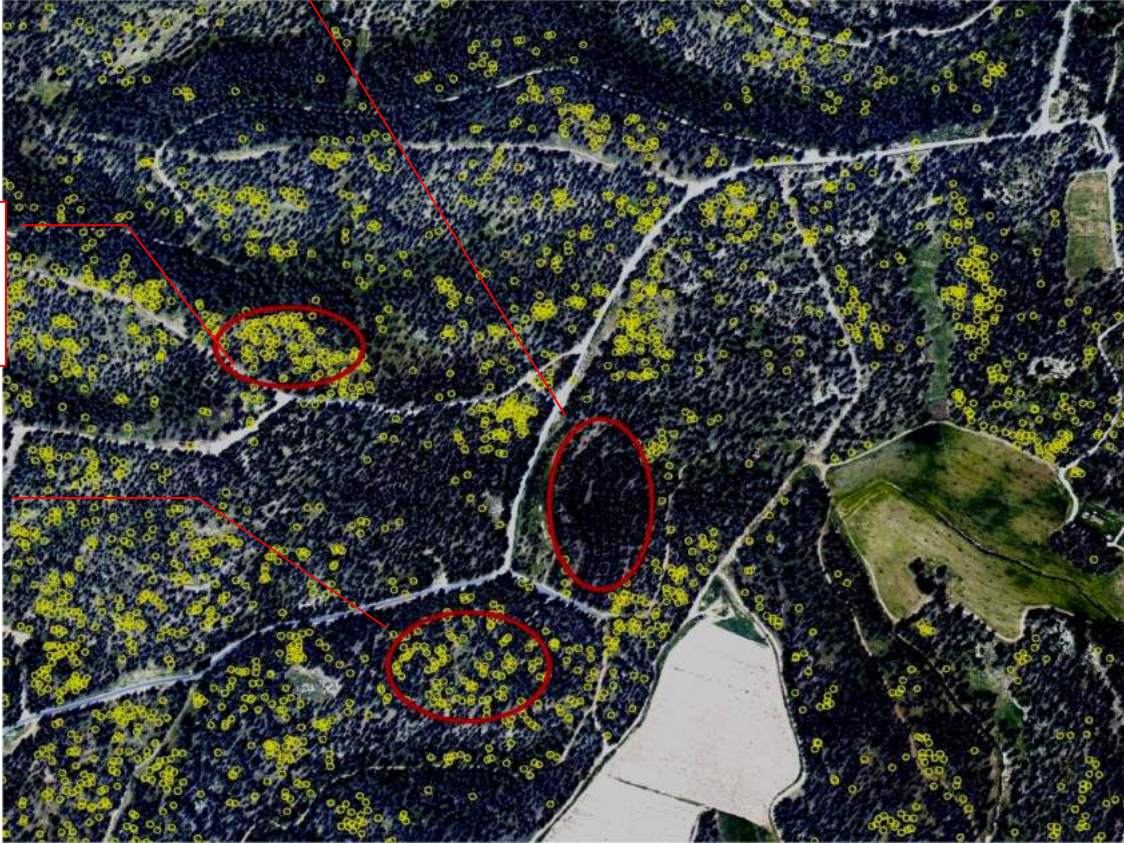


איור נ-1

דוגמא לחלקה
'עמידה'

דוגמא לחלקה
'רגישה' בצמוד
לחלקה 'עמידה'

דוגמא לחלקה
'רגישה'



צילום אוויר של יער יתיר, עם שכבת ממ"ג של התמותה וחלקות המחקר. עצים מתים מיוצגים על ידי נקודות צהובות, דוגמא לצמידות ולכתמיות מומחשת על ידי העיגולים האדומים (עובד על ידי שמואל ספרינצין, קק"ל מרחב דרום).



איור נ-2, א.ב. דוגמאות לכתמיות התמותה במהלך 2010 (צילום: שמואל ספרינצין, יצחק משה).

פירוט שיטות לעבודה האקופזיולגית

סקר מצאי נערך בכל החלקות ובמהלך השנים 2012-2013, נערך גם מחקר פיזיולוגי מקיף ברמת העץ ברחבי יער יתיר. העצים סווגו על פי רמת העקה בה הם שרויים ונמדדו מספר רב של פרמטרים. חלק מתוצאות עבודה זו מוצגים במאמר זה.

