

**בחינת עלויות, הספקים, כח אדם ואיכות פרי בגדיד מכני וגדיד ידני כאמצעי לשיפור וחסכון בימי**

**עבודת אדם בגדיד מג'הול עסיסי, וככלי תומך החלטה במעבר מגדיד ידני למכני .**

אבי סדובסקי<sup>1</sup>, אביטל בכר<sup>2</sup>, מרג'ורי סטרום<sup>1</sup>, אבשלום בבאי<sup>1</sup>, איתמר דר<sup>2</sup>, תמיר טיקוצ'ינסקי<sup>1</sup>  
ואמנון גרינברג<sup>1</sup>

<sup>1</sup>מו"פ ערבה דרומית, <sup>2</sup>המכון להנדסה חקלאית

### מבוא ותאור הבעיה

מג'הול הוא זן התמר העיקרי בישראל. מספר עצי המג'הול 380 אלף מתוך 530 אלף עצי תמר (לנדאו א. 2011). היבול, 15 אלף טון מתוך 28 אלף טון תמרים (אורן ח. וחוברו 2011). הפדיון לעץ נע בין אלף לשלושת אלפים שקל לעץ. מעל 50% מהיבול מיוצא לחו"ל כ"מג'הול עסיסי" (אורן ח. בע"פ) ולאחרונה גם כמות קטנה של מג'הול "סופר עסיסי" (שפירא וחוברו 2006, ברנשטיין וחוברו 2007), מוצרי פרמיום הפודים מחיר גבוה פי שלושה ויותר מזנים אחרים ולכן מושקע מאמץ רב בפיתוח שיטות גידול, ייצור ושיווק מוצרים אלה.

ימי העבודה בדונם מג'הול (12 עצים) בשנה נעים בין 15 ל 25 ימים בהתאם לאזור, יבול, שיטת הגדיד, ורמת הלחות של הפרי הנגדד, המכתיבים את אופן הטיפול בפרי לאחר הגדיד, ואופן אריזת הפרי. ע"פ משרד החקלאות מושקעים בדונם מג'הול 20.5 י"ע מהם 7 בגדיד ועוד 5 במיון ואריזה (הדס א. וחובריה 2010). עיקר ימי העבודה מושקעים בהאבקה, דילול פרי, גדיד, טיפול בפרי לאחר הגדיד ואריזה (כהן וחוברו 2010). עקב, המצוקה בעובדים לחקלאות והמגמה לצמצום נוסף במספר העובדים הזרים מחד, הכפלת שטח המג'הול בשנים האחרונות (לנדאו 2011) והצפי להכפלת היבול עקב כך (אורן וחוברו 2011) מאידך, צפוי מחסור קשה בעובדים בעיקר לגדיד (סריג וחוברו 2009). לכן ענף התמר נערך להקטנת התלות בעובדים ע"י החלפת חלק מהעבודות הידניות בשיטות אגרוטכניות מתקדמות חוסכות כח אדם (סריג וחוברו 2008). אחת מהן היא הגדיד. במעבר מגדיד ידני לגדיד מכני (יבלונקה ג. וחוברו 2003, סדובסקי וחוברו 2011) ניתן ליעל את העבודה לאדם פי שתיים עד ארבע ולחסוך כשני ימי עבודה לדונם לשנה (סדובסקי וחוברו 2011) ואולי אף יותר (סריג וחוברו 2008). אולם למרות זאת ברב מטעי המג'הול בארץ מבוצע גדיד ידני ורק בארבעה משקים בערבה דרומית המהווים כ 5% משטח המג'הול בארץ (לנדאו 2011) מבוצע גדיד מכני (סריג וחוברו 2008, סדובסקי א. וחוברו 2011A).

באמצע שנות ה 90 עבר ענף התמרים מייצור ושיווק מג'הול יבש עם 18% לחות ופחות (ברנשטיין 2004), לייצור ושיווק מג'הול עסיסי (תמר חצי יבש) ברמות לחות של 22% עד 28% (גלזנר 2011), ולאחרונה גם בייצור ושיווק פרי "טריי"/"סופר עסיסי" בלחות 30% עד 36% (בורכוב וחובריה

2009, בן צבי וחובריה 2009A, 2009B, ברנשטיין וחובריו 2007, שפירא וחובריו 2006). הבשלת המגיהול ע"ג העץ אינה אחידה והיא נמשכת כחודש (ברנשטיין וחובריו 2007). בתקופה זו ניתן למצוא על גבי האשכול פרי צהוב שעדיין לא התחיל להבחיל עד פרי יבש (ברנשטיין 2004, Glazner et al 2002, Abounajmi M. 2004). במגיהול פרות בדרגת הבשלה מתקדמת (בוהל, רטוב, חצי יבש, ויבש) נוטים לנשור מהאשכול. על מנת למנוע נשירת פרי זה לקרקע מכסים את האשכול בשקי רשת מיוחדים והפרי שנפל נאסף מהם דרך פתח מיוחד. לשקי הרשת יתרון נוסף בכך שהם מגינים על הפרי מפני פגיעה של בעלי חוליות ופרוקי רגליים. בערבה בד"כ הפרי הבשל הוא ברמת לחות של מגיהול עסיסי ויש לגדוד אותו אחת לכמה ימים בטרם הצמיל. באזורים הצפוניים מים המלח הפרי נוטה להישאר בלחות גבוהה ובד"כ אינו מצמיל ולכן יש לגדוד אותו לייבשו באופן מלאכותי היות והוא עלול להיפגע מגשמי סתיו (ברנשטיין 2004). בשנים האחרונות נמצא כי גדיד מוקדם של הפרי בשלב צהוב או תחילת בוהל והבשלתו בתנאים מלאכותיים מפחיתים את אחוז השלפוח ומעלים את כמות הפרי באיכות גבוהה (סריג וחובריו 2007, 2008A, 2009). בשיטה זו מתקבל בשלב הייבוש הראשון "מגיהול טרי" והעמקים הצפוניים מתמחים באריזתו ושיווקו. מגיהול עסיסי הוא פרי בעל ציפה רכה ונימוחה וקליפה דקה ועדינה. קליפת הפרי נפגעת ונקרעת בקלות ולכן יש לבצע את גדיד הפרי הבשל ומוכן בצורה עדינה ביותר על מנת להימנע מפגיעה מכנית בקליפה, המורידה את סיווג הפרי, כושר השתמרותו וערכו. רגישותו של מגיהול סופר עסיסי לפגיעות מכניות רבה יותר והפתרון המסתמן לגדיד פרי זה הינו גדיד של פרי צהוב והבשלתו (סריג וחובריו 2004, 2008B, בן צבי וחובריה 2009A)

