

754

2004-2005

תקופת המחקר:

459-0392-05

קוד מחקר:

Subject: IMPROVEMENT OF WORK METHODS IN PEPPER GREENHOUSES AND PACKING HOUSES

Principal investigator: AVITAL BECHAR

Cooperative investigator: SHLOMO YOSEPH, Yael EDAN, SINAYA NETANYAHU

Institute: Agricultural Research Organization (A.R.O)

שם המחקר: ייעול תהליכי עבודה בבתי צמיחה לפלפל ותכנון חממה מיטבי מהיבטי תהליכי עבודה

חוקר ראשי: אביטל בכר

חוקרים שותפים: שלמה יוסף, יעל אידן, סינייה נתניהו

מוסד: מינהל המחקר החקלאי, ת.ד. 6 בית דגן 50250

תקציר

במדינת ישראל כ- 17,000 דונם פלפל מתוכם כ- 7000 דונם בערבה, רובם בבתי צמיחה. ענף הפלפל הינו עתיר ידיים עובדות ודורש כ- 70-90 ימי עבודה לדונם בשלבי הגידול בחממות וכ- 30 ימי עבודה לדונם בשלבי העבודה בבית האריזה. כוח אדם הרב הנדרש לבצע את הפעולות השונות מהווה צוואר בקבוק לגידול הן מבחינת עלויות והן מבחינת קיבולות עבודה.

בוצע חקר שיטות, חקרי עבודה בשיטת מדידה ישירה, חקר רב תצפיתי וחשבון תפוקות. פותחו מודלי סימולציה לשלבים השונים בתהליכי ההדליה, הקטיפה ובית האריזה. פותח מודל שקושר בין תצורת מבנה החממה לבין ההשקעה בבניית החממה, עלויות התפעול שלה וחישוב הרווח לאחר התזר ההשקעה.

התוצאות העיקריות מראות כי קיימים תהליכים לא יעילים ונמצאו צווארי בקבוק בשלבים השונים בחממות, בבתי רשת ובבתי אריזה לפלפל. שיטות העבודה שופרו בתהליכים השונים. השימוש בשיטות הללו יכול להביא להגדלת התפוקה של עד כ- 30% בשלבים השונים או חיסכון בידיים עובדות בשיעור דומה.

דוח סופי לתוכנית מחקר מספר 459-0392-05

ייעול תהליכי העבודה בבתי צמיחה ובתי אריזה לפלפל ותכנון חממה מיטבי מהיבטיי תהליכי עבודה

Improvement of work methods in pepper greenhouses and packing houses

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות ולמועצת הירקות

ע"י

המכון להנדסה חקלאית, מנהל המחקר החקלאי

אביטל בכר, שלמה יוסף

המחלקה להנדסת תע"י, אוניברסיטת בן-גוריון בנגב

יעל אידן, משה אבן חיים

Avital Bechar (avital@agri.gov.il); Shlomo Yosef (shlomo@agri.gov.il); Inst. of Agri. Eng.,
ARO. P.O.Box 6, Bet-Dagan, 50250

Yael Edan (yael@bgu.ac.il); Moshe Eben-Chaime (even@bgu.ac.il); Dept. of Ind. Eng. and
Mngnt, Ben-Gurion University of the Negev, Beer-Sheva

יוני 2006

תמוז תשס"ו

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

במדינת ישראל כ- 17,000 דונם פלפל מתוכם כ- 7000 דונם בערבה, רובם בבתי צמיחה. ענף הפלפל הינו עתיר ידיים עובדות ודורש כ- 70-90 ימי עבודה לדונם בשלבי הגידול בחממות וכ- 30 ימי עבודה לדונם בשלבי העבודה בבית האריזה. כוח אדם הרב הנדרש לבצע את הפעולות השונות מהווה צוואר בקבוק לגידול הן מבחינת עלויות והן מבחינת קיבולות עבודה. בוצע חקר שיטות, חקרי עבודה בשיטת מדידה ישירה, חקר רב תצפיתי וחשבון תפוקות. פותחו מודלי סימולציה לשלבים השונים בתהליכי ההדליה, הקטיפה ובית האריזה. פותח מודל שקושר בין תצורת מבנה החממה לבין ההשקעה בבניית החממה, עלויות התפעול שלה וחישוב הרווח לאחר החזר ההשקעה. התוצאות העיקריות מראות כי קיימים תהליכים לא יעילים ונמצאו צווארי בקבוק בשלבים השונים בחממות, בבתי רשת ובבתי אריזה לפלפל. שיטות העבודה שופרו בתהליכים השונים. השימוש בשיטות הללו יכול להביא להגדלת התפוקה של עד כ- 30% בשלבים השונים או חיסכון בידיים עובדות בשיעור דומה.

תוכן עניינים

3.....	מבוא.....	1
3.....	רקע מדעי.....	1.1
4.....	מטרות המחקר לתקופת הדוח.....	1.2
4.....	שיטות וחומרים.....	2
4.....	נתוני המשק.....	2.1
4.....	חקר שיטות.....	2.2
5.....	חקר עבודה.....	2.3
5.....	סימולציה.....	2.4
5.....	תיכון תצורת מבנה ושטח חממה.....	2.5
5.....	תוצאות.....	3
5.....	חקר שיטות.....	3.1
5.....	חממה.....	3.1.1
6.....	בית רשת.....	3.1.2
6.....	בית אריזה.....	3.1.3
8.....	חקר עבודה.....	3.2
8.....	חממה.....	3.2.1
9.....	בית רשת.....	3.2.2
10.....	בית אריזה.....	3.2.3
12.....	סימולציה.....	3.3
12.....	חממה.....	3.3.1
14.....	בית רשת.....	3.3.2
16.....	בית אריזה.....	3.3.3
17.....	תיכון תצורת מבנה ושטח חממה.....	3.4
19.....	סיכום ומסקנות.....	4
20.....	תודות.....	5
20.....	מקורות.....	6

1 מבוא

1.1 רקע מדעי

במדינת ישראל כ- 17,000 דונם פלפל מתוכם כ- 7000 דונם בערבה, רובם בבתי צמיחה. ענף הפלפל הינו עתיר ידיים עובדות ודורש כ- 70-90 ימי עבודה לדונם בשלבי הגידול בחממות וכ- 30 ימי עבודה לדונם בשלבי העבודה בבית האריזה (גל וחובריה, 1997; מדען ראשי, 2000). כוח אדם הרב הנדרש לבצע את הפעולות השונות מהווה צוואר בקבוק לגידול הן מבחינת עלויות והן מבחינת קיבולת עבודה. צווארי הבקבוק העיקריים הם בתהליכי ההדליה, קטיף, שנוע לבית האריזה ומיון בבית האריזה אך אין מידע על חשיבות ועלות כל שלב.

במחקר בוצע שימוש בשיטות חקר עבודה להגדרת שלבי תהליך הגידול בחממה והעבודה בבית האריזה, זמני הפעולות, פעולות מיותרות וצווארי בקבוק, ובסימולציה להשוואה בין שיטות, תהליכים ומערכים שונים. יוצעו כלי עזר וטכנולוגיות שונות לייעול תהליכי העבודה אשר בפיתוחם יילקחו בחשבון גורמי הנדסת אנוש. ההשוואה בין האלטרנטיבות תבוצע באמצעות כדאיותם הכלכלית (עלות הכלים מול חסכון בידיים עובדות). יבוצע תכנון ומיקום מערך בית האריזה שיכלול בדיקות למספר חלופות לתכנון בית אריזה כגון זרימת החומר, מיקום התחנות, כניסות ויציאות לבית האריזה ומיקום בית האריזה במשק. כמו כן יבוצעו במחקר בדיקות למספר חלופות למבנה החממה כגון מיקום ומספר המעברים בחממה, רוחב המעברים, השפעת גודל החממה על תהליכי העבודה, ומיקום הפתחים בחממה. השוואת המבנים תאפשר תכנון חממה מיטבי מבחינת תהליכי העבודה.

חקר עבודה הינה גישה אנליטית, מדעית לחקירת השימוש בכוח אדם, בציוד, בחומרים, במערכים, בתהליכים ובשיטות על מנת להביא לשיפור השימוש בהם ולחיסכון. תחום זה שייך להנדסת ייצור/תעשייה ומורכב מחקר שיטות ומדידות עבודה (גלוברוון, 1980). הנדסת אנוש הינה תחום העוסק באינטראקציה שבין האדם למערכת ובמחקר ופיתוח של כלים ואביזרים המותאמים לתכונות הפיסיולוגיות, והתפיסתיות לאדם בכדי להקטין את המאמץ, העומס והעייפות ולשפר את תפקוד המערכת. השילוב בין השיטות הקלאסיות של חקר עבודה והנדסת אנוש חשובה בפיתוח מערכות מיטביות ומהווה כיוון עדכני במחקר (Freuvalds et al., 2000).

סימולציה היא כלי לניתוח מערכות (Tersine, 1985). באמצעות הסימולציה ניתן להעריך את ביצועי המערכת המוצעת, להשוות בין שיטות עבודה שונות, ומערכים שונים, ולחזות ביצועי מערכת תחת תנאים שונים. החשיבות של שימוש בסימולציה בחקלאות גדולה עקב השונות הרבה הנובעת מההשפעה של זנים שונים, תנאי גידול שונים והשונות האינהרנטית הביולוגית. הסביבה החקלאית מאופיינת כסביבה לא מובנית, משתנה ודינמית, סביבה שלא ניתנת לחיזוי מראש והלוקה בחוסר באינפורמציה. הסימולציה מאפשרת לבחון את השפעת השינויים הגדולים בין זנים ואף בתוך אותו זן באמצעות מודל וללא צורך בחזרה על ניסויים בשטח, הצורכים זמן רב ותזמונים תלוי בעונת הגידול. כלי הסימולציה מקצר את הזמן להשוואה בין חלופות ומקטין את התלות של המחקר בעונות הגידול אשר מהווה מרכיב דומיננטי במחקר החקלאי.

