

## השפעת ממשק ההדשיה על נשירת עלים וחנטיים\פירות של אבוקדו

דו"ח לשנת 2016

**צוות המחקר:** אבנר זילבר, עמוס נאור, מנשה לוי, מוטי פרס, ראובן דור – מו"פ צפון; מיקי נוי – שה"מ; הדר כהן, נעם יחיאלי, יעל בר-נוי, דקלה דוארי, רמי בר-זיו – חוות ניסויים עכו; שמואל אסולין, כפיר נרקיס – המכון למדעי הקרקע והמים, המנהל המחקר החקלאי.

### מבוא

תופעות של נשירת עלים במהלך הפריחה של עצי אבוקדו וחנטיים\פירות לאחר מכן אופייניות לענף האבוקדו בכל אזורי הגידול בישראל. באביב 2013 אובחנה בניסוי ההשקיה בעכו נשירת עלים חזקה שהתרחשה בזמן הפריחה (מרץ-אפריל). נשירת העלים הייתה בהתאמה איכותית לעצמת הפריחה ז.א. הגברת נשירת העלים ככל שעצמת הפריחה הייתה גדולה יותר. לאחר הפריחה הייתה נשירה של חנטיים ובהמשך נשירה של פירות. נשירת עלים במהלך הפריחה וחנטיים\פירות לאחר מכן היא תופעה נפוצה במטעי האבוקדו בישראל אולם סיבותיה אינן ידועות. בדיונים שקוימו ע"י צוות הניסוי הועלתה אפשרות כי הנשירה קשורה למחסור ביסוד מזון חיוני. תהליך הפריחה, החנטה והתפתחות הזרע העוברי דורשים אספקה מוגברת של יסודות מזון (בעיקר זרחן וחנקן) ובעת מחסור הצמח משנע יסודות מהעלים לכיוון האיברים הפרודוקטיביים (תפרחות וחנטיים\פירות) בתהליך המביא לעיתים רבות לתמותת העלים ולנשירתם מאוחר יותר. קיום עלווה בריאה וצפופה הוא תנאי הכרחי לכל ניסיון להביא לשיפור ביבול ולכן מניעה\הפחתה של נשירת העלים בתקופת הפריחה וחנטיים\פירות לאחר מכן חיוניים לקידום ענף האבוקדו בישראל.

בנוסף לבעיה של נשירת עלים, חנטיים ופירות נתקלנו גם בבעיה של הגדרת מנת המים בניסוי ההשקיה. מקדמי ההשקיה לטיפולים השונים בניסוי ההשקיה היו צריכים להתבסס על נתוני התאדות מגיית או מחושבים על פי נוסחת (P-M) Penman-Monteith. אולם, מקדמי הגידול התבססו על תובנות מהניסוי בצמח בעוד שהניסוי מתבצע באזור אקלימי אחר (עכו – גליל המערבי). מדידה ישירה של קליטת מים ויסודות המזון היא תנאי הכרחי להבנת ההשפעה של גורמים אלו על הצמח ובחינת המנגנונים המעורבים אולם בפועל, לא ניתן למדד בצורה ישירה בניסוי שדה. מדידה ישירה של הדיות וקליטת יסודות המזון של העץ אפשרית רק בניסוי ליזימטרים ולכן לחוות הניסויים בעכו שלושים עצי אבוקדו מזן האס (מורכבים על כנת דגניה 117) שגדלו בו תוך מיכל של 1000 ליטר ושמשו בעבר לניסוי השקיה שהתבצע בצמח עמק הירדן.

### **מטרות המחקר**

א'. מדידה ישירה של קליטת מים על ידי עצי אבוקדו כתלות בשינויים האקלימיים והפנולוגיים במהלך העונה על מנת להביא לשיפור בקרת ההשקיה בשדה.

ב'. מעקב אחרי ריכוזי יסודות המזון בעלים, ובאיברי מטרה (פרחים, חנטים ופירות) במהלך עונת הגידול על מנת לבסס פרוטוקול דישון לעצי אבוקדו.