המגיהול זן של התמר המצוי (*Phoenix dactylifera*), הינו צמח חד פסיגי שבתנאי תרבות הוא בעל גזע אחד הגדל בקצב ממוצע של כחצי מטר בשנה (ברנשטיין 2004). הפריחה והפרי נוצרים בצמרת העץ המכילה כ 90 עלים. יבול מסחרי מתחיל בשנה רביעית חמישית והעץ מגיע לניבה משמעותית בשנה עשירית אם כי היבול ממשיך ועולה גם בגיל 30 ויותר (כהן וחובריו 2010). גובה העץ יכול להגיע ל 15 עד 20 מטר (ברנשטיין 2004, כהן וחובריו 2010). במהלך הגידול יש להגיע לצמרת העץ מספר רב של פעמים ולכן מפותחים אמצעי מיכון לטיפול בעץ ולגדיד מכני של פרי התמר (Perkins & Brown 1965) וכפי כשמבוצע גם בגידולים אחרים (Whitney 1995). עיקר הפיתוח הוא של כלי גובה לגדיד (גדיד= חיתוך הידה) של אשכולות הפרי המוכן וכלים להסרת הפרי מהסנסנים ע"י ניעור מכני של האשכולות (Perkins & Brown 1965). מיכון זה מתאים בעיקר לפרי יבש ולפרי בוסר אולם אינו מתאים לפרי חצי יבש הנגדד באופן ידני (Glazner et al

2002, ברנשטיין 2004, Abounajmi 2004). ככל הידוע, לא פותחו כלים לגדיד מכני של פרי לח ועסיסי מלבד בישראל. ניסויים בגדיד מכני ע"י נייעור גזע החלו בשנות ה 80 בערבה דרומית (זיו ו וחובריו 1986, 1987, 1993). במהלכם פותחה התפישה ומבנה מערך לגדיד מכני הכולל: (1) מנער גזע להפלת הפרי הבשל; (2) מערכת לקליטת הפרי והעברתו באמצעות מסועים למיכל איסוף. יעילות המערכת בגדיד וחדראוי (פרי יבש) הייתה דומה ליעילות גדיד ידני, אולם בעצי הנייעור לא בוצע קיווץ, קשירת ידות, ועטיפה בשקי רשת כך שנחסכו ימי עבודה רבים ושעות עבודה של כלי גובה (זיו ו בארי 1993). בתחילת שנות ה 90 פותחה והוכנסה לשימוש בסמר מערכת פשוטה לגדיד מכני של מגיהול מטיפוס 'לביא' שהתאימה לעצים נמוכים (יבלונקה וחובריו 2004A) ופועלת עד היום. עם המעבר לייצור ושיווק מגיהול עסיסי הרגיש לפגיעות מכניות הוחל בפיתוח מערכות לקליטת הפרי המנוער סמוך לאשכולות והעברתו להמשך טיפול באמצעות מסועים רכים. בתחילת שנות ה 2000 הוחל בפיתוח מערכת לגדיד מכני של מגיהול עסיסי בנאות סמדר בשיתוף המו"פ וחברת דותן. המערכת שנבנתה הורכבה מכלי שכלל מנער ומערכת לקליטת הפרי המנוער, הבנוי ממשטח נוקשה מרופד, ממנה הועבר הפרי באמצעות מערכת מסועים מסוכרנים למסועים שנמצאו על כלי נוסף בו בוצע המשך הטיפול (יבלונקה וחובריו 2004A, 2004B). מערכת זו פעלה בנאות סמדר עד נשרפה ב 2010. במקביל פותחו בסמר מספר מערכות המבוססות על מערכת קליטת פרי ע"י פרישת רשתות ולא משטח נוקשה מרופד. כיום פועלות בערבה מספר מערכות לגדיד מכני של מגיהול עסיסי השונות באופן מהותי אחת מהשניה בגלל מיקום מנער הגזע, סוג מערכת קליטת הפרי המנוער, מיקום מערכת המגוש והמשטח (סדובסקי וחובריו 2010A). לאחרונה הוחל גם בבחינת גדיד מכני של מגיהול צהוב וחצי צהוב בבקעת הירדן (סריג וחובריו 2008B) ובית שאן (בן צבי וחובריו 2009B).

