

בחינת גרעינית, מערכת תומכת החלטה להתמודדות עם ריקבון בית הגלעין בתפוח, בעונת 2007

דו"ח סופי המוגש למו"פ צפון

על ידי

דני שטיינברג

המחלקה לפתולוגיה של צמחים, מינהל המחקר החקלאי, בית דגן

תקציר

במסגרת המאמצים לפתח גישות להתמודדות עם תופעת ריקבון בית הגלעין בתפוח פותחה מערכת תומכת החלטה בשם **גרעינית**. פיתוח המערכת התבסס על סידרת היפותזות ביולוגיות והערכים האמפיריים של מודל החיזוי נאמדו מנתוני מזג אוויר ונתונים אודות שיעורי ריקבון הציפה שנאספו ממוטעים מסחריים באזור הצפון על ידי פרופ' משה ראובני וצוותו בשנים 2005-2006. בעונת האביב 2007 בוצעה סדרת הניסויים רחבה באזור הצפון. לניסויים אלה היו שתי מטרות, כלהלן: הראשונה, לאסוף נתונים ממגוון רחב ככל האפשר של תנאי סביבה ומצבים שיאפשרו לאמת שוב את המודל ובמידת הצורך לשפרו; השנייה, להשתמש במודל כפי שהוא לתזמון ריסוסים כנגד המחלה. בניסויים יושמו גרסאות שונות של המודל בטיפולים השונים בתקווה שיישום הריסוסים במועדים השונים יאפשר להסיק מסקנות כלליות לגבי תקיפות המודל ובמידת המורך יאפשרו לשפרו. המדדים המטאורולוגיים הדרושים להפעלת **גרעינית** (משך הרטיבות והטמפרטורה) נמדדו באמצעות תחנות מטאורולוגיות סטנדרטיות של משרד החקלאות, מו"פ צפון או של יקבי רמת הגולן. כל הניסויים הוצבו בקרבת תחנות מטאורולוגיות ובכל מקרה לא עלה המרחק על קילומטר אחד. לאחר ההבשלה נקטפו מכל חלקת ניסוי 25 פירות. כל פרי נחצה לאורכו, נבחן ויזואלית ודורג על פי התפתחות התפטיר או הריקבון. בנוסף למערך הניסויים שתואר לעיל נדגמו פירות מ-45 חלקות תפוח מסחריות משבעה משקים ברמת הגולן וגם הם שימשו לאימות המודל. הממצאים העיקריים שעלו מהמחקר היו כלהלן:

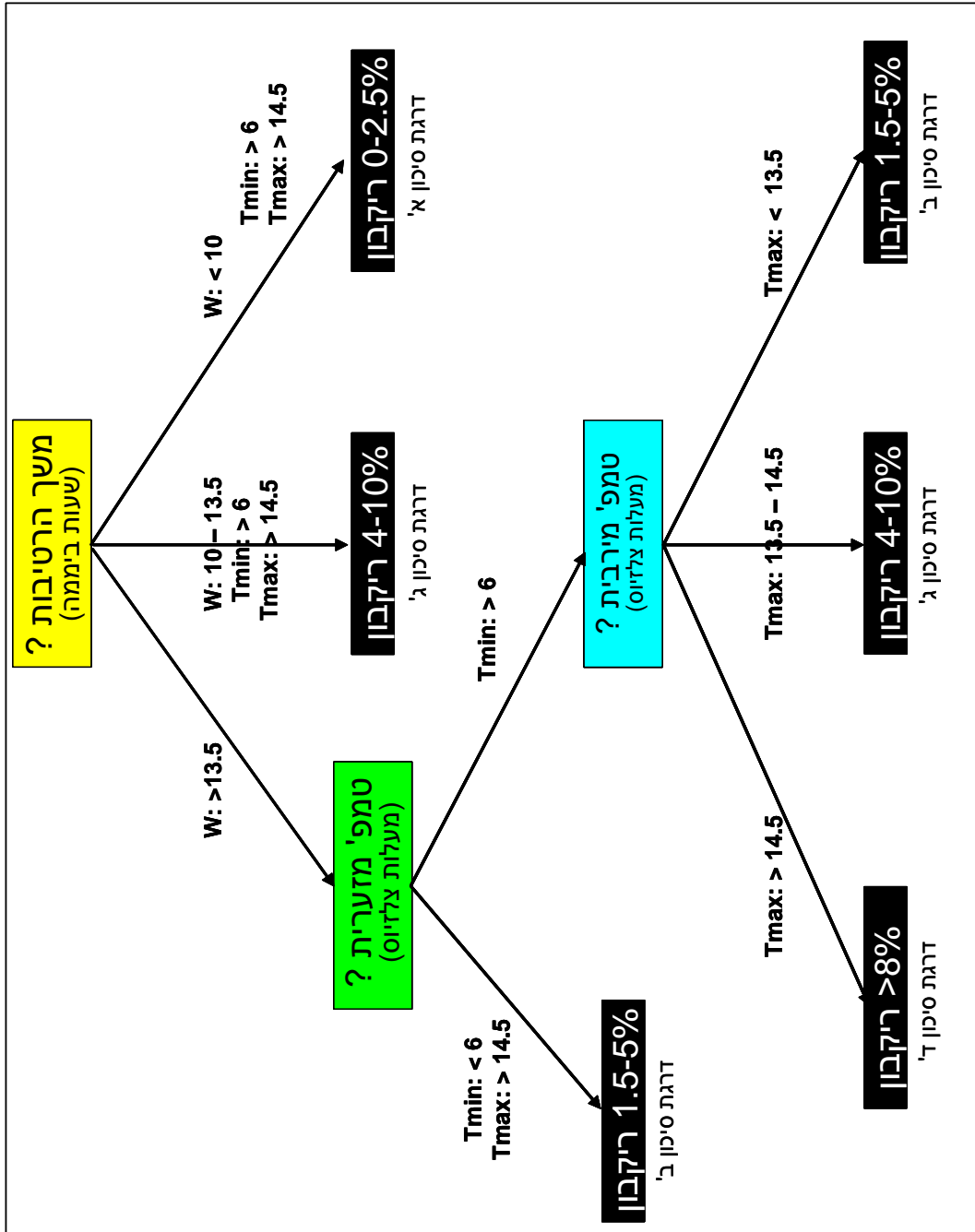
1. הייתה שונות רבה בשכיחות הריקבון בניסויים שבוצעו בעונת 2007. 2. מערכת תומכת ההחלטה **גרעינית** לא חזתה בדיוק מספק את הופעת הריקבון בניסויים השונים ובחלקות המסחריות מהם נדגמו פירות. לדעת מפתחיה – המערכת נכשלה. 3. בטיפול הביטוח, בו יושמה תערובת של וקטרה (0.08%) ומרפאן (0.25%) החל ממועד הופעת הפרח הראשון ולאחר מכן במרווחים של יומיים או שלושה עד לסיום הפריחה (בסך הכל 6-8 ריסוסים) לא הייתה שכיחות הפירות הרקובים נמוכה במובהק מזו של חלקות ההיקש שלא רוססו כלל. 4. ניתוח הפיזור המרחבי של שכיחות הריקבון שבוצע עבור נתונים שנאספו מאחד הניסויים הראה שקיימים (לכאורה) מוקדי נגיעות. במילים אחרות שישנם עצים בהם יש מספר רב של פירות רקובים ובאחרים, הנמצאים במרחק קצר, יש מספר קטן או אפילו בכלל לא של פירות רקובים. המסקנה העיקרית היא שחוסר ידע ביולוגי בסיסי אודות התהליכים המתרחשים בזמן ההדבקה, התבססות הפטרייה בבית הגרעין, חדירת הפטרייה לציפה והתפתחות הריקבון, מהווה גורם המגביל את הפיתוח של אמצעים יעילים להתמודדות עם הבעיה.

