

# חוברת הנחיות לביוחקר תיכון אמית"ת נחשון מגמת ביולוגיה

מעודכן נובמבר תשפ"ד

## שלבי הביוחקר

1. בחירת נושא, צפייה בתופעה ביולוגית, בחירת אורגניזם.
  2. איתור לפחות 2 מקורות מידע אמינים הקשורים לנושא הנבחר.
  3. מילוי טבלה לאישור המנחה ותיקונה לאחר הערות.
  4. הכנת רשימת כלים וחומרים ללבורנט לביצוע הניסוי המקדים.
  5. ביצוע ניסוי מקדים.
  6. הגשת דו"ח "תיעוד ההכנה לחקר" . (20%)
  7. הכנת רשימת כלים וחומרים ללבורנט לביצוע הניסוי המרכזי.
  8. ביצוע ניסוי הביוחקר.
  9. הגשת דו"ח "תוצאות הביוחקר" (20%)
  10. כתיבת המבוא בהתבסס על לפחות 4 מקורות מידע מהימנים.
  11. כתיבת מערך החקר, כולל חומרים ושיטות
  12. כתיבת פרק התוצאות.
  13. כתיבת פרק דיון ומסקנות.
  14. הגשת עבודת סיכום ביוחקר סופית. (30%)
  15. בחינה אישית. (20%)
- \*לאחר סיום יוגש גם דו"ח סיור. (10%).

## פירוט והסברים על שלבי התהליך –

(1) בחירת נושא/ צפייה בתופעה ביולוגית/ בחירת אורגניזם.

נושאים לביוחקר – נביטה, פוטוסינתזה, נשימה תאית, דיות, השחמה, אלולופתיה, מעבבים, ריקבון, חדירות קרום התא, תסיסה, החמצה, ויטמין C...

(2) איתור לפחות 2 מקורות מידע אמינים הקשורים לנושא הנבחר.

מקורות המידע צריכים לתת מענה לבסיס הביולוגי לשאלת החקר. לדוגמא – שאלת חקר: מהי השפעת ריכוז הדבש על קצב גדילת חיידקים? מקורות המידע צריכים לתת את התשובה לשאלה זו ואת המנגנון המסביר את השפעת הדבש ומרכיביו על התרבות חיידקים.

\* חובה לשמור את הקישור למקורות המידע לרישום בפרק הביבליוגרפיה.  
\* סה"כ חובה לפחות 4 מקורות מידע מהימנים (ויקיפדיה יכול להיות בנוסף לארבעה)

מקורות המידע יכולים להיות מ: אופק, דזידסון, גלילאו, הידען, מכון וייצמן, מרכז המורים לביולוגיה, אוניברסיטאות, בשער ועוד...

(3) מילוי טבלה לאישור המנחה.

קבוצה 1:	<u>הסבר</u>	
שם _____ ת.ז. _____ שם _____ ת.ז. _____		
	יש להתייחס למניע שהוביל לבחירת הנושא לדוגמא, קשר לעולם האמיתי או האישי/רלוונטיות הנושא.	נקודת המוצא לחקר
	יש לציין את האורגניזם הנבדק. אם האורגניזם ייקבע בניסוי מקדים, יש לציין זאת. יש לנסח על פי התבנית: מהי השפעת (בלתי תלוי) על (משתנה תלוי) באורגניזם _____? <b>או...</b> מה הקשר בין (משתנה בלתי תלוי) ו (משתנה תלוי) באורגניזם _____? לא לשכוח את סימן השאלה בסוף השאלה.	שאלת החקר
	על ההשערה להציע כיוון להשפעה של המשתנה הבלתי תלוי על התלוי. יש להקפיד על תבנית "ככל ש... כך..." בכל המקרים שהתבנית הזו מתאימה	השערה
	הבסיס הביולוגי הינו הסבר קצר להצדקת ניסוח המגמה של ההשפעה של המשתנה הבלתי תלוי על המשתנה התלוי כפי שנוסחה/נקבעה בהשערה	בסיס ביולוגי להשערה (בקצרה)

	קישור למקור מידע	קישור ממנו נלקח הבסיס הביולוגי להשערה. במידה שמסתמכים על AI יש לציין זאת.
	הגדרת המשתנה הבלתי תלוי	ניסוח הגדרת המשתנה הבלתי תלוי כאן והניסוח שלו בשאלה צריך להיות זהה.
	המשתנה הבלתי תלוי	טווח הטיפולים יהיה טווח ריאלי/הגיוני, שיאפשר לראות הבדל בין הטיפולים. יש לציין לפחות את ערך המינימום וערך המקסימום של המשתנה הבלתי תלוי (רצוי לפרט את הערכים של כל הטיפולים) יש לקבוע את טווח הטיפולים באמצעות ניסוי מקדים/מידע מהספרות/התייעצות עם לבורנט או מורה עמית למשל. יש להוסיף את יחידות המדידה של המשתנה הבלתי תלוי אם טווח הטיפולים ייקבע בבדיקה מקדימה, יש לציין זאת נדרשים 5 טיפולים (אלה אם כן ישנן הקלות)
	תיאור אופן הביצוע של השינוי במשתנה הבלתי תלוי	תארו כיצד תבצעו את הכנת הטיפולים השונים בניסוי
	הגדרת המשתנה התלוי	המשתנה התלוי חייב להיות תהליך ביולוגי
	המשתנה התלוי	דרך המדידה/מכשור שבאמצעותה/ו יימדד המשתנה התלוי יחידות המדידה של המשתנה התלוי
	הבקרה בניסוי ותרומתה (בקרה ללא המשתנה הבלתי תלוי/השוואתית)	יש לבחור בסוג הבקרה המתאים לניסוי יש לציין מפורשות את הטיפול שמשמש כבקרה יש להסביר מה תרומתה של הבקרה לתקפות הניסוי
	גורם 1	צינו שלושה גורמים שיישמרו קבועים בניסוי הראשי ואת הערך שלהם (כולל יחידות מדידה)
	גורם 2	צינו מה הדרך שבה תשמרו על גורמים אלה זהים בין כל הטיפולים
	גורם 3	
	חזרות	ראו נספח 1 בסוף החוברת
	שאלת חקר נוספת (לקבוצה של 3 תלמידים)	יש לסמן האם השאלה תיבדק באופן <b>מעשי</b> או שהיא תתוכנן <b>תיאורטית</b> אם השאלה היא תיאורטית, יש להעלות שאלה שתתן עומק נוסף לחקר (ושאי אפשר לבדוק אותה באמצעים הקיימים בבתי הספר).
	הקשר בין שתי שאלות החקר	יש להסביר מהי התרומה של השאלה השנייה להבנת נקודת המוצא ומה הקשר שלה לשאלה הראשית

	יש לציין האם החקר יתבצע בבית הספר/בבית (נדרש אישור הורים)/במכון מחקר	מיקום ביצוע החקר
--	--	------------------

4) ביצוע ניסוי מקדים.

