

שימוש ברשתות להגנה, שיפור ייבול ואיכות פרי בזן אור 1

The use of photosensitive nets in Or mandarin

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות

ע"י

אבי צדקה, יוספה שחק, נפתלי צור, קירא רטנר, לודמילה שלייזרמן, המחלקה לעצי פרי, המכון למדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני

שבתאי כהן, המכון למדעי הקרקע, המים ואיכות הסביבה, מנהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני
אורי שני, הפקולטה למדעי החקלאות, המזון, ואיכות הסביבה, האוניברסיטה העברית בירושלים, רחובות
שוקי קנוניץ, יצחק אסקירה, שה"מ
בועז גלעדי, מאיר פיינצ'ק, מהדרין פרי-אור
אברהם גניזי ז"ל

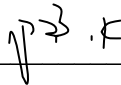
Avi Sadka, Department of Fruit Trees Sciences, Institute of Plant Sciences, ARO, The Volcani Center
P.O. Box 6, Bet Dagan, Israel

אוגוסט 2010

אלול תש"ע

הממצאים בדו"ח זה הנם תוצאות ניסויים

הניסויים אינם מהווים המלצות לחקלאים

חתימת החוקר: 

א. תקציר

השימוש בטכנולוגיה של רשתות פוטו-סלקטיביות הולך ותופש תאוצה בגידולים מסחריים רבים, כולל בענפי מטע שונים, נשירים וסובטרופיים. מעבר לשיפור ניכר של המיקרואקלים במטע, שתוצאותיו שבירת רוחות, מניעת נזקי ברד, הפחתת טמפרטורת אוויר, העלאת לחות יחסית בקרבת הפרי בימי הקיץ החמים, מניעת מכות שמש ועוד, לכיסוי ברשת יש השפעה דיפרנציאלית על העץ והפרי. האתגר המחקרי הוא לחפש את הכיסוי הטוב ביותר לכל גידול מאחר וסוג הרשת ומועדי הכיסוי שהם מיטביים לגידול אחד אינם בהכרח מיטביים גם לגידולים אחרים. במסגרת התוכנית בחנו את הטכנולוגיה בפרדס, בזן הקליף אור 1, שהנו זן הדגל של ענף ההדרים. יתרונותיו, מיעוט הזרעים שלו, איכותו הגבוהה ואפילויות היחסית. יחד עם זאת, הוא סובל ממספר בעיות, ביניהן, בעיית פוריות הנובעת מחוסר יציבות רב שנתית ביבולים. בניסוי כוסו כ-16 דונם בארבעה סוגי רשתות, לבנה, שקופה, אדומה וצהובה בעלי תכונות העברה ופיזור אור ידועות. במסגרת התוכנית, בוצע מעקב אחרי פרמטרים שונים, הכוללים פרמטרי ייבול, פרמטרי פריחה, פרמטרים גידוליים, פרמטרים פיסיוולוגיים ומיקרו-אקלים. התוצאות המעשיות העיקריות, הן:

1. שיפור משמעותי בכמות היבול, במיוחד ברשתות הלבנה והשקופה במהלך כל שנות הניסוי
 2. שיפור משמעותי באיכות היבול, כאשר גם כאן הצטיינו הרשתות הלבנה והשקופה במרבית שנות הניסוי
 3. הפחתת צריכת המים של העץ, ושיפור ביעילות צריכת המים, כאשר היא מכומתת לכמות היבול. בעצים תחת הרשת הלבנה צריכת המים הופחתה ב-20%, וברשת הלבנה ב-15% לערך לעומת עצי הביקורת.
 4. למרות הפחיתה בצריכת המים, אובחנה בעצים תחת הרשתות פתיחה מוגברת של הפיוניות ושיפור במצב הפיזיולוגי של העץ.
- תוצאות הניסוי מראות כי לטכנולוגיה של רשתות צבעוניות בהדרים יש פוטנציאל גבוה מאוד, לשיפור ייבול ואיכות המלווים בהגדלת יעילות השימוש במים. אנו ממשיכים בניסוי במסגרת תוכנית המשך ע"מ לאשש למספר שנים נוסף את התוצאות.

ב. הקדמה

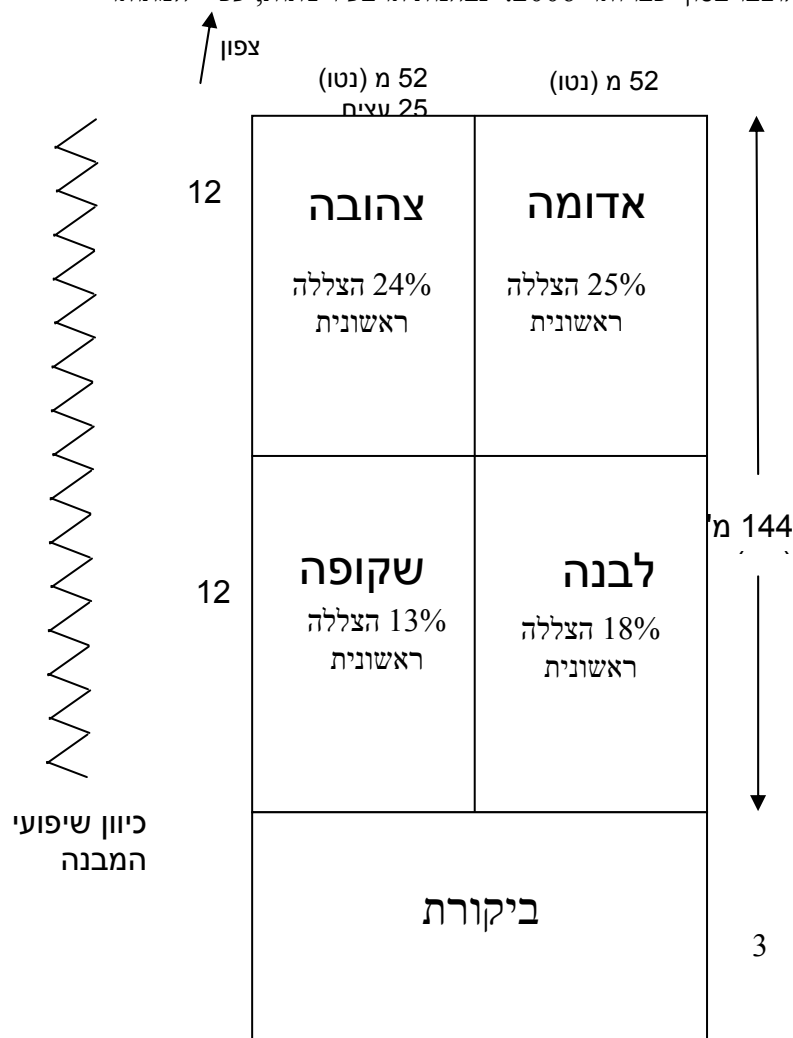
זן ההדר "אור 1" הנו כיום הקליף הניטע ביותר בארץ. במהלך שנות גידולו התגלו בזן מספר בעיות גידוליות, הראשונה שבהן בעיית פוריות, המתבטאת בעיקר בחוסר יציבות רב שנתית ביבולים. בעיה נוספת בזן הנה בעיית איכות הנובעת מהרצון לשווקו מאוחר ככל הניתן בעונה; כאשר הקטיפה הנו מעבר לתחילת-אמצע חודש פברואר (מועדים רצויים לשיווק), חמיצות הפרי הנה מתחת לרצוי, ויש בו התפתחות טעמי לוואי. בנוסף לבעיות אלו, יש שנים בהם באזורים מסוימים מופיעה היסדקות פרי ברמה מוגברת (למשל עונת 2005). בעיה זו אינה ייחודית רק לזן אור 1, אלא מופיעה גם בזנים אחרים. ניתן להניח כי חלק מהבעיות הנ"ל נובע מגורמים אנדוגניים, פיסיוולוגיים בעיקרם, וכן מהרקע הגנטי של הזן. אולם, לצד גורמים כאלו, לתנאי סביבה כמו ברד, לחות יחסית, קרינה ישירה, רוחות, ותנאי שרב יש השפעה חשובה על רמת היבול ואיכותו. במקרים רבים השפעות גורמים אקלימיים הן ברורות. למשל קרינת שמש ישירה הגורמת להופעת כתמי שמש, ברד הגורם לפגיעה פיסית ופחת רציני ביבול או רוחות חזקות העלולות לגרום לפגיעה חיצונית בפרי. כיסוי מטעים ברשתות, אשר נותן מענה (לפחות חלקי) בנושא המיקרו-אקלים, הולך ותופש תאוצה בענפי המטע השונים. אם השימוש החקלאי בטכנולוגיה החלה כגישה למניעת פגעי טבע ומזיקים (בשסק, למשל, השימוש ברשתות מקובל זה כ-20 שנה), הרי כיום בעקבות המחקר בנושא,

מתברר כי לכיסוי ברשת יש תועלות נוספות מעבר להגנה הראשונית. הרשתות העיקריות המצויות בשימוש הנן רשתות צל שחורות (מקטינות עצמת תאורה ללא שנוי בהרכב האור), ושקופות להגנה מברד ורוח. בהדרים, הטכנולוגיה של רשתות צבעוניות לא נוסתה עד כה, אולם בניסוי אחד נבחן השימוש ברשת שקופה בזן "מיכל" הוא הביא לתוצאות חיוביות, כולל האפלה.

