללי. חלק מהמורים ניסו להבין האם יש קשר בין מיומנויות שנדרשות בבגרות, או במבחנים רלוונטיים אחרים, לבין המטלה בשיעור היפני. יתכן וזהו ניסיון לגשר על המתח שהוצג בסעיף הקודם.

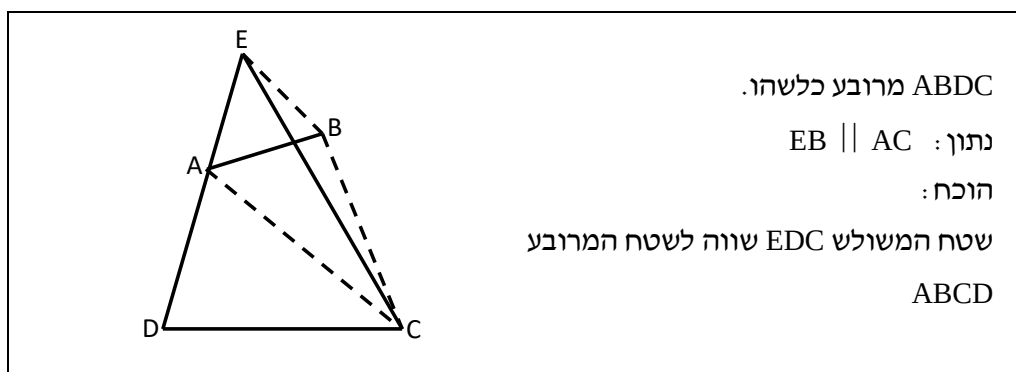
570ב	1ב	השאלה מה אחרי זה הם יידעו כשיהיה להם מבחן, לפתור תרגילים בגיאומטריה שקשורים.
571ב	7ב	ליישם את זה, כן, נכון.
572ב	אלונה	מה זאת אומרת?
573ב	4ב	לבטא את החשיבה, זה לא...
574ב	1ב	לבטא חשיבה, אבל השאלה היא כשיש להם תרגיל בגיאומטריה, לא תרגיל כזה...

בדיון זה נחשפות המטרות ביחס להיצמדות לקוריקולום ולהכנה לבגרות. חלק מהמורים הביעו צרכים תכליתיים ותהו האם השאלה היפנית תסייע למענה על שאלות אחרות. המורה ב7 אמרה בהמשך הדיון (אשר לא מוצג כאן) כי התלמידים מעדיפים ללמוד לבגרות ולא לראות תרגילים מעניינים, ולכן מבחינתה, היא מכינה אותם לבגרות בלבד. גם בהשתלמות בחרוב עלתה הסוגיה האם כדאי לקחת את המטלה לכיתה. אחת השאלות בהן דנו מורים בהקשר זה, היא באיזו מידה תוכן המטלה קשור לנושא השטחים בבגרות:

איזו סיבה יש לך לעשות את זה? כלומר...	7n	332n
זה לא לבגרות.	2n	333n
זה שטחים, זה כן לבגרות.	8n	334n
אבל מי שמלמד כיתה ז'...	דוד	335n
נושא השטחים בבגרות דורש אולי שני ישרים... שטח כשיש אותו גובה...	7n	336n

המורה ח7 חושב שאין סיבה להשתמש במטלה היפנית בכיתה, מכיוון שנושא השטחים בבגרות אינו דורש מיומנויות כגון אלו שהמטלה היפנית דורשת. היו מורים שחשבו אחרת: מורה בצאלון התייחסה בעבודת סיכום ההשתלמות שלה ליישום בכיתה של רעיונות מתמטיים אשר עלו בשיעור. היא חיברה מערך שיעור לכיתה י' העוסק במשולשים בעלי אותו בסיס הכלואים בין ישרים מקבילים, ובבניית משולש ממרובע או מחומש. במערך שיעור זה, המורה קשרה בין המטלות מהשיעור היפני לבין שאלות קוריקולריות, והדגימה כיצד ניתן לבצע התאמה ללימוד הנושא בכיתה י'.

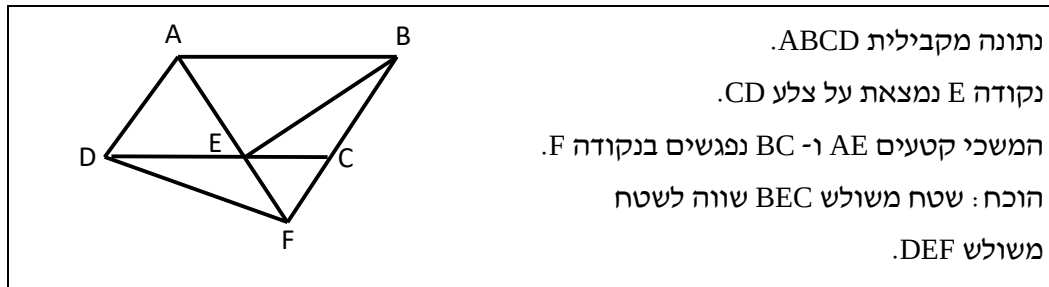
המורה הציעה לפתוח בבעיות מהשיעור היפני, ואז לתת לתלמידים את התרגיל הבא, הלקוח מספרו של בני גורן 'גיאומטריה של המישור':



תרשים 6. תרגיל מתוך ספרו של בני גורן 'גיאומטריה של המישור' (לא צוינה שנה, עמ' 238).

לדברי המורה צ7, תרגיל זה מיוחד בכך שהוא:

"חוזר על הפתרון של המשימה ויחד עם זאת הניסוח שלו אחר לגמרי. ניסוח כזה יכול ללמד את התלמידים לראות מצב מוכר, ולזהות בניסוח שונה תרגיל שהם פתרו קודם. כל המשימות האלו ביחד מכינות את התלמידים לפתרון של התרגיל הבא [תרשים 7 להלן] שהוא כבר הרבה פחות טריוויאלי מהתרגילים הקודמים" (צ7).



תרשים 7. תרגיל שהוצג על ידי המורה צ'7 (מקור התרגיל לא ידוע).

נראה כי העיסוק ה'תכליתי' הביא להסתכלות מחודשת במשימה ומציאת רלוונטיות נוספת בה, המראה כיצד היא אכן קשורה לבעיות הנמצאות במבחני הברורות. לסיכום, בחלק זה תואר כיצד הצפייה והדיון גרמו להצפת ערכים ואמונות של מורים, ולדיון באפשרות לממש אותם בכיתה. העובדה כי סוגיות אלו עלו ללא הכוונה של המנחים, אלא באופן ספונטני, מחזקת את הטענה כי צפייה בשיעורים של מורים אחרים מעודדת רפלקציה עצמית על הפרקטיקה.

2.3.2. אילוצים איתם מתמודדים המשתתפים

מטרות ההוראה מתנגשות לעיתים באילוצים איתם מתמודדים המורים. אחד ההיבטים הבולטים של השיעור היפני בעיני מורים שצפו בסרט, הוא העיסוק המתמשך בבעיה אחת או שתיים לאורך שיעור שלם. פרקטיקה זו נדירה בשיעורי מתמטיקה בארץ ואולי מסיבה זו השיעור עורר תגובות שנשמעו 'מתגוננות' ובהן הוזכרו אילוצים של מורים בישראל שמגבילים את השימוש בפרקטיקה זו. מן התגובות עלה כי לכאורה אין התנגדות עניינית לעיסוק בבעיה אחת בשיעור, כלומר ברמה העקרונית ישנה הסכמה (גלויה או סמויה) עם רעיון זה, אבל יחד עם זאת המציאות אינה מאפשרת יישום כזה בשיעורים ישראלים. נמצאו שני מרכיבים עיקריים אליהם התייחסו המורים: אילוצי זמן והספק; אילוצים הקשורים לספרי לימוד.

אילוצי זמן והספק

מורים ישראלים רבים מדווחים, גם בחטיבת הביניים וגם בתיכון, שהם ב'מירוץ נגד הזמן'. תחושה זו נובעת מהצורך לעמוד במסגרת של תכנית הלימודים, ובתוך כך להכין את התלמידים למבחני הברורות ובחינות אחרות, כאשר מספר השעות המוקדשות לכך קטן מדי (אופלטקה, 2012). מניתוח הממצאים עולה כי אילוצים אלו ואחרים גורמים למשתתפים להמעיט במטלות כגון זו שניתנה בשיעור היפני, לוותר על הסברים מעמיקים או על כך שהכיתה כולה תבין. מורים התרשמו מכמות הזמן שהקציב המורה לפתרון המטלה הראשונה:

"פרק זמן משמעותי של השיעור ניתן להתמודדות וחשיבה עצמית ו/או משותפת לפתרון הבעיה. לצערי, אני לא זוכרת שיעור, במהלך כל 26 שנות ההוראה שלי שאפשרתי לתלמידים כל כך הרבה זמן לפתרון בעיה... לחץ הזמן והצורך להספיק וללמד עוד נושא, גורם לי 'לשתק' חשיבה עצמית אצל התלמיד, את החשיבה העצמית התלמיד מפתח בבית" (ש1).

מציטוט זה עולה תחושת תסכול מכך שהמורה לא מקדישה זמן ממושך להתמודדות עם בעיות בכיתה, ובכך לא נותנת מקום לחשיבה עצמאית בזמן השיעורים בכיתה. ניכר שאותה מורה

הייתה רוצה להקדיש זמן כזה, אך הצורך ללמד נושאים רבים בזמן קצר מביא לסדר עדיפויות שונה.

מורה נוספת כתבה שהייתה שמחה לעבוד בקצב איטי יותר, משום שעבודה כזו הייתה נושאת פירות:

"הייתי מאוד שמחה אם הייתי מצליחה ליישם תהליך מובנה דומה בכיתה ה-5 יח"ל, בלי להיסחף אחר מרדף אחר הזמן לאור מגבלות הבגרות, אשר לעיתים מאלץ אותי לקצר מאוד בזמן הניתן למחשבה עצמאית. או בנקודות זמן אחרות, לוותר לרגע על הסבר מעמיק יותר עד שאוודא שאותם תלמידים חלשים יפנימו את החומר הנלמד. בפועל אני נאלצת לעיתים להסתמך על כך שהם יעברו שוב על הנושא בבית לבד. אני מאמינה כי אם ניתן היה לעבוד בקצב איטי יותר הייתי מצליחה להשאיר תלמידים רבים יותר ב-5 יח"ל ומצמצמת במעט את קצב הנושאים" (ש2).

אחד המורים בהשתלמות בצאלון השווה בצורה ישירה את עצמו למורה היפני:

"אני הרבה פעמים פותר כאילו, 'אוקי', יאללה מהר' ולעבור לדבר הבא כאילו. הוא כזה [...] הוא נותן להם זמן" (צ3).

מדבריו של המורה עולה כי הוא מנסה להספיק נושאים או תרגילים רבים בשיעור, ויתכן שהספק זה בא על חשבון זמן החשיבה של התלמידים. ההשוואה למורה היפני מאפשרת למורה להציף את אופן פעולתו, ואולי לתת עליו מחדש את הדעת.

בדומה למורה האחרון, למשתתפים אחרים השיעור גרם להעלאה של דילמה עקרונית – האם לעסוק במטלה אחת, עמוקה ומעניינת, לאורך שיעור שלם, או לפתור מספר גדול יותר של תרגילים סטנדרטיים? שאלה זו גרמה למורים להרהר במטרות ההוראה שלהם, והמטלות שראוי שיגזרו ממטרות אלו. להלן מספר ציטוטים אשר ממחישים דילמה זו:

- "אנחנו מתחבאים מאחורי הספק של תרגילים... אנחנו מרגישים שזה החותמת שלנו – 'הספקנו את החומר'. עשיתי ארבעה תרגילים בנושא, עשיתי חמישה... אבל – אני הספקתי. לא בטוח שהתלמיד חשב והעיקרון יושב לו כי באמת, אם הוא הבין את העיקרון, אז אפשר לזרוק את התרגיל, התרגיל הוא בשביל העיקרון. הוא כאילו אמצעי בשביל להגיע לעיקרון" (צ3).

- "הפעילות נמשכה זמן לא קצר אולם אני משוכנעת שהפנמת הרעיונות המתמטיים הייתה משמעותית הרבה יותר מפתרון סטנדרטי של עוד שלושה תרגילים" (ש3).

- "ואולי לפתור שניים שלושה [תרגילים], זה יהיה הרבה שווה ממה שלקחת יש שמה [מאשר לקחת] בדף המון המון תרגילים, ופותרים פותרים פותרים אותם..." (צ2).

- "צפיה בשיעור היפני השאירה אותי בתחושת תסכול, שאני כמורה מלמדת בעיקר טכניקה, פתרון אלגוריתם ולא הרבה מעבר, כשאני מרגישה כבולה ב'שלשלאות' ההספק והזמן. או שזה רק תירוץ לחוסר היצירתיות?" (ש1).

ציטוטים אלו מראים כי הסוגיה של בחירת התרגילים יחד עם ההחלטה על מספר התרגילים שיוצגו בשיעור היא רלוונטית וכואבת עבור מורים רבים, והסרט היווה זרז לדון בכך באופן מפורש עם עצמם ועם עמיתים.

אילוצים הקשורים לספרי לימוד

אילוצים נוספים שעלו בדברי המורים הם כאלו הקשורים לספרי הלימוד בהם הם משתמשים. המורים הופתעו לגלות שהמטלה היפה שהוצגה בשיעור היא מטלה מספר לימוד יפני, ועל כן

איננה בגדר רעיון של מורה בודד, אלא מייצגת תופעה רווחת במערכת החינוך כולה. הפתעה זו גרמה למשתתפים לדון בהבדלים בין המשאבים המצויים בידי מורים, ביפן ובישראל:

נכון זה הופיע בספר הלימוד שלהם ביפן?	ב1	460
כן, זאת בעיה מספר הלימוד.	אלונה	461
אתם מבינים איזה יופי? זה בעיה מספר הלימוד!	ב1	462
את רוצה להשוות? יש להם...	ב2	463
כן, אני רוצה להשוות.	ב1	464
יש להם חמש או שש שעות בבוקר, פלוס שעות אחה"צ לתרגול.	ב2	465
[...]		
תחשוב שהדברים האלו בספר הלימוד שלהם. תראה לי ספר לימוד בכיתה ח' עם כאלה בעיות.	ב1	518

מלבד ההפתעה אותה הזכרתי קודם לכן, נראה בדיון זה כי מורה ב2 משתמשת בהשוואה בין משאבי הזמן בשתי המדינות כדי לגונן על דרכי ההוראה הישראליות – מדבריה עולה כי כאשר אין מספיק זמן להקדיש לבעיות עמוקות, סביר להניח שהן לא תופענה בספרי הלימוד, משום שמורים לא ימצאו את הזמן להשתמש בהן.

