

ישיבת שפע - מקור חיים

סמל מוסד : 615948

עבודת-גמר ברמת 5 יח"ל בחקלאות

בדיקת הדברה משולבת של עש האשכול בכרם יין



מנחה אקדמי : ד"ר שמוליק עובדיה

מנחה לפתרון בעיות : אמיר רוגל

שם התלמיד : נטעאל יהודה רוזנברג

תעודת זהות : 330604687

מקום מגורים : ירושלים

מספר פלאפון : 0585933828

אי-מייל : netaelros@gmail.com

אפריל, 2025

תוכן עניינים

1. מבוא - בעיית עש האשכול	4
2. סקירת ספרות	5
1.2. עש האשכול	5
2.2. הדברה משולבת	5
3.2. יעילות בלבול של עש האשכול והפוטנציאל שלו להפחתת הצורך בחומרי הדברה מסורתיים בכרמים	6
3. מהלך המחקר	7
1.3. נושא המחקר	7
2.3. הרקע לבעיה	7
3.3. מטרות המחקר	7
4.3. שאלות המחקר	7
5.3. השערות המחקר	7
6.3. תכנית הניסוי	8
7.3. טיפולים	8
8.3. מפת התצפית	8
9.3. יישום הבלבול בחלקות	9
10.3. ריסוסים	9
11.3. ניטור עש אשכול והערכת נזק בחלקות התצפית	9
4. תוצאות	10
1.4. ניטור בוגרים במלכודות פרומון	10
2.4. ניטור ביצי עש אשכול	11
3.4. ניטור זחלי עש אשכול	11
4.4. ניטור רקבונות בחלקות התצפית	11
5.4. ריסוסים שבוצעו	12
5. מסקנות	13
1.5. מסקנות מניטור זכרים	13
2.5. מסקנות מניטור ביצים	13
3.5. מספר הריסוסים	14
4.5. מסקנות מניטור רקבונות	14
5.5. מסקנות סופיות	15
6. דיון והשלכות	16
7. פתרון בעיות המצאתי	18
1.7. בחירת הבעיה הנכונה	18
2.7. ניסוח הבעיה כסתירה	21
3.7. תכסיסים לפתרון סתירה	22
8. ביבליוגרפיה	26
9. נספחים	27
1.9. תמונות	27
2.9. פרומפט	28
3.9. הצעת מחקר	29

תודות

ראשית רציתי להודות לרב אייל, הרכז התותח שלי, שעזרת לי וליווית אותי בכל התהליך של כתיבת העבודה - ממצאת מנחה ועד הגשת העבודה, ונתת לי דחיפה ומוטיבציה להמשיך עד הסוף.

רציתי להודות לד"ר שמוליק, על הסבלנות שלך כלפי כל השאלות ואכילות הראש שהפנית אליך, למרות היותך אדם עסוק מאוד. ועל כך שהכרת לי את עולם החקלאות והגפנים בצורה נעימה וסבלנית, והצגת לי חלק מהדיעות ומהסטרטאפים שלך, וליווית אותי בכל מצב רפואי שהוא. ורציתי להודות לצוות שלך ולישי - שלקח אותי אתו בסבלנות ובנועם לשטח הניסוי ולימד אותי הרבה על עולם החקלאות.

תודה לאמיר רוגל, שפתח בפני עולם חדש ומעניין עם הרבה ידע ועזר לי לכוון את עצמי בעבודה והקדיש לי מזמנו, ולכל הצוות שהנגיש בפני את עולם פתירת הבעיות.

תודה חמה לכורם יניב מתל צפית על הקצאת החלקות לטובת התצפית ועל העזרה בביצועה.

ותודה לכל החברים שלי ולמשפחה שלי ולכל מי שדחף אותי ונתן לי מוטיבציה להמשיך עד הסוף.

גילוי נאות:

במהלך כתיבת המבוא (ובמבוא בלבד) נעשה שימוש בבינה מלאכותית, להפקת טקסט המבוא פרט לשאלות המחקר. את הטקסט שכלי הבינה הפיק ערכתי ותיקנתי, בעזרת הידע שצברתי בעבודתי ובשיחות עם המנחה.

1. מבוא - בעיית עש האשכול

עש האשכול (*Lobesia botrana*), הוא מזיק חשוב העלול לגרום לנזק משמעותי בכרמי יין ברחבי העולם. חרק זה ניזון מאשכולות ענבים, מה שמוביל לירידה בכמות ובאיכות היבול (רקבונות באשכולות), והופך אותו לדאגה עיקרית עבור מגדלי הענבים. השיטות המסורתיות של הדברה כוללות שימוש בחומרי הדברה, אך היעילות של אמצעים אלה עוררה שאלות לגבי השפעתם ארוכת הטווח וכן לגבי השפעתם הסביבתית (chatGPT 20/2/24).

אל מול האתגרים הללו, חוקרים וכורמים החלו לבחון אסטרטגיות הדברה חלופיות למאבק בבעיית עש האשכול. אחת השיטות שפותחה היא הרעיון של הדברה משולבת, הכוללת ריסוסים נגד המזיק בתערובות של שני תכשירים. הרעיון מאחורי גישה זו הוא שעל ידי שימוש בשילוב של חומרי הדברה עם אופני פעולה שונים, מצטמצמת הסבירות שעש האשכול יפתח עמידות מהירה לחומר הדברה בודד (chatGPT 20/2/24).

שיטה נוספת מתמקדת בשימוש בפרומון המין של הנקבה הבוגרת כאמצעי לבלבול הזכרים ולשיבוש ההזדווגות שלהם. בלבול הזכרים על ידי שחרור פרומונים סינתטיים המחקים את הפרומונים (הורמון המין) של הנקבה יוצר אווירה רוויה של הורמון המין של הנקבות בכרם והזכר אינו קולט את ההורמון שמפרישות הנקבות, דבר שמקשה עליו לאתר את הנקבות ונמנעת ההזדווגות שלהם (chatGPT 20/2/24).

בתחום של אסטרטגיות בקרה מבוססות פרומונים, קיימות שתי שיטות יישום עיקריות, האחת שימוש בחוטים כפולים המפוזרים ברחבי הכרם, אשר טעונים בפרומונים ומשחררים אותם, במינון של 30 חוטים לדונם, ובקבוקונים המכילים את אותם המרכיבים המפוזרים פרומונים במינון 40 בקבוקונים לדונם (chatGPT 20/2/24).

דרך נוספת המיושמת כיום לפיזור הפרומונים בכרם היא על ידי ריסוס של הפרומון בכרם. הפרומון בריסוס זה נעשה באופן מרוכז הרבה יותר וכן מחזיק פחות זמן. כיוון שכך, הריסוס נעשה רק לקראת הבציר, כאשר האיום מעש האשכול הוא הגבוה ביותר (chatGPT 20/2/24).

ככל שהפחתת השימוש בהדברות כימיות בחקלאות הופכת נחוצה יותר ויותר, יש עניין גובר בהבנה האם בלבול עש אשכול המשמש בארץ כשיטה מסחרית כבר מספר שנים, אכן יכול להפחית את הצורך בשימוש בחומרי הדברה כפי שהיה בעבר (chatGPT 20/2/24).

רקע זה הוביל לשאלות המחקר:

1. מהם היתרונות בהדברה משולבת (שילוב מספר אמצעים) של עש האשכול בכרם על פני שימוש בשיטת הבלבול?
2. מה תפקידו של הבלבול על ידי יישום הפרומון בריסוס לקראת הבציר בהשוואה לבלבול חוטים או בקבוקים לבד?
3. מה ההבדל בין שני אמצעי הבלבול העיקריים הקיימים בכרם (חוטי בלבול לעומת בקבוקונים)?
4. האם השימוש בבלבול עש האשכול יכול לחסוך ריסוסים להדברת המזיק?

2. סקירת ספרות

1.2. עש האשכול

עש האשכול (*Lobesia botrana*) הוא מזיק משמעותי בכרמים ברחבי העולם, הגורם להפסדים כלכליים משמעותיים ואתגרים עבור מגדלי הענבים. הנזק המשמעותי ביותר של העש נעשה לקראת הבציר – בסוף הדור השלישי ובמשך כל הדור הרביעי של העש, כאשר הגפן מגיעה לשלב הבוחל ולאחר מכן בהבשלה – בהם הענב אוגר נוזלים וחומרי מזון בתוכו. כתוצאה מפגיעת העש, חומרי המזון והמיץ שבתוך הענב חשופים לפגיעה מפטריות וגורמי ריקבון אשר פוגעים ביבול ומורידים מערכו. נקבת העש מטילה כ-300 ביצים במהלך חייה (בעשרה לילות), אותן היא מטילה על פרחים (בדור הראשון) או על גרגרים (בשאר הדורות). מספר ימים לאחר הטלת הביצים (העיתוי המדויק תלוי במזג האוויר) הזחלים בוקעים מהביצה ותוך זמן קצר חודרים לתוך הגרגר עליו הוטלו או בגרגרים סמוכים (זהבי, 2005).

אחרי שהזחל אכל מספיק והשלים את כל שלבי התפתחותו זחל הוא טווה לעצמו קורים בין הגרגרים, במקום מוגן מהשמש ומטורפים ומתגלם. בחורף, כשהגפן בתרדמה, עש האשכול שורד את החורף זחל או כגולם. בחורף, הזחל או הגולם נמצא מתחת לקליפת הגזע. הזחל חי שם בצמצום וכמעט אינו פעיל ואילו הגלמים אינם פעילים כלל. הגולם מתפתח לפרפר.

בוגרי עש האשכול פעילים בלילה. נקבה בתולה שמוכנה להזדווג עם זכר מפרישה פרומונים – תערובת של חומרים אורגניים נדיפים, מבלוטות חיצוניות בגופה, שמושכים את הזכר למקום הימצאה של הנקבה והם מזדווגים. הנקבה מטילה את הביצים על הגרגרים במקום המתאים והבטוח ביותר להשרדות הביצים.

2.2. הדברה משולבת

לפי מרים זילברשטיין (2012) להדברה משולבת יש שני עקרונות: 1. טיפול בפגע המטרה לפי הצורך – פיקוח צמוד על הפגע ומודלים לחיזוי הופעתו; 2. שימוש באמצעים ידידותיים לסביבה – שימוש בכמה שפחות חומרי הדברה ושימוש ככל הניתן בחומרים שהנזק הנגרם לסביבה עקב השימוש בהם, הוא הפחות ביותר. הדברה משולבת תורמת מצד אחד לשמירה על הצמח באמצעות חומרים ידידותיים לסביבה ומצד שני לשמירה על מצבו הכלכלי של החקלאי.

בהתחלה היישום של הדברה משולבת היה הפחתת השימוש בחומרי הדברה והחלפתם באמצעים ידידותיים לסביבה כגון חוטי בלבול, רעלים הנמצאים בצמחים הפוגעים בחרקים ופחות בבני אדם ועוד. כיוון נוסף בהדברה משולבת הוא שימוש בחרקים טורפים. בהמשך הבינו שיש עוד מספר דרכים המשפיעים על הדברת המזיק כמו דילול הפירות, הגיזום והחשיפה של הצמח לאור, ואפילו כמות ההשקיה לאחר קטיף הפרי.

3.2. יעילות בלבול של עש האשכול והפוטנציאל שלו להפחתת הצורך בחומרי הדברה

מסורתיים בכרמים

בלבול זכרי עש האשכול הוא שיטה להפחתת אוכלוסיית עש האשכול בכרמים על ידי ייצור פרומון המין שמפרישה הנקבה, שמרוכז בתוך בקבוקונים או חוטים המשחררים אותו בשחרור איטי. מפזרים את החוטים והבקבוקונים בכרם ומבלבלים את הזכרים: הזכר "מבולבל" ולא מוצא את הנקבה, כך נמנעת הזדווגות בין הזכרים לנקבות והאוכלוסייה מתמעטת. בעקבות מיעוט האוכלוסייה, הנגיעות באשכולות פוחתות והצורך בחומרי הדברה כימיים יורד משמעותית.