כל קבוצה תבצע ניסוי על מנת לוודא שהניסוי המרכזי אכן יצליח.

אפשרויות לניסויים מקדימים	נושא הניסוי
בחירת סוג הזרע, מצע הגידול, גודל הצלחת...	נביטה
מציאת הטווח לביצוע הניסוי	ריכוזים/טמפרטורה/PH
שיטת גידול: מוצק או נוזלי.	חיידקים
בחירת דרך המדידה המדוייקת ביותר (משורה, פיפטה, מזרק, פליטת חמצן, קליטת פד"ח, ציפת דיסקיות...)	דרך מדידה של המשתנה התלוי

5) דו"ח תיעוד ההכנה לחקר - מהווה 20% מהציון הסופי לביחוקר.

6) **שאלת החקר** - מה הקשר בין המשתנה הבלתי תלוי לבין המשתנה התלוי?  
מהי השפעת המשתנה הבלתי תלוי על המשתנה התלוי?

**רקע ספרותי** -

מה יש לכתוב בפרק זה? **השערה** (5 נק).

**בסיס ביולוגי** להשערה (10 נק) - **מתוך הספרות**. לא לשכוח קישור למקור

המידע ממנו נלקח הבסיס הביולוגי.

**משתנה תלוי** (3 נק), יחידות מדידה (2 נק) ודרך המדידה שלו (3 נק).

**משתנה בלתי תלוי** (3 נק), הדרך לשנותו (2 נק), מספר טיפולים (2 נק)

טווח הערכים שיבדקו (3 נק), ערכים/יחידות (3 נק).

**בדיקות מקדימות** - (3 נק) מה נבדק בבדיקות המקדימות -

(3 נק) תוצאות הבדיקות המקדימות – בטבלה.

(4 נק) מסקנות/תובנות מהבדיקות המקדימות -

**תכנון ניסוי סופי** -

(6 נק) האורגניזם הנבדק (טקסונומיה: ממלכה, מערכה...עד מין)

(6 נק) מספר פריטים בכל טיפול ו/או חזרות.

(6 נק) גורמים קבועים (לפחות שלושה) והדרך לשמור אותם קבועים (6 נק)

(10 נק) בקרות - מהן? ומה החשיבות שלהן?

(20 נק) מערך הניסוי - תארו את מהלך הניסוי בקצרה, ובאופן מדויק, כך שהקורא יוכל לחזור ולבצע

אותו. בכל שלב ציינו את שיטות העבודה והמדידה. יש לכלול במערך הניסוי גם את הכלים,

החומרים ולוח הזמנים. **יש להכין טבלה לרישום תוצאות גולמיות.**

שימו לב: את מערך הניסוי יש לרשום בלשון **עתידי** (נחתוך, נקלף...).

**לפניכם דוגמאות לכתיבת חלקים מהדו"ח:**

**דוגמא לטקסונומיה** -

האורגניזם הנבדק: זרעי מש

ממלכה: צומח

מערכה: בעלי פרחים

מחלקה: דו-פסגיים

משפחה: קטניות

סוג: לוביה

מין: מש

## דוגמא לתיאור מערך הניסוי:

### רשימת חומרים ומהלך הניסוי

#### • רשימת הכלים והחומרים

הכינו את רשימת הכלים והחומרים הדרושים לביצוע הבדיקות המקדימות/הניסוי הראשי.

### רשימת ציוד מפורטת ללברנטית

כמות	חומר/ כלי	
		חומר חי
	חומרים	
	כלים	
	מכשירים	

לדוגמה:

כלים וחומרים לניסוי "השפעת ריכוז מיצוי מעלי אורן על שיעור הנביטה של זרעי חיטה"

שמות התלמידים: \_\_\_\_\_ כיתה: \_\_\_\_\_

תאריך הזמנה: \_\_\_\_\_ תאריך ביצוע הניסוי: \_\_\_\_\_

כמות	חומר/ כלי	
	100 גרם	עלי אורן
500	זרעי חיטה	
חצי ליטר	מים מזוקקים	חומרים
כמות מספקת לכיסוי צלחות הפטרי	צמר גפן	
25	נייר סינון לכיסוי צלחות הפטרי או מגבות נייר	
5-10	גזה ארבע שכבות לסינון	
1	כוס כימית 500 מ"ל	כלים
5	כוסות כימיות 250 מ"ל	
2	משורות 50 מ"ל	
2	משפכים	
25	צלחות פטרי	
1	טוש לא מחיק	
	מאזניים	מכשירים
	בלנדר	

#### • פרוטוקול הניסוי/ מהלך הניסוי

כתבו בצורה מפורשת ומפורטת, כמתכונן, את כל שלבי מהלך הניסוי הראשי המתוכנן. אלו יהיו הוראות הביצוע לניסוי כך שאתם ומי שירצה לחזור אחריכם על הניסוי יוכל לעשות זאת בצורה מדויקת.

דוגמא:

**מהלך העבודה:**

**שלב ראשון: הכנת מיצוי עלי אורן**

1. שקלו 100 גרם עלי אורן
2. הכניסו את העלים השקולים לתוך בלנדר
3. הוסיפו 100 מ"ל מים מזוקקים
4. ערבבו
5. כתשו את העלים בבלנדר עד לקבלת מחית
6. סננו דרך ארבע שכבות גזה. זה המיצוי 100%

**שלב שני: הכנת מיהולים של מיצוי עלי אורן**

7. עבדו לפי הטבלה

מס' כוס כימית	נפח מיצוי עלי אורן (מ"ל)	נפח מים מזוקקים (מ"ל)	ריכוז סופי של מיצוי עלי אורן (%)
1	0	50	0
2	5	45	10
3	12.5	37.5	25
4	25	25	50
5	50	0	100

