

שילוב טכניקה חדשנית של "ניקוי עצמי"

self-cleaning בכיתה י"א, כמבנה מארגן של נושאי בסיס בתכנית הלימודים בכימיה - חלק ב'

חנין בשארה* מורה לכימיה, בית חינוך ומדעים תיכון ג'לג'וליה

המחקר שערכתי התנהל בשתי קבוצות לימוד: קבוצת ניסוי וקבוצת בקרה. נעזרתי במספר כלים: מבחן ידע, שאלון עמדות וריאיונות עם תלמידים. להלן פירוט שיטת המחקר, כלי המחקר ותוצאותיו.

שיטות המחקר אוכלוסיית היעד

השיעורים התקיימו בבית ספר "בית חינוך ומדעים תיכון ג'לג'וליה" בכפר ג'לג'וליה במסגרת שיעורי הכימיה לתלמידי מגמת כימיה בכיתה י"א. המחקר התבסס על שתי קבוצות של תלמידים: הראשונה קבוצת הניסוי שאותה אני מלמדת. הקבוצה מורכבת מ-25 תלמידים (11 בנים ו-14 בנות), וההוראה בקבוצה הזו התבצעה כמתואר בטבלה 1; הקבוצה השנייה שימשה כקבוצת ביקורת, שבה מלמדת מורה אחרת

בגיליון 29 פורסמה כתבה בנושא [שילוב הטכניקה החדשנית "ניקוי עצמי" \(self-cleaning\) בכיתה י"א כמבנה מארגן של נושאי בסיס בתכנית הלימודים בכימיה](#). הכתבה מפרטת את אסטרטגיית ההוראה שלי בהוראת הנושאים מבנה וקישור, חומרים הידרופוביים, חומרים הידרופיליים וחמצון-חיזור. הוראת כימיה בהקשר היא האסטרטגיה שהובילה אותי בהוראת הנושאים, ובעזרתה התבצעה הקניית המושגים הרלוונטיים מתכנית הלימודים.

כחלק מעבודת הגמר של התואר השני שלי בתכנית רוטשילד-ויצמן במכון ויצמן, ביצעתי מחקר שמטרתו לבדוק כיצד הוראה בהקשר ובחירה של הנושא המארגן "ניקוי עצמי" - החולק על מספר פרקים בתכנית הלימודים - משפיעות על ההבנה של התלמידים וכן על העמדות שלהם כלפי מקצוע הכימיה.

* המאמר מתאר מחקר שנעשה על יחידה שפותחה על ידי חנין בשארה במסגרת עבודת הגמר לתואר שני בתוכנית רוטשילד-ויצמן בהנחיית פרופ' רון בלונדר, במחלקה להוראת המדעים.

על פי תכנית משרד החינוך ובדרך הרגילה (כפי שאני נהגתי ללמד לפני שקיימתי את ההתערבות המתוארת לעיל).

כלי המחקר

לצורך הערכת השימוש ביישום ניקוי עצמי כמבנה מארגן בהוראה והשפעתו על התלמידים וכן מעצם היותו נושא שהוראתו היא בהקשר, נעשה שימוש בכלי המחקר הבאים: מבחן ידע, שאלון עמדות "ללמוד כימיה זה...." וריאיונות. כלי המחקר מתוארים בקצרה בהמשך.

1. **מבחן ידע:** מטרת המבחן היא איסוף נתוני ידע התחלתיים על רמת שתי הכיתות ורמת התלמידים בנוגע למתן הסברים ברמת המיקרו והיישום (השוואה בין שתי הקבוצות). שלוש שאלות שהוכנסו למבחן סיום הנושא מבנה וקישור (לפני תחילת ההתערבות). שלוש השאלות ניתנו לשתי קבוצות התלמידים: לקבוצת הניסוי ולקבוצת הביקורת. אחרי שנחשפו תלמידי קבוצת הניסוי בלבד לסיפורו של עלה הלוטוס, הסרטונים שמראים כיצד עלה הלוטוס מנקה את עצמו ומה זה ביוממטיקה ולפני הכניסה לגוף יחידת ההוראה שפותחה (אחרי השלב השני משלבי הפעילויות שהוצגו בתיאור הפעילות בגליון 29 עמ' 14). התלמידים משתי הקבוצות נתבקשו לענות על שלוש השאלות הבאות מתוך מבחן מסכם של הנושא מבנה וקישור. חשוב לציין שהציון שהתקבל בשלוש השאלות לא נכלל בציון הסופי של המבחן, והתלמידים קיבלו את הנקודות כבונוס, (על הבונוס נודע לתלמידים רק אחרי המבחן):

