

ידע של מורים ופיתוח משימות הערכה במהלך יישום תכנית הלימודים החדשה בכימיה

אורית הרשקוביץ*, שירלי אברג'יל**, יהודית דורי*

רקע

לתלמידים מהווים את נקודת המוצא של הלמידה, ומהם עוברים לרעיונות המדעיים (Bennett et al., 2007).

מורים מדווחים כי למידה המבוססת על הקשרים מחיי היומיום נחלה הצלחה בהגיעה ליותר תלמידים וגרמה להם ליותר התעניינות ומעורבות. התלמידים נהנים יותר ומרגישים חופשיים להביע את דעותיהם. הלמידה דרך הקשר לחיים האמתיים נתנה לכל התלמידים הזדמנות חדשה ושווה (Watanabe, 2007; Nues, Mebane, Scalise & Claesgens, 2007).

Gilbert (2006) מתאר ארבעה מודלים היכולים להוות בסיס ללמידה והוראה של כימיה בהקשר: 1. למידה בהקשר כיישום של מושגים לאחר שנלמדו; 2. למידה בהקשר כהדדיות בין מושגים ובין יישום; 3. למידה בהקשר באמצעות פעילות מנטלית ולמידה אישית; 4. למידה בהקשר בנסיבות חברתיות. יחידת הלימוד "טעם של כימיה" מתאימה למודל הרביעי שבו ההקשר הינו הנסיבות החברתיות. אחת הדוגמאות למודל זה על פי גילברט הינה הדאגה ההולכת וגוברת לגבי צריכה של מזון בריא למול בעיית השמנה.

למידה בהקשר של מזון היוותה את אחד מעמודי התווך של יחידת הלימוד "טעם של כימיה". לדוגמה: בנושא השומנים - חומצות השומן מסוג אומגה 3 ו-6, חומצות שומן טרנס ומקומן בתזונתנו, הדילמה בין צריכת מרגרינה לצריכת חמאה במזוננו - כל אלה היוו את הבסיס ללמידת המבנה הכימי וסוגי חומצות השומן והטריגליצרידים. למידת ההיבטים הכימיים בדרך זו הפכה היבטים אלו לרלוונטיים לתלמידים בהקשר היומיומי.

מימוניות ניתוח גרפים וטבלאות כחלק מהוראת מימוניות חשיבה גבוהות

על פי הטקסונומיה של בלום (Bloom, 1956) מחולקים כישורי החשיבה לרמה נמוכה שבה נכללים ידע והבנה, ולרמה גבוהה

המטרות המרכזיות בהוראת מדעים בעשורים האחרונים הן פיתוח אוריינות מדעית וחשיבה ברמה גבוהה בקרב התלמידים. השגת מטרות אלו אפשרית באמצעות למידה בהקשר (Gilbert, 2006) ולמידת מושגים מדעיים ותהליכים הנשענת על ניתוח בעיות מחיי היומיום בעזרת מאמרים מדעיים מעובדים וחקרי אירוע. במקביל הוצעה הסיסמה "פחות זה יותר" ב-"Benchmark for Science Literacy" (AAAS 74 1993, p. 320; NRC, 2011) כאחד הגורמים המנחים את פיתוח הסילבוס החדש במדעים. המסר הוא שההבנה הינה משמעותית יותר כאשר התלמידים לומדים מספר מוגבל של נושאים לעומק מאשר מגוון נושאים באופן שטחי (Hofstein et al., 2005).

על רקע כל אלו פותחה תכנית הלימודים החדשה בכימיה בארץ על ידי Barnea, dori & Hofstein (2010). אחת המבניות החדשות שפותחו במסגרת תכנית הלימודים החדשה בכימיה היא "טעם של כימיה" שאת תהליך יישומה בשטח ליווה מחקר נרחב ושחלקו מתואר במאמר זה.

למידה מבוססת הקשר וביטוייה בתכנית הלימודים החדשה

כימאים והעוסקים במקצוע הכימיה הינם בעלי ראייה רחבה לגבי תחום דעת זה. לעומתם, מרבית התלמידים אינם מסוגלים לפתח את הקשרים הנדרשים לראייה הרחבה של המקצוע. הם אינם יודעים ואינם מגלים למה ולכן הם מתקדמים, ומרביתם שואלים לשם מה צריך לדעת זאת? לעתים חלקם נשארים עקב כך עם חוויה לא נעימה של למידה (Schwartz, 2006). בשונה מלמידה מסורתית המתחילה מרעיונות מדעיים ומהם עוברים ליישומים שלהם, בלמידה מבוססת-הקשר ההיבטים היישומיים הרלוונטיים והמוכרים

* המחלקה לחינוך למדע וטכנולוגיה, הטכניון

** אוניברסיטת מיון, ארה"ב

הכימיה. החוקרים - Russel Kozma and (2005) ממליצים כי מיומנות של אפיון וניתוח צורת ייצוג, כמו בחירת ציר בגרף, לצד מיומנויות ייצוג נוספות צריכות להוות את הליבה בתכניות לימוד העוסקות בכימיה.

