

**השוואה בין 'אטינגר' ל'עירית' כמפרים ל'האס' – ניסויי שדה  
חלק ראשון של דו"ח 2014-2011**

דורון שניידר – מו"פ צפון  
פאולו שטהל, רפי שטרן, מרטין גולדווי – מכללת תל-חי  
חן שוחט, סיגל כורם, דני ברקוביץ – מי"גל, קרית-שמונה  
הדר כהן, ירון וייסמרק – מו"פ גליל מערבי  
סעיד סעיד- מטע ראש הנקרה

**תוכן עניינים**

1	.....הקדמה
1	..... חומרים ושיטות ניסויי שדה
	תוצאות ניסויי שדה
2	..... 1. פנולוגיה של הפריחה
3	..... 2. פנולוגיה של הפרח
4	..... 3. נביטת גרגרי אבקה בצלקת 'האס' לאחר האבקה טבעית ולאחר האבקה ידנית...
5	..... 4. אופי הפעילות וההתנהגות של הדבורים
6	..... 5. השפעת הקרבה למפרה 'אטינגר' או 'עירית' על פוריות עצי 'האס'.
8	..... דיון ומסקנות

## הקדמה

הזן 'האס' הוא זן האבוקדו המרכזי במטעי הארץ. הפירות שלו מבוקשים בשווקי העולם, אך היבול עומד על כ-1.5 טון/דונם בממוצע עם סרוגיות גבוהה. בישראל משמש 'האיטנגר' כזן מפרה בלעדי ל'האס'. מטרת המחקר היתה לפתח שיטה להבחנה גנטית בין הזנים 'האס' (H), 'איטנגר' (E) ו'עירית' (I), המבוססת על SNP (Single-nucleotide polymorphism). השיטה תאפשר לזהות את ההורות בצאצאי H ממטע בו נטועים הזנים הללו לסירוגין. זהו שלב ראשון במחקר שמטרתו למצוא מפרים מצטיינים ל-H, בנוסף ל-E. במקביל נערכו בדיקות במהלך הפריחה לאיפיון הפריחה, ההאבקה וההפריה בעצים משלושת הזנים וכן נערכים קטיפים מבוקרים של עצי H משורות הסמוכות לכל אחד מהזנים המפרים. דו"ח זה מסכם את תוצאות ניסויי השדה שנערכו במסגרת המחקר.

## חומרים ושיטות ניסויי שדה

1. נתוני המטע: המטע, שנמצא בסמוך לקיבוץ רה"ן, ניטע בקיץ 2005. מרווחי נטיעה 6 x 4, כנה דגניה 117. הזן העיקרי במטע הוא H, ונטועות בו לסירוגין (כל שלוש שורות H) שורות E ו-I (תמונה 1). במבנה המטע שלושה בלוקים, בכל אחד מהם שלושה סוגים של שורות H: שורת H סמוכה ל-E, שורת H סמוכה ל-I ושורת H אמצעית.

Row No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Cultivar	E	I	H	H	H	E	I	H	H	H	E	I	H	H	H	E	I
	E	I	H	H	H	E	I	H	H	H	E	I	H	H	H	E	I
	E	I	H	H	H	E	I	H	H	H	E	I	H	H	H	E	I
	E	I	H	H	H	E	I	H	H	H	E	I	H	H	H	E	I
	E	I	H	H	H	E	I	H	H	H	E	I	H	H	H	E	I
	E	I	H	H	H	E	I	H	H	H	E	I	H	H	H	E	I
	E	I	H	H	H	E	I	H	H	H	E	I	H	H	H	E	I

תמונה 1. סכמת מטע H עם המפרים I ו-E במטע רה"ן

2. פנולוגיה: התחלה וסוף הפריחה נקבעו במטע רה"ן בעצים משלושת הזנים, H, E ו-I. באביב 2013 נערך בארבעה ימים מעקב יומי אחרי מופע הפרחים בזנים הללו: 27/3, 2/4, 14/4 ו-14/4. באביב 2014 נערך מעקב יומי ב-7 ימים: 1/4, 3/4, 5/4, 8/4, 10/4, 13/4 ו-16/4. נתוני טמפי המקסימום והמינימום היומיות במהלך הפריחה נלקחו מאתר מו"פ צפון תחנה מטאורולוגית ליד קיבוץ סאסא (<http://www.mop-zafon.net/Default.rtl.aspx>).

3. נביטת גרגרי אבקה בצלקת: באביב 2013 נבדקה נביטת גרגרי אבקה בצלקות פרחי H לאחר האבקה טבעית ולאחר האבקה ידנית בעודף אבקה. לצורך הבדיקה העליים הועברו לתמיסת קיבוע (Histochoice), ומספר גרגרי האבקה שנבטו (בתנאים טבעיים או לאחר האבקה ידנית) בכל צלקת נקבע תחת מיקרוסקופ אור, לאחר ריכוך בתמיסה בסיסית.

