

ביוחקר: הנחיות לתלמיד

יחידת הלימוד "ביוחקר" כוללת:

- ✓ תכנון וביצוע עבודת חקר קבוצתית.
- ✓ כתיבה של עבודת החקר.
- ✓ דף אישי עליו עונה כל תלמיד בנפרד.
- ✓ השתתפות בסיוור לימודי והגשת דו"ח סיוור.

מידע כללי על עבודת החקר

עבודת החקר בביולוגיה היא התנסות בה תתמודדו עם חקירת בעיה ביולוגית, תוך הפעלת דרכי חשיבה ושיטות עבודה המאפיינות את עבודת המדען.

במהלך העבודה תחקרו נושא מסוים בביולוגיה ותתנסו בשלבים העיקריים בעבודת החקר: בחירת נושא, חיפוש מידע מהימן, רלוונטי ועדכני, ניסוח שאלת חקר והשערה, תכנון ניסוי מבוקר, ביצוע הניסוי, רישום תוצאות, עיבודן והצגתן, הסקת מסקנות מהניסוי, וכתיבת עבודה הכוללת קישור לרעיונות מרכזיים בביולוגיה.

תהליך החקר יונחה על ידי מורה הכתה שיעריך את התהליך הלימודי שתעברו, וכן את העבודה הכתובה.. העבודה תוערך גם על ידי בוחן חיצוני שיבחן כל תלמיד בנפרד על עבודתו.

העבודה תתבצע בצוות של שניים או שלושה תלמידים. כל אחד מהתלמידים חייב להיות שותף פעיל

בכל אחד משלבי החקר. יש הבדלים מסוימים בדרישות מקבוצה של שניים או שלושה תלמידים.

הנחיות לביצוע העבודה

א. חפשו סוגיה ביולוגית המעוררת בכם עניין, והרחיבו את ידיעותיכם בנושאים הקשורים אליה.

סוגיה ביולוגית מסקרנת שניתן לחקור יכולה להתבסס על תופעה ביולוגית בה צפיתם, קראתם עליה, או נחשפתם לה בדרך אחרת.

דוגמאות לתופעות ביולוגיות שיכולות להיות בסיס לחקר:

- ü בצמחים מסוימים ניתן לראות הבדל בין עלים הנמצאים באור לבין עלים הנמצאים בצל.
- ü דבורים שוהות פרקי זמן שונים על גבי פרחים שצבעם שונה.
- ü במרחקים שונים מהים יש הרכב צמחים שונה.
- ü פירות וירקות כבושים בחומץ, במלח או מבושלים כריבה, נשמרים לזמן ארוך הרבה יותר מאותם פירות או ירקות ללא טיפולים אלו.
- ü העלים של צמחי בית פונים לכיוון מקור אור.
- ü שטיפת הגרון עם מי מלח מקטינה התפתחות דלקות בגרון. (נטען במקור אינטרנטי מהימן).

דוגמאות לבעיות יישומיות שיכולות להיות בסיס לחקר:

- ü אילו צמחים כדאי לגדל בגינה מוצלת?
- ü כיצד ניתן לעכב את תהליך הכמישה של פרחים קטופים?
- ü מהו המועד המומלץ לאסוף צנוניות כך שהיבול יהיה מרבי ובאיכות טובה?
- ü האם כדאי להאכיל את הדגים במזון מסוג אחד, או להעדיף מזון מסוג אחר?
- ü האם יש תועלת בשתייה של חליטת צמחי מרפא בהשוואה לשתייה של מי ברז?

סוגיות אחרות שניתן לחקור הן חיפוש פתרון ביולוגי לבעיה יישומית.

ב. חפשו מידע מבוסס ואמין על הנושא. היעזרו בנספח II לבחינת אמינות מקורות המידע.

ג. נסחו שאלת חקר אחת¹ הקשורה לסוגיה הביולוגית, ומבוססת על ידע ביולוגי מקובל.

חשבו והבהירו לעצמכם מהי הסיבה לבחירה בשאלת חקר זו. בכתיבת המבוא תדרשו להצדיק את הבחירה.

שימו Y: הניסוח הסופי של שאלת החקר יכול להשתנות בשלבים השונים של הניסוי.

שאלת חקר מתאימה כוללת שני משתנים: **משתנה תלוי ומשתנה בלתי תלוי**, ושואלת על קשר **ביניהם**. שני המשתנים חייבים להיות מוגדרים בבירור.

שאלה תתאים לעבודת החקר אם תוכלו לחקור אותה בניסוי מבוקר: לשנות את המשתנה הבלתי תלוי ולמדוד שינויים משמעותיים במשתנה התלוי, בתנאים ובזמן העומדים לרשותכם.

תבניות אפשריות לניסוח שאלות חקר:

מה הקשר בין המשתנה הבלתי תלוי לבין המשתנה התלוי?

מהי השפעת המשתנה הבלתי תלוי על המשתנה התלוי?

האם יש קשר בין המשתנה הבלתי תלוי לבין המשתנה התלוי? ואם כן, מהו?

המשתנה התלוי חייב להיות תהליך או תופעה ביולוגית, ולהיות כמותי ומדיד.

דוגמאות לתהליכים ביולוגיים: התפתחות, נביטה, נשימה.

דוגמאות לתופעות ביולוגיות: התנהגות חיזור בעופות², גובה צמחים שונה בצל ובאור.

המשתנה הבלתי תלוי יכול להיות בדיד או רציף.

בשאלת החקר ייבדק **אורגניזם או חלק ממנו**.

דוגמא: ניתן למצות אנזים מרקמה ולבדוק את הפעילות. אך לא ניתן להסתפק בבדיקת פעילות של אנזים מנוקה.

T. נסחו **השערה מבוססת**. השערה היא תשובה אפשרית לשאלת החקר, והיא משמשת בסיס לתכנון הניסוי.

¹ בקבוצה של שני תלמידים די בשאלת חקר אחת. בקבוצה של שלושה תלמידים יהיו שתי שאלות. שאלה עיקרית, כמפורט כאן, ושאלה משנית.
² אם ניתן לכמת את התופעות.

ההשערה כוללת את המשתנים, את מגמת הקשר הצפוי ביניהם, את טווח השינוי של המשתנה הבלתי תלוי, וכן את שם האורגניזם הנבדק.

דוגמא: ככל שנגדיל את ריכוז הדשן החנקני במים, בטווח של 10-5 מיקרוגרם לליטר, כך תגדל הסתעפות השורשים של יקינטון המים.

להשערה חייב להיות בסיס ביולוגי.

