

ייעול תהליכי עבודה וחיסכון בידיים עובדות בכרמי ענבים למאכל

Improving work methods and human labor reduction in fresh market grape vineyards

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות

ע"י

המכון להנדסה חקלאית, מנהל המחקר החקלאי
המחלקה להנדסת מכונות, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב
המחלקה להנדסת תעו"נ, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב
שה"מ

אביטל בכר
אמיר שפירא
יעל אידן
ערן הרכבי ורבן אייל

Avital Bechar (avital@agri.gov.il); Inst. of Agri. Eng., ARO. P.O.Box 6, Bet-Dagan, 50250
Amir Shapiro (ashapiro@bgu.ac.il); Dept. of Mech. Eng., Ben-Gurion University of the Negev
Yael Edan (yael@bgu.ac.il); Dept. of Ind. Eng. and Mngnt, Ben-Gurion University of the Negev
Eran Harkavi and Eyal Raban; Extension Service, Ministry of Agriculture

תישרי תשע"ג

ספטמבר 2012

האם הנך מאשר את ציון הפסקה הבאה בדף הפתיחה לדו"ח כן/לא מחק את המיותר*
הממצאים בדו"ח זה הנם תוצאות ניסויים ואינם מהווים המלצות לחקלאים



חתימת החוקר

תקציר

ברחבי מדינת ישראל מגדלים ענבי מאכל בהיקף שטח של כ- 40,000 דונם המניבים כ- 80,000 טון ייבול בשנה, מהם כ- 7,000 טון לייצוא. הפדיון בענף זה הינו כ- \$ 75,000,000 המהווה כ- 2% מהיצור החקלאי של מדינת ישראל. ענף ענבי המאכל מהווה 9% מיבול המטעים לא כולל הדורים ובשנים האחרונות ניטעים כ- 2000 דונם נוספים כל שנה. גידול ענבים למאכל הינו עתיר ידיים עובדות וצורך כ- 30 עד 35 ימי עבודה לדונם בשלבי העבודה השונים בכרם למעט פעולות הריסוס כל השלבים הינם ידניים לחלוטין.

בוצע חקר שיטות וחקר עבודה של תהליכי הבציר, הזמירה ודילול אשכולות במשקי ענבי מאכל המאפיינים את משקי הענבים באיזור לכיש. פותחו מודלי סימולציה לניתוח התהליכים הללו, ניבדקו חלופות שונות לתהליכים אלו. פותחו אבי טיפוס לאמצעי עזר מיכניים לדילול אשכולות שנבחנו בניסויים בכרם ובוצע ניסוי תרמי לדילול אשכולות.

בשלב הבציר נבדקו שתי שיטות כיסוי סלסילות ונמצא כי שיפור השיטה יביא להעלאת התפוקה בכ- 14%. החלופה המיטבית בשלב הבציר הינה הקצאת משימות וחלוקת שלבי העבודה לתחנות. נמצא כי היא יעילה בכ- 13% בהשוואה למצב הקיים. בתהליך הזמירה, הציוות המיטבי בחלופת הקצאת משימות הינו 2 עובדים מומחים ושני עובדים מבצעים ומביא לשיפור של 10% בהשוואה למצב הקיים ללא שינוי ברמת המומחיות. בשלב דילול האשכולות

נמצא כי הזמן שהעובד משקיע באיתור האשכול (הכנה לדילול) מסך זמן עבודתו דומה לזמן אשר משקיע בדילול עצמו ועומד על כ- 49% מסך זמן העבודה המושקע בשלב הדילול. חלופות שנבדקו בסימולציה הראו שיפור של 17-20% בשלבי הבציר השונים. בבחינת אבי טיפוס שונים של אמצעי עזר מיכני לדילול אשכולות נמצא בניסויים שונים כי תפוקת הפועל הייתה גבוהה באופן מובהק בכ- 75% ו- 26% בהשוואה לתפוקה בשיטה הידנית הקיימת. בניקוי פעולות שאינן קשורות לתהליך העבודה ובהתייחסות לפעולות התיקון הנדרשות בחלק מהאשכולות אשר דוללו מיכנית. נמצא כי זמן העבודה לאשכול מתקצר בכ- 12% והתפוקה גדלה באופן דומה. בניסוי הדילול התרמי נמצא כי בכל הטיפולים התרמיים משקל ענב ממוצע היה גבוה בכ- 10-15% בהשוואה לאשכולות שלא קיבלו טיפול תרמי וכי משקל האשכול היה גבוה מאשר בביקורת בכל הטיפולים התרמיים במרחק מטרה של 0.5 מ'.

תוכן עיניינים

1	מבוא.....	3
1.1	רקע מדעי	3
1.2	מטרות המחקר לתקופת הדוח	4
2	שיטות וחומרים.....	4
2.1	נתוני המשקים	4
2.2	חקר שיטות	4
2.3	חקר עבודה	4
2.4	סימולציה	5
2.5	דילול תרמי	5
3	תוצאות	6
3.1	בחירת שלבי הגידול הנחקרים.....	6
3.2	חקר שיטות	6
3.3	חקר עבודה	8
3.4	סימולציה	10
3.5	פיתוח הנדסי של אב טיפוס אמצעי עזר ידני לדילול אשכולות	10
3.6	דילול תרמי	15
4	סיכום ומסקנות.....	17
5	תודות	18
6	מקורות	18

1 מבוא

1.1 רקע מדעי

ברחבי מדינת ישראל מגדלים ענבי מאכל בהיקף שטח של כ- 40,000 דונם המניבים כ- 80,000 טון ייבול בשנה, מהם כ- 7,000 טון לייצוא. הפדיון בענף זה הינו כ- \$ 75,000,000 [1] המהווה כ- 2% מהיצור החקלאי של מדינת ישראל. ענף ענבי המאכל מהווה 9% מיבול המטעים לא כולל הדורים ובשנים האחרונות ניטעים כ- 2000 דונם נוספים כל שנה. גידול ענבים למאכל הינו עתיר ידיים עובדות וצורך כ- 30 עד 35 ימי עבודה לדונם בשלבי העבודה השונים בכרם [2] למעט פעולות הריסוס כל השלבים הינם ידניים לחלוטין.

כח האדם הרב הנדרש לבצע את הפעולות השונות מהווה צוואר בקבוק לגידול הן מבחינת עלויות והן מבחינת קיבולות עבודה. צווארי הבקבוק העיקריים מבחינת כח האדם הם בתהליכי הבציר והדילול הידני מאחר וחלון הזמן לביצועו קצר מאוד, אך אין מידע על חשיבות ועלות כל שלב. דילול האשכולות מורכב משלב דילול כימי ושלב דילול ידני. מאחר ופעולתם של החומרים הכימיים מוגבלת ומצומצמת, שלב הדילול הידני חשוב לקבלת אשכולות איכותיים וצורך כח אדם רב.

חקר עבודה הינה גישה אנליטית, מדעית לחקירת השימוש בכוח אדם, בציד, בחומרים, במערכים, בתהליכים ובשיטות על מנת להביא לשיפור השימוש בהם ולחיסכון. מדידת עבודה עוסקת בקביעת הזמן הנדרש לביצוע מטלה מסוימת. יש להבדיל בין התייחסות לעובד לבין התייחסות למוצר. אבחנה זו רלוונטית בעבודות בציר בהתייחס להובלת המוצר (הפירות) מהשדה לבית האריזה. בהובלה אחת מובלים בדרך כלל מספר רב של פירות ובהתאם זמן העובד המשנע ליחידה קטן, אבל משך השהייה של הפרי מקטיפתו עד הגעתו לבית האריזה הוא בעל שונות עצומה – הזמן שנדרש למילוי המיכלהעגלה ויכול להיות ארוך מאוד. מספר מחקרים עסקו במדידת הזמנים הדרושים ובקביעת הזמנים הסטנדרטים בעבודות חקלאיות כגון קטיף או מיון בכדי לייעל את שיטות העבודה ולחסוך בידיים עובדות [3], [4].

פיתוח של כלי עבודה או אמצעי עזר ייעודיים מתבצע בצורה נרחבת בענפי התעשייה השונים ומשפר בצורה דרמטית את תפוקת העובד [5]. בחקלאות פותחו מספר אמצעי עזר מכניים וכלי עבודה ייעודיים כגון כלי עזר לקטיף תפוחים [6], פלטפורמת עזר לקטיף של גידולים מודלים [7], מקצרת שורה לקטיף בענפי קישוט ירוקים, אמצעי עזר לדילול סולידגו בשדה, פיתוח של כלי עבודה לקטיף ארטישוק, מסרק חשמלי ידני למסיק זיתים ופיתוח כלי עבודה ייעודי לקטיף סברסים במטע. כמו כן, פותח ע"י מגישי ההצעה פלטפורמה אוטונומית לריסוס תמרים אוטונומי המביא לשיפור איכות ויעילות הריסוס וכן לחיסכון משמעותי בידיים עובדות [8], [9].

