

פיתוח מאגר מידע בתמרים כתשתית מחקרית לשיפור איכויות הפרי

Development of a date palm database for improvement of fruit quality

מוגש לקרן המדען הראשי של משרד החקלאות

ע"י

יובל כהן המחלקה למדעי עצי פרי, המכון למדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי

אמוץ חצרוני הנדסת מערכות חישה, מידע ומיכון, המכון להנדסה חקלאית, מנהל המחקר החקלאי

מרג'ורי סטרומ מו"פ ערבה דרומית

אבשלום בבאי מו"פ ערבה דרומית

אבי סדובסקי מו"פ ערבה דרומית

Yuval Cohen, Department of Fruit Tree Sciences, Institute of Plant Sciences, Volcani Research Center, P.O.B 6, Bet Dagan. E-mail: yhyuvalc@volcani.agri.gov.il

Amots Hetzroni, Agricultural Engineering, Sensing, Information and Mechanization Engineering, Institute of Agricultural Engineering, Volcani Research Center, P.O.B 6, Bet Dagan. E-mail: amots@volcani.agri.gov.il

Marjorie (Gigi) Strom, Southern Arava Research Station, M. P. Hevel Eilat 88820, Israel. E-mail: gigistrom@yahoo.com

Avshalom Babai, Southern Arava Research Station, M. P. Hevel Eilat 88820, Israel. E-mail: Avshalom@yahel.co.il

Avi Sadovsky, Southern Arava Research Station, M. P. Hevel Eilat 88820, Israel. E-mail: avisad@gmail.com

נובמבר 2011

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.

הניסויים אינם מהווים המלצות לחקלאים

חתימת החוקר

*

תוכן העניינים

2.....	תוכן העניינים
2.....	תקציר
3.....	מבוא
3.....	מטרות המחקר
4.....	פירוט הניסויים והתוצאות
4.....	אפיון מערכת המידע
5.....	מימוש מערכת המידע
7.....	בחינה ופיתוח מודלים לקשר בין תנאי סביבה ואגרנטניקה לכמויות ואיכויות הפרי
7.....	השפעת גיל העצים על היבול
8.....	התפלגות הפרי לפי מדדי הבשלה במיין ראשוני בבית האריזה
10.....	הגורמים המשפיעים על איכות הפרי למשלוח
10.....	השוואת נתונים מטאורולוגיים רבשנתיים לנתונים שנאספו במאגר המידע
11.....	מידע בזמן אמת על נתוני חנטת הפרי במטע
12.....	שימוש במאגר המידע לניהול משאבי כח אדם ואמצעים
13.....	דיון

תקציר

הצגת הבעיה: בשנים האחרונות חלה עליה רבה במודעות לאיכויות הפרי. בענף התמר, ובמיוחד בזן 'מג'הול' קיימות מספר תופעות הפוגעות מאוד באיכות הפרי והמביאות לנזקים כלכליים קשים, ובמיוחד תופעות השלפוח ו"דילוג השלב". בעבר הוצע קשר בין נתוני הסביבה ושכיחותן של התופעות, והוצעו מספר טיפולים שאמורים להפחית במידה מועטה את הנזק. אולם, המאמצים המחקריים הרבים שנעשו עד היום לא הובילו לתובנות או לפתרון חקלאי.

מטרות המחקר: היא להקים מאגר מידע לתמרים ובאמצעותו לבחון את הקשרים בין תנאי האקלים והסביבה, פרוטוקולי הגידול במטע בפועל ואיכויות הפרי באופן יסודי ומקיף לאורך שנים.

שיטות העבודה: פיתוח מערכת אחודה לאיסוף ואחזור נתונים ומידע ברמת החלקה הבודדת בענף התמר תוך התמקדות במשקי הערבה הדרומית, בניית מודלים שיסבירו תופעות שכיחות כמו שלפוח ו"דילוג שלב" בהקשר לתנאי הסביבה וממשק הגידול, שיאפשרו לנבא אותן לפני מועד הגדיד. מאגר המידע ישמש מענה גם לשאלות מחקריות אחרות בנושאים אחרים בענף התמרים.

תוצאות עיקריות: נערך אפיון מקיף של הנתונים הדרושים למאגר המידע על ידי בחינת המערכות הקיימות (נתונים מטאורולוגיים, מידע מהחקלאים, ונתוני בתי אריזה). מאגר המידע שנבנה כולל גם נתונים רבים אחרים הקשורים לכל תחומי הגידול. לכן, המאגר זמין לחקר נוסף בנושאים מגוונים, ואף מטמיע בתוכו כלים שיעזרו למגדלים לתכנן את פרוטוקול הגידול שלהם. מאגר המידע הראשוני נבנה על בסיס תוכנת Excel וכלל תפריטים לאיסוף הנתונים ולהפקת דוחות. אלו כללו אגירה והצגת נתוני האקלים, פרוטוקולי העבודה ונתוני החלקה, נתונים פיסיולוגיים על התפתחות הפרי, ונתונים על איכויות הפרי בגדיד. בהמשך, התמקד המחקר בפיתוח ממשק עבודה אינטרנטי

שמחליף את מאגר הנתונים הראשוני ובקישורו לנתוני בית האריזה המקומי. המערכת איפשרה בניית מודלים ראשונית של הגידול שכללו בין השאר השפעת גיל העץ על היבול, אותה יש לבסס בשנים הקרובות. מסקנות והמלצות לגבי יישום התוצאות: קשיים ותקלות שונות שפגעו במידת ההקלדה של הנתונים על ידי המגדלים ושינויים בשיטות המיון והטיפול בפרי על ידי בבית האריזה הביאו למידע חלקי וחסר במאגר, שאיפשר רק פיתוח ראשוני של מודלים לניתוח והסקת מסקנות. יחד עם זאת, דווקא עם סיום תקופת המחקר הממומנת התגלתה הצלחתו של מאגר המידע, כשהמגדלים ובתי האריזה ממשיכים לתמוך בו ולקדמו.

מבוא

בשנים האחרונות חלה עליה רבה במודעות לאיכויות הפרי. בענף התמר, ובמיוחד בזן 'מג'הול' קיימות מספר תופעות הפוגעות מאוד באיכות הפרי והמביאות לנזקים כלכליים קשים. אלו כוללות את תופעת השלפוח, בה נפרדת הקליפה מציפת הפרי, ואת דילוג השלב, בה הפרי כולו, או חלקים ממנו, מתייבשים לפני הבחלתם. מספר מחקרים ניסו להבין תופעות אלה, אולם המאמצים המחקריים הרבים שנעשו עד היום (במיוחד בקשר לשלפוח) לא הובילו לתובנות אמיתיות או לפתרון חקלאי.

