

# השינויים בממשק היער הנטוע באזור הים-תיכוני בישראל: מיעור חד-מיני וחד-גילי ליעור מעורב רב-גילי

## חלק ב': ההשלכות המעשיות של ההתפתחות במדיניות הייעור על היבטים שונים של הקמת היער

### עמרי בונה

המדען הראשי, מינהל פיתוח הקרקע, קק"ל

omrib@kkl.org.il

### תקציר

בהסתמך על מדיניות הייעור החדשה, שהתגבשה מאז 1990, ובמטרה לעודד את ההתפתחות של יער רב-מיני, רב-גילי ורב-שכבתי, בוצעו בשטחי הנטיעה סקרים אקולוגיים מקדימים, שאפשרו הכנת תכניות נטיעה מפורטות, המותאמות למאפייני בית הגידול. הכנת השטח לנטיעות חדשות בוצעה בעיקר באופן נקודתי, תוך כדי שמירה וטיפול של עצי החורש הטבעי שנמצאו בשטח. בשטחים שבהם בוצע חידוש יער, בעקבות גורמי נזק שונים, הושארו, בנוסף למיני החורש הטבעי, גם עצי מחט מצטיינים וכאלה ששרדו את גורם הנזק, כבסיס לדור הבא של היער. גם הדברת העשבים בוצעה ככל הניתן באופן נקודתי, תוך מעבר לחומרים, שהשפעתם הסביבתית קטנה. כמו כן, נפסק השימוש בשרפות מבוקרות של הצמחייה ושל שאריות גזם במסגרת הכנת השטח לנטיעה. הנטיעה בשטחים אלה בוצעה בעירוב של מיני חורש טבעי עם מינים מחטניים. נטיעת שתילי החורש בוצעה בפיזור אחיד בין שתילי המחטניים, או בכתמים נפרדים, לשם יצירת פסיפס של יער מעורב ומגוון. הקושי בביסוס הנטיעות, ובמיוחד של מינים טבעיים של רחבי עלים, הביא למתן טיפולי עזר כמו גידור היקפי, התקנת שררולי פלסטיק, חיפוי הקרקע והשקיות עזר. בהמשך פותחו שיטות נוספות לביסוס של עומדים של חורש טבעי באמצעות הגנה פרטנית על שתילי חורש גדולים והעתקה של עצי חורש בוגרים בנטיעות מיוחדות.

**מילות מפתח:** מדיניות ייעור, יער רב-מיני, נטיעה חדשה, חידוש יער נטוע.

### הגדרות

**נטיעה חדשה:** נטיעת יער עם מינים טבעיים ומאוקלמים בשטח שבו לא התקיים יער או שהיו בו שרידים של עצים ושיחים טבעיים.

**חידוש יער נטוע:** נטיעה, חידוש טבעי, או שילוב של שניהם, לשם יצירת דור שני של יער, בשטח שבו היה קיים יער נטוע בעיקרו, אשר מרבית העצים בו נכרתו כתוצאה משרפה, פגיעת מזיקים, התייבשות והזדקנות.

**פתיחת בור נטיעה:** הכנת שטח נקודתית, מכנית או ידנית, המיועדת ליצור תנאי בית גידול מתאימים לנטיעת השתיל והתפתחותו המיטבית.

**גזם:** שם כולל לענפים, לגזעים ולחומר צמחי יבש אחר, שנותרו ביער כתוצאה מפעולות ממשק, כגון: דילול, כריתה, גיזום והכנת שטח לנטיעה.

### השלכות השינויים במדיניות הייעור על הפעולות להקמת היער

השינויים במדיניות הייעור, שתוארו במאמר הראשון בנושא זה, שפורסם בגיליון הקודם של יער (מס' 14), הביאו עימם גם שינויים בממשק היער בכל רצף הפעולות אשר מלווה את נטיעתו וביסוסו. במאמר הנוכחי, יסקרו כל הפעולות המבוצעות, הן בשטחים המיועדים לנטיעות חדשות והן בשטחים המיועדים לחידוש טבעי או מלאכותי של היער הנטוע. פעולות אלו כוללות: עריכת סקרים אקולוגיים קודם לתכנון הנטיעות, טיפול בצומח הקיים ובשאריות גזם, עיבוד קרקע, הדברת עשבייה, נטיעה (לרבות סוגי השתילים ואופן הכנתם במשתלה), וטיפול עזר לאחר הנטיעה. סקירת שלב חשוב זה קודמת לזו של ממשק ואחזקת היער הבוגר, אשר תופיע במאמר השלישי. האתגר של הקמת היער בתנאים היבשניים בארץ, עם התחזיות לירידה במשקעים באזורנו, כחלק מתהליך שינוי האקלים, מחייב שילוב של שיטות להכנת השטח לנטיעה, המותאמות לבית הגידול ומשפרות את משק המים בסביבת השתיל, מקטינות את התחרות עם הצמחייה הקיימת, ועושות שימוש בשתילים איכותיים ומתאימים לבית הגידול ובטיפול עזר להעלאת שיעור ההשרדות וקצב ההתפתחות של השתילים.

## עריכת סקרים אקולוגיים

החל מאמצע שנות ה-80 של המאה הקודמת סקרי קרקע-צומח היוו שלב ראשון בתכנון שטח לנטיעה. משנת 2000, הורחבו הסקרים שנועדו לפני הנטיעה וכללו, מלבד נתוני קרקע-סלע, גם מגוון של נתונים אקולוגיים (הר, 2015). בסקרים אלה נערך מיפוי של המסלע והצומח הטבעי, ותוך כדי כך נבדק הקשר ביניהם ונעשו לימוד והערכה של בתי הגידול. לימוד זה מאפשר שימוש בצומח הטבעי כמדד לבתי הגידול הקיימים בשטח והערכת איכותם ותכונותיהם. על בסיס סקר זה נערך תכנון נטיעה, הכולל התאמת מינים לבתי הגידול והשארית כתמים ללא נטיעה, שהם בעלי עניין מיוחד לשימור, או בשטחים סלעיים ומדרוניים במיוחד. תכנון זה מאפשר נטיעת פסיפס של מינים בהתאמה למגוון בתי הגידול שבשטח ובצורכי השימור של ערכי טבע.

## טיפול בצמחייה קיימת ובגזם לפני הנטיעה

הסרת הצמחייה הקיימת בשטח המיועד לנטיעה חדשה, באמצעות ניכוש או שרפה מבוקרת, היו מקובלים בארצות הים התיכון, כמו למשל בספרד. אלה היו שלב ראשון של הכנת השטח לנטיעה חדשה, והיו מיועדים להקל על ביצוע השלבים הבאים של פתיחת הבורות והנטיעה, ולהקטין את התחרות שבה יהיו נתונים השתילים שיינטעו עם הצמחייה הטבעית (Molina et al., 1989). עם זאת, מולינה וחוב', המליצו לא לבצע שרפה מבוקרת כאשר בין השיחים מצויים מיני עצים בעלי ערך, שרצוי לשלב אותם ביער החדש הנטיע. במדינות ים-תיכוניות אחרות, כמו יוון, מטרת הכנת השטח לנטיעה, בשטחים שבהם היו שרידי חורש ירוק-עד (evergreen maquis) מדוכא של אלונים, הייתה להקטין את התחרות בין שתילי האורן שניטעו, לבין עצים ושיחים של רחבי עלים, על ידי הכנת שטח מכניתי, פינויים ועקירת שורשיהם של האחרונים באמצעות "סכין" קדמית או מגוב של דחפור וחריש עמוק עם משתת בעל שלוש שיניים (Molina et al., 1989). בחידוש יער, הכנת השטח לנטיעה מיועדת לטיפול בצמחייה הקיימת בתת היער על מנת לצמצם את התחרות בינה למין העיקרי של הדור הבא, ולהפחית את כמות הגזם. בכך ניתן לאפשר נוחות רבה יותר בעיבוד הקרקע לנטיעה ולצמצם את כמות חומרי הבעירה ועוצמת השרפות בעתיד. מטרת אלה ניתנות להשגה באמצעות טיפולים מכניים או כימיים (Lowery & Gjerstad, 1991) או באמצעות שרפות מבוקרות (Van Lear & Waldrop, 1991).

## נטיעות חדשות

בתקופה הראשונה של מפעל הייעור של הקק"ל, מ-1920-1970, הגישה שנוקטה לשם הכנת שטח לנטיעה חדשה הייתה מיועדת ליצור תנאים מיטביים לשתילי עצי

היער הניטעים ומניעת תחרות על המשאבים המוגבלים של בית הגידול בינם לצמחייה הטבעית. על פי גישה זו, בוצעו ניכוש ועקירה של הצומח המתחרה, לרבות שיחים ועצים קטנים, וכן בוצעו שרפות מבוקרות בשטח המיועד לנטיעה (גינסברג, 2003; ויץ, 1970; קורט, 1975; קרשון, 1972; Bonnef, 2000). במקרים שבהם נעשה שימוש בשרפות מבוקרות, בוצעו ניכוש וניקוי של הצמחייה סביב עצי חורש טבעיים, שנמצאו בשטחי הנטיעה לפני יישומן, כדי שעצי החורש לא ייפגעו במהלך השרפה ויוכלו להוות מרכיב ביער החדש (Bonnef, 2000).

השימוש בניכוש הצומח ובשרפות מבוקרות בהכנת השטח לנטיעה בקק"ל פחת במידה רבה, עד שנפסק לחלוטין, במהלך שנות ה-90 של המאה הקודמת, בשל התייקרות עלות כוח האדם בעבודות הייעור והמעבר לפתיחת בורות מכנית נקודתית. המעבר להכנת שטח מכנית נקודתית, אפשר לבצע טיפול מכני נקודתי גם בצמחייה שהייתה קיימת בסביבת בור הנטיעה. זאת, באמצעות תלישה מקדימה שלה על ידי כף נפתחת, או ישירות באמצעות הפטיש ההידראולי או כף החפירה, ששימשו להכנת בור הנטיעה (בנישו, 2014). במהלך שנות ה-90 של המאה הקודמת, בוצע לעתים, בשטחים שנועדו לנטיעה חדשה והיו משובשים במידה רבה בסירה קוצנית (*Sarcopoterium spinosum*) וקידה שעירה (*Calicotome villosa*), ריסוס בקוטל העשבים הבררני אלבר סופר (2,4-D) בריכוז של 2%, כדי להקטין את התחרות בין השתילים והשיחים הרב-שנתיים. הריסוס בוצע באביב המוקדם, שלפני עונת הנטיעה. בשטחים גדולים ורצופים הריסוס בוצע מהאוויר, ואילו בשטחים קטנים ומשובשים באופן חלקי, הריסוס בוצע באופן בררני מהקרקע. טיפולים אלה נפסקו בסוף שנות ה-90 בשל הרצון להפחית את השימוש בחומרים כימיים ובשל העובדה שהשפעתם הייתה קצרת טווח, וכאמור, בשל המעבר להכנה מכנית נקודתית של בורות הנטיעה.