### שיטות וחומרים

שלושים עצי אבוקדו מזן האס מורכבים על כנת דגניה 117 שגדלו בתוך מיכל של 1000 ליטר ושמשו בעבר לניסוי השקיה שהתבצע בצמח עמק הירדן הועברו לחוות הניסויים בעכו. המרחק בין העצים בשורה היה ארבעה מטר ובין השורות היה שישה מטר (41.7 עצים לדונם). בגלל מגבלות טכנולוגיות (העדר חשמל רשת בחווה בעכו) לא ניתן היה להתקין מערכות של מאזניים דיגיטליות ואיסוף תשטיפים במקביל, כפי שהיה בניסוי צמח. הותקנו רק מערכות של איסוף ומדידה רציפה של התשטיפים. תדירות ההשקיה בניסוי הייתה גבוהה בכל הטיפולים (5-10 פעימות ביום, כתלות בעונה) ולכן בחישובי הדיות ניתן להזניח את השינויים הדינמיים במשקל כלי הגידול. לשישה עצים הותקנה מערכת אוטומטית לאיסוף נקז המאפשרת מדידה רציפה של הדיות (נפח השקיה פחות נפח התשטיפ). יתרת העצים היוו בסיס לניסוי הזנה. הגורם העיקרי שנבחן בעונת 2016 היה עיתוי תחילת הדישון הזרחני. הרכב מי ההשקיה (מעיינות כברי) היה (מ"ג לליטר):  $N=8-10$ ,  $P=0.2-0.3$ ,  $K=2.3-2.5$ ,  $Ca=100-120$ ,  $Mg=30-40$ ,  $Na=25-35$ ,  $Cl=60-70$  ו- $pH=6.7-7.0$ , והמוליכות החשמלית הייתה  $0.9-1.0 \text{ dS m}^{-1}$ . הניסוי הנוכחי התחיל בראשית חודש דצמבר 2015 וכלל שלושה טיפולים: (A) דישון מלא לאורך כל עונת הגידול, (דשן 5-2-5 בתוספת יסודות קורט). מנת הדשן הותאמה לקבלת 40 מ"ג לליטר של חנקן כאשר יתר יסודות המזון נמצאים בהתאמה (כ-7 וכ-43 מ"ג לליטר של זרחן ואשלגן בהתאמה); (C) ללא דישון זרחני (דשן 5-0-5 בתוספת יסודות קורט) בתחילת העונה (עד 15 מרץ 2016, תחילת פריחה) ולאחר מכן דישון מלא כפי שפורט עבור טיפול A; (D) ללא דישון זרחני (דשן 5-0-5 בתוספת יסודות קורט) בתחילת העונה (עד 1 למאי 2016 ולאחר מכן דישון של 100% כפי שפורט עבור טיפול A. מערכות איסוף ומדידה של הנקז הותקנו בעצים מטיפול A ומשמישים לאומדן כמות המים שתינתן לעצים בטיפול שדה (ניסוי מרכזי). ריכוז יסודות המזון בתשטיפים מכלים עם עצים, בעלים הבוגרים, בניצני הפריחה ובחנטים הפירות נמדד תקופתית. כל המדידות הכימיות בוצעו במעבדת נווה יער. כל הפירות מהעצים נקטפו בתאריך 7 נובמבר 2016.

### תוצאות

#### התפתחות העצים ויבול

השפעת טיפולי הדישון על מספר הפירות, משקל פרי ממוצע ויבול לדונם (41.7 עצים לדונם) היה גבוה יחסית אבל לא מובהק סטטיסטית (טבלה ואיור 1).

**טבלה 1.** השפעת הטיפולים על: מספר (Num), משקל פירות (Wgt), משקל פרי ממוצע (Frt Avg), והיבול המחושב לדונם (47.1 עצים לדונם) בשנת 2016. בשנת 2014 היבול נקטף מוקדם מאוד (26 באוגוסט) ולכן נתוני משקל פרי ויבול אינם מוצגים.

Tr	Num	Wgt	Frt Avg	kg dunam <sup>-1</sup>
A	464	86	189	3579
C	468	79	169	3261
D	501	81	166	3379
Means 2016	478	82	174	3406
Means 2015	176	38	222	1887
Means 2014	226			
Prob>F	0.7993	0.6388	0.1608	
LSD <sub>0.05</sub>	155.3	20.5	31.3	

מספר הפירות לעץ בכל שלושת הטיפולים בשנת 2016 היה גבוה מאוד יחסית למקובל בפרקטיקה החקלאית בישראל אבל בהתאמה למספר הפירות שהתקבל בניסוי השקיה מיטבית בשנה זו (396 פירות לעץ בטיפול הייחוס). למרות מספר הפירות הגדול משקל פרי ממוצע היה כמקובל לאסיף בתאריך זה (7 נובמבר 2016) ונמוך רק במקצת ממשקל הפרי הממוצע שהתקבל בניסוי השקיה מיטבית בשנה זו (195 גרם בטיפול הייחוס).