**שלב שלישי: הכנת מצעי ההנבטה**

8. הכינו 25 צלחות פטרי (5 צלחות לכל טיפול):
  - חלקו את הצלחות ל-5 קבוצות (5 צלחות בקבוצה)
  - סמנו את הצלחות מבחוץ בתחתית על פי ריכוז המיצוי ומספר חזרה (למשל ריכוז 0% חזרה 1, ריכוז 0% חזרה 2 וכך הלאה)
  - רפדו כל צלחת בפיסת צמר גפן באותו גודל כך שיכסו היטב את תחתית הצלחת
  - כסו את צמר הגפן בעיגול נייר סינון או מגבת נייר כך שכל צמר הגפן יהיה מכוסה
  - השקו את הצלחות ב 25 מ"ל מים/מיצוי בריכוז המתאים (מדדו בעזרת המשורות)
  - הניחו על כל נייר סינון 20 זרעי חיטה, מפוזרים באחידות
  - כסו את הצלחות
  - הניחו את הצלחות במקום חמים (לא חם מדי) ובתנאי צל

**שלב רביעי: איסוף התוצאות הגולמיות**

9. ספרו את מספר הזרעים שנבטו בכל צלחת במשך חמישה ימים מתחילת הניסוי
10. הכינו טבלה לאיסוף התוצאות הגולמיות ביומן העבודה



**דוגמה לטבלה למעקב אחרי הניסוי ולאיסוף תוצאותיו הגולמיות.**

השפעת ריכוז מיצוי אורן על קצב הנביטה של זרעי חיטה

מספר זרעים שנבטו לאחר X ימים מתוך 20 זרעים					מספר חזרה	ריכוז מיצוי עלי אורן (%)
5	4	3	2	1		
					1	0
					2	
					3	
					4	
					5	
					1	12.5
					2	
					3	
					4	
					5	
					1	25
					2	
					3	
					4	
					5	
					1	50
					2	
					3	
					4	
					5	
					1	100
					2	
					3	
					4	
					5	

דוגמה לגורמים קבועים והדרך לשמור אותם קבועים -

צפיפות: הטמנת 15 זרעי מש בכל כלי

אופן ההטמנה: הזרעים הוצמדו לדופן הכלי השקוף, כאשר הוצמד אליהם נייר סינון שהפריד בין הזרעים לאדמת השתילה.

סוג הקרקע: אדמת חמרה.

כמות מים בהשקיה: הזרעים הושקו בחצי כוס מי ברז בשלב העמדת הניסוי וב-30 מ"ל מים מידי יומיים. טמפרטורה: כל הכלים הונחו בתוך קופסת קרטון סגורה באותו חדר.

חשיפה לאור: הזרעים לא נחשפו לאור שכן היו בקופסה סגורה.

משך הניסוי: שבועיים (14 יום) בכל הטיפולים.

### הפניה למקור מידע:

- יש להוסיף הפניה למקור מידע מגוף העבודה, בפסקה הכוללת את המידע הרלוונטי. ההפניה אפשרית בכל דרך מקובלת, למשל:
- א. בסוגריים הכוללים את שם משפחה של המחבר ואת שנת ההוצאה, כאשר פסיק מפריד ביניהם, לדוגמה: "הטבלה לרישום התוצאות הגולמיות נבנתה לפי הכללים המקובלים (פרידלנדר, 2003) והיא כוללת...."
- ב. בסוגריים הכוללים את המספר הסידורי של מקור המידע ברשימה הביבליוגרפית. לדוגמה: "ההשפעה המיטבית של כל גורמי הסביבה קובעת את כושר הנשיאה (4)..."
- כאשר 4 הוא מספרו הסידורי של מקור המידע. המקורות ירשמו לפי סדר אלף ביתי, כמקובל.

### 6) ביצוע ניסוי הביוחקר

- יש להגיש ללבורנטית טרם ביצוע הניסוי את רשימת הכלים והחומרים המדוייקת כולל כמויות. חלק מהחומרים בית הספר יספק וחלק ירכש על ידיכם. יש להגיע עם הטבלה לרישום התוצאות הגולמיות.

**תיעוד תוצאות החקר - מהווה 20% מציון הביחוקר סופי.**

- א. תוצאות גולמיות (כל התוצאות שהתקבלו בכל הניסויים, ללא כל עיבוד). (20 נק)
- ב. תוצאות מעובדות הכוללות: טבלה (20 נק), גרף (20 נק), תיאור מילולי של התוצאות יש לתאר מגמתיות במידה ויש (15 נק), (ככל ש.... הבלתי תלוי ... עולה/יורד/ בטווח של.... כך..... דרך המדידה עולה/יורד....), תמונות מקוריות של התלמידים (10 נק)
- ג. מסקנות ישירות מהתוצאות. (ככל ש.... הבלתי תלוי ... עולה/יורד/ בטווח של.... כך..... המשתנה התלוי עולה/יורד....) (15 נק).



דוגמאות -

**תוצאות גולמיות:**

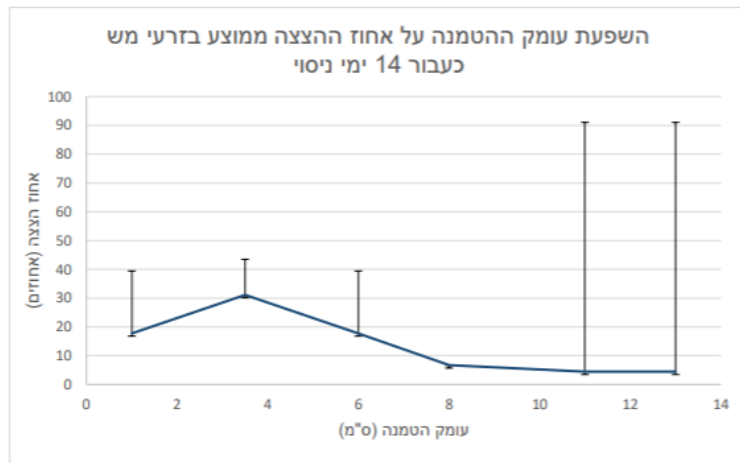
הטבלה שמילאתם הכוללת את כל הנתונים בכל יום.