מבוא

במסגרת המאמצים לפתח גישות להתמודדות עם תופעת ריקבון בית הגלעין בתפוח פותחה מערכת תומכת החלטה בשם **גרעינית**. ההיפותזה שעמדה בבסיס הפיתוח מתוארת בתרחיש המפורט להלן. נבגי הפטרייה הגורמת לתופעה (ככל הידוע *Alternaria alternata*) מאכלסים בצורה אפיפיטית את צלקות הפרחים. הם חודרים לאזור השחלה והעובר המתפתח ומאכלסים גם אותם. תהליך זה מתקיים בכל מקרה, גם כאשר בסופו של דבר לא מתפתח תופעת הריקבון. הגורם המבדיל בין המקרים בהם מתפתח ריקבון בבית הגלעין למקרים בהם הוא לא מתפתח הוא גודל המידבק. כאשר כמות המידבק בשחלה גדולה, הפתוגן חודר את דופן בית הגלעין בשלבים הראשוניים של התפתחות החנטים וגווס בסופו של דבר לריקבון בציפה. כאשר כמות המידבק קטנה, הפטרייה אמנם מאכלסת את בית הגלעין אך היא לא חודרת את דופן בית הגלעין, לא מאכלסת את הציפה ולא גורמת לריקבון. כמובן שההגדרות שצוינו (לגבי כמות המידבק) הן איכותיות והשתמשנו בהן לתיאור התהליך בלבד. מאחר והנחת המוצא היא שנבגי הפטרייה מאכלסים בכל מקרה את צלקות הפרחים, הגורם הקובע את גודל המידבק (והמשך, אם יתפתח ריקבון בציפה) הוא תנאי הסביבה. כשתנאי הסביבה מעודדים את התרבות הפתוגן גודל המידבק יאפשר את חדירתו לציפה. כפי שצוין התרחיש הנ"ל הוא תרחיש היפותטי המבוסס על ממצאי מחקרים שבוצעו בשנים האחרונות על ידי פרופ' דב פרוסקי וצוותו.

נתוני מזג אוויר ונתונים אודות שיעורי ריקבון הציפה שנאספו ממטעים מסחריים באזור הצפון על ידי פרופ' משה ראובני וצוותו בשנים 2005-2006 שימשו לפתוח הגירסה הראשונה של **גרעינית**, מערכת תומכת החלטה לחיזוי שיעור הנגיעות בציפה. **גרעינית** הוא מודל אמפירי וחיזוי הנגיעות בציפה מבוסס על תנאי מזג האוויר השוררים במהלך הפריחה. תרשים הזרימה הכללי של המערכת מפורט באיור מספר 1. גורמי האקלים המשפיעים (על פי המודל) הם משך הרטיבות (שעות ביממה), טמפרטורת המינימום וטמפרטורת המקסימום (במעלות צלזיוס), החל מ - 40% פריחה ועד לסוף הפריחה. מאחר ובסיס הנתונים בו נעשה שימוש לפיתוח המערכת היה מוגבל, לא כל צירופי הרטיבות והטמפרטורה נכללים בו. הפלט של המודל הוא השיעור החזוי של הפירות הנגועים בריקבון בציפה (באחוזים) בזמן הקטיף. השיעור החזוי על פי המערכת מחולק לארבע טווחי נזק (רמות סיכון), כלהלן. רמת סיכון א – שיעור ריקבון נמוך (בין 0 ל - 2.5%); רמת סיכון ב - שיעור ריקבון בינוני (בין 1.5 ל - 5%); רמת סיכון ג – שיעור ריקבון גבוה (בין 4 ל - 10%); רמת סיכון ד – שיעור ריקבון גבוה מאד (יותר מ - 8%). המודל נבחן על בסיס הנתונים ששימשו לפיתוחו (ובאנגלית verification) ונמצא אמין. לאחר מכן הוא יושם על בסיס נתונים שנאספו בשנת 2004, נתונים שלא נעשה בהם שימוש לפיתוחו (ובאנגלית validation). במבחן זה המודל נכשל ולא חזה בצורה טובה את שיעור הריקבון האמיתי שהתפתח.

למרות שהמודל נכשל באימות הבלתי תלוי, הוחלט לבצע בעונת האביב 2007 סדרת הניסויים רחבה באזור הצפון. לניסויים אלה היו שתי מטרות, כלהלן: הראשונה, לאסוף נתונים ממגוון רחב ככל האפשר של תנאי סביבה ומצבים שיאפשרו לאמת שוב את המודל ובמידת הצורך לשפרו; השנייה, להשתמש במודל כפי שהוא לתזמון ריסוסים כנגד המחלה. בניסויים יושמו גרסאות שונות של המודל בטיפולים השונים בתקווה שיישום הריסוסים במועדים השונים יאפשר להסיק מסקנות כלליות לגבי תקיפות המודל ובמידת המורך יאפשרו לשפרו.

