דו״ח סופי לתכנית מחקר מס׳ 459-0373-05

מיכון לאסיף ספארי סנסט

Harvesting Systems For Safari Sunset Flowers

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות

בעז ציון, אהרון ויסבלום, רפי רגב, ליעד רשף, מוניק לב
המכון להנדסה חקלאית
מנשה לוי, מנשה כהן - מו״פ צפון
יחיאל שטיינמץ - שה״מ, משרד החקלאות
יעקב בן-יעקב המחלקה לפרחים, המכון למטעים

Boaz Zion, Aharon Weisbloom, Rafi Regev, Liad Reshef, Monick Lev
Institute of Agricultural Engineering, A.R.O.
Menashe Levi, Menashe Cohen, Northern R & D
Yechiel Shtainmez, Ministry of Agriculture, Extension Service
Jaacov ben Jaacov, Instute of Horticulture, A.R.O.

הממצאים בדו״ח זה הינם תוצאות ניסויים
הניסויים לא מהווים המלצות לחקלאים

חתימת החוקר: _____

בית-דגן **מאי 2006**

ISRAEL, P.O. BOX 6, BET-DAGAN 50250 * ת.ד. 6 בית דגן
Tel: 972-3-9683303 Fax: 972-3-9604704 * 03-9604704 :פקס 03-9683303 :טל

מיכון לאסיף ספארי סנסט

תקציר

ליכודנדרון הינו צמח רב-שנתי ממשפחת הפרוטאות אשר ענפיו משמשים כענפי קישוט ומילוי בסידורי פרחים וזרים. הספארי סנסט הינו ענף מעוטר בראש אדום ובעלים ירוקים לאורך הגבעול. שטחי הגידול של ליכודנדרון בארץ מוערכים בכ 2000 דונם, 1700 מהם ברמת הגולן ושמונים וחמישה אחוזים מהשטח הנ״ל מגדלים ספארי סנסט.

מספר ימי העבודה המושקע בקטיף ידני סלקטיבי ובאסיף פרחים מדונם מסתכם ב- 8 עד 10 ימים. בענף הפרחים קיימת בעיה קשה מאד של זמינות ידיים עובדות, קל וחומר ברמת הגולן. מיכון הקטיף והאסיף הוא מענה הכרחי למחסור בכוח אדם ממנו סובלת חקלאות ישראל בכלל וענף זה בפרט. הניסיון החקלאי בגידול ובשיווק הספארי והידע שנצבר במהלך העשור האחרון, מצביעים על האפשרות שספארי סנסט הנו המועמד המתאים ביותר למעבר לקטיף חד פעמי וממוכן.

במהלך שלש שנות המחקר והפיתוח של תכנית זו, נבדקו מספר חלופות אפשריות למיכון הקטיף והאסיף. כולן התבססו על קציר בסכיני מקצרה המיועדת לחיתוך חומר מעוצה. ניבנו דגמים שונים ואבי טיפוס עבור כל החלופות שנבדקו ואלה נוסו בניסויי שדה מוגבלים או מקיפים.

החלופה הראשונה המוצלחת אשר נבדקה בשנת המו״פ השנייה התבססה על קציר במקצרה (רתומה לטרקטור מהצד), תוך כינוס הענפים בין זוגות מסועים דו קומתיים, אליהם חוברו בצורה גלית רצועות חביקה גמישות. המסועים הללו חובקים את הענפים הנקצרים בעדינות לפני שהם נקצרים ומובילים אותם לאחר הקציר, ומטילים אותם באופן מסודר אל משטח קליטה מצדו עומדים שני עובדים. הענפים מפונים בתכיפות ובמנות קטנות ע״י העובדים לעגלה הנגררת מאחור ואשר נפרקת בקצה השורה.

המכונה נוסתה במהלך עונת היצוא 2004 בשטחים במרום גולן ובנאות גולן. נמצא שזמן העבודה לקציר ולאסיף בעזרת המכונה הוא כמחצית מזה שבקטיף ובאסיף ידני. על השיחים היו בעת הניסויים כ- 16-20 ענפים לשיח באיכות יצוא. 10–15 ענפי יצוא נוספים, נקטפו סלקטיבית בשלב מוקדם יותר של העונה. במידה ובעת הניסויים עם המכונה ענפים אלה היו עדיין על השיחים, ניתן היה להגיע לחסכון של 2/3 בעבודת ידיים בשדה.

המעבר מקטיף ידני לקציר מכני בספארי סנסט, חוסך זמן של כ- 7 עד 7.5 מאיות/דקה לענף המיועד ליצוא. מספר זה מביא בחשבון את החיסכון הגדול בזמן העבודה בשדה בניכוי תוספת העבודה שישנה בבית האריזה עקב הבאת כל היבול (יצוא + בררה) לבית האריזה. בתפוקת יצוא של 26 ענפים לשיח, החסכון לדונם עומד על 2.5 עד 2.7 ימי עבודה. בעזרת המכונה שפותחה ניתן לקצור כ- 2.5-3 דונם ביום עבודה של 7.5 שעות ולהגיע לחסכון של כ- 6.5 ימי עבודה בתפוקה יומית של 40,000 ענפים ליצוא.

בשנה השלישית של המחקר פותחה ונבנתה מכונה המונעת עצמאית (ללא צורך בטרקטור גורר). במכונה זו ניתן לשנות את המרווח בין זוגות הרצועות ולהתאימו לשטחים בעלי אופי שיחים שונה. כמו כן, לצדי משטח הקליטה הוצמדו שתי שקתות אליהן אוספים העובדים את הענפים הקצורים המצטברים על המשטח בקלות יתר. עם התמלא שוקת קושר העובד את הפרחים ומניח את האגד על העגלה הנגררת. בעבודה ללא עגלה נגררת השתפרה ביותר עבירות המכונה בשטחים הקשים לתנועה ברמת הגולן והאגדים הקשורים הונחו על השורה הקצורה ונאספו לאחר מכן.