אחד המורים ביטא משאלה לגבי משאבים שהיה רוצה שיהיו ברשותו:

"פתיחת השיעור בחידה מעוררת עניין וסקרנות – צריכה להוות כלי עבודה מצוין בארסנל הכלים של כל מורה, במיוחד במתמטיקה. הלוואי ויכולתי לחשוב על 'גריין' שכזה לפני כל שיעור/נושא חדש. יש לי כמה כאלה, אבל הלוואי והיו עוד" (ד1).

בשתי השתלמויות שונות, גם בברוש וגם בצאלון, מורים אשר הגיעו לישראל ממדינות ברית המועצות לשעבר, דיברו על ספרי הלימוד בהם נהגו להשתמש כאשר לימדו שם. מדיונים אלו עלה כי המורים אינם שבעי רצון מספרי הלימוד בהם הם משתמשים כרגע, וכי הם לא מרגישים שיש בידיהם משאבים להוראת שיעורים משמעותיים ומאתגרים, או לכל הפחות לשימוש בבעיות לא שגרתיות. היבט נוסף שעלה הוא כי לעתים קרובות ה'מדריך' למורה בספרי הלימוד לא מסייע למורים באיתור שאלות מעניינות. בשוק ישנם ספרים מאתגרים הכוללים שאלות מורכבות, כגון הספר שהזכרתי בסעיף 2.1.2, 'גיאומטריה לחטיבה העליונה' (קירו והדס, 2005) – אך הם אינם מוכרים לרבים מהמורים, ורוב בתי הספר לא משתמשים בהם. אחד המורים, יוצא ברה"מ, אמר:

"נגיד, אני אחזור לעשרים שנה לפני, אני לא הייתי צריך לחשוב על זה בכלל, אוקיי? היו לי לא רק ספרים ללמד, יחידים לכל המדינה שהיא מאוד מאוד גדולה, אלא גם איך ללמד היו לי ספרים. אוקיי? אבל לא איך ללמד, נגיד עכשיו בחטיבת ביניים יש לנו ספרים, ואז מדריך למורה. ומה כתוב במדריך למורה? בשיעור תפתור עשרים תרגילים ואז הביתה תיתן עשרה תרגילים. זה כמעט כל המדריכים, בכל הזה [...] שם זה לא היה. שמה, בחרו בדיוק [...] ישבו באמת צוותים, לא רק מקצוענים מתחום המתמטיקה, אלא באמת גם פסיכולוגים... כולם [...] ישבו וחשבו – עבור הנושא הזה, מהם השלושה-ארבעה תרגילים האלה שצריך לעשות בכיתה... ומהם התרגילים האלה שצריך לעשות בבית. ואז אני לא הייתי צריך לפתור עשרים כדי שהם יבינו" (צ2).

בציטוט זה שלובים אילוצי הזמן וחומרי הלימוד. לדידו של המורה, ה'מדריך' למורה עשוי לעזור בפתרון הדילמה של מספר התרגילים אותם כדאי להראות בשיעור. מורה אחר יוצא ברה"מ אמר בהשתלמות בברוש:

כשאני הייתי תלמיד בבית ספר, אני קניתי ספר בגיאומטריה, של בית	ב6	471
--	----	-----

ספר אמריקאי בתרגום לרוסית. שם היו תרגילים שאני פשוט לא הפסקתי לקרוא... אמריקאיים. כל כך... תרגיל תרגיל...

ב1 472 אין לנו את זה פה, אין לנו את זה בספרי לימוד!

ב2 473 אל תגידי לי שאין.

[...]

ב1 477 מה קרה לך, תראי לי כאלה תרגילים אצלנו בספר הלימוד.

ב4 478 זה רק שאלה של ספרים?

ב1 479 יש לנו בעיה של ספרים חבל על הזמן.

הדיון החל במורה יוצא ברה"מ אשר דיבר בגעגוע על ספר אותו הכיר במולדתו. לאחר מכן התגלעה מחלוקת בין שתי מורות (ב1, ב2) – האם יש בישראל ספרי לימוד טובים ומספקים? המורה ב1 סברה שיש בעיה בספרי הלימוד בארץ; בתגובה, המורה ב4 העלה שאלה ביקורתית: "זה רק שאלה של ספרים?" (ב478). שאלה זו מהדהדת לשאלה ששאלה המורה ש1 בחלק הקודם – "או שזה רק תירוץ לחוסר היצירתיות?" אמירות אלו מבקשות לערער את הנרטיב של הרבה מן המורים בהשתלמויות, לפיו האילוצים החיצוניים הם שמונעים מהם לאמץ רעיונות חדשים.

2.3.4. סוגיות בהוראה בכיתות המורים המשתלמים

המורים העלו סוגיות הוראה מכיתותיהם אשר חורגות מהנעשה בשיעור היפני עצמו, אך מושפעות מהדיון בו: שימוש לא קונבנציונלי בבעיות; הבאת בעיות שמורים לא יודעים לפתור לכיתה; תרבות כיתה.

שימוש לא קונבנציונלי בבעיות

מורים סיפרו על שאלות מעניינות ושיעורים לא שגרתיים שהעבירו בכיתתם. לדוגמה, מורה תיאר כיצד הוא משתמש בבעיות שקיימות בספר הלימוד והופך אותן למעניינות יותר:

נ390 דוד מה שאמרת קודם על בעיות מהספר, בסדר, בוא ניקח בעיה מהספר שהיא כן מהספר או בעיה שהיא כן לבגרות...

נ391 7n שזה גם אגב משהו, לקחת בעיה מהספר, לשדרג אותה, להפוך אותה...

נ392 דוד השאלה היא אם את זה היית עושה?

נ393 7n בוודאי!

נ394 2n איך אתה משדרג אותן?

נ395 7n אני עובד בראש שלי עם המודל של 'מה אם לא'. תמיד חושב ככה וזה יוצר אצלי המון מצבים.

האסטרטגיה אליה מתכוון המורה נ7 היא 'What-If-Not' (Brown & Walter, 1983). לפי אסטרטגיה זו, בוחרים בעיה או משפט מתמטי ומציניים תכונות של הבעיה או המשפט. כעת, ניתן לשאול לגבי כל תכונה, 'מה אם היא לא הייתה מתקיימת? כיצד היו הבעיה או המשפט משתנים?'. תשובות לשאלות אלו מאפשרות לעצב אלטרנטיבות מאתגרות לבעיה או למשפט. לדוגמה, כאשר עוסקים בסדרת פיבונאצ'י, אחת התכונות (למעשה, אחת ההגדרות) של הסדרה היא כי איבר חדש מתקבל מחיבור של שני האיברים הקודמים. ניתן לשאול, מה היה קורה אם איבר חדש בסדרה היה מתקבל מחיבור של שלושת האיברים הקודמים?

השיתוף של המורה ח' בדרך בה הוא משנה שאלות מספר הלימוד, יכול לתרום למורים רעיונות חדשים, לגרום למורים אחרים לשתף ברעיונות שלהם, ולהמחיש כיצד ניתן להיות רפלקטיביים גם לגבי חומרי הלימוד ולחשוב אילו שינויים כדאי לעשות בהם לאור מטרות השיעור. להלן ציטוטים נוספים, כולם מצאלון, אשר מדגימים סוגיה זו:

- "הרבה פעמים אני מנסה לבחור שאלות שהן הלא שגרתיות, מיוחדות יותר [...] זה לא תמיד פשוט, לפעמים יש כאלו שכבר מסומנות לי משנה שעברה, לפעמים אני עולה עליהן במקרה אז אני יודעת לפעם הבאה [...] ואז ברגע שעושים את הדברים הקיצוניים יותר, החריגים יותר, אחר כך הבעיות [עם] ההוכחות, הם יכולים להתמודד איתן לבד" (צ1).
- "יש דרך מעניינת לתת לחשוב, שאני נותן תרגיל עם קצת נתונים אבל לא שואל שאלה. לפי הנתונים שהם מקבלים, הם שואלים את השאלה שאפשר לענות עליה, הם עונים על השאלה, ואז מה השאלה הבאה? עונים על השאלה "מה השאלה הבאה?", והם שואלים את השאלות, וממשיכים, ממשיכים... (צ2).
- "כשאני מלמד משפט פיתגורס [...] אז ברגע שאני כותב משפט פיתגורס, אני כותב את זה גם בשלישית, $a^3 + b^3 = c^3$ [...] ואני אומר, מישו יכול להגיד לי שלושה מספרים, אני מדבר על שלשות פיתגוריות, שלשה פיתגורית של 'בשלישית'. והם לא, כאילו, מצליחים, אני אומר להם – תדעו לכם שזאת בעיה... בעיה עמוקה, בעיה מתמטית..." (צ3).

בכל הציטוטים האחרונים, הצפייה הביאה את המורים להתייחס לדברים שהם דווקא כן עושים בכיתה, ושהם מרוצים מהם, ולהצביע על היתרונות הטמונים בהם. המורים ציינו למשל כי הרעיונות שהעלו תורמים לעניין בכיתה (צ2) וליכולת להתמודד לבד עם בעיות (צ1). במפגש בחרוב, הדיון בפתרונות מרובים של המטלה השנייה בשיעור היפני נוצל על ידי המנחה לשאלה ישירה על ההוראה בכיתות של המשתלמים:

"מה אנחנו מרוויחים בזה חוץ מחשיבה אחרת, האם בדרך ההתנהלות שלנו בכיתות, האם אנחנו עושים כאלו דברים?"

בתגובה, המשתתפים חלקו מהנעשה בכיתה שלהם תוך התייחסות לשני אלמנטים שונים: שימוש בבעיה בה יש ריבוי פתרונות (בעיה שיש לה תשובות שונות) ושימוש בבעיה בה יש ריבוי דרכי פתרון (בעיה שבה יש דרכים שונות להגיע לאותה התשובה). הדיון לא הוגבל לגיאומטריה, אלא עסק בנושאים מגוונים כגון סדרות חשבוניות, משוואה ריבועית, ופונקציות.

הבאת בעיות שמורים לא יודעים לפתור לכיתה

בשתי קבוצות שונות, ברימון ובברוש, מורים העלו את הסוגיה הפדגוגית: האם אנחנו מביאים לכיתה תרגילים שאינם מוכרים לנו או תרגילים שלא הצלחנו לפתור? שאלה זו נובעת אולי מהקושי שחלק מהמורים חוו בפתרון המטלות במפגש. מורה ברימון סיפר כיצד התמודדות עם בעיה קשה מול התלמידים יכולה לתרום ללמידה:

"בכיתה חמש יחידות קרה לי כמה פעמים שמישהו שאל שאלה ופתאום נתקעתי ולא ידעתי לפתור ואמרתי – עכשיו תקשיבו, עכשיו תסתכלו [...] עכשיו בואו נראה ביחד, עכשיו אתם יכולים לראות אותי במצב אמיתי, כשאני לא יודעת לפתור, איך אני ניגשת לפתור, אולי אני לא אצליח, אולי מישהו אחר יצליח, אבל זה... אלה באמת המצבים, כי אחרת אי אפשר ללמוד מהמורה" (ר4).

החשיפה של המורה, וההנמקה שלה – מדוע פעולה כזו יכולה לתרום לתלמידים – יכולות לתרום להגדלת האפשרויות לפעולות בכיתה של מורים אחרים המשתתפים בדיון. במפגש בברוש המורים היו חלוקים לגבי הנושא:

מה עושה מורה שפתח כרגע את הספר, ראה את המשימות האלה, עכשיו הוא מנסה לבד, הוא לא מצליח, הוא ייקח את זה לכיתה?	ב5	677
[...]		
אלונה	ב685	אמיתי. האם אני לוקח לכיתה שלי משהו שאני לא יודע לפתור?
ב1	ב686	מה פתאום, איזו שאלה, מה אתה עושה צחוק.
ב4	ב687	מה פתאום.
ב5	ב688	לא יודע, אולי כן.
ב1	ב689	מה כן...
אלונה	ב691	למה?
ב5	ב692	למה, כי אם אני בא לכיתה בגישה של בואו נלמד ביחד...
ב1	ב693	בואו נחשוב ביחד?
ב5	ב694	בואו נחשוב ביחד, הנה יש דברים מסוימים שגם אני...

כפי שניתן לראות במבטים אלו, המורים ב1 ו-4 יוצאים כנגד הרעיון לקחת לכיתה בעיה שקשה למורה או שאינה יודעת לפתור, המורה ב5 מהרהר בו, וניכר שמורה זה מאמין כי התנסות כזו, של חשיבה משותפת עם התלמידים, יכולה להועיל להם. בכל אופן, מעניין לראות כי סוגיה זו עלתה בשני מקומות שונים.

תרבות כיתה

התייחסויות לתרבות כיתה עלו למשל כאשר מורים השוו בין היכולות שמפגינים התלמידים היפנים לעומת תלמידים ישראלים. הכוונה היא לאו דווקא ליכולת מתמטית, אלא גם ליכולת (ואולי אף ההרגל) להתמודד עם שאלות מורכבות, לעבוד בצורה עצמאית, וללמוד בצורה פעילה הכוללת דיון עם חברים והסתובבות בכיתה ללא שהסיטואציה תצא משליטה. הדיון הבא מדגים סוגיה זו:

יש שיתוף פעולה, הם לא נשברים מהר, אתה לא ראית איזה מישהו שקופץ ואומר – הי, בחיים לא ראינו, לא עשינו, לא ידענו, לא שמענו...	ר1	195
מה את רוצה מאיתנו, בדיוק, מה שחשבת.	ר5	196
כי זו התרבות שלהם.	ר4	197
זה לא קורה, כי התופעה הזו, של מרחק לא טריוויאלי...	אהרון	198
הם רגילים לזה.	ר4	199
בין תכונה ליישום, הם מכיתה א' מקבלים, זה כבר דבר שהם ינקו אותו.	אהרון	200

התייחסויות דומות לקושי של תלמידים ישראלים להתרכז עצמאית בבעיות מורכבות עלו גם בחרוב:

- "אם אני נותנת להם לקום להסתובב לבד ... ישר עם אייפונים..." (4n).