חקר ביצועים עוסק בתיאור של מערכות במודלים שמאפשרים לתאר את קשרי הגומלין בין מרכיבי המערכת הנחקרת, להעריך את ביצועיה, להשוות בין שיטות עבודה שונות ומערכים שונים, לחזות ביצועי מערכת תחת תנאים שונים, לאתר בעיות וצווארי בקבוק בתהליכים, לבדוק את תזמון המערכת ולבצע אופטימיזציה של תצורת המערכת. המודלים מאפשרים בחינת השפעתם של שינויים בתצורת המערכת והתנאים בהם היא פועלת ללא ביצוע בפועל. בתעשייה ובתנאי שוק תחרותי השימוש בכלי חקר ביצועים לתכנון, שיפור וייעול מערכות ומערכים תפעוליים הינו הכרחי ומיושם באופן קבוע.

סימולציה היא סוג של מודלים ממוחשבים המשמשים כלי לניתוח מערכות ומדמים את פעולת המערכת הנחקרת [10]. באמצעות הסימולציה ניתן להעריך את ביצועי המערכת המוצעת, להשוות בין שיטות עבודה שונות, ומערכים שונים, לחזות ביצועי מערכת תחת תנאים שונים ולבצע אופטימיזציה של מערכת. החשיבות של שימוש בסימולציה בחקלאות גדולה עקב השונות הרבה הנובעת מההשפעה של זנים שונים, תנאי גידול שונים, תנאי הסביבה והשונות

האינהרנטית הביולוגית [11]. הסביבה החקלאית מאופיינת כסביבה לא מובנית, משתנה ודינאמית, סביבה שלא ניתנת לחיזוי מראש והלוקה בחוסר באינפורמציה [12]. הסימולציה בחקלאות מאפשרת לקבוע ולחזות את התנהגות המערכת בתנאי סביבה ידועים הנקבעים מראש [1312]. ניתן לבחון את השפעת השינויים הגדולים בין זנים ואף בתוך אותו זן באמצעות מודל וללא צורך בחזרה על ניסויים בשטח. כלי הסימולציה מקצר את הזמן למציאת הפתרון האופטימאלי ומקטין את התלות של המחקר בעונות הגידול אשר מהווה מרכיב דומיננטי בלוחות הזמנים של המחקר החקלאי.

1.2 מטרות המחקר לתקופת הדוח

- איפיון תהליכי העבודה בשלבי הגידול והבציר בכרם ענבי מאכל.
- מידול תהליכי העבודה באמצעות מודל חקר ביצועים/סימולציה או טכניקת תנועות סינטטיות.
- מציאת צווארי בקבוק ותהליכים לא יעילים.
- מציאת השלבים הצורכים את מירב כח האדם ואת הפרמטרים החשובים ביותר באותם שלבים.
- שיפור שיטות העבודה באמצעות חקר שיטות, הקצאת משימות, מיקום ומעריך תוך מתן דגש לתכונות האנטרופוסומיות והנדסת אנוש.
- פיתוח הנדסי של אב טיפוס לכלי עזר, מתקנים ומיכון תהליך דילול האשכולות.
- ניתוח כדאיות כלכלית של השיטות והטכנולוגיות המוצעות.

2 שיטות וחומרים

2.1 נתוני המשקים

העבודה בוצעה במשקי ענבי מאכל במושב לכיש. הכרמים נמצאים בחלקות שונות באיזור לכיש. במשק א' כ- 250 דונם ענבי מאכל המפוזרים בין חלקות שונות באיזור לכיש. הזנים העיקריים במשק הינם תומפסון, סופרירור ורד גלוב. במשק עובדים באופן קבוע כ-9 פועלים תאילנדים. בתקופת דילול האשכולות החקלאי מעסיק עובדי קבלן על בסיס העסקה יומי. משק ב' בעל 108 דונם ענבי מאכל. הזנים העיקריים במשק הינם תומפסון, סופרירור ורד גלוב. במשק עובדים באופן קבוע 4 פועלים תאילנדים ובתקופת הבציר נוספים שני עובדים ישראלים. כאשר יש לבצע עבודה רבה בזמן קצר (נפוץ בתהליכים בהם נדרש טיפול ידני באשכול, כגון בתהליכי החילון והדילול) מגייסים עובדי קבלן. המשק מניב כ- 3 – 4 טון ענבים ליום במהלך עונת הבציר..

2.2 חקר שיטות

בוצע מיפוי של שלבי העבודה השונים בכרם ענבי מאכל וחקירה של השיטות הקיימות בשלבי הבציר והדילול. שלב הדילול מתבצע בכדי לאפשר גדילה מיטבית של הפרי על ידי הקטנת דחיסות הענבים אשר מונעת מחלות ומאפשרת להם לקבל אור, אוורור ומניעת לחות. הוגדרו שלבי העבודה, באילו אמצעים טכניים ומיכון נעשה שימוש, סדר התחנות, תיאור זרימת החומר וכוח האדם. חקר העבודה התבצע בשתי חלקות (איור 1).

2.3 חקר עבודה

בוצע חקר עבודה של זמני פעולות כוח האדם ונאספו נתונים על המערכת והתוצרת בשלבי הבציר והדילול בשיטות של מדידה ישירה. בשיטת המדידה הישירה כל שלב חולק לאלמנטים, והזמן שאורך כל אלמנט נמדד. מדידות חקר העבודה בוצעו באמצעות מחשבי כף יד (PPC) המכילים בתוכם תוכנת חקר עבודה ייעודית [14]. הנתונים נאספו במשך כ- 43 שעות מדידה.

חקר העבודה בשלב דילול האשכולות בוצע בכרם בחלקה בשטח של 6 דונם. מספר השורות הינו 16, המרווח בין שורה לשורה 3 מ' ובין השריגים 1.5 מ'. גובה השורה כ- 2 מ'. איור 1 מראה את שלב דילול החנטים באשכול. חקר העבודה בשלב הבציר בוצע בכרם בחלקה בשטח של 10 דונם. מספר השורות הינו 30, אורך השורות כ- 120 מ', המרווח בין שורה לשורה 3 מ' ובין השריגים 1.5 מ'. גובה השורה כ- 2 מ'.



איור 1 : החלקות הנחקרות.

2.4 סימולציה

פותחו שלושה מודלי סימולציה באמצעות תכנת Arena. מודל ראשוני לשלב הבציר המתאר את רצף האלמנטים בפעילות העובדים לאורך עבודתם ומתבסס על נתוני הזמנים שנאספו בשלב חקר העבודה. במודל נבדקו 3 חלופות בשלב הבציר בנוסף על המצב הקיים. קלטי המודלים הינם: התפלגות משך האלמנטים בתהליך, מספר העובדים בכרם, כמות הזמנות, ופרמטרים נוספים כגון גודל הזמנה, מיקומים שונים ומספר אמצעי שינוע. פלטי המודלים הינם זמן להכנת עגלת בציר, זמן מילוי עגלת טרקטור וכמות ארגזים ביום עבודה.

שני מודלים נוספים, מדמים את תהליכי העבודה הקיימים, אחד לשלבי הבציר והשני לשלב הזמירה. המודלים מתארים את רצף האלמנטים בפעילות העובדים לאורך עבודתם ומתבסס על נתוני הזמנים שנאספו בשלב חקר העבודה וישמש ככלי הערכת תהליכי העבודה ובחינת חלופות שונות על מנת למצוא את שיטות העבודה המיטביות בשלבי הזמירה והבציר. במודלי הסימולציה נבדקו 4 חלופות בשלב הבציר, חלופת עבודה אחת בשלב הזמירה וניתוחי רגישות.

קלטי המודלים הינם: בבציר - התפלגות משך האלמנטים בתהליך, מספר העובדים בכרם, יעדי התפוקה היומיים, ופרמטרים נוספים כגון מבנה הכרם ואיכות הפרי; בזמירה - התפלגות משך האלמנטים בתהליך, מספר העובדים בכרם ומבנה הכרם. פלטי המודלים הינם: בבציר - זמן סיום ארגז ושורה; בזמירה - זמן סיום שורה.

2.5 דילול תרמי

בשיחות עם חקלאים נמצא כי בימי שרב קיים דילול טבעי מוגבר של החנטים. הועלתה השערה כי ייתכן ועומס חום על הצמח ובמיוחד באזור האשכולות יגרום לנשירה מוגברת של חנטים. בוצע ניסוי לבחינת השפעת מכת חום באשכולות על גודל האשכול, משקלו ורמת הדילול. מכת החום ניתנה באמצעות hot airblower המשמש להלחמות ואיטום בתעשיית החשמל והאלקטרוניקה. בוצעו ארבעה טיפולים שונים וביקורת, השוני בארבעת הטיפולים היה

בזמני החשיפה ומרחקי המטרה. בביקורת לא בוצע שום טיפול. כל אחד מארבעת הטיפולים בוצע על 10 אשכולות. הביקורת בוצעה על 14 אשכולות. תיאור מערך הניסוי מובא בטבלה 1.

טבלה 1: תיאור מבנה ניסוי דילול תרמי.