העבודה מבוצעת בערבה דרומית, מאחר וזהו האזור היחיד בו מתבצע גדיד מכני מסחרי (סריג וחובריו 2008B, בן צבי וחובריו 2009B, סדובסקי וחובריו 2010A). המטרה בגדיד היא לגדוד בכל סבב את מרב הפרי העסיסי המוכן, המוגדר כפרי ברמת לחות של 22% עד 28% לחות (ערדום תמרים 2011). בד"כ מבוצעים סבבי הגדיד בהתאם לקצב ההבשלה של הפרי (ברנשטיין 2004). שלבי הגדיד באזור הם: 1. גדיד; 2. מיון ראשוני (כהן וחובריו 2010) לסילוק בררה מוחלטת ומיון פרי לא מתאים לאריזה (רטוב או יבש) 3. מגוש, בו מועבר הפרי שנגדד למגשים יעודיים; 4. משטוח, ערום המגשים ע"ג משטח עץ תקני של בית האריזה, ואיטום המשטח השלם ביריעת פלסטיק; 5. העברת המשטח להמשך טיפול או לבית האריזה (סדובסקי וחובריו 2010A). גדיד ידני

של מגיהול עסיסי בעצים בוגרים מבוצע מבמה ייעודית המורכבת ע"ג "כלי גובה" בעל זרוע מתקפלת או מתארכת. הכלי יכול לשאת בבטיחות רבה מספר עובדים ומאות ק"ג פרי עד גובה עשרים מטר. תנועת הכלי והשליטה בו מבוצעים ע"י מפעיל מיומן הנמצא על הבמה. לאחר מיקום הבמה אל מתחת לאשכולות, העובד פותח בזירות את השק המכסה את האשכול בפתח מיוחד המיועד לכך, אוסף את כל הפרי שנשר מאז הגדיד הקודם ומניח במגשים. לאחר מכן עובר בזירות וגודד את הפרות המוכנים שלא נשרו. בגמר איסוף הפרי הבשל הוא סוגר את הפתח בשק ועובר לאשכול הבא. לאחר שנגדדו כל האשכולות הבמה מורדת לגובה בטיחותי לנסיעה והכלי עובר לעץ הבא. כאשר כמות הפרי ע"ג הבמה מגיעה למשקל מרבי מותר, הבמה מורדת לגובה הקרקע ומגשי הפרי נפרקים ע"י העובדים הנמצאים עליו. בערבה הגדיד הידני מתבצע בשעות האור בין 0630 בבוקר עד ל 1830. הספק העבודה בגדיד ידני ע"ג כלי גובה עם צוות של 2 עד 4 עובדים, הוא 3 עד 4 עצים לשעת עבודה הכוללת הפסקות פריקה, משטוח המגשים המלאים וטעינת מגשים ריקים להמשך עבודה (סדובסקי וחובריו 2010A). בעונה רגילה מתבצעים שלושה עד חמישה סבבים לשבוע עד שבועיים בהתאם ליבול ומצב ההבשלה של הפרי. בגדיד מכני, בד"כ, האשכולות אינם מכוסים בשק הם נקשרים לשדרת העלה או רק מונחים עליה להעברה יעילה של תנודות המנער. במהלך הגדיד המכני העץ מנוער במנער גזע והפרי נופל לתוך מערכת קליטה, המורכבת ע"ג כלי גובה הנפרשת לפני תחילת הניעור סמוך מאוד לאשכולות התחתונים על מנת לקצר את מרחק הנפילה של הפרי. הפרי המנוער מועבר, בשיטות שונות (סדובסקי וחובריו 2010), למגשים ובהמשך מטופל כמו פרי שנגדד ידנית. היות ופרי חם רגיש יותר לפגיעות פיזיות, הגדיד המכני מתחיל בלילה לאחר שטמפרטורת הפרי יורדת ונמשך לתוך הבקרים עד לעליה בטמפרטורת הפרי. הספקי העבודה בגדיד מכני הם כ 20 עד 25 עצים לשעה עם צוות של ארבעה עד חמישה עובדים (סדובסקי וחובריו 2010A). בגדיד מכני מבוצעים ארבעה עד שישה סבבים על מנת להפחית את כמות הפרי הנושר בין סבב לסבב. כמות הפחת המיוחסת לגדיד מכני כתוצאה מנשירת פרי בשל, ופגיעה בפרי שאינו מוגן ע"י שק רשת ע"י בעלי חיים וחרקים, מוערכת ב 10% עד 20% (זיו ג. בע"פ). בנוסף לשתי שיטות הגדיד (ידני ומכני) פותחה ביהל מערכת הכוללת שלבים מכניים ושליבים ידניים. המערכת מבוססת על המערכת לגדיד מכני שפותחה בנאות סמדר (יבלונקה וחובריו 2004, 2005). בשיטת יהל האשכול מכוסה בשקים ארוכים מאוד והפרי המנוער ע"י מנער גזע נופל לתוכם. מערך קליטת הפרי מורכב ע"ג במה וכולל משטח מחורר אליו משוחרר הפרי מהשקים ע"י העובדים. הפרי נופל דרך החורים מספר בודד של ס"מ למסוע רך. לאחר שהמסוע מתמלא הפרי נפרק באופן מתואם לעגלת מיון ראשוני בו הפרי מועבר למגשים. בשיטה זו אין איבוד של פרי נשר והפרי מוגן

ע"י שקים מבע"ח וחרקים. מערכת זו יותר יעילה ממערכי הגדיד הידני אולם הספקיה פחותים מהספקי מערכי גדיד מכני (סדובסקי וחובריו 2010A).