## חידוש יער

נטיעות לחידוש יערות החלו להתבצע על ידי הקק"ל בהיקפים קטנים בשנות ה-70, כתוצאה מהתנוונות ותמותה של יערות אורן ירושלים באזור שער הגיא מהתקפת המצוקוקוס הא"י ושרפות יער. היקף הנטיעות לחידוש יער גדל בשנות ה-80 וה-90 של המאה הקודמת כתוצאה מהתרחבות התקפות המצוקוקוס, העלייה במספר ובעוצמת שרפות היער ונזקי השלג של חורף 1991-2. עד אמצע שנות ה-90 נעשה שימוש בשרפות מבוקרות לשם הורדת הבימסה של שאריות הענפים, שנותרה מפוזרת על פני כל השטח מפעולות הכריתה (באותה תקופה היה נהוג לנקות מהגזע את ענפי הצד בשטח, בעת ביצוע דילולים וכריתות, ולגרור לרחבות העבודה את גזעי העצים בלבד) (בונה, 1995א) (תמונה 1). הגזם בסביבות עצי



**תמונה 1:** עבודות לחידוש יער לאחר כריתת עצי אורן ירושלים שקרסו בסופות השלג של 1991/2 (יער בירייה, חלקה 3/101). פתיחת בורות נטיעה בוצעה באמצעות מקדח קרקע המורכב על טרקטור מסוג בובקט, לאחר ביצוע שרפת גזם בכל השטח (צילום: עמרי בונה).

**Picture 1:** Mechanical planting pit preparation with a soil auger mounted on a "Bobcat" tractor in a regeneration plantation in Birya Forest in 1991/2. A broadcast burning was executed prior to site preparation (Photo: Omri Bonne).

חורש טבעי מפותחים, שהיו בשטח, סולק בטרם השרפה, כדי למנוע פגיעה בהם בעת השרפה. השימוש בשרפות מבוקרות הלך ופחת, עד שנפסק לחלוטין בסוף שנות ה-90, כאשר חל מעבר להוצאת עצים שלמים לרחבות עבודה בכריתות מלאות, דבר שהפחית מאוד את כמות הגזם שנותרה בשטח. החל משנת 2006 הושאר בשטח לעתים קרובות חלק מהגזם, בעיקר ענפים שנשברו במהלך הכריתה וגרירת העץ לרחבות העבודה (תמונה 2). השארת שכבה דקה של רסק עץ משפרת את החלחול של המים לקרקע, מעלה את תכולת החומר האורגני בה ומפחיתה את שיעורי הנגר וסחף הקרקע (בן חור וחוב, 2006). להשארת גזם בשטח ישנה חשיבות רבה בעיקר לאחר שרפה, ולא רצוי להשאיר שטח "סטריילי" ללא גזם לחלוטין, רק בשל החשש מעוצמת שרפות עתידיות. בכריתה של יערות צעירים שנשרפו, נעשה שימוש גובר בריסוק של העצים והגזם בשטח עם מרסקות פטישים, או באיסוף הענפים לערימות, לעתים ערימות לאורך קווי גובה, לשם שיפור קליטת וחלחול המים וצמצום הנגר העילי וסחף הקרקע, במיוחד בשטחים מדרוניים מאוד. לאחר כריתה לחידוש יער הוחלט להמתין לפחות שנה אחת עד לביצוע שאר הפעולות לחידוש היער. ההשגחה מאפשרת תחילת תהליכי התחדשות טבעית בשטח ומצמצמת את האפשרות להיווצרות סחף קרקע לאחר שרפות יער.

וגם את המגמה שקנתה לה יותר ויותר אחיזה בייעור בעולם (Horowitz, 1988; Vallejo et al., 2012). על פי המדיניות החדשה, אין עוד מקום לטיפולים אחידים, כמו שרפה מבוקרת וריסוס אווירי כנגד שיחים וצומח מעוצה, המיושמים בכל השטח, ויש לעודד שיטות פעולה בררניות, המתבססות

השינויים באופן הטיפול בצמחייה הקיימת במהלך הכנת השטח לנטיעה חדשה ולחידוש יער, החל מאמצע שנות ה-90, תואמים את המדיניות החדשה של ייעור אקולוגי,

**תמונה 2:** פתיחת בורות לאחר כריתה לחידוש יער בגלבו, במהלכה הושארה על הקרקע שכבת גזם, בניגוד לביצוע שרפה מבוקרת שלה, כפי שהיה נהוג עד סוף שנות ה-90. אם נותרות ערימות גזם גדולות ניתן לרסק את הגזם באופן נקודתי עם מכסחות פטישים (צילום: עמרי בונה, 2015).

**Picture 2:** Pit opening after regeneration cutting in the Gilboa Forest. A layer of slash remained to protect the soil unlike the broadcast burning that was used until the late 1990's. Thick layers of remaining slash can be further treated with a heavy-duty slasher (Photo: Omri Bonne, 2015).



שכבת הקרקע העליונה המהודקת, ולהגביר את כושרה לספוג מים, כדי לאפשר תנאים מיטביים לגדילה מהירה של שורשי השתילים לעומק הקרקע (Molina et al., 1989).  
 הדרך הנפוצה להכנת בור נטיעה ידני באזור הים-תיכוני בישראל בעבר הייתה באמצעות שימוש במכוש ובטוריה, במיוחד בשטחי נטיעה מזרונניים ובאזורים שבהם פני שטח טרשיים. עד לאמצע שנות ה-50 של המאה הקודמת הוכנו בורות נטיעה בממדים של 40 × 40 ס"מ לעומק של 20-30 ס"מ והנטיעה בוצעה במרכז הבור. שיטה זו לא השביעה רצון מבחינת שיעורי ההישרדות, ובשל הצטברות מים בבור הנטיעה בתקופת החורף, התייבשות והסתדקות הקרקע בקרבה המיידית של השתיל בקיץ, נוצר קושי לתחח בקרבת השתיל מבלי לפגוע בו (ארני, 1965; ויץ, 1970; פלד, 1961). מאמצע שנות ה-50, שופרה השיטה לפתיחת הבורות הידניים, ואלה הוכנו על ידי תיחוח הקרקע באמצעות מכוש לעומק של 20 ס"מ בשטח של 80 × 80 ס"מ, ולאחר מכן חפירת תעלה לאיסוף מי הנגר בחלק הבור שבמעלה המדרון ועירום עודפי החפירה על שכבת הקרקע המתוחחת, שבחלק התחתון של הבור ליצירת תלולית שבמרכזה ניטע השתיל (פלד, 1961) (תמונה 3). הומלץ לבצע את הסידור המרחבי של הבורות

על סקרים אקולוגיים, המעודדות היווצרות כתמיות. לפיכך, בניגוד לעבר, השארת קבוצות של שיחים מפותחים, במסגרת הכנת השטח לנטיעה, או השארת גזם ברמה מסוימת בשטח המיועד לחידוש יער, נחשבות לפעולות נכונות. טיפול בגזם באמצעות מרסקות פטישים, אשר מאפשר שימור החומר האורגני והמינרלי, בשכבת חיפוי בעובי משתנה על פני השטח, מקבל משנה חשיבות. השהיית הנטיעה לחידוש היער לאחר הכריתה, לפחות לשנה אחת, אשר מאפשרת זיהוי וטיפול התחדשויות של מיני עצי חורש טבעי ומינים מחטניים אשר מתפתחות בפרק זמן זה, הפכה אף היא לפעולה שגרתית.

### עיבוד הקרקע לנטיעה

ההישרדות של שתילי עצי יער קטנה ככל שפרק הזמן שבו הם נתונים בקיץ ללא משקעים ארוך יותר וההתאדות גבוהה יותר. לפיכך, אסטרטגיית ההישרדות וההתבססות של השתילים בשנה הראשונה תלויה בכושרם להשתרש מהר לעומק, שבו נותרת רטיבות מספיקה (Vallejo et al., 2012). עיבוד הקרקע לפני הנטיעה מיועד, אם כן, לפורר ולתחח את



**תמונה 3:** שתילים נטועים בתלוליות עם תעלות מעליהן לאיסוף נגר ממעלה המדרון ביער יתיר (צילום: איליה און, באדיבות ארכיון התצלומים, קק"ל).

**Picture 3:** Seedlings planted in manually prepared mounds, with ditches excavated up-slope for harvesting run-off water (Ilia On; KKL-JNF photo archive).



בשטח משופע בצורה של סגול (הבור במורד המדרון נפתח בין שני בורות שבמעלה המדרון), כדי לאפשר איסוף מרבי של מי נגר (קפלן, 1976). משה והניג (1992) הציעו שיפור לשיטה זו של פתיחת בור ידנית, באמצעות הוספת תעלות ניקוז משני צידי התעלה המרכזית לאיסוף מי הנגר. בשיטה זו הוגדל השטח תורם הנגר והייתה צפויה הגדלת הנגר לתעלה, דבר בעל חשיבות באזורים צחיחים למחצה.

הנטיעות בשנות ה-50 בשטחים מדרוניים נעשו, לעתים קרובות, גם על ידי יצירת תלמים ומדרגים באופן ידני לאורך קווי גובה (תמונה 4). באזורים טרשיים ואבניים קדם לפתיחת הבורות סיקול ויצירת גלי אבנים לאורך קווי הגובה (תמונות 5 ו-6) (ויץ, 1970; קולר וחוב', 1966). כיסוי חלקי של פני הקרקע בשטח הנטיעה באבנים, כתוצאה מסיקול, יכול לתרום להגברת החלחול של מים לתוך הקרקע ולהפחתת הטמפרטורה של פני הקרקע וההתאדות ממנה (Katra, 2008), ובכך לשפר את זמינות המים לשתילים.

שיטת נטיעה זו בתלמים ומדרגים לאורך קווי הגובה בשטחים מדרוניים, דומה לזו שהייתה, ועדיין נהוגה בארצות ים-תיכוניות אחרות, ומכונה "טרסת גרדוני" (Molina et al., 1989). כאשר המדרג לאורך קו הגובה היה ארוך ורצוף, הומלץ לחלקו למקטעים של 3-4 מ', באמצעות מחיצות, על מנת למנוע זרימת מים לאורכם של התלמים ולשפר את היקוות המים והחלחול שלהם לעומק הקרקע בכל מקטע (Goor & Barney, 1968). למרות יתרונותיה של שיטת המדרגים, בכל הקשור לשימור הנגר ומניעת סחף קרקע, שיטה זו נזנחה

**תמונה 4 (למעלה):** הכנת שטח לנטיעה במדרגים לאורך קווי גובה, במדרונות התלולים של אגן נחל נבורייה ביער בירייה, בקרקעות רנדזינה בהירה. המדרגים הוכנו באמצעות ניכוש שיחי סירה קוצנית ברצועות והנחת תוצרי הניכוש בבסיס המדרג (צילום: מרטון, 1953, באדיבות ארכיון התצלומים, קק"ל).

