

## גדיד מכני מול גדיד ידני

אבי סדובסקי, אבשלום בבאי, מרג'ורי סטרום ואמנון גרינברג – מו"פ ערבה דרומית  
אביטל בכר ואיתמר דר – המכון להנדסה חקלאית, מנהל המחקר החקלאי

### מבוא ותאור הבעיה

מגיהול הוא זן התמר הגדול בישראל מבחינת מספר עצים (380 אלף, 66%), יבול (14.8 אלף טון, 50%), ופדיון לעץ הנע בין אלף לשלושת אלפים שקל לעץ. חלק משמעותי מהיבול משווק לחו"ל כמגיהול עסיסי (פרי מעל 18 גרם ולחות בין 22% ל 28%) ולאחרונה כמות קטנה של מגיהול "סופר עסיסי". אלה מוצרי פרמיום הפודים מחיר גבוה פי שלושה ויותר מזני תמר אחרים. מסיבה זו מושקע מאמץ רב בפיתוח שיטות לייצור, גידול ושיווק מוצרים אלה באיכות גבוהה. ייצור באיכות כה גבוהה דורש ממשק גידול קפדני עם השקעה גבוהה מאד של כח אדם מיומן. מספר ימי העבודה המושקעים בעיבוד דונם מגיהול (12 עצים) בשנה הוא 20 עד 24. עיקר העבודה מושקע בהאבקה, דילול פרי, גדיד, וטיפול בפרי לאחר הגדיד. עקב המצוקה הרבה בעובדים לחקלאות והמגמה לצמצום נוסף במספר העובדים, נערך ענף התמר להקטנת התלות בעובדים ע"י החלפת חלק מהעבודות הידניות בשיטות אגרוטכניות מתקדמות חוסכות כח אדם. בין הפעולות עתירות עבודת ידים בהם ניתן לחסוך בכח אדם הוא הגדיד. הבשלת פרות המגיהול ע"ג העץ אינה אחידה והיא נמשכת כחודש. בתקופה זו ניתן למצוא באותו אשכול פרי צהוב שעדיין לא התחיל להבחיל עד פרי יבש (>18% לחות). היות והמוצר המבוקש הינו תמר בלחות גבוהה מ 22%, יש לעבור כל מספר ימים ולגדוד את הפרי "המוכן" בשלב "עסיסי" לפני שינשור או יצמיל וירד לרמת לחות מתחת למבוקש. בגדיד ידני, מכוסים אשכולות המגיהול בשקי רשת. כיסוי האשכולות ברשת נועד למנוע פגיעה מבעלי חיים ומזיקים, והסיבה החשובה יותר, למנוע נשירת פרי בשל שניתק מהאשכול לקרקע. במהלך הגדיד העובד פותח בזהירות את השק בפתח מיוחד המיועד לכך, אוסף את כל הפרי שנשר מאז הגדיד הקודם ומניח במגשים. לאחר מכן עובר בזהירות עם היד ע"ג האשכול וגודד את הפרות המוכנים. לאחר מכן סוגר את הפתח בשק ועובר לאשכול הבא. בגדיד מכני, בד"כ, האשכולות אינם מכוסים בשק, אלא רק נקשרים לעלים להעברה יעילה של תנודות המנער. במהלך הגדיד המכני העץ מנוער במנער גזע והפרי הנושר נופל לתוך מערכת איסוף הנפרשת לפני תחילת הניעור קרוב מאד לאשכולות התחתונים לקצר את מרחק הנפילה של הפרי ולהפחית בכך פגיעה מכנית מהנפילה החופשית. לאחר הניעור הפרי מועבר, בשיטות שונות, למגשים ומטופל כפרי שנגדד ידנית. ברוב שטחי המגיהול בארץ מבוצע גדיד ידני הכולל 4 עד 6 סבבים בהשקעה של 6 עד 8 ימי עבודת אדם, ו 2 עד 3 ימי עבודת כלי גובה לדונם בעונה. פיתוח גדיד מכני במגיהול לחסכון בכח אדם בגדיד החל לפני למעלה מעשור שנים ולמרות שגדיד מכני מיעל את העבודה פי 3 ויותר ובכך נחסכים מספר רב של ימי עבודה לדונם, רק בארבעה מטעים (פחות מ 5% מכמות המגיהול בארץ) מבוצע גדיד מכני. מטעים אלה ממוקמים בערבה דרומית ופעולות בהם חמש מערכות שונות לגדיד מכני של מגיהול בעצים בוגרים. מערך גדיד מכאני למגיהול כולל ארבעה מערכים/שלבים ראשיים: ניעור לניתוק הפרי מהאשכול, קליטת הפרי הנופל, מיון ראשוני והעברת הפרי למגשים יעודיים (2 עד 3 ק"ג), משטוח המגשים להמשך טיפול. בנאות סמדר המנער ומערך הקליטה של הפרי הנושר מורכבים על אותו כלי ואילו מערך המיון הראשוני, הכנסת הפרי למגשים והמשטוח נמצאים על מערכת אחרת ויש לפרוק את הפרי הנגדד אליה ( המערכת של נאות סמדר נפגעה במהלך עונת 2010 ואינה מתפקדת). בסמר שתי מערכות