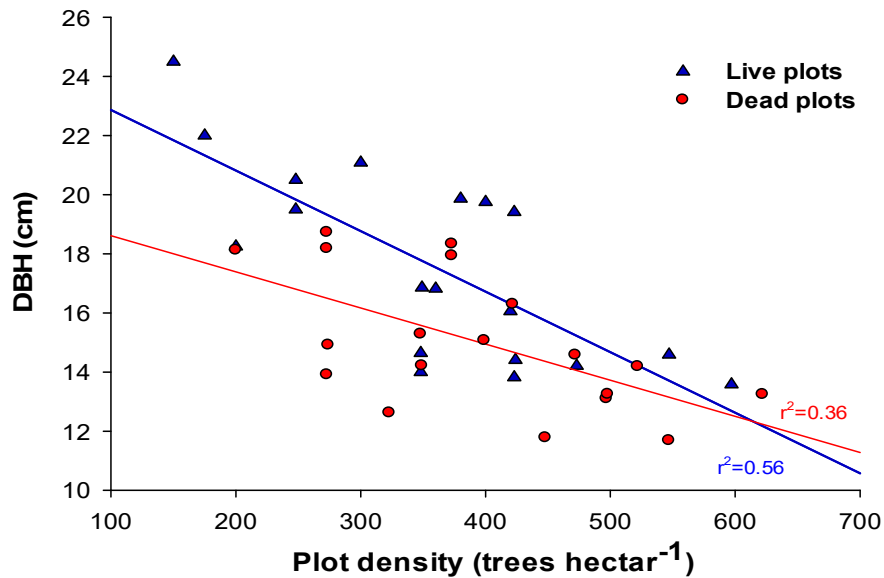
אורך המחטים נמדד לאורך כל שנות המחקר בסוף עונת גידול המחטים (אוקטובר), באמצעות סרגל.

פוטנציאל המים בעונות השונות נמדד באמצעות תא לחץ (PMS Instrument Company, Oregon, USA) בטרום שחר בלבד על מנת למדוד את פוטנציאל המים 'המיטיבי' של עצים אלו ששמוערך בהתאמה לפוטנציאל המים בקרקע בשעה זו.

קדוחות עצים נלקחו מהעצים החיים ופרוסות מהעצים המתים, לצורך ניתוח רוחב הטבעות השנתיות אשר נמדד באמצעות תוכנת WINDENDRO לאחר שהדיגמות נסרקו ושויפו. מתאם טוב נמצא בין עובי הטבעות לכמות המשקעים השנתית ($R^2 > 0.85$).

בין העצים ברמות העקה השונות, נערכו מבחני ANOVA לניתוח שונות ביניהם. בבחינת השפעת גורם כלשהו (משקעים, צפיפות וכו') על פרמטר מסוים (אורך מחטים, קוטר וכו') בעצים ברמות העקה השונות נערכו מבחני רגרסיה.

פירוט נוסף לפרק השיטות ובדיקות הקרקע ניתן למצוא בדוחות שהוגשו לקק"ל במהלך השנים, ובעבודת של ניר הר 2015, אשר נמצאת בפירסום בימים אלו.