תיכון מערכים עוסק בפיתוח מערכת יעילה שלוקחת בחשבון דרישות של קיבולת ואיכות, בצורה כלכלית יעילה (Nahmias, 1993). מערך צריך לשלב מכוונות, תחנות עבודה, כוח אדם, לוגיסטיקה ומשטחי אחסון, כאשר ההחלטות שצריכים לקבל הן היכן למקם את כל האלמנטים בתהליך, בתוך המפעל או בית האריזה. על המערך להיות גמיש מספיק כדי להשתנות במהירות, בזול ובמינימום הפרעות לתפעול השוטף (Nahmias, 1993), כפי שקורה בבתי אריזה המטפלים במספר גידולים. תיכון ופיתוח מערך לאתר כולל את השלבים הבאים: פיתוח אובייקטים במערך, הערכת דרישות הקיבולת, מיקום מבנים בשטח האתר, זיהוי סוג המערך הנדרש, תכנון בנייה, הגדרת זרימת עבודה (Work Flow), מיקום תחנות עבודה עיקריות ופיתוח מערך לכל תחנת עבודה.

1.2 מטרות המחקר לתקופת הדוח

מטרות המחקר הכלליות היא שיפור תהליכי העבודה בבתי צמיחה ובתי אריזה לגידול פלפל, הוזלת עלויות הגידול, צמצום זמני העבודה בשלבים השונים ובזמן שהיית הפלפל בבית האריזה, תיכנון מיטבי של מבנה חממה מהיבטי יעול תהליכי העבודה ומיקסום הרווח, תיכנון מערך בית אריזה מיטבי, חיסכון בכמות הידיים העובדות, והצעת כלי עזר ושיטות עבודה ליעול תהליכי העבודה וחסכון בידיים עובדות באופן שיאפשר יישומם במרב המשקים בענף. המטרות הספציפיות הן:

1. איפיון מלא של תהליכי העבודה בבתי צמיחה ובתי אריזה לפלפל.
2. מידול תהליכי העבודה בבתי צמיחה ובבתי אריזה לפלפל באמצעות סימולציה.
3. מציאת צווארי בקבוק ותהליכים לא יעילים בתהליכי העבודה.
4. מציאת הפרמטרים החשובים ביותר בתהליכי העבודה בחממה ובבית האריזה.
5. תיכנון מבנה חממה מיטבי מבחינת מיקום, רוחב ומספר המעברים בחממה, השפעת גודל החממה על תהליכי העבודה ומיקום הפתחים בחממה באמצעות הסימולציה.
6. תיכון מערך בית אריזה לפי שלבי פיתוח מערכים ועל בסיס Work Flow, אשר יתאים למירב בתי אריזה בענף וייתן אפשרות לביצוע שינויים הנדרשים כתוצאה משינויים בתפוקת המשק.
7. הצעת כלי עזר ליעול תהליכי העבודה וחסכון בידיים עובדות.
8. ניתוח כדאיות כלכלית של השיטות והטכנולוגיות המוצעות.

2 שיטות וחומרים

2.1 נתוני המשק

העבודה בוצעה בשני משקים: משק גבעון במושב עין יהב ומשק ד.ע.ר ממושב אוהד. שני המשקים הינם מצליחים ומתקדמים המתמחים בגידול פלפל ומאפיינים את המשקים העתידיים בענף. במשק גבעון 65 דונם של חממות ובתי רשת לפלפל מהם 20 דונם חממות טכנולוגיות וכ- 30 עובדים, המשק מתבסס על גידול פלפל, גודל החממות נע בין 5-10 דונם, המחקר התמקד בשלבי הקטיף והדלייה בחממות בשטח של 10 דונם. בחממות אלו יש שני מחזורי גידול בשנה. בכל חממה יש 100 שורות פלפל, אורך כל שורה 60 מ', המרחק בין השורות הינו 1.5 מ' ומרחקי שתילה בשורה של 0.4 מ'. במשק ד.ע.ר. 750 דונם של חממות ובתי רשת פלפל, עגבניות ועגבניות צ'רי מתוכם 250 דונם פלפל, במשק כ- 180 עובדים מהם 21 בבית האריזה. המחקר התמקד בשלבי העבודה בבית האריזה ובבתי רשת.

2.2 חקר שיטות

בוצעה חקירה של השיטות הקיימות והשלבים בגידול ואריזות פלפל. הוגדרו שלבי העבודה בתהליכי העבודה בחממה, בבית רשת ובבית האריזה בשלבי ההדליה, הקטיף, המיון והאריזה. בחממות מתבצעת הדלייה הולנדית, בעודה הדלייה בבתי הרשת שנחקרו היא מסוג הדלייה ספרדית. קטיף הפלפל נמשך כשלושה עד שבעה חודשים בהתאם לעונה, לדרישות השוק ולהחלטות החקלאי

2.3 חקר עבודה

בוצע חקר עבודה של זמני פעולות כוח האדם ונאספו נתונים על המערכת והתוצרת בשלבי ההדליה, הקטיף, המיון והאריזה השונים לפי שיטות מדידה ישירה וחקר רב תצפיתי (גלוברוון, 1980; Barnes, 1980). בשיטת המדידה הישירה כל שלב חולק לאלמנטים, והזמן שאורך כל אלמנט נמדד. עבור השלבים המרכזיים בוצעו בין 20 ל-2200 חזרות בהתאם למבנה השלב ומורכבותו. בשיטת החקר הרב תצפיתי נדגמו עמדות העבודה השונות בתדירות של 1 דקה במשך כ-3 שעות ליום במבפר ימים שונים.

2.4 סימולציה

פותחה סימולציה של תהליכי גידול פלפל בחממה ובבית רשת ולתהליכי הייצור בבית האריזה. ניבנו מודלים של תהליכי העבודה הקיימים במשק לשלבי ההדליה והקטיף בתוכנת ARENA הכוללת בניית מודל גיאומטרי של החממה וסימולציה גראפית של תהליכי העבודה ברמת חיקוי הפעולות הבסיסיות ביותר. ובסדר האמיתי בהן הן מתקיימות. הסימולציה נבנתה בהתאם לשלבי הגידול ושיטות העבודה הנהוגות במשק. הנתונים הסטטיסטיים אשר נמדדו בחקר עבודה היוו את בסיס הסימולציה. לבית האריזה נבנה מודל גיאומטרי המתאר את תהליך הייצור. קלטי הסימולציה בחממה ובבית הרשת: מספר השורות – לצורך חישוב כולל של החממה, אורך שורה – לצורך חישוב מרחקי הליכה, רווח בין שיח לשיח – לצורך חישוב מרחקי הליכה, מספר שיחים בשורה, זמן הפעולה (קטיף / שוים) לשיח, מיכון בשימוש בזמן העבודה, מספר העובדים, מספר חזרות נדרש, משקל ארגז/דלי. קיימים ממשקי VB המאפשרים למשתמש להזין את הנתונים הבסיסיים והמיוחדים עבור הסימולציה אותה ירצה להריץ. פלטי הסימולציה לחממה: זמן כולל של עבודה בשורה, משקל כולל שנקטף בשורה, זמן עבודה נטו (הזמן בו העובד היה פרודוקטיבי), זמן ההליכה בין השיחים (זמן בו העובד אינו פרודוקטיבי), זמן הליכה לריקון (זמן בו העובד אינו פרודוקטיבי). קלטי הסימולציה לבית האריזה: מספר עובדים בתחנות השונות, כמות הפלפלים שהגיע מהשדה, ואחוז הפגומים לייצוא בתחנות המיון הראשוני והשניוני. פלטי הסימולציה לבית האריזה: זמן עבודה כולל, תפוקת בית האריזה לפי גודל פלפלים.

2.5 תיכון תצורת מבנה ושטח חממה

על פי תוצאות השלבים הקודמים, נוסח מודל שקושר בין תצורת מבנה החממה – אורך, רוחב, וכיוון, ותצורת השטח בתוך המבנה – מספר פתחים ושכילים ומיקומם, לבין ההשקעה בבניית החממה ועלויות התפעול שלה וחישוב הרווח לאחר החזר ההשקעה. המודל יושם על גליון אלקטרוני (EXCEL) בצורה פרמטרית – נתוני הקלט ניתנים לשינוי והמודל מעדכן את חישוביו אוטומטית בהתאם לשינוי. כך ניתן לבדוק ולהשוות מספר רב של חלופות ולבחור את הטובה ביותר.

3 תוצאות

3.1 חקר שיטות

3.1.1 חממה

הדליה – בחממות מתבצעת הדלייה הולנדית. שלב ההדליה מתחיל כשבועיים לאחר שתילת השיחים ועד הקטיף האחרון. סוג ההדליה שנבדקה היה הדלייה הולנדית. ההדליה מתבצעת בעזרת עגלה ובה ארגזים לאיסוף העלווה.

הפעולות המבוצעות בהדליה הן: קיטום חנטיים, הורדת עלים מיותרים וסבסוב, הנחת העלווה בארגזים על עגלה, דחיפת העגלה והחלפת ארגזים, הליכה לפריקה, ריקון הארגזים לדולב, חזרה לשורה, הובלת דולב מלא לריקון.

