

## **רעיית עזים ככלי ממשקי להפחתת כיסוי גדילן מצוי וברקן סורי**

עבודת גמר

מוגשת לפקולטה לחקלאות, מזון וסביבה ע"ש רוברט ה. סמית

האוניברסיטה העברית בירושלים

לשם קבלת תואר

"מוסמך למדעי החקלאות"

מאת

עדי ארביב

יוני 2015

רחובות

סיוון תשע"ה

עבודה זו נעשתה בהדרכת :

**דר' יאן לנדאו**, המחלקה למשאבי טבע, המכון למדעי הצמח, מנהל המחקר החקלאי, מרכז וולקני, בית דגן.

**פרופ' חיים קיגל**, המכון למדעי הצמח וגנטיקה בחקלאות, הפקולטה למדעי החקלאות, המזון ואיכות הסביבה, רחובות.

## תודותיי

**לבורא עולם**, "ואילו פיננו מלא שירה כים... אין אנו מספיקים להודות לך... על אחת מאלף אלפי אלפים ורבי רבבות פעמים הטובות שעשית עמנו".

**לד"ר יאן לנדאו**, על ההזדמנות הגדולה והמיוחדת שנתן לי להוביל מחקר זה, על ההדרכה הצמודה, על ההשראה הגדולה כחלק ממקוריות וחדות מחשבה ועל התמיכה כמורה דרך ולא רק כמנחה.  
**לפרופ' חיים קיגל**, על הידע העשיר ורב ניסיון עם חוש טבעי לעולם הצמח ועל ההדרכה הנעימה.

אנשים טובים באמצע הדרך...

**לחוסין מוקלדה**, על הסבלנות הרבה לתת מענה ועזרה בכל שאלה ובכל נושא עד לפרט הקטן ביותר ועל הביטחון והאמונה שהשתדל להשריש בי.

**לד"ר צח גלסר**, על הידע והמקצועיות בכל מה שקשור ל"תורת העזים".

**לליאת הדר**, על הליווי והייעוץ המחקרי בפארק רמת הנדיב בכל עת.

**לעובדי הדיר**, רועי הצאן והמתנדבים, שנתנו יד ותמיד בשמחה.

**ללבנה דבש**, על העזרה הרבה, על הסבלנות ועל קבלת הפנים הלבבית בכל ביקור במעבדתה.

**לד"ר הילרי פוט**, על הסיוע הפנומנלי בסטטיסטיקה.

**לד"ר אשר בר-טל ולרנין שוואהנה**, על ההכוונה בביצוע בדיקות הניטראטים ועל הזמינות והפתיחות לעבוד במעבדתם.

**לצוות רמת הנדיב**, על הארת הפנים בכל דבר שביקשתי, על מתן סיוע מקצועי מקסימאלי ועל ההיכרות עם אנשים מגוונים ומעניינים.

**לבעלי היקר**, שתמך, דחף ועודד לסיום כתיבת העבודה במסירות וביצירתיות רבה.

**להוריי הנפלאים**, על התמיכה הענקית בכל מה שקשור לעבודה זו, מנפשית ועד כלכלית ועל התפילות הרבות של אמי.

**לחברותיי**, על שהאמינו ביכולותיי, היו אוזן קשבת, ליוו ועזרו בכל דרך אפשרית.

## תקציר

בשטחים הנתונים תחת רעיית בקר בלחץ גבוה וסביב מקומות ריכוז העדר- שוקת, מרבץ ומכלאות בפרט, עלולה להיות השפעה על ההרכב ועל המבנה הפיסיקלי של הקרקע. במקומות אלו ריכוזי החנקן בקרקע גבוהים עקב הצטברות פרש הבקר ובסמוך להם מתפתחים צמחים ניטרופילים, ביניהם צמחים גבוהים וצפופים, חלקם קוצניים, כגון גדילן מצוי *Milk Thistle (Silybum marianum)* וברקן סורי (*Notobasis syriaca*, Syrian Thistle), חד-שנתיים ממשפחת המורכבים. דומיננטיות מינים אלו קשורה לצמיחתם הווגטטיבית המהירה ברמות גבוהות של משאבי קרקע המדכאת מינים סמוכים, ליצור זרעים רב, למנגנון יעיל לפיזור זרעים ולאחוזי נביטה גבוהים. היכולת של המינים הניטרופילים להגיב בצמיחה נמרצת לרמות גבוהות של משאבי קרקע וניצולם היעיל, הופכת אותם למינים דומיננטיים ותחרותיים באזורי מכלאות בקר. הצמחייה הניטרופילית פוגעת באיכות המרעה ומהווה מפגע נופי. קיימות שיטות שונות למיגור צומח לא רצוי, כגון: הדברה כימית, שימוש באמצעים מכאניים להסרת שכבת הקרקע העליונה עם בנק הזרעים, עקירה ושריפות יזומות. בעבודה זו נחקר פתרון אפשרי לבעיית התפשטות הגדילן והברקן - שימוש ברעיית עזים מכוונת (targeted grazing) ככלי ממשקי לניהול צמחיית השטח. רעיית עזים ידידותית יותר לסביבה, עלותה נמוכה יותר ובחירת הצמחים נעשית באופן מבוקר כך שלא נגרם הרס כולל של הצומח. הגורם המגביל בצריכת צמחים ניטרופילים הוא הניטראט, אשר בריכוזים גבוהים נחשב כרעיל למעלי גירה.

בישראל לא בוצעו בעבר מחקרים על רעיית עזים מכוונת. ברמת הנדיב נוסו שיטות שונות למיגור גדילן מצוי וברקן סורי אך ללא הצלחה, על כן בדקנו האם רעיית עזים מכוונת תתרום להדברת מינים אלה. פארק הטבע רמת הנדיב נמצא בקצהו הדרומי של רכס הכרמל. סקר מקדים העלה שחורשת הברושים הנמצאת במרכז הפארק היא "hot spot" מקומי ובו ריכוז של 16 מינים נדירים של צמחים, שחלקם נמצאים בסכנת הכחדה בישראל. אולם משנת 1990 מתקיימת בשטח זה רעיית בקר עונתית שמטרתה להפחית את כמות הצומח העשבוני העלול לשמש חומר בעירה לשריפות. סביב מכלאת הבקר הקרובה לשטח בו נמצאים המינים הנדירים התפשטה צמחייה ניטרופילית המסכנת את המשך קיומם.

מטרות העבודה היו: (1) לבדוק האם צמחים ניטרופילים רעילים לעזים. (2) לבדוק האם ניתן להגדיל אכילת גדילן מצוי וברקן סורי ע"י עזים באמצעות התניה מוקדמת (pre-conditioning). (3) לבדוק האם גדיים שנולדו לאימהות שאכלו גדילן מצוי וברקן סורי במהלך תקופת ההנקה, יצרכו יותר מצמחים אלה לאחר הגמילה מחלב עזים, כתוצאה מהרגלה דרך טעמי החלב וע"י חיקוי התנהגות האם. (4) לבדוק האם באמצעות רעיית עזים ניתן להפחית ביומסה של גדילן מצוי וברקן סורי. (5) לבדוק האם זרעי גדילן מצוי וברקן סורי שנאכלו ע"י העזים עוברים דרך מערכת העיכול.

העזים שהשתתפו במחקר היו מגזע ממבר ומגזע דמשקאי. העזים שהשתתפו בניסוי חולקו לשש קבוצות: שלוש קבוצות "הרגלה" (סה"כ 22 עזים) ושלוש קבוצות "ללא הרגלה" (סה"כ 20 עזים). מטרת ההרגלה לגרום לעזים להגדיל את העדפתן למזון שאינו בראש סדר העדיפויות שלהן. במשך 14 ימים צמחי גדילן מצוי וברקן סורי הוגשו יחד עם מנת התערובת שהעזים מקבלות בבוקר לפני היציאה למרעה. המזון הוגש להם כצומח קצוץ יחד עם תערובת טחונה לאבקה על מנת לעודד את אכילתן כפידיבק חיובי (positive feedback). דגימות דם לתפקודי כבד (AST) נלקחו מ-14 עזים, לבדיקת אפשרות של הרעלת ניטראטים. המעקב ההתנהגותי אחר ההרגלה נקבע עפ"י תצפיות בשטח בשיטת Altmann (1974): נקבע שיעור זמן אכילת צמח המטרה (ברקן סורי/גדילן מצוי) ויתר מיני הצומח בשטח. התצפיות בוצעו בשטח שגודר וחולק לשש חלקות

בנות 1.8 דונם כל אחת. נעשו חתכי צומח בכל אחת משש החלקות, לקביעת צפיפות הגדילן המצוי והברקן הסורי לפני רעיית העזים ולאחריה.

בשלב הבא, השתתפו גדיות גמולות בנות העזים שנבחרו לניסוי הבוגרות. לגדיות היו 20 ימי חשיפה לגדילן-ברקן דרך יניקת חלב, ובנוסף חשיפה לצמחים באופן ישיר בזמן ההרגלה יחד עם אמותיהן. הגדיות חולקו לשלושה טיפולים, כל אחד עם שלוש או ארבע קבוצות של גדיות (חזרות): א) הרגלה (23 גדיות בארבע קבוצות), ב) "ללא הרגלה" (19 גדיות בארבע קבוצות), ג) ביקורת (13 גדיות בשלוש קבוצות). בטיפול ביקורת האימהות לא נחשפו לגדילן ולברקן במסגרת הניסוי-לא בשלב ההרגלה ולא בשלב התצפיות. בשלב זה נבדקה הנטייה לצרוך את צמחי המטרה ואת ההעדפה להם בהשוואה לחציר, בשלושת הטיפולים. לבסוף נבחנה השאלה האם זרעי גדילן מצוי שנאכלו ע"י עזים מופרשים בגללים, על מנת לבדוק האם עזים מפיצות את הזרעים בגללים. בניסוי השתתפו 9 צפירות אשר חולקו ל-3 קבוצות, כל קבוצה קיבלה מנת זרעים שונה: 25 גרם (כ-1022 זרעים), 50 גרם (כ-2045 זרעים), 100 גרם (כ-4090 זרעים). הגללים יובשו ולאחר מכן רוסקו ונבדקה נוכחות הזרעים בתוכם.

בניסויים התקבלו התוצאות הבאות:

- גדילן מצוי וברקן סורי מכילים אחוזי ניטראטים בערכים המוגדרים כמזיקים לבריאות בע"ח. אולם, בבדיקת תפקודי כבד בדם העזים לא נמצאה פגיעה בבריאותן לאחר אכילת מינים אלה.
- בעזים שעברו התניה מוקדמת, שיעור זמן תצפיות אכילת הברקן במרעה היה גבוה יותר בהשוואה לעזים שלא עברו טיפול התניה (%30.3 לעומת %20.6,  $p=0.0005$ ). הבדלים אלו אף התחדדו בתצפיות בשעות הצהריים: %38.3 לעומת %23.2. נמצאה מגמת עלייה בזמן אכילת הברקן במהלך החזרות באופן מובהק ( $p<0.0001$ ).
- גדיות שנמצאו ליד אמותיהן בזמן ההתניה המוקדמת נטו לצרוך יותר גדילן בניסויי העדפה עם חציר ( $p=0.08$ ).
- בסקר צומח אשר בדק את צפיפות הקוצים (גדילן מצוי וברקן סורי) לאחר עונת רעייה אחת, נמצא שצפיפותם ירדה בכ-85% בממוצע ( $p=0.005$ ).
- כמות הזרעים של גדילן מצוי שנמצאה בגללים מועטה מאוד. ההסתברות שיתגלה זרע אחד או יותר לגרם גללים הייתה 0.0054, המקבילה לזרע אחד בממוצע לכמות גללים המופרשת על ידי עז אחת ביום.

על כן ניתן לומר שרעיית עזים עשויה להיות כלי מועיל בהפחתת הכיסוי והביומסה של גדילן מצוי וברקן סורי בשטחים הסמוכים למכלאות בקר. מכאן שניתן לשלב רעיית עזים בממשק הדברה של קוצים בשטחים אלה, בנוסף ואולי במקום שיטות הדברה כימיות ומכאניות הפוגעות בסביבה. בניגוד לבקר, האוכל רק עלים וגבעולים של צמחי גדילן וברקן, העזים אוכלות גם את תפרחותיהם ובכך הן מונעות את הפצת הזרעים של מינים אלו.

**תוכן עניינים**

7.....רשימת קיצורים.....

8.....1. מבוא.....

11.....2. סקירת ספרות.....

17.....3. חומרים ושיטות.....

17.....3.1. שטח המחקר.....

17.....3.2. סקר צומח ראשוני.....

18.....3.3. ניסוי בוגרות.....

18.....3.3.1. בעלי החיים המשתתפים בניסוי.....

18.....3.3.2. בדיקות ומדידות בעזים- לפני תחילת הניסוי ובמהלכו.....

18.....3.3.3. שלב ההרגלה.....

19.....3.3.4. תצפיות- אכילת הצומח ע"י העזים.....

20.....3.4. ניסוי גדויות.....

22.....3.5. רעייה בחלקות חורשת הברושים.....

22.....3.6. סקרי צומח- חתכי צומח בחלקות הניסוי.....

24.....3.7. דגימות ואנליזות של חומר צמחי.....

25.....3.8. ניסוי הפצת זרעים בגללים.....

26.....3.9. בדיקות קרקע.....

28.....3.10. ניתוח סטטיסטי של הנתונים.....

29.....4. תוצאות.....

29.....4.1. ניסוי בוגרות.....

29.....4.1.1. בדיקות דם.....

31.....4.1.2. שיעור זמן תצפיות אכילת ברקן סורי.....

31.....4.1.3. הרכב המנה בשעת תצפית אכילה.....

33.....4.1.4. השפעת גזע העז על דפוסי אכילה.....

33.....4.2. ניסוי גדויות.....

33.....4.2.1. בדיקת נטייה (propensity).....

34.....4.2.2. בדיקת העדפה (preference).....

36.....4.3. סקרי צומח- השפעת רעיית עזים על צפיפות ברקן סורי.....

38.....4.4. בדיקות קרקע.....

41.....4.5. אחוזי חנקות באברי הצמח בברקן סורי ובגדילן מצוי.....

42.....4.6. ערך תזונתי של גדילן מצוי וברקן סורי לפי בדיקת NIRS.....

45.....4.7. ניסוי הפצת זרעים בגללים.....

46.....5. דיון.....

51.....6. רשימת ספרות.....

**רשימת קיצורים**

Acid detergent fiber -ADF  
 Acid detergent lignin -ADL  
 Aspartate aminotransferase -AST  
 Percent basophil count -BASO  
 Absolute basophil count -baso  
 Red cell hemoglobin concentration mean -CHCM  
 Electrical conductivity -EC  
 Percent eosinophil count -EOS  
 Absolute eosinophil count -eos1  
 Geographic information system -GIS  
 Global positioning system -GPS  
 Hematocrit -HCT  
 Hemoglobin concentration distribution width -HDW  
 Hemoglobin -HGB  
 Large unstained cells -LUC  
 Percent lymphocyte count -LYMP  
 Absolute lymphocyte count -lymp  
 Mean cell hemoglobin -MCH  
 Mean cell hemoglobin concentration -MCHC  
 Mean corpuscular volume -MCV  
 Percent monocyte count -MONO  
 Absolute monocyte count -mono  
 Mean platelet volume -MPV  
 Natural detergent fiber -NDF  
 Percent neutrophil count -NEUT  
 Absolute neutrophil count -neut  
 Near infrared reflectance spectroscopy -NIRS  
 Nanometer -Nm  
 Organic matter -OM  
 Platelet count -PLT  
 Plant secondary metabolites -PSM  
 Red Blood Cells -RBC  
 Red cell distribution width -RDW  
 Standard error -SE  
 White blood cells -WBC

**1. מבוא****תיאור הבעיה**

אחת ההשלכות ברעיית בקר הינה שינוי בהרכב הקרקע עקב הצטברות פרש הבקר, במיוחד בשטחים הנתונים מזה שנים רבות לרעייה בלחץ גבוה וגם סביב מקומות ריכוז הבקר, כגון מכלאות, שוקת ומרביץ. לשינוי זה השלכות על הרכב חברות הצומח כתוצאה מעליה בריכוז משאבי הקרקע, במיוחד של חנקן. באתרים אלה מופיעים מינים ניטרופילים עם צמחים גבוהים וצפופים, חלקם מינים קוצניים. צמחיה זו פוגעת באיכות המרעה, מאחר וצמחיה זו נאכלת בכמות מועטה ועל כן פחות ביומסה צמחית ניתנת לניצול בשטח הרעייה (נבון וחוב', 2012). הפגיעה באיכות המרעה באה לידי ביטוי הן בתפיסת שטח ע"י צמחים שברוב שלבי התפתחותם אינם נאכלים והן בדחיקה תחרותית של מיני צמחים המועדפים ע"י חיות המשק. כמו כן, כיסוי צפוף של המרעה בקוצים פוגע בנגישות הבקר למרעה. כתוצאה מכך, קטנה המרעית הזמינה הניתנת לניצול ע"י בעלי החיים ליחידת שטח (קיגל וחוב', 2005). בנוסף, הצמחיה הניטרופילית מהווה מפגע אקולוגי מאחר והצמחיה הטבעית משתנה ונדחקת עקב השתלטות המינים הניטרופילים (נבון וחוב', 2012). הערך הנופי של האזור נפגע, בגלל מיני הצומח הקוצניים המהווים מטרד לציבור המטיילים.

קיימות שיטות שונות למיגור עשבים ניטרופילים, כגון הדברה כימית, טיפולים מכאניים, הסרת שכבת הקרקע עם בנק הזרעים, עקירה ושריפות יזומות. אך שיטות אלו עלולות לפגוע בצמחים ובבנק הזרעים של מינים רצויים (נבון וחוב', 2012; Dietz et al., 2006). לטיפול באמצעים מכאניים יש גם מגבלה פיזית בשטח טבעי בגלל פיזור של גזעים וסלעים. לכן בשטחים אלה מתבצעת גם הסרה ידנית שהיא קשה לביצוע במיגור כתמים גדולים של קוצים. יתר על כן, השימוש בהדברה כימית ומכאנית הוא בעל אופי הרסני וכרוך בעלויות גבוהות. לעומת זאת, רעייה של בעלי חיים, כגון בקר ועזים, מציעה פתרון בעלות נמוכה יותר וידידותי יותר לסביבה, כי הדברת הצמחים נעשית באופן מבוקר כך שלא נגרם הרס כולל של הצומח. בישראל לא בוצעו בעבר מחקרים על רעיית עזים מכוונת להדברת מינים ניטרופילים.

שאלת הדברה סלקטיבית של מינים ניטרופילים קוצניים התעוררה בשנים האחרונות בפארק הטבע רמת הנדיב. הפארק משתרע על שטח של כ-4850 דונם בין המושבה בנימינה לזיכרון יעקב, בקצה הדרומי של רכס הכרמל, ברום של כ-120 מ' מעל פני הים (פרבולוצקי, 2001). שטח הפארק מכוסה בנוף המורכב מצומח ים-תיכוני בתצורות של בתה, גריגה וחורש ים-תיכוני. בין תצורות אלה ניתן למצוא מספר חורשות נטועות המורכבות מאורנים וברושים (שגיב, 2001). בשנים 2008-2009 נערך בפארק סקר צומח מקיף על מנת למפות ולאתר את מקום גידולם המדויק של מינים נדירים בשטח הפארק. הסקר העלה שחורשת הברושים הנמצאת במרכז הפארק היא מעין "hot spot" מקומי ובו ריכוז של 16 מינים נדירים של צמחים, שחלקם נמצאים בסכנת הכחדה, לדוגמא: מרוות איג, דוגון ירושלמי. על כן, חורשת הברושים מסתמנת כאתר חשוב מבחינת שמירת טבע (קלצ'קו, 2009; נבון וחוב', 2012).

החל משנת 1990 מתקיימת במרבית שטח הפארק רעיית בקר עונתית במטרה להפחית את כמות הצומח העשבוני המתייבש בקיץ והעלול לשמש חומר בעירה לשריפות בפארק. בשנת 2004 נבנתה מכלאה ושוקת פרות קבועה באזור הסמוך לחורשת הברושים המרכזית. סביב למכלאת הבקר התפתח בשנים האחרונות נזק סביבתי כתוצאה משהות ורעייה מוגברים, רמיסת צמחים, הידוק קרקע, הצטברות פרש ושאריות מזון והשתלטות של צמחיה ניטרופילית (קלצ'קו, 2009; שגיב, 2012). מחד גיסא, רעיית הפרות ברמת הנדיב היא חלק בלתי נפרד ממשק הפארק בהתמודדות עם נזקי שריפות. מאידך גיסא, ריכוז הפרות בפארק יוצר תופעה של השתלטות מינים ניטרופילים בשטח וקיים חשש שמיני הצמחים הנדירים עלולים להידחק ע"י מינים אלו.



התפתחות הצמחייה הניטרופילית בשטחי הרעייה בפארק הייתה הדרגתית, כפי שמראים סקרי צומח הנערכים ברמת הנדיב החל משנת 2006 במסגרת תכנית LTER (Long Term Ecological Research), בחלקות עם טיפול רעיית פרות לצד חלקות ביקורת ללא רעייה. בסקרים נבדקה נוכחות מיני צמחים ב-25 ריבועים (גודל ריבוע 50\*50 ס"מ) לאורך שישה חתכי צומח בכל טיפול, כאשר כל חתך באורך של 25 מטרים. בשנת 2006 נצפתה נוכחות של גדילן מצוי וברקן סורי בשלושה ריבועים בחלקות הרעייה. בשנת 2008 נצפתה נוכחות של הקוצים (גדילן מצוי וברקן סורי) ב-11 ריבועים בחלקות הרעייה. בשנת 2010 נצפתה נוכחות של הקוצים ב-12 ריבועים בחלקות הרעייה לעומת ריבוע אחד בחלקות הביקורת. בשנת 2010 נצפתה נוכחות של הקוצים ב-44 ריבועים בחלקות הרעייה לעומת 3 ריבועים בחלקות הביקורת (ליאת הדר, ידע אישי). על פי הסקרים רואים עלייה בנוכחות הקוצים עם הזמן, בעיקר בחלקות בהן הפרות רועות.

על מנת לשקם את שטח המכלאה הפגוע, יש צורך בהרחקת הצומח הניטרופילי ושיקום הצומח הטבעי (נבון וחובי, 2012). בעיית הצמחייה הניטרופילית הקוצנית חמורה במיוחד סביב מכלאת הבקר ממנה היא מתפשטת לשטח עם המינים הנדירים המסכנת את המשך קיומם. בפארק רמת הנדיב, בשנים האחרונות, נוסו שיטות שונות למיגור צמחיה זו בה הקוצים גדילן מצוי וברקן סורי הם המינים הדומיננטיים, אך שיטות אלו לא נחלו הצלחה. בפארק השתמשו במספר שיטות להדברת הצמחייה הניטרופילית הקוצנית: הסרה ידנית ע"י חרמש וטוריה, כיסוח וריסוק מכאני בכתמים עם ריכוז גדול של קוצים. כמו כן, הוכנסו פרות לרעייה מוקדמת ומכוונת במטרה שיאכלו את הצמחים הצעירים של הקוצים, בכדי למנוע את הפריחה וייצור זרעים. הפרות לא העדיפו את הגדילנים והברקנים, אך באלה שנאכלו חלקית הייתה הסתעפות וייצור תפרחות וזרעים. לכן מתחילת 2011 הוחלט להפסיק את רעיית הפרות בחורשת הברושים, במטרה למנוע תוספת חנקן באזור. מאז לא מתקיימת רעיית בקר כלל בחורשה ומתבצעת רק הסרה מכאנית וידנית של קוצים. כתוצאה מהטיפולים המכאניים ניכרת (ויזואלית) ירידה בצפיפות הברקן והגדילן (שגיב, 2012). בעבודה הנוכחית בדקנו האם רעיית עזים מכוונת תתרום להדברת מינים ניטרופילים אלה. צמחי גדילן וברקן אינם בעלי רמת טעימות גבוהה ומועדפת וצריכה מוגברת עלולה לגרום להרעלת ניטראטים. בעבר, נוסתה ברמת הנדיב רעיית עזים בשטחים בהן הצומח השולט הוא גדילן מצוי, אך ללא הצלחה. על כן, התקבלה המסקנה שקוצים אלו אינם נאכלים ע"י העזים. בישראל לא בוצעו מחקרים על רעיית עזים בקוצים הנפוצים באזורינו. מעטים המקרים בהם נעשתה רעיית עזים מכוונת כנגד צמחים המכילים ניטראטים.