לגדיל עצים בוגרים : שפירית (מערכת המשמשת לניסויים ומשתנה משנה לשנה) הכוללת : מנער ניפרד, ואילו מערך קליטת הפרי, המיון הראשוני, והמשטוח המהווים יחידה אחת, ומערכת חרגול הכוללת : מנער נפרד, מערך קליטה לפרי והעברת הפרי למגשים הנעשים ע"ג כלי גובה, פריקת המגשים והמשטוח מבוצעים ידנית ע"ג הקרקע . ביטבתה המערכת כוללת : מנער נפרד, קליטת הפרי והעברת הפרי למגשים נעשה באופן מכני, אולם פריקת המגשים והמשטוח נעשים באופן ידני מהקרקע. ביהל יש הפרדה בזמן בין תהליך הניעור לאיסוף הפרי. ביהל אשכולות הפרי עטופים בשרוולי שק ארוכים בדומה לאלה המשמשים בגדיל ידני, ובמהלך הניעור הפרי נשאר בתוך השקים, משם הוא מרוקן באופן ידני למערך קליטה, ממנו הפרי מועבר (בדומה למערכת של נאות סמדר) למערך מיון ראשוני, מלוי מגשים ומשטוח. קיים שוני רב בין המערכות השונות מבחינת מספר העובדים הדרושים להפעלתם, הספק לעובד והספק לכלי גובה וכמובן שוני רב באיכות הפרי המתקבלת. עקב המצוקה הרבה בעובדים לחקלאות והמגמה לצמצום נוסף במספר העובדים ועלותו הרבה של הגדיל הידני, משקים נוספים בערבה הדרומית ומטעי מגיהול בכל הארץ מעוניינים לעבור לגדיל מכני מתוך מגמה להפחית את כמות ימי עבודת אדם המושקעים בגדיל. היות ולכל מערך גדיד מכני יתרונות וחסרונות מבחינת שיטת הפעלה, חסכון בימי עבודה, איכות הפרי הנגדד ועלות רכישה מתלבטים המגדלים איזה סוג מערך לרכוש. על מנת לתת למגדלים נתונים יותר מדויקים, לצורך קבלת החלטה לגבי מעבר לגדיל מכני, לגבי עלויות, הספקים ואיכויות פרי ושיפור מערכי הגדיל הידני והמכני הקיימים מבחינת יעילות העבודה ואיכות הפרי המתקבל, יש לבצע השוואה בין גדיד ידני לגדיל מכני, וגדיד מכני במערכות שונות. לצורך ההשוואה יש לבצע בדיקה מסודרת של הנתונים השונים בזמן אמת במהלך הגדיל במשקים בהם מבוצע גדיד מכני ולהשוותם לנתונים דומים ממשקים סמוכים בהם מבוצע גדיד ידני, בעיקר לגבי איכות הפרי הנגדד והפגיעה בפרי כתוצאה מהניעור, הנפילה, ותהליך העברתו למגשים. אולם עד כה לא בוצעה עבודה בהיקף כזה. בנוסף, תוצאות ניתוח המערכים השונים יאפשרו להערכתנו לשפר וליעל הן את הגדיל הידני והן את הגדיל המכני ויעודדו מעבר מגדלים נוספים לגדיל מכני ולחסכון רב בכח אדם.. בהנחה זהירה כי רק כ 50% משטח המגיהול בארץ יעבור לגדיל מכני בעקבות העבודה, החסכון הצפוי בכח אדם הוא כ 30 אלף ימי עבודה לשנה (מעל 100 עובדים) תוך 3 שנים.

#### מטרות המחקר

איסוף ניתוח והשוואת נתוני מערכי ושיטות גדיד מכני וגדיד ידני שונים בזמן אמת ככלי תומך החלטה במעבר מגדיל ידני למכני במגיהול לצורך חסכון בעבודת אדם וכלים. שיפור העבודה במערכים הקיימים ומציאת השיטה המיטבית לגדיד מכני וידני מהיבטים שונים, כפוף לאילוצים הקיימים במטעים השונים לחיסכון נוסף בכח אדם..

