

## היחידה החמישית לתלמידי כימיה - עריכת ניסויים במעבדה

### היחידה החמישית לתלמידי כימיה עריכת ניסויים במעבדה

#### היקף השעות וחלוקתן

ליחידה החמישית מוקצות 90 שעות.

יחידה זו מחולקת באופן שווה לשני חלקים, ולכל חלק 45 שעות.

כפי שיפורט להלן, קיימות אפשרויות בחירה אחדות לגבי שני החלקים של היחידה החמישית, הן מתוך מבחר הנושאים העיוניים – מאלה שלא נבחרו ביחידה הרביעית – והן צירוף של חלקי יחידת המעבדה.

#### האפשרויות לבחירת חלקי היחידה החמישית

א	חלק ראשון של יחידת מעבדה * 45 שעות	נושא עיוני 45 שעות	<u>הערה:</u> אין חשיבות לסדר הלמידה של שני החלקים.
ב	חלק ראשון של יחידת מעבדה * 45 שעות	חלק שני של יחידת מעבדה * * 45 שעות	
ג	נושא עיוני 45 שעות	נושא עיוני 45 שעות	<u>הערה:</u> אין חשיבות לסדר הלמידה של שני החלקים.

\* ניסויים מרמות I ו-II (הפירוט בהמשך, עמ' 126)

\*\* ניסויים מרמות II ו-III (הפירוט בהמשך, כנ"ל)

באפשרויות א' ו-ב' על המורה לבחור לכיתתו נושא או נושאים עיוניים שלא נלמדו במסגרת היחידה הרביעית. נושא עיוני בטבלת האפשרויות לעיל הוא אחד מנושאי הבחירה הכתובים ביחידת הלימוד הרביעית בטבלה בעמ' 87. התכנים של הנושאים לבחירה כתובים בעמ' 91 – 120.

## היחידה החמישית לתלמידי כימיה - עריכת ניסויים במעבדה

עיקר הדיון בפרק זה הוא אפשרות ב' – בחירה בשני החלקים של יחידת המעבדה. שני החלקים של יחידת המעבדה, החלק הראשון והחלק השני, מורכבים ממגוון של פעילויות מעבדתיות והן מעמידות יחידת לימוד מלאה. מספר שעות הלימוד בכל חלק הוא זהה (45 שעות), אך התכנים והרמות הנדרשות הם שונים. שני החלקים אינם חלופיים, אלא פרוגרסיביים מבחינת רמת הקושי והמורכבות. לכן מורה הבוחר באפשרות א', ילמד את החלק הראשון של יחידת המעבדה.

### משך תקופת הלימוד במעבדה ביחידה החמישית

כדי שתלמידים הלומדים את שני החלקים של יחידת המעבדה (אפשרות ב') יפנימו את הנדרש מהם, מומלץ לפרוס את הלימודים על פני שנתיים – כיתות י"א-י"ב. כידוע, הלימודים הרציפים והמסודרים בכיתה י"ב מסתיימים ברוב בתי הספר כבר סמוך לחג הפסח, וגם זאת יש להביא בחשבון בתכנון העבודה במעבדה.

עדיף מצב שבו הפעילות בשני החלקים (דהיינו, ביחידה כולה) תתפרש על פני שתי שנות לימוד. עם זאת, בהתחשב באילוצים שונים, יש להניח בידי המורה את ההחלטה כיצד לחלק את תכנית הלימודים בתקופה זו. מורה הבוחר באפשרות א', כלומר מלמד את החלק הראשון של יחידת המעבדה ונושא עיוני אחד, ישקול מהו סדר הלימוד המתאים ביותר לו ולכיתתו.

### חשיבות לימודי המעבדה ביחידה החמישית<sup>27</sup>

במסגרת של לימודי ההתמחות, אין ערוך לעבודה מסודרת במעבדה כימית. יותר מכול, העבודה במעבדה היא שמלמדת את מהותה המדעית האמתית של הכימיה. בעת עריכת הניסויים, התלמידים מתמודדים בפועל עם העקרונות התיאורטיים שלמדו בשיעור. כך הניסוי במעבדה ממחיש את הנלמד מזווית אחרת. ניסויים במעבדה העוסקים בנושאים מעניינים, ילהיבו את התלמידים, יעוררו בהם סקרנות ועניין ויהפכו את לימודי הכימיה לרלוונטיים לחייהם.

