

# דוח מדעי בנושא: פיתוח מערכת להשראת שילפוח ודילוג שלב בתמרים

מוגש לשולחן מגדלי התמרים בענף הפירות במועצה הצמחית

על ידי

יובל כהן (המחלקה למדעי עצי פרי, מנהל המחקר החקלאי, בית דגן)

אבי סדובסקי, חמוטל בורוכוב ואמנון גרינברג (מו"פ ערבה דרומית)

יוסי אבנת (קריסטל ויזיון)

## מבוא ותיאור הבעיה

בזן 'מג'הול' קיימות מספר תופעות הפוגעות מאוד באיכות ומופע הפרי ומביאות לנזקים כלכליים קשים. ביניהן, תופעת השלפוח, בה נפרדת הקליפה מציפת הפרי, ודילוג השלב, בו הפרי כולו, או חלקו, מתייבש לפני ההבחלה, תוך פחיתה במשקל (הקטנת יבול) וירידה ברמת הסוכרים בפרי בנוסף לנזק המופע. מספר מחקרים ניסו להבין את הגורמים והמנגנונים המעורבים בתופעות אלה, אולם המאמצים המחקריים הרבים שנעשו עד היום (במיוחד בהקשר לשלפוח) לא הובילו לתובנות אמיתיות או לפתרון חקלאי. הוצע קשר בין תנאי הסביבה ופרוטוקול הגידול לשכיחותן של שתי התופעות, שהתבסס בעיקר על הגרדיאנט שנצפה בחומרת התופעות בתלות במיקום הגיאוגרפי הגיאוגרפי והתקדמות עונת הגידול. תופעת השלפוח נפוצה מאוד באזורי הגידול הצפוניים, בבקעת הירדן, עמק בית שאן ועמק הירדן, החמים פחות ולחים יותר (שם יכולים הפירות המשולפחים להגיע ללמעלה מ-90%), וכמעט ואינה קיימת באזורי הערבה הדרומית החמים והיבשים יותר (אם כי בשנים מסוימות, ב"שנות שלפוח", יכול הנזק להגיע גם שם עד לכ-25% מהפירות). טיפולים הורטיקולטוריים (למשל רמת הדילול ופיזור הפירות לאורך הסנסן, פיסוק האשכולות בטבעת, טיפול בפחמת אשלגן, חירוף ידת האשכול וגם צמצום ההשקיה קרוב למועד הגדיד) השפיעו במידה מסוימת על שכיחותה של תופעת השלפוח (שפירא וחוב' 2008). הוצע גם שתנועת המים היומית לתוך הפרי וממנו גורמת להתנפחותו בלילה והתכווצותו ביום, בעיקר באזורי הגידול הלחים, ומביאה לירידה באלסטיות של קליפת הפרי ולהיווצרות איזורים מועדים לקריעת הקליפה והפרדותה מהציפה (ברנשטיין ולוסטיג 2006). לפי מודל זה נקבעת מידת ההשתלפחות של הפרי עוד בשלבי ההתפתחות והגדילה המאוחרים של הפרי ובשלב הבוסר. מחקר אחר בדק את הקשר בין ההרכב המינרלי בפרי וקצב אובדן המים לשלפוח (שפירא וחוב' 2012) והציע שהשלפוח תלוי בקצב התאדות המים מהפרי ביחד עם עיתוי תהליכי ההבחלה וההצמלה (שפירא וחוב' 2012). אולם מחקרים אלה (ואחרים) לא נתנו כלי למניעת התופעה או אפילו לחיזויה. נמצא שהשלפוח יכול להופיע גם בשלב מאוחר, לאחר הבחלה של פרי שנקטף כצהוב, או לאחר הוצאה של פרי מאחסון ממושך במקפיא. על תופעת דילוג השלב יש פחות מידע. דלוג שלב מאפיין את איזורי הגידול הדרומיים והיבשים, ובעונות מסוימות מסב נזק כבד לפרי. התופעה נגרמת ככל הנראה מתנאי סביבה ומארועים קיצוניים של חום ויובש היוצרים עומס חום קיצוני, המביא בשלבים מאוחרים יותר להתייבשות הפרי עוד לפני הבחלתו. עד היום אין מערכת יעילה להשראה מבוקרת של שלפוח או דילוג שלב, ולכן קשה מאוד ללמוד את התהליכים הגורמים ומעורבים בהתפתחות תופעות אלה.