- "יש להם כאילו, אני מרגישה, כאילו אצלנו התלמידים רוצים לדעת, זה לא שהם לא רוצים לדעת אבל יש להם הרבה דברים שהם רוצים ואחד בא על חשבון השני, ופה [בשיעור היפני] הם מאוד ממוקדים בלדעת את זה. באמת חשוב להם, ואני לא רואה... דברים אחרים שמה [...] שמסיחים את דעתם, הם ממש מפוקסים בשאלה ובבעיה [...] אז... כאילו יש להם הנעת תלמיד מאוד חזקה לעניין הזה" (2n).
- "אני שואלת את עצמי אם בכיתה, אם אני נותנת לתלמידים את השאלה הזאת [...] כמה תלמידים ייקחו את הזמן הזה שהוא נתן, כדי לחשוב? [...] אין את הנטייה הזאת לחשוב לבד, לחשוב. ואם יש כזה אחד אז אנחנו אומרים עליו "זה החרג, או המחונן" [...] גם התלמידים החלשים היו מרימים ידיים נורא מהר, בכלל היו כמה שהיו יושבים ועוד מנסים ויש כאלה שאומרים אני לא יודע... בכלל אין פה [בסרט היפני] את ה'לא יודע', דווקא אלו שהלכו לקיר [ללוח] להציג, הם היו נראים כאלו שלא קל להם" (5n).

אמירות אלו משקפות תחושה כי לתלמידים ישראלים יש קושי להתמקד, לעומת התלמידים היפניים אשר דעתם אינה מוסחת בקלות והם עסוקים בפתרון הבעיה לאורך השיעור. בכל הציטוטים האלו יש משום העברת האחריות לתלמידים מבחינת ההתנהלות בכיתה. יתכן גם כי ההבדלים שהמורים מוצאים קשורים לנורמות הנמצאות ביסוד שיטת ההוראה והלמידה היפנית. לדוגמה, להיבטים אותם הציגה המורה האחרונה בדבריה, קיימת מילה ביפנית – 'נריאגה' – אשר משמעותה היא דיון נרחב במטלות ובפתרונות שלהן, אך לא קיימת מילה מקבילה בעברית או באנגלית. קיומה של מילה בשפה עשוי לרמוז על שימוש בפרקטיקה שהיא מבטאת (Clarke, Mesiti, O'Keefe, Xu, Jablonka, Mok, & Shimizu, 2007).

מורה אחרת טענה כי ללא משמעת עצמית, אין טעם לקיים שיעורים בסגנון השיעור היפני: "אם אין משמעת עצמית לילדים, ללכת לעשות כזה דבר, זה סתם בזבז זמן. כל היופי ביצירתיות הלך. כי הם יעשו את זה שלישי, רבע, העיקר שהם יעשו את זה, יש כאלו שלא יצליחו או ישר יעברו הלאה, זה לא יגיע ממקום של באמת למידה משמעותית לילד שהוא באמת עשה משהו יצירתי עם עצמו" (ב1). מורה אמר בתגובה, ובניגוד אליה:

"ברגע שהיצירתיות גבוהה והתלמידים יותר מעניין להם... כמובן שהיא צריכה להיות מותאמת לתלמידים. אם תעשי משהו שדורש יצירתיות שכרגע הם לא הורגלו אליה, למשל אם תיקחי היום כיתה ותפילי אותם על דבר כזה אז סביר להניח שאולי אחד שניים ימצאו בזה איזשהו אתגר, חלק יתייאשו אחרי כמה דקות [...] אם עושים משהו בהבניה, שבסופו של דבר הם הולכים ואת עצמם הם מאתגרים, אז משמעת תבוא עם זה. כי יהיה להם מעניין" (ב5). מורים אלו מוצאים קשר סיבתי בין משמעת ויצירתיות: המורה הראשונה סברה שמשמעת הכרחית לשימוש בפעילות יצירתית בכיתה. המורה השני טען לגבי יצירתיות כי בתהליך נכון, "משמעת תבוא עם זה" (ב5).

באמירות אלו, בהן הרפלקציות נעשות בעזרת השוואה בין תלמידים יפנים לישראלים, דווקא מבוטאת התייחסות לתפקיד המורה ולכוח שלו בבניית הרגלים ועיצוב נורמות הכיתה. התייחסות לתפקיד המורה הייתה גם בהשתלמות בחרוב:

252n 2n כשאנחנו נכנסים לכיתה אנחנו תמיד מביאים איתנו איזשהו קצב, איזשהו סגנון, איזשהם הרגלים. אנחנו באים עם איך שאנחנו מלמדים

הרבה פעמים. [...] אנחנו מביאים אותם לאט לאט לדרך שלנו, והם גם מתאימים את עצמם אלינו, כל אינטראקציה של מורים ותלמידים היא איזושהי התאמה.

- 253n דוד אני ארשום אפילו לא רק הרגלים אלא בניית הרגלים.
- 254n 2n כשאני מלמדת בכיתה טובה, חמש יחידות, הילדים הם עובדים, והם רוצים ואכפת להם וזה, אבל הסבלנות גם כן לא מחזיקה זמן.
- 255n דוד מה שאת אומרת, זה מאוד חשוב, את אומרת שלנו יש תפקיד, לא רק שאנחנו מקדמים את הילדים אנחנו צריכים לעבוד עם מה שיש, גם, אבל גם לנו יש תפקיד בלבנות הרגלים בתוך הכיתה.
- 256n 2n ואם יש אורך זמן, אם לאורך זמן...
- 257n דוד אם אנחנו מתמידים בזה...
- 258n 8n יש לי כיתה כזו, שלימדתי אותם מכיתה ז', עכשיו הם ב"א... זה תענוג! הם יושבים, הם עוזרים אחד לשני, עובדים, זה כבר הרגל... מכיתה ז' עשיתי להם משטר.
- [...]
- 265n דוד זה בדיוק הבניית הרגלים, זה משהו שאפשר ללמוד, אמנם זה ביפן ואנחנו בישראל אבל יש דברים שאפשר ללמוד. קוראים לזה בשפה המקצועית תרבות כיתה.
- 266n 1n זה בניית אמון גם...
- 267n דוד בניית אמון, לבנות הרגלי עבודה, לבנות מוסכמות ונורמות.

הטענה המרכזית של המורים היא כי בניית הרגלים בכיתה היא תהליך באחריות המורה, שעשוי להביא להגדלת הסבלנות והנכונות של התלמידים להתמודד עם עבודה עצמית. יחד עם זאת, עדיין יכול להתפתח תסכול בקרב התלמידים שאינם מצליחים, כפי שמראה הדיון בהמשך אותה השתלמות:

- 483n 3n אני רואה אותם בורחים... יש כאלה שאני רואה את התסכול אצלם, כי הם רואים את האחרים כן מצליחים. הם יוצאים מזה מאוד מתוסכלים.
- 484n דוד כן, כן. מה את עושה עם התסכול הזה? משתדלת להימנע ממנו? או שאת אומרת...
- [...]
- 487n 3n לא, אני אומרת להם שמבחינתי הכול בסדר, שהם אף פעם לא צריכים להרגיש מתוסכלים מהתחום הזה.
- 488n דוד כן.
- 489n 3n שיש להם את התחומים הטובים שלהם, שאחרים יהיו מתוסכלים.
- 490n דוד תלמידים מתוסכלים, מצד אחד אנחנו לא רוצים. מצד שני, אנחנו גם לא רוצים להוריד את הרמה של הדיון, אנחנו אומרים טוב, אנחנו מוכנים לסבול מידה מסוימת של תסכול בכיתה, כל עוד אנחנו ככה מכילים את זה בצורה הזאת ונותנים לזה מקום על חשבון זה שאנחנו מרוויחים תלמידים אחרים שכן מתקדמים, מצד שני אנחנו לא רוצים למשוך את זה יותר מדי.
- 491n 3n אני יכולה להגיד לך שיש לי כיתה שזה לא קל [...] יש כאלה שמאוד מתנגדים למצב הזה של להעלות שם את הרמה.

494n	דוד	תלמידים שמתנגדים לזה.
495n	3n	מאוד.
496n	7n	זה מעלה את הרף של הכיתה לדעתי פה כל המשימות האלה, כן להעמיד אותם במצב הזה, וזה תרבות הכיתה, צריך להרגיל אותם לזה, אני יודע על הכיתה שלי שכיום השמיים הם הגבול, אני יכול לעשות איתם פעילות כזאתי בכיתה, הם כבר...

גם בדיון זה חוזרת האמירה, כי בניית הרגלים ויצירת תרבות כיתה מסוימת יכולים לתמוך בקיומן של פעילויות שונות מהרגיל בכיתה. הדיון יוצר מרחב למורים לחשוף את המורכבות שבבניית ההרגלים, את הקשיים שלהם בתהליך זה, ואת הזמן והסבלנות שנדרשים לשם כך. המנחה מאפשר את המרחב הזה, ומציג את שני הצדדים כדי לעזור למורה להכיל את התסכול אותו היא חשה. לנושא ההנחיה אתייחס בהמשך, במסגרת הדיון המסכם.

ניתוח כמותי של יחידות המשמעות השייכות לקטגוריה III:

בסך הכול, 33.69% מיחידות המשמעות שנותחו היו קשורות בהתייחסויות של מורים להוראה שלהם עצמם לאור הצפייה במורה היפני. בטבלה 6 מופיעות תת-הקטגוריות אותן מצאתי בניתוח, וכן שכיחות יחידות המשמעות בכל תת-קטגוריה:

קטגוריה	תת-קטגוריה	רימון	ברוש	צאלון	חרוב	סה"כ יחידות משמעות בארבע ההשתלמויות	אחוז מתוך כלל יחידות המשמעות שסווגו
המורים מתייחסים להוראה שלהם לאור הצפייה במורה היפני	מטרות ההוראה של המשתתפים ואמונותיהם	5	14	8	12	39	8.21%
	אילוצים איתם מתמודדים המשתתפים	4	18	15	9	46	9.69%
	סוגיות בהוראה בכיתות המורים המשתלמים	5	28	15	27	75	15.79%
סה"כ		14	60	38	48	160	33.69%

טבלה 6. שכיחות יחידות המשמעות לפי תת-קטגוריות בקטגוריה III.

סיכום הממצאים בקטגוריה III:

הצפייה והדיונים גרמו למורים לרפלקציות עצמיות, הנוגעות לנעשה בכיתתם, לאמונותיהם ולמטרות ההוראה שלהם. חלק מהרפלקציות עסקו בשינויים שמורים רוצים לערוך בפרקטיקה שלהם, ובכל מקרה כללו מודעות שנדמה שגברה ככל שהמפגש התפתח. אחד המנגנונים אשר הניע רפלקציות אלו הוא השוואה למורה היפני או לתלמידיו; אדון במנגנון זה ביתר פירוט בפרק הדיון.

2.4. התנגדויות של משתתפים לשיעור היפני

בכל המפגשים שנותחו היו מורים אשר הביעו התנגדות כלשהי לשיעור היפני (אם כי מספרם היה מועט); אציג להלן התנגדויות הקשורות לשיעור היפני עצמו, והתנגדויות הקשורות להתאמת

השיעור למורים ותלמידים בישראל. ההיגדים אליהם אתייחס בחלק זה שייכים לכל הקטגוריות הקודמות, וחלקם סווגו פעמיים בזמן הניתוח. למשל, כאשר מורה כינה את המטלה 'משתקת', האמירה סווגה הן כאפיון מטלה והן כהתנגדות. המנגנון של התנגדות הוא אחד מהגורמים לדיון פורה ומחדש בהשתלמויות, משום שהוא מאפשר למשתלמים לשנות את דעתם או לחדד אותה בעקבות ויכוח או קונפליקט. הבעת עמדה נגדית עוזרת לדיון לצמוח ולהתפתח משום שהצדדים השונים נדרשים לנמק לעצמם טוב יותר מדוע הם אווזים בעמדה מסוימת.

2.4.1. התנגדויות הקשורות לשיעור היפני עצמו

למרות ההתלהבות של מורים רבים מהדרך בה ניתן לעבוד עם כיתה הטרוגנית ולתת מענה לתלמידים ברמות שונות, היו מורים שטענו כי התלמידים המתקשים לא נתרמו מהשיעור. לדוגמה, מורה אחת כתבה בעבודת הסיכום:

"הפתרון נעשה בעזרת בניית משולש ויישום עיקרון מתמטי מובהק. אותו עקרון הופעל בבעיות שונות במדרג נכון ויצר עניין גדול במתמטיקה. מאידך, מי שהתקשה לא יכול היה לקבל הרבה מהשיעור" (2ד).

היו מורים שסברו כי דווקא התלמידים החזקים הם שיצא שכרם בהפסדם. בדיון הבא, אשר התרחש בברוש, המורים התייחסו לתלמידים אלו:

ב320	7ב	אז איפה החבר'ה האלה שהצליחו לפתור? אז הוא יראה לחבר שלו שהוא כן הצליח לפתור, ומה עושים אלו שפתרו, ואחרים עוד לא פתרו, זה לא כל כך פשוט, ההתנהלות כאן של השיעור, לא, לא ברור לי מה קורה כאן.
ב321	2ב	אני בטוחה שיש כאלו פה שכבר מצאו.
ב322	7ב	כן, מצאו, ומה הם עושים אלו שמצאו את הפתרון?
ב323	אלונה	בשלב הזה הם הולכים למורה השני ובודקים איתו את הרעיון שלהם.
ב324	7ב	בדקו את הרעיון, אמר להם נכון... מה עכשיו?
[...]		
ב327	אלונה	מה עכשיו?
ב328	7ב	יש לי עוד 20 תלמידים בכיתה שלא הגיעו לרעיון.
ב329	אלונה	יאללה חברים מה עכשיו? יש לי איזה יוסף אחד מדהים, הראיתי את הבעיה, הוא פתר אותה, מה אני עושה איתו?
ב330	5ב	סעיף ב'.
ב331	אלונה	מה אני עושה איתו? סעיף ב'. מהו?
ב332	2ב	תעזור למישהו יותר חלש.
ב333	אלונה	לעזור למישהו יותר חלש, להפוך אותו לאסיסטנט שלי.
ב334	7ב	זה לא, זה לא...
ב335	אלונה	מה עוד?
ב336	5ב	כן אבל איך הוא עוזר? הוא יגלה לו את התשובות.
ב337	7ב	נו באמת, התשובה היא כל כך קצרה, הרי זה עניין של שניה אחת, שניה אחת. מי שזה מעניין אותו הוא ישר שואל מישהו אחר ואז חצי כיתה...
ב338	5ב	תכיני את המשימה הבאה, תני לו את המשימה הבאה.

ב339	ב7	אז בסדר, אז אם ככה, אז יש לנו שיעור בנוי בצורה כזאת שיש לנו ערימה של משימות, סיימת, קח את המשימה הבאה, סיימת, קח את המשימה הבאה.
ב345	ב2	תחשבי שמי שחשב לבד, שכבר מצא את הפתרון, מה הוא עשה ברבע שעה הזאת?
ב346	ב7	זה המון זמן רבע שעה! זה יוצר אנדרלמוסיה בכיתה. זה לא כל כך פשוט.

