



השלבים של פעילות חקר

התארגנות קבוצות התלמידים לקראת ביצוע הפעילות :

קריאה והבנה של ההנחיות והנתונים ⌚

בדיקת הציוד והחומרים שברשותם ⌚

להלן סקירה קצרה של השלבים השונים של פעילות חקר :

1. **הכרות עם התופעה :** הכרת התופעה באמצעות ביצוע ניסוי מקדים, הדגמת מורה או צפייה

בניסוי מוסרט. בשלב זה, עיקר הפעילות הוא איסוף, רישום וארגון תצפיות.

תצפית היא כל מה שאנו קולטים בעזרת החושים שלנו או מודדים בעזרת מכשירי מדידה. תצפית היא **תיאור בלבד** של מה שרואים, מודדים, שומעים או מריחים (שלא בכוונה), ללא פרוש. בשלב זה יש להקפיד על :

☺ איסוף תצפיות רבות ככל האפשר (תצפיות מגוונות).

☺ רישום מפורט ומדויק של התצפיות (אין צורך לחזור על תיאור מהלך העבודה בעת רישום התצפיות).

☺ הבחנה/ הפרדה ברורה בין תצפית לפרוש .

פרוש התצפית הוא למעשה הסבר המתייחס למשמעות התצפית .

לדוגמא :

תצפית (תיאור השינוי)	פירוש (משמעות התצפית)
נוצר מוצק צהוב	התרחשה תגובה שבמהלכה נוצר חומר קשה תמס
הטמפרטורה של המערכת עלתה	במערכת התרחש תהליך אקסותרמי
נפלטות בועות	התרחשה תגובה שאחד מתוצריה הוא גז

מומלץ לארגן את התצפיות ולתאר את המערכת (חומרים וכלים):

i . לפני הניסוי ii . במהלך הניסוי iii . בתום הניסוי.

במידה ובעת הניסוי המוקדם אוספים נתונים/מבצעים מדידות, מומלץ לארגן אותם בטבלה ולשרטט גרף בהתאם לכללים שיפורטו בהמשך (ראה סעיף 7).



2. **שאלת שאלות**

• השאלות עולות מהתצפיות ומהניסיון להסביר ולהבין אותן (שאלות רלבנטיות).

• יש לנסח לפחות 5 שאלות, המתייחסות להיבטים השונים של התופעה הנחקרת (שאלות מגוונות).

• השאלות צריכות להיות מנוסחות בצורה בהירה ועניינית (לא בהכרח כקשר בין שני משתנים).

3. ניסוח שאלת החקר.

שאלת החקר מכוונת תמיד לניסוי שניתן לביצוע בתנאי המעבדה של בית הספר.

להלן **ארבעה קריטריונים** בבחירת שאלת החקר ובניסוחה :

i. **השאלה מבטאת קשר בין שני משתנים**

המשתנה הבלתי תלוי (הגורם המשפיע) – הגורם שבוחרים לשנותו במהלך הניסוי .

המשתנה התלוי (הגורם המושפע) – הגורם שמושפע עקב השינוי במשתנה הבלתי תלוי.

ii. **שאלת החקר מנוסחת כך שניתן לזהות בברור את שני המשתנים.**

ניתן לנסח את שאלת החקר באמצעות שאלות כגון :

כיצד משפיע על.....?

כיצד השינוי ב..... ישפיע על.....?

מהו הקשר בין..... לבין.....?

כיצד ישתנה..... אם נשנה את.....?

iii. **השאלה ניתנת לבחינה בדרך ניסיונית, כלומר לתלמידים ברור כיצד לשנות את**

המשתנה הבלתי תלוי וכיצד למדוד את השינוי במשתנה התלוי.

iv. **התשובה לשאלה אינה ברורה / ידועה מראש.**

4. ניסוח ההשערה

ההשערה היא תשובה אפשרית **ומנומקת** לשאלת החקר.