מס' טיפול	תיאור טיפול	מרחק [מ']	זמן חשיפה [שנ']	מס' חזרות
1	ביקורת – ללא הפעלה	-	-	14
2	קרוב ארוך	0.5	60	10
3	קרוב בינוני	0.5	30	10
4	קרוב קצר	0.5	15	10
5	רחוק ארוך	1	60	10

האשכולות צולמו במצלמה דיגיטלית לפני תחילת הניסוי ו- 20 יום לאחר הניסוי. במהלך הניסוי כל אשכול צולם במצלמה תרמית במהלך הטיפול לבחינת הטמפרטורות אליהן הגיע. בעונת הבציר האשכולות ניבצרו ונישקלו.

3 תוצאות

3.1 בחירת שלבי הגידול הנחקרים

גידול ענבים למאכל הינו עתיר ידיים עובדות וצורך כ- 30 עד 35 ימי עבודה לדונם בשלבי העבודה השונים בכרם למעט פעולות הריסוס שאר השלבים הינם ידניים לחלוטין: בניתוח מידע של תהליכי העבודה נמצא כי זמירה, גיזום וקשירה של הקנוקנות צורכים כ- 5 ימי עבודה לדונם (יע"ד), חילון ידני- 1 יע"ד, קילוף קליפת הגזע – 5 יע"ד, דילול אשכולות ידני – עד 10 יע"ד ובציר ידני – כ- 8 יע"ד. שלבי העבודה בהם בחרנו להתמקד הינם הבציר, דילול האשכולות והזמירה. בשלבים הללו מושקעים כ- 70% מסך העבודה השנתית הנדרשת בגידול.

3.2 חקר שיטות

3.2.1 שיטות עבודה ואמצעים

בציר:

בבציר נבדקו שתי שיטות עבודה שונות: שיטה א) קרטונים מועברים ע"י טרקטור מהמושב אל החלקה בה מתבצעת העבודה, מסודרים בערימה מרכזית ברחבה שבין שתי חלקות; הפועלים נוטלים קרטונים מהערימה המרכזית (כל קרטון מכיל בתוכו קבוצה של שש סלסילות פלסטיק) ומסדרים אותם על העגלה; הפועל בוחר אשכול רצוי וקוטף אותו באמצעות מזמרה; הפועל בוחן הימצאות ענבים פגומים באשכול. במידת הצורך מתבצע ניקוי הענבים הפגומים במזמרה; בתום הטיפול האשכול מוכנס לסלסילת פלסטיק (תיבת השדה שנמצאת בארגז) והפועל ממשיך לאשכול הבא. במידה ויש צורך להתקדם לגפן הבאה, מושך עימו הפועל את העגלה על מנת שתימצא בקרבתו; לאחר מילוי 12 סלסילות, הסלסילות המלאות מכוסות ברשתות; הנחת הקרטונים המלאים בשולי השורה; נטילת קרטונים ריקים מהמדף התחתון של העגלה; בתום העבודה מתבצע מעבר בין השורות ע"י טרקטור, על מנת לאסוף את התוצרת משולי שורות הגפן. משך פעולה זו תלויה במספר הפעמים בה בצרו את חלקה בעונה ובאיכות היבול. שינוע התוצרת בשיטה זו מהחלקה לבית האריזה באמצעות טרקטור, מתבצע בממוצע שלוש פעמים ביום.

אמצעי העבודה הינם: עגלת בציר, עגלות שני מדפים. בדופן העגלה נמצאת שקית המכילה רשתות מגומי המשמשות לכיסוי הסלסילות. מבצרות: מזמרות המשמשות לניתוק אשכול הענבים. ארגזים: משמשים לאיחסון הסלסילות. תיבות שדה: סלסילות פלסטיק המשמשות לאכסון הפרי. טרקטור: להובלת התוצרת בסיום העבודה.

בשיטה ב, העובדים מגיעים לחלקות קטיף ופורקים ציוד לאזור הציוד- הציוד מונח באופן אקראי בתחילת השורה בה מתחילים לבצור; כל פועל לוקח עגלה, ארגזים ריקים, סליל תגים ושק זבל; סידור הציוד בעגלה – 4

ארגזים, שניים בכל מדף. קשירת שק זבל לצידי העגלה; גרירת עגלה לתחילת שורה או לאשכול הבא; איתור ויזואלי של אשכול ומגע יד לעיתים; חיתוך אשכול; בדיקה ויזואלית שאין פירות פגומים- במידה ונמצא פרי פגום הוא מורד מהאשכול באופן ידני; הכנסת האשכול לארגז; תיוג האשכולות; לאחר מילוי שני ארגזים עליונים בעגלה, מורדים הארגזים המלאים לצידי השורה; העברת הארגזים הריקים מהמדף התחתון למדף העליון ומילויים; לאחר סיום שני הארגזים הנוספים הפועל מביא 4 ארגזים ריקים נוספים מאזור הציוד; בסיום עבודה 3 פועלים עוברים לעבודה על טרקטור ומתחילים איסוף ארגזים; במידה וישנה עוד עבודת קטיפ ממשכים שאר הפועלים את העבודה בשורות הבאות; איסוף ארגזים על משטח עץ בגודל 1.1X1.2 מטר. על כל משטח נאספים 42 ארגזים; על עגלת הטרקטור מועמסים 2 משטחים כאשר שינוע המשטחים מותאם לשעת שינוע מאזור השיווק לסיטונאים ולקימועונאים.

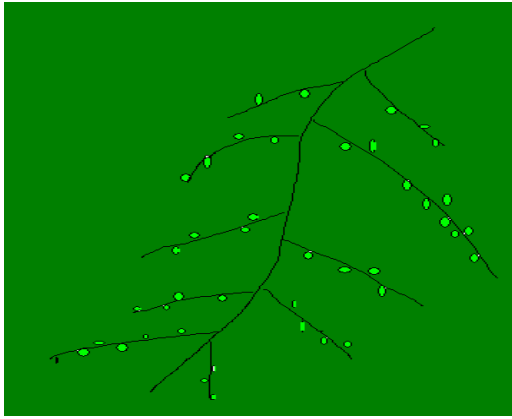
אמצעי העבודה הינם: עגלת בציר: עגלות בנות שני מדפים, מבצרות: מזמרות המשמשות לניתוק אשכול הענבים, ארגזים: משמשים לאכסון הסלסילות, סליל תיוג, שק שבל, טרקטור: להובלת התוצרת בסיום העבודה.

זמירה:

תהליך הזמירה כולל: הורדת ענפים יבשים וזמורות שלא התעצו; קביעת אורך הזמירה - בעת קביעת אורך הזמירה ומספר הזמורות או הסעיפים על הפועל להתחשב ברמת פוריות הזנים בחלקה בה עובד (רמת הפוריות של הגפן מהווה מדד אשר מכתוב את אופן הזמירה הרצויה בכדי לקבל את היבול האופטימאלי. זמירה קצרה – זנים בעלי פוריות גבוהה, קרי זנים שבהם אחוז הפקעים שנושא בתוכו האשכול גבוה. בזמירה קצרה יותירו הפועלים: 2 – 5 עיניים. זמירה בינונית – זנים בעלי פוריות בינונית, קרי זנים שבהם אחוז הפקעים הנושא בתוכו האשכול הינו בינוני. בזמירה בינונית יותירו: 6 – 10 עיניים. זמירה ארוכה – זנים בעלי פוריות נמוכה, קרי זנים שבהם אחוז הפקעים הנושא בתוכו האשכול נמוך. בזמירה ארוכה יותירו: 11 – 15 עיניים; קביעת אופן הזמירה: זמירה קצרה: 20-24 סעיפים לגפן. זמירה ארוכה: 8-12 זמורות לגפן; חיתוך הזמורה - ביצוע חיתוך אופקי כ- 1 ס"מ מעל הפקע; עבודת הזמירה מתבצעת בזוגות משני צדי אותה גפן. בתחילת העבודה מחליטים ביניהם הפועלים מי משני בני הזוג אחראי על ניסור בדים עבים והוא יהיה זה שיחזיק על גופו את מסור הקורונה. בעת הניסור מסייעים הפועלים זה לזה. יתכן כי במהלך העבודה יחליפו ביניהם הפועלים תפקיד זה. במהלך העבודה מתייעצים הפועלים כאשר אינם בטוחים בזמורות שיש להשאיר על הגפן. במקרים חריגים, מסמנים העובדים גפן אשר התלבטו לגביה, ממשיכים הלאה ומאוחר יותר מתייעצים עם בעל המשק. הפועלים מסייעים זה לזה במשיכת זמורות שנקצצו כך שאין צורך שפועל יעבור לשם המשיכה לצדו השני של הגפן; במקרים מסוימים משאירים הפועלים זמורות בתכנון של שנתיים קדימה. תכנון שכזה בא לידי ביטוי במקרים בהם הזמורות "ברחו" למעלה וישנו רצון לטפח את החלקים התחתונים. במקרה כזה ישנה עדיפות לזמורות בעלות תפוקה נמוכה יחסית ע"מ לטפחן לשנים הבאות. החלטה לגבי תהליך מסוג זה נעשית על ידי בעל המשק או פועל תאילנדי ותיק מאד שעבד בצמוד לבעל המשק.