דוגמא: ההשערה כי הטמפרטורה משפיעה על קצב הבשלת האבוקדו מבוססת על ידע ביולוגי מקובל: א. בתהליך ההבשלה מעורבים אנזימים. ב. פעילות אנזימים מושפעת מטמפרטורה.

ה. ההשערה תיבדק בניסוי מבוקר, שיאפשר קבלת ממצאים כמותיים משמעותיים.

המשתנה התלוי חייב להיות תהליך או תופעה ביולוגית, ולהיות כמותי ומדיד.

בבחירת השיטה למדידת המשתנה התלוי בדקו:

1. אם המדידה היא כמותית?

2. האם שיטת המדידה שנבחרה מתאימה למדידת המשתנה התלוי בניסוי?

דוגמא: מדידת משקל יבש של צמח היא דרך מדידה מתאימה לכמות החומר האורגני בצמח. מדידת משקל טרי היא דרך לא מתאימה לכך.

דוגמא: ניתן לבחון מידת הבשלה של פרי לפי כמות ויטמין C רק אם יש מידע מבוסס על כך שזו דרך מדידה מתאימה למידת ההבשלה.

3. האם שיטת המדידה כוללת הנחות סמויות?

דוגמא: מדידת קצב הפוטוסינתזה ע"י פליטת בועות. ההנחה הסמויה- הבועות הן בועות חמצן.

4. האם התהליך/התופעה הביולוגית נמדדים באופן ישיר או עקיף?

דוגמא: מדידת נפח המים הנקלטים ע"י הצמח ביחידת זמן היא דרך עקיפה לקבוע את קצב הדיות.

5. האם נדרשות בקרות לשיטת המדידה? מהן?

דוגמא: בניסוי בו נבדק קצב הפוטוסינתזה על פי תזוזת תמיסה בפיפטה, יש לכלול מבחנה ללא צמח, אותה יש לחשוף לערך הגבוה של המשתנה הבלתי תלוי. אם מתקבל ערך במערכת כזו- יש להחסיר אותו מהערך שמתקבל במערכת הניסוי.

המשתנה הבלתי תלוי יכול להיות בדיד או רציף.

שינוי המשתנה הבלתי תלוי יעשה או בניסוי בו תיצרו תנאים שונים לכל אחד מהטיפולים, או על ידי בחירה של קבוצות טיפול שונות באופן מכוון ומושכל.

דוגמא ליצירת שינויים: הכנת אמבטי מים בטמפרטורות שונות והכנסת דגימות חלב לכל אחד מהאמבטים (ובדיקת קצב הנשימה).

דוגמא לבחירת קבוצות טיפול: מיון עלים של צמח לפי גוון העלה, ומתן הארה זהה לכולם (ובדיקת קצב הפוטוסינתזה).

עליכם **לבודד** את המשתנה הבלתי תלוי במידת האפשר. לעיתים לא ניתן לבודד את המשתנה הבלתי תלוי כי הוא כולל מספר רכיבים שלא ניתן להפריד זה מזה. במקרים אלו, ובלבד שהטיפולים

לא נבדלים זה מזה במספר רב של מרכיבים, נדרש **אפיון מוקדם** של המשתנה. אפיון כולל התייחסות להרכב ולתכונות של המשתנה.

דוגמא למשתנה בלתי תלוי רציף שיש לאפיין: ריכוז מיץ. מיץ כולל מספר רב של רכיבים שיכולים להשפיע על תהליכים ביולוגיים.

דוגמא למשתנה בלתי תלוי בדיד שיש לאפיין: סוג הקרקע. קרקעות נבדלות זו מזו במספר מאפיינים שיכולים להשפיע על תהליכים ביולוגיים.

אפיון המשתנה הבלתי תלוי יעשה על ידי ביצוע בדיקות או ניסויים מקדימים, או יתבסס על מקורות מידע מהימנים.

כאשר הטיפול נבדלים זה מזה במספר רב של מרכיבים – אין לבצע את החקר!

יש לקבוע מהו **טווח השינויים** של המשתנה הבלתי תלוי שייבדק בניסוי. ניתן לעשות זאת על בסיס מידע אמין, או על ידי ביצוע ניסויים מקדימים.

ריבוי פריטים וחזרות: חשוב לכלול בכל טיפול מספר פריטים גדול, ו/או לבצע חזרות על הטיפולים השונים, כדי להקטין את השפעת המקריות, ולהעלות את מהימנות התוצאות. המספר המדויק תלוי באילוצים שונים. חשוב, יחד עם המורה, כמה פריטים יש לכלול בכל טיפול, וכמה חזרות יש לבצע.

בקה/ות: כל ניסוי חייב לכלול טיפולי בקרה מתאימים – טיפולים המאפשרים שלילת הסברים חלופיים לתוצאות הניסוי. יש לתכנן אותם בקפידה כדי שיהיה תוקף למסקנות.

קבועים: חשוב לשמור על גורמים **רלוונטיים** (גורמים שלא נבדקים בניסוי זה, אך שיש להם השפעה על תוצאות הניסוי) **קבועים זהים** בכל הטיפולים.

שימו γ : במקרים מסוימים לא ניתן למנוע השתנות חלק מהגורמים הרלוונטיים במהלך הניסוי, בפרט בניסויים הנמשכים לאורך זמן. במקרים אלו הקפידו שההשתנות תהיה זהה בכל הטיפולים.

דוגמא: בניסוי הנערך בחדר המעבדה יש שינויים בהארה או בטמפרטורה במהלך היממה. אותם שינויים מתרחשים בכל הטיפולים.

חשוב לבחור **ערכים אופטימליים** לגורמים הקבועים, כדי שניתן יהיה להבחין בהשפעת המשתנה הבלתי תלוי על התוצאות. בחירת הערך של הגורמים הקבועים המתאימים תעשה על ידי ביצוע בדיקות או ניסויים מקדימים, או ע"י התבססות על מקורות מידע אמינים.

דוגמא: בדיקת השפעת עוצמת האור על תהליך הפוטוסינתזה תעשה בטמפרטורה אופטימלית, כדי שהטמפרטורה לא תהווה גורם מגביל, מצב שלא יאפשר להבחין בהשפעת עוצמת האור על התהליך.

שימו γ : **זמן** (הזמן החולף) לא יוכל להיות משתנה בלתי תלוי יחיד בשאלת החקר אולם **זמן הטיפול** יכול להיות משתנה בלתי תלוי יחיד.

דוגמא לא מתאימה: בדיקת שינויים המתרחשים באורגניזם במהלך ההבשלה.

דוגמא מתאימה: השפעת משך טיפול מוקדם על קצב הנשימה.