בשנת 2006 הקמנו, אנשי חברת "מהדרין - פרי אור", צוות חוקרים ממינהל המחקר החקלאי ומדריכי שה"מ ניסוי בפרדס צפריה הכולל ארבע רשתות בשטח כולל של כ-16 דונם. כאמור, מעבר לניסוי הראשוני בזן מיכל, בו נבחנה רק רשת שקופה, מהווה חלקת המחקר הנוכחית את הסנונית הראשונה בה נבחנת הטכנולוגיה באופן מלא בהדרים. מטרת המחקר, במיוחד בשנים הראשונות, הנה ללמוד את השפעת ארבע סוגי הרשתות שנבחרו, אדומה, צהובה, לבנה ושקופה על פרמטרים רבים ככל הניתן, פריחה וחנטה, יבול ואיכות, פרמטרים גידולים, מיקרו-אקלים, פיסיולוגיה של העץ.

ג. עיקר התוצאות בתום תקופת הניסוי

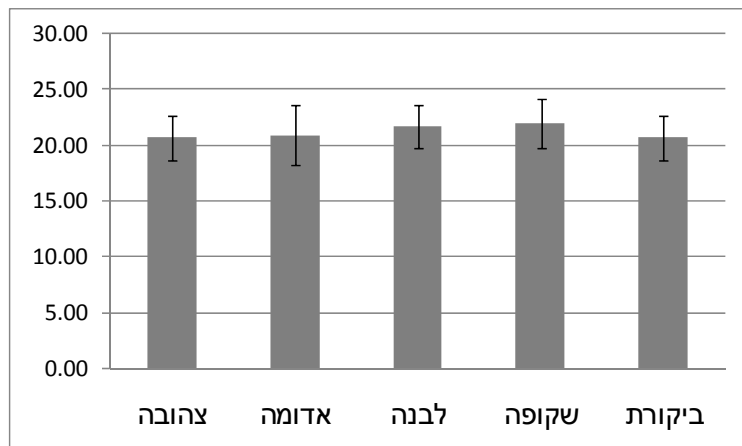
בתחילת הדרך (2006) החלקה הכילה **עצי הרכבה**. במקור, פרדס ותיק מאוד עם היסטוריה מורכבת של זנים וכנות. לפני החלפת הזן האחרונה הייתה פומלית על כנות שונות. ב-2001 בוצעה החלפת זן לאור 1. בנוסף החלקה הכילה גם **עצי נטיעה**, אור 1 על חושש, נטיעה 2003; עצי הנטיעה ניטעו בתוך השורות, בין עצי ההרכבה, "בסגול". לאחר שנה דוללו 25% מעצי ההרכבה, לאחר שנתיים, 25% נוספים, וכיום אין בכלל עצי הרכבה. צפיפות 6X4 מ'. השקיה במים מושבים. אחרי הקטיף האחרון העצים נגזמו באופן אחיד טופינג ושדרה. הרשתות הוצבו בסוף פברואר 2006. נבחנות ארבע רשתות, ע"י המתואר בשירטוט מס' 1.



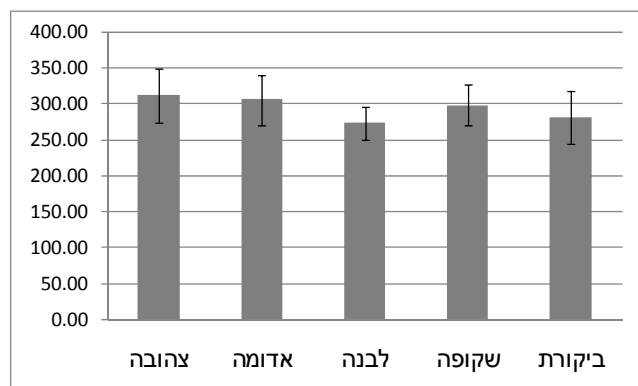
1. מצב החלקה בתחילת הניסוי

מאחר ובמהלך הניסוי התפתחו הבדלים ניכרים במדידים שונים של העצים, כולל מדדי גודל וייבול, חשוב להראות כי בתחילת הדרך לא היו הבדלים בקרב עצי החלקה. זה חשוב במיוחד לאור המבנה של חלקת הניסוי שאינו כולל בלוקים באקראי,

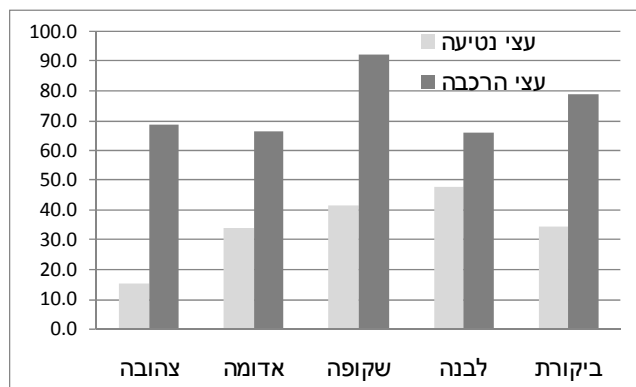
כמקובל. בכל המדדים שנבחנו, גובה עצים (תמונה מס' 1), קוטר הרוכב (תמונה מס' 2), וייבול בעצי ההרכבה והנטיעה שנקטף כחודש לאחר הנחת הרשתות (תמונה מס' 3) לא היו הבדלים מובהקים בין העצים באזורים השונים של החלקה.



תמונה מס' 1: גובה עצים בחלקה בסמוך להנחת הרשתות



תמונה מס' 2: קוטר הרוכב במ"מ בחלקה בסמוך להנחת הרשתות

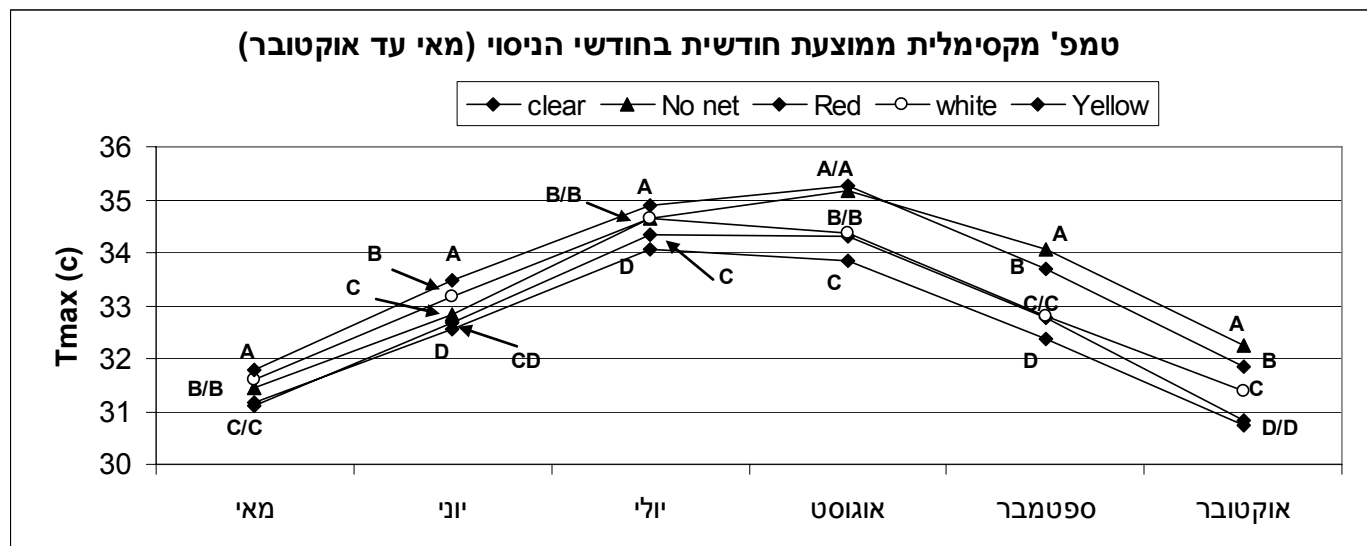


תמונה מס' 3: ייבול בק"ג עץ בחלקה בסמוך להנחת הרשתות. ללא מובהקות סטטיסטית (n=5)

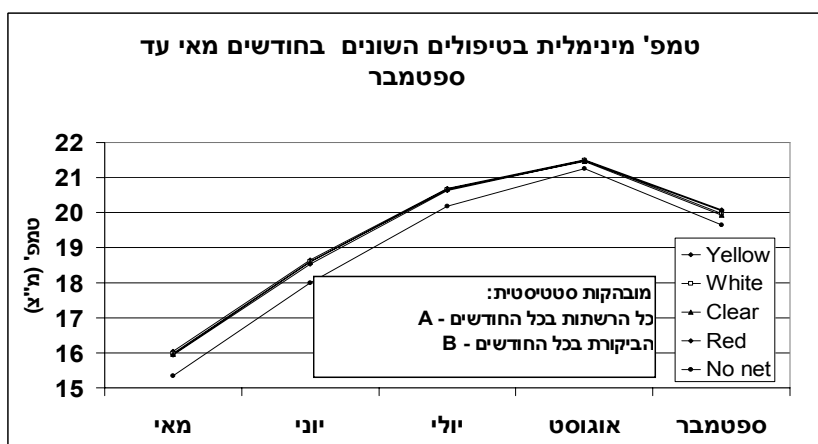
2. השפעות הרשתות על מדדי אקלים: טמפרטורה, לחות, רוח

טמפרטורה מקסימאלית:

הטמפרטורות נמדדו באמצעות חיישני HoBo שהונחו בתוך הנוף. בכל תקופת המדידה, מאי ועד אוקטובר, הטמפרטורה המקסימאלית בחלקת הביקורת הייתה גבוהה מהטמפרטורה מתחת לרשתות (תמונה מס' 4). הרשתות הכהות (צהובה ואדומה) נתנו לרוב את הטמפרטורה הנמוכה ביותר, אולם יש לציין כי למרות המובהקות ההפרש בין הביקורת לרשתות לא עלה על 1.5 מ"צ.