#### צריכת מים

צריכת המים המדודה בניסוי ליזימטרים והדיות המחושב על פי משוואת P-M מוצגים באיור 2. עד העשירי אפריל (חץ באיור 2) צריכת המים הייתה נמוכה יחסית (20-50 ליטר לעץ ליום) ולאחר מכן היא עלתה באופן חד עד סוף חודש מאי 2016 והגיעה לערכים של 100-130 ליטר לעץ ליום. עלייה חדה זו נבעה מתהליכים פיסולוגיים בעץ (חנטה והתפתחות הפירות) ולא משינויים אקלימיים. מסוף יוני ועד הקטיפה צריכת המים הושפעה בעיקר מהשינויים האקלימיים כפי שנראה מההתאמה בין צריכת המים לבין ההתאדות המחושבת על פי משוואת P-M (איור 2), ולבין טמפרטורת האוויר, גרעון המים האטמוספירי והקרינה (אינו מוצג). לממצאים אלו יש חשיבות רבה והם מהווים את הבסיס במאמצים לשיפור בקרת ההשקיה. דיון בנושא יוצג בדו"ח השנתי של ניסוי ההשקיה.

#### ריכוז יסודות מזון בצמח

השפעת טיפולי הדישון על ריכוזי החנקן, זרחן ואשלגן בפרחים\חנטים פירות ובעלים מוצגת באיורים 3, 4 ו- 5, בהתאמה. ריכוזי החנקן בעלים במהלך העונה לא הושפעו מטיפולי הדישון והם נעו סביב ערכים של 1.6-2.0 אחוז מהחומר היבש ולכן סביר מאוד להניח כי ריכוז חנקן בעלים של 1.8 אחוז מהחומר היבש המומלץ על יד גורמי ההדרכה (קו אופקי מרוסק באיור 3 תחתון) מייצג כהלכה עצי אבוקדו שדושנו כראות. ריכוזי החנקן באיברי המטרה (פקעי פריחה\פרחים\חנטים\פירות) עד ראשית מאי היו גבוהים בהרבה מהריכוזים בעלים (3.0-3.5 אחוז מהחומר היבש) והם ירדו לאחר מכן והתייצבו בסוף

יולי (יום 210 הוא 28 ביולי) על ערכים של 1.6 ושל 0.7 אחוז מהחומר היבש בציפה ובזרע, בהתאמה (נמוך בהרבה מהריכוז בעלים).

השפעת טיפולי הדישון על ריכוזי הזרחן בעלים הייתה מובהקת (סטטיסטית) מראשית העונה (איור 4 תחתון) והם היו גבוהים בהרבה מהריכוז המומלץ על ידי מערכת ההדרכה (0.13 אחוז מהחומר היבש, קו אופקי מרוסק באיור 3 אמצע) ולכו אנו מניחים כי המלצות הדישון בזרחן בישראל ובעולם אינן הולמות. בדומה לחנקן, גם ריכוזי הזרחן באיברי המטרה עלו ער ראשית מאי והגיעו לערכים של 0.5-0.6 אחוז מהחומר היבש, (כמעט פי ארבע מהריכוז בעלים, איור 4 עליון) וירדו לאחר מכן בסוף חודש יולי והתייצבו על ערכים של 0.25-0.30 ושל 0.25 אחוז מהחומר היבש בציפה ובזרע, בהתאמה, איור 4 עליון). ראוי לציון כי באי התאמה לחנקן, ריכוזי הזרחן בציפה היו גבוהים מהריכוז בעלים (השוואה בין איור 4 עליון לתחתון).