איור 3-

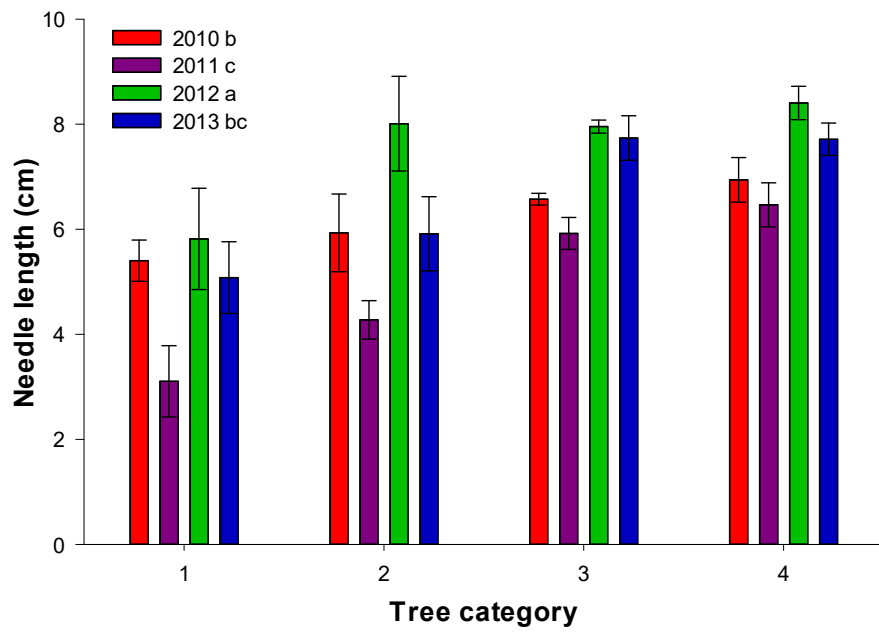
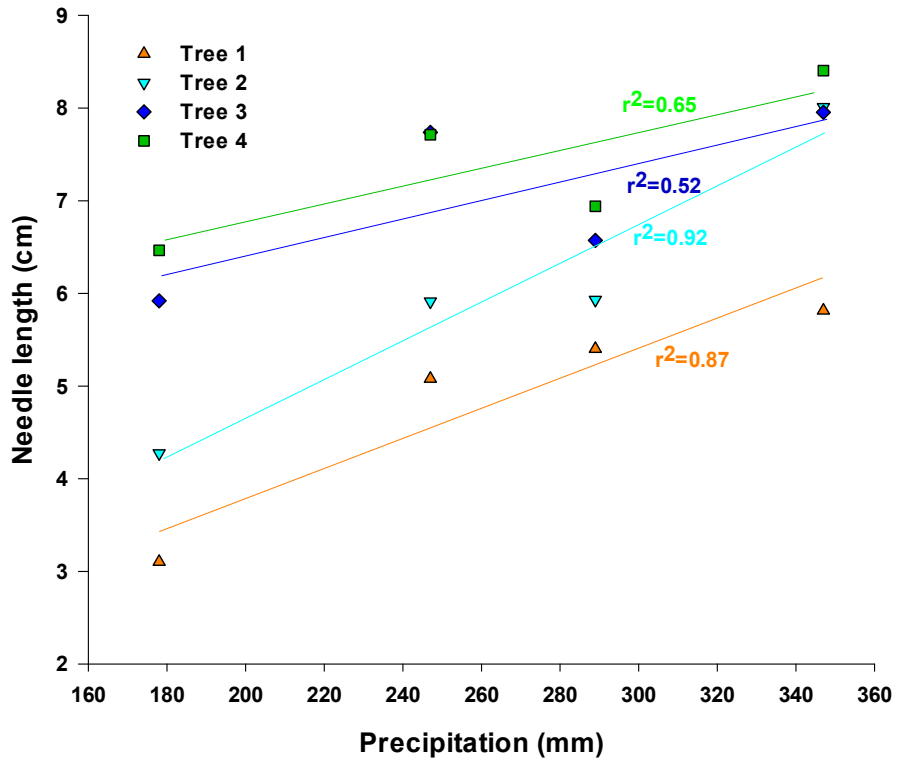
קוטר העצים, המשמש כמדד לחינניותם, כתלות בצפיפות החלקה, בחלקות העמידות והרגישות.

פרייזלר ואחרים / שרידות יער אורנים על

51-41

אקולוגיה וסביבה 2016; 1(7):

גבול המדבר



איור נ-4- השפעת המשקעים על אורך המחטים בקטגוריות השונות(עליון) והשונות באורך המחטים בשנים השונות כתלות בקטגוריה ובמשקים (תחתון).

דוגמאות אמפיריות למשוואות שפותחו במאמר

המשוואות שהוצגו במאמר פותחו על פי המשוואה הבסיסית של Pe=P-Es-I, Raz-Yaseef et al. 2009. זוהי משוואת התאיידות פשוטה שמניחה הומוגניות בקרקע, על פי מדידות שנערכו כחלק מעבודת המחקר. תוצאות עבודה זו הראו כי- רכיב ההתאיידות הממוצע לשנה מהקרקע (Es) הינו 36% מסך כמות המשקעים השנתית. רכיב ההתאיידות הממוצע השנתי מהעלווה (I, אצירה) הינו 11% מסך כמות המשקעים השנתית. כך שבהינתן כמות משקעים ממוצעת (280 מ"מ), כמות הגשם האפקטיבית על פי משוואה זו, שנשאר בסוף השנה הוא: 148.4 מ"מ. על פי משוואה 1 ועל פי הנתונים שבטבלה 1.

$$Pe = 280 - (280 \times 36\%) - (280 \times 11\%) \quad (1)$$

חשוב לציין, כי בבואנו לחשב את רכיבי ההתאיידות אנו מניחים מספר הנחות, פישוטי מערכת ומתעלמים ממספר הגבלות ומורכבויות רבות של המערכת. משוואות אלו הן תיאורטיות, אך פותחו על בסיס מספר רב של מצאים אמפיריים.

א. ישנה חשיבות רבה למשטר המשקעים, עוצמת כל אירוע גשם והפעור בין אירועי הגשם הינם גורמים קריטיים בתחום זה של כמות המים הזמינים לעץ ודינמיקת השימוש במים בקרקעות השונות. על מנת לתאר את הרעיון אותו פיתחנו במאמר זה, בצורה פשוטת וברורה יותר אנו 'מניחים' כי כמות המשקעים השנתית ירדה באירוע גשם בודד, כשרכיב הנגר העלי וחדירת המים מתחת לבית השורשים זניחים.

