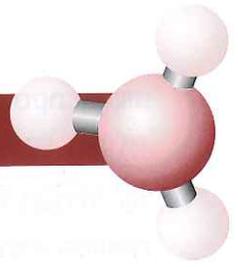


החזרת הכימיה למעבדה



ניצה ברנע, מפמ"ר כימיה

יחידת המעבדה בכימיה חוזרת "בגדול". במאמר זה אנסה להציג את ההגדרות כפי שנוסחו על-ידי ועדת התכנית, את תיאור התוכניות שפותחו במקביל ואת תיאור המצב בשטח כפי שמצטייר מדיווחי מורים ומניתוחים סטטיסטיים.

מטרתו העיקרית של החינוך העל יסודי היא עיצוב בוגר בר אורייני - אשר רכש מיומנויות חשיבה, מיומנויות למידה ומאגר ידע. אוריינות כימית פירושה הבנת המבנה החלקיקי של החומר, היכרות עם תגובות המתרחשות בין חומרים ליצירת חומרים חדשים, והיכולת להשתמש בחוקים ובכללים להסברת תופעות ומצבים שונים. ייחודה של הכימיה הוא הקישור בין עולם המקרו לעולם המיקרו ובכך היא מאפשרת הבנה של תופעות המתרחשות סביבנו, ואשר ניתנות להסבר באמצעות הבנת המבנה החלקיקי של החומר. חוסר היכולת לראות את החלקיקים הזעירים מקשה על ההבנה הזו ולכן דרושים אמצעי עזר כמו מודלים מוחשיים או וירטואליים. בהיותה של הכימיה מקצוע מדעי אמפירי יש חשיבות עצומה להוראתה דרך התנסות עצמית של התלמידים ולא רק בהוראה כיתתית פרונטלית של המורה.

מחקרים בין-לאומיים שונים מראים כי עמדות תלמידים כלפי מקצועות מדעיים תלויות במידת השתתפותם הפעילה בלימודים. תלמידים מעדיפים להיות מעורבים בתהליך הבנייה של תוכנית הלימודים ובשיטות ההוראה. כאשר מורים מראים עניין אישי ותמיכה בתלמיד והאווירה בשיעור מעודדת, התלמידים יבחרו להמשיך בלימודי המדעים

(Fraser, 1994; Freedman, 1997; Lee & Burkam, 1996; Piburn & Baker 1993; Shrigley, Koballa & Simpson, 1998; Simpson, Koballa, Oliver, & Crawley, 1994).

הגורמים המשמעותיים ביותר המשפיעים על עמדות התלמידים שנמצאו במחקרים אלו היו:

- **תפיסה עצמית** של היכולת שנמצאת ביחס ישר להישגים במדעים
- **מידת ההנאה ממדע** מתייחסת לתחושת השמחה של התלמיד הנובעת מחוויותיו במדעים. פעילויות המערבות מעבדה מדווחות כמשפיעות באופן חיובי ביותר על הנאת התלמידים
- **הרלוונטיות של שיעורי המדע** ככל שהתלמיד תופס את לימודי המדעים כשימושיים יש סיכויים סבירים יותר שיבחר להמשיך בלימודי מדעים.

גם מחקרים שנעשו בארץ בבתי-ספר המלמדים את המעבדות החדשות בגישות החקר מצביעים על עניין רב והתלהבות בקרב תלמידים ומורים כאחד. בנוסף, שיפרו תלמידים אלה את מיומנויות החקר וההבנה המדעית שלהם (דורי, ברנע וקברמן. 1999; Hofstein et al, 2001).

עד לפני כ-20 שנה, יחידת המעבדה היוותה מרכיב חשוב בתוכנית הלימודים של הכימיה. במסגרתה, ביצע התלמיד עבודה מעשית של התנסות מעבדתית וזיהוי חומרים - כימיה אנליטית. בשל שינויים בתוכנית הלימודים,



פינתה המעבדה את מקומה לנושא התעשייה הכימית. זוהי יחידה תיאורטית עיונית, אשר עוסקת ביישום עקרונות כימיים בתעשייה הכימית המקומית, ומקום המעבדה בתוכנית הלימודים הפך לשולי.