כאמור, בשנים האחרונות בבתי ספר תיכוניים רבים הפסיקו כמעט לחלוטין להפעיל את מעבדת הכימיה גם במסגרת הלימודים ביחידה הרביעית וביחידה החמישית. ועדות התכנית רואות לנכון להדגיש שוב, כי לימודי המעבדה הם חלק בלתי נפרד מתכנית הלימודים הרשמית והמחייבת. **מלבד שני החלקים של יחידת המעבדה שעומדים לבחירה ביחידה החמישית, לימודי המעבדה יהיו חלק בלתי נפרד מכל הלימודים העיוניים בשלוש יחידות הלימוד, ביחידה הרביעית ובנושאים העיוניים לבחירה.**

<sup>27</sup> ראו גם: חשיבות הלמידה במעבדה הכימית, עמ' 20; משאבים – המעבדות וציוודן, עמ' 36; "חלוקת השעות לנושאי חובה ובחירה וחוברת שעות המעבדה" בתכנית היחידה השנייה והיחידה השלישית, עמ' 68.

## היחידה החמישית לתלמידי כימיה - עריכת ניסויים במעבדה

### חשיבות עדכון הניסויים

מאחר שנושאי האקטואליה בכימיה משתנים עם הזמן, חשוב שנושאי המעבדה ישתנו גם הם. עדכון הנושאים יתבצע מפעם לפעם על ידי גורמים המוסמכים לכך במשרד החינוך ופורסם באתר תכניות הלימודים של האגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים, בחוזרי מפמ"ר, ובאתר מרכז המורים הארצי של מורי הכימיה. ועדת התכנית ממליצה כי ועדת המקצוע תמנה תת-ועדה שמתפקידה יהיה לבחון ולאשר באופן שוטף הצעות פעילות לניסויי מעבדה חדשים מטעם גורמים חיצוניים (ציבוריים או פרטיים). התנאי הוא שהצעות אלה יתאימו לקריטריונים ולמבנה המתוארים להלן בתכנית הלימודים. ההצעות ייבדקו ויאושרו על ידי תת-הוועדה, ולא יהיה צורך למנות ועדת תכנית חדשה לשם כך או לקבל את אישורה של ועדת המקצוע.

### עמידת הניסויים בקריטריונים של המעבדה

בעת העיסוק בפעילויות מעבדתיות, בנפרד או בקבוצה, חייבים התלמידים לרכוש **מיומנויות חקר** מתאימות המפורטות בהמשך הדברים, ולכן הניסויים שהמורה בוחר לכיתתו חייבים לפתח מיומנויות אלה. התלמידים חייבים גם לפתח את מיומנותיהם בתחום **המידענות** כחלק מהכרת הרקע המדעי הנדרש לניסוי. תוך כדי עבודתם במעבדה הם יפעילו ויפתחו **מיומנויות חשיבה מסדר גבוה**, כגון: שאילת שאלות, עריכת השוואות, העלאת טיעונים. רשימת מיומנויות החקר והפעילויות המופיעה בהמשך הדברים, היא המגדירה אם ניסוי מסוים עומד בקריטריונים של המעבדה.

כל ניסוי שהמורה מעביר לתלמידיו חייב לעמוד בקריטריונים של המעבדה. כמו כן נדרש מספר ניסויים מינימלי בכל רמה מהרמות השונות של הניסויים; כלומר, על כל תלמיד לערוך לפחות את מספר הניסויים הזה, כדי שיוכל לעמוד בדרישות היחידה החמישית על פי תכנית הלימודים.

