

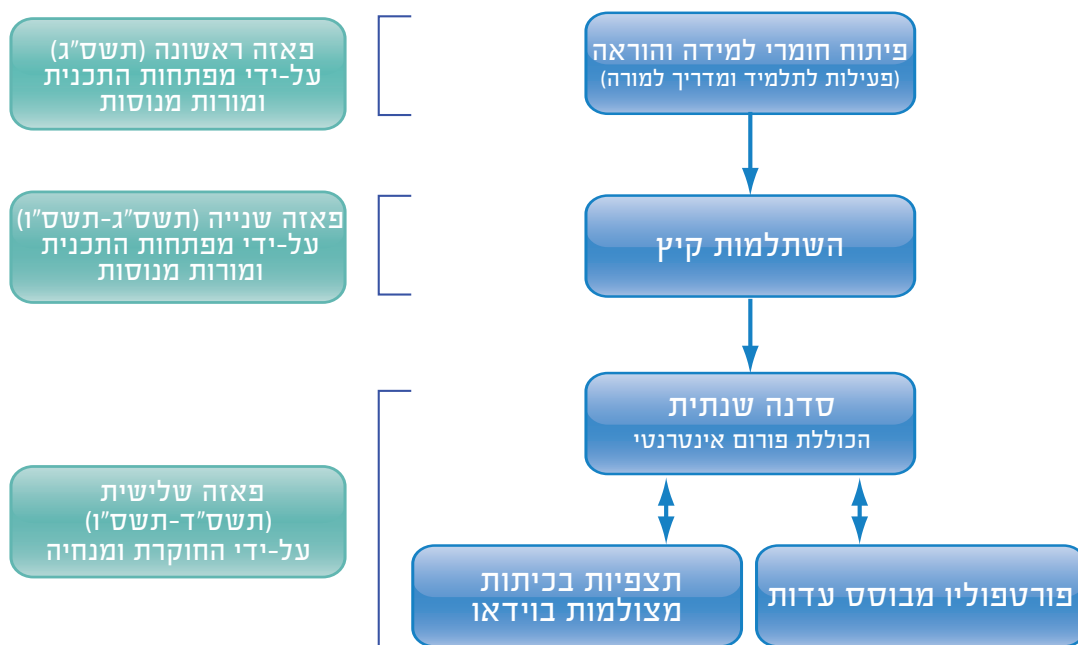
# מוצגים, עדויות, כימיה ומעבדה - האם זה המפתח להתפתח?

דורית טייטלבוים\*

## מבוא

מחקר זה הוא חלק מפרויקט דו-לאומי, שעסק בהתפתחות מקצועית מתמשכת (CPD - Continuous Professional Development) של מורים בשישה תחומי דעת. פרויקט זה נערך בשיתוף פעולה בין חוקרים מהמחלקה להוראת המדעים במכון ויצמן למדע, ישראל, לבין חוקרים מקינגס קולג' (King's College), אנגליה<sup>1</sup>. מטרת העל שלו הייתה לפתח, בשיתוף פעולה עם מורים מנוסים ומורים מתחילים, תוכניות להתפתחות מקצועית מתמשכת בתחומי ידע שונים. לצורך המחקר פותח בקבוצת הכימיה

מודל להתפתחות מקצועית מתמשכת (מודל ה-CPD), כמפורט באיור 1. מודל ה-CPD כולל חמישה רכיבים: (1) חומרי למידה (אוגדן ניסויים); (2) השתלמות קיץ; (3) סדנה שנתית; (4) פורטפוליו מבוסס עדות ומוצגים; (5) תצפיות מצולמות בווידיאו בכיתות. כל אחד מהרכיבים ידוע בספרות כרכיב אפשרי וטוב לתמיכה במורים. במחקר זה שולבו כל חמשת הרכיבים במודל אחד. המחקר התמקד במורים לכימיה, המלמדים בדרך החקר במעבדה על פי התוכנית "כימיה בגישה חוקרת".



איור 1: רכיבי המודל להתפתחות מקצועית ופיתוחם לאורך זמן

\* מאמר זה הוא חלק מעבודת הדוקטורט של ד"ר דורית טייטלבוים, אותו סיימה במחלקה להוראת המדעים במכון ויצמן למדע, רחובות, בהנחייתם של פרופ' אבי הופשטיין וד"ר רחל ממלוק-נעמן. דורית היא מדריכה ארצית לכימיה ומורה בתיכון ש. בן צבי, גבעתיים.

ניתן למצוא חוברת המפרטת מהי הוראה של מומחים בכל אחד מששת תחומי הדעת שהשתתפו במחקר דו-לאומי זה (באנגלית), באתר האינטרנט של הפרויקט.