מגדלי התמר בארץ, ובאזור הערבה הדרומית, עובדים לפי פרוטוקולי גידול מסודרים. למרות זאת, קיימים בפועל הבדלים ניכרים בין המגדלים השונים, ופעמים רבות גם הבדלים בין חלקות שונות המגודלות באותם משקים. הבדלים אלו מתבטאים בכל שלבי הגידול, החל משיטות האבקה והדילול, דרך מועדי קשירת האשכולות, הבדלים בדישון, בהשקיה, בשיטות הגדיד ואף במיון הראשוני של הפרי ובטיפולים שניתנים לו לפני ובעת הכנסתו לבתי האריזה. בין חלקות התמר השונות יש הבדלים רבים בגיל העצים, בסוגי הקרקע, באיכות מי ההשקיה וכמובן גם בתנאי האקלים (אפילו בתוך אזור הערבה הדרומית קיימים הבדלים ניכרים בתנאי לחות וטמפרטורה בין חלקות ומטעים שונים). נמצאו הבדלים בולטים גם בטיפול בפרי לאחר הקטיף. בכל המשקים, נעשה מיון ראשוני של הפרי למספר פרקציות: פרי מוכן, פרי יבש, פרי רטוב, פירות שנגדדו בוחל או בוסר (פרי צהוב), ופירות בררה. בחלק מהמשקים המיון הראשוני נעשה במטע עצמו ובאחרים הוא נעשה בבית האריזה. לאחר הטיפול, פרקציות הפרי השונות עוברות טיפולים לייבוש (פרי רטוב), הידרציה (לפרי יבש), והבחלה (לפרי צהוב) לפני המשלוח לבית האריזה.

החקלאות המודרנית הופכת יותר ויותר לתעשיית "היי-טק" ופיתוחים של חקלאות מדייקת נשקלים יותר ויותר ברמה ענפית, משקית ואפילו ברמת הצמח הבודד. כיום אין בתמר, ובמרבית גידולי המטע, איסוף ומעקב אחר נתוני הגידול בחלקות ברמה שמאפשרת הסקת מסקנות. למרות קיום פרוטוקול מסודר ורישום בפועל המנוהל על ידי מרבית המגדלים, הנתונים לא מנותחים מעבר לרמת החקלאי הבודד, ולא ניתן להסיק מהם מסקנות על שיטות משופרות ודרכים להתייעלות ולשיפור הגידול והיבול.

מטרות המחקר

מטרת המחקר היא לבחון את הקשרים בין תנאי האקלים והסביבה, פרוטוקולי הגידול ואיכויות הפרי כדי לפתח כלים לצמצום הנזקים. מטרות המשנה כוללות (1) פיתוח מערכת אחודה לאיסוף ואחזור נתונים ומידע ברמת החלקה הבודדת בענף התמר, (2) בניית מודלים שיסבירו את שכיחות תופעות השלפוח ו"דילוג השלב" בהקשר לתנאי הסביבה וממשק הגידול, ויאפשרו לנבא אותן לפני מועד הגדיד, ו-(3) ביצוע שינויים בפרוטוקולי הגידול

שיביאו לירידה בנזקים. (4) מאגר המידע ישמש מענה גם לשאלות מחקריות עתידיות בנושאים אחרים בענף התמרים.

פירוט הניסויים והתוצאות

אפיון מערכת המידע

בשלבי המחקר הראשונים, התמקדנו באפיון הנתונים הדרושים במאגר המידע. האפיון נעשה על ידי בחינת המערכות הקיימות (נתונים מטאורולוגים, מידע קיים מהחקלאים, ונתוני בתי אריזה). למרות שהמחקר מצמצם לנושא איכויות הפרי, מאגר המידע שנבנה כולל גם נתונים רבים אחרים הקשורים לכל תחומי הגידול. לכן, בטווח הארוך המאגר יהיה זמין לחקר נוסף בנושאים מגוונים, כמו למשל בהגנת הצומח, מידע פיסיוולוגי על התמר, או השפעות רמות ואיכויות ההשקיה. המאגר מטמיע בתוכו כלים שיעזרו למגדלים לתכנן את פרוטוקול הגידול שלהם. אלו כוללים עזרים לתכנון הדילול (שייקחו בחשבון את מספר האשכולות וגודלם, ואת נתוני החנטה להערכת היבול הצפוי), עזרים לחישוב כמויות האבקה הנדרשות בכל סבב האבקה בכל חלקה, או לחישוב כמויות חומרי הדברה וכו'. בנוסף, התחלנו להוסיף במאגר מידע על העובדים ועל השימוש בכלים כדי לעזור למגדלים בניהול המשאבים, וכדי לאפשר מחקרים עתידיים על חסכון בכח אדם ובמשאבים. מאגר הנתונים בנוי על ארבעה יסודות:

1. מידע על החלקה: מידע זה כולל את הזן, מספר העצים בחלקה, שנת נטיעתם, מקור העצים. מפת החלקות, שימשו בהמשך בעבודה בשיטות של חקלאות מדייקת ברמת העץ הבודד ולבחינת קשרים מרחביים בין התופעות הנחקרות; בנוסף, נרשמים שינויים שמבוצעים בחלקה - עקירת של עצים, נטיעות מילואים, ומידע רלוונטי נוסף (כמו עצי דגימה, במידה והחקלאים משתמשים בעצים קבועים לדגימותיהם).
2. מידע על פרוטוקול הגידול בפועל: המידע שנאסף כולל כל טיפול שנעשה בחלקה במהלך כל שנת העבודה, כולל מועדים, חומרים, דרכי ביצוע, שעות עבודה ועוד. מדדים עיקריים שנאספים: מועדי תחילת פריחה, מועדי האבקה ושיטת האבקה, מועדי ופרוטוקולי דילול, מספר אשכולות שפרחו, ושהופרו לעץ, גודל האשכולות ונתונים על החנטה או על נשירת הפירות. נרשמים גם מועדי קשירת אשכולות, מועדי כיסוי אשכולות ונתונים על הגידול. יותר ויותר חקלאים מבצעים מדגמים מדויקים לבחינת תופעות שונות ברמת העץ הבודד במטע. לדוגמה, במספר שלבים במהלך התפתחות הפירות נערך סקר מדגמי בו נבחנו מספרי האשכולות בכל עץ, מספר הסנסנים בכל אחד מהם ומספר הפירות בכל סנסן. סקר זה מאפשר ברמת החלקה לבחון את רמות החנטה, תהליכי גדילת הפירות ואפיונם (משקל, גודל). למרות שמאגר הנתונים בנוי כיום ברמת החלקה, ברור לנו שבעתיד יותר ויותר מידע יוכנס ברמת העץ הבודד. לכן, נתוני החנטה וספירת הפירות הללו מוכנסים לטבלאות ייחודיות המשמרות את המידע הספציפי לכל עץ, וממצעות את הנתונים לרמת החלקה. מבחינת הגנת הצומח מצוינים מועדי זיהוי מזיקים בחלקה, ומכלול הטיפולים (שנתנו בעקבות גילוי מזיקים וטיפול המניעה) שבוצעו בחלקה. מפורטת מדיניות ההשקיה: כמות מים ליום, איכות המים, ימי השקיה, התאמה למקדמי התאדות גיגית לאורך העונה.
3. מידע על איכויות הפרי ברמת החלקה והגידים השונים: המידע כולל נתונים על משקל הפרי והתפלגות במיון הראשוני לפי ממדי הבשלה, פרקציות פרי שהועברו למיום/ליבוש. המשקים השונים בערבה הדרומית נבדלים בטיפול בפרי לאחר הקטיף. בכל המשקים, נעשה מיון ראשוני של הפרי למספר פרקציות: פרי מוכן, פרי יבש, פרי רטוב, פירות שנגדדו בוחל או בוסר (פרי צהוב), ופירות בררה. בחלק מהמשקים המיון הראשוני נעשה

במטע עצמו ובאחרים הוא נעשה בבית האריזה. לאחר הטיפול, פרקציות הפרי השונות עוברות טיפולים לייבוש (פרי רטוב), הידרציה (לפרי יבש), והבחלה (לפרי צהוב) לפני המשלוח לבית האריזה. כמו כן, מקושרים למאגר המידע גם נתוני בית האריזה הסופיים של היבול לחלקה ואיכותו (גודל פרי ממוצע, מצבי הבשלה, נתוני משקל ולחות פרי, תוצאות שלפוח ודילוג שלב).