מחקר שנעשה בידי דונקלבלום (2004) מראה כי בחלקה שנועדה לביקורת היה מספר רב יותר של זכרים במלכודות מאשר בחלקות המבולבלות, מה שמראה על כך שאוכלוסיית עש האשכול גדולה יותר בחלקת הביקורת ומצביע על יעילות הבלבול.

המחקר גם מראה על נגיעות אשכולות גבוהה מאוד בחלקת הביקורת ביחס לחלקה המבולבלת ונכתב בו כי החלקה המבולבלת רוססה רק פעם אחת, בעוד שחלקת הביקורת רוססה 3-4 פעמים.

למסקנת המחקר, יעילות הבלבול מפחיתה את אוכלוסיית עש האשכול, את הנגיעות באשכולות ומפחיתה בהחלט את הצורך בריסוס חומרי הדברה.

3. מהלך המחקר

1.3. נושא המחקר

נושא המחקר הוא הדברה משולבת של עש האשכול בכרם יין.

2.3. הרקע לבעיה

הפחתת אוכלוסיית עש אשכול על ידי בלבול זכרים הינה שיטה וותיקה ונפוצה מאוד בכרמי היין בישראל. בשנים האחרונות אנו נתקלים בפעילות חלקית של הבלבול ולעיתים בחוסר פעילות. הדבר מתבטא בנוכחות ביצים רבות בחלקות מבוטלות, אשר לעיתים קרובות אינה נופלת ממספר ביצי עש האשכול המנוטרות (= שנמצאו) בחלקות לא מבוטלות.

3.3. מטרות המחקר

1. בדיקת יעילות הבלבול של כרמי יין בהשוואה לחלקה לא מבוטלת.
2. השוואת יעילות הבלבול של חוטי בלבול כפולים, בהשוואה לבקבוקונים.
3. בדיקת השפעת ריסוס בלבול לקראת הבציר על יעילות הבלבול.

4.3. שאלות המחקר

1. מהם היתרונות בהדברה משולבת (שילוב מספר אמצעים) של עש האשכול בכרם על פני שימוש באמצעי הדברה אחד?
2. מהי יעילותו של הבלבול הנוסף, המיושם בריסוס לקראת הבציר, בהשוואה לבלבול לבד?
3. מה ההבדל בין שני אמצעי הבלבול העיקריים הקיימים בכרם (חוטי בלבול לעומת בקבוקונים)?
4. האם השימוש בבלבול עש האשכול יכול לחסוך ריסוסים להדברת המזיק?

5.3. השערות המחקר

ממחקרים שנעשו בנידון ומהבנה כללית ניתן לשער את השערות המחקר האלה :

1. היתרונות של הדברה משולבת של עש האשכול בכרם על שימוש באמצעי הדברה אחד הם : הפחתה בנגיעות האשכולות, במספר הריסוסים ובאחוז הרקבונות.

2. תפקיד הריסוס לקראת הבציר בהשוואה לבלבול לבד, הוא למזער את נזקי העש בזמן ההבשלה ולהפחית את אחוזי הרקבונות.

6.3. תכנית הניסוי

התצפית נערכה בכרם יין בתל צפית, בגוש גדול של חלקת מלבק, על שטח של 90 דונם. בתצפית נבדקה יעילות בלבול עש האשכול בשני תוצרים. האחד – על ידי חוטי בלבול כפולים. השני – על ידי בקבוקוני רימילור. התצפית החלה בתאריך 20.5.24, לקראת סיום הדור השני. ביום זה אמצעי הבלבול השונים פוזרו בחלקת התצפית. כמו כן הוצבו תחנות מלכודות ללכידת עש האשכול, 3 מלכודות בכל חלקת טיפול.

7.3. טיפולים

טבלה 1: רשימת הטיפולים בניסוי

מס'	הטיפול	מינון לחלקה	ריסוסים	השטח (דונם)
1	ללא בלבול	----	----	20.0
2	בקבוקוני רימילור	40 בקבוקונים לדונם	לובסיה פרו 100 סמ"ק/ד'	20.0
3	חוטים כפולים	30 חוטים לדונם	לובסיה פרו 100 סמ"ק/ד'	20.0
4	בקבוקוני רימילור	40 בקבוקונים לדונם	----	15.0
5	חוטים כפולים	30 חוטים לדונם	----	15.0

הערות: 1. החלקות המבולבלות יושמו בשתי חזרות והחלקה ללא בלבול בחזרה אחת.

2. ריסוס הבלבול ע"י לובסיה פרו בוצע בחזרה הראשונה, באמצעות מרסס מסחרי לחץ

גבוה דו שורתי.

8.3. מפת התצפית

טיפול 1	טיפול 2	טיפול 3	טיפול 4	טיפול 5

9.3. יישום הבלבול בחלקות

יישום טיפולי הבלבול בתצפית בוצעו בתאריך 20.5.24, לקראת תחילת הדור השלישי.

40 בקבוקוני רימילור לדונם: הפיזור בוצע בכל שורה, כל 5-6 גפנים בשורה (5 גפנים בשורה האחת ובסמוכה לה כל 6 גפנים).

חוטי בלבול כפולים, 30 לדונם: הפיזור בוצע בכל שורה, כל שבע גפנים בשורה (החל מהגפן הראשונה).

10.3. ריסוסים

במהלך הדור הרביעי של העש, ולקראת הבציר בחלקה, יושמו שני ריסוסים. הריסוסים בוצעו בתאריכים 2.8.24 ו-8.24.9, במרסס דו שורתי בלחץ גבוה בנפח תרסיס של 60 ליטר לדונם.

11.3. ניטור עש אשכול והערכת נזק בחלקות התצפית

הספירות בוצעו בחלקות התצפית אחת לשבוע, רובן החלו 7 ימים לאחר פיזור הבלבול והסתיימו לאחר הבציר. החלקות מחולקות כך שיש חמש שורות בכל חלקה. הבדיקות והספירות בוצעו כדלהלן:

ניטור בוגרים במלכודות פרומון: המלכודות לניטור עש האשכול הוצבו עם פיזור הבלבול (20.5.24) וספירתם החלה 7 ימים לאחר מכן. בכל טיפול במרכז החלקה הוצבה תחנה של שלוש מלכודות. ספירות הבוגרים במלכודות בוצעו אחת לשבוע, נמשכו עד הבציר, והסתיימו ב-27.8.24 (סה"כ 13 ספירות). נדיפיות הפרומון הוחלפו אחת לחודש.

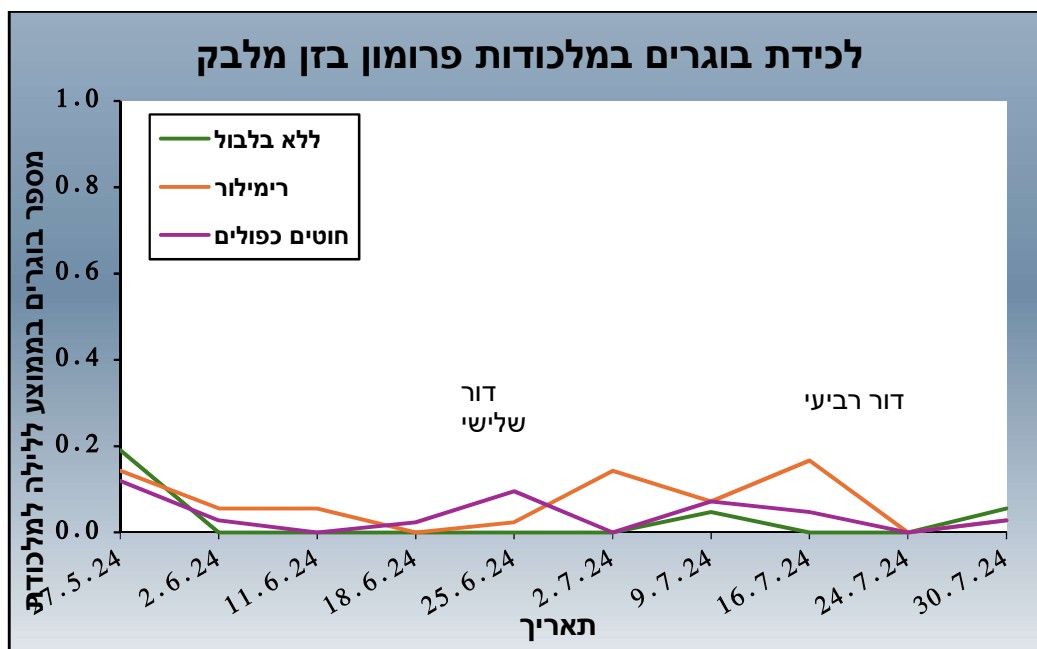
ניטור ביצי עש אשכול: ניטור הביצים החל כ-3 שבועות לאחר פיזור הבלבול (11.6.24). אחת לשבוע נספרו 100-150 אשכולות בשניים-שלושה מוקדי ספירה (50 אשכולות למוקד). ניטור הביצים הסתיים לקראת הבציר (סה"כ 11 ספירות).

ניטור זחלי עש אשכול: ניטור הזחלים החל כ-3 שבועות לאחר פיזור הבלבול (11.6.24). בכל ספירה נספרו 100 אשכולות בשני מוקדי ספירה (50 אשכולות למוקד). ניטור הזחלים הסתיים לקראת הבציר (סה"כ 11 ספירות).

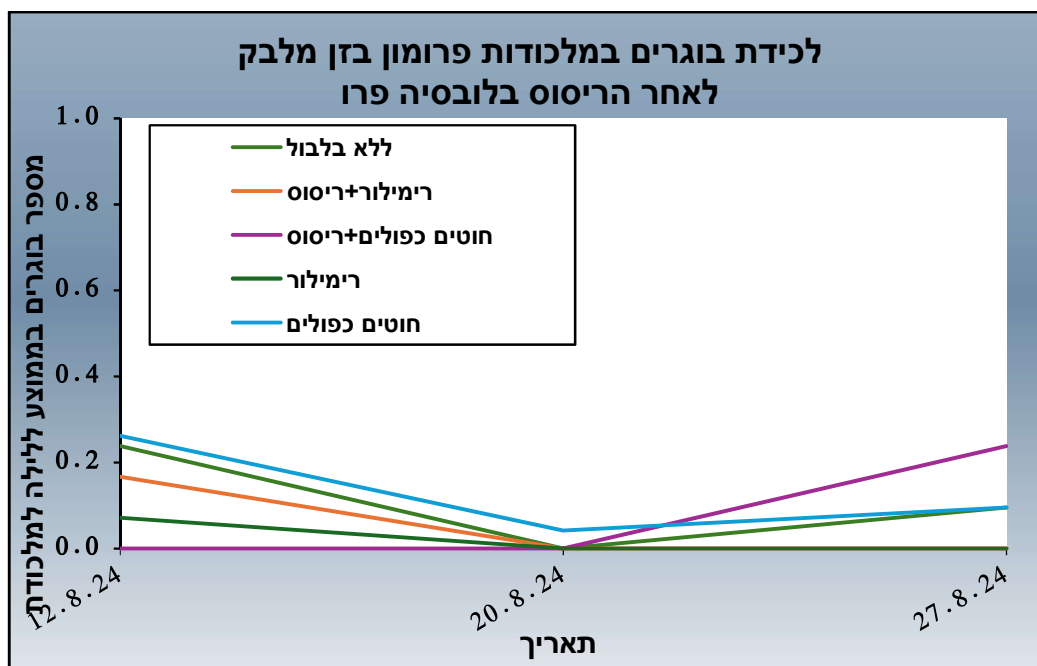
בדיקת רקבונות: בדיקת רקבונות החלה בשלב הבוחל (השלב בו הענב מתחיל לאגור מיץ וחומרי מזון). בכל אחת מחלקות התצפית, נבדקו בכל שבוע 150 אשכולות (3 מוקדי ספירה, 50 אשכולות בכל מוקד) ונספרו האשכולות עם סימני ריקבון. תוצאות הספירה תורגמו לאחוזי אשכולות עם ריקבון. בדיקת הרקבונות הסתיימה לקראת הבציר, בה נספרו 300 אשכולות (סה"כ 7 ספירות).