קטיפה – קטיפה הפלפל נמשך כשלושה עד שבעה חודשים בהתאם לעונה, לדרישות השוק ולהחלטות החקלאי, בתדירות שבין קטיפה אחת לשבוע או אחת לשבועיים בהתאם לתנאי מזג האוויר ודרישות השיווק. כל פלפל נקטף בנפרד. הקטיפה מתבצע בעזרת עגלה ובה ארגזים לאיסוף הפלפלים הקטופים. הפעולות המבוצעות בשלב הקטיפה: ניתוק הפלפל מהגיבעול, הנחתו בארגז, דחיפת העגלה, החלפת ארגזים, הובלת העגלה עם הארגזים המלאים לעגלת הטרקטור, פריקת ארגזים מלאים והחלפתם בארגזים ריקים, חזרה לשורה.

ריסוס – מתבצע בכל השלבים בהתאם לצורך ולפי החלטת החקלאי בשטח.

3.1.2 בית רשת

ההדליה בבתי הרשת שנחקרו היא מסוג הדליה ספרדית. עקב כך לא מתבצעת הורדת עלים, קיטום ענפים וליפוף כפי שמתבצעת בהדליה הולנדית.

העובדים נעים לאורך השורות, קוטפים את הפלפלים לתוך ארגזים ופורקים אותם בשבילי הגישה על גבי משטחים שנלקחים ע"י טרקטור ומועמסים על גבי משאית. העובדים משתמשים בעגלות קטיפה המכילות כ- 6 ארגזים. כל הפועלים מבצעים את אותה המשימה ועובדים באופן עצמאי. בנוסף, ישנו עובד אחד נוסף שתפקידו לפקח על העבודה. פעולת קטיפה מתבצעת לאורך חצי שורה (קיים סימון בשטח ולפיהו העובדים יודעים מתי עליהם לסיים את ההליכה ולהתחיל לקטוף). לאחר שהתבצע הקטיפה חוזרים העובדים לשביל הגישה ופורקים את הארגזים. לאחר שמסתיימת העבודה בחצי האחד של השורות הפועלים עוברים לעבודה על אותן שורות מצדן השני, ופורקים בשביל הגישה מצידן השני של השורות. הפעולות המבוצעות בשלב הקטיפה: ניתוק פלפל מהשיחים משני הצדדים והנחתם בארגז, דחיפת העגלה, החלפת ארגזים, הובלת העגלה עם הארגזים המלאים לעגלת הטרקטור, פריקת ארגזים מלאים והחלפתם בארגזים ריקים, חזרה לשורה.

3.1.3 בית אריזה

בית האריזה מחולק ל- 3 חלקים עיקריים: אולם כניסה, אולם מרכזי וחדר קירור. בבית האריזה קיימות מספר תחנות עבודה אשר החומר (פלפלים) נע ביניהן בהתאם לסוג הגידול ושלבי העבודה (איור 1). איור 2 מתאר בתרשים סכימתי את זרימת החומר בין התחנות השונות בבית האריזה. תחנות העבודה בבית האריזה הן:

עמדת פריקת משאית – משמשת לפריקת משטחים של ארגזי הפלפל על ידי מלגזה. תחנה זו פעילה רק בתחילת יום העבודה של בית האריזה. בתחנה זו 1-2 עובדים. תחנה זו ממוקמת בכניסה לאולם הכניסה.

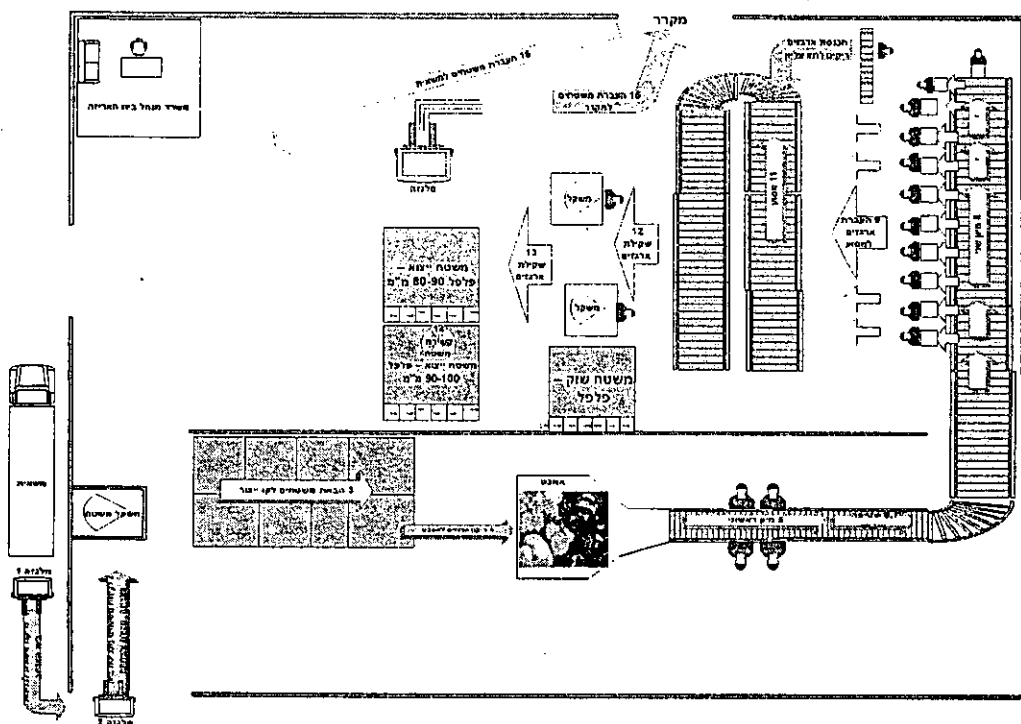
תחנת מיון ראשוני – משמשת למיון איכות ראשוני למציאת פגמים ועיוותים ומסווגת את הפלפלים לייצוא או לשוק מקומי. המיון הינו ידני לחלוטין. בתחנה זו 4-5 עובדים. ממוקמת באולם הכניסה.

תחנת שטיפה – משמשת לשטיפת הפלפל ודינוגו, ללא עובדים, ממוקמת באולם הכניסה.

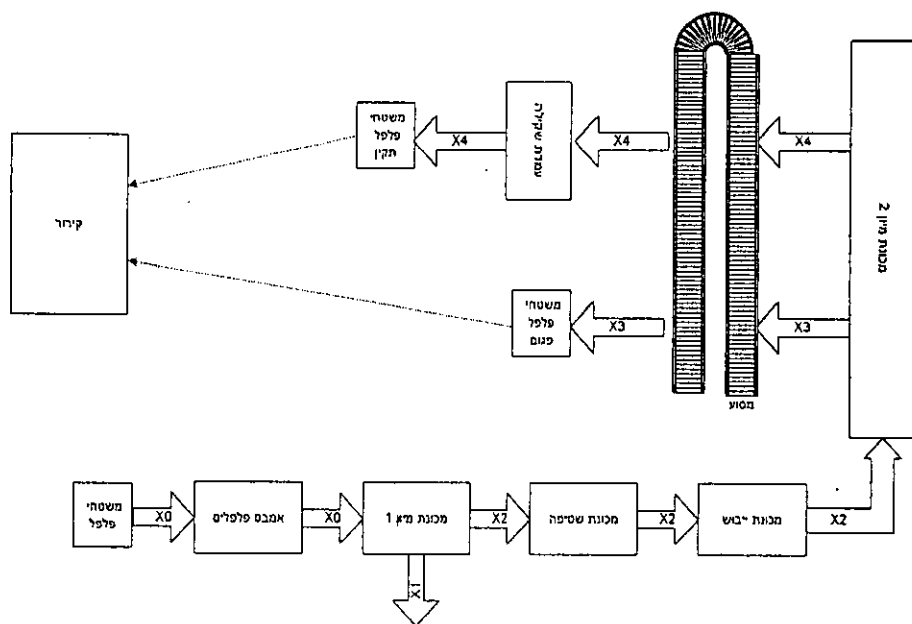
תחנת ייבוש – משמשת לייבוש הפלפלים היוצאים מתחנת השטיפה. ללא עובדים. ממוקמת באולם הכניסה.

תחנת מיון שניוני – משמשת למיון הפלפלים על פי קריטריונים של גודל וצבע. בתחנה זו 10 עובדים אשר תפקידם להכניס את הפלפלים הממוינים לארגזים. ממוקמת באולם המרכזי.

תחנת שקילה – משמשת לשקילת ארגזי הפלפל לאחר המיון השניוני. בתחנה זו 3 עובדים. ממוקמת באולם המרכזי.



איור 1: מערך בית האריזה (טל ורווח, 2005).



איור 2: תרשים סכימטי של זרימת החומר בבית האריזה. X_0 מציין את ספיקת הפלפלים המועמסת לאמבט. X_1 מציין את ספיקת הפלפלים הנפסלים בתחנת המיון הראשוני (מוגדר כמיון 1 בתרשים). X_2 מציין את ספיקת הפלפלים היוצאת מתחנת המיון הראשוני. X_3 את ספיקת הפלפלים הנפסלים לייצוא ומעברים לשוק מקומי בתחנת המיון השניוני ו- X_4 את ספיקת הפלפלים לייצוא.

תחנת אריזה והכנסה לקירור – משמשת לאריזות ארגזי הפלפל במשטחים והכנסת המשטחים לקירור. בתחנה זו, 2-3 עובדים. ממוקמת באולם המרכזי בכניסה לחדר הקירור.