איכות הפרי הנגדד משתנה כל הזמן בהתאם לטמפרטורה ולחות האוויר ולכן קשה להעריך את השפעת שיטת הגדיד והמערך הכולל על כמות הפרי ואיכות הפרי הנארז. ב 2010 בוצעה בדיקת איכות של פרי שנדגם במקביל למדידת הכלים והעובדים. התוצאות שהתקבלו היו חלקיות בלבד היות וחלק מסעיפי הבדיקה לא היו מפורטים דיים. (סדובסקי וחובריו 2010A, סעיף 10טבלה 2). אם זאת התוצאות הראו כי בגדיד מכני הפרי לח יותר, שוקל יותר, ופחות נגוע בכתמי יובש (סדובסקי וחובריו 2010A). בגדיד מכני היה יותר פרי צהוב אולם הסיבה לכך היא כנראה שבמהלך הגדיד הידני הפרי הצהוב נאסף ומוחזר לשקים להמשך הבשלה (סדובסקי וחובריו 2010A). בעקבות תוצאות אלו שונו סעיפי הדיגום במעבדת ערדום כך שניתן יהיה לייחס פרמטרים שונים המשפיעים על איכות הפרי לשיטת הגדיד סעיף 10 טבלה 4). לניתוח השפעת שיטת ומערך הגדיד על כמות הפחת, איכות הפרי המתקבלת ומשמעות הנזק הכלכלי הנגרם לפרי, באם נגרם, בהשוואה לתועלת והחסכון בעבודת אדם במעבר מגדיד ידני לגדיד מכני חשיבות רבה לגבי החלטה המגדלים האם לבצע את המעבר לגדיד מכני מידני ולאיזה מערך.

באופן מעשי קיים הבדל לעיתים מהותי בין מערכי הגדיד הידני למערכי גדיד מכני ובין מערכת למערכת גם באותו מטע (סדובסקי וחובריו 2010A). ההבדלים נובעים בד"כ ממועד התכנון וייצור מערך הגדיד. בגדיד ידני ככל שהבמה חדשה יותר היא מותאמת יותר לגדיד ידני. בגדיד ידני עיקר ההבדלים בין הכלים הם הגובה אליו הכלי מגיע, המשקל המרבי לבמה (עובדים+פרי) וסידור המגשים על הבמה המשפיע על תנועה העובדים בגדיד, ועל זמן הפריקה של המגשים המלאים והעמסת הריקים. במערכי גדיד מכני המורכבות רבה יותר וחלק מהמערכות עוברות שינוי משמעותי במהלך העונה (סדן י. בע"פ, זיו ר. בע"פ). מרכיבי מערכת הגדיד המכני הם: (1) מנער, היכול להיות מורכב על מערכת קליטת הפרי או על גבי כלי אחר; (2) מערכת איסוף הפרי המנוער, יכולה להיות מורכבת מרשת גמישה, סרטי פלסטיק או שקים (יהל); (3) מערכת מגוש בה מבוצעת העברת הפרי למגשים. המערכת הפשוטה מבוססת על נפילה חופשית של הפרי למגשים לאחר האטת הנפילה באמצעות סרטי פלסטיק במערכת קליטת הפרי. המערכת היותר מתקדמת ממוקמת ע"ג עגלת מגוש אליה נפרק הפרי ממערכת האיסוף במסועים. במערכות יותר חדשות (חרגול), המגוש נעשה ע"י עובדים הנמצאים על הבמה עם מערכת קליטת הפרי, והמגוש מבוצע תוך כדי הניעור והתנועה מעץ לעץ; (4) משטוח המגשים המלאים מבוצע גם הוא במספר ואריאציות.

בגדיד ידני מבוצע ע"י צוות כלי הגובה במהלך פריקת המגשים המלאים. בגדיד מכני המשטוח בד"כ מבוצע ע"י צוות המלווה את מערכת הקליטה במהלך הזמן בין פריקה לפריקה או כמוצר סופי של עגלת המיון הראשוני. בחלק מהמטעים לא מבוצע משטוח והמגשים מועברים לבית אריזה קדמי בו מבוצע מיון וטיפול בפרי ורק לאחר מכן מבוצע המשטוח והעברת הפרי לבית האריזה המרכזי. לכל אחת ממערכות הגדיד חסרונות ויתרונות. לימוד ומדידת ביצועי המערכות יאפשר להצביע על נקודות התורפה והחזקה של כל מערכת והתאמתם למטעים שונים בהתאם לגובה העצים, רמת לחות הפרי הרב שנתית ורמת ההבשלה של הפרי המיועד לגדיד (צהוב, בוחל, רטוב, חצי יבש ויבש) וגם להמליץ כיצד ניתן לשפר את ביצועיהן בטווח מידי ובטווח בינוני וארוך.