המורה ב7 הביעה אי נוחות מהזמן הרב שניתן לעבודה עצמית, ואמרה כי בזמן זה עלול להיווצר בלגן בכיתה, בעיקר מכיוון שחלק מהתלמידים פתרו מהר ונותרו ללא דבר לעשות. הדיון לא נעצר באמירה זו – המנחה שאלה את המורים האחרים מה לדעתם אפשר לעשות עם תלמיד אשר פתר לפני כולם. המורים הציעו לתת לתלמיד 'סעיף ב', כלומר שאלת המשך, או לבקש ממנו לעזור למישהו יותר חלש. פתרונות אלו לא הניחו את דעתה של המורה ב7, אך גרמו לדיון להיות עשיר יותר. בהמשך המפגש, לאחר הצפייה המשותפת במטלה השנייה, אותה מורה אמרה למנחה:

"תביאי לנו, זה דברים מאוד יפים... תביאי לנו עוד כמה כאלה" (ב7).

אמירה זו מעידה על מורכבות: המורה לא דוחה מעליה את סך המרכיבים של השיעור היפני. יתכן כי הדיון בנושא שינה את עמדתה, ויתכן כי המשך השיעור נתן מענה לחלק מספקותיה.

2.4.2. התנגדויות הקשורות להתאמת השיעור למורים ותלמידים בישראל

התנגדויות נוספות נגעו למידת ההתאמה של תכני השיעור היפני עבור כיתה ישראלית, או עבור תלמיד ממוצע, וכמו כן לגבי מידת התאמתו להשתלמויות עדש"ה המיועדות למורים 'רגילים' (כלומר שאינם רכזים, מדריכים וכיו"ב). טענות כאלו נשמעו ברימון, שם המשתתפים שימשו הן כמשתלמים מן השורה והן כמורים מובילים אשר אמורים לחוות את דעתם לגבי עיצוב פרויקט עדש"ה. בהקשר האחרון, אחד המורים טען כנגד הבעיה היפנית, ואמר כי היא לא מתאימה לתלמידים ישראלים, וכי גם למורים יהיה קשה להתמודד איתה:

"אני כמישהו שעובד הרבה עם פיתוח ומכיר מורים בחטיבות הביניים [...] אני שואל את עצמי [...] מה עושה התלמיד הממוצע עם השאלה? האם יש לו איזשהו סטארטר לעשות? [...] גם מורים וגם תלמידים, הוא פשוט, בתחושה שלי, עם מה שאני נפגש, כאילו עומד חסר אוניס, כי אין לך איזה סטארטר, לאן אני הולך, למה? הסטארטר שלנו היה להעביר פה כל מיני קווים מקבילים, מה שאני לא בטוח שיהיה לתלמידים [...] האם מורה בחטיבת ביניים, אני מדבר על השאלה הזאתי, מתוך ההיכרות שלי עם הממוצע הזה, האם הוא יידע להגיב בכלל לרעיון כזה" (ר6).

מציטוט זה עולה כי המורה חושב שהבעיה קשה מדי לתלמידים ממוצעים, ובהתאם לא מאמין שמורים ישראלים 'רגילים' יתחברו לשיעור. הוא נימק הסתייגות זו בכך שקשה למצוא לבעיה הראשונה בשיעור 'סטארטר', כלומר שאין קצה חוט להתחיל איתו. המורה ר9 השיבה לו, קצת מאוחר יותר בדיון (בדבריה היא מתייחסת לתפקידו כרכז):

"מה שאתה עושה עם מורים, המורים שלך עושים עם התלמידים, הם לא מאמינים בתלמידים לכן אתה לא מאמין במורים [...] מורה חייב להאמין בתלמיד שהוא מסוגל לחשוב" (ר9).

ר9 מבטאת במפורש את האמונה כי צריך להאמין בתלמידים (ובמורים), להאמין שיש ביכולתם לפתור את הבעיה, כתנאי בסיסי למעשה של הבאת שאלות מאתגרות לכיתה. המורה ר6 השיב:

"אנחנו צריכים להסתכל, על חומרים שהם יותר קרובים, ממש משהו שלא בהכרח מורה רואה והוא כמורה ישר לוקח לו איזה זמן רב מאוד לפתור את זה, כי יש דברים יפים שאפשר לעשות וללמד את כל העקרונות האלה... הבעיה טריקית, היא לא נותנת... היא משתקת. הבעיה הזאת משתקת. את רוב התלמידים היא משתקת, את רוב המורים היא משתקת [...] לעומת זאת אני יכול לתת בעיות, שאני... שלא רק זה, שיהיה לה פתרון מכמה כיוונים, ואחד הפתרונות או... אם יגיעו קרוב לפתרון, ירגישו שהם מתקדמים במשהו, מגיעים, ואפילו אם הם לא מגיעים, אחר כך איזה תלמיד אחד נותן הברקה, ומביא את הפתרון" (ר6).

המורה מעיד על עצמו כי הוא נוהג להשתמש בבעיות קשות, אך הוא חש כי הבעיה הזו לא מתאימה לשימושיו, מכיוון שהיא 'טריקית' ו'משתקת'. יש לציין כי דיון זה נערך בשלב במפגש שבו המורים עוד לא צפו בחלק בו מתרחשת עבודה עצמית וניתנים רמזים, ויתכן כי המורה שינה את דעתו בהמשך, אם כי אין לכך ראיות. באותו מפגש, המורה ר1 אמרה שתשתמש במשימה היפנית, וקיסרה את אימוץ המשימה לכך שהיא בעלת ניסיון של הרבה שנים. לדעתה, מורים צעירים עשויים להירתע מחשיפה למטלה הזו בהשתלמות:

- | | | |
|---|-------|-----|
| ברור לי שאם הייתם מראים לי את הסרט הזה כש... אחרי שלימדתי שנתיים-שלוש בבית ספר והייתם מנחיתים עלי את הסרט הזה "און בלוק" כמו שהראיתם אותו עכשיו, הייתם שותלים אותי באדמה. זאת אומרת, אם אני מורה צעיר בשטח, צריך לבוא פה, יש פה איזה מרחק עצום שצריך לגשר עליו, צריך לבנות... | ר1 | 395 |
| ואולי להפך... | ר9 | 396 |
| הייתי מראה עוד כמה סרטים. | ר1 | 397 |
| אולי להפך, אולי חינוכו אותנו כל כך שבלוניים... | ר9 | 398 |
| לא שבלוניים... | ר1 | 399 |
| דווקא פרחי הוראה הייתי עושה איתם את זה... | ר4 | 400 |
| אולי פרחי, אחרי שנמצאים בכיתה שנה שנתיים... | ר10 | 401 |
| כשאני עוד לא בטוחה בעצמי מאה אחוז כשאני נכנסת לכיתה, ואני מתמודדת עם בעיות משמעת וכל מיני קשקושים מסביב, כל מיני עניינים שכאלה, ופתאום להכין... לזרוק עלי את הדבר הזה ועכשיו אני אחזור הביתה ואחשוב איך אני לוקחת את זה למקומות גבוהים היה נראה לי קצת יותר בעייתי, כן הייתי מצפה בתור מורה חדשה בשטח שיהיה משהו קצת יותר מובנה בדרך. | ר1 | 402 |
| זו שאלה מצוינת, הכלים האלה של רפלקציה, מתי אני בשל להתמודד איתם. זאת אומרת כשאני בא, יש לי הרבה ניסיון ועכשיו התפניתי לחשיבה מהסוג הזה זה עושה לי יותר מאשר אם אני עם כל כך הרבה לחצים, יכול להיות שזה מיותר. זו שאלה מאוד מעניינת מה הרגע הכי בשל להתמודד עם כאלה דברים. | אהרון | 403 |
| אמרנו פה קודם שאם היינו מחנכים ככה מכיתה א' אז לא הייתה לנו בעיה, אז למה שלא נחנך לפחות את המורים מכיתה א', מהשנה הראשונה שלהם, טרום חובה, שהם יחשבו ככה, אז אולי לא תהיה לנו בעיה אחר כך. | ר9 | 404 |

גם בדיון זה המורים אינם תמימי דעים. לדעת המורה ר1, מורים צעירים אינם פנויים מנטלית לתכנון שיעורים מורכבים, מאחר שהם עוד מתמודדים עם בעיות משמעת וקשיים אחרים. היא

סבורה כי מורים כאלו צריכים לקבל חומרים יותר מובנים. המנחה הסיט את הדיון מעיסוק בחומרים לימודיים לעיסוק בכלים רפלקטיביים, ותהה מתי מורים בשלים להיעזר בהם. המורה 9 טענה כי בניית ההרגלים, עליה דובר לגבי התלמידים, צריכה להיעשות גם כלפי המורים: יש לטפח את השימוש בכלי ניתוח, ולעודד רפלקציה, כבר מתחילת הדרך בהוראה. לסיכום, ניתן לומר כי התנגדויות למיניהן תרמו ליצירת דיון פורה בכך שפתחו צוהר לחשיבה אחרת, נתנו לגיטימציה לגישות שונות ולאמונות אלטרנטיביות, וחידדו עבור חלק מהמשתתפים את דעותיהם – הדעות השונות שעלו גרמו לאחדים מהמורים לחזק את עמדתם ולאחרים לשקול לשנות אותה, כפי שאתאר בחלק הבא.

לסיכום, בחלק זה הצגתי ממצאים אשר עלו מניתוח דברי המורים במפגשים עצמם. בממצאים זהו שלוש קטגוריות בולטות הכוללות אמירות רפלקטיביות לגבי המטלות בשיעור, ההוראה של המורה היפני והתייחסות המורים להוראה בכיתותיהם. בנוסף, הצגתי גם אמירות המביעות התנגדויות שונות לשיעור היפני.

3. השפעות על הוראה בכיתה בעקבות מפגשי ההשתלמות סביב השיעור היפני

בחלק הזה אתייחס להיגדים אשר ביטאו רצון ונכונות של המורים לשנות את הפרקטיקות שלהם, או לחילופין לחזקן, בעקבות הרפלקציות שחוו ובעקבות הכלים לרפלקציה בהם התרגלו להשתמש במפגשי ההשתלמויות. כפי שהודגש, המטרה העיקרית של פרויקט עדש"ה היא עידוד רפלקציה, והגברת תשומת הלב של המורים להחלטות שלהם לפני השיעור ובמהלכו. הפרויקט לא שם לו למטרה כי מורים ילמדו בכיתותיהם שיעורים ברוח השיעורים בהם צפו, אך מכיוון שתופעה זו התרחשה בעקבות הדיונים, הרי שהיא מהווה עדות נוספת להשפעת המפגשים על מורים. ואמנם, בדיקת ההשפעות של צפייה בשיעור היפני על ההוראה של המורים המשתלמים לא הייתה אחת משאלות המחקר המקוריות, אולם לאור הממצאים שהתבררו במהלך הניתוח הוחלט לסקור גם אותן.

כבר במהלך ההשתלמויות, מורים דנו בדרכים השונות בהן ניתן להשתמש במטלות היפניות. למשל, המורה 17 התייחסה לרצונה להשתמש בבעיה הראשונה בשיעור, גם אם לא תלמד בדיוק כמו המורה היפני:

"בשנה ה-22 [בהוראה] אני מסתכלת על הדבר הזה ואני יודעת שאני לוקחת את זה היום. זה לא יוצר אצלי שום רתיעה, אני לוקחת את זה, אני לא הולכת מחר להיות המורה הזו בכיתה אבל אני בהחלט יוצאת מפה ואני שואלת את עצמי – מה אני עושה עם זה מחר, בכיתות שלי" (17).

המורה אינה מדברת על אימוץ עיוור או חיקוי של המורה המצולם, אלא על השיעור כמשאב. לאחר המפגשים מורים לא מעטים החליטו, באופן דומה, לגייס את השיעור היפני כמשאב עבורם ולנסות חלקים ממנו, באופן כזה או אחר, בכיתותיהם. דיווחים על כך הופיעו ברפלקציות הכתובות שלהם, כפי שאציג בסעיף הבא. לאחר מכן, אתאר חקר-מקרה של מורה אחת אשר לימדה את השיעור בכיתה.

3.1 השפעות על הוראה בכיתה: מורים מספרים

הציטוטים להלן מדגימים את שינויי הפרקטיקה שמורים העזו לנסות כשהעבירו את השיעור היפני בכיתתם:

- "יישמתי את הרעיון הפדגוגי של המורה יפני – בהתחלה לתת לתלמידים להתמודד עם בעיה לבד או בזוגות. כרבע שיעור הם התמודדו לבד בלי עזרה שלי" (ת1).
- "ניסיתי גם את השיטה הפדגוגית של אותו מורה – לתת לתלמידים לחשוב לבד 5 דקות על השאלה ואחר כך להתייעץ אחד עם השני ולבסוף נתתי לתלמידים להסביר את התשובה על הלוח" (ת2).
- "נתתי להם להסתובב, כולם היו בחשיבה, כולם היו בעשייה, היה נורא יפה לראות" (א1).

נראה שהמהלכים שניסו המורים היו חדשניים עבורם, במיוחד מבחינת הזמן שהוקדש לעבודה עצמית וקבוצתית, ומבחינת עצם היוזמה של עבודה כזו בשיעור. מורים אחרים דיווחו כי הכיתה כולה עסקה בבעיה, לא רק תלמידים בודדים, וכי השיעור סיקרן ואתגר את התלמידים. אצל אחד המורים, העניין נמשך אף מעבר לזמן השיעור:

"העברתי את השיעור בעצמי לילדים מצטיינים בכיתה ח'. השתמשתי בקבוצת סטודנטים לתעודת הוראה שצפו בי באותו שיעור. התלמידים שסיימו את המשימה הראו להם את הפתרונות כמו בשיעור היפני. בשיעור שלי הגענו לקראת הסוף לדבר על לרבע את המחומש וספרנו את מספר הפתרונות

של השאלה המקורית. הסטודנטים שלי העירו על כך שחצי מהכיתה נשארו בהפסקה בכדי להמשיך לנסות לפתור את המשימות המתקדמות שהושארו כתרגיל רשות לבית" (צ4).

היישום בכיתה לא תמיד היה פשוט, הן למורה והן לתלמידים :

"החלק של הלחשוב לבד – הוציא להם את המיץ. עשר דקות בלי לשאול..." (א2).