כיום קיימות כמה סדרות ניסויים לבחירתו של המורה. סדרות אלה פותחו על ידי גורמים חיצוניים בתמיכת משרד החינוך, והניסויים בהן – כולם, רובם או חלקם – מתאימים לקריטריונים אלה. מפתחי סדרות הניסויים הקיימות יפרסמו באתר מורי הכימיה את אופן התאמת הניסויים שלהם לקריטריונים, על פי הרמות השונות שבתכנית הלימודים. **יש להדגיש שכל הניסויים חייבים לעמוד בקריטריונים**. ניסוי שאינו עומד בקריטריונים, יש לעבדו ולשדרגו כדי "ליישר קו" על פי דרישות תכנית הלימודים.

כל הניסויים המאושרים יוכלו להיכלל בפעילויות המעבדתיות של היחידה החמישית. יתר על כן, כל מורה שפיתח ניסוי מעניין מוזמן להגיש את הניסוי לאישור תת-הוועדה.

# היחידה החמישית לתלמידי כימיה - עריכת ניסויים במעבדה

הוועדה ממליצה כי רשימת כל הניסויים המוצעים למורים, ניסויים העומדים בקריטריונים של תכנית הלימודים על פי אישור תת-הוועדה הנ"ל, תופיע באתר האינטרנט של מרכז המורים הארצי של מורי הכימיה. ליד שמו של כל ניסוי יצוין לאיזו רמה הוא מתאים.

## שני החלקים של יחידת המעבדה

### מטרות המעבדה

- הכרת עקרונות הכימיה הלכה למעשה.
- המחשת התכנים העיוניים.
- פיתוח סקרנות ועניין בכימיה.
- הפיכת הכימיה לרלוונטית.
- פיתוח מיומנויות בתחום המידענות.
- פיתוח מיומנויות חקר וכלי עבודה מחקריים כגון: ניסוח שאלת חקר,<sup>28</sup> הגדרת משתנים ובידודם, תכנון ניסוי, הצגת תוצאות וניתוחן, הסקת מסקנות.
- פיתוח מיומנויות חשיבה ברמה גבוהה כגון: שאילת שאלות, סרטוט גרפים וניתוחם, שיפוט והערכה, יישום והעברה.
- פיתוח היכולת ללימוד עצמאי ולעבודה עצמאית.

### מטרות אופרטיביות במעבדה (עבור שני החלקים של יחידת המעבדה)

ניסוח המטרות האופרטיביות להלן מתייחס הן לתלמיד העובד עצמאית והן לתלמיד העובד בקבוצה.

### לימוד הרקע המדעי

1. לימוד הרקע המדעי הדרוש לניסוי – באופן מודרך ולאחר מכן באופן עצמאי.
2. בעקבות סיור לימודי – הפגנת ידע והבנה בנושא מדעי רלוונטי הדרוש כרקע לביצוע הניסוי.
3. יישום מיומנויות של מידענות ופענוח מידע (הערכת איכות מקור המידע, הבחנה בין עיקר לטפל, זיהוי משפטי מפתח, הבנת משמעותם של טבלאות וגרפים וכדומה).

<sup>28</sup> ראו גם מאמר: "כיצד מנסחים שאלת חקר", עמ' 169.

## היחידה החמישית לתלמידי כימיה - עריכת ניסויים במעבדה

### תכנון הניסוי וביצועו (מיומנויות חקר)

4. ניסוח שאלת חקר.
5. ניסוח השערה שתכנון את התלמידים בתכנון ניסוי.
6. תכנון ניסוי באופן מודרך ולאחר מכן באופן עצמאי.
7. יישום מיומנויות של ביצוע ניסוי (מיומנויות של עבודה מעשית במעבדה, כמו שימוש נכון בכלי עבודה ובמכשירים; מיומנויות של הפעלת שיטות עבודה נוספות, כגון חיישנים או טכניקות של ניסוי ממוזער; מיומנויות של בידוד משתנים נכון; מיומנויות של שמירה על איכות המדידה ודיוקה ברמה בסיסית; מיומנויות של שמירה על כללי עבודה מסודרת ועל כללי הבטיחות במעבדה).
8. ניסוח שאלת חקר נוספת הנובעת מתוצאות הניסוי שנערך ומסקנותיו (ראו להלן).