על מנת לבחון חלופה זו, בדקנו האם רעיית עזים מפחיתה את ביומסת הקוצים הניטרופילים גדילן מצוי וברקן סורי בשטח המרעה, האם ניטרופילים אלה רעילים לעזים, והאם זרעיהם הנאכלים ע"י העזים עוברים דרך מערכת העיכול. כמו כן, נבחנה האפשרות שלמידה לעידוד אכילה של צמחים הינה פתרון ממשקי לצמצום כיסוי צומח ניטרופילי. במטרה זו נבדקה ההשערה שהתניה מוקדמת (pre-conditioning) מגדילה אכילת גדילן וברקן ע"י עזים, והאם גדיים שנולדו לעזים שאכלו מינים אלה במהלך תקופת ההנקה, יצרכו יותר מצמחים אלה לאחר הגמילה מחלב עזים, כתוצאה מהרגלה דרך טעמי החלב וע"י חיקוי התנהגות האם.

## מטרות והיפותזות העבודה

**מטרת העל** היא להפחית את האוכלוסיות של שני מינים ניטרופילים- גדילן מצוי וברקן סורי, במכלאות בקר נטושות ובשטח הסמוך להן, הפוגעים ביצרנות המרעה, במגוון מיני הצמחים ובערך הנופי של שטחים פתוחים.

### **מטרות פרטניות:**

- 1) לבדוק האם צמחים ניטרופילים אלה רעילים לאכילה לעזים.
- 2) לבדוק האם ניתן להגדיל אכילת גדילן מצוי וברקן סורי בעזים ע"י התניה חיובית מוקדמת (pre-conditioning) של דפוסי צריכת המזון שלהם.
- 3) לבדוק האם גדיים שנולדו לאימהות שאכלו גדילן מצוי וברקן סורי במהלך תקופת ההנקה, יצרכו יותר מצמחים אלה לאחר הגמילה מחלב עזים, כתוצאה מהרגלה דרך טעמי החלב וע"י חיקוי התנהגות האם.
- 4) לבדוק האם באמצעות רעיית עזים ניתן להפחית ביומסה של גדילן מצוי וברקן סורי.
- 5) לבדוק האם זרעי גדילן מצוי וברקן סורי שנאכלו ע"י העזים עוברים דרך מערכת העיכול. האם העזים הם וקטור להפצת מינים אלה דרך הגללים.

### **היפותזות:**

- 1) צמחים ניטרופילים רעילים לעזים, על כן צריכתם מוגבלת. באמצעות אכילת מספר מיני צומח במקביל ייתכן ותתאפשר צריכת צמחים אלו.
- 2) למידה ע"י התניה חיובית מוקדמת הכוללת תקופת הרגלה (היזון חוזר חיובי), מעלה את שיעור צריכת הגדילן המצוי והברקן הסורי בקרב עזים. תקופת ההתניה מהווה תקופה של הכרות והסתגלות לצמח. בנוסף לכך, קבלת היזון חוזר חיובי תעלה את צריכת הצמחים.
- 3) גדיים יונקים שנולדו לאימהות שאכלו צומח ניטרופילי בתקופת ההרגלה יצרכו בשיעור גבוהה יותר גדילנים וברקנים בהשוואה לגדיים שאמותיהן לא עברו תקופת התניה מוקדמת. יניקת חלב של עזים שאכלו גדילן וברקן וחיקוי התנהגות העז בזמן אכילת צמחים אלו בזמן ההרגלה, יעלו את מידת אכילת הצמחים בקרב הגדיים.
- 4) העזים יכולות להקטין את צפיפות הגדילן המצוי והברקן הסורי בשטח, בתלות במספר העזים הרועות ומשך הזמן שהן רועות (לחץ רעייה). ככל שלחץ הרעייה גבוה יותר כך ההשפעה על השטח רבה יותר.
- 5) רב זרעי גדילן מצוי וברקן סורי הנאכלים במנה נגרסים ומושמדים בלעיסה, לכן העזים לא מפיצות את הזרעים בשטח.

## 2. סקירת ספרות

### משך השפעת המכלאה על הרכב הצומח

השפעות הצטברות הפרשות במקומות ריכוז של בעלי חיים, כגון מכלאה, שוקת ואתרי רביצה, נמשכות שנים רבות בגלל איטיות תהליכי סוקצסיה והתאוששות הצמחייה הטבעית, התלויה בקצב התדלדלות משאבי הקרקע במכלאה ובסביבתה. ייצור זרעים מוגבר בכתם הצמחייה הניטרופילית והדינאמיקה של בנק הזרעים הנאגר בכתמים אלה, מאטים את תהליך ההתאוששות. מיקום מכלאה באותו אתר במשך מספר שנים מביא לכך שעומק שכבת הפרש גדל עם השנים ושטח המכלאה הופך לכתם ללא צמחים (קיגל וחובי, 2009). כאשר המכלאה ננטשת חל תהליך ממושך של התאוששות הצמחייה העשבונית. תחילה שולטים במכלאה הנטושה צמחים ניטרופילים וקוצים (גדילן מצוי, ברקן סורי, חלמית מצויה, כף אווז האשפתות ובמקומות מוצלים סרפדים). רק לאחר שנים חוזר באיטיות השלטון של מיני הצומח הטבעי. ההשפעה השלילית של מכלאות צאן נטושות על מגוון מיני הצמחים ועל היצרנות של השטח, היא ארוכת טווח ועלולה להמשיך כ-15-10 שנים (קיגל וחובי, 2009). חשוב לציין שההשלכות והשינויים החלים על הסביבה מתרחשים הן במכלאות בקר והן במכלאות צאן. בסקרי צומח שנעשו בחוות "כרי דשא" (גליל מזרחי, צפונית לכנרת), המשמשת כתחנת מחקר לחקר ממשק רעיית בקר במרעה עשבוני ים-תיכוני, נמצא שהגדילן המצוי והברקן הסורי הם קוצים נפוצים בשטחי המרעה של החווה (קיגל וחובי, 2005).

במחקר בצפון הנגב בו נבדקה השפעת מכלאות צאן נטושות על הצומח, הומלץ למנוע ייצור זרעים של מינים ניטרופילים ע"י קציר הביומסה ו/או רעייה מכוונת בשטח המכלאה בשלב מוקדם של התפתחות העשבים הניטרופילים, אשר תקטין את צפיפותם ותאיץ את תהליך ההתאוששות של השטח. בנוסף, תוספת של בנק זרעים מהצמחייה הטבעית ע"י פיזור על השכבה העליונה של הקרקע עשויה לזרז את תהליך הסוקצסיה ואת שיקום שטח המכלאה (קיגל וחובי, 2009).

### צמחי המטרה

גדילן מצוי- (*Milk Thistle, Silybum marianum*) וברקן סורי- (*Syrian Thistle, Notobasis syriaca*) הם צמחים ממשפחת המורכבים המופיעים כקוצים חד-שנתיים גבוהים (150 ס"מ ואף יותר), שכיחים מאוד בבתי גידול משובשים כגון: שפכי קרקע, צדי דרכים, מצברי אשפה, חורבות נטושות וכו' (על כן מכונים מינים רודראלים). במקרים רבים הקרקעות באתרים אלה עשירות בתרכובות אורגניות וחנקניות. לגדילן ולברקן פרחים דו-מיניים בתפרחות ולרוב בצבע סגול-ארגמן. הצמחים פורחים באביב ובראשית הקיץ, ממרץ עד מאי. לזירעונים יש ציצית שעירה המסייעת להפצתם באמצעות הרוח. תפוצתו העולמית של גדילן מצוי היא מזרח ים-תיכונית ומערב אירנו-טורנית, ושל ברקן סורי ים-תיכונית (ויזל, 1984; <http://www.wildflowers.co.il/hebrew/plant.asp?ID=75>; <http://flora.org.il/plants/silmar>; <http://www.wildflowers.co.il/hebrew/plant.asp?ID=365>; <http://flora.org.il/plants/NOTSYR>); דומיננטיות של גדילן מצוי קשורה לצמיחתו הווגטטיבית המהירה, המדכאת מינים הסמוכים לו, ליצור רב של זרעים, למנגנון יעיל לפיזור הזרעים ולשיעורי נביטה גבוהים בשטח (Gabay, 1994). משך בנק הזרעים של הגדילן המצוי והברקן הסורי נאמד בכשנה עד שלוש שנים (קיגל וחובי, 2009). בדומה למינים ניטרופילים אחרים, הגדילן והברקן יוצרים עלים דקים עם שטח פנים גדול וצמחים לגובה, ובדרך זו מצלים על מינים אחרים. דלדול במשאבי הקרקע מדכאת צמיחה של המינים הניטרופילים, אך עדיין מאפשרת צמיחה של מינים אחרים הדוחקים בהמשך את הניטרופילים (קיגל, ידע אישי; ויזל, 1984).

גדילן מצוי נפוץ ברפואה כצמח מרפא לריפוי מחלות שונות, בעיקר מחלות כבד. הגדילן המצוי הוא אחד מתוך עשרת צמחי המרפא הנפוצים ביותר לשימוש בארה"ב. בזרעי הגדילן מצוי סילימרין, תרכובת המגינה

על הכבד מפני טוקסינים. התרכובת הינה פלבנואיד והצורות הפעילות יותר הם סיליבין A ו-B. הסילימרין בעל מאפיינים נוגדי חמצון ואנטי דלקתיים ויכול לסייע בשיקום הכבד ע"י עידוד צמיחת תאים חדשים. למרות שבניסויי בע"ח נצפה שהגדילן המצוי עשוי להיות יעיל מאוד בשיקום הכבד, בניסויי בני אדם התוצאות אינן חד-משמעיות (http://umm.edu/health/medical/altmed/herb/milk-thistle; NTP, 2011; Wynn and Fougere, 2007).

### צומח ניטרופילי והרעלת ניטראט

צמחים ניטרופילים הם מיני צמחים המשגשים בקרקעות המעושרות בחנקן. הניטראט הינו מרכיב בולט בצמחים אלו, אשר בריכוזים גבוהים נחשב כרעיל למעלי גירה (Kemp et al., 1977). המינים הניטרופילים מגיבים בצמיחה נמרצת לרמות גבוהות של משאבי קרקע ואופייני להם ניצול יעיל של משאבי קרקע. על כן הם מינים דומיננטיים ותחרותיים בשטח של מכלאות בקר הדוחקים את הצמחייה הטבעית המורכבת ממינים פחות תחרותיים (קיגל וחוב', 2009). עם חלוף השנים, שטיפת המינרלים ע"י הגשם, ניצול משאבי הקרקע על ידי המינים הניטרופילים עצמם ופעילות בקטריאלית בקרקע, גורמים לירידה הדרגתית בזמינות משאבי הקרקע. התדלדלות זו גורמת לצמצום הצמיחה של המינים הניטרופילים ולהקטנת כושר התחרות שלהם ומאפשרת חדירת הצמחייה הטבעית לשטח המכלאה (קיגל וחוב', 2009).

ניטראטים הם תרכובות חנקניות הנמצאות בקרקע ומשמשות את הצמחים לבניית חלבון צמחי. תהליך קליטת הניטראט והפיכתו לחלבון הוא תהליך טבעי המתבצע כל הזמן. לאחר קליטתו מהקרקע המטבוליזם של הניטראט ברקמות הצמח הוא מהיר ביותר ולכן במצבים נורמליים ריכוזו בצמח נמוך ביותר. בתנאים נורמליים של ריכוז ניטראט נמוך במזונות, יש לחיידקי הכרס יכולת לחזר את הניטראטים ( $\text{NO}_3^-$ ) לניטריטים ( $\text{NO}_2^-$ ), ואת הניטריטים לחזר לאמוניה המשמשת למטבוליזם החלבון בכרס. מצבי הרעלה מתהווים כאשר רמת הניטראטים במזונות גבוהה מיכולת החיידקים בכרס לנטרל את העודף. הניטראטים נמצאים בכל הצמחים אך מינים ניטרופילים הם אוגרי ניטראטים (סולומון וחוב', 2000; שלוסברג וחוב', 2000; זמיר, 2012). תכולת הניטראטים בצמח הגורמת להרעלה אינה קבועה והיא מושפעת על ידי גורמים שונים. סוג הקרקע ותנאי אקלים מסוימים (טמפרטורות נמוכות, עננות) מגבירים ריכוז הניטראטים בצמח, מפני שבתנאים אלה חל עיכוב של האנזים ניטראט רדוקטאז, אשר מחזר ניטראט לניטריט. ריכוז הניטראט בצמח גבוה יותר בשעות הלילה ובשעות הבוקר המוקדמות, כי בשעות אלה ריכוז האנזים בצמח הוא נמוך ביותר. ריכוז הניטראט גבוה בגבעול, קטן בעלים וכמעט אינו מצוי בפרחים ובפירות (ירוחם, 2001; סולומון וחוב', 2000; Pfister et al., 1988; Knott, 1971). קצב ניצול הניטראט פוחת עם התבגרות הצמח החד-שנתי, לכן צמחים "זקנים" מכילים פחות ניטראטים מצמחים "צעירים". בנוסף, קיימים הבדלים בשיעור הצטברות הניטראטים בין מינים שונים (סולומון וחוב', 2000). צמחים ניטרופילים המכילים ניטראט בריכוז העולה על 1% בחומר היבש עלולים להיות רעילים. מצב הרעלה גורם לספיגת הניטריט לדם ולחמצון הברזל הדו-ערכי שבהמוגלובין לברזל תלת-ערכי. ניטריט מחמצן את ההמוגלובין למטהמוגלובין אשר אינו מסוגל לקשור חמצן. כאשר 40%-30% מההמוגלובין הופך למטהמוגלובין מופיעים סימנים קליניים. התוצאה היא אי אספקת דם מחומצן לרקמות, חנק ומוות (Pfister et al., 1988; ירוחם, 2001). ברמות מטהמוגלובין המגיעות ל-80% עד 90% מכלל ההמוגלובין, מתפתח מצב של איבוד הכרה, העלול להסתיים במוות מחנק (סולומון וחוב', 2000). כבשים בעלי סיבולת גבוהה לניטראטים, מאחר ויש להם את היכולת היעילה ביותר להמיר מטהמוגלובין חזרה להמוגלובין. לעומת זאת, הבקר בעל הסיבולת הנמוכה ביותר לכן הם בסיכון גבוה יותר. סיבולת העזים נמצאת בין השניים. חשוב לציין שגם בין פרטים שונים באותו מין יש וריאביליות בסיבולת לניטראט (Yarencio, 1991).

## רעיית מכוונת מטרה (targeted grazing) והתניה מוקדמת (pre-conditioning) - ככלי לניהול צמחיית השטח

פתרון אפשרי לבעיית התפשטות מינים ניטרופילים הוא שימוש ברעיית עזים ככלי ממשקי לניהול צמחיית השטח. מחקרים רבים עוסקים בלמידה לשם מניעת אכילת צמחים רעילים ולא טובים לאכילה, משמע יצירת דחייה (aversion) (Mirza and Provenza, 1990).

הבנת התנהגות בע"ח היא כלי חשוב לשימוש בבע"ח לניהול צמחייה באופן יעיל. מעלי גירה בוגרים לומדים להכיר איזה מזון כדאי להם לאכול בעזרת היזון חוזר (Provenza, 1995). במחקר הנוכחי הוחלט על שימוש בהיזון חוזר חיובי (positive feedback) כגורם מעודד לצריכת הקוצים. צמחים חדשים נעשים מוכרים יותר ע"י שימוש בטעם ידוע, למשל שימוש במולסה (דבשה) כמעודד אכילה של צמחים חדשים (ASIA, 2006). הלמידה מתרחשת על פי טעמים, איכות תזונתית וטוקסינים שונים. הרושם הראשוני ממזון חשוב מאוד בתהליך בחירת המזון- בע"ח יאהבו או ידחו מזון לפי חוויה ראשונית. חיות משק לומדות כיצד לזהות צמחים המכילים נוטריינטים נדרשים ולצרוך אותם בכמות מספקת, בעוד שהם מצמצמים את צריכת הצמחים המכילים חומרים משניים (PSM- plant secondary metabolites) היכולים לפעול כטוקסינים. הבסיס ללמידה זו הוא תחושה של "חוסר נוחות" שמתקבלת לאחר אכילה (postingestive feedback) (Provenza, 1995).

לאחר אכילה (אך לפני עיכול) נוצר קשר קוגניטיבי אשר משלב בין הריח, הטעם והמרקם לבין ההיזון חוזר אשר מגיע מהתאים ומהאיברים כתגובה לריכוזים של תרכובות במזון- דבר זה מאפשר להבחין בין מזונות שונים. סיגנלים נשלחים למוח כדי לאותת האם המזון שנאכל עונה על הצרכים התזונתיים. המוח מקשר בין טעם המזון לתועלות שלו או לנזקים שלו. הדבר מוביל להיווצרות חוויות תחושתיות של לאהוב או לסלוד, יחד עם תועלות המזון לגוף. נוטריינטים מעלים את מידת הטעימות של הצמח בעוד שטוקסינים מורידים טעימותו. כמו כן, ההשפעות השליליות של הטוקסינים נקבעות באופן ישיר מריכוזם במנה. הטוקסינים העיקריים הם: טאנינים, טרפינים ואלקלואידים, אך גם ניטראטים, ספונינים, אוקסלטים ופיטאטים עלולים לפגוע ואף להרוג את חייית המשק (Landau and Molle, 2011); <http://extension.usu.edu/behave/html/principles>.

טעם הצמח מאפשר לבע"ח להבחין בין צמחים שונים והוא תלוי במספר דברים: תכולת הנוטריינטים והטוקסינים שבו, הצרכים התזונתיים של בע"ח, ניסיון בע"ח עם הצמח ויכולתו לעכל את הצמח. כאשר בע"ח צורך נוטריינטים בכמות מתאימה הוא חווה תחושה נוחה או שובע ולכן אוהב את טעם הצמח- הטעימות עולה. כאשר הוא צורך נוטריינטים או טוקסינים יתר על המידה, או צורך צמחים בעלי חסרים תזונתיים, הוא חווה תחושת אי נוחות ועל כן לא אוהב את טעם המזון- הטעימות יורדת. לעומת זאת, מעלי גירה לעיתים נדירות צורכים יתר על המידה מזונות רעילים, מאחר ותחושת "חוסר נוחות" מהירה לאחר האכילה גורמת לבחילה ובכך כמות המזון מוגבלת. אך ישנם מקרים בהם יכולת בע"ח להבחין בין מזון בטוח למזון מזיק נכשלת, דבר העלול להוביל למוות (ASIA, 2006). היזון חוזר שלילי (negative feedback) גורם לבע"ח להפסיק לאכול מצמח אחד ולהתחיל לאכול צמח אחר. טוקסינים משפיעים על המצב התזונתי של גוף בע"ח במספר דרכים: 1. הם מגבילים את צריכת הצמחים. 2. חלקם מפחיתים ופוגעים בעיכול נוטריינטים. 3. נדרשת תוספת נוטריינטים על מנת להיפתר מהטוקסינים בגוף (Burritt, 2013a). טוקסינים עלולים להפר את האיזון של רמת חומצה-בסיס בגוף והדבר מאלץ את הגוף של בע"ח לנצל יותר חלבון ואנרגיה (Provenza et al., 1992).

ניתן ללמד חיות משק לאכול מזון הנחשב לבעל טעימות נמוכה המכיל טוקסינים ע"י הגבלת הנגישות לצריכת מזונות מזינים וטעימים אך בצורה מאוזנת, מאחר ומזון מזין צריך להיות זמין במידה מסוימת, בכדי לעזור לבעל החיים להתמודד עם החומרים הרעילים בצמח. תוספי מזון בעלי חלבון ואנרגיה יכולים להעלות את צריכת המזונות המכילים טוקסינים (ASIA, 2006). במחקר על צריכת sagebrush בכבשים נבחנה השפעת תוסף חלבון ואנרגיה על צריכת הצמח, המכיל טרפינים. כבשים שקיבלו תוסף תזונתי למשך 15 דקות ביום, צרכו את הצמח יותר ב-12% מהזמן מאשר כבשים שלא קיבלו את התוסף (Dziba et al., 2007).

כאשר מדובר בשינוי התנהגות אכילה, קיימות מספר דרכים להשגת השינוי הרצוי. למשל, על מנת לעודד אכילה ניתן להציע צמחים חדשים מוקדם בבוקר לזמן קצוב לצד מזון מוכר (ASIA, 2006). בתכנון רעייה מכוונת, יש לזכור שחיות באופן מולד בעלות אילוצים שניתן לכופף, אך לא לשבור. ישנם מספר עקרונות שיש לזכור במקביל להקפדה על בריאות בע"ח: 1. כאשר מציגים בפני בע"ח מזון חדש יש לעשות זאת באיטיות. הגוף של מעלה הגירה צריך להתרגל לשינויים בכדי לעכל ביעילות את המזון החדש. 2. אסור להרעיב את בע"ח ולא להגביל אותו במגוון מזונות שהוא צריך לספק לגופו. בע"ח צריך לאזן בגופו את רמת הנוטריינטים והטוקסינים הנמצאים בצמחים (ASIA, 2006). במחקר שבוצע בכבשים שהורגלו לאכול מזון המכיל טוקסינים, כבשים אלו אכלו יותר מצומח המכיל טוקסינים שונים כגון: טאנינים, טרפינים, אוקסלטים, בהשוואה לכבשים שלא נחשפו מעולם לצמחים אלו (Villalba et al., 2004). מחקר שנעשה ביוטה, ארה"ב, מלמד על הניסיון ברעיית blackbrush (*Coleogyne ramosissima*) כגורם המשפיע על התפתחות כישורי שיחור המזון. העזים נחשפו לצמח במשך מספר ימי חשיפה שונים: 0, 10, 20, 30 ימים. קצה הנגיסות עלה ככל שהיה להם יותר ניסיון עם אכילת הצמח במרעה. עזים שהורגלו לצמח צרכו כמות גדולה יותר, קצב הנגיסות היה גדול יותר ומספר הנגיסות היה גדול יותר, בהשוואה לאלו שלא הורגלו לצמח. העזים שהורגלו הן בעלות כישורי רעייה (אחיזה בפה וחיתוך) טובים יותר (Ortega-Reyes and Provenza, 1993). במחקר שנערך ביוטה, ארה"ב, נבדקה צריכת blackbrush בעזים לאחר תקופת הרגלה מגיל שש שבועות עד ל-26 שבועות (תקופה בה שהו יחד עם אמותיהם). תוצאות הניסוי מראות שניסיון מוקדם בחיי העזים הביא לצריכה גדולה יותר של צמח זה, המכיל טאנינים, בהשוואה לעזים ללא ניסיון קודם לצמח (Distel and Provenza, 1991). בניסוי התניה מוקדמת שבוצע בטקסס, ארה"ב, עזים הורגלו במשך שבועיים לצמח הערער Redberry juniper (*Juniperus pinchotii*), המשתלט על שטחים נרחבים ומפחית את כמות המרעה. עזים שהורגלו לערער, המכיל טרפינים, אכלו יותר מצמח זה (נבדק במספר נגיסות בתצפית) בהשוואה לעזים שלא עברו התניה מוקדמת (Dietz et al., 2006).