Herscovitz ו-Dori, Sasson, Kaberman (2004) חקרו בעבודתן משימות הדורשות מיומנויות גרפיות כחלק מתכנית של מעבדות חקר ממוחשבות בכימיה. התלמידים נבחנים בהיבטים של: ניתוח מידע וזיהוי קשרים בין משתנים, יצירת גרף המתאים לקשרים בין המשתנים, תיאור וניתוח גרף, השוואה בין גרפים והסקת מסקנות. הן מצאו כי מיומנויות אלו ניתנות לשיפור בקרב תלמידים הלומדים לפי תכנית המשלבת מיומנויות אלו כחלק מתהליך למידה מתמשך. במחקר נוסף, שגם הוא עוסק בתכנית המעבדה הממוחשבת (Dori & Sasson, 2008), נמצא כי התכנית שיפרה גם את ההבנה הכימית של התלמידים ואת יכולתם להשתמש בארבע רמות ההבנה: מאקרו, מיקרו, סמל ותהליך, וכן את המיומנויות הגרפיות. השיפור הגדול ביותר נמצא אצל תלמידים עם יכולות אקדמיות נמוכות. כמו כן נמצא כי התלמידים שיפרו את יכולתם לעבור מייצוג חזותי-גרפי לייצוג מילולי ולהפך (Dori & Sasson, 2008).

ידע של מורים והקשרו ליישום תכנית לימודים חדשה

אחד מגורמי המפתח בהצלחה של הכנסת תכניות לימודים חדשות למערכת החינוך הוא המורים. המורים נדרשים להתאים את דרכי ההוראה שלהם ותפיסותיהם לתכנים ולגישות החדשות בתכנית, ואין ספק שהצלחת התהליך תלויה במידה רבה בידע, במיומנות ובניסיון המורים כמו גם בהבנתם ובכוננתם ליישם את התכנית החדשה (Dori & Herscovitz, 2005; Fullan 2002; Fullan and Hargreaves 1992).

למידת מורים מתרחשת תוך כדי שילוב של תהליכי רפלקציה והפנמה. ליווי המורים ומעקב אחריהם תוך כדי שיחות לאורך יישומה של תכנית חדשה הם קריטיים להבנת תהליכי ההוראה וההערכה המתבצעים במהלך יישום התכנית (Clarke & Holligsworth, 2002).

Shulman (1987) הציע מודל תאורטי מקיף לידע של מורים הכולל שבע קטגוריות:

המאופיינת בכישורי חשיבה גבוהים - מיישום ואילך. הגישות החדשות בחינוך מעודדות הבנה וחשיבה ברמה גבוהה בלמידה. גישה זו רווחת במקום הגישה המסורתית שבה מיקוד ההוראה היה בהעברת ידע לתלמידים, ומהם נדרש בעיקר שינון ידע והבנה (Shepardson, 1993). חשיבה ברמה גבוהה הינה מורכבת יותר מאשר חשיבה ברמה נמוכה ודורשת פעילות קוגניטיבית מורכבת יותר. גם אם לא ניתן לזהות או להגדיר במדויק מה הן מיומנויות חשיבה ברמה גבוהה, ישנם כמה יסודות הנדרשים בביצועה: החשיבה אינה אלגוריתמית - דפוסי המחשבה והפעולה אינם ברורים ומוגדרים מראש, החשיבה מסתיימת לעתים בפתרונות מרובים שלכל אחד מהם יתרונות וחסרונות אך לא קיים פתרון יחיד וברור (Resnick, 1987).