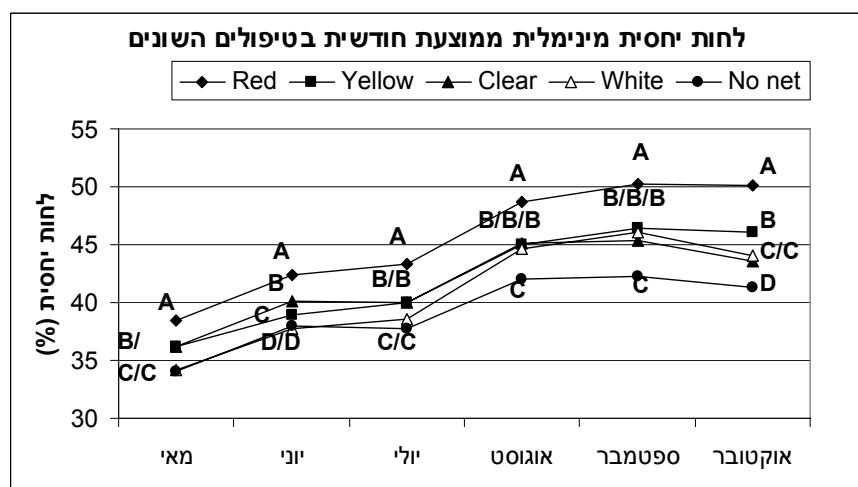


תמונה מס' 4: טמפ' מקסימאלית



הטמפרטורה המינימאלית הייתה נמוכה בביקורת באופן מובהק לעומת הרשתות, שלא נבדלו בניהן. אולם גם הבדל זה לא עלה על 1 מ"צ לכל היותר (תמונה מס' 5).

תמונה מס' 5: טמפ' מינימאלית



לחות יחסית:

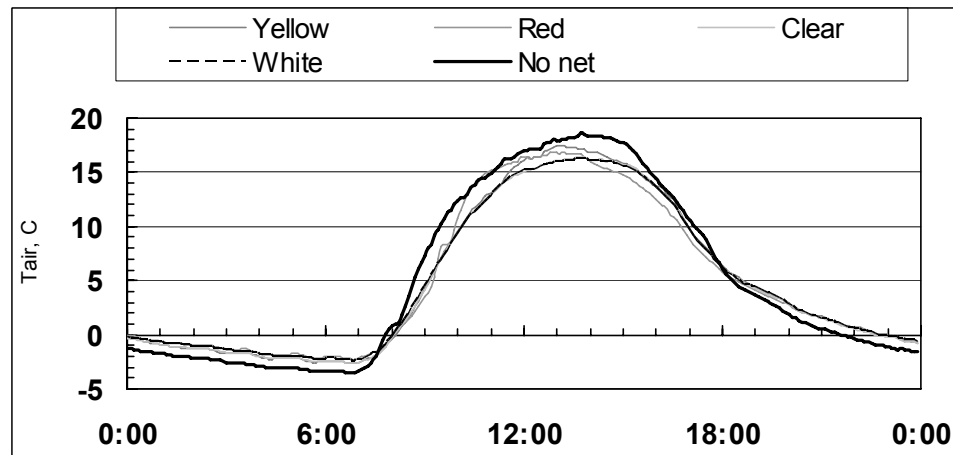
הפרש משמעותי יותר בין הרשתות לביקורת התקבל בנתוני הלחות היחסית (תמונה מס' 6). גם כאן, הרשתות הכהות (צהובה ואדומה) נתנו את הערכים הגבוהים ביותר, כאשר ההפרש המקסימאלי לעומת הביקורת עמד על כ-10% לערך.

תמונה מס' 6: לחות יחסית

אירוע קרה, ינואר 2008:

במהלך חודש ינואר 2008 התרחש אירוע קרה אדוקטיווי בן כשבוע. במהלך השעות הקרות ביותר, הטמפרטורה מתחת לרשתות הייתה גבוהה בס"ג של כ-2 מ"צ לעומת הביקורת (תמונה מס' 7א). ההשפעה הדרמטית ביותר הייתה על הליבלוב הצעיר. תמונה 7ב מראה ליבלוב אופייני לעצי הביקורת, אשר נשרף ברובו הגדול. לעומת זאת בכל הרשתות לא אובחן כל נזק.

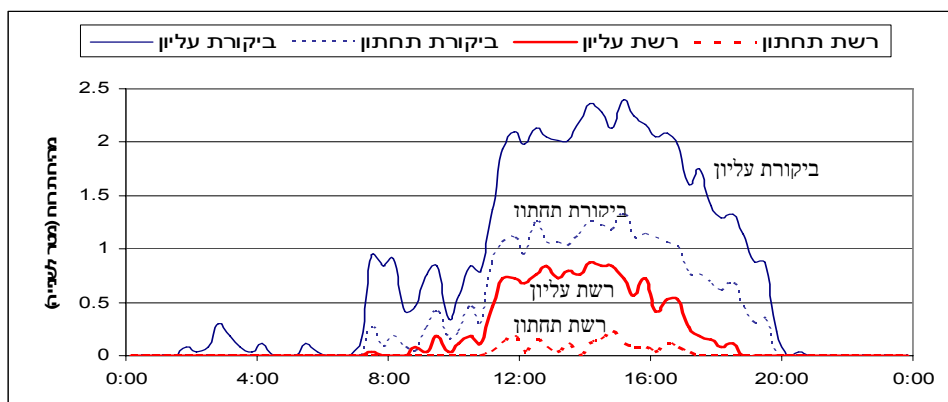
תמונה מס' 7א: שינוי טמפרטורה בנוף בלילה הקר ביותר בזמן הקרה



תמונה מס' 7ב: ליבלוב צעיר כשבוע לאחר הקרה

מהירות רוח:

מהירות הרוח תחת הרשתות נמדדה ע"י שני חיישנים שהוצבו מעל העצים (חיישן עליון), ובגובה הנוף (חיישן תחתון). התוצאות (תמונה מס' 8) מראות כי תחת הרשתות הייתה הקטנה של כ-70% במהירות הרוח, ותוצאה זו אופיינית להשפעת מבנה הרשתות.



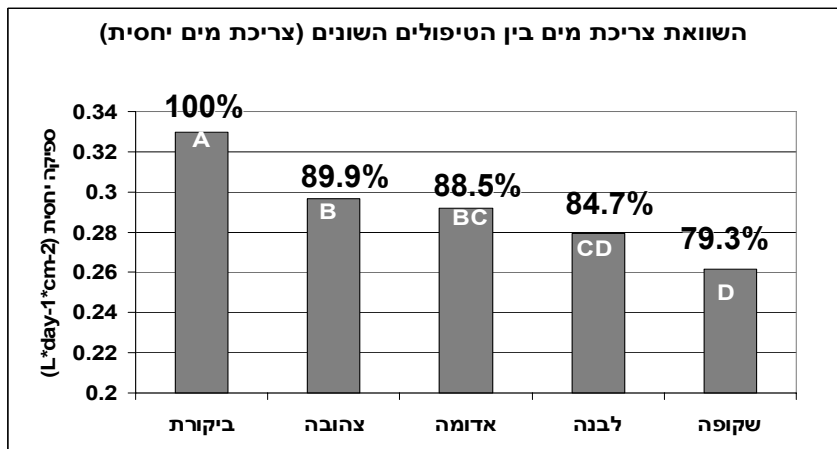
תמונה מס' 8: מהירות הרוח תחת הרשתות ובעצי ביקורת כפי שנמדדה ע"י שני חיישנים, עליון שהוצב כמטר מעל הנוף, ותחתון, באמצע הנוף.

3. השפעת הרשתות על הפיזיולוגיה של העץ, ותצורות המים שלו

השפעת הרשתות על הפיזיולוגיה של העץ נבחנה במספר דרכים, ביניהן, פוטנציאל מים, פוטנצינל, צריכת מים, פתיחת פיוניות, ועוד. בחרנו להציג בדו"ח זה מספר נתונים בלבד, שהנם משמעותיים ביותר מבחינה פיזיולוגית: מעבר מים בגזע, פוטנציאל מים בגזע, ונתוני פתיחת פיוניות, כפי שנמדדו ע"י $\Delta^{13}C$ ומד פוטנצינל.

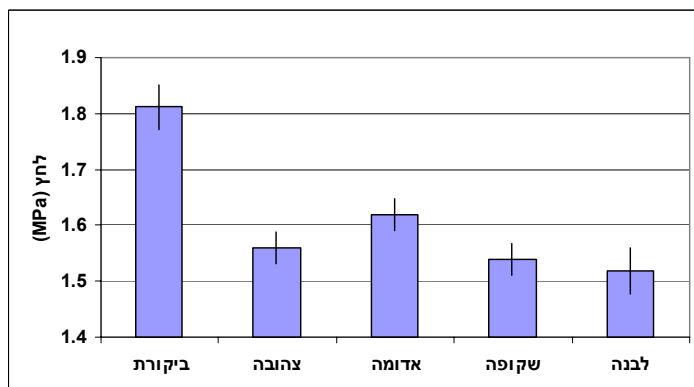
מעבר מים בגזע:

מעבר המים בגזע נמדד בשיטת גרנייר. המדידה בוצעה על תשעה עצי מדגם בכל רשת ובביקורת במשך שלשה חודשים. בכל חודש נמדדו שלשה עצים. לאחר איסוף הנתונים, בוצע כיוול של ספיקת מים בעצים בעצמים בחממה. הכיוול התבצע ע"י השוואה בין צריכת המים הנמדדת בשיטת גרנייר לשינויים במשקל העץ. התוצאות בתמונה מס' 8, הנן מכוילות, והן מראות כי הספיקה היחסית (ליטר/יום/סמ"ר) נמוכה ברשתות באופן מובהק מאשר מהביקורת. ניתן לחלק את הטיפולים לשלש קבוצות: ביקורת (שם הספיקה מוגדרת 100%), הרשתות הצהובה והאדומה בה נמדדה ירידה בספיקה בס"ג של כ-10% לעומת הביקורת. הקבוצה השלישית כוללת את הרשות הלבנה והשקופה בה נמדדה ירידה של 15-20% בספיקה לעומת הביקורת.