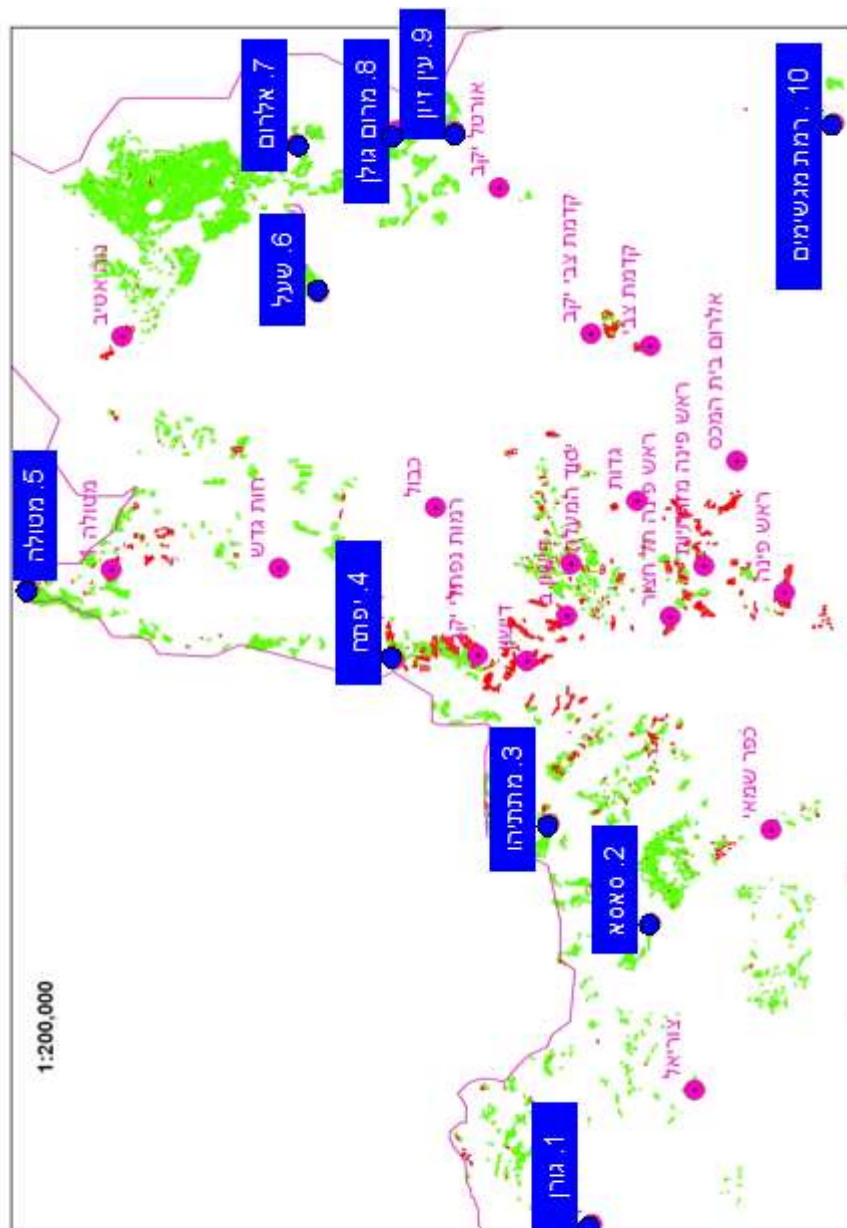


איור מספר 1. תרשים זרימה של תהליך קבלת ההחלטות של מערכת גרעינית.

פירוט הניסויים שבוצעו

בעונת האביב 2007 בוצעו ניסויים מטעי תפוח מהזן טופ-רד בעשרה אתרים באזור הגליל, עמק החולה והגולן. אתרי הניסויים מצוינים במפה המובאת באיור מספר 2. בכל הניסויים נכללו טיפולי בסיס, ובחלק מהם נכללו טיפולים נוספים. טיפולי הבסיס היו: 1. היקש – החלקות לא רוססו בתכשירי הדברה כנגד אלטרנריה; 2. הדברה מיטבית – חלקות טיפול זה רוססו בתערובת של וקטרה (0.08%) ומרפאן (0.25%) החל ממועד הופעת הפרח הראשון ולאחר מכן במרווחים של יומיים או שלושה עד לסיום הפריחה (נשירת 90% ויותר מעלי הכותרת). 3. ריסוס תכשירי ההדברה על פי גרעינית כשדרגת הסיכון (על פי המערכת)

בינונית ומעלה; 4. ריסוס על פי **גרעינית** כשדרגת הסיכון (על פי המערכת) גבוהה ומעלה. בחלק מהניסויים נכללו גם הטיפולים הבאים: 5. ריסוס על פי **גרעינית** כדרגת הסיכון (על פי המערכת) הייתה גבוהה מאד; 6. ריסוס על פי ההמלצות המקובלות כיום על פי הפנולוגיה. הריסוס הראשון יושם בשלב של 5-15% פריחה; השני בשלב של 40-50% פריחה והשלישי בשלב של שיא הפריחה. בשלושה אתרי ניסוי הותקנה מערכת השקיה המאפשרת להרטיב את הנוף. באתרים אלה סומן ניסוי נוסף, בנפרד מהניסוי הרגיל, ובו נכללו הטיפולים 1, 2 ו-3. הכוונה הייתה להפעיל את מערכת ההמטרה בלילות חמים ויבשים כדי לבחון את השפעת תנאי סביבה אלה (רטיבות בלילות חמים) על שכירות ריקבון הציפה. גודל חלקות הניסוי היה 4-5 עצים לאורך שורה. הניסויים הוצבו במתכונת של בלוקים באקראי או אקראיות גמורה עם 4 חזרות לטיפול (בניסוי אחד היו 3 חזרות לטיפול). תכשירי ההדברה יושמו באמצעות מרסס רובים בנפח תרסיס של 75-150 ליטר לדונם, בהתאם לגודל העצים, נפח העלווה וכמות הפרחים שהיו פתוחים בזמן הריסוס. התרסיס יושם במכוון לפרחים הפתוחים בכדי להגן עליהם. פירוט הטיפולים שנכללו בכל אחד מהניסויים מופיע בטבלה מספר 1.



איור מספר 2. מיקום הניסויים הוחלט והמסומן לניסוי (מבוסס על בדיקות כוחניות) ששימשו לבחינת מערכות וטיפולים והחלטה לגרעינית בשנת 2007

טבלה מספר 1. ריכוז הטיפולים שבוצעו בניסויים השונים ששימשו לבחינת מערכת תומכת ההחלטה
גרעינית בשנת 2007*

הרטבה			טיפולים						מקום	מס' ניסוי
3	2	1	6	5	4	3	2	1		
				X	X	X	X	X	גורן	1
				X	X	X	X	X	סאסא	2
X	X	X		X	X	X	X	X	מתתיהו	3
			X	X	X	X	X	X	יפתח	4
					X	X	X	X	מטולה	5
			X		X	X	X	X	שעל	6
					X	X	X	X	אלרום	7
				X	X	X	X	X	מרום גולן	8
X	X	X	X	X	X	X	X	X	עין זיוון	9
X	X	X	X	X	X	X	X	X	רמת מגשימים	10

* פירוט הטיפולים: 1. היקש – החלקות לא רוססו בתכשירי הדברה כנגד אלטרנריה; 2. הדברה מיטבית – חלקות טיפול זה רוססו בתערובת של וקטרה (0.08%) ומרפאן (0.25%) החל ממועד הופעת הפרח הראשון ולאחר מכן במרווחים של יומיים או שלושה עד לסיום הפריחה (נשירת 90% ויותר מעלי הכותרת). 3. ריסוס תכשירי ההדברה על פי גרעינית כשדרגת הסיכון (על פי המערכת) ומעלה; 4. ריסוס על פי גרעינית כדרגת הסיכון (על פי המערכת) גבוהה ומעלה; 5. ריסוס על פי גרעינית כדרגת הסיכון (על פי המערכת) צפויים גבוהה מאד; 6. ריסוס על פי ההמלצות המקובלות כיום על פי הפנולוגיה. הריסוס הראשון יושם בשלב של 5-15% פריחה; השני בשלב של 40-50% פריחה והשלישי בשלב של שיא הפריחה.