ב. ההתאיידות השנתית מבית גידול סלעי, זניחה ביחס להתאיידות מבית גידול קרקעי. לצורך החישוב, הנחנו שהיא מהווה כ-1/3 מכמות ההתאיידות מפני הקרקע (נתונים אשר לא נבדקו, אך עלו כסבירים בעקבות שיחות עם מומחים)

ג. סלע האם הקירטוני מהווה גורם זניח בספיחת המים במהלך תקופת הגשמים ובעל משמעות רבה במהלך הקיץ, כפי שמפורט במשוואה 2.

ד. קיבול המים בסלע נמוך בצורה משמעותית מקובול המים בסלע. מאחר ושני נתונים אלו לא נמדדו באופן ישיר במחקר זה, הנתונים הוצבו רק לצורך פיתוח המשוואה ואין לייחס להם משמעות אמפירית.

ה. צפיפות העצים והשוני בעוצמות הקרינה הנגזר מכך, לא הוכנסו למשוואות, לצורך פישוט.

בהתבסס על הנחות אלו ועל חישובי ההתאיידות של Raz Yaseef et al 2009, פותחו משוואות אלו.

שימוש במשוואות אלו ובנתונים האמפיריים אשר בידינו מדגיש את משמעות גורם הסלע והאבניות בתנאי יובש המאפיינים את יער יתיר. מטרת משוואות אלו היא להמחיש את זמינות המים לעצים ואת ההבדלים בין בתי הגידול השונים. משוואות אלו הן משוואות קונספטואליות בלבד הבאות לתאר עיקרון ולא כמויות מדויקות של התאיידות המים במהלך השנה מבית הגידול, כתלות בהרכב הקרקע בלבד.

המשוואה הראשונה, מתייחסת למימד פני השטח בלבד, ללא התייחסות למרכיבים בעומק הקרקע ויושמה בעקבות מדידה מקיפה של כיסוי פני הקרקע בכל חלקות המחקר עד עומק של 15 ס"מ, ובחינת הימצאות קרקע או סלע בכל נקודת דגימה. מהצבת הנתונים במשוואה זו עולה כי בחלקה אופיינית לבתי הגידול העמידים, כאשר 36% מפני השטח מכוסים בסלע, כמות המשקעים האפקטיבית שמגיעה ליחידת שטח היא 175 מ"מ לעומת 154 מ"מ בבתי הגידול ה'רגישים'.

$$Pe = P(1 - (I + (E_{s,s}A_s + E_{s,r}A_r)))$$

$$Pe_{Live} = 280(1 - (0.11 + (0.36 \times 0.64 + 0.1 \times 0.36))) = 175$$

$$Pe_{Dead} = 280(1 - (0.11 + (0.36 \times 0.92 + 0.1 \times 0.08))) = 154$$

המשוואה השנייה, מתייחסת גם להיבט האבניות פרופיל הקרקע ושואבת נתונים ממדידת אחוז האבניות בפרופיל הקרקע בחלקות המדידה השונות. משוואה זו מתייחסת לתוצאות המשוואה הראשונה כנתון.

$$Pe^* = \frac{Pe}{V} = \frac{Pe}{V_s C_{s,W} + V_r C_{r,W}}$$

מאחר ומשוואה מניחה קיבולי מים שונים של הקרקע והסלע $C_{s,w}$ ו $C_{r,w}$, כאשר מספרים אלו אינם ידועים, התוצאה המתקבלת חסרת משמעות מבחינת מספר, אלא רק מבחינת עיקרון. אנו מוצאים הגדלה משמעותית של המים הזמינים בבתי גידול סלעיים ואבנוניים לעומת בתי גידול קרקעיים עם מיעוט אבנים בפרופיל העומק.

טבלה 1. פירוט ערכי המשתנים אשר בהם השתמשנו לצורך הצבת הנתונים במשוואות. הנתונים נלקחו מתוך עבודת מחקר זה,

מתוך נתונים מטאורולוגיים של תחנת המחקר ושל קק"ל מאיזור יתיר, ומעבודתה של Raz Yaseef et al 2009.

משתנה	ערך ממוצע
<i>P</i>	280
<i>I</i>	0.11
<i>Es,s</i>	0.36
<i>Es,r</i>	0.1
<i>As_Dead</i>	0.92
<i>Ar_Dead</i>	0.08
<i>As_Live</i>	0.64
<i>Ar_Live</i>	0.36
<i>Vs_Live</i>	0.68
<i>Vr_live</i>	0.32
<i>Vs_Dead</i>	0.82
<i>Vr_dead</i>	0.18