נראה שמורה זו 'מתחה' את שלוש הדקות שהמורה היפני נתן לעבודה עצמית והפכה אותן לעשר דקות, בהן לא הסכימה לתלמידה לפנות אליה בשאלות – דבר שהם ככל הנראה לא רגילים אליו. ציטוט זה מהדהד את ההשוואות שמורים עשו בהשתלמויות עצמן, כאשר ניסו לשער כיצד תלמידים ישראלים יגיבו להנחיות הלא אופייניות. מורים רבים שיערו שהתלמידים יעשו בלאגן בכיתה, אך מכלל העדויות שהבאתי לעיל, נראה כי חששות אלו התבדו. מורים אחרים סיפרו כיצד השתמשו במאפייני הוראה של השיעור היפני, ללא שימוש במטלה עצמה :

"אהבתי מאד את שיטת הרמזים בה נקט המורה, שאפשרה לתלמידים המתקשים לקבל כיוון לגבי הפתרון. אני השתמשתי בשיטה זו בדרך קצת שונה בשיעורי גיאומטריה, בהם כאשר לתלמיד היה רעיון לדרך פתרון, אפשרתי לו לתת לאחרים רמז כללי כדי לפתוח עוד ערוצי חשיבה. השיטה הזו מאפשרת עזרה לעוד תלמידים כדי שיגיעו לפתרון בעצמם במקום שתלמידים בודדים יגיעו מהר לפתרון וכן מאפשרת לתלמיד המסייע להגדיר את רעיונותיו בצורה ברורה ומתמצתת" (ש5).

המורה לקחה את הרעיון 'צעד אחד קדימה', יישמה שיטה משלה לשימוש ברמזים, וניסחה לעצמה לפחות שתי מטרות לשיטה זו : איזון בין תלמידים חזקים וחלשים בכיתה הטרוגנית, ודרישה מתלמידים לדעת לבטא את הרעיונות שלהם בצורה ברורה. המורה ש3 התלהבה מכך שבכיתה היו שני מורים, והציעה יישום באותה רוח :

"הרעיון של שני מורים בשיעור נהדר בעיני והשנה יצא לי להתנסות במשהו דומה כאשר הגשתי את כיתת החינוך שלי, כיתת אתגר, לשאלון 801. [...] לתחושת, נוכחות של מורה עמית בכל כיתה, על אחת כמה וכמה עם כיתות קשות, מאוד עוזרת לתהליך הלמידה עבור כל תלמיד והאפשרות לדבר עם 'מבוגר אחראי' מאפשרת מחשבה מעמיקה על התנהלות השיעור מצד המורה עצמו. ברור שזה לא ממש ריאלי במערכת החינוך שלנו אבל האפשרות של שיתוף פעולה בין שתי כיתות עלה במחשבתי ואני משוכנעת שאעשה עם זה משהו בהמשך" (ש3).

מציטוט זה עולה יתרון נוסף בהימצאותם של שני מורים בכיתה – מלבד מרחב האפשרויות הפדגוגי הגדול יותר, מתאפשרת גם שיחה משמעותית בין מבוגרים על הנעשה בכיתה ותכנון משותף של השיעורים הבאים. לנוכח האילוצים של מערכת החינוך הישראלית, המורה מעלה אפשרות של שיתוף פעולה בין שתי כיתות, כך שתוכל לעבוד עם מורה נוספת באופן אותו תיארה. לימוד השיעור היפני בכיתה עשוי להציף דילמות ומחשבות רפלקטיביות, כפי שכתבה בעבודת סיכום המורה א1 :

"כשאני העברתי את השיעור הזה, היו לי דילמות כגון: האם לומר משהו לתלמידים בזמן העבודה העצמית? האם לענות לתלמידים ששואלים אם מה שהם עשו זה טוב? האם לתקן את התלמידים שטועים בזמן ההסבר על הלוח בסוף השיעור? האם לעזור לתלמידים להסביר כאשר הם מתקשים? המורה היפני בחר לא לעזור לתלמידים בזמן העבודה העצמית, אלא רק חיזק אותם בכך שצורת החשיבה שלהם יפה. בסוף השיעור הוא לא תיקן ולא עזר לתלמידים להסביר כיצד פתרו ויש תחושה

שיש תלמידים אשר לא הבינו את הפתרון עד הסוף בסוף השיעור. אפילו אלה שבאו ללוח להסביר, נראה היה שלא הבינו עד הסוף את הבעיה" (א1).

מורה זו מציפה את המיקרו-החלטות שהיה עליה לקבל בזמן השיעור. היא ניתחה כיצד המורה היפני התמודד עם אותן ההחלטות, אך לא הרחיבה לגבי החלטותיה שלה. ניכר שהמורה הייתה רפלקטיבית בזמן השיעור וחשבה על תהליכי קבלת ההחלטות שלה בזמן אמת, או בלשונו של שון (Schön, 1983) ערכה 'רפלקציה בפעולה' וכמו כן לא ניסתה לשחזר את ההוראה של המורה היפני אלא חשבה האם ההחלטות שהוא קיבל מתאימות גם לה.

מורה שמעידה בעבודת הסיכום על הפרקטיקות החדשות שניסתה בכיתה, התייחסה גם לדילמות שעלו בהשתלמות בה השתתפה, בצאלון:

"זה השיעור הזכור לי יותר מכל מהקורס. לאחר הצפייה בו השתמשתי ברעיונות ממנו במספר מסגרות שונות: מול תלמידים בחטיבת הביניים ובחטיבה העליונה, מול מורים בצוות המתמטיקה בבית הספר ובמסגרת הכשרת סטודנטים להוראת מתמטיקה. מה שהיה משותף בכל המסגרות הללו הוא היציאה מה'קופסה' של ההוראה המסורתית. במקום זאת, השיעור הציג דרך למידה שמתבססת על פתרון בעיות, או חידות, שהמורה מציג לתלמידים. [...] נראה כי ההתמודדות עם החידה גוזלת זמן רב, ועל כן מורים רבים נוטים להתחמק מאופני שיעור כאלו, אך התנהלות נכונה של שיעור כזה יכולה להיות אפקטיבית ביותר כתהליך למידה" (צ4).

המפגש היפני הותיר במורה רושם עז, והיא רצתה להנחיל רושם זה לתלמידים שלה ולמורים עליהם היא אחראית. נראה שחשוב לה להראות למורים צעירים כי ניתן ואפשרי ללמד שיעורים לא קונבנציונליים, וכי הם יכולים לתרום למהלך הלימודי ולא רק להוות שבירת שגרה.

לסיכום, נמצא כי מורים יישמו פרקטיקות חדשות או לא שגרתיות עבורם – המטלה, הרמזים, העבודה העצמית, הבאת תלמידים ללוח – וליישומים אלו היו מטרות שונות. השיעור היפני נתן השראה לשימוש במהלכים ובמטלות שאינם שכיחים אצל המורים, העניק תעוזה לנסות דברים חדשים, ובמקביל יצר דילמות חדשות, בשל אותן פרקטיקות לא שגורות.

מלבד המורים הרבים שיישמו את המטלה, ראוי להזכיר בהקשר זה שוב את העובדה כי 28 מורים בחרו להתייחס לשיעור זה בעבודות סיכום ההשתלמות (לא בכל ההשתלמות הייתה עבודת סיכום – כך שמדובר ביותר משליש מן המורים אשר נדרשו לכתוב עבודה), וכמו כן רבים מבין המדריכים הארציים למתמטיקה של משרד החינוך אשר השתתפו בקורס עדש"ה למדריכים בקיץ 2014, בחרו להעביר מפגש השתלמות על שיעור זה ולדווח עליו.

3.2. גלגול של סרט: הסיפור של דניאלה

בחלק זה אגולל את סיפורה של מורה אחת בשם דניאלה, אשר השתתפה כמשתלמת ברימון, הפורום הראשון של עדש"ה המתואר בעבודה זו. לאחר שנה, הפכה המשתלמת למנחת עדש"ה, והחלה להעביר השתלמויות בעיר מגוריה. בהשתלמות ברימון, השיעור היפני הוצג כבר במפגש הראשון, וגרר תגובות עוצמתיות, כפי שתיארתי בין היתר בסעיף 2.4, 'התנגדויות של משתתפים לשיעור היפני'. במפגש ראשון זה, דניאלה סברה כי השיעור אינו מתאים לצפייה עבור מורים 'רגילים', ותיארה את נימוקיה:

"זה בעיה... אני הסתכלתי, אמרתי לדעתי בהשתלמות של מורים נורמליים, רגילים, זה יעורר אנטגוניזם וחוסר התחברות לחלוטין [...] כי – א. טוב, יפן, זה בסדר, יפן. ב. מה שאתה אומר, החינוך מכיתה א' לסבלנות, ולמרחק הזה בין היישום לבעיה, מכיתה א', אני מקבלת אותם... אתה

מדבר על חטיבה עליונה, כיתה י', אפילו ז', ח', ט', הם כבר... הם לא כאלה. אני בהתחלה כשדמיינתי איך בכיתה שלי, שיש לי כיתה מצוינת, כיתה מדעית טכנולוגית, אני אציג בעיה כזאת, הרבה יותר רעש [...] הרבה יותר 'מה את רוצה' ו'מה את רוצה, ומה...' לא, בהתחלה עוד, כשאני מציגה את הבעיה. 'המורה מה את רוצה ומאיפה זה בא ומאיפה', מי ומה, ואחרי זה אני לא יודעת איך זה יראה פה, שלושה ארבעה ילדים עוד ינסו את זה, האחרים, גם טובים וחזקים ישבו רגל על רגל ויחכו לי וישתעממו נורא, כי הם לא רגילים לזה בכלל".

מדבריה של המורה עולה כי הבחירה בסרט מתרבות שונה עלולה ליצור חוסר התחברות מצד מורים מן השורה. היבט נוסף הגורם לאנטגוניזם בעיניה הוא האופי והרגלי הלמידה של התלמידים הישראלים לעומת היפנים; המורה שיערה כיצד ייראה שיעור דומה בכיתה, ותיארה מצב בו רק 3-4 תלמידים ינסו בכלל לפתור את השאלה. אחד המנחים וענת, חברת צוות עדש"ה, ניסו לגרום לה להסתכל על דברים מזווית אחרת:

- 331ר אהרון זו הערה מצוינת.
- 332ר ענת זו הערה מאוד טובה, אבל הדיון שאנחנו רוצים לעורר באיזשהו מקום, זה דווקא למה, מה יש אצלנו ב... מה יש בכיתה שלנו, איזה אמונות אנחנו יכולים ליצור אצל... כלומר מה האמונות שאנחנו מביאים ואנחנו יכולים להעביר לתלמידים שלנו, גם אם אנחנו מקבלים אותם בכיתה ח' אחרי שהם עברו...
- 335ר דניאלה אבל אני, אני, זה מה שאני חושבת, שאתם באים קצת בקטע של לשנות את העולם. ואני חושבת שהעולם שלנו לא כזה גרוע, לא צריך פה מהפכות, לא צריך פה לחפש דברים שלא קיימים בילדים שלא קיימים, אפשר לבוא לשיעורים רגילים, של בני גורן כמו שאמרת, של בעיה בבני גורן פשוטה, ולהראות מורה שעושה מזה משהו אחר.

דניאלה לא מקבלת את נקודת המבט שענת מציעה לה, ומתריסה כי האנשים בצוות הפרויקט "באים קצת בקטע של לשנות את העולם", ולדעתה לא צריך לשנות הרבה. היא טוענת כי אפשר לקיים את אותה למידה, ואת רכישת כלי הניתוח, על כתפיהם של שיעורים מוסרטים מישראל, 'רגילים', עם בעיות מספר הלימוד של בני גורן, וכך מורים יתחברו לסרטים הרבה יותר. מורה אחרת הגיבה לדבריה:

- 344ר 4 מצד אחד אני קצת מסכימה איתך, מצד שני אני אומרת, לפעמים יותר קל לנו להסתכל על משהו אחר לגמרי, כי אם אני אסתכל על מורה מפה [...] אני אגיד 'וואו, בחיים אני לא אצליח לעשות את זה', אבל אם אני אסתכל על תרבות אחרת, זה פחות מאיים... יותר קל לי להיאחז באמת בעקרונות של זה, ואני לא צריכה להיאחז ב... אני יודעת, מחר אני בכיתה, זה פחות מבין אני חושבת אפילו. זה גם נורא נורא מעניין ומסקרן, כי זה באמת תרבות מעניינת. ואחר כך האמונות של הדיון זה מה אני יכול בכל זאת לקחת מתוך זה, להצמיד פה בתרבות שלנו, בסדר גמור, אני לא חייבת לקחת את זה כמו שזה.
- 345ר דניאלה זה מה שדווקא סיקרן אותי, נכון.

בחלק זה, דניאלה מתחילה להסתכל על דברים בצורה אחרת בעקבות דבריה של מורה אחרת, ולא בעקבות מישהו מצוות הפרויקט (כפי שהיא עצמה מסבירה בראיון שמובא להלן). דניאלה מקשיבה למורה ר 4 ועולה מדבריה כי תרבות הלמידה היפנית, או אולי הדרכים בה ניתן 'לשכך' אותה בתרבות הישראלית, מסקרנות אותה. בנוסף, המורה ר 4 מציגה פרספקטיבה מעניינת בקשר ליתרונות בבחירת סרט מתרבות אחרת. לדעתה, דווקא העובדה שהשיעור צולם במדינה אחרת, הופכת אותו לפחות מאיים ומביך.

מספר שבועות לאחר אותו דיון, צוות הפרויקט הציע לדניאלה לצלם את שיעוריה כדי שיהיו חלק ממאגר השיעורים המוסרטים של עדשי"ה. המורה בתגובה הציעה מערכי שיעור בהסתברות ובאינטגרלים, ובנוסף הציעה לנסות ללמד את השיעור היפני בכיתה, ושניסיון זה יוסרט על ידי הצוות. לאחר השיעור, דניאלה סיפרה על ההתנסות למורים ולצוות במפגש אחר של השתלמות עדשי"ה:

"שחזרתי, די ניסיתי לשחזר את השיעור של המורה [...] היה לי, יש לי כיתה מדעית טכנולוגית... כיתה טובה, כיתה שזה לא מופ"ת, הם לא תמיד הכי מצוינים אבל זה כיתה עם הרבה מוטיבציה, כיתה טובה. והיו לי הרבה חששות, הייתי בטוחה שזה... זה שיעור לא רגיל, למרות שהוא מתחבר די טבעי לחומר שהם לומדים כי הזזות של המשולשים זה עכשיו חלק של כיתה ז' [...] והייתי בטוחה שהם גם לא יבינו, וגם לא יתחברו, והופתעתי מאוד. התגובה הייתה... לא יודעת, ממש קשה לתאר את זה [...] הילדים כולם פשוט נורא התעניינו, גם כאלה שתמיד יושבים מאחורה ועושים ושקטים אבל לא מי יודע מה, פתאום ראיתי העיניים נדלקו, כולם באו עם הרבה גרסאות, לדעתי הם היו יותר פעילים מהיפנים, פשוט המון באו עם רצון כזה לפתור את זה ולצייר ו... גם אחרי שכמה ילדים עלו כבר על הפתרון, ועלו גם די מהר לבד, הילדים לא הפסיקו, אמרו – אז מה? אנחנו רוצים עוד חלוקות נוספות על פני החלוקה הזאת. שזה אחר כך דיברנו עם הצוות שזה הילדים הישראלים, של 'אז מה אם נתנו לי פתרון, יש עוד פתרון' [...] ובאו אחרי זה, כבר אחרי ש... שיעור אחר כך והמשיכו את זה, וההורים אחר כך סיפרו לי שבאו הביתה והראו והם גם... הייתה הפתעה מאוד גדולה מהשיעור הזה, הצטערתי שאין לנו עוד כאלה ב-ז', של שאלות פתוחות כאלה, מעניינות..."