דילול:

הדילול מתבצע ללא שום אמצעי עזר או מיכון אלא באמצעות הידיים בלבד (איור 2). פועל מבצע דילול מתחילת שורה ועד סופה, כאשר בתחילה מאתר העובד באמצעות ראייה ומגע ידיים אשכולות דחוסים הדורשים דילול; לאחר איתור אשכול ראוי לדילול מבצע הפועל את הפעולות הבאות: אחיזת חלקו התחתון של האשכול בשתי אצבעות; מעבר על האשכול מחלקו העליון עד חלקו התחתון ודילולו על ידי חיתוך חנטות עודפות עד מתן צורה סימטרית לאשכול (איור 3).



איור 3 : צורת אשכול לאחר דילול.



איור 2 : דילול אשכולות.

3.2.2 חלוקה לתחנות עבודה ואלמנטים

חלוקת תהליך הבציר, הזמירה ודילול האשכולות לאלמנטי עבודה מובא בטבלאות 2 - 4 בהתאמה. החלוקה לאלמנטים אינה כוללת את שלבי האיתחול והסיום בתהליכי הבציר והדילול כגון פריסת הציוד וכדומה או אלמנטים אשר אינם קשורים לתהליך העבודה כגון המתנה ואחר.

טבלה 2 : אלמנטי עבודה בתהליך הבציר בשיטות השונות.

אלמנט	שיטה א'	שיטה ב'
גרירת עגלת בציר	X	X
חיתוך אשכולות	X	X
תיוג אשכולות		X
ארגז הבא	X	X
ארגז חדש		X
ניקוי אשכול	X	
כיסוי סלסלה	X	
סידור ארגזים	X	

טבלה 3 : אלמנטי עבודה בתהליך הזמירה.

אלמנט	תיאור
חיתוך	איתור וחיתוך הזמורות הנבחרות- על ידי מזמרה
משיכה	משיכת הזמורה המסתעפת והנחתה על הארץ
בחירה	בחירה של הזמורה אותה רוצים לחתוך
סיום שורה	מעבר לשורה חדשה
פעולות נדירות	פעולות לא מחזוריות ונדירות יחסית בתהליך כגון ניסור ענפים עבים

טבלה 4 : אלמנטי עבודה בתהליך דילול האשכולות.

אלמנט	תיאור
הכנה לדילול	איתור אשכול, סריקה ויזואלית, סריקה ידנית
דילול	אחיזת אשכול בחלקו התחתון באמצעות שתי אצבעות, חיתוך חנטות עודפות באמצעות יד שנייה

3.3 חקר עבודה

בציר

טבלה 5 מציגה את המדדים המרכזיים בשלבי הבציר בשיטה א'. התוצאות מראות כי האלמנטים הדומיננטיים ביותר בתהליך העבודה הינם בציר, ניקיון וכיסוי. אלמנטים אלו מהווים כ- 76% מזמן העבודה בתהליך.

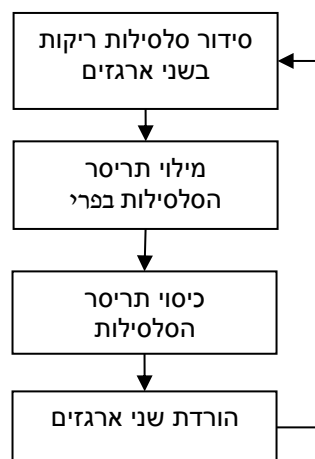
טבלה 5 : המדדים המרכזיים בשלב הבציר.

המתנה	אחר	סידור	הורדה	כיסוי	ניקיון	משיכה	בציר	
51.4	102.3	19.4	6.9	11.4	6.3	5.0	5.3	ממוצע (שנ'):
56.0	116.7	7.7	2.7	6.3	3.2	2.5	2.9	סטיית תקן (שנ'):
7	6	28	29	180	364	163	700	מספר מדידות בפועל:
17	9	17	45	39	62	78	82	מספר מדידות נדרש:
3.4	5.8	5.1	1.9	19.3	21.8	7.7	35	אחוז מסך זמן העבודה

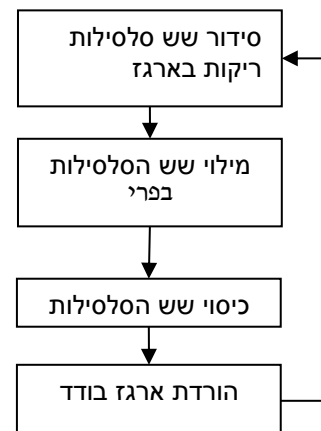
נבדקו שתי שיטות כיסוי הסלסילות בשלב הבציר. (1) שיטת כיסוי א': בתום מילוי ששת הסלסילות בארגז, הסלסילות מכוסים ברשת ולאחר מכן ממשיך תהליך הבציר כסדרו. אלמנטי הורדה וסידור מבוצעים על ארגז בודד המכיל 6 סלסילות. בשיטה זו מתאפשרת הנחה נוספת של שני ארגזים זמינים למילוי על העגלה, בהשוואה לשיטת העבודה השנייה. הארגזים הנוספים יונחו אחד על גבי השני בחצי המדף העליון של עגלת הבציר; ו- (2) שיטת כיסוי ב': כיסוי 12 הסלסילות, בתום מילויים. אלמנטי העבודה הורדה וכיסוי יבוצעו על שני ארגזים המכילים 12 סלסילות. באיור 4 מתוארות שתי שיטות הכיסוי.

בשל ההבדל בין ימי המדידה השונים עבור נתונים כגון דרישות עבור גודל הענב הנקטף ופריזון הפרי בכרם לאחר ימי בציר קודמים. בוצעה השוואה רק על מדידות שבוצעו באותו יום עבודה בכדי לא לשלב השפעות של גורמים שאינם קשורים לשיטת העבודה. נמצא כי תפוקת עובד ממוצעת בשיטת כיסוי א' הינה כ- 77.5 סלסילות בשעה ותפוקת עובד בשיטת כיסוי ב' גבוהה ממנה בכ- 14%. נבחנו הבדלים בין משכי המדידות, עבור כל אחת משיטות הכיסוי. בכדי לבחון אם השיטות שייכות לאותה אוכלוסיה. נעשתה תחילה בדיקת הנחת שוויון שונות, בעזרת מבחן F ו-T. המבחנים הראו כי אין הבדל בין שיטות העבודה השונות במובהקות של 95%. מבחן זה בוצע עבור אלמנט הכיסוי. אלמנט זה נבחר לבדיקה מכיוון שבו נמצא ההבדל המהותי בין השיטות. ההבדל שהתקבל נובע מהאלמנטים אחר והמתנה אשר מושפעים משיטת העבודה.

שיטת כיסוי ב'



שיטת כיסוי א'



איור 4: תרשים של שיטות הכיסוי השונות.

מניתוח תוצאות המדידות בשיטה ב' עולה כי קיים הבדל בין האלמנטים השונים ובין פועלים שונים, למעט אלמנט החיתוך, ניתן למצוא הבדלים בין כל האלמנטים (רמת מובהקות 95%). פחות מ-12% מהגורמים להבדל בין

האלמנטים מהווים את השוני בין הפועלים או שיטת העבודה. בטבלה 6 מובא סיכום תוצאות חקר העבודה עבור פועלים שונים בשלב הבציר.

טבלה 6 : תוצאות חקר העבודה בבציר בשיטה ב'.

	עובד 1	עובד 2	עובד 3	עובד 4	avarage	std	גודל מדגם נדרש
grira	5.48	5.47	5.99	6.15	5.77	0.352251	5.720707107
cut	35.99	36.55	37.47	39.55	37.39	1.566359	2.696800424
tiug	83.25	34.67	43.47	36.30	49.42	22.874	329.1690618
Next Argaz	47.38	49.33	57.13	59.00	53.21	5.715255	17.72760281
New Argaz	95.50	70.33	58.71	102.57	81.78	20.68474	98.30611465
Cycle Time	267.59	196.35	202.78	243.58		135.90	

נמצא כי משך זמני האלמנטים : ארגז חדש ; וארגז הבא מהווים 59% מזמן מחזור והינם צוואר בקבוק בתהליך. זמני אלמנט ארגז חדש תלויים ישירות במרחק של העובד מאזור הצידוד וקצב ביצוע האלמנט תלוי בכמות ארגזים הממוקמים על עגלת השינוע. זמני אלמנט ארגז הבא תלויים במיקום הארגזים בשולי השורה ובמוטיבציית העובד. זמני אלמנט גרירה וחיתוך תלויים במיקום אשכולות על הגפן- על גפנים מרובי אשכולות ישהה הפועל זמן רב יותר, אלמנט גרירה תתבצע עד לזיהוי אשכולות מתאימים בגפן הבאה.

זמירה

ניתוח תוצאות הזמירה מובא בהרחבה בדוח שנה א'.

דילול אשכולות

בשלב דילול האשכולות נמצא כי ישנם הבדלים בזמני עבודה ובתפוקות של עד 30% בין העובדים השונים. ההבדלים נובעים כניראה ממיומנות העובד וצפיפות החנטים באשכול. זמן הדילול הינו כ- 8 ש' בממוצע ותפוקת עובד הינה דילול של כ- 230 אשכולות בשעה בממוצע. הזמן שהעובד משקיע באיתור האשכול (הכנה לדילול) מסך זמן עבודתו דומה לזמן אשר משקיע בדילול עצמו ועומד על כ- 49% מסך זמן העבודה המושקע בשלב הדילול (טבלה 7).