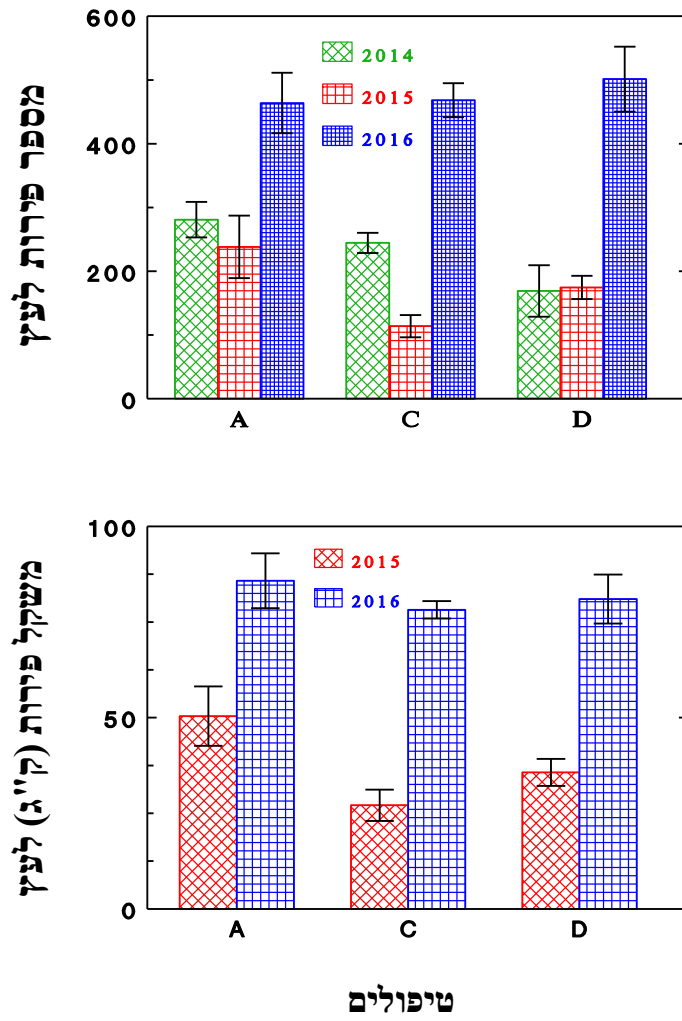
בדומה לחנקן וזרחן, גם ריכוזי האשלגן באיברי המטרה היו גבוהים עד ראשית מאי מהריכוזים בעלים (פי 2.5, איור 5, אם כי קשה לזהות שיא בתאריך כלשהו) והם ירדו לאחר מכן בזרע (איור 5 עליון). בציפה לעומת זאת, ריכוזי האשלגן עלו מסוף יולי עד הקטיפ (בתאריך 7 נובמבר), כנראה בעקבות הצטברות חומצות שומן בציפה. ה עלייה בריכוזי אשלגן בציפה במקביל לעלייה במשקל הפירות מביאה לעלייה גדולה בדרישה לאשלגן.

## דיון

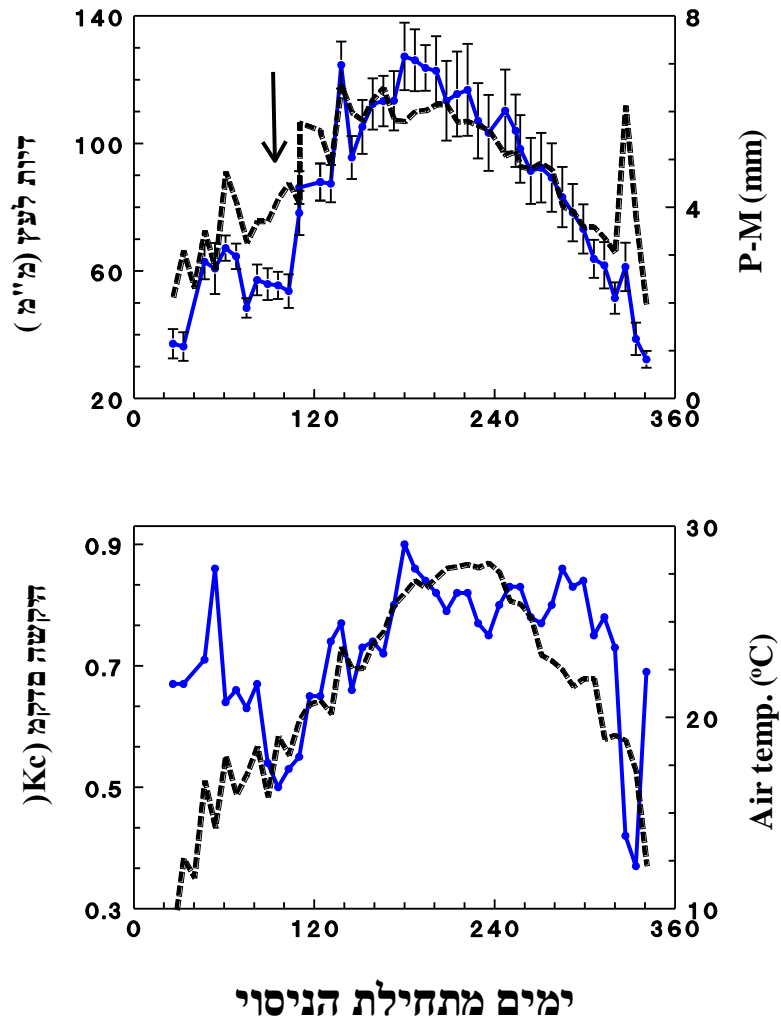
איברים פרודוקטיביים באבוקדו כגון פרחים, חנטים ופירות מאופיינים במספר קטן של פיוניות ומכאן דיות נמוך. לכן, ריכוזים גבוהים של יסודות מזון באיברי מטרה אלו מעידים על הולכה בזרם השיפה. העלייה בריכוזי החנקן והזרחן באיברי המטרה בראשית העונה והירידה בריכוז לאחר ראשית מאי מצביעה כנראה על תהליכים פיסולוגיים חשובים (חנטה?, התפתחות זרע?) המתרחשים באיברים אלו בתקופה זו. עם סיומם של תהליכים אלו ירדה אספקת החנקן והזרחן (תנועה באמצעות מערכת השיפה) לפירות. גידול הפרי בתקופה שלאחר מכן (איור 6) הביא ל"מיהול" כמויות החנקן והזרחן ולכן הריכוז שלהם בפירות ירד (איורים 3 ו 4).

