

## פיתוח מרסס ליישום תכשירים באשכולות תמרים

אברהם גמליאל, מרים אוסטרובל, יצחק שגיא, יהודית ריבן, הנדסה חקלאית, מינהל המחקר החקלאי,  
אורנה אוקו, ומרים זילברשטיין, האגף להגנת הצומח, שה"ם  
רחל בן צבי – צמח ניסיונות,  
שי שטרן, יעקב נקש – מו"פ בקעת בית שאן,

### תקציר

בתמרים מבוצעים מספר יישומי תכשירים במשך עונת הגידול למטרות מגוונות: איבוק עם הפריחה (לצורך האבקה והדברת פגעים), ריסוס להדברת מזיקים במהלך העונה (בעיקר כנגד עש התמר הקטן). בנוסף, מבוצע ריסוס נוסף בתמרים לחיס למטרות עיכוב הבשלה ומניעת השחרה. יישום תכשירים בתמרים מאופיין בשתי מגבלות עיקריות, מיקום האשכולות בגובה רב אשר מחייב השקעת אנרגיה רבה בהסעת התרסיסים מהקרע. מטרת המחקר היא לפתח טכנולוגיה משולבת ליישום יעיל של תכשירים על אשכולות תמרים ולהפחתת שאריות רעלים בפרי המשוק. לביצוע מטרת המחקר בנינו יחידת ריסוס יעודית אשר מאפשרת ריסוס באמצעות כלי הגובה הקיימים. יחידת הריסוס מבוססת על מוצא אויר (מרסס תותח), אשר מופעל באמצעות מערכת הידראולית עצמאית. יחידת הריסוס מוצבת על כלי הגובה ומאפשרת בחינת משתנים רבים, כגון גובה הריסוס, מהירות האויר במוצא, מהירות ההתקדמות, נפחי הריסוס וגודל הטיפות. בעבודה הנוכחית התרכזנו בעיקר ביעילות הכיסוי במרחקים שונים מהאשכולות ובשאריות התכשיר קראטה מקס על פירות תמר. הממצאים העיקריים הם: ריסוס באמצעות יחידת הריסוס בשלבים הראשונים של התפתחות האשכולות השיג תוצאות כיסוי טובות מאד, גם כאשר מוצא הריסוס היה במרחק 7 מטר מהאשכולות. בשלבים מאוחרים יותר כאשר האשכולות צפופים התקבלה יעילות כיסוי טובה יותר במרחק 3-4 מטרים מהאשכול. לצורך קירוב המוצא לאשכולות ללא צורך בהגבהת הבמה של כלי הגובה, הוצא המרסס ל-4 מטר. באופן זה הושג ריסוס יעיל כאשר במת הכלי בגובה 6 מטר מהקרע בלבד. הגבהת מוצא האויר ושיפור שיעור הכיסוי בפירות בכל חלקי האשכול אפשרה להקטין את נפחי הריסוס וליישם את התרסיסים באמצעות פומיות המייצרות טיפות קטנות מבלי להפחית את יעילות קליטת התרסיסים. באופן זה ריססנו את התכשיר קראטה מקס באמצעות יחידת הריסוס בהשוואה לריסוס רובים אשר מקובל כיום. לאחר שבעים ימים מריסוס (ביום הגדיד) נמצאו שאריות בשיעור 0.3 ח"מ בפירות שרוססו באמצעות רובים. לעומת זאת שיעור השאריות בריסוס ביחידת הריסוס החדשה היה קטן מ- 0.01 ח"מ, שהוא מתחת לרמת השאריות המותרת. המיושמת תוך שמירה על יעילות ההדברה. בנוסף, ריסוס בטיפות קטנות מאופיין באורך חיים קצר יותר של התכשיר על גבי הפירות ומבטיח שיווק פירות ללא שאריות תכשירי הדברה. הגבהת מוצא האויר משיגה כיסוי טוב של הפירות בכל חלקי האשכול ומאפשרת ריסוס בנפחים מוקטנים להקטנת שאריות.

## א. מבוא ותאור הבעיה

גידול תמרים בארץ הוא ענף דינמי שמתרחב בקצב מהיר. בעולם הרחב, בעיקר במדינות המזרח התיכון וחלקו הדרומי של אגן הים התיכון, מגודלים תמרים כגידול בעל, בתשומות גידול נמוכות ויבולים קטנים. ישראל חריגה בעולם שבה גידול תמרים בארץ הוא בעל ערך מוסף גבוה ויבול איכותי המיועד לייצוא. כפועל יוצא הגידול הוא אינטנסיבי וכרוך בתשומות גידול גבוהות. התשומות הרבות במטע תמרים בארץ מחייבות מכשור יעודי וייחודי יקר (במות מוגבהות על כלי הרמה) וטיפולים רבים במשך כל השנה טיפולים אלה כוללים: האבקה, גיזום כפות יבשות (פינויים והטיפול בהם), טיפול באשכולות התמרים במהלך התפתחותם (דילול, קשירה, כיסוי ברשתות), יישום תכשירים להדברת פגעים, וגידיד האשכולות הבשלים. הפרי המובחר מיוצא במגוון צורות, כגון פרי טרי (הזן ברהי), תמר לח (הזן חיאני), פרי עסיסי (הזן מגיהול), פרי ארוז בסנסנים (דקל נור) או פרי יבש (זנים נוספים). היצוא כולל גם פרי באיכות נחותה אשר משמש בעיקר לתעשייה. היצוא לארצות המערב מחייב פרי איכותי נקי לחלוטין או סבילות נמוכה לנוכחות מזיקים ופגעים ושאריות תכשירי הדברה. לכן ישנו צורך בהקפדה על כל שלבי הייצור כולל הדברה נכונה ויעילה של הפגעים במטע ובמערך האריזה והאחסון של הפרי.