בעבר, נעשו ניסיונות בחו"ל בהם תוכננה רעייה מכוונת כנגד צמחים שונים, ביניהם קוצים, למטרות של הקטנת ביומסה, צמצום הפצת הזרעים והקטנת גודל הצמח. מיני קוצים כגון: קרדה- Musk Thistle (*Carduus nutans*), קוצן השדה- Canada thistle (*Cirsium arvense*), חוחן- (*Onopordum acanthium*) Scotch Thistle וקוצן פשוט- Bull thistle (*Cirsium vulgare*), נאכלים ע"י עזים, כבשים ופרות. אך, בעוד שפרות אוכלות את הצמחים בשלבים המוקדמים של הצימוח, לפני התפתחות הקוצים, עזים רועות אותם גם בשלבים מאוחרים יותר (<http://members.efn.org/~ipmpa/Noxcthis.html>; ASIA, 2006; Kristi, 2001).

### למידת דפוסי אכילה בגדיים

גדיים לומדים על המזון הרצוי למאכל במרעה, מאיזה מזון להימנע וגם איזה מזון לאכול, על סמך מודלים חברתיים בעדר (ASIA, 2006).

במחקר על אכילת שעורה בקרב טלאים נבחנה השפעת דמות המלמדת דפוסי אכילה- טלאים אשר אכלו לצד אמותיהם אכלו שעורה בשיעור הגבוה ב-40% מטלאים שאכלו לצד כבשה בוגרת אחרת. לעומת זאת, טלאים אשר אכלו שעורה עם כבשה בוגרת כלשהי אכלו באופן משמעותי יותר שעורה יחסית לטלאים שאכלו לבדם (Thorhallsdottir et al., 1990). כלומר, הצאצא לומד דפוסי אכילה מדמות בעלת משמעות עבורו בעדר, כאשר בראשית זוהי אמו, אך בהעדר האם, הוא לומד מדמות בוגרת אחרת בעדר. חשיפה לטעמי המזון מתרחשת לפני ואחרי הלידה- בשלב העוברי ובשלב יניקת החלב. במחקר על טלאים, אשר נחשפו לשום ובצל בהיותם עוברים, אכלו כמות גדולה יותר מצמחים אלו בבגרותם (Provenza, 2003). גדיים רוכשים הרגלי למידה תזונתית לפני הלידה על סמך היכולת לטעום טעמים מהמזון שהאם אוכלת עוד כשהם ברחם אמם (Nolte et al., 1992). כמו כן, טעמים יכולים לעבור גם בחלב- למידת דפוס אכילה מחלב העז מתרחשת כאשר יניקת החלב מגבירה את ההעדפות של מזונות מסוימים בעזרת טעמים הנמצאים בחלב (Nolte and Provenza, 1991). התרכובות הנדיפות שמכילים הצמחים במרעה משפיעות באופן משמעותי על ריח החלב (Fernandez et al., 2003). מחקר אחר שעסק בדחייה/העדפה לאכילת צומח עשיר בטאנינים, בחן דפוסי אכילה של גדיים משני גזעים שונים, כאשר חולקו לשלוש קבוצות טיפול שונות: קבוצה שהייתה עם אמם הביולוגית, קבוצה שהייתה עם אם "מאמצת" (אם וגדי מגזע שונה) וקבוצה שלא הייתה במחיצת דמות אם וניזונה מתחליף חלב. הגדיים נבחנו לפני ולאחר תקופת למידת רעייה בשטח, כל אחד עם קבוצת הטיפול שלו. תוצאות הניסוי הראו שלמידת התנהגות רעייה מהאם (ביולוגית או מאמצת) בעלת השפעה גדולה יותר מגנטיקה (השפעת הגזע), על קביעת דפוסי אכילה של גדיים. רק לאחר למידת התנהגות רעייה בשטח עם האימהות נראו הבדלים בין הקבוצות השונות, ואילו הקבוצה שגדלה ללא דמות אם אכלה מהצומח במידה דומה למצב שלפני תקופת למידת הרעייה בשטח (Glasser et al., 2009). במחקר נוסף, עזים הרות נחשפו לשיח *Chromola odorata* למשך 90 ימים. לאחר גמילת הגדיים מחלב, נבדקה התנהגות הרעייה של הגדיים לצמח זה. הגדיים שהורגלו לשיח בזמן שהיו עוברים אכלו כמות גדולה יותר מהצמח בהשוואה לגדיים שאמותיהן לא נחשפו לשיח זה (Hai et al., 2012). עד שלב הגמילה, הצאצא לומד דפוסי אכילה רק מאמו, אך לאחר גמילה מחלב, השפעת האם פוחתת ואילו השפעת חברי העדר בשכבת אותו גיל עולה (Landau and Molle, 2011) ובבגרותם לומדים עצמאית איזה מזון לאכול על פי היזון חוזר כמוזכר לעיל (סקירת ספרות, תת-נושא: רעיית מכוונת מטרה והתניה מוקדמת- ככלי לניהול צמחיית השטח).

במחקר בו נבדקה הבחירה המזונית בעזים, נעשתה השוואה לעברו (היסטוריה) של כל פרט וכמו כן, נעשתה השוואה בין קשרי חברי העדר. נמצא שבחירה מזונית מושפעת מהרכב הצמחייה הנאכלת במהלך השנה הראשונה לחיי הפרט ומהסביבה החברתית הכוללת את המשפחה ואת שאר חברי העדר. העדפותיהם של הצאצאים משותפות לזו של אמותיהם וסבתותיהם, אך גם נרכשות כחלק מתהליך בחירה של הפרט. בנוסף, הסביבה בה הם גדלו ורעו במשך שנה לפחות, בתור פרטים צעירים בעדר, השפיעה על תזונתם בשנים שלאחר מכן. ממצאים אלו התקבלו לאחר שהעזים הגיעו מעדרים שונים ונאספו לרעייה באותו אזור במשך ארבע שנים. הרגלי הלמידה שנרכשו בגיל צעיר הן מהאם והן מהסביבה נשמרו במשך ארבע שנים לפחות (Biquand and Biquand-Guyot, 1992).

למידת העדפות תזונתיות של הצאצא מהאם היא טכניקה פשוטה ולעיתים גם מהירה, קלה לביצוע וזולה וניתן להשפיע בעזרתה על ניהול הרגלי הרעייה (Burritt, 2013b).

### הקשר בין גזע העזים לבין דפוסי אכילה

התנהגות ודפוסי רעייה בעזים יכולים להיות שונים מגזע לגזע, כך שהבררנות המזונית נבדלת מגזע אחד לאחר. הנחה זו מבוססת על שני היבטים חשובים ועיקריים: א) קיימים צרכים תזונתיים (קיום, גדילה, רבייה, ייצור חלב) שונים ועל כן יכולת שונה על מענה לצרכים אלו, בין הגזעים השונים. ב) הגזעים משפיעים באופן שונה על הצומח ועל אורגניזמים אחרים המהווים חלק מהאקוסיסטמה (Glasser et al., 2012). במחקר בו נבדק אופי הרעייה של שלושה גזעים: דמשקאי, ממבר ובורי, נמצא שהעזים הדמשקאיות אוכלות צמחים (אלת המסטיק) בעל ערכי טאנינים גבוהים יותר, לעומת שני הגזעים האחרים (Glasser et al., 2012).

### מעבר זרעים בגללים

שיעור מעבר הזרעים במערכת העיכול תלוי בהתחמקות הזרע מלעיסה ושרידותו במערכת העיכול. מרבית הזרעים עוברים דרך מערכת העיכול של העז תוך 36-72 שעות לאחר אכילה. גודל הזרע וצורתו משפיעים על הימצאותו בגללים: זרעים קטנים, עגולים וקשים נובטים מהגללים יותר מזרעים גדולים, מאורכים ורכים. ככל שקליפת הזרע קשה יותר שיעור הפגיעה בו ע"י אנזימי העיכול תהיה פחותה. ככל שהזרע גדול יותר, חיוניותו לאחר מעבר במערכת העיכול יורדת. כמו כן, זרעים קטנים (>1.5 מ"מ) בעלי סיכוי גדול יותר להתחמק מלעיסה ומעיכול (שינבאום, 2004). במחקר על הישרדות ונביטה של זרעים העוברים במערכת העיכול של העז, נבדקו זרעים של 4 מיני שיחים הנפוצים באזור היס-תיכוני. הממצאים: פחות מ-30% מהזרעים שנאכלו נמצאו בגללים של העזים. השיח היחידי שלא נמצאו זרעיו בגללים היה בעל גודל הזרע הגדול ביותר מבין ארבעת מיני השיחים. מרבית הזרעים שנמצאו יצאו בגללים בין 48-72 שעות לאחר עיכול הזרעים. בחלק מהמינים העיכול עודד נביטה ובחלקם דיכא את הנביטה (Mancilla-Leyton et al., 2011). במחקר אחר בו נבדקה נוכחות זרעים של שמונה מיני צמחים בגללים של עזים, נמצא שפחות מ-10% מהזרעים שעוכלו שרדו את המעבר במעי העז בחמש מהמינים שנבדקו. רק 0.5% מזרעי הגדילן המצוי נמצאו חיוניים לאחר עיכול. רוב הזרעים יצאו בגללים כבר לאחר 24 שעות של עיכול, וכולם יצאו לאחר 72 שעות (Harrington et al., 2011).



### 3. חומרים ושיטות

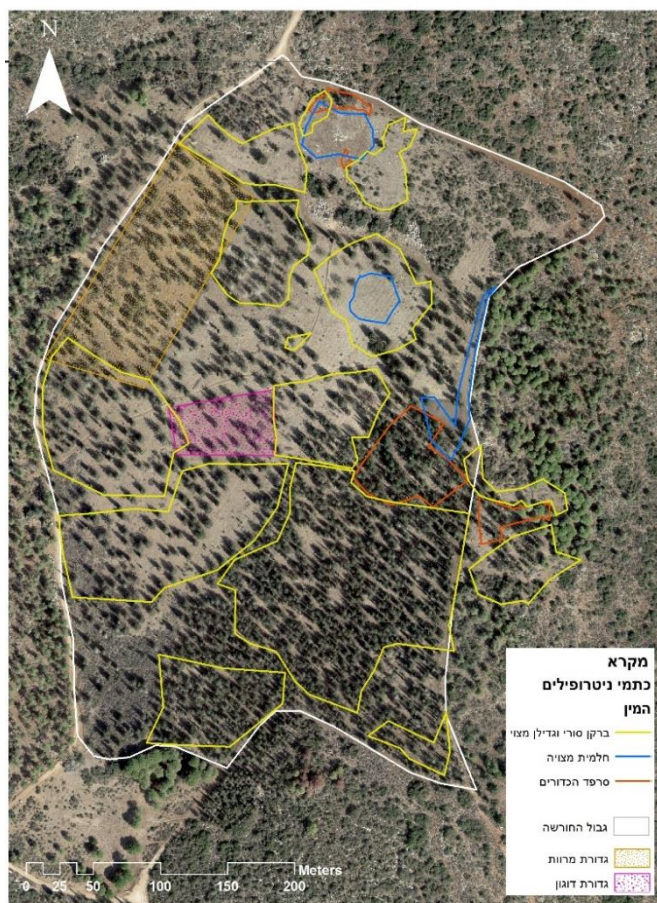
#### 3.1. שטח המחקר.

פארק רמת הנדיב משתרע על שטח של כ-4850 דונם בין המושבה בנימינה לזיכרון יעקב בקצהו הדרומי של רכס הכרמל ברום של כ-120 מ' מעל פני הים (פרבולוצקי, 2001). שטח המחקר הנוכחי ברמת הנדיב ממוקם סביב השוקת בחורשת הברושים המרכזית. בשטח זה הקרקע גרומוסול חום, עמוקה וכבדה. הפרות הרבו לשהות, לרבוץ וללון בשטח זה. הקרקע העמוקה היוותה מצע נוח לרביצה ומקור משיכה לעדר הפרות בשל מספר סיבות: ריכוז גבוה של צמחים עשבוניים חד-שנתיים, צל מעצי ברוש בקיץ והעדר סלעים. כך נוצר אזור של כ-100 דונם עם קרקע עמוקה עשירה בחנקות, המאופיינת בצמחיה ניטרופילית הכוללת כתמי גדילן מצוי, ברקן סורי, חלמית מצויה וסרפד הכדורים, הפרוסים בשטח נרחב בחורשה (שגיב, 2012).

#### 3.2. סקר צומח ראשוני.

במהלך חודש ינואר 2012 בוצע סקר לאיתור כתמים של צומח ניטרופילי, בעזרת מכשיר-GPS של חברת Magellan, דגם Mobile Mapper CX (California, ארה"ב). עיבוד הנתונים נעשה בתוכנת-ArcPad 10.1, GIS, באזור חורשת הברושים שגודלה כ-150 דונם. המינים שסקרו: ברקן סורי, גדילן מצוי, חלמית מצויה וסרפד הכדורים. גבולות הכתמים סומנו ונתחמו וצוין מרכז הכתם (איור 1). שטח הניסוי נבחר לפי כתמי הברקנים והגדילנים שסומנו על המפה ולפי אילוצי השטח.

מיפוי צומח ניטרופילי בחורשת הברושים  
ינואר 2012



איור 1. מפת סימון כתמי מינים ניטרופילים בחורשת הברושים.

לאחר בחירת השטח המיועד לניסוי, השטח בגודל של כ-11 דונם גודר בגדר אוסטרלית ובגדר חשמלית, וחולק לשש חלקות בנות 1.8 דונם כל אחת (איור 6).

**3.3. ניסוי בוגרות.****3.3.1. בעלי החיים המשתתפים בניסוי.**

42 עזים השתתפו במחקר: 22 מגזע ממבר (בלאדי) ו-20 מגזע דמשקאי (שאמי). כל עז אם לגדייה (נקבה) אחת לפחות, למטרת השתתפות בניסוי הגדיות שנערך בהמשך (חומרים ושיטות, תת-פרק 3.4). חלוקת העזים נערכה באופן הבא: 22 עזים בטיפול הרגלה, שמתוכן 11 מגזע ממבר ו-11 מגזע דמשקאי. לצד קבוצה זו, נבחרו 20 עזים ללא טיפול הרגלה, שמתוכן 11 מגזע ממבר ו-9 מגזע דמשקאי. העזים שהשתתפו בניסוי חולקו לשש קבוצות: שלוש קבוצות "הרגלה" ושלוש קבוצות "ללא הרגלה". בכל קבוצה הייתה גם חלוקה לגזעים: גזע דמשקאי וגזע ממבר. בנוסף, נבחרה קבוצת ביקורת שלילית הכוללת 7 עזים, 5 מגזע ממבר ו-2 מגזע דמשקאי. קבוצה זו, אשר לא השתתפה בניסוי, לא בשלב ההרגלה בדיר ולא בשלב התצפיות בשטח, מהווה השוואה בין קבוצה שלא נחשפה לצמחי המטרה כלל מול קבוצות שנחשפו לצמח בשלבי הניסוי השונים.

**3.3.2. בדיקות ומדידות בעזים- לפני תחילת הניסוי ובמהלכו.**

בדיקות שונות התבצעו לפני תקופת ההרגלה ולאחריה בחודשים פברואר-מרץ 2012. 1. שקילה- העזים נשקלו במשקל (עד 150 קילוגרם) מסוג "מירב 4002" תוצרת מאזני שקל (קיבוץ בית קשת) בעל שגיאה של  $\pm 50$  גרם. על המשקל הוצב דלי שלתוכו הוכנסה העז לשקילה. העזים חולקו לקבוצות השונות על בסיס ממוצע משקל דומה בין הקבוצות, כך שפיזור משקלי העזים יהיה דומה בין כל 6 קבוצות הניסוי וקבוצת הביקורת. 2. בדיקות דם- מכל עז נלקחו שתי דגימות דם מוריד הגיגולר, האחת לפרופיל כללי והשנייה לתפקודי כבד (AST), מחשש להרעלת ניטראטים. הדגימות נשמרו בקירור והועברו לבית החולים הווטרינרי בבית דגן באותו היום לקביעת ערכים.

**3.3.3. שלב ההרגלה.**

השלב הראשון של המחקר התבצע מתחילת מרץ עד אמצע מרץ 2012, בשטח דיר העזים בפארק הטבע רמת הנדיב. מטרת ההרגלה לגרום לעזים לצרוך מזון שאינו בראש סדר העדיפויות שלהן. ההרגלה כללה 14 ימי הרגלה לגדילן מצוי וברקן סורי, למחצית מהעזים הנבחרות (22 עזים). הצומח נקצר בעזרת מגל ידני בשטח רמת הנדיב והוגש לעזים באופן קבוצתי, כאשר כל קבוצת ה"הרגלה" שהתה יחד בזמן האכלה. בשלב זה הצמח היה צעיר מאוד ולכן לא היה ברור בוודאות האם הצמח המוגש הוא גדילן מצוי או ברקן סורי (ההנחה היא שבשלב ההרגלה נאספו והוגשו לעזים צמחי גדילן לצד צמחי ברקן). ההרגלה כוללת צמחי גדילן מצוי וברקן סורי שהוגשו יחד עם מנת התערובת (חברת אמבר, תערובת לעזים 16% חלבון) שהעזים מקבלות בבוקר לפני היציאה למרעה (כשעוד לא קיבלו מזון כלל). המזון הוגש להם כצומח קצוץ יחד עם תערובת טחונה לאבקה (איור 2) שנטחנה בטחינה גסה במטחנת Retsch על מנת לעודד את אכילתן (פידבק חיובי). כמות המזון המוגשת: יחס של 0.9-1 ק"ג צומח (טרי) לכ-70 גרם תערובת לעז אחת במוצע. המזון נשקל לפני ההגשה ולאחר כשעה נשקלו השאריות ועפ"י ההפרש נקבעה כמות המזון הנאכל (מחישוב קבוצתי- כל עז אכלה במוצע כ-600 גרם). יש לציין שלא חושבה ההתאדות מהצומח בזמן האכילה בהנחה שהיא זניחה יחסית לזמן הקצר של האכילה (שעה). שארית של 10% עד 15% מסך משקל המנה שהוגשה אפשרה לדעת שכמות המזון לא הייתה מוגבלת (Dietz et al., 2006). לאחר שעת ההרגלה העזים יצאו למרעה עם שאר העדר.



איור 2. העזים בזמן ההרגלה לצמחי גדילן מצוי וברקן סורי, בשעת בוקר מוקדמת.

**3.3.4. תצפיות- אכילת הצומח ע"י העזים.**

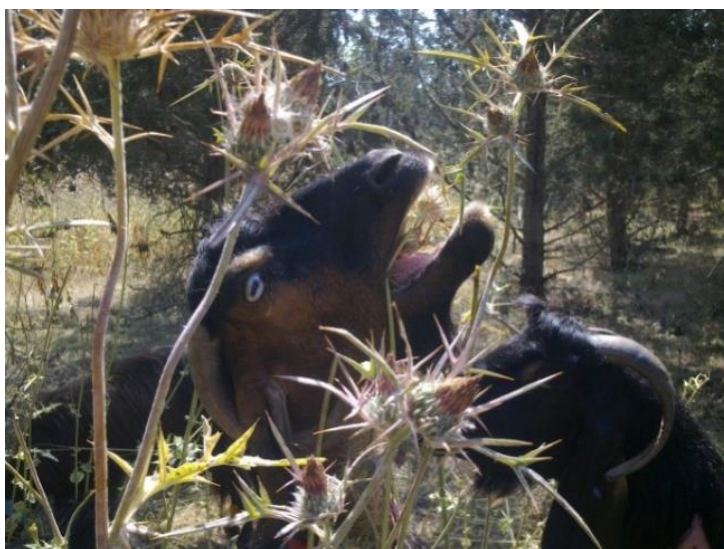
התצפיות נערכו מאמצע מרץ עד תחילת אפריל 2012. בשלב זה המחקר התבצע בשש חלקות מגודרות בשטח חורשת הברושים בקרבת מכלאת בקר הפעילה בחודשי האביב (רעיית בקר עונתית). העזים לא הכירו את השטח הנבדק לפני הניסוי. המעקב לאחר ההרגלה נקבע עפ"י שיטת Altmann (1974) בשלוש חזרות (קבוצות) לכל טיפול ("הרגלה" ו"ללא הרגלה") ע"י שני תצפיתנים שליוו את הרעייה בחלקות, מתצפת לכל קבוצה. התצפית הייתה בו זמנית על קבוצת עזים שעברה הרגלה וקבוצת עזים שלא עברה הרגלה. הרעייה בחלקות נמשך שעה בדיוק, כאשר העזים נכנסות כשהן רעבות (זוהי שעת המרעה הראשונה שלהן באותו יום). לאחר מכן צורפו לשאר העדר או הוחזרו לדיר ואכלו מנת חציר (תלתן). אופן ביצוע התצפית: כל 5 דקות במשך שעה צופים בקבוצה (6-8 עזים) ומציינים בטבלה מה כל עז אכלה באותו זמן (טבלה 1, איור 3). מטרת התצפית לבדוק את שיעור הזמן שהעז אוכלת את צמח המטרה (גדילן/ברקן). בנוסף צוינו זמני היציאה לתצפיות: בוקר (עד 11:00) וצהריים (מ-11:00). יש לציין שכל קבוצה חזרה לאותה חלקה במשך כל התצפיות.

**טבלה 1. הצגת הטבלה שבה נעשה תיעוד תצפית עפ"י שיטת Altmann.**

זמן תצפית	מספר עז	אכילה						פעילות		
		ברקן/גדילן	ברוש	דגן	פרסיון גדול	סירה קוצנית	אחר אכילה	**חיפוש	*הליכה	אחר פעילות
5 דקות	1									
	2									
	3									
	4									
	5									
	6									
	7									

10 דקות	1									
	2									
	3									
	4									
	5									
	6									
	7									

\*הליכה- תזוזה מאתר לאתר. \*\*חיפוש- עמידה באתר.



איור 3. עז במהלך תצפית באחת מחלקות הניסוי.

**3.4. ניסוי גדיות.**

בניסוי השתתפו גדיות גמולות בנות העזים שנבחרו לניסוי הבוגרות. הגדיות נשקלו במשקל מירב "4002" וחולקו לקבוצות על סמך ממוצעי משקלים. לגדיות היו 20 ימי חשיפה לגדילן-ברקן דרך יניקת חלב וכמו כן חשיפה לצמחים באופן ישיר בזמן ההרגלה יחד עם אמותיהן. חלוקת הגדיות התנהלה באופן הבא: ארבע קבוצות "הרגלה" (23 גדיות), ארבע קבוצות "ללא הרגלה" (19 גדיות), שלוש קבוצות "ביקורת" (13 גדיות), סה"כ 11 קבוצות ו-55 גדיות (איור 4).



איור 4. סכמה חלוקת הפרטים המשתתפים בניסוי הבוגרות ובניסוי הגדיות.

הניסוי נערך בחודשים אפריל-תחילת מאי 2012 בדיר העזים ברמת הנדיב, בשש תאים שנבנו עבור הניסוי בגדלים של כ-2x2 מטר. כל תא הכיל קבוצה של גדיות. דפוסי אכילת גדילן מצוי נבדקו באופן קבוצתי בשני סבבים אחד אחרי השני, כאשר כל סבב נמשך שעה. בחלק זה של המחקר נבדקה ההעדפה לגדילן-ברקן בהשוואה לחציר, בגדיות שאמותיהן קיבלו ללא קיבלו הרגלה וגדיות בנות עזים שלא רעו גדילן-ברקן כלל (ביקורת) (איור 4). הניסוי מאפשר ללמוד אם יש סיכוי לשנות הרגלי רעייה של כלל העדר לכיוון של רעיית גדילן וברקן- ע"י חינוך אימהי. זהו שלב ההוכחה שבו נבחן האם התניה מוקדמת באימהות עוברת לצאצאים.