ניסויי הקציר המכאני שבוצעו במרום גולן ובנאות גולן, מאפשרים למעשה בפעם הראשונה לעקוב אחר התפתחות השיחים בחלקות הניסוי, בהשוואה לחלקות סמוכות שנקטפו ידנית. מומלץ לחקור ולמצוא את השיטות האגרוטכניות אשר משפרות את אופיו של השטח כך שקטיף מכאני יהיה יעיל ביותר.

מבוא

ברוב גידולי הפרחים מקובל קטיף בררני (סלקטיבי). לאורך תקופת הקטיף נאספים הפרחים הראויים לקטיף ולשיווק מידי יום או בפרקי זמן קבועים על פי מצב ההבשלה. בענפי קישוט ירוקים ניתן לרווח הרבה יותר בין הקטיפים כאשר הענפים הצעירים לא נקטפים מאחר והם משתתפים בתהליך ההטמעה של הצמח. בגידולים מסוג זה שטח הגידול הופך להיות מחסן אופרטיבי המנוהל עפ"י דרישות השיווק, בזכות כושר השימור של הענפים על הצמח. עובדה זו מאפשרת הפעלה יעילה של כוח העבודה במשק. ענפי ספארי סנסט מתאפיינים בתכונות המאפשרות השארת הענפים על השיחים לאורך תקופה של כמחצית השנה בלא שיגרם נזק לענפים. (Saliniger 1985) מפרט את היתרונות הקשורים למועד הקטיף. בשלב הראשון לפני יצירת התפרחות, צבע הענף ובעיקר חפי התפרחת הוא אדום כהה. בהמשך לאחר ההתמיינות לפריחה, חפי התפרחת נפרשים והראש הופך את צורתו לפרח של ממש, הוא מאבד את צבעו האדום ומקבל צבעי סתיו אטרקטיביים. כשהחפים נפרשים לחלוטין מתגלה בקודקוד הענף פרי דמוי אצטרובל. (Wolfson et all2001, ולרשטיין 1989) מפרטים את היתרונות הקשורים לשיטות הקיטום. קיטום מכוון מאפשר קבלת "סינגלים" - ענפים לא מסועפים עם ראש פריחה אחד, או לחילופין ענפים מסועפים. (ולרשטיין וחוב' 1989) מפרטת את היתרונות הקשורים לשיטות דישון. שיטות דישון ועונת גיזום מוכוונת, משפיעים על קבלת ראשי תפרחת גדולים וענפי ספארי עם לבלובי "עלעלת" אדומים.

מבין פרחי הקטיף הידועים, חרציות נחשבות לפרח המתועש ביותר. ההולנדים מובילים את חזית המו"פ והתיעוש של ענף החרציות והצליחו ליישם רובוטיקה של קטיף, הובלה, מיון ואגידה, בלא מגע יד אדם (לב וחוב' 2002). מעורבות העובד באה לידי ביטוי רק בביקורת הסופית של האגד והכנסתו לקרטון. ההשקעות במערכות מעין אלו גדולות מאוד. אין כל בטחון שגם בעלויות העבודה המקובלות בהולנד, (שהינן יקרות פי שלושה לפחות מעלויות העבודה בארץ), משתלמות השקעות כה גבוהות.

הקטיף הנהוג בספארי סנסט הוא בררני ומתאפיין במספר ניכר של קטיפים של ענפים שהגיעו לבשלות. עונת הקטיף עשויה להתמשך על פני כמחצית השנה. הספקי הקטיף והאסיף הבררני על פי נתוני ענף הפרחים עומדים על כ- 4000 - 5000 ענפים ליום עבודת אדם, המסתכמים ב- 8- 10 ימי עבודה לדונם. זאת ועוד, כשמגיעות הזמנות לאורך פרח מסוים, מורים חלק מהמגדלים לעובדי הקטיף לאסוף רק את האורך הספציפי, על מנת לחסוך חלק מהעבודה בבית האריזה. הוראה כזו גורמת להליכה ארוכה יותר של הפועל בשטח לצורכי קטיף ולהקטנת הספיקה בהתאם.

לדעת מגדלים ותיקים ובעלי מקצוע המלווים את הגידול בעשור האחרון, ניתן כנראה לתעש יותר את גידול הספארי סנסט. לשם כך יש צורך בפיתוח ציוד ייעודי לקטיף ממוכן ולאסיף מרוכז, מותאם לתנאי התעבורה בשטחי רמת הגולן. באמצעות מיכון ניתן יהיה לקצור קציר חד קטיפי שטחי ספארי שענפיהם מוכנים לשיווק.

תכנית מו"פ זו עסקה בפיתוח מיכון לקטיף ואסיף של ספארי סנסט. להלן <u>המטרות שהוצבו בתכנית המחקר</u>:

א. קיצוץ משמעותי של ימי עבודה בקטיף ובאסיף ספארי תוך מתן פתרון יעיל למצוקת כוח-אדם הקיימת בענף הפרחים בכלל וברמת הגולן בפרט, באמצעות פיתוח מיכון לקטיף ולאסיף.

ב. בדיקה ואבחון של שיטות עבודה ממוכנות לקטיף ולאסיף של ספארי סנסט בתנאי הגידול של רמת הגולן.

ג. פיתוח אב טיפוס של מערכת ממוכנת לקטיף ולאסיף חד פעמי של ענפי ספארי סנסט ודומיו.

ד. הגעה לפתרון מכני, תוך עמידה בפרמטרים כלכליים.