**תוצאות מעובדות -**

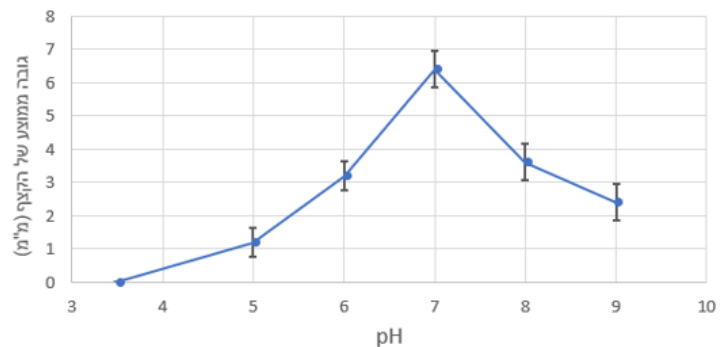
עיבוד התוצאות כולל טבלה של תוצאות מעובדות, גרף ותיאור מילולי של התוצאות, התייחסות לממוצע ולמידת הפיזור של התוצאות סביב הממוצע (חישוב סטיית תקן)

השפעת ריכוז מיצוי עלי אורן על קצב הנביטה של זרעי חיטה

סטיית התקן <sup>22</sup>	ממוצע אחוז הנביטה לאחר X ימים	ריכוז מיצוי עלי אורן (%)
		0
		12.5
		25
		50
		100



השפעת ה pH על קצב פירוק מי חמצן על ידי מיצוי מפקעות תפוח אדמה



תיאור תוצאות

בגרף זה ניתן לראות את השפעת עומק ההטמנה של זרעי מש על שיעור ההצצה בממוצע. ניתן לראות ששיעור ההצצה המרבי הוא בעומק של 3.5 ס"מ עד לעומק הטמנה של 3.5 ס"מ יש עלייה בשיעור ההצצה, ומ 3.5 ס"מ ככל שעומק ההטמנה גדל יש ירידה בשיעור ההצצה.

דוגמא נוספת –

ב  $\text{pH} = 3.5$  קצב פירוק מי החמצן על ידי מיצוי מפקעות של תפוח"א אפסי. קצב הפירוק עולה [בתחילה בהדרגה ואח"כ בצורה חדה יותר] עם עליית ה-  $\text{pH}$  עד  $\text{pH} = 7$ . קצב הפירוק יורד [באופן חד] בין  $\text{pH} = 7$  ל- $\text{pH} = 9$  [מעבר לכך לא נבדק].

תיעוד בתמונות -

יש להוסיף את הפרטים הבאים לכל תמונה:

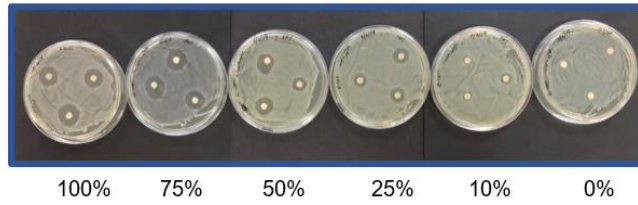
מספר תמונה

כותרת לתמונה

פרטים לרכיבים של התמונה

לדוגמה:

תמונה 3: השפעת ריכוז המוקסיפן על עיכוב גדילת חיידקי E.coli



פירוט ניקוד -

ניקוד מלא	
20	תוצאות גולמיות (מלל או טבלה)
5 5 5 5	תוצאות מעובדות - <b>טבלה:</b> כותרת לטבלה יחידות מידה בכותרת מיקום ציר XY כותרות צירים
5 5 5 5	<b>גרף:</b> כותרת ( תלוי/מדידה, בלתי תלוי, אורגניזם) מיקום ציר XY כותרות צירים+מרווחים סוג הגרף+נקודת התחלה
5 5 5	<b>תיאור מילולי:</b> הצגת מגמה קשר בין המשתנים הצגת תוצאה ולא מסקנה (לפי דרך המדידה)
10	<b>תמונות מקוריות של התלמידים</b>
10 5	<b>מסקנה:</b> קשר בין בלתי תלוי ותלוי כולל מגמה. ללא הסבר תוצאות.

## שלבי העבודה לרישום התוצאות

- (1) בניית טבלה גולמית.
- (2) **חישוב הממוצע** עבור כל שלב, כלומר אם בדקתם תוצאה כל 5 דקות, יש לחשב את הממוצע עבור כל המבחנות לאחר 5 דקות וכן הלאה.  
על מנת לחשב ממוצע יש לשים את הסמן בתחת לעמודה שרוצים לחשב, ללחוץ על "נוסחאות"—"הוספת פונקציה" ושם לבחור את AVERAGE. יש לסמן את כל התאים שלהם אתם עושים ממוצע. [סרטון הדרכה של אילן תם](#).
- (3) **חישוב סטיית תקן** נעשה רק עבור התוצאה האחרונה, לדוגמא אם בדקתם קצב...כל 5 דקות וסיימתם לאחר 20 דקות את הניסוי, יש לחשב סטיית תקן רק עבור ה-20 דקות האחרונות בכל טיפול.  
יש לעמוד עם הסמן מתחת לממוצע של התוצאה האחרונה (כמו מתחת לממוצע של 20 דקות) ללחוץ על "נוסחאות"—"הוספת פונקציה" ולבחור את STDEV. שוב לסמן את כל התאים באותו הטור ללא הממוצע!!! [סרטון הדרכה של המורה אילן תם](#).
- (4) **בניית טבלה מעובדת** -  
בטבלה זו יש לעשות רק 3 עמודות: עמודה של הטיפול, עמודה של הממוצע של הבדיקה האחרונה (כמו אחרי 20 דקות) ועמודה של סטיית התקן.
- (5) **בניית גרף רק מהטבלה המעובדת**.  
לוחצים על "הוספה", בוחרים גרף XY שיש בו גם קו המחבר בין כל הערכים. מסמנים את הנתונים שרוצים שעליהם יבנה הגרף.  
מעצבים את הגרף כך שהמשתנה התלוי יהיה בצד שמאל.  
מוסיפים כותרת, כותרות לצירים.  
**מוסיפים סטיית תקן לגרף**: לוחצים על הגרף, עיצוב, הוספת רכיב תרשים, קווי שגיאה, אפשרויות נוספות של קווי שגיאה, התאמה אישית, ציין ערך, נפתח חלום קטן ובו לסמן את התאים של סטיית התקן שבטבלה, יש לעשות זאת פעמיים ולעשות אישור.  
הגדילו את הגרף כדי שתראו טוב את סטיית התקן ליד כל ממוצע. [סרטון הדרכה של המורה אילן תם](#).
- (6) **תיאור מילולי של התוצאות המעובדות**..ככל ש..כך.. כולל טווחים.
- (7) **מסקנות ראשוניות מהטבלה המעובדת**. ללא הסברים.  
דוגמא - ה pH האופטימלי לפעילות האנזים קטלאז שבמיצוי תפוח האדמה הוא 7. ככל שה pH נמוך או גבוה מה pH האופטימלי (בטווח הנבדק 3.5-9), פעילות האנזים יורדת.