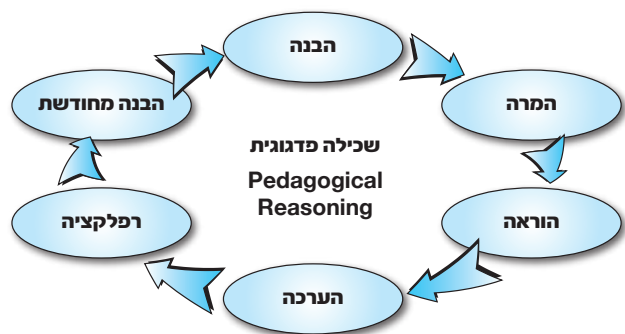
Dori ו-Zohar (2003) פירוטו פעילויות קוגניטיביות נוספות המסווגות כרמה גבוהה: בניית טיעונים, שאלת שאלות חקר, עריכת השוואות, פתרון בעיות מורכבות שאינן אלגוריתמיות, התמודדות עם סתירות ומחלוקות וזיהוי הנחות חבויות. רוב כישורי החקר המדעי הקלאסי כמו ניסוח השערות, תכנון ניסויים או הסקת מסקנות יכולים להיות מסווגים גם כן ככישורי חשיבה ברמה גבוהה. Zoller (1993) מתייחס לפיתוח כישורי חשיבה ברמה גבוהה כאחת המטרות החשובות בחינוך ובהוראה. מיומנות חשיבה ברמה גבוהה הכוללת הסקה, חשיבה ביקורתית, פתרון בעיות ויכולת קבלת החלטות הינן חשובות לא רק בתוכן ובתהליך ספציפי אלא גם בהקשר מדעי בין-תחומי כמו STS.

מיומנויות החשיבה ברמה גבוהה הבאות לידי ביטוי ביחידת "טעם של כימיה" הן: ניתוח מידע מדעי מטבלאות וגרפים ויישומם בפתרון בעיות, מעברים בין ייצוגי מידע, שאלת שאלות, ניתוח אירוע, הנמקה וחשיבה ביקורתית.

בהוראת המדעים שימוש בטבלאות ובגרפים הינו דבר הכרחי על מנת לבצע חקר וניתוח של מידע, אך התהליך התפיסתי הכרוך בכך מלווה בקשיים כאשר התלמידים מתבקשים להסיק מסקנות כלליות שהן מעבר לרמת ההבנה הבסיסית (BeBengston, 1999). השימוש בגרפים מהווה דוגמה לשילוב סמלים וליכולת ייצוג חזותית. עקב הקשר הישיר בין ההבנה של תהליכים כימיים לבין הייצוג החזותי שלהם, ניתן להתייחס אליהם כאל ויזואליזציה שיש לה תפקיד מרכזי בהתפתחות הבנת



1. רצף זה מתחיל בהבנת התוכן של מבנה המקצוע ועובר לשלב ההמרה של התכנים לפעילויות הוראה. שלב זה ייחודי למורים, והוא כולל הכנה, ביאור וניתוח ביקורתי של התוכן, הצגת הרעיונות שנבחרו באמצעות דוגמאות והמחשות ובחירת שיטת הוראה מתאימה. השלב הבא הוא שלב ההוראה המתבטא ביחסי הגומלין בין המורה לתלמידיו ולאחריו שלב הערכה - הן של הבנת התלמידים והן של ניתוח הפעילות ההוראתית של המורה עצמו. שלב זה מוביל לשלב הרפלקציה הכרוך בניתוח ביקורתי וחשיבה מושכלת על מהלך השיעור. Shulman מייחס חשיבות רבה לשלב זה, המוביל לשלב ההבנה המחודשת של תוכני ההוראה, מטרות ההוראה, תהליכי ההוראה והלמידה.



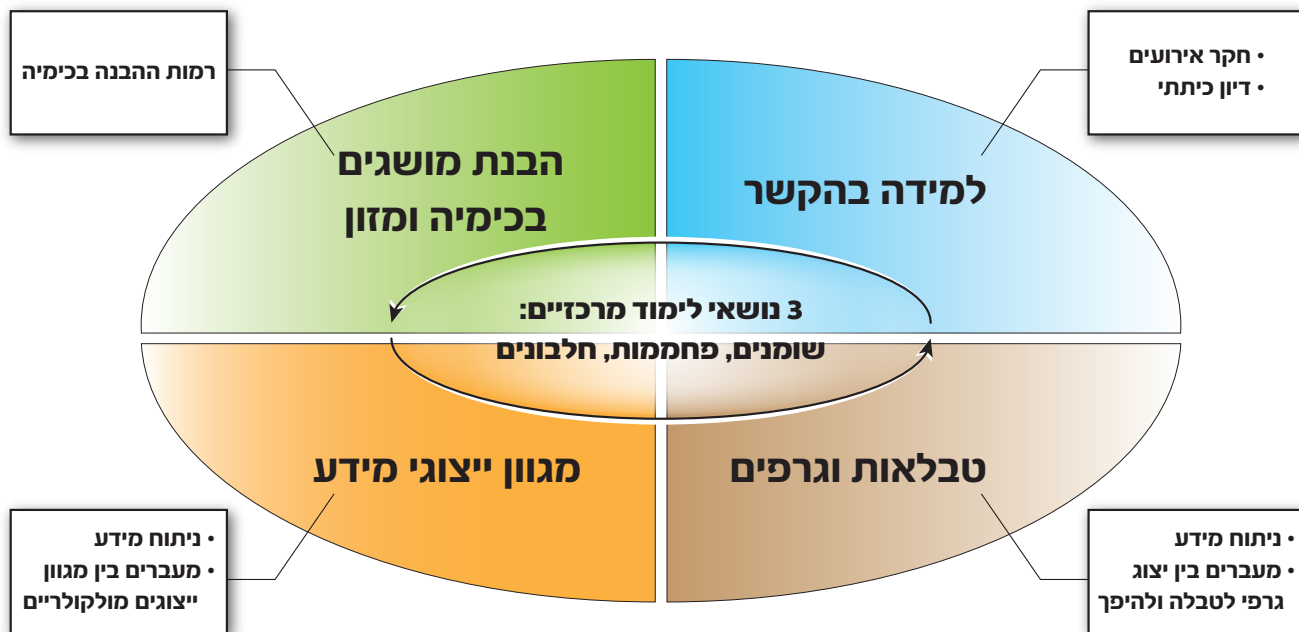
איור 1: תהליך פיתוח ידע תוכן פדגוגי - PCK של מורים