היקף הניסוי ולוח הזמנים: מערך הניסוי לשאלה העיקרית יכלול לפחות **שלושה** טיפולים (ובנוסף עליהם גם בקרות). במקרה זה יש למדוד את המשתנה התלוי **בשתי** דרכים שונות.

דוגמא: מדידת תהליך הפוטוסינתזה הן על ידי קליטת פחמן דו חמצני, והן על ידי יצירת חמצן.

לחילופין יכלול המערך לפחות **חמישה** טיפולים (ובנוסף עליהם גם בקרות). במקרה זה די לבדוק את המשתנה התלוי בדרך מדידה **אחת**.

הכינו **מערך חקר מפורט ולוח זמנים מדויק** לביצוע הניסוי, בתיאום עם המורה והלברנט. יש לתכנן את הניסוי לפי **דף העזר לתכנון הניסוי**.

בחנו האם מערך הניסוי המתוכנן מאפשר קבלת **ממצאים כמותיים מהימנים ומספיקים**. דאגו שיהיה פנאי לביצוע הניסוי והחזרות כמתוכנן.

ניסויים מקדימים או תכנון שאלת המשך: במקרים רבים יש צורך לבצע ניסויים מקדימים כדי לתכנן את מערך הניסוי: לאפיין את המשתנה הבלתי תלוי / לבדוק את התנאים המיטביים (אופטימליים) לניסוי / לקבוע את טווח השינויים של המשתנה הבלתי תלוי / לבחון את התאמת דרכי המדידה למשתנה התלוי ועוד. **חשוב ומומלץ לבצע ניסויים מקדימים**. עליכם לתעד את הניסויים המקדימים ואת תוצאותיהם. תוצאות אלו יצורפו לעבודה הכתובה כנספח.

אם לא בצעתם ניסוי מקדים עליכם לתכנן **שאלת חקר כמותית נוספת**, המבוססת על מערך הניסוי או על תוצאות שאלת החקר הראשונה, ותורמת להבנת הנושא הנחקר. השאלה יכולה לבחון השערה חלופית / משלימה, לבדוק אותה שאלה ברמת ארגון אחרת ועוד. התכנון **המפורט** יעשה לפי הדף לתכנון ניסוי.

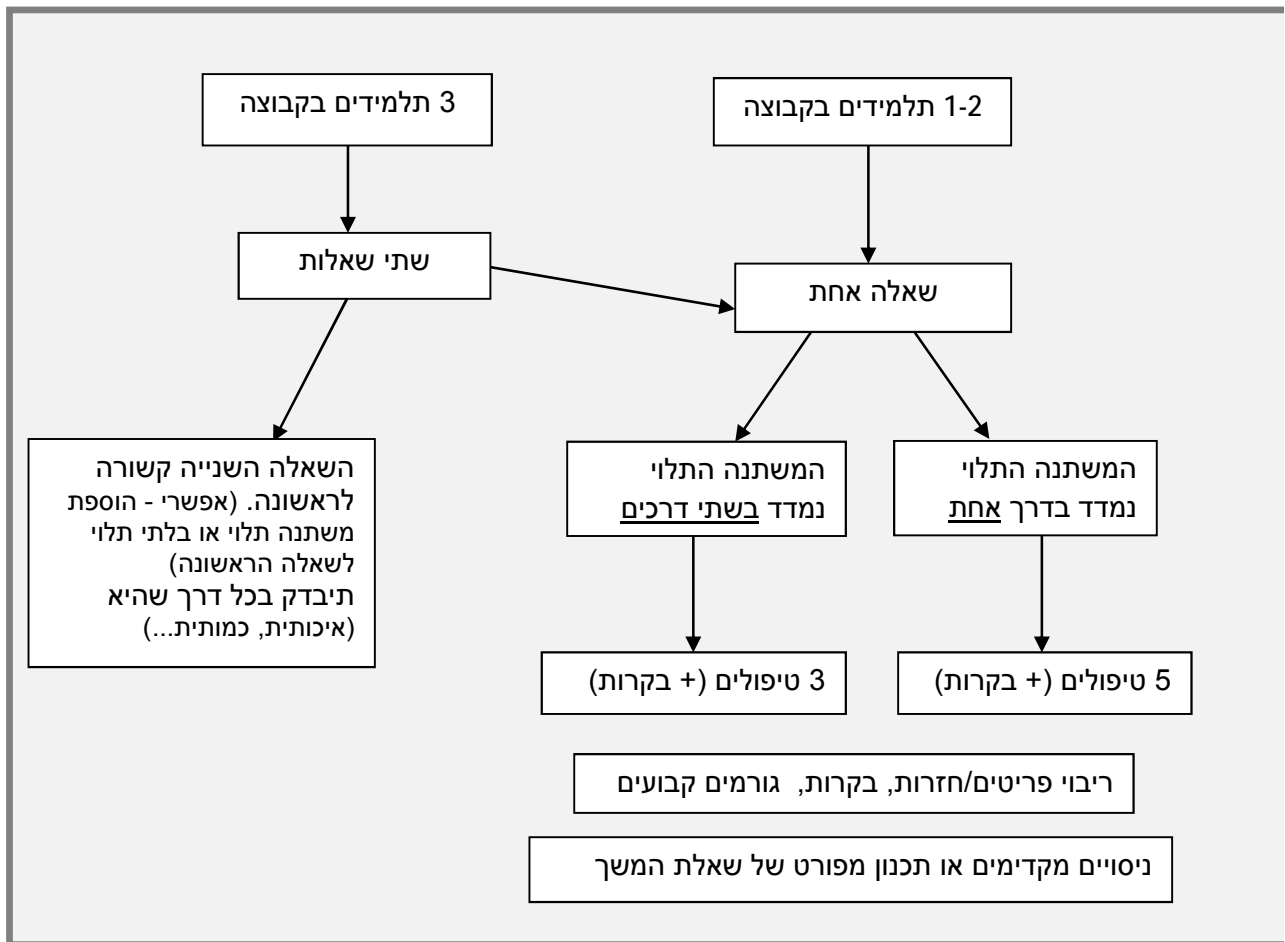
את כל שלבי החקר, כולל בחירת הנושא, תכנון הניסוי, מהלך הניסוי ואיסוף הממצאים מומלץ לתעד **ביומן עבודה**. היומן יאפשר לכם ולמורה לעקוב אחר מהלך העבודה. שינויים בתכנון ובביצוע הניסויים עליכם לתאם עם מורה הכתה ועם הלברנט. יש **לצלם** את מערך הניסוי או תוצאות בולטות.

