



פסיכולוגיה

דיאגנוסטיקה בהוראת הכימיה

אינאס עיסא, דוקטורנטית בקבוצת הכימיה, המחלקה להוראת המדעים מכון ויצמן למדע

"If I had to reduce all of educational psychology to just one principle, I would say this:

The most important single factor influencing learning is what the learner already knows.

Ascertain this and teach him accordingly."

(Ausubel, 1963)

אנחנו, חברי הצוות¹ בקבוצת הכימיה במכון ויצמן, מוצאים שגישה זו מתאימה להוראה בכיתות הכימיה העכשוויות שהן הטרוגניות, ובהן כל התלמידים אמורים לגשת למבחן הבגרות עם הבנה של לימודי הכימיה בצורה שתאפשר להם להצליח בבחינת הבגרות. לכן אנחנו עובדים על פיתוח משימות דיאגנוסטיות בכימיה, משימות אשר מקיפות את תוכנית הלימודים כולה, מכיתה י' עד י"ב. משימות אלה מפותחות כדי לבדוק את ההבנה של תלמידים בנושאי תוכן בכימיה, תוך כדי זיהוי תפיסות שגויות והצעת טיפול פדגוגי מותאם לתפיסות שגויות אלו.

המשימות הדיאגנוסטיות נבדקות בהפעלה ניסיונית בכיתות על ידי מורי כימיה בבתי הספר התיכוניים בשיתוף עם התוכנית של קהילות מורי כימיה. משימות אלה יהוו בסיס לערכות ההוראה המותאמות אישית שיוצעו למורים לטיפול בתפיסות השגויות של תלמידים, וזאת לאור ממצאי האבחון של כל משימה. במאמר זה נתמקד במשימות הדיאגנוסטיות וננסה להבין כיצד מפתחים אותן, ומה הן באות לאבחן.

הקדמה

הוראה מסורתית היא הוראה הממוקדת בחומר הלימוד. הדימוי של המורים שפניהם מופנות אל הלוח, כשהם מעבירים את 'השיעור', את 'התרגיל' ואת 'הפרק בספר'. בעוד שמן התלמידים המורים מצפים להבין בכוחות עצמם ולעבור את המבחן בהצלחה בסוף הוראת הנושא. זוהי גישה 'תעשייתית', שעל פיה התלמידים המתקשים נושרים בתהליך של מיון טבעי, ונותרים בכיתה רק אלו המצליחים לשרוד.

כדי לסייע למורים המעוניינים לקחת אחריות על הפחתת הנשירה, נחוצה גישה פדגוגית אחרת, קלינית יותר, כזו הממוקדת בלמידת התלמידים. בבסיסה של גישה זו ניצבים כלים דיאגנוסטיים שבעזרתם מורים מאבחנים את היכולות, הקשיים, אופן החשיבה וההתקדמות של כל תלמיד בזמן אמתי. ממצאי האבחון מסייעים למורים לפתח תוכנית למידה אישית לכל תלמיד, להתאים את הוראתם ולהעניק משוּב בונה ומחזק.

דיאגנוסטיקה בחינוך היא [אבן הראשה](#) במצפן ההוראה האיכותית שמורים בכיתה חייבים להכיר ולתכנן את ההוראה שלהם בהתאם אליה.

1 צוות הפיתוח: פרופ' רון בלונדר, גב' שרה אקונס – ראש צוות דיאגנוסטיקה, ד"ר דבורה קצביץ, גב' אינאס עיסא, ד"ר שלי רפ, ד"ר מרים כרמי, ד"ר רחל ממלוק נעמן, גב' רות ולדמן, גב' נורית דיקל, גב' אסתי זימלר.