### ניתוח הממצאים, עיבודם וייצוגם

9. ניתוח הממצאים, עיבודם וייצוגם באופני ייצוג שונים (טבלה, דיאגרמת עמודות, דיאגרמת עוגה, גרף: המשמעות של הקשר הליניארי ושל שיפוע הגרף).
10. הסקת מסקנות נכונות מהממצאים המעובדים.
11. כתיבת דיון מסכם (תוקף המסקנות, בעייתיות בניסוי, ביקורת עצמית, רפלקציה).

### הצגת העבודה

12. הצגת עבודת הסיכום בכתב ובעל פה תוך שימוש מושכל באמצעי הצגה מתאימים.

### פעילויות המעבדה

במסגרת יחידת המעבדה תיערכנה פעילויות **בשלוש רמות** השונות זו מזו בדרישות מהתלמידים. (בהמשך הדברים יפורטו המיומנויות הנדרשות מהתלמיד בכל אחד מסוגי הפעילות.) רמת החשיבה והביצוע בשלוש הרמות תהיה פרוגרסיבית. ההחלטה מהי הרמה שבה תיכלל פעילות מסוימת אינה מותנית בשיטת המעבדה (למשל מעבדה ממוזערת או מעבדה ממוחשבת), אלא בדרישות שהפעילות מציבה, בהיקף העבודה שהפעילות מצריכה ובמיומנויות הנדרשות מהתלמיד לביצועה המוצלח.

## היחידה החמישית לתלמידי כימיה - עריכת ניסויים במעבדה

**לימוד הרקע** ייעשה באמצעים מגוונים, לדוגמה: ניתוח מאמר מדעי מעובד או מקורי (חקר אירוע), הדמיה מולקולרית (חקר מבנה מולקולה בתוכנת מחשב), חקר-רשת (חקר נושא בתוך רשת האינטרנט), סיור לימודי. כל אלה יהוו תמיכה ורקע למרכיב העיקרי שהוא הניסוי. עם זאת, **הפעילות חייבת להיות מעבדתית, דהיינו פעילות שעיקרה ניסוי המבוסס על ביצוע תצפית מדעית וחקירתה.** (המילים "תצפית מדעית וחקירתה" מתייחסות לניסוי מעשי שבו "מרטיבים את הידיים". במקרה אחד המפורט בהמשך, אפשר להמיר ניסוי בפעילות אחרת.)

**I רמה** נקראת להלן **רמה בסיסית**, וכל ניסוי הנכלל בה נקרא **ניסוי בסיסי**. רמה זו כוללת מגוון ניסויים פשוטים או מורכבים יותר. המשותף להם הוא שהתלמיד אינו מחויב לתכנן את הניסוי בעצמו. המורה יבחר את הניסוי מתוך מאגר כלל-ארצי של ניסויים מאושרים. מטרת הפעילות ברמה I היא לעבוד על פי הנחיות, תוך הבנת הפעילות המתבצעת ברמה הניסויית וברמה העיונית.

**II רמה** נקראת להלן **רמה מתקדמת**, וכל ניסוי הנכלל בה נקרא **ניסוי מתקדם**. רמה זו כוללת מגוון ניסויים שבהם התלמיד נדרש לתכנן ניסוי בעצמו ולבצע על פי תצפית או משימה המוצגות על ידי המורה, או כהמשך לניסוי מקדים, ניסוי בסיסי ברמה I. גם כאן יבחר המורה את הניסוי מתוך מאגר ניסויים כלל-ארצי. מטרת הניסוי ברמה II היא להקנות לתלמיד את עיקרי הגישה האמפירית מנקודת מבטו של חוקר, תוך מתן דגש על היבטים איכותיים וכמותיים.

**III רמה** היא **הרמה הגבוהה ביותר**, והיא כוללת **ניסוי מתקדם-מורחב**, שבו התלמיד בוחר בעצמו את נושא המחקר, מנסח את שאלת החקר, מתכנן את הניסוי ומבצע אותו. הניסוי המתקדם-המורחב יונחה על ידי המורה ובאישורו, ואינו בא בהכרח (אם כי הוא יכול להילקח) ממאגר ניסויים קיימים. הניסוי המתקדם-המורחב יכלול סדרת ניסויים נוספת שתנבע מהמסקנות שהוסקו ותצריך ניסוח שאלת חקר המשכית. עבודת הניסוי המתקדם-המורחב תיעשה בכיתה ואינה כרוכה בהנחיה חיצונית.