למרות שגדיד מכני של מגיהול עסיסי בעצים בוגרים מבוצע באופן מסחרי כבר למעלה משמונה שנים, הוא מתבצע באופן מסחרי רק בארבעה מטעים בערבה דרומית (סריג וחובריו 2008B, סדובסקי וחובריו 2010A, סעיף 10 טבלה 1). אל אף החיסכון הניכר בעבודת אדם שהוצג בעבר (יבלונקה וחובריו 2004, ולאחרונה (סדובסקי וחובריו 2010A), והצפי למצוקת כח האדם הדרוש לגדיד ידני (סריג וחובריו 2008B), לא היה אימוץ של גדיד מכני במשקים נוספים בערבה דרומית ובאזורי גידול אחרים. להערכתנו, לאחר תחקור מגדלי תמר מהערבה ואזורים נוספים, אי המעבר לגדיד מכני נובע משתי סיבות עיקריות: 1) חשש מאובדן משמעותי בהכנסות כתוצאה מפגיעה באיכות הפרי הנגדד מפגיעות מכניות, אובדן פרי בשל הנושר לקרקע ופגיעה בפרי ע"י בע"ח וחרקים בעודו מבשיל בגלל אי כיסוי בשק רשת; 2) חוסר מידע לגבי היתרונות והחסרונות של כל מערך גדיד, כך שגם לאחר ההחלטה העקרונית לעבור לגדיד מכני קשה למגדלים לבחור במערך המתאים להם ביותר. לדוגמא, במטעים בהם יש נטייה לפרי יבש ניתן לגדוד במערך פשוט, ואילו במטעים בהם יש נטייה לפרי לח או המעוניינים בשיווק מגיהול סופר עסיס, פרות הרגישים יותר לפגיעות (ברנשטיין וחובריו 2007, סריג וחובריו 2007, 2008A, 2008B, 2009, בן צבי וחבורה 2009A, 2009B) יש להשתמש במערך עדין במיוחד. יתכן כי לפרי לח מאד יתאים מערך המשלב ניעור ושקים כמו ביהל. איסוף נתונים של מערכי הגדיד הידני ומערכי הגדיד המכני השונים בזמן אמת ניתוח אופן פעולתם והצגתם למגדלים תסייע להם לשפר ולחסוך בכח אדם במערכי הגדיד המכני והידני הקיימים ותמריץ אותם לעבור לגדיד מכני עקב החיסכון המשמעותי בכח האדם. התוצאות שיתקבלו בעבודה זו יהוו כלי תומך החלטה לגבי המעבר מגדיד ידני למכני, בעיקר לגבי ההחלטה איזה מערכת מתאימה לכל מגדל בהתאם לגודל חלקותיהם, כמות וסוג כח העבודה העומד לרשותם, ואיכות הפרי במטע.

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 מהנדסת שיטות ומדידת עבודה (גלברזון, 2000). מדידת עבודה עוסקת בקביעת הזמן הנדרש לביצוע מטלה מסוימת. בהקשר זה יש להבחין בין משך הביצוע – הזמן החולף מתחילת העבודה עד סיומה, לזמן המושקע – שה"כ שעות העבודה. לדוגמה, ניתן לקצר את משך הביצוע ע"י עבודה של מספר עובדים, אך הזמן המושקע לא יקטן (ואולי אף יגדל). כמו כן יש להבדיל בין התייחסות לעובד להתייחסות למוצר. אבחנה זו רלוונטית בעבודות קטין בהתייחס להובלת הפירות מהשדה לבית האריזה.

### מטרת המחקר

איסוף ניתוח והשוואת מערכי ושיטות גדיד מכני וגדיד ידני שונים בשיטות של חקר עבודה בזמן אמת ככלי תומך החלטה ולהאצת המעבר מגדיד ידני למכני במגיהול עסיסי לצורך חסכון בעבודה.

### מטרות המשנה

1. איסוף ניתוח והשוואת נתוני העבודה של מערכי ושיטות גדיד ידני ומכני בזמן אמת
2. בחינת השפעת מערך הגדיד על איכות הפרי הנגדד ועל הפחת מנשירה ופגעים בשטח
3. הצגת התוצאות ככלי תומך החלטה במעבר מגדיד ידני למכני לחסכון בעבודת אדם
4. שיפור העבודה במערכים הקיימים ומציאת השיטה המיטבית לגדיד מכני וידני מהיבטים שונים, כפוף לאילוצים הקיימים במטעים השונים לחיסכון נוסף בכח אדם.

### חשיבות המחקר

למרות שבפועל מופעלות בהצלחה מערכות לגדיד מכני בארבעה משקים בערבה דרומית המהווים רק 5% משטח המגיהול בארץ, כבר מספר שנים, לא היה מעבר של מטעים נוספים לגדיד מכני. לדעתנו המחסום העיקרי לאי המעבר לגדיד מכני, למרות שהודגם בעבר חסכון משמעותי בעובדים בשיטה זו, נובע מחוסר מידע מדעי מדויק לגבי המשמעויות השונות של מעבר מגדיד ידני לגדיד מכני מבחינת השפעתו על כמות כח אדם (הספקים עלויות ויעילות), מיכון (השקעה, עלות הפעלה, הספקים ויעילות), היבול (פחת) ואיכותו, והחשש לאובדן הכנסות כתוצאה מהמעבר. חשיבותה של תכנית זו בכך שלראשונה יערך מחקר השוואתי מקיף רב שנתי שיכלול נוסף להשוואה בין גדיד מכני לגדיד ידני בזמן אמת גם השוואה בין ארבע מערכות שונות מהותית לגדיד מכני הפועלות בערבה. התוצאות שיתקבלו בעבודה זו ישמשו את המגדלים ככלי תומך החלטה בבחירת מערכת גדיד מכני המתאימה להם ויאיצו את המעבר לגדיד מכני במטעים רבים. בחישוב גס ע"פ תוצאות המחקר הראשוני שנערך ב 2010 (סדובסקי וחובריו 2011A) נמצא כי ימי עבודה לדונם בגדיד ידני

הם ארבעה לעומת פחות משנים בגדיד מכני. כך שהחיסכון במעבר הוא שני ימי עבודה לדונם בעונה. לגבי "כלי גובה" יש לכאורה חיסכון במספר הכלים בכ 2/3 אולם בגדיד מכני כלי הגובה פועלים במשך כל העבודה ואילו בגדיד ידני רק כ 1/3 מהזמן (רק במעבר מעץ לעץ ולצורך פריקה) ולכן מספר שעות המנוע לכלי לדונם לעונה כמעט זהה, ולמעשה נראה כי החיסכון בכלים לא משמעותי. בהנחה כי רק כ 1/3 ממטעי המגיהול בארץ (12 אלף) יעברו לגדיד מכני החיסכון הצפוי הוא 24 אלף ימי עבודה לשנה. להערכתנו מעבר כזה יתבצע תוך שנתיים עד שלוש שנים מפרסום התוצאות ועם הצורך בתוספת עובדים כתוצאה מכניסת 13 אלף דונם נוספים של מגיהול צעיר לניבה. להערכתנו קיים חסכון נוסף הנובע מכך שבגדיד מכני לא מבוצעת בחלק מהמטעים קשירת ידות וכיסוי האשכולות בשקים. להערכתנו החיסכון מכך נע בין חצי יום ליום אחד לדונם אולם זוהי הערכה בלבד והחיסכון האמיתי יבדק במהלך העבודה ב 2012.