למידה מושגית ותפיסות שגויות

המשפט שצוטט בפתיחת המאמר מפיו של הפסיכולוג החינוכי דייוויד אוזובל (Ausubel et al., 1963), הדגיש את העובדה שהלומדים אינם מגיעים לתהליך הלמידה כ'דף חלק', אלא עם תפיסות ומושגים מוקדמים (Preconceptions) שיש להם השפעה מהותית על תהליך הלמידה. אוזובל הגדיר את המושג "למידה משמעותית" כתהליך שבו החומר החדש מתקשר בצורה לא שרירותית למה שכבר טמון בהכרתם של הלומדים. ידע שהוא תוצר של למידה משמעותית, מהווה ממילא חלק מהכרתם של ה"יודעים" (משום שהוא נקשר למה שהיה בה קודם לכן), והוא ייחודי להם (משום שהם בנו אותו בעצמם בעזרת אלמנטים שהיו קיימים בהכרתם).

היפוכה של למידה משמעותית היא "למידה לא משמעותית", שאחת מצורותיה היא למידת שינון, וצורה אחרת שלה היא ניחוש אקראי. שני תהליכי למידה אלו אינם יכולים להיחשב כלמידה משמעותית, היות שלא חל שינוי ממשי בהכרתם של הלומדים: הלומדים אומרים את פריטי הידע "מן השפה אל החוץ" או מנחשים אותו ללא הפעלת תהליכים הכרתיים פנימיים. במסגרת התייחסותו ללמידה המשמעותית, טבע אוזובל את המשפט המפורסם: "לו הייתי צריך לנסח את כל הפסיכולוגיה החינוכית במשפט אחד, הייתי אומר: קבע מה הלומד כבר יודע ולקדם אותו בהתאם" (שם, עמ' 373). כלומר, לפי אוזובל, אם אנשים הם בעלי הידע התוכני-מושגי המתאים, הם יוכלו להטמיע בהצלחה את הידע החדש. אך אם הם בעלי ידע לא מתאים - ידע זה עלול להוות מכשול ללמידה. אוזובל התייחס לידע לא מתאים זה כתפיסות מוקדמות, שהן בעלות חשיבות מרבית היות שהן עקשניות להפליא ועמידות בפני הסרה.

טענותיו של אוזובל אודות הידע המוקדם של תלמידים ועמידותו בפני שינויים, ועל כך שלמידה משמעותית של מושגים מדעיים מתבססת על הידע הקיים בהכרתם של הלומדים, אוששו במחקרים רבים שהתחקו אחר תפיסותיהם של תלמידים בתחומים מדעיים שונים. תפיסות אלו, שהן שונות בדרך כלל מהתפיסות המדעיות המקובלות, זכו בספרות המקצועית בהוראת המדעים במהלך 40 השנים האחרונות לכינויים רבים: "תפיסות שגויות" - Misconceptions (Brumby, 1984); "רעיונות שגויים" - Erroneous Ideas (Champagne et. al., 1980); "תפיסות חלופיות" - Alternative conceptions (Driver & Easley, 1978).

ממצאי מחקרים העוסקים בתפיסות שגויות מעידים שהתלמידים מגיעים ללמידת מושגים מדעיים בבית הספר מצוידים ברעיונות ובתפיסות שנוצרו אצלם עקב התנסויותיהם בחיים ובעקבות למידה קודמת במסגרות פורמליות ובלתי פורמליות. התברר גם שלרוב התפיסות השגויות בנושא מסוים אינן נחלתו של

תלמיד יחיד, אלא נפוצות מאוד בקרב תלמידים רבים בני אותו גיל בכל העולם. החוקרים השונים הגיעו למסקנה כי חלק גדול מהתפיסות השגויות הן 'הגיוניות' מנקודת מבטם של התלמידים ולא נוצרו 'במקרה', עקב 'תקלה' במהלך ההתפתחות או הלמידה. אחדות מהתפיסות השגויות שבהן תלמידים מחזיקים, הן תפיסות מוקדמות (Preconceptions) הנוצרות כתוצאה מהתנסויותיהם של התלמידים בעולם, לפני הלמידה הפורמלית בבית הספר (למשל התפיסה שלפיה כדור הארץ שטוח). עם זאת תפיסות שגויות רבות נוצרות במהלך הלמידה בבית הספר (למשל, תלמידים רבים חושבים ש"צמחים מבצעים פוטוסינתזה ביום ונושמים בלילה").