לאורך השנים הורחב המודל של שולמן ונבדק במחקרים רבים. באחד מהם, Magnusson, Krajcik and Borko (1999), הציגו הבנה מחודשת וממוקדת של PCK בהוראת מדעים שכוללת בין היתר גם ידע של שיטות הערכה במדעים.

בתכנית הלימודים החדשה בכימיה על המורים להרחיב את ידע התוכן הפדגוגי שלהם. מעבר לקושי הכרוך בהוראת כימיה - הכוללת מושגים מופשטים רבים והדורשת לקשר בין רמות ההבנה השונות (מקרוסקופית, מיקרוסקופית, סמל ותהליך) - על המורים להתמודד עם קישורים לחיי-יום-יום ועם הרחבת הידע בהתאם, עם שילוב מאמרים מעובדים וחקרי אירוע ועם הוראת מגוון מימוניות חשיבה ובעיקר ייצוגי מידע (מולקולריים, טבלאות, גרפים) ומעברים בניהם. הרחבת הידע התוכני והידע בתחום גישות הוראה מתאימות מוצגת ומטופלת בדרך כלל במסגרות שונות של השתלמות מורים. עם זאת הידע של הערכת תלמידים בהתאם להדגשים בתכנית החדשה מורכב

1. ידע תוכני (CK-content knowledge) - ידע התכנים הדיסציפלינריים בתחום מקצוע ההוראה.
2. ידע של עקרונות פדגוגיים כלליים (PK-pedagogical knowledge) - ידע של תאוריות למידה, עקרונות של הצגת תכנים, שיטות לניהול כיתה.
3. ידע על תכניות לימודים (curriculum knowledge) - ידע והכרה של תכניות לימודים וחומרי לימוד המתייחסים לנושאי ההוראה.
4. ידע תוכן פדגוגי (PCK - pedagogical content knowledge) - שילוב של תוכן ופדגוגיה המאפיין את ההבנה המקצועית של המורים.
5. ידע על הלומדים (knowledge of learners) - ידע על המאפיינים הקוגניטיביים של הלומדים, על היבטים התפתחותיים של יכולת הלמידה, על תהליכי למידה וקשיי למידה.
6. ידע של הקשר החינוכי (knowledge of educational context) - תחום ידע הקשור בהיכרות עם מסגרות חינוכיות מסוגים שונים וברמות שונות, החל מעבודה בקבוצות קטנות ועד הכרה של מערכת החינוך הכללית.
7. ידע של יעדי החינוך (knowledge of educational ends) - ידע של יעדים, מטרות, ערכים והרקע ההיסטורי והפילוסופי שלהם.

ידע תוכן פדגוגי הוא ייחודי למורים ומבדיל אותם ממומחים אחרים במקצוע. ידע זה הינו מזיגה של תכנים, נושאים ומושגים מרכזיים במקצוע ושל מיומנות פדגוגית בבחירת שיטות הוראה מתאימות להצגת התוכן לתלמידים ושל הבנת הקשיים הצפויים בתחום. ידע זה הינו מהות ההוראה, והוא כרוך במעבר ממצב שבו המורים לומדים ומבינים את הנושא בעצמם למצב שבו הם מלמדים אותו. לשם כך עליהם להיות מסוגלים להסביר את הנושא במספר דרכים, לארגן אותו, לצרף לו פעילויות, המחשות, דוגמאות ותרגילים מתאימים ולהציג לתלמידים כך שיוכלו להבינו. תהליך המרה זה של תכנים למטרות ופעילויות הוראה מכונה ע"י Shulman שכילה פדגוגית (pedagogical reasoning). תהליך השכילה הפדגוגית הינו תהליך אינטלקטואלי המאופיין על-ידי רצף מעגלי של שישה שלבים כמתואר באיור



איור 2: מבנה יחידת הלימוד "טעם של כימיה"

הרבה יותר.