4. תוצאות

1.4. ניטור בוגרים במלכודות פרומון



איור 1: לכידות בוגרי עש אשכול במהלך העונה בזן מלבק, תל צפית 2024



איור 2: לכידות בוגרי עש אשכול לאחר הריסוסים בזן מלבק, תל צפית 2024

2.4. ניטור ביצי עש אשכול

טבלה 2: השפעת טיפולי הבלבול השונים בהפחתת ביצי עש האשכול, בזן מלבק. המספרים מבטאים את מספר הביצים שנמצאו בניטור עש האשכול במהלך התצפית, ב- 100 אשכולות לטיפול בכל ניטור, תל צפית 2024.

מס'	הטיפול	ריסוסים	25.6	2.7	9.7	16.7	30.7	12.8	20.8	27.8	מס' שבועות	סה"כ ביצים
1	ללא בלבול	-	0	1	1	0	7	14	0	5	5	28
2	בקבוקוני רימילור	+	2	4	0	3	1	26	6	0	6	42
3	חוטנים כפולים	+	1	0	0	0	1	2	0	0	3	4
4	בקבוקוני רימילור	-	1	0	0	0	1	3	2	6	5	13
5	חוטנים כפולים	-	4	2	0	0	0	2	0	6	4	14

הערה: מתוך 11 ספירות שבוצעו בסה"כ, מופיעות בטבלה רק הספירות שבהן נמצאו ביצים באחד או יותר מהטיפולים.

3.4. ניטור זחלי עש אשכול

בכל חלקות התצפית לא נמצאו זחלים.

4.4. ניטור רקבונות בחלקות התצפית

טבלה 3: השפעת טיפולי הבלבול השונים על שכיחות הרקבונות, בזן מלבק. המספרים מבטאים את אחוז האשכולות עם ריקבון (שכיחות) החל משלב הבוחל, 100 אשכולות בכל ספירה, תל צפית 2024.

מס	הטיפול	ריסוסים	30.7	12.8	20.8	27.8
1	ללא בלבול	-	8.0	7.0	16.0	4.0
2	בקבוקוני רימילור	+	7.0	15.0	6.0	0.0
3	חוטנים כפולים	+	4.0	7.0	0.0	0.0
4	בקבוקוני רימילור	-	6.0	0.0	7.0	7.3
5	חוטנים כפולים	-	0.0	0.0	19.0	8.7

הערות:

1. בטבלה מופיעות רק הספירות שבהן נמצאו רקבונות באחד או יותר מהטיפולים.
2. עם הופעת הרקבונות, נמצאו בכל הספירות 3-4 גרגרים פגועים לאשכול רקוב.

5.4. ריסוסים שבוצעו

מאחר וברוב המקרים נמצאו ביצים ביותר מאשר חלקה אחת, ובגלל מבנה החלקות, הריסוסים נגד עש אשכול בחלקות התצפית היו זהים גם בחלקות שלא נמצאו בהן ביצים. הריסוסים המסחריים בוצעו במרסס דו שורתי, בנפח תרסיס של 100-110 ליטר/ד.

טבלה 4 : רשימת ריסוסים שבוצעו במהלך התצפית בכל חלקות התצפית, תל צפית 2024.

תאריך ריסוס	התכשירים
27.6.24	אוונט 0.025%+טיטאן 0.07%
4.7.24	אוונט 0.025%+טיטאן 0.07%
18.7.24	טלסטאר 0.1%
31.7.24	טלסטאר 0.1%+סוויץ' 0.1%

5. מסקנות

1.5. מסקנות מניטור זכרים

לפי ניטור הבוגרים במלכודות ניתן לראות, שברוב הספירות בחלקות עם חוטי הבלבול והבקבוקונים יש יותר זכרים או מספר השווה לחלקה ללא הבלבול. בחלקות המבולבלות היינו מצפים לא לראות לכידות כלל. אם אנו רואים שיש אפילו מעט לכידות בחלקות המבולבלות – זה מראה על בעיה בפעילות הבלבול, כל שכן שיש יותר לכידות בחלקות המבולבלות.

ניתן לראות גם שבחלקה עם החוטים הכפולים נמצאו ברוב הספירות פחות בוגרים מאשר בחלקה עם הבקבוקונים.

כמו כן ניתן לראות כי בחלקות עם ריסוס הפרומון לקראת סוף העונה נמצא מספר שווה לחלקות האחרות או לספירות הבוגרים לפני מועד הריסוס.

מניטור הזכרים ניתן להסיק כי:

1. הבלבול לא יעיל כפי המצופה.
2. החוטים הכפולים נמצאו יעילים יותר מבקבוקוני רמילור.
3. ריסוס הפרומון לא הפחית בהרבה את מספר הבוגרים במלכודות.

2.5. מסקנות מניטור ביצים

לפי ניטור הביצים ניתן לראות שבחלקה הלא מבולבלת, ברוב הספירות ובעיקר בדור הרביעי של העש (שאז הנזק הוא משמעותי יותר), יש פחות או מספר השווה למספר הביצים שנמצאו בחלקות המבולבלות (למעט שתי ספירות בלבד, וללא קשר לחלקות שרוססו לקראת סוף העונה בשתי הספירות האחרונות). נוסף לכך, בחלקות המבולבלות – בהן היינו מצפים לראות נגיעות הולכת ומצטמצמת, דווקא רואים שבספירה הסופית יש יותר נגיעות מספירות קודמות.

ניתן לראות גם שבחלקות עם החוטים הכפולים נספרו פחות ביצים מאשר בחלקות עם הבקבוקונים.

כמו כן ניתן לראות שבחלקות שרוססו בפרומון לקראת סוף העונה, אין הבדל כל כך במספר הביצים ואף נספרו יותר ביצים מהחלקות שלא רוססו, וכן ביחס לספירות הקודמות של אותן החלקות ושל שאר החלקות.

מניטור הביצים ניתן להסיק כי:

1. הבלבול לא יעיל כפי המצופה.
2. חוטים כפולים נמצאו יעילים יותר מבקבוקוני רמילור.
3. ריסוס הפרומון לקראת סוף העונה לא היה יעיל.

3.5. מספר הריסוסים

(כל החלקות רוססו באופן שווה. הכוונה למספר הריסוסים שתיאורטית היו יכולים להיחסך, בהתחשב בסוג החלקות וברמת הפגיעות)

ניתן לראות שלפני הריסוס לא היתה נגיעות כלל בחלקה הלא מבולבלת – זאת אומרת שבחלקה ללא הבלבול היה צריך לרסס 3 ריסוסים בלבד.

ניתן לראות גם כי בין הריסוס השני לריסוס השלישי בחלקות המבולבלות על ידי חוטים כפולים לא היתה נגיעות, כך שלא היה צורך לרסס את הריסוס השלישי. אם כך היה אפשר לחסוך ריסוס אחד יותר מהחלקה ללא בלבול, בעוד שבחלקה עם הבקבוקונים לא היה אפשר.

ריסוס הפרומון השפיע רק לאחר הריסוסים, כך שהוא לא השפיע על חסכון הריסוס ולכן הוא לא רלוונטי לנושא חסכון הריסוסים בניסוי זה.

מתוצאות אלו אפשר להסיק כי:

1. בחלקות המבולבלות לא נחסכו ריסוסים יותר מהחלקה הלא מבולבלת – שלא כפי המצופה, ומכאן שהבלבול לא פעל ביעילות.
2. בחלקת החוטים הכפולים נחסך (תיאורטית) ריסוס אחד יותר מהחלקה המבולבלת על ידי בקבוקונים.

4.5. מסקנות מניטור רקבונות

(כיון שכל החלקות רוססו באופן שווה, ניטור הרקבונות אינו המדד החשוב בניסוי)

היינו מצפים שבחלקות המבולבלות אחוז הרקבונות ירד, אך מניטור הרקבונות אנו רואים שלקראת סוף העונה (כאשר הנזק הכי משמעותי), דווקא בחלקה הלא מבולבלת אחוז הרקבונות יורד ואילו בחלקות המבולבלות (ללא קשר לחלקות שרוססו בפרומון לקראת סוף עונה) האחוזים עולים.

ניתן לראות גם כי אחוז הרקבונות בחלקה עם בקבוקוני רמילור גבוה מאשר בחלקה עם החוטים הכפולים.

כמו כן ניתן לראות כי בניטורים שנעשו בחלקות שרוססו בפרומון לקראת סוף העונה יש פחות אחוזי רקבונות מאשר בחלקות האחרות וכי האחוזים בחלקות המרוססות בפרומון התאפסו בספירות האחרונות.

מניטור הרקבונות ניתן להסיק כי:

1. הבלבול לא נמצא יעיל כפי המצופה להפחתת אחוז הרקבונות.
2. חוטים כפולים נמצאו יעילים יותר מבקבוקוני רמילור.
3. ריסוס הפרומון לקראת סוף העונה נמצא כנראה יעיל (לרקבונות בלבד).

5.5. מסקנות סופיות

מכל אלה ניתן להסיק את המסקנות הסופיות:

1. הבלבול לא פעל ביעילות המצופה: בחלקות המבולבלות נמצאו יותר לכידות ויותר ביצים – במיוחד בסוף העונה בדור הרביעי של העש, כאשר הנגיעות גורמת הכי הרבה נזק (ללא קשר לחלקות שרוססו בסוף עונה), לא נחסכו (תיאורטית) יותר ריסוסים ולא הופחתו אחוזי הרקבונות (מדד פחות חשוב בניסוי אך קשור לתוצאות).
2. חוטים כפולים נמצאו יעילים יותר מבקבוקוני רמילור: בחלקה עם החוטים הכפולים נמצאו פחות זכרים במלכודות הפרומון ופחות ביצים, נחסך (תיאורטית) ריסוס אחד יותר בהשוואה לחלקת הבקבוקונים וגם נמצא אחוז קטן יותר של ריקבון (אם כי, כאמור, מדד הריקבון פחות חשוב בניסוי).
3. הריסוס בפרומון לקראת סוף העונה לא פעל היטב לדילול אוכלוסיית עש האשכול. לא נמצאו הבדלים רבים בספירת הזכרים, הביצים והריסוסים. על היעילות לכאורה שנמדדה באחוזי רקבונות נדון בפרק הבא.

6. דיון והשלכות

תוצאות הניסוי הראו שהבלבול לא עבד. כיוון שנספרו ביצים רבות בחלקות השונות, לא ניתן לומר שאוכלוסיית העש הייתה נמוכה. אם הבלבול היה עובד, היינו אמורים למצוא מספר נמוך בניטור הזכרים ובכמות הביצים בחלקות המבולבלות – מה שלא קרה ולכן מצביע על בעיה בפעילות הבלבול. במצב נורמלי היינו אמורים למצוא בחלקה הלא מבולבלת מספר גבוה של לכידות – מה שגם לא קרה, לכן ההנחה היא שהבלבול לא השפיע כלל על הזכרים, כי מספר הלכידות היה בערך שווה ללכידות בחלקות המבולבלות.

נקודה נוספת היא שלקראת הבציר, כאשר הגפנים נמצאות בשלב ההבשלה, פוטנציאל הנזק של העש הוא הגבוה ביותר ודווקא אז קיבלנו בניטור מספרים גבוהים – מה שמוכיח שוב שהבלבול לא צמצם נזק ולא היה יעיל.

התוצאות של ניטור הרקבונות הן יוצאות דופן, בכך שנראה מהן שהבלבול דווקא עבד. כיוון שקיבלנו מסקנות שונות בניטור הרקבונות, למרות שהבלבול לא עבד – דבר שאמור להוביל לכך שהתוצאות יהיו תואמות בכל החלקות, ניתן לומר שהשוני בין הרקבונות לא נובע מהשלכות הבלבול אלא מחומרים אחרים (ריסוסים שנעשו נגד רקבונות ועוד).

את חוסר היעילות של הבלבול אפשר להסביר בשתי דרכים:

1. העשים פיתחו עמידות לבלבול.

