

## תפיסת התפקיד ואסטרטגיות הוראה של מורים המשלבים טכנולוגיות מתקדמות בשיעוריהם

יעל נסים, מירי ברק, דני בן-צבי

### תקציר

התפתחותן המואצת של טכנולוגיות מידע ותקשורת - טכנולוגיות הכוללות כיום יישומים דוגמת מחשבי כף יד, טלפונים חכמים, שירותי אינטרנט מתקדמים אשר מוגדרים באמצעות הכינוי הגורף 'וב 2.0' (Web 2.0), רשתות חברתיות וכן הלאה - גרמה לתמורות מרחיקות לכת בחברה, בכלכלה ולאחרונה אף בפוליטיקה. תמורות אלו במגוון תחומי חיים הובילו לפיתוח טכנולוגיות מתקדמות בחינוך המאפשרות יישום של שיטות הוראה חדשניות המבוססות על הגישה ההבנייתית. עם זאת, מחקרים הראו כי אף שמורים רבים מודעים לפוטנציאל לחדשנות הגלום בשילוב טכנולוגיות מתקדמות בהוראה, חלק ניכר מהם משלבים אותן בדרך מסורתית, ללא שינוי של ממש בדרכי ההוראה והלמידה.

המחקר המוצג במאמר זה נעזר בגישה התיאורית-פרשנית כדי לבחון את פעולתם של שישה מורים למדעים שהצהירו כי הם משתמשים בטכנולוגיות מתקדמות ככלי הוראה. המחקר בחן את אסטרטגיות ההוראה של המורים, כמו גם את תפיסתם את תפקידם. בראיונות עם המורים, בתצפיות שנערכו בכיתותיהם ובהתבסס על ספרות המחקר בנושא נמצאו ארבע אסטרטגיות הוראה מובילות. האסטרטגיות הללו דורגו בסדר עולה (החל ברמת חשיבה קונקרטי וכלה ברמת חשיבה מופשטת): המחשה, פתרון בעיות, למידת חקר ולמידה רפלקטיבית. נוסף על כך זוהו ארבעה תפקידים של מורים: הנחיית פעילות לימודית, הנעת תהליכי חשיבה, שותפות בלמידה וגילוי חדשנות ביישום שיטות הוראה וטכנולוגיות מתקדמות. במסגרת המחקר פותחה מטריצה המאתרת התאמה בין תפקידי המורים לבין אסטרטגיות ההוראה אשר הם נוקטים, ונמצא כי אפשר להקביל זאת למודל ACOT (Apple Classrooms of Tomorrow) להטמעת טכנולוגיות חדשות. בעזרת המטריצה מורים יכולים לזהות את שלב ההטמעה שהם נמצאים בו, להבין את נקודות החוזק והחולשה שלהם ולסייע בכך לקידום הוראה ולמידה בגישה ההבנייתית.

**מילות מפתח:** אסטרטגיות הוראה, הוראת מדעים, טכנולוגיות מידע ותקשורת (טמ"ת).

### מבוא

עידן המידע של תקופתנו מביא לתמורות בתפיסתו של המורה כדמות מרכזית המופקדת על תהליכי ההוראה והלמידה המתרחשים בכיתה (Postholm, 2006). בהוראה המסורתית

תפקידו העיקרי של המורה היה העברת ידע; לפיכך היה עליו להיות בקי בתחום הדעת שהוא עסק בו ולהעביר לתלמידיו את "חומר הלימוד" בתחום זה בהתאם לתכנית לימודים קבועה וידועה. תמורות בהבנת תהליך הלמידה ושכלול הטכנולוגיות החינוכיות הובילו לשינויים בגישת ההוראה ולמעבר מהוראה מסורתית להוראה בגישה ההבנייתית ובגישה ההבנייתית-חברתית (Bransford, Brown & Cocking, 2000; Salomon, 1992). לפי הגישה ההבנייתית, ידע חדש אינו ניתן להעברה; ידע כזה חייב להיבנות על ידי הלומד בהתבסס על ידע קודם כדי שהוא יעובד ויוטמע במבנה ההכרתי (קוגניטיבי) שלו (Piaget, 1972). לפי הגישה ההבנייתית-חברתית, ההקשר החברתי-תרבותי הוא מקור חיוני להפנמתם של תהליכים בין-אישיים ולעשייתם לתהליכים קוגניטיביים (Vygotsky, 1989). שתי הגישות האלו ממצבות את הלומדים במרכז תהליך ההוראה והלמידה. לפני כשני עשורים הן הובילו לשינוי בתפיסת תפקידו של המורה ממעביר מידע למעצב ידע, למדריך ולשותף בתהליך הלמידה (Garrison & Anderson, 2003; Salomon, 1992). המורה נדרש לזהות את הידע הקודם של הלומד, לעגן ידע חדש בידע קודם ולהבנות חשיבה ברמה גבוהה באמצעות התנסויות חדשות של הלומדים (Barak & Dori, 2009). בהתאם לכך מצפים מהמורה לפתח סביבות למידה המכילות משימות ותכנים אשר רלוונטיים לחיי היום-יום של הלומדים (NRC, 1996), כמו גם להיות שותף פעיל בקהילייה הכוללת מורים ותלמידים כאחד (Barak, Carson & Zoller, 2007).

תלמידים שונים זה מזה ביכולות הקוגניטיביות שלהם, בסגנונות הלמידה, בנטיות האינטלקטואליות, במוטיבציה ובשאר המאפיינים של אישיותם. בכיתה המסורתית לומדים בצפיפות ארבעים תלמידים כמעט. בכיתה כזו אי-אפשר להתאים את ההוראה ליכולות האישיות של הלומד, או ליישם עקרונות של הוראה בגישה ההבנייתית ובגישה ההבנייתית-חברתית. שילובן בהוראה של טכנולוגיות מידע ותקשורת (ט"מ) מאפשר להתאים את ההוראה ואת הלמידה לצרכיו המגוונים של כל אחד מהלומדים (Barak, Harward, Kocur, 2007; Barak, 2007; Lerman, 2007). טכנולוגיות מידע ותקשורת כוללות בין היתר יישומים דוגמת שירותי אינטרנט מתקדמים (יומני רשת, "ויקי", YouTube), הדמיות (סימולציות) ורשתות חברתיות. הן מזמנות למורים וללומדים חוויה חדשה של חיפוש מידע ואינטראקציות לימודיות ומאפשרות למידה שיתופית, בניית ידע משותף, הצגת תוצרים משותפים (Ben-Zvi, 2007) ותקשורת עם מומחים במגוון תחומים (Bransford, Brown & Cocking, 2000).

סביבות למידה הכוללות טכנולוגיות מתקדמות אכן מאפשרות למורים לתמוך בתלמידים כפרטים או כקבוצות, ובדרך זו לתת מענה לשונות אשר קיימת בין הלומדים. אולם חוקרים הראו כי אף שמורים מודעים לפוטנציאל לחדשנות הגלום בשילוב טכנולוגיות בהוראה, חלק ניכר מהם משלבים אותן בדרך מסורתית של הרצאות ותרגילים, ואינם משנים משמעותית את דרכי ההוראה והלמידה (Bransford, Brown & Cocking, 2000). אחת הסיבות לכך יכולה להיות תפיסת המורים את תפקידם. טענה מוכרת היא כי תפיסת המורים את תפקידם

עשויה להשפיע על אסטרטגיות ההוראה שהם בוחרים להשתמש בהן בעת שילוב טכנולוגיות מתקדמות בשיעוריהם (Handal, Bobis & Grimison, 2001). המחקר הנוכחי בדק טענה זו באמצעות בחינה של תפיסת מורים למדעים את תפקידם, כמו גם של אסטרטגיות ההוראה שהם נוקטים בשיעורים משולבי טכנולוגיות מידע ותקשורת (להלן: טמ"ת).

### תפקידי המורים למדעים

הסטנדרטים המקובלים בתחום הוראת המדעים (AAAS, 1993; NRC, 1996) מדגישים כי על המורים למדעים להשתמש באסטרטגיות המפתחות הבנה מדעית מעמיקה תוך כדי שילוב מיומנויות חקר של התלמידים, פתרון בעיות ומתן תשובות לשאלות מורכבות. הסטנדרטים קובעים כי תפקידי המורים למדעים הם להנחות את הלומדים, לעודד בניית ידע חדש אשר יתבסס על ידע קודם ולסייע ללומדים לקבל אחריות ללמידתם. על המורים למדעים לעודד למידה (באמצעות קיום דיונים בין הלומדים), שיתופיות ויצירת קהילות לומדים. מומלץ למורים ללמד בסיוע עמיתים הן מתחום המדעים והן מתחומי דעת אחרים, כדי לקשר בין המדעים לבין תחומי דעת נוספים דוגמת טכנולוגיה, שפות ומדעי החברה (שם).

מתוך עיון בספרות המחקר עולה כי אפשר להצביע על ארבעה תפקידים מרכזיים של המורים למדעים:

- **המורה כמנחה** - המורה מנחה את תלמידיו כפרטים וכקבוצות לקראת מימוש היעדים שהוא קבע בתחילת השיעור. עליו להחליט מתי להתערב בתהליך הלמידה ומתי לבקש מהלומדים להבהיר את עבודתם ולבחון אותה באופן ביקורתי (NRC, 1996). כמנחה המורה מעודד את הלומדים להביע את רעיונותיהם ולשאל שאלות, וזאת כדי לבדוק את הבנתם ולקדם אותם בהתאם ליכולתם (Crawford, 2000).
- **המורה כמניע** - המורה מקדם את ההניעה (המוטיבציה) של התלמידים ללמוד מדעים. הניעה מוגדרת כמהלך המתחיל את תהליך הלמידה ומשמר אותו; ללא הניעה פנימית או חיצונית יתקשו התלמידים ללמוד (Palmer, 2009). מאחר שתלמידים נבדלים זה מזה ביכולת, בסגנון הלמידה ובנטיות האינטלקטואליות והאישיות, על המורה לאמץ דרכי הוראה מגוונות שיעודדו את ההניעה הפנימית של הלומד - הניעה אשר נובעת מעצם ההנאה והעניין שלו בנושא הנלמד.
- **המורה כשותף** - המורה שותף לתלמידיו ולעמיתיו בתהליך הלמידה. כמות המידע הקיימת בעולם היא עצומה, והמורים אינם יכולים לשמש מקור ידע בלעדי. עם זאת, מצפים מהם להיות שותפים לתלמידיהם בתהליך הלמידה ולהיות פעילים בקהילות לומדות (Crawford, 2000). כמו כן שיתוף פעולה של המורה עם מורים עמיתים יכול לסייע לתלמידיו להבין טוב יותר את החומר הנלמד, וזאת באמצעות שילוב בין הנושאים המדעיים לבין תחומי דעת אחרים (Barak, Carson & Zoller, 2007).