טבלה 7 : תוצאות חקר עבודה בדילול אשכולות.

דילול	הכנה לדילול	
8.11	15.18	ממוצע [שנייה]
7.31	9.01	ס.ת. [שנייה]
230.5		תפוקה [אשכול/שעה]
51	49	אחוז מזמן עבודה

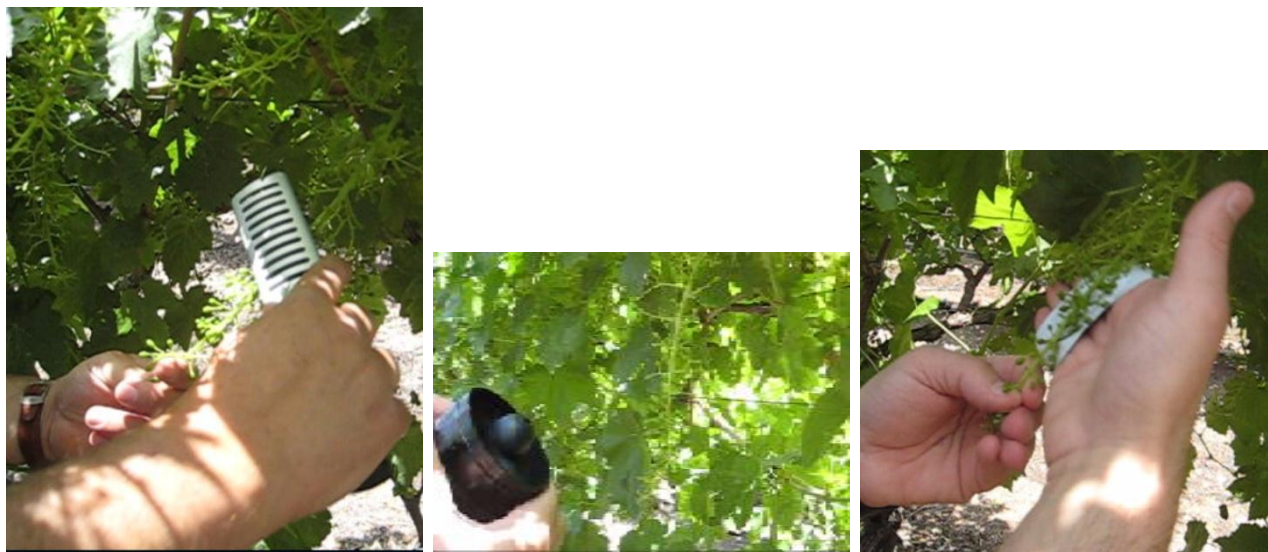
3.4 סימולציה

תוצאות הסימולציה מובאות בהרחבה בדוחות שנים א' ו- ב'.

3.5 פיתוח הנדסי של אב טיפוס אמצעי עזר ידני לדילול אשכולות

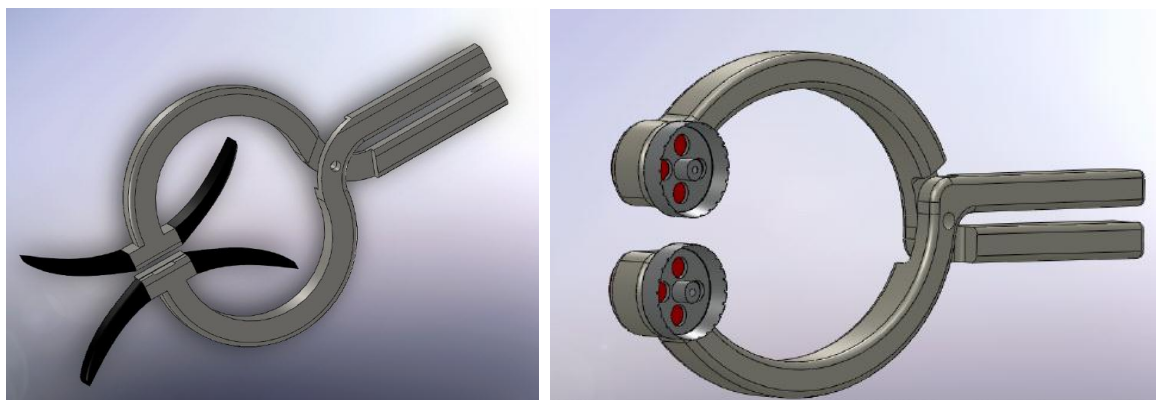
תהליך הדילול הינו דומיננטי וצורך כ- 28% עד 35% מסך העבודה הנדרשת בכרם ובתקופה קצרה. הוא מהווה צוואר בקבוק וסובל מחוסר בידיים עובדות. הוחל בפיתוח הנדסי ותיכון של אב טיפוס לאמצעי עזר ידני אשר יופעל על ידי העובד המבצע את משימת דילול האשכולות בכדי להקטין את זמן העבודה על כל אשכול, לחסוך בידיים עובדות, בזמן ויכולת כיסוי כל האשכולות בכרם בתקופה הנדרשת ללא פגיעה ברקמות האשכול.

בשלב ראשון נבדקו מספר אמצעים פשוטים לניתוק החנטים באשכול בשיטות שונות. בוצע ניסוי ראשוני לניתוק חנטים מהאשכול בכדי ללמוד על מורכבות הבעיה בשיטות שונות (1) סרט דביק שלופף על היד והוצמד לאשכול (איור 5 א') ויוצר כוחות הצמדה וחיכוך לניתוק החנטים; (2) מפוח בעל מנוע טורבינה (איור 5 ב') המייצר ספיקת אויר ורוח על האשכול בכדי לנתק את החנטים אשר המחוברים ברקמה חלשה יחסית באמצעות כוחות גרר הפועלים על החנטים באשכול; (3) סירוק האשכול באמצעות מברשות פלסטיק שונות וניתוק חנטים אשר ייתפסו בין השיניים (איור 5 ג').



איור 5 : אמצעי ניתוק בניסוי הראשוני. (א) סרט דביק, (ב) טורבינה, (ג) מברשת.

תוצאות הניסוי הראו כי השימוש בסרט הדבקה ניתק מספר חנטים אך לא בצורה מספקת מאחר וכוחות ההדבקה חלשים מדי והבקרה על תהליך קשה. השימוש בטורבינה נמצא לא יעיל וכוחות הגרר שנוצרו לא הצליחו לנתק חנטים. השימוש במברשת הצליח לדלל את האשכול לרמה הרצויה אך נגרם נזק לחנטים שנותרו על האשכול. בעקבות מסקנות הניסוי הראשוני תוכננו שני אב טיפוס לאמצעי עזר לדילול חנטים המבוססים על אותה 'שילדה'. אחד חשמלי (איור 6א') אשר ניפסל בתחילת התיכון מסיבות כדאיות וייצור מסובך והשני בעל עיקרון פעולה מיכני ידני (איור 6ב'). אב הטיפוס שיוצר דומה למלקחיים אליפטיות על מנת לאפשר הגעה טובה לשדרה הראשית של האשכול עליה מתבצע הדילול, כאשר בקצוות קיים להב קצר שמטרתה לחתוך את החיבור של הגרגירים המיועדים לדילול.



איור 6 : אבי טיפוס ראשוניים. (א) אמצעי עזר חשמלי, (ב) אב טיפוס מיכני ידני.

בניסוי שנערך עם אב הטיפוס (איור 7) נמצא כי השליטה על אמצעי העזר במהלך הדילול והמעבר על האשכול קשה ובשל כך הסכין חתכה יותר מידי מן האשכול, פגעה בשידרת האשכול ובמקרים מסוימים אף קטעה את כולו.



איור 7: ניסוי דילול אשכולות עם אב טיפוס ראשון.

פותח אב טיפוס נוסף המבוסס על שילדת מספריים עם מוטות אופקיים מקבילים. כאשר הפועל המפעיל את אמצעי העזר שולט על המרווח בין המוטות המקבילים באמצעות עוצמת הלחיצה על ידיות המתקן. נערך ניסוי בחלקת ענבים מזן תומפסון לבחינת אמצעי העזר. בוצעה השוואה בין ביצוע דילול בשיטה הידנית הקיימת ובין דילול בעזרת אב הטיפוס השני (איור 9). בשני המקרים משימת הדילול בוצעה על ידי אותו עובד שהינו אחד מעובדי המשק בו התקיים הניסוי.



איור 9: אב טיפוס שני.

תוצאות הניסוי הראו כי זמן העבודה הממוצע לדילול אשכול בעזרת אב טיפוס אמצעי העזר המיכני ארך כ- 47% מזמן דילול אשכול בשיטה הידנית הקיימת (טבלה 8) וכי תפוקת הפועל בשימוש באמצעי העזר הייתה גבוהה בכ- 75% בהשוואה לתפוקה בשיטה הידנית הקיימת למרות שבמדידת הדילול בעזרת אמצעי העזר הזמן שהעובד השקיע בדילול אשכולות היה כ- 72% מסך זמן עבודתו בעוד שבשיטה הקיימת הוא השקיע בדילול אשכולות כ- 87% מסך זמן עבודתו. במבחן t שנערך נמצא שהשוני בין זמני דילול אשכול בשתי השיטות שניבחנו הינו בעל מובהקות סטטיסטית גבוהה ($\alpha < 0.001$). על פי חוות דעת המגדל איכות האשכולות לאחר הדילול המיכני בעזרת אמצעי העזר היתה סבירה עד טובה ולא היתה פגיעה בשידרת האשכול או בחנטים שנישארו על האשכול לאחר הדילול.