## 8 מבנה העבודה הסופית והיקפה

עבודת הסיכום תהיה קבוצתית.  
גוף העבודה יהיה בהיקף של 8-12 עמודים מודפסים.  
יש לכתוב את העבודה בגופן Arial גודל 11 או בגופן David גודל 12.  
העבודה תוגש הן בקובץ דיגיטלי והן מודפסת.

### כללי הגשת העבודה



### פירוט פרקי העבודה

#### א. דף השער

- שם העבודה (שם העבודה יכול להיות יצירתי ו"מושך", אך עדיין עליו להתייחס לשני המשתנים, התלוי והבלתי תלוי, לקשר ביניהם, ולאורגניזם הנבדק)
- תמונה שצולמה על ידי התלמידים ושמייצגת את עבודת החקר
- שאלת החקר
- שמות חברי הקבוצה, שם בית הספר, כיתה, שם המורה ותאריך הגשת העבודה

**ב. תוכן העניינים** יכלול את ראשי הפרקים ואת מספרי העמודים בעבודה החל מהמבוא.

#### ג. הנחיות לכתיבת המבוא לביוחקר – (2-3 עמודים)

כתבו את המבוא ברצף, וכללו בו את הסעיפים האלה:

- נקודת המוצא לחקר: הסבירו בפירוט מהי חשיבות הנושא שנחקר/ מהי התועלת בביצוע החקר להבנת התופעה/ כיצד עבודת החקר תוכל לתת מענה לבעיה.
- הצגת האורגניזם (טקסונומיה ותמונה).
- הסבר על המשתנה התלוי.
- הסבר על המשתנה הבלתי תלוי והשפעתו על המשתנה התלוי.

- פסקה חדשה ובה - שאלת החקר שלכם (קו תחתון או אותיות בולטות) השערה הבסיס הביולוגי להשערה. אם נבדקו שתי שאלות יש לציין בבירור את הקשר ביניהן.

### **דוגמא לנושאים שיש לסכם במבוא במידה והשאלה היא -**

- **דוגמא 1:** מהי השפעת ריכוז האקונומיקה על קצב נבילת פרחי לוטוס? רקע עיוני לסיכום – מהי אקונומיקה והחומרים הפעילים שבה, מהו פרח כולל מבנה ותמונה, מחזור חיי הצמח כולל פירוט על שלב הנבילה, אורך חיים של פרח הלוטוס, טקסונומיה של לוטוס, מהו חיידק? גורמים המשפיעים על קצב התרבות חיידקים, השפעת האקונומיקה על קצב נבילת הלוטוס.
- **דוגמא 2 -** מהי השפעת הטמפרטורה על קצב פעילות האנזים קטלאז? רקע עיוני לסיכום - מהי טמפרטורה? מהם אנזימים? גורמים המשפיעים על פעילות האנזימים, יש לפרט ספציפית על השפעת טמפ' על פעילות האנזימים, לסכם על האנזים קטלאז.
- בכל סעיף או פסקה רשמו הפניה אל מקורות המידע עליהם מבוסס המידע. לדוגמה: "הטבלה לרישום התוצאות הגולמיות נבנתה לפי הכללים המקובלים (פרידלנדר, 2003) והיא כוללת..."
- ליד כל תמונה – מספרה אותו ותארו מה רואים בה, קישור למקור התמונה (במידה והתמונה אינה מקורית שלכם).
- בעבודה הסופית יש להוסיף פרק ביבליוגרפיה ובו לשים את כל הקישורים. בסוף כל פסקה יש לרשום את מספר הקישור, לדוגמא מקור 2 ואז ביבליוגרפיה במקור 2 תשימו את הקישור הנ"ל.

## **ד. מערך החקר, כולל חומרים ושיטות**

### **הנחיות לכתיבת פרק מערך החקר, כולל חומרים ושיטות- (2-3 עמודים)**

- מיקום ביצוע הניסוי, מועד הביצוע ותאריכי המדידות.
- המשתנה התלוי ודרך המדידה שלו – תיאור מפורט וברור, כולל יחידות המדידה.
- המשתנה הבלתי תלוי ודרך השינוי שלו- יש לפרט מהן קבוצות הטיפול השונות וכיצד הוכנו, ולהסביר מדוע נבדק טווח זה של המשתנה. (יש לשלב טבלה המסבירה כיצד הכנתם מיהולים/ריכוזים..)
- גורמים קבועים- מהם וכיצד נשמרו? מדוע חשוב שנשמרו קבועים?
- בקרות- מהן? מה חשיבותן?
- מספר החזרות הטכניות והביולוגיות. (ראה נספח 1).
- מהלך הניסוי ורשימת כלים וחומרים (יש לכתוב בלשון עבר).



הסבר על אופן עיבוד התוצאות-  
את התוצאות הגולמיות עיבדנו לטבלה של תוצאות מעובדות, גרף ותיאור מילולי של התוצאות,  
התייחסות לממוצע ולמידת הפיזור של התוצאות סביב הממוצע (חישוב סטיית תקן)  
-אם בוצעו בדיקות מקדימות שלבו את המידע שנלמד מהם בפרק זה, והפנו אל העמודים בנספח בו  
יפיעו הבדיקות המקדימות.

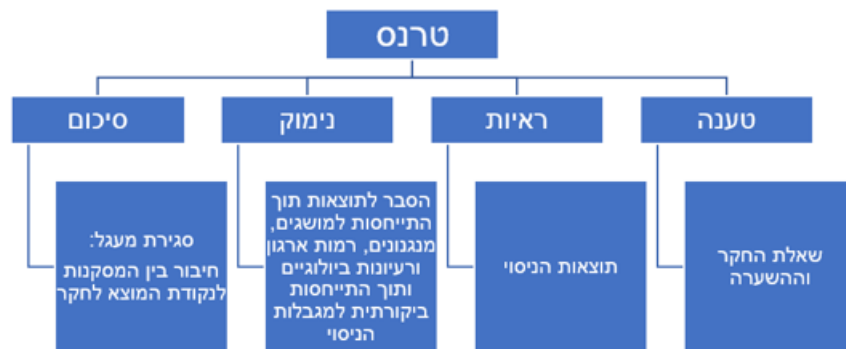
## ה. תוצאות

### הנחיות לפרק התוצאות – (2-3 עמודים)

הציגו רק תוצאות מעובדות, שיכללו ממוצעים, סטיית תקן ולפי הנדרש גם עיבודים נוספים. יש  
להפנות אל טבלת התוצאות הגולמיות שבנספח ("ראה נספח מספר ...").  
התוצאות יוצגו בטבלאות ובגרפים, שילוו בתיאור מילולי קצר. לכל גרף תצורף טבלת נתונים (היעזרו  
בקבצים שהגשתם בשלב "תיעוד תוצאות החקר"). ניתן להציג תוצאות גם בצילומים, בסכמות  
ובדרכים נוספות. **חובה לשלב תמונות שלכם מבצעים את הניסוי.**  
בחלק זה אין לדון בתוצאות או לפרשן, אלא לדווח עליהן באופן מדויק. בתיאור יש להתייחס למגמות,  
לנקודות שינוי של מגמות, ולמקרי קיצון.