הצטברות חנקן, זרחן ואשלגן בפירות במהלך העונה מוצגת באיור 6 (הנחות: 400 פירות לעץ, משקל יבש של 30%, חצי מהמשקל משויך לזרע, חצי משויך לציפה, ריכוזי K-P-N בפירות כפי המוצג באיורים 3-5). ראוי לציון כי העלייה הגדולה בדרישה לאשלגן ובמידה פחותה גם לזרחן (איורים 5, 4, בהתאמה) שחלה מסוף יולי עד הקטיפ (איור 6) מתרחשת בתקופה בה מנת המים בהשקיה יורדת בהדרגה (איור 1). מכאן, נדרש שינוי בהרכב הדשן (יותר אשלגן וזרחן, פחות חנקן) על מנת לענות על דרישות הצמח בעונה זו. בהתאם לנתונים המוצגים באיור 6, כמויות חנקן, זרחן ואשלגן המורחקות מהשטח באמצעות הפירות (41.7 עציים לדונם) ההן כ – 10, 2 ו – 17 ק"ג לדונם, בהתאמה.

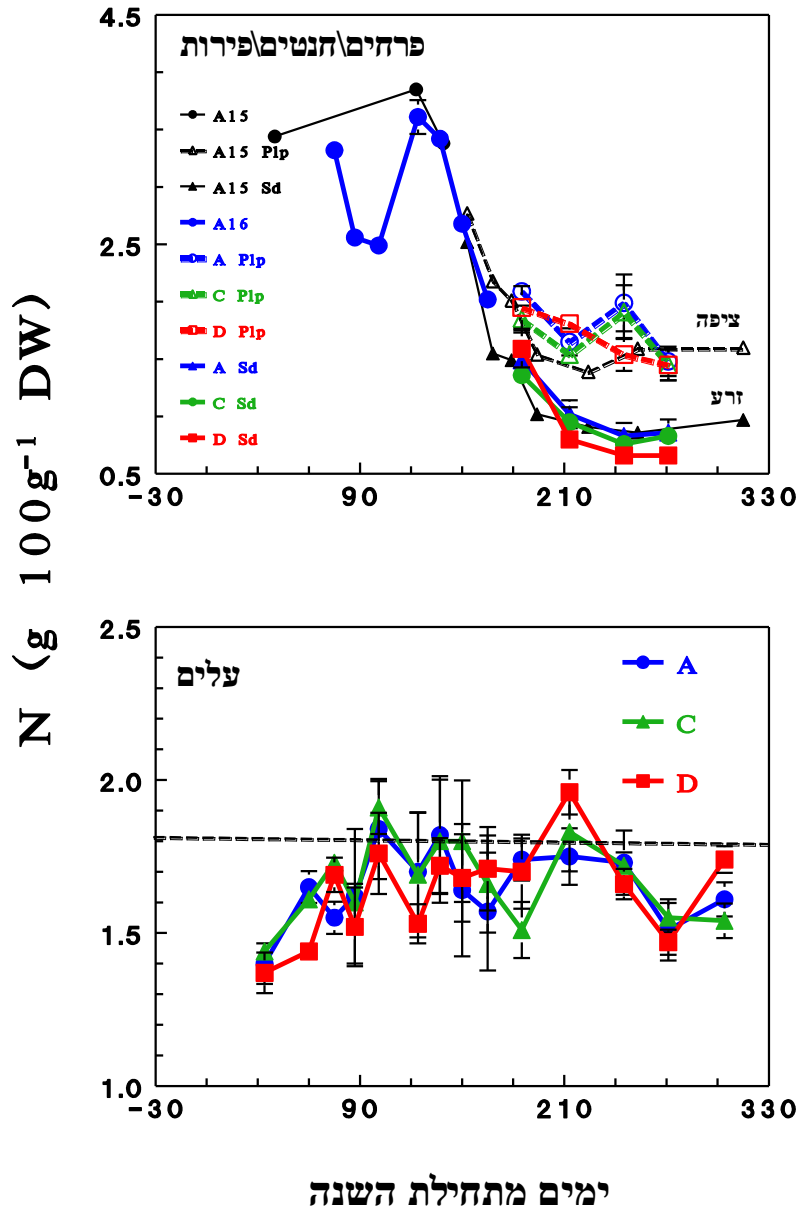
## איורים



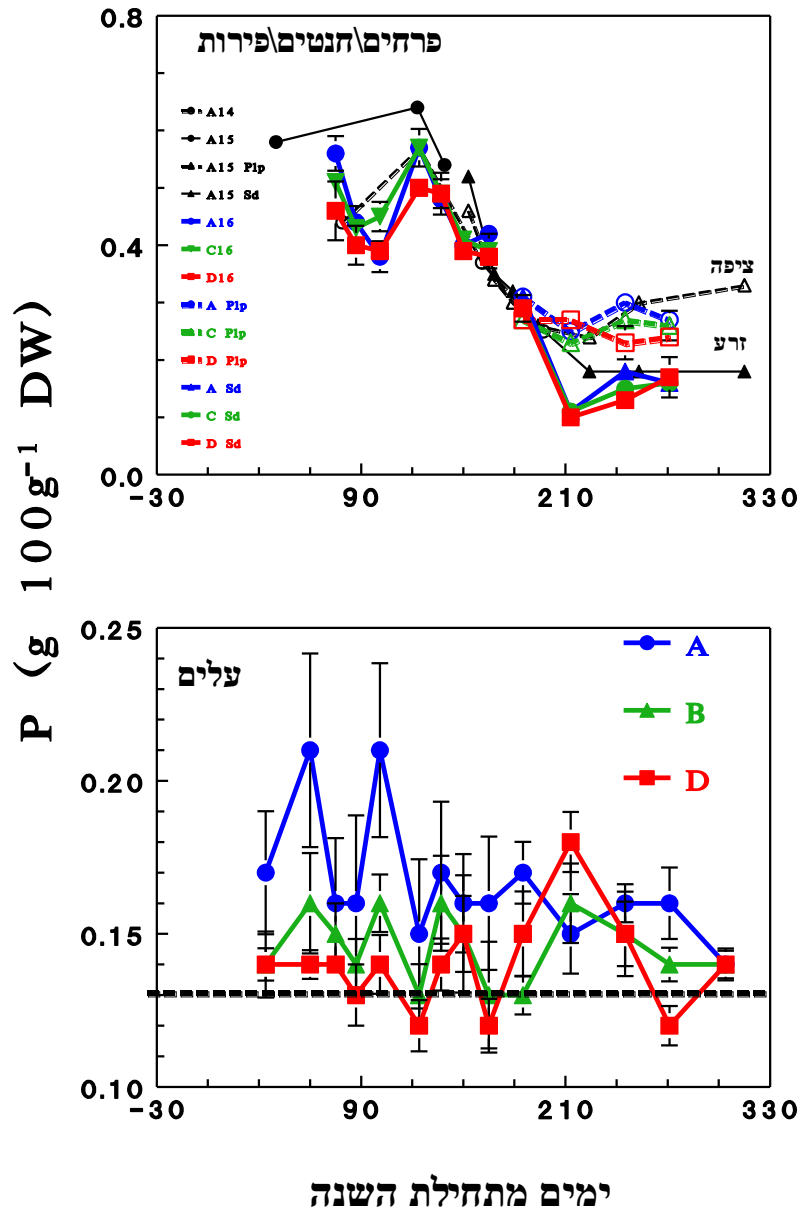
**איור 1.** השפעת הטיפולים בניסוי על מספר ומשקל הפירות לעץ (רק 2015-16). קיום אנכיים מציינים את שגיאת הניסוי של כל טיפול.