- נביטת גרגרי אבקה לאחר האבקה טבעית נקבעה בצלקות מפרחי H שהתפתחו בשורה הסמוכה לשורת E, בשורה הסמוכה לשורת I וכאלו שהתפתחו בשורת H אמצעית. לבדיקה נלקחו צלקות מפרחים טריים מיד לאחר השלב הנקבי – בבוקר שלאחר הפתיחה הראשונה שלהם. הבדיקה נערכה

בחמישה מועדים שונים במהלך הפריחה: 24/3, 27/3, 2/4, 9/4, 11/4 ו-14/4/13. בכל מועד נדגמו צלקות מכ-50 פרחים מכל טיפול.

- נביטת גרגרי אבקה לאחר האבקה ידנית נקבעה בצלקות פרחי H אשר כוסו ברשת חרקים לפני פתיחת הפרחים. במהלך המופע הנקבי (פתיחה ראשונה) עברו הפרחים עיקור זכרי (הסרת אבקנים) והואבקו ידנית בעודף אבקה מפרחי E, I או H. צלקות מפרחי H מעוקרים שכוסו ברשת ולא הואבקו כלל שמשו כביקורת. העליים מפרחים אלה הוסרו בשלב הפתיחה הזכרי (פתיחה שנייה). ניסוי ההאבקה הידנית נערך בשלושה מועדים שונים במהלך הפריחה: 11/4, 12/4 ו-14/4/13. ההאבקה הידנית התבצעה ע"י חיכוך הפרח מהזן המאביק בפרח H המואבק. בכל מועד הואבקו צלקות מכ-10 פרחים מכל טיפול.

4. אופי הפעילות והתנהגות של הדבורים: מספר דבורי דבש לעץ בדקה נקבע לאורך היום ב-10 עצים מכל אחד משלושת הזנים במטע: H, E ו-I. עצים מאותו זן היו אחידים מבחינת גודל עץ, שלב פריחה ועוצמת פריחה. במקביל נערך מעקב יומי אחרי התנהגות הדבורים בכל אחד מימי התצפית. בכל מועד בדיקה נצפו כ-20 דבורים שביקרו בפרחים מכל זן ואופי הפעילות שלהן בפרחים נקבע: איסוף צוף, איסוף אבקה ואיסוף צוף ואבקה (דבורים שהחדירו את החדק לפרח כדי לאסוף צוף כשעל רגליהן נראו שקי אבקה). בפרחי הזן H נערך מעקב אחרי פחות דבורים, בגלל מיעוט ביקורי הדבורים בפרחים. מהנתונים שהתקבלו חושב שיעור הדבורים מכל סוג של התנהגות. כל בדיקות הדבורים (פעילות והתנהגות) נערכו אחת לשעתיים בין השעות 08:00-18:00 (התנהגות הדבורים נבדקה רק עד 16:00) בשלושה מועדים במהלך הפריחה באביב 2013: 2/4, 11/4 ו-14/4/13, ובארבעה מועדים במהלך הפריחה באביב 2014: 3/4, 8/4, 10/4 ו-13/4/14.