מדבריה של המורה עולה הפתעה לגבי כך שהכיתה כולה לקחה חלק פעיל בשיעור, ושהתלמידים התלהבו והמשיכו לעסוק בשאלה גם בבית ובשיעור שלאחר מכן. מכיוון שנראה כי הניסיון הצליח, מעניין להבין את השתלשלות העניינים שהביאה את דניאלה לנסות את השיעור בכיתה. בראיון שנערך אתה במסגרת עבודת המוסמך של יעל נוריק (נוריק, 2015), דניאלה מספרת:

"בהתחלה השיעור הזה היה נראה לי מוזר כי הוא לא דומה למה שאנחנו עושים. ואז אמרתי, זה לא ישים וזה לא... זה לא... זה לא מתאים לתכנית הלימודים, זו הייתה הבעיה. אה... ודווקא דבר כזה בדרך כלל מאוד מאתגר אותי. כשאני לא מסכימה עם מישהו אבל הוא עשה את זה, נורא מעניין אותי לחוות גם. זה בכלל משהו שמאוד נחמד לי. אז דווקא בגלל זה, דווקא בגלל שכל כך היה נראה לי מוזר, אמרתי 'מי אמר שאת צודקת? בואי תבדקי את זה, זה משהו שמעניין לבדוק'."

ניכר מהציטוט כי מדובר במורה המעזה לנסות פרקטיקות חדשות, ולאתגר את עצמה ואת תלמידיה. עם זאת, המראיינת רצתה לרדת לשורש העניין ולהבין לעומק מדוע דניאלה החליטה לנסות את השיעור הזה:

מראיינת	אבל היה משהו... אם בקונפליקט שנוצר שם ואם בתגובות של מישהו, או משהו, שגרם לך... שהשפיע על זה?
דניאלה	כן, בהחלט. זה שאנשים כן היו בעד. נגיד, אני מנסה להבין, אם נניח כולם

היו נגד – האם עדיין הייתי רוצה להעביר את השיעור? סביר להניח שזה שהיו עוד אנשים שאמרו... שחזקו את השיעור הזה, ואמרו 'זה כן יכול להיות דבר טוב, זה כן יכול להיות דבר שמועיל, ולא נורא שיש פער בין הידע שלהם לבין מה שאנחנו מושכים אותם', אז דבר כזה כן, זה בהחלט חיזק את זה. כי אני מאוד אוהבת... דעות אחרות שמעצבות אותי זה דווקא דבר מרתק, לנסות אותן. כי, שוב, מי אמר שאני נמצאת במקום כלשהו שהוא מוחלט? אז זה... וברגע שהדעה הזו חוזקה על ידי דעות משתתפי הפורום ואנשים נימקו את הדעה שלהם אז זה עוד יותר עניין אותי לבדוק. זה לא רק המורה היפני החליט לבד, הנה, עוד אנשים מאמינים בזה. אז בואו נראה מה זה בכלל.

מראיית את חושבת שכי... אנחנו באנו עם המון... לא הילה, אבל המון התלהבות מהסרט, ואם זה היה רק אנחנו, או משהו בתגובות שלנו, זה גם... כאילו כי...

דניאלה פחות. כי מה שעזר לי זה שמורים שמלמדים כן בשטח, כי אני לא כל כך תופסת את הצוות... למרות שיש שם גם אנשים. אבל בגלל שאתם קצת...

נראה כי המניע בולט לכך שדניאלה התרצתה והחליטה לנסות להעביר את השיעור היפני בכיתה הוא העובדה שלמורים אחרים שהשתתפו בדיון היו דעות שונות משלה. היא סיפרה בכנות כי מבחינתה יש פחות השפעה לדבריהם של אנשי הצוות, והחשיבה יותר את מה שאמרו מורים שמלמדים בשטח. היא מדגישה לא רק את קיומה של דעה שונה בדיון, אלא גם את העובדה שמורים נימקו את עמדתם ונימוקים אלו שכנעו אותה כי אולי יש דברים בגו וכי כדאי לנסות ולבדוק את האמונות שלה לגבי אי-התכונות של שיעור כזה בישראל. בראיון נוסף שהתקיים עמה כמה חודשים לאחר הראיון הראשון (נוריק, 2015), הוסיפה דניאלה עוד נקודת מבט לגבי שיעור זה:

"החווייה של השיעור הייתה כן מאוד חיובית. אמרתי לעצמי זה לא משהו ש... אני חשבתי שהם יגידו לי מה את רוצה מאיתנו, מה זה הדבר הזה, מה את שואלת. אבל זה לא היה בכלל. מצד שני, בגלל שאנחנו אין לנו תכנית לימודים כזאת... אפשר לבנות תכנית כזו, אפשר לבנות שאלות חקר שלאט לאט יביאו אותנו למשהו. אבל בגלל שהיה לי רק שניים, היה לי את זה ואחר כך היה לי עוד אחד, אז כשזה לא מחובר באופן מאוד ממוקד לעוד דברים, אני לא מאמינה שנשאר הרבה מזה. גם אחרי זה ניסיתי לבדוק, אז באמת היו כמה אנשים שהבינו מאוד טוב אבל היו אנשים שממש... כל השיעור הזה היה להם כזה מן... חוויה מעורפלת, הרפתקה, אבל לא באמת הבינו מה המהות של העניין. אז זה לא... אני לא אומרת היום שזה מיותר. כן אפשר לעשות את זה. צריך לעשות את זה בערבון... או שלגמרי ברצף ולבנות על זה את הלימודים, או שלעשות את זה באופן כזה מעורפל ולהבין שזה לא באמת... לא כולם ירוויחו מזה דווקא".

מדברים אלו עולה עמדה בעלת מורכבות. נראה כי המורה שמחה על גמישותה המחשבתית ועל תעוזתה, וחושבת כי השיעור היה נחמד, חוויתי, מלמד, וגרם גם לתלמידים שקטים ופאסיביים לקחת חלק בשיעור. מצד שני, בפרספקטיבה של מספר חודשים, מצער אותה ששיעור כזה הוא לא חלק מרצף הוראה העשיר בשאלות חקר שקשורות לחומר הנלמד. מבחינתה, מכיוון שהשיעור היה אירוע חד פעמי, לא ברור האם נשאר ממנו משהו לתלמידים, בעיקר אלו שלא הבינו את הפתרון במלואו. אמירות אלו מעידות כי הרפלקציה ניזונה גם מחוויות מוצלחות, וברור מתמשך של טיבן.

על כל פנים, לשיעור זה הייתה השפעה גם מעבר למורה ולכיתתה. מכיוון שהשיעור צולם, ניתן היה להשתמש בו בהשתלמויות עדש"ה. כאשר דניאלה הנחתה השתלמות בעיר מגוריה בשנת 2013-4, במפגש בו הקרינה למורים המשתלמים את השיעור היפני, היא הראתה לאחר מכן גם את השיעור היפני שלימדה היא. המורה א2, שנכחה בהשתלמות זו ולאחר מכן אף החליטה ללמד את השיעור בכיתתה, כתבה בעבודת סיכום ההשתלמות:

"בהמשך לצפייה בשיעור היפני, צפינו בשיעור זהה שהעבירה דניאלה בכיתה בישראל. מפתיע היה גלות כי כשהועבר השיעור הזה בכיתה בישראל – הילדים גילו עניין לא פחות מהילדים היפנים, וגם הם היו להוטים להתעמק ולחפש את הפתרון בסקרנות רבה. בשיח שעשינו בקבוצה לקראת הצפייה בשיעור הזה, לא ציפינו לתגובה שכזו. הצפייה בשיעור הזה כשהועבר בישראל נתנה לי בטחון כמורה לשלב סוג שיעור שכזה – כי השיעור שראינו נתן מענה לחשש שהיה לנו לגבי מידת שיתוף הפעולה של התלמידים באינטראקציה כזו. הופתעתי לטובה" (א2).

גם פה חוזר על עצמו השימוש בפועל 'מפתיע' – נראה שיש פער גדול בין הציפיות לגבי כיתה ישראלית לבין מה שמשתקף בשיעור שלימדה דניאלה. בנוסף, עולה מציטוט זה כי החשש אותו העלתה דניאלה מלכתחילה – שמורים מן השורה לא יתחברו לשיעור היפני או יחושו אנטגוניזם – התפוגג בעקבות הניסיון האמיץ של דניאלה בכיתתה שלה, וההקרנה של ניסיון זה. עצם העובדה שהשיעור נוסה כבר בכיתה ישראלית, והניסיון עלה יפה, גרמה לתחושת ביטחון עבור המורים בהשתלמות. במפגש העוקב בהשתלמות הזו, יותר ממחצית מהמורים סיפרו על כך שלימדו גם הם את השיעור בכיתה.

למרות שמטרת הפרויקט, ובכלל זה מטרת הצפייה בשיעור היפני, היא כאמור העשרת הכלים הרפלקטיביים ולא אימוץ השיעורים הנצפים והוראתם בכיתה, הסיפור של דניאלה והמורים שהלכו בעקבותיה הוא ממצא חשוב. ההתלהבות של מורים מן השיעור היפני ונכונותם להעז ולהכניס פרקטיקות חדשות לכיתתם למרות האילוצים הרבים, מראה כי הצפייה והדיונים סביב הסרט היו משמעותיים עבורם, וכי לרפלקציות בהשתלמויות היו השלכות עתידיות.

IV. מסקנות ודיון

בפרק זה אסכם את הממצאים בניסיון לענות על שאלת המחקר: במה מתאפיינים דיונים בהשתלמויות עדש"ה בהם מורים ישראלים למתמטיקה צופים בשיעור היפני? אילו סוגי רפלקציה עשויים לבוא לידי ביטוי בהקשר זה? לאחר מכן אעלה השערות בקשר למנגנונים המאפשרים דיונים מעמיקים סביב השיעור היפני.

1. אפיון הדיונים סביב השיעור היפני

הממצא הבולט הראשון הוא היותם של הדיונים עשירים, נלהבים ועמוקים. על כך יעידו ריבוי הנושאים שבהם נגעו המורים ואשר באים לידי ביטוי בקטגוריות הרבות של אמירותיהם: אפיון המטלה על ידי המשתתפים, דיון בהוראה של המורה היפני והתייחסות מורים להוראה שלהם לאור הצפייה במורה היפני. אחוז גדול של הדיונים הוקדש לאפיון עבודת המורה, וממצא זה מתיישב עם העובדה שכלי הניתוח, כלומר שש העדשות, מתמקדים בפעולות המורה בכיתה. נמצא שכל ארבע העדשות שנבחרו על ידי המנחים למיקוד הדיונים סביב הסרט היפני – רעיונות מתמטיים, מטרות, מטלות ואינטראקציות – באו לידי ביטוי בדיונים: השימוש של המנחים בעדשת **המטרות** עורר שני סוגים של דיונים, דיון נרחב במטרות של המורה היפני בפעולותיו השונות בכיתה, ודיונים לגבי מטרות ההוראה של המורים הדוברים. הדיונים **באינטראקציות** עסקו בהתמודדות עם כיתה הטרוגנית ובאווירה בכיתה לאורך השיעור.

עדשה בולטת נוספת היא עדשת **המטלות**. חלק נרחב מהדיונים בהשתלמויות השונות הוקדש לעיסוק במטלה: תחילה המורים ניסו לפתור אותה, חלקם בהצלחה וחלקם לא, כך שהיה גם אתגר מתמטי ניכר שתרים להעשרת הידע המתמטי של המורים; בהמשך, מורים אפיינו את המטלה, דיברו על **רעיונות מתמטיים** הקשורים אליה, הציעו התאמות לשתי המטלות שניתן ליישם בכיתה, ושיתפו ברעיונות פדגוגיים כגון שימוש לא שגרתי בבעיות. באחת ההשתלמויות הציעו מורים הוכחות לקביעה שקטע אמצעים אינו פתרון למטלה הראשונה. בהקשר לרמת המטלה, מורים דיברו בשתי השתלמויות שונות על הסוגיה 'האם לקחת לכיתה משהו שאיני יודע לפתור'. לאור הממצאים הללו, ניתן לומר כי הידע המתמטי להוראה (Ball, Thames & Phelps, 2008) של המורים הועשר והתפתח.

יש לציין כי גם בפעילויות בהן לא ניתנו למשתלמים משימות צפייה ספציפיות סביב העדשות, השפה, הרוח והכוונות של פרויקט עדש"ה ניכרו בפעולות של המנחים, ופעולות אלו הן שכיוונו בסופו של דבר את הדיון כך שיתמקד בעבודת המורה. אם כן, צפוי למדי כי הקטגוריות הבולטות בדיונים תהיינה קשורות למרכיבי הניתוח, אך הממצאים מעידים על יותר מכך: הם משקפים את העומק והטווח של הדיונים, כפי שהם באים לידי ביטוי בעושר של הקטגוריות והתת-קטגוריות שהצגתי בפרק הממצאים. לדוגמה, הצפייה בשיעור הביאה חלק מהמשתלמים להרהר בהוראה של עצמם, מה שהוביל לדיון בסוגיות פדגוגיות החורגות או מרחיבות את התכנים של השיעור היפני, כגון בניית הרגלי למידה וצורות חשיבה אחרות בקרב תלמידים ושימוש בבעיות לא קונבנציונליות. התייחסויות אלו של המורים מתיישבות עם התייעוד בספרות לגבי השיעור היפני, אשר לפיו מורים בפועל ופרחי הוראה מצאו את הצפייה בשיעור זה כמועילה ומרתקת עבורם לשאלות הנגזרות מכלי הניתוח והיו מוכנים לדון בהן לעומק ולמצות את ההזדמנויות הטמונות

בהן. בנוסף, ניתן לראות בכמה דיונים כי המורים אימצו את השאלות ואת שפת הניתוח, והתחילו לשאול אותן בעצמם.