#### תוצאות 2010

העבודה בוצעה בשישה מטעים בערבה דרומית המייצגים שיטות ומערכים שונים לגדיל ידני ולגדיל מכני : ביהל – מכני + שקים ; נאות סמדר – מכני ; לוטן- ידני+שקים ; יטבתה – מכני ; סמר-מכני ; אליפז –ידני+שקים. הבדיקה בוצעה בחלקות בוגרות ודומות מבחינת גיל, גובה עצים, ויבול לתת-האזור. במהלך הבדיקה נאספו מכל חלקה 3 מדגמי פרי שהועברו לבדיקה איכות במעבדת ערדום תמרים.

מהתוצאות (טבלאות 1 עד 7) ניתן לראות כי יש הבדל ניכר בהספק לעובד בין גדיד ידני לגדיל מכני ובין המערכים השונים בשתי שיטות הגדיל. ההספק הנמוך ביותר לעובד היה בגדיד ידני במשק 1

בו ההספק לעובד היה 0.9 עצים לשעה (טבלה 1). ואילו ההספק הגבוה ביותר היה במשקים 4 ו 5 עם הספק של 5 עצים לשעת עובד (טבלאות 4 ו 5). נמצא גם הבדל בין המערכים השונים בשתי שיטות הגדיד. הספק בגדיד ידני במשק 2 היה גבוה בשליש (1.2) מההספק במשק 1 (0.9) (טבלאות 2 ו 1 בהתאם). הבדל משמעותי התקבל גם בבדיקת מערכי הגדיד המכני השונים, לדוגמא ההבדל בין משקים 4 ו 5 עם הספק גדיד של 5 עצים לעובד לעומת משק 7 עם הספק של 3 עצים לעובד לשעה (טבלאות 4, 5 ו 7 בהתאם). במשק 3 עם גדיד מכני ההספק לעובד היה 1 עץ לשעה, להערכתנו מסיבות שלא קשורות למערך הגדיד עצמו.

ברוב המערכים גם ידני וגם מכני ניתן לשפר את ההספק ע"י ניתוח מרכיבי העבודה השונים והפחתת % האלמנטים הלא יצרניים (לא תורמים לעבודה) מרמות של 60% לרמות סבירות של 20% ופחות. נושא זה לא טופל במהלך העבודה ב 2010.

נמצא הבדל משמעותי באיכות הפרי בין הגדיד המכני לידני (טבלה 8). חלק מההבדלים נובעים משיטת הגדיד אולם חלקם נובעים גם מהטיפול בפרי במהלך הגדיד. לדוגמא בגדיד ידני הגודדים זורקים פרי יבש ופגום לקרקע המטע ופרי צהוב מוחזר לרשת להמשך הבחלה. פעולת כאלה לא נעשות במהלך הגדיד המכני אלה במהלך המיון הראשוני והמישטוח. דגימות הפרי שנלקחו למעבדה בגדיד מכני היו ישירות ממערך האיסוף ללא כל מיון ואילו דגימות הפרי שהתקבלו בגדיד ידני היו לאחר שהגודדים ביצעו את המיון הראשוני ע"ג כלי הגובה. בעיה נוספת שהתגלתה היתה חוסר היכולת לקבל מיון נפרד לפגיעות מכוניות הנובעות מבמערך ולפגיעות בפרי שנגרמו בהיותו על העץ ללא רשת (ניקור ולשלשת).

#### סיכום ומסקנות

ב 2010 נמצאו הבדלים משמעותיים בהספק הגדיד לעובד בגדיד מכני לגדיד ידני. נמצאו גם הבדלים בהספקים בין מערכי גדיד ידני דומים. התוצאות שהתקבלו מראות כי ניתן להגדיל משמעותית את הספק העבודה לעובד ע"י מעבר לגדיד מכני. עם זאת יש לקחת בחשבון כי מספר הסבבים בגדיד מכני כפול ממספרם בגדיד ידני. מהתוצאות ניתן לראות כי ניתן לשפר את ההספקים לעובד גם במערכי הגדיד הידני וגם המכני. בגלל ההבדל המהותי בין מערכי גדיד מכני שונים יש למצוא את היתרונות והחסרונות שלהם בהתאם לאזור, סוג הפרי וגודל המטע. שינוי סעיפי הדיגום בבדיקת האיכות תאפשר ניתוח טוב יותר של הגורמים המבאים להפחתה באיכות כתוצאה מגדיד מכני ולתקנם.

עבודה זו תמשך במתכונת דומה גם ב 2011.

