

דוח לתכנית מחקר מספר

837-0024-09

**השפעת מכלאות צאן על הצומח ועל הערך הנופי של יערות קק"ל:
תהליכים וממשק.**

Effects of seasonal sheep corrals on the vegetation and landscape value: processes

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות ולהנהלת ענף פרחים
ע"י

| | |
|--------------|---|
| חיים קיגל | פקולטה לחקלאות, מזון ואיכות הסביבה, אוניברסיטה עברית בירושלים |
| אריה וינוגרד | פקולטה לחקלאות, מזון ואיכות הסביבה, אוניברסיטה עברית בירושלים |
| אלי צעדי | משאבי טבע, גילת |
| יאן לנדאו | משאבי טבע, מינהל המחקר החקלאי, בית דגן |
| גיל סיאקי | קק"ל, גילת |

Jaime Kigel, Faculty of Agriculture, Hebrew University of Jerusalem.

E-mail: kigel@agri.huji.ac.il

Arie Winograd, Faculty of Agriculture, Hebrew University of Jerusalem.

Eli Zaadi, Natural Resources, ARO, Gilat

Ian Landau, Natural Resources, ARO, Bet Dagan.

Gil Siaqui, KKL, Gilat

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.

הניסויים מהווים המלצות לחקלאים: לא

חתימת החוקר

רשימת פרסומים: אין

תקציר

ביערות איקליפטוס בצפון הנגב המערבי נהוגה רעיית צאן עונתית הנחוצה לקיום עדרי הבדואים ולהפחתת העשבייה וסכנת השריפה ביער. אך, הצטברות הגללים במכלאות והתפתחות מיני קוצים לאחר נטישתם גורמת לפגיעה בייצור ביומאסה למרעה ובערך הנופי של האזור. מטרת המחקר בשנה השלישית היו ללמוד (א) השינויים החלים בקרקע של המכלאה ולאחר נטישתה, (ב) הדינאמיקה של מאגר הזרעים במכלאה ובשטח הפתוח, (ג) השינויים החלים בצמחייה לאחר נטישת המכלאה. המחקר נערך ביערות פלוגות ובארי, בגישה של vegetation chrono-sequence. אותרו מכלאות פעילות ומכלאות שננטשו בשנים שונות, בהם בוצעו סקרי צומח בטרנסקטים בשיטת step point, ודיגומי קרקע לבדיקת בנק זרעים בר נביטה. השפעת המכלאה והפגיעה הנופית נמשכת שנים רבות בגלל איטיות תהליכי סוקסציה והתאוששות הצמחייה הטבעית, התלויה בקצב התדלדלות משאבי הקרקע במכלאה. ייצור זרעים בכתם ע"י המינים הניטרופילים והקוצים מאיטה את תהליך ההתאוששות. הממצאים ישמשו לפיתוח ממשק מרחבי של מיקום מכלאות ושיקום מכלאות נטושות.

מבוא ותיאור הבעיה

ביערות בצפון הנגב המערבי, בעיקר באלה עם נטיעות של עצי איקליפטוס ממינים שונים, נהוגה רעיית צאן עונתית, החלה מאמצע החורף ועד סוף הקיץ. תקופת רעייה זו הכרחית לקיום עדרי הבדואים, וגם מפחיתה את העשבייה וסכנת השריפה ביער. אך, באתרי מכלאות הצאן קיימת פגיעה משמעותית בעצי היער, בפוטנציאל ייצור ביומאסה עשבונית לרעייה ובערך הנופי של האזור.

ניהול השטח המקובל היום מחייב את הבדואים למקם את המכלאות העונתיות באותו אתר במשך מספר שנים. כתוצאה, עומק שכבת הגללים גדל עם השנים ושטח המכלאה הופך לכתם ללא צמחים. לאחר נטישת המכלאה חל תהליך ממושך של התאוששות הצמחייה העשבונית. תחילה שולטים במכלאה הנטושה צמחים ניטרופיליים וקוצים (גדילן, ברקן, חלמית, כף אווז, ובמקומות מוצלים סירפד) (ראה דוח ראשון 2007). רק לאחר שנים חוזר באיטיות השלטון של מיני הצומח הטבעי. מכאן שההשפעה השלילית של המכלאה על מגוון מיני הצמחים ועל היצרנות של השטח היא ארוכת-טווח, עלולה להמשך כ- 10-15 שנים. יתר על כן, מכיוון שמפעם משנים את מיקום המכלאות, מתרחבים עם הזמן האתרים בהם נפגעים הצומח ועצי היער. כמו כן, נפגע הערך הנופי של האזור בגלל כתמים של הקוצים, והפגיעה בגיאופיטים מושכי קהל מבקרים (לדוגמה הכלנית).

משך תהליך ההתאוששות של הצמחייה הטבעית במכלאות, שברובה מורכבת במינים חד-שנתיים, מותנה בדינאמיקה של בנק הזרעים הנאגר בשטח המכלאה: צפיפות ומשך החיוניות הזרעים שהיו קיימים בקרקע וכוסו ע"י הגללים, של זרעי הקוצים והמינים הניטרופיליים המפצים למכלאה ע"י הכבשים בצמר

ובגללים, זרעים הנוצרים המכלאה ע"י הצמחייה הגדלה לאחר נטישתה ("ייצור מקומי"), ו"גשם זרעים" מהצמחייה הטבעית שסביב במכלאה. לכן, לפיתוח ממשק מרחבי של מכלאות פעילות ושיקום מכלאות נטושות דרוש מידע על דינאמיקה של בנק הזרעים במכלאות.

מטרות המחקר

המטרות הספציפיות בשנה השלישית למחקר (2009-10) היו:

- 1- בדיקת השינויים החלים בקרקע של המכלאה בזמן השימוש בה ולאחר נטישתה.
- 2- בדיקת הדינאמיקה של מאגר הזרעים במכלאה, בהשוואה לאתרים בלי מכלאות.
- 3- מעקב אחר השינויים החלים בצמחייה בשטח המכלאה לאחר נטישתה.