מהלך העבודה

אופי שטחי הגידול

שיחי הספארי נשתלים בשורות במרווחים של כ- 80 ס"מ בין השיחים בתוך השורות, ובמרווח של 2-2.5 מטר ביניהן. במהלך הגידול השיחים מתפתחים סוגרים מרווחים ביניהם ובין השורות. באופן מעשי, טרקטור צר שרוחבו אינו עולה על מטר אחד יכול לנוע בשבילים. בנוסף, שטחי גידול הספארי ברמת הגולן מאופיינים בשיפועים לאורך ולצד ערוגות הגידול והשטחים משובשים באבנים. בחלק מהמקרים שורות הפרחים מסתיימות קרוב לגל אבנים שלא סוקל, או לחלופין בשטח צר ביותר שהושאר למעבר אדם, אך מקשה מאד על תנועה וסיבוב של כלי חקלאי. נתונים אלה מציבים אתגר לא פשוט ומחייבים התייחסות מתאימה בתכנון כלי חקלאי לקטיף ולאסיף ממוכן של ספארי סנסט.

שנת המו"פ הראשונה- 2003-2004

בשנת המו"פ הראשונה נבדקו מספר חלופות אפשריות לקטיף ממוכן ולאסיף מרוכז של ענפי ספארי והן כללו:

א. קשירה מוקדמת של ענפי הספארי לאלומות עם גומיות חביקה, כשהם עדיין מחוברים לשיחים. בהמשך מעבר של טרקטור צר, בשביל בין הערוגות, תוך כדי חיתוך האלומות עם מקצרה הרתומה מהצד. עובד מלווה קולט את האלומות הקשורות ומכניס אותן ישירות למיכל שנגרר מאחורי הטרקטור, או מניח אותן על גידמי השיחים שנקצרו, במידה ואינו משתלט על קצב הקציר, ובהמשך עובד נוסף מכניס אותן לתוך מיכל נגרר.

ב. קציר מכני עם מקצרה רתומה לטרקטור צר מהצד, תוך הטיית ענפי הספארי לכיוון המקצרה בעזרת גלגל סובב אליו רתומים מוטות אופקים (כמקובל בקומביין תבואות). מיד לאחר המקצרה, קליט הענפים הנשכבים על משטח נייח המחובר מאחורי המקצרה ופינוי ידני של קבוצות ענפים בתפזורת אל גידמי השיחים הנוצרים.

ג. חלופה דומה למתואר בחלופה ב', אך קליטת הענפים מאחורי המקצרה על משטח נייח הניתן להסטה הידראולית אל מאחורי הטרקטור. תוך כדי ההסטה הענפים שנקצרו והושכבו אופקית, נוחתים על גידמי השיחים שנקצרו וחוזר חלילה.

ד. חלופה דומה למתואר בחלופה ב', אך קליטת הענפים מאחורי המקצרה על משטח נייד תוך סילוק הענפים שהושכבו עם הקציר בעזרת מסוע עם פינים בולטים אל צידי המשטח.

ה. קציר מכני עם מקצרה הרתומה לטרקטור מהצד, תוך כינוס הענפים והובלתם בצורה אנכית לאחר הקציר בעזרת שני זוגות של מסועי שרשרת אליהם מחוברות רצועות סרט דשא בצורה גלית. המבנה המכני מאפשר הובלה אנכית בתאים גמישים המונעים נזק מכני מענפי הספארי. הענפים נקלטים בשכיבה תוך נגיעת הגבעול במדף ניצב, על משטח נייח הממוקם במרחק של מטר מקו הקציר. בהמשך מתבצע פינוי ידני של האלומות בתפזורת אל גידמי השיחים שנקצרו.

חמשת החלופות הנ"ל נבדקו במהלך העונה באמצעות מתקנים שנבנו ובניסויים בשטחי ספארי סנסט במרום גולן ובאבני איתן.

התמונות הבאות להלן מתארות חלק מהחלופות עבורן ניבנו אבי טיפוס.

תמונה 1 - חלופה א', עגלת יד לפיזור מוקדם של גומיות לחביקת אלומות כשהענפים עדיין מחוברים לשיחים לקראת קציר ממוכן

תמונה 2 - חלופה ב' - קציר עם מקצרה רתומה מהצד לטרקטור, גלגל עם מוטות אופקיים מטה ומשכיב את הענפים, הנקצרים וונקלטים על משטח מיד אחרי המקצרה

תמונה 3 - חלופה ד', דומה עקרונית לחלופה ב', אך קליטת הענפים על משטח ממנו בולטים פיני מסוע שרשרות המפנים את היבול הנקצר אל צידי המשטח

תמונה 4 - חלופה ד' בזמן קציר בשטח בניסוי שדה

תמונה 5 - חלופה ה', קציר עם מקצרה רתומה מהצד לטרקטור, תוך כינוס הענפים לשורה אחת עוד טרם הקציר. הענפים הנקצרים נשארים ניצבים אנכית ומובלים בתאים גמישים כמטר אחורה, שם מושכבים על השיחים הקצורים.

תמונה 6 - דגם משופר של חלופה ה' קליטת היבול הנקצר לאחר הובלה אנכית של מטר על משטח הנע עם הכלי

תוצאות שנת המו"פ הראשונה

החלופות שנכשלו

חלופות ב', ג' ו- ד' נכשלו, מאחר וקליטת הענפים נעשתה מיד לאחר המקצרה, עובדה שגרמה להצטברות מהירה של ענפים מיד מאחורי המקצרה והפרעה לזרימתם של ענפים הבאים אחריהם. מהענפים הבאים נמנעה האפשרות להתרחק מהמקצרה והם צנחו אנכים לפניה ונקצרו שוב ושוב.