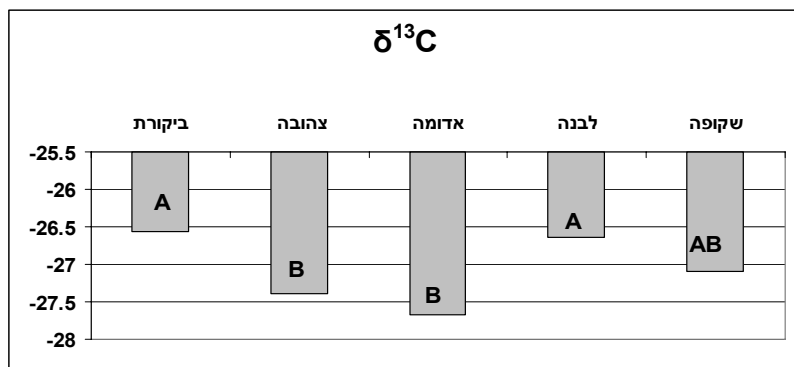
תמונה מס' 8: תצורות מים בעצים
תחת הרשתות ובביקורת כפי
שנמדדה ע"י טכנולוגיית גרנייר

בגישה אחרת המעידה על מצב המים בעץ, נבדק פוטנציאל המים בגזע ע"י שימוש בתא לחץ בעלים מוחשכים (תמונה מס' 9). התוצאות הראו כי בעצים תחת כל הרשתות לחץ המים הנו נמוך באופן מובהק מעצי הביקורת, אם כי בין הטיפולים אין הבדלים מובהקים.



תמונה מס' 9: פוטנציאל מים
בגזע. המדידה בוצעה בעלים
מכוסים בתא לחץ.

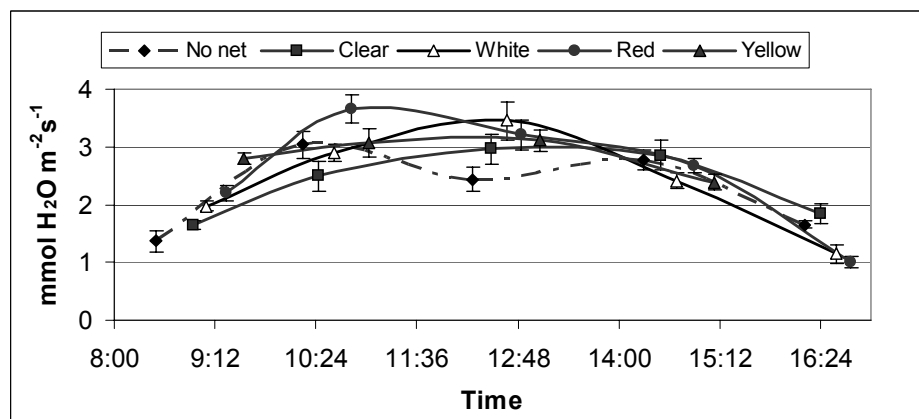
מוליכות פיוניות:



תמונה מס' 10: מוליכות פיוניות בשיטת Δ13C

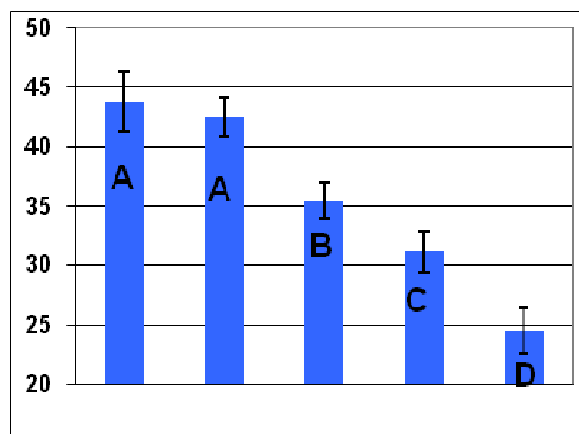
פתיחת פיוניות נבחנה ע"י מדידת ^{13}C . שיטה זו נותנת ממוצע עונתי, ולא מדידה רגעית. ככל שהערך המתקבל יותר שלילי, הפיוניות היו יותר פתוחות (תמונה מס' 10). כאן ניתן לאפיין שתי קבוצות טיפול: ביקורת והרשתות הבהירות (לבנה ושקופה), והרשתות הכהות (צהובה ואדומה) שבהן באופן מובהק הפיוניות היו יותר פתוחות.

מוליכות הפיוניות נבחנה גם במכשיר פוטוסינתזה במשך יום אחד במהלך הקיץ (תמונה מס' 11). המדידה לא הראתה הבדלים ברורים בין העצים הגדלים תחת הרשתות השונות, אולם באופן מובהק בעצים אלו לא הופיע mid day drop אשר הופיע בעצי הביקורת, ומאפיין עצי הדר, אשר סוגרים פיוניות בשעות החמות.



תמונה מס' 11: מוליכות פיוניות כפי שנמדדה ביום קיץ אחד ע"י מד פוטוסינתזה

התוצאות של המדידות הפיזיולוגיות מראות כי הפיזיולוגיה של העץ משתפרת תחת הרשתות לעומת עצים ללא רשת, וצריכת המים שלהם יורדת, למרות שמוליכות הפיוניות עולה. הסיבה לכך נובעת משיפור המיקרו-אקלים ועליה בלחות תחת הרשתות (התוצאות הוצגו בדו"ח השנה שעברה). מצד שני, אובחנו גם הבדלים בין הרשתות; ברשתות הבהירות (לבנה ושקופה) צריכת המים נמוכה מזו שבכהות (אדומה וצהובה), והתמונה הפוכה לזו שמתקבלת מאינטגרל פתיחת הפיוניות בעלים בשיטת ^{13}C . ממה יכול לנבוע ההבדל בין הרשתות? מדוע בכהות צריכת המים גבוהה מאשר בבהירות, והפיוניות בהם יותר פתוחות? הסיבה, לדעתנו, נובעת מגודל העצים (תמונה מס' 12). ברשתות הכהות העצים גדולים מאשר בבהירות, ולפיכך צריכת המים שלהם עולה לעומת עצים תחת הרשתות הבהירות.

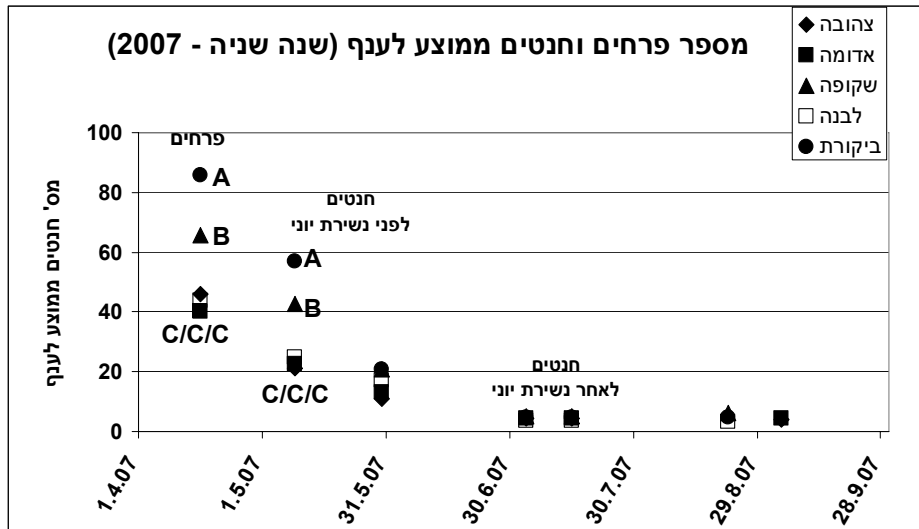


תמונה מס' 12: נפח העץ תחת הרשתות וביקורת

4. השפעת הרשתות על פריחה וחנטה

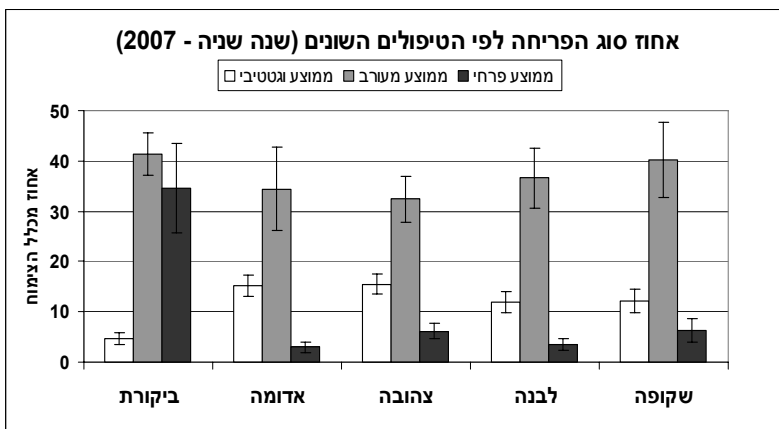
מספר פרחים:

מספר הפרחים והחנטים נספר על אותם ענפים, אשר סומנו עוד לפני הפריחה (תמונה מס' 13). בשנה השנייה לניסוי ניתן לראות כי בביקורת מספר הפרחים היה הגבוה ביותר, כאשר הרשת השקופה נתנה ערך יותר נמוך באופן מובהק. שאר הרשתות לא נבדלו בניהן, אולם מספר הפרחים בהן היה נמוך באופן מובהק מאשר בביקורת וברשת השקופה. הבדל זה נשמר גם בחנטים במועד הספירה הראשון, בתחילת חודש מאי. במהלך העונה מספר החנטים יורד והוא משתווה בכל הטיפולים.