הכימיה הוא מדע אמפירי, ובשנים אלה הוראת הכימיה לא נתנה הדגש מספיק לחלק הניסויי/מעבדתי של המקצוע. במשך השנים הפך נושא התעשייה הכימית לנושא חובה בבחינת הבגרות במקום הבחינה המעשית במעבדה, שהייתה נהוגה בעבר. נכון להיום רק בתי-ספר במגזר הערבי והדרוזי עדין מלמדים ובוחנים בכימיה אנליטית. עקב הוצאת המעבדה כמרכיב בבחינה ובציון, הדלדל השימוש במעבדה כאמצעי עזר להוראה, דבר שפגע ברמת ההנעה וההנאה של התלמידים. בתי-ספר רבים התנוונו המעבדות והוזנחו, מנהלי בתי-הספר אינם מקצים משאבים לפיתוח ולתחזוק המעבדות, והמורים ממעטים להשתמש בהן ולבצע בהן ניסויים.

גורמים נוספים אשר מצמצמים את השימוש במעבדות הם האיסור לעבוד עם חומרים רעילים ומסוכנים והעלויות של חומרים יקרים. בנוסף, קיים המרוץ המטורף להספיק את החומר ולעמוד בלוח הזמנים. כל אלו היו לרועץ למעבדה והיא כמעט נעלמה משיעורי הכימיה.

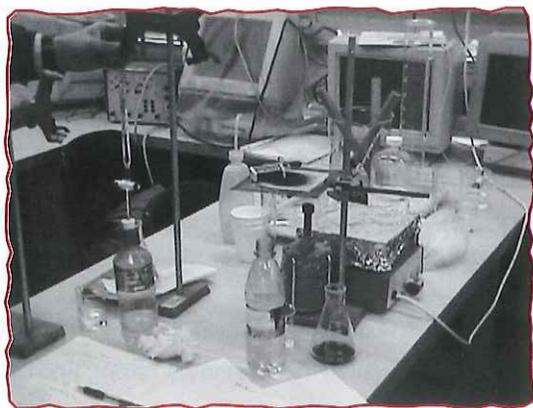
בעידן של חילופי גברי בפיקוח, ובהיכנסו למילניום השלישי, נבדקו תוכניות הלימודים בכימיה והן עוברות שינוי והתאמה לשנות ה-2000. במסגרת ועדת התוכנית עלה הצורך להחזיר את יחידת המעבדה כמרכיב מרכזי בתוכנית במתכונת אחרת וחדשה. אנשי ועדת מקצוע הכימיה וחברי ועדת התוכנית רואים חשיבות רבה בקיום מעבדות בשילוב עם תכנית הלימודים.

הרעיון לפתח יחידות מעבדה - מעבדה חוקרת ו/או מעבדה ממוחשבת - עלה כדי שבעתיד נוכל לחייב כל תלמיד הלומד כימיה ביחידת מעבדה שתהיה שווה ליחידת לימוד אחת כפי שקיים במקצועות מדעיים מקבילים כמו בביולוגיה ובפיסיקה. אולם, כיוון ששינוי כזה מחייב פתיחת המעבדות וצידן בהתאם, יידרש זמן ולכן התהליך יהיה הדרגתי, ובשלב ראשון יתאפשר לבתי-הספר לבחור ביחידה או ב- 1/2 יחידה תיאורטית. ההצעה היא כי במהלך השימוש במעבדה תינתן הזדמנות לפתח מיומנויות חקר, מיומנויות שימוש במחשב, ומיומנויות חשיבה ברמה גבוהה, תוך כדי יישום החומר התיאורטי הנלמד במהלך השיעורים. שיעורי המעבדה יתבצעו בקבוצות, ובכך נפתח בקרב תלמידינו את המודעות לעבודות צוות החשובה כל כך בחיי העבודה העכשוויים.