טבלה 8 : פירוט תוצאות ניסוי דילול אשכולות בשיטת העבודה הידנית והעזרת אב טיפוס של אמצעי העזר.

ממוצע [שנייה]	דילול ידני – שיטה קיימת	דילול מיכני – אב טיפוס
21.8	10.2	
15	5.4	
87.4	71.8	
144.2	252.4	

אב הטיפוס שבאזור 9 שופר ונערך ניסוי להשוואה בין הדילול הידני בשיטה הקיימת לבין הדילול המיכני באב הטיפוס המשופר. הניסוי נערך על 520 אשכולות וכלל 3 סוגי מדידות: (1) חקר עבודה של תהליך הגידול בשיטה הידנית הקיימת על 275 אשכולות; (2) חקר עבודה של דילול מיכני עם אב הטיפוס המשופר על 245 אשכולות, מעבר ראשון; ו- (3) חקר עבודה של תיקון ידני על האשכולות בדילול המיכני, מעבר שני. פירוט תוצאות הניסוי מובאות בטבלאות 9 – 11.

התוצאות מראות כי בניסוי זה הזמן הממוצע לדילול ידני של אשכול עמד על 8.51 שניות והיה גבוה בכ- 26% מזמן הדילול המיכני לאשכול (מעבר ראשון, 6.27 שניות). רק כ- 14% מהאשכולות אשר עברו דילול מיכני (35 אשכולות) הצריכו תיקון במעבר נוסף בכדי להביאם לרמת הדילול והאיכות הרצויה לחקלאי אשר בממוצע מהווים תוספת של 1.23 שניות לאשכול. בהשוואת שני המעברים בדילול המיכני למעבר בודד בדילול הידני נמצא כי התפוקה הכוללת בדילול המיכני (2 המעברים) גבוהה בכ- 7% מתפוקת העבודה הכוללת בדילול הידני. בניקוי הזמנים הלא יצרניים ושאינם קשורים לתהליכי העבודה כגון הפסקות (אשר אינן אחידות) נמצא כי זמן הטיפול הכולל באשכול מתקצר בכ- 12% בדילול מיכני הכולל את שני המעברים לעומת דילול ידני.

טבלה 9 : פירוט תוצאות הדילול הידני.

	Cluster	Move	Idle	Other
Average	8.51	5	7	6.88
Std	3.13			2.90
Cv	0.37			0.42
n	275	1	1	8
Min	3	5	7	3
Max	22	5	7	13
TT	2341	5	7	55
%TT	97.22	0.21	0.29	2.28

טבלה 10 : פירוט תוצאות הדילול המיכני (מעבר ראשון).

	Cluster	Move	Idle	Other
Average	6.27	5.5		6.78
Std	2.42	0.71		2.17
Cv	0.39	0.13		0.32
n	245	2		23
Min	1	5		2
Max	14	6		11
TT	1537	11		156
%TT	90.20	0.65		9.15

טבלה 11 : פירוט תוצאות תיקון ידני של הדילול המיכני (מעבר שני).

	Cluster	Move	Idle	Other
Average	8.6			
Std	5.19			
Cv	0.60			
n	35			
Min	3			
Max	25			
TT	301			
%TT	100			

מאחר ואב הטיפוס המשופר יוצר במדפסת תלת מימדית, עמידותו לחום היתה נמוכה ובנוסף קצב שחיקת הגומיות היה גבוה. יוצרו 20 דגמים מפלדה בשיטות עיבוד וכיפוף פחים (איור 10) בעלי עמידות גבוהה ובוצע ניסוי בהיקף חצי מיסחרי. חולקו לחקלאים 15 כלים לעבודה ממושכת על ידי העובדים במשך מספר ימים. תוצאות הניסוי היו לא חד משמעיות מאחר ובחלק מהמקרים ניגרם נזק לאשכולות לטענת החקלאים. הניסוי נערך בזני סקרלוטה ותומפסון. בסקרלוטה הדילול הצליח אך היקף הגידול מוגבל. בתומפסון המכשיר תלש כמות גדולה של גרגרים ויצר קרחות באשכול (איור 11). בבחינה מעמיקה נמצא כי כאשר הגרגרים גדולים מ- 7 מ"מ הם ניתלשים בעבודה במדלל המיכני ולכם מומלץ לדלל עם המכשיר אשכולות בעלי גרגרים קטנים יותר.



איור 11 : אשכול מדולל עם קרחות.

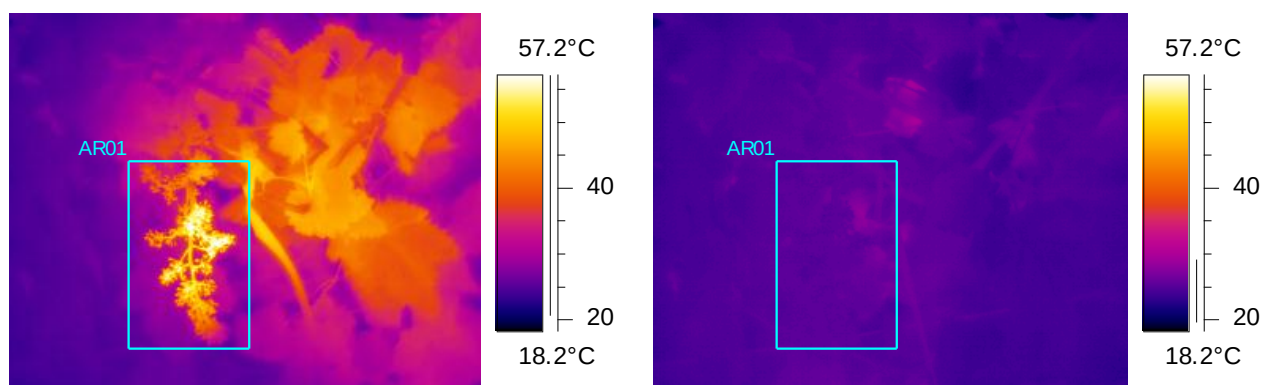


איור 10 : אבטיפוס חצי מיסחרי מפלדה.

במהלך העונה הוחלט לשפר את מוטות המכשיר בכך שייצרו עם מדרגה במרכז המוט לאפשר יכולת של סיבוב למוטות המדללים. פתרון זה לא עבד כיוון שעדיין נוצר בעיה של תלישה מרובה מידי של ענבים. כמו כן הוחלט לצפות את מוטות הדילול בשכבת גומי ממדפסת תלת המימד. פתרון זה לא הצליח כיוון שעדיין נתלשו ענבים רבים.

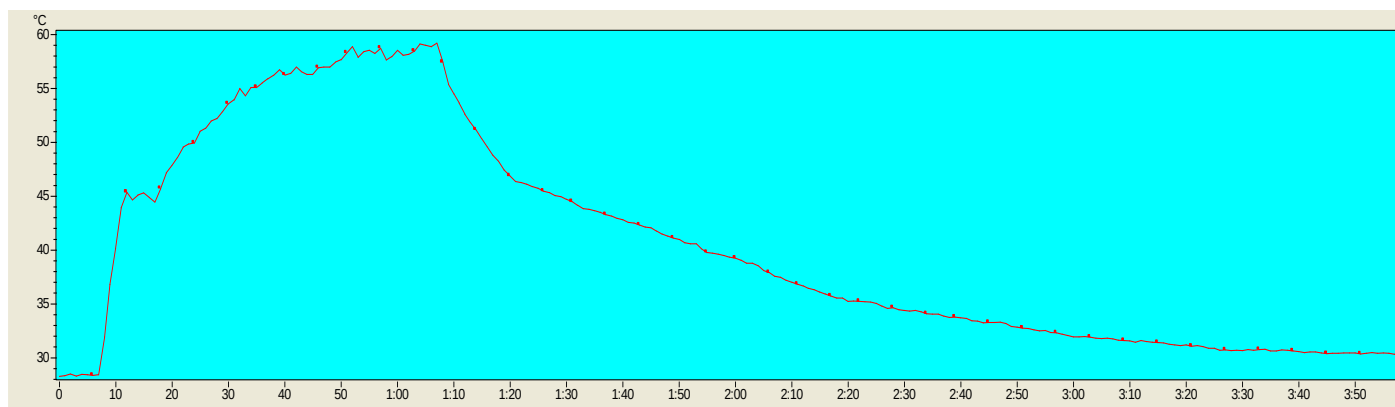
3.6 דילול תרמי

הניסוי נערך בשעות הבוקר המאוחרות והצהריים המוקדמות. במהלך הניסוי, טמפרטורת הסביבה עלתה מ- 23.5°C ל- 27°C . טמפרטורת האשכולות הגיע עד כ- 60°C במהלך הטיפול. איור 12 מציג את טמפרטורת האשכול בטיפול לפני תחילת הטיפול (ימין) ובמהלכו (שמאל) כפי שניצפה במצלמה התרמית. האשכול המוצג נחשף במשך כ- 60 שניות ממרחק של 0.5 מ'.