אין ספק כי שינוי מערכתי בתכנית לימודים דורש יותר מאספקת חומרי לימוד למורים. ישנו צורך בליווי ותמיכה מתמשכים למורים, תחילה על-ידי מפתחי התכניות השונות, ובהמשך על-ידי המדריכים בשטח (Robhirc, Kruse & Kern, 2007).

סביבת המחקר, מטרות, כלי מחקר ואוכלוסיית המחקר

יחידת הלימוד "טעם של כימיה" משלבת הכרת מושגים בסיסיים בתחום המזון, יישומם בידע אשר נרכש בלימודי הכימיה, עם מגוון מיומנויות חשיבה בדגש של מעברים בין ייצוגי מידע. באיור 2 מוצגים ארבעת עמודי התווך של יחידת הלימוד - למידה בהקשר, הבנת מושגים, טבלאות וגרפים ומגוון ייצוגי מידע מולקולריים - ויישומם בתכנית.

הוראת יחידת הלימוד על כל ארבעת מרכיביה היוותה שינוי בדרך ההוראה ובדרך ההערכה שהיו נהוגות עד כה.

אחת ממטרות המחקר¹ הייתה: לחקור כיצד פיתחו המורים ידע בהערכת מיומנויות החשיבה המרכזיות ביחידה: ניתוח

מידע מגרפים וטבלאות, מעברים בין ייצוגי מידע ובין רמות ההבנה בכימיה.

במחקר השתתפו שמונה מורים בעלי רקע וניסיון מגוון בהוראת כימיה (5-15 שנות ותק).

כלי המחקר כללו ריאיונות חצי מובנים עם המורים, תצפיות בכיתות וניתוח משימות הערכה שחיברו המורים במהלך השתלמויות מקדימות ליישום יחידת הלימוד בכיתה ובמהלך הוראתה.

ממצאים ודיון

כל המורים אשר השתתפו במחקר היו מודעים לצורך להעריך את התלמידים בהתאם למאפייני תכנית הלימודים החדשה בכלל ויחידת הלימוד טעם של כימיה בפרט והביעו זאת בריאיונות ובמפגשי ההשתלמות. כפי שציינה אחת המורות: *צריק להעריך את התלמידים לפי מה שלימדו, אם תלמידים רמות הבנה בכימיה ומיומנויות חשיבה שונות, השאלות צריכות להיות מותאמות לכך, וגם ככה לא צריק אלא שאלות תאורטיות בלבד אלא כאלו שקולות במבחן.*

1. המחקר המתואר במאמר זה הינו חלק ממחקר מקיף שערכה ד"ר שירלי אברג'יל במסגרת עבודת הדוקטורט (בשנים 2006-2011) בהנחיית פרופ' יהודית דורי וד"ר אורית הרשקוביץ במחלקה לחינוך למדע וטכנולוגיה בטכניון



שאלה שחברה לקראת סיום הוראת הנושא

לפניך נוסחת המבנה של חומצה פלמיטית:



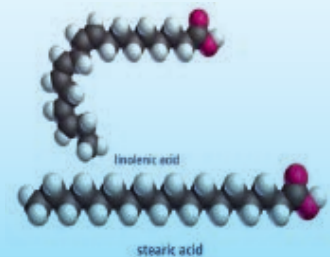
א. רשום את התגובה הכימית של חומצה זו עם גליצרול $\text{CH}_2(\text{OH})\text{CH}_2(\text{OH})\text{CH}_2(\text{OH})$ ליצירת טריגליצריד.

ב. הסבר את התהליך שהתרחש בתגובה שתיארת בסעיף א'.

שאלה שחברה בסיום ההשתלמות

בהתייחס למודל כדור-מקל של שתי חומצות השומן הבאות:

א. איזה מודל מייצג חומצת שומן רוויה ואיזה מודל מייצג חומצת שומן לא-רוויה?
ב. מה ההבדל בין שני המבנים?



איור 3: חיבור משימות הערכה - דוגמה 1

חיבור משימות הערכה הינו תהליך מתמשך הכרוך בהתפתחות ידע המורים המתחיל עם הכרת התכנית החדשה ויחידת הלימוד במסגרת השתלמות מורים וגמשך עם יישום הוראת היחידה בפועל בכיתה. כדוגמה לתהליך זה מוצגות באיורים 3 ו-4 ארבע משימות הערכה שפותחו על-ידי שני מורים לפני תחילת הוראת היחידה בכיתה ולקראת סיומה בנושא שומנים.