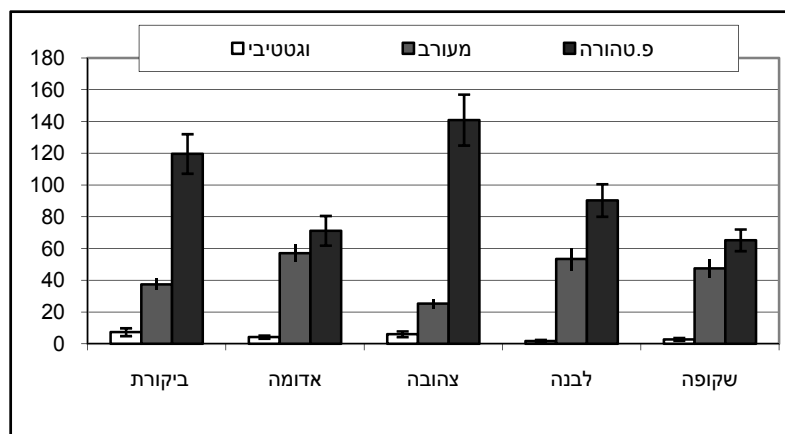


תמונה מס' 13: שינויים במספר הפרחים והחנטים לאורך העונה השנייה של הניסוי

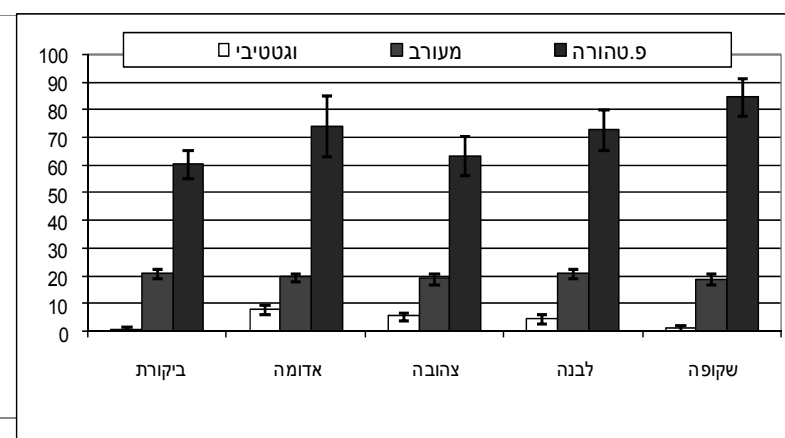
בתמונות הבאות מוצגות ההתפלגויות בין סוגי הליבלובים השונים: וגטיבי, פריחה טהורה (פרחי) ולבלוב מעורב בשנת 2008 (שנה שנייה, תמונה 14א), שנת 2009 (שנה שלישית, תמונה 14ב), ושנת 2010 (שנה רביעית, תמונה 14ג). ב-2008 ניתן לראות כי בביקורת מספר הפרחים הטהורים היה הגבוה ביותר בעוד שמספר הליבלובים הוגטיביים היה בה הנמוך ביותר. הרשתות לא נבדלו בניהן במספר הפרחים או במספר הליבלובים הוגטיביים. בשנת 2009 מספר הפרחים היה גבוה במיוחד, ויחסית אליו מספר הליבלובים הוגטיביים היה נמוך. בשנה זו מספר הליבלובים הפרחיים הטהורים היה הגבוה ביותר בביקורת ובצהובה. בשנת 2010, מספר הליבלובים הוגטיביים היה, כמו ב-2008, הגבוה ביותר ברשתות הכהה, והנמוך בביקורת. בשנה זו לא נראה הבדל משמעותי במספר התפרחות, הן המעורבים והן הטהורים.



תמונה מס' 14א: התפלגות סוגי הליבלובים השונים בשנה השנייה לניסוי



תמונה מס' 14ב: התפלגות סוגי הבלבובים השונים בשנה השלישית לניסוי

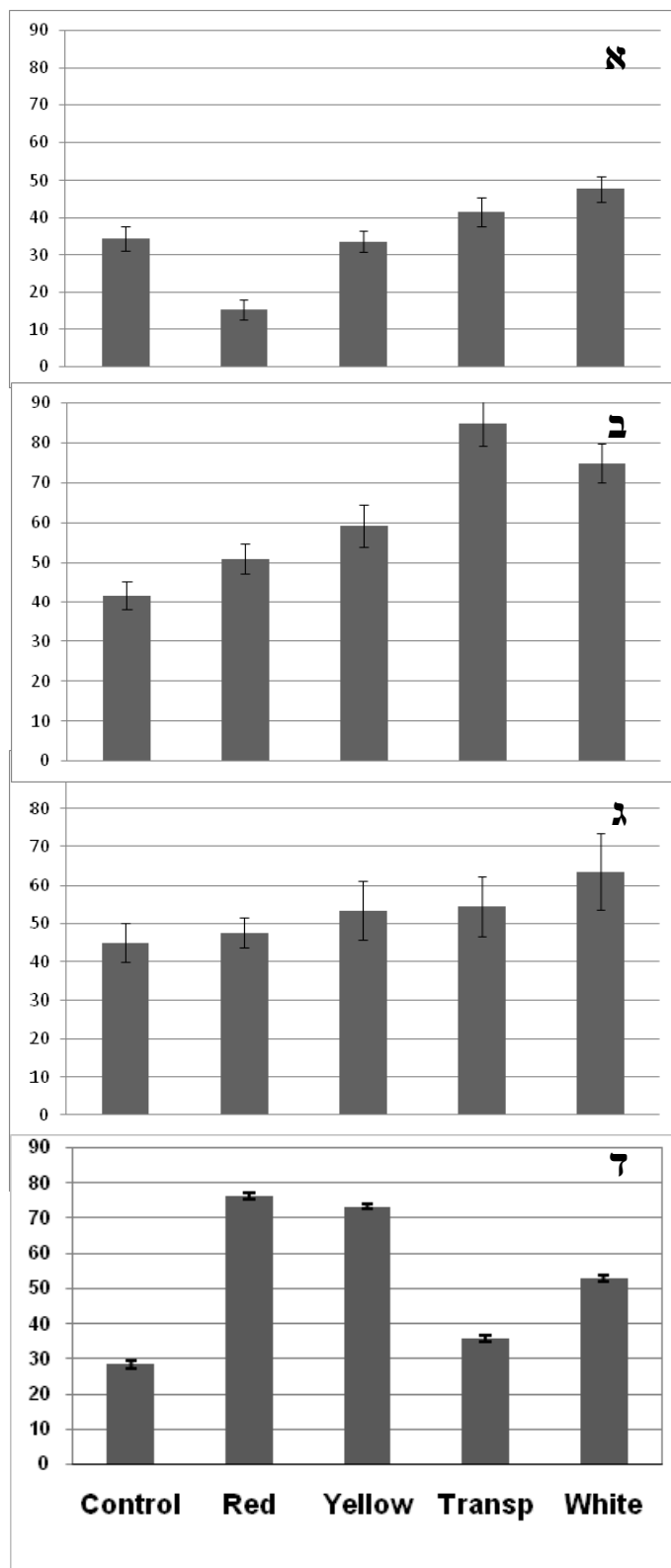


תמונה מס' 14ג: התפלגות סוגי הבלבובים השונים בשנה השלישית לניסוי

5. השפעת הרשתות על כמות היבול ואיכותו

משקל יבול לעץ:

התוצאות מוצגות לגבי ארבע שנות הניסוי (כאמור, שנה ראשונה אינה מלאה כי הרשתות הונחו לאחר האינדוקציה לפריחה). בשנה הראשונה היבול ברשת הצהובה היה נמוך באופן מובהק, בעוד שהרשתות הבהירות (לבנה ושקופה) נתנו את היבול הגבוה ביותר, אם כי ברמת מובהקות נמוכה יחסית לביקורת (תמונה מס' 15א). בשנה השנייה, היבול תחת שתי רשתות אלו היה שוב הגבוה ביותר, והוא כמעט הכפיל עצמו לעומת היבול בעצי הביקורת (תמונה מס' 15ב). בשנה השלישית נצפו הבדלים קטנים יחסית בין הטיפולים השונים (תמונה מס' 15ג). העצים תחת הרשת האדומה, הצהובה והשקופה נתנו כמעט את אותם יבולים כמו עצי הביקורת. תחת הרשת הלבנה התקבלו היבולים הרבים ביותר, 45% יותר מאשר ביקורת, אם כי גם כאן רמת המובהקות הייתה יותר נמוכה מאשר בשנתיים הראשונות. בשנה הרביעית חל שוני לעומת השנים הקודמות (תמונה מס' 15ד). דווקא הרשתות הכהות, צהובה ואדומה, נתנו את כמות הייבול הרבה ביותר, ללא הבדלים בניהן. עצים תחת הרשתות השקופה והלבנה נתנו פחות ייבול לעומת הרשתות הכהות, אם כי הוא עדיין היה גבוה באופן מובהק מאשר בעצי הביקורת. כמו בשנים קודמות, לרשת הלבנה הייתה עדיפות מבחינת ייבול לעומת הרשת השקופה