2. הטלת הביצים נעשתה לאחר שמשך הפעולה של הבלבול עבר.

נפתח את שני ההסברים:

נקבה שמוכנה להזדווגות מפרישה מגופה את הפרומון למשיכת הזכר למקום הימצאה. הפרומון המופרש מגופה עשוי משרשרת חומרים, שמתוכם שלושה מרכיבים עיקריים ועוד מספר חומרים שוליים. בנדיפיות הפרומון הסינתטיות שאיתן מבלבלים את העש, נמצאים רק שלושת החומרים העיקריים של הפרומון הטבעי ואילו שאר החומרים לא מועתקים. אם אכן הזכרים פיתחו עמידות, ההנחה היא שכנראה הזכרים נמשכים לשאר החומרים השוליים או לחלקם ולא לחומרים המרכזיים. כך הזכרים מזהים את הפרומון של הנקבה ונמשכים אליה ומתעלמים מהבלבול.

על הנחה זו יש להקשות: אם הזכרים נמשכים לאותם החומרים השוליים בבלבול ופיתחו עמידות לבלבול, למה יש הבדל בין חוטי הבלבול לבין בקבוקוני רמילור? הרי אם העשים עמידים לבלבול לא אמור להיות הבדל בין סוגי הבלבול! ניתן להניח שהסיבה לכך היא שאוכלוסיית העשים מפוזרת בכרם באופן לא סדיר (אקראי) ועקב כך נוצר ההבדל בניטור הזכרים והביצים בין החלקות עם החוטים הכפולים לבקבוקונים. אפשרות אחרת היא שהבלבול עוזר, אבל במידה מצומצמת מאוד, ושבמסגרת התרומה הזעירה של הבלבול – חוטים כפולים אכן מועילים יותר בפיזור הבלבול מהבקבוקונים.

אמנם נעשתה רק חזרה אחת עם שתי חלקות בזמן הניסוי, כך שלא ניתן לקבל תוצאות ברורות ומובהקות, אך בכל אופן לפי תוצאות הניסוי יוצא שאכן חוטים כפולים יעילים יותר (או בניסוי הזה – גרועים פחות) בבלבול הזכרים מאשר בקבוקוני רמילור. כיוון שהחוטים והבקבוקונים

מפרישים אותו הפרומון, ניתן לטעון שההבדלים המיקרוסקופיים בין החוטים הכפולים לבקבוקונים מאפשרים לחוטים הכפולים לפזר את הפרומונים בצורה פחות גרועה מהבקבוקונים. עם זאת, כאמור ניסוי זה נעשה בהיקף קטן מדי להסקת מסקנות אלה ומומלץ לערוך ניסוי גדול יותר כדי להסיק מסקנות בהירות יותר.

הסבר שני שהצענו לכך שהבלבול לא הראה אפקטיביות בניסוי הוא, שתוקף הבלבול פג לפני שהוטלו הביצים האחרונות, כך שהנתונים המאוחרים לא רלוונטיים להסקת מסקנות.

אמצעי הבלבול שפוזרו בכרם משחררים את הפרומון בקצב מסוים וקבוע. לכל נדיפית יש זמן מסוים שהיא יכולה לעבוד, כמו תוקף בדברי מאכל. כל נדיפית פרומון – בין חוטים כפולים ובין בבקבוקוני רמילור – טעונה במספר פרומונים מסוים. לאחר שהנדיפית שחררה את כל הפרומונים הטעונים בה, אין בה עוד תועלת ולכן היא לא משפיעה על זכרי העש. יכול להיות שבעת הניטור הבלבול כבר היה "פג תוקף".

אמנם את הנחה זו אפשר להפריך, כיוון שגם התוצאות המוקדמות לא הראו שהבלבול עבד. ועוד, ניתן לראות שגם בזמן שריססו את הפרומון הוא לא היה יעיל, אף שבזמן זה הוא ודאי פעל. לכן יש לחזור להנחה הראשונה, שהעשים גילו עמידות לבלבול.

פיתוח עמידות אצל הזכרים היא תופעה שהגיוני לצפות שקרתה, כיוון שידועות לנו תופעות דומות. זו לא הדוגמה היחידה לכך שחרק מפתח עמידות כלפי דבר שמאיים עליו. בעניין הדברה, למשל, אגרונומים מעדיפים למצוא שיטות נוספות על פני ריסוס כיוון שעם הזמן המזיק יכול להסתגל לחומרי הריסוס ולפתח כלפיהם עמידות. דבר זה נגרם מסיבה אבולוציונית: עם הדורות, הגוף של המזיק מבין שהדרך היחידה לשרוד היא אם הוא יפתח מוטציות ושינויים במבנה הגוף, אשר הופכים אותו לפגיע פחות בפני אותו חומר. כך למשל אקריות הוורואה: במחקר שנעשה (גאנס, ח'ית), הראו כי אקריות הוורואה מפתחות מוטציות בדי-אן-איי, המתבטאות בגן נוסף שמקנה להם עמידות בפני פרתוראידים הגורמים למותם.

תופעה זו כנראה קרתה גם לזכרי העש, אשר עם הדורות פיתחו מוטציות בדי-אן-איי, שעזרו להם לזהות את מרכיבי פרומון הנקבה, להתייחס לחומרים השוליים בפרומון המקורי של הנקבה ולהתעלם משלושת החומרים היסודיים שנמצאים בפרומון הבלבול. חשוב לציין כי כאשר המוטציות קורות בחרקים או בצמחים או כל בעל חי כלשהו, הן קורות באופן אקראי ללא קשר לרצון החרק, אלא כחלק מתהליך טבעי של הישרדות. כך שכל מי שלא היתה אצלו מוטציה זו – לא שרד, ורק מי שהתפתחה אצלו מוטציה זו הצליח למצוא את הנקבה וממילא היא תעבור לצאצאים שלו.

לסיכום, נראה שהבלבול לא עוזר להפחתת אוכלוסיית עש האשכול וכן לא עזר להפחית את מספר הריסוסים (תיאורטית). ההסבר שנראה הגיוני הוא שהעש פיתח עמידות לבלבול. גם ריסוס הפרומון לקראת סוף העונה לא עזר להפחתת אוכלוסיית עש האשכול (למעט בניטור הרקבונות - אך כאמור, הרקבונות אינם קשורים ככל הנראה לעש אלא לחומרים אחרים האחראים לכך). לגבי השוני בין החוטים הכפולים לבין בבקבוקוני רמילור: מניסוי זה עולה כי אכן חוטים כפולים יעילים מבקבוקונים לבלבול זכרי העש, אך כמו שנאמר למעלה, כיוון שנעשתה רק חזרה אחת בזמן הניסוי עם שתי חלקות לכל סוג, לא ניתן לקבל תוצאות ברורות ולכן אני מציע לערוך מחקר בהיקף גדול יותר כדי לקבל תוצאות יותר ברורות.

7. פתרון בעיות המצאתי

עבודה זו עוסקת בפתרונות להדברה משולבת של עש האשכול. במקביל למחקר חקלאי מעשי, נעשה מהלך תיאורטי של פתרון בעיות. הניסוי הראה שככל הנראה שיטת בלבול הזכרים של עש האשכול כבר לא יעילה מספיק ושיש צורך לפתח פתרונות נוספים להדברת עש האשכול. בפרק זה נציג את המהלך של ניתוח הבעיה וחיפוש כיוונים לפתרונות אפשריים.

מטרת התהליך של פתרון בעיות המצאתי היא לסייע ביד הפותר לייצר רעיונות פורצי דרך, שיביאו לתועלת רבה בהשקעה מועטה. את הרעיונות הנבחרים החזקים ביותר יש לגבש לפתרון פרטני וליישם אותו כפי שמיישמים כל פתרון: בניית תכנית יישום וביצוע פרויקט יישום, בדיקת השינויים והשפעתם – מדידות, ניטור וכולי.

בתהליך פתרון בעיות 3 שלבים עיקריים:

1. בחירת הבעיה הנכונה.
2. ניסוח בעיות השורש כסתירה.
3. הפעלת תכסיסי עקרונות המצאה על הסתירות.

1.7. בחירת הבעיה הנכונה

לשם בחירת הבעיה הנכונה, נדרשים הבנה וניתוח של הבעיה. הכלי שמסייע לכך הוא עץ הווה (איור 3).

עץ הווה מתאר את המצב הקיים של הבעיה. מטרת כלי זה היא למצוא את הקשר הלוגי בין מרכיבים שונים של הבעיה ולארגן אותם בצורה שיטתית, עד שנוכל למצוא את בעיית השורש. בעיות שורש הן הבעיות המרכזיות בתחתית עץ ההווה, שמהן מגיע רוב התופעות הבלתי רצויות. תהליך הכתיבה של עץ הווה הוא מלמעלה למטה: מתחילים מהבעיה כמו שהיא ומנתחים את הסיבות שגורמות לבעיה; אך קריאת העץ היא מלמטה למעלה: מהסיבות לתוצאות.

עץ הווה מורכב מהיגדים שונים. בתוך כל תיבה בעץ ההווה יש היגד שמייצג תופעה בלתי רצויה, או בקיצור: תב"ר. זוג תיבות עם חץ ביניהם הוא היגד של הקשר הלוגי "סיבה-תוצאה" (אם ב' אז א'). בעץ הווה, התוצאות מופיעות מעל הסיבות ולכן כיוון החיצים הוא מלמטה למעלה. כאשר יש שתי סיבות לאותה תוצאה וכל אחת מהן לחוד מספיקה כדי לגרום את התוצאה (אם ב' או ג' אז א') – מסמנים חץ אחד מתב"ר ב' לתב"ר א' וחץ שני מתב"ר ג' לתב"ר א'. כאשר שתי הסיבות יחד דרושות כדי לגרום את התוצאה (אם ב' וגם ג' אז א') – מסמנים זאת באמצעות אליפסה מעל שני החיצים.

כדי ליצור את עץ ההווה, יצרתי רשימה של תב"רים הכלולים בבעיה. אחר כך סידרתי אותם לפי קשרים של סיבה-תוצאה. ניתחתי אילו סיבות מרכזיות יותר ואילו פחות. לבסוף התמקדתי בבעיות שורש נבחרות.