שיטות המחקר

המחקר נערך ביער פלוגות וביער בארי (ראה דוח ראשון 2007), הנתועים עם מינים שונים של איקליפטוס. כדי לחקור את מהלך וקצב השינויים בהרכב הצומח ובהרכב מאגר הזרעים בקרקע כפונקציה של הזמן מנטישת המכלאה, נקטנו בגישה של vegetation chrono-sequence. בשנה הראשונה למחקר אותרו בשני היערות מספר רב של מכלאות פעילות ושל מכלאות שננטשו בשנים שונות. האיתור בוצע על סמך סיורים בשטח, בדיקת תצלומי אוויר של היערות משנים קודמות, ומידע מהיערנים והרועים הבדויים. בהתאם למידע זה נקבע תחומי "גיל המכלאות" הנתושות. במכלאות אלה בוצעו סקרי צומח בטרנסקטים בשיטת step point, כל 30 ס"מ, כ-300 נקודות למכלאה. המכלאות לרוב עגולות, בכותר 20-30 מטר. בדיקות מקבילות נערכו בשטחים סמוכים בהם לא היו מכלאות. בנק הזרעים נבדק ע"י דיגום לפי שכבות עומק: שכבת גללים עליונה (שכבה חדשה עם גללים שלמים), שכבת גללים מתפוררים (משנים קודמות) וקרקע מתחת לגללים (דיגום לעומק 5 ס"מ קרקע). לכל מכלאה היו 5 נקודות דיגום. הערכת צפיפות בנק הזרעים נערכה ע"י הנבטת דוגמאות הקרקע בבית רשת בפקולטה לחקלאות, רחובות. הדוגמאות היו במיכלי פלסטיק 20X20 ס"מ, עומק הקרקע 2 ס"מ, על שכבת ורמיקולית מס' 2 לשמירת לחות. ההנבטה בהשקיה כל 3-4 ימים. הצצת הנבטים נבדקה בין דצמבר למרץ, בתנאי טמפרטורה ותאורה טבעיים. הנבטים זוהו, נספרו והורחקו מהמגשים.

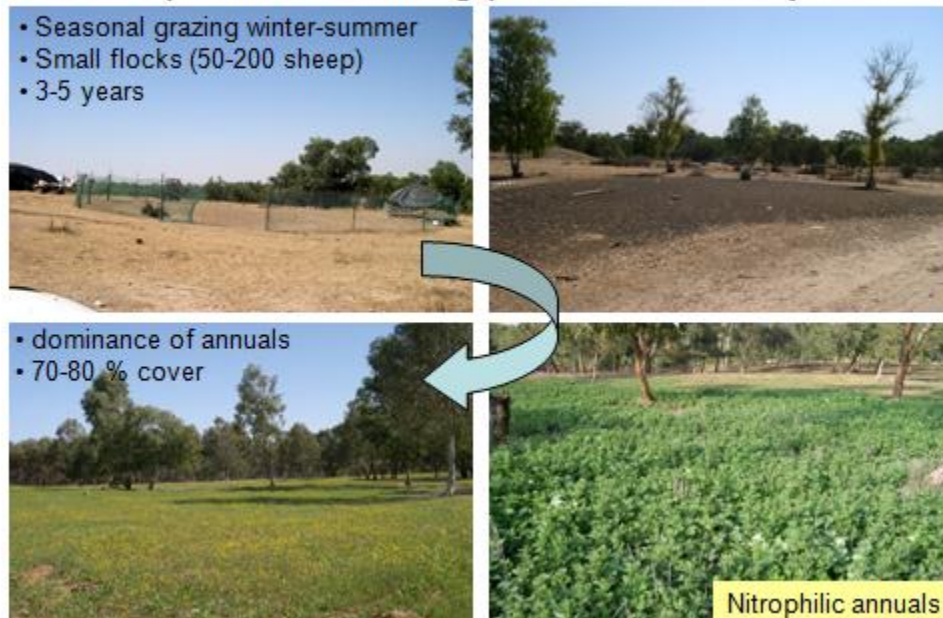
תוצאות

רצף השינויים החלים בצמחייה במכלאות לאחר נטישתם

במכלאות הממוקמות מספר שנים באותו אתר, מצטברת שכבה של גללים בעומק 20-30 ס"מ. בשכבה העליונה הגללים שלמים. תחתיה שכבת גללים בשלבים שונים של התפוררות. במכלאות הפעילות ברציפות מספר שנים, הולכת ונוצרת מתחת לשכבות הגללים סולית קרקע קשה ובה הצטברות מלחים מהפרשות הכבשים, עד יצירת אופקים בהירים בקרקע.

במכלאות הפעילות ובאלה שננטשו לאחרונה (1-2 שנים) אין כמעט צמחים בשטח המכלאה. בבדיקות הראשוניות של מאגר הזרעים שנדגמו במכלאות באופקי הגללים ובקרקע נמצא בנק זרעים בצפיפות גבוהה יחסית עם מספר מינים. בנק זרעים זה לא מתבטא בשטח המכלאה, למרות שהזרעים חיוניים ונובטים לאחר השקיית דוגמאות הקרקע. מכאן שבשטח המכלאה הם מעוכבים, אולי ע"י המליחות הגבוהה בקרקע המכלאה. לאחר כשנתיים מנטישת המכלאה, מתחילה להופיע צמחייה עם שליטה של קוצים ומינים ניטרופיליים (ציור 1). הופעתם כרוכה כנראה בשטיפת הקרקע ע"י הגשמים, המפחיתה מליחות ומסלקת תרכובות אללופתיות. בתנאי תאורה מלאה השליטה היא של גדילן מצוי, מיני חלמית, כף אווז האשפות, ובצל השליטה של סירפד הכדורים. שליטה של מינים אלה דועכת תוך הופעת מיני הצמחייה הטבעית בתהליך של סוקסציה לשינויים החלים במשאבים בקרקע.