על פי דיווחי ארגון המזון העולמי (FAO) אשר מרכז את מרבית המידע בנושא גידול תמרים, פחת היקף גידול התמרים בעולם בעשור האחרון בשיעור של 30% בעיקר כתוצאה מנזקי מזיקים ומחלות (חדקונית הדקל האדומה, באיוד). מספר פגעים ומזיקים גורמים נזק לפירות. העשים, עש התמר, הגדול, ובעיקר עש התמר הקטן תוקפים את החנטים והפירות הצעירים (חודשים מרץ-אפריל) וגורמים לנשירתם. שיעור הנזק עלול להגיע ל-75% מהפירות. מזיקי הפרי היבש - עש הצימוקים ועש החרובים - תוקפים את הפרי משלב הצמל, וחיפושית התסיסה תוקפת את הפרי הבשל (אוגוסט-אוקטובר). כל המזיקים שצוינו חודרים לפרי סמוך לעוקץ ונוברים בו. מזיק נוסף - אקרית הקורים - תוקף בערבה את הזנים מגיהול, דקל נור, וברהי בשלב פרי בוסר (חודשים מאי-יוני). פטרית העובש השחור (*Aspergillus niger*) תוקפת אף היא בעיקר בתנאים של לחות גבוהה וגורמת ריקבון בפירות הבשלים.

הדברה יעילה של פגעים אלה באמצעים כימיים תושג על ידי כיסוי הפירות בתכשירי הדברה (קוטלי מגע), אשר נקלטים על ידי הזחלים במהלך תנועתם על גבי הפרי. לכן מתחייב כיסוי מלא של כל הפירות באשכול בתכשיר פעיל במשך פרק הזמן שבו הפרי רגיש לתקיפת הפגעים. תכשירי הדברה מיושמים במטעי תמרים במשך כל עונת הגידול, לדוגמה איבוק וריסוס להדברת עש התמר הקטן בתחילת העונה, ריסוס להדברת אקרית הקורים לאחר מכן (בערבה) ויישום תכשירים להדברת יתר הפגעים שצוינו לעיל לקראת הגדיד. בתמרים לחים (הזן חיאני - בעמק בית שאן ובקעת כנרות) מבוצע בנוסף, לקראת הגדיד, ריסוס בתכשיר הורמונאלי למטרות עיכוב הבשלה ומניעת השחרת הפירות.

אמצעי הריסוס המקובל כיום במטעי תמרים הוא ריסוס בנפח גדול בלחץ הידראולי. ריסוס זה מבוצע על ידי פועל אשר ניצב על במה מוגבהת בגובה אשכולות התמרים. הריסוס מבוצע באמצעות רובה ריסוס בלחץ גבוה וספיקת נוזל גבוהה. הריסוס בשיטה זו מאופיין בנגירה רבה, בזבוז תכשירים, ובשונות גדולה באחידות הכיסוי על פי מיומנות הרסס. לשיטה זו שני חסרונות בולטים נוספים: הספקי ריסוס נמוכים ביותר, וסכנה לבריאות הרסס אשר נמצא בגובה רב (10-15 מטר מהקרקע) וחשוף לתכשירי ההדברה.

בשנים האחרונות מופעלים מרססי מפוח מסוג "תותח". מרססים אלה מבוססים על הסעת התרסיס באמצעות הדף אויר ממוצא עגול רחב אשר מוצב על הטרקטור (המוצא בגובה 3 מטר מהקרקע). היתרונות

העיקריים במרסס מסוג זה הם הספק העבודה הגדול יותר והפעלת המרסס מהקרקע. עם זאת התרסיסים מכסים את מעטפת האשכול, אך אינם חודרים לפירות במרכז האשכול ליעילות הכיסוי הנמוכה מספר סיבות:

- מיקום האשכולות במרחק רב ( 9-14 מטר מעל מוצא הריסוס) מחייב השקעת אנרגיה רבה בהסעת התרסיסים מהקרקע. יישום תרסיסים באמצעות לחץ הידראולי לגבהים אלה (דוגמת זרנוק מים) אינו מעשי.
  - המרחק הרב למטרה בשילוב הדף אויר מאיץ את הבליה של הטיפות וכמות התרסיס שמגיעה קטנה מאד בהשוואה לכמות המקורית. בעבודה הקדמית נבדקה כמות התרסיס שנקלטה בגבהים שונים מהמוצא לאחר יישום התרסיס בפומיות קוניות כחולות אשר מייצרות טיפות גדולות בספיקת נוזל גדולה. מצאנו כי 20% מכמות התרסיס המיושם מגיע למטרה במרחק 7 מטרים מהמוצא, ואילו למרחק 9 מטרים מגיע כמות תרסיס בשיעור 7.5% בלבד. נקל לשער כי ערכים אלה יקטנו עוד אם ניישם תרסיסים לגבהים אלה בנפחים מוקטנים וטיפות קטנות.
  - אזורי גידול התמרים בארץ מאופיינים בתנאי אקלים של לחות נמוכה וטמפרטורה גבוהה, אשר מקטינים מאד את משך החיים של טיפה בדרכה הארוכה ממוצא הריסוס ועד לאשכול התמרים. הדף האוויר היבש שנוצר במרסס תותח ואשר מסיע את התרסיס מקצר יותר את אורך חיי הטיפה ומקטין עוד את הסיכוי להרבצת התרסיס על המטרה (אשכולות התמרים בגובה).
  - מטרת כדוריות כמו תמרים גורמים להסטת זרמי אויר. טיפות התרסיס נישאות בזרם האוויר המוסט ואינן מורבצות על הפירות אלא אם גודלן והכוחות הפועלים עליהן מספיקים כדי לחדור את שכבת המגן העוטפת את המטרה (Boundary layer). טיפות התרסיס יורבצו על פירות התמר אם מהירות תנועתם (מהירות האויר המסיע) מקנה להם אנרגיה התמדה (אינרציה) מספקת כדי להתגבר על השינוי בכיוון זרימת האויר. במחקר מוקדם באשכולות ענבים מצאנו כי יש צורך במהירות אויר גבוהה על גבי הענבים כדי להשיג הרבצת תרסיס יעילה (Gamliel et al 2004). תוצאות דומות מצאנו גם בפירות תמר והם מוצגים בפרק תוצאות הקדמיות להלן.
  - אשכולות התמרים במרבית הזנים בארץ הם גדולים וצפופים בשלבים המתקדמים בעונה. מצב זה מקשה על חדירת תרסיסים לסנסנים הפנימיים. בניסויים הקדמיים מצאנו כי יישום תרסיסים בריסוס נישא אויר מתותח קרקע לא גרם לחדירה ולהרבצת תרסיסים בסנסנים הפנימיים באשכולות. לעומת זאת ריסוס מתותח מוגבה שהמוצא שלו מוצב במרחק 5 מטר מהאשכולות גורם לפתיחת האשכולות ולהרבצת תרסיסים גם בסנסנים הפנימיים (ראה תוצאות הקדמיות, פרק ד' להלן)
- כל שיטות הריסוס המיושמות כיום מבוצעות בנפחי תרסיס גדולים ולכן אינן עונות לדרישה המחמירה של תוצרת ללא שאריות תכשירי הדברה. בעיה זו מחמירה לאור העובדה כי חלק ניכר מטיפולי ההדברה מתבצע בפירות לאחר שלב הבוחל (קרוב לגדיד). בשנה האחרונה הוצא משימוש קוטל החרקים קרטה מאקס (Lambda Cyhalothrin) בגלל מציאת שאריות בפירות. מגבלה זו מחריפה עוד את מצוקת המגדלים בהתמודדות עם הדברת פגעים.