ואלה השאלות:

- א. תנו שלוש דוגמאות לחומרים הידרופיליים ושלוש דוגמאות לחומרים הידרופוביים.
- ב. ציינו שימושים של תכונות הידרופיליות והידרופוביות או את הקשר בינן לחיי היומיום.
- ג. בחרו שימוש אחד והסבירו אותו או את מנגנון הפעולה שלו (איך הוא עובד) ברמה המיקרוסקופית.

2. **שאלון עמדות** מסוג ליקרט, "ללמוד כימיה זה....": השאלון הועבר לשתי הקבוצות לאחר סיום הנושא חמצון-חיזור (סיום ההתערבות). השאלון כלל 25 היגדים שמתייחסים לקטיגוריות הבאות: רלוונטיות הכימיה לחיי התלמיד, הבנה של מושגים בכימיה, קישור בין נושאים בתכנית בכימיה, עניין בלמידת כימיה, תפיסת התלמידים את הכימיה כמקצוע מודרני ומוטיבציה המשכית ללמוד או לעסוק בכימיה מעבר לכיתה. והתלמידים התבקשו לדרג 1-5 את ההיגדים (1 מייצג חוסר הסכמה להיגד, ו-5

מסכים מאוד להיגד). מטרת השאלון היא בדיקת עמדות התלמידים במספר ממדים על פי הקטגוריות השונות. השאלון פותח במסגרת "עבודות גמר" בתכנית רוטשילד-ויצמן ועבר תיקוף מומחים שנעשה בקבוצה של 7 מורות ומנחה להוראת כימיה. מבחן α -cronbach לבדיקת מהימנות הקטגוריות עניין, רלוונטיות, מוטיבציה וכימיה כמקצוע מודרני, גובש על סמך 280 שאלוני התלמידים של שבע מורות עמיתות. לשאלון המקורי הוספו ההיגדים שמתייחסים לשתי הקטגוריות האחרות (הבנה וקישור בין נושאים), והיגדים אלה עברו תיקוף מומחים על ידי המורות העמיתות והמנחה פרופ' רון בלונדר במסגרת הקורס עבודת גמר בתכנית רוטשילד-ויצמן. ניתוח התוצאות נעשה בעזרת מבחן t שבודק קבוצות זרות (ניסוי מול ביקורת) של נבדקים.

3. **ריאיונות תלמידים:** רואינו חמישה תלמידים מקבוצת הניסוי: שני תלמידים מצוינים, שני תלמידים בינוניים ותלמיד אחד חלש. הריאיון היה סגור ושימש מקור נתונים שלישי לטריאנגולציה של התוצאות. הריאיון אפשר לשמוע את התלמידים מדברים ומתבטאים. ניתוח הריאיונות נעשה על ידי כימות של הממצאים האיכותניים שעלו, והקטגוריות נקבעו בהתאם למטרות המחקר.