ההשערה צריכה להיות :

- מתאימה לשאלת החקר שנבחרה ולניסוי שיתוכנן.
- מוסברת ומנומקת על בסיס ידע מדעי רלבנטי ונכון.
- מנוסחת באופן בהיר וענייני .

5. תכנון הניסוי

ניסוי מדעי בא לבחון קשר (יחס) בין שני משתנים. הדרך המקובלת לביצוע ניסוי מדעי היא שינוי

מבוקר של גורם אחד בלבד (המשתנה הבלתי תלוי) ובדיקת השפעתו על גורם אחר (המשתנה

התלוי).

קווים מנחים לתכנון הניסוי:

- בכל ניסוי משנים באופן מבוקר רק גורם אחד שהוא המשתנה הבלתי תלוי, כפי שהוגדר

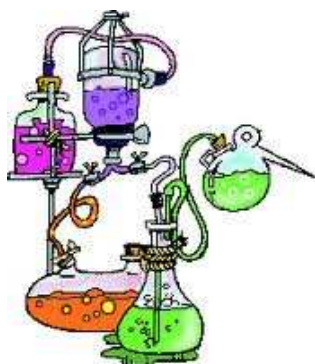
בשאלת החקר. השינוי יכול להיות בסוג המשתנה או בגודלו.

- תכנון הניסוי חייב לכלול :

i. הסבר על דרך השינוי של המשתנה הבלתי תלוי .

ii. הסבר על שיטת המדידה של השינוי במשתנה התלוי.

iii. ציון הגורמים שנשארים ללא שינוי (הגורמים הקבועים).



- יש לתכנן לפחות 4 שינויים במשתנה הבלתי תלוי (4 מערכות ניסוי שונות), על מנת שאפשר יהיה לעבד את התוצאות בצורה גרפית ולקבוע בצורה אמינה את מגמת השינוי במשתנה התלוי.
- בכל ניסוי יש להגדיר את **הבקרה**. מטרת הבקרה היא לקבוע אם אכן השינוי במשתנה הבלתי תלוי שנבחר הוא הגורם לשינוי במשתנה התלוי.
- הבקרה היא למעשה **מערכת ייחוס** המאפשרת השוואה בין תוצאות הניסוי. הבקרה עשויה להיות:
 - בקרה חיצונית – מערכת שאינה כוללת את הגורם אותו משנים במהלך הניסוי.
 - בקרה פנימית השוואתית – בניסויים בהם בודקים מהו סוג הקשר בין שני המשתנים, כל מערכת מהווה מעין בקרה למערכות האחרות.
 - המערכת שבניסוי המקדים שבוצע בשלב הכרות עם התופעה.
- בכל ניסוי חייבים לבצע **חזרה** על כל אחד מהשינויים במשתנה הבלתי תלוי. כלומר, חזרה מדויקת על הניסוי על מנת לבדוק שהתוצאות שהתקבלו מייצגות תופעה אמיתית ולא מדובר בתופעה מקרית או חד פעמי כתוצאה מטעות בביצוע הניסוי.
- אם בשל מגבלות המעבדה בבית הספר אין אפשרות לתכנן לפחות 4 מערכות ניסוי או לבצע חזרה, בדיון המסכם, על התלמידים להתייחס לכל גורם כאל אחת ממגבלות הניסוי.

לסיכום, תכנון הניסוי חייב לכלול:

- הגדרת שני המשתנים.
- ציון הגורמים הקבועים.
- תיאור מפורט של שלבי העבודה, כולל הגדרת הבקרה ומספר החזרות (אם זה אפשרי).
- רשימה מפורטת של חומרים וכלים הדרושים לביצוע הניסוי.
- יש לציין את כמויות החומרים, ריכוזי התמיסות ולגבי הכלים – גודל וכמות.

6. ביצוע הניסוי המתוכנן

לפני הניסוי ובמהלך ביצועו יש להקפיד על:

- שיתוף של כל חברי הקבוצה.
- הרגלי עבודה נכונים: התארגנות נכונה, ביצוע על פי הנחיות, שמירה על סדר וניקיון בשולחן העבודה, שמירה על כללי הבטיחות במעבדה.
- הכרת שיטות העבודה לביצוע הניסוי, שימוש נכון בכלי המעבדה ובמכשירים.
- רישום מסודר של תצפיות ותוצאות (מומלץ להכין טבלה מראש).