החלופות שהצליחו

חלופה א' המבוססת על קשירה מוקדמת של אלומות, כשהענפים עדיין מחוברים לשיחים, נוסתה והצליחה. הקשירה המוקדמת של אלומה נמשכת כ- ½ דקה. בשיחים בוגרים יש צורך בקשירת שתי אלומות בכל שיח. ב- 660 שיחים השתולים בדונם, הקשירה המוקדמת נמשכת כ- 1½ ימי עבודה. בנוסף הכנת גומיות החביקה על מנשאי העגלה (תמונה 1) נמשכת ½ יום עבודה נוסף. קציר האלומות הקשורות והשינוע הידני שלהן אל מיכל האסיף נוח מאד. במהירות קציר של 200 מ' בשעה, ניתן לקצור ולאסוף ב- 2½ שעות יבול של 40,000 ענפים לדונם בעזרת 3-2 עובדים (כולל הטרקטוריסט) דהיינו כיום עבודה נוסף.

כמו-כן הסיכויים לנזק מכני ולפחת נמוכים ביותר. חלופה זו פשוטה להפעלה וניתנת ליישום מידי. בסה"כ נדרשים בשיטה זו 3 ימי עבודה לקציר ולאסיף יבול של דונם ספארי סנסט.

חלופה ה' המבוססת על הובלה אנכית של ענפי הספארי למרחק של כמטר מהמקצרה והשכבה אוטומטית של הענפים על משטח נייח המרוחק מקו הקציר (תמונה 6), נוסתה באביב 2004. על פי התרשמות צוות המחקר והפיתוח השיטה נראית ישימה לאחר תכנון שיפורים פונקציונליים. למרות רצף הענפים הזורם אנכית מקו הקציר ונופל אופקית כמטר מאחוריו, ניתן לנסוע ולקצור מבלי לעצור. אין סתימות בקו הקציר וכתוצאה מכך נמנע קציר חוזר של ענפים. על פי אומדן ראשוני נראה שבקצב נסיעה איטי של 200 מ\ש ניתן לקצור בשעתיים וחצי יבול של דונם בעזרת שני עובדים (כולל הטרקטוריסט). העובד הנלווה מכנס אליו את היבול הנקצר לאחר שנחת על המשטח הנייח ומפנה את האלומות בתפזורת ומניחן על השיחים שנקצרו. בנוסף יידרש בשיטה זו צוות של שני עובדים (כולל הטרקטוריסט) שיאספו את האלומות בתפזורת אל מיכל נגרר. במידה והאלומות תקשרנה לפני הכנסתן למיכל יידרשו 5 שעות עבודה לדונם (10 שעות אדם) במידה וההובלה תהיה בתפזורת יידרשו רק 3½ שעות עבודה לדונם (7 שעות אדם). בסה"כ יידרשו בחלופה ה' על פי המתכונת המוסברת לעי"ל 2 - 1½ ימי עבודה לקציר ולאסיף יבול של דונם ספארי סנסט.

העבודה בשנת המו"פ השניה

לקראת תום שנת המו"פ הראשונה נבנה אב טיפוס של מכונה המתבסס על טרקטור צר, מקצרה רתומה מאחור בחיבור תלת נקודתי והובלה אנכית של ענפי הספארי בעזרת זוג רצועות דו קומתיות, סדורות בצורה גלית (תמונה 7). הרצועות הגליות חבקו את הענפים בעדינות והסיעו אותם למרחק של כמטר מקו הקציר שם הם הושכבו במסודר על משטח. חביקת הענפים בעודם על השיח לפני קו הקציר והסעתם המיידית לאחר הקציר מנעה סתימות וקיצוץ חוזר של ענפים קצורים. לאחר שהרעיון ונבדק והשיטה הוכחה כמוצלחת נסללה הדרך לתכנון, בניה וניסוי של אב-טיפוס על פי אותם עקרונו..

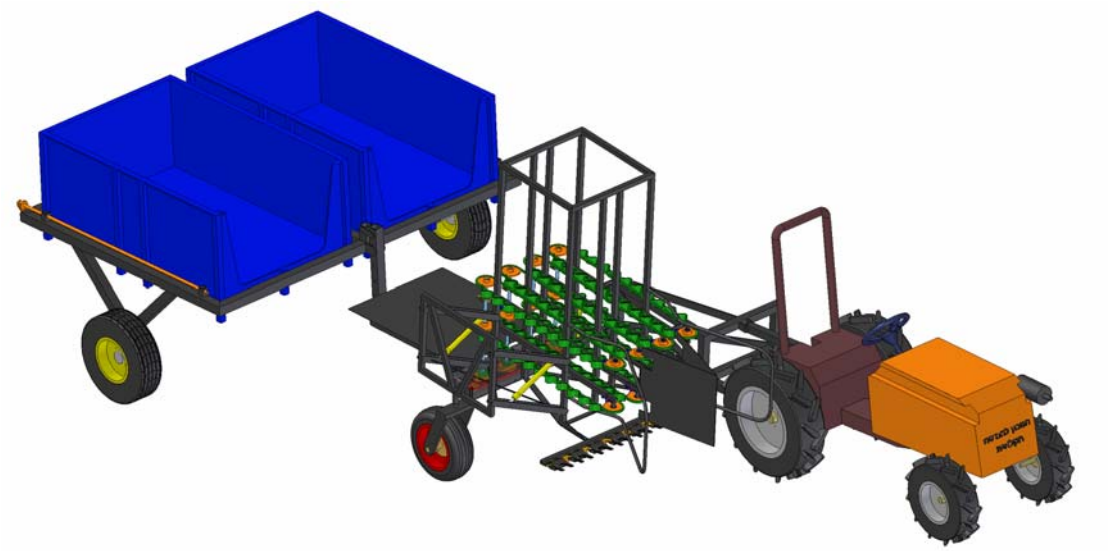
תמונה 7 - אב טיפוס ראשון של מכונה עם זוג רצועות גליות דו-קומתיות שנוסתה באביב 2004