בהתייחס לשלושת הקריטריונים המרכזיים בהערכת תלמידים בתכנית החדשה: תוכן, מיומנויות והקשר, ניתן לראות כי שתי המשימות שחיברה אחת המורות (איור 3) מתמקדות ברמת הסמל (מבנה חומצות שומן). בשאלה שחברה לקראת סיום הוראת היחידה (השאלה בצד שמאל של האיור) נדרשו התלמידים לענות גם ברמת התהליך ולשלב הסבר של התגובה. כעת השאלה שחברה דורשת מהתלמידים רמת חשיבה גבוהה יותר, וניתן לראות כי יש התפתחות מבחינת התאמת ההערכה למיומנויות הנדרשות ביחידה.

הדוגמה המוצגת באיור 4 הינה של מורה אשר חיברה אף היא, לפני הוראת היחידה, שאלה לתלמידים המבוססת על ידע תוכן ברמת הסמל בלבד. לקראת סיום הוראת היחידה חיברה המורה שאלה מורכבת המשלבת בין ידע כימי לבין הקשר למזון ובשילוב של מיומנות של הבנת גרף. סעיף א'

מורה נוספת הדגישה כי יש צורך במאגר שאלות ומשימות לתלמידים כדי שתוכל להשתמש בהן לתרגול נוסף ולמבחנים, מתוך הבנה כי שיטת ההוראה כעת מדגישה יותר מבעבר הוראה הדורשת מיומנויות חשיבה ברמה גבוהה, ולכן נדרשות משימות המעריכות מיומנויות אלו.

אחת המורות אשר התמודדה עם שילוב מיומנויות גרפיות בהערכת התלמידים ציינה: *תחילה חשבתי כי התלמידים יוכלו להתמודד עם ניתוח טבלאות נתונים והמרתם לייצוג גרפי מתאים. נוכחתי אצות שזה לא בהכרח המצב... אכן הקדשתי זמן להסבר כיצד לנתח נתונים מטבלה ולהמיר אותה לגרף מתאים ושלבתי מיומנות זו במבחן.*

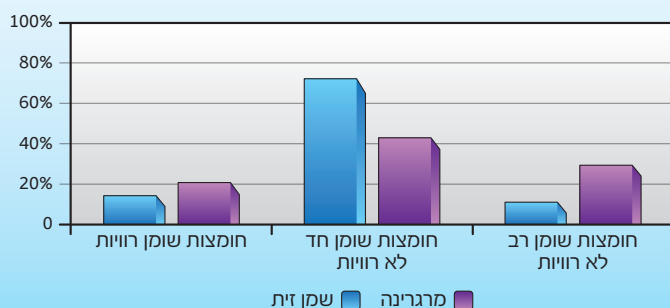
הנושא של חיבור שאלות חדשות יושם בדרכים שונות בקרב המורים. לדוגמה, שני מורים מלמדים באותו בית-ספר (דבר אשר הקל עליהם לחבר משימות חדשות לתלמידים ביחד) ציינו: *חיברנו שאלות חדשות על-ידי צירוף של שאלות קיימות שונות, שינוי נתונים ויצרנו כך שאלות חדשות. מורה נוספת, בעלת ניסיון בפיתוח חומרי לימוד לתכנית החדשה, חיברה שאלות חדשות לתלמידים וציינה: נהניתי לחבר שאלות חדשות, המשלבות ידע בתחום התוכן בכימיה עם מיומנויות חשיבה, כי זה מכריח סוף-סוף את התלמידים לחשוב ולא רק לזכור נתונים.*

שאלה שחברה לקראת סיום הוראת הנושא

לפניך גרף המייצג את הרכב חומצות השומן בשמן זית ובמרגרינה.

א. בהתייחס לגרף ציין לפחות שתי מסקנות לגבי ההבדל בין שמן זית למרגרינה והסבר אותם ברמת המאקרו והמיקרו.

ב. מה עדיף לצריכה בתזונה היומית: שמן זית או מרגרינה? נמק בהתייחס להסברים שנתת בסעיף א'.



איור 4: חיבור משימות הערכה - דוגמה 2

גרפים וטבלאות בהקשר של מזון.

ההיבט המורכב ביותר היה הצורך להתאים את הערכת התלמידים לתכנית החדשה, שבה עולה הצורך בשלב ראשון לאתר ובהמשך לחבר באופן עצמאי משימות הערכה הנותנות ביטוי לכל המרכיבים בגישת ההוראה החדשה בתכנית הלימודים.