## א. מסקנות ודיון

### הנחיות לכתיבת פרק הדיון ומסקנות – (יש לכתוב בלשון עבר)



תכנים שיש לכתוב בפרק –

• משפט פתיחה

\* רשמו את השאלה וההשערה שנבדקה, וקבעו האם תוצאות הניסוי מאששות את ההשערה או דוחות אותה, תוך הפנייה ברורה לתוצאות התומכות בכך.  
דוגמא - "תוצאות הניסוי שלנו מאששות/מפריכות את השערתנו".

\* מסקנה ישירה מתוצאות הניסוי. "לאור התוצאות שקיבלנו אנו מסיקים כי..."

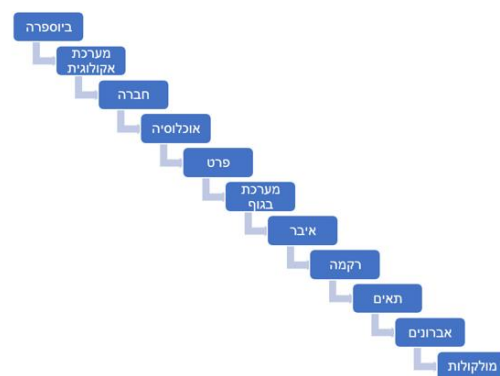
• ביסוס המסקנות בעזרת ראיות **מתוצאות הניסויים והמבוא**, ובאמצעות הסבר התוצאות על סמך ידע ביולוגי קודם. **חובה להפנות** לגרפים או לטבלאות כדי להצדיק את דבריכם. יש להתייחס גם למשמעות של **סטיית התקן**.

• הצעת הסברים לאי התאמות בין ההשערות לבין הממצאים, והבהרת משמעותם להמשך החקר.

שימו: ♥ אם בדקתם שאלת חקר נוספת - חזרו על הסעיפים הנ"ל גם לגבי שאלה זו.

-הרחיבו והעמיקו את הדיון תוך התייחסות ל-2 **רמות ארגון** נוספות לזו של אורגניזם (לדוגמא: הוספת הסבר ברמת התא ו/או ברמת המערכת האקולוגית ו/או הרמה המולקולרית).  
לדוגמא – אם הביוחקר עוסק באורגניזם כמו שמרים, ניתן להתייחס לרמת ארגון "התא" ולכתוב כי ברמת האברונים פועלים אנזימים במיטוכונדריה המבצעים נשימה תאית.

#### **רמות ארגון בביולוגיה**



• התייחסות ביקורתית למהימנות ולתוקף של תוצאות הניסויים או המסקנות, והעלאת הצעות לשיפור מערך הניסויים.

לדוגמא, התייחסו להיקף החקר (טווח הטיפוליים), לשונות בין התוצאות של החזרות (ביולוגיות וטכניות), לצורך בחזרות נוספות, לתרומה של חישוב סטיית התקן, לטיבו של מערך הניסוי (הטיפוליים, דרך המדידה, הבקורת, הגורמים הקבועים, אורגניזם אחר), וכן למגבלות הניסוי, כולל תקלות שאירעו).

\* אם לא בצעתם בדיקות מקדימות עליכם להתייחס בפרק הדיון גם לשאלת המשך החקר. נסחו את השאלה בבירור, והבהירו את חשיבותה להבנת הנושא שנחקר. יש להפנות לנספח בו מופיעות הבדיקות המקדימות.

- סגרו מעגל: הצביעו על תרומת החקר שלכם להבנת נקודת המוצא לחקר (ממנה יצאתם לחקר).

- הצביעו כיוון להמשך החקר. הבהירו את החשיבות של כיוון המחקר המוצע להבנת הנושא שנחקר.

**שימו: ♥ אם בדקתם שתי שאלות- התייחסו בדיון לממצאים שהתקבלו בשתי השאלות.**  
אם השאלה המשנית נבדקה באופן מעשי – התייחסו אליה בכל הסעיפים. במקרה שהשאלה המשנית הייתה הצעה תיאורטית, התייחסו לתוצאות הצפויות ולתרומה של בדיקת שאלה זו להבנת

## **ז. רשימת מקורות מידע**

- רשימת מקורות המידע תכלול לפחות ארבעה מקורות מידע אמינים.

- הרשימה תכתב לפי השיטה המקובלת. (לדוגמא , בפרק המבוא והדיון רשמו בסוגריים "מקור 2" ואז בביליוגרפיה במקור 2 תשימו את הקישור למקור עצמו)
- אין לכלול ברשימה מקורות מידע שאין אליהם הפניה מגוף העבודה.

## ח. נספחים לעבודה הכתובה

- דו"ח סיור אקולוגי
- יומן עבודה הכולל:
- 1) סיכום מפגשי הקבוצה וההחלטות שהתקבלו (לפי ההתכתבויות בווטצאפ הקבוצתי של הביוחקר)
- 2) סיכום מקיף של האורגניזם הנבדק
- 3) בדיקה/ות מקדימה/ות
- 4) דו"ח תיעוד ההצעה לחקר
- 5) דו"ח תוצאות
- 8) תמונות של תוצאות הניסוי שצולמו על ידי התלמידים
- \* בקבוצות של שלושה תלמידים גם מעקב אחר השאלה המשנית.
- תוצר אישי.