יש לזכור שהתפיסות השגויות אינן טעויות אקראיות. תפיסות אלו הן תוצאה של למידה משמעותית, והאדם המחזיק בהן סבור שהן נכונות, ולכן הוא ימשיך להחזיק בהן כל עוד משהו או מישהו לא יגרום לו להחליפן. לדוגמה: אנשים רבים (ולא רק תלמידים) סבורים כי חפצים דוממים שונים הנמצאים באותו חדר (למשל: כף העשויה ממתכת וכף העשויה מעץ) הם בעלי טמפרטורה שונה. זו כמובן תפיסה שגויה שכן כל החפצים הדוממים הנמצאים באותו חדר הם בעלי אותה טמפרטורה. אך תפיסה זו היא 'הגיונית' מאוד שנוצרה בתהליך של למידה משמעותית - שכן כאשר אנו נוגעים בידיו בשתי הכפות, אנו מרגישים שהמתכת 'קרה' יותר מהעץ. לכן כל אדם, אפילו סטודנט למדעים או אדם משכיל בתחום אחר, יכול לחיות עם תפיסה שגויה זו עד גיל שיבה ולתפקד היטב בחיי היומיום (Karlton, 2000). במהלך חיינו ולימודינו אנו מחליפים חלק מהתפיסות השגויות בתפיסות המדעיות המקובלות. החלפה זו נעשית בדרך כלל כאשר אנו נעשים מודעים לכך שאנו מחזיקים בתפיסות שגויות וכאשר התפיסות השגויות הללו מפריעות לנו. גם הספרות בהוראת המדעים מלמדת אותנו שהלומדים יכולים לשנות את התפיסה המושגית שלהם בצורה משמעותית ולהחליפה באחרת, בתנאי שמשכנעים אותם מדוע עליהם לזנוח את מושגיהם הישנים ולהחליפם באחרים.

המודעות לקיומן של תפיסות שגויות לתהליך הלמידה של תלמידים היא חשובה, והיא מסבירה כמה חשוב תהליך הפיתוח של משימות דיאגנוסטיות בקבוצת הכימיה במכון ויצמן, להבטחת קיומה של למידה משמעותית ואיכותית.

עיקרון הדיאגנוסטיקה והמשימות הדיאגנוסטיות

צוות הפיתוח של קבוצת הכימיה בונה את המשימות הדיאגנוסטיות בעיקר בשלושה פורמטים:

1. שאלה סגורה רב-בררתית בצירוף דרישת נימוק לבחירה.
2. שאלת השלמה מתוך צמד של אופציות בחירה

3. שאלה חצי פתוחה (נכון/לא נכון) בצירוף דרישת תיקון לאופציה של "לא נכון".

את המסחים בשאלות הדיאגנוסטיות, בונים בהתאם לשני עקרונות מנחים: (1) המסחים נגזרים מתפיסות שגויות שנמצאו בקרב תלמידים בנושא; (2) התפיסות השגויות מאומתות על ידי תשובות אמיתיות של תלמידים בעקבות פיילוט של המשימה המדוברת.

מובאת בעמודים הבאים דוגמה של משימה דיאגנוסטית (עמ' 25) ואופן הניתוח שלה לאור התשובות של התלמידים (עמ' 26).

אפיון המשימה "משימה שדורשת ריכוז"

המשימה מורכבת ממספר היגדים בטבלה, ועל התלמידים לקבוע אם ההיגדים נכונים או לא ולתקן את ההיגדים הלא נכונים. כמו כן התלמידים מתבקשים לבחור את אחד ההיגדים השגויים ולהסביר מדוע אינו נכון. המשימה קצרה ועניינית ובודקת תפיסות שגויות מגוונות אצל התלמידים בנושא ריכוזים של תמיסת אם ותמיסות נגזרות מתמיסת אם. ניתן לשלב את המשימה במהלך הפרק חישובים בכימיה, ריכוזים, והיא יכולה להיות כשאלה בדף מודפס או בטופס גוגל, וניתן לבצע אותה בכיתה או כתרגיל בית ובדיקה בכיתה. אם מבצעים את השאלה בטופס גוגל, המורים יכולים להתייחס בקלות רבה להיגדים שבהם התלמידים טעו ע"י הצגת המסמך המעובד באקסל או העיבוד הסטטיסטי בטופס. ניתן לבצע את המשימה בכיתה, בחדר מחשבים או בכיתה עם מקרן ופלאפונים למשך זמן שלא יעלה על 25 דקות.