השיטה שלפיה בוצע הניסוי נקראת שיטת הקפיטריה בה מוגשים מספר מזונות בו זמנית לבחירה ולקביעת הבדלי דפוסי אכילה. מבחנים אלו קלים לביצוע ובעזרתם ניתן לבדוק מגוון העדפות מזון של חיות בזמן קצר (Morand-Fehr, 2003). בדיקת propensity בוחנת את הנטייה או הרצון לצרוך ממזון מסוים, כאשר הוא מוגש לבדו. בדיקת preference בודקת צריכת מזון מסוים ביחס למזונות אחרים, כאשר המזונות מוגשים במקביל (Glasser et al., 2009). הניסוי נמשך שמונה ימים, כאשר ארבעה ימים הוגש לגדיות גדילן מצוי ומים בלבד (בדיקת propensity- נטייה) (איור 5.A), וארבעה ימים נוספים הוגש גדילן מצוי, חציר קצוץ (תלתן) ומים (בדיקת preference-העדפה) (איור 5.B), לסירווגין. החציר נקצץ בעזרת מגזמת של חברת Stihl דגם FS 350 (Waiblingen, גרמניה). הגדילן והחציר נשקלו לפני ההגשה לגדיות ובתום שעת הניסוי וחושבו כמות הצומח וכמות החציר שנאכלו בכל קבוצת ניסוי, בכל יום ניסוי. בנוסף, חושב גם אחוז התאדות המים של הצומח מזמן הגיעו לדיר ועד תום יום הניסוי, על מנת להגיע לתוצאה מדויקת יותר של כמות המזון שנצרך. הגדילן הוגש בכמות של 1-1.5 ק"ג בדלי מרכזי הנגיש לכל הגדיות בקבוצה, החציר הוגש בשני דליים נפרדים בכמות של 150 גרם בכל דלי ודלי מים. פרט לניסוי עצמו, הגדיות הוזנו במהלך היום, לפני ואחרי שעת הניסוי, באופן חופשי ורציף בתערובת (תערובת לעזים 16% חלבון) ובחציר.





**A.** ניסוי גדיות: **A.** הגשת גדילן מצוי בלבד (propensity),  
**B.** הגשת גדילן מצוי במקביל לחציר (preference).

**3.5. רעייה בחלקות חורשת הברושים.**

בחודשים מרץ עד אפריל/מאי בשנים 2012 ו-2013, בזמן צמיחת ופריחת הברקן הסורי והגדילן המצוי, הוכנס עדר העזים לרעייה בחלקות הניסוי. מטרת הרעייה להקטין את כיסוי הקוצים ולצמצם את בנק הזרעים בקרקע. לחץ הרעייה מיוצג בטבלה 2.

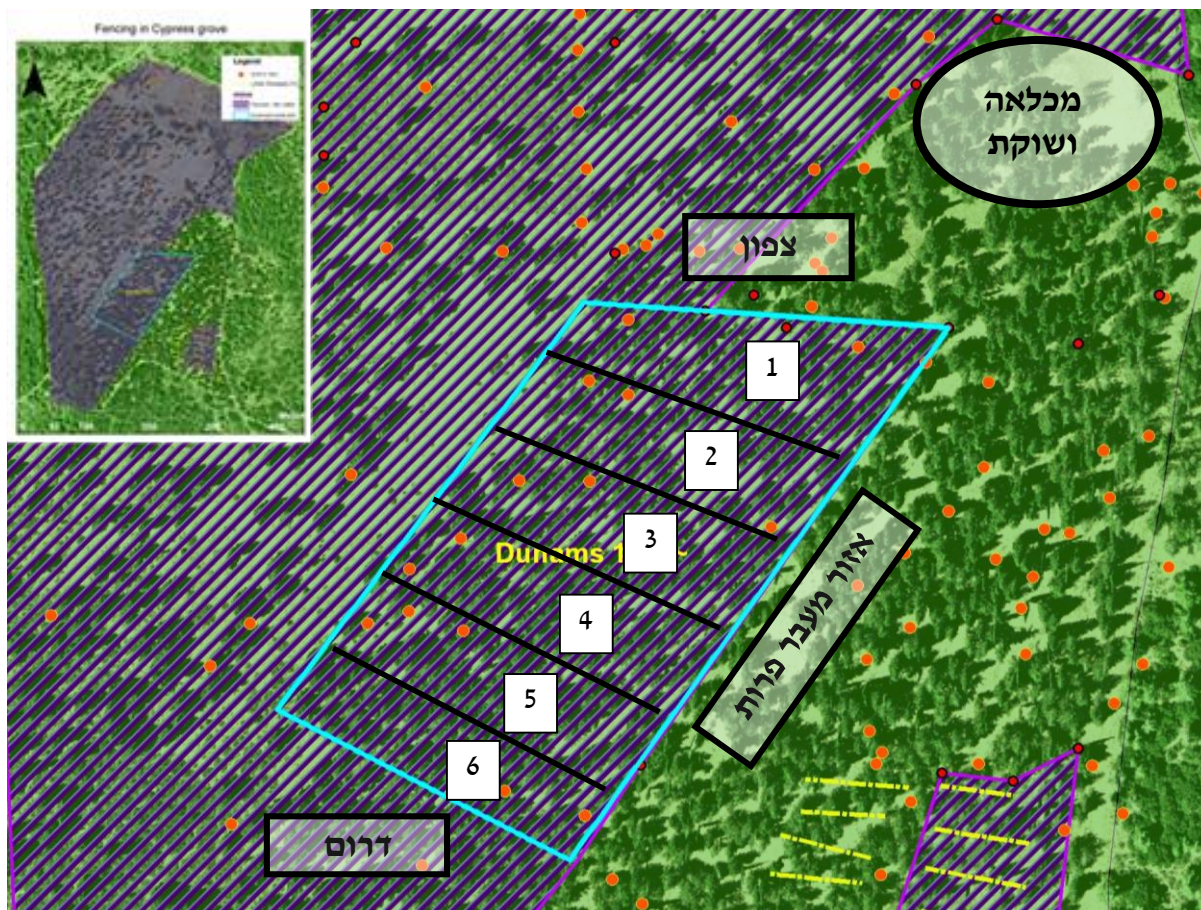
**טבלה 2. לחץ הרעייה בחלקות הניסוי, בשנים 2012 ו-2013. מחושב לפי מספר שעות רעייה\*מספר העזים שרעו לדונם.**

שנת רעייה	חלקה 1	חלקה 2	חלקה 3	חלקה 4	חלקה 5	חלקה 6
2012	370	281	234	227	348	315
2013	274	אין רעייה	250	אין רעייה	282	אין רעייה

**3.6. סקרי צומח- חתכי צומח בחלקות הניסוי.**

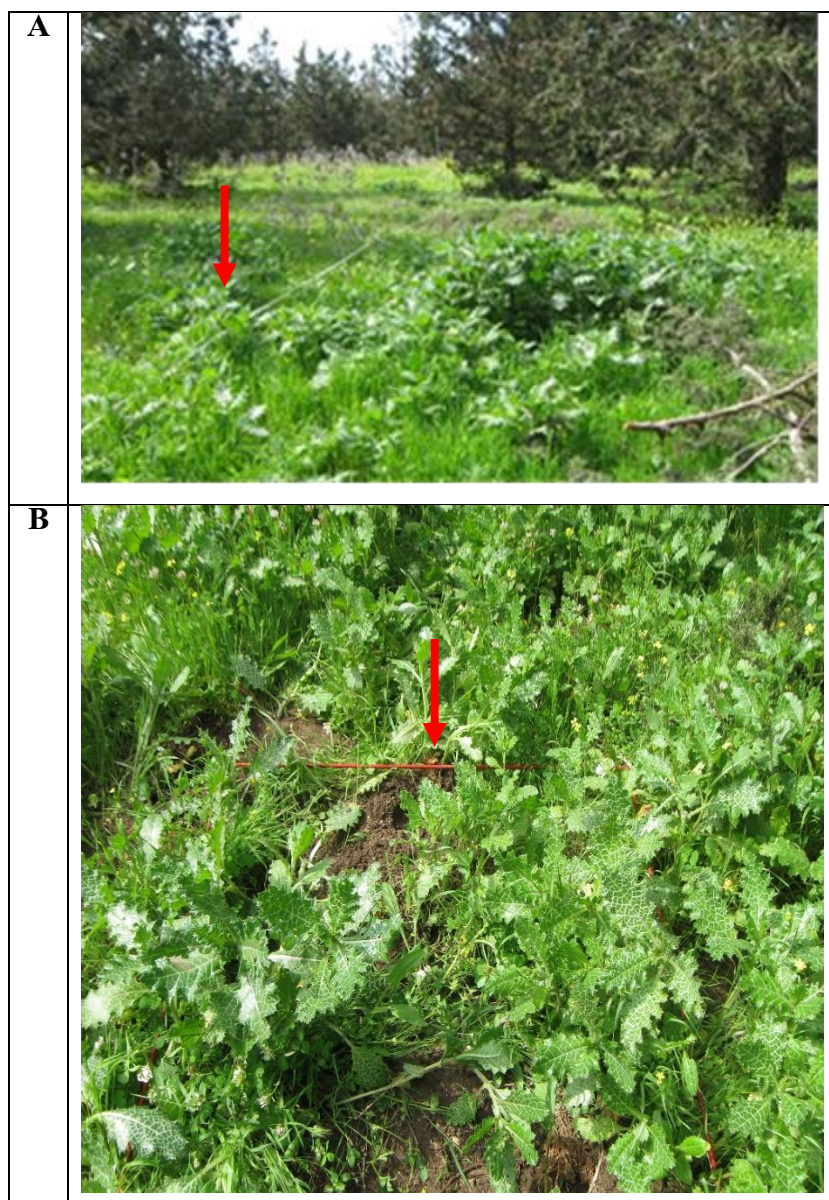
במהלך חודש מרץ 2012 נעשו חתכי צומח בכל אחת משש החלקות לקביעת צפיפות הקוצים (גדילן מצוי וברקן סורי) לפני רעיית העזים בחלקות (איור 6). החלקות הטרוגניות ולא זהות במידת הכיסוי ההתחלתי של צמחי גדילן-ברקן, על כן נבדק המצב ההתחלתי של כיסוי הצומח בכל חלקה, לפני רעיית העזים. על מנת

לבחון ההבדלים הנובעים מהרעייה, נבדק המצב הסופי של כיסוי הצומח, לאחר רעיית העזים (טבלה 2). בכל חלקה נקבעו שני חתכים וסומנו ביתדות, ממערב למזרח באורך של כ-70-80 מטר כל אחד. בכל שטח הניסוי היו סה"כ 12 חתכים. צפיפות הצומח (מספר הפרטים למטר ריבועי) נבדקה לאורך החתך בעזרת ריבועי דגימה בגודל 1x1 מ' שמוקמו כל שני מטרים לסירוגין מימין ומשמאל לחתך (ריבוע מימין, רווח של מטר וריבוע משמאל וכן הלאה) (איורים 7.A ו-7.B). במרץ 2013 בוצע סקר צפיפות קוצים, בשש חלקות הניסוי, לאחר רעיית עזים ב-2012 ולפני רעיית העזים ב-2013 (טבלה 2). במרץ 2014 נעשה סקר נוסף לקביעת צפיפות הקוצים בחלקות, לאחר שתי עונות רעיית עזים, 2012 ו-2013 (טבלה 2).



איור 6. מפת חלקות הניסוי. הנקודות הכתומות מייצגות כתמי ברקן סורי וגדילן מצוי (חלקה 1 נמצאת במרחק של 80 מטר מהשוקת וחלקה 6 נמצאת במרחק של 183 מטר מהשוקת).





איור 7. סקר צומח לפני כניסת העזים לחלקות המחקר (מרץ 2012): A. סרט מדידה מתוח לכל אורך החתך. B. ריבוע דגימה על החתך.

### 3.7. דגימות ואנליזות של חומר צמחי.

במהלך תקופת ניסוי העזים וניסוי הגדיות, מפברואר עד מאי 2012, נאספו דגימות של גדילן מצוי/ברקן סורי במשקל של כ-1 ק"ג. הדגימות נשקלו במשקל (עד 5 קילוגרם) מסוג "יהלום" תוצרת מאזני שקל (קייבוץ בית קשת), בעל שגיאה של  $\pm 5$  גרם והוכנסו לתנור ייבוש של חברת Nüve דגם KD200 (Ankara, טורקיה) בעל נפח 200 ליטר וטמפרטורה מקסימאלית של  $250^{\circ}\text{C}$ . הדגימות יובשו בטמפרטורה של  $60^{\circ}\text{C}$  למשך כשלושה עד חמישה ימים. הדגימות נשקלו שנית לקביעת אחוז חומר יבש. בוצעו אנליזות שונות על החומר הצמחי שנאסף, לאחר שהצומח הופרד לחלקיו: עלים, גבעולים ותפרחות. 1. החומר היבש נטחן בטחינה גסה במטחנת (Hann) Retsch GmbH&CO, גרמניה) ולאחר מכן עבר טחינה עדינה במטחנת Cyclotec 1093 (Hogans) Foss Tecator Sample Mill (שבדיה) והועבר דרך נפה של 1 מ"מ. לאחר מכן, הצומח נסרק בספטרופוטומטר- FOSS Tecator NIRSystem 5000 (שבדיה), בתחום אורכי הגל nm 1108-2498, לבדיקת האיכות התזונתית: אפר, חלבון, ADL, ADF ו-NDF. הבדיקות בוצעו במכון וולקני בבית



דגן, במעבדה למדעי הצמח. NIRS הינה שיטה ספקטרוטומטרית, בעזרתה ניתן לאתר קשרים כימיים בחומר אורגני הבולעים בתחום התת-אדום הקרוב. שיטת זו מבוססת על האינטראקציה בין קרינה אלקטרומגנטית לחומר הנבדק, בה ישנה בליעת אנרגיה ע"י מולקולות בדוגמה הנבדקת (Naes et al., 2002).

2. בדיקת ניטראטים: דגימות מהצמחים הוכנסו לתנור ב-60°C למשך 2-3 שעות. מהחומר היבש הטחון נלקחו דגימות במשקל 0.2 גרם והוכנסו למבחנות פלקון (מבחנות צנטריפוגה) של 50 מ"ל והוספו 20 מ"ל מים מזוקקים. המבחנות טולטלו במטלטלת Edmund Buhler GmbH (Hechingen, גרמניה) במשך שעה. לאחר מכן המבחנות סורכזו במשך 5 דקות במהירות של 4,500 סל"ד בצנטריפוגה Thermo Scientific Heraeus Megafuge 16 (Waltham, Massachusetts, ארה"ב).

בדיקת ריכוז הניטראטים בדגימות בוצעה במכשיר של חברת MERCK דגם Reflectometer RQflex (Darmstadt, גרמניה) עפ"י קריאה קולורימטרית ע"י רצועות פלסטיק (nitrate test strips) שהוכנסו למכשיר. השיטה מתבססת על חיזור ניטראט לניטריט ותגובה של מלח הניטריט עם אינדיקטור שמשנה צבעו לאדום-סגול. הריכוז נקבע לפי עוצמת הצבע ברצועה שנקבעת ברפלקטומטריה ([http://www.galladecchem.com/catalog/emd\\_teststrips/nitrate-test-strips-3-90-ppm-reflectoquant---1-pk-requires-rqflex-2-emd-16950-1.htm](http://www.galladecchem.com/catalog/emd_teststrips/nitrate-test-strips-3-90-ppm-reflectoquant---1-pk-requires-rqflex-2-emd-16950-1.htm)). לכל דגימה בוצעו שתי בדיקות. הבדיקה בוצעה במכון וולקני, במעבדת קרקע בבית דגן (Bar-Tal et al., 2008). תכולת הניטראטים מוצגת כאחוז ממשקל חומר יבש.

### 3.8. ניסוי הפצת זרעים בגללים.

הניסוי התבצע בחודש יוני 2013 במשך 11 ימים (טבלה 3), בדיר העזים באופן פרטני, כאשר כל צפירה בתא בגודל 1.4x1.4 מ'. בניסוי השתתפו 9 צפירות אשר חולקו לשלוש קבוצות. הצפירות נשקלו וחולקו לקבוצות השונות על סמך ממוצעי משקלים, כך שפיזור משקלי הצפירות יהיה דומה בין שלוש קבוצות הניסוי. כל קבוצה קיבלה מנת זרעי גדילן מצוי במינונים שונים: 25 גרם, 50 גרם, 100 גרם. הזרעים נאספו ברמת הנדיב וסביבתה ולאחר מכן הוצאו והופרדו הזרעים משאר חלקי התפרחת בעזרת מכונת דייש של חברת Wintersteiger AG דגם LD350 (Ried, אוסטריה). הזרעים נאספו, נשקלו במאזניים אנליטיים של חברת Sartorius דגם BP121S (Göttingen, גרמניה) וחושב מספרם לגרם זרעים, כדי להעריך את מספר הזרעים הצפויים בכל דגימת גללים של כל צפירה. המזון שהוגש: חציר קצוץ (תלתן), תערובת (תערובת לעזים 16% חלבון), זרעים שלמים של גדילן מצוי. המזון הוגש בשעות הבוקר. כמויות: 300-400 גרם חציר + 500 גרם תערובת + זרעים (משתנה לפי מנת הזרעים). בכל תא דלי מים, דלי חציר, דלי תערובת עם הזרעים (איור 8). איסוף הגללים מכל תא התבצע כל יום. הגללים יובשו בטמפרטורת החדר בתבניות אלומיניום ולאחר ייבוש מלא של שלושה ימים הועברו לשקיות נייר.

**טבלה 3. פירוט ימי ניסוי הפצת זרעים בגללים.**

יום 11	יום 10	יום 9	יום 8	יום 7	יום 6	יום 5	יום 4	יום 3	יום 2	יום 1
			זרעים וחציר	זרעים וחציר	זרעים וחציר	זרעים וחציר	זרעים וחציר	זרעים וחציר	חציר בלבד	הכנסת הצפירות לתאים
איסוף גללים	איסוף גללים	איסוף גללים	איסוף גללים	איסוף גללים	איסוף גללים	איסוף גללים	איסוף גללים	איסוף גללים		



**איור 8. ניסוי הפצת זרעים בגללים: צפירה בתא עם המזון המוגש- זרעי גדילן מצוי ותערובת לצד חציר.**

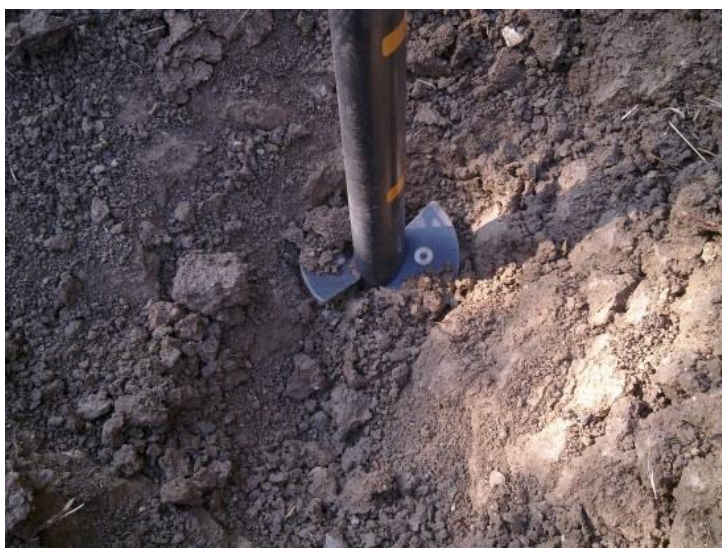
דגימות הגללים הועברו במסננים עם נקבים בכותר 10, 5 ו-3 מילימטרים, על מנת להרחיק אבקת גללים וזרעים שנמצאו בדגימה ולא עברו במערכת העיכול (נפלו בזמן האכילה מהדלי לרצפה). הגללים השלמים רוסקו בעדינות ונבדקה נוכחות זרעים בתוכם. מאחר שנמצאו רק זרעים בודדים חיוניותם לא נבדקה בניסוי נביטה.

**3.9. בדיקות קרקע.**

המדדים שנבדקו:  $\text{NO}_3$ -חנקן חנקתי,  $\text{NH}_4$ -חנקן אמוני, K-אשלגן, P-זרחן, EC-מוליכות חשמלית (מליחות) ואחוז חומר אורגני.

הדגימות נלקחו בחודשי אוגוסט-ספטמבר 2013. החפירות נעשו כשהאדמה יבשה (חודשי סוף הקיץ), באמצעות מקדח קרקע של חברת Fiskars דגם Quikdrill (Melbourne, אוסטרליה) (איור 9) וטוריה. ראשית הוסר החומר הצמחי והפרש שמעל הקרקע בעומק של 5 ס"מ. הדגימות נלקחו מעומק 20-5 ס"מ. הדגימות, במשקל של 1 קילוגרם לפחות, נאספו לשקית נייר כפולה. סה"כ נלקחו 30 דגימות: שלוש דגימות בכל חלקה (1-6). בין כל נקודות דיגום יש מרחק של כ-35 מטר. בכל אזור מוחץ לחלקות נלקחו 3 דגימות: דרומית לחלקות (סגור לרעיית פרות מ-2011), צפונית לחלקות (סגור לרעיית פרות מ-2011), באזור מעבר הפרות (מזרחית לחלקות, אזור בו המצב היה דומה למה שהיה לפני גידור החלקות) ובאזור שוקת הפרות. כל הנקודות שבהן נלקחו דגימות קרקע סומנו ע"י מכשיר GPS - Mobile Mapper CX על מפת חורשת

הברושים. דגימות הקרקע נשלחו למעבדה לבדיקת קרקע במעבדת שירות השדה בגילת. אחוז החומר אורגני נבדק במכשיר ספקטרופוטומטר- NIRSystem 5000, במכון וולקני בבית דגן, במעבדה למדעי הצמח.



איור 9. חפירה בנקודת דיגום באמצעות מקדח קרקע.

נערכו הבדיקות הבאות:

1.  $\text{NO}_3^-$  בדיקת חנקן חנקתי בוצעה במימיו מימי ביחס קרקע: מים של 1:7, באמצעות Flow Ion Analyzer של חברת Skalar, דגם San System, (Breda, הולנד), הפועל על עיקרון של פיתוח צבע באמצעות ריאגנטים (Sparks, 1999). קריאת עוצמת הצבע ע"י ספקטרופוטומטר של חברת Thermo דגם Genesys 10s UV-VIS (Waltham, Massachusetts, ארה"ב) באורך גל של 540 ננומטר.
2.  $\text{NH}_4^+$  בדיקת חנקן אמוניאקלי בוצעה במימיו בתמיסת  $\text{KCl}$  1N, באמצעות Flow Ion Analyzer של חברת Skalar, דגם San System, (Breda, הולנד), הפועל על עיקרון של פיתוח צבע באמצעות ריאגנטים (Sparks, 1999). קריאת עוצמת הצבע ע"י ספקטרופוטומטר של חברת Thermo דגם Genesys 10s UV-VIS (Waltham, Massachusetts, ארה"ב) באורך גל של 660 ננומטר.
3.  $\text{K}^+$  בדיקת אשלגן בוצעה במימיו בתמיסת  $\text{CaCl}_2$  בריכוז 0.01 M ביחס קרקע: תמיסה של 1:7, באמצעות Flame Photometer של חברת Sherwood דגם 410 (Cambridge, אנגליה).
4.  $\text{P}^-$  בדיקת זרחן בשיטת Olsen בוצעה במימיו בתמיסת  $\text{NaHCO}_3$  0.5N ביחס קרקע: תמיסה של 1:20, באמצעות Flow Ion Analyzer של חברת Skalar, דגם San System, (Breda, הולנד), הפועל על עיקרון של פיתוח צבע באמצעות ריאגנטים (Watanabe and Olsen, 1965). קריאת עוצמת הצבע ע"י ספקטרופוטומטר של חברת Thermo דגם Genesys 10s UV-VIS (Waltham, Massachusetts, ארה"ב) באורך גל של 880 ננומטר.
5.  $\text{EC}$  (מוליכות חשמלית) - בוצע במימיו עיסה רוויה. מביאים את הקרקע למצב עיסה רוויה ע"י תוספת מים מזוקקים עד למצב רוויה. ממצים את תמיסת הקרקע באמצעות הפעלת ואקום. בודקים את המוליכות החשמלית בתמיסה שמיצינו מהקרקע הרוויה באמצעות מד מוליכות חשמלית של חברת Radiometer דגם CDM210 (Villeurbanne, צרפת).