**איור 2.** עליון: דיות ממוצע (ממוצע שבועי, 6 עצים, 41.7 עצים לדונם) בהשוואה לדיות הפוטנציאלי (מחושב באמצעות משוואת Penman-Monteith). חץ מציינ יום 110 (תאריך 10 באפריל) בו חלה עלייה חדה בדיות. תחתון: מקדם השקיה מחושב (דיות מדוד מחולק בדיות פוטנציאלי - P-M) בהשוואה לטמפרטורת האוויר.

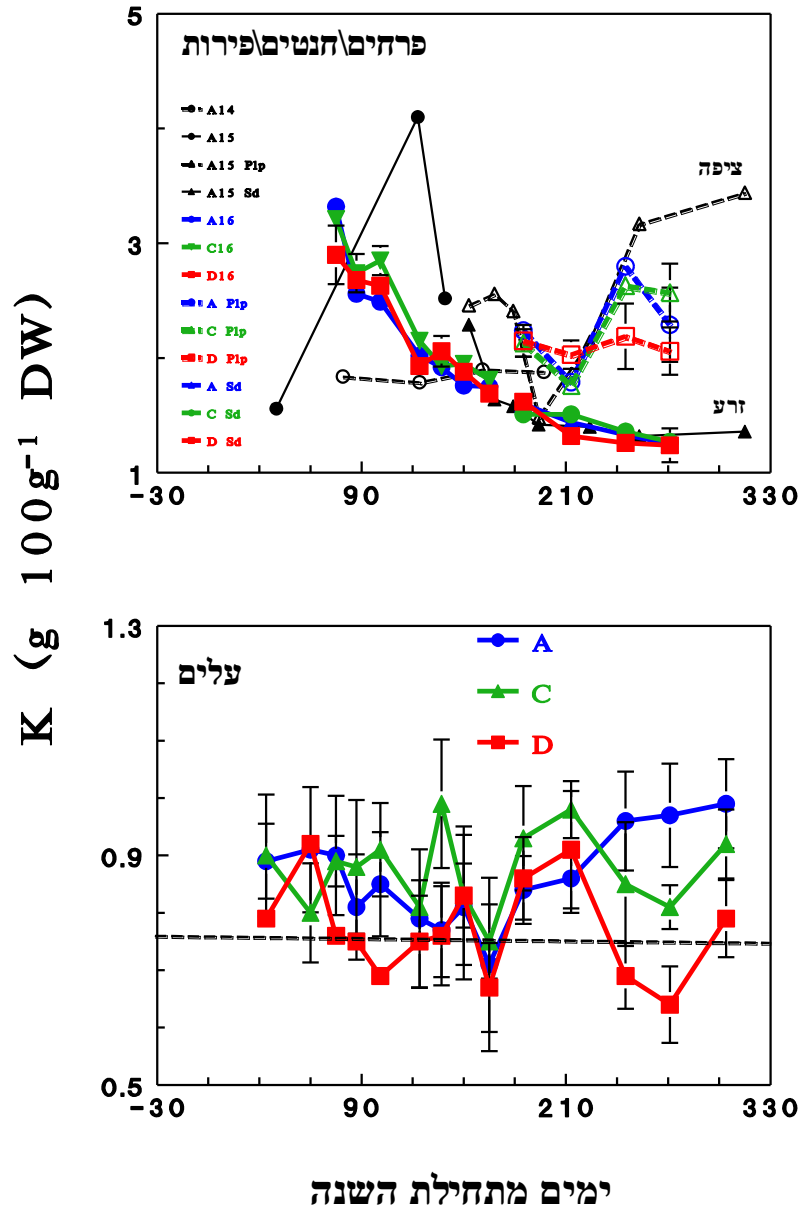


**איור 3.** עליון" השפעת הטיפולים בניסוי על ריכוזי חנקן בפרחים/חנטיים/פירות במהלך שנת 2016 בהשוואה לשנת 2015. קווים מקווקוים מייצגים ציפה, קווים רציפים מייצגים זרע. תחתון: השפעת הטיפולים בניסוי על ריכוזי חנקן בעלים. קו אופקי מקווקו מייצג את הריכוז המומלץ ע"י מערכות ההדרכה. קווים אנכיים מציינים את שגיאת הניסוי של כל טיפול.