**מחווון לעבודת החקר של תלמידים (30%)**

פרק בעבודה	רכיב בפרק	ציון מוצע לרכיב	ציון הרכיב בעבודת התלמידים
מבוא (20 נקודות)	נקודת המוצא לחקר	2	
	הצגת האורגניזם (טקסונומיה ותמונה)	1	
	משתנה תלוי	3	
	משתנה בלתי תלוי	3	
	השפעה מפורטת של המשתנה הבלתי תלוי על התלוי	3	
	שאלת החקר	2	
	השערת החקר	2	
	הבסיס הביולוגי להשערה	2	
	הפנייה למקורות מידע	1	
	כתיבה ברצף (משפטי קישור)	1	
מערך הניסוי (7 נקודות)	פירוט רכיבי הניסוי (משתנים, בקורות, חזרות, מס' פריטים, קבועים, תוצאות בדיקות מקדימות, עיבוד התוצאות)	3	
	מהלך הניסוי (פרוטוקול)	3	
	רשימת כלים וחומרים	1	
תוצאות (5 נקודות)	טבלה מעובדת	1	
	גרף	2	
	תיאור מילולי של התוצאות	1	
	הפניה לתוצאות הגולמיות	1	
דיון (35 נקודות)	אזכור שאלת החקר וההשערה	1	
	אישוש או דחיית ההשערה	2	
	הסקת מסקנות	3	
	ביסוס למסקנות כולל הפניות	9	
	התייחסות לסטיית התקן	2	
	התייחסות לשתי רמות ארגון	3	
	התייחסות ביקורתית לניסוי ולתוצאותיו	7	
	תרומת החקר להבנת נקודת המוצא	2	
	הצעה להמשך חקר	2	
	הפניות למקורות מידע	3	
כתיבה ברצף (משפטי קישור)	1		
מקורות מידע	ארבעה מקורות מידע אמינים	8	
מבנה העבודה	דף שער כנדרש, מס' עמודים, סדר וארגון.	5	
הערכת תהליך הכתיבה	איכות הטייטה הראשונה, התייחסות להערות המורה, עמידה בלוחות זמנים, יומן עבודה הכולל את כל מרכיביו.	20	

## שאלה שנייה עבור שלישיית תלמידים

	8	שאלה, השערה ובסיס ביולוגי	שאלה שנייה
	5	הקשר בין השאלות	
	3	מהלך החקר (מפורט בפרק מערך החקר)	
	4	תוצאות (בפרק התוצאות)	
	10	דיון (בפרק הדיון)	



## 9) דוח סיור ביוחקר יב'

1. **מידע כללי:** רשמו מידע על בית הגידול/ מקום הסיור, תאריך, מקום, שמות תלמידים (עד שלושה), שם ביה"ס.

2. **מאפייני בית הגידול:** אפיינו את בית הגידול על בסיס מידע מהימן מהספרות ועל בסיס הנצפה בשטח. **לפי הספרות:** האתר ומיקומו, טופוגרפיה, נתוני אקלים (טמפרטורות ומשקעים) ונתונים רלוונטיים אחרים. (6 נקודות) נתונים ביוטיים כלליים – מאפייני החי והצומח של האזור. (4 נקודות)

**לפי הסיור:** תיאור מילולי של השטח, מאפיינים בולטים (כמו צמחיה, בע"ח, טופוגרפיה, סוג קרקע, מבנים/ כבישים (8 נקודות). תרשים השטח או צילום שמאפיין את בית הגידול. כדאי לצלם בסיור (2 נקודות)

3. **הסבירו על 3 מהתנאים אביוטיים האופייניים לבית הגידול (12 נקודות)**

4. **האם נראו סימנים להתערבות האדם? אם כן מהם? (2 נקודות)**

5. **א. ציינו לפחות ששה אורגניזמים שנצפו בסיור.** (יש לזהות את האורגניזמים עד הסוג) (12 נקודות)

**ב. הרחיבו והוסיפו מידע לגבי שני אורגניזמים:** לכל אחד משני האורגניזמים צרפו תמונה. הוסיפו מידע סיסטמתי הכולל: שם מין. תארו מבנים חיצוניים בולטים / אופייניים, וצינו מצב פנולוגי (מצב הצמח: עלים, פרחים, פירות) או התנהגות בבע"ח, כפי שנצפו בסיור. על שני האורגניזמים להיות מקבוצות סיסטמתיות שונות, ולפחות אחד מהם צריך להיות צמח. (16 נקודות)

6. **תארו שלוש התאמות של אורגניזמים שנצפו בסיור.** לגבי כל התאמה ציינו מהי ההתאמה, מהו היתרון לאורגניזם מהתאמה זו, ולאיזה נושא, מבין הבאים, היא מסייעת. (15 נקודות)

בצמחים או בבע"ח: התאמת האורגניזם לתנאי בית הגידול. יש להסביר את ההתאמה לבית גידול מסוים או לעונה מסוימת.

**בצמחים:** מניעה של אכילת הצמח על ידי בעלי חיים, דרך ההאבקה של הצמח, הפצת זרעים. **בבע"ח:** הגנה מפני טרפה, השגת מזון, תקשורת בין-מינית או תקשורת תוך-מינית. ההתאמות יכולות להיות באורגניזמים שונים, או באותו אורגניזם.

7. **תארו שלוש תופעות ביולוגיות שנצפו בשטח.** (12 נקודות)

תופעות ביולוגיות הן: מבנים, צורות, תהליכים או קשרים, המופיעים באורגניזם מסוים ולא באחרים, או בתנאים מסוימים ולא באחרים. לפחות אחת התופעות חייבת להיות קשורה ל**יחסי גומלין**. התופעות חייבות להיות שונות מההתאמות שהובאו לעיל.

הציעו הסבר ביולוגי / הסבר ליתרון הביולוגי ל**אחת** התופעות.

8. **מקור מידע:** יש לציין מקור מידע אחד הקשור לדוח הסיור. מקור המידע חייב להיות אמין, ויירשם על פי המקובל. (2 נקודות)

9. תוספת אישית : כל אחד מחברי הקבוצה כותב בקצרה (4-6 שורות), מידע מעניין הקשור לסיור או לדיווח עליו. כגון מידע הקשור לאחד האורגניזמים שנצפו (מהסיור או מהספרות) להשפעת האדם, או לכל נושא ביולוגי מעורר עניין . (4 נקודות)

את הדוח ניתן להכין בזוגות או שלישיות ללא קשר לקבוצות הביוחקר .

היקף הדו"ח: 3-5 עמודים. (הגשה לפי ההנחיות – 5 נקודות)

בהצלחה.