להלן ציטוט מתוך טיוטת המסמך של ועדת התוכנית ל-2 יחידות השלמה לגבי יחידת המעבדה.

מטרות היחידה כפי שהוגדרו על-ידי ועדת התכנית:

- הכרת עקרונות הכימיה הלכה למעשה
- המחשת התכנים העיוניים
- פיתוח סקרנות ועניין בכימיה
- פיתוח כלי עבודה מחקריים (כגון תכנון ניסוי)
- פיתוח כישורי חקר ועבודה עצמאית
- הפיכת הכימיה לרלוונטית
- פיתוח חשיבה ביקורתית



רקע: במסגרת הלימודים המתקדמים לבגרות - אין ערוך לעבודה מסודרת במעבדה הכימית. עבודה במעבדה מלמדת יותר מכול את מהותה המדעית האמיתית של הכימיה. התלמידים מתמודדים בפועל עם העקרונות התיאורטיים שאותם למדו, כך הניסוי במעבדה ממחיש את הנלמד מזווית אחרת.

הניסויים במעבדה, במידה שהם עוסקים בנושאים מעניינים והם מתוכננים כראוי, מסוגלים להלהיב את התלמידים, לעורר בהם סקרנות ועניין ולהפוך את לימוד הכימיה לרלוונטי להם.

מאחר שהנושאים האקטואליים בכימיה משתנים עם הזמן, חשוב שנושאי המעבדה ישתנו גם כן במשך הזמן. ועדת המקצוע תמנה גוף שיאשר שינויים בנושאי המעבדה, בלי שיהיה צורך למנות ועדת תוכנית חדשה לשם כך.

המלצה לשיטות למידה-הוראה: שתי מבניות המעבדה, המרכיבות בהיקפן יחידת לימוד מלאה מורכבות ממגוון של פעילויות מעבדתיות כמפורט להלן. שתי המבניות לא יהיו חילופיות, אלא יבואו זו לאחר זו.

הפעילות המומלצת במסגרת מבניות המעבדה תהיה מורכבת מניסויים סגורים, דהיינו, ניסויים המבוצעים על-פי הוראות הניתנות לתלמידים מראש, וניסויים פתוחים שבהם התלמיד מתכנן בעצמו את הפעילות המעבדתית, לאחר לימוד ותכנון.

המיומנויות הנרכשות בחקר פתוח

- שאלת שאלות
- העלאת השערות מדעיות
- תכנון מערך ניסוי
- בדיקת השערה
- חיפוש מקורות להכרת הרקע המדעי

המיומנויות הנרכשות בניסוי סגור

- עבודה לפי הוראות
- שימוש בכלי עבודה
- רישום וארגון תצפיות
- ניתוח תוצאות
- דיווח מדעי

להלן המבנה הרצוי של שתי המבניות:

מבנית-מעבדה ראשונה (45 שעות)

- מעבדה מונחית
- מעבדת חקר (3-4 מעבדות)
- מעבדה ממוחשבת
- ניסוי מדיה

מחצית זו תכלול לפחות 7 מעבדות שיאושרו על-ידי משרד החינוך.

מבנית-מעבדה שנייה (45 שעות)

- מעבדות חקר
- מיני מחקר (שווה ערך ל- 3-4 מעבדות חקר) - אפשרות בחירה



מחצית זו תהיה מורכבת יותר מהראשונה ותוכל להתנהל באחת משתי דרכים:

- היא תכלול 8 מעבדות חקר ברמה גבוהה שיאושרו על-ידי משרד החינוך
- לחילופין, היא תכלול 4 מעבדות חקר ומיני-מחקר. המיני-מחקר יהיה שווה ערך ל-4 מעבדות חקר

הערכת העבודה במעבדה

התלמידים לא ייבחנו בבחינת בגרות במעבדה.