**Picture 4 (above):** Preparing contour terraces on the steep terrain of Birya Forest in grey rendzina soils. The terraces were formed by cutting *Sarcopoterium spinosa* shrubs and depositing them at the base of the terraces (Photo: Marton, 1953; KKL-JNF photo archive).

**תמונה 5 (במרכז):** סיקול אבנים לאורך קווי גובה במסגרת הכנת שטח לנטיעה ביער הגלבע (צילום: יהודה הנגבי, 1964, באדיבות ארכיון התצלומים, קק"ל).

**Picture 5 (center):** Clearing stones to create contour bunds as part of site preparation in Gilboa Forest (Yehuda H'anegbi, 1964; KKL-JNF photo archive).

**תמונה 6 (למטה):** נטיעת יער וינגייט בצלע הגלבע לאחר סיקול ויצירת מדרגים על קווי גובה (צילום: גברת שוורץ, 1947, באדיבות ארכיון התצלומים, קק"ל).

**Picture 6 (below):** Planting of the Wingate Forest on Mt. Gilboa. Site preparation for planting involved stone clearing and creation of long contour terraces (Photo: Mrs. Shwartz, 1947; KKL-JNF photo archive).

סלעים שטוחים ואף על גדמים ולייצר תלמים לאורך קווי גובה, המסייעים באיסוף מי הנגר ובמניעת סחף. בראשית שנות ה-90 אף נרכשה על ידי קק"ל מחרשת צלחות מתהפכת (מדגם Gregoire Besson תוצרת צרפת) (תמונה 7), אך למרות יתרונותיה, השימוש שנעשה בה היה מוגבל משום שמרבית שטחי הנטיעה באותה תקופה היו בבתי גידול קשים. כאשר העיבוד היה במחרשת צלחות, הפסים או התלמים שנוצרו היו בגובה של כ-30 ס"מ והם נעלמו בתוך שנים ספורות. כאשר יוצרו סוללות בגובה רב יותר של כ-60-100 ס"מ (ורוחב בסיס הסוללה 120-200 ס"מ), באמצעות כף דחפור או מחרשת רוטר עם כנף לעירום העפר, הסוללות, לעתים קרובות, נשארו למשך שנים רבות (ברבות הימים שימשו סוללות אלה למטרות שונות לחלוטין, ראו מסגרת עם תמונה בסוף המאמר). מבנה כזה לאיסוף קבוע של מי נגר חיוני לקיום העצים בשטחי נטיעה באזור צחיח למחצה, שבו 150-250 מ"מ גשם בשנה, אך נעשה בו שימוש גם בהכנת שטח לנטיעה באזורים הים-תיכוניים.

בראשית שנות ה-90 חל מעבר הדרגתי להכנת שטח נקודתית, תחילה באמצעות טרקטורים קטנים, המצוידים במקדח קרקע (תמונה 1), ובהמשך באמצעות מחפרים מסוגים שונים, המצוידים במקדח הידראולי (פטיש אוויר) או כף חפירה צרה (תמונה 8). העבירות הרבה של המחפרים, יכולתם לפתוח או להכין מספר בורות נטיעה מעמדת עבודה אחת, והכוח שלהם לפורר את הקרקע ולסדוק את הסלע עד לעומק של 60 ס"מ, דבר שלא היה אפשרי לחלוטין בפתיחת בורות נטיעה באופן ידני, גרמו לכך, שזו הפכה לשיטת הכנת השטח העיקרית ברבים משטחי הנטיעה של קק"ל באזור הים-תיכוני בישראל. השיפור המשמעותי, שהושג בשיעורי ההישרדות של השתילים בסוף שנות ה-90, יוחס במידה רבה למעבר להכנת שטח באמצעות מחפרים (Bonneh, 2000).

העלייה בעלות כוח האדם והאיכות הנמוכה יחסית של פתיחת הבורות הידנית, בהשוואה לפתיחת בורות עם כלים מכניים, הביאה לכך, שהיקף פתיחת הבורות הידני ירד מאוד במהלך שנות ה-2000. בשנים אלו, ברוב שטחי הנטיעה החדשה, שטחים מדרוניים וקשים במיוחד, שלא היו נגישים לציוד מכני, לא ניטעו. גם במבצעים גדולים של חידוש יער, כמו למשל לאחר שרפות מלחמת לבנון השנייה, בשטחים שלא היו נגישים לציוד מכני, נעשה חידוש טבעי בלבד. הרצון להסתמך במידה רבה יותר על חידוש טבעי של היער לא נבע רק משיקולים כלכליים וטכניים, אלא גם מתוך רצון לאמץ גישה אקולוגית של ניהול היער, שבה לתהליכים הטבעיים יש חשיבות גדלה והולכת. כבר בסוף שנות ה-90 הוחלט, שבמסגרת חידוש יערות אורן ירושלים שנפגעו מכנימת המצוקוקוס או מהשלג, 10%-20% מהשטח יחודשו באופן טבעי (Bonneh, 2000).

באזור הים-תיכוני בישראל, משום שהצריכה עבודת ידיים מרובה ולכן הייתה יקרה מאוד. עם זאת, העקרונות של שיטה זו היוו בסיס לשיטות המכניות של קציר הנגר באזורים הצחיחים למחצה בצפון הנגב, ולהכנה מכנית של סוללות (שיחים) לאורך קווי גובה.

באתרי נטיעה של קק"ל, בשטחים בעלי שיפועים מתונים וכיסוי סלע נמוך, בוצעה הכנת שטח מכנית. עד שנות ה-70 של המאה הקודמת, נעשה שימוש בדחפורים קטנים מסוג D-4 עם משתת בעל שלוש שיניים לשם חריש עמוק. בשנות ה-80 נעשה שימוש בדחפורים חזקים יותר מסדרת D. הכנת השטח נעשתה באופן רציף על פני כל השטח או לעתים בפסים, ככל הניתן לאורך קווי גובה במרחקים של שלושה עד חמישה מטר בין הפסים. כמו כן, נעשה שימוש במחרשות צלחות, הרתומות לטרקטור גלגלים, לביצוע חריש של פני השטח. הצלחות המסתובבות על צירן מסוגלות לדלג על פני



**תמונה 7:** הכנת תלמים לאורך קווי גובה עם מחרשה צלחות מתהפכת בעבודות לחידוש יער חמדיה (חלקה 13/103,106) (צילום: גדי בן ציון, 2011).

**Picture 7:** A Gregoire Besson Disc Plough preparing contour ridges for planting (Photo: Gadi Ben Zion, 2011).



**תמונה 8:** פתיחת בורות לנטיעה בעומק של 60 ס"מ באמצעות מחפר המצויד במקדח הידראולי (פטיש אוויר) ביער כפר החורש (צילום: גדי בן ציון, 2010).

**Picture 8:** Opening planting pits to a depth of 60 cm with an excavator equipped with a hydraulic hammer (Photo: Gadi Ben Zion, 2010).

## הדברת צמחייה

מטרת הדברת הצמחייה בנטיעת יערות היא להקטין, ככל האפשר, את התחרות של השתילים בשטח הנטיעה עם צמחים חד ורב-שנתיים על משאבי המים, חומרי ההזנה והאור. כמו כן, הדברת הצמחייה עשויה למנוע התפתחותן של שרפות גדולות ביער הצעיר.

החל משנות ה-60 של המאה הקודמת, הדברת עשבים ביערות הקק"ל בוצעה באמצעות שימוש בקוטלי עשבים, בעיקר סימזין, בריסוס מהקרקע ומהאוויר (קפלן, 1963). הריסוס בסימזין בשטחי נטיעה היה במינון של 400-500 גר' לדונם, בדרכים ובקווי חץ במינון של 600-700 גר' לדונם והוא בוצע בחודשים אוקטובר-נובמבר לפני הנטיעה. כאשר גובה העשבים עלה על 10 ס"מ, הוסף אטרזין (בלס, 1965). לאחר כ-20 שנים, שבהן השימוש בחומרים אלה נתן תוצאות טובות, מיני עשבים מסוימים החלו לגלות עמידות לסימזין, ומ-1985 הוספו לסימזין 3-5 גר' לדונם של אוסט (sulfometuron), על מנת לשפר את יעילות ההדברה. תוספת האוסט שיפרה אמנם את הדברת העשבים, אך גרמה לפגיעה בחלק מהמינים המחטניים ורחבי העלים שניטעו, ובמיוחד במיני ברוש, אורן הצנובר ואורן כנרי, ומיני ארזים. בנוסף לכך, גבר הרצון להפחתת השימוש בקוטלי עשבים ביעור (בונה, 1993; קרני, 1993) ונוצר צורך להערכה מחודשת של מדיניות הדברת העשבים בשטחי היער שבניהול הקק"ל (Bonneh, 2000). בשנת 2001 הוכנס לשימוש במקום הסימזין, האוסט והאטרזין, קוטל העשבים אמיר (תערובת של propyzamide ו-oxyfluorfen). האמיר נחשב לחומר הדברה ייחודי יותר לסביבה והוא ניתן במינון של 200-250 גר' לדונם. עוד לפני כן, בסוף שנות ה-90, נפסק הריסוס של שטחי הנטיעה בקוטלי עשבים מהאוויר וחל מעבר לריסוס בררני של שטחי הנטיעה מהקרקע במרססי גב. בגישה זו, בוצע ריסוס בפועל רק בכתמים שבהם נפתחו בורות ברציפות, ואילו כתמים של שיחים ושרידי עצי חורש ומשטחי סלע לא רוססו. כמו כן, בנטיעות דלילות, בעיקר של עצי חורש, הריסוס בוצע רק סביב הבורות ולא על כל השטח (זיידן ויעקובי, 2004; Bonneh, 2000). בדרך זו פחתו מאוד הכמויות של חומרי הדברת העשבים שיושמו, ונותרו בשטחי הנטיעה כתמים שבהם הצמחייה הטבעית לא הושפעה.