חשיבות נוספת לעבודה בבחינת המערכים השונים בכך שתוצאות העבודה יאפשרו למגדלים לבחור את מערכת הגדיד המתאימה להם ביותר מבחינת גיל (גובה העצים), רמת הלחות של הפרי (רגישות לפגיעות מכניות) וסוג הפרי המבוקש (צהוב, בוחל, לח, יבש) ומיומנות כח האדם העומד לרשותם.

### שיטות וחמרים

העבודה מבוצעת בשישה מטעים בערבה דרומית, בה מבוצע גדיד מכני מסחרי. ששת המטעים מייצגים שיטות ומערכים שונים לגדיד ידני ולגדיד מכני של מגיהול עסיסי (סדובסקי וחוברין 2010A): ביהל – מכני + שקים; נאות סמדר – מכני; לוטן- ידני+שקים (שני כלי גובה שונים); יטבתה – מכני (שתי מערכות שונות); סמר-מכני (שתי מערכות שונות); אליפז – ידני+שקים (שני כלי גובה שונים). הבדיקה תבוצע בחלקות בוגרות ודומות מבחינת גיל, גובה עצים, ויבול לתת-אזור. איסוף נתוני העבודה ונתוני איכות הפרי והיבול בזמן אמת יבוצע ע"י צוות המורכב מאנשי המכון להנדסה חקלאית ומאנשי מו"פ ערבה דרומית שיעבדו במקביל תוך הפרעה מזערית למהלך הגדיד.

במחקר יבוצע בשיטות של חקר המערכות הקיימות בעזרת שיטות הנדסת תעשייה. ייאספו נתונים על שיטות העבודה, אמצעי העזר והציוד, המיכון הקיים בכל שלב, מיקום המיכון ומספר העובדים. יבוצע חקר עבודה של תהליכי העבודה ובניתוח פארטו לקביעת השלבים והתהליכים המשמעותיים. באמצעות חקר העבודה יאותרו צווארי בקבוק בתהליכי העבודה (ראה סדובסקי וחוברין 2010A). דיגום פרי להערכת איכות והשפעת שיטת הגדיד והמערכת יבוצע במהלך בדיקת המערכת. בכל מערכת יבוצעו שלוש דגימות נפרדות של 100 עד 150 פרות המהוים מדגם טוב (סדובסקי וחוברין 2010B) שיועברו למעבדת האיכות של ערדום (ראה סדובסקי וחוברין 2010A).



הבדיקה תבוצע במתכונת המקובלת לבדיקת פרי של המגדלים (סעיף 10טבלה 2, 4). כל מערכת תבדק במשך שתיים עד שלוש עונות עוקבות.

### תוצאות ודין 2011

ב 2011 נבדקו המערכות הבאות:

אליפז - ידני: F18, F17

סמר - מכני: חרגול - מנערת נפרדת, גחלילית (שפירית) - כלי ניסיוני

יטבתה - מכני: יטבתה ייחודי, סופר חרגול- מנערת אינטגרטיבית

לוטן - ידני: F14, מניסקופ

נאות סמדר - מכני: סופר חרגול - מנערת אינטגרטיבית

יהל - מכני+ שקים: שקים ארוכים, מנערת, משטח קליטה ופריקה, עגלת פריקה ומגוש.

### הספקי עבודה

בחרגול נמצאו הבדלים משמעותיים בין המטעים השונים (טבלה 1). להערכתנו ההבדלים נובעים מגובה העצים, יכול לעץ בכל סבב, וטיפול בפרי לאחר הגדיד (מיון ראשוני ומשטוח). נמצא כי יש הבדל משמעותי בהספקי העבודה ין גדיד מכני לידני (טבלה 1). הספק העבודה לעובד בגדיד מכני גבוה פי 4 עד פי 10 ויותר מההספק בגדיד ידני (טבלה 1) וההספק לכלי גובה בין פי 10 לפי 30. בהערכת הנתונים יש לקחת בחשבון את מספר הסבבים בכל מטע. בגדיד מכני ללא שקים מספר הסבבים הממוצע נע בין שישה לשמונה בגדיד ידני בין שלושה לארבעה ובגדיד מכני עם שקים (יהל) בוצעו העונה שני סבבים בלבד.

משק	סמר	סמר	יטבתה	נ. סמדר	יהל	אליפז	לוטן
כלי	שפירית	חרגול	ס. חרגול	ס. חרגול	שקים	ידני	ידני
דקות לעץ	2.4	1.4	0.9	3.1	10.9	26.0	25.0
עצים לשעה	24.9	42.2	66.0	19.7	5.5	2.3	2.4
עובדים	5	6	5	7	7	3	2
עצים/עובד/לשעה	5	7	13	3	0.8	0.8	1.2

טבלה 1: הספקי עבודה בגדיד ע"פ כלי ושיטה 2011.

### איכות פרי 2011

בעקבות לקחי עונת 2010 שונו סעיפי הבדיקה על מנת שיתאימו לפגעים כתוצאה משיטת הגדיד בעיקר נזקים מכניים, לחות גבוהה, פרי צהוב ונזקי בע"ח שבד"גכ לא פוגעים בפרי מכוסה ברשת.