7. הצגת התוצאות ועיבודן

תוצאות הניסוי הן המדידות ו/או התצפיות שנערכו במהלך הניסוי. מומלץ לארגן את התוצאות בטבלה או תרשים.

[ארגון התוצאות בטבלה](#) (ראה טבלה לדוגמא)

- יש לרשום כותרת מתאימה לכל טבלה, המציגה את שאלת החקר.
- יש לרשום כותרת לכל עמודה ולציין את יחידות המדידה של הגורם הנמדד.
- יש להקפיד על רישום התוצאות ביחידות מדידה אחידות.
- טבלה לדוגמא:

כותרת הטבלה (למשל, תוצאות הניסוי לבדיקת _____)

מספר המדידה	המשתנה הבלתי תלוי (יחידות)	המשתנה התלוי (יחידות)	תצפיות נוספות
1			
2			
3			
4			
5			

עיבוד גרפי של התוצאות

- במידת האפשר, יש לעבד את התוצאות בצורה גרפית באמצעות גרף או דיאגרמה.
- ניתן להכניס את נתוני הטבלה לגיליון אלקטרוני (excel) ולעבד אותם לגרף מתאים (או דיאגרמה).
 - ניתן לשרטט גרף ידני.
 - ניתן לאסוף נתונים ולעבד אותם לגרף ממוחשב באמצעות שימוש בחיישנים (מעבדות ממוחשבות).
 - בכל מקרה יש לצרף את הגרף לדו"ח הפעילות.

כללים לשרטוט גרף:

- ✦ רישום כותרת לגרף
- ✦ ציון המשתנים על גבי הצירים: המשתנה הבלתי תלוי – על ציר ה-X והמשתנה התלוי על ציר ה-Y.
- ✦ ציון היחידות בהן נמדדו שני המשתנים.

יש להקפיד לבחור את צורת הגרף המתאימה:

-  **גרף רציף**, במידה והשינוי במשתנה הבלתי תלוי הוא רציף (פיזור XY בגיליון האלקטרוני).
-  **דיאגרמת עמודות**, במידה והשינוי במשתנה הבלתי תלוי אינו רציף (בדיד).

8. ניתוח התוצאות והסקת המסקנות

ניתוח / פרוש התוצאות כולל תיאור מילולי, תמציתי וברור של הקשרים בין המשתנים המופעים בתרשים, בטבלה או בגרף.

ניתוח מדעי של טבלה: (יעשה כאשר אין אפשרות לעיבוד גרפי של התוצאות)

הניתוח יינתן בשתי רמות:

- תיאור ברמה מילולית** של המגמות בטורים ובשורות (עליה, ירידה), שינויים במגמות.

ii. **פרשנות** –הסבר כימי למגמות ולשינויים המבוסס על ידע מדעי רלוונטי ונכון.

ניתוח מדעי של גרף :

בניתוח גרף יש להתייחס לרמות הבאות:

i. **תאור מילולי של צורת הגרף :**

- ✓ עולה/ יורד
- ✓ ליניארי או לא (מציאת הפונקציה המתמטית אם רוצים)
- ✓ במידה ויש שינוי במגמת הגרף, לציין מתי הוא מתרחש (החלקים השונים בגרף)
- ✓ נקודות המפגש של העקומה עם הצירים במידת האפשר, התייחסות להמשך הגרף (אקסטרפולציה)

ii. **פרשנות** –הסבר כימי למגמות ולשינויים בגרף, מבוסס על ידע מדע רלוונטי ונכון.

iii. **השוואה בין גרפים** – כאשר יש יותר מגרף אחד וניתן להשוות ביניהם. בהשוואה יש להתייחס לכל אחת מן הנקודות להן התייחסנו בגרף הבודד, תחילה ברמה המילולית ואחר-כך בהסבר הכימי.