הדברת צמחייה באמצעות קוטלי עשבים תמשיך להיות מרכיב הכרחי בהצלחה בנטיעה. חשוב להתאים את סוג הטיפול לתנאי השטח ובמידת הצורך להמשיך בטיפול מעבר לשנתיים המקובלות עד להתבססות מלאה של השתילים. למרות שנמצא שהרכב הצמחייה הטבעית בשטח שרוסס חוזר לקדמותו כעבור 3-4 שנים (שטרנברג, 1994), יש לבצע ככל הניתן ריסוס בררני בכתמים בהם הבורות צפופים ורק סביב הבורות בנטיעות דלילות. כמו כן, ניתן להימנע מריסוס

בקוטלי עשבים או לצמצמו כאשר משתמשים בחיפוי קרקע ברסק עץ או ביריעות פלסטיק. בשטחי נטיעה גדולים ורצופים, חשוב להמשיך בריסוס קווי חץ למניעת התפשטות שרפות עד אשר ניתן להכניס רעייה לשטח או עד לסגירת חופת היער המונעת התפתחות משמעותית של צמחייה עשבונית.

## הכנת שתילים במשתלות הקק"ל

עד שנות ה-80 של המאה הקודמת, מרבית השתילים של מינים מחטניים גודלו במשתלות הקק"ל במכלי פח, שבחלק מהמשתלות הוחלפו בהמשך במכלי פלסטיק, בגודל של 25 × 25 ס"מ ובעומק של 15 ס"מ, אשר מולאו בתערובת של 90% קרקע חקלאית ו-10% קרקע יער (תמונה 9). שתילים אלה ניטעו ערומי שורש. שתילים של מינים מחטניים שניטעו ערומי שורש הוכנו גם בערוגות, בעיקר במשתלת עופר, אך בסוף שנות ה-80 נפסק הייצור של שתילים ערומי שורש. שתילים של רחבי עלים גודלו בשקיות פוליאטילן בנפח של 600-1,000 סמ"ק באותה תערובת קרקע (תמונה 10). המשתלות היו פזורות במקומות רבים ברחבי הארץ, מתוך התפיסה שרצוי לגדל את השתילים בתנאי מזג אוויר הדומים ככל האפשר לאלה השוררים באתרי הנטיעה.

מאמצע שנות ה-80 חל צמצום הדרגתי במספר משתלות הקק"ל, עד שנותרו שלוש משתלות בכל הארץ. שיטות גידול השתילים השתנו לחלוטין, וחל מעבר לגידול שתילים במגשי פלסטיק קשיחים לשימוש רב-פעמי. מגשי הגידול הונחו על משטחים מוגבהים לשם קיטום אוויר של השורשים, ולא



**תמונה 9:** גידול שתילי אורן במכלי פח במשתלת אילנות (צילום: אברהם מלבסקי, 1951, באדיבות ארכיון התצלומים, קק"ל).

**Picture 9:** Pine seedlings grown in metal containers in the Ilanot Nursery (Photo: Avraham Malevski, 1951; KKL-JNF photo archive).



**תמונה 11:** משמאל, השוואת ההתפתחות של שתילי חרוב מצוי במיכלי Quick Pot בגדלים שונים: א. 350 סמ"ק; ב. 700 סמ"ק; ג. 1,500 סמ"ק. למטה: שתילי חרוב מצוי בתאי גידול בנפח של 1,500 סמ"ק במשתלת גולני.

**Picture 11:** Left, *Ceratonia siliqua* seedlings that were grown in Quick Pot trays. Cell volumes were: A. 350 cc. B. 700 cc. C. 1,500 cc. Below: *Ceratonia siliqua* seedlings grown in 1,500 cc. cells in KKL's Golani Nursery.



**תמונה 10:** הכנת שתילי חרוב בשקיות פוליאיתילן במשתלת אשתאול (צילום: דוד הירשפלד, 1961, באדיבות ארכיון התצלומים, קק"ל).

**Picture 10:** *Ceratonia siliqua* seedlings grown in polyethylene bags in the Eshtaol Nursery (Photo: David Hirshfeld, 1961; KKL-JNF photo archive).



**תמונה 12:** שתילי אלון התבור בני שלוש שנים בשקיות בנפח 25 ליטר במשתלת גולני (צילום: עמרי בונה).

**Picture 12:** Three-year-old *Quercus ithaburensis* grown in 25-L polyethylene bags in the Golani Nursery (Photo: Omri Bonneh).

לגובה בשנה הראשונה היה גבוה יותר ביחס לשתילים קטנים (ריוב, 2012).

לנטיעה בשטחי מרעה ונטיעות מיוחדות אחרות של מיני חורש טבעי, בשטחים שבהם ניתן להשקות את השתילים, על פי רוב באמצעות מערכות השקיה בטפטוף, הוכנו שתילים בני 3-4 שנים במכלי גידול בנפח של 15-25 ליטר (תמונה 12).

היה עוד צורך בקיטום ידני סזיפי של השורשים, כפי שהיה נהוג עד אז. נעשה שימוש במצעים מנותקים (ללא קרקע) ומאווררים, המכילים כבול ופרליט ביחס של 30:70 או רק כבול (קלסמן 681). המעבר למצעים מאווררים אפשר להקטין את נפח תאי הגידול ל-250-350 סמ"ק (Quick pot 24, 60, בהתאמה) (Fridman & Zachs, 1989; סיאקי, 1998; ריוב, 2012). למצע הגידול הוסף בדרך כלל דשן אט-שחרור מסוג אוסמוקוט (3 גר' לליטר מצע) או דשן נוזלי שהוסף באופן קבוע דרך מערכת ההשקיה, כמו למשל שפר 7:3:7. מערכות ההשקיה והדישון מוחשבו, כך שניתן היה לשלוט בתהליך הגידול. כתוצאה מהשינויים בשיטות הגידול התקבלו שתילים איכותיים בעלי כושר צימוח נמרץ של מערכת השורשים.

בשנים האחרונות קיימת נטייה להגדלת הנפח של תאי הגידול ל-700 סמ"ק (Quick Pot 12) למינים מחטניים ו-1,500 סמ"ק (Quick Pot 6) למיני חורש טבעי וארזים (תמונה 11).

הגדלת נפח תאי הגידול נועדה ליצור שתילים יותר גדולים וחזקים, ובמקרה של ארזים, יחד עם שימוש במצע כבול נקי (קלסמן 681), גם לקצר את משך הגידול משנתיים לשנה אחת (בונה וחוב, 2014). לשתילים גדולים יש יתרון בתנאי בית גידול קשים ובתחרות עם צמחייה, וגם שיעור הגדילה שלהם



## נטיעה

שלב הנטיעה קובע במידה רבה את הרכב המינים ביער העתידי. הסוגיות המרכזיות הקשורות בנטיעה, שהיו ועודן מוקד לדיונים וויכוחים, הן המועד הנכון והרצוי לנטיעה, מגוון המינים בנטיעה, אופן עירוב המינים השונים וצפיפות הנטיעה. בנטיעות באזורים צחיחים למחצה קיימת מגמה של הגדלת מספר המינים, במיוחד של מינים טבעיים, ולא מסתמכים עוד רק על מספר מצומצם של מינים, המצטיינים בהישרדותם הגבוהה ובקצב גידולם המהיר (Vallejo, 2012). גם Horowitz (1988), בהתייחסו לממשק של יערות מסחריים, סבור שאין להסתמך על שתילים שמקורם בכמה עצי עילית כמקור זרעים עיקרי לעתיד, ויש לכלול ביער גם מינים שאין להם ערך מסחרי מיוחד. הוא גם ממליץ לנטוש את הסכימה המקובלת של נטיעה צפופה, במרחקים קבועים על פני כל השטח, ומציע לנטוע בדלילות מהסיבות הבאות: (1) הקטנת העלויות של הנטיעה; (2) נטיעה בנישות האיכותיות בלבד; (3) הקטנת העלות של הגיזום והדילול הלא-מסחרי, פעולות יקרות, שבהרבה מקרים יש פיגור בביצוען, שעלול לגרום לניוון היער.

במשך שנים רבות היה מקובל לנטוע בחודשי החורף דצמבר-פברואר ולאחר שירדו לפחות 100 מ"מ של גשם. ליטמנוביץ' וחוב' (2008) וברנד (2011) מצביעים דווקא על היתרון הגלום בנטיעה סתוית, המאפשרת התפתחות מערכת שורשים, כאשר טמפרטורת הקרקע עדיין גבוהה דיה. נטיעה כזו מחייבת השקיה אחת עם הנטיעה ולעתים גם השקיה נוספת, אם יש איחור בירידת גשמי החורף. מאחר שהשקיות עזר ניתנות בכל מקרה במרבית הנטיעות, מומלץ להרחיב באופן משמעותי את ההיקף של נטיעות סתויות.

אורן ירושלים (*Pinus halepensis*), היווה את המין העיקרי בייעור בישראל, עד לראשית שנות ה-70, בשל הצלחתו לשרוד ולהתפתח במהירות בתנאי בית גידול קשים והיותו מין טבעי בישראל. השימוש בנטיעה צפופה של מין עיקרי אחד, או מספר מצומצם של מינים מוצלחים, תאם את גישת הייעור "הקלסית" של יוסף ויץ, שהוביל את מפעל הייעור בשנים 1920-1970. שילר (2013) טוען, שמרבית השתילים של אורן ירושלים, שניטעו ביערות הקק"ל בתקופתו של ויץ, היו מאיסוף זרעים בארץ או בחו"ל ממקורות שאינם ידועים, שאינם בהכרח בעלי התאמה מרבית לתנאי הארץ ומעצים שאינם תואמים את הקריטריונים לבחירת "עצי עילית" לאיסוף זרעים. ויץ (1970) טוען, שמרבית הזרעים נאספו מעצי אורן ירושלים טבעיים מצטיינים. נראה שהאמת מצויה בין שתי טענות אלו, ובכל מקרה, הפגיעה הקשה שנגרמה לעצי אורן ירושלים בוגרים, הן ממקור מקומי והן מייבוא, כתוצאה מהתקפת המצוקוקוס הא"י, החל מראשית שנות ה-70, הביאה לירידה חדה בנטיעה של מין זה ועלייה בנטיעה של אורן ברוטיה (*Pinus brutia*) ומינים מחטניים אחרים (בונה, 2015; ליפשיץ וביגור, 1993; Bonneh, ;

2000). החל מראשית שנות ה-90, עצי אורן ירושלים שניטעו, היו בעיקר ממקור יווני, בשל עמידותם הרבה יותר למצוקוקוס (Mendel, 1984; 1998) והתאמתם לתנאים יובשניים (שילר ועצמון, 2009).