מלבד אלו, הדיונים בכל ארבע ההשתלמויות שנתחו, וגם בהשתלמויות אחרות שתועדו, התאפיינו בכך שהמורים לא יכלו להתעלם מ'פינויות' של השיעור, כלומר מההיבטים התרבותיים השונים אשר באים לידי ביטוי בהוראה. עבור המורים, ההבדלים בין הכיתה היפנית בשיעור לבין כיתותיהם הישראליות היו ניכרים; הם מצאו הבדלים אלו באופן הכנת השיעור, העברת השיעור ופעילות התלמידים. ממצא זה מאשש את טענתם של סטיגלר והיברט (Stigler & Hiebert, 1999), לפיה הוראה היא פעילות תרבותית. חוקרים אלה הרחיבו ואמרו כי באופן כללי פעולות תרבותיות, כגון הוראה, לא נהגות בבת אחת ובהרף עין, אלא מתפתחות במשך שנים רבות על בסיס רשת האמונות וההנחות השזורות בתרבות. ה'תסריטים' של הוראה בכל מדינה מושתתים על אוסף קטן יחסית, וסמוי מהעין, של אמונות ליבה בקשר לטבעו של תחום התוכן, בקשר לדרך בה תלמידים לומדים, ובקשר לתפקיד של המורה בכיתה. אמונות אלו, שהן כאמור לרוב סמויות, שומרות על היציבות של מערכות תרבותיות לאורך זמן. במסורת של למידת מתמטיקה ביפן, סטיגלר והיברט מזהים את יחסי הגומלין בין מושגים, עובדות ופרוצדורות בתור אמונה בסיסית המנחה את תכנון השיעור (Stigler & Hiebert, 1999). אם כן, ניכר כי המשתלמים שמו לב להבדלים אלו, משום שהם התייחסו להיבטים מעמיקים החורגים מהופעה חיצונית, השוני בשפה וכיוצאים באלו. נראה גם כי הבדלים אלו היוו זרז לחשיבה רפלקטיבית. על כך ארחיב בסעיף הבא.

2. סוגי הרפלקציה אשר באו לידי ביטוי במפגשים ואחריהם

ממצא בולט נוסף הוא שבדיונים באו לידי ביטוי סוגי רפלקציה שונים. ברקע לעבודה זו הובאו הגדרות שונות לרפלקציה, אך באופן כללי ניתן להבדיל בין רפלקציות אשר מתייחסות, בצורה מעמיקה ואנליטית אמנם, לאירועים בודדים (למשל incident reflection, כפי שהגדיר אותה Ricks, 2011) לעומת רפלקציות אשר יש בהן מן הראייה קדימה. בסוג הראשון, מתפתחת מודעות לנעשה בכיתה. בסוג השני, מורים מדברים על השלכות הרפלקציה להוראה באופן כללי ובמיוחד לפרקטיקה שלהם, ואף מיישמים בכיתותיהם מחשבות שעלו בהשתלמות.

שני סוגי הרפלקציות המתוארים עלו בדיונים. בקטגוריות הראשונה והשנייה בפרק הממצאים, בהן מורים דנו במטלה, ניתחו את מטרות המורה ואת האינטראקציות בכיתה, נמצאו רפלקציות מהסוג הראשון. קלארק (Clarke, 2000) כינה סוג זה 'רפלקציה על הפרקטיקה' וטען כי רפלקציה זו יכולה להיעשות גם על פעולות של מורה אחר, למשל כזה הנצפה בידאו, כפי שהתרחש כאן. המבעים בקטגוריות אלו כללו "התבוננות זהירה, מפורטת ואנליטית ודיון מפורש ב'מה שנעשה'" (כלשון ההגדרה של פרויקט עד"שה לרפלקציה), ונראה כי התבוננות זו היוותה שלב מקדים, או בסיס, לעריכת רפלקציות מהסוג השני, כאלו הנוגעות לפרקטיקה. ריקס (Ricks, 2011) טוען כי גם אם ניתוח זה דורש מאמץ מנטלי ניכר, זוהי צורה פאסיבית של רפלקציה, משום שאין מנגנון ברור המחבר בין אירועים אלו לבין פעולה עתידית.

הסוג השני של רפלקציה, שריקס (Ricks, 2011) כינה 'רפלקציה תהליכית' ואילו קלארק (Clarke, 2000) כינה בשם 'רפלקציה לצורך פרקטיקה', מתבטא שבכך שלרפלקציה יש השלכות לפרקטיקה או לשינוי האמונות. מבעים כאלו נמצאו בקטגוריה השלישית: המורים מתייחסים

להוראה שלהם לאור הצפייה במורה היפני. בקטגוריה זו, כל תת-הקטגוריות שיקפו חשיבה רפלקטיבית על הפרקטיקה, כולל פרקטיקה עתידית. בקטגוריה זו צוטטו מבעים בהם מורים העזו לשקול מחדש אמונות ומטרות, ובחלק השלישי בפרק הממצאים הובאו ראיות לניסוי של פרקטיקות חדשות. דיואי, שון וריקס (Dewey, 1910; Ricks, 2011; Schön, 1983) תיארו רפלקציה עמוקה כהליך המתחיל מקונפליקט כלשהו המערער אמונה קיימת, וממשיך בזמן בו האמונה מושהית ונבחנת, כאשר במהלך תהליך זה המורה מנסה למצוא מידע חדש אשר יישב את אמונותיה. התהליך ממשיך בביצוע מעשה אשר מעניק למורה עוד אובייקט להתבונן עליו, כך שהיא מתפקדת כמעין חוקרת-פעולה. מעשה זה עשוי גם לפתוח מעגל רפלקציה חדש. בכמה מן הדיונים נמצא שישנם מורים ששינו את דעתם במהלך הדיון, והיו מוכנים לשקול אלטרנטיבות אחרות. שינוי כזה היה בולט במיוחד בתיאור המקרה של המורה דניאלה. דניאלה היתה נכונה לשקול מחדש את התנגדותה לשיעור היפני, ומה שעורר את הבחינה מחדש הייתה העובדה שמורים אחרים בדיון התלהבו מהסרט וחשבו שהוא כן מתאים לתלמידים ישראלים. המורה החליטה על 'מעשה' שיעזור לה לברר את אמונותיה, ולימדה את השיעור בכיתה. לאחר השיעור, שהיה מוצלח לדעתה, עדיין היו לה סייגים, אך הם היו מבוססים על התנסות חדשה ועל בחינה מעמיקה יותר.

כפי שהראיתי בפרק הממצאים הנגע להשלכות להוראה בכיתה, המקרה של דניאלה אמנם בולט בהקשר זה אך לא ייחודי. הדיונים בהשתלמויות הביאו במקרים רבים לפעולה בכיתה. נשאלת השאלה, מדוע מורים ישראלים בחרו להשתמש בבעיות היפניות בשיעוריהם? הסברים אפשריים יכולים להיות קשורים לכך שהמורים רצו להשתמש במשאבים החדשים שבידיהם, או היו סקרנים לדעת כיצד השיעור יצא לפועל בכיתתם הפרטית. הסבר אחר, הקשור למהלך המקרה של דניאלה אותו הצגתי בפירוט, מציע כי היישום בכיתה מהווה ניסיון לפתור את הקונפליקטים שעלו בעקבות הדיון, כאשר קונפליקט מרכזי שעשוי להביא לעשייה כזו קשור לאילוצי הזמן, ההספק וחומרי הלימוד של המורים, או במילותיו של המנחה דוד, "האם זה בזבוז זמן או הרווחת זמן?". אם מקבלים הסבר זה לפחות עבור חלק מהמורים שיישמו בכיתותיהם רעיונות מהמפגש היפני, מתקבלת תמונת מצב לפיה התרחשו תהליכים רפלקטיביים עמוקים בהשתלמויות אשר המשיכו להשפיע גם בכיתותיהם של המשתלמים.

לפי הרכבי ושונפלד, אימוץ כלים לרפלקציה, כלומר הגברת המודעות לתכנון ולמעשים בכיתה, עשוי לגרום לשינוי בפרקטיקות, או לדבקות מודעת בפרקטיקות קיימות. שני המקרים מהווים שינוי, ולא רק כאשר השינוי ניכר לעין (Arcavi & Schoenfeld, 2008). לפיכך, לא ניתן לקבוע מי מהמורים המשתלמים 'עבר שינוי'. חלק מן השינויים שעוברים מורים הם לא מילוליים, או שלא ניתן להצביע על הגורמים הישירים להם. ניתן לומר כי השיעור היפני מכיל תכנים אשר מאפשרים ואף גורמים לחשיבה רפלקטיבית. בסעיף הבא אנסה לספק הסברים אפשריים להתרחשויות אלו.

3. גורמים שאפשרו דיונים מעמיקים

בחלק זה אנסה להסביר את הממצאים בעזרת פירוט כמה מן המנגנונים שאפשרו ותמכו בדיונים מעמיקים, ובטיפוח וביסוס של חשיבה רפלקטיבית בהשתלמות עצמה וגם לאחריה. נוריק (נוריק, 2015) מצאה כי השילוב של השיעור המוסרט, מסגרת הניתוח של עדש"ה ואופי הדיון בקבוצת עמיתים מובילים להעמקת הידע המתמטי של המשתתפים. ביחס לשלושה גורמים אלו, עבודה זו מתמקדת בהזדמנויות הטמונות בבחירת סרט מתרבות אחרת. קשה לומר אילו

קטגוריות לא היו עולות מהנתונים אם השיעור היה שיעור ישראלי; עם זאת, סביר להניח כי הקטגוריה העשירה של התייחסות המורים להוראה שלהם לאור הצפייה במורה היפני קשורה לבחירת הסרט. ארבעה מנגנונים בולטים זוהו בדיונים (להלן סעיפים 3.1-3.4). וניתן לייחס אותם לבחירה בסרט זה. בנוסף, אציין את תפקיד המנחים בהנעה של דיונים מעמיקים.

3.1. הזרה (דה-פמיליארזציה)

הזרה (דה-פמיליארזציה), היא מנגנון שאפשר למורים להסתכל ולחשוב על היבטים מוכרים ואף יומיומיים שלהם כאשר הם מתרחשים במקום אחר, בעל נורמות תרבותיות שונות. התבוננות זו מאפשרת להציף שאלות רבות לגבי המובן מאליו, ובכך מאפשרת מבט מחדש (re-seeing) בפרקטיקות שהן שגרתיות ולרוב לא נשאלות לגביהן שאלות. קופר (Cooper, 2016) מגדיר הזרה כך:

I adopt this term to describe tasks and activities that aimed to invest the mathematically familiar with strangeness, thereby deautomatizing perception, helping teachers regain the capacity to question the obvious and seek meaning in the over-familiar (Cooper, 2016, p. 225).

את המונח דה-פמיליארזציה, השאול מתחום האמנות, טבע הסופר ויקטור שקלובסקי (Shklovsky, 1988), אשר טען כי תפקיד האמנות הוא לגרום לאנשים להביט במציאות השגרתית מחדש. לדבריו, כפי שאנשים אשר גרים ליד הים מפסיקים לשמוע את רחש הגלים, כך המציאות היומיומית הופכת עבורנו למוכרת עד כדי כך שאנחנו חדלים מלראותה ומלשאול שאלות לגביה. לפיכך, תפקיד ההזרה הוא לגרום 'לרחש הגלים להישמע שוב'. ואכן, גם הוראה על שלל היבטיה הופכת עבור מורים לשגרתית ומוכרת. מבט במורה אשר מגיע מתרבות אחרת עשוי לעזור למורים לבחון היבטים מוכרים של ההוראה שלהם מחדש, וזאת מכיוון ששיטות הוראה במדינה מסוימת הן הומוגניות ביחס להבדלים ניכרים בהוראה בין תרבויות (Stigler & Hiebert, 1999). מבט בתרבות אחרת, בה מושג ההוראה לובש פנים שונות, גרם למורים לשים לב לאמונות ולפרקטיקות אשר אולי נלקחו כמובנות מאליהן עד לאותו הרגע.

3.2. השוואה

ההזרה מעוררת, בין השאר, את מנגנון ההשוואה. למעשה, השוואה קרוב לוודאי תתרחש גם בצפייה בשיעור מוסרט מישראל, אך נראה כי דווקא בגלל ההזרה והמרחק, וכן בשל ריבוי הפרמטרים ביניהם ניתן להשוות, המורים הרבו בהשוואות, מה שהניב חשיבה רפלקטיבית. מורים השוויינים ובין המורה היפני, אך גם בין המטלות בשיעור, התלמידים, ספרי הלימוד, תכניות הלימודים, אילוצי הזמן ועוד. ההשוואה מאפשרת לבדוק מה הדמיון ומה השוני בין הפעולות והאמונות של המורה הדובר והמורה המוסרט; דרך ההבדלים שנמצאים ניתן לברר לעומק את טיבן של האמונות וכיצד הן משפיעות על המעשים בכיתה. נראה כי הריחוק בין המציאות בה דנים לבין המציאות בה שרויים המשתתפים בדיון תורם לעומקו של השיח.

3.3. התנגדות

צפייה בשיעור מארץ אחרת מעוררת בקרב מורים רבים התנגדויות שונות. יתכן כמובן כי ההתנגדות המתעוררת אינה נובעת מהיותו של השיעור מיפן, אלא עקב כך שמדובר בשיעור ייחודי ושונה בנוף שיעורי המתמטיקה אליהם מורים ישראלים רגילים. שיעורים שצולמו בישראל זוכים לעיתים גם הם להתנגדות מצד מורים במפגשי השתלמות; אולם, שיעור ישראלי מציג בעצם היותו 'הוכחת קיום' לכך שניתן ללמד שיעור בצורה שונה בישראל. למורים הצופים בשיעור מיפן, לא ברור האם היישום שלו רלוונטי ואפשרי עבורם ולכן יתכן כי תתעורר בהם מורת רוח בעת הצפייה. מנגנון ההתנגדות גורם ואף אחראי לכינונו של דיון פורה. אמנם כאשר הדיון הופך לשיפוטי, הוא נוטה להיות פחות פרודוקטיבי עבור המשתתפים, אולם, אם השיפוטיות הופכת לדיון בו הצדדים מנסחים לעצמם ולמורים האחרים מדוע הם חושבים בצורה מסוימת, יתכן כי העמדה המתנגדת או השיפוטית תומר לעמדה מתבוננת, אשר שוקלת את האמונות מחדש, כלומר מביאה לחשיבה רפלקטיבית. בכל מקרה, קיומם של שני צדדים בדיון גורם לצדדים אלו לבסס ביתר פירוט את עמדותיהם ואולי אף להרחיב את נקודות המבט ולשקול לשנות את דעתם בעקבות אותו דיון.