4. נתונים מטאורולוגיים מפורטים מתחנות מטאורולוגיות קיימות באזור ומתחנות שהותקנו במיוחד בשתיים מחלקות התמרים. בניגוד לנתונים האחרים הנאגרים ברמת החלקה ולעיתים אפילו ברמת העץ, הנתונים המטאורולוגיים משמשים לאפיון האיזור כולו, לבחית הבדלים בין עונות שונות ולזיהוי השפעות של אירועים אקלימיים חריגים.

מימוש מערכת המידע

מאגר המידע הראשוני נבנה על בסיס Excel וכלל תפריטים להקלדת הנתונים ולהפקת דוחות. המערכת כללה הגדרות מובנות לטבלאות מבוקרות לצורך אחידות בהפקת דוחות ומסקנות. נבחרו שדות הנתונים החשובים למגדלים (באיזור הערבה הדרומית) ושדות נוספים שחשובים בעיקר לצרכי המחקר. הטמענו בתוך מאגר המידע כלים שיעזרו למגדלים לתכנן את פרוטוקול הגידול שלהם. אלו כוללים עזרים לתכנון הדילול (שייקחו בחשבון את מספר האשכולות וגודלם, ואת נתוני החנטה להערכת היבול הצפוי), עזרים לחישוב כמויות האבקה הנדרשות בכל סבב האבקה בכל חלקה, או לחישוב כמויות חומרי הדברה וכו'. חלק מעזרים אלה פותחו כבר באופן עצמאי על ידי חלק מהמגדלים ומדריכי הגידול, והוכנסו לתוך ממשק העבודה במאגר המידע כדי להקל על עבודת החקלאים ולחסוך כפילות בהזנת הנתונים. בנוסף, נוספו במאגר מידע על העובדים ועל השימוש בכלי העבודה כדי לעזור למגדלים בניהול המשאבים, וכדי לאפשר מחקרים עתידיים על התייעלות וחסכון בכוח אדם ובמשאבים.

בשנה השניה של המחקר הושלם מימוש מערכת המידע. המערכת יושמה על גבי שרתי "ערדום" המשמשים את המגדלים ובתי האריזה באיזור. פותח ממשק אינטרנטי להזנת נתונים, לשאילתות ולהפקת דוחות. הזנת הנתונים נעשית בגישה של יומן תוך שימוש בטבלאות עזר שמכילות נתונים קבועים כמו פרטי חלקות ועוד. הממשק מאפשר גישה מאובטחת למערכת והוספת נתונים מכל מקום, כולל מחלקות המטעים עצמן. פותח ממשק SQL לשליפת הנתונים לדוחות לשימוש המגדלים ולצרכי המחקר. הממשק מאפשר, בין השאר, למגדלים להגדיר דו"ח, מתוך רשומות היומן, ולהוריד, את הנתונים שלו ולהשתמש בהם לאחר מכן באופן עצמאי, למשל בתוכנת Excel. הממשק מאפשר לחוקרים להוריד ולהשתמש במכלול המידע מהמשקים השונים. באיור 1 ואיור 2 מוצגים מסכים שונים מתוך ממשק העבודה האינטרנטי החדש. בשנת 2010-2011 נעשה שימוש משמעותי ונוצרו שאלות ליצירת דוחות לתועלת המגדלים.

מיקום	עונה	מקדם	נטיעה	עצים	גודל	שם זן	זן	שם	קוד
			1982	60	4.9	דקל טר	1	4א	404
			1991	270		מנהול	2	10	410
			1993	405		מנהול	2	11	411
			1994	756		מנהול	2	12	412
			1998	720		מנהול	2	13	413
			2001	720		מנהול	2	14	414
			1977	784		מנהול	2	15	415
			2004	63	10.3	דקל טר	1	מזרחי 1	416
			2007	567	45	מנהול	2	סיני 2	417
			2009			מנהול	2	חמנית	418
			1979	220	18	דקל טר	1	2	442
			1977	506	41.3	דקל טר	1	3	443
			1982	220	18	דקל טר	1	4	444
			1979	242	19.8	דקל טר	1	6	446
			1981	378	3.1	זהיר	3	זמיר	447

איור 1: דוגמא לטבלת נתוני עזר: טבלת חלקות באחד ממשקי הערבה הדרומית במימשק המשתמש האינטרנטי. הטבלה מפרטת את כל המידע על החלקות כולל הזן, שנת הנטיעה ומספר העצים. בהתאם להרשאות, היא מאפשרת לערוך את המידע או להשתמש בו להקלדת הנתונים.

יזמן

בחר קוד: 100 **פירוש:**

- 101 גדיד-גדיד דיני
- 102 גדיד - גדיד מכני
- 103 גדיד - טיפול לאחר הגדיד
- 104 גדיד - פתיחת שקים
- 105 גדיד - סנסנים
- 111 גזום וטיפול בגזום-איסוף גזם
- 112 גזום וטיפול בגזום-גזום
- 113 גזום וטיפול בגזום-הוצאת גזם
- 114
- 115 גזום וטיפול בגזום-חוטרים
- 116 גזום וטיפול בגזום-חוטרים-הכנה לנטיעה
- 117
- 118 גזום וטיפול בגזום-ניקוי שנת
- 119 גזום וטיפול בגזום-סידור גזם

עבודה

חלקה: 447+444

פעולה: 130

דילול: REG

עונד: REG

יח: ימי עבודה

יח: שעות עבודה

כמ.עבודה: 8

תאריך: 20100402

פריסה: רק ימי חול

שעה: כל הימים

עץ:

איור 2: מתאר חלק מאפשרויות רישום הפעולות ביומן במאגר המידע האינטרנטי. הפעולות השונות מופיעות בתפריטים קבועים (בתמונה מוצג חלק מתפריט העבודות במטע).