במקביל לבדיקות חקר העבודה נלקחו שלוש דגימות נפרדות של פרי במשקל 2 ק"ג מכל מערכת נבדקת והעברו למעבדת האיכות של ערדום. בגדיד מכני הדגימה הייתה של פרי שלא עבר כל מיון. בגדיד ידני הפרי עבר מיון ראשוני תוך כדי הגדיד. בגדיד ידני פרי פסול נזרק לקרקע המטע. פרי צהוב הוחזר לשקים להמשך הבחלה ופרי בוחל הופרד מהפרי המוכן שנגדד להמשך טיפול. במידה והעובדים היו נדרשים לא לבצע זאת או לחילופין אחד הדוגמים היה מצטרף לכלי הגובה היה חל שינוי בקצב העבודה ולכן נמנענו מכך. מסיבה זאת יש להתחשב במיון זה בהערכת איכות הפרי המתקבלת.

בגדיד מכני התקבל אחוז גבוה של פרי צהוב וחצי צהוב, אחוז גבוה של פרי קרוע, אחוז נמוך של פרי מעוך (טבלה 2). עיקר ההבדל באיכות נובע מפרי קרוע וצהוב. כאמור יש לקחת בחשבון שבגדיד ידני פרי שאינו מתאים לאריזה מסולק מהפרי הנשלח לבית האריזה כך שיש להניח כי ההבדל באחוז הטובים לאריזה נובע בעיקר מכך. חיזוק להנחה זו ניתן לראות בכמות הפרי המעוך שהיה נמוך מ אחוז אחד, היות והפגיעה העקרית העשויה להגרם ע"י גדי מכני היא מעיכה או ו קריעת הפרי. בגדיד מכני יש אחוז גבוה של פרי צהוב ובוחל הנובעים כפי הנראה מהניעור עצמו ולכן יש לשפר את אופן הניעור ובכך להפחית כמות זו.

מערכת	משקל פרי ממוצע	אחוז טובים לאריזה	אחוז מצומק	אחוז צהוב וחצי צהוב	אחוז קרע גדול מ 3 מ"מ	אחוז מעוך	אחוז בוחל	אחוז מנוקר
ידני	21.8	99	0.2	0.5	1.8	0	0.7	0
מכני	22.2	90	1.8	6.4	4.8	0.2	5.3	0.8
שקים	19.4	96	0.3	0	1.5	0	4.6	0.3

טבלה 2: השפעת שיטת הגדיד על מדדי איכות פרי (ממוצע של 3 דגימות נפרדות של 2 ק"ג)

#### נשירת פרי מוכן

למרות שבגדיד מכני ללא שקים בד"כ מבוצע סבב כל 3 עד 4 ימים, חלק מהפרי המוכן נושר לקרקע ואינו ראוי לשיווק. על מנת להעריך את הנזק כתוצאה מאובדן פרי זה יש לאסוף אותו מהקרקע לשקול אותו ולהעריך את איכותו. בנוסף יש לשקול את היבול בכל עץ בו נאסף הנשר על מנת שאפשר יהיה להעריך מה אחוז הפרי שהולך לאיבוד כתוצאה מהנשירה.

#### סיכום ומסקנות

ב 2011 נמצא כי גדיד מכני בסופר חרגול שפותח ע"י סמר יעיל פי 10 עד 30 מגדיד ידני מבחינת משך העבודה עם כלי גובה, יעיל פי 5 עד 10 מבחינת כח אדם. אם זאת יש לקחת בחשבון שמספר

הסבבים בגדיד מכני גדול פי 2 עד 3 ממספרם בגדיד ידני או בגדיד לשקים ארוכים. צוואר הבקבוק העיקרי בגדיד מכני הוא שלב פריקת המגשים המלאים וטעינת הכלים במגשים ריקים. איכות הפרי בגדיד מכני נמוכה משמעותית מאיכותו בגדיד ידני עקב מיון ראשוני במהלך הגדיד, ופרי צהוב ובוחל כתוצאה מהניעור. לא נראה כי יש פגיעה בפרי (מעיקה וקריעה) כתוצאה מנפילתו והסעתו במסועים.

### ספרות מצוטטת

1. בורוכוב חמוטל, לוצקי בלה, לוי סילבי, ליבשיץ תמרה וגרינברג אמנון 2009. אבטחת איכות פרי מג'הול" סופר- עסיסי "בשימור ממושך. דוחות מו"פ ערבה דרומית 2009.
2. בן צבי רחל וגולן אבנר 2009A. הכנת מגיהול טרי ע"י גדיד פרי צהוב והבחלתו בתנאים מלאכותיים. דוחות מו"פ צפון 2009.
3. בן צבי רחל וגולן אבנר 2009B. סיכום ניעור מגיהול צהוב עונת 2009. דוחות מו"פ צפון 2009.
4. ברנשטיין צ. 2004. התמר. הוצאת המועצה לשיווק פירות.
5. ברנשטיין צבי, בן צבי רחל, נאורי חמוטל, ברמוחה דוד 2007. תמר 'מגיהול' טרי-מוצר יצוא חדש. עלון הנוטע 61 : 12-16, 26.
6. גלברזון ש. 2000. ניהול הטיפעול ושיפור ביצועים. ת"א, צריקובר.
7. גלזנר ב. 2011. הגדרת איכויות פרי מבוקשות לגדיד 2011. ב:גדיד 2011 ערדום תמרים, ע"מ 2.
8. הדס אפרת, גל ברכה, ליטביץ יאיר ורונון ירון 2010. תשומות עבודה בחקלאות לפי גידולים וסוגי עבודות. מדינת ישראל, משרד החקלאות ופיתוח הכפר.
9. זיו ג., שריג י., שמרוק י. ודמטר י. 1986. פיתוח מערכות ממוכנות לטיפול בעץ התמר. דוח שנתי ל עונת 1985/1986. המכון להנדסה חקלאית בית דגן.
10. זיו ג., שריג י., אברמוביץ ב. ואגוזי ת. 1988. פיתוח מערכות ממוכנות לגיזום וגדיד תמרים. דוחות מחקר מו"פ ערבה 1987/8.
11. זיו גדעון ובארי רוני 1993. דילול וגדיד באמצעות מנער גזע. דוחות מו"פ נגב-ערבה 1992/1993.
12. יבלונקה ג., גרינברג א., טריפלר א. ושומר א., בן דוד ג., אחיאסף ג., חיאל ד. 2004B. פתוח לגדיד ואיסוף ממוכן של פרי עסיסי בתמרים מהזן מגיהול. עלון הנוטע 58(2) : 75 – 77.