התלמיד ינהל תיק עבודות (פורטפוליו) שילווה את כל עבודתו במעבדה. המורה ייתן לתלמיד הערכה על כל תהליך עבודתו והתקדמותו במשך שנות הלימוד. הציון (הערכה פנימית) יסוכם בשיטות של הערכה חלופית. בסוף כיתה י"ב ייבחן את תיק העבודות גם מעריך חיצוני שאף ינהל שיחה עם התלמיד. על סמך התרשמותו הוא ייתן ציון לתלמיד (הערכה חיצונית).

הערכה פנימית - 75% מהציון הסופי למעבדה

הערכה חיצונית - 25% מהציון הסופי למעבדה

במקביל לשיבות ועדת התוכנית על ההגדרות של הסילבוס ניתן אור ירוק לשלושה מוסדות אקדמיים לפתח יחידות בנושא המעבדה. פותחו 3 יחידות: מעבדת חקר - על-ידי מכון ויצמן, מעבדת חקר ממוחשבת - על-ידי הטכניון ומעבדה ממוזערת על-ידי בר אילן.

נכון להיום כל שלוש התכניות קיימות ופועלות בתפוקה משתנה בהתאם למספר השנים שהן פועלות בשטח. לכל אחת מיחידות המעבדה יש את הרציונל ואת הדגשים המאפיינים את התוכנית, אולם כולן גם יחד משלבות אהבת הכימיה ולמידה בדרך של התנסות עצמית.

הדרך הטובה ביותר להגשים את ההנחיות הכתובות בתוכנית הלימודים של המעבדה לדעתך, היא לשלב את כל צורות המעבדה השונות כדי שהתלמיד יכיר, יחוה וינצל את היתרונות של כל אחת מהשיטות. לסיכום, אין ספק שפיתוח נושא המעבדה, יסייע למקצוע הכימיה גם להיות אטרקטיבי יותר בעיני התלמידים, הן ברמת האתגר והעניין והן בתגמול בעבורו בציון הבגרות.

מעבדת החקר מדגישה את יסודות החקר וחלופות בהערכה. המעבדה הממוחשבת מיישמת חקר באמצעים טכנולוגיים מתקדמים, ומדגישה שילוב גרפים בניתוח התוצאות והדמיה מולקולרית. המעבדה הממוזערת מחנכת לחיסכון בחומרים ובפסולת, ומסייעת לנו לשמור על הסביבה הקרובה.

להלן נתונים לגבי מספר התלמידים שנבחנו בשאלונים השונים בכימיה בשנים 2001-2002.

מתוך הממצאים רואים כי בסך הכול הייתה עלייה של 550 תלמידים ברמה של 3 יח"ל, וכי בהשלמה הייתה עלייה של 250 תלמידים.

החלוקה הפנימית משתנה ורואים בבירור ירידה במספר התלמידים הנבחים רק בבחינה בכתב 37201 לעומת עלייה בתלמידים שבוחרים להיבחן בשאלון 37202 שבו יש חצי יחידת מעבדה או ב 37203 שבו יש יחידת מעבדה שלמה.



סה"כ השלמה		37203		37202		37201		918651		
2002	2001	2002	2001	2002	2001	2002	2001	2002	2001	
51	27	16		17	4	18	23	89	51	ירושלים
197	167	25		39	37	133	130	187	188	מנח"י
1202	1106	79		902	912	221	194	1691	1357	צפון
850	802	45		355	254	450	548	1050	1028	חיפה
1390	1491	74		348	332	968	1159	1632	1481	מרכז
842	941	67		27	13	748	928	1084	995	תל אביב
471	351			102	80	369	271	503	528	דרום
705	574	27		95	21	583	553	930	988	מינהל התיישבותי
5708	5459	333		1885	1653	3490	3806	7166	6616	סה"כ