### היקף השעות בכל סוג ניסוי על פי הרמה

**I רמה** – היקף השעות של ניסוי בסיסי אחד הוא כ-4 שעות לתלמיד (כולל הכנה, ביצוע ועיבוד).

**II רמה** – היקף השעות של ניסוי מתקדם אחד הוא כ-6-8 שעות לתלמיד (כולל כל סוגי הפעילויות).

**III רמה** – היקף השעות של הניסוי המתקדם-המורחב הוא כ-15 שעות לתלמיד (כולל כל סוגי הפעילויות).

# היחידה החמישית לתלמידי כימיה - עריכת ניסויים במעבדה

## מספר הניסויים הנדרש בכל חלק של יחידת המעבדה

**בחלק הראשון** התלמיד יעסוק בניסויים ברמה I וברמה II.

מספר הניסויים בחלק הראשון יהיה:

**I** – 3 ניסויים בסיסיים.

**II** – 4 ניסויים מתקדמים.

**בחלק השני** התלמיד יעסוק בניסויים ברמה II וברמה III.

מספר הניסויים בחלק השני יהיה:

**II** – 3 ניסויים מתקדמים.

**III** – ניסוי מתקדם-מורחב אחד.

## אפשרויות המרה

מורה הבוחר בשני החלקים של יחידת המעבדה (אפשרות ב' בטבלה, עמ' 121), יכול להמיר ניסוי בסיסי אחד או שניים (רמה I) בפעילות אחרת, "פעילות חלופית".

הפעילויות החלופיות הן אלה: הדמיה מולקולרית, ניסוי חקר חלקי, או חקר-רשת.

היקף הפעילות החלופית יהיה זהה להיקף הפעילות בניסוי בסיסי – 4 שעות עבודה לתלמיד. מורה הבוחר בחלק הראשון של יחידת מעבדה (אפשרות א'), אינו רשאי להמיר ניסוי בסיסי בפעילות חלופית.

## העבודה בקבוצות

העבודה בקבוצות במעבדה מביאה למורה תועלת שאין לזלזל בה: עליו לטפל במספר מצומצם יותר של דוחות מעבדה וגם עבודת ההדרכה שלו פוחתת בהיקפה. לכך מתווספת מטרה חינוכית והיא הקניית מיומנות העבודה בצוות. עבודת הצוות היא שיטת העבודה הנהוגה בעולם המודרני בתחומי עיסוק ומחקר שונים ומגוונים. לדוגמה: סיעור מוחות כשגרת עבודה הוא חלק בלתי נפרד מקידום המשימה. על כן חשוב לפתח מיומנות זו אצל כל התלמידים. תלמידים רבים הורגלו לעבוד בקבוצות כבר בשלבי לימוד קודמים, ובכל זאת יש לעודד פיתוח הרגלי עבודה נכונים, חלוקת משימות יעילה, שיתוף פעולה

## היחידה החמישית לתלמידי כימיה - עריכת ניסויים במעבדה

וכדומה. מומלץ שהרכב קבוצות העבודה לא יהיה קבוע; על ידי כך יוכלו התלמידים למלא תפקידים מגוונים ולקבל על עצמם אחריות מסוגים שונים.

למרות האמור לעיל, אין לראות את העבודה בקבוצות כחובה. לעבודה עצמית יתרונות רבים, וראוי אפוא שתלמידים יתנסו הן בעבודה קבוצתית והן בעבודה העצמית.

### המספר המומלץ של תלמידים בקבוצה על פי רמות הניסויים

**רמה I** – ניסוי בסיסי – עבודה בזוגות עד רביעיות.

**רמה II** – ניסוי מתקדם – עבודה בזוגות עד רביעיות.

**רמה III** – ניסוי מתקדם-מורחב – עבודה ביחידים או בזוגות.

להלן טבלה מסכמת לדרישות מכל רמה במעבדה.