תרומה ייחודית / "טביעת אצבע": בעבודת החקר תוכלו להתבסס על ניסויים, פרוטוקולים או עבודות קודמות. אולם עליכם להתאים אותם לשאלת החקר שלכם. זוהי תרומה ייחודית / "טביעת אצבע" שלכם. היבט זה יכול לבוא לידי ביטוי בכל אחד מחלקי העבודה. התאמת מערך הניסוי לשאלה שלכם כגון: שינויים בשיטות המדידה, הוספת טיפולים, הוספת בקרות, שינויים בטווח הטיפולים, או **העמקה משמעותית של הרקע הספרותי**. **בפרק מערך הניסוי ציינו בפירוש מהי התרומה הייחודית שלכם**.

ביצוע החקר יעשה באופן שלא תגרם פגיעה בלתי הפיכה בטבע, לא יבוצעו ניסויים הגורמים לפגיעה בבעלי חיים, ולא יבוצעו ניסויים בבני אדם.

שימו Y: יש להכיר היטב את האורגניזם העיקרי בעבודה, ולזהותו לפחות עד רמת הסוג.

סכמה לתיאור היקף החקר הנדרש:



י. בקבוצה המונה שלושה תלמידים יש לחקור שאלה נוספת (שאלה משנית). שאלה זו תהיה קשורה לשאלה הראשונה (מבוססת על תוצאותיה, בוחנת השערה חלופית וכו'), והיא תיבדק באופן כמותי או איכותי. אחד המשתנים בשאלה זו יכול להיות זהה לאחד המשתנים בשאלה העיקרית. (המשקל שיינתן לשאלה זו בציון העבודה יהיה נמוך מהמשקל לשאלה העיקרית).

ז. לאחר ביצוע עבודת החקר ורישום התוצאות הגולמיות, עליכם לעבד את התוצאות.

חובה לחשב ממוצעים וסטיות תקן. עיבודים נוספים ייעשו בהתאם לניסוי שבוצע.

ח. עבודת החקר תסוכם בכתב לפי כללים המפורטים בפרק "ההנחיות לכתובת סיכום עבודת החקר".

בעבודה יוצגו נתונים מעובדים בטבלאות ובגרפים, וילוו בתיאור מילולי קצר. יש אפשרות להציג ממצאים גם בדרכים נוספות כמו צילומים, איורים, תרשימים או דגמים.

ט. לאחר סיום הכתיבה ענו על שאלות בדף אישי, עליו יענה כל אחד מהתלמידים בנפרד, ללא תיקון על ידי המורה. ניתן להיעזר בעבודה הכתובה בזמן כתיבת התשובות.

שמות חברי הצוות:

דף עזר לתכנון הניסוי³

יגש למורה לפני ביצוע הניסוי. תכנון שאלה אחת לקבוצה של שני תלמידים. תכנון שתי שאלות לקבוצה של שלושה תלמידים.

תכנון שאלה אחת (עיקרית)

שאלת החקר: _____

פרטים על תכנון הניסוי	שאלות לבירור וחשיבה על תכנון הניסוי
ציינו מקור מידע מהימן הקשור לשאלת החקר. כתבו בדרך מקובלת לרישום מקור מידע.	ציינו שני מושגים רלוונטיים שנמצאו במקור המידע, והסבירו את הקשר שלהם לשאלה: 1. 2.
האורגניזם הנבדק שם הסוג: (הוסיפו מין, וכן זן או גזע, אם ידוע)	מדוע בחרתם באורגניזם זה לעבודה?
ההשערה:	מהו הבסיס הביולוגי להשערה?
המשתנה התלוי - _____ - הדרך למדוד אותו. - יחידות מדידה. - דרך מדידה נוספת ³ .	
המשתנה הבלתי תלוי - _____ - אופן השינוי. - מספר הטיפולים ⁴ . - טווח הערכים שיבדקו. - הערכים/ היחידות.	מדוע בחרתם בטווח ערכים זה?
מספר פריטים בכל טיפול ו/או חזרות	
גורמים קבועים (לפחות שלושה) הדרך לשמור אותם קבועים.	מדוע חשוב לשמור <u>דווקא על גורמים אלו</u> כקבועים?
בקרות – פרטו מהן.	מהי חשיבות כל אחת מהבקרות?

³ יש לענות בכתב על כל השאלות בדף זה, ולצרף לעבודה הכתובה כנספח מספר 1.

⁴ אם הניסוי כולל פחות מחמישה טיפולים (לא כולל בקרות) יש למדוד את המשתנה התלוי בשתי דרכים.

תכנון שאלה נוספת (שאלה משנית, לקבוצה של שלושה תלמידים)

שאלת החקר⁵: _____

הקשר לשאלת החקר העיקרית: _____

ההשערה	מהו הבסיס הביולוגי להשערה?
המשתנה התלוי ודרך המדידה	
המשתנה הבלתי תלוי ואופן השינוי	
בקרה / בקרות	

[חזרה לתוכן](#)

⁵ אחד המשתנים יכול להיות זהה לאחד המשתנים מהשאלה העיקרית.

הנחיות לסיכום עבודת החקר

מבנה העבודה והיקפה

עבודת הסיכום תהיה קבוצתית.

העבודה תכלול דף שער, תוכן עניינים, גוף העבודה, ושלושה נספחים.

בגוף העבודה יופיעו פרקים אלה: מבוא; מהלך המחקר (כולל שיטות וחומרים); תוצאות; מסקנות ודיון; ביבליוגרפיה.

בפרקים המתאימים יש לשלב הפניות לביבליוגרפיה ולנספחים.

גוף העבודה יהיה בהיקף של 8-12 עמודים מודפסים. שימו לב לחלוקה פנימית של מספרי העמודים.

חריגה מהיקף העבודה המוצע עלולה לגרום לפגיעה בציון.

יש לכלול בעבודה לפחות **צילום אחד שצולם על ידי כותבי העבודה**. הצילום יכלול בפרק המתאים.

פירוט פרקי העבודה

א. דף שער

שם העבודה, שמות חברי הקבוצה, שם בית הספר, כיתה, שם המורה ותאריך הגשת העבודה.

ב. תוכן העניינים יכלול את מספרי העמודים בעבודה.

ג. מבוא

2-3 עמודים

כתבו את המבוא **ברצף**, וכללו בו את הסעיפים האלה:

w נקודת המוצא לחקר - תיאור התופעה או הבעיה שהובילה אתכם לחקר. (מומלץ להוסיף צילום או איור).

w הרקע העיוני - מידע ממקורות מהימנים, הכולל מושגים ותהליכים **הרלוונטיים** לחקר, וכן מידע על האורגניזמים הקשור **ישירות** לנושא שנבדק. שימו את הדגש על גורמים רלוונטיים שונים שיכולים להשפיע על התוצאות, ובפרט על המשתנה הבלתי תלוי והשפעתו הצפויה על המשתנה התלוי.

w פסקה קצרה שתכלול את שאלת/**שאלות** החקר, ההשערה/**ההשערות** והבסיס הביולוגי להשערה. **אם נבדקו שתי שאלות יש לציין בבירור את הקשר ביניהן.**

הערה: ניתן לכתוב את שאלת החקר וההשערה לפני הצגת הרקע העיוני, אם הרצף הגיוני.