**3.10. ניתוח סטטיסטי של הנתונים.**

ניתוח הנתונים נעשה בעזרת תוכנת SAS 9.2.

**בדיקות דם:** נעשה ניתוח קו-וריאנס להשוואת הטיפולים, עם נתון בסיס (נתונים לפני ההרגלה) כמשתנה לוואי (קו-וריאט).

**ניסוי בוגרות:** ניתוח שיעור זמן תצפיות אכילת ברקן סורי. ניתוח שיעור זמן אכילה כולל וניתוח מספר טיפוסי צמחים נאכלים נעשו לפי ניתוח שונות רב-גורמי עם מדידות חוזרות לבחינת ההבדלים בין הקבוצות הטיפול, עם `proc mixed`. המשתנה התלוי הוא שיעור הזמן שהעזים אוכלות ברקן סורי, המשתנים הבלתי תלויים היו קבוצות הטיפול (קבוצות "הרגלה" וקבוצות "ללא הרגלה"), זמני רעייה (בוקר, צהריים), ימי רעייה (6 תצפיות לכל קבוצה), גזע העז (ממבר, דמשקאי) ואפקט העז שהיה מקוון בתוך הטיפול. נבדקו אינטראקציות בין טיפול לשעת היום ובין טיפול ליום רעייה. במקרים של אינטראקציה מובהקת נעשתה השוואה בין טיפולים בכל יום לפי מבחן  $t$  לקונטרסט. נתוני אחוזים עברו טרנספורמציה  $\arcsine$  לפני הניתוח.

בכל הניתוחים גזע העז נכנס למודל בשלב ראשון כמסביר אפשרי. מאחר והשפעתו לא התקרבה למובהקות באף בדיקה, הניתוחים הסופיים נעשו ללא גורם הגזע.

מבנה הקו-וריאנס היה  $AR(1)$ . כלומר, נלקח בחשבון שיש קורלציה חזקה יותר בין מדידות על פני זמן ככל שנקודות הזמן קרובות יותר זו לזו.

**ניסוי גדיות:** הניתוח בוצע במודל ניתוח שונות רב-גורמי עם מדידות חוזרות להשוואה בין הטיפולים. בנייתו נתוני אכילה של הגדיות נאספו נתונים ברמה קבוצתית. המשתנה התלוי היה כמות הגדילן המצוי שנאכל, המשתנים הבלתי תלויים היו קבוצות הטיפול ("הרגלה", "ללא הרגלה", "ביקורת"), יום האכילה (1-8), התפריט המוצע ביום הניסוי (גדילן מצוי בלבד - ביום 1, 3, 5, 7 או גדילן מצוי המוגש עם חציר - ביום 2, 4, 6, 8). קבוצת הגדיות מקוננת בתוך הטיפול. נבדקו אינטראקציות בין טיפול ליום האכילה. הניתוח נעשה לכל תפריט בנפרד.

מבנה הקו-וריאנס היה  $AR(1)$ .

**סקרי צומח:** הניתוח בוצע במבחן  $pair\ t\ test$  - מבחן  $t$  להסתכלויות צמודות, להשוואת ירידה בצפיפות הקוצים לאחר עונת רעייה.

**ניסוי הפצת זרעים בגללים:** התפלגות מספר זרעים לגרם גללים נמצאה כפואסונית.

**ניתוח אחוזי חנקות (ניטראטים) ברקמה הצמחית:** בשנת 2012 - בוצע ניתוח קו-וריאנס תלת-גורמי עם הגורמים: מין הצמח, איבר הצמח ומועד הדיגום המייצג את המצב הפנולוגי של הצמח. בשנת 2013 - בוצע ניתוח קו-וריאנס תלת-גורמי עם הגורמים: מין הצמח, איבר הצמח ומועד הדיגום.

נבדקו אינטראקציות בין הגורמים.

**ניתוח מדדים תזונתיים בצומח:** בוצע ניתוח קו-וריאנס תלת-גורמי עם הגורמים: מין הצמח, איבר הצמח ומועד הדיגום. נבדקו אינטראקציות בין מין הצמח לאיבר הצמח. במקרים של אינטראקציות מובהקות בוצעו השוואות זוגיות ספציפיות לפי מבחני  $t$  לקונטרסט.

#### 4. תוצאות

##### 4.1. ניסוי בוגרות.

בניסוי הבוגרות השתמשנו ב-42 עזים. באף אחת מהן לא נצפתה בעיה רפואית פרט לעז אחת מקבוצת ה"הרגלה", ששללה ביום ה-12 לתקופת ההרגלה, אך לא הוצאה מהניסוי. לאחר רעיית העדר בשטח הקוצים ב-2012 וב-2013 (טבלה 2), המונה כ-170 עזים, לא נראו סימנים לבעיה רפואית בקרב העזים.

##### האם גדילן מצוי וברקן סורי רעילים לעזים?

##### 4.1.1. בדיקות דם.

בבדיקת ספירת דם כללית, ההבדלים ברמת ההמטוקריט (HCT) וברמת ההמוגלובין (HGB) בדם העזים בקבוצת "ההרגלה" ובקבוצת ה"ביקורת", לפני ולאחר ההרגלה, לא נמצאו מובהקים. בבדיקת תפקודי כבד, המודדת את רמת האנזים אספרטאט אמינוטרנספראז (AST), אין הבדל מובהק ברמתו בין שתי הקבוצות, לפני ולאחר ההרגלה. כמו כן, לא נמצאו הבדלים מובהקים בשאר הפרמטרים שנבדקו (טבלה 4).

טבלה 4. תוצאות בדיקות דם העזים לפני ואחרי תקופת ההרגלה, בקבוצת ה"ביקורת" ובקבוצת ה"הרגלה".

p value	לאחר הרגלה			לפני הרגלה				
	SE	ממוצע	מספר עזים	SE	ממוצע	מספר עזים		
0.55	4.67	86.4	8	5.22	81.1	8	ביקורת	AST (uL)
	6.15	88.1	6	9.36	87.3	6	הרגלה	
0.97	0.07	0.5	8	0.08	0.5	8	ביקורת	BASO (%)
	0.05	0.5	6	0.07	0.5	6	הרגלה	
0.4	0.36	33.4	8	0.33	32.9	8	ביקורת	CHCM (g/dL)
	0.47	34	6	0.53	33.4	6	הרגלה	
0.1	0.9	4.6	8	0.97	2.7	8	ביקורת	EOS (%)
	0.44	2.6	6	0.89	2.3	6	הרגלה	
0.99	0.93	28.2	8	1.51	30.6	8	ביקורת	HCT (%)
	1.58	25.3	6	1.25	25.6	6	הרגלה	
0.75	0.05	2.9	8	0.04	2.9	8	ביקורת	HDW (g/dL)
	0.07	3	6	0.07	2.9	6	הרגלה	
0.95	0.25	8.9	8	0.46	9.7	8	ביקורת	HGB (g/dL)
	0.42	8.1	6	0.36	8.2	6	הרגלה	
0.12	0.04	0.4	8	0.07	0.4	8	ביקורת	LUC (%)
	0.16	0.58	6	0.1	0.5	6	הרגלה	
0.9	2.38	34.79	8	1.96	35.4	8	ביקורת	LYMP (%)
	4.67	33.67	6	4.76	33.7	6	הרגלה	
0.66	0.16	5.3	8	0.15	5.6	8	ביקורת	MCH (pg)
	0.13	5.3	6	0.16	5.4	6	הרגלה	
0.77	0.33	31.6	8	0.27	31.8	8	ביקורת	MCHC (g/dL)
	0.49	32.3	6	0.39	32.3	6	הרגלה	
0.76	0.54	16.9	8	0.54	17.9	8	ביקורת	MCV (fL)
	0.44	16.3	6	0.49	16.7	6	הרגלה	
0.79	0.3	3.8	8	0.38	3.8	8	ביקורת	MONO (%)
	0.37	4	6	0.66	4	6	הרגלה	

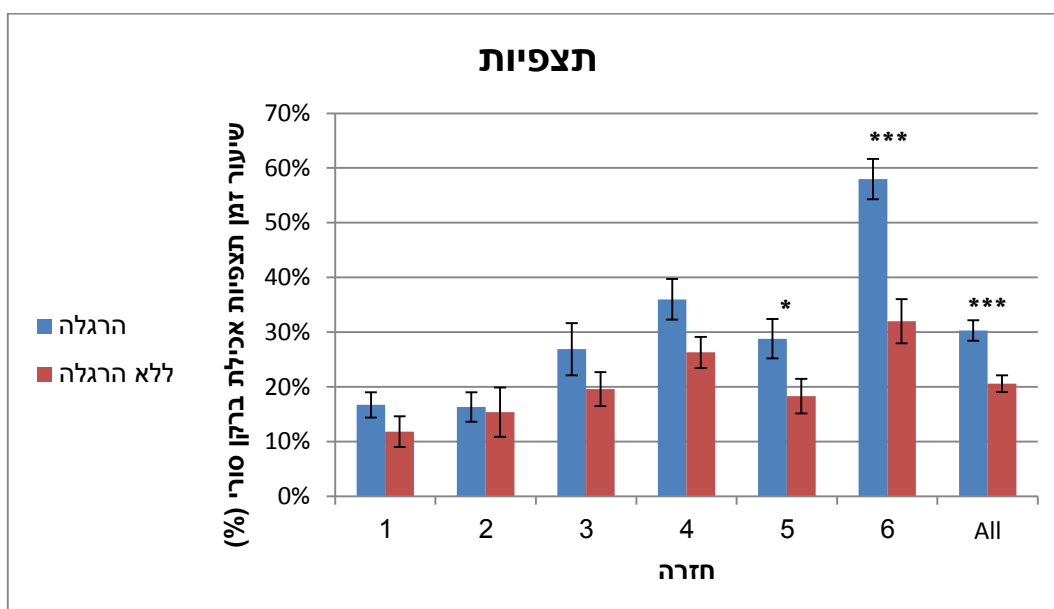
p value	לאחר הרגלה			לפני הרגלה				
	SE	ממוצע	מספר עזים	SE	ממוצע	מספר עזים		
0.29	0.56	7	8	0.58	7	8	ביקורת	MPV (fL)
	0.51	6.8	6	0.53	7.2	6	הרגלה	
0.51	2.13	55.8	8	2.33	57.2	8	ביקורת	NEUT (%)
	4.53	58.7	6	5.23	59.1	6	הרגלה	
0.12	80.9	423.3	8	69.04	485.7	8	ביקורת	PLT (*10 <sup>3</sup> /uL)
	70.03	629	6	72.04	586	6	הרגלה	
0.56	0.77	16.8	8	0.94	17.5	8	ביקורת	RBC (*10 <sup>6</sup> /uL)
	0.72	15.5	6	0.38	15.3	6	הרגלה	
0.94	0.38	23.1	8	0.53	22.9	8	ביקורת	RDW (%)
	0.57	22.9	6	0.57	22.9	6	הרגלה	
0.96	0.94	14.2	8	0.98	14.9	8	ביקורת	WBC (*10 <sup>3</sup> /uL)
	1.41	14.2	6	1.12	13.8	6	הרגלה	
0.94	0.01	0.1	8	0.01	0.1	8	ביקורת	baso (*10 <sup>3</sup> /uL)
	0.01	0.1	6	0.01	0.1	6	הרגלה	
0.11	0.12	0.7	8	0.13	0.4	8	ביקורת	eos1 (*10 <sup>3</sup> /uL)
	0.07	0.4	6	0.14	0.3	6	הרגלה	
0.81	0.45	4.9	8	0.57	5.4	8	ביקורת	lymp (*10 <sup>3</sup> /uL)
	0.92	4.9	6	0.78	4.7	6	הרגלה	
0.89	0.05	0.5	8	0.07	0.6	8	ביקורת	mono (*10 <sup>3</sup> /uL)
	0.08	0.6	6	0.08	0.5	6	הרגלה	
0.74	0.73	7.9	8	0.52	8.4	8	ביקורת	neut (*10 <sup>3</sup> /uL)
	0.89	8.3	6	0.84	8.1	6	הרגלה	

**AST**: Aspartate aminotransferase; **BASO**: % basophil count; **CHCM**: Red cell hemoglobin concentration mean; **EOS**: % eosinophil count; **HCT**: Hematocrit; **HDW**: hemoglobin concentration distribution width; **HGB**: Hemoglobin; **LUC**: Large unstained cells; **LYMP**: % lymphocyte count; **MCH**: Mean cell hemoglobin; **MCHC**: Mean cell hemoglobin concentration; **MCV**: Mean corpuscular volume; **MONO**: % monocyte count; **MPV**: Mean platelet volume; **NEUT**: % neutrophil count; **PLT**: Platelet count; **RBC**: Red blood cells; **RDW**: Red cell distribution Width; **WBC**: White blood cells; **baso**: Absolute basophil count; **eos1**: Absolute eosinophil count ; **lymp**: Absolute lymphocyte count; **mono**: Absolute monocyte count; **neut**: Absolute neutrophil count.

**האם ניתן להגדיל אכילת גדילן מצוי וברקן סורי בעזים ע"י התניה מוקדמת (pre-conditioning)?**  
**4.1.2. שיעור זמן תצפיות אכילת ברקן סורי.**

בתצפיות על התנהגות אכילת העזים נמצא ששיעור זמן תצפיות שהעזים מקדישות לאכילת הברקן בקבוצות העזים ה"מורגלות" גבוה יותר מקבוצות העזים ה"לא מורגלות"- בממוצע של 30.3% לעומת 20.6% ( $p=0.0005$ ). נמצאה מגמת עלייה בשיעור הזמן המושקע באכילת ברקן במהלך ימי הניסוי (חזרות 1-6) באופן מובהק ( $p<0.0001$ ). ההבדל בין הטיפולים היה מובהק ביום החמישי לניסוי ( $p=0.05$ ) וביום השישי לניסוי ( $p<0.0001$ ) (איור 10).

שיעור זמן תצפיות אכילת הברקן גבוה יותר בקבוצות ה"הרגלה" ובקבוצות ה"ללא הרגלה" בשעות הצהריים (אחרי 11:00) מאשר בשעות הבוקר (עד 11:00) באופן מובהק ( $p=0.0002$ ). ההבדלים בתוצאות הניסוי התחדדו בתצפיות של שעות הצהריים כאשר שיעור זמן תצפיות אכילת הברקן היה 38.3% בממוצע בקבוצות ה"הרגלה" לעומת 23.2% בממוצע בקבוצות ה"ללא הרגלה".



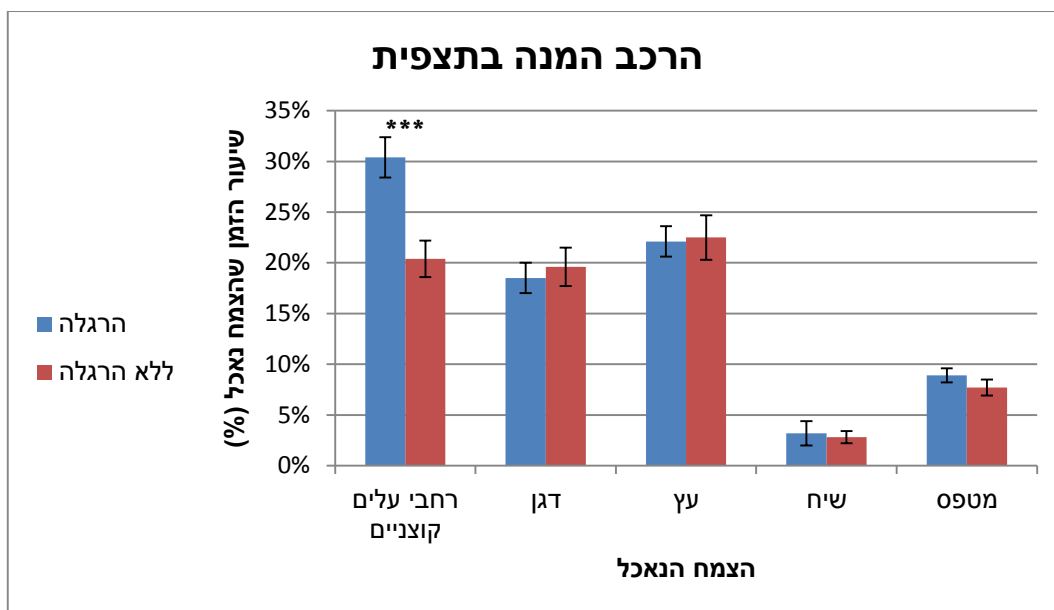
**איור 10. שיעור זמן תצפיות אכילת ברקן סורי (ממוצע ± שגיאת תקן), בקבוצות "הרגלה" ו"ללא הרגלה", כאשר כל קבוצה נבחנה במשך 6 ימי תצפית (חזרות).**

הערה: במהלך הניסוי נצפה ברוב שטח חלקות הניסוי ברקן סורי ובמיעוטו גדילן מצוי. ההתייחסות בתוצאות בהתאם לכך.

**4.1.3. הרכב המנה בשעת תצפית אכילה.**

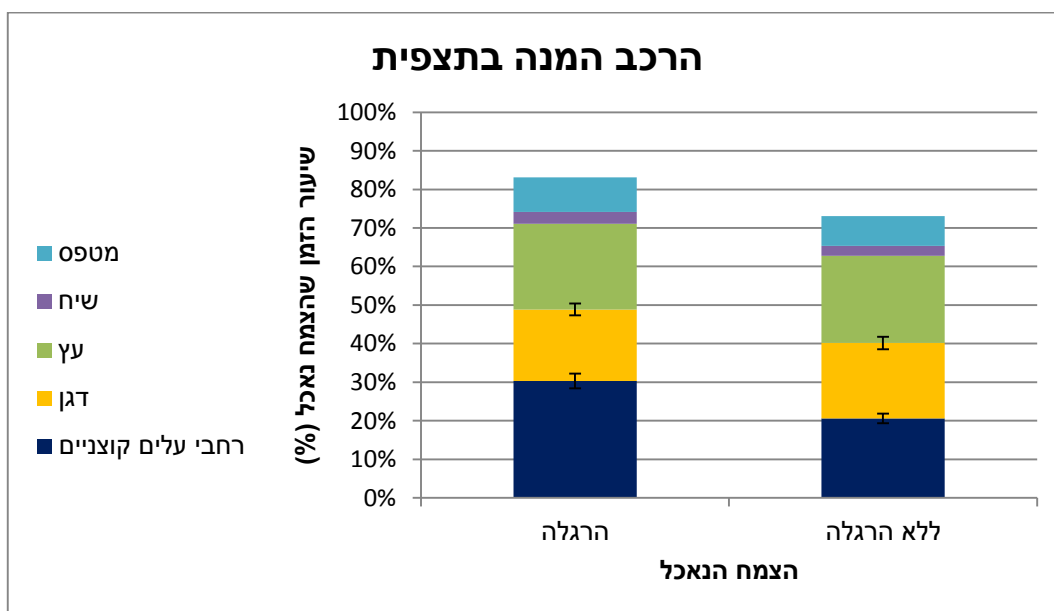
ממוצע מספר טיפוסי הצמחים שנאכלו בקבוצות ה"הרגלה" וה"ללא הרגלה" הינו בין 3-4 בשעת תצפית (הרגלה  $n=3.504$ ; ללא הרגלה  $n=3.376$ ).

תוצאות התצפיות מלמדות על אופן בניית תפריט ממוצע של העזים בשעת התצפית (איור 11). נמצא הבדל מובהק בין הקבוצות באכילת רחבי עלים קוצניים- ברקן סורי ( $p=0.0004$ ) ואילו בשאר טיפוסי הצמחים הנאכלים בשעת תצפית לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הקבוצות.



איוור 11. שיעור זמן אכילת טיפוסים צמחים שונים בשעת תצפית: רחבי עלים קוצניים (ברקן סורי), דגן, עץ (ברוש מצוי), שיח (סירה קוצנית) ומטפס (פרסיון גדול) (ממוצע ± שגיאת תקן), בקבוצות ה"הרגלה" בהשוואה לקבוצות ה"ללא הרגלה".

העזים ה"מורגלות" מנצלות שיעור זמן גדול יותר באכילה לעומת העזים ה"לא מורגלות" (איוור 12). אחוז זמן האכילה הכולל (בזמן זה נכללו גם צמחים אחרים שלא צוינו) של העזים בקבוצות ה"הרגלה" היה 90.29% לעומת 83.65% בקבוצות ה"ללא הרגלה" ( $p=0.006$ ).



איוור 12. שיעור זמן אכילת טיפוסים צמחים שונים בשעת תצפית: רחבי עלים קוצניים (ברקן סורי), דגן, עץ (ברוש מצוי), שיח (סירה קוצנית) ומטפס (פרסיון גדול), בקבוצות ה"הרגלה" בהשוואה לקבוצות ה"ללא הרגלה", בחישוב מסך כל שעת התצפית (הכוללת גם הליכה, חיפוש מזון, פעילות אחרת ואכילת מזון אחר).



**האם גזע העז משפיע על דגם אכילת הקוצים?**

**4.1.4. השפעת גזע העז על דפוסי אכילה.**

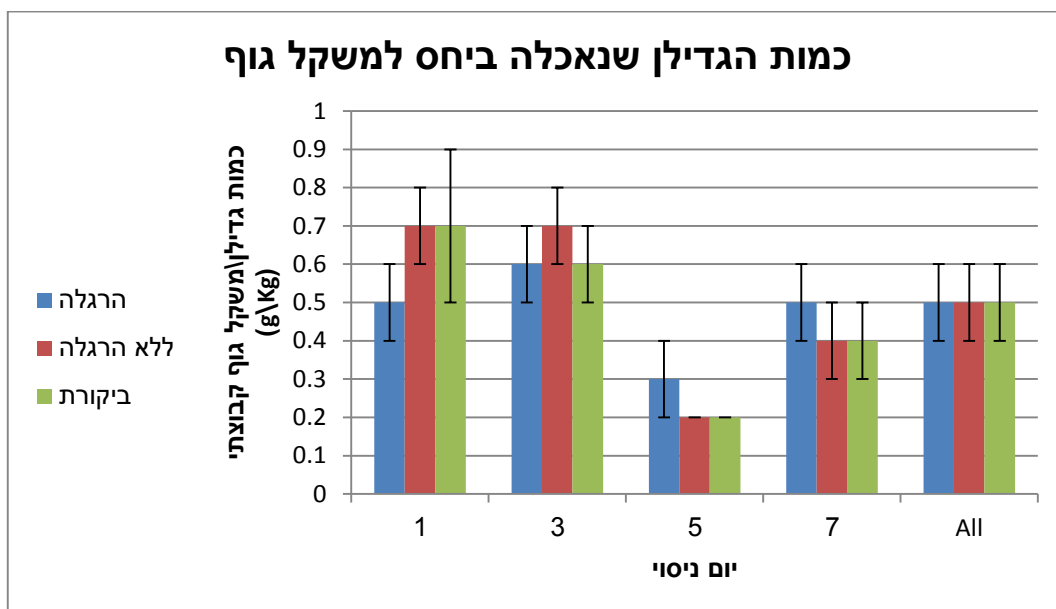
לא נמצא הבדל מובהק בין הגזע הדמשקאי לגזע הממבר בשיעור זמן תצפיות אכילת הברקן ( $p=0.63$ ).