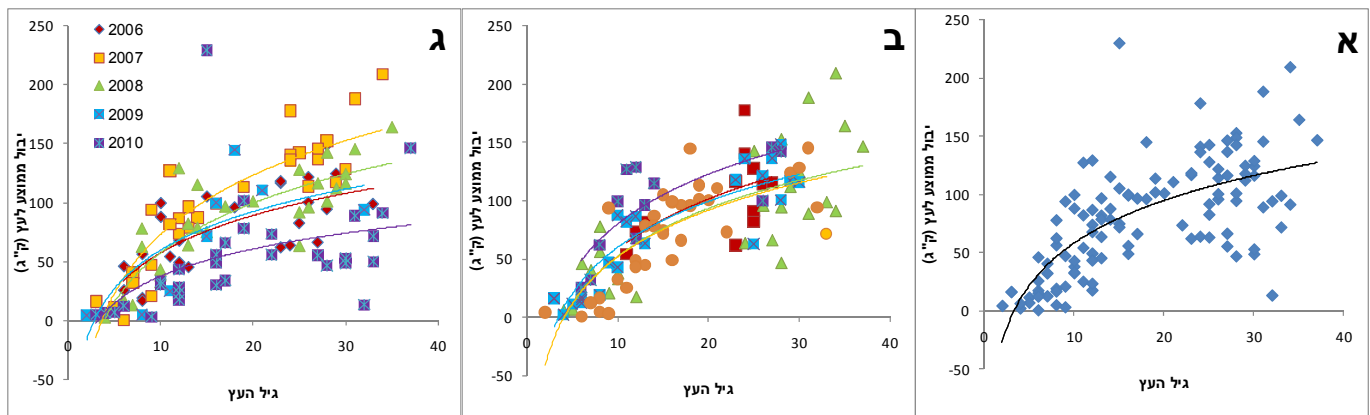
במהלך העבודה זיהינו נקודות תורפה אצל המגדלים בהקלדת הנתונים למחשב. בעיה זו היתה חריפה במיוחד בסקרי החנטים והפירות הדורשים הקלדה של כמות נתונים רבה. לשם כך פעלנו לפיתוח כלי לרישום הנתונים בעזרת מחשב כף יד (ובשיתוף עם פרויקט מחקר אחר לחקלאות מדייקת בתמרים, גם באמצעות טלפון סלולרי), והזנתם אוטומטית למאגר מידע. במסגרת זו נוסו היישומים בשטח, והוכנסו נתוני מדגמי ספירות הפרי של מאות עצים. בעקבות העבודה, ועבודות אחרות בתחום, ברור לנו שמאגר המידע הסופי שייבנה יצטרך לאפשר הזנת מידע רב ושמירתו גם ברמת העץ הבודד בחלקה.

בחינה ופיתוח מודלים לקשר בין תנאי סביבה ואגרוטכניקה לכמויות ואיכויות הפרי

למרות הסכמתם של שישה משקים (מתוך תשעה משקי הערבה הדרומית) ושני בתי האריזה העיקריים בערבה הדרומית להשתתף בפרויקט, קשיים ותקלות שונות שאירעו במהלך העבודה פגעו במידת ההקלדה של הנתונים על ידי המגדלים. כיום יש בידינו מידע כמעט מלא של תוצאות הגידול מששת המשקים המשתתפים בעונות 2008-10 (וכן מידע חלקי על נתוני בית האריזה משנים קודמות – 2006-7), מידע חלקי על פרוטוקול הגידול משלושה משקים ומידע כמעט מלא ממשק נוסף. נכון לתחילת עונת 2011, משתתפים בפרויקט באופן פעיל שישה משקים. מאגר המידע הינו עדיין בראשיתו, וכמות המידע בו עדיין מצומצמת – גם מבחינת המשקים והחלקות וגם בהיותו עדיין חדש. כיום, הנתונים שיש בידינו הם עדיין חסרים מאוד. בידינו נתוני יבול משמעותיים מארבע שנים ממספר משקים, אולם נתוני פרוטוקול הגידול חסרים. למרות המגבלה, התחלנו בניתוחים ראשוניים של המידע. דוח זה מציג כמה כיוונים בהם ניתן להשתמש בניתוח של מאגר המידע להבנת תהליכים המתרחשים במטע לאורך העונה. כיוונים אלה הינם דוגמאות לשימושים האפשריים במאגר המידע, לניתוחים מחקרניים ולהבנת תהליכים המתרחשים במטע, לבחינת ההישגים של כל חלקה וחלקה או של משק ולהשפעת פרוטוקולי הגידול על הישגי אלה, וכן לניהול המטע בפועל על ידי המגדלים.

השפעת גיל העצים על היבול

התמקדנו בבחינת השפעת גיל החלקה על היבול המתקבל: מקובל שעצי תמר נכנסים לניבה ראשונה לאחר כ-4 שנים מנטיעתם, בשנים שלאחר מכן עולה בהדרגה היבול עד להגעתם ליבול מסחרי מלא, כ-10 שנים מנטיעתם. במהלך תקופה זו העץ מייצר יותר תפוחות שהולכות ונהיות גדולות יותר, והמגדל משאיר יותר ויותר פרי על העץ. לאחר כ-10 שנים העצים מגיעים ליבול מסחרי מלא. לא ידועה תופעה של עליה ביבול מעבר לגיל 12 שנים. המגדל קובע את מספר העלים המושארים על העץ (המהווים מקור לסוכרים), ואת פרוטוקול דילול הפרי הכולל את מספר האשכולות לכל עץ, מספר סנסנים לאשכול (בהתאם לדור), מספר פירות לסנסן (בהתאם לדור). לא ידועה לנו מדיניות דילול שונה לעצים בוגרים בגילאים שונים באף אחד מהמשקים הנבחנו. אולם בבחינת נתוני היבול בחלקות בוגרות ב-5 משקים בשנים 2006-2010 מצאנו עליה ביבול עם ההתבגרות העצים (איור 3, א). העליה הצפויה ברמת היבול עד גיל 10 מתמתנת אומנם עם התבגרות העצים אבל נמשכת שנים רבות לאחר מכן. ראינו את התופעה מתבטאת אפילו בין חלקות בגילאים של 20-30 שנה ויותר. יותר מכך, למרות שקיימים הבדלים בפרוטוקול הגידול של המשקים השונים, הכוללים גם הבדלים בהכוננת עומס הפרי הרצוי, תופעת העליה ביבול עם הגיל חזרה על עצמה בכל אחד מחמשת המשקים שנבדקו (איור 3, ב). נמצאה הלימות לוגריתמית בין העליה ביבול לבין גיל העצים בחלקה. התופעה בולטת יותר באותם משקים בהם מצויות חלקות רבות יותר ובטווח גילאי עצים רחב יותר. נמצאו 3 חלקות (במשקים שונים) בהן התוצאות היו חריגות מאוד. לפחות באחת מהן, התוצאות נובעות כנראה מטעות בקישור (ברישום הנתונים) של האצוות לחלקות המטע השונות. במקרה אחר, יתכן שתוצאות החריגות ברמת היבול מקורן בניסוי שנערך באותה החלקה והשווה תנאי השקייה אופטימאליים להשקייה מישקית רגילה באותה שנה. בולט ההבדל בין היבול שמתקבל בחלקות אחד המשקים באופן עקבי ליבול גבוה יותר לעומת ארבעת המשקים האחרים (איור 3, ב, מסומן בסגול). אנו בודקים את הגורמים להבדל ברמות היבול במשק זה. נראה שבמשק זה מכוונים המגדלים ליבול גבוה על חשבון על גודל הפרי הממוצע. יתכן שפרוטוקול ההשקייה או דילול מיטבי תורמים להעלאת היבול. אנו בודקים גם את השפעות היבול הגבוה יותר על איכות הפירות המתקבלים.



איור 3: השפעת גיל העצים על היבול המתקבל לעץ. סך היבול בכל חלקה, שהתקבל בבית האריזה חולק למספר העצים בכל חלקה והשווה לגיל הכללי (להוציא עצי מילואים) של העצים בחלקה. מוצגים נתונים של כ-30 חלקות בוגרות בארבעה משקים בערבה הדרומית בשנים 2006-2010. (א) סיכום כלל הנתונים בחמשת המשקים. (ב) כל משק מוצג בצבע נפרד, ונערכה עבורו עקומת קורלציה נפרדת. (ג) השוואת נתוני היבול בחמשת השנים האחרונות (2006-2010).