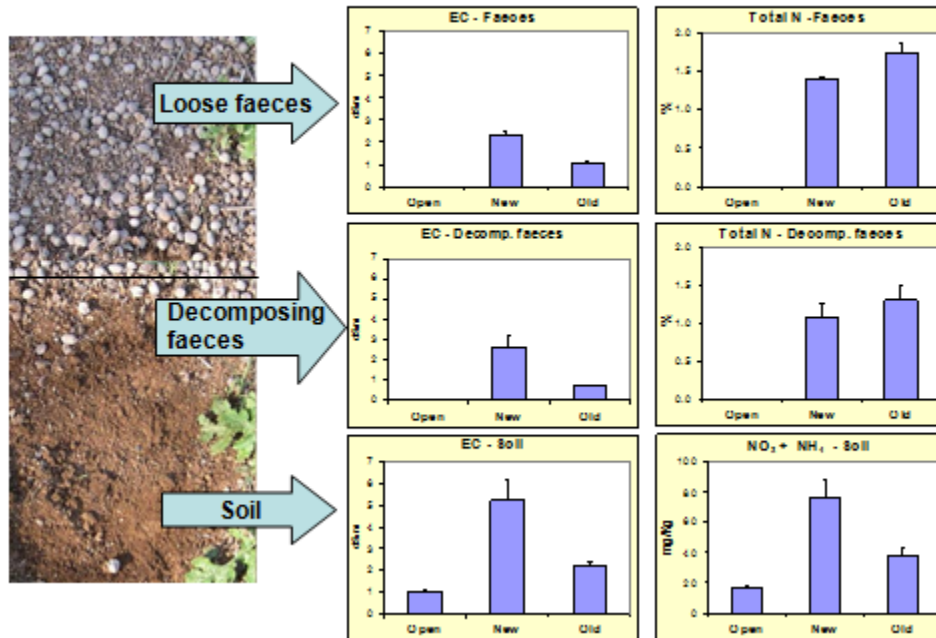
Recovery of the natural vegetation in abandoned sheep corrals is a long process ~15-20 years



ציור 1- מהלך התאוששות הצמחייה לאחר נטישת המכלאה. יער פלוגות.

רמת המליחות (EC) בשכבות הגללים, בגללים המתפרקים ובקרקע שמתחת לגללים גבוהה מאד במכלאות פעילות או שננטשו לאחרונה (1-2 שנים), ויורדת בצורה משמעותית לאחר 3-5 שנים מהנטישה בגלל שטיפה ע"י הגשמים. מליחות הקרקע גבוהה בהשוואה לשטח הפתוח בו לא היו מכלאות (ציור 2). רמת ה-N נשארת גבוהה בגללים אך יורדת עם הזמן בקרקע שמתחת לגללים. כעבור 5-5 שנים מהנטישה רמת החנקן בקרקע כפולה מזו שבקרקע השטח הפתוח (ציור 2).

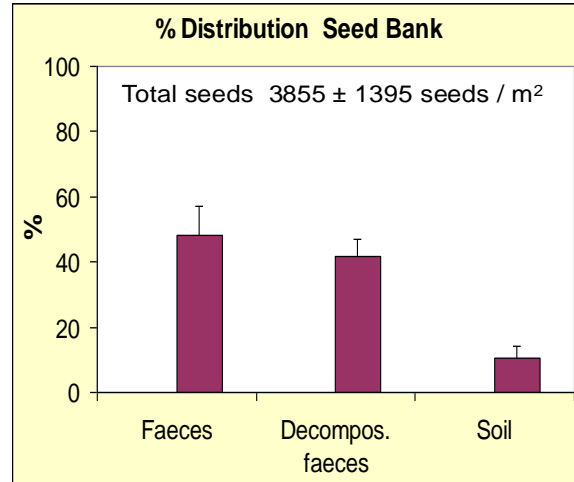
Soil conditions in abandoned corrals vs. open field



ציור 2- רמת המליחות (EC) והחנקן בשכבת הגללים, הגללים המתפרקים והקרקע במכלאות פעילות או 1-2 שנים לאחר נטישתם (New), אחרי 3-5 שנים מנטישתם (Old), או בקרקע השטח הפתוח (Open). יער בארי.

דינאמיקה של בנק הזרעים במכלאות נטושות

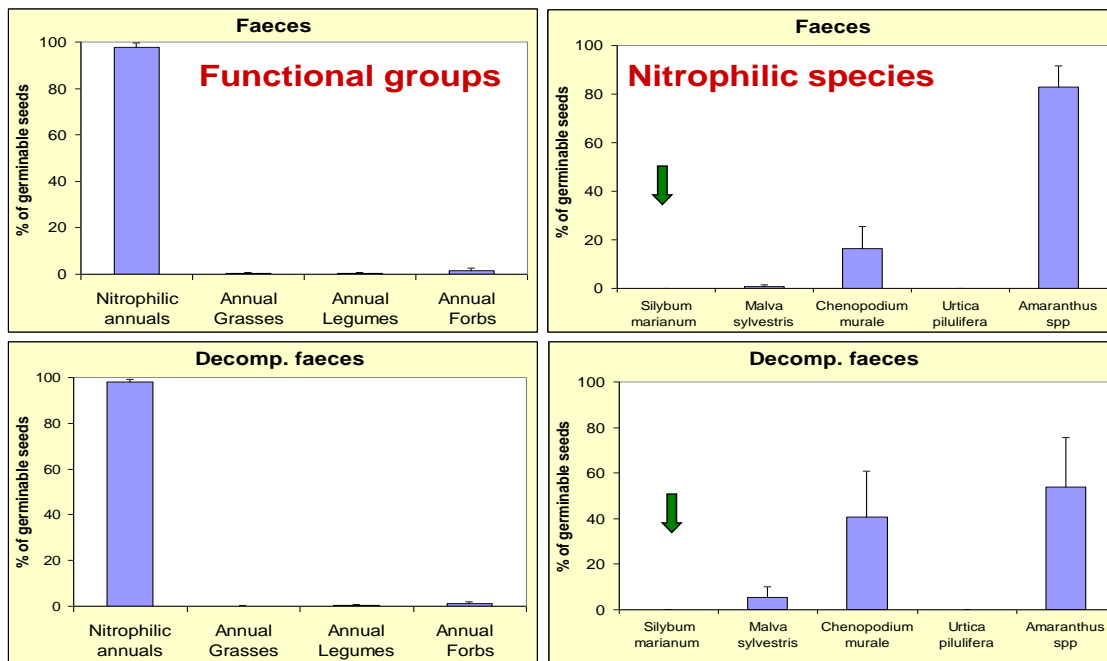
התפלגות בנק הזרעים בין השכבות השונות במכלאות נטושות 3-5 שנים מוצגת בציור 3. למרות השונות הגבוהה בצפיפות בנק הזרעים בין המכלאות, דגם ההתפלגות היה אחיד, עם מרבית הזרעים בשכבות הגללים. כ-10% בלבד מהזרעים נמצאו בשכבת הקרקע.