## סיכום הממצאים בשנת 2005

בשנת 2005 בוצעו מספר ניסויים הקדמיים. הממצאים העיקריים מניסויים אלה היו:

- בחינת ריסוס במגדל הדגימה הצביעה בבירור כי יעילות הקליטה של תרסיסים קטנה מאד בגובה שעולה על 5 מטרים ממוצא האוויר. מגבלה זו מתבטאת בכמות התרסיס אשר מגיעה למטרה ובמיוחד בכמות אשר נקלטת על גבי פירות התמר הגליליים. המסקנה היא כי יש צורך לקרב את מוצא האוויר לאשכולות, על מנת להבטיח הרבצה של התרסיסים על המטרה. קירוב המוצא ממזער את כמות החומר אשר "אובדת" בדרך אל המטרה.
- הארכת מוצא האוויר והגבתו קרבו את מוצא האוויר לאשכולות. באופן זה היה המרחק לאשכול 4-6 מטרים. ריסוס באמצעות המוצא המוגבה שיפר מאד את שיעור הכיסוי בפירות בכל חלקי האשכול ובמיוחד באזורים הבעייתיים כגון פירות על סנסנים פנימיים בחלק העליון של האשכול. לעומת זאת יעילות הכיסוי שהושגה באמצעות מרסס תותח רגיל הייתה לקויה.
- הגבת מוצא האוויר ושיפור שיעור הכיסוי בפירות בכל חלקי האשכול, אפשרה להקטין את נפחי הריסוס וליישם את התרסיסים באמצעות פומיות שמייצרות טיפות קטנות מבלי להפחית את יעילות קליטת התרסיסים.
- הגבת מוצא האוויר וריסוס בנפחים מוקטנים ובטיפות קטנות תרם להשגת כיסוי טוב של הפירות בכל חלקי האשכול בזנים שונים ובכללם זנים שמאופיינים באשכולות גדולים וצפופים כמו "חיאני" ו"חלאווי" (התוצאות לא הוצגו במאמר זה).

## **ב. מטרת המחקר**

- מטרת המחקר הסופית היא פיתוח טכנולוגיה וכלי מסחרי ליישום יעיל של תכשירי הדברה, שעיקרו מרסס המבוסס על ריסוס נישא אויר. המטרות לשנת 2006 היו:
- הבנת התנאים הדרושים לכיסוי אשכולות תמרים בתרסיסים ביעילות גבוהה בריסוס נישא אויר.
  - פיתוח כלי ריסוס אשר יענה על הדרישות לכיסוי יעיל של המטרה בתרסיסים.
  - יישום יעיל של תרסיסים תוך הגברת יעילות כיסוי המטרה וצמצום מנות התכשיר.

## פירוט הניסויים והתוצאות בשנת 2006

### 1. פיתוח מרסס אב טיפוס

לאחר הבנת התנאים הדרושים לכיסוי האשכולות ועל בסיס הממצאים ההקדמיים בשנת 2005, תוכנן ונבנה מרסס מוקטן מסוג "תותח" בעל מוצא עגול בקוטר 200 מ"מ. המרסס נבנה כך שמשקלו הכולל (ללא מיכל הנוזל) הוא 60 ק"ג. קצהו של המוצא מותקן על מפרק מתכווץ כדי לאפשר שינוי בזווית התקיפה של התרסיס למטרה. לצורך הפעלה עצמאית של המפוח תוכננה ונבנתה יחידת כוח הידראולית ניידת אשר מאפשרת הפעלה של המפוח ללא תלות בכל מכשור אחר (איור 1). המפוח ויחידת הכוח ההידראולית ניתנים להצבה על כל במה של כלי גובה ובכך מתאפשרת בחינה של המרסס בכל מטע תמרים בארץ. ניתן להאריך את מוצא המפוח לפי הצרכים וכן להתקין על המרסס פומיות שונות במספר מגוון על מנת להתאים את ספיקת הנוזל וגודל הטיפות הרצויים. מיכל התרסיס והמשאבה מוצבים על עגלה שנגררת על הקרקע באמצעות כלי הגובה.