**4.2. ניסוי גדיות.**

**האם גדיים שנולדו לאימהות שאכלו גדילן מצוי וברקן סורי במהלך תקופת ההנקה, יצרכו יותר מצמחים אלה לאחר הגמילה מחלב עזים?**

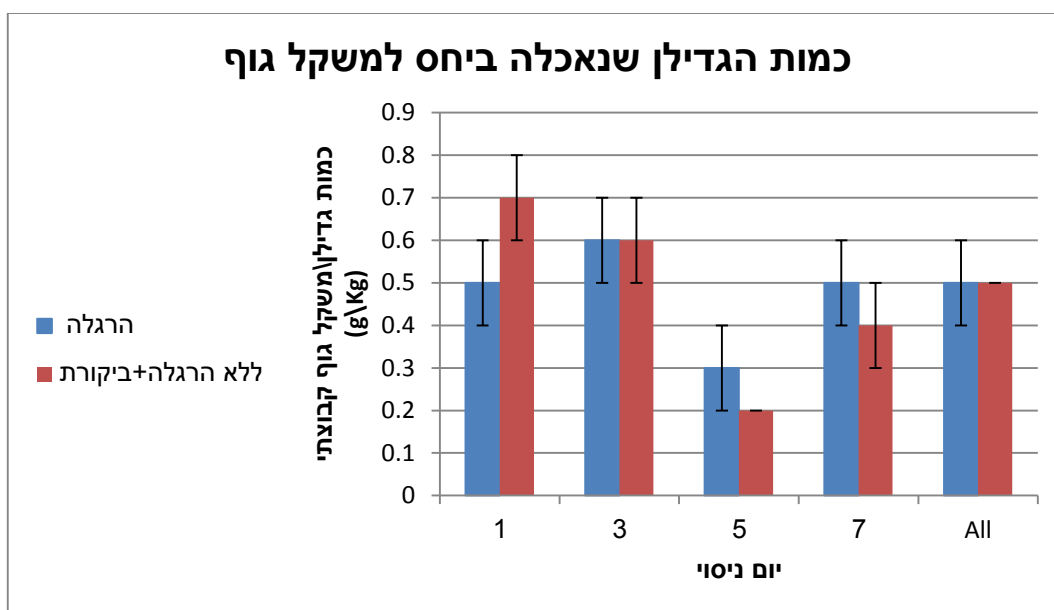
**4.2.1. בדיקת נטייה (propensity).**

בדיקת propensity (איורים 13.A ו-13.B) בוחנת את הנטייה או הרצון לצרוך ממזון מסוים, כאשר הוא מוגש לבדו. בניסוי זה גדילן מצוי הוגש לבדו ביום הראשון, השלישי, החמישי והשביעי לניסוי. מאחר והתקבלו תוצאות דומות בין קבוצות ה"ללא הרגלה" וקבוצות ה"ביקורת" (איור 13.A), ניתוח נוסף בוצע להשוואה בין קבוצות ה"הרגלה" לבין קבוצות ה"ללא הרגלה" יחד עם קבוצות ה"ביקורת", אשר חושבו יחדיו.



**איור 13.A. כמות הגדילן שנצרכה ביחס למשקל גוף קבוצתי (g/Kg) (ממוצע ± שגיאת תקן), בטיפולים: "הרגלה", "ללא הרגלה" ו"ביקורת".**

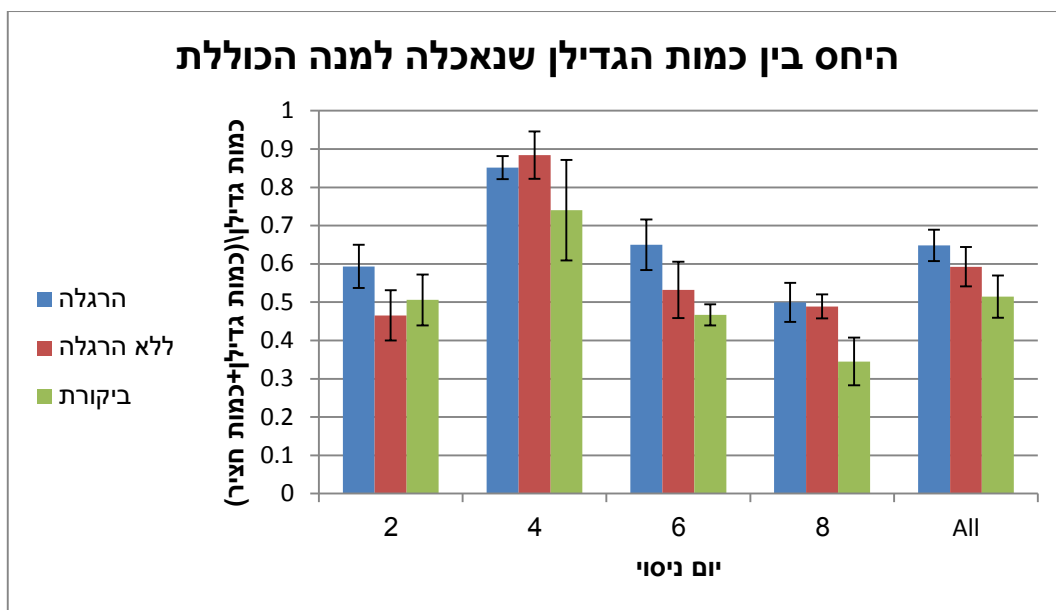
לא התקבלו הבדלים מובהקים בין הקבוצות בנטייה לצרוך גדילן מצוי ( $p=0.91$ ) (איור 13.B).



איור 13.B. כמות הגדילן שנצרכה ביחס למשקל גוף קבוצתי (g/Kg) (ממוצע  $\pm$  שגיאת תקן), בטיפולים: "הרגלה" ו"ללא הרגלה" + "ביקורת".

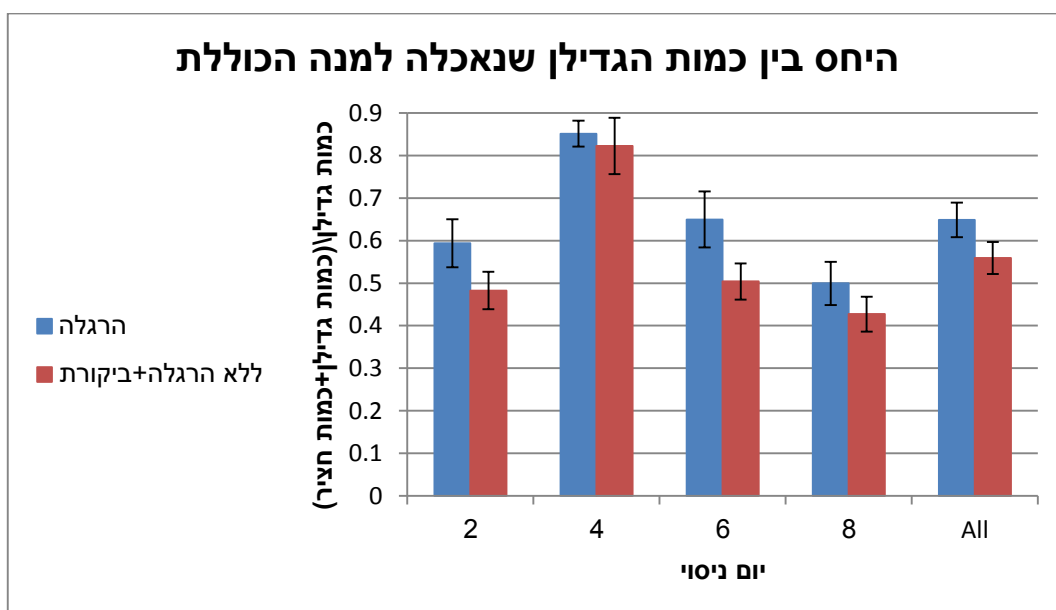
#### 4.2.2. בדיקת העדפה (preference).

בדיקת preference (איורים 14.A ו-14.B) מראה את ההעדפה למזון מסוים ביחס למזונות אחרים, כאשר המזונות מוגשים במקביל. בניסוי זה גדילן מצוי הוגש לצד חציר ביום השני, הרביעי, השישי והשמיני לניסוי. בדומה לניסוי לבדיקת propensity גם בניסוי לבדיקת preference הוצגו תוצאות הניסוי כאשר קבוצות "ללא הרגלה" ו"ביקורת" חושבו בנפרד (איור 14.A) ויחד (איור 14.B).



איור 14.A. היחס בין כמות הגדילן שנאכלה לבין המנה הכוללת שנאכלה: גדילן + חציר (ממוצע  $\pm$  שגיאת תקן), בטיפולים: "הרגלה", "ללא הרגלה" ו"ביקורת".

נמצאה מגמה הקרובה למובהקות ( $p=0.08$ ) לפיה קבוצות ה"הרגלה" מעדיפות לצרוך גדילן מצוי ביחס לחציר, בשיעור גבוה יותר בהשוואה לקבוצות ה"ללא הרגלה" + ה"ביקורת" (איור 14.B).

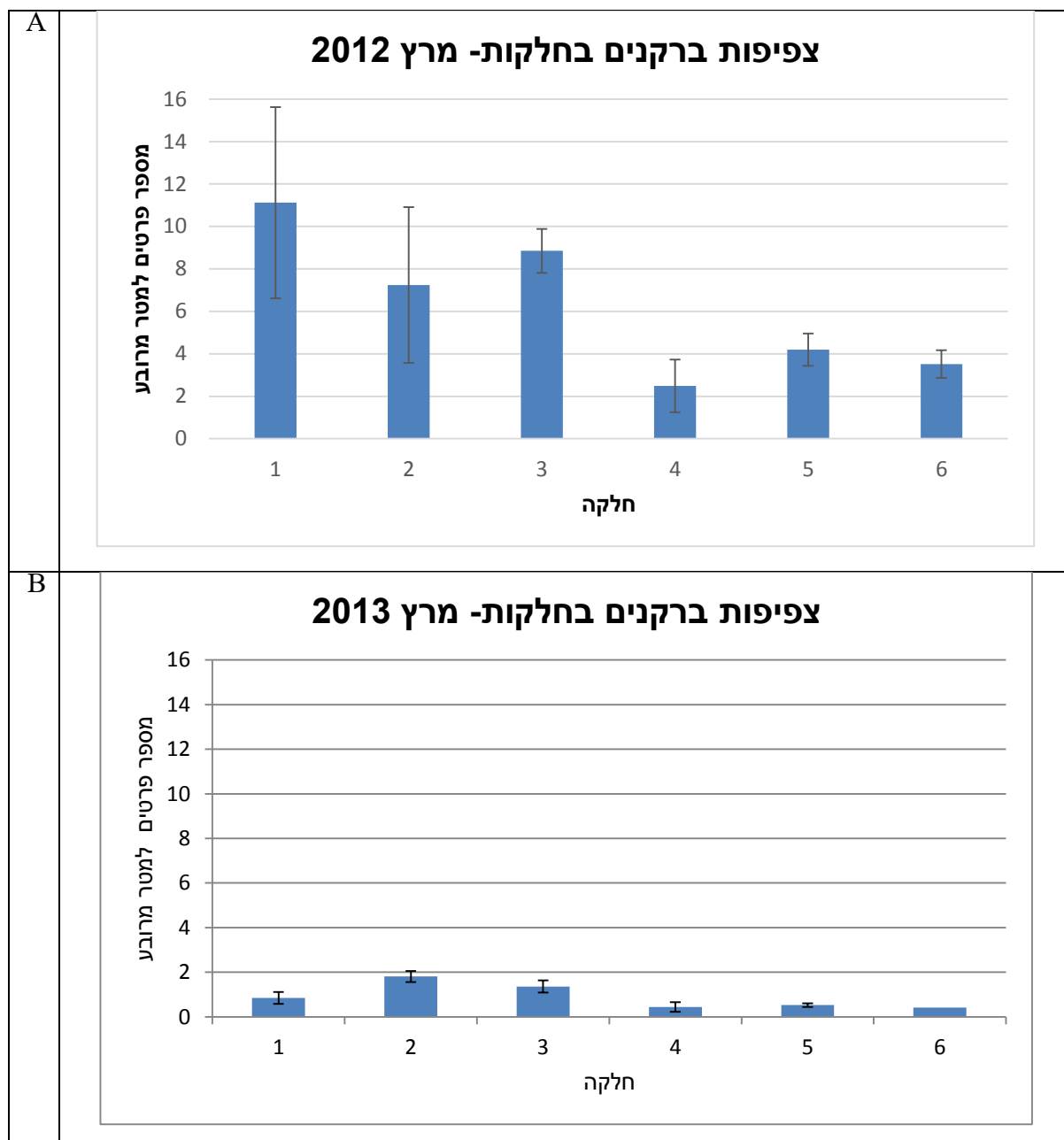


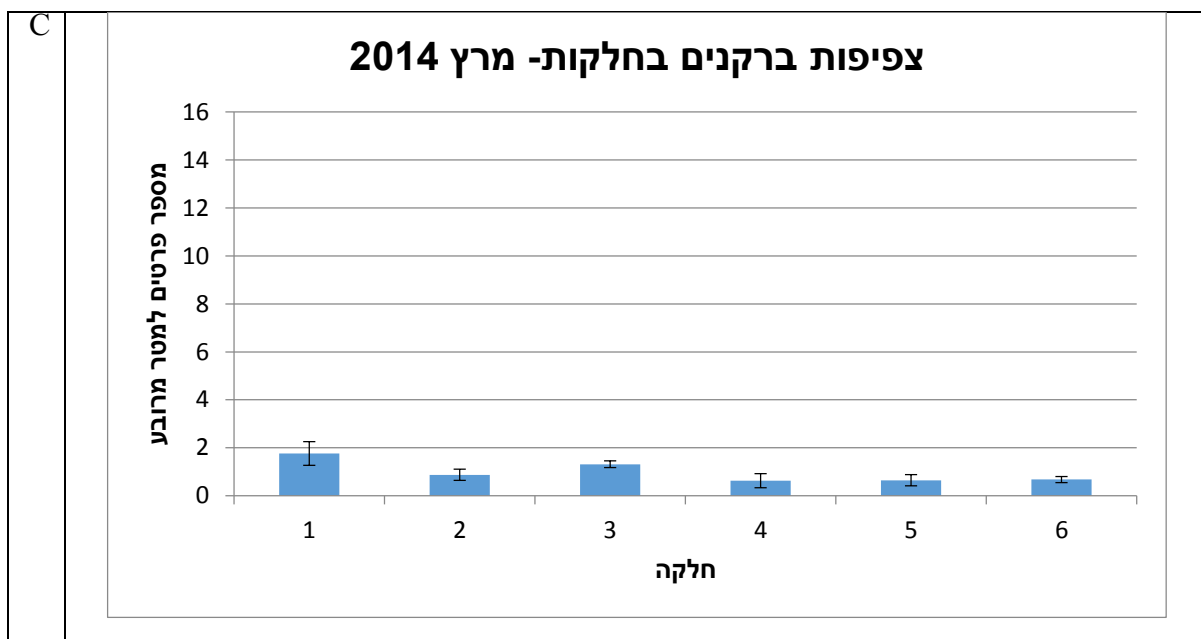
איור 14.B. היחס בין כמות הגדילן שנאכלה לבין המנה הכוללת שנאכלה: גדילן + חציר (ממוצע  $\pm$  שגיאת תקן), בטיפולים: "הרגלה" ו"ללא הרגלה" + "ביקורת".

4.3. סקרי צומח- השפעת רעיית עזים על צפיפות ברקן סורי.

האם באמצעות רעיית עזים ניתן להפחית ביומסה של ברקן סורי?

רעיית עזים ב-2012 בלחץ ממוצע של 296 שעות עז לדונם (טבלה 2), גרמה לירידה מובהקת ( $p=0.005$ , paired t-test) של  $1.53 \pm 85\%$  בצפיפות הקוצים בשנת 2013 (איורים 15.A ו-15.B). סקר צומח נוסף שנערך ב-2014, שנתיים אחרי עונת הרעייה (טבלה 2) הראה שהקוצים לא חזרו לחלקות (איור 15.C).

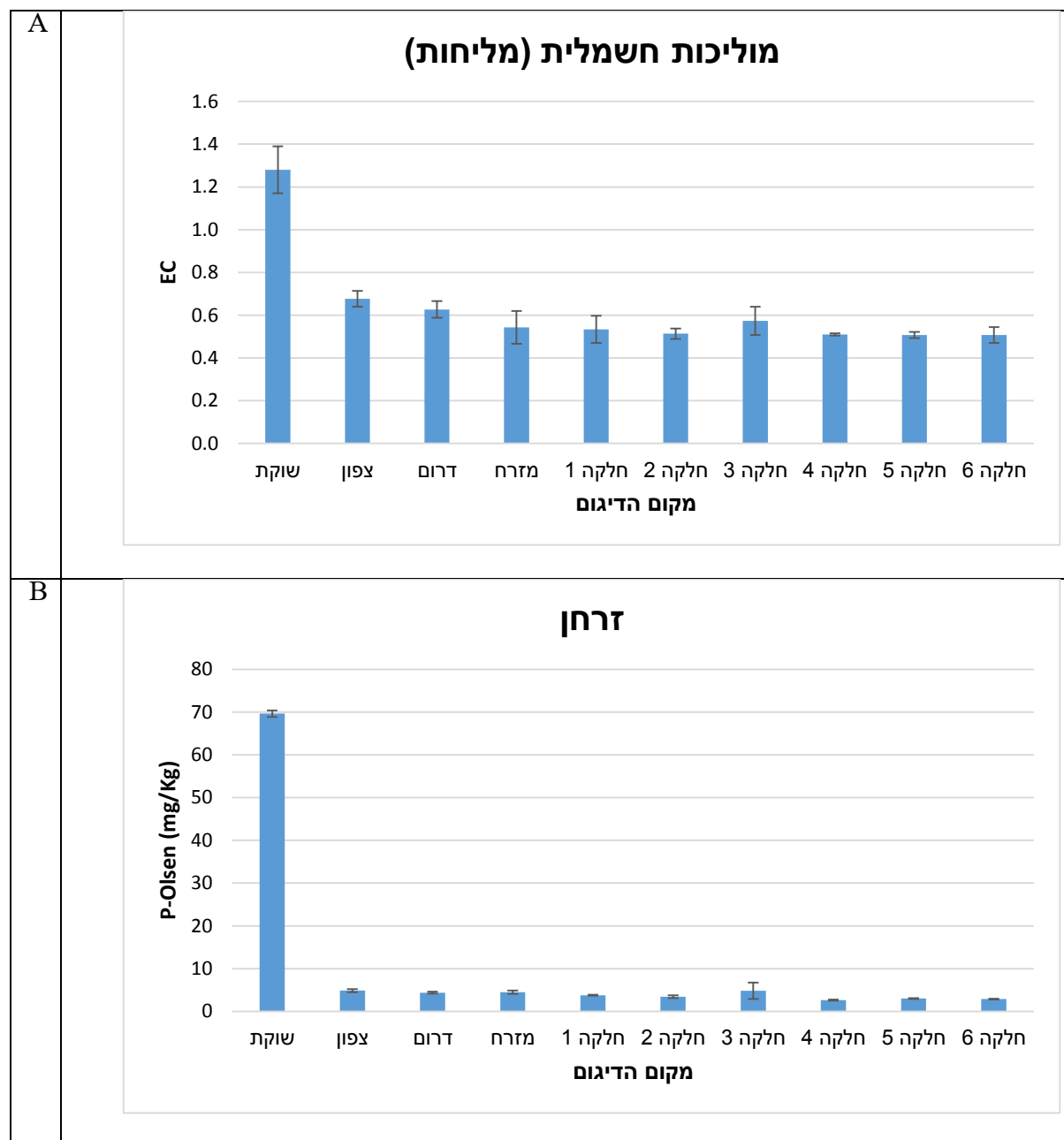


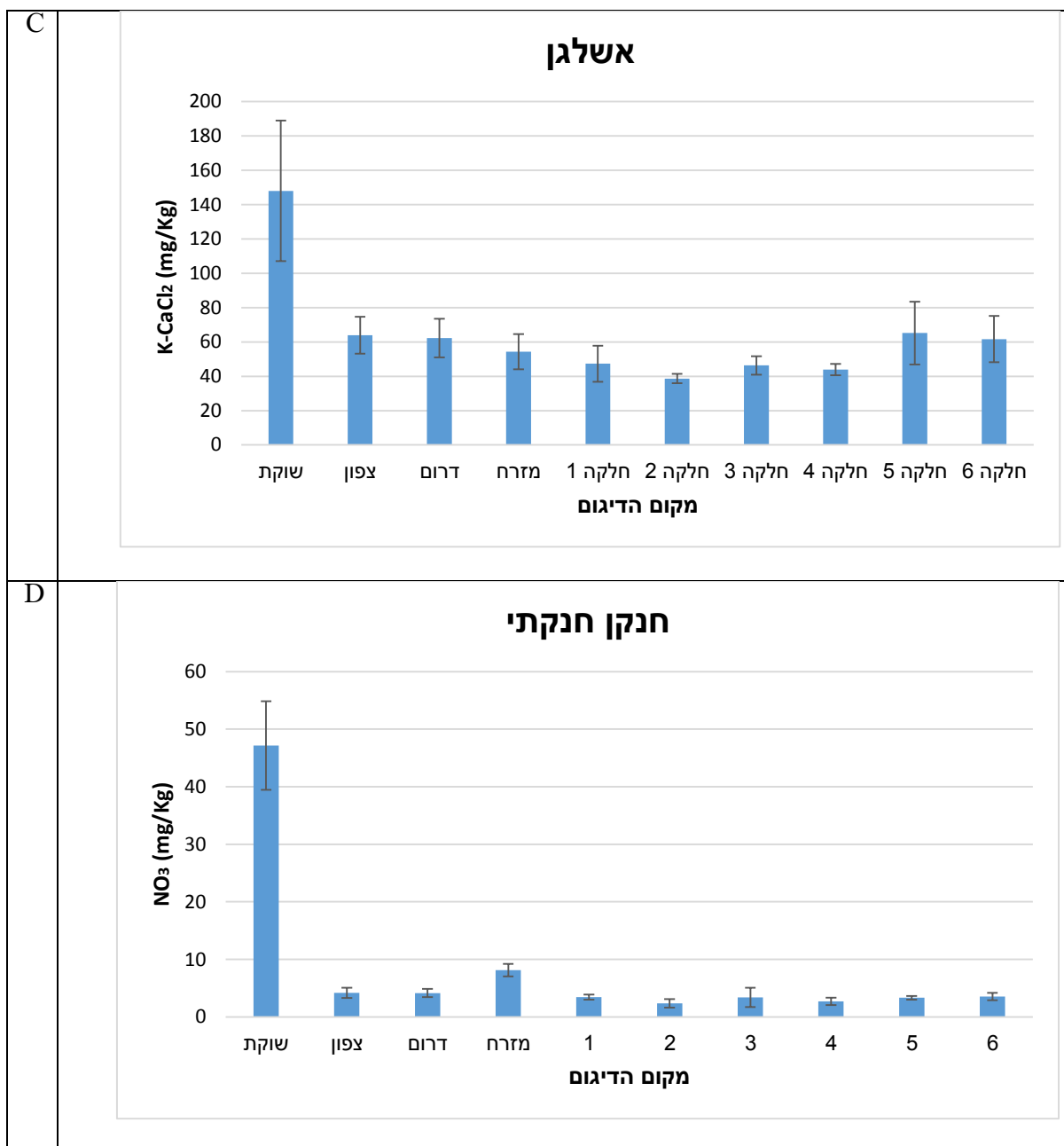


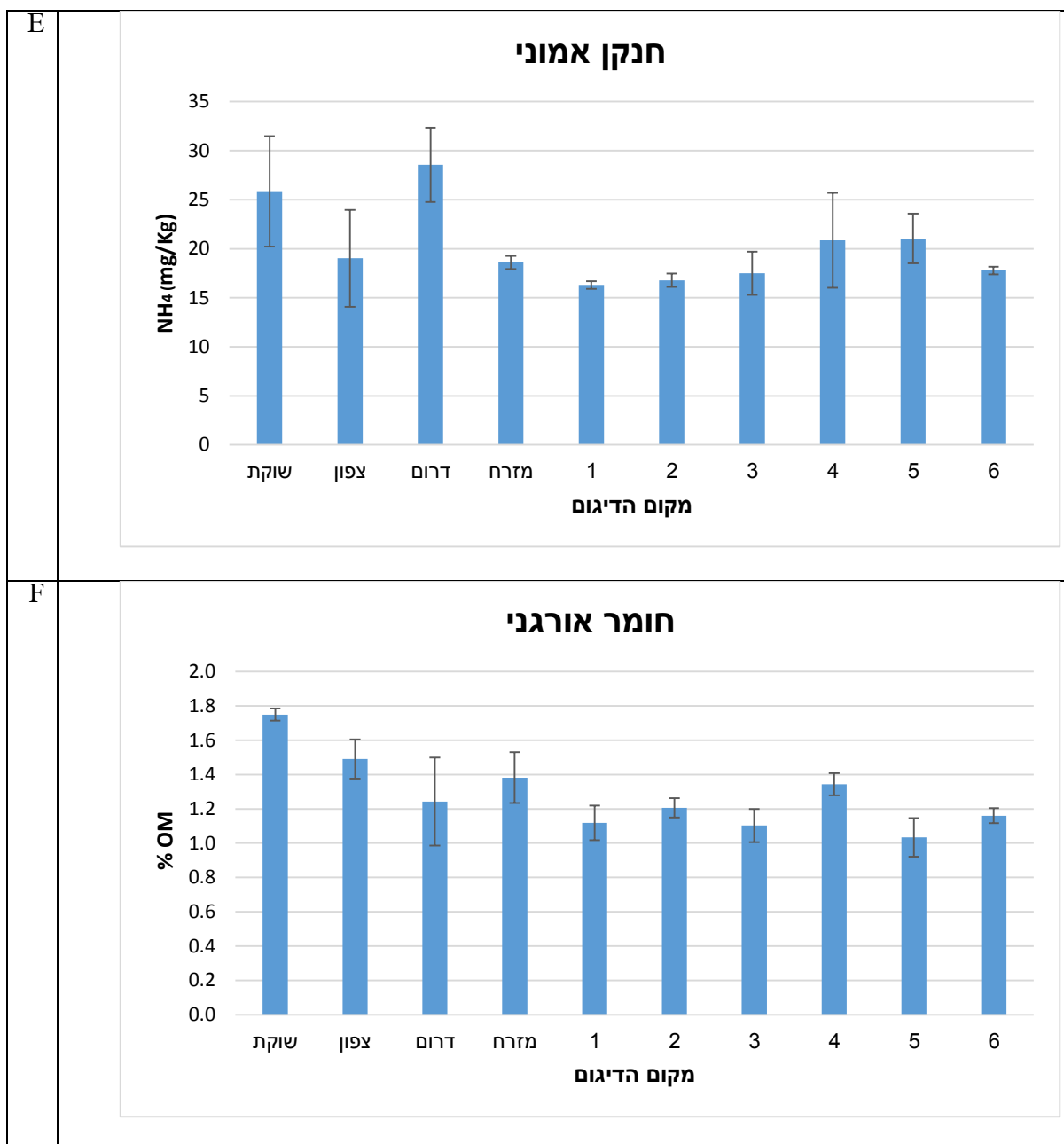
איור 15. צפיפות ברקנים בחלקות (ממוצע  $\pm$  שגיאת תקן). A- בשנת 2012, לפני כניסת העזים לחלקות; B- בשנת 2013, לאחר עונת רעייה אחת; C- בשנת 2014, לאחר שתי עונות רעייה. הערה: בסקר צומח בשנת 2013 חלקה 6 קיבלה ערך חזוי מאחר ולא בוצע סקר בחלקה זו מסיבות טכניות.