## מטרת המחקר:

מטרת המחקר היא פיתוח כלי להשראה מבוקרת של שלפוח ודילוג שלב באשכולות 'מג'הול' המבוסס על שימוש בתאים מבוקרי אקלים מסביב לאשכולות על העץ במהלך התפתחות והבשלת הפירות. מערכת כזו תאפשר בחינה מעמיקה יותר של התופעות להבנתן, ופיתוח שיטות עתידיות לצמצומן.

## תוכנית העבודה

א. שימוש במערך תאים מבוקרי אקלים להשראת תנאי שלפוח ודילוג שלב על אשכולות במטע

12 תאים מבוקרי אקלים המותאמים לתפרחות תמרים נבנו במו"פ ערבה דרומית על ידי חברת קריסטל ויז'ן. בתאים אלו נבחנות השפעות משטרי טמפרטורה שונים על ההפריה, החנטה והתפתחות הפרי המוקדמת. אנו משקיעים מאמצים רבים לשיפור תשתית מחקרית זו משנה לשנה, כדי שתשמש כלי למחקר פיזיולוגי לחקר השפעות הסביבה על היבטים נוספים בהתפתחות הפרי ואיכותו בתמרים. בקיץ 2014 ניסינו לנצל תשתית זו להשראת תנאי אקלים קיצוניים (טמפרטורה גבוהה ולחות נמוכה או גבוהה במיוחד) בשלבים שונים במהלך התפתחות הפרי והבשלתו, ולבחינת השפעתם של תנאים אלה על השראת שלפוח או דילוג שלב באשכול.

במסגרת המחקר (ובמסגרת מחקרים אחרים בנושא השראת תנאי אקלים על ההפריה והחנטה בתמרים) פעלנו לשפר את מערך התאים והגדלת יכולת הקירור שלהם על ידי שיפור הבידוד מהסביבה ומעבר לשליטה ובקרת הטמפרטורה באמצעות מזגנים. ניסינו להוסיף מערך לשליטה בתנאי הלחות בסביבת האשכול (אם על ידי הוצאת לחות עודפת באמצעות אוורור, או העלאת לחות באמצעות ערפול בסביבת האשכול). חלק זה נעשה בשיתוף עם חברת קריסטל ויז'ן שמפתחת את התאים.

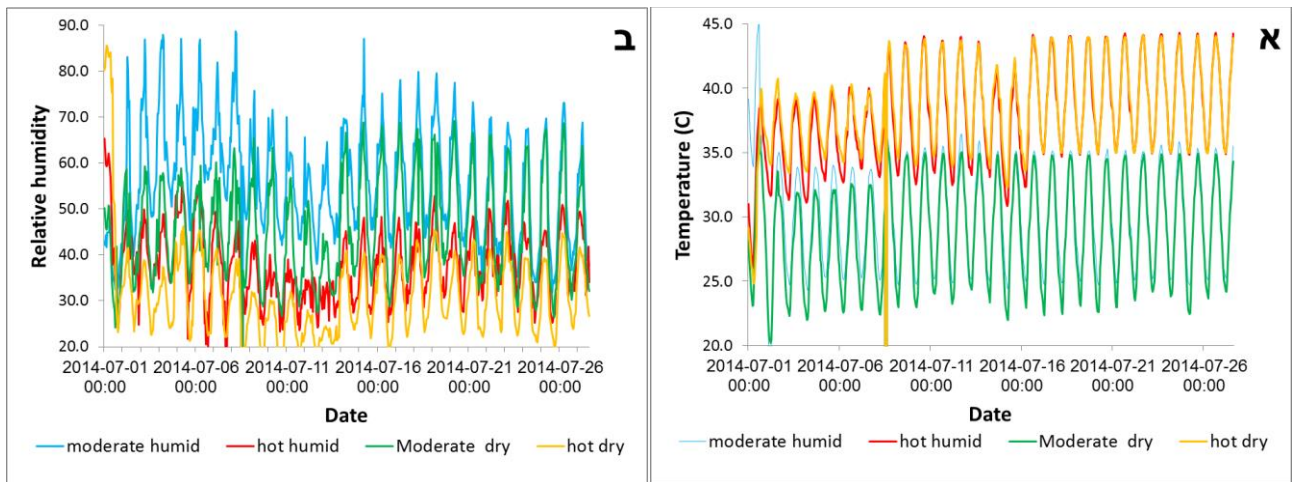
בניסוי נבחנו חמישה טיפולים שונים בשתי חזרות לכל טיפול, אשכול אחד לכל חזרה. הטיפולים בוצעו על שני עצים סמוכים. ארבעה טיפולים נעשו בתאים מבוקרי אקלים, שני תאים לטיפול. טיפול הביקורת, ללא בקרת חום או לחות, נעשה באשכולות מקבילים שלא הוכנסו לתאים. האשכולות השלמים גדולים מדי להכנסה לתאים ולפיכך עוצבו לפני הטיפול, כשבכל אשכול הושארו רק כ-15 סנסנים הנושאים כ-100 פירות, ואלו הוכנסו בזהירות לתאים. תכנון הטיפולים היה כדלקמן:

טיפול	לחות	טמפרטורה	משמעות צפויה לטיפול
1	לחות נמוכה (כ-10% בלבד) לאורך כל שעות היממה.	טמפרטורה גבוהה ועומס חום (טמפרטורת לילה 35 מעלות, טמפרטורת יום 45 מעלות).	השראת דילוג שלב על ידי העלאת הטמפרטורה והורדת הלחות באופן קיצוני.
2	לחות גבוהה (80%) לאורך כל היממה.	טמפרטורה גבוהה ועומס חום (טמפרטורת לילה 35 מעלות, טמפרטורת יום 45 מעלות).	השראת שלפוח באמצעות לחות וחום.
3	לחות נמוכה (10%) לאורך כל היממה.	שמירה על הטמפרטורה ממוצעת בכל שעה משעות היממה (לפי ממוצע של 10 שנים קודמות).	ביקורת בלחות נמוכה (שתביא לשלפוח מועט מאוד ללא דילוג שלב).
4	לחות גבוהה (80%) לאורך כל היממה.	שמירה על הטמפרטורה נמוכה יחסית בכל שעה משעות היממה (30/18 מע').	השראת שלפוח באמצעות לחות וחום.
5	ללא בקרת לחות.	ללא בקרת טמפרטורה.	ביקורת באשכולות לא מכוסים החשופים לתנאי הסביבה.

ב. בחינת תנאי אקלים שונים בסביבת האשכול

הניסוי הוצב באשכולות בזמן החלפת הצבע ובפרי הבוסר הצהוב ונמשך כשלושה שבועות במהלך יולי. הטמפרטורה והלחות היחסית הממוצעת בתוך התאים מבוקרי האקלים נטרו ברציפות לאורך כל תקופת הניסוי, ומוצגים באיור 1. ניכר שהמערכת הצליחה לשמור על טמפרטורות סביבה קרובות לאלה הנדרשות, אך לא השיגה תנאי לחות או יובש קיצוניים בתאים. הלחות שהתקבלה הייתה תלויה יותר בטמפרטורת התאים ופחות במשטר השראת הלחות והאוורור אותו ניסינו ליישם. לחות גבוהה יותר נמדדה בתאים בטמפרטורה הנמוכה מאשר בתאים בטמפרטורה הגבוהה. לא הצלחנו כלל ליבש את האוויר ולהשיג לחות יחסית נמוכה מאוד בתאים, וגם השראת תנאי לחות גבוהה לא הייתה

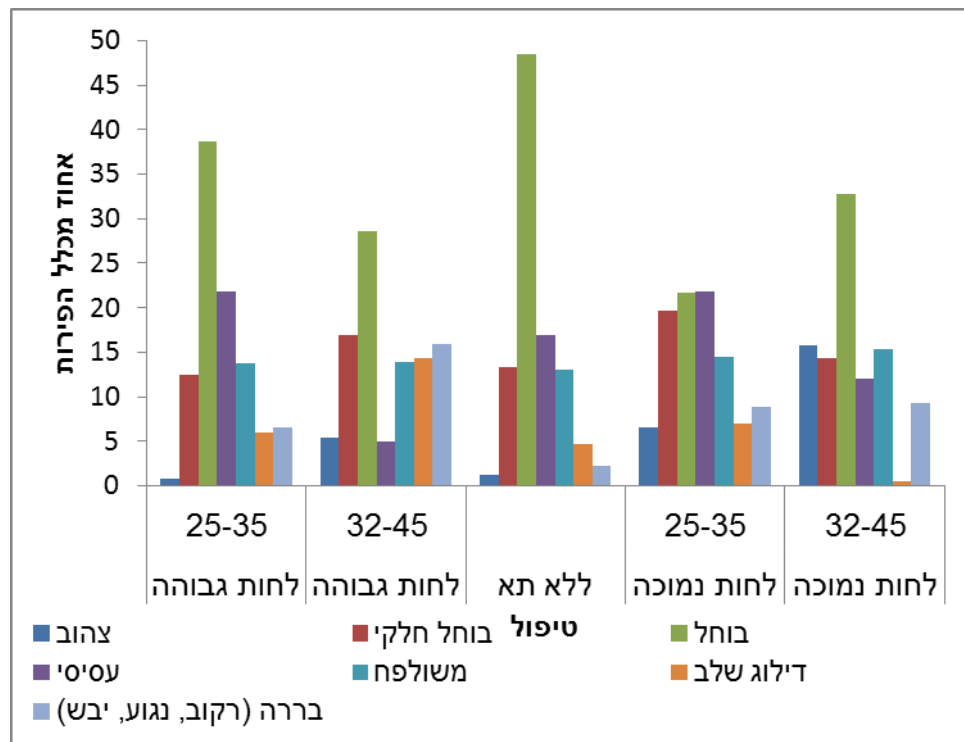
יעילה. בעוד שבתאים הקרים הערפול גרם לעלייה של כ-10% בלחות היחסית, השפעתו על הלחות בתאים החמים הייתה נמוכה מאוד.