הרחבת הידע לתחומים שמעבר לתוכן הכימי - ידע במזון

הוראה בהקשר

ארגון ההוראה בהתאם

שילוב רמות ההבנה בכימיה

איתור אסטרטגיות הוראה מתאימות

פיתוח מיומנויות חשיבה

שילוב של הערכת התוכן עם הערכת מיומנויות

הערכת תלמידים

איור 5: פיתוח היבטי ידע שונים ביישום התכנית החדשה בכימיה בכלל ויחידת הלימוד "טעם של כימיה" בפרט

שאלה שחברה בסיום ההשתלמות

בהתייחס לתהליך שבו חומצת השומן

C16:1 ω9 הופכת לחומצת השומן

C16:0

א. רשום את התהליך באמצעות

נוסחאות מבנה.

ב. כיצד נקרא התהליך שניסחת בסעיף א'?

משלב הבנת גרף עם הקשר למזון (נתונים לגבי שמן זית ומרגרינה) ויישוםם בשתי רמות הבנה בכימיה. בסעיף ב' נדרשו התלמידים לנימוק מבוסס הבנה כימית וידע על מבנה מרגרינה ושמן זית בהקשר לתזונה.

חיבור משימות הערכה חדשות הינו ביטוי לידע בהערכה שהתפתח אצל המורים, בייחוד משימות הערכה מורכבות המיישמות את גישת התכנית החדשה.

סיכום והמלצות

במהלך יישום התכנית החדשה הרחיבו המורים את ידיעותיהם בארבעה היבטים מרכזיים הקשורים להוראה: הוראה בהקשר, שילוב הדגשים של רמות הבנה בכימיה, שילוב מיומנויות חשיבה והערכת תלמידים. היבטים אלו המוצגים באיור 5 מייצגים את התחומים השונים שבהם הרחיבו המורים את ידיעותיהם - אם בצורך להרחיב את הידע שלהם לתחומי ידע נוספים, כמו לתחום המזון, לערוך דיונים כיתתיים בהקשרים שונים של תזונה, אם בצורך לתכנן את ההוראה והלמידה כך שישלבו את מגוון רמות ההבנה בכימיה ואם בצורך להדגיש יותר מבעבר הוראת מיומנות חשיבה, בעיקר מיומנות הבנת



ללמד את נושאי הכימיה בהקשר של מזון, הכרוך בשילוב חקר-אירוע, הקשרים לצריכת מזון בחיי היומיום וערכת דיונים בהקשרים אלו. כל אלו מביאים את המורים לפיתוח ידע-תוכן-פדגוגי PCK המהווה את השלב השני בהתפתחותם המקצועית שבו עליהם לשלב גם הוראה של מיומנויות חשיבה. שני שלבים אלו מהווים את הבסיס לשלב הגבוה יותר של ידע של הערכה (Avargil, Herscovitz & Dori, 2012) הכולל את חיבור משימות ההערכה לתלמידים המשלבות את כל מרכיבי התכנית, קרי תוכן, מיומנויות והקשר.

לסיכום

המורים עברו שלבי התפתחות מקצועית במהלך הוראת התכנית החדשה, בדומה לשלבי התפתחות של מורים חדשים, בעוברם משלב ידע התוכן CK- וידע פדגוגי-PK לשלב פיתוח ידע תוכן-פדגוגי מתאים-PCK. אנו מציעים כי השלב הגבוה ביותר - פיתוח ידע של הערכת התלמידים AK המשלב תוכן, מיומנויות והקשר מדעי - יהווה מרכיב חשוב בהתפתחותם המקצועית של המורים. ישנה חשיבות מרובה בכך שהמורים יתנסו בפיתוח משימות הערכה בהשתלמויות ובכך לאפשר את המשך ההטמעה של התוכנית החדשה בצורה הטובה ביותר.

מקורות

Abell SK (2008) Twenty years later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea? International Journal of Science Education. 30, 1405-1416.

American Association for the Advancement of Science -AAAS (1993) Benchmarks for science literacy, New York: Oxford University Press.

Avargil, S., Herscovitz, O. & Dori, Y.J. (2012). Teaching Thinking Skills in Context-Based Learning: Teachers' Challenges and Assessment Knowledge. Journal of Science Education and Technology, 21(2), 207-225.

Barnea, N., Dori, Y.J. & Hofstein, A. (2010). Development and implementation of inquiry-based and computerized-based laboratories: reforming high school chemistry in Israel. Chemistry Education Research and Practice, 11, 218-228

מורים אשר לימדו את התכנית החדשה ופיתחו משימות הערכה חדשות, שילבו סוגי ידע שונים: ידע תוכן חדש שהיו צריכים ליישם בהקשר של כימיה של מזון, פיתוח של ידע פדגוגי וידע תוכן פדגוגי נוסף בהקשר של הוראת מיומנויות חשיבה.