4.4. בדיקות קרקע.

בדיקות הקרקע נעשו בעומק של 5-20 ס"מ לאחר הסרת החומר האורגני בשכבה העליונה (הסרת הפרש ו/או החומר הצמחי) לא נמצאו הבדלים מהותיים בין האתרים השונים, פרט לשוקת שבה המוליכות החשמלית (מליחות), זרחן, אשלגן וחנקן חנקתי גבוהים באופן משמעותי לעומת יתר אזורי הדיגום (16.A-D). בבדיקת חנקן אמוני לא נמצאו הבדלים עקביים בין אתרי הדיגום (16.E) וכמו כן גם בבדיקת אחוז החומר האורגני בקרקע (16.F).







איור 16. מדדי קרקע בשוקת, בחלקות וסביב החלקות (צפון, דרום ומזרח) (ממוצע  $\pm$  שגיאת תקן).  
 A. מוליכות חשמלית (מליחות); B. ריכוז הזרחן; C. ריכוז האשלגן; D. ריכוז חנקן חנקתי; E. ריכוז חנקן אמוני; F. אחוז חומר אורגני.



**4.5. אחוזי חנקות באברי הצמח בברקן סורי ובגדילן מצוי.**

הערכת רעילות הצמח נעשתה ע"י בדיקת אחוז החנקות באברי הצמח השונים. הנתונים נאספו מאמצע מרץ ועד סוף אפריל/תחילת מאי בשנת 2012 ובשנת 2013 (טבלה 5). בדגימות הראשונות הצמחים היו בשלב התארכות ותחילת פריחה ובדגימות המאוחרות יותר הצמחים היו בשלב פריחה לקראת הפצת זרעים. ניתוח סטטיסטי בוצע לפי מין הצמח, איבר הצמח (עלים, גבעולים, תפרחות) ועונת הדיגום, בכל שנה בנפרד (טבלה 6).

אחוזי החנקות בגדילן מצוי היו גבוהים יותר בהשוואה לברקן הסורי ב-2013, אך דומים ב-2012 (טבלה 5). בהשוואה בין איברי הצמח, בשני המינים לא נמצאו הבדלים מובהקים בין העלים לגבעולים באחוז החנקות, והם היו גבוהים יותר לעומת התפרחות (טבלה 5). מועד הדיגום (מספר הימים שעברו מה-1 בפברואר עד למועד בו בוצע דיגום הצומח) השפיע על אחוזי החנקות ב-2013, אך לא ב-2012 (טבלה 6). בניתוח תלת גורמי של אחוזי החנקות נמצא אפקט הדדי מובהק של מין הצמח, איבר הצמח ומועד הדיגום ( $p = 0.0143$ ).

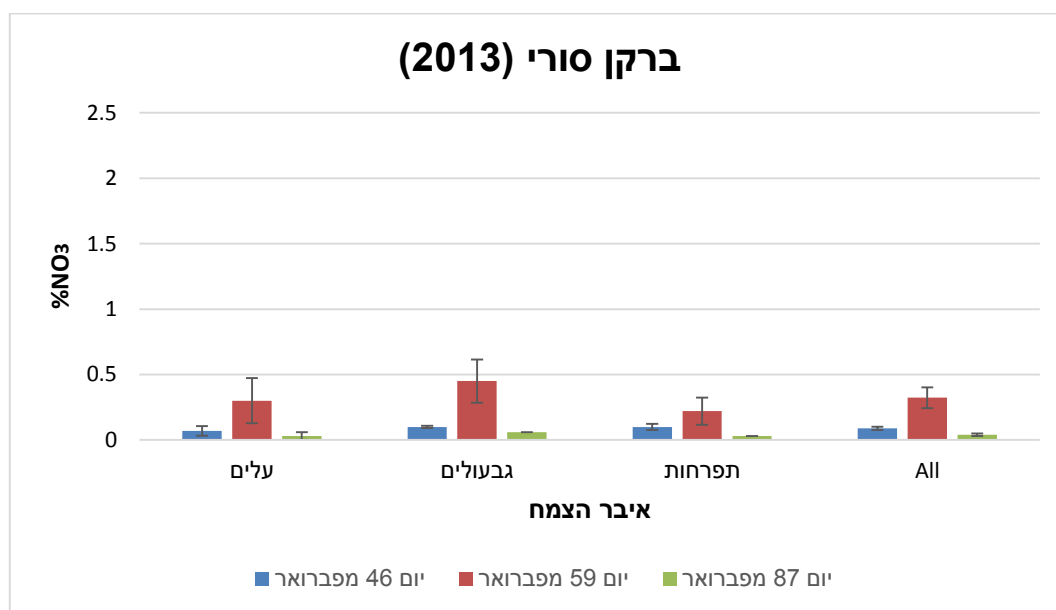
**טבלה 5. אחוזי חנקות בברקן סורי ובגדילן מצוי בשנים 2012 ו-2013 (ממוצע ± שגיאת תקן).**

% NO <sub>3</sub>		איבר הצמח
2013	2012	
<b>ברקן סורי</b>		
0.13±0.07	0.58±0.25	עלים
0.20±0.09	0.49±0.40	גבעולים
0.11±0.04	0.13±0.04	תפרחות
<b>גדילן מצוי</b>		
1.71±0.53	0.83±0.17	עלים
0.90±0.19	0.68±0.20	גבעולים
0.35±0.12	0.15±0.08	תפרחות

**טבלה 6. ניתוח תוצאות אחוז חנקות בשנים 2012 ו-2013.**

2013	2012	הפרמטר הנבדק
Prob > F	Prob > F	
<0.0001***	0.17	מין הצמח
0.001***	0.02*	איבר הצמח
0.05*	0.14	מועד הדיגום
0.001***	0.76	מין הצמח*איבר הצמח

להדגמת ההבדלים בין מועדי הדיגום מובא ניתוח נפרד של אחוזי החנקות בברקן הסורי, ב-2013. נמצאה השפעה מובהקת של מועד הדיגום ( $p=0.008$ , מבחן Tukey), כאשר אחוזי החנקות ביום 59 היה גבוה מאחוז החנקות בימים 46 ו-87 (איור 17).



איור 17. שינויים באחוזי חנקות באברי הצמח של ברקן סורי (עלים, גבעולים ותפרחות), במהלך עונת הצמיחה בשנת 2013 (ממוצע  $\pm$  שגיאת תקן).

#### 4.6. ערך תזונתי של גדילן מצוי וברקן סורי לפי בדיקת NIRS.

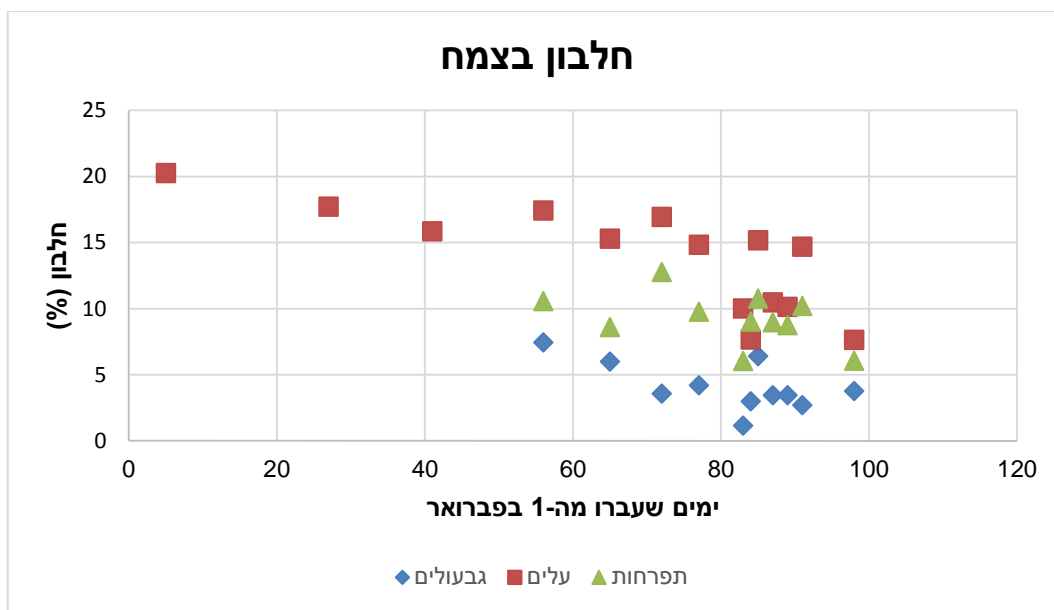
לא נמצאו הבדלים מובהקים במדדים התזונתיים בין גדילן מצוי וברקן סורי (טבלאות 7 ו-8). לעומת זאת נמצאו הבדלים מובהקים בכל המדדים התזונתיים בין אברי הצמח השונים: עלים, גבעולים ותפרחות ( $p < 0.0001$ ) (טבלה 8). באופן כללי, טיב המדדים התזונתיים (פרט ל-NDF ו-ADF) ירד באופן הדרגתי מעלים, לתפרחות והיו נמוכים יותר בגבעולים (טבלה 7). לא נמצאו אינטראקציות מובהקות של מין הצמח\*איבר הצמח (טבלה 8). מועד הדיגום השפיע בצורה מובהקת על אחוזי החלבון ( $p=0.001$ ) (איור 18, טבלה 8) ועל אחוזי האפר ( $p=0.03$ ) (איור 19, טבלה 8) באברי הצמחים של גדילן מצוי וברקן סורי.

טבלה 7. מדדים תזונתיים של ברקן סורי וגדילן מצוי. הבדיקות נערכו בשנת 2012 (ממוצע  $\pm$  שגיאת תקן).

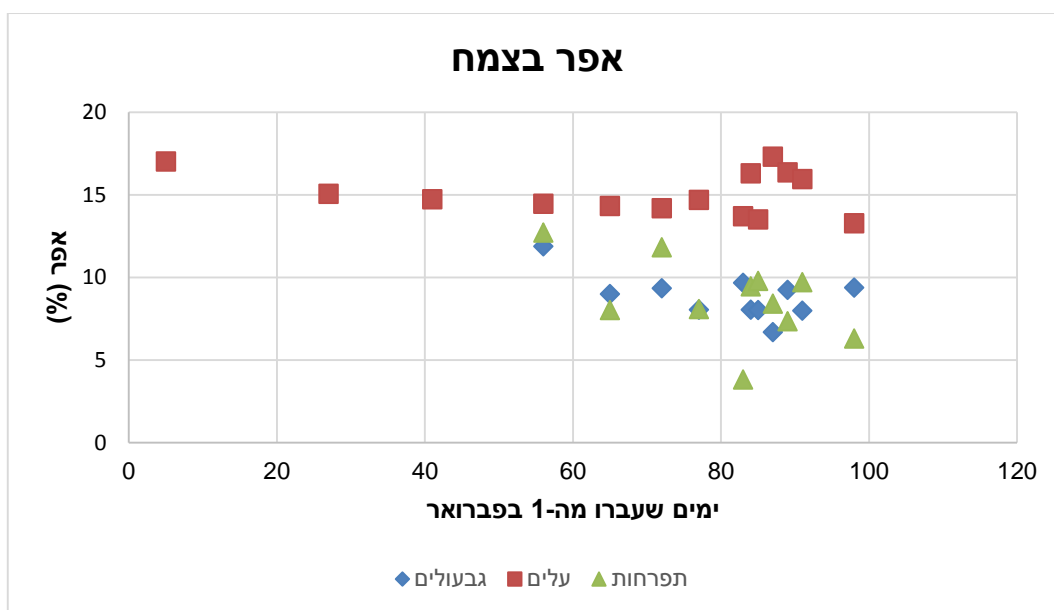
% ADL	% ADF	% NDF	% אפר	% חלבון	% נעכלות	
<b>ברקן סורי</b>						
8.90 $\pm$ 0.87	22.74 $\pm$ 0.56	34.29 $\pm$ 0.54	14.05 $\pm$ 0.19	14.13 $\pm$ 1.59	73.29 $\pm$ 2.66	עלים
5.54 $\pm$ 0.73	39.69 $\pm$ 1.98	56.74 $\pm$ 3.26	9.73 $\pm$ 0.54	4.98 $\pm$ 0.63	55.19 $\pm$ 6.11	גבעולים
7.86 $\pm$ 0.68	29.60 $\pm$ 2.44	46.09 $\pm$ 2.91	9.72 $\pm$ 0.95	9.97 $\pm$ 0.97	64.92 $\pm$ 2.09	תפרחות
<b>גדילן מצוי</b>						
11.24 $\pm$ 1.30	20.86 $\pm$ 2.21	29.46 $\pm$ 2.44	15.28 $\pm$ 0.69	12.39 $\pm$ 1.57	71.25 $\pm$ 3.98	עלים
4.54 $\pm$ 0.97	38.68 $\pm$ 0.91	56.06 $\pm$ 1.54	8.43 $\pm$ 0.52	3.90 $\pm$ 0.95	48.84 $\pm$ 3.92	גבעולים
6.51 $\pm$ 0.84	31.79 $\pm$ 3.10	48.97 $\pm$ 4.47	8.59 $\pm$ 1.24	8.99 $\pm$ 0.71	61.35 $\pm$ 4.91	תפרחות

טבלה 8. ניתוח השפעת מין הצמח, איבר הצמח ומועד הדיגום על המדדים התזונתיים בברקן סורי ובגדילן מצוי בשנת 2012.

Prob> F	הפרמטר הנבדק	
0.9	מין הצמח	<b>אפר</b>
<0.0001***	איבר הצמח	
0.16	מין הצמח*איבר הצמח	
0.03*	מועד הדיגום	
0.51	מין הצמח	<b>NDF</b>
<0.0001***	איבר הצמח	
0.39	מין הצמח*איבר הצמח	
0.36	מועד הדיגום	
0.68	מין הצמח	<b>ADF</b>
<0.0001***	איבר הצמח	
0.57	מין הצמח*איבר הצמח	
0.39	מועד הדיגום	
0.93	מין הצמח	<b>ADL</b>
<0.0001***	איבר הצמח	
0.11	מין הצמח*איבר הצמח	
0.78	מועד הדיגום	
0.73	מין הצמח	<b>חלבון</b>
<0.0001***	איבר הצמח	
0.94	מין הצמח*איבר הצמח	
0.001***	מועד הדיגום	
0.38	מין הצמח	<b>נעכלות</b>
<0.0001***	איבר הצמח	
0.86	מין הצמח*איבר הצמח	
0.42	מועד הדיגום	



איור 18. השתנות אחוז החלבון באיברי הצמח (ברקן סורי וגדילן מצוי) במשך עונת הצמיחה. בדיקות NIRS.



איור 19. השתנות אחוז האפר באיברי הצמח (ברקן סורי וגדילן מצוי) במשך עונת הצמיחה. בדיקות NIRS.

## 4.7. ניסוי הפצת זרעים בגללים.

## האם זרעי גדילן מצוי וברקן סורי שנאכלו ע"י העזים עוברים דרך מערכת העיכול?

לאחר שבתצפיות על העזים בשטח הניסוי נמצא שהן אוכלות תפרחות, נשאלה השאלה האם העזים מפיצות את זרעי הגדילן המצוי והברקן הסורי בגלליהן. לאחר בדיקת מדגם חלקי של גללים שנאספו בתאריכים שונים בניסוי בדיר וספירת הזרעים שנמצאו בהן (טבלה 9), נמצא שההסתברות שיתגלה זרע אחד או יותר לגרם גללים היא 0.0054, בהנחת התפלגות פואסון. כלומר, ממוצע של זרע אחד לכמות הגללים היומית המופרשת על ידי צפירה.

## טבלה 9. תוצאות ספירת זרעים בגללי הצפירות (מדגם חלקי שנבדק).

מספר שאריות הזרעים בגללים	מספר הזרעים במנה	משקל מנת הזרעים (גרם)	תאריך	
0	4090	100	10.6.13	1
0	4090	100	10.6.13	2
1	4090	100	10.6.13	3
0	1022	25	11.6.13	4
2	1022	25	12.6.13	5
0	4090	100	12.6.13	6
0	4090	100	12.6.13	7
2	4090	100	12.6.13	8

**5. דיון****מדוע מצטברים צמחים ניטרופילים סביב שוקת הפרות?**

משאבי הקרקע (איורים 16.A-F) משפיעים על גידול הצמח. במינים ניטרופילים, משאב הקרקע העיקרי הגורם לעידוד צמיחתם הוא חנקן, אך גם זרחן ואשלגן. בבדיקות הקרקע שנעשו באזור השוקת ברמת הנדיב, ריכוזי הזרחן, האשלגן, החנקן החנקתי ( $\text{NO}_3$ ) והמוליכות החשמלית (מליחות) היו גבוהים מאוד בהשוואה לשאר נקודות הדיגום, באזור חלקות הניסוי וסביב להן (איורים 16.A-D). לכן גדילן מצוי וברקן סורי מתרכזים סמוך לאזור השוקת. בבדיקת חנקן חנקתי ( $\text{NO}_3$ ) התוצאות הראו ערך גבוה יותר באזור מעבר הפרות ממזרח לחלקות, בהשוואה לחלקות הניסוי ובשטח הצמוד להן מכיוון צפון ודרום, הסגורות לרעייה מתחילת שנת 2011 (איור 16.D). ניתן להניח שרמת הניטראט באזור מעבר פרות דומה לרמת הניטראט שהיה בעבר בחלקות הניסוי, לפני גידור השטח ב-2011 ומניעת כניסת הפרות.

קוצים אלו ומינים ניטרופילים אחרים משתלטים באזור חורשת הברושים ברמת הנדיב, מאחר והם משגשים בקרקע זו, מפיצים זרעים בקרבת האזור ודוחקים מינים מקומיים אחרים.

עבודה שנעשתה בצפון הנגב המערבי מתארת השתלטות מינים ניטרופילים בעקבות הצטברות גללים במכלאת צאן. אזור המכלאה הפך לכתם ללא צמחייה, ולאחר נטישת המכלאה התחיל תהליך סוקצסיה המאופיין תחילה בהופעת צמחייה ניטרופילית, המתקיימת מספר שנים עד להתחדשות הצמחייה הטבעית במקביל להתדלדלות משאבי הקרקע וחזרה לאיזון הקרוב למצב הטבעי הקודם, (קיגל וחובי, 2009).

בסקר בו נאספו דגימות קרקע בחורשת הברושים ברמת הנדיב נמצא שכמות החנקן המינרלי (אמון, ניטריט, ניטראט) וכמות הזרחן היו גבוהות יותר בחלקות תחת רעיית פרות בהשוואה לחלקות ללא רעייה. נמצא גם שרעיית בקר, בחורשת הברושים, העלתה את אחוז הפחמן האורגני באופן מובהק. בבחינת השפעת המרחק מהשוקת על מדדי הקרקע עלה כי אחוז הפחמן האורגני, תכולת הזרחן, תכולת החנקן הכללי בקרקע, יורדים ככל שמתרחקים מהשוקת. בנוסף, השפעת השוקת יורדת באופן לוגריתמי ומגיעה עד לטווח של 70-100 מטר (נבון וחובי, 2012).

על פי הממצאים ניתן לומר שאזור השוקת בו הפרות מתרכזות ורובצות, הוא המקור להתפתחות אוכלוסיית הצמחייה הניטרופילית שהתפשטה בהמשך בכל שטח חורשת הברושים במרכז פארק רמת הנדיב.

**תכולת חנקות בצמחי גדילן מצוי וברקן סורי**

בבדיקת צמחים של גדילן מצוי וברקן סורי שנדגמו באזור הניסוי בחורשת הברושים ברמת הנדיב, נמצא שגדילן וברקן מכילים אחוז ניטראט ברמות המוגדרות כמזיקות לבריאות בע"ח (טבלה 5). בשנת 2012, בה התבצעו דיגומי צומח בתדירות גבוהה יותר במשך העונה, נמצא שבגדילן ממוצע אחוז הניטראט היה 0.83% בעלים, 0.68% בגבעולים ו-0.15% בתפרחות. במקורות שונים ניתן למצוא המלצות לערכים מזיקים של ניטראט במזון שכדאי להימנע מהם. בספר Sheep and Goat Medicine (Pugh, 2002) הומלץ להימנע מצמחים המכילים מעל ל-0.6% ניטראט. במאמר המתאר את הימצאות ניטראט בצמחי מספוא, נאמר שהרעלות מסוג זה בבקר קשורות במתן מספוא המכיל מעל כ-1% ניטראט בחומר היבש. מומלץ לא להשתמש כלל במספוא המכיל יותר מ-1.5% ניטראט, ולהשתמש בכמויות מוגבלות במספוא המכיל מעל ל-0.5% ניטראט (שלוסברג וחובי, 2000). בדו"ח על הרעלת כבשים בישראל, נקבע שרמת ניטראטים מסוכנת נעה בין 0.4% ל-1% (זמיר, 2012). במאמר אחר על הרעלת ניטראט בבקר צוין שמזון גס המכיל 1%-0.6% ניטראט נחשב כבעל פוטנציאל לרעילות, כאשר מואבס כמזון בלעדי. מזונות גסים, המכילים אחוז ניטראט הגבוה מ-1% נחשבים כמסוכנים להאבסה (סולומון וחובי, 2000).