צור 3- התפלגות בנק הזרעים בין השכבות השונות במכלאות נטושות 3-5 שנים.

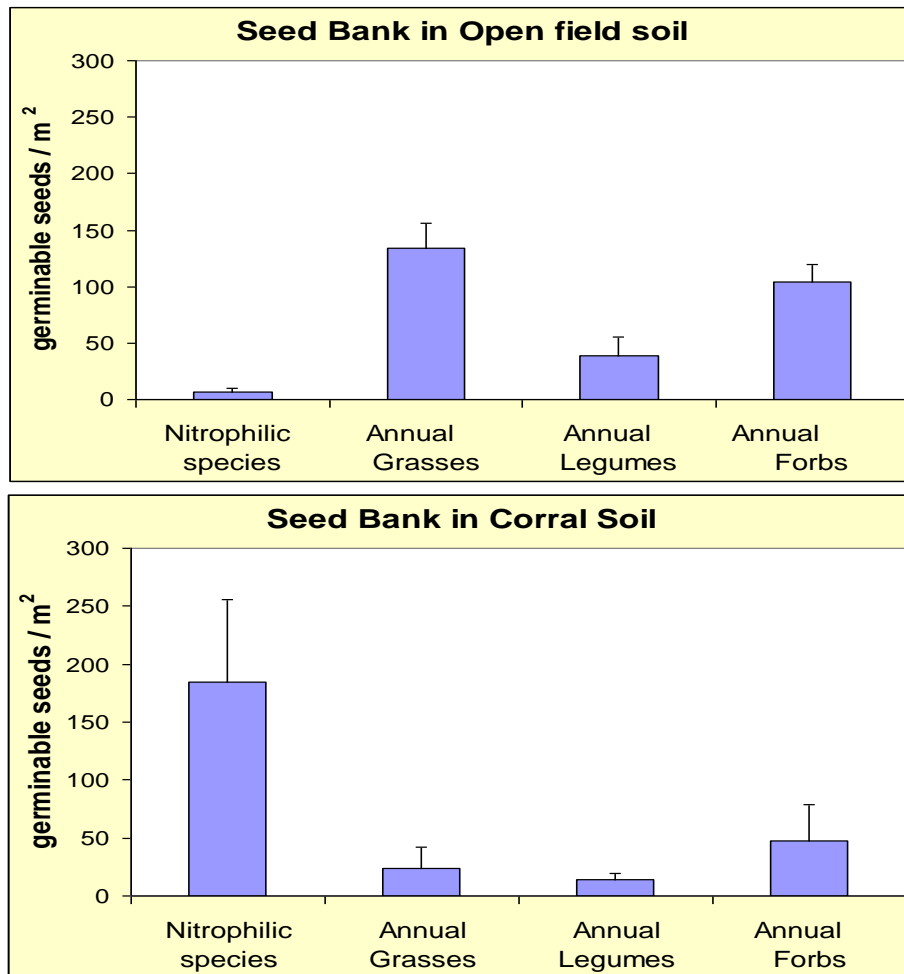
בשכבות הגללים של מכלאות פעילות או לאחר 1-2 שנים מנטישתם, שמרבית הזרעים היו של מינים ניטרופיליים (חלמית, כף אווז, מיני ירבוז), וכמות מזערית של רחבי עלים חד-שנתיים. בולטת העובדה שלא נמצאו בגללים זרעים של גדילן, מין דומיננטי במכלאות נטושות ביער פלוגות (צור 4).

Corrals in use - Seed bank in sheep faeces



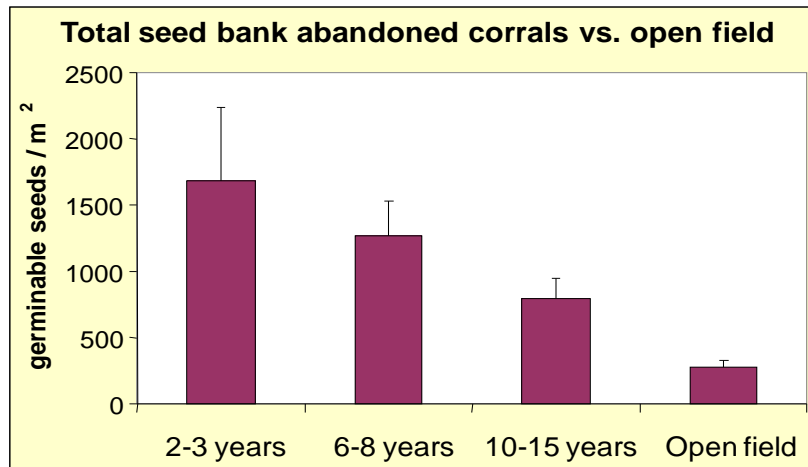
צור 4- התפלגות זרעים של קבוצות עשבניים חד-שנתיים (ניטרופיליים, דגניים, קטניות ורחבי עלים) במכלאות פעילות או לאחר 1-2 שנים מנטישתם. יער בארי.