## רקע ספרותי

### המורים במעבדת החקר

המעבדה הינה סביבת לימודים ייחודית, המספקת לתלמידים חוויות ריגושיות רבות<sup>2 3</sup> ומפתחת אצלם מגוון מיומנויות עבודה במעבדה, וכן אופן למידה והרגלי חשיבה אחרים מאלו הנהוגים בהוראה המסורתית. כאשר הלמידה במעבדה מזמנת לתלמידים אפשרות לחילופי מידע עם עמיתיהם, ואפשרות לביצוע [רפלקציה](#) על עבודתם ודרכי חשיבתם, או אז הלמידה נעשית משמעותית יותר. תפקידם העיקרי של המורים בהוראה בדרך החקר, הוא להנחות ולכוון את התלמידים ולפתח בקרבם מגוון מיומנויות חקר. תפקיד המורים מורכב ממשנתנים רבים שמתחלפים בהתמדה, ודורשים מהם מעורבות גדולה ומורכבת. לצורך כך עליהם ליצור סביבה לימודית שתאפשר לתלמידים להבין באופן הגיוני את שעשו, לאתגר אותם, לסייע להם לפי הצורך, ולהעמידם במרכז הלמידה. קולבורן וקלו<sup>4</sup> טוענים כי המורים צריכים לגרום לתלמידים **לחשוב**. זהו השינוי הקשה ביותר לביצוע, והשינוי המשמעותי ביותר שהמורים יכולים לחולל. השגיאה הגדולה של מורים היא שבמהלך הניסיון לעזור לתלמידים לחשוב, הם פוגמים בביצוע עבודת החשיבה של התלמידים כשהם עושים אותה בשבילם. אם כך, המורים המנחים צריכים להלך על הגבול הדק שבין תמיכה מרובה מדי השומרת על מקומם במרכז ההוראה, לבין תמיכה מועטה מדי המותירה את התלמידים "תלויים באוויר" ללא תמיכה מספקת. בנוסף צריכים המורים להתמקד בפעילות התלמידים, ולהתמודד עם מצבים בלתי צפויים ובלתי מתוכננים. מהנאמר לעיל ניתן ללמוד כי מידת ההכנה של מורים חשובה ביותר להצלחת ההוראה<sup>5</sup>.

## התפתחות מקצועית מתמשכת של מורים

התפתחות מקצועית הינה תהליך מורכב המציב למורים אתגרים רבים<sup>6</sup>, שמשמעותה, ביצוע שינוי מחשבתו משמעותי ביחס לתפקיד המורה בכיתה, וביצוע שינוי בהוראה בכיתה. מהספרות ידוע כי מורים הם, בדרך כלל, לומדים מצוינים המעוניינים בשיפור, בהעשרה ובגיוון של שיטות ההוראה<sup>7</sup>. יחד עם זאת, בדרך כלל, הם מתנגדים לשינויים בתכני ההוראה ובדרכי ההוראה. אם כך ניתן לשאול: "האם ניתן ללמד מורים כיצד ללמד?"<sup>8</sup>.

הסטנדרטים בחינוך המדעי שפורסמו בארה"ב<sup>9</sup>, המליצו על שינויים בתוכניות להתפתחות מקצועית. במקום ללמד "על" הוראה בדרך החקר, יש לתת למורים "להתנסות בעצמם" בפעילויות חקר ולעבור את התהליך שיעברו תלמידיהם, לבצע רפלקציה על ההתנסות וליצור אינטגרציה של כל מה שחוו, כהכנה לקראת ההוראה בדרך החקר. ידוע כי למרבית המורים המלמדים בדרך החקר לא הייתה הזדמנות ללמוד כתלמידים בדרך זו או לבצע חקר מדעי בעצמם. ניתן אם כך לשאול: מה צריכים המורים לדעת על מנת ללמד בדרך החקר באופן יעיל? איזו התפתחות מקצועית נחוצה על מנת לקדם את תפיסת החקר ואת דרכי ההוראה שלהם? הספרות המחקרית מדגישה כמה רכיבים חיוניים בתוכנית להתפתחות מקצועית יעילה ומוצלחת של מורים<sup>10 11 12 13 14 15 16</sup>.

- **קהילה מתמחה** - יצירת קבוצת מורים שתדון לאורך זמן בשיתוף פעולה ולעומק בהוראה ובלמידה.
- **ידע פדגוגי-תוכני** - דיוני עומק בהם צריכים לשלב את תכני ההוראה עם הפדגוגיה.
- **רפלקציה** - רפלקציה על ההוראה בכיתה ועל הלמידה של התלמידים על מנת לחשוף תובנות חדשות, למקד מטרות ולגלות רכיבים חשובים בהוראה.
- **זמן להטמעה** - הדיונים צריכים להתמקד בתכנים מסוימים, תוך מתן זמן לכל מורה ומורה לבחון כיצד לאמץ תכנים אלו לתוך ההוראה שלו בכיתתו.