3.2 חקר עבודה

3.2.1 חממה

הדלייה - הפעולה מתבצעת על שורה אחת בתנוחת עמידה. ההדלייה בשורה כוללת שלושה אלמנטים: (1) קיטום עלווה וליפוף צמרת השיח סביב החבל. (2) קידום העגלה בתוך השורה. (3) סידור הארגזים בעגלה כך שהארגז ריק יהיה עליון. מחוץ לשורה קיימים אלמנטים נוספים אשר קורים בתדירות נמוכה והם: (i) כניסה לחממה, (ii) הכנסת דולב לחממה, (iii) העמסת ארגזים ריקים על עגלת קטיף, (iv), (v) יציאה מהשורה לריקון ארגזים, (vi) ריקון ארגזים לדולב, (vii) חזרה לשורות וחיפוש שורה ריקה. בטבלה 1 מסוכמים הערכים של האלמנטים המרכזיים בתהליך ההדלייה. הפעילויות השונות בתהליך ההדליה בתוך השורות צורכות כ- 82% מסך העבודה הנדרשת כאשר כ- 18% מסך העבודה מושקע ביציאה מתוך השורות, ריקון הארגזים שבעגלות וחזרה לשורות. מתוך הפעולות שמתבצעות בשורות עצמן, כ- 20% מהזמן מושקע בקידום העגלה וסידור הארגזים. מסך כל העבודה בתהליך ההדליה כ-68% מהזמן מושקע בפעולת ההדלייה עצמה וכ- 32% בפעולות שירות ושינוע שונות.

טבלה 1: נתונים של האלמנטים המרכזיים בתהליך ההדלייה. הזמנים השונים מופיעים בשניות.

אלמנט	ממוצע	ס.ת.	N	תדירות	זמן למחזור	אחוז מזמן עבודה
קיטום וליפוף	6.6	4.5	1837	1:1	6.6	82.4
קידום עגלה	5	3.6	387	1:4.7	1.05	
סידור ארגזים	15.6	3.9	46	1:40	0.39	
יציאה לריקון	67.7	41.03	61	1:300	0.22	4.6
ריקון ארגזים לדולב	76.7	117.2	61	1:300	0.25	5.2
חזרה לשורות	114.7	36.2	61	1:300	0.38	7.8

הקטיף - הפעולה מתבצעת על שורה אחת בתנוחת עמידה. הקטיף בשורה כולל שלושה אלמנטים: (1) קטיף פלפל. (2) קידום העגלה בתוך השורה. (3) סידור הארגזים בעגלה כך שהארגז ריק יהיה עליון. מחוץ לשורה קיימים אלמנטים נוספים אשר קורים בתדירות נמוכה והם: (i) כניסה לחממה, (ii) הכנסת עגלת ארגזים ריקים לחממה, (iii) העמסת ארגזים ריקים על עגלת קטיף, (iv), (v) יציאה מהשורה לפריקת הארגזים המלאים, (vi) פריקת ארגזים מלאים, (vii) חזרה לשורות וחיפוש שורה ריקה. במידה ועגלת הטרקטור עליה מועמסים הארגזים המלאים מתמלאת, שאר הארגזים המלאים נפרקים מחוץ לחממה. פעולות אלו קורות בדרך כלל לקראת סוף יום העבודה והינן נדירות ביחס לתדירות המחזור. בטבלה 2 מסוכמים הערכים של האלמנטים המרכזיים בתהליך הקטיף. הפעילויות השונות בתהליך הקטיף בתוך השורות צורכות כ- 90% מסך העבודה. מתוך הפעולות שמתבצעות בשורות עצמן, כ- 70% מהזמן מושקע באלמנט הקטיף. מסך כל העבודה בקטיף כ-63% מהזמן מושקע בפעולת הקטיף עצמה וכ- 37% בפעולות שירות ושינוע שונות.

טבלה 2: נתונים של האלמנטים המרכזיים בתהליך הקטיף. הזמנים השונים מופיעים בשניות.

אלמנט	ממוצע	ס.ת.	N	תדירות	זמן למחזור
קטיף פלפל	4.53	2.24	2289	1:1	4.53
קידום עגלה	3.88	2.32	633	1:3.616	1.07
סידור ארגזים	24.16	8.16	77	1:29.7	0.81
הליכה לפריקה בחממה	34.6	21.6	121	1:300	0.11
הליכה לפריקה מחוץ לחממה	53.32	30.1	28		
פריקת ארגזים מלאים בחממה	81.6	42.1	103	1:300	0.27
פריקת ארגזים מלאים מחוץ לחממה	147.5	87.0	31		
חזרה לשורות	35.4	22.5	113	1:300	0.12
חזרה לשורות מבחוץ	54.4	24.2	21		

3.2.2 בית רשת

הנתונים שנמדדו חולקו לפעולות בתוך שורה ולפעולות מחוץ לשורה. בטבלה 3 מסוכמים הערכים של האלמנטים העיקריים בקטיף בתוך שורה. זמן המחזור לקטיף פלפל בתוך שורה הינו 4.73 שניות. כאשר 86% מזמן העבודה בשורה מושקע בקטיף פלפל והנחתו בארגז. כ- 9% מזמן העבודה בשורה מושקע בשינוע עגלת הקטיף לאורך השורה.

טבלה 3: נתונים של האלמנטים המרכזיים בתהליך הקטיף. הזמנים השונים מופיעים בשניות.

פעולה	ממוצע	ס.ת.	N	תדירות	זמן למחזור
קטיף פלפל	1.77	1.04	1986	1:1	1.77
הנחה בארגז	2.37	0.81	1945	1:1.02	2.32
דחיפה של העגלה	1.65	1.55	511	1:3.8	0.43
זריקה	1.44	0.76	41	1:48.4	0.03
החלפת ארגזים	9.41	12.96	35	1:56.7	0.166
סידור פלפלים בארגז	1.95	0.88	20	1:99.3	0.02

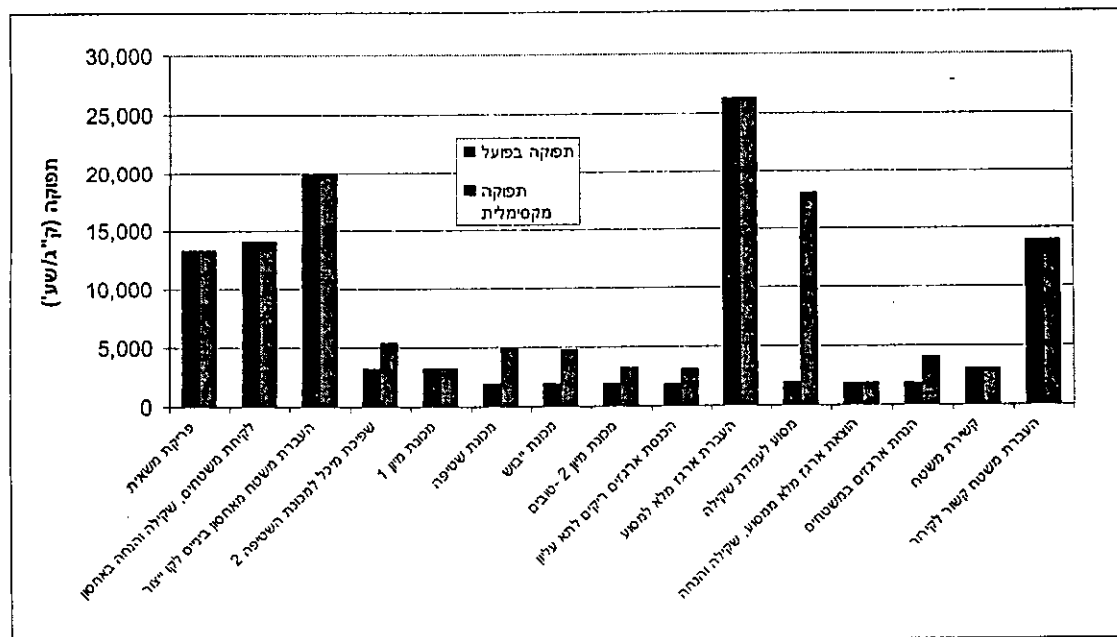
הערכים העיקריים של הפעולות המבוצעות מחוץ לשורה מובאים בטבלה 4. התדירות הפעילויות השונות מתייחסות למחזור קטיף של פלפל אחד. הזמן הממוצע של הפעולות מחוץ לשורה הינו 0.81 שניות למחזור קטיף פלפל והזמן הממוצע הכולל מחזור קטיף פלפל הינו 5.54 שניות. סך כל פעולות השינוע מהוות כ- 18% מזמן העבודה בבית הרשת.

טבלה 4: נתונים של האלמנטים המרכזיים בתהליך הקטיפה – מחוץ לשורה. הזמנים השונים מופיעים בשניות.

פעולה	ממוצע	ס.ת.	N	תדירות	זמן למחזור
הליכה לפריקה	20.3	20.5	154	1:324.7	0.06
פריקה	55.4	28.0	157	1:324.7	0.17
הליכה לארגזים ריקים	28.4	22.1	141	1:324.7	0.09
העמסת ארגזים ריקים	25.8	14.4	137	1:324.7	0.08
הליכה לשורה	24.8	22.7	120	1:324.7	0.08
הליכה לתחילת שורה	107.3	12.6	70	1:324.7	0.33

3.2.3 בית אריזה

תהליך העבודה בבית האריזה כולל 7 תחנות שונות ו- 17 שלבי עבודה שונים המפורטים בטבלה 5. באיור 3 מובאות התפוקות המדודות עבור השלבים השונים. מהתוצאות נראה כי התפוקות הגבוהות ביותר נמצאות בשלבי הפריקה בהם העבודה נעשית בעזרת מלגזה הפרקת משטחי פלפל במשקל של כ- 400 ק"ג. התפוקות הנמוכות ביותר נמצאות בשלב שפיכת הארגזים למיכל מכונת המיון, שלב המיון השניוני ושלב שקילת הארגז.



איור 3: התפוקות המדודות עבור השלבים השונים בתהליך המיון והאריזה.