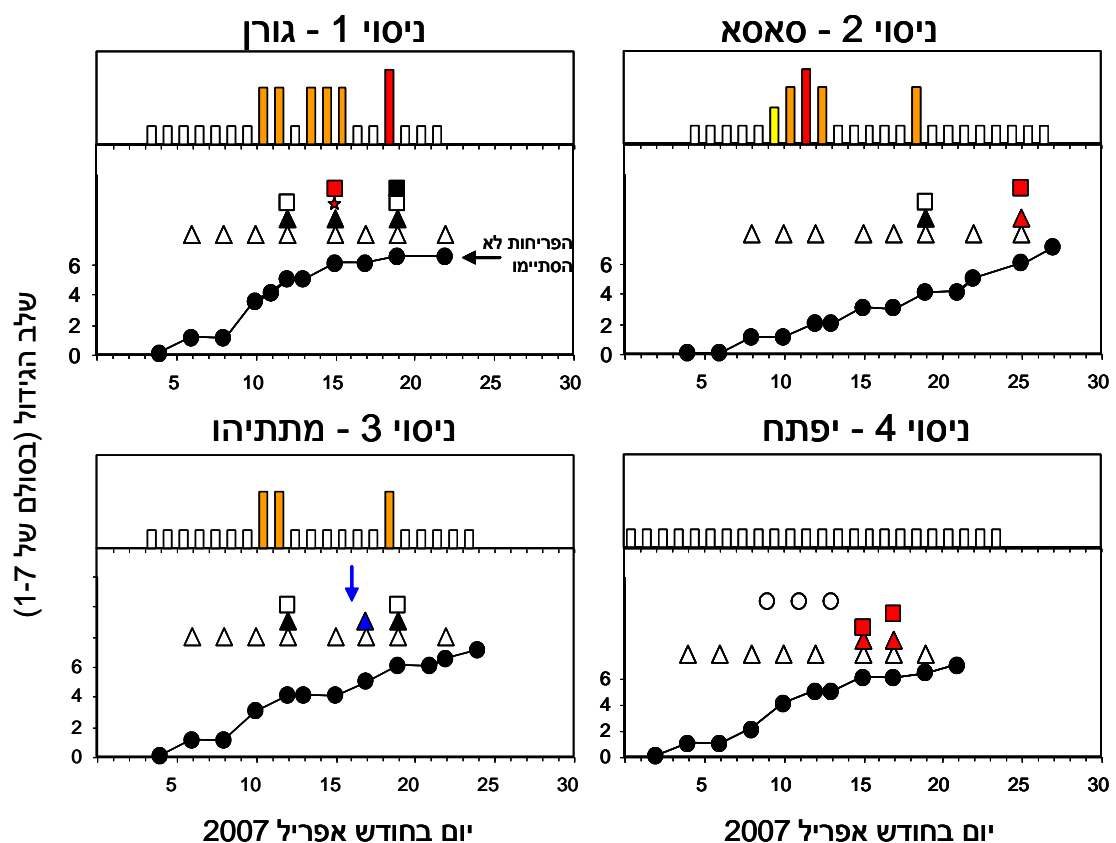
המדדים המטאורולוגיים הדרושים להפעלת גרעינית (משך הרטיבות והטמפרטורה) נמדדו באמצעות תחנות מטאורולוגיות סטנדרטיות של משרד החקלאות, מו"פ צפון או של יקבי רמת הגולן. כל הניסויים הוצבו בקרבת תחנות מטאורולוגיות ובכל מקרה לא עלה המרחק על קילומטר אחד. הנתונים המטאורולוגיים שנמדדו נפרקו בצורה אוטומטית מידי יום בין השעות 08:00 ל- 09:00. לאחר פריקתם הם נבחנו (למציאת חריגים לא הגיוניים) והוכנסו לטבלת Excel. במקביל, נקבע השלב הפנולוגי של העצים על ידי דוגמים מיוחדים על פי סולם של 7 שלבים פנולוגיים, כלהלן. 1. פרח ראשון נראה בחלקת הניסוי; 2. 5-25% פריחה; 3. 25-50% פריחה; 4. 50-75% פריחה; 5. שיא פריחה (75-90%); 6. נשירת עלי כותרת (בשיעור של 50%); 7. סוף פריחה (נשירת עלי כותרת בשיעור של 90% ויותר). הנתונים אודות השלב הפנולוגי בכל אחד מהניסויים נכללו גם בטבלת ה- Excel. הטבלה הועברה בדוא"ל (ובמספר מקרים המידע הרלוונטי הועבר בטלפון) למקבלי ההחלטות שקבעו באילו טיפולים, באילו ניסויים, יש צורך ליישם ריסוס. הריסוס בוצע בכל המקרים עוד באותו היום. הנתונים המטאורולוגיים שנמדדו בכל התחנות במהלך ביצוע הניסויים מופיעים בטבלה מספר 2.