בעוד שהגברת מגוון המינים המחטניים בנטיעות הקק"ל, מאמצע שנות ה-70, אשר חלה כתגובה לפגיעה במין הייעור העיקרי עד אז, הייתה בעיקרה ברירת מחדל, הרי שהגברת הנטיעה של מינים טבעיים של רחבי עלים, שהחלה עשר שנים מאוחר יותר, כבר הייתה חלק מתפיסת עולם חדשה.

על פי תפיסה זו, יצירת יער רב-מיני, שבו מינים מחטניים ורחבי עלים, מיועדת לדמותו למבנה היער הטבעי, כמו למשל בכרמל, שבו עצי אורן ירושלים תופסים את הרובד הגבוה ואילו רחבי העלים את הרובד הנמוך יותר. כדי להשיג מבנה כזה של היער, יש לנטוע את המינים של רחבי העלים כשתילים בודדים בפיזור אקראי בין המחטניים (single tree mixture), במרחקים של 6-10 מ'. התחרות הבין-מינית (interspecific competition) בין המינים רחבי העלים, שקצב גדילתם איטי, אך הם מסוגלים להתפתח בצל חלקי, לבין המחטניים מהירי הגידול, הדורשים אור מלא להתפתחותם, יכולה בשלב הראשון לעודד את הצמיחה לגובה של רחבי העלים, בשל התחרות על משאבי האור (תמונה 13). המחטניים משמשים בשלב זה



**תמונה 13:** אלון מצוי בגיל תשע שנים, הנטוע בין שתילי אורן ברוטיה. העץ גדל בזקיפות לגובה עקב התחרות לאור והוא גם מוגן יחסית מפני רעיית בקר (יער בירייה, חלקה 16/110) (צילום: עמרי בונה).

**Picture 13:** A 9-year-old dense mixed plantation of *Quercus calliprinos* and *Pinus brutia*. The oak tree which, is surrounded by the pines, grows straight upwards because of the competition for light; also, it is partially protected from cattle-grazing (Photo: Omri Bonneh).

לפיקך, יצירת יער רב-מיני ודו-שכבתי (מחטניים ברובד הגבוה ורחבי עלים ברובד הנמוך של היער), מצריכה ביצוע דילולים סדירים במועדם, שבהם מרחיקים את עצי המחט המצלים ומפריעים להתפתחות רחבי העלים. זאת, כדי לאפשר את ההיווצרות של שתי השכבות ולמנוע דיכוי של מיני החורש הטבעי, שניטעו בעירוב עם מינים מחטניים. בשל הקושי והמורכבות שבניהול יער נטוע רב-מיני ורב-שכבתי, בגישה שבה נטיעת רחבי העלים מתבצעת על פני כל השטח במעורב עם המינים המחטניים, יושמה גם גישה של נטיעת המחטניים ורחבי העלים בכתמים נפרדים (group mixture), בגדלים משתנים של דונמים בודדים עד עשרות דונמים. בדרך זו נמנעים מהתחרות הבין-מינית, שעלולה להוביל לדיכוי רחבי העלים, בהיעדר טיפולי דילול במועדם, ומאפשרים למינים השונים להתפתח בכתמים נפרדים. בנוסף לכך, בדרך זו גם ניתן ליישם ביתר קלות טיפולים לשיפור ההישרדות והגברת קצב הצימוח, כמו השקיה וחיפוי ברסק

כמיני אומנה (nurse crop), אשר גם מסוככים ומגנים על רחבי העלים מפני רעייה, כל עוד היער הוא צעיר (5-10 שנים) ולא גזום, ומקשה על הבקר להגיע לעצי החורש (בונה, 1995). את המינים המחטניים, מציע בונה לנטוע בקבוצות נפרדות, כאשר קיים שוני רב בקצב הגדילה לגובה ביניהם, ובכך לצמצם את התחרות הבין-מינית, שעלולה להביא לדיכוי המין בעל קצב הצמיחה האיטי יותר. כך, למשל, אין לערב אורן ירושלים, שקצב צמיחתו מהיר, עם אורן הצנובר, שגדילתו איטית, אלא לנטוע אותם בכתמים נפרדים. יש, כמובן, להגדיר את גודל הכתם, מעצים בודדים לעשרות ולמאות עצים בכל כתם, וככל שהשוני בקצב הגדילה רב יותר רצוי להגדיל את הכתמים. נטיעה מעורבת של מחטניים ורחבי עלים יכולה לעודד את התפתחות רחבי העלים בשנים הראשונות, אולם בהמשך התפתחות היער (בגיל 10-15 לערך), המחטניים, שקצב צמיחתם מהיר יותר, עלולים לדכא את רחבי העלים שתחתם (תמונה 14).



**תמונה 14:** יער מעורב של אורן ברוטיה ואלון התבור בגיל 16, שבו מתחיל להיווצר דיכוי של האלון על ידי האורנים, המצריך דילול האורנים הסמוכים לאלון (צילום: עמרי בונה).  
**Picture 14:** Suppression of a *Quercus ithaburensis* tree by the surrounding *Pinus brutia* trees in a 16-year-old mixed plantation. Release thinning is required at this stage to open up for broadleaves (Photo: Omri Bonne).  
 at this stage to open up for broadleaves (Photo: Omri Bonneh).

טיפולי עזר לאחר הנטיעה Post-planting treatments	גיל השתילים (שנה) Seedling age (year)	נפח מכלי הגידול (ליטר) Container volume (L)	מרחקי נטיעה (מ') צפיפות (עץ/דונם) Planting spacing (m) Planting density (tree/dunam)	שיטת הקמת היער Forest planting method
גידור היקפי לשטח הנטיעה Fencing צינורות פלסטיק Tree shelters השקיות עזר* Irrigation חיפוי ברסק עץ Mulching	1	1.5-0.7	7 × 7 20	רגילה Regular
גידור פרטני לשתילים Individual seedling protection השקיה בטפטוף ודישון Drip irrigation חיפוי ברסק עץ (אפשרי) Mulching	4-3	25-15	12-10 10-7	הגנה פרטנית Individual seedling protection
השקיה בטפטוף ודישון Drip irrigation & fertilization חיפוי ברסק עץ (אפשרי) Mulching	50-15		15-12 7-4	העתקת עצים בוגרים Mature tree transplanting

**Table 1:** Methods for establishment of native broadleaf stands.

**טבלה 1:** שיטות להקמת חלקות יער של רחבי עלים

\* 1-5 השקיות של 75 ליטר כל אחת, באמצעות מכילית בשנה הראשונה, ו-1-2 השקיות בשנה השנייה. אם ישנה כוונה לתת יותר מ-5 השקיות, בשטח נטיעה הקרוב למקור מים, יותר זול ויעיל להשקות בטפטוף, שאותו ניתן ליישם במשך 3-4 שנים וגם להוסיף דשן למי ההשקיה.

את המינים רחבי העלים למרות מאמצים מרובים (ראה להלן בסעיף הדין בסקר ההישרדות). הדבר נגרם, בעיקר, עקב חוסר יכולתנו למנוע חדירה של עדרי הבקר והצאן, בצורה אקראית או מכוונת, בטרם עת, לשטחי הנטיעה. תוצאת חדירה זו היא פגיעה חסרת תקנה בעצי החורש רחבי העלים, אשר רגישותם לרעייה רבה, ובמיוחד האלונים, שגידולם איטי יותר. בלא מעט מקרים אחרים, הכישלון בנטיעה של מינים מחטניים, ובמיוחד של מינים רחבי עלים, נבע מתחרות גוברת עם הצמחייה הטבעית, שהדברה שלה רק בשנתיים הראשונות שלאחר הנטיעה לא תמיד הייתה מספיקה.

### טיפול עזר לאחר הנטיעה

טיפול עזר לאחר הנטיעה, לעתים שילוב של מספר טיפולים, לשיפור ההישרדות של השתילים הנטועים, נחוצים ככל שתנאי בית הגידול קשים יותר. תנאי בית גידול קשים באזור הים-תיכוני יכולים לנבוע מכמות משקעים נמוכה, פרק זמן ארוך ללא משקעים (מעל 90 יום), וקרע-סלע

עץ, הנחוצים במיוחד במינים רחבי עלים. בגישה זו נוצר נוף יער, שבו פסיפס מגוון של מינים שונים.

צפיפות הנטיעה של היער המחטני ירדה מ-250-400 שתילים לדונם, כפי שהיה נהוג עד שנות ה-70, ל-80-140 עצים לדונם ביער המחטני המעורב עם רחבי עלים כיום (בונה, 2015). הירידה הזו בצפיפות הנטיעה נבעה מהרצון לטפח יער, שבו לעצים יהיה שטח מחייה גדול יותר ועמידות רבה יותר לעקות שונות, ולאור השיפורים הטכנולוגיים בשיטות הכנת השטח והנטיעה ואיכות השתילים, ומתן טיפולי עזר לאחר הנטיעה, כפי שיפורט בהמשך.

מאחר שנטיעת רחבי העלים גם במעורב עם מחטניים וגם בחלקות נפרדות הפכה לרכיב יותר ויותר משמעותי ביעור, פותחו מספר שיטות להקמת חלקות יער של רחבי עלים, כמפורט בטבלה 1, אשר בהן צפיפויות הנטיעה נמוכות במידה רבה מזו המקובלת בנטיעה רגילה.

הרצון לעבור לשיטות יותר אינטנסיביות של נטיעה ולהגברת היישום של טיפולי עזר לאחר הנטיעה, נבע מהאכזבה מכך, שבשטחי נטיעה רבים של יער מעורב, לא הצלחנו לבסס

הקרקה העליונה, ובכך לשפר את ההשפעה החיובית של ההשקיה.

השפעת טיפולים של חיפוי קרקע ברסק עץ או ביריעות פלסטיק (מסוג brushblanket) או משטחי פלסטיק לאיסוף נגר (מסוג טליה), עם ובלי השקיית עזר, על ההישרדות וההתפתחות של השתילים, נבחנה במספר ניסויים (הר וחוב', 2013; נעים וחוב', 2014; עצמון וחוב', 2003). ככלל, נמצא שלטיפולים האלה עשוי להיות יתרון על הביקורת רק כאשר ניתנות השקיות עזר. בפועל, במרחבים צפון ומרכז של קק"ל, שבהם ישנה זמינות גבוהה של רסק עץ מעבודות דילול וכריתה, נעשה שימוש ברסק עץ לחיפוי השתילים המושקים ואילו במרחב הדרום משתמשים ביריעות פלסטיק מסוג brushblanket. כאשר טיפולים אלה מיושמים אין, כמובן, צורך לבצע את העידורים. לשימוש ברסק עץ עלולה להיות תוצאה שלילית במקרה של שרפת יער בגיל הצעיר. רסק העץ שנדלק גורם לעוצמת בעירה חזקה בבסיס הגזע. שכבת חיפוי עבה מידי של רסק עץ עלולה גם להקטין את החלחול של מי הגשם דרכה אל הקרקע, ולכך עשויה להיות השפעה שלילית, במיוחד בקליטת משקעים היורדים בכמות קטנה ובינונית בתחילת ובסוף עונת הגשמים. לפיכך, רצוי להשתמש בשכבת חיפוי של רסק עץ דקה יחסית בעובי של כ-10-15 ס"מ, אשר תוריד את טמפרטורת הקרקע ותייעל את ההשקיות, גם אם לתקופה קצרה יותר עד להתפרקותה ולהיעלמותה, אך תמזער את ההשפעות השליליות של שכבת רסק עבה מידי (נעים וחוב', 2014).