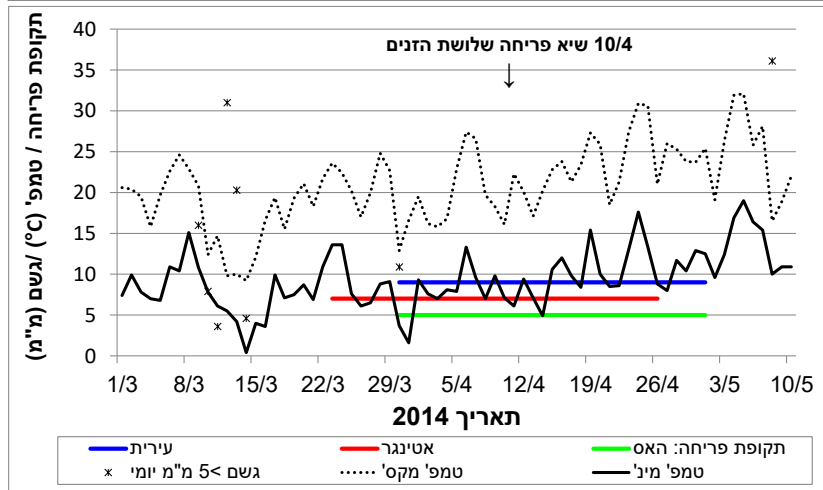
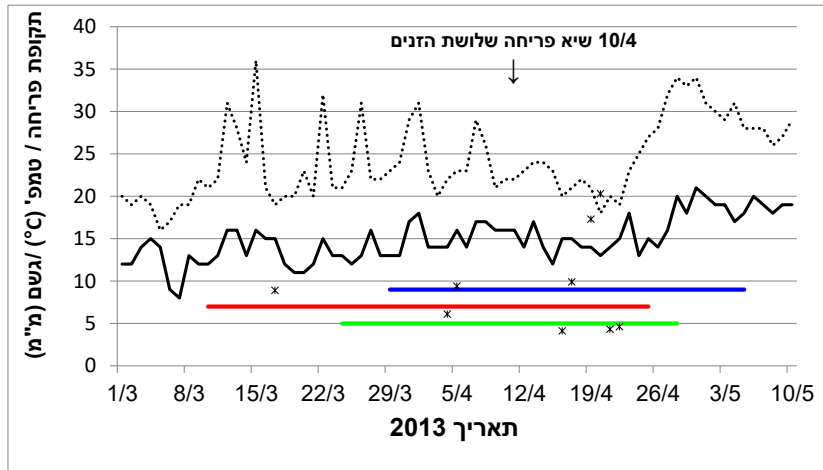
5. מעקב פוריות עצי H: מעקב על היבול הכללי במטע רה"ן (תמונה 1) החל בעונת 2009-10, שנת הניבה המלאה הראשונה. בעונות 2009-10, 2010-11 ו-2011-12 היבול הכללי מכל אחת משורות H במטע נשקל. מעונת 2012-13 נבחרו מכל אחת משורות H במטע 8 עצים מייצגים. כל אחד מהעצים נקטף ונשקל ומספר הפירות ממנו נקבע בעונות 2012-13 ו-2013-14. עבור כל שנה היבול הממוצע לכל אחד מסוגי השורות התקבל מנתוני שלושת הבלוקים שבמטע.

## **תוצאות ניסויי שדה**

### 1. פנולוגיה של הפריחה

במעקב אחרי התפתחות הפריחה בזנים H, E ו-I מצאנו בשתי עונות הבדיקה, 2013 ו-2014, שפריחת ה-E הקדימה בשבוע-שבועיים את הפריחה בעצי H ו-I. יחד עם זאת לשני הזנים המפריים, E ו-I היתה חפיפה טובה עם פריחת עצי ה-H (איור 1), כאשר עיקר הפריחה היה באפריל ושיא הפריחה בכל הזנים היה בסביבות 10/4 (איור 1). מזג האוויר בשתי עונות הפריחה שנבדקו התאפיין במזג אוויר לא יציב ובתנודות גדולות בטמפ' המינימום והמקסימום היומיות (איור 1). יחד עם זאת עונת הפריחה ב-2013 היתה חמה בהשוואה לעונת הפריחה ב-2014: ב-2013 טמפ' המינימום והמקסימום היומיות היו גבוהות בהשוואה ל-2014 ב-6 מ"צ (15 לעומת 9 מ"צ, בהתאמה) וב-3 מ"צ (25 לעומת 22 מ"צ, בהתאמה) במוצע, בהתאמה. למרות זאת הפריחה ב-2013 היתה ממושכת בהשוואה ל-2014: חודש-חודש וחצי לעומת כחודש בלבד, בהתאמה. ייתכן שהסיבה לכך היא שבחלק גדול מעונת הפריחה ב-2013 שררו ימים מעוננים וגשומים בהשוואה ל-2014.

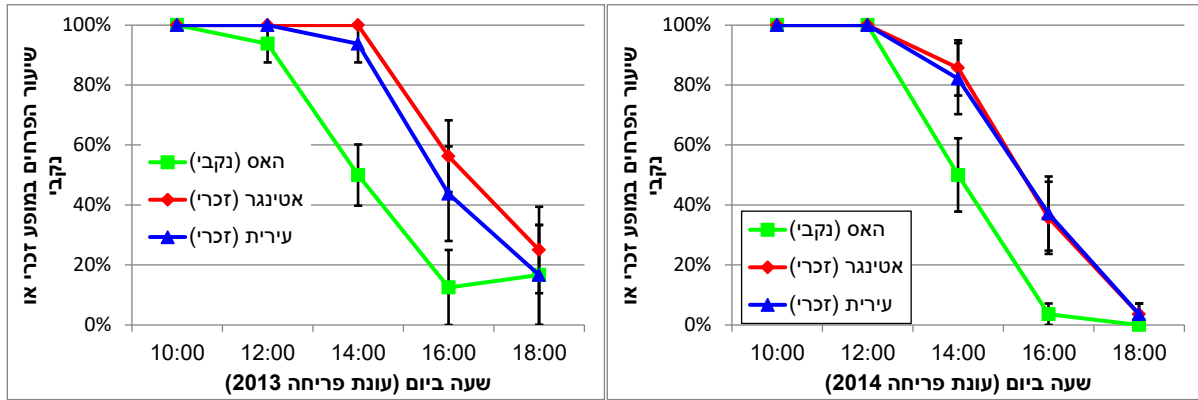
עוצמת הפריחה בזנים E, H ו-I היתה שונה בין הזנים: ב-2013 עוצמת הפריחה בעצי E היתה מאוד גבוהה, בעצי H היא היתה בינונית-חלשה ובעצי I הפריחה היתה בעוצמה חלשה מאוד. ב-2014 עוצמת הפריחה בעצי E היתה גבוהה, בעצי H היא היתה חלשה ובעצי I עוצמת הפריחה היתה בינונית.