איור 3. מפוח תותח לריסוס תמרים ויחידת כוח הידראולית להפעלתו

בשלב הראשון נבחנו ביצועי המרסס. מהירות האויר כפי שנמדדה במוצא במהירות מרבית של המפוח היא 60 מ/ש. כמו כן מדדנו את מהירות האויר והתבדרות אלומת האויר במרחק 5 מטר מהמוצא. מצאנו כי במרחק זה התקבלה אלומה של אויר בקוטר 100 ס"מ. מהירות האויר שנמדדה במרכז האלומה היא 22 מ/ש. מהירות האויר בשולי האלומה (50 ס"מ מהמרכז) היתה 15-16 מ/ש. המהירות שנמדדה דומה לאלה שהתקבלו בשנה הקודמת בניסויים ההקדמיים. ממצאים אלה הצביעו כי לאב הטיפוס שבנינו ביצועים בסיסיים שעשויים להתאים לצרכי הריסוס בתמרים.

בחנו את הביצועים של שני סוגי מוצאים: מוצא באורך 1 מטר בצורת צינור אחיד שקוטרו 200 מ"מ – שנתוני הפעלתו הוצגו לעיל, בהשוואה למוצא דומה שקצהו נפתח למוצא בצורת משפך בקוטר 300 מ"מ ואשר מאפשר יצירת אלומת אויר רחבה יותר. מהירות האויר המרבית שנמדדה במוצא המורחב היתה 51 מ/ש. המהירות הממוצעת במוצא היתה 40 מ/ש.

ממצא חשוב אשר התגלה בשלבי הבדיקה הראשוניים הוא מערבולות זרימה של אויר ונוזל בקרבת המוצא אשר נבעו מהמרחק הקצר שבין המפוח למוצא (100 ס"מ), כידוע, יצירת זרם אויר ישר מחייבת שמרחק המוצא מהמפוח לא יקטן מ-20 כפולות קוטר המוצא, דהיינו לפחות 200 ס"מ. לכן הוארך קנה התותח. במהלך כל הניסויים בהמשך בוצעה כל העבודה עם תותח שהמרחק בין המפוח למוצא הוא 300 ס"מ (איור 2).



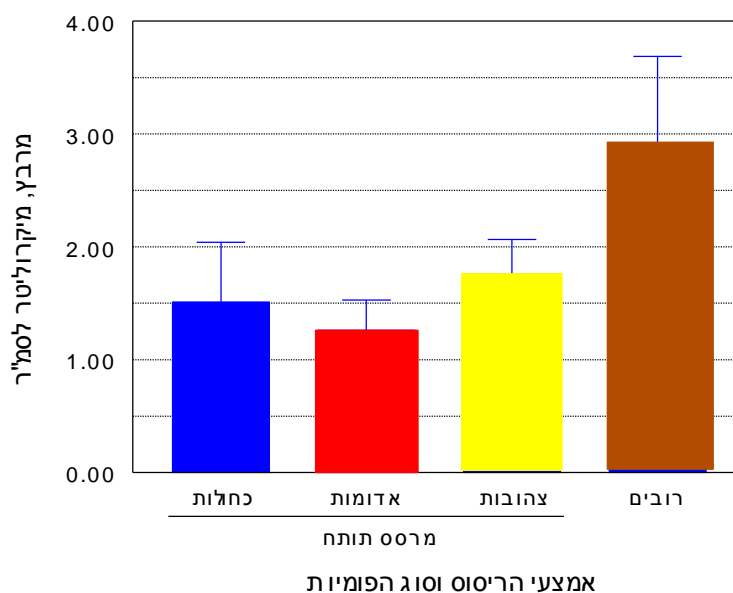
איור 2. תאור הפעלת המרסס מעל במת כלי גובה. המפוח מותקן עם מוצא מאורך אשר מאפשר ריסוס בגובה נמוך של הבמה מהקרקע.

## 2. כיסוי אשכולות תמרים בתמרים בריסוס נישא אוויר במערכות מבוקרות .

זרמי אוויר נוטים לעקוף מטרות גליליות דוגמת פירות התמרים. לכן על מנת להבטיח שהתרסיסים שנישאים בזרמי אוויר יורבצו על המטרה ולא יעקפו אותה, צריך להקנות לטיפות אנרגיה מספקת כדי להתגבר על שכבת המגן שנוצרת בסביבת הפירות. מטרת הניסויים היתה לבחון מהו גודל הטיפות הדרוש במהירות האוויר הנתונה במרחק 5 מטר מהמוצא להשגת מרבצים אחידים על המטרה. למטרות הניסוי הוצב התותח באופן שהמוצא אופקי. בקצה מוצא האוויר הותקנו פומית קונית שונות. המפוח הוצב על גבי מסוע אשר מאפשר ביצוע ריסוס תוך תנועה בניצב למטרות הריסוס אשר מוצבות על רשת במרחק 5 מטר ממוצא המרסס. בניסוי נבדקה קליטת התרסיסים על גבי סנסנים בודדים של תמרים מהזן חיאני. לבדיקות כמותיות של יעילות הכיסוי ריססנו תמיסה מימית של צבע מעקב אדום 696 בתחום הנראה. נבחנו מספר פומיות קוניות אשר מאפיינות ספיקות נוזל שונות וגודל טיפות שונה. הפומיות הקוניות שנבחנו והמאפיין אותם בלחץ 5 באר (Albuz, ATR) הן:

פומית כחולה : ספיקה 2.4 ליטר/דקה, קוטר חציון נפחי (VMD) – 250 מיקרון .  
פומית אדומה : ספיקה 1.39 ליטר/דקה, קוטר חציון נפחי (VMD) – 116 מיקרון