- **המורה כחדשן** - המורה מתנסה בדרכי הוראה חדשות ובהערכה עצמית במהלך בחינתו את הבנתם של התלמידים את הנושא (Crawford, 2000). על המורה להיות בעל מוכנות להטמיע יוזמות חדשות בהוראתו ולשלב טכנולוגיות מתקדמות בחינוך. עליו להיות מודע ליתרונות שהטכנולוגיות עשויות להקנות לתהליכי ההוראה, כמו גם למגבלותיהן (van Braak, 2001).

### **אסטרטגיות הוראה המעודדות למידה בהתאם לגישה ההבנייתית**

אסטרטגיות הוראה מוגדרות כדרכים שהמורה נוקט כדי להשיג באמצעותן את מטרות השיעור (Schroeder et al., 2007). מאז שנות השישים של המאה הקודמת חוקרים בתחום החינוך מעודדים נקיטת אסטרטגיות הוראה המקדמות את עיבודו של המידע החדש באופן פעיל ומושכל על ידי הלומדים, עיבוד הנעזר בחשיבה ברמה גבוהה וביכולות חברתיות מגוונות (Bonwell & Eison, 1991).

המחקר אשר נדון במאמר זה התמקד בארבע אסטרטגיות הוראה המעודדות למידה בהתאם לגישה ההבנייתית ומפתחות חשיבה ברמה גבוהה. אסטרטגיות ההוראה מוגדרות לפי סוגי הלמידה שהן מעודדות בכיתות הלימוד; הן מדורגות בסדר עולה - החל בחשיבה קונקרטי וכלה בחשיבה מופשטת:

- **הוראה המעודדת למידה מבוססת המחשה** (visualization-based learning) - הוראה כזו מסתייעת בהמחשה חזותית (מודלים, אנימציה, הדמיות) כדי להבהיר רעיונות או מונחים מופשטים (Barak & Dori, 2005). היכולת האנושית לזכור ביתר קלות אמצעים חזותיים המתארים מידע יכולה לסייע בתהליך הלמידה (Gordin & Pea, 1995). בעזרת ההמחשות מורים ותלמידים יכולים להציג מחשבות, לדון ברעיונות ולשתף את האחרים בידע. על מנת ששילוב אמצעי המחשה יסייע לתהליך הלמידה רצוי לעצב פעילויות אשר תהיינה חלק מתכנית הלימודים המדעית המחייבת חשיבה ברמה גבוהה, כמו למשל פתרון בעיות או עריכת ניסויים במעבדה (Rapp, 2005).

- **הוראה המעודדת למידה מבוססת בעיות** (problem-based learning) - בהוראה כזו מוצגות בפני הלומדים בעיות פתוחות ומורכבות אשר עליהם לפתור (Savery, 2006). רצוי כי בעיות אלו תהיינה בעיות "אותנטיות" הקוחות מעולמם של הלומדים (Ertmer et al., 2009). יש להציג ללומדים בעיות שיש להן כמה פתרונות וכמה דרכים לפתרון, כמו גם בעיות שאין להן פתרון כלל (Jonassen, 2000). על מנת לפתור את הבעיות הלומדים נדרשים לבחון כמה חלופות ולנמק את בחירתם בחלופה שהציעו. בתהליך של פתרון הבעיות הלמידה מתבצעת תוך כדי ביצוע מגוון פעילויות: ניסויים במעבדה, טיולי שדה, פרויקטים, שימוש במחשב, עיון בספרות מחקר ובמקורות מידע אמינים אחרים. תהליך הלמידה מחייב התנסות עצמית או עבודה בקבוצות, כמו גם התמודדות עם שגיאות בדרך של ניסוי וטעייה (Barak & Dori, 2005).

- הוראה המעודדת למידה מבוססת חקר (inquiry-based learning) - בהוראה מסוג זה הפעילות הלימודית מנסה לדמות לדרכם של מדענים לחשוב וללמוד על אודות העולם (NRC, 1996). למידת החקר מזמנת ללומד אפשרות להתנסות בחיפוש אחר תשובה לתופעה שהיא בעלת משמעות עבורו. למידה כזו בתחום המדעים עשויה לכלול הכנת פרויקט מחקר אישי או קבוצתי, ביצוע ניסוי במעבדה המבוסס על השתתפות פעילה של הלומדים וגילויי יוזמה שלהם, סיור מחקרי בשדה וניתוח מחקרים מדעיים (Tamir, Stavy & Ratner, 1998). הלומדים בהתאם לגישה זו אמורים לפתח חשיבה ביקורתית, לרכוש מיומנויות טיעון, לנתח נתונים ולהשוות בין ממצאיהם לבין המופיע בספרות המחקר (Zion & Slezak, 2005).
- הוראה המעודדת למידה רפלקטיבית (reflective learning) - הוראה כזו מעודדת את הלומדים לבצע הערכה פנימית מעצבת "בזמן הווה" כדי לשפר את הישגיהם, גם אם ההערכה מתרחשת לאחר ההתנסות או בעקבותיה. בתהליך הרפלקציה הלומד משקף את המחשבות ואת הפעולות שביצע ומנתח אותן; למעשה, פעילות כזו היא מטה-קוגניציה - 'חשיבה על חשיבה' (Flavell, 1987; Shulman, 1997; Zohar, 1999). למידה כפעולה רפלקטיבית משמעה הסתכלות של התלמיד "פנימה" אל למידתו (אינטרוספקציה) ובחינתה במבט רפלקטיבי, זיהוי ופענוח של מצבים חדשים המתפתחים במהלך הלמידה, ביקורת עצמית ועריכת עיון מחודש בלמידה תוך כדי שיח של התלמיד עם עצמו ועם אחרים.

את כל האסטרטגיות שתוארו בפרק זה אפשר ורצוי להפעיל בסיוע טכנולוגיות מתקדמות. שימוש בטמ"ת עשוי לאפשר עיבוד של מידע מורכב בדרכים של ייצוג חזותי, פתרון בעיות, ניסויי חקר ועריכת משוּב עצמי. יש לציין שאסטרטגיות הוראה אלה עשויות להיות שזורות זו בזו במגוון סיטואציות לימודיות. כך למשל בשיעור המתקיים במעבדה אפשר להציג אנימציה של התהליך המדעי, להעלות שאלת חקר בראשית השיעור, לבקש מהתלמידים לפתור בעיה מחיי היום-יום ולערוך רפלקציה על כך. עם זאת, חשוב להפריד בין האסטרטגיות ולזהות איזו מהמשימות הלימודיות מצריכה הדמיה (שימוש באמצעי המחשה), איזו מצריכה פעילות חקר, איזו מצריכה פתרון בעיות ומתי התלמידים נדרשים לבצע רפלקציה על פעולותיהם.

### **תהליכי שינוי והשלבים בהטמעת טכנולוגיות מידע ותקשורת בהוראה**

שילוב טכנולוגיות מתקדמות בחינוך הוא תהליך ארוך המחייב שינוי בדרכי עבודה, בשיטות הוראה ולעתים גם בתפיסות עולם של המורים. במהלך שנות עבודתם מורים מאמצים שיטות הוראה המבוססות על ידע, על תפיסות, על אמונות ועל ערכים, ואלה משפיעות בצורה מכרעת על דרך הוראתם ועל תגובתם לשינויים בחינוך. על מנת שמורים יפנימו את הצורך בשינוי, נדרש שהם לא יהיו מרוצים מהמצב הקיים והיו סבורים כי הדרך המסוימת שהם נוקטים אינה

טובה דיה או שהיא שמרנית מדי (Davis, 2003). תהליכי רפורמה בחינוך מתמקדים בלומד, וברוב המקרים מטרת השינוי היא לשפר את איכות ההוראה והלמידה. גורם המפתח להטמעת טמ"ת במערכות החינוך וליצירת שינויים בחינוך הוא המורים (Cuban, 1993; Fullan, 2001). שינוי חינוכי משמעותי מחייב מהפך באמונות, בפילוסופיות, במיומנויות, במטרות, בהתנהגויות ובמחשבות של המורים (הרץ-לזרוביץ ופוקס, 1990). שינוי כזה כולל שלושה רכיבים לפחות: (א) חומרים - שימוש בחומרי לימוד חדשים, בעזרי לימוד חדשים ובטכנולוגיות חדשות או משופרות; (ב) אסטרטגיות הוראה - יישום שיטות ומיומנויות חדשות בהוראה; (ג) אמונות - ההנחות והתאוריות הפדגוגיות אשר השינוי מבוסס עליהן (Fullan, 2001). בספרות המחקר קיימים כמה מודלים לתהליך אשר נדרש מהמורה כדי לעשות את הסביבה המתקשבת לכלי הוראה קבוע. המודל של רוג'רס (Rogers, 1995) הוא דוגמה אחת לתיאור תהליך הטמעה של טכנולוגיות חדשות, המתאים לכל תחום אשר טכנולוגיה חדשה משולבת בו, לרבות תחום ההוראה. מודל נוסף הוא מודל חמשת השלבים של ACOT (Apple ACOT: Classrooms of Tomorrow; Sandholtz, Ringstaff & Dwyer, 1997) אשר מוצג להלן בטבלה 1. מודל זה עוסק בשינויים החלים בדרך ההוראה של המורה בכל אחד מחמשת השלבים בעקבות הטמעה של טכנולוגיה מתקדמת. מודל זה נבחר לשמש כמודל ההטמעה במחקר זה, כיוון שהוא עוסק ספציפית בהטמעת טכנולוגיות חדשות בקרב מורים.