הריסוסים בטיפולים השונים בוצעו כמתוכנן וללא תקלות. מספר הריסוסים בחלקות טיפול 2 נע בין 6 ל- 8 (7.3 ± 0.2), ממוצע \pm שגיאת תקן; בחלקות טיפול 3 נע מספר הריסוסים בין 0 ל- 3 (1.3 ± 0.2); בחלקות טיפול 4 בין 0 ל- 3 (1.3 ± 0.2) ובחלקות טיפול 5 בין 0 ל- 1 (0.3 ± 0.11). בחלקות טיפול 6 יוּשְמוּ על פי המקובל ועל פי התכנון 3 ריסוסים. מספר הריסוסים שיושמו בכל אחד מהטיפולים בכל אחד מהניסויים מופיע בטבלה מספר 3 ומועדי יישומם מתוארים ויזואלית באיור מספר 3. באיור זה גם מצוינת ההתפתחות הפנולוגית של העצים בחלקות הניסוי ודרגת הסיכון היומית החזויה על פי מערכת **גרעינית**. בחלק מהמקרים נוצא מצב בו לא היו הבדלים בין טיפולי המודל (טיפולים 3 עד 5). בחלק ממקרים אלה יוּשְמוּ ריסוסים גם אם לא היה בהם צורך, כדי לבחון את האפשרות של false positive predictions. במספר מקרים אחרים לא יוּשְמוּ ריסוסים למרות שהמודל חזה שיש בהם צורך כדי לבחון את האפשרות של false negative predictions. מקריים אלה מפורטים בטבלה מספר 3. במהלך הניסויים היו שתי תקלות. האחת, כל חלקות הניסוי במטולה רוססו על ידי המגדל בתאריך 12 לאפריל. עובדה זו תילקח בחשבון בעת ניתוח הממצאים. התקלה השנייה הייתה ברמת מגשימים. בניסוי זה הוצבה מערכת ההמטרה והיא הייתה אמורה להיות מופעלת בלילה שבין 22 ו- 23 לאפריל. מסיבות שאינן ברורות מערכת הממטירים לא הופעלה ולכן חלק זה של ניסוי מספר 10 בוטל.

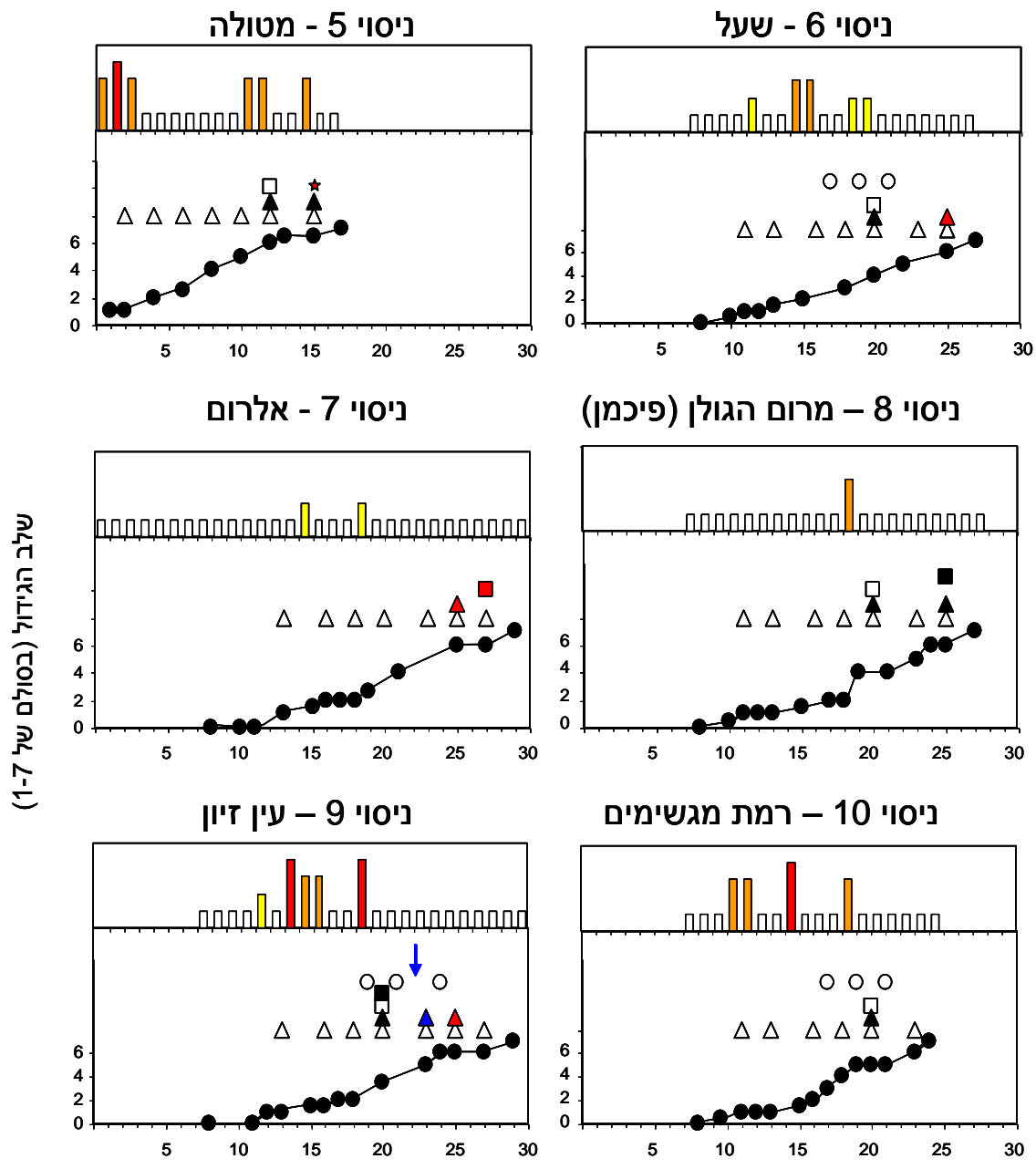
טבלה מספר 3. ריכוז מספר הריסוסים שיושמו בטיפולים בניסויים שבוצעו בעונת 2007 לבחינת מערכת תומכת ההחלטה **גרעינית***

מספר הטיפול בניסוי						מקום	מס' ניסוי
6	5	4	3	2	1		
-	1 ₍₁₊₎	3 ₍₁₋₎	3	8	0	גורן	1
-	0 ₍₁₊₎	1	1 ₍₁₊₎	8	0	סאסא	2
-	0	2	2	8	0	מתתיהו	3
3	0 ₍₁₊₎	0 ₍₁₊₎	0 ₍₂₊₎	8	0	יפתח	4
-	-	2 ₍₂₋₎	2	7	0	מטולה	5
3	-	1	1	7	0	ישורל	6

לאחר ההבשלה נקטפו מכל חלקת ניסוי 25 פירות. כל פרי נחצה לאורכו, נבחן ויזואלית ודורג על פי הסולם הבא: א. פירות שלא ניתן היה לראות תפטיר בבית הגרעין שלהם תפטיר ושלא נראה סימני ריקבון בציפה שלהם; ב. פירות בהם נראה תפטיר בחלק או בכל נפח בית הגרעין. בפירות אלה לא נצפו סימני ריקבון בציפה; ג. פירות בהם נראה תפטיר בבית הגרעין ונראו סימני ריקבון (בגודל כל שהוא) בציפה. לכל חלקת ניסוי נקבעה שכיחות הפירות שהשתייכו לכל קבוצה; נתונים אלה שימשו לחישוב של השכיחות הממוצעת של ריקבון הציפה (באחוזים) לטיפול, בכל ניסוי. השפעת הטיפולים על שכיחות ריקבון הציפה נבחנה באמצעות מבחני ANOVA מתאימים ברמת מובהקות של $P \leq 0.05$.