הסקת המסקנות:

i. המסקנה/מסקנות מהווה/מהוות **תשובה לשאלת החקר** ומנוסחות ברמה של הכללה.

ii. בשלב זה יש להתייחס בצורה עניינית **למידת התמיכה** של המסקנות בהשערה.

9. **דיון מסכם (בקבוצה)**

הדיון המסכם יכול ל:

i. התייחסות ביקורתית לתוצאות (הערכת איכות המדידות ודיוקן דיון במגבלות הניסוי וכדומה).

ii. התייחסות ביקורתית לתוקף המסקנות (התייחסות למידת ההשפעה של תכנון הניסוי ו/או ביצוע הניסוי על המסקנות)

הגורמים שעשויים להשפיע על תוקף המסקנות הם:

- מספר החזרות לכל מדידה
- מספר המדידות על פיהן הוסקו המסקנות
- רוחב טווח השינויים (המדידות)
- ליקויים נוספים בתכנון ו/או בביצוע.



במידה והמסקנות אינן תומכות בהשערה יש לנסח מחדש את ההשערה או להצביע על שינויים בתכנון הניסוי.

iii. ניסוח שאלה /שאלות שעולה/ עולות בעקבות הניסוי.

סיום של ניסוי חקר הוא התחלה של ניסוי חקר חדש!

10. דו"ח הניסוי

דו"ח הניסוי הוא דו"ח קבוצתי (כל קבוצה מגישה דו"ח אחד). תלמידי הקבוצה ידאגו לצלם את הדו"ח לתיקים האישיים שלהם.

הגשת דו"ח של ניסוי

- הדו"ח יהיה מאורגן, אסתטי, **כתוב בכתב יד ברור או מודפס**. מומלץ למספר את העמודים.
- אפשרויות הגשת הדו"ח
 - i. דו"ח "חם" - דו"ח שנכתב תוך כדי ביצוע פעילות החקר במעבדה ומוגש למורה בסיומה.
 - ii. דו"ח "קר" - התלמידים רושמים דו"ח במהלך ביצוע הניסוי, אך מסיימים ומארגנים אותו מחוץ לשעות המעבדה. הדו"ח יוגש במועד שיקבע על-ידי המורה, בצופן כל הרשימות שנעשו תוך כדי ביצוע הפעילות במעבדה.

מומלץ לשלב בין שתי האפשרויות להגשת הדו"ח.

• דו"ח הניסוי יכלול:

1. שם הניסוי
2. תאריך
3. שמות התלמידים בקבוצה
4. **כותרת מודגשת** לפני כל אחד משלבי הניסוי כמפורט להלן:
 - תצפיות
 - שאלות בעקבות ההכרות עם התופעה
 - שאלת חקר
 - השערה
 - תכנון ניסוי
 - הצגת התוצאות ועיבודן
 - ניתוח התוצאות והסקת המסקנות
 - דיון מסכם
5. לדו"ח הניסוי יצורפו:
 - דף ההנחיות לביצוע הניסוי
 - טופס הזמנה של חומרים וציוד מהלבורנט/ית
 - דף ההערכה
 - רשימות שנעשו תוך כדי ביצוע הפעילות (במקרה של הגשת דו"ח "קר")
 - רצוי לשדך הכל ולשים בניילונית.

הדוח יוגש עד שבוע לאחר הניסוי. על איחור של עד שבוע מהתאריך שנקבע ירדו 10 נקודות מהציון. לא יתקבלו דוחות לאחר מכן.

11. הצגת הניסוי בעל-פה

- בשיעור הכיתתי שיוקדש לסיכום הפעילות, קבוצות התלמידים יציגו, בקצרה, בפני חבריהם לכיתה את ממצאי הניסוי שערכו.
- הצגת הניסוי צריכה להיות בהירה ועניינית, תוך שימוש באמצעי המחשה (מצגת, שקפים וכדומה).
- בהצגת הניסוי יכולים להשתתף כל חברי הקבוצה או חלק מהם.