טבלה 1: מודל חמשת השלבים של ACOT להטמעת טכנולוגיות חדשות

<p><b>כניסה (entry)</b></p> <p>המורה מתנסה לראשונה בטכנולוגיה החדשנית. בשלב הזה הוא חש אי-נוחות להשתמש בטכנולוגיה, ולכן בדרך כלל אינו משתמש בה לצורכי הוראה. ההוראה ממשיכה להתבצע בדרך המסורתית, זו המוכרת לו היטב. לעתים תכופות המורה נמנע משימוש בטכנולוגיות בשל בעיות ארגוניות מוסדיות, כמו למשל מספרם הקטן של חדרי המחשבים בבית הספר והשינוי בדרך התנהלות השיעור.</p>	<p><b>שלב 1</b></p>
<p><b>אימוץ (adoption)</b></p> <p>המורה מתחיל לשלב את הטכנולוגיה כתומכת בהוראה המסורתית. השימוש במחשב נעשה לצורכי תרגול. בשלב הזה למורה יש ביטחון רב יותר בשימוש בטכנולוגיה ובדרך שהכיתה "מתארגנת". הוא מתחיל להבין את הצורך בשינויים בשל שילוב הטכנולוגיה בהוראה, אף שטרם ערך שינויים של ממש בסגנון ההוראה שלו.</p>	<p><b>שלב 2</b></p>
<p><b>הסתגלות (adaptation)</b></p> <p>המורה משלב את הטכנולוגיה בתכנית הלימודים ומגלה את יתרונותיה. הוא נוכח לדעת ששילוב הטכנולוגיה מגביר את קצב הלימוד של החומר ומותר זמן ללמידה מעמיקה יותר. המורה מפנים כי עליו לשנות את שיטות ההוראה שלו, להפוך ממורה למנחה ולשנות את דרכי הערכה של עבודות התלמידים.</p>	<p><b>שלב 3</b></p>

<p><b>הטמעה (appropriation)</b>          המחשב הופך כלי שאי-אפשר בלעדיו. המורה כבר מכיר היטב את הכלי הטכנולוגי ומסוגל ללמד בעזרתו בשיטות הוראה חדישות. הוא מנצל את אפשרויות התקשורת והשיתוף שהמחשב מזמן לו, כמו למשל שימוש בקבוצות דיון ובצ'טים. על ידי כך התלמידים הופכים פעילים ומעורבים בתהליך הלמידה שלהם.</p>	<p><b>שלב 4</b></p>
<p><b>יצירתיות (invention)</b>          בעזרת הטכנולוגיה המורה מסוגל לעצב סביבות למידה חדשות. הוא עושה זאת מתוך הבנה ומתוך רצון להשתמש בהן כדי ליישם שינויים מהותיים בדרכי ההוראה והלמידה.</p>	<p><b>שלב 5</b></p>

תפיסת המורים את תפקידם עשויה להשפיע על יכולתם להטמיע טכנולוגיות מתקדמות ועל הדרך שבה יעשו שימוש באסטרטגיות הוראה בשיעורים המשלבים טמ"ת.

### מטרת המחקר ושאלותיו

מטרת המחקר הייתה לבחון אם קיימת התאמה בין תפיסת המורים את תפקידם לבין אסטרטגיות ההוראה שהם נוקטים במסגרת השילוב של טכנולוגיות מידע ותקשורת בשיעוריהם. מתוך המטרה הזו נגזרו שאלות המחקר:

1. כיצד מורים למדעים תופסים את תפקידם בהוראה מבוססת טמ"ת?
2. באילו אסטרטגיות הוראה משתמשים מורים למדעים בשלבם טמ"ת בשיעוריהם?
3. האם קיימת התאמה בין תפקידי המורים לבין אסטרטגיות ההוראה שהם נוקטים בשלבם טמ"ת? אם קיימת התאמה כזאת:
  - א. מה הם מאפייניה ("באיזו רמה" מתקיימת ההתאמה)?
  - ב. לפי מודל ACOT, באיזה שלב של הטמעה נמצא כל אחד מהמורים?

### המחקר

#### אוכלוסיית המחקר

במחקר השתתפו שישה מורים למדעים המלמדים בחטיבות ביניים ובבתי ספר תיכוניים. המורים שנבחרו הצהירו כי הם משתמשים בטכנולוגיות מתקדמות ככלי הוראה. להלן התארים האקדמיים של המורים והוותק שלהם בהוראה (כל השמות בדויים): איגור - תואר שני בהוראת הפיזיקה, ותק של 18 שנות הוראה; אפרת - תואר ראשון במדעים, ותק של 17 שנות הוראה; מורן - תואר ראשון בביווגיה ותואר שני בהוראת מדעי החיים, ותק של 29 שנות הוראה; רחל - תואר ראשון בהוראת המדעים, ותק של 9 שנות הוראה; רינה - תואר ראשון בפיזיקה ובכימיה, ותק של 27 שנות הוראה; שני - תואר שני בטכנולוגיות בחינוך, ותק של 17 שנות הוראה.

## השיטה וכלי המחקר

המחקר נערך במתודולוגיה איכותנית בגישה תיאורית-פרשנית (descriptive-interpretive). גישה זו מאפשרת לחוקר להתבונן בצורה מעמיקה בתפיסתם של החוקרים את עצמם ואת המציאות (Denzin & Lincoln, 2005). כלי המחקר היו ראיונות עומק חצי מובנים, תצפיות "לא משתתפות" בכיתות הלימוד ומטריצה הבוחנת התאמה בין תפקידי המורה לבין אסטרטגיות ההוראה שלו.

## ראיונות עומק חצי מובנים

הראיונות נערכו כדי לזהות תפיסות של מורים את תפקידם בשיעורים מבוססי טמ"ת ואת אסטרטגיות ההוראה שנקטו. אופיים הבלתי-פורמלי של הראיונות אפשר לבנות קשר של אמון הדדי בין החוקרים לבין המורים המרואיינים. כל מורה רואיין פעמיים: ראיון מקדים נערך עם כניסתם של החוקרים לשדה המחקר (כיתות הלימוד בבתי הספר), וראיון חוזר התקיים בסוף שנת הלימודים. הראיון הראשון כלל שאלות שעניינן נתוני האישיים והמקצועיים של המורה, תפיסתו את תפקידו כמורה ואסטרטגיות ההוראה שהוא נוקט. בראיון השני נשאלו המורים את אותן השאלות, אך הפעם תוך כדי "התייחסות" לשיעורים אשר החוקרים צפו בהם. הראיונות עם המורים הוקלטו באמצעות רשמקול, ובהמשך נערך תמלול שלהם. הראיונות כללו שתי שאלות מרכזיות:

- א. בשנים האחרונות חלה התפתחות ניכרת בטכנולוגיות מידע ותקשורת (טמ"ת) ובשילובן בהוראה. עד כמה השפיע תהליך זה על תפקידך כמורה?
- ב. בספרות החינוכית מתועדות אסטרטגיות הוראה המעודדות למידה משמעותית - פתרון בעיות, למידה מבוססת חקר, למידה שיתופית, למידה רפלקטיבית וכן הלאה. באילו אסטרטגיות הוראה אתה משתמש כשאתה משלב טמ"ת בשיעור?

## תצפיות

התצפיות נועדו לאפשר רישום שיטתי של התרחשויות בכיתה ושל שיחות אשר התקיימו בין המורים לתלמידים ובין התלמידים לבין עצמם בעת שהתקיימה "פעילות ממוחשבת". בתצפיות האלו החוקרים היו בגדר צופים חיצוניים - הם ישבו בכיתות הלימוד, אך לא השתתפו בשיעור ולא היו חלק מתהליכי ההוראה והלמידה. יחידת התצפית שהוגדרה, בהיבטים של זמן ומרחב, הייתה 'שיעורים במדעים בשילוב טמ"ת'. התצפיות התמקדו בנושאים האלה: התוכן הנלמד בכיתה, סביבת הלימוד, התוכנות אשר נעשה בהן שימוש בשיעור, תפקיד המורה, דרכי הוראה, מטלות לימודיות ואינטראקציות של המורה עם התלמידים (באופן פרטני ובאופן קבוצתי). במהלך התצפיות בחנו החוקרות את מידת ההתאמה בין תפיסת התפקיד של המורים (לפי



הצהרותיהם) לבין התפקיד שמילאו בפועל בכיתות הלימוד. נערכו ארבע תצפיות בכל מורה (בשיעורים לא רציפים), כלומר בסך הכול התקיימו 24 תצפיות במהלך שנת הלימודים. הראיונות והתצפיות נועדו להעמיק את הידע על אודות תפקידי המורים ואסטרטגיות ההוראה אשר הם נקטו, כמו גם לחזק את האמינות (trustworthiness) של המחקר באמצעות השוואה בין התצפיות לבין התשובות שהתקבלו בראיונות.

### **מטריצת התאמה (הלימה)**

כלי זה פותח במהלך המחקר כדי לבחון את ההתאמה בין תפקידי המורה לבין אסטרטגיות ההוראה אשר הוא נוקט בעת שילוב טמ"ת בשיעור. מטריצת ההתאמה פותחה לאחר שנפסלו שני אמצעי ייצוג אחרים אשר נוסו: (א) מפת מושגים הכוללת קשרי אורך ורוחב בין הקטגוריות; (ב) גרף המציג את אסטרטגיות ההוראה כנגד תפקידי המורה.