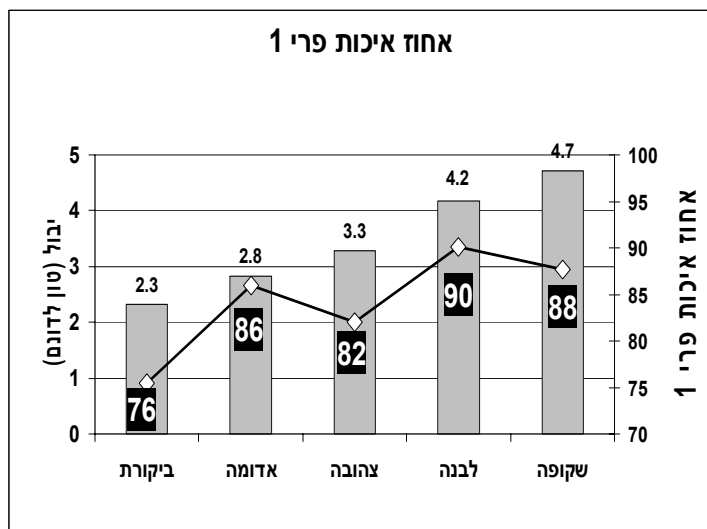


תמונה מס' 15: כמות היבול בק"ג לעץ בארבע שנות הניסוי: א- שנה א'; ב- שנה ב'; ג- שנה ג'; ד'- שנה ד'.

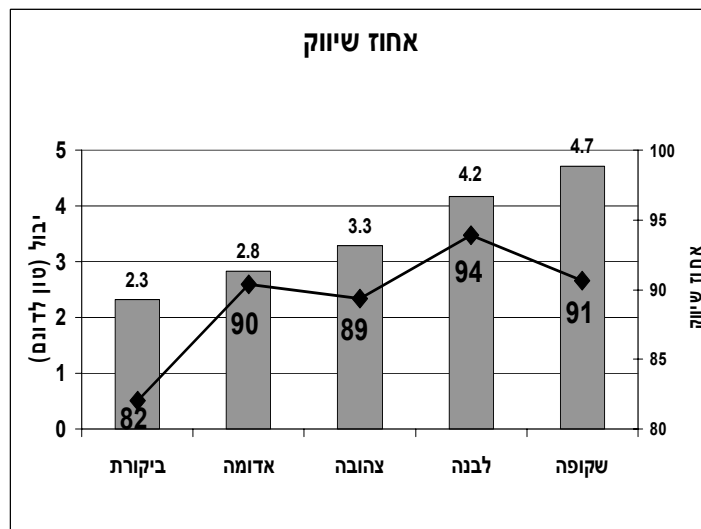
איכות הפרי וגודלו:

איכות הפרי נבחנה בבית אריזה לגבי כלל העצים תחת הרשתות השונות ובביקורת. בשנה השנייה לניסוי, היבול תחת הרשתות הבהירות (לבנה ושקופה) היה בעל אחוז השיווק הגבוה ביותר, אשר הגיע ל-90%, עשרה אחוז מעל לביקורת (תמונה מס' 16). אחוז הפרי מאיכות 1, האיכות הגבוהה ביותר, היה גם הוא הכי גבוה תחת רשתות אלו (תמונה מס' 17).

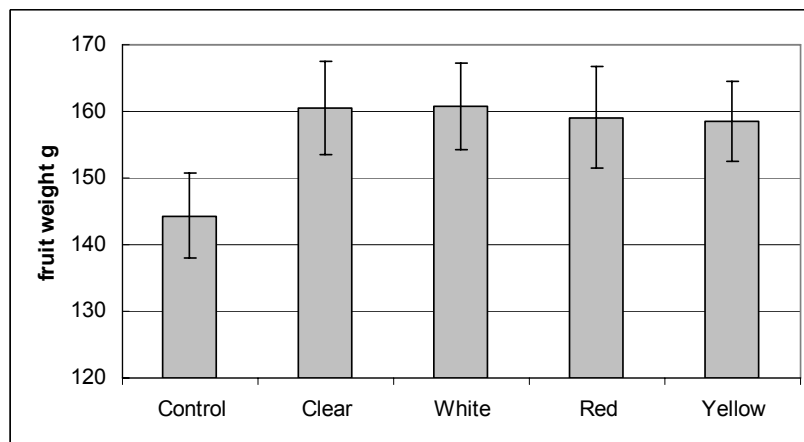
תוצאות אלו נבחנו גם בשנה השלישית, אולם בשנה זו לא התקבלו הבדלים בין הרשתות השונות לבין הביקורת (לא מוצג). לגבי גודל הפרי, בד"כ ההבדלים בגודל היו בהתאמה למספר הפירות. כלומר, הכלל של "יותר פירות- יותר קטנים", נשמר. באופן ייחודי, בשנה השלישית פרי הביקורת היה קטן יותר בממוצע מאשר לפרי שהתפתח תחת הרשתות (תמונה מס' 18), אולם כאמור, הדבר היה ייחודי לשנה זו בלבד, ולא ברורות הסיבות לכך.



תמונה מס' 17: אחוז פרי באיכות 1 בשנה השנייה לניסוי (גרף קו) ויבול בטון לדונם (עמודות)

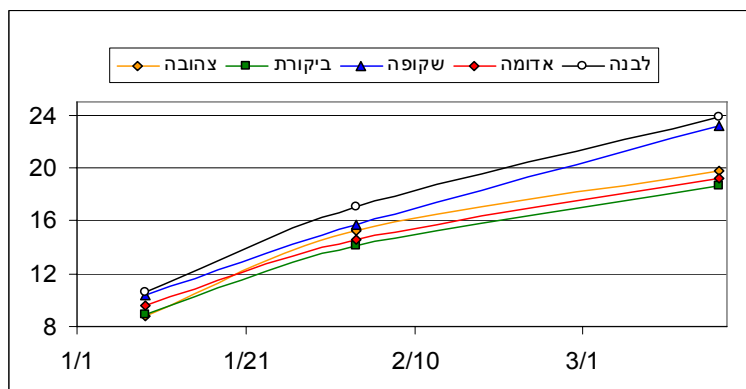


תמונה מס' 16: אחוז שיווק (יצוא) בשנה השנייה לניסוי (גרף קו) ויבול בטון לדונם (עמודות)

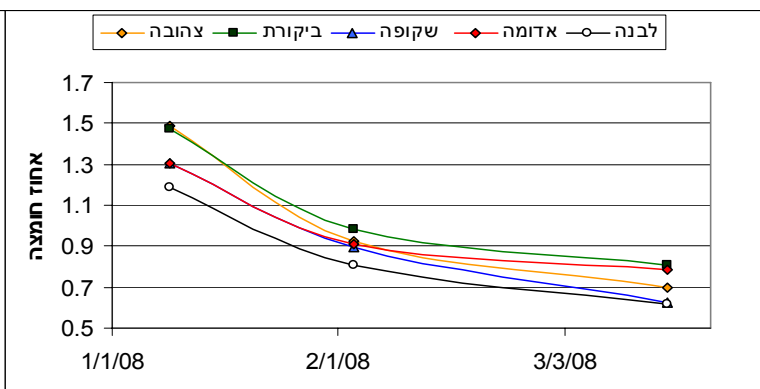


תמונה מס' 18: משקל ממוצע של הפרי בשנה השלישית לניסוי

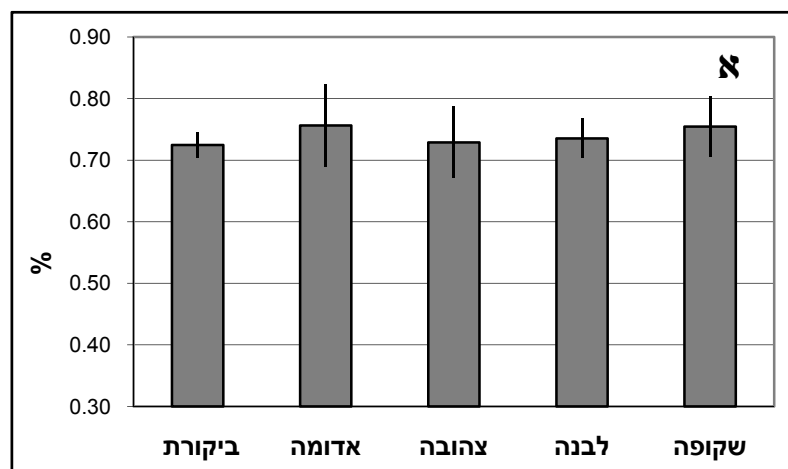
אחת השאלות המעניינות אשר אופיין בניסויים אחרים ברשתות צבעוניות הנו מועד ההבשלה. האפלה באור הנה מטרה חשובה, במיוחד זו הנובעת משמירה על רמת חמיצות גבוהה של הפרי בחודשים פברואר-אפריל. במרבית שנות הניסוי ביצענו מעקב אחר רמת הכמ"מ והחומצה במועדים שונים לפני ואחרי הקטיפה המסחרי (על פרי שהושאר על מספר עצים). תוצאות רב שנתיות אינן מצביעות על מגמה ברורה. בשנת 2008 (שנה שנייה), לא אובחנו כל הבדלים מובהקים בין פרי תחת הרשתות השונות ובביקורת בכל מועדי הקטיפה באחוז החומצה (תמונה מס' 19) וביחס ההבשלה (תמונה מס' 20).