טבלה מסכמת: מספר התלמידים שנבחנו בכימיה לפי מחוזות בשנים 2002-2001

המגמה הזו מתחזקת בשנת 2003. בטבלה הבאה נתונים מסכמים על המגמות בשנים 2003-2001. העליה במספר הנבחנים בשאלון 37202 בשנת 2002 נובעת מכך שחלק מבתי הספר שנכנסו לתכנית המעבדה החוקרת והמומחשבת עשו זאת בהדרגה ובשלב ראשון הקדישו למעבדה רק 1/2 יחידה. רק בשנה שלאחריה עברו ליחידה שלמה ורואים זאת בירידה שחלה בנבחני 37202 בין השנים 2002 ל-2003.

סה"כ השלמה	שאלון 37203	שאלון 37202	שאלון 37201	שאלון 918651	שאלון
5459		1653	3806	6616	שנה 2001
5708	333	1885	3490	7166	2002
5799	1073	1694	3032	7477	2003

בפתחו של המילניום החדש יש פריחה למקצועות הנשענים על הכימיה: ביוטכנולוגיה, מדע החומרים, כימיה של מקרומולקולות, ביוכימיה, ננו-טכנולוגיות, רוקחות, רפואה, הנדסה ביו רפואית, הנדסת מזון, הנדסת טקסטיל, מדעי הסביבה, מדעי החלל, ביו-אינפורמטיקה, גיאולוגיה, אגרונומיה ומדע פורנסי. אני משוכנעת כי שילוב המעבדות והעדכונים בתכניות הלימודים ובשיטות ההערכה יגרמו לפריחה מחדשת של מקצוע הכימיה בבתי הספר תוך הכרה בחשיבותה ובתרומתה הרבה.

בבתי הספר בהם שולבו המעבדות נראה כי התכנית מעוררת עניין והתלהבות הן בקרב המורים והן בקרב התלמידים, וזוכה להצלחה מרובה.

אני תקווה שהתכניות המוצעות תעודדנה הצטרפות יותר מורים וכיתות לבחירה ביחידת המעבדה ותוביל את המשתמשים בה להבנה עמוקה יותר של עולם המדע ויחס אוהד לעוסקים בו.



דורי, י., ברנע נ. וקברמן צ. (1999). הערכת פרוייקט 22 בתי הספר "בגרות 2000". דו"ח מחקר מוגש למדען הראשי משרד החינוך והתרבות.

Bryan L.A. & Abell, S.K. (1999) The development of professional knowledge in learning to teach elementary science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 121-139.

Fraser, B. (1994). Research on classroom and school climate. In D.L. Gabel (Ed.). *Handbook of research on science teaching and learning (493-541)*. New York : National Science Teacher Association

Freedman , M.P. (1997). Relationship among laboratory instruction, attitude toward science, and achievement in science knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 343-357.

Hofstein, A. Levy Nahum. T. and Shore, R. (2001). Assessment of the learning environment of inquiry type laboratories in high-school chemistry. *Learning Environments Research*, 4, 193-207

Lee, V.E. & Burkam, D.T. (1996). Gender differences in middle grade science achievement: subject, domain, ability level, and course emphasis. *Science Education*, 80, 613-650.

Piburn, M.D. & Baker, D.R. (1993). If I were the teacher: Qualitative study of attitude toward science. *Science Education*, 77, 393-406.

Shringley, R.I. Koballa, T.R., Jr. & Simpson, R.D. (1988). Defining attitude for science educators. *Journal of Research in Science Teaching*, 25, 659-678.

Simpson, R.D., Koballa, T.R., Oliver, J.S. & Crawley, F.E. (1994). Research on the affective dimension of science learning. In D.L. Gabel (Ed.). *Handbook of research on science teaching and learning (221-234)*. New York : National Science Teacher Association