## המחקר

כמותי של נתונים איכותניים. מידע איכותני מורכב מתיאורים מפורטים ועשירים של מצבים, מאורעות, אנשים, אינטראקציות והתנהגויות נצפות, ומציטוטים של הנחקרים אודות התנסויותיהם, עמדותיהם, השקפותיהם ומחשבותיהם. צירוף כלי המחקר השונים והמגוונים אפשר ביצוע טריאנגולציה (triangulation) להגברת תיקוף הממצאים ולחיזוק המחקר. לצורך הניתוח נבנה מערך קטגוריות ייחודי למחקר זה שהתבסס בחלקו על הספרות ובחלקו על קטגוריות שעלו מהשדה במהלך המחקר. ייחודו של מערך הקטגוריות בהיותו מותאם להוראה בדרך החקר על רכיבי המיוחדים. ניתוח צילומי הוידאו נעשה באמצעות תוכנת ניתוח וידאו (VIDEOGRAPH). ניתוח השיחות בסדנה, הראיונות, השאלונים ויומן החוקר נעשה באמצעות ניתוח תוכן.

## הממצאים

התפתחות מקצועית בנויה מפריטים רבים. כל שיעור במעבדה הוא, למעשה, מעין פאזל המורכב מחלקים קטנים, שחלקם לא רלוונטי לשיעור המתנהל או להתפתחות המקצועית של המורה, ובכל זאת הם נמצאים בו. חלקים אחרים הינם חשובים ביותר, אבל תהליך הזיהוי שלהם מורכב ולא פשוט. לעיתים, ממש באותם רגעים עשויים להתרחש בכיתה מספר מהלכים מקבילים<sup>17</sup>. תמונה המבהירה את תהליך ההוראה והלמידה המתרחש בכיתה בעת פעילות ברמת ניסוי חקר מלא, מוצגת באיורים 2א'-ג'. האיורים מסתמכים על תצפיות בכיתות של כלל מורות המחקר, ומדגימים את הפעולות אשר נעשו במקביל על ידי המורה ועל ידי התלמידים.

מטרת-העל של מחקר ארוך טווח זה היא לבחון את ההתפתחות המקצועית של מורי כימיה הנמצאים בתחילת דרכם בהוראת התוכנית "כימיה בגישה חוקרת", אשר נטלו חלק בהשתלמות להתפתחות מקצועית מתמשכת המבוססת על מודל ה-CPD. וכן, לבחון את תרומתם היחסית של רכיבי המודל להתפתחותם המקצועית.

המחקר תוכנן לתת מענה לשלוש שאלות המחקר הבאות:

- כיצד תופסים המורים את הקשרים בין תמיכה המובנית במודל ה-CPD לבין התפתחותם המקצועית?
- אילו שינויים מתחוללים אצל מורה מסוים, לאורך זמן, באופן ההוראה בדרך החקר במעבדה בהתייחס לידע פדגוגי-תוכני (PCK) של הוראת מיומנויות החקר?
- מהם קווי הדמיון והשוני בתהליכי ההתפתחות המקצועית של ירדן ושאר מורות המחקר?

במאמר זה אתייחס לשאלת המחקר השלישית.

ניתוח מעמיק של שש מורות, וחקר מקרה (study case) של שתי מורות - ירדן ואלה (שם בדוי) - נותן מענה לשאלות. עבור כל המורות הייתה זו ההתנסות הראשונה בהוראת התוכנית "כימיה בגישה חוקרת". יחד עם זאת, כולן היו מורות ותיקות בהוראת הכימיה. הנתונים נאספו באמצעות מגוון כלי מחקר: (1) תצפיות בכיתות - במשך שנתיים, שלוש פעילויות חקר פתוח בכל שנה (20 שעות למורה לשנה); (2) ראיונות - בנקודות זמן שונות לאורך שנתיים (15 ראיונות למורה); (3) סדנה שנתית - שנערכה לאורך שלוש שנים, ויצרה קהילה מתמחה; (4) עדויות - שהכינו המורות והתבססו על מגוון מוצגים אותנטיים מהכיתה; (5) שאלונים - שניתנו בנקודות זמן שונות לאורך שנתיים (4 שאלונים למורה); (6) רשימות שדה ביומן חוקר - שנכתבו מיד עם סיום תצפיות או שיחה, ושלא תועדו בדרך אחרת. כל כלי מחקר נותן נופך מיוחד משלו, ומכלול הנתונים נותן את התמונה המלאה והעשירה. הנתונים נותחו בגישה איכותנית שבה שולב גם ניתוח