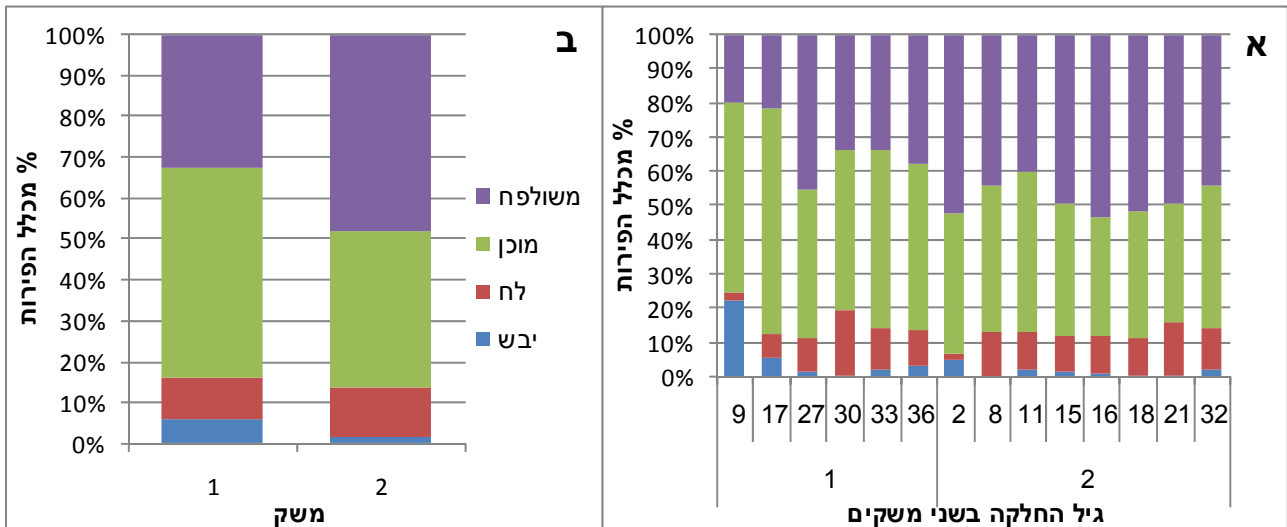
לא ברורה לנו לחלוטין הסיבה לתופעת העלייה הנמשכת ביבול הממוצע לעץ. ידוע לנו כי המגדלים לא מתייחסים אחרת לחלקות הבוגרות השונות. מרכיב היבול נובע ממכפלה של ארבעה מרכיבים עיקריים: משקל הפרי הבודד, מספר הפירות לסנסן, מספר הסנסנים לאשכול ומספר האשכולות הנותרים על כל עץ. החקלאים מדללים את מספר הפירות לסנסן, ואמורים להשאיר מספר סנסנים קבוע לאשכול ומספר אשכולות אחד. בשני משקים בהם היו לנו נתוני ספירת הפירות (ביולי) מצאנו עליה במספר הסנסנים עם הגיל אך רק הבדלים מועטים במספר הפירות שנשארו על כל סנסן. בשני המשקים מצאנו בשנת 2009 גם עלייה במספר האשכולות שנגדדו מכל עץ, ולפחות במשק אחד יותר אשכולות הושארו על העצים בדילול ככל שהעצים בוגרים יותר. בכל מקרה, התוצאות שהתקבלו הן מרמזות על כך שאשכולות העצים הבוגרים הינם גדולים יותר ומכילים מספר רב יותר של סנסנים ושהנשירה בעצים המבוגרים יותר נמוכה יותר. יתכן שהעץ הבוגר יותר מאפשר מאזן גבוה יותר של מוטמעים שמאפשר יצירת יותר אשכולות שהינם גדולים יותר ונשירת חנטים נמוכה יותר.

הבחינה הרב שנתית של היבול בחלקות השונות מצביעה גם על הבדלים בולטים בניבה הכללית באיזור לאורך השנים (איור 3 ג). בשנים מסוימות רמת היבול גבוהה (2007 ו-2008) ובאחרות בכל האיזור רמות היבול נמוכות (שנת 2010).

התפלגות הפרי לפי מדדי הבשלה במיון ראשוני בבית האריזה

במהלך שנות המחקר השתנו פעמיים באיזור שיטות המיון של הפרי. עד 2008 נעשה עיקר המיון הראשוני במשקים, והמידע שהתקבל עליו היה מועט מאוד. במהלך שנת 2009, בעקבות הכנסת מכונת מיון מתוצרת קריסטל (קיבוץ סמר), שינה בית האריזה המרכזי את מדיניותו, ועבר עבור מרבית המשקים למיון אוטומטי של כל הפרי ל-4 פרקציות בלבד – פרי מוכן, פרי "רטוב" שדורש טיפול ייבוש, פרי "יבש" שעובר הידרציה, וכן פרי שהינו משולפח. המיון האוטומטי שנעשה על ידי צילום של כל פרי ופרי הנכנס למכונת המיון, נתן לנו מידע מדויק מאוד על מנין הפירות בכל אחת מארבעת הפרקציות. אולם, כתוצאה משינוי המדיניות, הפסיק בית האריזה בשנת 2009 את דגימות הפרי הנכנס ובחינתו המעמיקה. כך, נמנעו מאיתנו נתונים חשובים מאוד כמו משקל הפרי הממוצע, נתוני לחות פרי, ותוצאות על רמות השלפוח ודילוג השלב, שהיו זמינים בתחילת המחקר. בעקבות דיונים עם

המגדלים ומנהלי בית האריזה הוחזר נוהל הדיגום בעונת 2010 המאפשר להטמיע את נתוני האיכות המלאים של כל אצווה המגיעה לבית האריזה, המשוייכת לחלקה ולמועד גידול במאגר המידע. בשנת 2009 נעשה המיזם הראשוני של כל היבול מארבעה משקים באופן מסודר בבתי האריזה (אחד המשקים מייצג את הפירות עצמאית ושלושת המשקים האחרים עשו זאת בבית האריזה האזורי). מיזם זה מפרסם בעיקר בין הפירות היבשים מדי (הדורשים טיפולי הידרציה) והלחים מידי (הדורשים ייבוש). בשנת המחקר השנייה הוחלפה שיטת המיזם והבירור בבית האריזה. במהלך עונת 2009, במספר משקים כל הפרי עבר את מערך המיזם הראשוני והבירור נעשה לארבע קבוצות איכות: מוכן, משולפח, יבש או לח (איור 4). ברמת המשק הבודד ניתן לזהות הבדלים ביבול לעץ שהתקבל, ברמת הלחות שלו וגם וברמת השלפוח בין חלקות שונות של אותו משק נבחן.