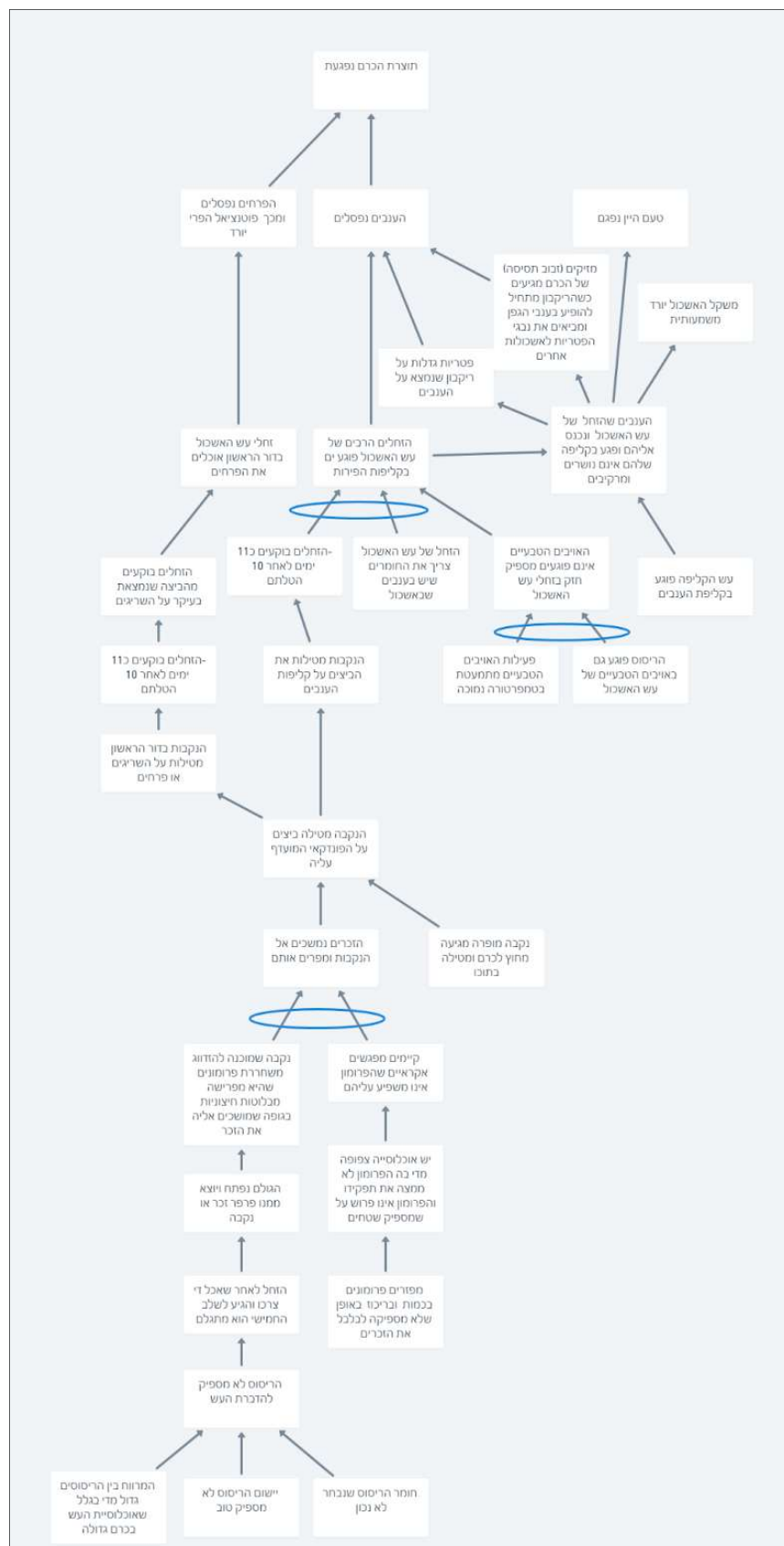
נסכם בקצרה את הניתוח של עץ ההווה: בראש העץ נמצאת התוצאה הסופית – תוצרת הכרם נפגעת. חלק מהפגיעה נובע מפסילת הפרחים על ידי זחלי הדור הראשון של עש האשכול, אולם הנזק העיקרי הוא כתוצאה מפסילת הענבים. נחפש את הסיבות לתופעה בלתי רצויה זו: מזיקים כגון

זבוב תסיסה, פטריות וזחלי עש האשכול. מבין 3 סיבות אלה (שגם הן תב"רים), זחלי עש האשכול זו הסיבה הרלוונטית ביותר לעבודה. נמשיך למצוא סיבתיות: מדוע זחלי עש האשכול פוגעים בקליפות הפירות? יש לכך סיבה משנית (האויבים הטבעיים של העש אינם פוגעים בו מספיק) ושתי סיבות מרכזיות יותר (הזחל של עש האשכול צריך את החומרים שבענבים וגם הזחלים בוקעים מהביצים כ-10-11 ימים לאחר ההטלה). האליפסה שמחברת שתי סיבות אלו אומרת לנו שמספיק לבטל אחד מהתב"רים כדי למנוע את התוצאה. לכן התב"ר "הזחל של עש האשכול צריך את החומרים שבענבים", שאין לו המשך סיבתי כלפי מטה, הוא אחת מבעיות השורש.

נמשיך כלפי מטה בעץ ונראה עוד תב"ר, שאם נבטל אותו – כל החלק העליון של העץ ייפול: "הנקבה מטילה ביצים על הפונדקאי המועדף עליה". אחת מהסיבות שלה היא אחת מבעיות השורש: "נקבה מופרה מגיעה מחוץ לכרם ומטילה בתוכו". הסיבה השנייה, "הזכרים נמשכים אל הנקבות ומפריים אותן", מספיקה בפני עצמה כדי לגרום לתוצאה. כדי לבטל אותה, מספיק לסלק אחת מהשרשראות שמתחתיה: השרשרת של הבלבול הבלתי-מספיק והשרשרת של הריסוס הבלתי-מספיק.

לסיכום חלק זה, אלה בעיות השורש שכדאי לנו להתמקד בהן:

- הזחל של עש האשכול צריך את החומרים שבענבים.
- הנקבה מטילה ביצים על הפונדקאי המועדף עליה.
- נקבה מופרה מגיעה מחוץ לכרם ומטילה בתוכו.
- הזכרים נמשכים אל הנקבות ומפריים אותן.
- הבלבול אינו מספיק להדברת העש.
- הריסוס אינו מספיק להדברת העש.



2.7. ניסוח הבעיה כסתירה

השלב השני, לאחר שבחרנו את הבעיה הנכונה, הוא ניסוח הבעיה כסתירה, כלומר התנגשות בין דרישות מנוגדות אשר במצב הנוכחי לא ניתן להם פתרון. נדגים על בעיית שורש נבחרת כיצד מנסחים אותה כדבר והיפוכו:

- הזחל של עש האשכול חייב לאכול את קליפות הענבים כדי לשרוד (זה בטבע שלו).

- אסור שהעש יפגע בקליפת הענב (או שיגיע ולא יפגע או שלא יגיע כלל).

יש שלושה סוגי סתירות: סתירה סמויה, סתירה טכנית וסתירה פיזיקלית. נסביר כל אחת מהן (צ'רנובלסקי, 1997):

סתירה סמויה היא כאשר נודע לנו שמהו לא כשורה אך לא ידוע לנו מה בדיוק, או שאנו מניחים שהכל כשורה אך מתקרב הרגע שבו המצב עלול להידרדר באופן פתאומי. סיבות אפשריות לסתירה סמויה הן חוסר ידע, חוסר במומחים, חומרים ובתהליכים הדרושים, או שעדיין לא קיימת מערכת חדשה העונה לדרישות החדשות. כתוצאה מכך יש השפעות שליליות גדולות על המערכת, על החברה ועל איכות הסביבה. במצב כזה נדרש לנתח את הסתירה הסמויה ולגלות סתירה טכנית הטמונה בה.

סתירה טכנית היא סיטואציה שבה שיפור ביצוע אחד של המערכת גורם להידרדרותו של ביצוע אחר. זה קורה כאשר המערכת הגיעה לקצה גבול יכולתה ואז נוצרות דרישות ובעיות טכניות חדשות ברמת המערכת. התוצאות של סתירה טכנית הן: עלייה בהשקעות, ירידת הביקוש בשוק והפיכה של מערכת ישנה למורכבת יותר ויותר, מה שגורם לשינוי במערכת השולטת בה. במצב כזה נדרש לנתח את הסתירה לצורך הבהרת הסיבות לקיומה של סתירה טכנית ולגלות סתירה פיזיקלית.

סתירה פיזיקלית מתקיימת כאשר נדרש מדבר מסוים להיות בעל תכונות מנוגדות. למשל, כדי שמטוס יצליח להמריא אנחנו צריכים ששטח הכנף יהיה גדול כדי שכוח העילוי יהיה גדול יותר, אך לאחר שההמראה שטחה הגדול של הכנף יפריע לתנועתו עקב הגרר שהיא גורמת. בבעיה זו אנחנו צריכים ששטח הכנף יהיה גם גדול וגם קטן – שתי דרישות מנוגדות לאותו דבר. הפתרון לבעיית כנף המטוס יהיה במישור הזמן: בעת ההמראה על הכנף להיות גדולה ובנחיתה עליה להיות קטנה – כלומר יש לעקוף את הניגוד בין שתי הדרישות כך שיחולו בהפרש זמן.

מצבים בהם יש סתירה פיזיקלית הם כשיש דרישות מנוגדות בתת חלקי המערכת, כשנוצרת בעיה פיזית חדשה בתת חלקי המערכת או כשיש צורך בהכנסת שינוי בחלק או מרכיב של המערכת. כתוצאה מסתירה פיזיקלית יש עלייה בהשקעה, וכן המערכת הישנה הופכת מורכבת יותר והדבר גורם לשינוי במערכת השולטת בה. על הבעיה הפיזיקלית נדרש להתגבר באמצעות תכסיסים מסוימים, שאת חלקם נפרט בהמשך.

אחרי שניתחנו את הבעיה של עש האשכול בכרם, ניסחנו אותה כבעיה פיזיקלית: מצד אחד הטבע של העש מחייב אותו לפגוע בגפן (בשבלים שונים במחזור החיים שלו) ומצד שני אסור שהוא יפגע בה.

3.7. תכסיסים לפתרון סתירה

כעת נציג מספר שיטות כלליות לפתרון בעיות, שבכל אחת מספר עקרונות ונעמיק בהן.

עיקרון העולם הסגור ככלי לפתרון בעיות הוא העיקרון המרכזי בשיטת SIT (ראשי תיבות של חשיבה המצאתית שיטתית, שפותחה בישראל על ידי רוזי הורוביץ מאוניברסיטת תל אביב), המבוססת על שיטת טריז. השיטה מתמצתת את כל עקרונות טריז (39 עקרונות) לעיקרון העולם הסגור, הקובע שבעיה נפתרת מתוכה ולא מבחוץ. מהעיקרון נגזרים חמישה כלים של פתרון בעיה, המקבילים לפעולות החשבון הבסיסיות: החסרה, הוספה, חלוקה, הכפלה והוספת ממד.

כל כלי של עיקרון העולם הסגור הוא תמצות של כמה עקרונות המצאה של שיטת טריז, אותה פיתח גנריך אלטשולר ברוסיה. שיטת טריז אומרת שכל בעיה ניתנת לפתרון על ידי כל אדם, בעזרת הכלים והיצריות הנכונים. בשיטת טריז שמו לב שבעיות חוזרות על עצמן – כלומר, יש דפוסים קבועים של קונפליקטים (סתירות) בין דרישות מנוגדות – וכן שדפוסי ההתפתחות חוזרים על עצמם. כתוצאה מהבנות אלו ומניתוח אינספור פטנטים, ראה אלטשולר שגם שיטות הפתרון חוזרות על עצמם בתחומים שונים ומגוונים. שיטת פתרון שעבדה בתעשייה מסוימת התבררה כמתאימה לתעשיות אחרות ומגוונות. רעיון השיטה הוא שכל הבעיות משתייכות למספר סתירות יסודיות.

לשיטת עיקור הזכרים למשל, שנוספה לאחת השיטות להדברת עש האשכול, השתמשו בעיקרון העולם הסגור באחד מחמשת הכלים הקרוי החסרה – בו החסירו את היכולת של הזכר להעמיד צאצאים אחרי ההזדווגות עם הנקבה, כאשר הדרך לבצע זאת נעשתה על ידי הקרנה.

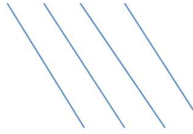
ניתן דוגמה נוספת לעיקרון העולם הסגור בבעיה שלנו, לפי הסתירה שהגדרנו בחלק הקודם: הזחל של עש האשכול חייב לאכול את קליפות הענבים כדי לשרוד; אסור שהעש יפגע בקליפת הענב. כדי "לקיים את שניהם" צריך לגרום לעש לא לרצות לאכול את הקליפה (נכוון את הפעולה שלנו אל העש) או לגרום לענב לדחות את העש (נכוון את הפעולה על הענב). פתרונות ריסוס מנסים לעשות זאת "מבחוץ" – הם מונעים מהעש להגיע לשלב שבו הוא יאכל את הקליפה. לפי עיקרון העולם הסגור עלינו לחפש דרך "מבפנים", כלומר ש"הענב עצמו יגיד לזחל לא לאכול אותו". זה אופי הפתרון, איך ללמד את הענב לעשות את זה זו שאלה שדורשת העמקה. למשל, נוכל לפתח תהליך השקיה שיביא לקליפת הענב תכונה כלשהי כגון טעם, קשיות, נוגדן וכו' שתדחה זחלים, אך תיעלם לאחר מכן, או שתישאר אך ללא פגיעה בתכונות הענב לצורך שימוש.