3.4. הפתעה

בכל ארבע המפגשים שנותחו, מנגנון ההפתעה בא לידי ביטוי, ומילה זו חזרה על עצמה בווריאציות שונות. ההפתעה קשורה להיותו של השיעור ייחודי, מכיוון שהוא כולל מטלה אחת הנדונה לאורך זמן רב ואשר איננה קלה אפילו להרבה מהמורים. ההפתעות באו לידי ביטוי באופן בולט כאשר המורים שיערו השערות שונות לגבי תוכנו (או המשכו) של השיעור היפני והפתעו לגלות בו תכנים לא צפויים ואף מנוגדים לציפיותיהם. לפי שון (Schön, 1983), מצב של הפתעה עשוי לעורר חשיבה רפלקטיבית, וזאת מכיוון שבמצב כזה יש לעיתים לחשוב מחדש על האמונות אשר לא עלה בידן 'לחזות' את ההפתעה. לפיכך, מנגנון זה גם הוא עשוי להסביר את האמירות הרפלקטיביות המרובות. השיעור היפני מפתיע גם בתוכן המתמטי שלו, אך גם בשונות שלו, הנוגדת את ציפיות המורים. לכן, בחירתו להשתלמות, או בחירה של שיעורים אחרים מתרבויות שונות, עשויה לעורר מנגנון זה.

3.5. תפקיד המנחים

לכל המנחים שהובילו את המפגשים המתוארים היה תפקיד מכריע ביצירתם וניווטם של הדיונים הפוריים שתועדו. הדרכים בהן פעלו, ובפרט בחירת השאלות ששאלו, אפשרו למורים להיפתח ולהביע אמון. בנוסף, נראה כי המנחים סייעו למורים המשתתפים להתמקד ברפלקציה במקום בשיפוטיות. לכך סייעה גם העובדה שהשיעור היפני נדון (פרט לרימון) סביב אמצע ההשתלמות, והמורים כבר הורגלו בנורמות הניתוח ובשימוש בעדשות. למרות שהיבט ההנחיה לא נחקר בעבודה זו, נראה כי המנחים תרמו ליצירת מרחב עבודה בו מורים הרגישו בנוח לשתף בסוגיות בהוראה של עצמם בצורה כנה ורפלקטיבית.

לסיכום, הממצאים מציעים כי צפייה ודיון בשיעור היפני הניעו ועוררו את ארבעת המנגנונים המתוארים אשר בתורם אפשרו חשיבה רפלקטיבית בקרב מורים. יש לשער כי תיתכן סינרגיה בין המנגנונים השונים, כאשר אחד מזין ו"דוחף" את השני. מנגנונים אלו נוצרו בעקבות הבחירה בסרט מתרבות אחרת, וגם בשל התוכן של השיעור הנבחר עצמו. בהתייחס לקביעתו של קולס (Coles, 2013) כי חסר מחקר בנושא, ניתן לומר כי ממצאי עבודה זו תומכים בשימוש בשיעורים ממדינה אחרת, וזאת גם בהלימה לממצאים של קלארק והולינגסוורת' (Clarke & Hollingsworth, 2000).

4. כיוונים ושאלות למחקר עתידי

עבודה זו מציבה גם מספר סימני שאלה, זאת בשל אופיו וגם בשל היקפו של המחקר. להלן מספר שאלות אשר נותרו פתוחות במסגרת עבודה זו ויכולות לשמש כשאלות למחקר עתידי:

- האם עוצמת התגובות לשיעור היפני תלויה בהיותו יפני או בתוכנו? במחקר שיעוצב לבדיקת שאלה זו, ניתן להשוות בין צפייה בשיעור יפני לבין צפייה בשיעור דומה מישראל, וגם ממדינה נוספת, שלישית.
- במה מתאפיינות תגובות של פרחי הוראה לשיעור זה? האם הן שונות מהתגובות של מורים בפועל?
- האם תימצא השפעה לטווח ארוך של ההשתלמויות שתוארו לעיל, על מורים שהשתתפו בהן ואשר עמדוניהם השתנו בעקבות ההשתלמויות ובפרט בעקבות המפגש על השיעור היפני? אם כן, מה טיבה של השפעה כזו?
- במהלך כמה מהדיונים שהצגתי, מהלכי המנחה הניעו את הדיון וגרמו להתפתחות בו. מהו אופי ההנחיה אשר סייע לרפלקציות להתרחש, לכלים להיות מופנמים ולמנגנונים לבוא לידי ביטוי?

5. תרומת המחקר ויישומים

מחקר זה מצטרף לסדרה של מחקרים שונים בעולם בהן נחקר השימוש בוידאו להתפתחות מקצועית של מורים למתמטיקה בכלל ולפיתוח רפלקציה על הפרקטיקה במטרה להעשירה, בפרט.

תרומת מחקר זה היא בהבנת השימוש בכלי הניתוח הייחודיים, אשר מרכיבים את מסגרת הניתוח של שש העדשות, ובתיעוד הרפלקציות שניתן להפיק משימוש בכלי ניתוח אלה.

בנוסף, מחקר זה מתווסף לגוף הידע שנכתב על פרויקט עדש"ה, שמטרתו להבין באילו אופנים מורים יכולים לרכוש כלים רפלקטיביים ולפתח את הידע המתמטי להוראה שלהם במסגרת הפרויקט. בכך, הוא מהווה הוכחת קיום נוספת לכך שהשתלמויות מסוג זה עשויה להיות אפקטיבית עבור מורים, וכי הם יכולים להתעשר במהלכה בתובנות על הפרקטיקה שלהם.

כמו כן, לאור העיסוק של קהילת החינוך המתמטי באפשרות ההטמעה הרחבה (scaling up) של פרויקטים, מחקר זה מדגים היבטים מסוימים של הרחבת הפרויקט תוך שמירה על ערכי הליבה שלו, בכך שהוא סוקר ארבע השתלמויות שונות, עם מנחים שונים, בהן זוהו תהליכים דומים.

לבסוף, יישום אפשרי חשוב נוגע לאופן בו בחירת הסרט להשתלמות יכולה להשפיע על סוגי הרפלקציה ועל הסוגיות שיעלו בה. מחקר זה מציע כי שימוש בשיעורים אשר צולמו במדינה

אחרת עשוי לעודד רפלקציה בקרב מורים, באמצעות המנגנונים שפורטו. בכך, הוא מאפשר לפרויקטים אשר עושים שימוש בוידאו לבצע בחירה מושכלת של סרטים, בהתאם למטרותיהם, ובפרט תורם לפרויקטים אשר מעמידים את טיפוח הרפלקציה בקרב מורים כיעד מרכזי.

V. רשימת המקורות

- אופלטקה, י. (2012). עומס בעבודת המורה: פרשנות, גורמים, השפעות ותכנית פעולה. דו"ח מחקר המוגש להסתדרות המורים בישראל.
- גורן, ב. (לא צוינה שנה). גיאומטריה של המישור. מישלב.
- נוריק, י. (2015). התגבשות הידע המתמטי להוראה של מורים בעקבות צפייה מונחית ודיון עמיתים בשיעורי מתמטיקה מוסרטים. חיבור לשם קבלת תואר מוסמך, מכון ויצמן למדע.
- קירן, ש. ו-הדס, נ. (2005). גיאומטריה לחטיבה העליונה, 4-5 יחידות, שאלון ה'. מכון ויצמן למדע, המחלקה להוראת המדעים.
- רותם, ס. (2016). עדשה להוראה: פרויקט עדש"ה ככלי להכשרת מורים ופרחי הוראה למתמטיקה. ביטאון מכון מופ"ת, 57, עמ' 50-55.
- Arcavi, A., & Karsenty, R. (Submitted). Math, lenses and videotapes: A framework and a language for developing reflective practices of teaching. Submitted to *Journal of Mathematics Teacher Education*.
- Arcavi, A., & Schoenfeld, A. H. (2008). Using the unfamiliar to problematize the familiar: The case of mathematics teacher in-service education. *Canadian Journal of Science, Mathematics, and Technology Education*, 8(3), 280-295.
- Ball, D. L., & Bass, H. (2003). Toward a practice-based theory of mathematical knowledge for teaching. In B. Davis & E. Simmt (Eds.), *Proceedings of the 2002 annual meeting of the Canadian Mathematics Education Study Group* (pp. 3-14). Edmonton, Alberta, Canada: CMESG/GCEDM.
- 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.
- Borko, H., Koellner, K., Jacobs, J., & Seago, N. (2011). Using video representations of teaching in practice-based professional development programs. *ZDM - The International Journal of Mathematics Education*, 43, 175-187.
- Brophy, J. (2004). Discussion. In J. Brophy (Ed.), *Using Video in Teacher Education* (pp. 207-304). Bingley, UK: Emerald Group Publishing Limited.
- Brown, S. I., & Walter, M. I. (1983). *The art of problem posing*. Philadelphia, Pennsylvania: The Franklin Institute Press.
- Clarke, D. (2000). Time to reflect. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 3, 201-203.
- Clarke, D. & Hollingsworth, H. (2000). Seeing is understanding: Examining the merits of video and narrative cases. *Journal of Staff Development*, 21(4), 40-43.

- Clarke, D., Mesiti, C., O'Keefe, C., Xu, L. H., Jablonka, E., Mok, I. A. C., & Shimizu, Y. (2007). Addressing the challenge of legitimate international comparisons of classroom practice. *International Journal of Educational Research*, 46(5), 280-293.
- Coles, A. (2013). Using video for professional development: The role of the discussion facilitator. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 16(3), 165-184.
- Cooper, J. (2016). *Mathematicians and Primary School Teachers Learning From Each Other*. Unpublished doctoral dissertation, Weizmann Institute of Science.
- Dewey, J. (1910). *How We Think*. Lexington: D.C. Heath & Company.
- Ernest, P. (1989). The knowledge, beliefs and attitudes of the mathematics teacher: A model. *Journal of Education for Teaching*, 15(1), 13-33.
- Fernandez, C. (2002). Learning from Japanese approaches to professional development the case of lesson study. *Journal of Teacher Education*, 53(5), 393-405.
- Fernandez, C., & Yoshida, M. (2004). *Lesson Study: A case of a Japanese approach to improving instruction through school-based teacher development*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Flanders, N. A. (1970). *Analyzing teacher behavior*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Glaser, B. G., & Strauss, A. L. (1967). *The discovery of grounded theory*. Chicago, IL: Aldine.
- Heath, T. L., & Densmore, D. (2002). *Euclid's Elements: All thirteen books complete in one volume: the Thomas L. Heath translation*. Santa Fe, New Mexico: Green Lion Press.
- Karsenty, R. (2016). Preparing facilitators to conduct video-based professional development for mathematics teachers: Needs, experiences and challenges. Paper presented at the 2nd International Conference on Educating the Educators, Freiburg, Germany, November 2016.
- Karsenty R., Arcavi, A., & Nurick, Y. (2015). Video-based peer discussions as sources for knowledge growth of secondary teachers. In K. Krainer & N. Vondrová (Eds.), *Proceedings of the 9th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp.2825-2832). Prague: ERME.
- Lerman, S. (1994). Reflective Practice. In B. Jaworsky, & A. Watson, (Eds.), *Mentoring in Mathematics Teaching* (pp. 52-64). London: Falmer Press.
- Lopez-Real, F., & Leung, A. (2001). Reflections on a TIMSS geometry lesson. *For the Learning of Mathematics*, 21(3), 25-31.

- Ricks, T. E. (2011). Process reflection during Japanese lesson study experiences by prospective secondary mathematics teachers. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 14(4), 251-267.
- Santagata, R., Gallimore, R., & Stigler, J. W. (2005). The Use of Video for Teacher Education and Professional Development: Past experiences and future directions. In C. Vrasidas & G. V. Glass (Eds.), *Current Perspectives on Applied Information Technologies: Preparing Teachers to Teach with Technology* (Vol. 2, pp. 151-167). Greenwich, CT: Information Age Publishing.
- Schoenfeld, A. H. (1998). Toward a theory of teaching-in-context. *Issues in Education*, 4(1), 1-94.
- Schoenfeld, A. H. (2010). *How We Think: A Theory of Goal-Oriented Decision Making and its Educational Applications*. New York: Routledge.
- Schön, D. A. (1983). *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*. New York: Basic Books.
- Siegel, A. (2010). Telling lessons from the TIMSS Videotape: Remarkable teaching practices as recorded from eighth-grade mathematics classes in Japan, Germany, and the US. In W. M. Evers & H. J. Walberg (Eds.), *Testing Student Learning, Evaluating Teaching Effectiveness* (pp. 161- 194). Stanford, CA: Hoover Institution Press.
- Sherin, M. G. (2004). New perspectives on the role of video in teacher education. *Advances in Research on Teaching*, 10, 1-28.
- Sherin, M. G., & van Es, E. A. (2009). Effects of video participation on teachers' professional vision. *Journal of Teacher Education*, 60(1), 20-37.
- Sherin, M. G., Jacobs, V. R., & Philipp, R. A. (Eds.). (2011). *Mathematics Teacher Noticing: Seeing Through Teachers' Eyes*. New York: Routledge.
- Shimizu, Y. (1999). Aspects of mathematics teacher education in Japan: Focusing on teachers' roles. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 2(1), 107-116.
- Shklovsky, V. (1988). Art as Technique. In David Lodge (Ed.), *Modern Criticism and Theory: A Reader* (pp 16-30). London: Longmans.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.

- Stake, R. E. (2000). Case studies. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research* (2nd ed., pp. 435-454). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Stigler, J. W., & Hiebert, J. (1999). *The Teaching Gap*. New York: Free Press.
- Stigler, J. W., Gonzales, P., Kwanaka, T., Knoll, S., & Serrano, A. (1999). *The TIMSS Videotape Classroom Study: Methods and Findings from an Exploratory Research Project on Eighth-Grade Mathematics Instruction in Germany, Japan, and the United States*. A Research and Development Report.
- Takahashi, A. (2006). Characteristics of Japanese mathematics lessons. *Tsukuba Journal of Educational Study in Mathematics*, 25, 37-44.
- Thompson, A. G. (1992). Teachers' beliefs and conceptions: A synthesis of the research. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 127-146). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Yin, R. K. (2009). *Case Study Research* (Fourth ed.). Thousand Oaks, California: Sage.