הערכים המוצגים בכל משבצת במטריצה מבטאים את מידת ההתאמה בין אסטרטגיות ההוראה לבין תפקידי המורה (ראו איור 1). אסטרטגיות ההוראה מוצגות במטריצה במדרג עולה ובסדר יורד (מלמעלה למטה) - החל בלמידה מבוססת המחשה (חשיבה המצריכה קונקרטיזציה) וכלה בלמידה רפלקטיבית (חשיבה המצריכה יכולת הפשטה). בדומה לכך גם תפקידי המורה מוצגים במטריצה במדרג עולה (מימין לשמאל) - החל ב'מנחה' המקדם את תלמידיו לקראת ביצוע יעדים ידועים מראש וכלה ב'חדשן' המתנסה בדרכי הוראה ובטכנולוגיות חדשות. השימוש באסטרטגיית הוראה מסוימת בעת מילוי תפקיד מסוים צוין במטריצה באמצעות הסימנים והמספרים הבאים:

- + לצורך מילוי תפקיד זה המורה השתמש באסטרטגיית ההוראה הזו לעתים קרובות, כלומר בשלושה שיעורים לפחות (2 - שתי נקודות).
- \* לצורך מילוי תפקיד זה המורה השתמש באסטרטגיית ההוראה הזו לעתים רחוקות, כלומר בשיעור אחד או בחלק ממנו (1 - נקודה אחת).
- המורה לא מילא את התפקיד ולא עשה שימוש באסטרטגיית ההוראה הזו (0 - אפס נקודות).

ההתאמה המיטבית בין תפיסת המורה את תפקידו לבין אסטרטגיות ההוראה אשר הוא נוקט מתבטאת ברישום הספרה 2 (שתי נקודות) בכל אחת מ-16 המשבצות של המטריצה. הניקוד המרבי האפשרי הוא אפוא 32 נקודות.

תפקיד					
ניקוד כללי עבור אסטרטגיות הוראה	חדשן	שותף	מניע	מנחה	
					למידה מבוססת המחשה
					למידה מבוססת פתרון בעיות
					למידה מבוססת חקר
					למידה רפלקטיבית
					ניקוד כללי עבור תפקיד המורה

אסטרטגיה

איור 1: מטריצת התאמה - תפקידי המורה כנגד אסטרטגיות ההוראה

### ניתוח הנתונים

הנתונים נותחו בכמה שלבים בהתאם לגישה האיכותנית הפרשנית. בשיטה זו החוקר מבצע תהליך של ניתוח אנליטי אשר נועד לתת משמעות, פרשנות או הסברים לתופעה הנחקרת (Maykut & Morehouse, 1994). במחקר הנדון במאמר זה ניתוח הנתונים כלל ארבעה שלבים:

**שלב א -** נעשה תמלול מלא ומדויק של הראיונות המוקלטים. נכונות התמלול אומתה באמצעות השוואה ליומן החוקרת. בשלב הזה אותרו קטגוריות ראשוניות של שני מוקדי המחקר: (א) תפקידי המורה - מנחה, מניע, שותף וחדשן; (ב) אסטרטגיות הוראה - כאלו המעודדות למידה המבוססת על מודלים, למידה המבוססת על פתרון בעיות, למידת חקר ולמידה רפלקטיבית.

**שלב ב -** בעקבות קבלת נתונים רבים יותר מתצפיות ומראיונות נוספים, הקטגוריות הראשוניות מוקדו וחולקו לקטגוריות משנה. כך למשל הקטגוריה 'מנחה' נחלקה לשתיים: 'מנחה בהיבט של הָכוּוּנָה' ו'מנחה בהיבט של תמיכה בהבניית ידע'. בשלב הזה ניתן שם מייצג לכל תת-קטגוריה ונכתבו עבורה הגדרות והסברים.

**שלב ג -** נעשה ניסיון לאתר קשרים בין תפקידי המורה לבין אסטרטגיות ההוראה. לאחר בחינת כמה דרכים להצגת מידת ההתאמה בין התפקידים לבין האסטרטגיות, פותחה מטריצה מארגנת (ראו איור 1). לאחר ניתוח הנתונים הוצגו הפרמטרים של כל מורה במטריצה נפרדת.

**שלב ד -** כל המטריצות הנפרדות אוחדו למטריצה כללית אחת. נערכה פרשנות לממצאים והוצגו הקשרים שבין תפקידי המורה לבין אסטרטגיות ההוראה. לבסוף נכתב החלק אשר דן בממצאים, חלק אשר כלל גם קישורים נוספים לספרות המחקר והשתמעויות למחקרים עתידיים.

## ממצאים

בפרק הממצאים שלושה תת-פרקים העונים על שלוש שאלות המחקר. תת-הפרק הראשון דן בתפיסת תפקידי המורים למדעים המשלבים טמ"ת בהוראתם; השני עוסק באסטרטגיות הוראה אשר המורים נוקטים בשלבם טמ"ת בשיעוריהם; והשלישי מאפיין את ההתאמה בין תפקידי המורים לבין אסטרטגיות ההוראה אשר הם נוקטים.

## תפקידי המורה

במחקר הנוכחי נמצא כי המורים שימשו בתפקידים הבאים: (1) מנחים - מסייעים ללומדים להבנות ידע; (2) מניעים - מעודדים וממריצים את תהליכי הלמידה; (3) שותפים - לוקחים חלק פעיל בתהליך הלמידה של התלמידים, ולעתים שותפים יחד עם עמיתים בתהליך הבניית ידע; (4) חדשנים - משלבים שיטות הוראה חדשניות וטכנולוגיות מתקדמות. בסעיפים הבאים מוצגות דוגמאות לתשובותיהם של המורים לשאלות שהוצגו להם בראיונות. כמו כן מוצגות דוגמאות מתוך התצפיות אשר מחזקות את הממצאים שהתקבלו בראיונות.

### המורה כמנחה המסייע בהבניית ידע

רחל, מורה לפיזיקה ולביולוגיה, נעזרה בשיעוריה בטמ"ת בתדירות של פעמיים בחודש. הכלים שהשתמשה בהם היו "כליקיט" (תוכנה לניהול למידה ותכנים באינטרנט שפותחה על ידי רשת 'אורט ישראל') ו"ארגונאוט" (תוכנה המאפשרת דיון סינכרוני או א-סינכרוני ברשת האינטרנט). וכך היא אומרת: "אני מכוונת, מנחה את התלמידים שלי... היו תלמידים שהיו צריכים יותר מיקוד, יש מקרים שהתלמידים נוהגים 'לצאת מהפוקוס'. עזרתי להם להתמקד... כל תלמיד לפי הרמה שלו" (ריאיון עם רחל, 12 ביולי 2009).

בתצפית שנערכה בכיתתה של אפרת, מורה לביולוגיה, נמצא כי היא נעזרה בתוכנת "כליקיט" בפעילות שעניינה גרעין התא. אפרת סברה כי תפקידה להיות מנחה המזהה קשיים בביצוע המשימה, ובמידת הצורך גם פותרת בעיות טכניות:

התפקיד שלי בכיתה מגוון כי כל תלמיד צריך אותי בצורה קצת אחרת. אני מנחה, אני מכוונת, אני ממקדת. אם יש קשיים, אני עוזרת. יש תלמידים שצריכים הכוונה כדי שיוכלו לבצע את המשימות הלימודיות. אלו שמתקדמים בשיעור, אני מכוונת אותם לראייה כללית, למתן תשובה מערכתית כדי שיוכלו להגיע להכללה בכתבת המסקנות. (ריאיון עם אפרת, 26 ביולי 2009)

איגור, מורה לפיזיקה, הדגיש כי בעת שהוא מציג פעילות מעבדתית ממוחשבת - פעילות זו נעזרת באתר אינטרנט הכולל הדמיות ושאלות בנושאי מכניקה, אתר שפותח על ידי רשת 'אורט ישראל' - בקשתו מתלמידיו היא לחזור על החומר אשר נלמד כבר ולנסות להתמודד בכוחות עצמם עם השאלות המוצגות להם:

התלמידים מבצעים את הפעילות במעבדה, ולאחר מכן הם מתבקשים לפתור בעיה ולענות על שאלות המבוססות על חומר שהם כבר למדו... לעתים הם נתקלים בשאלות שאינן ברורות להם. אני לא נוהג לענות על השאלות, אלא מנחה אותם כיצד למצוא את התשובות באופן עצמאי... זה מפתח בהם גישה עצמאית לפתרון בעיות. (ריאיון עם איגור, 1 בספטמבר 2009)

רינה, מורה לפיזיקה, נעזרה ב"ויסקופ" (מערכת המאפשרת למדוד את מיקומם במרחב של גופים פיזיקליים) בשיעורים שהתקיימו במעבדות ועסקו במכניקה, כמו גם בגיליון אלקטרוני לצורך עיבוד הנתונים והצגתם:

אני מתפקדת כמנחה, כלומר אני מעודדת את התלמידות לחשוב ולשאל שאלות. אתן לך דוגמה: בשיעור של הקפיץ הבאתי מספר אורכים של קפיצים עם מסות שונות. הבנות ראו את התופעה ושאלו שאלות, מיינו את השאלות לשאלות מידע ולשאלות חקר, ובהמשך הן חיפשו תשובות לשאלות המידע באינטרנט. המחשב סייע לנו באיתור מידע ובעיבוד הנתונים. (ריאיון עם רינה, 25 בדצמבר 2009)

בראיונות ובתצפיות נמצא כי המורים רואים את עצמם כמנחים בשני היבטים: (א) הכולנה - המורים ציינו כי הם מסייעים טכנית לתלמידים ו"ממקדים אותם" בעת ביצוע המשימה; (ב) תמיכה - המורים מסייעים לתלמידים להתגבר על קשיים בביצוע המשימה באמצעות תמיכה בהם במגוון השלבים של ביצוע המשימה. המורים בודקים את הבנת התלמידים ומספקים להם "פיגומים קוגניטיביים" אשר יסייעו להם בהבנת החומר, וזאת תוך כדי עידודם לחשוב ולשאל שאלות "באופן עצמאי".