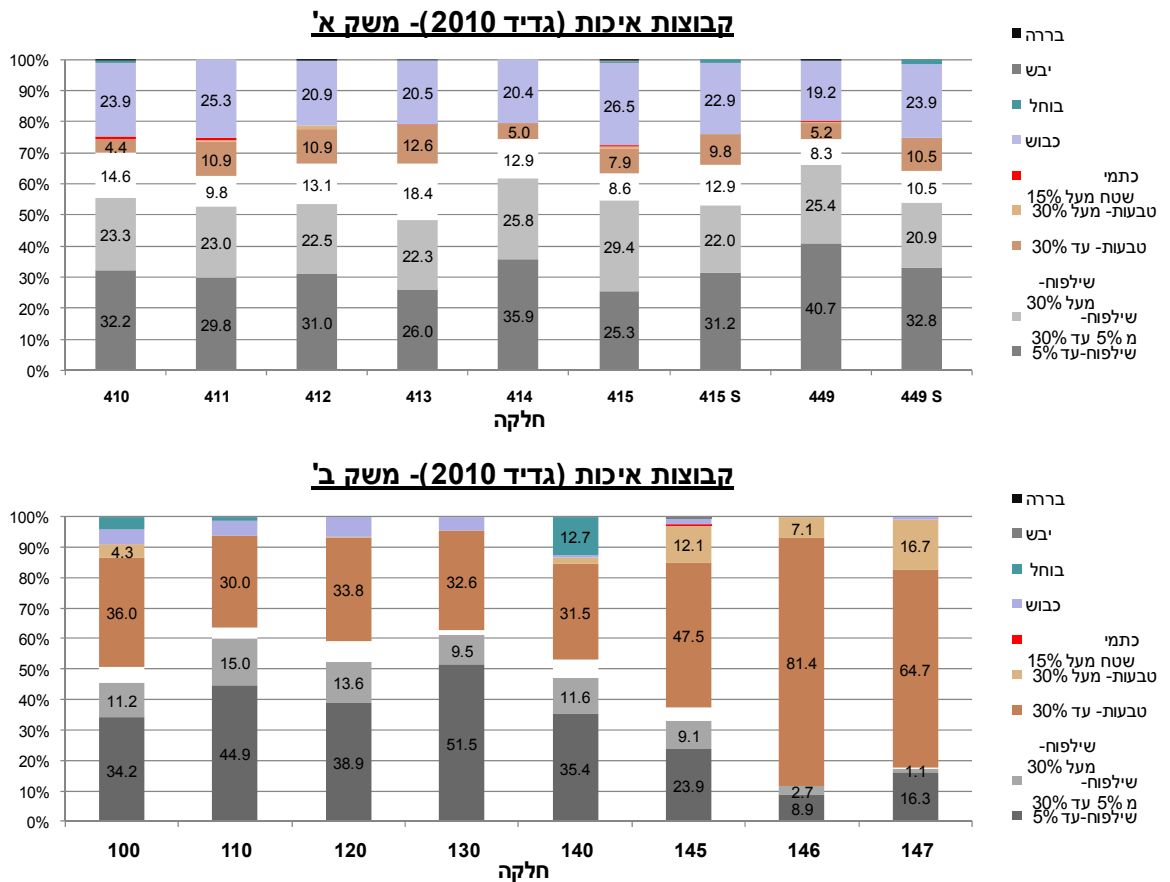
איור 4: תוצאות התפלגות הפירות במיזם ראשוני במערכת המיזם שהותקנה בבית האריזה בשנת המחקר השנייה במספר חלקות בנות גילאים שונים משנים ממשקי הערבה הדרומית. (א) התפלגות הפירות לפי גיל החלקה (שנים) בכל משק, (ב) תוצאות ממוצעות למכלול הפירות ממשקים אלה ב-2009.

התוצאות מצביעות על קיום הבדלים בין חלקות ומשקים ברמות השלפוח של הפרי. ככלל, רמות השלפוח בעצים צעירים היו נמוכות יותר, אולי בגלל עומס פרי נמוך יותר, ואולי בגלל הקרבה לקרקע המביאה לקרינה חזקה המביאה להתייבשות מהירה יותר של הפרי (איור 4, א'). נמצאו גם הבדלים המאפיינים את המשקים השונים. לדוגמה, במשק 1 רמות השלפוח נמוכות משמעותית מאלו שבמשק 2 (איור 4). הבדלים אלה יכולים לנבוע מתנאי הסביבה שונים או מפרוטוקול גידול שונה. שני המשקים נבדלים בפרוטוקול הגידול שלהם – במשק 1 הסנסנים דלילים יותר ויש יותר סנסנים והגדיד הינו מכני בניעור (טבלה 1). בשני, הושארו יותר פירות על הסנסנים אך פחות סנסנים על כל אשכול. גורמים אלה, ואחרים יכולים להשפיע על האוורור באשכול ולכן על רמות השלפוח שלו. אולם, כדי שנוכל להסיק מסקנות משמעותיות יותר, יש צורך במאגר נתונים גדול יותר מזה שיש בידינו היום.

טבלה 1: התפלגות הפירות, הסנסנים והאשכולות בחלקות בעת ספירת הפירות בחודש יולי 2009 בשני משקים בערבה הדרומית. הנתונים מוצגים לפי קבוצות גיל של החלקות, ומתארות את ממוצע הנתונים הכולל של שלושת דורי האשכולות בכל עץ.

גיל	משק 1			משק 2		
	פירות לסנסן	סנסנים לאשכול	אשכולות לעץ	פירות לסנסן	סנסנים לאשכול	אשכולות לעץ
8-15	6	70	14	8	53	17
16-25	5	73	16	7	51	19
26+	6	76	19	8	54	21

החזרת המדגם לאיכות הפרי בקבלתו מאפשרת בחינה של איכות הפירות של המשקים השונים וגם בה בולטים הבדלים ניכרים בין משקים שנים. השוואה של סיכום איכויות הגדיד במידגמי הפרי בשני משקים בשנת 2010 מוצגת באיור 5. בעוד במשק א' מרבית הפירות נטו להיות משולפחים במידה מסוימת, הפירות במרבית החלקות של משק ב' סבלו דווקא מ"טבעות" יובש הנובעות מ"דילוג שלב".



איור 5: סיכום הבדלים באיכויות מדגמי הפרי בגדיד בחלקות שני משקים בערבה הדרומית בשנת 2010

הגורמים המשפיעים על איכות הפרי למשלוח

כאמור השתנתה שיטת הדיגום של הפרי במהלך המחקר. בחלק מהעונות היו לנו נתוני דיגום מפורטים, ובעונות אחרות רק מידע מועט. בנוסף, חלק מהמידע מבית האריזה הגיע כקבוצות איכות לשיווק, חלוקה אחרת של איכויות הפרי לפי המחיר שמתקבל. ניסינו לבחון את תוצאות קבוצות האיכות בבית האריזה בשנים 2006-2008 (בסה"כ 90 רשומות במ-44 חלקות ב-6 משקים) בערבה הדרומית. החלקות נבדלות בגילאים שונים, בשיטות הגידול (רגיל ואורגני) והגדיד (ידני ומכני) ובמקומם הגיאוגרפי לאורך שקע הערבה. נבחנו השפעת גיל החלקה, המשק והעונה על איכויות הפרי (אחוז הפרי למשלוח באיכות A, B, ו-C). למרות שהחלוקה לקבוצות אלו אינה קבועה ותלויה גם בדרישות הקניינים ובמצאי הפרי בכל עונה, קבוצות אלו מושפעות בדרך כלל בעיקר מרמות השלפוח של הפרי. במבחן ANOVA שערכנו נמצא שלכל הגורמים לעיל (גיל החלקה, המשק והעונה) יש השפעה משמעותית על איכות הפרי המתקבל. כלומר, גם ממשק המגדל, וגם תנאי הסביבה משפיעים מאוד על איכות הפרי.

השוואת נתונים מטאורולוגיים רבשנתיים לנתונים שנאספו במאגר המידע

לצורך המחקר מוקמו שתי תחנות מטאורולוגיות במטעי לוטן – כמייצג את מטעי צפון הערבה הדרומית ובאליפו שמייצג את גוש החלקות הדרומיות יותר. נאספו נתונים בשנים 2008-2011. לצורך השוואה רב שנתית מידע זה לא היה מספק.