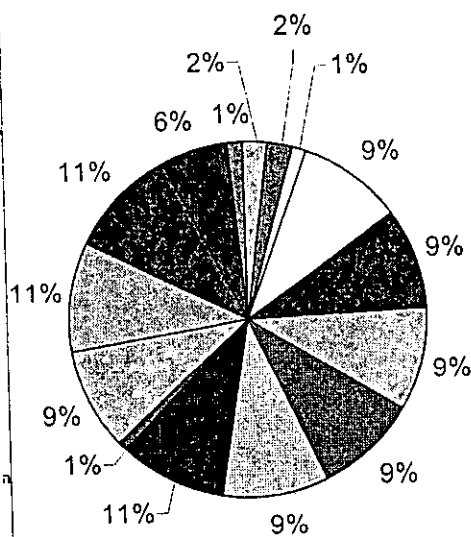
צוואר הבקבוק הראשון בתהליך מופיע בשלב שפיכת הארגזים למיכל מכונת המיון הראשוני ויתכן ומשפיע על הקצבים בפועל בהמשך התהליך. בבדיקה שנערכה בשלבי המיון הראשוני והשניוני העתירים בידיים עובדות נמצא כי

בשלב המיון הראשוני זמן העבודה היצרנית היווה רק כ- 82% מסך כל זמן העבודה בתחנה. זמן העבודה היצרנית בשלב המיון השניוני עמד על 73% בלבד. בחלק מן המקרים קצב הגעת הפלפלים לתחנות השפיע על זמן העבודה היצרנית. שלבי שינוע התוצרת השונים בבית האריזה צורכת כ- 7% מזמן העבודה הכולל בבית האריזה. שלב קשירת המשטחים לפני הכנסתם לקירור צורך כ- 6% מזמן העבודה הכולל. שאר השלבים צורכים כ- 9% עד 11% מזמן העבודה מאחר והתפוקה בתחנות דומה (איור 4).

טבלה 5 : תיאור שלבי העבודה השונים בבית האריזה. הזמנים השונים מופיעים בשניות.

תחנת עבודה	תאור השלב	זמן ליחידה	יחידה	אופן העבודה
עמדת פריקה	פרוק משאית נכנסת ממשטחים והעברה לעמדת ביניים	111.18	משטח	מלגזה
	העברה מעמדת ביניים + שקילה + העברה לאחסון ביניים	108.4	משטח	מלגזה
מיון ראשוני	העברת משטח מאחסון ביניים לקו ייצור		משטח	מלגזה
מיון ראשוני	שפיכת מיכל פלסטיק למכונת מיון	17.9	ארגז	יד
	מיון ראשוני של פלפלים והוצאת פגומים			יד
	מילוי ארגז פגומים והעברתו לאחסון פגומים	21.75	לארגז	יד
מכונת שטיפה	מכונת שטיפה			מכונה
מכונת ייבוש	מכונת ייבוש			מכונה
מיון שניוני	מיון שניוני והוצאת ארגזים טובים	11.63	ארגז	יד
מיון שניוני	מיון שניוני והוצאת ארגזים פגומים	130	ארגז	יד
מיון שניוני	העברת ארגז מלא למסוע	8.64	ארגז	יד
	ארגז נע במסוע לעמדת שקילה	45.89	ארגז	מסוע
מיון שניוני	הכנסת ארגז ריק לעליון		ארגז	יד
עמדת שקילה	הוצאת ארגז מלא ממסוע + שקילה	20.33	ארגז	יד
תחנת אריזה	הנחת ארגז במשטח		ארגז	יד
תחנת אריזה	קשירת משטח	492.5	משטח	יד
תחנת אריזה	העברת משטח מאחסון ביניים לחדר קירור	107.5	משטח	מלגזת יד

פרקת משאית
לקיחת משטחים, שק ילה והנחה באחסון
העברת משטח מאחסון ביניים לקו ייצור
שפיכת מיכל למכונת השטיפה 2
מכונת מיון 1
מכונת שטיפה
מכונת ייבוש
מכונת מיון 2-טובים
הכנסת ארגזים ריקים לתא עליון
העברת ארגז מלא למסוע
מסוע לעמדת שק ילה
הוצאת ארגז מלא ממסוע, שק ילה והנחה
הנחת ארגזים במשטחים
קשירת משטח
העברת משטח קשור לקו ייצור



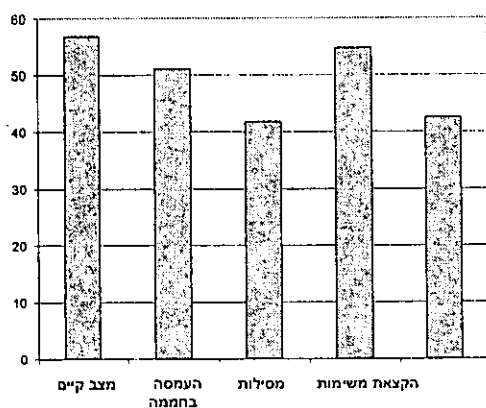
איור 4: יחס זמני העבודה בתחנות השונות.

3.3 סימולציה

3.3.1 חממה

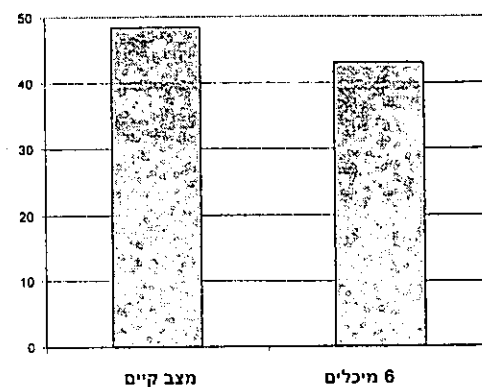
בדיקת חלופות בהדלייה – נבחנו שתי חלופות לתהליך ההדלייה: (1) תיאור המצב הקיים. (2) הדליה ללא זמן חיפוש שורות והגדלת מספר דולבים לשעה – במהלך חקר העבודה, מניתוח התצפיות ושימוש מודל המצב הקיים נמצא כי ניתן לחסוך בזמן ההדליה על ידי הכנסת שינויים בנהלי העבודה והוספת דולבים בחממה. איור 5 מראה את זמני העבודה לחממת 10 דונם בשתי החלופות. נמצא כי הוספת דולבים ושינוי נהלי המעבר בין השורות קיצרה את זמן העבודה בכ- 11%.

בדיקת חלופות בקטיף – נבחנו חמש חלופות לתהליך הקטיף: (1) תיאור המצב הקיים. (2) ביצוע הקטיף ללא יציאה החוצה מחוץ לחממה כאשר כל התוצרת נפרקת לעגלת הטרקטור שבתוך החממה, (3) דומה לחלופה 2 אך בשלב הקטיף בתוך השורות, עגלות הקטיף רוכבות על מסילות אשר מקלות על השינוע, (4) שילוב של חלופה 3 והקצאת משימות כאשר עובד אחד מבצע את פעולות שינוע הארגזים, ו- (5) דומה לחלופה 3 אך שלב פריקת ושינוע הארגזים מתבצע על ידי כל הפועלים יחדיו בסיום הקטיף בשורות. איור 5 ב' מראה את זמני העבודה לחממת 10 דונם לחלופות השונות בקטיף. התוצאות הראו כי תוספת של מסילות מביאה ליתרון המשמעותי ביותר בתהליך העבודה בקטיף ומקצרת את זמן העבודה ב- 18.2%. דוגמה למסילות בתוך השורה מובאת באיור 6.



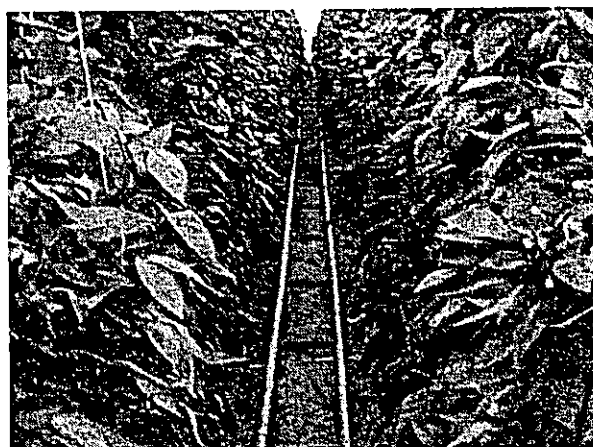
(ב)

העמסה מאוחרת



(א)

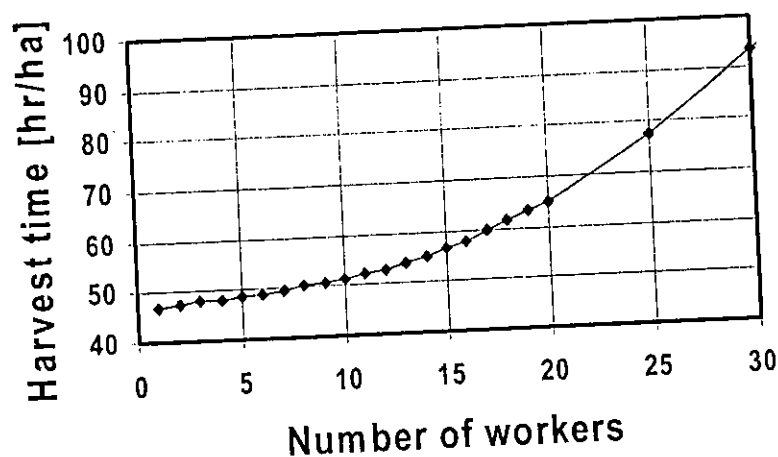
איור 5: זמן עבודה לחממת 10 דונם עבור שתי חלופות ההדלייה (א) ולחלופות השונות בקטיפ (ב).