רמה	סוג הניסוי	היקף השעות לניסוי	מספר התלמידים בקבוצה
<b>I</b>	ניסוי בסיסי	4	2 עד 4
<b>II</b>	ניסוי מתקדם	6 - 8	2 עד 4
<b>III</b>	ניסוי מתקדם-מורחב	כ-15	יחיד או זוג

### המיומנויות הנדרשות ברמות הניסויים השונות (הקריטריונים)

#### רמה I – ניסוי בסיסי

1. קריאה והבנה של ההנחיות.
2. הבנת הרקע המדעי.
3. ביצוע הניסוי ורישום תצפיות וממצאים.
4. ניתוח התוצאות, עיבודן וייצוגן באופנים שונים.
5. הסקת מסקנות.

## היחידה החמישית לתלמידי כימיה - עריכת ניסויים במעבדה

6. דיון מסכם (תוקף המסקנות, בעייתיות בניסוי, ביקורת עצמית).
7. הצעה לפעילויות נוספות שעולות בדיון (סיור, חקר ברשת האינטרנט, הדמיה מולקולרית וכדומה).
8. הצגת העבודה ותוצאותיה בכתב.

### רמה II – ניסוי מתקדם

1. א. ביצוע ורישום תצפיות הקשורות לתופעה המוצגת לכל הכיתה על ידי המורה.
- אז: ב. ביצוע ניסוי מקדים על ידי התלמיד לפי הנחיות ברורות ברמה I (מתוך מאמר, חקר אירוע, חקר-רשת וכדומה).
2. חיפוש מידע.
3. יישום מיומנויות של מידענות ופענוח מידע, כולל ניתוח מאמר מדעי (רישום של פרטי מקור המידע, הערכת איכות מקור המידע ומהימנותו, הבחנה בין עיקר לטפל, זיהוי משפטי מפתח, הבנת משמעותם של טבלאות וגרפים וכדומה).
4. ניסוח שאלת חקר.
5. ניסוח השערה. (ההשערה חייבת להיות מבוססת על ידע קודם של התלמיד ויש לנמקה).
6. תכנון ניסוי (שכלול ותיקון התכנון במהלך שיחה עם המורה ושאר התלמידים).
7. ביצוע הניסוי – יישום מיומנויות של ביצוע ניסוי (מיומנויות של עבודה מעשית במעבדה, כמו שימוש נכון בכלי עבודה ובמכשירים ומיומנויות בהפעלת שיטות עבודה אחרות, כגון חיישנים או טכניקות של ניסוי ממוזער).
8. ייצוג תוצאות (כולן או חלקן) בצורה גרפית תוך שימוש בחיישנים (ערכות ממוחשבות) או סרטוט גרף בגיליון אלקטרוני. מעבר בין צורות שונות של ייצוג תוצאות: גרף, טבלה, נוסחה, תיאור מילולי וכדומה.
9. ניתוח ועיבוד התוצאות (כולל הערכת איכות המדידה ודיוקה ברמה בסיסית, הבנת הקשר בין הספרות המשמעותיות במכשירי המדידה לבין הספרות המשמעותיות של התוצאות המחושבות לפי המדידות האלה).
10. הסקת מסקנות.
11. דיון מסכם (תוקף המסקנות, בעייתיות בניסוי, ביקורת עצמית).
12. הצעה להמשך (ניסוח שאלת חקר חדשה שעולה כתוצאה מהדיון).
13. הצגת העבודה על תוצאותיה בכתב ובעל פה.

## היחידה החמישית לתלמידי כימיה - עריכת ניסויים במעבדה

### רמה III – ניסוי מתקדם-מורחב

ניסוי ברמה III הוא למעשה הרחבה של הניסוי המתקדם (רמה II). ברמה III התלמיד מרחיב את ידיעותיו ברקע התאורטי של התופעה או בתהליך שבחר לחקור מעבר למה שלמד ברמה II. ברמה III התלמיד עורך שתי סדרות של פעולות ניסוי: הוא מנסח את שאלת החקר הראשונה, מתכנן ניסוי ומבצע אותו, לאחר מכן בעקבות התוצאות והמסקנות הוא מנסח שאלת חקר חדשה, מתכנן ניסוי חדש, וממשיך לחקור גם את שאלת החקר השנייה.