אולם המשך פעולת תחנות אלו יאפשר פילוח המרחב לאזורים מצומצמים ואחידים יותר בעתיד. בפועל, נעשה שימוש במידע מתחנה מטאורולוגית שממוקמת במו"פ יטבתה. תחנה זאת סיפקה נתונים החל משנת 2003. לעומת הפירוט המלא של נתונים התחנה המטאורולוגית ביטבתה, נתוני הגידול מהמשקים השונים היו חלקיים ומגוונים. ולכן לא ניתן בשלב זה להעמיד את הנתונים המטאורולוגיים מול תוצאות האיכות כדי להפיק מסקנות משמעותיות. חישובנו ממוצע רב שנתי של הפרמטרים שנמדדו באזור: לחות, טמפרטורה ואיור. הנתונים היומיים הושוו לממוצע הרב שנתי. השווינו בין השנים והתוצאות מסוכמות להלן (טבלה 2). הפרמטרים שמוצגים יכולים להשפיע על כמות ואיכות היבול. לדוגמא: טמפרטורות נמוכות בתקופת ההפריה יכולות לפגוע בהפריה ובחנטה. לחות גבוהה יכולה כנראה לגרום לשלפוח ואירועי חום קיצוניים במועדים מסוימים יכולים לגרום לדילוג שלב. כאמור אין בידינו די נתונים כדי לוודא את ההקשרים וההשערות לעיל.

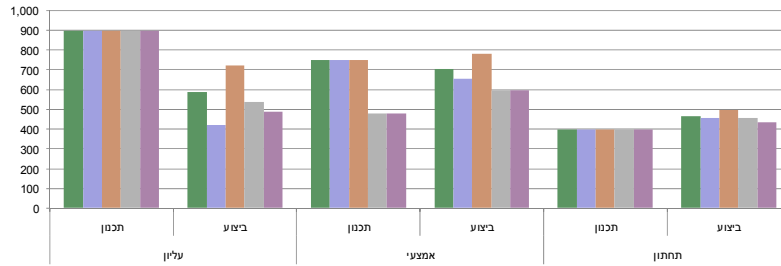
טבלה 2 אירועים אקלימיים חריגים בעונת הפריחה ובמהלך התפתחות הפרי בערבה הדרומית בשנים 2006-2009

	לחות גבוהה ביוני	אירועי שיא בהתאדות יומית ביוני	חום בתחילת יוני	טמפרטורה נמוכה שבועות 8-15	
2006	יבש	גבוה	גבוה	ממוצע	
2007	יבש	נמוך	גבוה	נמוך	
2008	לח	ממוצע	ממוצע	נמוך	
2009	לח	ממוצע	ממוצע	ממוצע	

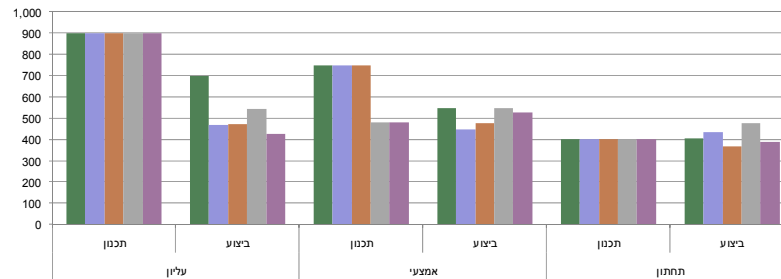
מידע בזמן אמת על נתוני חנטת הפרי במטע

נתוני הספירות המדגמיות יכולים לספק מידע על רמות החנטה והדילול ולהוות משוב לחקלאי בזמן אמת על איכות עבודתו. התוצאות מאפשרות למרכזי הענפים לבחון את עבודת הצוות בתום העונה ולתקן ולשפר את פרוטוקול הגידול בחלקות ספציפיות. באיור 6 מוצגת השוואה בין תכנון עומס הפרי לתוצאות בפועל (שהיו בדרך כלל נמוכות מהמתוכנן) בגידול במספר חלקות של אחד המשקים. תוצאות אלו יכולות לנבוע מכשלים בהפרייה (תנאי אקלים לא מיטביים, ליקויים בביצוע), מטעויות בדילול (מספר פירות לסנסן ומספר סנסנים לאשכול), או מנשירת פרי במהלך ההתפתחות. במהלך חודש מרץ 2009 נרשמו טמפרטורות נמוכות בערבה, שכפי הנראה הביאו לחנטה נמוכה יחסית. בעקבות זאת שינו המגדלים את פרוטוקול הדילול, ובדורים האמצעי והתחתון הותירו יותר סנסנים ועליהם פירות רבים יותר. באיור 6 ניתן לראות את רמת החנטה הנמוכה יחסית לתכנון ב-2009 בכל אשכולות הדור העליון, והתיקון שהביאו לחנטה גבוהה מהמתוכנן בדורים האמצעי והתחתון. גם בשנת 2010 היה לאחר הדילול מספר נמוך יותר של פירות על מרבית האשכולות נמוך יותר מהתכנון באותו משק.

סה"כ פרי לאשכול תכנון מול ביצוע (מאי) - גדיד 2009



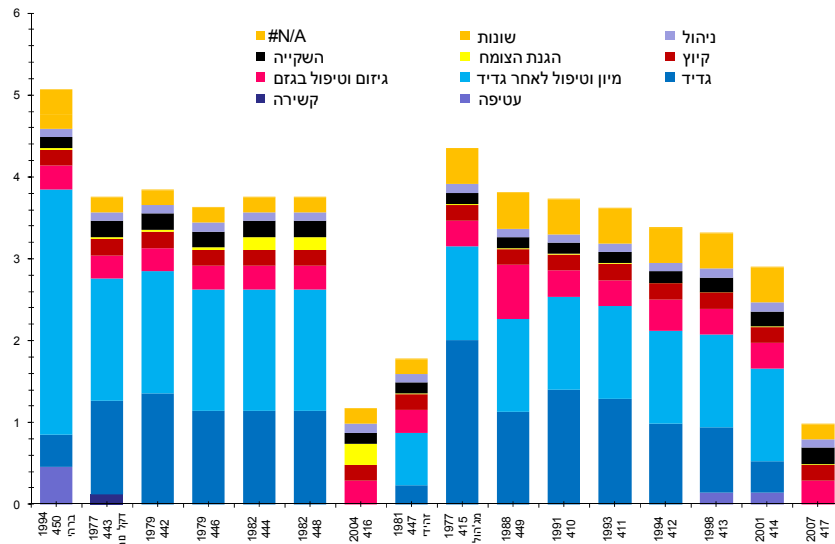
סה"כ פרי לאשכול תכנון מול ביצוע (מאי) - גדיד 2010



איור 6: סה"כ פרי לאשכול תכנון מול ביצוע לפי דורי הפרי השונים (עליון, אמצעי, תחתון) בחלקות שונות (המתוארות בצבעים שונים) באחד המשקים בערבה הדרומית בשנים 2009-2010.

שימוש במאגר המידע לניהול משאבי כח אדם ואמצעים

מאגר המידע והממשק אליו מאפשר הפקת דוחות ואחד השימושיים ביניהם נמצא דוח תשומות עבודה לעץ בשנה לפי נושאים (איור 7). לכלי זה יש פוטנציאל לחישוב כלכלי של תשומות המטע ומצביע על הבדלים ניכרים בהשקעת העבודה בין זנים שונים, אך גם על הבדלים בין חלקות של אותו זן בגילאים שונים. באופן דומה הכלי מאפשר ניתוח של שימוש וניצול משאבים כמו רכבים, טרקטורים וכלי גובה לפי חלקות ופעולות שונות במטע. כלי זה משמש את המגדלים לניהול המטע, אך יכול גם להוות בסיס למחקר על ניהול המשאבים השונים במטע.