פומית צהובה: ספיקה 0.78 ליטר/דקה, קוטר חציון נפחי (VMD) – 88 מיקרון  
 על מנת להתאים את נפחי הריסוס בגלל הספיקה השונה בפומיות, בוצע הריסוס במספר פומיות יחסי  
 לספיקה (2 פומיות כחולות, 4 פומיות אדומות, ו-8 פומיות צהובות) לצורך השוואה נבחן גם ריסוס רובים  
 ללא הדף אויר באמצעות פומית רובים AYHSS ספיקה 2.8 ליטר/דקה, קוטר חציון נפחי (VMD) – 300  
 מיקרון. הריסוס נעשה באמצעות רובה ריסוס במרחק 100 ס"מ מהפירות.  
 הריסוס בוצע כאשר המפוח פועל במהירות הרצויה, התרסיס מותז מהפומית בלחץ 5 באר והמסוע נע  
 במהירות 1 מ/ש. כל משתנה ריסוס נבחן על 10 סנסנים או אשכולות (חזרות) בתום הריסוס נלקחו  
 הפירות לקביעת כמות המרבצים.  
 בתנאי ההפעלה של המפוח לא היה הבדל ביעילות הקליטה של תרסיסים על גבי המטרות. טיפות קטנות  
 כמו גם גדולות נקלטות ביעילות דומה במהירות האויר שמייצר המרסס (איור 3). ממצאים אלה מעידים  
 כל ביצועי המרסס החדש מתאימים ליישום תרסיסים על גבי מטרות במרחק 5 מטר מהמטרה.



איור 3. מרבצים של תרסיסי תמיסת צבע מעקב 696 על פירות תמר לאחר ריסוס סנסנים בודדים במערכת מבוקרת. ריסוס רובים – ריסוס לנגירה באמצעות רובי ריסוס. מרסס תותח – מרסס אבטיפוס, שמרחק המוצא הוא 5 מטר מהפירות.

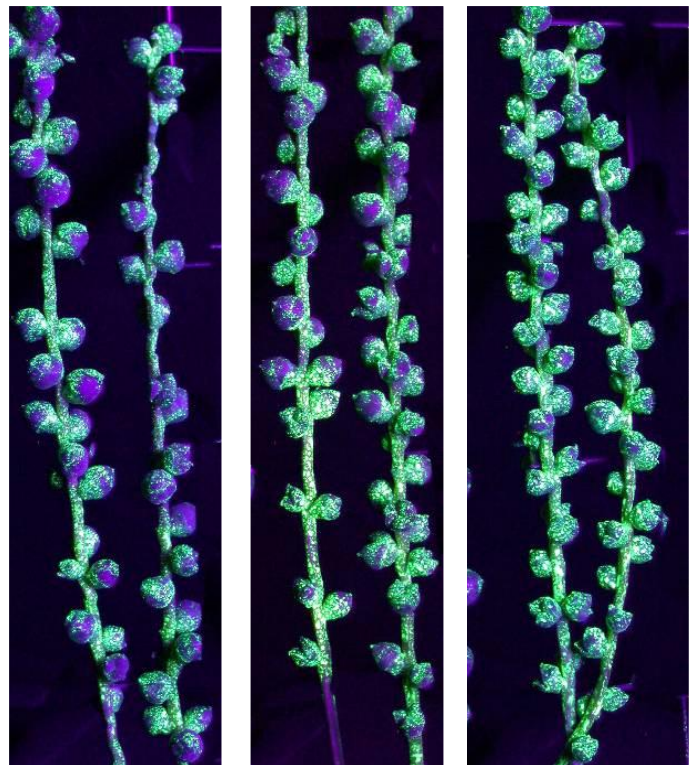
### 3. כיסוי אשכולות במטעי תמרים

- בחינת השפעת המרחק של מוצא האויר מהאשכולות בוצעה במטע התמרים בקיבוץ גרופית, קיבוץ עין הנציב, וחוות הניסויים עדן בעמק בית שאן.  
 בניסויים במטעי התמרים נבחנו מספר משתנים
1. השפעת סוג המוצא (צר או רחב), סוג הפומיות, והמרחק מהמטרה על שעור הכיסוי של אשכולות תמרים בתרסיסים
  2. השפעת השלב הפנולוגי וצפיפות האשכולות על יעילות הכיסוי בתרסיסים.
  3. השפעת הריסוס בשיטות השונות על שאריות תכשירי הדברה בפירות בעת הגדיל.



כל הריסוסים בוצעו על ידי מרסס המפוח שהוצב על במת כלי הגובה. על המפוח הוצב קנה באורך 3 מטר. התאמת מרחק המוצא מהאשכולות בוצעה באמצעות הגבהת או הנמכת הבמה. הריסוסים בוצעו במהירות התקדמות של 1-2 קמ"ש על פי הניסויים. לצורך השוואה בוצעו במספר ניסויים טיפולים של ריסוס לנגירה באמצעות רובי ריסוס מעל הבמה בגובה האשכולות (שיטת הריסוס המשקית). נפח התרסיס – כ-5 ליטר לעץ. כמו כן בוצע ריסוס באמצעות מרסס מפוח קרקעי מסחרי (גובה 3.5 מטר מהקרקע)

**3.1 השפעת מרחק המוצא מהאשכולות וסוג הפומיות על כיסוי אשכולות תמרים בשלבים מוקדמים.**  
 בוצעו שני ניסויים בקיבוץ עין הנציב וקיבוץ גרופית. הריסוסים בוצעו באמצעות פומיות כחולות, אדומות או צהובות (לחץ עבודה 5 באר). לקביעת יעילות הכיסוי ואחידות הפיזור שימשה תמיסת צבע מעקב פלוסצנטי מסוג Lunar Yellow בוצע ריסוס בשני סוגי המוצאים ובגבהים משתנים מהאשכול. לאחר הריסוס נדגמו סנסנים שלמים ממספר אשכולות (6 אשכולות בכל עץ מרוסס). במעבדה נקבע אחוז כיסוי הסנסנים והפירות וכן צפיפות הטיפות ליחידת שטח.  
 מצאנו כי בשלבים הראשונים בהתפתחות האשכולות לא היה הבדל ביעילות הכיסוי בין הפומיות השונות. בשני סוגי המוצאים (רחב וצר יותר) הושגה מידת כיסוי זהה, גם הגדלת המרחק מהמטרה לא הפחיתה את יעילות הכיסוי של האשכולות בתרסיס (איור 4). ההסבר ליעילות הכיסוי הטובה בכל האמצעים שנבחנו היא כי מהירות האויר שמסיע את התרסיסים היא גבוהה ומספיקה להרביץ את הטיפות על המטרות שאינן צפופות. בשלב התפתחות זה אין צורך בזרמי אויר מהירים במיוחד אשר נחוצים בשלבים מאוחרים של התפתחות האשכול על מנת להחדיר תרסיסים פנימה.