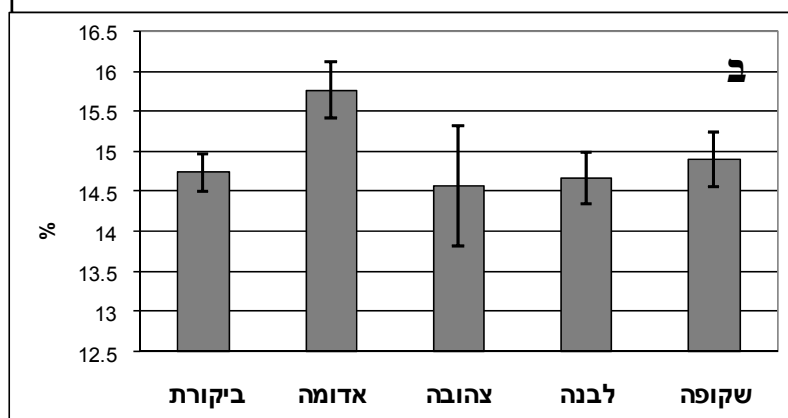
תמונה מס' 20: שינויים ביחס הבשלה (%) חומצה/כמ"מ (במועדי קטיפה שונים). ההבדלים לא מובהקים בין הטיפולים



תמונה מס' 19: שינויים באחוז חומצה במועדי קטיפה שונים. ההבדלים לא מובהקים בין הטיפולים



בשנת 2009 תוצאות הקטיפה המסחרי הבודד שנערך (הפרי נגנב, ולא ניתן היה לחזור על הבדיקות), הראו כי רמת החמיצות של המיץ הייתה זהה בכל הטיפולים (תמונה מס' 21א). לעומת זאת, נראה כי תחת הרשת האדומה הפרי הכיל יותר סוכר בעת ההבשלה, שכן רמת הכמ"מ בו הייתה יותר גבוהה מאשר בביקורת או בטיפולים האחרים (תמונה מס' 21ב).



תמונה מס' 21: אחוז חומצה (א) ואחוז כמ"מ (ב) במועדי הקטיפה המסחרי.

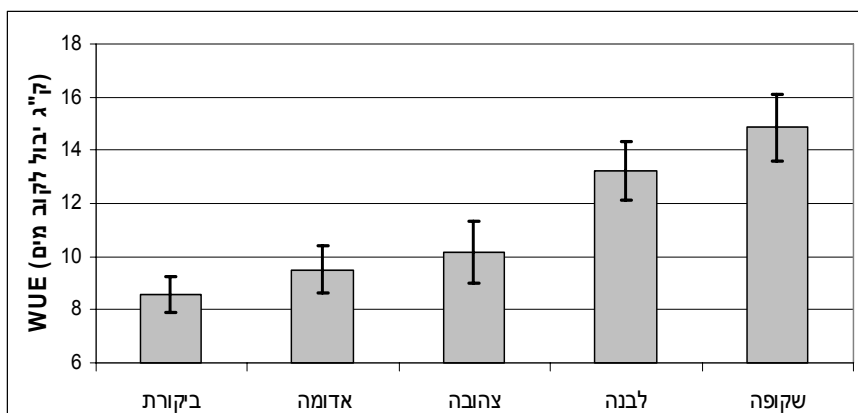
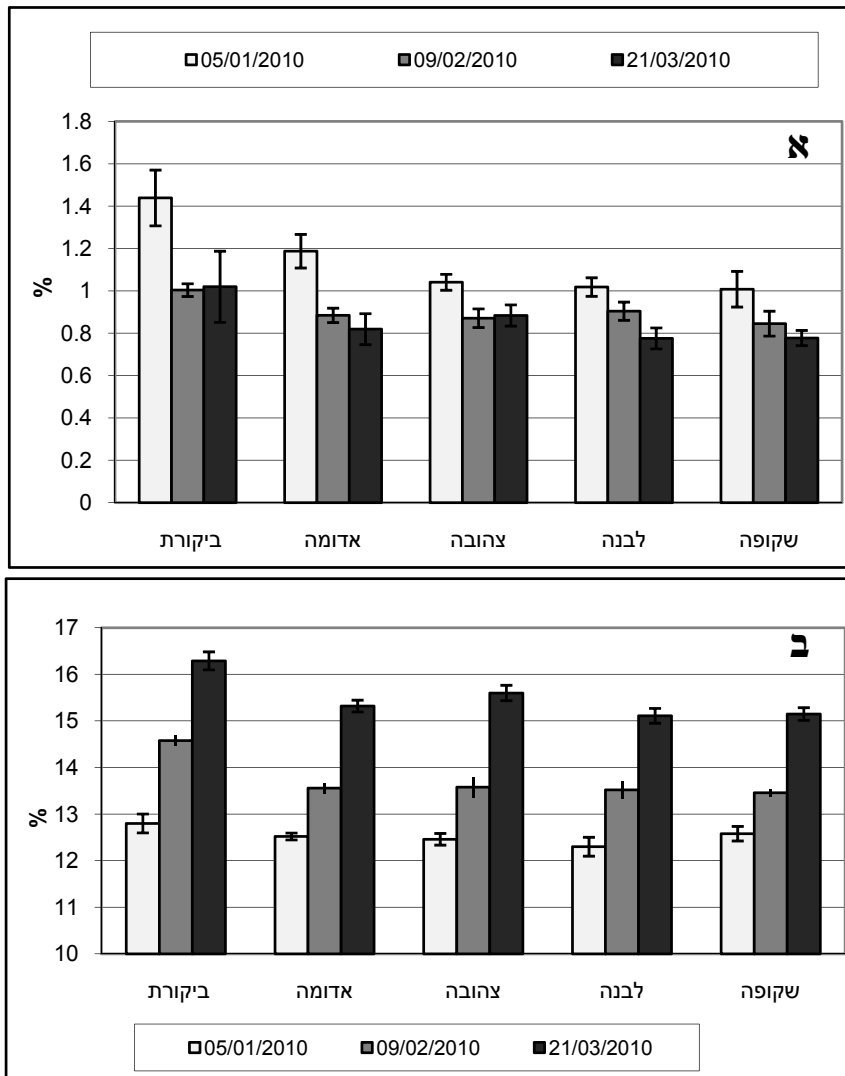
בשנת 2010 נבדקה רמת החמיצות של הפרי ורמת הכמ"מ בשלשה מועדים שונים, תחילת ינואר, תחילת פברואר, ובשליש האחרון של מרץ (קטיפ מסחרי). התוצאות מראות כי במועד הקטיפ הראשון רמת החמיצות של פרי הביקורת גבוהה בס"ג של 0.4% מזו של הפרי תחת הרשתות הצהובה, הלבנה והשקופה וב-0.2% בקירוב מזה של הפרי תחת הרשת האדומה (תמונה 22א). במועדי הקטיפ הבאים ההבדל מטשטש בין הטיפולים, אם כי פרי הביקורת מראה ערכים מעט יותר גבוהים. גם רמת הכמ"מ של פרי הביקורת מעט יותר גבוהה מאשר בפרי תחת הרשתות, וזה נראה יותר בולט בשני מועדי הקטיפ היותר מאוחרים (תמונה 22ב).

תמונה מס' 22: שינויים באחוז חומצה (א) ובאחוז כמ"מ (ב) במועדי קטיפ שונים.

6. יעילות השימוש במים

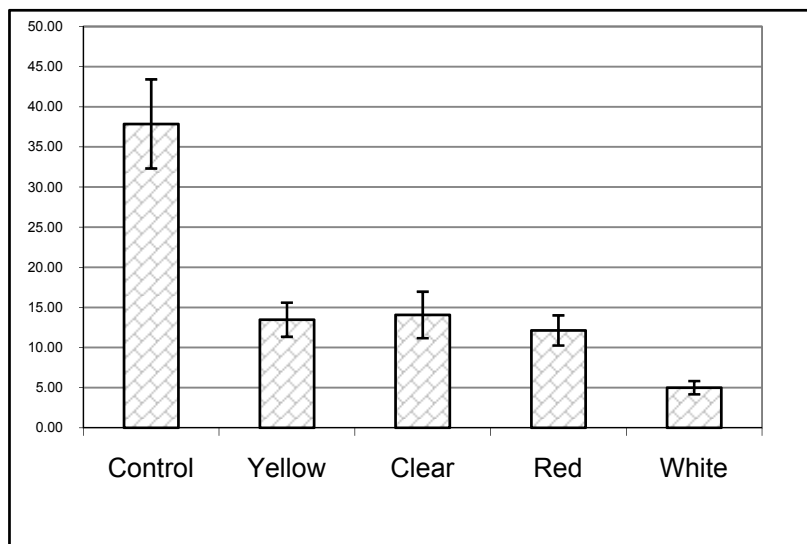
לאור תוצאות צריכת המים בשנה השנייה, חושבה יעילות השימוש בהם לגבי כמות הפרי, והתוצאות מוצגות בק"ג פרי שיוצר לקוב מים (תמונה מס' 23). ניתן לראות כי בביקורת כי לכל קוב מים יוצרו כ-8 ק"ג פרי, בעוד שברשתות הלבנה והשקופה הערכים כמעט מכפילים את עצמם. ערכי ביניים הושגו ברשתות האדומה והצהובה, אם כי הם לא היו שונים באופן מובהק מעצי הביקורת.