איור 7: שעות עבודה לעץ בחלקות זנים מגילאים שונים באחד ממשקי הערבה הדרומית בחודשים יוני 2008-ינואר 2009. חישוב שעות העבודה שהתקבל ממאגר המידע נעשה לפי נושאים בפרוטוקול הגידול.

דין

הצלחת המאגר מחייבת שיתוף פעולה בין כל המשתתפים בתהליך, מעובדי המטע ועד רצפת בית האריזה ומערכות המחשוב שם. הצלחנו לקבל את הסכמתם של שישה משקים (מתוך תשעה משקי הערבה הדרומית) ושני בתי האריזה העיקריים בערבה הדרומית להשתתף בפרויקט. אולם, קשיים ותקלות שונות שאירעו במהלך העבודה פגעו במידת ההקלדה של הנתונים על ידי המגדלים לאורך המחקר. כיום יש בידינו מידע כמעט מלא של תוצאות הגדיד הסופיות לחלקה מששת המשקים המשתתפים בעונות 2008 ו-2010 (וכן מידע חלקי על נתוני בית האריזה משתי השנים הקודמות – 2006-7), ומידע על המיון הראשוני של הפרי ב-4 משקים בעונות 2009-2010. מידע על איכות הפרי קיים לכל המשקים אולם חלק מהנתונים מנותקים מהקישור לחלקות הגידול המקוריות. בנוסף, אגרנו מידע חלקי על פרוטוקול הגידול בשנים אלה משלושה משקים ומידע כמעט מלא ממשק נוסף. איכות הנתונים משתנה בהתאם להקפדה המגדלים במשקים השונים על הקלדת כל הפרטים במאגר.

במהלך שנות המחקר השתנו שיטות העבודה בין המגדלים לבית האריזה. השינוי הראשון היה האפשרות לביצוע מיון ראשוני של הפרי הגולמי בבית האריזה וביצוע הטיפולים הראשוניים שם. שינוי זה אפשר מיון מהיר ואחיד של כל הפירות שנכנסו לבית האריזה. עדיין אין אחידות בין המגדלים באזור לגבי שיטת העבודה מול בית האריזה והמשווק, כשחלקם עורך טיפולים מקדימים לפרי לפני הבאתו למיון המקדים בבית האריזה, ואילו במשקים אחרים הפרי כולו מגיע ישירות מהמטע למיון בבית האריזה. השינוי השני היה ביטול קביעת איכויות הפרי במדגמים ומעבר לשימוש במכונת מיון אוטומטית למיון ובירור איכות ראשוני. במהלך השינויים איבד בית האריזה את היכולת לעקוב אחר זהות האצוות של פירות לאחר שהגיעו למיון ראשוני בירור ואריזה ויחד עם זה את היכולת לקשר את הנתונים המלאים לחלקה המקורית. בנוסף, למרות שכעת כל הפרי, ולא רק מדגם, ממוין מיון ראשוני-איכות המיון מוגבלת לארבע קבוצות איכות בלבד ולא נאספים נתונים חשובים כמו משקל הפרי הבודד, פירוט רמות השלפוח או דילוג השלב, רמות מזיקים ועוד, וכן לא ניתן לאמוד את השונות של מדדים אלה. מידע זה הינו חיוני לצורך הבנת התהליכים המשפיעים על מדדי האיכות של הפרי. בעקבות פנייתנו ביחד עם המגדלים לבית האריזה הוחזרו בשנת 2010 מדגמי הפרי ממרבית המשקים, ואלו נלקחים בנוסף למיון הראשוני המקיף (הסופר וממיון את כל הפירות לפרקציות), מכל אצווה המגיעה לבית האריזה.

סיכום עם שאלות מנחות

<p>מטרות המחקר תוך התייחסות לתוכנית העבודה.</p> <p>מטרת המחקר היא לבחון את הקשרים בין תנאי האקלים והסביבה, פרוטוקולי הגידול ואיכויות פירות תמרים כדי לפתח כלים לצמצום הנזקים. מטרות המשנה כוללות (1) פיתוח מערכת אחודה לאיסוף ואחזור נתונים ומידע ברמת החלקה הבודדת בענף התמר, (2) בניית מודלים שיסבירו את שכיחות תופעות השלפוח ו"דילוג השלב" בהקשר לתנאי הסביבה וממשק הגידול, ויאפשרו לנבא אותן לפני מועד הגדיד, ו-(3) ביצוע שינויים בפרוטוקולי הגידול שיביאו לירידה בנזקים. (4) מאגר המידע ישמש מענה גם לשאלות מחקריות עתידיות בנושאים אחרים בענף התמרים.</p>
<p>עיקרי התוצאות.</p> <p>אפיון של מאגר המידע הנדרש בתמרים, פיתוח מימשק ראשוני בתוכנת Excel ולאחריו ממשק אינטרנטי להקלדת הניתוחים, לשמירתם במאגר המידע ולניתוחם. אפיון ראשוני של תוצאות היבול, בחינה ופיתוח מודלים לקשר בין תנאי סביבה ואגרונטכניקה לכמויות ואיכויות הפרי.</p>
<p>מסקנות מדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר לתקופת הדוח?</p> <p>במסגרת המחקר אופיינה מערכת המידע ומומשה. הוחל באיסוף הנתונים, אולם חסרים נתונים רבים, שהובילו ליכולת חלקית בניית תוצאות. התגלתה החשיבות של התאמת מאגר המידע לא רק לרמת החלקה אלא גם לרמת העץ הבודד במטע. בחינה של נתוני היבול הראו עליה בכמות היבול עם הגיל בעצי 'מג'הול' בוגרים.</p>
<p>בעיות שנתרו לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה; התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שנתרה לביצוע תוכנית המחקר?</p> <p>בשנות המחקר הראשונות התמדנו באפיון הצרכים של מאגר המידע ובניסיון ראשוני להרצתו. במסגרת זו עלו בעיות טכניות שפגעו בהכנסה יעילה של הנתונים על ידי המגדלים. בנוסף, במהלך המחקר השתנו פעמיים נוהלי העבודה ושיטות המיון של הפרי בבית האריזה האיזורי, וכך נמנעו מאיתנו נתונים חשובים על הפרי. כתוצאה מכך, היקף החומר שנאגר עד כה במאגר הינו מצומצם. הושקעו מאמצים בהטמעת העבודה על ידי המגדלים ובשילוב הבדיקות המדגמיות בבית האריזה לתוך מאגר הנתונים. במהלך עונת 2011, גם לאחר סיום הפרויקט הממומן, מרבית מגדלי האיזור ממשיכים להקליד את נתוניהם ומאפשרים את המשך אגירת הנתונים הרב שנתית</p>
<p>הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח:</p> <p>מאגר מידע לעצי תמר בערבה הדרומית. הרצאה בנושא במסגרת יום עיון למגדלי תמרים בערבה הדרומית, ינואר 2009, ינואר 2010, ינואר 2011.</p>
<p>פרסום הדוח: אני ממליץ לפרסם את הדוח: (סמן אחת מהאופציות)</p> <p>◀ ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט)</p>