### המורה כמניע תהליכי למידה

שני תיארה את החשיבות שבהגברת ההניעה (המוטיבציה) ללמוד באמצעות מתן משימות העוסקות בנושאים הרלוונטיים למציאות חייהם של התלמידים:

אני מעודדת את המוטיבציה שלהם ללמוד בגלל שאני מביאה דברים מספיק מעניינים, מספיק רלוונטיים ואקטואליים מהחיים שלהם, ואז זה מעניין אותם. היה לי תלמיד ששבר את היד, ועשו לו צילום רנטגן. בכיתה דיברנו על מהות צילום רנטגן וההבדל בין תהליך זה לתהליך CT... ביקשתי מהם שיחפשו מידע באינטרנט. לשמחתי, אני מלמדת נושאים מעניינים שאינם מנותקים מהמציאות של התלמידים. (ריאיון עם שני, 8 בספטמבר 2009)

בתצפית שנערכה בכיתה של שני התבקשו התלמידים להסתייע בתוכנת Word כדי לפתח משחקים דוגמת "מי רוצה להיות מיליונר" - יצירת "בנק" של שאלות ותשובות בנושא איכות האוויר. התלמידים גלשו באתרים העוסקים בנושא איכות האוויר, הציגו שאלות הרלוונטיות

לחיי היום-יום שלהם וביקשו מהמורה לסייע להם בכתיבת התשובות (יומן חוקרת: שני, 20 בינואר 2009).

מורן הניעה את תהליך הלמידה על ידי ליווי של כל תלמיד בכל שלב של ביצוע המשימה. כך למשל בשיעור בנושא מערכת העיכול של האדם היא ישבה ליד כל אחד מהתלמידים ועודדה אותו להתקדם: "התיישבתי ליד תלמידה שהחליטה לוותר על הלמידה במהלך השיעור. אמרתי לה שנסתכל ביחד על האנימציה... אני יושבת לידה, ואנחנו עוברות שלב אחר שלב. ביקשתי ממנה שתסביר את התהליך בקול רם. זה תפס את תשומת לבה ועודד אותה להמשיך ללמוד" (ריאיון עם מורן, 20 ביולי 2009).

השימוש בטמ"ת יכול לסייע למורים לבחור או לפתח משימות אשר רלוונטיות לחיי היום-יום של התלמידים. משימות כאלו מעוררות עניין בקרב התלמידים ומגבירות את ההניעה שלהם ללמוד. נוסף על כך השימוש בטמ"ת מאפשר למורים ללוות את תהליך הלמידה של התלמידים בעת שאלה מבצעים את שלבי המשימה למיניהם ולגלות יחס אישי. המורים מעודדים את התלמידים להתקדם בביצוע המשימות הן כפרטים והן כקבוצה.

#### המורה כשותף בתהליך הלמידה

אחת הפעילויות עסקה בנושא הכנרת והסתייעה בשימוש ב"ויקי" (שיטה המאפשרת בנייה פשוטה ומהירה של אתרי אינטרנט ומאגרי מידע). שיטה זו מתאפיינת בכך שהתוכן נכתב ונערך על ידי כלל הגולשים). אפרת תיארה כיצד ישבה עם תלמידיה ולמדה יחד אתם נושאים אשר היא לא הייתה בקיאה בהם:

כמובן, למדתי יחד אתם... נגיד, בנושא של חנקות וזרחות [חומרים מזהמים במים] ההסברים שמצאנו באתר היו ברמה מאוד גבוהה, אז ניסינו לחשוב - מה קורה עם החנקות והזרחות בחודש מאי? האם יש משמעות לחודשים בשנה? האם החומרים משפיעים אחד על השני? אלה נושאים שגם אני לא בקיאה בהם. [הם] חייבו אותי לחשוב יחד עם התלמידות ולהכין יחד תרשים זרימה. (ריאיון עם אפרת, 26 ביולי 2009)

איגור טען כי הוא שותף בלמידה של התלמידים, אם הנושאים הנלמדים מורכבים ומופשטים: "יש נושאים שהם די קלים, למשל נושאים מוחשיים כמו כוחות או קינמטיקה. בנושאים אלה אני פחות שותף ללמידה. אבל בנושאים יותר מורכבים ומופשטים יש לתלמידים הרבה שאלות, ואז אני צריך להעמיק וללמוד את הנושאים הללו. כך אני מרגיש כשותף להם" (ריאיון עם איגור, 1 בספטמבר 2009).

חלק מהמורים ציינו כי הם מפיקים תועלת משיתוף הפעולה עם מורים העוסקים בתחום דעת זהה, מורים המלמדים בבית הספר או מחוצה לו. אפרת ציינה כי לצורך למידת החקר בנושא הכנרת (ראו נספח בסוף המאמר) התקיים שיתוף פעולה בין מורי הביולוגיה בבית הספר - הן בשלב של תכנון הפעילות, הן בשלב הביצוע: "בעצם גם אנחנו [צוות המורות לביולוגיה] לא כל

כך ידענו את התשובות לכל ההשערות. חיפשנו באינטרנט מאמרים כדי ללמוד מהם ולעבד אותם כך שיתאימו לרמה הלימודית של התלמידים" (ריאיון עם אפרת, 26 ביולי 2009).

מהראיונות ומהתצפיות עולה כי המורים רואים את עצמם שותפים לתלמידיהם בתהליך הלמידה, ולעתים שותפים לעמיתיהם העוסקים בתחום דעת זהה. המורים ציינו כי הם לומדים יחד עם תלמידיהם בעיקר אם אינם בקיאים בנושא הנלמד, או אם הנושא הנלמד מופשט. לצורך הלימוד הם נעזרים במנועי חיפוש ובאנציקלופדיות אלקטרוניות, כיוון שאלה מספקים מידע רב.

### המורה כחדשן המשלב שיטות הוראה וטכנולוגיות חדשות

רחל שילבה בהוראתה את ה"ארגונואוט", כלי טכנולוגי שהיה חדש עבורה:

זה כלי שלא הרבה משתמשים בו. הרעיון מאחורי הכלי מצא חן בעיניי, והחלטתי להשתמש בו בכיתה. צוות הביולוגיה ואני ראינו את המערכת פעם אחת, ואז אמרו לנו שמגיעה משלחת של אנשי חינוך מקולומביה שבאה לישראל על מנת ללמוד על התוכנה... הסכמתי ללמוד להפעיל אותה. אני לא יודעת איך עשיתי את זה! אין לי מושג, כאילו שגיעון של רגע. (ריאיון עם רחל, 12 ביולי 2009)

שני למדה להשתמש ב'לוח חכם' (לוח אינטראקטיבי): "כשהתקבלתי לבית הספר אמרו לי: 'תשמעי, יש לוח חכם. אולי את תורידי ממנו את הניילון?' קודם כול פחדתי... בפעם הראשונה שהשתמשתי בלוח החכם, בטעות כמעט השתמשתי בטוש רגיל. היום אני שמחה שהצלחתי להפעיל טכנולוגיה חדשה" (ריאיון עם שני, 8 בספטמבר 2009).

מהראיונות עם שני עולה כי היא נעזרה בטמ"ת כדי לשלב למידת חקר. היא רואה בלמידת חקר דרך הוראה חדשה: "התלמידים לא מכירים למידה בשיטת החקר. תוך כדי שימוש במנועי חיפוש ואתרי אינטרנט התלמידים למדו גם על עקרונות חיפוש מידע, שאילת שאלות, העלאת השערות וכתבת עבודת חקר" (שם).

המורים שהשתתפו במחקר התנסו בהוראה המסתייעת בטכנולוגיות מתקדמות, כאלו שחלקן היו חדשות עבורם. לעתים תוך כדי שימוש בטכנולוגיות החדשות התנסו המורים גם בהפעלת שיטות הוראה חדשות. חלק מהמורים ציינו כי הם מחפשים טכנולוגיות חדשות ודרכי הוראה מתקדמות אשר יוכלו להשתלב בהוראתם; אחרים טענו כי הם דבקים בשיטות ההוראה אשר הורגלו בהן. אסטרטגיות ההוראה אשר המורים השתמשו בהן בעת שילוב טמ"ת בשיעוריהם מוצגות בפרק הבא.

### אסטרטגיות ההוראה שהמורים נוקטים בעת שילוב טמ"ת בשיעוריהם

מניתוח הראיונות והתצפיות עולה כי בשיעורים הכוללים שילוב טמ"ת המורים השתמשו במגוון אסטרטגיות הוראה המעודדות למידה מעמיקה ומשמעותית: למידה המבוססת על המחשה, למידה המבוססת על פתרון בעיות, למידה מבוססת חקר ולמידה רפלקטיבית. לעתים שולבה בשיעורים למידה שיתופית, ולעתים הודגשה חשיבותה של למידה יחידנית ועצמית.

### הוראה המעודדת למידה מבוססת המחשה

בכיתות שבהן היא מלמדת, מורן משלבת שימוש במחשבים לצורכי המחשה: "המשימה היא שהתלמידים יעברו את בחינת הבגרות בבילוגיה. באמצעות אנימציות אפשר להמחיש את העקרונות הביולוגיים מבלי שהתלמידים יצטרכו לשנן בעל-פה מושגים" (ריאיון עם מורן, 20 ביולי 2009).

בשיעור אשר עסק בנושא המידע התורשתי הסתייעה אפרת באנימציה. היא הציגה בפני התלמידות ניסוי שערכו חוקרים בבילוגיה, ניסוי אשר חקר את תפקידו של גרעין התא. התלמידות התבקשו לעקוב אחר האנימציה ו"למלא דף עבודה" (יומן חוקרת: אפרת, 18 בינואר 2009).

בחלק משיעורי הפיזיקה המחיש איגור את החומר הנלמד באמצעות "מעבדות ממוחשבות": "על מנת ללמוד את חוק שימור התנע ביקשתי מהתלמידים להיכנס לאתר המעבדות הממוחשבות, לצפות בהדמיה הממוחשבת ולענות על שאלות" (ריאיון עם איגור, 1 בספטמבר 2009).