בקיץ 2004 תוכנן ונבנה במכון להנדסה חקלאית אב טיפוס חדש של מכונה לקציר ולאסיף ספארי סנסט (איור 8). הטרקטור הצר מדגם Kobota ששימש אותנו בשנה הראשונה הוחלף בטרקטור חזק יותר מדגם Sam. תוכננו שני זוגות מסועי חביקה והובלה גליים דו קומתיים (תמונה 9), המאפשרים לכנוס ולחלק את הענפים לשני מסלולים מקבילים עוד לפני קצירתם מהשיח ולהוביל את הענפים הקצורים בעדינות כמטר מאחורי קו הקציר. גלגל נסיעה צדי תומך במערכת מפני הטיה והתהפכות. זוג בוכנות הידראוליות מאפשר הרמה והורדה של הגלגל הצדי לכל גובה רצוי (תמונה 10). בעזרת הרתום התלת נקודתי אליו מחוברת שילדת המכונה והגלגל הצידי מתאפשר ייצוב אופקי מהיר של המקצרה וכיוונה לגובה קציר רצוי. אל משטח הקליטה אשר הותקן בקצה מסועי ההובלה (תמונה 11) מוטלים הענפים באופן מסודר (תוך שמירה על כיוון אחיד) וממנו הם מועברים בנקל ע״י שני עובדים הממוקמים מצידיו (תמונה 12). תוכננה ונבנתה עגלה נגררת, הרתומה אל המכונה. על העגלה הונחו שני מיכלי דולב באורך 1.6 מ׳, מהם הוסרה דופן צידית (תמונות 10 ו- 11). תפקיד שני העובדים הממוקמים משני צידי משטח הקליטה להעביר את היבול הנקצר בקבוצות אל מיכלי הדולב.

עם תחילת הניסויים עם הכלי החדש, נמצא שמבחינת כינוס היבול, קציר והובלה אנכית של הענפים אל משטח הקליטה הנייח, המכונה עונה על הציפיות. מנגד צבירת היבול במיכלי דולב, סרבלה את הוצאת הענפים, בניית האלומות וקשירתן (תמונה 13), לשם הובלה לבית האריזה.

העגלה הנגררת תוכננה מחדש ונבנתה כמשטח המחולק לשישה תאי קליטה (תמונה 14). בחזית המחיצות, מחוברים ווים עליהם מולבשים חוטי קשירה עם לולאות, לשם קשירה נוחה ומהירה של האלומות, (תמונות 15, ו- 16).

במהלך עונת היצוא נערכו ארבעה ניסויים השוואתיים בין קטיף ואסיף ידני לבין קציר ואסיף בעזרת המכונה שפותחה. חומר הגלם של כל הניסויים בורר מוין ונאגד בבית אריזה מסחרי בשיטות הנהוגות. הניסויים בוצעו בשטחי גידול במרום גולן ובנאות גולן ובשני בתי האריזה שלהם (יסוד המעלה ומרום גולן, בהתאמה).



איור 8 – אב טיפוס חדש של מכונה נגררת לקציר ואסיף ספארי סנסט שנבנה ב- 2004

תמונה 9 – שני זוגות מסועי הובלה גליים דו קומתיים מורכבים על המכונה.

תמונה 10– גלגל ייצוב נישא ע״י שילדת מקבילית מפוקדת הידראולית.

תמונה 11 – משטח קליטה נייח לענפי הספארי הנפלטים ממסועי ההובלה.

תמונה 12 – אסיף ענפי הספארי ע"י שני עובדים מהמשטח הנייח.

תמונה 13 – צבירת הענפים במכלי דולב סרבלה את הוצאתם והאחדתם לאלומות.

תמונה 14 – עגלת משטח מחולקת לשישה תאים רתומה אל המכונה.

תמונה 15 – חוטי קשירה עם לולאות מחוברים אל הווים לאחר קטיף מחצית העגלה.

תמונה 16 – מראה עגלת התאים מאחור.

<u>תוצאות שנת המו"פ השניה</u>

התוצאות המובאות להלן מתבססות על חקרי עבודה ונתונים כמותיים שנערכו הניסויים במרום גולן ובנאות גולן. פירוט מלא במידה ונידרש, מצוי בידי החוקרים.