איור מספר 3. ההתפתחות הפנולוגית, מועדי הריסוסים והדרגת הסיכון של מזג האוויר להדבקה שנמדדו ושנושמו בריסוניה שרואעו רעונת 2007 לרחינת מערכת תומכת ההחלטה **נרעינת***

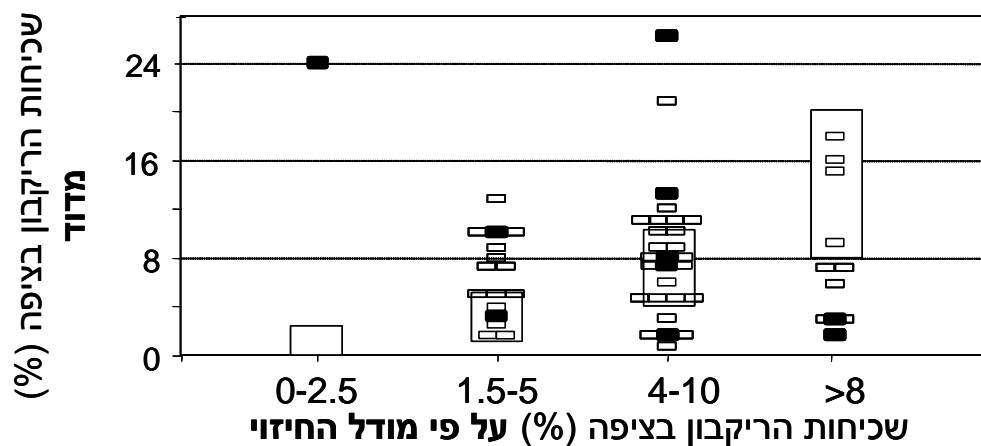


יום בחודש אפריל 2007
 בנוסף למערך הניסויים שתואר לעיל נדגמו פירות מחלקות תפוח מסחריות משבעה משקים ברמת

הגולן. בקשת נדגמו פירות מ – 6 חלקות; מיונתן – חלקה אחת; דלווה – 4 חלקות; רמת מגשימים – 2 חלקות; מרום הגולן – 11 חלקות; עין זיוון – 7 חלקות; אלרום – 14 חלקות (מהם 3 בלוע). בסך הכל נדגמו פירות מ – 45 חלקות, כשמכל אחת מהן נדגמו 100 פירות. כל אחד מפירות אלה נחתך במרכזו והוערך ויזואלית על פי הסולם שתואר למעלה. נתוני מזג אוויר שנמדדו בתחנות מטאורולוגיות הנמצאות בסמיכות למטעים שימשו לחישוב הסבירות להתפתחות ריקבון הציפה על מודל **גרעינית**.

תוצאות ודין

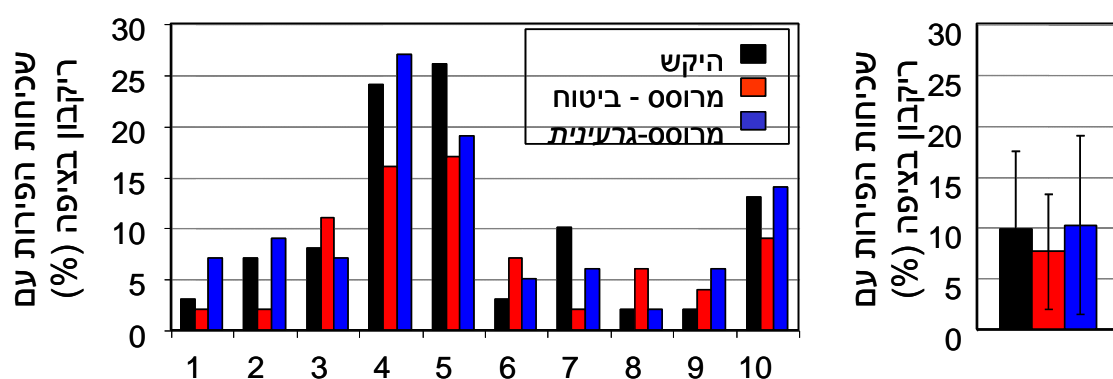
נתונים שנאספו בעשרת הניסויים שבוצעו וב – 45 חלקות מסחריות שימשו לאימות המודל. זהו סט נתונים בלתי תלוי משום שהוא לא שימש לפיתוח המודל ולכן הוא מתאים לאימותו (ובאנגלית, validation). בניסויים הייתה שונות רבה בשכיחות הפירות בהם התפתח ריקבון בציפה. בחלקות ההיקש של הניסויים שבוצעו בגורן (ניסוי מספר 1), שעל (ניסוי 6), אלרום (ניסוי 7) ומרום הגולן (ניסוי 8) הייתה שכיחות הפירות הרקובים 2 עד 3% ובניסויים שבוצעו ביפתח ומטולה (ניסויים 4 ו – 5) הייתה שכיחות הריקבון הגבוהה ביותר – 24-26%. בחלקות המסחריות היה שיעור דומה של ריקבונות בציפה. השוואת ערכי שכיחות הריקבון החזויים על פי המודל לערכים האמיתיים שנמדדו בפועל העלתה שב – 27 מתוך 54 ההשוואות (50%) המודל חזה נכונה את שיעור הריקבון (הערך המדוד היה בתוך הטווח החזוי על פי המודל). ב – 17 מתוך 54 (31.5%) ההשוואות היה חיזוי המודל גבוה מהערכים שנמדדו בפועל וב – 10 (18.5%) השוואות היה חיזוי המודל נמוך מהערכים שנמדדו בפועל (איור מספר 4). בחינה סטטיסטית באמצעות מבחן χ^2 של חיזויים אלה העלתה שהם לא שונים מהערך הצפוי של 33.3% מתחת לטווח החזוי, 33.3% בתוך הטווח החזוי ו – 33.3% מעל לטווח החזוי ברמת מובהקות של $P = 0.05$. מכאן עולה לכאורה שהמודל חזה נכונה את הופעת הריקבון, אבל לדעת מפתח המודל רמת החיזוי לא הייתה מספקת ולכן המסקנה היא שהמודל לא חזה בדיוק מספיק את התפתחות הריקבון. במילים אחרות, המודל נכשל.



איור מספר 4. בחינת כושר החיזוי של מערכת *גרעינית* בניסויים (סימנים מלאים) ובחלקות התפוח המסחריות (סימנים ריקים) בשנת 2007. תחומי שכיחות הריקבון בציפה החזויה על פי המודל מסומנים בעמודות – מעל ציר ה X; הערכים האמיתיים מסומנים בריבועים – על פי ציר ה Y.