ארבע תפיסות שגויות שעלולות להופיע בקרב תלמידים בנושא ריכוזים וסטויכומטריה:

1. תלמידים אינם מבינים את השוני בין מספר מול יוני נחושת וריכוז יוני נחושת.
2. תלמידים מתקשים להבין את משמעות הריכוז כמנה של שני גדלים.
3. התלמידים מתקשים להבין שהריכוז של חלק מתמיסה הוא אותו ריכוז של תמיסת האם.
4. תלמידים אינם מבינים שמולים הם גודל אדיטיבי.

כיצד מנתחים משימה דיאגנוסטית?

המטרה של העברת המשימה הדיאגנוסטית בכיתה היא לאתר תפיסות שגויות בקרב תלמידים ולבדוק עד כמה הן באות לידי ביטוי אצל התלמידים בכיתה. תהליך זה מכונה תהליך האבחון, ולאחריו המורה יכול לקיים תהליך של הוראה מתקנת, השונה מההוראה שקדמה להעברת המשימה הדיאגנוסטית, כדי לטפל בתפיסות השגויות שאובחנו בקרב התלמידים בכיתה.

את המשימה הדיאגנוסטית מעבירים לתלמידים בכיתה בגמר או תוך כדי תהליך הלימוד של יחידת לימוד או נושא תוכן מסוים בתוכנית הלימודים. ניתן להעביר את המשימה בכמה אופנים: כתדפיס, כטופס גוגל, בווטסאפ, במייל או באופן מתוקשב (במודל של הכיתה, ב-google-form). היתרון של העברת המשימה הדיאגנוסטית באופן מתוקשב הוא בנוחות ובמהירות של קבלת התוצאות בצורה מאורגנת וללא השקעה של זמן מורה.

בעקבות העברת המשימה הדיאגנוסטית המורה מוזמן להיעזר בטופס ניתוח משימה (ראה טופס מנחה לניתוח משימה), כדי למפות את התפיסות השגויות בכיתה ולהתחיל לטפל בתפיסות שגויות אלו בעזרת הוראה אחרת, הוראה מותאמת אישית לקבוצות התלמידים.

העיקרון המנחה בניתוח המשימה הדיאגנוסטית ותשובות התלמידים הוא, שכל מסיח (תשובה) של תלמידים הוא בסיס לתפיסה שגויה שאנו מצפים לזהות אצל התלמידים. לאחר זיהוי התפיסות השגויות, המורים מנסים להתעמק בחיפוש ובמתן הסבר לשאלות מה מקור התפיסה השגויה הזאת, מה היא מבטאת, איזה מידע היא נותנת לגבי שיטות ההוראה הדרושות, ואיזה טיפול אפשר לתת לתלמידים בהוראה חוזרת שתעזור להם למנף את הלמידה שלהם כדי לרכוש את המידע הנכון שהם אמורים לרכוש בסופו של כל תהליך למידה משמעותי.

חשיבה רפלקטיבית זו של המורים, בשיתוף של התלמידים בהמשך, אמורה להביא בחשבון את השונות של התלמידים בכל הנוגע למרכיבי הלמידה השונים (ידע קודם, תפיסות שגויות, סגנון למידה אישי מועדף ויעיל ללמידה משמעותית, תחומי עניין, יכולת קוגניטיבית, יכולת רגשית וחברתית, רקע אישי וכו'). כפועל יוצא מזה יוכלו המורים לקבל מענה בבואם לבנות הוראה חוזרת או מה שנקרא הוראה מותאמת אישית.



המשימה "משימה שדורשת ריכוז 1"

1. במעבדה בוצעו מספר ניסויים :

הוכנה "תמיסת אם" שנפחה 150 מ"ל בריכוז 0.1M על ידי המסת נחושת כלורית $\text{CuCl}_{2(s)}$ במים. שישה מדגמים של 20 מ"ל מתמיסת האם הועברו ל-6 כוסות נפרדות שסומנו בספרות (1) – (6).