<u>ניסוי שדה בנאות גולן</u>

1. המעבר מקטיף ידני לקציר מכני בספארי סנסט, חוסך זמן של כ- 7 עד 7.5 מאיות/דקה בממוצע לענף המיועד ליצוא. בתפוקת יצוא של 26 ענפים לשיח, החסכון לדונם עומד על כ- 2.5 עד 2.7 ימי עבודה. בעזרת המכונה ניתן לקצור (במבנה הנוכחי שלה), כ- 2.5 דונם ביום עבודה של 7.5 שעות ולחסוך כ- 6.5 ימי עבודה בתפוקה של 40,000 ענפים ליצוא.
2. בגידול ספארי ללא פיצולים (branching), כפי שראינו בשטח של נאות גולן, ניתן להיכנס ולקצור ישירות את השטח המיועד. קטיף יד ואסיף לאלומות בשיטה הידנית נמשך כ- 8.8 מאיות/דקה לענף יצוא. עבור אותה פעולה בקציר מכני ובניית האלומות, משקיעים כמחצית מהזמן כ- 4.3 מאיות/דקה. להערכתנו זמן זה יכול להצטמצם לכדי 3.3 מאיות/דקה, עם תוספת של 10-15 ענפי יצוא לשיח, ענפים שלמעשה היו עליו ונקטפו סלקטיבית ידנית, לפני הגעת המכונה לשטח.
3. עבור אותם ענפים שהגיעו לבית האריזה, השקיעו במערך כ- 13 מאיות/דקה לענף יצוא מחומר גלם של קטיף ידני, ו-14.6 מאיות/דקה לענף יצוא מחומר גלם של קציר מכני. כלומר, הבררה הנוספת שמגיעה עם חומר הגלם שנקצר מכנית, מוסיפה בבית האריזה כ- 1.6 מאיות/דקה לענף יצוא בהשוואה לקטיף ידני.
4. פעולת הקיטום (גיזום) הנהוגה לאחר אסיף הפרחים, נחסכת במלואה בעקבות הקציר המכני של השטח. כתוצאה מכך נחסכים 3.7 מאיות/דקה לכל ענף יצוא בשטח המפיק כ- 30 ענפי יצוא לשיח.
5. המכונה מופעלת ע"י נהג טרקטור ושני עובדי אסיף, הממלאים את תאי העגלה ובהמשך גם קושרים ומורידים את האלומות. עגלת תאים שניה תאפשר ניתוק עגלה מלאה וחיבור הריקה אל היצול, תוך

ניצול גבוה יותר של המכונה בשיעור של כ- 23%. לצורכי תפעול יידרש עובד אחר (בנוסף לשלושה שהוזכרו), שתפקידו יהיה לקשור אלומות ולפרוק אותן מהעגלה, בעת ששלושת מפעילי המכונה קוצרים את הערוגה הבאה. נצילות העובדים תרד להערכתנו בשיעור של כ-8%, עם זאת הפעלת המערכת עם 4 עובדים, עדיפה כלכלית על פני הפעלתה עם שלושה, כפי שנמדד בניסויי הקציר שבוצעו.

<u>ניסוי שדה במרום גולן</u>

1. נעשו שלוש בדיקות קטיף ידני במרום גולן ב- 1.12.04 הושקעו כ- 7.0 מאיות/דקה לענף ספארי, לקטיף ידני ואיסוף לאלומות ע"י עובד אחד מאד יעיל. ב- 9.12.04, וב- 28.12.04 בוצעו שתי בדיקות נוספות. כל בדיקה כללה שני קוטפים. ממוצע הזמן לקטיף ואסיף לאלומות, שהתקבל משתי הבדיקות עמד על 9.8 מאיות/דקה. מספר זה מייצג להערכתנו את הזמן הנדרש לקטיף ידני ולאסיף בשטח של מרום גולן. זמן זה גבוה ב- 1 מאיות/דקה מזה שהתקבל בנאות גולן לקטיף ידני. נראה שההפרש נובע מחיתוך ראשוני של אותם פיצולים מהענפים הקטופים במרום גולן, אותם לקוטף קל היה להוריד בשטח.

2. בקציר עם המכונה נעשו חמש בדיקות, אחת ב- 1.12.04 שתיים ב- 9.12.04 ושתיים ב- 28.12.04. התוצאות שהתקבלו לקציר ואסיף לאלומות במאיות/דקה היו בהתאמה על פי הסדר הבא: 4.8, 4.2, 4.1, 3.8, ו- 2.8. בניסוי האחרון בו התקבלה התוצאה הנמוכה ביותר נחתכו מראש, ידנית, לצורכי הניסוי כל ענפי הבררה על הערוגה ובנוסף נחתכו גם הפיצולים מענפי היצוא בעודם על השיח. לאחר מכן נקצר היבול בעזרת המכונה. כתוצאה מכך להערכתנו, הזמן שהתקבל בניסוי זה לקציר ולאסיף היה נמוך באופן חריג.

3. לפני ביצוע ניסויי קציר מכני מס' 3 ו- 4, הורדו פיצולים ידנית מעל ענפי היצוא בעודם על השיחים. הזמן המושקע בהורדת הפיצולים עמד בממוצע על 3.5 מאיות/דקה לענף יצוא. הורדת הפיצולים מעל ענפי היצוא, בעודם על הערוגה, היא כנראה פעולת חובה, אחרת מגיעים ענפים אלה עם פיצולים לבית האריזה. ההורדה של הפיצולים שם, גורמת להשקעת זמן ממושכת יותר 9.6 מאיות/דקה לענף יצוא בענפים שנקטפו ונארזו במרום גולן ב- 1.12.04 ו- 6.6 מאיות/דקה בענפים שנקטפו במרום גולן ונארזו בנאות גולן ב- 9.12.04.

4. נעשה גם ניסוי אחד של חיתוך בררה על הערוגה, כולל ניתוק הפיצולים מעל ענפי היצוא עם מזמרה, כהכנה לפני קציר מכני. פעולה זו נמשכה כ- 8.5 מאיות/דקה לענף יצוא. מתוכם 3.5 מאיות/דקה לחיתוך פיצולים ועוד 5 מאיות/דקה לסילוק מוקדם של הבררה מעל השיחים. הכנה זו אמנם הפחיתה מזמן השדה בקציר המכני כ-1 מאיות/דקה ובבית האריזה עוד 1.2. מאיות/דקה אבל ההשקעה של 5 מאיות/דקה בחיתוך הבררה בשדה למעלה מכפולה ואינה משתלמת.

5. בשטח בו הענפים משופעים בפיצולים, יש להורידם מענפי היצוא בעודם על הערוגה. מנגד לא מומלץ לגעת בבררה בשטח, מאחר וההשקעה הידנית בפעולה זו בשדה גבוהה מהחסכון המתקבל בקציר ובהמשך בבית האריזה.