איור 6: מסילות שינוע בשורת פלפל (נתיב וביטון, 2004).

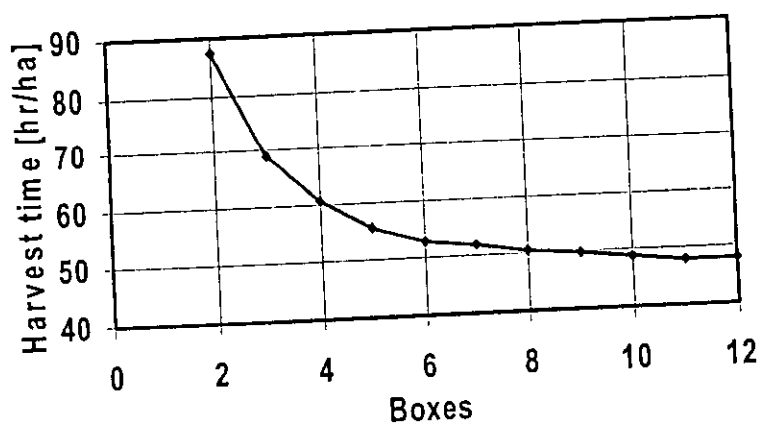
ניתוחי רגישות – בוצעו ניתוחי רגישות על מספר העובדים בחממה ומספר הארגזים על עגלת קטיפ.

ניתוח הרגישות על מספר העובדים בוצעה בטווח של 1-30 פועלים בחממה. נתוני החממה נקבעו בהתאם למצב הקיים שבו 100 שורות ו-6 ארגזים על עגלת קטיפ. התוצאות הראו כי הגדלת מספר העובדים מעלה את זמן העבודה הכולל בחממה (איור 7) כאשר עם הוספה של כל פועל מעבר ל-10 עובדים בחממה קיימת הגדלה משמעותית בזמן העבודה הכולל.



איור 7: ניתוח רגישות של מספר עובדים בחממה.

ניתוח רגישות על מספר ארגזים בעגלת קטיף בוצע על טווח של 2-12 ארגזים. נתוני החממה נקבעו בהתאם למצב הקיים שבו 100 שורות ו-12 עובדים. נמצא כי הגדלת מספר מספר הארגזים משישה ל-10 על עגלת הקטיף יקטין את זמן הקטיף ב-7.5% או יגדיל את תפוקת העובד בשיעור דומה (איור 8). במצב הקיים פיתרון זה אינו אפשרי בשל הגדלת משקל עגלת הקטיף והקושי בדחיפתה. השימוש במסילות יאפשר להגדיל את מספר הארגזים בעגלה.

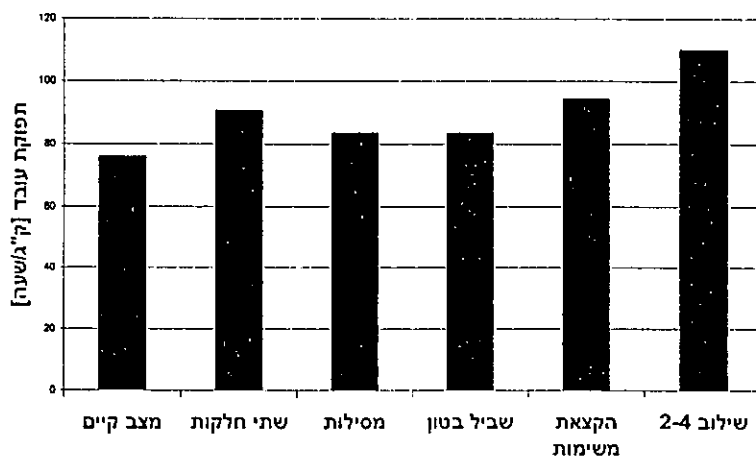


איור 8: ניתוח רגישות של מספר ארגזים על עגלת קטיף.

3.3.2 בית רשת

חלופות – נבחנו שש חלופות לתהליך הקטיף: (1) תיאור המצב הקיים. (2) ביצוע הקטיף בשורות מקבילות בשתי החלקות ופריקת הפלפלים בשביל מרכזי, (3) שימוש במסילות שורה לשינוע עגלות הקטיף, (4) שימוש במשטחי בטון עבור תהליכי העבודה המתבצעים מחוץ לשורה, (5) הקצאת עובדים יעודיים למשימת פריקת ארגזי הפלפלים, ו- (6) ביצוע הקטיף בשורות מקבילות בשתי החלקות ופריקת הפלפלים בשביל מרכזי, שימוש במסילות שורה לשינוע עגלות הקטיף ושימוש במשטחי בטון עבור תהליכי העבודה המתבצעים מחוץ לשורה (שילוב של חלופות 2, 3, 4). איור 9

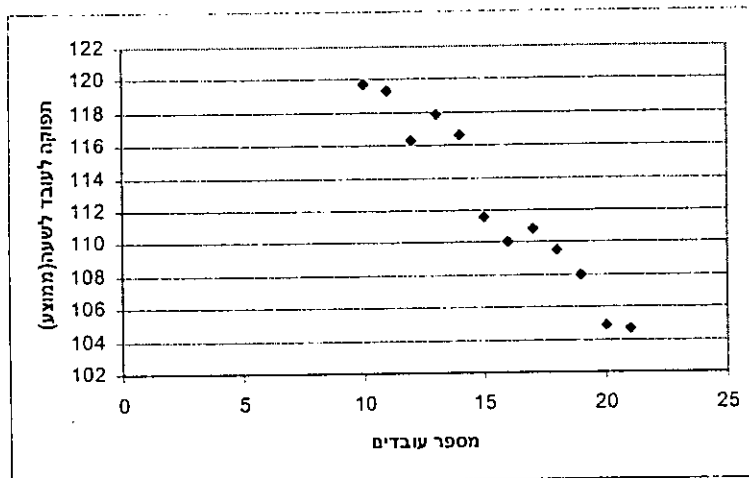
מראה את תפוקת העובד הממוצעת לשעה עבור החלופות השונות. התוצאות הראו כי הוספת מסילות או שביל בטון מגדילה את תפוקת העובד בכ- 10%. עבודה כל שתי חלקות במקביל, פריקת הפלפלים בשביל המשותף מגדילה את תפוקת העובד ב- 19% והקצאת חלק מהעובדים למשימת הפריקה מגדילה את התפוקה הממוצעת בכ- 24%. שילוב של עבודה על שתי חלקות הכוללות מסילות שורה ופריקה בשביל בטון מרכזי מגדילה את תפוקת הפועלים הממוצעת בכ- 44%.



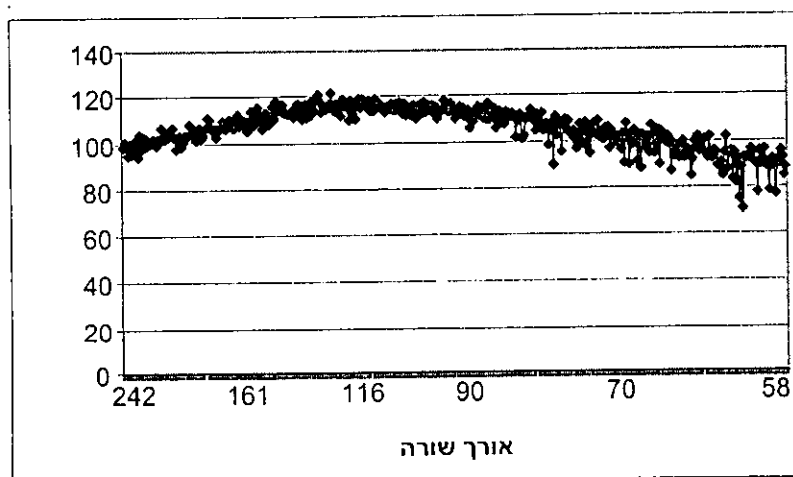
איור 9: תפוקת עובד לשעה בחלופות השונות.

ניתוחי רגישות – בוצעו ניתוחי רגישות על מספר העובדים בבית הרשת, קיבולת עגלת הקטיפה ואורך ליחידת שטח קבועה. עבור כל מקרה הורצו בין 150 ל-200 הרצות כאשר עבור ניתוח רגישות של מספר העובדים קיבולת העגלה היא 8 ארגזים, מספר שבילי הקטיפה הוא 123 מטר ואורך כל שורה 118 מטר עבור ניתוח קיבולת עגלת הקטיפה מספר העובדים היה 16 ומבנה בית הרשת זהה לזה שבניתוח הרגישות הראשון. עבור ניתוח מספר השורות בדונם מספר העובדים נקבע ל-16 וקיבולת העגלה 8 ארגזים.

הגדלת מספר העובדים פוגעת בתפוקת העובד. הכפלת מספר העובדים בחממה מ-10 עובדים ל-20 תקטין את התפוקה הממוצעת לעובד בכ- 14% כתוצאה מהליכות מיותרות (איור 10) הגדלת מספר הארגזים הנישאים בעגלת קטיפה תגדיל את תפוקת העובד הממוצעת. הגדלת מספר הארגזים בעגלת קטיפה מ-6 ל-10 תגדיל את התפוקה ב- 9%. שינוי אורך השורה משפיע על מספר השורות בשטח נתון ומקטין את מספר הכניסות לשורה ואת המעבר בין שורות. למרות שהגדלת אורך השורה אמור להגדיל את תפוקת העובד בפועל מעבר לאורך שורה מסוים חלה ירידה בתפוקת העובד. הירידה בתפוקה נובעת מכניסות חוזרות לאותה שורה ומספר פריקות מאותה שורה מאחר ותנובת שורה ארוכה גבוהה מקיבולת עגלת הקטיפה. עבור עגלת קטיפה הנושאת 8 ארגזים, אורך השורה המיטבי יהיו כ-120 מ' (איור 11).