תוצאות

להלן יוצגו התוצאות על פי כלי המחקר השונים

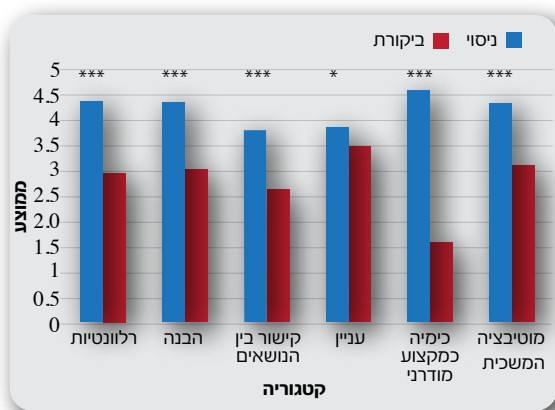
1. **מבחן ידע:** תשובות התלמידים לשלוש השאלות נותחו בעזרת מבחן t. התוצאות מוצגות בטבלה מס' 1 ובאיור מס' 1. טבלה מס' 1 מציגה השוואה בין ממוצע הערכים של ציוני התלמידים בשלוש השאלות ובמבחן עבור שתי הקבוצות, וכן נתונים סטטיסטיים המעידים על המובהקות (P) שלהם.

טבלה 1. תיאור ממוצע הערכים של ציוני התלמידים בשלוש השאלות ובמבחן עבור שתי הקבוצות ורמת המובהקות¹

מובהקות P	ביקורת	ניסוי	
0.17	8.2	7.8	ציון מבחן מבנה וקישור
0.06	4	5.2	הידרופילי (רמת ידע)
<0.05	3	4.53	הידרופובי (רמת ידע)
<0.0001	0.52	7.4	הסבר (רמת המיקרו)
<0.0001	2	7	יישום

1 ממוצע ערכי הציונים בשלוש השאלות נורמל ל-10



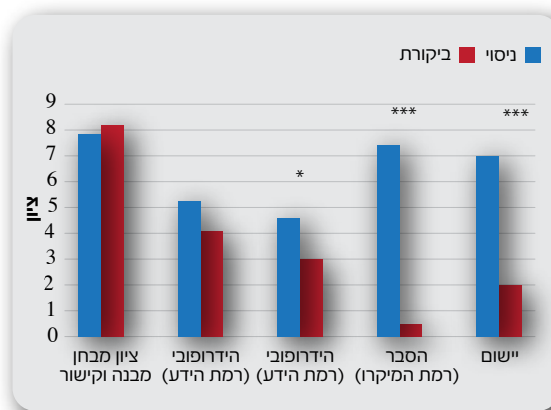


איור 2. השוואת ממוצעי עמדות התלמידים בקטגוריות השונות. $***p < 0.05$, $*p < 0.0001$

תוצאות המחקר שהתקבלו באמצעות שאלון העמדות ולפי מבחני t, נמצא הבדל מובהק בין הקבוצות (***) ($p < 0.0001$). כלומר, ניתן להגיד שהשימוש בטכניקה החדשנית self-cleaning כמבנה מארגן אכן סייעה לתלמידים: לקשור בין הנושאים שנלמדים בכימיה בנושאים נפרדים, להעמיק את הבנתם בנושאים שנלמדים, לקשור את הנושאים שנלמדים בכימיה לחיי היומיום ולשימושים ופיתוחים חדשניים. כמו כן השפיע השימוש בטכניקה על המוטיבציה ההמשכית של התלמידים.

3. ריאיונות תלמידים

100% מהתלמידים שרואינו ראו שהשימוש בטכניקה החדשנית self-cleaning כמבנה מארגן אכן עזר להם לקשור בין הנושאים שנלמדים בכימיה בנושאים נפרדים. ההוראה בהקשר עזרה לתלמידים לקשור את הנושאים שנלמדים בכימיה לחיי היומיום ולשימושים ופיתוחים חדשניים והעמיקה הבנתם לנושאים שנלמדים. ההתלהבות מהטכניקה השפיעה על המוטיבציה ההמשכית של התלמידים. **טבלה מס' 3** מציגה את מטרות המחקר אל מול ציטוטים נבחרים מתוך תשובות התלמידים ואת אחוז התלמידים המרואיינים שהוכיחו שהמטרה הושגה.