#### מחווון להערכת דו"ח סיור

הקריטריון	ניקוד מלא	ניקוד לדו"ח	הערות
<b>מאפייני בית הגידול: 18 נק'</b>			
לפי הספרות	10		
לפי הסיור	10		
<b>גורמים אביוטים : 20 נק'</b>			
3 גורמים נבדקים התערבות האדם	12=3X4 2		
<b>אורגניזמים: הכרות והתאמות 39 נק'</b>			
א. ששה אורגניזמים מזוהים עד רמת הסוג. ב. מידע לגבי שני אורגניזמים. לגבי כל אחד: <ul style="list-style-type: none"> <li>• מידע סיסטמטי נוסף</li> <li>• תמונה שצולמה בשטח</li> <li>• מבנים חיצוניים, מצב פנולוגי /התנהגות</li> </ul> ג. שלוש התאמות של אורגניזמים שנצפו בסיור +הסבר ההתאמה.	6 X 2  2X2 2X2 2 X 4  5X3		
<b>תופעות : 12נק'</b>			
א. תיאור שלוש תופעות ביולוגיות שנצפו בשטח. ב. הסבר ביולוגי לתופעה	3X3 3		לפחות אחת התופעות קשורה ליחסי גומלין. התופעות שונות מההתאמות.
<b>רשימת המקורות: 2 נק'</b>			
א. רישום נכון	1		
ב. מקור מידע מהימן וראוי	1		
<b>היבט אישי: 4 נק'</b>			
<b>אופן ההגשה: 5 נק'</b>			
הגשה מסודרת, היקף כנדרש. מידע על מקום הסיור, שמות התלמידים, שם ביה"ס, ותאריך.	5		
סה"כ	100		

## נספח 1 – חזרות ביולוגיות וחזרות טכניות

בביוחקר נתמקד ב**שני סוגים של חזרות**: חזרות ביולוגיות וחזרות טכניות.

ההבדל בין שני סוגי החזרות נובע מ**סוג** הדגימה הביולוגית הנבדקת.

**דגימה ביולוגית** מתייחסת ל:

1. מדגם האורגניזמים מתוך האוכלוסייה
2. לקיחה של פיסת רקמה או תאים או נוזל מגופו של אורגניזם

**חזרות ביולוגיות** מתבצעות על **דגימות ביולוגיות נפרדות**. חזרות ביולוגיות מאפשרות לוודא שהתוצאה שקיבלנו אינה בהשפעת שונות חריגה בפרט מסוים. למשל הנבטת עשרות זרעים באותו טיפול ולא פרט (זרע) אחד, כי יתכן שפרט בודד הוא מקרה חריג עקב שונות.

**חזרות טכניות** מתבצעות על **אותה דגימה ביולוגית**. חזרות טכניות מאפשרות לחשוף את ההשפעה של טעויות מקריות בטיפול או במדידה. ככל שנעשה יותר חזרות ההשפעה של שגיאה מקרית תקטן. יחד עם זאת, הן אינן מבטלות טעויות שנובעות מאי דיוק של מכשיר המדידה. לדוגמה, הכנת מספר כלים עם זרעים עבור כל טיפול ומדידת התהליך הנבדק בכל אחד מהם בנפרד (פירוט נוסף ראה בטבלה בהמשך).



### הנחיות לביוחקר בנושא חזרות

הנחיות סף	חזרה טכנית	חזרה ביולוגית	האורגניזם/הדגימה הביולוגית
יש לבצע גם חזרה ביולוגית וגם חזרה טכנית (מינימום 10 זרעים בכל כלי ו- 50 זרעים בכל אחד מהטיפולים)	5 כלים לכל טיפול	10 זרעים מינימום בכל כלי	<b>נביטה, ונשימה בזרעים</b>
יש לבצע גם חזרה ביולוגית וגם חזרה טכנית (מינימום 10 נבטים בכל)	5 כלים לכל טיפול	10 נבטים מינימום בכל כלי	<b>צמיחת נבטים</b>



כלי ו- 50 נבטים בכל אחד (מהטיפולים)			
יש לבצע את אחת משתי האפשרויות א' או ב' בעמודה של החזרות הביולוגיות ואת החזרה הטכנית	5 כלים לכל טיפול	<p><b>אפשרות א</b> כל ענף/ עלה מפרט שונה נמצא בכלי בנפרד</p> <p><b>אפשרות ב*</b> כל כלי בכל אחד מהטיפולים בניסוי כולל מספר עלים/רקמה ממספר עלים מפרטים שונים</p>	<b>פוטוסינתזה</b>
יש לבצע את אחת משתי האפשרויות א' או ב' בעמודה של החזרות הביולוגיות ואת החזרה הטכנית	5 כלים לכל טיפול כאשר המשתנה התלוי נמדד באמצעות ציפה של דסקיות יש להשתמש ב 5 דסקיות לפחות בכל כלי	<p><b>אפשרות א</b> הכנת 5 מיצויים נפרדים. כל מיצוי מפרט אחר. מערך הניסוי כולל 5 חזרות ביולוגיות לכל טיפול.</p> <p><b>אפשרות ב*</b> הכנת מיצוי אחד ממספר פרטים מעורבבים.</p>	<b>אנזימים</b>
יש לבצע את אחת משתי האפשרויות א' או ב' בעמודה של החזרות הביולוגיות ואת החזרה הטכנית	5 כלים לכל טיפול	<p><b>אפשרות א</b> 5 כלים בכל טיפול, אשר בכל כלי רקמה מפרט בודד</p> <p><b>אפשרות ב*</b> בכל כלי רקמה ממספר פרטים</p>	<b>חדירות קרומים (לא כולל מיקרואורגניזמים)</b>
יש לבצע חזרה טכנית	5 כלים לכל טיפול כאשר המשתנה התלוי נמדד באמצעות ציפה של דסקיות יש להשתמש ב 5 דסקיות לפחות בכל כלי	בביוחקר לא יבוצעו חזרות ביולוגיות בנוגע למיקרואורגניזמים הנבדקים	פטריות (עובש, שמרים)
יש לבצע אחת מבין החזרות הטכניות	<p><b>אפשרות א:</b> בכל טיפול שלוש צלחות פטרי. כל צלחת מחולקת ל 3-4 אזורים. בכל אזור ניתן אותו טיפול (לדוגמה אותו ריכוז שום), יש לוודא שיש לפחות 9 דיסקיות בכל טיפול.</p> <p><b>אפשרות ב:</b></p>	כאשר המשתנה הבלתי תלוי הוא גורם ביוטי – יש לבצע את הניסוי עם 5 פריטים לפחות	חיידיקים <b>מיקרואורגניזמים</b>

	<p>כאשר מניחים בצלחת דסקיות עם טיפולים שונים, יש לוודא שעבור כל טיפול יש לפחות 9 דסקיות</p> <p><b>אפשרות ג</b> במידה שבדקים עקומת גידול לאורך זמן (לפחות חמש נקודות זמן לאורך 120-150 דקות), אפשר להסתפק ב-3 חזרות לכל נקודת זמן</p>			
--	--	--	--	--