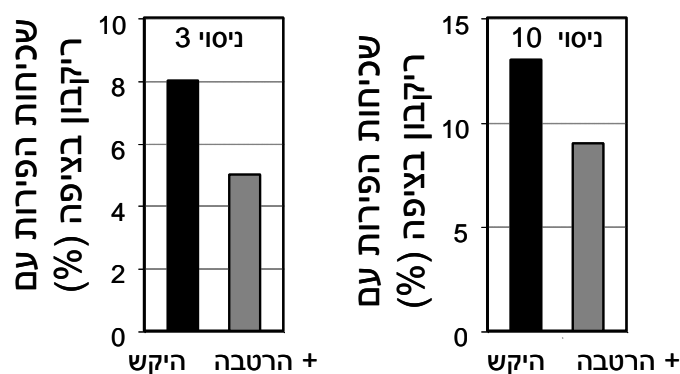
בכל אחד מהניסויים היה טיפול בו יושמו תכשירי ההדברה בתכיפות המרבית האפשרית (מידי יומיים שלושה) במהלך כל תקופת הפריחה. לטיפול זה קראנו טיפול הביטוח וכללנו אותו בניסויים מפני שהתוצאה הייתה אמורה לייצג את היעילות הגבוהה ביותר של ההדברה הכימית של הריקבון. בטיפול זה יושמו בין 6 ל – 8 ריסוסים בניסויים השונים (טבלה מספר 3). הנחנו ששכיחות הפירות הרקובים בחלקות טיפול זה תהיה נמוכה ואולי אף אפסית. למרבה ההפתעה התברר שבאף אחד מהניסויים לא הייתה לריסוסים השפעה מובהקת על שכיחות הריקבון. הממוצע (\pm סטיית תקן) של שכיחות הפירות עם ריקבון בחלקות ההיקש בעשרת הניסויים היה $9.8\% \pm 8.8$ ובחלקות טיפול הביטוח $7.6\% \pm 5.6$. בחלקות שרוססו על פי הגרסה המחמירה ביותר של מערכת *גרעינית* היה שכיחות הריקבון $10.2\% \pm 7.6$ (איור מספר 5). איננו יודעים מדוע הטיפול הרצוף בתכשירי הדברה לא הפחית (כצפוי) את הריקבון. זו תוצאה מפתיעה והיא עומדת בסתירה לממצאי ניסויים מסודרים שבוצעו בשנים האחרונות. ישנן כמה סיבות אפשריות לממצא זה, אך לא ניתן לאוששן על פי הממצאים. האפשרות הראשונה היא שתערובת תכשירי ההדברה בהם

השתמשנו אינה יעילה כנגד הפתוגן הגורם לריקבון. זו כמובן אפשרות, אך בניסויים קודמים שבוצעו בתרבות נמצא שהתכשירים וקטרה ומרפאן יעילים כנגד הגורם הפתוגני הראשי הגורם לריקבון (*Alternaria alternata*). תכשירים אלה גם היו יעילים בניסויי שדה שבוצעו בשנים האחרונות. האפשרות השנייה היא שההיפותזה שההדבקה מתרחשת במהלך הפריחה (אז יושמו הריסוסים) אינה נכונה באופן חלקי או מלא. אם כך הדבר, ההדבקה התרחשה במועדים בהם הפירות לא היו מוגנים בתכשירי הדברה (כי תכשירי ההדברה יושמו במהלך הפריחה בלבד). זו כמובן אפשרות, אך בניסויים שבוצעו בשנים קודמות גם כן יושמו תכשירי ההדברה רק בתקופת הפריחה, והם היו יעילים. יותר מכך, אילוח מלאכותי של הפרחים בבגיי הפתוגן הגביר תמיד את שכיחות הריקבון. האפשרות השלישית היא שהייתה בעיה ביישום תכשירי ההדברה והרסס לא היגיע לאתר ההדבקה – הפרחים. זו כמובן אפשרות, אך שיטת יישום הריסוסים בניסויים (ברובים, עד נגירה) אמורה להביא את התרסס לאתר ההדבקה. בנוסף, כפי שכבר צוין קודם בניסויים שבוצעו בשנים קודמות עם תכשירי ההדברה האלה, במועד הפריחה ובשיטת היישום הזו ממש – התקבלה הדברה יעילה.



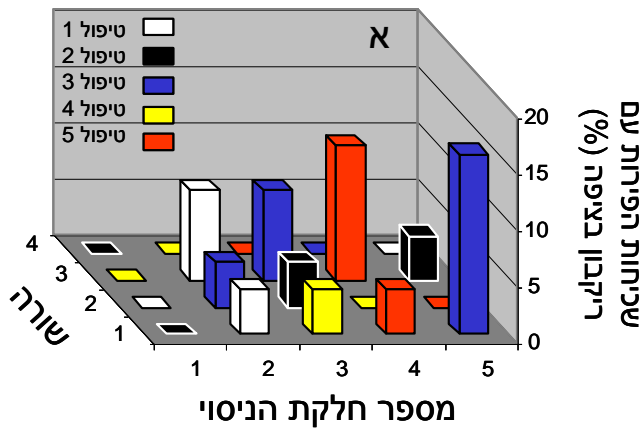
איור מספר 5. השפעת טיפולי ההדברה על התפתחות ריקבון בית הגרעין בעשרה ניסויים (המסומנים במספרים 1 עד 10) שבוצעו בעונת 2007. א. תוצאות כל הניסויים. ההבדלים בין הטיפולים בשכיחות הפירות בהם התפתח ריקבון בכל אחד מהניסויים לא היו מובהקים כנקבע על פי מבחן LSD ברמת מובהקות של $P = 0.05$; ב. הערכים הממוצעים לעשרת הניסויים. הקווים האנכיים מייצגים את סטיית התקן.

הנחת בסיס אחרת שנסתרה הייתה שתוספת רטיבות בלילות חמים תגרום להעלאה בשכיחות הפירות הרקובים. בשני ניסויים הותקנו ממטירים מעל לנוף והם הופעלו בלילות חמימים, וגרמו לכך שהפרחים היו רטובים 14 שעות ויותר. הנחנו ששכיחות הריקבון בפירות שנדגמו מעצים אלה תהיה גבוהה במובהק מזו של פירות שנדגמו מעצים בחלקות ההיקש שלא הורטבו. גם הנחה זו לא אוששה, ולא היו הבדלים מובהקים בריקבון בין שני הטיפולים (איור מספר 6). גם לתוצאה זו אין לנו הסבר מספק.