שימו Y:

- א. רשמו את השאלה/ שאלות באופן ברור ובלוט (קו תחתון או אותיות בולטות).
- ב. הסבירו בפירוש מה הביא אתכם לבחור בשאלת החקר שבדקתם ("הצדקת החקר").
- ג. כתבו את המבוא **באופן רציף כחיבור**, ולא כקטעים שביניהם כותרות משנה.
- ד. אם נבדקו שתי שאלות חקר **רשמו באופן ברור את שתיהן**, שלבו במבוא את המידע הרלוונטי הנוגע לשתי השאלות, **והסבירו את הקשר ביניהן**.
- ה. כללו במבוא רק מידע הנוגע **באופן ישיר** לנושא העבודה.
- ו. בכל סעיף או פסקה רשמו **הפניה** אל המקורות עליהם מבוסס המידע. בנספח I מוסבר אופן כתיבת ההפניה.
- ז. לגבי אמינות מקור המידע תוכלו להיעזר בנספח II, וכן במורה הכתה.

ד. מערך החקר, כולל חומרים ושיטות

2-3 עמודים

פרק זה כולל מידע מפורט על מערך הניסוי. הוא מאפשר לקורא לחזור על את הניסויים המתוארים בו ולהעריך אותו.

תארו את מהלך הניסוי בקצרה, ובאופן מדויק, כך שהקורא יוכל לחזור ולבצע אותו. בכל שלב ציינו את שיטות העבודה והמדידה. מומלץ להיעזר בסכמה, **בטבלה**, או בצילומים המבהירים את מערך הניסוי. אם השתמשתם בשיטת עבודה המתוארת בפירוט במקור כלשהו ציינו את עיקר השיטה בפרק זה, והפנו אל מקור המידע.

הקפידו לכלול את הסעיפים האלה:

- ü האורגניזם/מים שנבדק/ו - שם הסוג, ואם ניתן גם מין, זן/גזע.
- ü המשתנה התלוי ודרך המדידה שלו – תיאור מפורט וברור, כולל יחידות המדידה.
- ü המשתנה הבלתי תלוי ודרך השינוי שלו- יש לפרט מהן קבוצות הטיפול השונות וכיצד הוכנו, ולהסביר מדוע נבדק טווח זה של המשתנה.
- ü קבועים- מהם? וכיצד נשמרו?
- ü בקרות- מהן?
- ü מספר הפריטים בכל טיפול, וכן מספר החזרות.
- ü מיקום ביצוע הניסוי, מועד הביצוע ותאריכי המדידות.
- ü הסבר על אופן עיבוד התוצאות.

הסבירו כאן מהי התרומה הייחודית/ טביעת האצבע שלכם.

אם נבדקו שתי שאלות חקר יש לכלול בסעיף זה את המידע הנוגע לשתי השאלות.

אם בוצעו ניסויים **מקדימים**, שלבו את המידע שנלמד מהם בפרק זה, והפנו מכאן אל נספח מספר 3 בעבודתכם, שיכלול את תיאור הניסויים המקדימים ואת תוצאותיהם.

ה. תוצאות

4 עמודים

2-

פרק זה מציג בדרכים שונות, את התוצאות המעובדות של הניסוי.

הציגו רק תוצאות מעובדות, שיכללו ממוצעים וסטיות תקן, ולפי הנדרש גם עיבודים נוספים. התוצאות יוצגו בטבלאות ובגרפים, שילוו בתיאור מילולי קצר. לכל גרף תצורף טבלת נתונים. ניתן להציג תוצאות גם בצילומים, בסכמות ובדרכים נוספות.

את התוצאות הגולמיות הציגו בנספח מספר 2 והפנו אליו מפרק זה.

שימו Y:

- בחלק זה אין לדון בתוצאות או לפרשן, אלא לדווח עליהן באופן מדויק. בתיאור יש להתייחס למגמות, לנקודות שינוי של מגמות, ולמקרי קיצון.
- הקפידו על בניית טבלאות והצגות גרפיות כמקובל. עיבוד הנתונים והצגתם הגרפית יבוצעו בגיליון אלקטרוני.
- הקפידו להציג רק ממצאים רלוונטיים לנושא העבודה.
- הימנעו מריבוי איורים וטבלאות שלא לצורך.

ו. מסקנות ודין

2-3 עמודים

כתבו את הדין ברצף, וכללו בו סעיפים אלה:

פרק זה קושר בין חלקי העבודה ומסכם אותה, בראיה רחבה ובהתייחסות ביקורתית.

- רשמו את השאלה וההשערה שנבדקה, וקבעו האם תוצאות הניסוי מאששות את ההשערה או דוחות אותה, תוך הפנייה ברורה לתוצאות התומכות בכך.
 - נסחו מסקנה (או מסקנות) המבוססת על תוצאות הניסוי. הסבירו את המסקנה תוך קישור לידע ביולוגי מבוסס.
 - אם יש מסקנות נוספות, שאינן תשובה ישירה לשאלת החקר, ציינו והסבירו גם אותן, תוך הפנייה לתוצאות.
 - אם התקבלו תוצאות בלתי צפויות, או שונות מהמדווח בספרות, התייחסו אליהן, והציעו הסבר אפשרי לשוני.
 - אם בדקתם שאלת חקר נוספת חזרו על הסעיפים א' עד ד' גם לגבי שאלה זו.
- בחנו את מסקנותיכם מהחקר שבצעתם באופן ביקורתי. התייחסו להיקף החקר (ריבוי פריטים, חזרות, גודל סטיות התקן), ולמערך הניסוי (הטיפולים, שיטות המדידה, הבקורות, הקבועים) וכן למגבלות הניסוי, כולל תקלות שאירעו. לצורך כתיבת סעיף זה תוכלו לשאול את עצמכם: אם היינו מתחילים את הניסוי מחדש על מה חשוב היה להקפיד?
- שימו Y: המסקנות מושפעות מהנכתב בסעיף זה, ומומלץ לשלב אותו בסעיפים הקודמים.