על פי ספרו של אלכסנדר צ'רנובלסקי "חשיבה המצאתית שיטתית ופתרון לבעיות טכנולוגיות" יש חלוקה שונה של תכסיסים להתגברות על סתירות:

1. הפרדת תכונות המרכיב במרחב:

כאשר יש דרישות מנוגדות ביחס למוצר, תהליך וכו', יש למצוא, קודם כל, איך להפריד בין שתי הדרישות במרחב או בהוספת ממד למרחב. נדגים דרך פתרון זו באמצעות בעיה שקרתה: בברית המועצות בעת מלחמת העולם השנייה, היה מוסך צבאי ובו רוחב 24 מטר לשלושה מטוסים, שכל אחד מהם ברוחב שמונה מטרים. לפתע התקבלה פקודה להוסיף מטוס למוסך, למרות שאין מקום. באותו מוסך לא היה מספיק גובה כדי להוסיף קומה נוספת ולכן מנהל המוסך היה צריך למצוא

פתרון לבעיה. בסופו של דבר מנהל המוסך פתר את הבעיה בכך שהוציא את האוויר מהגלגל הימני של כל מטוס, כך שרוחב הכנפיים יופנה לגובה בזווית חדה ובכך יתפנה מקום נוסף למטוס, כך:



2. הפרדה במישור הזמן:

ניתן לפתור בעיה כלשהי בכך שמשתמשים בזמנים שונים. למשל, בעיה ידועה שהיתה בעבר בזמן ירייה ממטוס, שהטייס היה פוגע בפרופלור של המטוס, כי אז היו יורים מרובה דרך החלון הקדמי של המטוס והכדורים שהיו נורים לפנים היו פוגעים בפרופלור במקום במטרה (איור 4). הפתרון לכך הוא שכאשר הנהג יורה את הכדורים, הוא צריך לעשות זאת בזמן אחר – כשהפרופלור שטוח ואז הכדור עובר דרכו מבלי לפגוע בו.



איור 4: הפרופלור הקדמי חוסם את מסלול הירי מהמטוס.

קבוצה נוספת של תכסיסים לפתרון סתירות היא הגדרת בעיות אלטרנטיביות. בדרך פתרון זו יש מספר צירים: זמן, מוצר ומצב.

3. הגדרת בעיה אלטרנטיבית בציר הזמן:

בציר הזמן יש שני כיוונים: עבר ועתיד.

א. שימוש בזמן עבר:

ניתן לפתור בעיה על פי מספר משימות שנעשו לשם כך בעבר. לדוגמה, איך אפשר שניקח תפוח ונכניס אותו לבקבוק זכוכית? אפשר להשתמש בפעולה שנעשתה בעבר כדי לפתור בעיה זו - להכניס את התפוח בעודו קטן על העץ לתוך הבקבוק וכאשר הוא יגדל הוא יהיה בתוך הבקבוק.

ב. שימוש בזמן עתיד:

באותה דרך ניתן לפתור בעיות בזמן עתיד - נניח לבעיה לקרות ואז נוכל לשקם אותה בעתיד. ניישם פתרון זה בבעיה: איך ניתן לשתות קפה בזמן נסיעה בלי שהקפה יישפך כתוצאה מתנודות הרכב? התשובה לכך היא שנכסה את הכוס, כך שהדרך היחידה לשתות ממנו תהיה דרך קש. כאשר התנודות של הרכב יעיפו את טיפות הקפה במעלה הקש, נניח לטיפות הקפה לצאת אל הקש. אך בכל זאת כאשר התנודות ייפסקו, הטיפות יחזרו למטה ויישפכו חזרה לכוס במעלה הקש.

4. הגדרת בעיה אלטרנטיבית בציר שינוי מוצר:

א. תכסיס שימוש ברב-מערכת: נדגים צורה זו בבעיה – כאשר מפעל לייצור זכוכיות רוצה לעבד מגשי זכוכית לצורה מסוימת, כל מגש זכוכית הוא דק מאוד ועלול להישבר בקלות בעת העיבוד. לכן המפעל לוקח כמות של מגשים ביחד, כך שהם לא יישברו בעת העיבוד. בעצם השיטה היא להוסיף על המערכת או להכפיל אותה לצורך פתירת הבעיה.

ב. תכסיס החילוק: החילוק הוא רעיון הפוך מרב-מערכת – במקום להוסיף על המערכת ולהכפיל אותה, התכסיס הוא לחלק אותה לחלקים קטנים. בעיה לדוגמה היא שאנטנות רוח גדולות משמשות כעין מפרש לרוחות חזקות, אשר מנענעות אותם וגורמות להם לנוק. הפתרון לבעיה זו הוא לחלק את האנטנה הגדולה לאנטנות קטנות, כך שהרוח לא תפגע ותיתפס בהן כל כך חזק.

5. הגדרת בעיה אלטרנטיבית בציר שינוי מצב:

א. החרפת מצב: תכסיס ההחרפה אומר שנוכל להחריף ולהקצין את המצב ובכך לפתור את הבעיה. בגידול תפוחי אדמה למשל התפתחה בעיה: כשתפוחי האדמה באחסון חלקם מעלים ריקבון והחיידיקים מתפשטים לשאר תפוחי האדמה. אם יחממו את תפוחי האדמה – החיידיקים ימותו והריקבון ייעצר, אך תפוחי האדמה יתקלקלו מהחום. הפתרון לכך הוא להקצין את הפתרון – לחמם לטמפרטורה של 600-800 מעלות צלזיוס למשך 5-6 שניות. בזמן קצר כל כך החיידיקים ימותו ואילו תפוחי האדמה לא יספיקו להתקלקל.

ב. היפוך: תכסיס ההיפוך בעצם משנה את המצב – במקום שהפתרון יתקדם למציאות, המציאות תתקדם לפתרון. למשל כאשר ציפור עומדת על מיכל גבוה וצר שחציו מלא במים, והציפור רוצה לשתות אך לא מגיעה למים, ניתן לפתור זאת בכך שנקדם את המים לציפור על ידי הכנסת אבנים או דברים שיתפסו נפח וישקעו. במקום שהציפור תתקדם למים, המים יתקדמו לציפור. נמשיל זאת בבעיה נוספת: נניח שבמקום מסוים יש בריכה, אך אין מספיק מקום בבריכה בשביל מסלול אולימפי – איך ניתן להפוך את הבריכה כך שיהיה בה מסלול אולימפי? הפתרון לכך הוא שנשנה את המצב – במקום שהשחיין יתקדם במים, המים יתקדמו לעברו באמצעות הזרימה ההפוכה של המים, כך שהשחיין יתקדם אך עדיין יישאר במקום (כמו הליכון).

עכשיו אציג רעיונות ליישום עבור בעיית עש האשכול. רעיונות אלה עלו כתוצר של ביצוע התהליך המלא על בעיות שורש שנבחרו מעץ ההווה.

בשימוש בתכסיס 2 "הפרדה במישור הזמן", אפשר לשנות את מועד הפריחה וההבשלה של הגפן לתנאים תלויי זמן (למשל טמפרטורה) בהם העש לא פעיל.

למנוע מהעש להתקרב לקליפה מרגע ההטלה נראה קשה, כי הוא כבר שם פיזית ולא "יתנדב" להסתלק. בשימוש בתכסיס 3א' "הגדרת בעיה אלטרנטיבית בזמן עבר", נלך אחורה בזמן ונחפש חסימה בפני הטלה. זו יכולה להיות חסימה פיזית – כגון כיוס, או חסימה לא פיזית – למשל למצוא דרך לייצר "מלכודות הטלה": לרמות או לבלבל את פרפרי הנקבה כך שילכו להטיל במקום אחר. במקרה זה יש לחקור ולהכיר את המנגנון בעזרתו מזהה הנקבה היכן להטיל ולמצוא דרך לשבש אותו.

אחת מבעיות השורש שהגדרנו היא: "נקבה מופרה מגיעה מחוץ לכרם ומטילה בתוכו". בשימוש בתכסיס 44' "תכסיס החילוק", אפשר לפזר את הכרם בין שדות או עצים אחרים שהעש אינו ניזון מהם, ובכך לצמצם את המרחב שממנו העש יבוא ולמנוע מעבר מאוכלוסיות שונות של העש.

בעיית שורש אחרת היתה: "הריסוס אינו מספיק להדברת העש". הניסוח שלה כסתירה הוא: צריך ריסוס בכמות גדולה כדי להרוג את המזיק, אסור ריסוס בכמות גדולה כדי לא לפגוע בפירות. בשימוש בתכסיס 5א' "החרפת מצב", אפשר לרסס במידה רבת עוצמה פעם אחת, בצורה ובזמן שלא יזיקו לעצים.

בשימוש בתכסיס 5ב' "תכסיס ההיפוך", אפשר לגרום לגפן להילחם בעש בעצמה. במקום שאנחנו נילחם בעש ועל ידי כך נפגע גם בגפן או בפירות, נחזק את הגפן כך שהיא תילחם בעש. כך למשל הרעיון שהבאנו למעלה, לפתח תהליך השקיה שיביא לקליפת הענב תכונה שתדחה את הזחלים של עש האשכול.

סיכום:

ראינו איך לכל תב"ר שהתגלה כבעיית שורש ניתן לנסח סתירה ומכאן נפתחת דרך לנסח את "אופי הפתרון" ולחפש דרך מעשית ליישם אותו. שימוש בתכסיסים מוכרים, הן בגרסה מקוצרת של חשיבה המצאתית שיטתית, הן בשיטה המבוקרת של טריז (39 עקרונות) והן בשיטת הביניים שהציג צ'רנובלסקי (16 תכסיסים להתגברות על סתירות) מפעיל את החשיבה היצירתית ומביא אותנו לייצר רעיונות לא שגרתיים.

שימוש בעיקרון העולם הסגור מחייב אותנו לחפש את משאבי הפתרון בסביבת הבעיה. היתרון בשיטה זו הוא שהעלות והקלות של היישום בדרך כלל נמוכות, ומצד שני הקושי הוא למצוא פתרון חזק.

שלבם עתידיים לתהליך זה הם לבחור מתוך הרעיונות שהובאו על פי העקרונות, בשיתוף עם מומחה תוכן, את אלו שנראים המבטיחים והרלוונטיים ביותר ולהתחיל לפתח אותם עד ליישום, ניטור ובקרה.