איור 1. השוואת ממוצע הערכים של ציוני התלמידים בשלוש השאלות ובמבחן. $***p < 0.05$, $*p < 0.0001$

לפי התוצאות של מבחני t שמופיעות בטבלה ובגרף שלעיל ניתן לראות שאין הבדל מובהק בציון המבחן בשתי הקבוצות, דבר שמעיד על כך ששתי הקבוצות דומות מבחינת רמת הישגים. ההבדלים המובהקים הופיעו בשאלות היישום וההסברים ברמת המיקרו.

2. שאלון עמדות "ללמוד כימיה זה...":

התוצאות מופיעות בטבלה מס' 2 ובאיור מס' 2 אשר מציגים השוואה בין נתוני קבוצת הניסוי והביקורת בשש הקטגוריות וכן נתונים סטטיסטיים המעידים על המובהקות שלהם.

טבלה 2. ממוצע ערכי עמדות התלמידים בקטגוריות השונות ורמת המובהקות של מבחן t.

קטגוריה	ניסוי	ביקורת	מובהקות P
רלוונטיות	4.38	2.98	<0.0001
הבנה	4.28	3.06	<0.0001
קישור בין הנושאים	3.83	2.64	<0.0001
עניין	3.85	3.51	<0.05
כימיה כמקצוע מודרני	4.62	1.59	<0.0001
מוטיבציה המשכית	4.34	3.11	<0.0001

מספר התלמידים (אחוזים)	ציטוטים	מטרות המחקר
5/5 (100%)	<p>"אם אני מסתכל עכשיו על החומר שלמדנו אני מרגיש שאני הכי מבין את הנושאים: חמצון-חיזור, הידרופובי והידרופילי. אני הסברתי לכל מי שאני מכיר על הטכניקה הזו. אני מרגיש כל כך מבין ושולט בנושא ויכול להסביר אותו בקלות ונוחות ובביטחון עצמי" (תלמיד בינוני שנהג לישון בשיעורים).</p>	העמקת הבנת התלמידים לנושאים הנלמדים
5/5 (100%)	<p>"הנושא קשור לחיי היומיום, זה שונה למשל מנושא סטויכיומטריה שאני לא מרגישה וחושה אותו בכלל ולא נתקלת בו" (תלמידה מצוינת).</p> <p>"כל הזמן בבית אני מדברת כימיה ומסבירה לכולם דברים. אימא שלי ערבבה שמן במים ואז אני הסברתי לה למה זה לא מתערבב במונחים של מבנה וקישור. פעם אמרתי לאימא שלי זה לא עושה קשרי מימן גרשה אותי מהמטבח" (תלמידה בינונית).</p>	קישור לחיי היומיום
5/5 (100%)	<p>"הנושאים מאוד קשורים ומחוברים, אני כל הזמן הרגשתי שאנחנו לומדים משהו נבחרים בו ועוברים לנושא ויותר חדשה, אמנם הכל קשור אבל עכשיו אני מרגיש את הקשר בין הנושאים מבחינה מעשית. זה יותר אמתי ויותר מורגש" (תלמיד בינוני).</p> <p>"היה לי מוזר שאנחנו לומדים על הניקוי העצמי כי לא תיארתי לעצמי שזה קשור לכימיה, בסוף גיליתי שאפשר לקחת יישום זה ולקשור אותו לכל מה שנלמד בכימיה" (תלמידה חלשה).</p> <p>"מאוד הייתי רוצה שנלמד את הנושאים האחרים גם בשיטה זו שמקשרת בין הנושאים על ידי מבנה מארגן ומשתמשת ביישומים מהחיים, אולי יש עוד יישומים טכנולוגיים שנוכל להשתמש בהם?" (תלמיד מצוין).</p> <p>"ניתן להוסיף למבנה המארגן את נושא חומצות שומן" (תלמידה חלשה).</p> <p>"אפשר להכניס למבנה המארגן את נושא האנרגיה" (תלמיד מצוין).</p> <p>"הטכניקה של הניקוי העצמי גרמה לי להבין שהכל קשור, היא קושרת: חמצון, חיזור, אנרגיה, שמש, אלקטרונים, מטענים, הידרופובי, הידרופילי וקשרי מימן ועוד מלא דברים" (תלמידה בינונית).</p>	קישור בין נושאים
5/5 (100%)	<p>"השיטה הזו גרמה לי להתרכז בכלל בכל הנושאים שלמדנו אחר כך. הפסקתי לישון בשיעורים כי מתחיל להיות כיף ללמוד ופחות משעמם. יישום הניקוי העצמי מעניין ומעלה את המוטיבציה לדעת יותר ויותר" (תלמיד בינוני).</p> <p>"אני כל הזמן מסבירה להם בבית על הנושאים הקשורים בניקוי העצמי. הרבה פעמים הם לא מבינים כלום אך לא אכפת לי אני ממשיכה להסביר. אמא שלי אומרת שמאוד רוצה להכיר את המורה לכימיה" (תלמידה מצוינת).</p> <p>"אני מאוד הייתי רוצה להציג את היישום בפני אנשים" (תלמיד מצוין).</p> <p>"בבית אני כל הזמן מדברת כימיה ומסבירה לכולם דברים, את הסרטונים הראיתי לכל מי שאני מכירה" (תלמידה חלשה).</p>	מוטיבציה המשכית