1. הסבירו את התופעה הביולוגית, או הבהירו את הפתרון הביולוגי לבעיה היישומית שהיוו נקודת מוצא לעבודת החקר. שלבו בהסבר את המידע החדש שצברתם בעבודתכם עם הרקע העיוני, כך שתתקבל תמונה כוללת של הנושא שנחקר. אם בדקתם שתי שאלות ההסבר יכלול התייחסות לממצאים שהתקבלו בשתייהן. אם הדבר רלוונטי התייחסו להבדלים בין תופעות שנצפו בטבע לבין הניסויים שבצעתם במעבדה.
2. שלבו בפרק זה מידע רלוונטי על הניסויים שמקדימים. אם לא בצעתם ניסויים מקדימים, עליכם להתייחס בפרק הדיון גם לשאלת המשך החקר. נסחו את השאלה בבירור, והבהירו את חשיבותה להבנת הנושא שנחקר. הפנו אל נספח מספר 3 בעבודתכם שיכלול תכנון מפורט לבדיקת השאלה.

מבט על:

בחנו את הנושא אותו חקרתם גם בראיה ביולוגית רחבה. בחרו אחד מבין הרעיונות המרכזיים בביולוגיה וקשרו אותו לעבודתכם. רשימת הרעיונות המרכזיים בביולוגיה: ארגון במערכות ביולוגיות, ויסות והומיאוסטזיס, יחסי גומלין וקיום שיווי משקל דינמי, אחידות בעקרונות המבנה והתפקוד ושוני בצורה, התאמה בין מבנה לתפקוד, המשכיות תורשתית ורבייה, העברת מידע מדור לדור, גדילה והתפתחות, תיאורית האבולוציה. (פירוט של הרעיונות המרכזיים בביולוגיה נמצא בנספח III). תוכלו לקשר את הרעיון לתוצאות הניסוי, לתכנים ביולוגיים רלוונטיים בהם עסקתם בעבודה, או לכל היבט אחר של העבודה.

שימו Y:

- א. לכל ממצא בפרק התוצאות חייבת להיות התייחסות בפרק המסקנות.
- ב. בכל התייחסות למידע מהספרות יש לרשום הפניה אל המקורות עליהם מבוסס המידע. בנספח I מוסבר אופן כתיבת ההפניה.
- ג. את הדיון כתבו באופן רציף כחיבור, ולא כקטעים וביניהם כותרות משנה.
- ד. הדיון צריך לתת תמונה כוללת של הנושא הנחקר.
- ה. זכרו את מגבלות החקר שבצעתם והימנעו מהכללות וממסקנות גורפות.

2. רשימת מקורות

- w רשימת המקורות תכלול לפחות ארבעה מקורות מידע מהימנים.
- w הרשימה תכתב לפי אחת השיטות המקובלות.
- w חובה להפנות אל רשימת המקורות מגוף העבודה.
- w אין לכלול ברשימה מקורות שאין אליהם הפניה מגוף העבודה.
- בנספח I מובאים כללי כתיבה לרישום המקורות, וכללי הפניה לרשימת המקורות מגוף העבודה.
- בנספח II מובאים כללים ו"טיפים" לבדיקת אמינות מקורות מידע, בדגש על מידע ברשת האינטרנט.

ח. נספחים לעבודה

עבודת החקר חייבת לכלול את שלושת הנספחים האלה:

- 1: נספח מספר 1: תכנון ניסוי לפי דף עזר לתכנון הניסוי (לשאלה אחת או לשתי השאלות).
 - 2: נספח מספר 2: תוצאות גולמיות של הניסוי.
 - 3: נספח מספר 3: תוצאות הניסוי המקדים, או תכנון מפורט של שאלת המשך.
- אל כל נספח תהייה הפנייה מהמקום המתאים בגוף העבודה.

כללי הגשת העבודה

1. העבודה חייבת לכלול תוכן עניינים ועמודים ממוספרים.
2. העבודה תודפס בגופן בגודל 11-13, ותכלול שוליים ורווחים נוחים לקריאה.
3. אין לניילן את הדפים (פרט לתמונות או מוצגים).
4. אל העבודה יצורפו דפים אישיים של כל אחד מכותבי העבודה, ודוחות סיור של כל הכותבים.

מחווון לעבודת החקר – תשע"ב

עבור קבוצה של שני תלמידים

פרק	פירוט תוכן	ניקוד מלא	ציין לעבודה
מבוא: 15 נק'			
	תיאור נקודת המוצא לחקר (בעיה/תופעה)	2	
	רקע עיוני לנושא: מהימן, איכותי (דיוק ורמת ההסברים), רלוונטי, כתוב ברצף	8	
	שאלת חקר (ממוקדת, מנוסחת ע"פ הכללים), הצדקת השאלה , השערה, בסיס ביולוגי להשערה	5	
מערך החקר, כולל חומרים ושיטות: 20 נק'			
	המשתנה התלוי ודרך המדידה שלו (תיאור מפורט וברור)	4	
	המשתנה הבלתי תלוי ודרך השינוי שלו (תיאור מפורט וברור)	4	
	מספר טיפולים ודרכי מדידה של המשתנה התלוי - כנדרש	3	
	מספר סביר של חזרות ו/או ריבוי פריטים	2	
	שמירה על קבועים	2	
	בקרות מתאימות	2	
	שם האורגניזם הנבדק (במקרה של חיידקים, התייחסות לקבוצה)	1	
	דף לתכנון הניסוי – נספח מספר 1 (יש/אין, פרטים מלאים)	2	
	אם אין הסבר לעיבוד התוצאות, למרות שדרוש. במקרה זה יש להוריד 2 נקודות (-2)		
תרומה ייחודית/ טביעת אצבע: 3 נק'			
	תוספת ייחודית באחד מחלקי העבודה. מוזכרת בפרק מערך החקר	3	
תוצאות: 18 נק'			
	תוצאות מעובדות בטבלה ובגרף: סוג גרף מתאים- 2, כותרות לגרף ולטבלה- 2, כותרות לצירים ולעמודות- 2, יחידות- 1, ממוצע וסטיות תקן- 3, קנה מידה מתאים- 2	12	
	סיכום מילולי של התוצאות	2	
	התאמה בין התוצאות המעובדות לתוצאות הגולמיות	2	
	תוצאות גולמיות – נספח מספר 2 (יש/אין)	2	
מסקנות ודין +רעיון ביולוגי מרכזי: 20 נק'			
	אזכור שאלה/ השערה, אישוש או דחייה של ההשערה	1	
	מסקנות מבוססות על התוצאות, כולל הבקרות. הפניה ברורה אל התוצאות הרלוונטיות	4	
	המסקנות הן תשובה לשאלת החקר	1	
	המסקנות מנוסחות באופן זהיר ולא כוללני + התייחסות ביקורתית מתאימה למערך הניסוי ולתוצאות	5	
	הסבר התוצאות, תוך קישור לבסיס הביולוגי ולידע מהספרות, או הסבר אפשרי לתוצאות אם הן לא תואמות את הידע המקובל	4	
	הדיון נותן תמונה כוללת של הנושא שנחקר	2	
	קישור של רעיון ביולוגי מרכזי להיבט כל שהוא של העבודה. רמת התוכן הביולוגי	3	
רשימת מקורות: 6 נק'			
	ארבעה מקורות מידע מהימנים, רשומים כנדרש	4	
	הפניות למקורות מתוך העבודה	2	
ניסויים מוקדמים או תכנון שאלת המשך: 10 נק'			
	איכות הניסויים המקדימים או איכות תכנון שאלת המשך	4	
	חשיבות הניסויים המקדימים או חשיבות שאלת המשך	4	
	הפניה אל הניסויים המוקדמים או אל שאלת המשך מתוך העבודה	2	
הערכה כללית: 8 נק'			
	דף שער כנדרש , היקף העבודה, סדר, ארגון, בהירות, יש צילום שהתלמידים צילמו	8	
סה"כ: 100 נקודות			
ניקוד מיוחד למורה: עד 5 נק' להוספה או הורדה			
לשיקול דעתו של המורה: הוספה או הורדה של עד 5 נקודות, עבור השקעה מיוחדת, יצירתיות, מקוריות, או ההפך... מומלץ להתייחס כאן גם לאיכות דף תכנון הניסוי			