טבלה 1: נתוני עבודה גדיד ידני משק 1 2010	
3.64	מספר עצים לשעה
16.52	זמן כולל ממוצע לעץ (דקות)
4	מספר עובדים
0.91	עצים לשעת עובד
יבשים בלבד	מיון
1.30	Idle (%) כלל המערכת
34.15	*אלמנטים יצרניים (%)
64.55	**אלמנטים לא יצרניים (%)

טבלה 2: נתוני עבודה גדיד ידני משק 2010 2			
מדדים להשוואה	אפרון 14	מניסקופ	סה"כ
מספר עצים לשעה	4.0	3.6	3.8
זמן כולל ממוצע לעץ (דקות)	15.1	16.9	15.8
מספר עובדים	3	3	3
עצים לשעת עובד	1.33	1.19	1.27
מיון	יבשים וצהובים	יבשים וצהובים	יבשים וצהובים
Idle (%) כלל המערכת	10.2	4.3	7.25
אלמנטים יצרניים (%)	33.4	61.1	47.27
אלמנטים לא יצרניים (%)	56.4	34.6	45.48

טבלה 3 גדיד מכני משק 2010 3			
מדדים להשוואה	מנערת	ממיינת	סה"כ
מספר עצים לשעה	9.4	9.4	9.4
זמן כולל ממוצע לעץ (דקות)	6.4	6.4	6.4
מספר עובדים	1	8	9
עצים לשעת עובד	9.41	1.18	1.04
מיון	-	חלקי	חלקי
Idle (%) כלל המערכת	16.5	25.5	24.5
אלמנטים יצרניים (%)	18.5	53.4	49.5
אלמנטים לא יצרניים (%)	65.0	21.1	26.0

טבלה 4 גדיד מכני משק 4			
מדדים להשוואה	מנערת	משטוח	סה"כ
מספר עצים לשעה	25.5	25.5	25.5
זמן כולל ממוצע לעץ (דקות)	2.4	2.4	2.4
מספר עובדים	1	4	5
עצים לשעת עובד	25.49	6.37	5.10
מיון	ללא	ללא	ללא
Idle (%) כלל המערכת	0.0	51.0	40.8
אלמנטים יצרניים (%)	35.3	42.0	40.7
אלמנטים לא יצרניים (%)	64.7	7.0	18.5

טבלה 5 : נתוני גדיד מכני משק 5 2010			
סה"כ	מנערת	פלטפורמה	מדדים להשוואה
25.0	25.0	25.0	מספר עצים לשעה
2.4	2.4	2.4	זמן כולל ממוצע לעץ (דקות)
5	1	3	מספר עובדים
5.00	25.01	8.33	עצים לשעת עובד
חלקי	חלקי	ללא	מיון
19.9	3.8	31.9	Idle (%) כלל המערכת
31.1	26.4	43.1	אלמנטים יצרניים (%)
29.0	69.8	25.0	אלמנטים לא יצרניים (%)

טבלה 6 : נתוני גדיד מכני משק 6			
סה"כ	עגלת מיון	מנערת	מדדים להשוואה
21.0	21.0	21.0	מספר עצים לשעה
2.9	2.9	2.9	זמן כולל ממוצע לעץ (דקות)
5	4	1	מספר עובדים
4.19	5.24	20.97	עצים לשעת עובד
חלקי	חלקי	ללא	מיון
25.8	31.7	2.2	Idle (%) כלל המערכת
52.6	56.7	36.2	אלמנטים יצרניים (%)
21.6	11.6	61.6	אלמנטים לא יצרניים (%)

טבלה 7 : נתוני גדיד משק 7 2010			
סה"כ	פלטפורמה	עגלת מיון	מדדים להשוואה
5.5	5.5	5.5	מספר עצים לשעה
10.8	10.8	10.9	זמן כולל ממוצע לעץ (דקות)
7	4	3	מספר עובדים
3.00	5.24	6.99	עצים לשעת עובד
חלקי	ללא	חלקי	מיון
33.52	44.79	18.5	Idle (%) כלל המערכת
52.13	35.42	74.4	אלמנטים יצרניים (%)

<u>14.35</u>	<u>19.8</u>	<u>7.1</u>	<u>אלמנטים לא יצרניים (%)</u>
--------------	-------------	------------	-------------------------------

טבלה 8 : השפעת שיטת הגדיד על איכות הפרי (ערבה דרומית 2010)								
שיטת גדיד	מספר תצפיות	אחוז לחות	משקל ממוצע	אחוז צהוב + חצי צהוב	אחוז סדוק לא מופרה נזק מכני	אחוז בוחל	אחוז עד 30% כתמי יובש	אחוז מעל 30% כתמי יובש
ידני	6	23.3	20.0	0.2	5.1	3.1	19.5	11.1
מכני	15	26.8	23.7	8.0	13.9	6.7	10.6	1.8
מובהקות*		*	*	*	*	*	*	*

\* מציין הבדל מובהק בין ממצעי הטיפולים במבחן t ברמה של 0.05