1. איתור נושא למחקר. (אפשר לבחור נושא מתוך מאגר הניסויים שבוצעו בעבר או מתוך נושאים שיוצעו על ידי המורה או על ידי התלמיד.)
2. חיפוש מידע במאגרי מידע להרחבת הידע התאורטי (לפחות שלושה מקורות, מומלץ [לא חובה] שמקור אחד מתוכם יהיה באנגלית, ייתכן בסיוע של המורה לאנגלית), רישום פרטי כל מקורות המידע.
3. יישום מיומנויות של מידענות ופענוח מידע (הערכת איכות מקור המידע ומהימנותו, הבחנה בין עיקר לטפל, זיהוי משפטי מפתח, הבנת משמעותם של טבלאות וגרפים וכדומה).
4. ניסוח שאלת חקר.
5. ניסוח השערה.
6. תכנון ניסוי.
7. ביצוע הניסוי ורישום תצפיות. יישום מיומנויות של ביצוע ניסוי (מיומנויות של עבודה מעשית במעבדה כמו שימוש נכון בכלי עבודה ובמכשירים, מיומנויות בידוד נכון של משתנים, שמירה על איכות המדידה ודיוקה ברמה בסיסית).
8. ייצוג תוצאות (כולן או חלקן) בצורה גרפית תוך שימוש בחישובים (ערכות ממוחשבות) או סרטוט גרף בגיליון אלקטרוני, מעבר בין צורות שונות של ייצוג תוצאות: גרף, טבלה, נוסחה, תיאור מילולי וכדומה.
9. ניתוח ועיבוד התוצאות (כולל הערכת איכות המדידה ודיוקה ברמה בסיסית, הבנת הקשר בין הספרות המשמעותיות במכשירי המדידה לבין הספרות המשמעותיות של התוצאות המחושבות לפי המדידות האלה).
10. הסקת מסקנות.
11. דיון מסכם (תוקף המסקנות, בעייתיות בניסוי, ביקורת עצמית).
12. הצעה להמשך (שאלת חקר חדשה שעולה כתוצאה מהדיון).
13. תכנון ניסוי לשאלת החקר הנוספת.
14. ביצוע הניסוי הנוסף.

## היחידה החמישית לתלמידי כימיה - עריכת ניסויים במעבדה

15. הצגת התוצאות (כמו מס' 8).

16. ניתוח ועיבוד התוצאות (כמו מס' 9).

17. הסקת מסקנות.

18. הצגת העבודה על תוצאותיה בכתב ובעל פה.

### הרכב תיק העבודות

כל תלמיד ינהל תיק עבודות אישי (תלקיט, פורטפוליו) ובו כל המסמכים והסיכומים הנוגעים לעבודתו והמעידים על התקדמותו. בתיק האישי יבוא לידי ביטוי התהליך הלימודי שהתלמיד עבר בפעילותו ביחידת המעבדה (לדוגמה, כיצד התקדם בהבנת משמעותה של שאלת חקר וביכולתו לנסח שאלה מסוג זה).

התיק יכיל את כל הדוחות של כל המעבדות שהתלמיד השתתף בהן בתקופת העבודה במעבדה, כולל תיקוני המורה והערותיו. מלבד דוחות המעבדה, התיק יכלול גם את דפי ההנחיה, דפי העבודה, המאמרים וכל חומר עזר אחר המאפשר לתעד את המקורות של עבודת התלמיד. התיק יהיה ערוך על פי נושאים שייכתבו בתוכן העניינים. התיק יהיה מסודר ואסתטי.