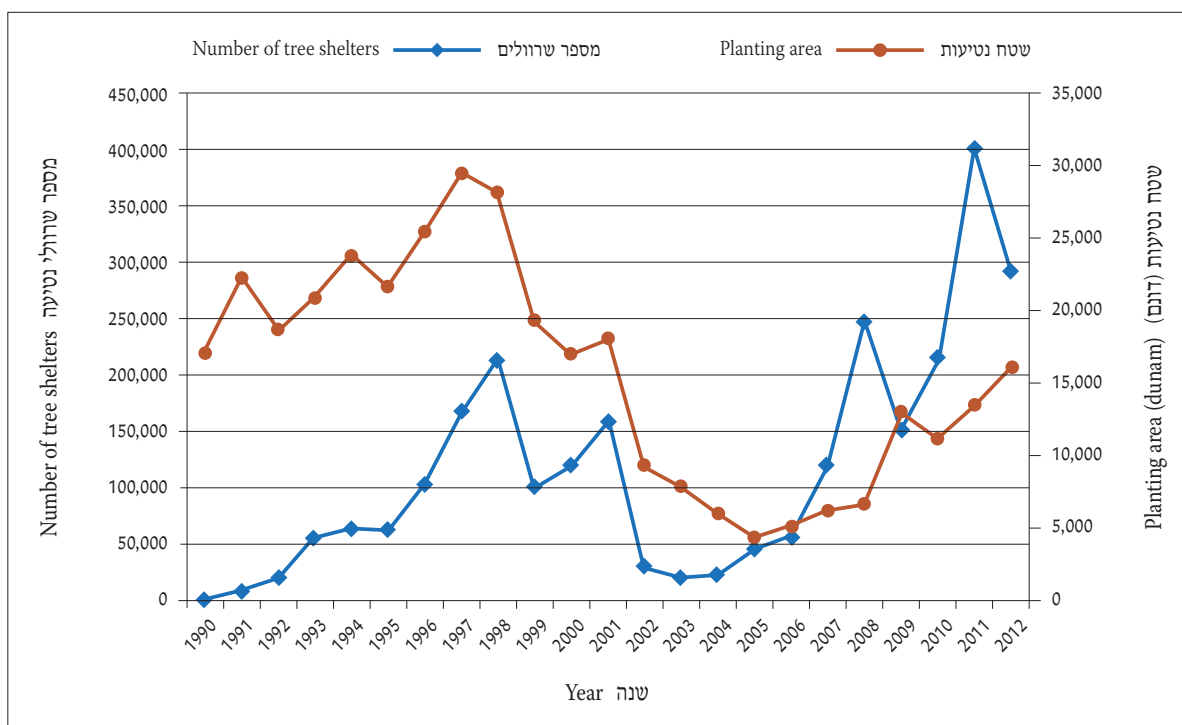
מראשית שנות ה-90, השימוש בשרוולי נטיעה מפלסטיק הפך לטיפול עזר עיקרי לשיפור ההישרדות והחשת הצימוח לגובה של שתילי החורש הטבעי (איור 1). התקנת שרוולי הנטיעה שיפרה את ההישרדות ואת קצב הצמיחה לגובה בכל מיני החורש שנבחנו, למעט קטלב מצוי (בונה וחוב', 2002). משנות ה-2000, בנוסף להתקנת שרוולי נטיעה, ניתנו בדרך כלל לאותם שתילים גם השקיות עזר וחיפוי ברסק עץ. השילוב של הטיפולים והשימוש בשתילים איכותיים, שמרביתם גודלו בתאים בנפח 700-1,500 סמ"ק, הבטיחו ששתילי מיני החורש הטבעי שרדו באופן כמעט מלא, ומרביתם גם התפתחו במהירות והגיוחו מעל לפתח העליון של שרוול הנטיעה כבר בעונת הגידול הראשונה.

כבר באמצע שנות ה-80 של המאה הקודמת נעשה שימוש גם בהגנות פרטניות באמצעות חביות וסבכות מברזל בניין, שהותקנו על עצי חורש טבעי, שניטעו בשטחי מרעה באזור קיבוץ רמת מנשה והמושבה בת שלמה. בשנת 1995 הוקמה מזרחית לבת שלמה חלקת ניסיון, שבה נבחנה הגנה פרטנית באמצעות גדר רשת מצופה ב-PVC בגובה 2 מ', שהותקנה על שלושה עמודי גדר ממתכת מסוג "איסכור" באורך של 2.4 מ', שנתקעו סביב שתילי אלון התבור, חרוב ואלה אטלנטית (חלקה 6/101 ביער תות). בשנת 2007 החל שימוש בשיטה זו

יובשניים ודלים בחומרי הזנה (Vallejo, 2012). לפיכך, נהוגים טיפולים אשר מסייעים להגברת זמינות המים בקרקע, בין אם באמצעות הגברת איסוף מי הנגר ובין אם על ידי צמצום ההתאדות ואיבוד המים מפני הקרקע והקטנת התחרות עם עשבים. יישום טיפולי עזר כאלה, כמו למשל התקנת שרוולי נטיעה, עשוי לאפשר הקטנה של צפיפות הנטיעה, ובכך לפצות על העלויות של הטיפולים (Horowitz, 1988). בשטחי נטיעה בארץ יש, בדרך כלל, חשש מכניסת עדרי בקר וצאן לשטחי הנטיעה, גם אם השטחים מגודרים, בין אם בכוונה או בשוגג. לפיכך, לקצב ההתפתחות של השתילים בשנים הראשונות חשיבות לא פחותה מאשר לשיעור ההישרדות, בכל הקשור להתבססות המלאה והסופית שלהם. ככל שהשתילים, במיוחד רחבי העלים שרגישותם לרעייה גבוהה, יתפתחו מהר יותר בגובה ובקוטר, רבים סיכוייהם לעמוד בלחצי הרעייה.

פעולת העידור הייתה לאורך כל שנות הייעור בארץ טיפול העזר המרכזי שבוצע לאחר הנטיעה. בדרך כלל, ניתנו שני עידורים בשנה הראשונה, שהראשון מביניהם ניתן עוד בתקופת הגשמים ומטרתו הייתה לחדש את התעלה לאיסוף מי הנגר ולנכש עשבים, אם התפתחו עקב כשלים ביישום קוטלי העשבים, או "שבירת" השפעתם לקראת סוף החורף. העידור השני ניתן לאחר סיום עונת הגשמים, בדרך כלל בסוף אפריל-מאי, ומטרתו הייתה בעיקר לתחח את שכבת הקרקע העליונה, על מנת לצמצם את העלייה הנימית של המים בקרקע והתייבשותה. לעידור השני ישנה חשיבות מיוחדת בקרקעות טרה רוסה חרסיתיות שנוטות להיסדק.

בנוסף לעידורים, ניתנה במשך השנים השקיית עזר במקרים מיוחדים למינים ששרידותם נמוכה. משנות ה-90 השקיות עזר הפכו ליותר ויותר נפוצות, והן ניתנו לא רק למינים ששרידותם נמוכה, אלא לכל המינים, מתוך רצון לא רק לשפר את ההישרדות, אלא גם את קצב ההתפתחות של השתילים. עצמון וחוב' (2003), מצאו, שהשקיה אחת, הניתנת בסוף אפריל, מספיקה כדי להבטיח את התבססות השתילים באזור הדרום והשקיות נוספות אינן משפרות את ההישרדות, כנראה בשל טמפרטורה גבוהה של הקרקע בקיץ, שמונעת התפתחות שורשים. השקיות העזר יושמו באמצעות צינורות שנפרסו ממכליות מים. לעתים נפרסה בשטח מערכת צינורות ראשיים קבועה להוזלת וייעול ההשקיה (משה ובונה, 2015). כמויות המים שניתנו בכל השקיה נעו בין 30-100 ליטר לכל שתיל, ולאחריה בוצע קילטור ידני לשבירת קרום הקרקע העליון ומניעת עלייה נימית של המים. בשנות ה-2000, ככל שגדל היקף הנטיעה של חלקות של רחבי עלים וארזים, של שתילים רחבי עלים במכלי גידול גדולים (15-25 ליטר) ושל העתקת עצים בוגרים, גדל גם היקף השימוש במערכות השקיה בטפטוף לביסוס הנטיעות. לעתים קרובות, בנוסף להשקיה ניתן גם חיפוי ברסק עץ, על מנת לצמצם את האידיוי מפני הקרקע ולמנוע התחממות יתר של שכבת



**איור 1:** השימוש בשרוולים נטיעה (בכחול) ביחס להיקף שטחי הנטיעה (בבזם) בקק"ל בשנים 1990-2012 (הירידה בהיקף הנטיעה וכפועל יוצא של השימוש בשרוולים נטיעה בשנים 2002-2008 נבעה ממגבלות תקציב).

**Fig. 1:** The use of tree shelters by KKL-JNF (blue) in relation to planting area (brown) 1990-2012.

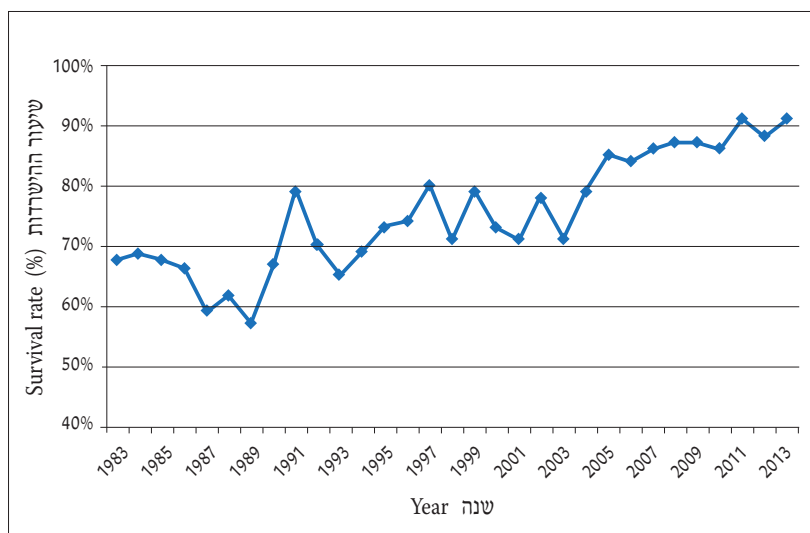
ההישרדות בנטיעות הקק"ל עלו ב-30 השנים האחרונות באופן עקבי מ-60%-70% בשנות ה-80 לכ-90% בשנים האחרונות (איור 2).