- 13.** יבלונקה ג., גרינברג א., בן דוד ג., אחיאסף ג., חיאל ד., טריפלר א. ושומר א. 2004A. פתוח מנערת ומערכת איסוף לגדיד ממוכן לתמרים מהזן מגיהול. דוח לתכנית מחקר מספר 870-1092-03. מדען ראשי משרד החקלאות, דוחות מחקר 2003.
- 14.** כהן יובל, חצרוני אמוץ, סטרום מרגיורי, סדובסקי אבי וזיו ליאור 2008. פיתוח מאגר מידע בתמרים כתשתית מחקרית לשיפור איכויות הפרי. דוחות מו"פ ערבה דרומית 2008.
- 15.** כהן יובל, חצרוני אמוץ, סטרום מרגיורי, סדובסקי אברהם 2009. פיתוח מאגר מידע בתמרים כתשתית מחקרית לשיפור איכויות הפרי. דוחות מו"פ ערבה דרומית 2009.
- 16.** כהן יובל, חצרוני אמוץ, סטרום מרגיורי, סדובסקי אברהם 2010. פיתוח מאגר מידע בתמרים כתשתית מחקרית לשיפור איכויות הפרי. דוחות מו"פ ערבה דרומית 2010.
- 17.** לנדאו אורי 2011. מפקד מטעי התמרים ליום 1 ינואר 2011. הדיקלאים בשיתוף משרד החקלאות, ארגון מגדלי פירות ומועצת הצמחים ענף הפירות.
- 18.** סדובסקי אברהם, בבאי אבשלום, סטרום מרגיורי, גרינברג אמנון, בכר אביטל ודר איתמר 2010A. גדיד מכני מול גדיד ידני. דוחות מו"פ ערבה דרומית 2010.
- 19.** סדובסקי אברהם, טיקוציינסקי תמיר ולוזון ברוך 2010B. ויסות היבול וגודל הפרי במגיהול. דוחות מו"פ ערבה דרומית 2010.
- 20.** סדובסקי א. 2011. יבול דילול וגודל פרי במגיהול, ערבה דרומית 2008 – 2010. עלון הנוטע 26-30: 64.
- 21.** סריג פ., סטרוזמה א. ואורן ח. 2004. דילול פרי ושילוב חומרים סופחים, בתמר מזן מגיהול, כאמצעי להקטנת שילפוח. דוחות מו"פ בקעת הירדן 2004.
- 22.** סריג פ., ציפילביץ א., סטרוזמה א., כהן י. ואורן ח. 2007. פיתוח של תמר מגיהול טרי, עסיסי ואיכותי כמוצר חדש לייצוא. דוחות מו"פ בקעת הירדן 2007.
- 23.** סריג פ., סטרוזמה א. וכהן י. 2008A. פיתוח של תמר מגיהול טרי, עסיסי ואיכותי כמוצר חדש לייצוא. הכוונת הגידול לקבלת פירות 'מגיהול' טריים דוח ל 2008. דוחות מו"פ בקעת הירדן 2008.
- 24.** סריג פ., סטרוזמה א. ואורן ח. 2008B. בחינת מערך גדיד ממוכן בתנאי בקעת הירדן. דוחות מו"פ בקעת הירדן 2008.

25. סריג פ., סטרוזמה א. וכהן י. 2009. פיתוח של תמר מגיהול טרי, עסיסי ואיכותי כמוצר חדש לייצוא. הכוונת הגידול לקבלת פירות 'מגיהולי' טריים . דוחות מו"פ בקעת הירדן 2009.
26. ערדום תמרים 2011. גדיד 2011. ערדום מפעלים אזוריים חבל אילות.
27. שלומי טל, אורן חיים וכהן יובל 2009. תמר מגיהול טרי במערב אירופה, דוח סיור ששווקים באנגליה צרפת וספרד: 2008.12.5-11.30. בשווקי היצוא 4-5 2009 .
28. שפירא אור, בורכוב חמוטל, בן צבי רחל ודוד ברמוחה, 2006. מגיהול טרי מוצר חדש לייצוא תמרי מגיהול. דוחות מו"פ צפון 2006.
29. Abounajmi M. 2004. Mechanization of Dates fruit harvesting. ASAE 2004.
30. Glasner Baruch "Buki", Botes A., and J. Emmens 2002. Chapter IX: Date harvesting, packinghouse management and marketing aspects. In Zaid A. (ed) Date palm cultivation.
31. Perkins R. M. & Brown G.K. 1966. Date harvest mechanization. California agriculture February 1966: 8-10
32. Whitney, J.D. 1995. A review of citrus harvesting in Florida. Citrus Engineering Conference 41: 33-59.