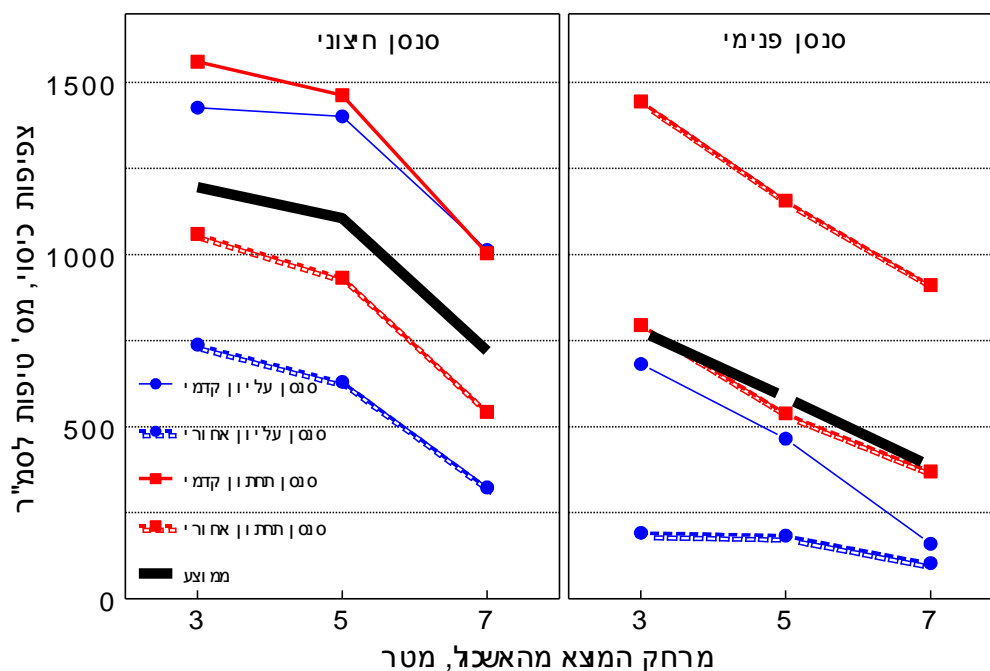
איור 4. השפעת מרחק מוצא האויר על יעילות כיסוי אשכולות תמרים מסוג חיאני בשלבי ההתפתחות המוקדמים, בצבע בעקב זוהר. כל הריסוסים בוצעו במרסס תותח מצויד בפומיות אדומות. ימין – מרחק 3 מטר מהמרסס, מרכז – מרחק 5 מטר מהמרסס, שמאל – מרחק 7 מטר מהמרסס.



### 3.2 השפעת מרחק המוצא מהאשכולות וסוג הפומיות על כיסוי אשכולות תמרים מפותחים וצפופים.

בוצעו שני ניסויים בקיבוץ עין הנציב וחוות עדן במטעי תמרים מהסוג חיאני אשר מאופיינים באשכולות גדולים וצפופים במיוחד. הריסוסים בוצעו באמצעות פומיות כחולות, אדומות או צהובות (לחץ עבודה 5 באר). לקביעה כמותית של המרבצים שימשה תמיסת צבע מעקב מסוג אדום 696 בוצע ריסוס במוצא הצר (200 מ"מ) ובגבהים משתנים מהאשכול. לאחר הריסוס נדגמו סנסנים שלמים ממספר אשכולות (6 אשכולות בכל עץ מרוסס). נדגמו סנסנים מהיקף האשכול ומהחלק הפנימי. במעבדה הופרדו הפירות מהחלק העליון של הסנסן מהחלק התחתון. נקבע אחוז כיסוי הסנסנים והפירות וכן צפיפות הטיפות ליחידת שטח.

באשכולות קיימת דעיכה ביעילות הכיסוי עם הגדלת המרחק מהמטרה (איור 5). ממצא זה בולט בעיקר במרחק 7 מטר מאשכולות. כיסוי נמוך הושג בחלק העליון של הסנסנים הפנימיים. חלק זה נמצא בתוך האשכולות הצפופים ובמרחק הרב ביותר מהמרסס. בניסויים אלה באים לידי ביטוי מוחשי מגבלות הריסוס. במרחק רב מהאשכולות מהירות האוויר אינה מספקת כדי לפתוח את האשכולות ולהרביץ את התרסיס על הפירות הפנימיים. הממצאים מניסויים אלה ממחישים את הצורך בריסוס ממרחק שאינו עולה על 5 מטרים מהאשכולות.