העלייה בשיעור ההישרדות ב-30 השנים האחרונות מבטאת את השיפור בשיטות הכנת השטח ואיכות השתילים ואת היישום של טיפולי עזר לשתילים. נטיעת מילואים בשנה

בהיקף של אלפי דונמים במרחב הצפון בקק"ל, תוך שימוש בשתילי חורש בני 3-4 שנים, שגודלו במשתלות הקק"ל, בשקי גידול בנפח של 15-25 ליטר. ב-2010 הוקמו שלוש חלקות ניסוי לבחינת מספר שיטות של הגנה פרטנית, שמהן עלה, שהגנה פרטנית באמצעות גדר רשת מצופה ב-PVC הייתה הטובה וגם הזולה מבין השיטות שנבחנו (בונה וחוב', 2015). נבחנו גם אמצעי עזר נוספים לשיפור ההישרדות וההתפתחות של השתילים, כמו "מתקני טליה" להגברת האיסוף של מי הנגר והטל (הר וחוב', 2013), ושימוש בחומרים סופחי מים שונים לשיפור הספיגה והשימור של המים בקרקע (דרורי, 2002; הר וחוב', 2013; ליטמנוביץ' וחוב', 2008). הניסויים באמצעי העזר האלה לא הראו יתרון על הביקורת, ובפועל לא נעשה בהם שימוש שוטף בנטיעות. טיפולי העזר השונים הפכו לכלי חשוב בשיפור ההישרדות ובהגברת קצב הצימוח של השתילים. זאת, כחלק מהמגמה של הגברת השקעת תשומות בשתיל הבודד והקטנת צפיפות הנטיעה.

### סקרי הישרדות

הדרך המקובלת לבחון את הצלחת הנטיעות באזור הים-תיכוני היובשני היא באמצעות ביצוע סקר הישרדות בתום הקיץ הראשון לאחר הנטיעה (Vallejo et al., 2012a). שיעורי



**איור 2:** השינויים בשיעור ההישרדות של השתילים בנטיעות הקק"ל בשנים 1983-2013.

**Fig. 2:** Changes in seedling survival rates in KKL plantations 1983-2013.

מין השתילים	צפיפות נטיעה	צפיפות בגיל שנה	השרדות בגיל שנה	צפיפות בגיל 5	השרדות בגיל 5	התחדשות טבעית של אורן ירושלים	סה"כ צפיפות בגיל 5
Species	שתיל/דונם Planting density per dunam	שתיל/דונם Density at age 1	Survival rate at age 1 (%)	שתיל/דונם Density at age 5	Survival rate at age 5 (%)	עץ/דונם Aleppo pine natural regeneration per dunam	עץ/דונם Total density at age 5
מחטניים Conifers	106	86	81	56	53	26	82
רחבי עלים Native Broadleaves	31	19	62	3	10	0	3
סה"כ	137	105	77	59	43	26	85

**טבלה 2:** הצפיפות ושיעור ההשרדות של מינים מחטניים ומינים רחבי עלים כעבור שנה אחת וכעבור חמש שנים מהנטיעה ביער בירייה.  
**Table 2:** Conifer and native broadleaf seedlings: Densities and survival rates one year and five years after planting in Birya Forest.

מנזקי רעייה ומנטיעות רחבות היקף לשמירת שטחי המדינה, שבוצעו מסוף שנות ה-70 ברמה נמוכה. חוסר ההצלחה בלא מעט מקרים, בביסוס המינים של רחבי עלים בשיטות הרגילות, הביא לחיפוש דרכים נוספות לשם הגדלת הרכיב של מיני החורש הטבעי ביערות הקק"ל, כמו נטיעת שתילים רחבי עלים בני 3-4 שנים, שגודלו במכלי גידול גדולים עם הגנה פרטנית והעתקת עצים בוגרים.

### סיכום

השינוי במדיניות הייעור מאז 1990, ליצירת יער בר-קיימא, שהוא רב-מיני, רב-גילי ורב-שכבתי, בא לידי ביטוי ביישום בשטח בשלב הקמת היער בנקודות הבאות:

1. בשטחי הנטיעה מבוצעים סקרים אקולוגיים מקדימים, המאפשרים הכנת תכניות נטיעה מפורטות ובחירת מיני הנטיעה בהתאמה מדויקת למאפייני בית הגידול.
2. טיפולים אחידים, שיושמו במסגרת ההכנה לנטיעה בכל השטח, הוחלפו בדרכי פעולה בררניות, המתבססות על סקרים אקולוגיים, אשר מעודדות היווצרות כתמיות. הופסק השימוש בשרפות מבוקרות וריסוס אווירי כנגד שיחים וצומח מעוצה, ובמקרים רבים מושארת שכבה של גזם לאחר כריתות להעשרת החומר האורגני בקרקע ולחיפוי. ריסוס בקוטלי עשבים נעשה בדרך כלל באופן נקודתי ועם חומרים ידיוותיים יותר לסביבה.
3. נקבע שיש להמתין כשנה בין הכריתה להתחלת הפעולות לחידוש היער, כדי לאפשר בחינה של מידת ההתחדשות הטבעית בטרם מחליטים על אופן חידוש היער.

השנייה והשלישית, שהייתה פעולה שגרתית כאשר שיעור ההשרדות היו נמוכים, כמעט שאינה נדרשת עוד.

עם זאת, שיעורי ההשרדות בסוף הקיץ הראשון שלאחר הנטיעה, אינם סוף פסוק, ובשטחי נטיעה רבים, במיוחד בבתי גידול קשים ויובשניים, חלה תמותה נוספת ולעתים משמעותית של השתילים גם בהמשך. כמו כן, בלא מעט מקרים הייתה חדירה של עדרי בקר וצאן לשטחי הנטיעה, גם אם הם גודרו, אשר אם היא מתרחשת, היא גורמת לפגיעה ולתמותה של שתילים, במיוחד של רחבי עלים, גם בבתי גידול טובים.

כך למשל, בסקרי ההשרדות חוזרים, שבוצעו ב-1998, חמש שנים לאחר הנטיעה לחידוש שלוש מהחלקות שקרסו מנזקי השלגים ב-1991-2 (יער בירייה חלקות 38,36 ו-43), נמצא כי אחוז ההשרדות של המינים המחטניים ירד מ-81 כעבור שנה מהנטיעה ל-53 כעבור חמש שנים, ואחוז ההשרדות של רחבי העלים ירד מ-62 ל-10 בהתאמה (טבלה 2) (רול, 1998). הירידה החדה בהשרדות של רחבי העלים מיוחסת לרעיית עדרי בקר, שחדרו לשטחים אלה. עוד עלה מהסקרים, שאורן ירושלים חזר להיות רכיב משמעותי בדור השני של היער, למרות הטיפולים לניכוש ולעקירה של הנבטים שלו, שבוצעו בשנה הראשונה והשנייה לאחר הנטיעות, מתוך צרון לשנות ולגוון את הרכב המינים ביער בירייה שהתבסס בדור הראשון של היער במידה רבה על אורן ירושלים.

בונה וסילברסטון (1999), שסקרו את הגורמים לחידוש יער במרחב הצפון, מצאו שכישולן בביסוס נטיעות היה הגורם השני בחשיבותו בנטיעות לחידוש יער במרחב צפון בשנים 1985-1998, לאחר המצוקוקוס הא"י וברמה דומה לשרפות יער. הכישולן בביסוס הנטיעות נבע במידה רבה

ניטעים יותר ויותר שטחים במינים רחבי עלים בלבד. יש לאמץ גישות חדשות לביסוסן של נטיעות אלה, לרבות נטיעת שתילים גדולים עם הגנה פרטנית והעתקה של עצים בוגרים.

6. אורן ירושלים ימשיך להוות מין מחטני עיקרי בייעור בישראל בשל התאמתו המיטבית לתנאים יובשניים. בנטיעות של מין זה יש לתת עדיפות למקורות של אורן ירושלים מיוון או מעצים מצטיינים ועמידים, שאותרו במסגרת התכנית להשבתת עצי היער. גם במקומות שאורן ירושלים נפגע מהמצוקוקוס הא"י או מנזקי שלגים, והוחלף במינים מחטניים אחרים בדור השני של היער, יש מקום לשילוב זרעים מצטיינים שלו בייעור הבוגר, יחד עם המינים המחטניים ורחבי העלים האחרים שניטעו.

4. הכנת השטח לנטיעות מבוצעת בעיקר באופן נקודתי, ובאיכות גבוהה, למשל: באמצעות מקדח הידראולי (פטיש אוויר), המותקן על מחפר ומפורר את הקרקע עד לעומק של כ-60 ס"מ, תוך שמירת וטיפוח עצים והתחדשויות צעירות של מיני חורש רחבי עלים. בשטחים שבהם מבוצע חידוש יער בעקבות גורמי נזק שונים, משאירים, בנוסף למיני החורש הטבעי, גם עצי מחט מצטיינים, וכאלה ששרדו את גורם הנזק, כבסיס לדור הבא של היער.

5. הנטיעה של היער הרב-מיני מבוצעת בעירוב של מיני חורש טבעי עם מינים מחטניים. נטיעת שתילי החורש מבוצעת בפזורה אחידה בין שתילי המחטניים, או בכתמים נפרדים, לשם יצירת פסיפס של יער מעורב ומגוון. היום,

תוואי שביל האופניים ביער בארי חוצה סוללות נטיעה גבוהות, שנותרו גם כעבור 50 שנים, ותורמות לשיפור חוויית הרכיבה



צילום: גיל עצמון

## מקורות

ארני, א. (1965). יער וייעור בישראל. הוצאת אגף ההסברה של הקרן הקימת לישראל, ירושלים, 58 עמ'.  
 בונה, ע. (2015). השינויים בממשק היער הנטוע באזור הים-תיכוני בישראל: מיער חד-מיני וחד-גילי ליער מעורב רב-גילי, חלק א: סקירת התפתחות מדיניות הייעור וממשק היער בישראל במאה השנים האחרונות. יער, 14: 5-14.  
 בונה, ע. (1996). ממשק לחידוש ושיקום יערות שרופים בקרן הקימת לישראל. אקולוגיה וסביבה, 3: 21-24.  
 בונה, ע. (1995א). ממשק גזם ביערות קק"ל. עלון מידע ליערנים, 10: 1-5.  
 בונה, ע. (1995ב). יער רב-מיני. עלון מידע ליערנים, 10: 13-16.  
 בונה, ע. (1993). תגובה ל"הדברת עשבים בקק"ל האם שגרה?". עלון מידע ליערנים, 6: 17-18.  
 בונה, ע., הר, נ. והראל, ר. (2014). סקירה על תפוצתם הגיאוגרפית ומצבם של מיני הארז בארצות הים התיכון ועל הגורמים המשפיעים על ההתפתחות של מיני הארז הנטועים ביערות בישראל. יער, 13: 4-17.  
 בונה, ע., הר, נ., הראל, ר., לטמן, א. ובלום, ג. (2015). השוואת שיטות שונות של הגנה פרטנית על שתילים של עצי חורש טבעי בנטיעות בשטחים הנתונים למשטר רעיה. יער, 15: 40-47.