תמונה מס' 23: יעילות השימוש במים בק"ג ייבול לקוב



7. השפעת הרשתות על נשירת פרי כתוצאה מזכוב הים התיכון

שנת הניסוי האחרונה התאפיינה בחורף חם, ועליה נגיעות לזכוב הים התיכון בכל הארץ. הקטיפה המסחרי של שנת 2010 בחלקה התאחר לאפריל, ועד אז הופיעה נגיעות בזכוב בחלקה, כמו בשאר החלקות שלו נקטפו. הנגיעות התבטאו בפרי קטוף, שנשלח לבית האריזה. היו הבדלים בין פירות נגיעים בין הרשתות השונות לביקורת, אולם ספק אם לתוצאות אלו הייתה משמעות סטטיסטית. לעומת זאת, ספרנו פרי שנשר תוצאה מנגיעות בזכוב (הפרי נבחן, והופיעו עליו סימני עקיצה). באופן מובהק, כמות הפרי שנשר בעצי הביקורת הייתה גבוהה מאשר כמותו תחת הרשתות (תמונה מס' 24). מעניין כי תחת הרשת הלבנה כמות הפרי הנושר הייתה הנמוכה ביותר.



תמונה מס' 24: מספר פירות נושרים כתוצאה מפגיעת זכוב הים התיכון תחת הרשתות השונות וביקורת

ג. סיכום ומסקנות

הערה: המסקנות מבוססות גם על תוצאות שלא הוצגו בדו"ח זה, כמו מדידות קרינה. במחקר למדנו כי בנוסף על פונקציית ההגנה שמספק בית הרשת מפני פגעי טבע (ברד וכו') הגורמים לפגיעה בעצים ולאובדן יבול, יש לרשתות השפעות נוספות על עצי הדר מהזן אור 1. חלק מההשפעות תלויות בסוג הרשת ובאופן סינון קרינת השמש, כפי שמפורט להלן. עם זאת, יש לסייג ולומר, כי לאחר ארבע שנים של מחקר ניתן לבצע הערכה חלקית בלבד של השפעת הרשתות על הפרדס. יש לזכור כי הסקת מסקנות יותר חד משמעויות מחייבת המשך המחקר למשך תקופה ארוכה יותר. יש ללמוד את השפעת הרשתות על העצים לאורך זמן, עקב הסירוגיות של הזן, ועקב התלות של השפעות הרשת בתנאי הסביבה, אשר אינם זהים בכל שנה. להלן תמצית ההשפעות העיקריות של הכיסוי ברשת:

1. הרשתות משפרות את המיקרואקלים בסביבת העץ והעלה ע"י מיתון טמפרטורה, הקטנת עומסי קרינה ומהירות רוח, והגדלת הקרינה המפוזרת. הצטברות האבק בחודשי הקיץ ושטיפתו בחודשי החורף מווסתות את עוצמת הקרינה במהלך השנה. למרות שמיתון הטמפרטורה בתוך העלווה (כפי שנמדד ע"י Hobo) הייתה נמוכה יחסית, יתכן ויש

- השפעות מצטברות גם למיתון בסדר גודל נמוך. בנוסף, יתכן והשפעת הרשתות באה לידי ביטוי יותר על טמפרטורת העלה, ופחות על טמפרטורת האוויר בתוך הנוף. זוהי נקודה שיש לבחון לעומק.
2. הרשתות מקטינות את מהירות הרוח, דבר המגדיל ככל הנראה את שכבת הגבול בפני העלה, המגדילה את ההתנגדות לאידוי המים, אך לא משפיעה על הדיפוזיה של CO_2 לתוך חלל הפיונית. כתוצאה מכך חל שיפור ביעילות ההטמעה ללא הגדלה של צריכת המים.
3. הקטנת עוצמת הקרינה מקטינה את האנרגיה הזמינה לאידוי ולכן היא גם מורידה את צריכת המים. מכיוון העוצמות הקרינה עדיין מספיק גבוהים לרמות גבוהות של פוטוסינתזה שינוי זה מורידה את צריכת המים ומגדילה את הייצור הפוטוסינתטי.
4. הרשתות מגדילות את תכולת האור המפוזר בפרדס, על חשבון קרינה ישירה. האור המפוזר חוזר טוב יותר לעומק נוף העץ ולאזורים המוצלים, דבר הגורם להטמעה טובה יותר בעלים הפנימיים. לאור המפוזר עשוי להיות גם יתרון בהשראת ההתמיינות לפריחה.
5. הרשתות גרמו לעליה באיכות חיצונית של הפרי עקב הגנה פיזית (הצללה ושיפור מיקרואקלים). לא נמצא שינוי מובהק וברור באיכות פנימית לאורך שנות הניסוי (חומצה, סוכר), וכן לא אפקט של שינוי בזמן ההבשלה.
6. שיפור המיקרואקלים גורם להקטנת צריכת המים, הגדלת שרידות חנטים והעלאת איכות חיצונית של הפרי בעצים תחת כל הרשתות בהשוואה לביקורת.
7. ההבדל ביבול ובצריכת המים בין הרשתות נובע מגודל הנוף של העצים ברשתות השונות. הרשתות הבהירות (שקופה ולבנה) גורמות לצימוח וגטטיבי ורפרודקטיבי מאוון, בעוד שהרשתות הכהות (הצהובה והאדומה) נוטות להגביר צימוח וגטטיבי.
8. הרשתות גורמות להעלאת יעילות ניצול מים לא רק ע"י צריכת מים קטנה יותר אלא גם ע"י הגדלת יבול. למרות שינויים לאורך השנים (כמו שנת 2010), הרשתות השקופה והלבנה נמצאו כרשתות מטיבות אשר הגדילו יבול לאורך מרבית התקופה והקטינו צריכת מים ב-20% ביחס לביקורת.

מהמחקר עלו מספר השערות שדרוש מחקר נוסף על מנת לאמת אותן:

1. ההבדלים בין הרשתות נובעים ככל הנראה משינויים באיכות האור ויתכן כי השינוי המשמעותי נגרם עקב שינוי ביחס בין תחומי האור האדום וכחול ($UV+$). יתכן כי גורם זה, בשילוב איכות האור המפוזר, משפיע גם על סוג הפריחה.
2. יתכן ויתרון פיזור האור מיטבי בעיקר עבור עצים צעירים יחסית. בעצים יותר מפותחים ההשפעה תקטן עקב גודל הנוף.
3. ניתן לשער כי אפשר להקטין את ההשקיה של העצים בפרדס תחת הרשתות הצבעוניות בהשוואה לגידול פרדס זה ללא רשת. אימות השערה זאת מחייבת העמדת מחקר השקיה ייעודי.

עקב התוצאות הראשוניות המעודדות, יש להמשיך את המחקר ולהעמיק במספר נקודות, בהן: השפעות הרשתות הצבעוניות על פתיחת פיוניות וקצב קיבוע, ובניית מודלים\התאמת מודלים קיימים לחיזוי פרמטרים צמחיים (יבול, צריכת מים בהשפעת

הרשתות הנ"ל. כמו כן יש להמשיך מחקר יישומי – חקלאי שממנו יהיה אפשר להסיק המלצות גידול למגדלי הדירים בארץ בנושא השקיה תחת הרשתות, המשך מעקב אחר יבול וניתוח כלכלי מעמיק בנושא הכדאיות של הרשת.

סיכום עם שאלות מנחות

נא לענות על כל השאלות, בקצרה ולעניין, ב 3 עד 4 שורות מכסימום לכל שאלה (לא תובא בחשבון חריגה מגבולות המסגרת המודפסת).

שיתוף הפעולה שלך יסייע לתהליך ההערכה של תוצאות המחקר.

הערה: נא לציין הפנייה לדו"ח אם נכללו בו נקודות נוספות לאלה שבסיכום.

מס' מחקר: 203-0681-08

1. מטרות המחקר לתקופת הדו"ח תוך התייחסות לתוכנית העבודה. מטרת המחקר, במיוחד בשנים הראשונות, הנה ללמוד את השפעת ארבע סוגי הרשתות שנבחרו, אדומה, צהובה, לבנה ושקופה על פרמטרים רבים ככל הניתן, פריחה וחנטה, יכול ואיכות, פרמטרים גידולים, מיקרו-אקלים, פיסיולוגיה של העץ.
2. עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדו"ח. ביצענו את כל הבדיקות האפשריות הכוללות פרמטרים אקלימיים, פיזיולוגים והורטיקולטורים.
3. המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. בשלב זה יש להמשיך המחקר כמתוכנן ומפורט בהצעת מחקר ההמשך.
4. הבעיות שנותרו לפתרון ו/או השינויים שחלו במהלך העבודה (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים); התייחסות המשך המחקר לגביהן. מפורט בסעיף המסקנות
5. האם הוחל כבר בהפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח - יש לפרט: פרסומים - כמקובל בביבליוגרפיה, פטנטים - יש לציין מס' פטנט, הרצאות וימי עיון - יש לפרט מקום ותאריך. הוחל בהפצת ידע לחקלאים. נתנה הרצאת עבודת גמר (ינואר 2009), והוגשה עבודת גמר (מרץ 2009). נתנו סמינרים בפני מדריכי שה"מ ומדריכי שירות שדה (מרץ 2008, פברואר 2009), וכן, בסיום השנתי של ענף ההדרים (ינואר 2010), וכן בכנס ההדרים הבינלאומי בסין (אוקטובר 2008)
6. פרסום הדו"ח: אני ממליץ לפרסם את הדו"ח: (סמן אחת מהאופציות) • רק בספריות • <u>ללא הגבלה</u> (בספריות ובאינטרנט) • חסוי – לא לפרסום