איור 12 : תמונה תרמית של טמפרטורות האשכול לפני הטיפול (ימין) ובמהלכו (שמאל).

פרופיל הטמפרטורה באשכול מובא באיור 13 עבור זמן חשיפה של 60 שניות ומרחק מטרה של 0.5 מ' במשך כ- 4 דקות מתחילת מתן מכת החום. טמפרטורת האשכול ההתחלתית הינה כ- 27°C ומגיעה עד לכ- 59°C בסוף הטיפול. מזמן זה האשכול מתקרר אך זמן הקירור ל- 30°C הינו כ- 3 דקות ובזמן זה עדיין קיימת השפעה של מכת החום.



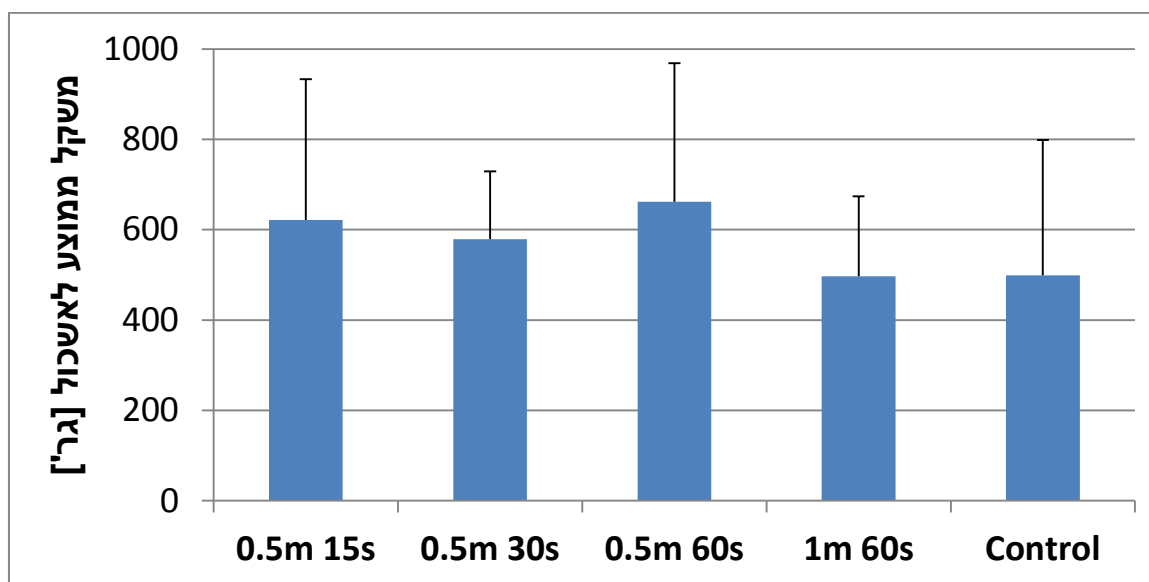
איור 13 : פרופיל הטמפרטורה באשכול לאורך זמן עבור זמן חשיפה של 60 שניות ומרחק מטרה של 0.5 מ'.

השוואה ויזואלית של מצב האשכולות לפני הניסוי ולאחר כ- 20 יום בוצעה באמצעות מצלמה דיגיטלית. דוגמה להבדל בצורת האשכול ובמספר הגרגרים (חנטים) עבור טיפול שכלל זמן חשיפה של 60 שניות ממרחק של 1 מ' מובא באיור 14.



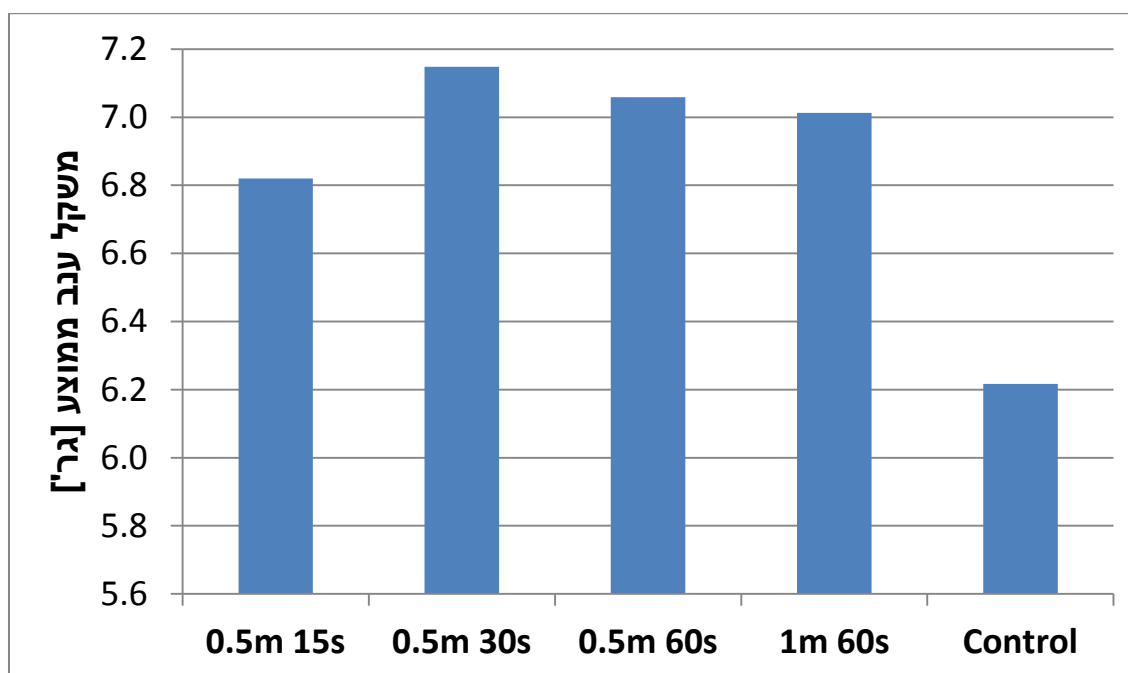
איור 14: מצב האשכול לפני הניסוי (ימין) ולאחר כ- 20 יום (שמאל) בטיפול שכלל זמן חשיפה של 60 שניות במרחק של 1 מ'.

בהשוואת משקלי האשכולות של הטיפולים השונים, לאחר הבציר נישקלו האשכולות אשר השתתפו בניסוי (איור 14) ונמצא כי האשכולות בטיפולים שכללו מרחק מטרה של 0.5 מ' בכל זמני החשיפה שקלו ב- 16% עד 33% יותר מאשר בביקורת. האשכולות שנחשפו במשך 60 שניות במרחק של 0.5 מ' היו בעלי המשקל הממוצע הגבוה ביותר (662 גר' לעומת 498 גר' בביקורת). משקל האשכולות בטיפול בעל זמן חשיפה של 60 שניות ומרחק של 1 מ' היה קרוב מאוד למשקל אשכולות הביקורת. ייתכן שהדבר נובע מהשפעת הרוח במרחק מטרה זה אשר הסיטה את סילון האוויר החם מהאשכולות.



איור 14: משקל אשכולות ממוצע לטיפולים השונים.

באופן מדגמי נישקלו 70 – 100 ענבים בודדים בכל טיפול. התוצאות מראות כי בכל הטיפולים התרמיים (איור 15) משקל הענב גדול בכ- 10%-15% מאשר משקל הענב הממוצע בטיפול הביקורת. על סמך תוצאות אלו, חישוב מס' הענבים הממוצע לאשכול מראה כי בטיפול שכלל חשיפה של 30 שניות עם מרחק מטרה של 0.5 מ' ובטיפול של 1 מ' מספר הענבים הממוצע באשכול היה שווה או נמוך מזה שבאשכולות הביקורת (טבלה 12).



איור 15 : משקל ענב ממוצע בטיפולים השונים.

טבלה 12 : מספר ענבים באשכול בממוצע בטיפולים התרמיים ובהשוואה לביקורת.

טיפול	0.5m 15s	0.5m 30s	0.5m 60s	1m 60s	Control
מס' ענבים ממוצע לאשכול	90.3	80.1	92.8	70.6	79.4
אחוז שיפור	1.14	1.01	1.17	0.89	1.00

4 סיכום ומסקנות

בוצע חקר שיטות וחקר עבודה של תהליכי הבציר, הזמירה ודילול אשכולות במשקי ענבי מאכל המאפיינים את משקי הענבים באיזור לכיש. פותחו מודלי סימולציה לניתוח התהליכים הללו, ניבדקו חלופות שונות לתהליכים אלו. פותחו אבי טיפוס לאמצעי עזר מיכניים לדילול אשכולות שנבחנו בניסויים בכרם ובוצע ניסוי תרמי לדילול אשכולות. בשלב הבציר נבדקו שתי שיטות כיסוי סלסילות ונמצא כי שיפור השיטה יביא להעלאת התפוקה בכ- 14%. החלופה המיטבית בשלב הבציר הינה הקצאת משימות וחלוקת שלבי העבודה לתחנות. נמצא כי היא יעילה בכ- 13% בהשוואה למצב הקיים. חלופות שנבדקו בסימולציה הראו שיפור של 17-20% בשלבי הבציר השונים. בתהליך הזמירה, הציוות המיטבי בחלופת הקצאת משימות הינו 2 עובדים מומחים ושני עובדים מבצעים ומביא לשיפור של 10% בהשוואה למצב הקיים ללא שינוי ברמת המומחיות.