**איור 1.** תקופת הפריחה של הזנים E, H ו-I, טמפרטורות המינימום והמקסימום היומיות וכמות הגשם היומית בעונות 2013 (למעלה) ו-2014 (למטה)

## 2. פנולוגיה של הפרח

הפרחים מכל הזנים נפתחו ברובם רק בשעה 10:00 בבוקר. לזן H פרחים מסוג A (מופע נקבי בבוקר וזכרי אחה"צ) ואילו לזנים E ו-I פרחים מסוג B (מופע זכרי בבוקר ונקבי אחה"צ). ניתן לראות באיור 2 שנמצא מתאם טוב בין מופע הפרחים הנקבי של הזן המופרה H למופע הפריחה הזכרי של פרחי הזנים המפרים, E ו-I, במהלך היום, כאשר פרחי H יכולים ליהנות מהפריה באמצעות אבקה מפרחי E ו-I בין השעות 10-16 כל יום. יחד עם זאת בין השעות 16-18 חלק מפרחי I ו-E מצויים עדיין בפריחה זכרית, אך בשעות אלה רובם של פרחי H מצויים כבר בפריחה זכרית, ולכן לא יכולים ליהנות מכך.

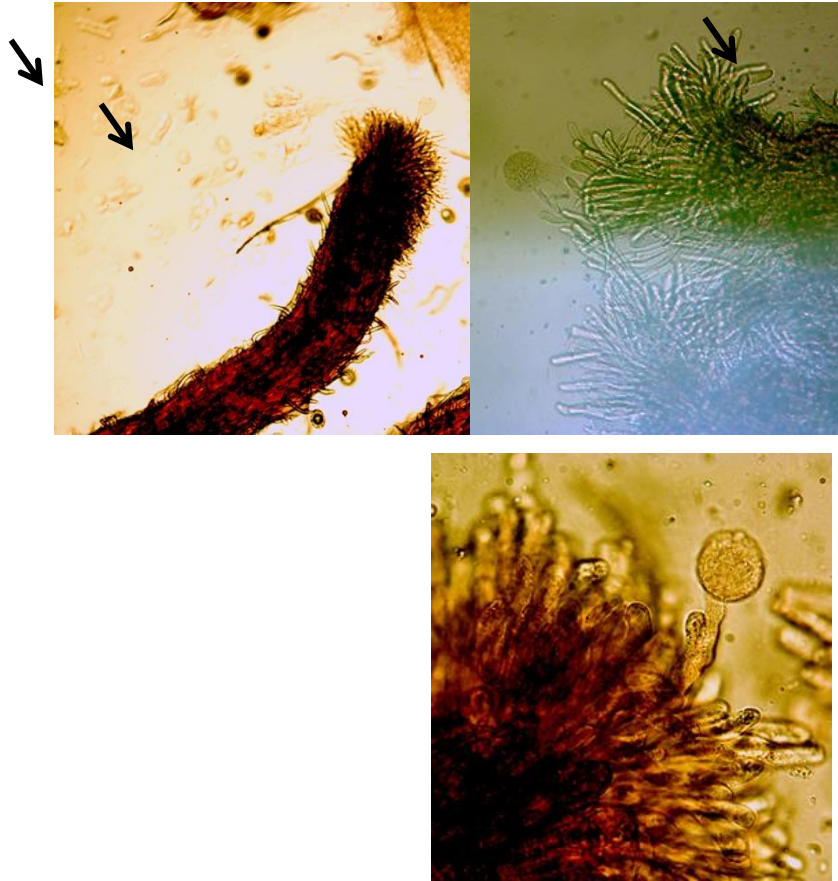


איור 2: שיעור פרחי H במופע נקבי לעומת שיעור פרחי E ו-I במופע זכרי במהלך היום. עונות פריחה 2013 (משמאל) ו-2014 (מימין).