6. אם ניתן להגיע לשטח גידול ללא פיצולים על הענפים, הקטיף בשדה מתקצר ב- 1 מאיות/דקה לענף יצוא ובבית האריזה בכ- 6 מאיות/דקה.

7. למעט בניסוי הראשון ב- 1.12.04, בשלושת הניסויים שלאחר מכן, ב- 9.12.04, ב- 28.12.04, וב- 13.1.05, התפלגות האורכים של ענפי היצוא שהתקבלו לאחר מיון ואגידה בבית האריזה מצביעה על מגמה של עליה באורך הפרחים בשיעור ממוצע של כ- 3%-4% מחומר הגלם שנקצר מכנית בהשוואה לזה שנקטף ידנית. לעובדה זו יש כמובן משמעות כלכלית חיובית, כיוון שככול שפרח ארוך יותר הוא פודה יותר. ההסבר לתופעה 'מפתיעה' זו היא ככל הנראה בעובדה שלעובד הקוטף ידנית את הענפים

קשה להתכופף או לכוון את חיתוך הענף למקום המיטבי ולכן מתקבלים ענפים קצרים יותר מהאורך המקסימלי האפשרי. מכונה האסיף מכוונת לקציר בגובה המינימלי ולפיכך קוצרת ענפים בעלי אורך מכסימלי. יש לאשש תופעה זו בניסויים נוספים בעתיד.

<u>תחשיב כדאיות כלכלית</u> של שימוש בשיטה ובמכונה אשר פותחו והמתבסס על טבלאות 1 ו- 2 מוצג להלן: בטבלה 1 מוצגים משתנים של אומדני יבול והשפעתם על החסכון בכח אדם והחסכון הכספי המושג כתוצאה מכך. בהמשך בטבלה 2 מוצגים אומדני יבול כללי ושטח בדונמים נדרש, כתלות במחירי מכונה משתנים של 150, 200, ו- 250 אלף ש"ח. נתונים והנחות:

- מרווח בין ערוגות - 2 מ'. מרווח בין השיחים 0.8 מ'.
- מספר שיחים לדונם ספארי סנסט - 625
- מספר ענפי יצוא הנקצרים לשיח: 16 ; 21 ; 26 ; 31.
- מספר ענפי יצוא הנקצרים לדונם בהקבלה: 10,000 ; 13,100 ; 16,300 ; 19,400.
- משך יום עבודה 7.5 שעות, מחיר יום עבודה 160 ש"ח.
- מחירי מכונה רתומה לטרקטור או בהנעה עצמית: 150,000 ₪ ; 200,000 ₪ ; 250,000 ₪.
- מקדם החזר הון: 0.264 (5 שנים 10% ריבית).
- חלק מענפי היצוא נקטף סלקטיבית בתחילת העונה, לפני כניסת המכונה לקטיף מלא, עקב הצורך ברצף אספקה.
-

<u>טבלה -1 אומדני יבול, השפעתם על החיסכון בכוח אדם והרווח הכספי המושג כתוצאה מקציר מכני</u>

מספר ענפי יצוא נקצר לשיח	מספר ענפי יצוא נקצר לדונם	זמן מחזור בדקות לקציר, קשירת אלומות והוצאתן לערוגה של 35 מ' רץ	מספר מחזורי קציר ביום עבודה עבודה של 7.5 שעות	מספר דונמים נקצר ביום עבודה של 7.5 שעות	מספר ענפי יצוא נקצר ביום עבודה של 7.5 שעות	חסכון בעבודה במאיות/ דקה לכל ענף יצוא	חסכון בימי עבודה בגין כל יום של הפעלת המכונה	חסכון בש"ח בגין כל יום של הפעלת המכונה
16	10,000	11.5	39.1	2.74	27,400	6.7	4.1	656
21	13,100	12.0	37.5	2.63	34,500	6.9	5.3	848
26	16.300	12.7	35.4	2.48	40,300	7.1	6.4	1024
31	19,400	13.7	32.8	2.30	44,600	7.3	7.2	1152

<u>טבלה -2 יבול ושטח בדונמים נדרש כתלות במחירי מכונה משתנים</u>

השקעה במכונה (₪) ←	150,000 (החזר שנתי 39,600)			200,000 (החזר שנתי 52,800)			250,000 (החזר שנתי 66,000)		
מספר ענפי יצוא נקצרים לשיח	מספר ענפי יצוא נדרש בעונה (מליון)	מספר ימי תפעול נדרש בעונה	מספר דונמים נדרש בעונה	מספר ענפי יצוא נדרש בעונה (מליון)	מספר ימי תפעול נדרש בעונה	מספר דונמים נדרש בעונה	מספר ענפי יצוא נדרש בעונה (מליון)	מספר ימי תפעול נדרש בעונה	מספר דונמים נדרש בעונה
16	1.65	60.4	165	2.21	80.5	220	2.76	100.6	276
21	1.61	46.7	123	2.15	62.3	164	2.69	77.8	205
26	1.56	38.7	92	2.08	51.6	128	2.60	63.4	160
31	1.53	34.4	79	2.04	45.8	105	2.55	57.3	13

<u>העבודה בשנת המו"פ השלישית</u>

במהלך השנתיים הראשונות של תכנית המו"פ, פותח אב טיפוס המאפשר מעבר לקציר ולאסיף ממוכן של ספארי סנסט. המכונה שפותחה נגררה ע"י טרקטור צר שנע בשבילים בין הערוגות וביצע את עבודת הקציר והאסיף. לאחר ששיטת תפיסת הפרחים, קצירתם מהצמח והובלתם למשטח קליטה הוכחה כיעילה, תוכנן ונבנה כלי מונע עצמאית אשר נע מעל שורת הגידול. ברמת הגולן קיימים שטחי גידול קשים לתעבורה ולתמרון של כלי נגרר ע"י טרקטור. לעתים שורות הגידול מרופדות באבנים ומשופעות בשיפועים קדמיים וצדיים. כלי מונע עצמית מאפשר תמרון טוב יותר ועשוי ליעל את העבודה.