מורים עוברים שלבי התפתחות מקצועית שונים במהלך הקריירה שלהם בהוראה (Fuller 1969; Fessler 1985; Huberman 1993). עם זאת כאשר הם ניצבים בפני שינויים משמעותיים, כמו הכנסת תכנית לימודים חדשה, הם חוזרים לשלבים התחלתיים של הקריירה המקצועית כמו מורים חדשים, ועליהם לעבור שוב את שלבי התפתחות השונים. כך במחקר שלנו המורים פיתחו ורכשו ידע ומיומנויות נוספות ועברו משלב של התמקדות בתוכן החדש, לשלב של התמקדות בידע-תוכן-פדגוגי עד לשלב שבו החלו לחבר משימות הערכה מורכבות המשלבות את כל מרכיבי התכנית החדשה.

בהתבסס על מודל ידע המורים שהוצע על-ידי שולמן, Shulman (1987) והורחב בהמשך (Magnusson et al. 1999; Abell 2008), אנו מזהים שלושה שלבים בהתפתחות המקצועית של מורים במהלך הוראה והערכה של תוכן ומיומנויות חשיבה במבנית מבוססת הקשר. שלבים אלו מוצגים באיור 6.



איור 6: מודל התפתחות מקצועית של מורים במהלך הוראה והערכה של תוכן ומיומנויות חשיבה במבנית מבוססת הקשר Avargil, Herscovitz and Dori (2012)

בשלב הראשון ממוקדים המורים בידע התוכן-CK, שהוא הידע הבסיסי של נושאי תכנית הלימודים שעל המורים להכיר כדי ללמדה, ובמקרה זה ידע של הכימיה של מזון. במקביל נדרשים המורים לשלב דרכי הוראה מתאימות-PK שבעזרתן עליהם

- science teaching. In J Gess-Newsome, NG Lederman (Eds.) *Examining Pedagogical Content Knowledge* (pp. 95-144). Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- National Research Council, (2011), *National Science Education Standards*, Washington DC: National Academy Press.
- Resnick, L.B. (1987). *Education and learning to think*. National Academy Press. Washington, D.C.
- Robhrg, H.G., Kruse, R.A. & Kern A. (2007). Teacher and school characteristics and their influence on curriculum implementation. *Journal of Research in Science Teaching*. Articles online in advance of print. 1-25.
- Shepardson, D.P. (1993). Publisher-based science activities of the 1980s and thinking skills. *School Science and Mathematics*, 93 (5), 264-268.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1-22.
- Schwartz, A.T. (2006). Contextualized chemistry education: The American experience. *International Journal of Science Education*, 28, 977-998.
- Watanabe, M., Nunes, N, Mebane, S., Scalise, K. & Claesgens J. (2007). "Chemistry for all, instead of chemistry just for the elite": Lessons learned from detracted chemistry classrooms. *Science Education*, Early View.
- Zohar, A. & Dori Y.J (2003). Higher order thinking skills and low-achieving students: Are they mutually exclusive? *The Journal of the Learning Sciences*, 12, 145-181.
- Zoller, U. (1993). Expanding the meaning of STS and the movement across the globe. In Yager, R.E. *The Science, Technology, Society Movement*. NSTA. Vol 7, *What Research Says to the Science Teacher?* 125-133.
- BeBengston, L.B. (1999). Dimensions of performance of diagrams, tables, and maps: some gender differences in the Swedish Scholastic Aptitude Test. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 565-582.
- Bloom, B.S. (1956). *Taxonomy of Education Objectives: Handbook 1 Cognitive Domain*. New York, NY: McKay.
- Clarke, D. & Hollingsworth, H., (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and Teacher Education*, 18, 947-946.
- Dori, Y.J. & Herscovitz, O. (2005). Case -based long-term professional development of science teachers. *International Journal of Science Education*, 27, 1413-1446.
- Dori, Y.J., Sasson, I., Kaberman, Z. & Herscovitz, O. (2004). Integrating case-based computerized laboratories into high school chemistry. *The Chemical Educator*, 9, 4-8.
- Dori, Y.J & Sasson, I. (2008). Chemical understanding and graphing skills in an honors case-based computerized chemistry laboratory environment: The value of bidirectional visual and textual representations. *Journal of Research in Science Teaching*, 45, (2).
- Gilbert, J.K. (2006). On the nature of "Context" in chemical education. *International Journal of Science Education*, 28, 957-976
- Hofstein, A., Navon, O., Kipnis, M. & Mamlok-Naaman, R. (2005). Developing students' ability to ask more and better questions resulting from inquiry-type chemistry laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 791-806.
- Kozma, R. & Russell, J. (2005). Student becoming Chemist: Developing representational competence. In J.K. Gilbert (Ed.). *Visualization in Science Education*. Springer, Dordrecht, The Netherlands, 121-146.
- Magnusson S, Krajcik J, Borko, H (1999) Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for