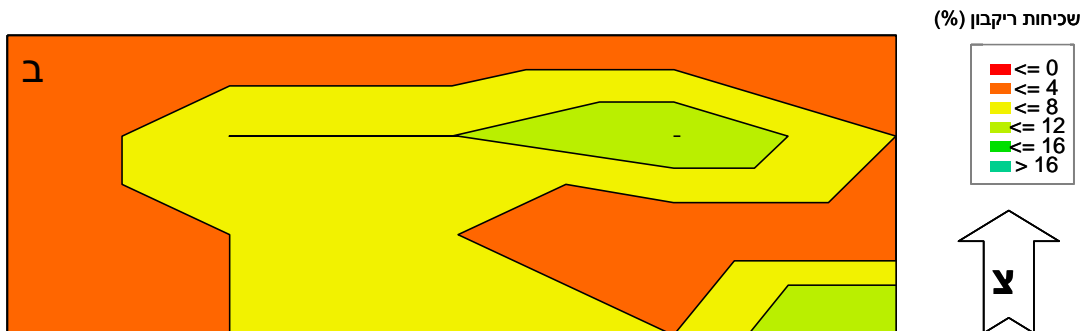


איור מספר 6. השפעת תוספת הרטבה על התפתחות ריקבון בית הגרעין בשני ניסויים שבוצעו בעונת 2007. ההבדלים בין הטיפולים בשכיחות הפירות בהם התפתח ריקבון בכל אחד מהניסויים לא היו מובהקים כנקבע על פי מבחן LSD ברמת מובהקות של $P = 0.05$.

במרבית הניסויים החלקות הוצבו לאורך שתי שורות עצים. זו הייתה הדרך היעילה ביותר להציב את הניסויים כי הם בוצעו במטעים מסחריים. דרך הצבת החלקות בניסוי שבוצע בגורן (ניסוי מספר 1) הייתה שונה ובניסוי זה הוצב ב - 4 שורות (בלוקים) שבכל אחת מהן היו 5 חלקות ניסוי. ביטוי מרחבי של שכיחות הריקבון בחלקות הניסוי השונות, על פי הטיפולים, מופיע באיור 7א. מאחר ולטיפול ההדברה לא הייתה השפעה כלל, תיאורנו את הפיזור המרחבי באמצעות קווי קונטור (כמו קווי הגובה במפה טופוגראפית) כשהצבעים מתארים את שכיחות הריקבון במרחב (איור 7ב). על פי ניתוח זה נראה שהייתה שונות רבה בפיזור הריקבון במרחקים קטנים, ושישנם מוקדים (=אזורים) בהם היו יותר פירות רקובים מאשר בעצים אחרים, הסמוכים אליהם. זו תוצאה מעניינת מפני שעולה ממנה לכאורה שישנם גורמים מרחביים המשפיעים על התפתחות הריקבון שאינם קשורים בתנאים המטאורולוגיים המתקיימים במרחב. לא סביר שהטמפרטורה, הלחות היחסית, עוצמת הרוח, וכי' וכי' ישתנו בצורה כל משמעותי במרחקים כה קטנים. ממצאים אלה מרמזים אולי שישנם גורמים מקומיים המשפיעים על הריקבון, ברמה של העץ הבודד או של קבוצת עצים. גורמים אלה, אם קיימים, עשויים להיות מושפעים מהעצים עצמם או מגורמי סביבה מקומיים (כמו גורמים קרקעיים). לא ניתן כרגע להעריך את החשיבות של ממצא זה אבל אם הוא יתברר כנכון יתכן שאפשר יהיה להגדיר את הגורמים המביאים לכך שעל עצים מסוימים יהיו פירות רקובים רבים ועל אחרים – לא. הגדרה זו עשויה להוות קצה חוט לפיתוח אמצעים להתמודדות על ריקבון בית הגרעין.



איור מספר 7. א. הפיזור המרחבי של ריקבון בית הגרעין בניסוי שבוצע בעונת 2007 בגורן (ניסוי מספר 1). ההבדלים בין הטיפולים בשכיחות הפירות בהם התפתח ריקבון בכל אחד מהטיפולים לא היו מובהקים כנקבע על פי מבחן LSD ברמת מובהקות של $P = 0.05$. הניסוי הוצב במרחב במתכונת של בלוקים באקראי (4 בלוקים) כשבכל בלוק היו 5 חלקות (על פי חמשת הטיפולים). ב. תיאור הפיזור המרחבי של הריקבון באמצעות קונטורים. הצבע מבטא את עוצמת הריקבון על פי המפתח הנמצא בצד ימין.



סיכום

1. הייתה שונות רבה בשכיחות הריקבון בניסויים שבוצעו בעונת 2007.
2. מערכת תומכת ההחלטה **גרעינית** לא חזתה בדיוק מספק את הופעת הריקבון בניסויים השונים ובחלקות המסחריות מהם נדגמו פירות. לדעת מפתחיה – המערכת נכשלה.
3. בטיפול הביטוח, בו יושמה תערובת של וקטרה (0.08%) ומרפאן (0.25%) החל ממועד הופעת הפרח הראשון ולאחר מכן במרווחים של יומיים או שלושה עד לסיום הפריחה (בסך הכל 6-8 ריסוסים) לא הייתה שכיחות הפירות הרקובים נמוכה במובהק מזו של חלקות ההיקש שלא רוססו כלל.
4. ניתוח הפיזור המרחבי של שכיחות הריקבון שבוצע עבור נתונים שנאספו מאחד הניסויים הראה שקיימים (לכאורה) מוקדי נגיעות. במילים אחרות שישנם עצים בהם יש מספר רב של פירות רקובים ובאחרים, הנמצאים במרחק קצר, יש מספר קטן או אפילו בכלל לא של פירות רקובים.

הבעות תודה

הניסויים שבוצעו במסגרת מחקר זה הם דוגמא מצוינת להערכות טובה ולביצוע מושלם (כמעט) של פרויקט גדול ומסובך. ההצלחה מבוססת על השקעת זמן, משאבים ומאמצים של מו"פ צפון ובאופן ספציפי של האנשים הבאים:

- **אלקנה בן ישר** – מנהל המיזם
- **שלומי כפיר** – רכז ביצוע
- **אמוץ פרבר** – קבלן ריסוסים
- **אהרון משה** – טכנאי ראשי
- **אריאל קופרברג** – טכנאי
- **מוטי פרס** – מידע אקלימי
- **יוסף ציפריס** – מידע אקלימי

בנוסף שותפו בסדרת הניסויים מנהלי תחנות המחקר במתתיהו ופיכמן, והמגדלים מגורן, סאסא, יפתח, מטולה, שעל, אלרום, עין זיון ומרום הגולן, שאיפשרו לקיים את הניסויים בחלקות הגידול שלהם.