רחל תיארה פעילות כיתתית בנושא של תחנות לייצור חשמל. התלמידים עבדו בקבוצות ונעזרו בהמחשה של תהליך הפקת החשמל: "הם למדו על סוגים שונים של תחנות כוח, הבינו כיצד הן פועלות וכיצד מופקת אנרגיה - כל זאת תוך כדי התבוננות באנימציות ממוחשבות. היו מספר תחנות שהיו חובה לכולן, והיו תחנות להעמקה עבור בנות שסיימו ויכולות להתקדם" (ריאיון עם רחל, 12 ביולי 2009).

המורים למדעים אשר השתתפו במחקר השתמשו בהמחשות (אנימציות או הדמיות ממוחשבות) כדי לתאר מושגים מופשטים ולסייע לתלמידים להבין תהליכים שאי-אפשר לחזות בהם בכיתה. ההמחשות מוצגות באתרי אינטרנט לימודיים, והפעילויות מתבצעות על ידי התלמידים באופן יחידני או שיתופי בהתאם לשיקולי המורים.

### הוראה המעודדת למידה המבוססת על פתרון בעיות

לצורך למידת הנושא "עולם ללא חיידקים" הסתייעה אפרת בתוכנת "כליקיט". היא הציגה לתלמידים בעיה וביקשה מהם לפתור אותה:

הצגתי בעיה: נניח שהייתה לנו פצצה שיכלה לחסל את כל המיקרואורגניזמים ביום אחד. זה יכול להיות כיף, נכון? נהדר! בואו נראה, האומנם זה כך? לבעיה זו אין פתרון חד-משמעי, ולכן כל קבוצה הייתה צריכה לבחון את היתרונות והחסרונות של המיקרואורגניזמים בתחומים כמו חקלאות, תעשיית מזון, בריאות. התלמידים היו צריכים לקרוא מאמר אלקטרוני ולהתייחס לכל ההיבטים שצינו בכיתה. (ריאיון עם אפרת, 26 ביולי 2009)

גם שני עשתה שימוש במאמרים המופיעים באינטרנט כמקור מידע אשר נדרש לצורך פתרון בעיה: "הצגתי לתלמידים בעיה: יש לי בעיה בריאותית המצריכה צילום מסוג רנטגן, CT או MRI. הם היו צריכים לחפש מאמרים ברשת האינטרנט ולהחליט באיזו שיטת צילום

להשתמש על פי הסכנות הבריאותיות, רמת ההקרנה, זמינות המכשיר וקריטריונים נוספים" (ריאיון עם שני, 8 בספטמבר 2009).

תלמידיו של איגור התנסו בלמידה המבוססת על פתרון בעיות באמצעות אתר אינטרנט המדמה מעבדה ממוחשבת. הם עבדו בקבוצות של שלושה ליד כל מחשב, למדו את חוק שימור התנע ופתרו בעיות חישוביות ותאורטיות בנושא זה (יומן חוקרת: איגור, 1 בינואר 2009). המורים למדעים הציגו לתלמידיהם בעיה מורכבת, בעיה אשר בדרך כלל כלה כמה משתנים וכמה דרכים אפשריות לפתרון. התלמידים היו צריכים להיעזר במאמרים באינטרנט, במנועי חיפוש או ב"מעבדות ממוחשבות" כדי לבצע פעילות לימודית אשר תוביל לפתרון הבעיה. אסטרטגיה זו מומשה בדרך כלל בלמידה שיתופית, ולעתים בלמידה יחידנית - בהתאם להחלטת המורה ולאפשרויות הקיימות בטכנולוגיה המשולבת.

#### הוראה המעודדת למידה מבוססת חקר

אפרת מתארת שלב בפעילות חקר אשר בוצע על ידי תלמידי כיתות ט. לשם כך נעזרו התלמידים בטכנולוגיית "ויקי":

הצגנו לתלמידים תופעה אמיתית המתרחשת בכנרת. מתברר שבכל שנה בחודש מאי דגים רבים מתים. התלמידים היו צריכים לחקור את התופעה, לתכנן ניסוי ולבדוק אם הגורם שהם בחרו הוא הגורם לתופעת התמותה... כדי לענות על שאלות מדעיות פנינו לחוקרים מומחים בעזרת אתר "בשער". (ריאיון עם אפרת, 26 ביולי 2009)

שני ביצעה למידת חקר שהסתייעה באתרי אינטרנט בנושא גנטיקה. התלמידים התבקשו לחקור מחלה תורשתית, ולשם כך להיעזר במידע ובתמונות המצויים ברשת האינטרנט: החלטתי שאתן להם משימה ששייכת לנושא גנטיקה - אבקש מהם לחקור את הנושא ולהגדיר מה זה גנטיקה ומה זו מחלה גנטית... הלמידה התבצעה בדרך החקר. הם היו צריכים לבחור מחלה תורשתית ולחקור אותה. (ריאיון עם שני, 8 בספטמבר 2009)

רחל תיארה את הפעילות שהוצגה בכיתה בנושא תחנות הכוח. פעילות זו הסתייעה בטכנולוגיית "כליקיט" והוגדרה כלמידת חקר:

הן לא הכירו את התחנות האלה לפני כן, והן גם לא ידעו איך מייצרים חשמל. הפניתי אותן למקורות מידע כדי שיחקרו על סוגים שונים של תחנות כוח ודרכים שונות להפקת חשמל. (ריאיון עם רחל, 12 ביולי 2009)

רינה ערכה למידת חקר במעבדה ("מעבדת חקר"). המטרה הייתה לבדוק את הקשר המתמטי שבין מרחק עצם מהעדשה לבין מרחקו מדמותו הנשקפת מבעד לעדשה. התלמידות ביצעו



ניסוי, ואת הנתונים שהתקבלו בו הזינו לגיליון אלקטרוני. התלמידות נדרשו לקבוע אם הקשר המתמטי בין המשתנים הוא לינארי, פרבולי או אחר (יומן חוקרת: רינה, 15 בפברואר 2009). המורים למדעים שהשתתפו במחקר השתמשו באסטרטגיה של למידה מבוססת חקר. לשם כך הם הסתייעו בטכנולוגיות מידע ותקשורת מגוונות: מנועי חיפוש, אתרי אינטרנט, "ויקי" ו"כליקיט". חלק מהמשימות היו רלוונטיות למציאות חייהם של התלמידים. למידת החקר התבצעה ברובה תוך כדי למידה שיתופית.

### **הוראה המעודדת למידה רפלקטיבית**

מבין ששת המורים שהשתתפו במחקר, רק שני הדגישה בהוראתה היבטים של למידה רפלקטיבית. היא דיווחה על הרפלקציה באמצעות מערכת "שיתופון", תוכנה המאפשרת לשתף בידע מורים ותלמידים (Ronen, Kohen-Vacs & Raz-Fogel, 2006). התלמידים התבקשו להציג קריטריונים לבחירה בצילום רנטגן או ב-CT:

הנושא של רפלקציה ומטה-קוגניציה חשוב לי מאוד, ואני מקפידה לבקש מהתלמידים לעשות זאת. לפעמים בשיחה ולפעמים במשימה אני שולחת להם מייל. אני מבקשת לא לענות לי על שאלה, אלא לחשוב. ואם הם לא הצליחו לענות על השאלה, לכתוב לי למה לדעתם הם לא הצליחו לענות על השאלה ואילו נתונים חסרים להם כדי לענות עליה. תהליך זה יותר חשוב בעיניי מאשר התשובה עצמה. (ריאיון עם שני, 8 בספטמבר 2009)

בשיעור שעניינו איכות האוויר ביקשה שני מהתלמידים לפתח משחקים העוסקים בנושא הנלמד, ולשם כך להסתייע במעבדי תמלילים ובתוכנות להכנת מצגות. בסיום התהליך היא ביקשה מהתלמידים להסביר את מהלך עבודתם: "ביקשתי מהתלמידים שיתכננו מה הם הולכים לעשות בפעילות, מדוע הם הולכים לעשות אותה, שיבדקו מה הספיקו לעשות, אם הם מרוצים ומה הם צריכים לעשות כדי לשפר אותה. כלומר לבצע תהליכי רפלקציה" (שם).

### **התאמה בין תפקידי המורה לבין אסטרטגיות ההוראה**

עבור כל מורה פותחה מטריצה נפרדת המציגה את ההתאמה בין תפיסתו את תפקידו לבין אסטרטגיות ההוראה שהוא נוקט. איור 2 שלהלן מציג את מטריצת ההתאמה של רינה. רינה, מורה לפיזיקה ולכימיה, נעזרה בהוראתה בתוכנת "ויסקופ" ובמעבדות ממוחשבות. היא שימשה כמנחה, כמניעה של תהליכי למידה וכשותפה של תלמידיה בתהליכי הלמידה. אסטרטגיות ההוראה שלה כללו למידה המבוססת על המחשה, למידה המבוססת על פתרון בעיות ולמידה מבוססת חקר. עם זאת, הן בראיונות והן בתצפיות רינה לא גילתה חדשנות ולא עשתה שימוש באסטרטגיה של למידה רפלקטיבית.

תפקיד					
ניקוד כללי עבור אסטרטגיות הוראה	חדשן	שותף	מניע	מנחה	
5	-	*	+	+	למידה מבוססת מודלים
6	-	+	+	+	למידה מבוססת פתרון בעיות
3	-	*	*	*	למידה מבוססת חקר
0	-	-	-	-	למידה רפלקטיבית
14	0	4	5	5	ניקוד כללי עבור תפקיד המורה

אסטרטגיה

+ לעתים קרובות (2) \* לעתים רחוקות (1) - לא דווח או נצפה (0)

איור 2: תפקיד המורה ואסטרטגיות ההוראה אשר נקטה רינה בשלבה טכנולוגיות מידע ותקשורת

על מנת לסכם את הנתונים שהתקבלו עבור כל מורה, רוכזו כל נתוני ששת המורים במטריצה אחת (ראו איור 3). כך למשל בסוגיית תפקידו של המורה כמנחה ב'למידה מבוססת המחשה' נמצא כי כל ששת המורים שימשו כמנחים לעתים קרובות, ולכן סומנו בתא המתאים במטריצה שישה פלוסים (+). מאחר שכל + מיוצג על ידי הספרה 2, הניקוד הכללי המסומן בתא זה הוא 12. איור 3 מציג במטריצה אחת את כל הממצאים שהתקבלו.