בשכבת הקרקע שמתחת לגללים מרבית הזרעים היו של המינים הניטרופיליים, אך נמצאה גם כמות משמעותית של דגניים, קטניות ורחבי עלים (ציור 5). זרעים אלה יכולים לשמש כמקור להתחדשות הצמחייה הטבעית במכלאה לאחר נטישתה. צפיפות הזרעים של דגניים, קטניות ורחבי העלים בשכבת הקרקע במכלאות הייתה נמוכה ($P < 0.01$) מזו שבקרקע השטח הפתוח. בשטח הפתוח מרבית הזרעים בקרקע היו של דגניים ורחבי עלים, עם מיעוט ניטרופיליים (ציור 5). בגלל מיעוט הזרעים של הצמחייה הטבעית הנותרים במכלאות, יתכן שהתאוששותה בשטח המכלאה תלויה בגשם זרעים מהצמחייה שמסביב למכלאה הנטושה.

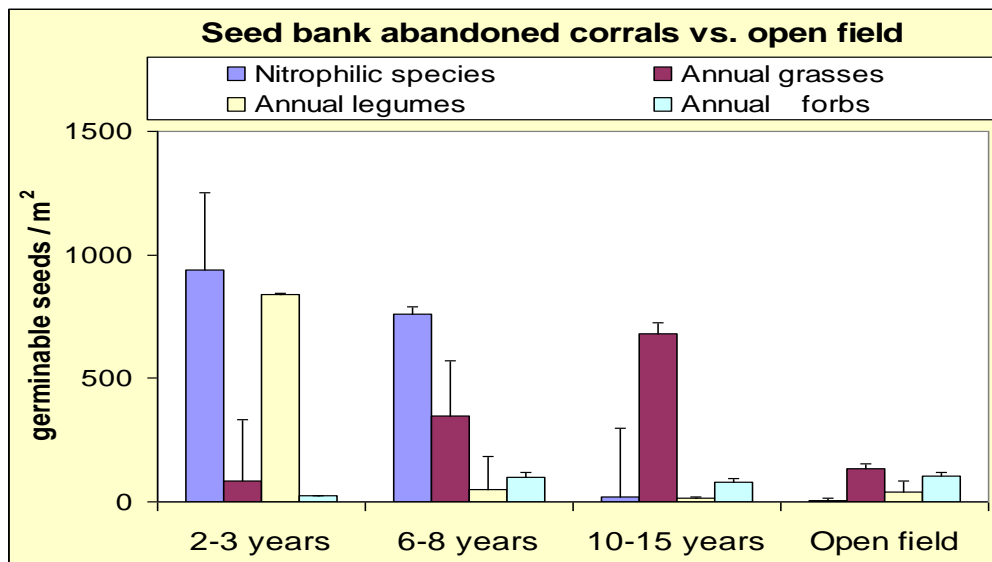


ציור 5- צפיפות זרעים מקבוצות הצמחים השונות בשכבת הקרקע (עומק 5 ס"מ) בשטח הפתוח ובמכלאות פעילות או לאחר 1-2 שנים מנטישתם. יער בארי.

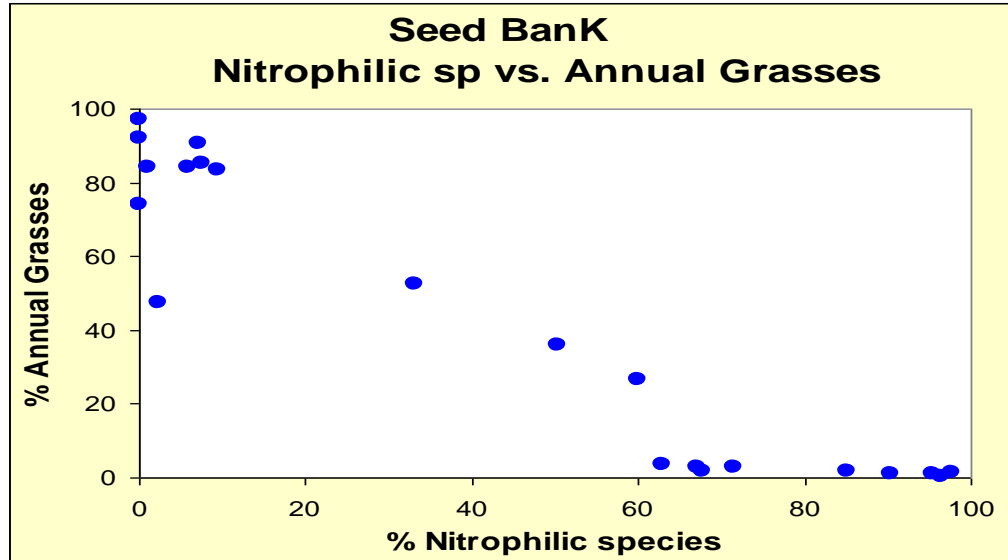
בדיקת שינוי ארוך טווח של צפיפות בנק הזרעים במכלאות נטושות נערך ביער פלוגות. ניתוח התוצאות מראה על ירידה הדרגתית של כלל בנק הזרעים (כל השכבות ביחד)(ציור 6). אך גם לאחר 10-15 שנים צפיפות הזרעים גבוהה מזו שבשטח הפתוח. יתר על כן, ניתן להבחין בהפחתה מהירה של בנק הזרעים של מינים ניטרופיליים וקטניות ועליה מהירה של צפיפות הזרעים של הדגניים, המגיעה לרמה גבוהה מזו בשטח הפתוח (ציור 7). לעומת זאת, צפיפות בנק הזרעים של קטניות ורחבי עלים אחרים משתווה לרמות המאפיינות את השטח הפתוח תוך 6-8 שנים. קיים קשר הפוך בין צפיפות בנק הזרעים של המינים הניטרופיליים והדגניים החד-שנתיים (ציור 8).



ציור 6- שינוי בנק הזרעים בר נביטה עם הזמן במכלאות נטושות ביער פלוגות לעומת בנק הזרעים בשטח פתוח.



ציור 7- השתנות צפיפות בנק הזרעים של קבוצות חד-שנתיים עיקריים עם הזמן לאחר נטישת המכלאה בהשוואה לבנק הזרעים בשטח הפתוח. יער פלוגות.