3. בניטת גרגרי אבקה בצלקת 'האס' לאחר האבקה טבעית ולאחר האבקה ידנית

בניטת גרגרי אבקה בצלקות H נקבעה תחת מיקרוסקופ אור (תמונה 2). מתוצאות האבקה טבעית במטע (עם המפריים I ו-E) עולה שב-10% מצלקות H נבטו גרגרי אבקה (נבדקו כ-594 צלקות, ב-61 מהם נבטו גרגרי אבקה). זהו שיעור גבוה בהשוואה להערכה המקובלת, לפיה פחות מ-1% מהפרחים מתפתח לפרי. יחד עם זאת, לא יותר מ-4 גרגרי אבקה נבטו בצלקת אחת, כאשר ב-90% מהצלקות נבטו רק 1-2 גרגרי אבקה. נוכח כמות גרגרי האבקה הקטנה על כל צלקת ניתן להניח שלא כל צלקות ה-H המואבקות אכן מופרות ו/או חונטות.

ניסוי האבקה ידנית בעודף אבקה נערך בעונת 2013 כדי להשוות בין איכות האבקה מהזנים המפריים E, H ו-I להאבקות פרחי H. מבין סה"כ כ-90 צלקות H שהואבקו ידנית בניסוי זה רק בשתיים מהן נבטו 1-2 גרגרי אבקה. זהו אחוז קטן בהשוואה לשיעור הצלקות בהן נבטו גרגרי אבקה לאחר האבקה טבעית במטע (כ-10%, כנ"ל), ולא ניתן להסיק ממנו מסקנות. ייתכן שצריך לדגום את הצלקות 48 שעות ממועד ההאבקה הידנית ולא 24 שעות, כפי שנעשה.



תמונה 2. נביטה של גרגר אבקה בצלקת פרח H תחת מיקרוסקופ אור בהגדלות שונות

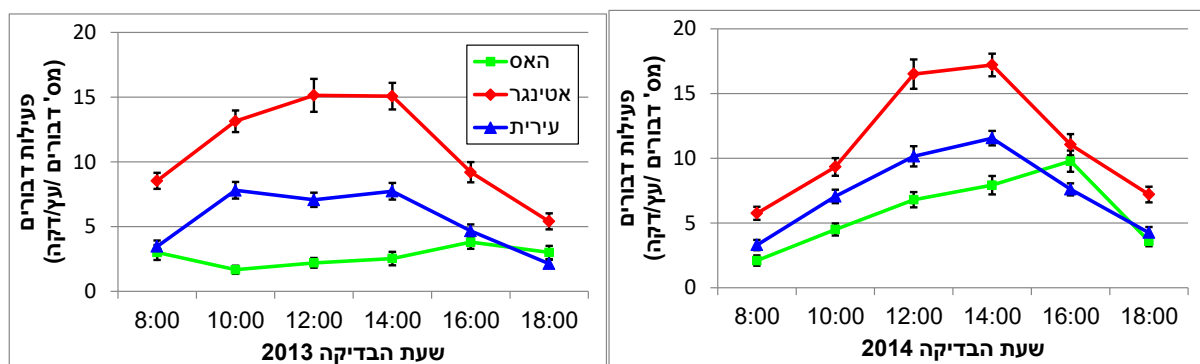
#### 4. אופי הפעילות וההתנהגות של הדבורים

פעילות הדבורים בעצים והתנהגותם בפרחים נבחנה במהלך הפריחה בעונות הפריחה 2013 ו-2014 בשלושת הזנים. יש לציין שעוצמת הפריחה לא היתה אחידה כני"ל (סעיף 1) : מבין שלושת הזנים עוצמת הפריחה בעצי E היתה הגבוהה ביותר בשתי העונות, ב-2013 הפריחה בעצי I היתה בעוצמה הנמוכה ביותר וב-2014 הפריחה בעצי H היתה בעוצמה הנמוכה ביותר. בהתאם לכך מספר הדבורים שנצפו בעצי E היה הגבוה ביותר מבין שלושת הזנים (איור 3). בעונת 2013 מספר הדבורים שנצפו בעצי H היה הנמוך מבין שלושת הזנים, למרות שעוצמת הפריחה בעצים אלה היתה גבוהה בהשוואה לפריחה בעצי I. ייתכן והסיבה לכך נובעת מגיזום בלתי מספק של העצים שגרם למחסור בתאורה בשורות הזן הזה. לקראת עונת הפריחה ב-2014 נערך גיזום חריף של העצים בכל החלקה ולכן התאורה היתה טובה בכל חלקי המטע. מאיור 3 ניתן להתרשם שבעונת הפריחה 2014 תדירות ביקורי הדבורים בעצי הזנים השונים תאמה את עוצמת הפריחה של העצים כני"ל.