תפקיד				
חדשן	שותף	מניע	מנחה	
+++-- 4	++++- 6	+++++ 12	+++++ 12	למידה מבוססת המחשה
++++- 6	++++- 8	++++- 10	++++- 10	למידה מבוססת פתרון בעיות
+++-- 7	++++- 8	++++- 8	++++- 8	למידה מבוססת חקר
+----- 2	+----- 2	+----- 2	+----- 2	למידה רפלקטיבית

אסטרטגיה

+ לעתים קרובות (2) \* לעתים רחוקות (1) - לא דווח או נצפה (0)

איור 3: מטריצה מסכמת - תפקידי המורים כנגד אסטרטגיות ההוראה שנקטו

מאיר 3 עולה כי קיימות דרגות שונות של התאמה בין תפקידי המורה לבין אסטרטגיות ההוראה אשר הוא נוקט בעת שהוא משלב בשיעור טכנולוגיות מתקדמות. ממצאי המחקר מראים כי מרבית המורים תפסו את תפקידם כמנחים וכמניעים של תהליכי הלמידה, ולשם כך נקטו אסטרטגיות הוראה המעודדות למידה מבוססת המחשה, למידה המבוססת על פתרון בעיות ולמידה מבוססת חקר. קיימת אפוא התאמה גבוהה בין התפקידים 'מנחה' ו'מניע' לבין אסטרטגיות ההוראה האלו. לעומת זאת נמצאה רמת התאמה נמוכה למדי בין תפקידי המורה 'שותף' ו'חדשן' לבין אסטרטגיות ההוראה למיניהן: רק מורים בודדים תפסו את תפקידם כשותפים ללמידה של התלמידים וכחדשנים בשילוב דרכי הוראה וטכנולוגיות חדשות. על מנת לבחון באיזה שלב הטמעה של טכנולוגיות חדשות נמצא כל אחד מהמורים (Sandholtz, Ringstaff & Dwyer, 1997), בוצע תהליך איטרטיבי אשר במסגרתו שלושה מומחים בתחום הטכנולוגיות המתקדמות בחנו בנפרד את מטריצות ההתאמה של כל אחד מהמורים. ההסכמה בין החוקרים התקבלה לאחר דיון ובהתבסס על ממצאי הראיונות והתצפיות. איור 4 שלהלן מראה כי המורים נמצאים בשלבים שונים של הטמעת טכנולוגיות מתקדמות בחינוך. כמו כן עולה כי לא קיימת התאמה בין שלב ההטמעה לבין הוותק בהוראה. ממצאים אלה מלמדים כי ככל שמורה תופס את תפקידו בצורה רחבה יותר ומשתמש במגוון גדול יותר של אסטרטגיות הוראה, הוא מטמיע טכנולוגיות למידה והוראה בדרך מושכלת ויצירתית יותר העשויה לעודד למידה הבנייתית וחשיבה ברמה גבוהה של תלמידיו.

שמות המורים	תוצאות על פי סיכום מטריצת ההלימה	השלב במודל ACOT (מפורט בטבלה 1)
מורן	6-0	שלב 1: כניסה
	13-7	שלב 2: אימוץ
אפרת, איגור, רינה	20-14	שלב 3: הסתגלות
רחל	27-21	שלב 4: הטמעה
שני	32-28	שלב 5: יצירתיות

איור 4: הטמעת טכנולוגיות חדשות - השלב שהמורה נמצא בו (לפי מטריצת ההלימה ומודל ACOT)

## דיון וסיכום

ממצאי המחקר המוצג במאמר זה מצביעים על כך שהמורים, מושאי המחקר, תופסים את תפקידם כמנחים וכמניעי תהליכי למידה. רק חלקם תופסים את תפקידם כשותפים ללמידה (יחד עם תלמידיהם או עמיתיהם) וכחדשנים בשילוב טכנולוגיות מתקדמות בחינוך. כל המורים

שהשתתפו במחקר הנוכחי השתמשו באסטרטגיות הוראה המעודדות למידה מבוססת המחשה; רובם השתמשו בהוראה המעודדת למידה ובהוראה אשר מבוססת על פתרון בעיות; רק חלקם השתמשו בהוראה המעודדת למידה מבוססת חקר; ומורה אחת בלבד שילבה בשיעוריה הוראה המעודדת למידה רפלקטיבית.

במהלך המחקר פותחה מטריצה לבחינת ההתאמה (הלימה) בין תפיסת תפקידו של המורה לבין אסטרטגיות ההוראה אשר הוא נוקט. תפקידי המורה מוצגים במטריצה במדרג עולה - החל במנחה, כלומר כזה המקדם את תלמידיו לקראת ביצוע יעדים אשר הוא קבע בתחילת השיעור, וכלה בחדשן המתנסה בדרכי הוראה ובטכנולוגיות חדשות. גם אסטרטגיות ההוראה מוצגות במטריצה במדרג עולה - החל בחשיבה קונקרטי (הוראה המעודדת למידה המבוססת על המחשה) וכלה בחשיבה מופשטת (הוראה המעודדת למידה רפלקטיבית). האחרונה מוגדרת בספרות המחקר כחשיבה ברמה גבוהה (Granville & Dison, 2005).

במחקר הנוכחי נמצא כי רוב המורים אשר משלבים בשיעוריהם טמ"ת באמצעות אסטרטגיות הוראה המעודדות למידה המבוססת על המחשה ולמידה המבוססת על פתרון בעיות, תפסו את תפקידם כמנחים וכמניעים של תהליכי הלמידה. רמת התאמה בינונית נמצאה בין תפיסת התפקיד לבין אסטרטגיית הוראה המעודדת למידת חקר; ייתכן שהדבר נובע מכך שרק חלק מהמורים עשו שימוש באסטרטגיה הזו. רמת ההתאמה הנמוכה ביותר נמצאה בין הוראה המעודדת למידה רפלקטיבית לבין כלל תפקידי המורים: מהממצאים עולה כי רק מורה אחת עשתה שימוש באסטרטגיה הזו, זאת אף שחוקרים בתחום הוראת המדעים ממליצים לעודד למידה רפלקטיבית בקרב לומדים (Eyler & Giles, 1999; Rogers, 2001). דומה כי גישה זו לא הוטמעה עדיין בקרב מורים המשלבים בשיעוריהם טכנולוגיות מתקדמות.

ממצאי המחקר מלמדים כי אפשר לערוך הקבלה בין המטריצה שנבנתה לצורך המחקר הנוכחי לבין מודל ACOT להטמעת טכנולוגיות חדשות (Sandholtz, Ringstaff & Dwyer, 1997). מאיור 4 עולה כי אף שלמורן ותק של 29 שנות הוראה, הרי בנושא ההטמעה של טכנולוגיות מתקדמות בהוראה היא נמצאת בשלב הכניסה; שלושה מן המורים שהשתתפו במחקר - רינה (בעלת ותק של 27 שנות הוראה), איגור (בעל ותק של 18 שנות הוראה) ואפרת (בעלת ותק של 17 שנות הוראה) - נמצאים בשלב ההסתגלות; רחל (בעלת ותק של 9 שנות הוראה) נמצאת בשלב ההטמעה; ושני (בעלת ותק של 17 שנות הוראה) נמצאת בשלב היצירתיות. אפשר לראות אפוא כי אין קשר בין מספר שנות הוותק בהוראה של המורים לבין השלב שהם נמצאים בו בהטמעת טמ"ת (ICT).

תוצאות המחקר מבוססות על ניתוח נתוניהם של שישה משתתפים בלבד, ולכן אי-אפשר לטעון לתוקף חיצוני של התוצאות או להחיל אותן על אוכלוסייה גדולה יותר. עם זאת, ממצאי המחקר כוללים פיתוח של מטריצת התאמה אשר יכולה להוות כלי שימש במחקרים עתידיים. המטריצה כוללת ארבעה תפקידים של מורים וארבע אסטרטגיות הוראה, ואלה נבחרו מתוך

מגוון רחב המצוין בספרות המחקר. במחקרי המשך אפשר להגדיל את המטריצה ולבחון תפקידים נוספים ואסטרטגיות הוראה נוספות. המטריצה שפותחה במחקר הנוכחי יכולה לשמש כלי לביצוע הערכה מעצבת של מורים המשלבים טמ"ת בשיעוריהם. ביצוע תהליך רפלקטיבי, כזה אשר ילווה בזיהוי נקודות החוזק ונקודות החולשה העצמיות, עשוי להגביר את מודעותם של המורים לדרכי ההוראה שלהם ולתפקיד שהם ממלאים בכיתות הלימוד (Boyd & Fales, 1983). מאחר שהמטריצה בוחנת אסטרטגיות הוראה ותפקידים המבוססים על הגישה ההבנייתית, מורים יכולים לזהות את שלב ההטמעה אשר הם נמצאים בו ולהבין מה הן נקודות החוזק והחולשה שלהם. הדבר יסייע להם לקדם הוראה ולמידה בגישה ההבנייתית.