מס'	היגד	נכון/לא נכון	ההיגד המתוקן
1	ריכוז יוני הנחושת $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$ בכוס (1) קטן מריכוז יוני $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$ בתמיסה האם.		
2	מספר המולים של יוני הנחושת בכוס (2) קטן ממספר המולים של יוני הנחושת $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$ בתמיסת האם.		
3	התמיסה בכוס (2) חוממה עד אשר נפחה ירד למחצית. ריכוז יוני הנחושת $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$ לאחר החימום גבוה מריכוז יוני הנחושת $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$ בתמיסת האם.		
4	לתמיסה בכוס (3) הוסיפו 20 מ"ל מים. כתוצאה מכך ריכוז יוני הנחושת $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$ בכוס (3) עלה.		
5	לתמיסה בכוס (4) הוסיפו 20 מ"ל מים. כתוצאה מכך מספר המולים של יוני הנחושת $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$ בכוס (4) ירד.		
6	לתמיסה בכוס (5) הוסיפו 0.5 גרם $\text{CuCl}_{2(s)}$ וערבבו. כל המוצק התמוסס. כתוצאה מכך ריכוז יוני הנחושת $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$ בכוס (5) עלה.		
7	לתמיסה בכוס (6) הוסיפו 10 מ"ל מתמיסת האם. כתוצאה מכך ריכוז יוני הנחושת $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$ גדל.		

2. בחר את אחד ההיגדים הלא נכונים והסבר מדוע אינו נכון.

3. ציין כיצד התמודדת עם המשימה :

	1	2	3	4	5	
--	---	---	---	---	---	--

היה לי קל ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ היה לי קשה ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

עבודה נעימה!!!

טופס ניתוח משימה לאחר ההפעלה

ציין/י את הפרטים הבאים:

1. שם המורה: _____
2. שם המשימה: _____
3. אפיון הכיתה (הקף/הקיפי בעיגול): ט/יוד/יא/יב כיתת מגמה: כן/לא
4. מספר התלמידים שביצעו את המשימה: _____
5. באיזו מסגרת העברת את המשימה: פעילות יחידנית בכיתה ללא ציון/ בוחן/ מבחן/אחר. אם אחר, פרט: _____
6. באיזה שלב של הוראת הנושא העברת את המשימה? לפני הוראת הנושא/במהלך הוראת הנושא/בסיום הוראת הנושא/זמן מה אחרי הוראת הנושא?
7. כמה זמן הקדשת להפעלת המשימה: _____ לטיפול בתפיסות השגויות: _____
8. צרף/צרפי את דף ההנחיות למשימה אותה הפעלת.
- א. עבור השאלות הסגורות מלא/י את הטבלה הבאה (ניתן להתייחס רק לשאלות שמס' השוגים גדול יחסית):

מספר שאלה	ההיגד	אחוז התלמידים שענו להיגד זה	התפיסה השגויה של התלמידים
1	א		
	ב		
	ג		
	ד		
2	א		

ב. עבור שאלה פתוחה או סעיף מתוכה (ניסוח תהליך, הסבר, התאמה, ציור מודל, הדבקה....)

1. ציין/ציני את מספר התלמידים ששגו (הקף הקיפי בעיגול): בודדים/יותר/הרבה.
2. רשום/רשמי או צלם/צלמי 3 שגיאות נפוצות מתוך משימות התלמידים:

שגיאה 1: _____

שגיאה 2: _____

שגיאה 3: _____

3. ציין/ציני מהי התפיסה השגויה או מה חסר בתשובה :

1.

2.

3.

ג. התייחס/י באופן חופשי להעברת המשימה בכיתה :

1. מידת הרצינות של התלמידים, קשיים מיוחדים בזמן הפעלת המשימה, איך הרגישו התלמידים בזמן שעשו את המשימה.

2. כיצד את/ה הרגשת? היו הפתעות טובות/פחות טובות? הרהורים ותובנות שלך. פרט.