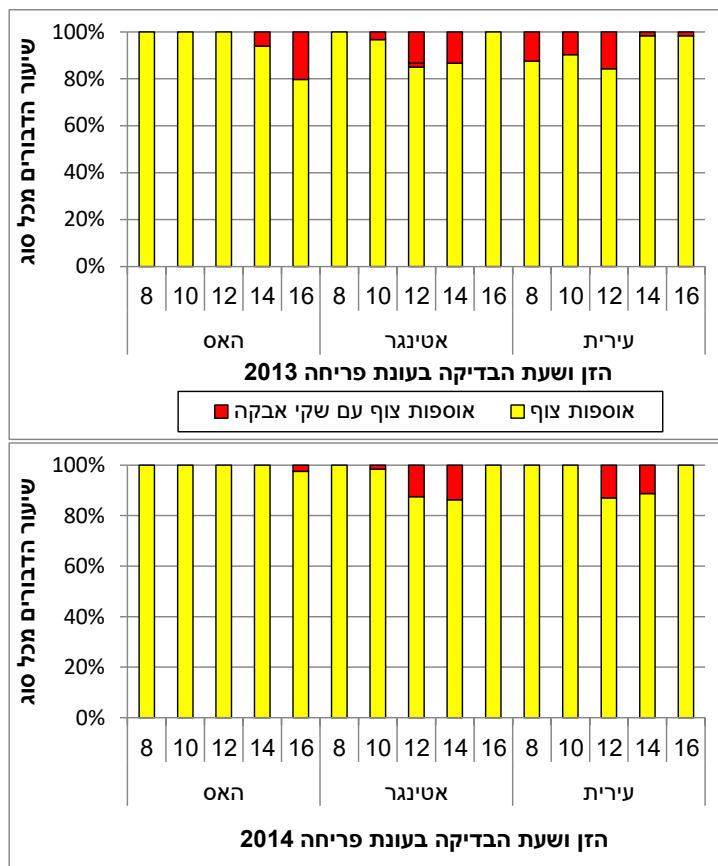
באיור 3 ניתן לראות שתדירות ביקורי הדבורים הגבוהה ביותר בזנים E ו-I היתה בין 00:00-14:00 ובעצי H ב-16:00. בשעות אלו הרוב המוחלט של הפרחים משלושת הזנים מצויים במופע זכרי (איור 2), ולא ניתן להאביק אותם. מהתצפיות שערכנו מצאנו שבשעה 08:00 בבוקר רוב הפרחים מכל הזנים היו סגורים

(תוצאות לא מובאות), יחד עם זאת נצפו בעצים דבורי דבש שביקרו הן במעט הפרחים הפתוחים ו/או ניסו להגיע לצוף בפרחים סגורים ("גונבות צוף" שאינן מאביקות את הפרח).

תוצאות המעקב אחרי התנהגות הדבורים הראו כי כל דבורי הדבש בפרחי E, H ו-I אספו צוף מהפרחים (איור 4). בשעות בהן הפרחים היו במופע זכרי שיעור נמוך מהדבורים ניצפו עם שקי אבקה מלאים על רגליהן האחוריות. כלומר, איסוף האבקה מהפרחים משלושת הזנים נעשה ככל הנראה כבדרך אגב ע"י הדבורים ולא באופן מכוון. מהתוצאות נראה שמופע הפרח המועדף על דבורי הדבש הינו המופע הזכרי (כנ"ל), למרות שרובן המוחלט של דבורי הדבש אוספות צוף. הסבר אפשרי לתופעה זו יכול להיות שבזמן המופע הזכרי תכונות הצוף המופרש (ריכוז, הרכב סוכרים, כמות) מתאימות יותר לצרכי הדבורים. בהתאם לכך, מהתרשמות שלנו במהלך הפריחה של שלושת הזנים נראה שכמות הצוף במופע הזכרי גדולה בהשוואה לכמות הצוף במופע הנקבי.



איור 3: מספר דבורי דבש לדקה בעצי הזנים 'האס', 'אטינגר' ו'עירית' במהלך היום במטע רה"ן אביב 2013 (משמאל) ו-2014 (מימין)



**איור 4:** שיעור דבורי דבש אוספות צוף ודבורים אוספות צוף עם שקי אבקה בפרחי הזנים 'האס', 'אטינגר' ו'עירית' במהלך הפריחה במטעו ה"ן אביב 2013 (משמאל) ו-2014 (מימין)