### מקרא לאיור 2א'-ג':

**כחול** - שלושת חלקי החקר

**סגול** - פעולות המורה

**תכלת** - הפעולות שעושים התלמידים בקבוצות

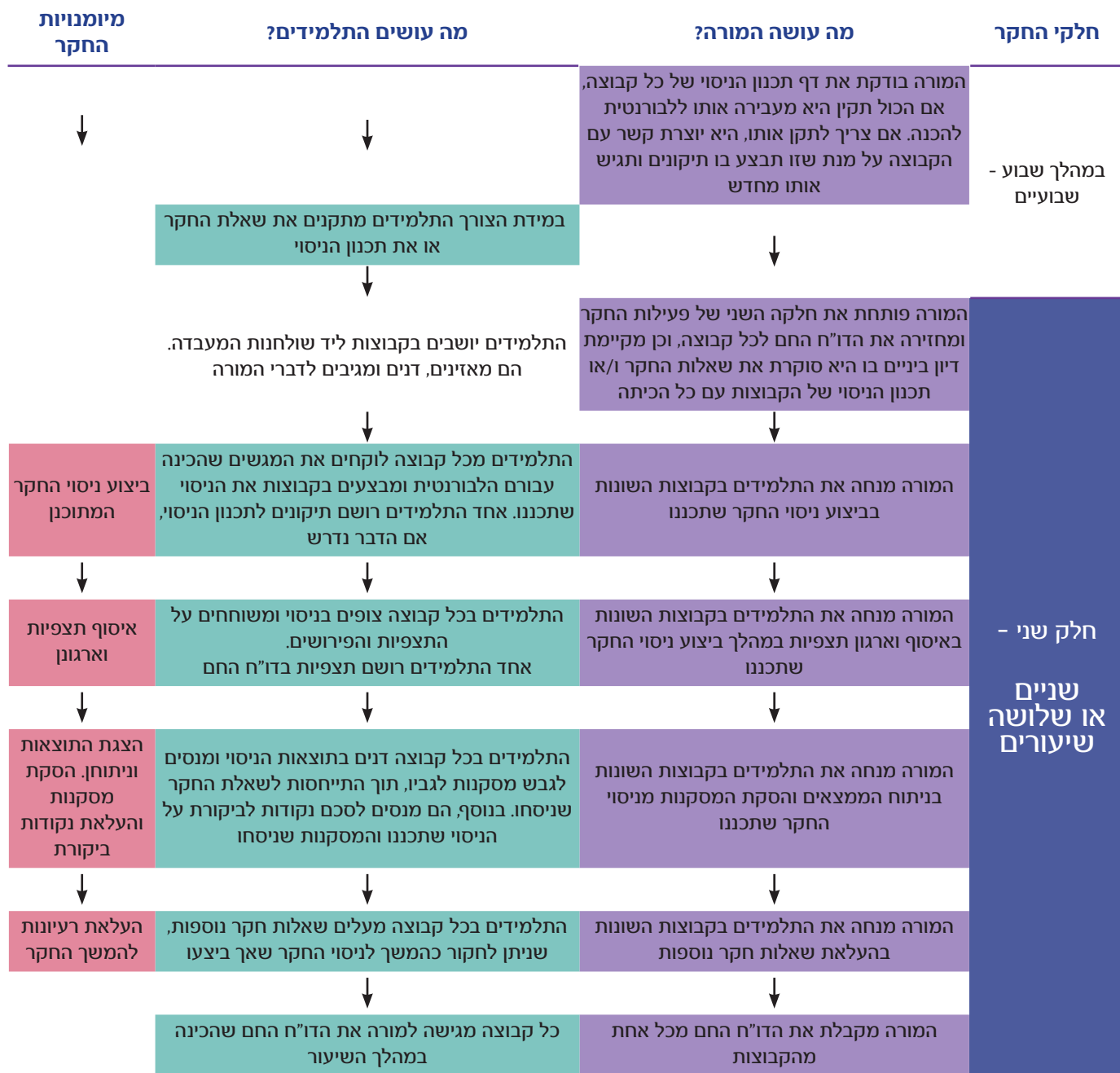
**ורוד** - מיומנויות החקר שהתלמידים צריכים לבצע