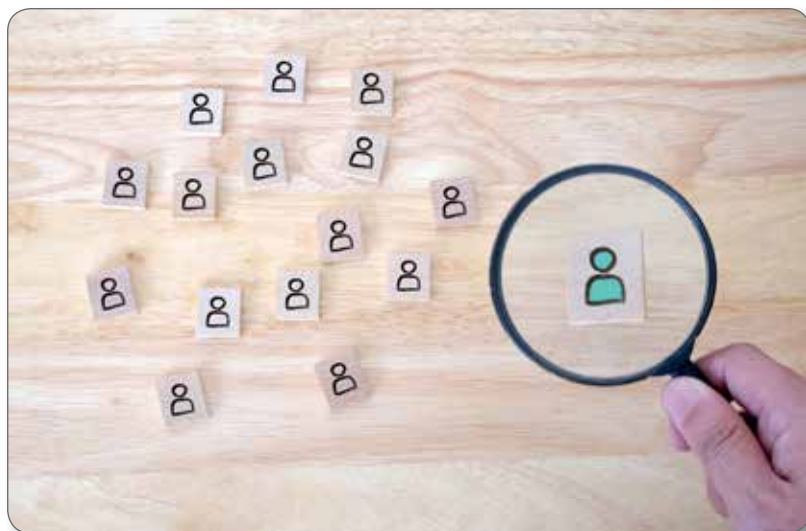
ד. במה תבחר(בחרת) להתמקד בהוראה המתקנת – טיפול בקשיים?

ה. כיצד את/ה מתכוון/מתכוונת לטפל (טפלת) בקשיים שהתגלו בהבנה של התלמידים?

ו. האם תמליץ למורים אחרים להפעיל משימה זו? כן/ לא

ז. הערות לשיפור המשימה :

הערה: ניתן להביא עדויות נוספות שיעזרו לך להסביר לקהילה מה התרחש בכיתה כגון, צילומי לוח, עבודות תלמידים, הערות תלמידים, דף עבודה לטיפול בתפיסות השגויות ועוד...



ניתוח המשימה "משימה דורשת ריכוז"

א. ידע לגבי ביצוע המשימה

- שם המורה :
- שם המשימה : "משימה שדורשת ריכוז 1"
- אפיון הכיתה (הקף/הקיפי בעיגול) : ט/יוד/יא/יב כיתת מגמה : כן/לא
- מספר התלמידים שביצעו את המשימה : 19
- באיזו מסגרת העברת את המשימה : פעילות יחידנית בכיתה ללא ציון/ בוחן/ מבחן/אחר
- אם אחר, פרט : כמה שעות אחרי מבחן בנושא כבונס למבחן
- באיזה שלב של הוראת הנושא העברת את המשימה? לפני הוראת הנושא/במהלך הוראת הנושא/בסיום הוראת הנושא/ זמן מה אחרי הוראת הנושא?
- כמה זמן הקדשת להפעלת המשימה : כחצי שעה

ב. המשימה וניתוחה

- עבור השאלות הסגורות מלא/י את הטבלה הבאה (ניתן להתייחס רק לשאלות שמס' השוגים גדול יחסית). בטבלה נתון מספר התלמידים שענו על כל היגד נכון או לא נכון. התשובה המשומנת בצהוב היא התשובה הנכונה להיגד.

ג. במעבדה בוצעו מספר ניסויים :

- הוכנה תמיסה שנפחה 100 מ"ל בריכוז 0.1M על ידי המסת נחושת כלורית $\text{CuCl}_{2(s)}$ במים. חמישה מדגמים של 10 מ"ל מהתמיסה הועברו ל-5 כוסות נפרדות שסומנו בספרות (1-5)