**5. השפעת הקרבה למפרה 'אטינגר' או 'עירית' על פוריות עצי 'האס'**

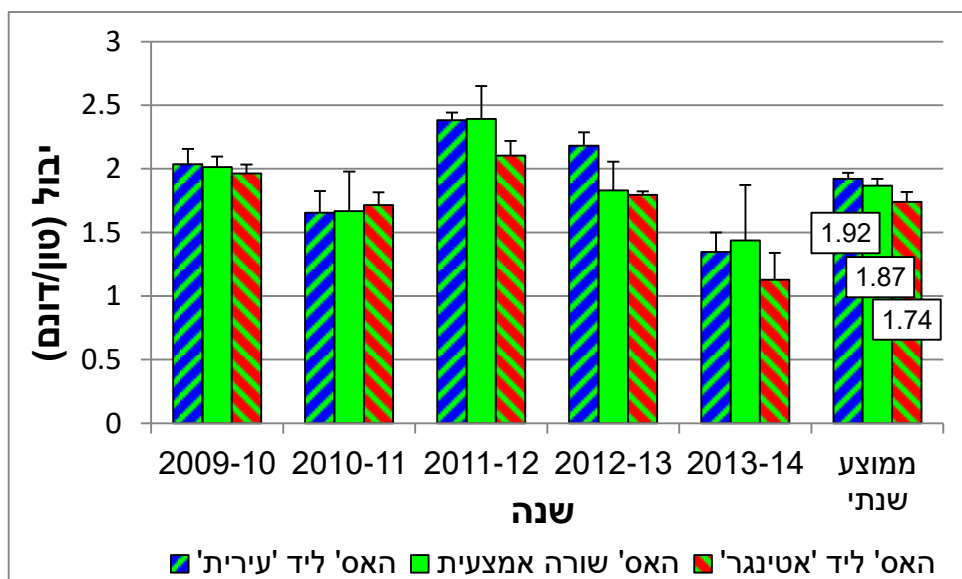
פוריות עצי H, כתלות במרחק משורת הזן המפרה E או I נקבעה במהלך 5 עונות רצופות (איור 5). היבול הממוצע בעונות אלה היה גבוה ועמד על כ-1.8 ט"ד' בממוצע. בכל שנות הבדיקה לא נמצא הבדל מובהק ברמת היבול בין שלושת סוגי השורות: שורת H סמוכה ל-E, שורת H סמוכה ל-I ושורת H אמצעית, למרות יתרון קל לשורת H הסמוכה לשורת I מבחינת היבול הממוצע ב-5 העונות שנבדקו. בעונת 2013-14 היבול בשורות ה-H היה נמוך בהשוואה לשנים קודמות. תרמו לכך עוצמת הפריחה הנמוכה בעצים וכן מחסור בתאורה במטע.

בעונות 2012-13 ו-2013-14 נערך קטיף מבוקר לכל עץ בנפרד בו נספרו מספר הפירות לעץ. מהנתונים שהתקבלו עולה יחס לינארי הפוך בין מספר הפירות לגודל הפרי, ממנו עולה שהיבול הגבוה בשורת H

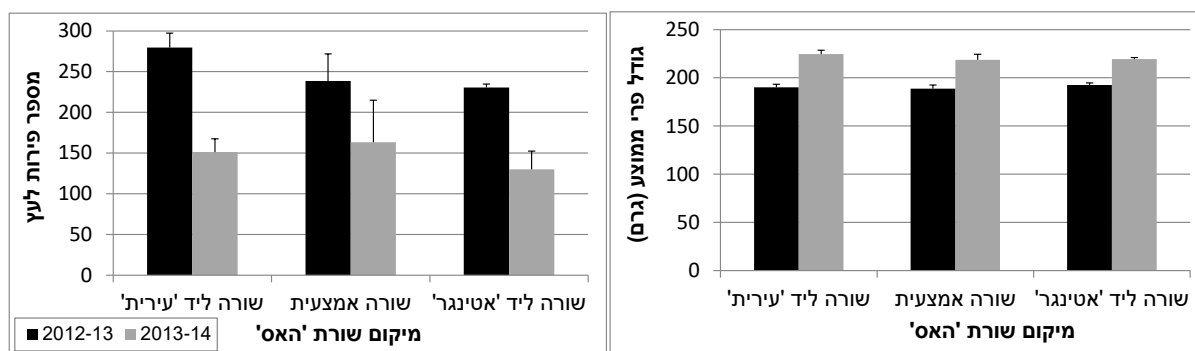
הסמוכה לשורת I נבע מהתפתחות יותר פירות לעץ, ולא מהתפתחות פירות גדולים יותר (איור 6).

בבדיקה פרטנית של פירות אקראיים ממטע זה בעונת 2011-12 ובעונת 2012-13 נמצא קשר לינארי ישר בין משקל הפרי הכולל למשקל הזרע. יחד עם זאת כאשר משקל הזרע קטן מתקבל יחס גבוה בין משקל פרי הכולל למשקל הזרע (איור 7).