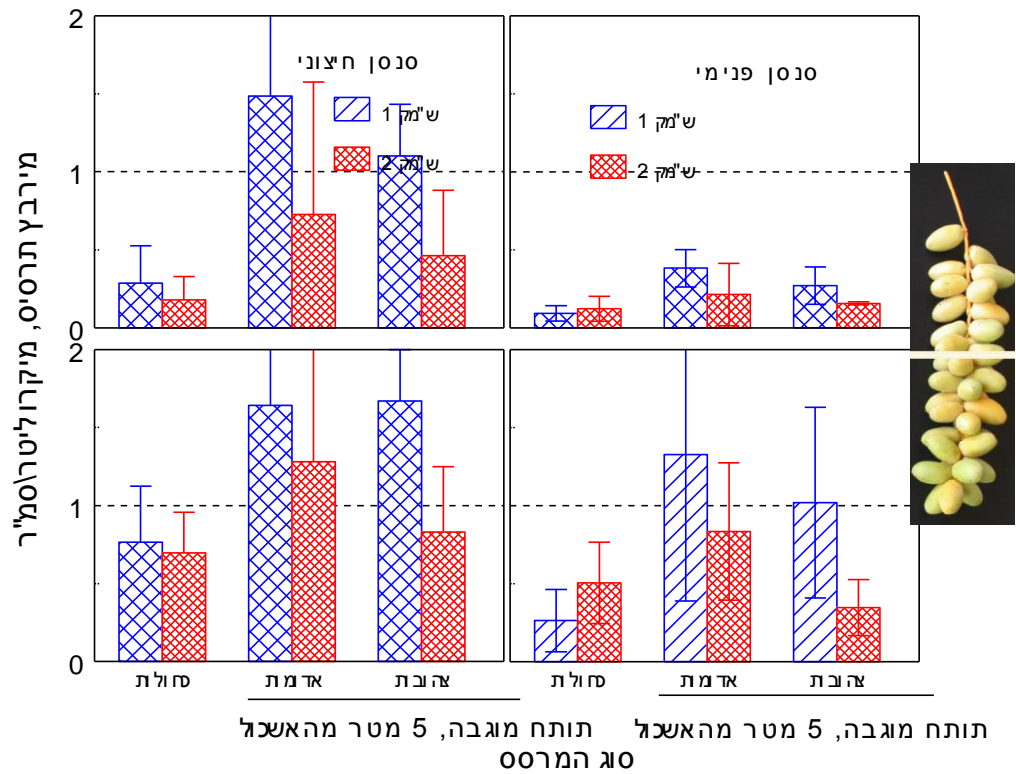


איור 5. השפעת מרחק מוצא האויר על יעילות כיסוי אשכולות תמרים מפותחים וצפופים מסוג חיאני, בצבע בעקב זוהר. כל הריסוסים בוצעו במרסס תותח מצויד בפומיות אדומות. קו שחור עבה מציין את ממוצע הכיסוי בסנסנים חיצוניים ופנימיים בנפרד.

### 3.4 השפעת סוג הפומיות ומהירות ההתקדמות על כיסוי אשכולות תמרים צפופים.

בוצעו שני ניסויים בקיבוץ עין הנציב וקיבוץ גרופית במטעי תמרים מהסוג חיאני ודקל נור. הריסוסים בוצעו באמצעות פומיות אדומות או צהובות (לחץ עבודה 5 באר). לקביעה כמותית של המרבצים שימשה תמיסת צבע מעקב אדום מסוג 696 בוצע ריסוס במוצא הצר (200 מ"מ) ובמרחק 5 מטר מהאשכול.

הריסוס בוצע בשתי מהירויות של התקדמות המרסס, 1, ו-2 קמ"ש. לאחר הריסוס נדגמו סנסנים שלמים ממספר אשכולות (6 אשכולות בכל עץ מרוסס). נדגמו סנסנים מהיקף האשכול ומהחלק הפנימי. במעבדה הופרדו הפירות מהחלק העליון של הסנסן ומחלקו התחתון. התקבלה דעיכה מסוימת ביעילות הכיסוי עם הגדלת מהירות ההתקדמות (איור 6). ממצא זה בולט יותר בחלק העליון של הסנסנים הפנימיים. התקדמות במהירות 2 קמ"ש אינה מאפשרת כיסוי מספק בכל האשכול. ניתן יהיה להתקדם במהירות גבוהה יותר רק כאשר המוצא קרוב יותר לאשכולות.



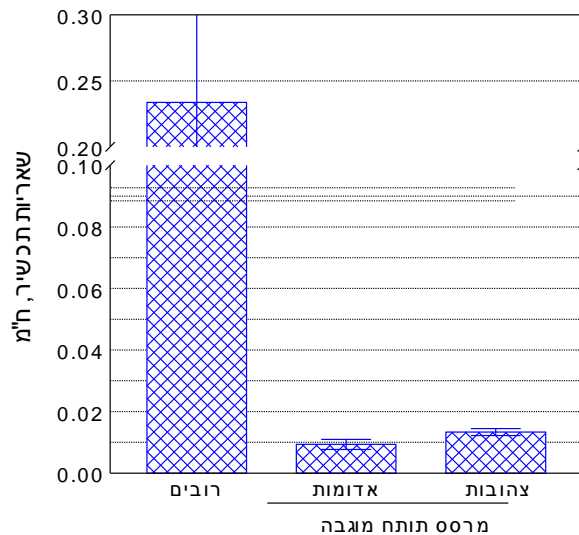
**איור 6.** מרבצים של תרסיס תמיסת צבע מעקב אדום 696 על פירות תמר אשר נדגמו מאשכולות תמרים במטע מזן "דקל נור" בקיבוץ גרופית. גובה האשכולות 15 מטר מהקרקע. פומיות כחולות – מרסס תותח (גובה המוצא 3.5 מטר מהקרקע). פומות צהובות ואדומות – מרסס תותח אשר מוצב על במת כלי גובה, מרחק המוצא מהאשכולות 5 מטר.

**3.4 השפעת סוג המרסס וסוג הפומיות על שאריות תכשירי הדברה בפירות תמרים בעת הגדיד.**  
 התרכזנו בשאריות התכשיר קראטה מקס על פירות תמר. בוצע ניסוי במטע תמרים מהסוג חלאווי בחוות הניסויים עדן.. בעקבות מגבלות בשימוש בתכשיר קראטה מקס (Lambda Cyhalothrin) בגלל שאריות רעלים בעת הגדיד, בחנו האם אפשר להפחית את השאריות באמצעות ריסוס במרסס החדש. הריסוס בוצע באמצע אוגוסט – כשבעים ימים לפני מועד הגדיד המתוכנן. רוססה תמיסת התכשיר בריכוז 0.1% כפי שמקובל בריסוס מסחרי. בוצע יישום התכשיר בשלושה סוגי ריסוס.