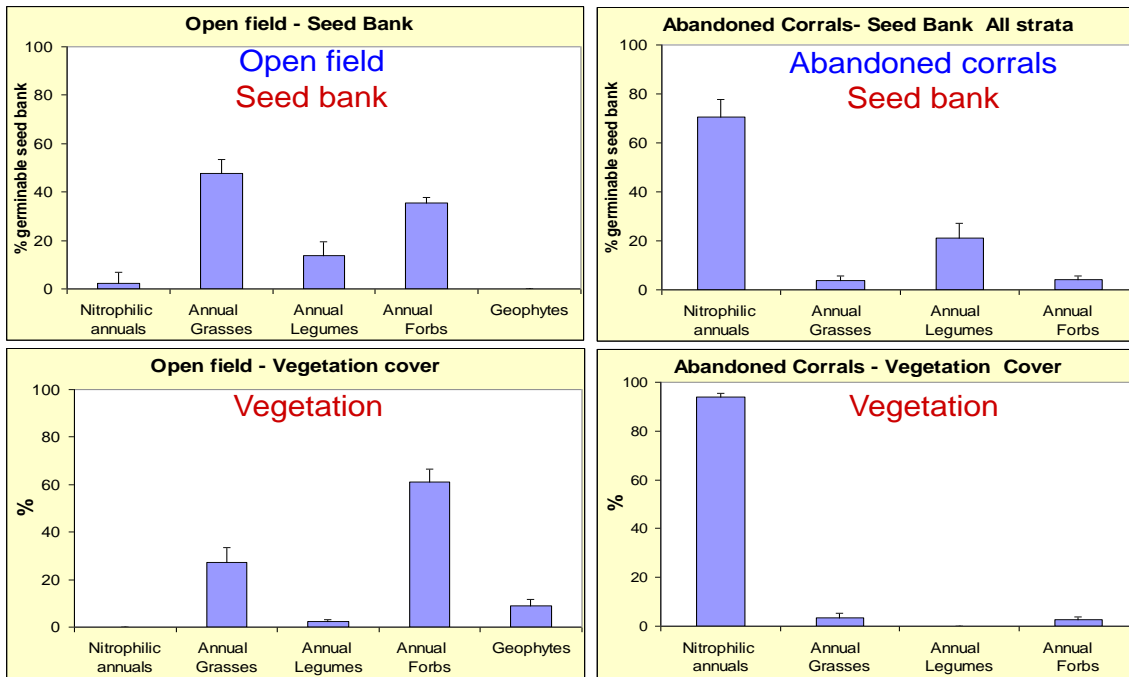


ציור 8- קיים קשר הופכי בין הכמות היחסית של זרעי ניטרופיליים ודגניים חד- שנתיים במכלאות נטושות.

הקשר בין בנק הזרעים לבין כיסוי הצומח

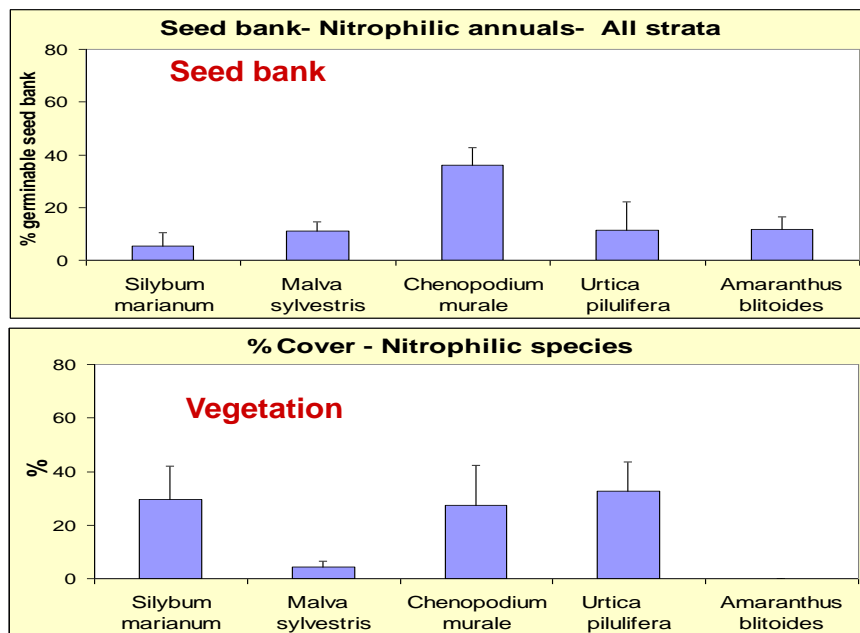
נמצא קשר בין חלקם היחסי (%) של זרעי קבוצות הצמחים והמינים השונים בבנק הזרעים לבין הכיסוי (%) שלהם בצמחייה במכלאות הנטושות ובשטח הפתוח פרט לקבוצת הקטניות (ציור 9). לקטניות היה ייצוג גבוה בבנק הזרעים אשר לא בא לביטוי בצמחייה. מימדי הצמחים של מיני הקטניות הנפוצות (תלתן חקלאי למשל) הם קטנים יחסית, וכנראה נדחקים תחרותית ע"י מינים גדולים יותר לאחר הצצת הנבטים. גם במינים הניטרופיליים קיים קשר ברור בין צפיפות בנק הזרעים והכיסוי בצמחייה, פרט למיני הירבוז (ציור 10). למרות המצאות זרעי ירבוז במכלאות, לא נצפו צמחי ירבוז בסקרים שנערכו באמצע החורף ובתחילת האביב בשטח המכלאות ובשטח הפתוח. יתכן שמקור הזרעים בשטחים חקלאיים הקרובים ליערות בהם רועים הכבשים לאחר הקציר. מיני ירבוז אינם נובטים בטמפרטורות קרקע הנמוכות יחסית, השוררות בחורף ובתחילת האביב, ולכן אינם מופיעים בצמחייה.