קבוצה של שלושה תלמידים

בקבוצה של שלושה תלמידים יש לתת ציונים לשאלה העיקרית לפי המחון לעיל. הציון לשאלה השנייה סה"כ 30 נקודות (הנוספות ל 100 נקודות של קבוצה של שני תלמידים) 25 נקודות, לפי הפירוט: השערה, בסיס ביולוגי, משתנה תלוי, משתנה בלתי תלוי, בקרות. לכל רכיב 5 נק'.

וחמש נקודות יינתנו על קשר ברור בין שתי השאלות. שימו לב, הדרישות בשאלה הנוספת מובאות בדף העזר לתכנון ניסוי, בעמוד 20 במסמך זה.

היעזרו בנספח VI - גיליון אקסל לחישוב הציון. בגיליון זה טבלאות נפרדות לקבוצה של שני תלמידים ולקבוצה של שלושה תלמידים. הציון ניתן בכל סעיף מתוך 100%, להקלה על ביצוע החישובים.

דף אישי בסיום עבודת החקר⁶

(שינוי מרבית השאלות. שינוי בבחירה ובמספר השאלות. הורדת הדרישה לתנאי מבחן)

לתלמיד: עד כה בצעת את העבודה כחלק מצוות. בדף זה תוכל להציג את ידיעותיך בנושא שנחקר, ואת תרומתך האישית לעבודה.

עליך לענות על שאלה א' (חובה) ועל אחת משתי השאלות ב' וג'.

שאלת חובה - 60% מהציון לדף האישי

א. לפניך רשימת מושגים בסיסיים בביולוגיה. בחלקם השתמשתם בעבודתכם ובאחרים לא השתמשתם.

אם התלמיד התייחס למושג שנכלל בעבודה, אולם לא היה מרכזי בה, יש לתת עד 50% מהציון לשאלה זו.
אם התייחס למושג מרכזי בעבודה – אין לתת ניקוד לשאלה זו, גם אם התוכן טוב.

בחר/י מתוך הרשימה מושג אחד בו לא השתמשת בעבודה, ורשום/ רשמי פסקה קצרה המקשרת מושג זה להיבט כל שהוא⁷ של העבודה.

רשימת המושגים: אברון, אבולוציה, אוטוטרופ, אוסמוזה, איכות הסביבה, אנזים, אנרגיה, ביומסה, ברירה טבעית, גרעין, דיות, דיפוזיה, האבקה, הובלה, הומיאוסטזיס, הומיאותרמי (אנדותרמי), הורמון, הזנה, הטרוטרופ, התאמה, התפתחות, חומרים אורגנים, חומרי תשמורת, חומר תורשתי, חילוף גזים, חילוף חומרים (מטבוליזם), חלבון, יחסי גומלין, יחס שטח פנים לנפח, יצרנים, כלורופיל, מחזור חומרים, מערכת הגנה, מפרקים, משוב, נביטה, נשימה תאית, סביבה פנימית, פוטוסינתזה, פויקילותרמי (אקטותרמי), צרכנים, קרום תא, רביה זוויגית/אל-זוויגית, שונות, תא, תורשה, תקשורת, ATP.

בחירה בין שאלות ב' או ג' - 40% מהציון לדף האישי

50% מהציון על בחירת היבט משמעותי.
50% מהציון על פירוט התרומה ומתן דוגמאות מתאימות.

ב. בעבודת החקר שבצעתם חלק גדול מהעבודה נעשה בצוות. מה הייתה תרומתך האישית בתכנון ובביצוע העבודה? תאר בפירוט את תרומתך, והבא דוגמאות מתאימות. אל תסתפק בתרומה טכנית בלבד כמו הדפסת התוצאות או השקיית הנבטים.

50% מהציון על בחירת מקור מהימן וסימון משפטים רלוונטיים.
50% מהציון על הסבר התרומה לעבודה.

ג. בחר/י מקור מידע מהימן שסייע לך בעבודת החקר, ונכלל ברשימת המקורות שבעבודתך. אתר בו פסקה אחת שסייעה לך והייתה משמעותית בעבודתך. צלם אותה, וסמן את המשפטים הרלוונטיים. רשום מהו המקור וסכם בקצרה מה הייתה תרומתו לעבודתך. צרף אל הדף האישי את הצילום המסומן.

⁶ דף זה הוא אישי, ואין לענות עליו בקבוצה! הוא יוגש למורה ולבוחן, ללא החזרה ותיקון.
⁷ אפשר לקשר את אחד המושגים מהרשימה להיבט כל שהוא של העבודה. לאו דווקא לשאלת החקר שנבדקה.

סיכום הסיור (דו"ח סיור)

✓ מידע כללי

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

✓ מאפייני בית הגידול (15 נקודות)

אפיינו את בית הגידול על בסיס מידע מהימן מהספרות ועל בסיס הנצפה בשטח.

1. לפי הספרות: האתר ומיקומו, טופוגרפיה, נתוני אקלים (טמפרטורות ומשקעים) ונתונים

רלוונטיים אחרים. נתונים ביוטיים כלליים – מאפייני החי והצומח של האזור.