בונה, ע., טרחוב, ר. וליטמנוביץ, ז. (2002). השפעת השימוש בצינורות פלסטיק על ההשרדות וההתפתחות של שמונה מיני חורש טבעי בנטיעת יערות בישראל. יער, 1: 28-32.  
 בונה, ע. וסילברסטון, א. (1999). חידוש יער במרחב צפון-מרחב הצפון-קק"ל, פס הירק, חיפה.  
 בלס, ח. (1965). שימוש בקוטלי עשבים כימיים בייעור. ליערן, 15: 19-22.  
 בנישו, א. (2014). ריאיון טלפוני בתאריך 27 בנובמבר 2014.  
 בן חור, מ., טנאו, ח. ולייב, ל. (2006). שימוש בגזם מרוסק של עצים כחיפוי קרקע למניעת נגר וסחף. יער, 8: 23-29.  
 ברנד, ד. (2011). השפעת הטמפרטורה של בית השורשים על ההתפתחות והפיזיולוגיה של שתילים של עצי יער וההשלכות לגבי מועד הנטיעה. חיבור לקבלת תואר דוקטור לפילוסופיה, האוניברסיטה העברית בירושלים.  
 גינסברג, פ. (2003). ייעור אקולוגי ככלי לפיתוח נוף בר-קיימא באזורים צחיחים וים-תיכוניים בישראל. יער, 3: 2-7.  
 דרורי, א. (2002). בדיקת ההשפעה של פולימרים סופחי מים וחומרי הרטבה על ההתפתחות של מינים שונים של עצי יער במשתלה ובשטח. עבודת גמר, האוניברסיטה העברית בירושלים.

- 799d7a2d7a8-d795d799d7a2d7a8d795d7aa-d791d799d7a9d7a8d790d79c-d792d791d7a8d799d790.pdf שילר, ג. ועצמון, נ. (2009). אקוטופים של אורן ירושלים ביתר: סיכום ביניים. יער, 11: 6-13.
- Bonneh, O. (2000). Management of planted pine forests in Israel: Past, present and future. In: G. Ne'eman & L.Trabaud (Eds.), *Ecology, biogeography and management of Pinus halepensis and P. brutia forest ecosystems in the Mediterranean basin* (pp. 377–390). Leiden, The Netherlands: Backhuys Publishers.
- Fridman, G. & Zachs, M. (1989). Gilat nursery: Organization and growing methods. *Allgemeine Forst Zeitschrift*, 24–26, 672–673 (in English and German).
- Goor, A.Y. & Barney, C.Y. (1968). *Forest tree planting in Arid zones*. The Roland Press Company, N.Y., USA, 409 pp.
- Horowitz, H. (1988). Restoration reforestation. In: John J. Berger (Ed.), *Environmental restoration: Science and strategies for restoring the Earth* (pp. 84–93). Washington DC, USA: Island Press.
- Katra, I., Lavee, H. & Sarah, H. (2008). The effect of rock fragment size and position on topsoil moisture on arid and semi-arid hillslopes. *Catena* 72: 49–55.
- Lowery, R.F. & Gjerstad, D.H. (1991). Chemical and mechanical site preparation. In: Duryea, L. & Dougherty, P.M. (Eds.), *Forest Regeneration Manual* (pp. 251–261). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.
- Mendel, Z. (1998). Biogeography of *Matsucoccus josephi* (Homoptera: Matsucoccidae) as related to host resistance in *Pinus brutia* and *Pinus halepensis*. *Canadian Journal of Forest Research*, 28 (3): 323–330.
- Mendel, Z. (1984). Provenances as a factor in susceptibility of *Pinus halepensis* to *Matsucoccus josephi* (Homoptera: Margarodidae). *Forest Ecology and Management*, 9: 259–266.
- Molina, J.L., Navarro, M., Montero de Burgos, J.L., and Herranz, J. L., 1989. *Afforestation Techniques in Mediterranean Countries*. ICONA, Madrid. (multilingual publication: Spanish, English and French).
- Orni, E. (1965). *Afforestation in Israel*. Jewish National Fund, Jerusalem, 52 pp.
- Vallejo, V.R., Allen, E.B., Aronson, J., Pausas, J.G., Cortina, J. & Gutiérrez, J.R. (2012 a). Restoration of Mediterranean-type woodlands and shrublands. In: van Andel, J. & Aronson, J. (Eds.), *Restoration Ecology: The New Frontier* (pp. 130–144). Blackwell Publishing Ltd. Oxford.
- Vallejo, V.R., Smanis, A., Chirino, E., Fuentes, D., Valdecantos, A. & Vilagrosa, A. (2012). Perspectives in dryland restoration: Approaches for climate change adaptation. *New Forests*, 43: 561–579.
- Van Lear, H.D. & Waldrop, A.T. (1991) Prescribed burning for regeneration. In: Duryea M.L. & Dougherty P.M. (Eds.), *Forest Regeneration Manual* (pp. 235–250). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- הר, נ. (2015). סקרי קרקע-צומח-בתי גידול. <http://nirforestedcosoil.com/?/com>
- הר, נ. (2010). ניסוי של יישום חומרים אוגרי וטיבות ביער שוקדה. אגף הייעור – קק"ל, פס הירק, חיפה.
- הר, נ., כלב, א., ספרינצין, מ., זיידן, ס. ואייזנבנד, א. (2013). ניסיון בחינה של חיפוי קרקע והתאמתם להקמת יער. אגף הייעור – קק"ל, אשתאול, 16 עמ'.
- ויץ, י. (1970). היער הייעור בישראל. מסדה בע"מ, ירושלים, 622 עמ'.
- זיידן, ס. ויעקובי, ט. (2004). הדברת עשבים ביערות באמצעות ריסוסים – נייר עמדה. קרן קימת לישראל, אגף הייעור, אשתאול, 4 עמ'.
- ליטמנוביץ, ז., פרדקין, א. וחייטין, א. (2008). בדיקת חומרים המשמרים מים בתוך הקרקע, דו"ח ביניים של ניסוי שדה. אגף הייעור, פס הירק, חיפה, 5 עמ'.
- ליטמנוביץ, ז., פרדקין, א., חתמה, ת. וכצנלסון, מ. (2008). השפעת נטיעה מוקדמת על קליטת שתילי עצי היער והתפתחותם. יער, 10: 35–37.
- ליפשיץ, נ. וביגר, ג. (1993). עלייתו ונפילתו של אורן ירושלים כעץ ייעור ראשי בארץ ישראל. ירושלים: קרן קימת לישראל, 24 עמ'.
- משה, א. ובונה, ע. (2015). שימוש במכלי מתכת לאגירת מים להשקיית עזר בנטיעה לחידוש יער בגלבע. יער, 14: 56–57.
- משה, י. והניג, א. (1992). הצעה לבדיקת שיטות קציר נגר, בהכנת שטחים ידנית, בחבלים הים-תיכוניים. עלון מידע ליערנים, 5: 5–6.
- נעים, א., רביד, מ. ובן-חורין, ר. (2014). שימוש בחיפוי רסק גזם עץ לחיסכון במי השקיה ופליטת פחמן דו חמצני לביסוס נטיעת עצי יער צעירים. עבודת גמר לקבלת תואר "מוסמך האוניברסיטה", אוניברסיטת חיפה, 34 עמ'.
- סיאקי, ג. (1998). שיפור שיטות המשתלה לייצור שתילי עצי יער קשי גידול. עבודת גמר, הפקולטה לחקלאות, האוניברסיטה העברית בירושלים.
- עצמון, נ., פרדקין, א., חתמה, ת., כצנלסון, מ., בן-משה, ע., משה, י. וליטמנוביץ, ז. (2003). אמצעים לשיפור ביסוסן של נטיעות באזורים מעוטי משקעים 1. בחינת מספר ההשקיות הנחוץ ושיטת החיפוי. יער, 3: 19–23.
- פלד, נ. (1961). נטיעה בתלוליות. ליערן, 11: 20–22.
- קולר, מ., קרשון, ר. וקפלן, י. (1966). שיטות ייעור באזורים צחיחים. ליערן, 16: 72–79.
- קורט, א. (1975). מדרוך לתכנון יערני (יער שגב). קרן קימת לישראל, קריית חיים.
- קפלן, י. (1976). שיטות ייעור. האנציקלופדיה לחקלאות, כרך ג', עמ' 357–361. תל אביב.
- קפלן, י. (1963). השימוש בקוטלי עשבים כימיים ביעור. ליערן, 13: 78–80.
- קרני, י. (1993). הדברת עשבים בקק"ל האם שגרה? עלון מידע ליערנים, 6: 16–17.
- קרשון, ר. (1972). מגמות בבחירת מיני עצים באזורים בהם מהווה רטיבות הקרקע גורם מגביל. ליערן, 22 (4): 61–70.
- רול, ג. (1998). סקר יער צעיר – יער ברייה. מחלקת יער, חבל ייעור צפון, בירייה.
- ריב, י. (2012). גידול שתילים של עצי יער. עבודה מוגשת לקק"ל.
- שטרנברג, מ. (1994). תהליכים מוקדמים של סוקצסיה לאחר הדברת צומח עשבוני בעזרת קוטלי עשבים ביערות צעירים הנטועים בהרי יהודה. חיבור לשם קבלת תואר "דוקטור לפילוסופיה", האוניברסיטה העברית בירושלים.
- שילר, ג. (2013). גידול עצי יער ויערות בישראל, ארץ של ספר המדבר. 385 עמ' <http://israelforests.files.wordpress.com/2013/10/d794d7a1d7a4d7a8-d792d799d793d795d79c-d7a2d7a6d799-d>