בשלב דילול האשכולות נמצא כי הזמן שהעובד משקיע באיתור האשכול (הכנה לדילול) מסך זמן עבודתו דומה לזמן אשר משקיע בדילול עצמו ועומד על כ- 49% מסך זמן העבודה המושקע בשלב הדילול.

פותחו מספר אבי טיפוס ששימשו כאמצעי עזר לדילול. בבחינתם נמצא כי כאשר הגרגרים גדולים מ- 7 מ"מ הם ניתלשים בעבודה ולכן מומלץ לדלל עם המכשיר אשכולות בעלי גרגרים קטנים יותר. המכשיר עובד באופן משביע רצון כאשר עובדים במצבים אופטימליים של פריכות וגודל גרגר. בניסויים שנערכו נמצא כי תפוקת הפועל עם אמצעי העזר לדילול מיכני הייתה גבוהה באופן מובהק בכ- 75% ו- 26% בהשוואה לתפוקה בשיטה הידנית הקיימת. בניקוי פעולות שאינן קשורות לתהליך העבודה ובהתייחסות לפעולות התיקון הנדרשות בחלק מהאשכולות אשר דוללו

מיכנית. נמצא כי זמן העבודה לאשכול מתקצר בכ- 12% והתפוקה גדלה באופן דומה. תוצאות ניסוי בהיקף חצי מיסחרי לא היו חד משמעיות וייתכן ויידרש לחזור על ניסוי זה.

בניסוי הדילול התרמי נמצא כי בכל הטיפולים התרמיים משקל ענב ממוצע היה גבוה בכ- 10-15% בהשוואה לאשכולות שלא קיבלו טיפול תרמי וכי משקל האשכול היה גבוה מאשר בביקורת בכל הטיפולים התרמיים במרחק מטרה של 0.5 מ'.

5 תודות

ברצוננו להודות לרעות גרמה, דפנה לורין, גיא כהנא, עידו בן דור, איתמר דר, גיא לידור, יוסי קשתי וחגי בלשאי על חלקם באיסוף וניתוח הנתונים, השתתפות בניסויים ועזרה בפיתוח אבי הטיפוס.

6 מקורות

1. לשכת מדען ראשי, פרופיל ענף פרחים, אתר מדען ראשי באינטרנט, 2005.
2. רוזנפלד ג. 2008. תקשורת אישית. לכיש. ישראל.
3. Bechar, A., S. Yosef, S. Netanyahu and Y. Edan. 2007. Improvement of Work Methods in Tomato Greenhouses Using Simulation. Transactions of the ASABE 50(2): 331-338.
4. Luxhoj, T.J. and G.A. Giacomelli. 1990. Comparison of labour standards for a greenhouse tomato production system: a case study. Inter. J. Ops. Prod. Mnmgt. 10(3): 38-49.
5. O'Brien, M., and A. G. Berlage. 1983. Manual harvesting of fruits and Nuts. In Principles & Practices for Harvesting & Handling Fruits & Nuts, eds. M. O. O'Brien, B. F. Cargill, and R. B. Fridley, 86-111. Westport, Conn.: AVI Publishing Co., Inc.
6. Peterson D. L. 1999. Technical Notes: Economical Evaluation Of An Apple Harvest Aid For Inclined Trellised Canopies. Applied Engineering in Agriculture 15(1): 35-36.
7. Peterson D. L. 2005. Development of A Harvest Aid For Narrow-Inclined-Trellised Tree-Fruit Canopies. Applied Engineering in Agriculture 21(5): 803-806.
8. ספיר ב., נמדר ה., 2007, פרויקט מסכם- תיכון מרסס תמרים אוטונומי. המחלקה להנדסת מכונות, אוניברסיטת בן-גוריון שבנגב.
9. רוטנברג ע., פירסט ג., פרויקט מסכם- בקרת מרסס תמרים אוטונומי. המחלקה להנדסת מכונות, אוניברסיטת בן-גוריון שבנגב.
10. Tersine, R.J. 1985. Production/operations management. North Holland, New York.
11. Edan, Y. and G. E. Miles. 1994. Systems engineering of agricultural robot design. IEEE Trans. on Systems, Man and Cybernetics 24(8): 1259-1264.
12. Halachmi I. 2000. Designing the optimal robotic barn, Part 2: Behaviour-based simulation. Journal of Agricultural Engineering Research 77 (1): 67-79.
13. Halachmi I; Simon Y; Guetta R; Hallerman E. M. 2005. A novel computer simulation model for design and management of recirculating aquaculture systems. Aquacultural Engineering. 32 (3-4): 443-464.
14. Bechar, A., D.Dayan, S.Schmilowotch, Y.Moskovitch and Y.Edan (2005) A pocket-pc-based platform for agricultural work study measurements. 35th International Conference on Computers & Industrial Engineering.

סיכום עם שאלות מנחות

נא לענות על כל השאלות, בקצרה ולעניין, ב 3 עד 4 שורות מכסימום לכל שאלה (לא תובא בחשבון חריגה מגבולות המסגרת המודפסת).

שיתוף הפעולה שלך יסייע לתהליך ההערכה של תוצאות המחקר.

הערה: נא לציין הפנייה לדו"ח אם נכללו בו נקודות נוספות לאלה שבסיכום.

מטרות המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתוכנית העבודה.
איפיון תהליכי העבודה בשלבי הגידול והבציר בכרם ענבי מאכל. מידול תהליכי העבודה. מציאת השלבים הצורכים את מירב כח האדם ואת הפרמטרים החשובים ביותר באותם שלבים. מציאת צווארי בקבוק ותהליכים לא יעילים. לימוד תהליך הדלול ואפיון פרמטרים לצורך פיתוח כלי ידני לדלול.
עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח.
בוצע חקר שיטות וחקר עבודה של תהליכי הבציר, הזמירה ודילול אשכולות במשקי ענבי מאכל המאפיינים את משקי הענבים באזור לכיש. פותחו מודלי סימולציה לניתוח התהליכים הללו, ניבדקו חלופות שונות לתהליכים אלו. פותחו אבי טיפוס לאמצעי עזר מיכניים לדילול אשכולות שנבחנו בניסויים בכרם ובוצע ניסוי תרמי לדילול אשכולות. בבחינת אבי טיפוס שונים של אמצעי עזר מיכני לדילול אשכולות נמצא בניסויים שונים כי תפוקת הפועל הייתה גבוהה באופן מובהק בכ- 75% ו- 26% בהשוואה לתפוקה בשיטה הידנית הקיימת. בניקוי פעולות שאינן קשורות לתהליך העבודה ובהתייחסות לפעולות התיקון הנדרשות בחלק מהאשכולות אשר דוללו מיכנית. נמצא כי זמן העבודה לאשכול מתקצר בכ- 12% והתפוקה גדלה באופן דומה. בניסוי הדילול התרמי נמצא כי בכל הטיפולים התרמיים משקל ענב ממוצע היה גבוה בכ- 10-15% בהשוואה לאשכולות שלא קיבלו טיפול תרמי וכי משקל האשכול היה גבוה מאשר בביקורת בכל הטיפולים התרמיים במרחק מטרה של 0.5 מ'.
המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר בתקופת הדו"ח.
בעקבות המידע שנאסף יתאפשר תיכנון של תהליכי עבודה הנחוצים למשק ענבי מאכל על מנת להגדיל את תפוקת הייצור. פותחו שיטות משופרות אשר יביאו לחיסכון בשלבים הדומיננטיים בכרם מאכל. פותחו אבי טיפוס לאמצעי עזר מכניים לשלב הדילול ונמצא כי טיפול תרמי מגדיל את משקל האשכול ומשקלו של ענב בודד. הושגו מטרות המחקר לתקופת הדוח. מסיכום המחקר מסתמן כי נושא הדילול התרמי והדילול המיכני הינם בעלי פוטנציאל לחיסכון בזמן העבודה והגדלת התפוקה והייבול.
הבעיות שונתרו לפתרון ו/או השינויים שחלו במהלך העבודה (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים); התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שנותרה לביצוע תוכנית המחקר.
האם הוחל כבר בהפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח - יש לפרט: פרסומים – כמקובל בביבליוגרפיה, פטנטים - יש לציין מס' פטנט, הרצאות וימי עיון - יש לפרט מקום ותאריך.
לא
פרסום הדו"ח: אני ממליץ לפרסם את הדו"ח: (סמן אחת מהאופציות) – אבקש לא לפרסם הדוח בציבור בכדי למנוע בשלב זה פרטים על אבי הטיפוס של כלי העזר המכניים הנמצאים בהערכה.
רק בספריות
ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט)
חסוי – לא לפרסם