## איור 2א': תיאור המתרחש בכיתה בעת פעילות ברמת ניסוי חקר פתוח

מיומנויות החקר	מה עושים התלמידים?	מה עושה המורה?	חלקי החקר
	התלמידים יושבים בזוגות ליד שולחנות המעבדה	המורה פותחת את פעילות החקר בשיחה פרונוטלית	חלק ראשון - שניים או שלושה שיעורים
	↓	↓	
	התלמידים משנים מקומות ישיבה בהתאם לקבוצות בהן שובצו	המורה מחלקת את התלמידים בכיתה לקבוצות	
	↓	↓	
ביצוע ניסוי טרום חקר	התלמידים מבצעים את ניסוי הטרם חקר בקבוצות על פי הוראות כתובות	המורה מנחה את התלמידים בקבוצות השונות ומסייעת להם בביצוע ניסוי הטרם חקר	
↓	↓	↓	
איסוף תצפיות	התלמידים בכל קבוצה צופים בניסוי ומדברים ביניהם על התצפיות והפירושים. אחד התלמידים רושם תצפיות בדו"ח החם	המורה מנחה את התלמידים בקבוצות השונות באיסוף וארגון תצפיות	
↓	↓	↓	
שאלת שאלות	התלמידים בכל קבוצה מעלים רעיונות לשאלות שונות בעקבות התצפיות. אחד התלמידים רושם שאלות אלו בדו"ח החם	המורה מנחה את התלמידים בקבוצות השונות בשאלת שאלות	
↓	↓	↓	
ניסוח שאלת חקר	התלמידים בכל קבוצה מעלים רעיונות לשאלות חקר. הם מקיימים דיון באיזו שאלת חקר לבחור, וכיצד לנסח אותה בצורה המיטבית. אחד התלמידים רושם את שאלת החקר בדו"ח החם	המורה מנחה את התלמידים בקבוצות השונות בבחירת שאלת חקר וניסוחה. כל קבוצה מנסחת שאלת חקר אחרת	
↓	↓	↓	
ניסוח השערה מנומקת	התלמידים בכל קבוצה מעלים הצעות להשערה אפשרית. הם מקיימים דיון על ההשערה, ועל האופן בו כדאי לנסח אותה בצורה המיטבית. אחד התלמידים רושם ההשערה בדו"ח החם	המורה מנחה את התלמידים בקבוצות השונות בהעלאת השערה מתאימה לשאלת החקר ונימוקה	
↓	↓	↓	
תכנון ניסוי חקר	התלמידים בכל קבוצה מעלים רעיונות לביצוע ניסוי מתאים, הכולל גם הזמנת חומרים וציוד לביצועו. אחד התלמידים רושם את תכנון הניסוי ואת הזמנת החומרים והציוד על דף	המורה מנחה את התלמידים בקבוצות השונות בתכנון ניסוי חקר לבדיקת ההשערה (אישוש או הפרכה)	
↓	↓	↓	
	כל קבוצה מגישה למורה את הדף עליו כתובים פרטי תכנון הניסוי ושאלת החקר, וכן את הדו"ח החם שרשמה במהלך השיעור. כאמור, לכל קבוצה שאלת חקר ותכנון ניסוי שונים	המורה מקבלת את הדף עם תכנון הניסוי ושאלת החקר, ואת הדו"ח החם מכל אחת מהקבוצות. היא בודקת באופן כללי שכל הפרטים הנדרשים כתובים על הדף	

### החלק הראשון של פעילות החקר מסתיים והתלמידים מתפזרים

איור 2ב': המשך תיאור המתרחש בכיתה בעת פעילות ברמת ניסוי חקר פתוח



החלק השני של פעילות החקר מסתיים והתלמידים מתפזרים

איור 2ג': המשך תיאור המתרחש בכיתה בעת פעילות ברמת ניסוי חקר פתוח



עיון באיור 2 א'-ג' ממחיש עד כמה הוראה בדרך החקר מורכבת ודורשת מהמורים כישורים מיוחדים ורכישת מיומנויות הוראה נוספות. השיח עם המורות בסדנה השנתית והעדויות העלו, כי מורה המלמד על פי התוכנית "כימיה בגישה חוקרת" והרצה להפגין הוראה של מומחה בתחום, צריך להיות בעל מיומנויות וכישורים מסוימים. בהתבסס על ניסיון ועל האופן שבו הן תופסות את ההוראה בדרך החקר, המורות ציינו שורה ארוכה של מיומנויות וכישורים, כמפורט באיור 3.

ממצאי המחקר העלו כי תהליך השינוי של המורות היה מורכב, וכל המורות עברו תהליך של התפתחות מקצועית. חלק מהתהליך היה משותף ודומה אצל כולן, ואילו חלק אחר היה שונה, ותלוי בכל מורה ומורה. טבלה 1 מסכמת את קווי הדמיון והשוני בשלוש קטגוריות. המשמעות של קווי דמיון היא, שתהליך התפתחות מקצועי לאורך זמן (CPD) אינו תלוי במורה מסוימת, ואילו קווי השוני של תהליך ההתפתחות המקצועית תלוי במורה. לכן באותן קטגוריות בהן לא נצפו קווי שוני כלל, ניתן להניח כי מרכיבי מודל ה-CPD משפיעים על תהליך ההתפתחות המקצועית של כל המורים באופן דומה. כאשר קיימים קווי שוני, אזי השפעת מרכיבי מודל ה-CPD תלויה בגורמים נוספים.