1. ריסוס במרסס תותח בפומיות אדומות
2. ריסוס במרסס תותח בפומיות צהובות
3. ריסוס לנגירה באמצעות רובים מעל הבמה בגובה האשכולות.
4. היקש ללא ריסוס כלל.

הניסוי בוצע בארבעה חזרות (עץ לכל חזרה) בנוסף הושארו 6 עצים כביקורת ללא טיפול לכל המועדים (סה"כ 16 עצים בניסוי). לפני ריסוס תכשיר ההדברה בוצעה במקום אחר במטע בדיקה של יעילות הכיסוי של האשכולות על ידי צבע מעקב, באמצעות כל מרסס. בתום הריסוסים בתכשיר ההדברה נעטפו האשכולות בשקי רשת כפי שמקובל בזן זה.

באמצע חודש אוקטובר נגדדו האשכולות (שלושה אשכולות מכל עץ). כל אשכול נעטף בשק רשת לפני ניתוקו מהעץ. האשכולות הובלו לבית האריזה ושם הופרדו הפירות מהסנסנים. מכל שלושה אשכולות נדגמו באקראי 300 פירות (100 לאשכול). הפירות נשלחו לבדיקת שאריות במעבדות בקטוכס, נס ציונה.



איור 7. שאריות תכשיר ההדברה קראטה מקס (Lambda Cyhalothrin) על פירות תמר מזן חלאווי. הריסוס בוצע 70 ימים לפני הגדיד. רובים – ריסוס באמצעות רובה ריסוס מעל כלי גובה. פומיות צהובות ואדומות – מרסס תותח אשר מוצב על במת כלי גובה, מרחק המוצא מהאשכולות 5 מטר

שאריות התכשיר Lambda Cyhalothrin היו גבוהות ביותר בפירות שרוסס בריסוס רובים למרות שהריסוס בוצע 70 ימים לפני הגדיד. כמות השאריות שנתקבל בריסוס הרובים היא יותר מפי 10 מהסף המותר (0.02 ח"מ). ריסוס במרסס התותח בפומיות צהובות או אדומות הפחית את כמות התכשיר בפירות לשיעור נמוך מהסף המותר של שאריות. כמות השאריות שהתקבלה בפירות שרוסס במרסס התותח היתה נמוכה מהסף המותר. שיעור הנגיעות בפגעים בפירות היה נמוך ביותר. לכן לא ניתן להסיק מניסוי זה על יעילות הדברת פגעים.

## סיכום

בנינו אב טיפוס של מרסס תותח, אשר מוצב על כלי גובה על מנת לקרב אותו לאשכולות ולהשיג מהירות אוויר גבוהה יותר בסביבת האשכולות. באופן זה מתאפשרת פתיחה של האשכולות הכבדים וחדירה של התרסיס לפירות הפנימיים. הממצאים העיקרים מהעבודה והמסקנות המתלוות אליהם הם:

- בשלבים הראשוניים בהתפתחות האשכולות הגדלת המרחק מהמטרה לא הפחיתה את יעילות הכיסוי של האשכולות בתרסיס. מהירות האויר שמייצר המרסס היא גבוהה ומספיקה להרביץ את הטיפות על המטרות שאינן צפופות.

- באשכולות צפופים קיימת דעיכה ביעילות הכיסוי עם הגדלת המרחק מהמטרה. ממצא זו בולט בעיקר במרחק 7 מטר מאשכולות, ובחלק העליון של הסנסנים הפנימיים. חלק זה נמצא בתוך האשכולות הצפופים ובמרחק הגידול ביותר מהמרסס. הממצאים מניסויים אלה ממחישים את הצורך בריסוס ממרחק שאינו עולה על 5 מטרים מהאשכולות.
- התקבלה דעיכה מסוימת ביעילות הכיסוי עם הגדלת מהירות ההתקדמות. ממצא זו בולט יותר בחלק העליון של הסנסנים הפנימיים. התקדמות במהירות 2 קמ"ש אינה מאפשרת כיסוי מספק בכל האשכול. ניתן יהיה להתקדם במהירות גבוהה יותר רק כאשר המוצא קרוב יותר לאשכולות מהאשכולות.
- ריסוס במרסס התותח בפומיות צהובות או אדומות הפחית את כמות התכשיר Lambda Cyhalothrin בפירות לשיעור נמוך מהסף המותר של שאריות התכשיר. שאריות התכשיר היו גבוהות פי 10 מהסף המותר, עאשר התכשיר רוסס בריסוס באמצעות רובים למרות שהריסוס בוצע 70 ימים לפני הגידול.
- בשנה הבאה נתמקד בבחינת מדדים נוספים של כיסוי והדברה בתנאי יישום מסחריים.

### **הבעת תודה:**

תודתנו לחברת "מרססי אחים רז בע"מ על הסיוע בפיתוח המרסס לביצוע הניסויים, ועל שיתוף הפעולה הפורה. לצוותי מטע התמרים בקיבוצים גרופית, עין הנציב ושלוחות על הסיוע הרב בביצוע הניסויים. לצוות חוות הניסויים עדן על העזרה בביצוע הניסויים ואחזקת החלקות.

**הממצאים המוצגים בדו"ח זה הינם תוצאות חלקיות של מחקר ואינן בשום מקרה המלצות לשימוש.**  
**אין באזכור התכשירים או המיכון המופיעים בדו"ח משום המלצה לשימוש בהם או העדפה על פני אחרים שלא נבחנו**