2. לפי הסיור: תיאור מילולי של השטח, מאפיינים בולטים (כמו צמחיה, טופוגרפיה, סוג קרקע,

מבנים/ כבישים). תרשים השטח או צילום שמאפיין את בית הגידול.⁸

✓ מדידות (18 נקודות)

בצעו מדידות של שני מאפיינים ביוטיים (לדוגמא: אחוז כיסוי צומח, חתך צומח, עושר מינים, פרופיל גובה של הצמחייה, פיזור בע"ח, פעילות בע"ח) ומדידות של שני גורמים אביוטיים⁹ (לפחות במהלך הסיור.

לגבי כל בדיקה פרטו:

א. מה נבדק.

ב. כיצד נבדק.

ג. חשיבות הבדיקה: הסבר מדוע בדיקה מסוימת היא רלוונטית או יכולה להיות כזו.¹⁰

ד. תוצאות המדידות, כולל יחידות מדידה. יש להציג את התופעות בדרך מתאימה, הכוללת

לפחות טבלה אחת. אם ניתן, רצוי להציג תוצאות גם בגרף..

✓ אורגניזמים: הכרה והתאמות (33 נקודות)

1. ציינו לפחות ששה אורגניזמים שנצפו בסיור. (יש לזהות את האורגניזמים עד הסוג)

2. הרחיבו והוסיפו מידע לגבי שני אורגניזמים: לכל אחד משני האורגניזמים צרפו תמונה, הוסיפו

מידע סיסטמתי הכולל: שם מין¹¹ וכן נתון סיסטמתי נוסף כמו משפחה, סדרה, מחלקה. תארו

מבנים חיצוניים בולטים / אופייניים, וציינו מצב פנולוגי בצמחים או התנהגות בבע"ח, כפי

שנצפו בסיור.

על שני האורגניזמים להיות מקבוצות סיסטמתיות שונות, ולפחות אחד מהם צריך להיות צמח

עילאי.

⁸ תרשים - ציור סכמטי של בית הגידול ממבט-על או כל דרך שתתן מידע חזותי על בית הגידול. התרשים יכול כותרת, מקרא, כיוונים וקנה מידה (בקירוב). צילום מקורי יכול אורגניזמים בולטים בשטח ויכול הסבר של המצולם.

⁹ כגון: טמפרטורת קרקע, טמפרטורת אוויר, סוג קרקע, חלחול, חומרים אורגנים בקרקע, מסלע, אחוז מים בקרקע, ריכוז מומסים במים, עכירות המים, עוצמת קרינה, עוצמת רוח, כיוון רוח.

¹⁰ למשל להכרת בית הגידול, לאבחנה בין תתי בית הגידול, להסבר אפשרי לתופעה שנצפתה, או להתנהגות אורגניזמים.

¹¹ במקרים שקשה לקבוע מהו המין, ניתן להסתפק בציון הסוג.

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

✓ **תופעות** (21 נקודות)

תארו **שלוש** תופעות ביולוגיות שנצפו בשטח. תופעות ביולוגיות הן מבנים, צורות, תהליכים או קשרים, המופיעים באורגניזם מסוים ולא באחרים, או בתנאים מסוימים ולא באחרים¹². לפחות אחת התופעות חייבת להיות קשורה ל**יחסי גומלין**. התופעות חייבות להיות שונות מההתאמות שהובאו לעיל. הציעו **הסבר ביולוגי**/הסבר ליתרון הביולוגי **לאחת** התופעות.

✓ **מקור מידע** (4 נקודות)

יש לציין מקור מידע **אחד** הקשור לדוח הסיור. מקור המידע חייב להיות **אמין**, ויירשם על פי המקובל.

✓ **תוספת אישית** (4 נקודות)

הוסיפו, בקצרה (2-4 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.

היקף הדו"ח: 3-5 עמודים.

¹² למשל מאפיינים הייחודיים רק לפרטים מסוימים של אותו המין, רק לתאים מסוימים בגוף, שונים באורגניזם מסוים לעומת האחר או מופיעים במקום אחד ולא במקום אחר, בזמן זה ולא אחר וכדומה.

מחונן להערכת דו"ח סיור

בעמוד הראשון ירשם המידע הבא: מקום הסיור, תאריך, שמות תלמידים, שם ביה"ס.

היקף הדו"ח: 3-5 עמודים.

הערות	ניקוד לדו"ח	ניקוד מלא	הקריטריון
מאפייני בית הגידול: 15 נק'			
		6	לפי הספרות
		9	לפי הסיור
מדידות: 18 נק'			
		4 X 1/2	א. ארבעה גורמים נבדקים
		4 X 1	ב. תיאור דרך המדידה של כל אחד מהגורמים
		4 X 1	ג. חשיבות כל אחת מהבדיקות להכרת בית הגידול/ האורגניזם/...
		4 X 2	ד. הצגת תוצאות המדידות
אורגניזמים: הכרות והתאמות 33 נק'			
		6 X 1/2	א. ששה אורגניזמים מזהים עד רמת הסוג.
		2 X 1	ב. מידע לגבי שני אורגניזמים. לגבי כל אחד:
		2 X 2	*מידע סיסטמטי נוסף
		2 X 3	*תמונה שצולמה בשטח
		3 X 6	*מבנים חיצוניים, מצב פנולוגי/התנהגות
במקרים מיוחדים ומוסברים ניתן להסתפק בתמונה שלא צולמה בשטח, תוך ציון מקורה			ג. שלוש התאמות של אורגניזמים שנצפו בסיור + הסבר ההתאמה.
תופעות : 21 נק'			
		3X5	א. תאור שלוש תופעות ביולוגיות שנצפו בשטח.
לפחות אחת התופעות קשורה ליחסי גומלין. התופעות שונות מההתאמות.		6	ב. הסבר ביולוגי לתופעה
רשימת המקורות: 4 נק'			
		2	א. רישום נכון
		2	ב. מקור מידע מהימן וראוי
		4	היבט אישי: 4 נק'
		5	אופן ההגשה: 5 נק'
הגשה מסודרת, היקף כנדרש. מידע על מקום הסיור, שמות התלמידים, שם ביה"ס, ותאריך.			
		100	סה"כ
המורה יכול להחליט על תוספת או גריעה של עד 5 נקודות, לפי הבנתו ושיקול דעתו, למשל בהקשר לתפקוד התלמיד בהכנה לסיור, במהלכו ולאחריו.		עד 5 נק'	הוספה או גריעת נקודות לפי שיקול דעתו של המורה
מורה שיוסיף שאלות או דרישות (שרטוט גרף, תתי בית גידול...) יוכל לתת עד 10 נקודות לשאלות אלו, ולשנות את הניקוד לחלקים נוספים בהתאם, כך שסך כל הנקודות ישלים ל 100.		עד 10 נק'	שאלות נוספות, לפי החלטתו של המורה