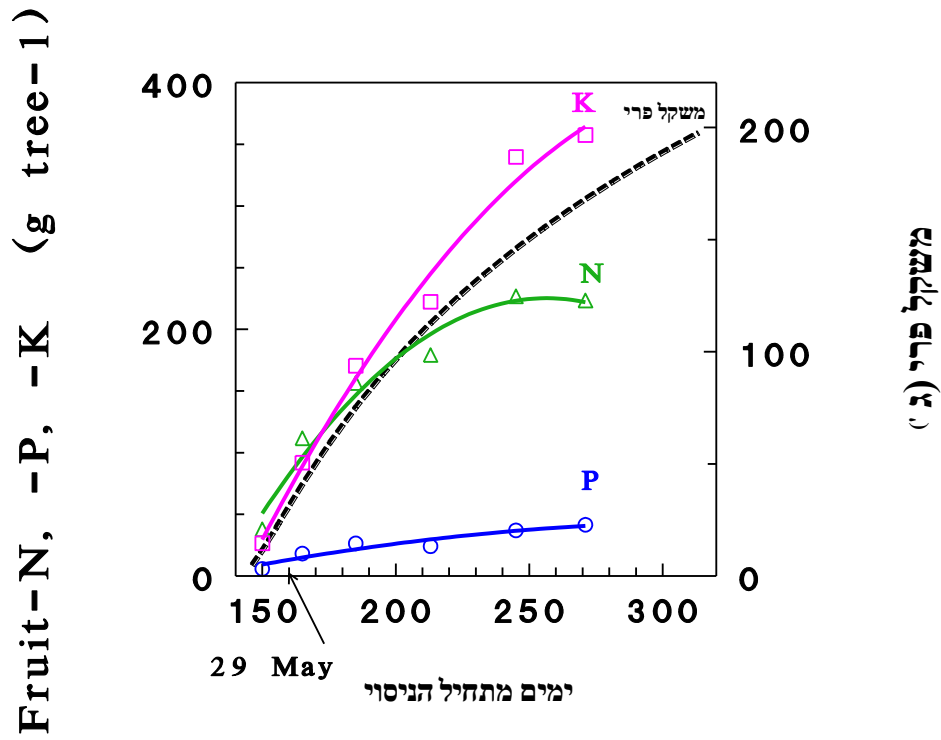


**איור 4.** עליון" השפעת הטיפולים בניסוי על ריכוזי זרחן בפרחים/חנטיים/פירות במהלך שנת 2016 בהשוואה לשנת 2015. קוים מקווקוים מייצגים ציפה, קוים רציפים מייצגים זרע. תחתון: השפעת הטיפולים בניסוי על ריכוזי זרחן בעלים. קו אופקי מקווקו מייצג את הריכוז המומלץ ע"י מערכות ההדרכה. קוים אנכיים מציינים את שגיאת הניסוי של כל טיפול.





**איור 5.** עליון" השפעת הטיפולים בניסוי על ריכוזי אשלגן בפרחים\חנטים\פירות במהלך שנת 2016 בהשוואה לשנת 2015. קווים מקווקוים מייצגים ציפה, קווים רציפים מייצגים זרע. תחתון: השפעת הטיפולים בניסוי על ריכוזי אשלגן בעלים. קו אופקי מקווקו מייצג את הריכוז המומלץ ע"י מערכות ההדרכה. קווים אנכיים מציינים את שגיאת הניסוי של כל טיפול.



**איור 6.** משקל פרי ממוצע במהלך העונה (פונקציית המשקל הותאמה על פי Zilkah&Klein, 1987) והצטברות חנקן, זרחן ואשלגן בעץ בודד במהלך העונה (400 פירות לעץ, משקל יבש של 30%, חצי מהמשקל משויך לזרע, חצי משויך לציפה, ריכוזי K-P-N בפירות כפי המוצג באיורים 3-5).