לדעת הוועדה, ראוי שהתלמיד יתייחס בתיקו האישי להערות המורה ויענה לעצמו על שאלות מסוג: "מה למדתי מהערות אלה?", "מה הייתי עושה כדי לתקן את הניסוי?", "מה היה עלי לעשות אחרת?", "מה כדאי לי לשפר בניסויים הבאים?" וכדומה. התייחסות זאת אינה אורכת זמן רב והיא תיעשה בזמנו החופשי של התלמיד. התמריץ לתלמיד הוא שבדרך זאת הוא מכין את תיק העבודות שלו באופן שלם יותר לקראת הערכת המעריך החיצוני; בדרך זו יהיה התלמיד גם מוכן טוב יותר לענות על שאלות הנוגעות לניסויים שנערכו זמן רב קודם להערכה החיצונית.

תגובות התלמידים להערות המורה על דוחותיהם אפשר גם להעמיד להערכתם של תלמידים אחרים (הערכת עמיתים). כדי שהתלמידים יוכלו להעריך אותן באופן הוגן, יש להחליט על קריטריונים להערכת התגובות. תלמיד-מעריך מפתח מיומנות של חשיבה ביקורתית, ובה-בעת עליו ליישם את הידע שלו לצורך ההערכה. יישום הידע ופיתוח החשיבה הביקורתית הן שתי מטרות אופרטיביות חשובות בתחום הקוגניטיבי.

# היחידה החמישית לתלמידי כימיה - עריכת ניסויים במעבדה

## הערכת העבודה במעבדה

הערכת עבודת התלמיד במעבדה בכימיה תהיה **הערכה מתמשכת** כל תקופת העבודה על פי עקרונות **החלופות בהערכה**. הכוונה היא להערכה באמצעות תיק העבודות ובאמצעות תצפית המורה על דרך עבודת התלמיד במעבדה.

המורה יעקוב בהתמדה שיטתי אחרי התקדמות התלמיד. הציון של המורה או הציון הבית ספרי יהיה עיקר הציון הכולל של התלמיד, והוא אינו מחויב לגשת לבחינת בגרות חיצונית במעבדה. עם זאת, חלק קטן מהציון הכולל חייב להיות הערכה של גורם חיצוני.

ההחלטה הסופית כיצד תיערך ההערכה החיצונית תיעשה על ידי ועדת המקצוע להוראת הכימיה. עם זאת, לאור הדיונים בוועדת התכנית מומלץ לבחור בהערכה חיצונית המבוססת על אחת משתי האפשרויות שלהלן או על שילוב שלהן:

**אפשרות ראשונה:** מעריך חיצוני יבחן את תיק העבודות, והתלמיד יחויב "להגן" על עבודתו המתמשכת. בשיחה עם הבוחן התלמיד צריך לגלות הבנה בפעילויות שביצע ועליו גם להצדיק את שיקוליו. הציון של המעריך החיצוני ישוקלל עם הציון הבית ספרי.

**אפשרות שנייה:** בחינה עיונית על המיומנויות. בבחינה מסוג זה התלמיד יקבל קטע מעובד ממאמר שלא ראה קודם לכן – חקר אירוע. הקטע יציג תיאור ניסוי, או תופעה, או מולקולה, או תיאור של תכונות חומרים. התלמיד יתבקש לנתח את הקטע תוך יישום מיומנויות חקר וחשיבה ברמה גבוהה. הציון של בחינת המיומנויות ישוקלל עם הציון הבית ספרי.

הוועדה ממליצה כי בעתיד, עם הפעלתם של סוגי המעבדה השונים בבתי הספר, ייערכו פעולות הערכה של עבודת המעבדה. ועדת המקצוע, הפיקוח על הכימיה, מרכז המורים לכימיה והאגף לתכנון ולפיתוח תכניות לימודים יקבלו עליהם לבחון את רמתן של הגישות השונות להוראת המעבדה. הם יבחנו את עמידת הניסויים בקריטריונים, את רמת התלמידים ועמידתם בדרישות מבחינת התקדמותם בהבנה מעמיקה יותר של החומר הנלמד. כפי שנאמר, הוועדה אינה קובעת מסמרות באשר לדרכי ההערכה החיצונית שילוו את ההערכה הבית-ספרית. יש להניח שבעבודת המעבדה על פי הגישות השונות תחול התפתחות דינמית, ועם הזמן תתקבל סטנדרטיזציה גם באופן ההערכה החיצונית.