מס'	היגד	נכון	לא נכון
1	ריכוז יוני הנחושת $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$ בכוס (1) קטן מריכוז $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$ בתמיסה המקורית	4	16
2	מספר המולים של יוני הנחושת בכוס (2) קטן ממספר המולים של יוני $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$ בתמיסה המקורית.	18	2
3	התמיסה בכוס (2) חוממה עד אשר נפחה ירד למחצית. ריכוז יוני הנחושת $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$ לאחר החימום גבוה מריכוז יוני הנחושת $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$ בתמיסה המקורית.	15	5
4	לתמיסה בכוס (3) הוסיפו 20 מ"ל מים. כתוצאה מכך ריכוז יוני הנחושת $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$ בכוס ירד.	19	1
5	לתמיסה בכוס (3) הוסיפו 20 מ"ל מים. מספר המולים של יוני $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$ קטן ממספר המולים של יוני $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$ בתמיסה המקורית.	8	12
6	לתמיסה בכוס (4) הוסיפו 0.5 גרם $\text{CuCl}_{2(s)}$ וערבבו. כל המוצק התמוסס. כתוצאה מכך ריכוז יוני הנחושת $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$ במדגם עלה.	16	4
7	לתמיסה בכוס (5) הוסיפו 10 מ"ל מהתמיסה המקורית. כתוצאה מכך ריכוז יוני $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$ לא השתנה.	15	5

ד. תקן את המשפטים שאינם נכונים.

* תלמידים שלא שגו תקנו היטב את היגדים 1 ו 5.

* תלמידים ששגו בקביעה תקנו בהתאם לקביעתם.

דוגמאות:

להיגד 3:

תלמיד א: "התמיסה בכוס 2 חוממה עד אשר נפחה גדל ריכוז יוני נחושת נשאר כמו שהיה."

תלמיד ב: "התמיסה בכוס 2 חוממה עד אשר נפחה ירד למחצית. ריכוז יוני הנחושת לאחר החימום קטן מריכוז יוני הנחושת בתמיסה המקורית."

להיגד 7:

תלמיד א: "לתמיסה בכוס 5 הוסיפו 10 מ"ל מן התמיסה המקורית והריכוז השתנה."

תלמיד ב: "לאחר הוספת 10 מ"ל מהתמיסה הריכוז עולה."

ה. בחר משפט אחד שאינו נכון, הסבר מדוע הוא אינו נכון.

תלמיד א' מסביר את תשובתו להיגד 3: כאשר מחממים חומר הנפח שלו גדל, ולא קטן, כי החלקיקים נעים מהר יותר. ריכוז התמיסה נשאר אותו דבר כי הטמפרטורה לא משפיעה על הריכוז.

תלמיד ב' מסביר את תשובתו להיגד 3: לפי החישוב הנפח קטן ולכן הריכוז לא יכול להיות גדול יותר.

תלמיד א' לא מבין שהמים התאדו, הנפח קטן ולכן הריכוז גדל.

תלמיד ב' טועה בהבנה כיצד שינוי נפח משפיע על שינוי ריכוז או בהתייחסות לנוסחה $C=n/V$.

תלמיד ג' מסביר את תשובתו להיגד 7: "לתמיסה הוסיפו 10 מ"ל כתוצאה מכך מתרחש תהליך של מיהול בתהליך זה גדל הנפח וריכוז היונים קטן."

תלמיד ד' מסביר את תשובתו להיגד 7: "כאשר מוסיפים 10 מ"ל מהתמיסה המקורית זה אומר שהוסיפו מולים והשאירו את הנפח זהה. לכן הריכוז גדל."

נראה שתלמיד ד' התבלבל כי הוא יודע את הקשר בין מספר מולים לנפח וריכוז.

תלמיד ג' לא מתייחס לעובדה שמדובר בריכוזים שווים וגם לא לעובדה שכאשר מוסיפים תמיסה מספר המולים גדל גם כן.



הלמידה והתלמידים. נוסף ונציין כי כאשר האבחון של התפיסות השגויות מלווה בעשייה חינוכית אשר נועדה לתת מענה למה שעולה מאבחונים אלה, בעזרת דרכי ההוראה החלופיות והמותאמות לשונות הקוגניטיבית והרגשית של אוכלוסיות התלמידים - האפקטיביות אף עולה.

את נושא ההוראה המותאמת אישית אנו חוקרים כעת בקבוצת המחקר של פרופ' רון בלונדר, ובהמשך נכתוב על הממצאים של מחקר זה בעלון המורים **על-כימיה**.

מקורות

Brumby, M. N. (1984). Misconceptions about the concept of natural selection by medical biology students. *Science Education*, 68(4), 493-503.