8. ביבליוגרפיה

חסלאות

1. גאנץ, מ' (ח"ת). "הבנת העמידות של חרקים מזיקים לתכשירי הדברה: מנגנונים ושיבות בבניית ממשק הדברה". מכון וולקני.
[https://www.golan.org.il/files/vaadahaklait/knasim/%D7%A2%D7%9E%D7%99%D7%93%D7%95%D7%99%D7%95%D7%AA/%D7%9B%D7%A0%D7%A1%D7%A2%D7%9E%D7%99%D7%93%D7%95%D7%AA%20%D7%9C%D7%90%D7%99%D7%A0%D7%A1%D7%A7%D7%98%D7%99%D7%A6%D7%99%D7%93%D7%99%D7%9D%20%D7%9E%D7%95%D7%A8%D7%90%D7%93%20%D7%92%D7%90%D7%A0%D7%9D%20%D7%A7%D7%A6%D7%A8%D7%99%D7%9F%202020.pdf](https://www.golan.org.il/files/vaadahaklait/knasim/%D7%A2%D7%9E%D7%99%D7%93%D7%95%D7%99%D7%95%D7%AA/%D7%9B%D7%A0%D7%A1%D7%A2%D7%9E%D7%99%D7%93%D7%95%D7%99%D7%95%D7%AA-%D7%A2%D7%9E%D7%99%D7%93%D7%95%D7%AA%20%D7%9C%D7%90%D7%99%D7%A0%D7%A1%D7%A7%D7%98%D7%99%D7%A6%D7%99%D7%93%D7%99%D7%9D%20%D7%9E%D7%95%D7%A8%D7%90%D7%93%20%D7%92%D7%90%D7%A0%D7%9D%20%D7%A7%D7%A6%D7%A8%D7%99%D7%9F%202020.pdf)
2. דונקלבלום, ע' (2004). "שימוש בפרמוני מין לניטור והדברה של עש האשכול (Lobesia botrana) בענבי יין וענבי מאכל". מכון וולקני.
<http://volcaniarchive.agri.gov.il/skn/he/c6/e16936/Lobe?nsid=2> טור והדברה של עש האשכול
3. הררי, א', שדה, ע', שטיינץ, ה' (2014). "פיתוח שיטת הזכרים העקרים להדברת עש האשכול בכרם". מכון וולקני.
https://volcaniarchive.agri.gov.il/skn/he/c6/e36962/%D7%A4%D7%A8%D7%A1%D7%95%D7%9D_%D7%9E%D7%A7%D7%A6%D7%95%D7%A2%D7%99%D7%A4%D7%99%D7%AA%D7%95%D7%97_%D7%A9%D7%99%D7%98%D7%AA_%D7%94%D7%96%D7%9B%D7%A8%D7%99%D7%9D_%D7%94%D7%A2%D7%A7%D7%A8%D7%99%D7%9D_%D7%9C%D7%94%D7%93%D7%91%D7%A8%D7%AA_%D7%A2%D7%A9_%D7%94%D7%90%D7%A9%D7%9B%D7%95%D7%9C_%D7%91%D7%9B%D7%A8%D7%9D
4. זהבי, ת' (2005). "הכרת פגעי הכרם והדברתם". משרד החקלאות.
5. זילברשטיין, מ' (2012). "הדברה משולבת אזורית עבר ועתיד". ביו ביטאון.
https://biobee.co.il/wp-content/uploads/2013/04/biobeetaon2_web.pdf

פתרון בעיות

6. בן חורין, י' (ח"ת). "חשיבה המצאתית". מכון ברנקו וייס לטיפול החשיבה.
7. צ'רנובלסקי, א' (1997). "חשיבה המצאתית שיטתית ופתרון בעיות טכנולוגיות". סינק טק, דולב - פיתוח מוצרים, זוג עיצוב תעשייתי ותדמיתי בע"מ, ע ק פיתוח מוצרים.

9. נספחים

1.9. תמונות

ניטור ביצי עש האשכול



ניטור הביצים – בודקים עם זכוכית מגדלת שאכן הביצה טרייה ולא מדורות קודמים של העש



A man wearing a grey polo shirt and a white kippah is shown in profile, looking down at a small white card he is holding in his right hand. He is standing in a vineyard with rows of grapevines stretching into the background under a clear blue sky.

תאריך: 16.7.16
חג: 3/7/16
שבת: 17/7/16

סימול 1: כלל מכלול (הכללה במסגרת 20 דקות)

מספר זכרים בתחת	זכרים ל-100	זכרים ל-150	הכנסות ל-240
מכלולות (4)	אטמוספירה	אטמוספירה	אטמוספירה
ס, 0, 1	0	0	0

הערות:

סימול 2: בקטגוריות 60 דקות (הקטגוריות במסגרת 20 דקות)

זמן	מספר זכרים בתחת	זכרים ל-100	זכרים ל-150	הכנסות ל-240
מכלולות (4)	אטמוספירה	אטמוספירה	אטמוספירה	אטמוספירה
ס, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6	0	0	0	0

הערות:

סימול 3: חזית כללים 30 דקות (הקטגוריות במסגרת 20 דקות)

זמן	מספר זכרים בתחת	זכרים ל-100	זכרים ל-150	הכנסות ל-240
מכלולות (4)	אטמוספירה	אטמוספירה	אטמוספירה	אטמוספירה
ס, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6	0	0	0	0

הערות:

סימול 4: בקטגוריות 60 דקות (הקטגוריות במסגרת 20 דקות)

זמן	מספר זכרים בתחת	זכרים ל-100	זכרים ל-150	הכנסות ל-240
מכלולות (4)	אטמוספירה	אטמוספירה	אטמוספירה	אטמוספירה
ס, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6	0	0	0	0

הערות:

סימול 5: חזית כללים 30 דקות (הקטגוריות במסגרת 20 דקות)

זמן	מספר זכרים בתחת	זכרים ל-100	זכרים ל-150	הכנסות ל-240
מכלולות (4)	אטמוספירה	אטמוספירה	אטמוספירה	אטמוספירה
ס, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6	0	0	0	0

הערות:

[28]

3.9. הצעת מחקר

הצעת מחקר לעבודת גמר בנושא:
הדברה משולבת של עש האשכול בכרם יין

פרטי התלמיד:

שם : נטעאל רוזנברג
ת"ז : 330604687
כתובת : יצחק ניסים 42, ירושלים
טלפון : 0585933828
דוא"ל : netaelros@gmail.com

פרטי המנחה:

שם : שמואל עובדיה
ת"ז : 008135717
כתובת : אורן 15, כרמי יוסף
טלפון : 054-740-0634
דוא"ל : shmovadia@gmail.com
תואר אקדמי : דוקטור

עיסוקו של המנחה במוסד ותחומי מומחיותו: הגנת הצומח בכרמים
שם המוסד המחקרי בו תתבצע העבודה: מו"פ העמקים

פרטי המנחה:

שם : אמיר רוגל
ת"ז : 054184486
כתובת : הסיגליות 8, רחובות
טלפון : 054-788-6968
דוא"ל : AMIR.ROGGE@gmail.com

תואר אקדמי : תואר ראשון במדעים, בוגר תכנית מנהל עסקים למנהלים בכירים בתעשייה.
מקום עבודה : כעת בגמלאות, בעבר אינטל (כ-30 שנה).

עיסוקו של המנחה ותחומי מומחיותו: טכנולוג בכיר ומומחה לפתרון בעיות שיטתי לשיפור מערכות:

שיטות חדשנות (מומחה בשיטת טריז דרגה 3, מיישם שיטת TOC בתעשיית הייטק ובסטארטאפים), שיטות איכות אמינות ומדידה (חגורה ירוקה בשש סיגמה). מפתח קורסי פתרון בעיות באינטל העולמית.

פרטי בית הספר:

שם : שפע - מקור חיים
ישוב : ירושלים
סמל מוסד : 615948
דוא"ל : shefa.makor@gmail.com
טלפון : 02-579-4457

פרטי רכז עבודות גמר:

שם : אייל נתיב
טלפון : 050-3911-639
דוא"ל : eyalin6@yeshivatshefa.org.il

תחום דעת בו נכתבת העבודה: חקלאות.

סוג העבודה: לא צמודה.

נושא העבודה: הדברה משולבת של המזיק עש האשכול בכרם יין.

מטרות העבודה:

1. בחינת יעילות שיטות הדברה קיימות של עש האשכול בכרם : בלבול, ריסוס והדברה משולבת.
2. ניתוח בעיית עש האשכול לזיהוי אפשרויות מניעה חדשניות.

שיטות המחקר:

1. ניסוי שטח אגרונומי להשוואה בין שיטות הדברה.
2. כלי ניתוח וזיהוי חסמי שורש מתורת האילוצים (TOC) וכלי זיהוי הזדמנויות מניעה מתורת פתרון בעיות המצאתי (TRIZ).

רקע תיאורטי:

הבעיה:

את הגפן תוקפים מספר רב של מחלות ומזיקים. יש ביניהם כאלה שפוגעים בפירות, בעלים וכאלה שחודרים לגזע עצמו.

עש האשכול (Lobesia botrana) נחשב למזיק החשוב בגפן, הפוגע בפירות וגורם להתפתחות רקבונות קשים בפרי הנגוע.

עש האשכול נמצא בגפנים במהלך כל תקופת הגידול, החל מהבלבול ועד לאחר הבציר, בה מצליח להשלים ארבעה מחזורי גידול. כל נקבה מטילה כ-300 ביצים מהם בוקעים הזחלים וכל זחל יכול לפגוע ישירות במספר גרגרים באשכול - הנזק שלו יכול להיות עצום ולהגיע לאחוזים גבוהים מאוד של אשכולות פגועים ולנזק כלכלי כבד.

הזחל של עש האשכול לאחר בקיעתו מהביצה, חודר לגרגר ולאחר שניזון מהתכולה הפנימית שלו עובר לגרגר הסמוך (ענב בודד נקרא "גרגר"). הגרגר הפגוע נשאר על האשכול ומושך אליו גורמי ריקבון. כאשר הגרגר בוגר יותר, הוא מגיע לשלב ה"בוהל" - בו הגרגר מתחיל להיות יותר מימי ולאגור יותר חומרי מזון וסוכרים. פטריות הריקבון נמשכות לאותם החומרים המופרשים מהגרגר וחודרות לתוכו כתוצאה מפגיעת הזחל. הפטריות מפרישות חומרים (אנזימים) ההורסים את המבנה הפנימי של הגרגר הפגוע, וממנו יוצא נוזל חומצי עם אותם חומרים שמגיע לגרגר סמוך. מה שממס את קליפתו של הגרגר הסמוך באשכול וגם שם מתבצעת אותה פעולה של הפטרייה וככה התהליך מתמשך ופוגע בגרגרים רבים נוספים באשכול.

פציעת הגרגרים על ידי העש מושכת גם מזיקים ובעיקר את זבוב התסיסה הניזון מהגרגרים הפגועים ובעיקר גורם להתפשטות הריקבון באשכול.

ככל שהגרגרים מתקרבים לשלב הבוהל, פגיעתו של העש בהם קשה יותר. מבחינת חיי העש, זה קורה בעיקר בדורות השלישי והרביעי של המזיק.

מחזור חיי העש :

עש האשכול בישראל משלים ארבעה דורות בשנה.

הנקבה מטילה כ-300 ביצים במהלך חייה (בעשרה לילות), אותם היא מטילה על פרחים (בדור הראשון) או על גרגרים (בשאר הדורות).

מספר ימים לאחר הטלת הביצים (העיתוי המדויק תלוי במזג האוויר) הזחלים בוקעים מהביצה ותוך זמן קצר חודרים לתוך הגרגר עליו הוטלו.

אחרי שהזחל אכל מספיק והשלים את כל שלבי התפתחותו זחל הוא טווה לעצמו קורים בין הגרגרים, במקום מוגן מהשמש ומטורפים ומתגלם.

בחורף, כשהגפן בתרדמה עש האשכול שורד את החורף זחל או כגולם. הזחלים עוברים את החורף מתחת לקליפת הגזע, חיים שם בצמצום וכמעט אינם פעילים. הגלמים אינם פעילים כלל.

הגולם מתפתח לפרפר.

בוגרי עש האשכול פעילים בלילה. נקבה בתולה שמוכנה להזדווג עם זכר מפרישה פרומונים - תערובת של חומרים אורגניים נדיפים, מבלוטות חיצוניות בגופה, שמושכים את הזכר למקום הימצאה של הנקבה והם מזדווגים.

הנקבה מטילה את הביצים על הפונדקאי המתאים בעיני הנקבה להטלה.

הדברת עש האשכול :

קיימות 2 דרכים להתמודד עם עש האשכול :

1. ריסוס

קיימים מספר חומרי הדברה המאפשרים את הדברתו של עש האשכול. בדרך כלל חומרי ההדברה יעילים במיוחד בשלב של בקיעת הזחלים מהביצים, לכן, את הריסוס מבצעים קרוב לכל היותר לבקיעת הביצים, כדי שהריסוס יבוא במגע עם הזחלים ובכך ישפיע עליהם. מועד הריסוס נקבע לאחר ניטור המתבצע בחלקה ומציאת ביצים על הגרגרים באשכולות.

חסרונות שיטה זו :

- חומרי ההדברה המיושמים בריסוס נגד עש האשכול קוטלים גם את האויבים הטבעיים של העש.

- על ידי יישום לא נכון ולא בזמן המתאים, שאריות חומרי ההדברה עלולות להגיע למעלה מהמותר בחוק ולפגוע בצרכנים.
- עש האשכול יכול עם הזמן לפתח עמידות לחומרי ההדברה.
- חומרי הריסוס יקרים מאוד עבור החקלאי.