לאחר תכנון הכלי העצמאי תוך התחשבות בתקציב המוגבל, נבנה אב-טיפוס של המכונה. עקרונות איסוף ענפי הספארי לא השתנו למעט המרווח בין שני זוגות המסועים המובילים. את המרווח ביניהן הגדלנו מתוך מחשבה שכדאי לעשות את פיצול ענפי הצמח לשני זרמים תוך אילוץ חלק מהמרכזיים לנטייה החוצה וחלק מהחיצוניים לנטייה פנימה ובכך להטות את אלה ואלה במידה מעטה יחסית. מאוחר יותר, בעת ניסויי שדה התברר כי את מידת המפתח בין הרצועות יש לשנות והפכנו אותה לברת שינוי על פי הצורך.

כלי האסיף החדש מונע באמצעות הנעת הגלגלים האחוריים שלו ועצירת גלגל אחד או אחר מאפשר היגוי. הכלי מונע ע"י מנוע בנזין ומערכת הידראולית אשר משמשת גם להנעת הרצועות והמקצרה. בתחילת ניסויי השדה עם הכלי החדש נתרמה אליו עגלת האגדים אשר שימשה את הכלי הרתום לטרקטור בשנה הקודמת (איור מספר 17). עבירות הכלי עם העגלה הייתה מוגבלת בין יציאה משורה אחת וכניסה לאחרת ובמיוחד בעת שהשטח היה רטוב מגשם. כיוון ששורות הגידול קצרות יחסית (סדר גודל של 50-35 מ') הוחלט לעבור לעבודה ללא עגלה נגררת. משטח הקליטה של הפרחים (אשר משני צידיו עומדים פועלים) שופר וחוברו לו שתי 'שקתות' בצידיו (איור מספר 18). אלה נועדו להקל על העובדים לאסוף את הפרחים המוטלים על משטח הקליטה ביציאה מהרצועות המובילות. הפועל שבכל צד גורר הצידה על המשטח מנת פרחים ומניח/מטיל אותה לתוך השוקת אשר בינו לבין המשטח. כאשר השוקת מלאה הוא אוגד בחוט את הפרחים ומוציא את האגד אל העגלה הנגררת או אל שורת הפרחים הקצורים אשר מאחורי המכונה. אגדים אלה נאספים מאוחר יותר אל הרכב אשר מובילם לבית האריזה.

המכונה מסוגלת להתמודד עם שיפועים אורכיים וצידיים (איור מספר 19) והוכחה כבעלת כושר תמרון טוב בכל השטחים אשר עבדה בהם.

המכונה נוסתה בניסויי שדה בשטחים בעין זיוון ובנאות גולן אשר אופיים שונה מאד מבחינת מספר הענפים לצמח וגובה הצמחים. מבחינת איסוף הפרחים המכונה תפקדה טוב מאד- לפחות באותה רמה שבה תפקד הכלי הנגרר בשנה קודמת. מפאת התארכות ומורכבות הפיתוח, ניסויים בהיקף גדול נעשו בשלהי העונה האחרונה כאשר פרחים רבים הראויים לייצוא כבר נקטפו ידנית. על כן לא ניתן היה לערוך חקרי עבודה מסודרים ומדויקים כפי שנעשו בשנה קודמת. יחד עם זאת, על פי מיטב שיפוטנו, מבחינת הקציר והאסיף, המכונה תפקדה כמו המכונה הנגררת בעונה קודמת. יחד עם זאת, סביר להניח ששיפור עבירות המכונה העצמאית לעומת הנגררת ושיפור האיסוף אל שקתות קרובות מייעל את עבודת האסיף. הערכת זמנים ראשונית אשר נעשתה מראה כי ניתן יהיה לאסוף כ 3-2.5 דונם ספארי ביום עבודה.

כמו כן נבדק תפקוד המכונה לצרכי קציר טכני של שטח עם סיום העונה לאחר שכל היבול נאסף ממנו. המכונה הופעלה בקצב מוגבר וקצרה את שאריות הגבעולים אשר נקצרו ידנית לגובה אחיד. נצפו מספר בעיות בזרימת החומר הקצור (בגלל שאינו ארוך דיו כדי להיתפס ברצועות המובילות)

אל מעבר למקצרה והצנרת אשר מאחוריה ונשקלו דרכים לשפר את התפקוד בעונה הבאה. קצב העבודה עם המכונה לשם קציר היה 8-10 דונם ביום ויש בכך חיסכון נוסף בעבודת ידיים ביחס לשיטה הנהוגה כיום.

כיוון שתקציב הפיתוח היה מוגבל מאד, כאמור, הציוד ההידראולי אשר השתמשנו בו הגביל את מהירות הנסיעה המנהלתית של המכונה. כדי שבכל זאת ניתן יהיה לעבוד אם המכונה, נבנה מנגנון ריתום אשר מאפשר את גרירתה ע״י טרקטור אל השדה וממנו.

איור מספר 17. דגם של הכלי המונע עצמאית וגורר עגלה לנשיאת אגדי פרחים קטופים.

איור מספר 18. אב-טיפוס של מכונה עצמאית לאיסוף ספארי. שוקת אחת מתוך שתיים לאיסוף פרחים ממשטח הקליטה נראית מאחור.

איור מספר 19. מכונת האסיף מוצבת בהטיה אורכית וצידית.