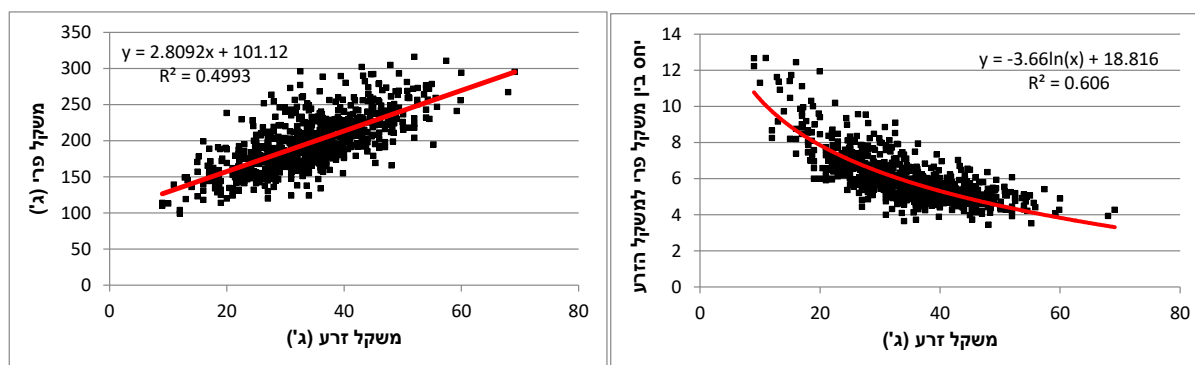




איור 5: יבול 'האס' במטע רה"ן בעונות 2009-10 עד 2012-13. עבור אותה עונת קטיף לא נמצא הבדל סטטיסטי ביבול בין השורות השונות.



איור 6: מספר פירות לעץ (משמאל) וגודל פרי ממוצע (מימין) במטע רה"ן עונת 2012-13. עבור אותה עונת קטיף לא נמצא הבדל סטטיסטי בין השורות.



איור 7: הקשר בין משקל הפרי למשקל הזרע (משמאל) והקשר בין היחס שבין משקל הפרי למשקל הזרע לבין משקל הזרע (מימין)

- א. הזנים E ו-I הינם זנים מפרים מתאימים ל-H מבחינת החפיפה בתקופת הפריחה ומתאם בין מופע הפרחים הנקבי של H למופע הפריחה הזכרי של פרחי הזנים המפרים במהלך היום.
- ב. הרוב המוחלט של דבורי הדבש באו לפרחי H, E ו-I כדי לאסוף צוף (<90%) ולא כדי לאסוף אבקה, גם בשעות בהן הפרחים במופע זכרי.
- ג. מהממצאים עולה שבשלושת הזנים פרחים במופע זכרי אטרקטיביים לביקורי הדבורים בהשוואה לפרחים במופע הנקבי. ייתכן שהסיבה לאטרקטיביות השונה נובעת מתכונות צוף שונות בין המופע הזכרי לנקבי.
- ד. אטרקטיביות פרחי הזנים E גבוהה בהשוואה לפרחי H ו-I. ככל הנראה בגלל עוצמת הפריחה הגבוהה בהשוואה לשני הזנים האחרים. בנוסף בבדיקות שערכנו בשעות הבוקר מצאנו שכמות הצוף בפרחי E גבוהה בהשוואה לפרחי H ו-I (תוצאות לא מובאות).
- ה. פוריות עצי ה-H במטע ב-5 השנים האחרונות היתה גבוהה, עם יכול ממוצע של קרוב ל-2 ט/ד'. פוריות עצי H משורות הסמוכות לעצי I היתה גבוהה במטע (200 ק"ג/דונם) בהשוואה לשורות H הסמוכות לשורת E (הבדל לא מובהק).
- ו. תוצאות האנליזה הגנטית של ההורות בצאצאים (ראה חלק שני של דו"ח זה, בו מסוכמות תוצאות ניסויי המעבדה) מצביעות על-כך שכ-60% מצאצאי H במטע הופרו ע"י אבקת E, והשאר הופרו ע"י אבקת I. שיעור אפסי מהצאצאים התקבל כתוצאה מהפריה עצמית.
- לסיכום:** התוצאות מניסויי השדה והמעבדה מצביעות על כך ששני הזנים, E ו-I, מתאימים כמפרים ל-H מבחינת סוג הפריחה ותקופת הפריחה, עם יתרון קל מבחינת שיעורי ההפריה בצאצאי H ל-E. יתרון זה לא בא לידי ביטוי ביכול בעצי H הסמוכים ל-E. ייתכן ובמרחקי נטיעה גדולים יותר בין הזנים המפרים היתרון של ה-E כמפרה על-פני I היה בא לידי ביטוי גם בפוריות H.