איור 10: השפעת מספר הפועלים בבית רשת על תפוקת עובד ממוצעת.



איור 11: השפעת אורך השורה על תפוקת עובד (טובול ותורגמן, 2006).

3.3.3 בית אריזה

חלופות – נבחנו 5 חלופות לעבודה בבית האריזה: (1) תיאור מצב קיים, (2) ייעול הקטנת מספר הפועלים בתחנת המיון השניוני ל- 7 עקב קצב עבודה נמוך, (3) איחוד תחנת השקילה ותחנת המיון השניוני, (4) הקטנת מספר העובדים העובדים בתחנת ההעמסה לאחד עקב זמן בטלה גבוה בתחנה, ו- (5) איחוד חלופות 3 ו- 4 והקצאת משימות. טבלה 6 מתארת את מספר הפועלים בתחנות השונות בבית האריזה במצב הקיים ובחלופות השונות.

במצב הקיים בבית האריזה עובדים בו זמנית במשך יום העבודה 21 פועלים בתחנות השונות. בחלופה 2 נמצא כי הקטנת מספר העובדים בתחנת המיון השניוני מ- 10 ל- 7 אינה פוגעת בתפוקת התחנה ובתפוקה הכוללת של בית האריזה מאחר ובמצב הקיים יעילות העבודה בתחנה זו נמוכה. במקרה זה יתקבל חיסכון של 14% במספר העובדים בבית האריזה תוך שמירה על תפוקת בית האריזה. בחלופה 3, איחוד תחנת המיון השניוני עם תחנת השקילה מקטין את מספר העובדים בתחנות הללו מ- 12 ל- 8 ואת מספר העובדים בבית האריזה בכ- 19%. הקטנת מספר העובדים

בתחנת ההעמסה מ- 2 ל- 1 הראתה כי תפוקת בית האריזה לא נפגעה וכי ציוות פועל שני לתחנה זו הינו מיותר (חלופה 4). שילוב חלופות 3 ו- 4 ושימוש באיזון קווי ייצור אשר הקטין את מספר עובדי קשירת המשטחים ל- 1 הראה כי ניתן להקטין את מספר עובדי בית האריזה בכ- 28% ל- 15 עובדים בלבד תוך שמירה על תפוקת בית האריזה כפי שקיימת במצב הקיים (חלופה 5).

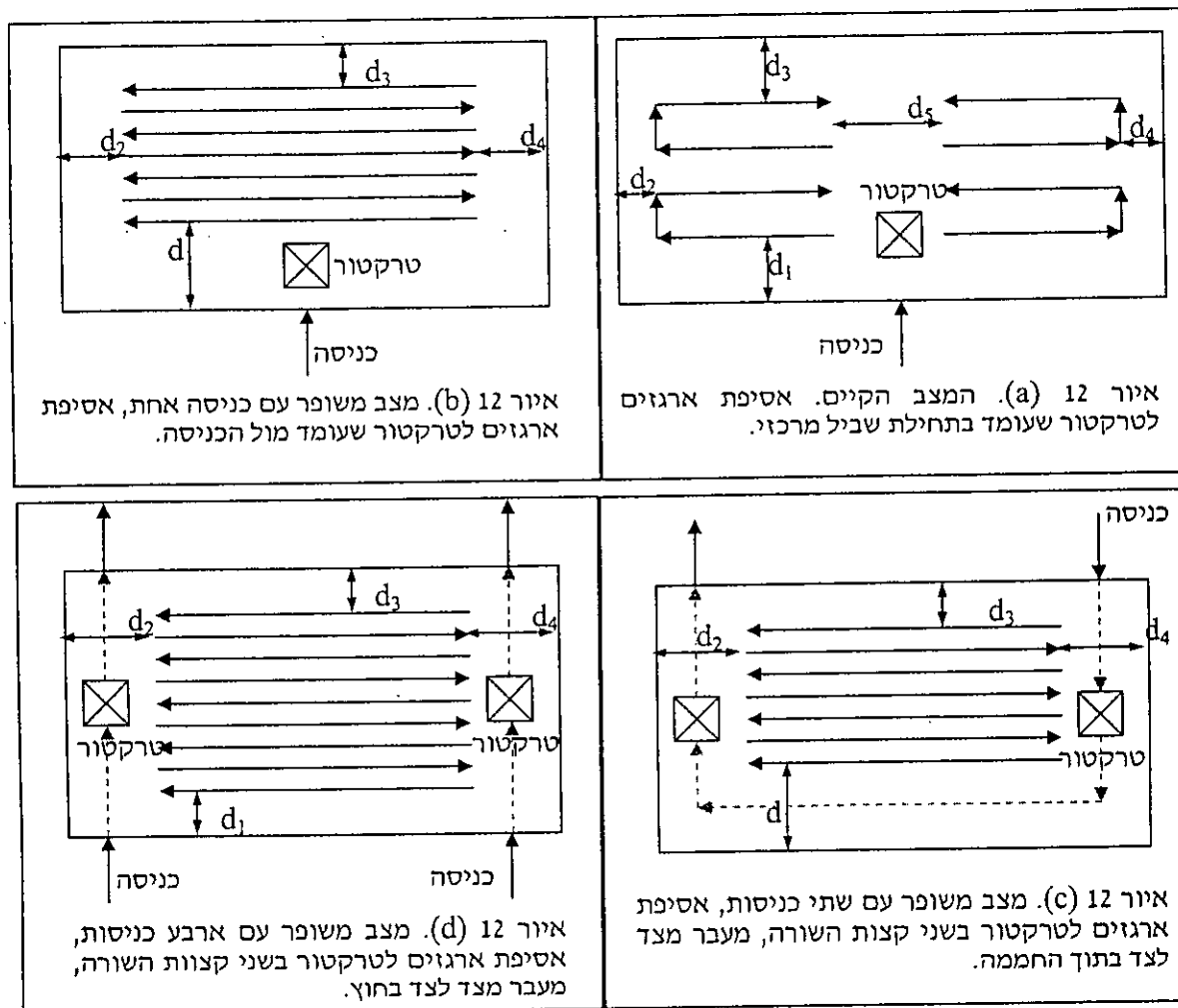
טבלה 6 : מספר העובדים בתחנות השונות בבית האריזה. האזורים האפורים בטבלה מייצאים את השינוי בהשוואה למצב הקיים.

תיאור התפקיד	מצב קיים (חלופה 1)	חלופה 2	חלופה 3	חלופה 4	חלופה 5
העמסה לאמבט	2	2	2	1	1
מיון 1	4	4	4	4	4
מיון 2	10	7		10	
שקילה	2	2	8	2	8
העמסה למשטח	2	2	2	2	1
קשירת משטחים	1	1	1	1	1
סה"כ	21	18	17	20	15

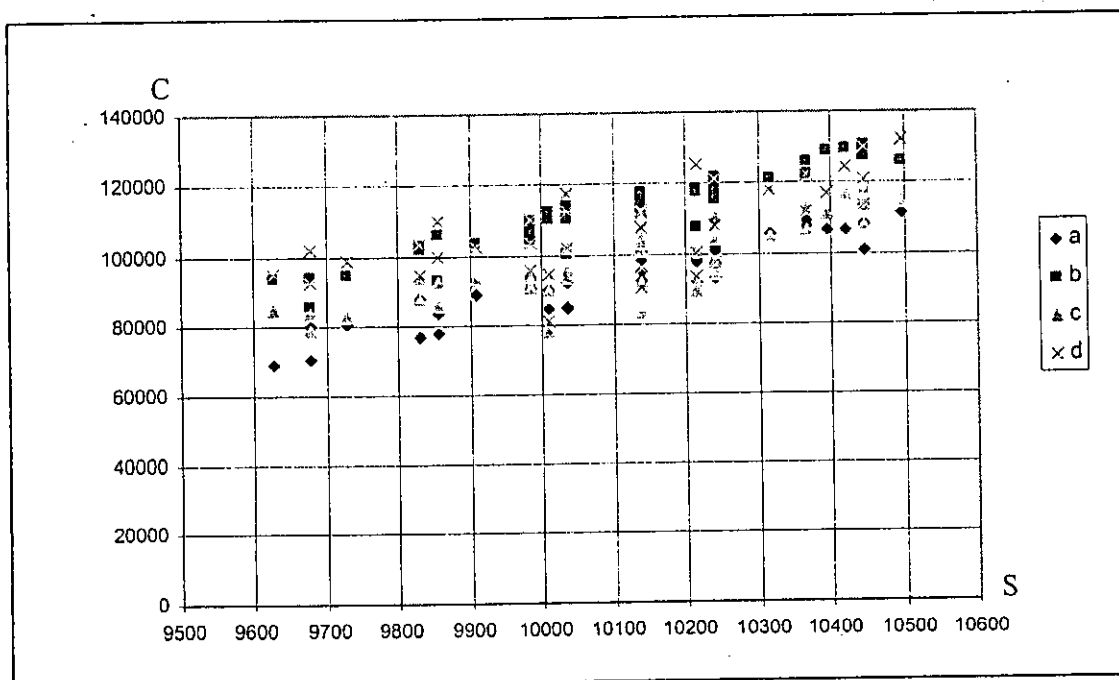
3.4 תיכון תצורת מבנה ושטח חממה

נבנה מודל לחישוב הרווח לאחר החזר ההשקעה בחממה. הקלט לתכן המבנה כולל את מפתח קשתות הגג, המרווח בין הקשתות, עלות ליחידת שטח, שטח החממה הרצוי, תחום ליחס אורך/רוחב של החממה כולה, ומשך חיים צפוי. הקלט לתכן השטח כולל מרווח בין צמחים ובין שורות, אופן הגידול (הולנדיספרדי), ממוצע ושונות של תפוקת צמח, עלות זרעים, משקל הפרי, מחיר לק"ג, קצבי עבודה של הפועלים, עלויות עבודה, מעברים – מספרם, מיקומם ורחבם, ועוד. ככלל, ככל שיש פחות מעברים מבוצע זמן עבודה של הפועלים הנדרשים להגיע למעבר – לצורך החלפת ארגזי פרי מלאים. מאידך, שטח המעברים הוא שטח מבוצע מבחינת הגידול. המודל משקלל גורמים אלו בחישוב הרווח הכולל.