Champagne, A. B., Klopfer, L. E., & Anderson, J. H. (1980). Factors influencing the learning of classical mechanics. *American Journal of physics*, 48(12), 1074-1079.

De Jong, O., Blonder, R., & Oversby, J. P. (2013). How to balance chemistry education between observing of phenomena and thinking in models. In I. Eilks & A. Hofstein (Eds.), *Chemistry Education: A practical guide and textbook for teachers, teacher trainees and student teachers* (pp. 97-126). Rotterdam: Sense.

Driver, R., & Easley, J. (1978). Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students.

Fitzgerald, D., & Ausbel, D. P. (1963). Cognitive versus affective factors in the learning and retention of controversial material. *Journal of Educational Psychology*, 54(2), 73.

Kautz, N. L. (2016). Strategies for teaching developmental mathematics students at the college level.

Yan, Y. K., & Subramaniam, R. (2018). Using a multi-tier diagnostic test to explore the nature of students' alternative conceptions on reaction kinetics. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(1), 213-226.

<https://chemcenter.weizmann.ac.il/?CategoryID=991>

<https://www.edunow.org.il/edunow-media-story>

השימוש בשאלות דיאגנוסטיות בסיומה של יחידת ההוראה או במהלכה מסתבר כאסטרטגיה יעילה מאוד ואפקטיבית גם כדי לאבחן את עומק ההבנה של תלמידים וגם כדי להציף את התפיסות השגויות שהם מחזיקים בהן. וכפועל יוצא מזה, לנסות לתת מענה ופתרון לחוסר ההבנה הזה שיכול לנבוע מסיבות מגוונות (כפי שראינו). מורים רבים לכימיה כבר משתמשים בשאלונים ובשאלות דיאגנוסטיות שנמצאים באתר של המרכז הארצי למורי כימיה עמוד הבית <חומרי למידה >משימות דיאגנוסטיות: <https://chemcenter.weizmann.ac.il/?CategoryID=991>

יתרה מזו, ישנן עדויות רבות מן השטח המצביעות על משוב חיובי ועל הערכה רבה להשפעות החיוביות של השאלונים הדיאגנוסטיים ככלי להערכה מעצבת. הערכה מעצבת מאפשרת לנווט את ההוראה של המורים על ידי אבחון ואיתור תפיסות שגויות של תלמידים ונושאי הבנה טעוני שיפור אצלם, כפי שמעידים הציטוטים הבאים שכתבו מורים שהשתמשו במשימה דיאגנוסטית.

"כמורה שלימדה את החומר בכתה הייתה לי תחושה שהכול הוסבר היטב. אך בפועל, ובעזרת השאלון הדיאגנוסטי היו הפתעות".

"העבודה על המשימה הדיאגנוסטית לימדה אותי רבות על קשיים של תלמידים בנושאים שמורים חושבים אותם ברורים ופשוטים. משימה דיאגנוסטית היא כלי מצוין להבין קשיים ולחפש דרכים לטפל בהם".

"כטיפול השתמשתי בהדגמה של שינויים בתמיסה הנתונה בדף (נחושת כלורית 0.1M). הדגמתי את הפעולות בכל שבע הכוסות. על הלוח בניתי טבלה וביחד עם התלמידים השלמנו אותה עבור כל אחד משבעת הניסויים שבמשימה הדיאגנוסטית".

מתברר יותר ויותר, שדיאגנוסטיקה בחינוך היא אפשרית, חשובה, חיונית, יעילה, אפקטיבית, ומה שבטוח - היא אף פעם לא תזיק. במקצוע הכימיה דיאגנוסטיקה נעשית על ידי שאלונים דיאגנוסטיים אשר מפותחים על ידי מומחים בתחום התוכן, בהוראת תחום התוכן ובהערכה ומדידה. הפיתוח נעשה לאור קריטריונים ידועים במטרה לאבחן את תהליכי הלמידה של תלמידי כימיה על ידי איתור תפיסות שגויות שבהן הם מחזיקים במשך לימודיהם, בכל שכבות הגיל ובמיוחד בתיכון. דיאגנוסטיקה בהחלט משפיעה, הן במישור ההוראה והמורים, והן במישור