איור 3: מיומנויות וכישורים שמפגין המורה בעת הוראת החקר במעבדה





קווי דמיון ושוני	הקטגוריה והסברה
<p><b>קווי דמיון</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• כל המורות הקפידו <b>לגשת</b> לכל הקבוצות.</li> <li>• המורות השתדלו <b>לדבר</b> עם כל הקבוצות על מנת לחזק את הרגשת השליטה שלהן במצב.</li> <li>• המורות הפנימו את ההוראה בקבוצות קטנות, על כן רוב השיחות שלהן היו עם התלמידים בקבוצות. הן מיעטו לדבר עם תלמידים יחידים.</li> <li>• המורות פעלו לקראת הוראה שבה הלומדים נמצאים במרכז. לכן היו גם רגעי שתיקה, בהם המורות לא דיברו עם אף אחד בכיתה, כשהן מותירות את ההתמודדות לתלמידים.</li> </ul>	<p><b>עם מי מדברת המורה בעת הפעילות בקבוצות?</b></p> <p>(תלמידים יחידים, תלמידים בקבוצות, כל הכיתה, לבורנטית, חוקרת, אף אחד)</p>
<p><b>קווי דמיון</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• כל המורות היו מוטרדות במיוחד ממיומנות ניסוח שאלת החקר. הן חששו משני היבטים: כיצד ניתן לסייע לתלמידים בניסוח השאלה מבלי לגלות להם את התשובה, וכיצד ידעו האם השאלה שמציגים להם התלמידים מנוסחת כראוי.</li> <li>• מיומנות החקר הקשה ביותר להנחיה הייתה "ניסוח השערה מדעית". אחת הדרכים שמצאו המורות כדי להתגבר על קושי זה הייתה לחשוף בפני התלמידים את זהות חומרי הניסוי כבר מתחילת החקר, ולא להציגם כנעלמים.</li> <li>• היכולת של המורות לנווט את השיח באופן שיקדם את הלמידה, התפתחה בהדרגה. כל המורות טענו כי חשוב שפעילות החקר תשתלב בנושאי הלימוד הנלמדים באותה עת בכיתה. הדבר מסייע לדיון בנושא ידע התוכן הכימי.</li> </ul>	<p><b>נושאי השיח בין המורה לתלמידה</b></p> <p>(ביצוע הניסוי, תצפיות, שאלת החקר, ההשערה המדעית, תכנון ניסוי החקר, תוצאות הניסוי, הדיון בתוצאות, התוכן הכימי, מסקנות הניסוי וההנחיות להמשך העבודה)</p>
<p><b>קווי שוני</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• מורות שונות מטמיעות את הוראת מיומנויות החקר בדרכים שונות: (1) הגישה ההדרגתית, דהיינו מיומנות אחר מיומנות בהדרגה מפעילות לפעילות. (2) הגישה הכוללת, דהיינו יישום כל מיומנויות החקר כבר בפעילות החקר הראשונה, והעמקת הידע לגבי כל מיומנות בהדרגה. ההטמעה בגישה הכוללת צמצמה לאורך זמן את משך הזמן היחסי שבו דנה המורה עם תלמידה על מיומנויות החקר.</li> <li>• קצב התפוגגות החששות אצל המורות ביחס להוראת מיומנויות החקר בלמידה שיתופית בקבוצות קטנות, ביחס להתמודדות עם הנחיית התלמידים וביחס לניווט השיח, היה שונה ממורה למורה. הדבר נבע מקצב רכישת הידע הפדגוגי-תוכני.</li> </ul>	
<p><b>קווי דמיון</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• בשנה הראשונה, כל המורות הסתמכו בבחירת פעילויות החקר על מורה עמיתה, או על מדריכה מחוזית או על מנחי הסדנה.</li> <li>• בשנה השנייה, כל המורות בחרו בעצמן לפחות פעילות חקר אחת שהייתה שונה מזו של המורה העמיתה או המדריכה.</li> <li>• הדיונים בסדנה על פעילויות החקר השונות השפיעו על בחירת המורות.</li> <li>• כל המורות נעזרו בחומרי הלמידה שפותחו במסגרת מודל ה-CPD (אוגדן הניסויים).</li> </ul>	<p><b>בחירת פעילויות החקר לביצוע</b></p> <p>(אופן הבחירה בכל אחת משתי שנות המחקר)</p>
<p><b>קווי שוני</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• התארגנות לקראת ההוראה בשנה הראשונה - חלק קטן מהמורות החל את ההכנה להוראה בדרך החקר עוד לפני השתלמות הקיץ, על ידי ביקור בשיעורי חקר בכיתתה של מורה עמיתה מנוסה.</li> <li>• רוב המורות ידעו מראש אלו פעילויות חקר יבצעו במהלך השנה. מעט מהמורות בחרו את פעילויות החקר במהלך שנת הלימודים.</li> </ul>	



בקטגוריה "נושאי השיח" נמצאה התפתחות מקצועית אצל המורות, אבל ההבדלים ביניהן נבעו מהגישה של הטמעת החקר נמצא כי מורות שמטמיעות את החקר בגישה הכוללת נמצאות תחת לחץ רב בהתחלת ההוראה, אך החששות שלהן מתפוגגים מהר יותר, והלמידה של התלמידים מהירה יותר. על כן ההוראה שבה הלומד נמצא במרכז נעשית טבעית יותר למורה ולתלמידים.