איור 1: תנאי הטמפרטורה (א) והלחות היחסית (ב) שהתקבלו בניסיונות השראת שלפוח ודילוג שלב באשכולות תמרים בתאים מבוקרי אקלים (פיטוטרונים ניידים) בשנת 2014. הנתונים מייצגים ממוצעים של שני תאים לטיפול, בין התאריכים 1-27/7/14.

ג. אפיון רמות השלפוח ודילוג השלב בפירות

הפרי נגדד בשלושה גדידים סלקטיביים בתאריכים 12/8, 26/8 ו-9/9/14, ומוין על פי מדדי האיכות הבאים: עסיסי איכותי, משולפח, מדלג שלב, בוחל, בוחל חלקי, צהוב ובררה. התפלגות איכות הפירות מהטיפולים השונים מוצגת באיור 2. פירות רבים מאוד נשרו מוקדם מדי, ונאספו כבוחל או כבוחל חלקי. בנוסף, פירות רבים היו פגועים, נגועים ואף רקובים, במיוחד בתאים עם הלחות הגבוהה. במשטרי הטמפרטורה והלחות השונים שהצלחנו להשיג בפיטוטרונים הניידים לא התקבלה השפעה משמעותית בולטת על רמות השלפוח ודילוג השלב של הפרי.



איור 2: התפלגות הפירות בגידידים לפי מדדי הבשלה ואיכות. מתוארים האחוז הממוצע מתוך שני אשכולות לטיפול מכלל הפירות בכל פרקציה.

## מסקנות

מערכת התאים שיושמה במחקר הייתה יעילה בהשראת תנאי הטמפרטורה המבוקשים (חמים או קרים יחסית), אך לא אפשרה שליטה ברמות הלחות. נדרש שדרוג משמעותי של המפרט הטכני של הפיטוטרונים הניידים על מנת להשיג בתאים בקרה על הטמפרטורה והלחות במקביל בטווחי הערכים המבוקשים. תוצאות הגדיד מלמדות על כך שבהעדף תנאי לחות או יובש קיצוניים לא הצלחנו להשרות את תופעות השלפוח או דילוג השלב.

## רשימת ספרות

ברנשטיין, צ., לוסטיג, י. (2006) השתלפחות פירות תמר מזן 'מג'הול'. עלון הנוטע 60, 21-18.

גופן, מ. (1966) השתלפחות תמרים מזן 'ברה' עבדת גמר לתואר מוסמך. המחלקה לבוטניקה האוניברסיטה העברית בירושלים.

כהן, י., קמנצקי, ר., בניטה, מ., איש-שלום, מ., צמח, ח., סלבקוביץ', פ., בירגר, ד., גרינברג, א., סדובסקי, א., טיקוצ'נסקי, א., אבנת, י. (2015) 'פיטוטרון מודולרי' לבחינת השפעות תנאי הסביבה על תהליכי הפריה והתפתחות בתמר. עלון הנוטע 69 (2), 32-36.

שריג, פ., בן צבי, ר., שפירא, א., סטרומזה, א. (2010) צמצום שלפוח. דוח מסכם לפרויקט למדען הראשי של משרד החקלאות.

שפירא, א., שומר, א., שוורץ, א. (2012) ההרכב המינרלי וקצב איבוד המים בתמר - מה הקשר לתופעת השלפוח? עלון הנוטע 66 (1), 22-32.