2. בלבול זכרים

בלבול הזכרים של עש האשכול בכרם נעשה על ידי פיזור נדיפיות הטעונות בבהורמוני המין הנקבי (פרומונים) שמפרישה הנקבה לצורך משיכת הזכר והזדווגות איתו, אך בריכוז גבוה יותר מזה שמפרישה הנקבה. כשנדיפיות רבות מפוזרות בכרם ומשחררות פרומונים אלה, נוצרת אווירה של הפרומונים המבלבלת את הזכר, ומקשה עליו למצוא את הנקבה.

בלבול הזכרים המונע את מציאת הנקבות וההזדווגות איתן, מאלץ את הנקבות להפריש את הפרומון בקצב מהיר יותר. פעילות זו מתישה את הנקבה ולבסוף היא מתה לפני שהזדווגה עם הזכר והטילה ביצים.

חסרונות שיטה זו :

- שיטת הבלבול אינה יעילה כמו ריסוס בחומרי הדברה, בעיקר אם יש צפיפות אוכלוסין בכרם. במקרה זה עשוי הזכר לפגוש באקראיות את הנקבה ולהזדווג איתה (מפגש אקראי). לכן הבלבול אינו נחשב כמדביר עש האשכול אלא כמפחית את אוכלוסיית המזיק.
- הנדיפים הטעונים בפרומונים הקיימים כיום, יכולים לשחרר פרומונים לתקופה של כ-90 ימים. תקופה זו אינה מכסה את תקופת הפעילות של העש. מה שחשוב במיוחד זה ששחרור הפרומונים לא מספיק עד להגעת הגפן לבציר, מה שאומר שאוכלוסיית העש תוכל לגדול שוב ולפגוע בגרגרים דווקא בזמן שהם הכי רגישים.
- הנדיפיות יקרות עבור החקלאי.
- יכול להיות מקרה בו נקבת עש שהופרתה בחלקה מחוץ לכרם תטיל את ביציה בכרם עצמו (מהלך הפרומונים אינו משפיע על נקבות מופרות או ביצים או זחלים).

שאלות המחקר :

1. מהם היתרונות בהדברה משולבת (שילוב מספר אמצעי הדברה) של עש האשכול בכרם על פני שימוש באמצעי הדברה אחד?
2. באיזו מידה ניתן להאריך את תקופת הבלבול בחלקה על ידי ריסוסה בפרומון המין הנקבי קרוב לבציר, בהשוואה לבלבול לבד?
3. איזה משני אמצעי הבלבול העיקריים הקיימים בכרם (חוטי בלבול לעומת בקבוקונים) יעיל יותר?
4. האם השימוש בבלבול עש האשכול יכול לחסוך ריסוסים להדברת המזיק?

ניסוי פרה למינארי :

בניסוי המרכזי נשתמש בניטור כדי להעריך את כמות האוכלוסייה של עש האשכול בכרם.

קיימות שתי דרכי ניטור להערכת כמות האוכלוסייה של עש האשכול בכרם (קיים גם ניטור זחלים שמבצעים לאחר ריסוס לבדוק את יעילות הריסוס, אך אין לו שום קשר להערכת האוכלוסייה):

1. ספירת פרפרים לפי לכידה במלכודות פרומון הפרושות בכרם ומושכות אליהם זכרים. לפי מספר הזכרים שנתפסו במלכודות ניתן להעריך את כמות האוכלוסייה של העש בכרם.

2. ספירת הביצים שהוטלו על אשכולות שגדלו בכרם. על ידי ספירת הביצים הנמצאות על אשכולות בשטח מסוים ניתן להעריך את האוכלוסייה של עש האשכול בחלקה.

מטרת הניסוי הפרה-למינאר: בחינת שיטת הניטור המיטבית לניסוי המרכזי - ניסוי בלבול עש האשכול.

שיטות:

נשווה בין שני טיפולים:

1. חלקה עם בלבול פרומון המין הנקבי.

2. חלקה ללא בלבול.

שני הטיפולים יתבצעו בחלקות קרובות זו לזו - כדי שהאוכלוסייה של עש האשכול תהיה מאותו המקום (בכל מקום יש אוכלוסייה שהסתגלה אליו, יש שוני בין אוכלוסיות ממקומות שונים וצריך שיהיה מדובר באותו סוג של עש).

בשתי החלקות נבצע ניטור של עש האשכול בשתי שיטות הניטור, על ידי ספירת ביצים ועל ידי ספירת בוגרים במלכודות שיש בהם נדיפיות המכילות את הפרומון.

תוצאות הספירה בטיפולים השונים והמסקנות יסייעו לנו לקבוע איזו שיטת ניטור היא המיטבית בניסוי המרכזי.

מהלך המחקר:

הניסוי יתקיים בכרם יין תל צפית, השייך ליאיר לרנר, בגפנים מזן הענבים מלבק.

משך הניסוי יהיה כשלושה חודשים, מסוף מאי עד אוגוסט.

שיטות:

נקבע מהי הדרך המיטבית להפחתת אוכלוסיית עש האשכול באמצעות בלבול, על ידי השוואה בין שתי דרכים שונות של בלבול העש.

בחלקת התצפית נשאר גם קטע ללא בלבול, שההדברה בו תהיה מבוססת על ריסוס בלבד. ההשוואה בין חלקה זו לחלקות המבולבלות תאפשר לנו גם להעריך את מידת התרומה של הבלבול ואת יתרונותיה של הדברה משולבת.

נשווה את תוצאות הניטור בחלקות השונות במשך מספר דורות של עש האשכול (הדור השני, השלישי והרביעי של העש - כי בהם הכרם נמצא בשלב הבוחל והוא הכי נפגע בו).

על מנת לא לגרום לחקלאי נזקים על ידי עש האשכול, נבצע ריסוסים נגד המזיק בטיפולים בהם נמצא ביצים של המזיק.

הטיפולים בניסוי:

בניסוי יהיו ארבעה טיפולים:

1. בלבול על ידי בקבוקונים - לפי 40 בקבוקונים לדונם

2. בלבול על ידי חוטים כפולים - לפי 30 בקבוקונים לדונם

3. חיזוק הבלבול על ידי ריסוס בלבול - בסוף תקופת הבלבול

4. ללא בלבול

פיזור אמצעי הבלבול:

פיזור האמצעים יתבצע כאשר החוטים הכפולים קשורים, חוט כפול בכל גפן שביעית בכל שורה. את הבקבוקונים נפזר בקבוק אחד ל- 5-6 גפנים בכל שורה.

ספירות:

1. בדיקת זכרים במלכודות פרומון - בכל טיפול מארבעת הטיפולים, נציב ארבע מלכודות עם נדיפיות המכילות את הורמון הנקבה. המלכודות תוצבנה במרחק כזה שלא ישפיעו אחת על השניה. המלכודות תיבדקנה במהלך הניסוי החל מתחילתו ועד סופו פעם בשבוע.
2. ספירת הביצים שהוטלו על האשכולות - החל מתחילת הניסוי, תתבצע ספירה אחת לשבוע של 100-150 אשכולות בכל טיפול.
3. בסוף העונה נעשה ספירת האשכולות עם ריקבון (בחלקה עם יותר ריקבון, סביר להניח שהבלבול פחות עזר).

חלקו של התלמיד בביצוע המחקר:

השתתפות בפיזור האמצעים, איסוף התוצאות, ניתוח סטטיסטי של התוצאות והסקת מסקנות.

פתרון בעיות המצאתי:

בנוסף למחקר האגרונומי ובמקביל לו, אנתח את בעיית עש האשכול במבט רחב ואנסה להציע כיוון לפתרון חדשני. את תהליך זה אבצע בעזרת שתי שיטות מובילות של פתרון בעיות המצאתי:

1. **TOC (תורת האילוצים)** - שיטה לשיפור מערכות ופתרון בעיות, המסתמכת על הרעיון שלכל מערכת יש חסם או אילוץ מגביל וצריך להסירו או לנצלו כדי לשפר דרסטית את ביצועי המערכת.
 2. **TRIZ** - שיטה לפתרון בעיות שפותחה בברית המועצות ונמצאת בשימוש בחברות תעשייתיות וטכנולוגיות. השיטה מפעילה את יכולת היצירתיות והחשיבה ההמצאתית של האדם לקבלת תוצאות חדשניות.
- תהליך העבודה יכלול מיפוי מרכיבי המערכת וניתוח של הבעיה בעזרת קשרי סיבה-תוצאה, כדי להגיע לסיבות השורש שלה. כלי הניתוח בו אשתמש הוא עץ הווה (current reality tree), כלי של תורת האילוצים, שתפקידו לתאר את המציאות בהווה תוך מציאת קשרי סיבה-תוצאה בין תב"רים (תופעות בלתי רצויות).
- עץ הווה מאפשר לאתר את בעיית או בעיות השורש, אותן אגדיר כ"קונפליקט לא פתור" בעזרת כלי גרפי מתורת האילוצים - ה"ענן" - דיאגרמת פתרון קונפליקטים (Conflict resolution diagram).
- על הענן או העננים שינוסחו, אפעיל כלי לפיתוח פתרון המצאתי – משיטת TRIZ, בעזרתו נזהה גישות מניעה חדשניות לבעיית עש האשכול.
- פיתוח עץ הווה שיוביל לאיתור בעיות השורש הוא תהליך אנליטי (ניתוח "מצב הבעיה"). בעמוד האחרון מובא עץ הווה ראשוני, למערכת שמשלבת בלבול וריסוס, ואותו אמשך לדייק ולפתח בעבודה עצמה בהתאם ללמידה המצטברת.
- פיתוח ה"ענן" הוא תהליך אנליטי (ניתוח בעיית השורש וחשיבה ביקורתית).
- "פיצוח הענן" במערכת ביולוגית הוא תהליך המצאתי (חשיבת "פתרון סתירות" וחשיבת "משאבים").

רשימת מקורות ראשונית:

- הררי, א', גורדון, ד' וזהבי, ת' (מרץ 2009). בחינת האפשרות של פיתוח עמידות אצל נקבות כנגד "שיטת בלבול זכרים".
<http://www.plants.org.il/uploadimages/TapuahMop28.pdf>
- סלע, ל' (24 ביוני 2013). "בלבול זכרים" בכרמים כשיטה ידידותית לסביבה להדברת עש קליפת ההדר. מכון וולקני <https://www.agri.gov.il/he/pages/985.aspx>.
- עובדיה, ש' (11-12 בפברואר 2019). מפוח חום – גישה חדשה ידידותית לסביבה להפחתת מחלות ופגעים בכרמי יין. בתוך: העמותה הישראלית למחלות צמחים, הועידה ה-40 (עורכים: עומר פרנקל ועמית גל-און).
<https://phytopathology.org.il/wp-content/uploads/2021/05/%D7%94%D7%95%D7%A2%D7%99%D7%93%D7%94-%D7%94-40.pdf>

ראשי פרקים משוערים:

1. מבוא וסקר ספרות
 - 1.1. בעיית עש האשכול
 - 1.2. סקירת ספרות
 - 1.3. השערות מחקר
2. מהלך המחקר
 - 2.1. שיטות וחומרים
 - 2.2. מערך מחקר
 - 2.3. מהלך הניסוי
3. תוצאות
 - 3.1. ממצאים גולמיים
 - 3.2. ממצאים מעובדים
 - 3.3. ניתוח סטטיסטי
4. דיון
 - 4.1. בחינת השערות המחקר ע"פ הממצאים
 - 4.2. הסבר הממצאים ע"פ סקירת ספרות
 - 4.3. מסקנות וכיווני מחקר נוספים
5. פתרון בעיות
 - 5.1. עץ הווה – תיאור גרפי, הסבר ומסקנות
 - 5.2. ענן/עננים – תיאור גרפי, הסבר ומסקנות
 - 5.3. כלי TRIZ מותאמים לענן
 - 5.4. מסקנות והמלצות לכיווני פתרון חדשניים
6. ביבליוגרפיה