## מסקנות

במחקר זה ניתן לראות כי:

- עדויות מורים כשהן מוחצנות (explicit) ומוצגות בפני מורים עמיתים וחוקרים, ומלוות בדיון מעמיק, מעודדות התפתחות מקצועית משמעותית הן אצל המורים המציגים והן אצל השומעים.
- רפלקציה מובנית ועקבית (בעדות ובראיונות) מקדמת את ההוראה ומפתחת אצל המורים את הרפלקציה ככלי עבודה לעתיד, ללא תלות בחוקר או בעמית.
- המודעות של המורים לכך שתחילת ההוראה בדרך החקר מורכבת ומאתגרת לרוב המורים, ושהחוויות מתחילת ההוראה דומות אצל מורים רבים, יוצרת תחושת שותפות שעשויה להקל על תחילת הדרך.
- הוראה של מיומנויות, כגון: "רישום וארגון תצפיות", "ניסוח מגוון של שאלות" ו"תכנון ניסוי", מסתברות כפשוטות יחסית להוראה, ונלמדות על ידי התלמידים במהירות יחסית. לעומתן המיומנויות "ניסוח שאלת חקר" ו"ניסוח השערה מדעית" מורכבות יותר להוראה, ללמידה ולביצוע. ניתן לקדם את הוראת המיומנויות האלו באמצעות ההמלצות הבאות: (1) ניסוח שאלת חקר - יש להדגיש את המושגים "משתנה תלוי", "משתנה בלתי תלוי" ו"גורמים קבועים"; (2) ניסוח השערה מדעית מבוססת ומנומקת - מומלץ לחשוף את חומרי התגובה הכימית בפני התלמידים מלכתחילה או לפחות בטרם ינסחו את השערה המדעית. בשני המקרים מומלץ להפנות את התלמידים לדרישות הנמצאות במחוו.

כל המורות שהשתתפו במחקר היו מנוסות בהוראת הכימיה. על כן, לכולן היה ידע תוכן רחב בהוראת הכימיה, אבל ידע תוכן מועט יחסית אודות הוראה בדרך החקר. כולן השתלבו בהוראה בדרך החקר כאשר הן מלוות בחשש וחרדה מהוראת התוכנית. חששות אלו עלו בסדנה ובעדויות.

החששות נגעו למספר תחומים עיקריים:

- (1) כיצד בוחרים את הניסויים לביצוע, מתוך 100 הניסויים הקיימים באתר התוכנית?
- (2) כיצד מכוונים את התלמידים בביצוע מיומנויות החקר ובעיקר בניסוח שאלת החקר וההשערה, מבלי לגלות להם את התשובה והניסוח המתאימים?
- (3) מהי שאלת חקר טובה, וכיצד מבחינים בשאלה כזו תוך כדי העבודה בקבוצות?
- (4) כיצד מנחים דיון כיתתי באופן אפקטיבי ותורם?
- (5) כיצד מתמודדים עם דרכי הערכה חלופית שהינם מורכבים יותר, ולא מוכרים?

אצל כל המורות ניתן היה לראות כי תמיכה בית ספרית היוותה תשתית הכרחית להפעלת הוראה בדרך החקר ולהתפתחות מקצועית.

עבור הקטגוריה: "עם מי מדברת המורה בעת הפעילות בקבוצות?", נמצאו קווי דמיון בלבד. משמעות הדברים היא כי התפתחות מקצועית של המורות בקטגוריה זו הינה, למעשה, תוצאה של תרומת מרכיבי מודל ה-CPD, ואינה תלויה במורה ספציפית. מדובר בעיקר בתרומה של הסדנה השנתית ושל הראיון הרפלקטיבי ה"חם" לאחר התצפית המצולמת במעבדה, שחידדו את התפתחותן המקצועית. בקטגוריה "בחירת פעילויות החקר לביצוע" נמצאו קווי דמיון בצד קווי שוני. משמעות הדברים היא כי ההתפתחות המקצועית שלהן אינה תלויה רק ברכיבי מודל ה-CPD, אלא גם ברכיבים נוספים, כמו: אישיותה של המורה, הביטחון העצמי שלה והאמונות והדעות שלה.