Seed bank vs. Vegetation 3- 5 years abandoned corrals



צור 9- הקשר בין בנק הזרעים לצמחייה במכלאות נטושות ובשטח הפתוח. יער בארי.

Nitrophilic annuals – Vegetation vs. seed bank 3- 5 years after abandonment



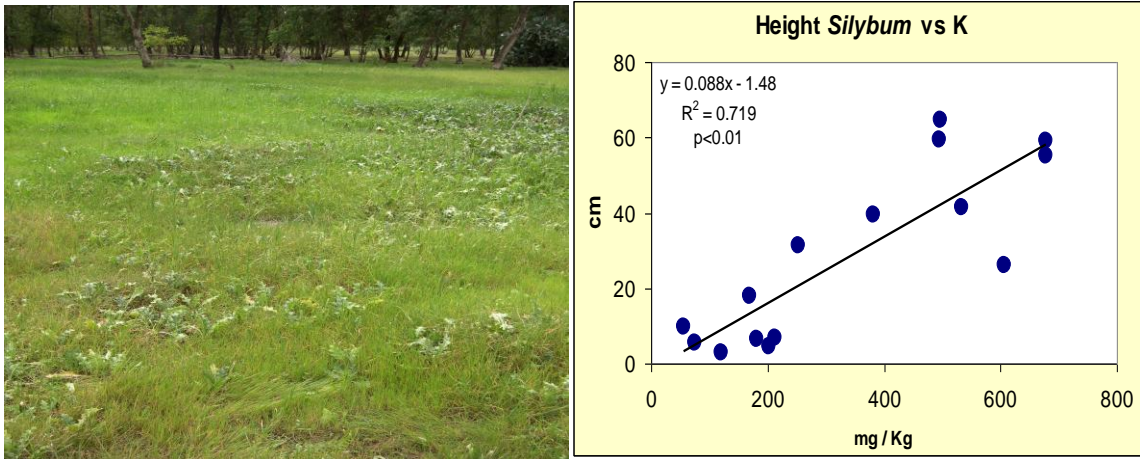
צור 10- הקשר בין בנק הזרעים של המינים הניטרופיליים והצמחייה במכלאות נטושות. יער בארי.

שאלת התפשטות הקוצים בשטח היער

מהתצפיות הראשוניות ביערות בארי ופלוגות בולטת העובדה שהמינים הניטרופילית והקוצים מוגבלים ברובם לשטח המכלאות הנטושות, ולא מתפשטים לסביבה הקרובה. למכלאות הצאן צורה עגולה בכותר 20-30 מ', לפי גודל העדר. בהתאם, גם לכתם הצמחייה המתפתחת בשטח המכלאה צורה של עיגול הנשמרת במשך שנים לאחר נטישת המכלאה. יתר על כן, קיים מדרג חד וברור בגבולות המכלאה, בין צמחיית המכלאה לצמחייה שסביב לה. עובדה זו מקלה על זיהוי של מכלאות נטושות בשטח ובתצולמי אוויר, בהם המכלאות מופיעות ככתמים ירוקים עגולים.

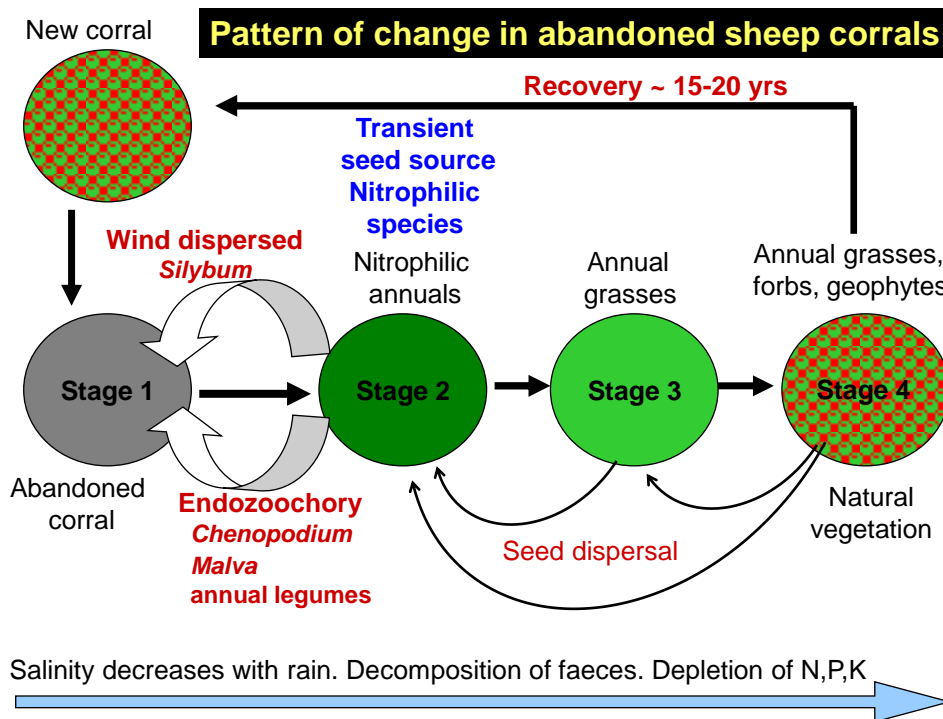
נשאלות שתי שאלות:

א- מה מונע התפשטות המינים הניטרופיליים והקוצים מחוץ לתחומי המכלאות?
המינים הניטרופיליים מגיבים בצמיחה נמרצת לרמות גבוהות של משאבי קרקע. לכן הם המינים הדומיננטיים והתחרותיים במכלאות הנטושות ודוחקים את הצמחייה הטבעית המורכבת ממנים נמוכים ופחות תחרותיים. עם חלוף השנים שטיפת המינרלים ע"י הגשם, ניצול משאבי הקרקע על ידי המינים הניטרופיליים עצמם, ופעילות בקטריאלית בקרקע גורמים לירידה הדרגתית בזמינות משאבי הקרקע. התדלדלות זו גורמת לצמצום הצמיחה של המינים הניטרופיליים ולהקטנת כושר התחרות שלהם, ומאפשרת חדירת הצמחייה הטבעית לשטח המכלאה. לדוגמה, ירידה בגובה צמחי גדילן עם הירידה בזמינות K בקרקע (ציור 11). במקרה של זרעים של מינים ניטרופיליים הנפוצים מהמכלאות לשטח הפתוח, הצמחים המתפתחים מהם נמוכים וקטנים, ויתכן ומפסידים בתחרות עם הצמחייה הטבעית המותאמת לקרקעות הלס העניות שבאזור. לדעתנו, מסיבה זו מינים ניטרופיליים לא מצליחים להתבסס ולהגיע לחנטת זרעים מחוץ לשטח המכלאות.