לדוגמה, השוו בעזרת המודל ארבע חלופות של תכן מערך פנימי של שטח הגידול המוצגות באיור 12. לכל חלופה נבחנו תצורות מבנה של כ-10 דונם ביחסים שונים של אורך ורוחב.



באיור 13 מתוארות תוצאות ההשוואה. בברור, הרווח, המסומן ב-C, עולה ככל שהשטח גדל – היבול גדל בגלל תוספת הצמחים בשטח הנוסף, ותחום ההשתנות של השטח קטן מכדי להשפיע על הגורמים האחרים. מעבר לזאת, בולטים ההבדלים בין החלופות השונות – לחלופה b ניצולת שטח טובה משל a, ולחלופה d ניצולת שטח טובה משל c, ואכן חלופות b ו d, נותנות תוצאות טובות יותר משתי האחרות – גבוהות יותר בגרף.



איור 13: השפעת תצורת המבנה ושטח החממה על הרווח השנתי (C) לאחר החזר השקעה

4 סיכום ומסקנות

המחקר בוצע על חממות, בתי רשת ובתי אריזה לפלפל. מחקר זה הראה את חשיבות היישום של שיטות הנדסת תעשייה מתקדמות כגון ניתוח חקר עבודה, סימולציה, אופטימיזציה ומודלי חקר ביצועים לשיפור הייצור, חיסכון בכוח אדם וניהול משימה. נמצא כי הזמנים הלא יצרניים כגון שירות ושינוע מגיעים עד ל- 37% מסך העבודה בבתי הגידול ועד לכ- 50% בתחנות השונות בבית האריזה. השימוש בשיטות הללו יכול להביא להגדלת התפוקה של עד כ- 30% בתחנות השונות או חיסכון בידיים עובדות בשיעור דומה. פותח מודל שקושר בין תצורת מבנה החממה – אורך, רוחב, וכיוון, ותצורת השטח בתוך המבנה – מספר פתחים ושבילים ומיקומם, לבין ההשקעה בבניית החממה ועלויות התפעול שלה וחישוב הרווח לאחר החזר ההשקעה.

על סמך מחקר זה הנקודות הבאות מומלצות בשלבי העבודה בפלפל:

- הכנסת מסילות לשורות הגידול והתאמת עגלות הקטיף לרכב על המסילות יגדיל את תפוקת העובדים ב- 10% עד 18%.
- הוספת שביל בטון בשביל המרכזי בבתי הרשת תגדיל את תפוקת העובדים בכ- 10% או תחסוך בידיים עובדות בשיעור דומה.
- הגדלת מספר מיכלי דולב לריקון העלווה בתהליך ההדליה בחממות, יקטין את זמן העבודה ב- 11%.
- הגדלת מספר הארגזים בעגלת קטיף ל- 10 (אפשרי במקרה שבו יש מסילות שורה) יגדיל את תפוקת העובדים ב- 7% - 9% נוספים.

- הקצאת עובדים למשימות קטיף ופריקה בבית רשת בעל הדלייה ספרדית, יגדיל את תפוקת העובדים ב-24%.
- איחוד תחנת המיון השניוני ותחנת השקילה בבית האריזה יקטין את מספר העובדים בתחנות הללו בכ-30%.

5 תודות

ברצוננו להודות לד"ר אנה מלישב-ברון ולסטודנטים אשר ביצעו את העבודה כחלק ממטלות פרויקט הגמר שלהם: ישראל ביטון, נתיב שחף, תומר טל, נורית רווח, אריאל תורג'מן ואורן טובול.

6 מקורות

1. גל, ב., נאטור, מ., ומרוס, ד. 1997. תחשיבים בגידול ירקות. המחלקה לכלכלת הייצור-אגף הירקות. שה"מ.
2. גלברזון, ש. 1980. ניהול הייצור והתפעול. צ'ריקובר.
3. לשכת מדען ראשי, פרופיל ענף פלפל, אתר המדען הראשי באינטרנט, 2000.
4. טובול אורן ותורג'מן אריאל. 2006. ייעול תהליכי עבודה וחיסכון בידיים עובדות בשלבי הקטיף בבתי רשת לפלפל. פרויקט מסכם. המחלקה להנדסת תעשייה וניהול, אוניברסיטת בן-גוריון שבנגב.
5. טל תומר ונורית רווח. 2005. ייעול תהליכי עבודה וחיסכון בידיים עובדות בבתי אריזה לפלפל. פרויקט מסכם. המחלקה להנדסת תעשייה וניהול, אוניברסיטת בן-גוריון שבנגב.
6. נתיב שחף וביטון ישראל. 2004. ייעול תהליכי עבודה וחיסכון בידיים עובדות בשלבי ההדליה והקטיף בחממות פלפל. פרויקט מסכם. המחלקה להנדסת תעשייה וניהול, אוניברסיטת בן-גוריון שבנגב.
7. Freivalds, A., Konz, S., Yurtec, A. and Goldberg, J. 2000. Methods, work measurement and work design: are we satisfying customer needs? Int. J. of Industrial Engineering. 7(2), 108-114.
8. Nahmias, S. 1993. Production / Operations Analysis. Santa Clara University
9. Tersine, R.J. 1985. Production/operations management. North Holland, New York.

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.
מטרות המחקר הכלליות היא שיפור תהליכי העבודה בבתי צמיחה ובתי אריזה לגידול פלפל, הוזלת עלויות הגידול, צמצום זמני העבודה בשלבים השונים ובזמן שהיית הפלפל בבית האריזה, תיכנון מיטבי של מבנה חממה מהיבטי יעול תהליכי העבודה ומיקסום הרווח, תיכנון מערך בית אריזה מיטבי, חיטון בכמות הידיים העובדות, והצעת כלי עזר ושיטות עבודה ליעול תהליכי העבודה וחיטון בידים עובדות באופן שיאפשר יישום במרב המשקים בענף.
עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח.
בוצע חקר שיטות וחקר עבודה בשלבי ההדליה, הקטיף המיון והאריזה השונים בפלפל. פותחו מודלים וסימולציות לתהליכי הגידול של פלפל בחממה, בית רשת ובתי אריזה. אותרו צווארי בקבוק, ונקודות קריטיות במערכי העבודה ותהליכים לא יעילים בשלבי ההדליה, הקטיף, המיון והאריזה. נבנה מודל סימולציה מפורט של תהליכי העבודה בחממה, בבית רשת ובבית אריזה בשיטות העבודה הקיימות, בתוכנת ARENA. נבדקו בסימולציה חלופות לשלב ההדליה והקטיף ובית האריזה. פותח מודל שקושר בין תצורת מבנה החממה – אורך, רוחב, וכיוון, ותצורת השטח בתוך המבנה – מספר פתחים ושבילים ומיקומם, לבין ההשקעה בבניית החממה ועלויות התפעול שלה וחישוב הרווח לאחר החזר ההשקעה.
המסקנות המדעיות והשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר בתקופת הדו"ח.
מחקר זה הראה את חשיבות היישום של שיטות הנדסת תעשייה מתקדמות כגון ניתוח חקר עבודה, מודלי אופטימיזציה וסימולציה לשיפור הייצור, חיטון בכוח אדם וניהול משימה. השימוש בשיטות הללו יכול להביא להגדלת התפוקה של עד כ- 30% עבור אותו מספר פועלים. על סמך מחקר זה הנקודות הבאות מומלצות בשלבי העבודה בבית האריזה: הכנסת מסילות לשורות הגידול והתאמת עגלות הקטיף לרכב על המסילות, הוספת שביל בטון בשביל המרכזי בבית הרשת, הגדלת מספר מיכלי דולב לריקון העלווה בתהליך ההדליה בחממות, הגדלת מספר הארגזים בעגלת קטיף ל- 10, הקצאת עובדים למשימות קטיף ופריקה בבית רשת בעל הדליה ספרדית, איחוד תחנת המיון השניוני ותחנת השקילה בבית האריזה.
הבעיות שנותרו לפתרון ו/או השינויים שחלו במהלך העבודה (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים); התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שנותרה לביצוע תוכנית המחקר.
הצלחת הפיתוח והשימוש של כלים טכנולוגיים מתקדמים לביצוע והצלחת המחקר תאפשר את פיתוחם, התאמתם ושימושם במשקים נוספים ובגידולים דומים מבחינת תהליכי הייצור.
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.
הצגת הנושא על ידי אביטל בכר במסגרת יום עיון לטכנולוגיה וגד"ש (2005), כנס בינלאומי CIOSTA (2005), קורס למפוני גוש קטיף (2006).
פרסום הדו"ח: אני ממליץ לפרסם את הדו"ח: (סמן אחת מהאופציות)
<input type="radio"/> רק בספריות
<input type="radio"/> ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט)
<input type="radio"/> חסוי - לא לפרסם