Gilbert, J. K. (2006). On the Nature of "Context" in Chemical Education. *International Journal of Science Education*, 9, pp. 957-976.

Greenberg, A. (2009). Integrating nanoscience into the classroom: *Perspectives on nanoscience education projects*. *ACS Nano*, 3(4), pp. 762-769.

Jones, G., Blonder, R., Gardner, G., Albe, V., Falvo, M., & Chevrier, J. (2013). Nanotechnology and Nanoscale Science: Educational challenges. *International Journal of Science Education*, 5, pp. 1490-1512.

Ragesh, P., Venkatesan, A., Nair, S., & Nair, A. (2014). A review on 'self-cleaning and multifunctional materials'. *Journal of Materials Chemistry A*, 2, pp. 14773-14797.

Sakhnini, S., & Blonder, R. (2016). Nanotechnology applications as a context for teaching the essential concepts of NST. *International Journal of Science Education*, 38, pp. 521-538.

פורבס, פ'. (דצמבר 2008). חומרים המתנקים מעצמם. סיינטיפיק אמריקאן ישראל, עמ' 38-45.

ממצאי המחקר הראו שהשימוש בטכניקה החדשנית self-cleaning (מבוססת על ננו-חלקיקים) כמבנה מארגן, סייע לתלמידים לקשור בין הנושאים שנלמדים בכימיה לנושאים נפרדים. התלמידים הצליחו להכניס עוד נושאים למבנה המארגן, דבר שמעיד על קישור טוב מאוד בין הנושאים. ההוראה בהקשר תרמה מאוד לתלמידים להבין את הנושאים הנלמדים, והם בחרו להציג את הנושאים האלה בכנס תלמידי הכימיה השלישי שהתקיים במרץ 2016 בעיר טירה. התלמידים קשרו את מה שנלמד לחיי היומיום, וחלק מהם התחיל לתת הסברים מדעיים לתופעות מדעיות הן להורים שלהם והן לחברים.

חדשנות הטכניקה, הרלוונטיות שלה והיותה נושא מחזית המדע הלהיבו מאוד את התלמידים והניעו אותם לספר לכל מי שהם מכירים על הטכניקה ואפילו להראות להם סרטונים. כמו כן חלקם הגדול הביעו רצון להמשיך בלימודי המדעים, ודבר זה מעיד על מוטיבציה המשכית.

העבודה שתוארה במאמר זה מחזקת את חשיבות השיטה עבור התלמידים ואת תרומתה הרבה ליכולתם של התלמידים להבין נושאים שנלמדים, לקשר בין נושאים בכימיה שנלמדים לנושאים נפרדים, לקשור את הנושאים שנלמדים בכימיה לחיי היומיום ולשימושים ופיתוחים חדשניים, וכל זאת לשם העלאת המוטיבציה ההמשכית של התלמידים.