ציור 11- הקשר בין רמת K בקרקע לבין התארכות צמחי גדילן במכלאות נטושות. עם ירידה ברמת משאבי הקרקע מתקבלים צמחים נמוכים ופחות תחרותיים, הנחקים ע"י הצמחייה הטבעית. יער פלוגות.

ב- איך מגיעים הזרעים של מינים ניטרופיליים וקוצים לשטח המכלאה?
 זרעים של מינים ניטרופיליים מופצים באופן עצמאי ע"י רוח (גדילן) או באמצעות גללי הכבשים (חלמית, כף אווז). סביר להניח שזרעים אלה לא נובטים במכלאות זמן קצר לאחר נטישתם בגלל מליחות יתר, או תרכובות בגללים המעכבות נביטה. עם נטישת המכלאה ושטיפת הקרקע, מינים אלה נובטים ודוחקים מינים מהצמחייה הטבעית שזרעיהם שרדו בקרקע המכלאה. שליטתם בכתם המכלאה מתחזק בהמשך ע"י ייצור מקומי מוגבר של זרעים. כאמור, שליטת הניטרופיליים במכלאה דועכת עם דילדול משאבי קרקע וחדירה של מיני הצמחייה הטבעית. בשלב ראשון יש שליטה של דגניים גבוהים יחסית (מיני ברומית, זון אשון) בכיסוי צפוף, ואחריה הופעה של דגניים נמוכים (עוקצר, דגנין), רחבי עלים (מיני לחך, מורכבים) ותחילת הופעת גיאופיטים, כולל כלנית מצויה. מהתצפיות ביערות בארי ופלוגות, תהליך התאוששות הצמחייה הטבעית נמשך כ- 12-15 שנים לאחר נטישת המכלאה. מודל קונצפטואלי של התהליך מוצג בציור 12.



ציור 12- מודל קונצפטואלי של דינאמיקה של הצמחייה במכלאות נטושות.

סיכום ומסקנות

השפעת המכלאה והפגיעה הנופית נמשכת שנים רבות בגלל איטיות תהליכי סוקסציה והתאוששות הצמחייה הטבעית, התלויה בקצב התדלדלות משאבי הקרקע במכלאה. ייצור זרעים בכתם ע"י המינים הניטרופילים והקוצים מאיטה את תהליך ההתאוששות. מומלץ למנע ייצור הזרעים של מינים אלה על ידי קציר הביומאסה ו/או רעייה מכוונת בשטח המכלאה, שיתרמו גם לדילול משאבי הקרקע בתוכה. תוספת "בנק זרעים" מהצמחייה הטבעית על ידי פיזור שכבה עליונה של קרקע (כ-5 ס"מ) מהשטח הפתוח במכלאה עשוי לזרז את תהליכי הסוקסציה ושיקום שטח המכלאה.

סיכום עם שאלות מנחות

| |
|---|
| מטרות המחקר תוך התייחסות לתוכנית העבודה. |
| מטרת המחקר בשנה השלישית הייתה ניתוח דינאמיקה של בנק הזרעים בשטח המכלאה לאחר נטישתה והקשר לצומח המתפתח בכתם המכלאה. |
| עיקרי הניסויים והתוצאות. |
| נערכו סקרי צומח וקרקע של מכלאות צאן פעילות ונטושות, לבדיקת דינאמיקה של בנק הזרעים והתאוששות הצמחייה הטבעית בכתם המכלאה. השפעת המכלאה נמשכת שנים רבות בגלל איטיות תהליכי סוקסציה התאוששות הצמחייה הטבעית, התלויה בקצב התדלדלות משאבי הקרקע במכלאה. |
| מסקנות מדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו. האם הושגו מטרות המחקר לתקופת הדוח? |
| התוצאות ישמשו לפיתוח ממשק ניהול מרחבי של מיקום מכלאות, ושיקום מכלאות נטושות. |
| בעיות שונתרו לפתרון ו/או שינויים (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) שחלו במהלך העבודה; התייחסות המשך המחקר לגביהן, האם יושגו מטרות המחקר בתקופה שונתרה לביצוע תוכנית המחקר? |
| בדיקת הקשר בין מהלך הסוקסציה לשינויים ברמת המינרליים בקרקע בשטח המכלאה. פיתוח שיטת ממשק הגללים. |
| הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח: פרסומים בכתב - ציטט ביבליוגרפי כמקובל בפרסום מאמר מדעי; פטנטים - יש לציין שם ומס' פטנט; הרצאות וימי עיון - יש לפרט מקום, תאריך, ציטוט ביבליוגרפי של התקציר כמקובל בפרסום מאמר מדעי. המידע נמסר בהרצאות ליערני מחוז דרום. אין עדיין פירסומים. |
| פרסום הדוח: אני ממליץ לפרסם את הדוח: (סמן אחת מהאופציות) |
| רק בספריות <input type="checkbox"/> |
| ללא הגבלה (בספריות ובאינטרנט) X <input checked="" type="checkbox"/> |
| חסוי - לא לפרסם <input type="checkbox"/> |
| האם בכוונתך להגיש תוכנית המשך בתום תקופת המחקר הנוכחי? כן* - לא - |
| כן <input type="checkbox"/> |

*יש לענות על שאלה זו רק בדוח שנה ראשונה במחקר שאושר לשנתיים, או בדוח שנה שניה במחקר שאושר לשלוש שנים