### רשימת מקורות

- הרץ-לזרוביץ, ר' ופוקס, א' (1990). *דגמים בהוראה שיתופית*. אוניברסיטת חיפה.
- American Association for the Advancement of Science [AAAS] (1993). Oxford, UK: Oxford University Press. *Benchmarks for science literacy*. Retrieved January 9, 2012, from <http://www.project2061.org/publications/bsl/>
- Barak, M. (2007). Transition from traditional to ICT-enhanced learning environments in undergraduate chemistry courses. *Computers & Education*, 48(1), 30-43.
- Barak, M., Carson, K. M. & Zoller, U. (2007). The "Chemistry is in the news" project: Can a workshop induce a pedagogical change? *Journal of Chemical Education*, 84(10), 1712-1716.
- Barak, M. & Dori, Y. J. (2005). Enhancing undergraduate students' chemistry understanding through project-based learning in an IT environment. *Science Education*, 89(1), 117-139.
- Barak, M. & Dori, Y. J. (2009). Enhancing higher order thinking skills among inservice science teachers via embedded assessment. *Journal of Science Teacher Education*, 20(5), 459-474.
- Barak, M., Harward, J., Kocur, G. & Lerman, S. (2007). Transforming an introductory programming course: From lectures to active learning via wireless laptops. *Journal of Science Education and Technology*, 16(4), 325-336.
- Ben-Zvi, D. (2007). Using wiki to promote collaborative learning in statistics education. *Technology Innovations in Statistics Education*, 1(1), 1-18. Retrieved January 9, 2012, from <http://escholarship.org/uc/item/6jv107c7#page-1>
- Bonwell, C. C. & Eison, J. A. (1991). *Active learning: Creating excitement in the classroom*. Washington, DC: Jossey-Bass.

- Boyd, E. M. & Fales, A. W. (1983). Reflective learning: Key to learning from experience. *Journal of Humanistic Psychology*, 23(2), 99-117.
- Bransford, J. D., Brown, A. L. & Cocking, R. R. (Eds.). (2000). *How people learn: Brain, mind, experience, and school* (Expanded Edition). Washington, DC: National Academies Press.
- Crawford, B. A. (2000). Embracing the essence of inquiry: New roles for science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(9), 916-937.
- Cuban, L. (1993). Computers meet classroom: Classroom wins. *Teachers College Record*, 95(2), 185-210.
- Davis, K. S. (2003). "Change is hard": What science teachers are telling us about reform and teacher learning of innovative practices. *Science Education*, 87(1), 3-30.
- Denzin, N. K. & Lincoln, Y. S. (Eds.). (2005). *The SAGE handbook of qualitative research* (3<sup>rd</sup> ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Ertmer, P. A., Glazewski, K. D., Jones, D., Ottenbreit-Leftwich, A., Goktas, Y., Collins, K. & Kocaman, A. (2009). Facilitating technology-enhanced problem-based learning (PBL) in the middle school classroom: An examination of how and why teachers adapt. *Journal of Interactive Learning Research*, 20(1), 35-54.
- Eyler, J. & Giles, D. E. (1999). *Where's the learning in service-learning?* San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Flavell, J. H. (1987). Speculations about the nature and development of metacognition. In: F. E. Weinert & R. H. Kluwe (Eds.), *Metacognition, motivation and understanding* (pp. 21-29). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Fullan, M. (2001). *The new meaning of educational change* (3<sup>rd</sup> ed.). New York: Teachers College Press.
- Garrison, D. R. & Anderson, T. (2003). *E-learning in the 21<sup>st</sup> century: A framework for research and practice*. London: RoutledgeFalmer.
- Gordin, D. N. & Pea, R. D. (1995). Prospects for scientific visualization as an educational technology. *Journal of the Learning Sciences*, 4(3), 249-279.
- Granville, S. & Dison, L. (2005). Thinking about thinking: Integrating self-reflection into an academic literacy course. *Journal of English for Academic Purposes*, 4(2), 99-118.
- Handal, B., Bobis, J. & Grimison, L. (2001). Teachers' mathematical beliefs and practices in teaching and learning thematically. In: J. Bobis, B. Perry & M. Mitchelmore (Eds.), *Numeracy and beyond: Proceedings of the twenty-fourth*

- annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia Inc.* (pp. 265-272). Sydney, Australia: MERGA.
- Jonassen, D. H. (2000). Toward a design theory of problem solving. *Educational Technology Research and Development*, 48(4), 63-85.
- Maykut, P. & Morehouse, R. (1994). *Beginning qualitative research: A philosophic and practical guide*. London: Falmer Press.
- National Research Council [NRC] (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academies Press.
- Palmer, D. H. (2009). Student interest generated during an inquiry skills lesson. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(2), 147-165.
- Piaget, J. (1972). *Science of education and the psychology of the child* (Revised Edition). New York: Viking Press.
- Postholm, M. B. (2006). The teacher's role when pupils work on task using ICT in project work. *Educational Research*, 48(2), 155-175.
- Rapp, D. N. (2005). Mental models: Theoretical issues for visualizations in science education. In: J. K. Gilbert (Ed.), *Visualization in science education* (pp. 43-60). Dordrecht, the Netherlands: Springer.
- Rogers, E. M. (1995). *Diffusion of innovations* (4<sup>th</sup> ed.). New York: Free Press.
- Rogers, R. R. (2001). Reflection in higher education: A concept analysis. *Innovative Higher Education*, 26(1), 37-57.
- Ronen, M., Kohen-Vacs, D. & Raz-Fogel, N. (2006). Adopt & adapt: Structuring, sharing and reusing asynchronous collaborative pedagogy. In: S. Barab, K. Hay & D. Hickey (Eds.), *Making a difference: Proceedings of the seventh international conference of the Learning Sciences* (pp. 599-605). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Salomon, G. (1992). The changing role of the teacher: From information transmitter to orchestrator of learning. In: F. K. Oser, A. Dick & J. Patry (Eds.), *Effective and responsible teaching the new synthesis* (pp. 35-49). San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Sandholtz, J. H., Ringstaff, C. & Dwyer, D. C. (Eds.). (1997). *Teaching with technology: Creating student-centered classrooms*. New York: Teachers College Press.
- Savery, J. R. (2006). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(1), 9-20.

- Schroeder, C. M., Scott, T. P., Tolson, H., Huang, T-Y. & Lee, Y-H. (2007). A meta-analysis of national research: Effects of teaching strategies on student achievement in science in the United States. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(10), 1436-1460.
- Shulman, L. S. (1997). *Communities of learners & communities of teachers*. Jerusalem: Mandel Leadership Institute.
- Tamir, P., Stavy, R. & Ratner, N. (1998). Teaching science by inquiry: Assessment and learning. *Journal of Biological Education*, 33(1), 27-32.
- van Braak, J. (2001). Factors influencing the use of computer mediated communication by teachers in secondary schools. *Computers & Education*, 36(1), 41-57.
- Vygotsky, L. S. (1989). *Thought and language*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Zion, M. & Slezak, M. (2005). It takes two to tango: In dynamic inquiry, the self-directed student acts in association with the facilitating teacher. *Teaching and Teacher Education*, 21(7), 875-894.
- Zohar, A. (1999). Teachers' metacognitive knowledge and the instruction of higher order thinking. *Teaching and Teacher Education*, 15(4), 413-429.



## נספח: פעילות בביולוגיה – למידת חקר בנושא הכנרת

תלמידים יקרים, בפעילות זו נבצע מחקר בנושא השפעת הגורמים הא-ביוטיים על הגורמים הביוטיים בכנרת.

זה ארבע שנים יואב נוהג לצאת לחופשה בטבריה יחד עם הוריו. הם עושים זאת שלוש פעמים בשנה לפחות - בתחילת הקיץ, בסוף הקיץ ובחורף. אחד הביולויים המשפחתיים בחופשה הוא שיט בכנרת. יואב הופתע לגלות בביקוריו בכנרת בתחילת הקיץ (בחודש מאי) הרבה דגים מתים הצפים בכנרת.

משימתכם היא לסייע ליואב למצוא הסברים לתופעה.  
התחלקו לצוותים של שלושה תלמידים ועבדו בהתאם לשלבים שלפניכם.

### חלק 1

- א. בדף הצוות שלכם בוויקי נסחו את התופעה שראה יואב ואשר ביקש למצוא לה הסבר.
- ב. בדף הצוות בוויקי רשמו ארבעה גורמים אפשריים לפחות לתופעה הנחקרת.
- ג. רשמו את הגורמים שהעליתם בדף המשותף לכל הכיתה - "הגורמים האפשריים לתופעה" (רשמו רק את הגורמים שעוד לא נרשמו על ידי קבוצות אחרות).
- ד. ציינו את שמכם ליד הגורם שתרצו לחקור.
- ה. בדף הצוות נסחו את שאלת החקר שלכם.

### חלק 2

- ו. קראו את המידע הקשור לבעיית המחקר שלכם. אתם יכולים להיעזר בדפים שהכנו עבורכם ובמקורות מידע אחרים: אינטרנט, ספרים ועוד.
- ז. העלו השערה בדבר הבעיה שלכם.
- ח. תנו הסבר ביולוגי לתופעה שברצונכם לחקור.
- ט. תכננו בדף הצוות שלכם את הניסוי שיבדוק את השערתכם:
  1. מהו המשתנה המשפיע (בלתי-תלוי)?
  2. מהו המשתנה המושפע (תלוי)?
  3. תארו את מהלך הניסוי.
  4. מהי הבקרה?

**חלק 3**

י. בצעו את הניסוי.

**חלק 4**

יא. רשמו את תוצאות הניסוי בטבלת אקסל והכינו גרף של תוצאות הניסוי.

יב. העבירו את קובץ האקסל לדף הוויקי שלכם.

יג. רשמו בדף הצוות ניתוח של התוצאות. עליכם לדון בנקודות הבאות:

1. מה ניתן להסיק מתוצאות הניסוי?

2. האם השערתכם אושרה או הופרכה?

3. מהי המשמעות של ביצוע הניסוי על גורם חי (ביוטי) השונה מדגים?

**חלק 5**

יד. יואב מצא שדגים מתים בחודשי הקיץ, בסביבות מאי. נתבקשתם לסייע בחקר התופעה, וכל

קבוצה חקרה גורם אחר המשפיע על תמותת הדגים.

עיינו בניסויים ובמסקנות של שאר הקבוצות ובטבלת הנתונים של הכנרת. נסחו שאלות

חקר נוספות שהייתם מעוניינים לבחון בהמשך כדי לפתור את התעלומה.

**בהצלחה לחוקרים!**