**לסיכום**, כל המורות עברו תהליך של התפתחות מקצועית, שהיה קשור למרכיבי מודל ה-CPD. החששות עליהם דיברו מורות המחקר בתחילת ההוראה, היו כרוכים במורכבות ההוראה. מהמחקר עולה כי השתתפות של מורים בתוכניות ארוכות טווח להתפתחות מקצועית מבוססת עדות, עשויה לתרום רבות לשינוי אותו נדרשים המורים לעבור.

באופן מעשי מומלץ למורים ליישם את מרכיבי מודל ה-CPD בבית ספרם ובשיתוף עם עמיתים. מומלץ לקיים מפגשים בהם ידונו המורים בנושאים שונים הקשורים בהוראה בדרך החקר. הדיון יכול להיות במגוון נושאים: תהליך ההוראה, עידוד החשיבה, דוחות התלמידים, ביצועי התלמידים, חומרי ההוראה, עידוד החשיבה הרפלקטיבית של תלמידים וכיו"ב. כאשר השיח ילווה בהתייחסות ספציפית ורפלקטיבית המבוססת על נתוני אמת מהכיתה, אזי זוהי למעשה עדות הניתנת בקהילה מתמחה. מתוך המחקר ניתן ללמוד כי העדות עשויה לסייע לכל אחד מהמשתתפים בקהילה מתמחה, ולתרום להתפתחות מקצועית משמעותית. שכן, התפתחות מקצועית של מורים היא תהליך שהמורה עובר בעצמו, למען עצמו. בנוסף, מחקר זה מציע כי בעתיד ייעשה שימוש ברכיבי המודל האפקטיביים יותר בהשתלמויות ארוכות טווח הן בתחום הוראת הכימיה והן בדיסציפלינות אחרות. חשוב לציין, כי לא כל רכיבי המודל היו שווים ערך בתרומתם להתפתחות המקצועית של המורות, ועל כן יש להתחשב בכך בתכנון השתלמויות עתידיות.



1. Harrison, C., Hofstein, A., Eylon, B. S., & Simon, S. (2008). Evidence-based professional development of science teachers in two countries. *International Journal of Science Education*, 30, 577-591.
2. קיפניס, מ. (2006). חקירת הלמידה במעבדה החוקרת במסגרת לימודי הכימיה בבית הספר התיכון. חיבור לשם קבלת התואר דוקטור לפילוסופיה, מכון ויצמן למדע, רחובות.
3. Hofstein, A., Shore, R., & Kipnis, M. (2004). Providing high school chemistry students with opportunities to develop learning skills in an inquiry-type laboratory: A case study. *International Journal of Science Education*, 26, 47-62.
4. Colburn, A., & Clough, M. P. (1997). Implementing the learning cycle. *The Science Teacher*, 64(5), 30-33.
5. Taitelbaum, D., Mamlok-Naaman, R., Carmeli, M., & Hofstein, A. (2008). Evidence for teachers' change while participating in a continuous professional development programme and implementing the inquiry approach in the chemistry laboratory. *International Journal of Science Education*, 30, 593-617.
6. Dori, Y. J., Tal, R. T., & Peled, Y. (2002). Characteristics of science teachers who incorporate web-based teaching. *Research in Science Education*, 32, 511-547.
7. Joyce, B., & Showers, B. (1983). *Power and staff development through research on training*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
8. זהר, ע. (1999). הכשרת מורים לקראת פיתוח החשיבה של התלמיד. תל אביב: מופת.
9. National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
10. Ball, D. L., & Cohen, D. K. (1999). Developing practice, developing practitioners: Towards a practice-based theory of professional education. In L. Darling-Hammond & G. Sykes (Eds.), *Teaching as the learning profession* (pp. 3-31). San Francisco: Jossey-Bass.
11. Borko, H. (2004). Professional development and teacher learning: Mapping the terrain. *Educational Researcher*, 33(8), 3-15.
12. Crawford, B. A. (2007). Learning to teach science as inquiry in the rough and tumble of practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, 613-642.
13. Kennedy, M. M. (1998, April). The relevance of content in in-service teacher education. A paper presented at the annual meeting of the American Education Research Association, San Diego, CA.
14. Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
15. Loucks-Horsley, S., Hewson, P. W., Love, N., & Stiles, K. E. (1998). *Designing professional development for teachers of mathematics and science*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
16. Marx, R. W., Freeman, J. G., Krajcik, J. S., & Blumenfeld, P. C. (1998). Professional development of science teachers. In B. J. Fraser & K. G. Tobin (Eds.), *International handbook of science education* (pp. 680-776). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic.
17. Crawford, B. A. (2000). Embracing the essence of inquiry: New roles for science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 916-937.