בדגימות גדילן וברקן שבוצעו במחקרי נמצאו אחוזי ניטראט גבוהים, מעל המומלץ. אך, צמחים ניטרופילים אלה הם רק חלק מהמנה של העזים במרעה, שבנוסף מקבלות מזון מרוכז במהלך היום. סביר להניח שרמה גבוהה של מזון פרמנטבילי בכרס, המצוי במזון מרוכז, מגדיל את פעילות המיקרואורגניזמים ואת הפיכת הניטריט לאמוניה, כך שפחות ניטריט נספג לדם ויוצר מטהמוגלובין (Huntington and Archibeque, 1999).

נמצאו הבדלים מובהקים באחוזי הניטראט באברי הצמח השונים של הגדילן והברקן, כאשר בעלים האחוז הגבוה ביותר, לאחר מכן בגבעולים ובתפרחות נמצא אחוז נמוך מאוד (טבלאות 5 ו-6). במקורות אחרים צוין, בניגוד לתוצאות שלנו, שאחוז הניטראט גבוה יותר בגבעולים מאשר בעלים (סולומון וחוב, 2000; ירוחם, 2001).

חשוב לציין שבמהלך תקופת הניסוי ברמת הנדיב לא נצפו מקרי הרעלה ולא התרחשו תמותות עזים ואף לא תחלואה. בבדיקות דם שנלקחו מהעזים לפני תקופת ההרגלה ולאחריה לא נמצאו הבדלים במדדים השונים שנבדקו בין קבוצת "ההרגלה" לבין קבוצת ה"ביקורת" (טבלה 4). גם בבדיקות המודדות את רמת האספרטאט אמינוטרנספראז (AST) ואת רמת ההמוגלובין (HGB), שלפיהן היה ניתן לקבוע האם נגרם נזק לעזים כתוצאה מאכילת הקוצים הניטרופילים. במידה והיה נגרם נזק לתאי הכבד, AST משתחרר מתאי הכבד ומדרכי המרה התוך כבדיות ונספגים אל זרם הדם, ורמתו בדם עולה במקרה של פגיעה בכבד. במצב של הרעלת ניטראט יש עודף של ניטריטים. הניטריט מחמצן את ההמוגלובין למטהמוגלובין אשר אינו מסוגל לקשור חמצן, ועל כן רמת ההמוגלובין בדם יורדת במקרה של הרעלה (http://www.infomed.co.il/examination-365 ; http://www.infomed.co.il/definition-2199); ירוחם, 2001). לא רק שגדילן מצוי וברקן סורי לא גרמו לנזק בריאותי, אלא גם שהגדילן הוא אחד מצמחי המרפא הנפוצים ביותר לשימוש בארה"ב (NTP, 2011).

על פי תוצאות מחקרנו, לא נמצאה עדות לרעילות ניטראט כתוצאה מאכילת גדילן מצוי וברקן סורי בתנאי הניסוי הנוכחי. יתרה מזאת, נמצא שאחוז החלבון בעלים בגדילן וברקן הוא 13.3%, ערך המעיד על רמה בנזיית של חלבון במזון, ואילו הגבעולים והתפרחות היו דלי חלבון- עם 4.5% בגבעולים ו-9.5% בתפרחות (טבלה 7). ערכים אלו מאפיינים מספוא ברמה בינונית (NRC, 2007). גם נתוני הנעכלות מראים על איכות מספוא בינונית ומעלה, עם ערכים של 72.3% בעלים, 52% בגבעולים ו-63.1% בתפרחות (טבלה 7). הברקן הסורי והגדילן המצוי הינם מזון מתאים לעזים עם סכנת רעילות נמוכה יחסית במידה והם מהווים רק חלק מהמנה הנאכלת.

### צריכת גדילן מצוי וברקן סורי בחלקות הניסוי

הגדילן המצוי והברקן הסורי הינם צמחים פחות מועדפים על העזים. בעבר, התקבלה הדעה ברמת הנדיב שקוצים אלו אינם נאכלים ע"י העזים. לעומת זאת, קיימים דיווחים של אכילת קוצים ביעילות ע"י עזים, כחלק מרעייה מכוונת למטרת מיגור צמחים כגון: Canada, Bull Thistle, Scotch Thistle, Musk Thistle (ASIA, 2006).

בתצפיות שבוצעו בחלקות הניסוי, העזים אכלו צמחי גדילן וברקן. יתרה מזאת, בעזים שעברו התניה חיובית מוקדמת (pre-conditioning) לשני מינים אלה, שיעור זמן תצפיות אכילת הברקן במרעה היה גבוה יותר בהשוואה לעזים שלא עברו טיפול התניה חיובית (30.3% לעומת 20.6%,  $p=0.0005$ ) (איור 10). בנוסף, נמצאה עלייה מובהקת ( $p<0.0001$ ) בשיעור זמן תצפיות אכילת הברקן במהלך ימי הניסוי- ממצא המעיד על התרגלות העזים למזון זה (איור 10). הבדלים אלו בין קבוצות הטיפול אף התחדדו בתצפיות שנעשו בשעות

הצהריים : 38.3% לעומת 23.2%. ישנן שתי הנחות לצריכה המוגברת בשעות הצהריים : א) העזים רעבות יותר בשעות אלו ועל כן אוכלות בכמות רבה יותר ; ב) ריכוז הניטראט בצמח גבוה יותר בשעות הלילה ובשעות הבוקר המוקדמות (ירוחם, 2001 ; סולומון וחובי, 2000 ; Pfister et al., 1988 ; Knott, 1971). לכן בשעות הצהריים, בהן ריכוז הניטראט נמוך יותר, צמחים אלו נאכלו יותר. אך דרוש מחקר נוסף על מנת לבדוק את זמן האכילה הרצוי ביותר לצריכת הצמחים.

במחקר על שיח blackbrush המכיל טאנינים, נצפה שעזים שהורגלו לצמח בעלות כישורי רעייה (אחיזה בפה וחיתוך) טובים יותר באכילתו לעומת עזים שלא הורגלו לצמח זה (Ortega-Reyes and Provenza, 1993). התנסות מוקדמת בחיי העזים הביאה לצריכה גדולה יותר של צמח זה, בהשוואה לעזים ללא ניסיון באכילת הצמח (Distel and Provenza, 1991). במחקר התניה מוקדמת לצמח ה- Redberry juniper המכיל טרפנים, עזים שהורגלו לצמח זה אכלו יותר בהשוואה לעזים שלא עברו התניה (Dietz et al., 2006). מחקרים אלו מחזקים את ממצאיי מחקרי ההתניה מוקדמת היא כלי יעיל ושימושי להגדלת צריכת צמחים, גם כאלו הנחשבים כבעלי טעימות נמוכה עקב רעילותם.

העזים אכן צורכות גדילן מצוי וברקן סורי, אולם לא בעדיפות גבוהה. יתכן וזאת בגלל ההיצע המוגבל של טיפוסי צמחים הנאכלים בחלקות הניסוי, בין שלושה עד ארבעה בשעת תצפית. במחקר אחר נמצא שנוכחות טוקסינים במזון מסוים יעודדו את בע"ח לצרוך מגוון מזונות המכילים ערכים תזונתיים הנדרשים לבע"ח (Provenza, 1996). במאמר סקירה על פוטנציאל צריכת שיחים ע"י צאן באזורים ים-תיכוניים, התקבלה המסקנה שככל שמגוון השיחים המכילים טוקסינים שונים נאכלים במרעה הוא גבוה יותר, כך יש לצאן אפשרות לצרוך כמות גדולה יותר מהשיחים, מאחר שבין הטוקסינים השונים יש אינטראקציות כימיות שמורידות את השפעתם או מעודדות את תהליך סילוקם מגוף בע"ח (Rogosic et al., 2008). בחקלאות ישראל, מזונות גסים המכילים ריכוז ניטראט הגבוה מ-1% נחשבים כמסוכנים להאבסה, אך ניתן להאביסם לאחר דילולם במנה תוך שימוש במזונות אחרים (סולומון וחובי, 2000). על כן, יש לאפשר לעזים לרעות בשטח מרעה מגוון במיני צמחים, מאחר וכך הן יכולות לצרוך כמות גדולה יותר של הקוצים הניטרופילים. בבחינת הרכב המנה בתצפיות (איור 11), התקבל הבדל מובהק בין קבוצות ה"הרגלה" לבין קבוצות "ללא הרגלה" בשיעור זמן תצפיות אכילת ברקן סורי ( $p=0.0004$ ), ואילו בשאר המזונות הנאכלים בתצפית לא נמצאו הבדלים מובהקים בין הקבוצות. תוצאה זו יכולה להעיד על הרגלה ספציפית לברקן סורי, המחזקת את תוצאת ניסוי התצפיות (איור 10) המראה שהתניה לברקן סורי מעלה את צריכתו. באיור 12 אנו רואים הבדלים בשיעור זמן אכילת טיפוסי צמחים שונים בין קבוצות ה"הרגלה" לבין קבוצות ה"ללא הרגלה". ניתן להניח מנתונים אלו, שהעזים ה"לא מורגלות" מנצלות זמן רב יותר בחיפוש מזון, בהליכה ובפעילות אחרת בשעת התצפית בהשוואה לעזים ה"מורגלות", מאחר והן אוכלות פחות ברקנים וגדילנים.

#### **אכילת תפרחות והישרדות זרעים בגללים**

כמות הזרעים של גדילן מצוי שנמצאה בגללי העזים לאחר הזנתם במנות שונות של זרעי גדילן הייתה מועטה מאוד (טבלה 9) - ההסתברות שיתגלה זרע אחד או יותר לגרם גללים היא 0.0054, ממוצע של זרע אחד לכמות גללים יומית המופרשת על ידי צפירה. הניסוי בוצע בזרעי גדילן מצוי בלבד אך המסקנות מתוצאות הניסוי תקפות גם לגבי זרעי ברקן סורי מאחר והם בעלי גודל, מבנה פיזיולוגי ומבנה אנטומי דומים. תוצאה זו היא יתרון משמעותי ברעייה מכוונת, מאחר ולא רק חשוב שצמח המטרה יאכל במידה רבה, אלא גם שאין תרומה להפצתו ע"י נוכחות זרעים בגללים.



גודל הזרע משפיע על הימצאותו בגללים- זרעים קטנים נפגעים פחות ומופרשים בשיעור גבוה יותר בגללים מזרעים גדולים. ככל שהזרע גדול יותר, חיוניותו לאחר מעבר במערכת העיכול יורדת. במרבית המקרים זרעים גדולים נגרסים בחלל הפה בלעיסה (שינבאום, 2004). במחקר על הפצת עשבים רעים בשדות חיטה בנגב הצפוני ע"י רעיית צאן נמצא ש-70% מכלל הזרעים ששרדו ונבטו מהגללים היו זרעים קטנים מ-1 מ"מ, ואילו הגדילן המצוי והברקן הסורי סווגו כבעלי זרעים באורך מעל 4 מ"מ (שינבאום, 2004). במחקר בספרד על הישרדות ונביטה של זרעים העוברים במערכת העיכול של העז, נבדקו זרעים של ארבעה מיני שיחים הנפוצים באזור הים-תיכוני. השיח היחידי ממנו לא נמצאו זרעים בגללים היה אלת המסטיק שאורך זרעיו הוא כ-4 מ"מ. בשאר המינים שנבדקו, הממצאים תאמו לגודל הזרע- ככל שהזרעים קטנים יותר כך הם נמצאו בשיעור גבוה יותר בגללים (Mancilla-Leyton et al., 2011). במחקר בניו-זילנד על חיוניות זרעים שעוכלו ע"י עזים, נמצא שזרעי גדילן מצוי שאורכם 6.9 מ"מ בממוצע, נמצאו בגללים בשיעור נמוך מאוד של 0.6%, מתוכם 0.5% נצפו כחיוניים ומהם רק 0.12% נבטו (Harrington et al., 2011). תוצאות המחקרים לעיל תואמים ומחזקים את מסקנותיי (טבלה 9). ממצאים אלה מעודדים ותומכים ביישום ההרגלה ללא חשש מהפצת זרעי הקוצים באמצעות גללי העזים.

### לימוד אימהי לרעייה מכוונת

בעבודתי הוכחתי שעזים שעברו התניה מוקדמת השקיעו זמן רב יותר באכילת גדילן מצוי וברקן סורי. בניסויי העדפה מזונית עם גדיות ששהו לצד אמותיהן בזמן ההתניה ובימי התצפיות נחשפו לגדילן המצוי, התקבלה מגמה בה גדיות אלו צרכו גדילן מצוי בשיעור גבוה יותר בהשוואה לגדיות שאמותיהן לא עברו התניה ( $p=0.08$ ) (איור 14.B). לעומת זאת, בניסויי הנטייה, לא התקבלו הבדלים בין קבוצות הטיפול השונות ( $p=0.91$ ) (איור 13.B). על פי תוצאות אלו, לגדיות אין נטייה לאכול את הגדילן המצוי לבדו, אלא לאוכלו יחד עם מזון נוסף. תוצאות אלו תואמות את העובדה שברמת הנדיב (לפני הניסוי הנוכחי) העזים לא אכלו גדילן מצוי וברקן סורי כאשר הם מופיעים באופן מרוכז בחלקה ושולטים בצמחייה. לעומת זאת, העזים אכלו אותו כאשר שולב במסלול רעייה, לצד מינים נוספים בחורש הים-תיכוני. ניתן ללמוד מכך שהעזים צריכות לאכול מינים נוספים במקביל לצריכת הקוצים הניטרופילים, כמוזכר לעיל. התצפיות על העזים הבוגרות (אימהות) התקיימו בתנאי מרעה בשטח ואלו הם תנאי העדפה, מאחר שבשטח, בחלקות הניסוי, גדלים מינים נוספים לצד הגדילן המצוי והברקן הסורי. על כן, בניסוי הבוגרות נמצא באופן מובהק שהעזים שעברו התניה צרכו יותר קוצים מהעזים שלא עברו התניה (איור 10).

במחקר על למידת אכילת מזונות חדשים בטלאים נמצא שטלאים שאכלו מזונות חדשים במשך 16 דקות ביום למשך חמישה ימים, יחד עם אמותיהם, אכלו פי 2 יותר מטלאים אשר אכלו מזונות חדשים עם כבשה מהעדר (לא האם הביולוגית). לעומת זאת, טלאים שנחשפו למזונות חדשים לבדם אכלו כמחצית מכמות המזון שנאכלה ע"י הטלאים ששהו לצד כבשה כלשהי מהעדר (Thorhallsdottir et al., 1990). במחקר שבוצע בארה"ב גילו שחלק מהפרות שהוגש להן קש המעושר באמוניה (מוגש בתקופת החורף), היו במצב בריאותי טוב ואילו אחרות לא. כאשר בדקו את ניסיון החיים הקודם שלהן גילו שחלק מהפרות נחשפו לקש מעושר באמוניה יחד עם אמותיהן, במשך 60 יום במשך שלושת החודשים הראשונים לחייהן, ואילו האחרות לא ראו או אכלו קש מעושר באמוניה מעולם. הפרות עם הניסיון הקודם, שמרו על מצב פיזיולוגי טוב והניבו יותר חלב. תוצאות אלו התקבלו לאחר שהפרות שהורגלו לקש המעושר באמוניה, לא ראו מזון זה במשך חמש שנים ובכל זאת צרכו יותר ממנו כאשר הוגש להם (Wiedmeier et al., 2002). מחקר זה מדגיש את החשיבות של חשיפה למזונות בחודשים הראשונים בחיי הוולד והשפעת חשיפה זו על דפוסי אכילתו בעתיד.

במחקר אחר שנעשה בישראל על השפעת הגזע והשפעת האם על צריכה של צמחים עשירים בטאנינים, התקבלו התוצאות הבאות: הגדי שגדל לאם שמעדיפה או נמנעת ממזון מסוים, גדל לפי דפוסי האכילה של האם שהוא היה צמוד אליה, גם אם היא לא אמו הביולוגית, אלא מאמצת מגזע אחר. המחקר מדגיש את למידת התנהגות הרעייה מהאם כבעלת השפעה גדולה יותר מהגורם הגנטי (גזע) על קביעת דפוסי אכילה של גדיים. בנוסף, נמצא שאימהות מגזע ממבר מצמצמות את צריכת הצמחים עשירי טאנינים, ודפוס זה נלמד בגדיים ע"י רעייה לצד אמותיהן (Glasser et al., 2009). בעוד שמחקר זה מעיד על למידה של הימנעות מצמח מסוים, מחקרי מציג למידה של העדפה לצמח. כאשר העזים לומדות לאכול גדילן מצוי בשיעור גבוה יותר, כנראה גם הגדיים שלהן מושפעים מהעדפת האימהות לצמח. התנהגות נרכשת זו מאפשרת פתיחת צוהר לדורות הבאים. במחקר בו נבדקה הבחירה המזונית בעזים, נמצא שהרגלי הלמידה שנרכשו בגדיים מאמותיהן ובהתאם לסביבה בה גדלו, נשמרו במשך ארבע שנים (לפחות) (Biquand and Biquand-Guyot, 1992).

לפי ממצאים אלו התקבלה המסקנה שדפוסי רעייה נרכשים תקפים גם מספר שנים לאחר למידתם. לפיכך קיימת אפשרות ליצור תכניות ארוכות טווח לממשק יעיל למיגור צמחים לא רצויים.

#### שימוש בעזים ככלי ממשק נגד התפרצות צמחים ניטרופילים

בסקרי הצומח בהם נבחנה צפיפות הקוצים, בלחץ רעייה ממוצע של 296 שעות עז לדונם (מחושב לפי מספר שעות רעייה\*מספר העזים שרעו לדונם) בעונת הרעייה ב-2012 (טבלה 2), נמצא שצפיפות הקוצים ירדה בכ- 85% בממוצע ( $p=0.005$ ) (איורים 15.A ו-15.B). תוצאה זו התקבלה לאחר עונת רעייה אחת בלבד. סקר צומח נוסף שנערך לאחר שתי עונות רעייה (טבלה 2) הראה שהקוצים לא חזרו לחלקות (איור 15.C). לעומת זאת, כאשר הפרות רעו בשטח הניסוי (לפני תחילת הניסוי) וסביב לו, במשך ארבע עונות רעייה ברצף, צפיפות הקוצים לא ירדה. ניתן להסיק שפרות אינן מעדיפות צמחים אלו והן אוכלות אותם רק בשלב הצעיר של הצמח (שגיב, 2012), מה שמאפשר לצמח להגיע לשלב הפריחה ולהפיץ את זרעיו. לעומת זאת, העזים אכלו את העלים, הגבעולים ואת התפרחות של הקוצים. לא רק שהן אכלו את הקוצים, הן השתמשו בשיטות רעייה מיוחדות לאכילת התפרחות הגבוהות באופן מכוון- ע"י רמיסת הצמח לקרקע או ע"י שבירת גבעול הצמח. מצורף קישור לסרטון שצולם בשטחי הניסוי ברמת הנדיב בו ניתן לראות את שיטת הרעייה לאכילת הקוצים המתוארת לעיל- [https://www.youtube.com/watch?v=ifSV4HSG\\_9k](https://www.youtube.com/watch?v=ifSV4HSG_9k).

במקרים רבים, יש עדיפות לרעיית עזים מאחר והן אוכלות את הצמחים גם בשלב מאוחר של התפתחותם כאשר הקוצים מכסים את כל הצמח, בניגוד לכבשים ולפרות (ASIA, 2006). יתרון זה מעלה את סיכויי הצלחה למיגור הקוצים הלא רצויים.

על סמך ממצאי מחקרינו, ההמלצה היא להמשיך את הרעייה המכוונת לקוצים במשך מספר שנים, מינימום של שלוש שנים עוקבות, על מנת להגיע להצלחה משמעותית בצמצום אוכלוסיית הקוצים. רעייה חוזרת הופכת את הצמחייה לנמוכה וחלשה יותר ומצמצמת את בנק הזרעים בקרקע (ASIA, 2006). את ההרגלה ניתן לבצע בשטח הרעייה בו נמצאים הקוצים. באיור 10 ניתן לראות שככל שימי הניסוי בשטח עוברים צריכת הקוצים עולה. על כן מומלץ להוציא את העזים למספר ימי רעייה עוקבים, במטרה להגביר את ההעדפה לצמח ע"י הרגלה.

**6. רשימת ספרות**

- <http://flora.org.il/plants/silmar>. תאריך כניסה : 19 באוגוסט 2012.
- <http://flora.org.il/plants/NOTSYSR>. תאריך כניסה : 19 באוגוסט 2012.
- <http://www.infomed.co.il/definition-2199>, תאריך כניסה : 15 פברואר 2015.
- <http://www.infomed.co.il/examination-365>, תאריך כניסה : 15 פברואר 2015.
- <http://www.wildflowers.co.il/hebrew/plant.asp?ID=75>. תאריך כניסה : 19 באוגוסט 2012.
- <http://www.wildflowers.co.il/hebrew/plant.asp?ID=365>. תאריך כניסה : 19 באוגוסט 2012.
- ויזל י. (1984). החי והצומח של ארץ-ישראל. אנציקלופדיה שימושית מאוירת. כרך 8 : הצומח של ארץ ישראל. משרד הביטחון הוצאה לאור, החברה להגנת הטבע.
- זמיר ש. (2012). דו"ח מקרה- הרעלת ניטראטים בכבשים. משרד החקלאות ופיתוח הכפר. השירותים הווטרנריים ובריאות המקנה המכון הווטרנרי ע"ש קמרון, בית דגן.
- ירוחם י. (2001). צמחים רעילים למקנה. משק הבקר והחלב : חוברת 295, עמ' 49-52.
- נבון י., גרינצוויג ז. והדר ל. (2012). דו"ח מסכם על השפעת רעיית בקר וקרבה לשוקת על התכונות הכימיות והפיסיקליות של קרקעות גרומוסול וטרה רוסה ברמת הנדיב.
- סלומון ר., עדין ג. וצוקרמן א. (2000). הרעלת ניטראטים בבקר- סקירת הבעיה והצעות להקטנת הסיכון משרד החקלאות ופיתוח הכפר, שירות ההדרכה והמקצוע, המחלקה לבקר, האגף לגידולי שדה.
- פרבולוצקי א. (2001). מחקר ככלי מנחה בפרויקט רמת הנדיב. אקולוגיה וסביבה. עמ' 144-146. הוצאת החברה להגנת הטבע, המשרד לאיכ"ס וקק"ל.
- קיגל ח., קול מ. והנקין ז. (2005). רבייה והתפשטות של עשבים קוצניים במרעה טבעי. דו"ח משרד החקלאות.
- קיגל ח., וינוגרד א., צעדי א., לנדאו י. וסיאקי ג. (2009). דו"ח לתכנית מחקר, השפעת מכלאות צאן על הצומח ועל הערך הנופי של יערות קק"ל : תהליכים וממשק.
- קלצ'קו ש. (2009). פארק רמת הנדיב- מקלט למינים נדירים של צמחים <http://ramat-hanadiv.cet.ac.il/Lter/Lter/research.asp?ASP=403&FID=80336&Index=000a>. תאריך כניסה : 20 באוגוסט 2012.
- שגיב ש. (2001). הבדלים מיקרו-אקלימיים בין מפנים צפוניים לבין מפנים דרומיים והשתקפותם בצומח של רמת הנדיב. אקולוגיה וסביבה. עמ' 147-155. הוצאת החברה להגנת הטבע, המשרד לאיכ"ס וקק"ל.
- שגיב ש. (2012). דו"ח פנימי, רמת הנדיב. טיפול בהתפרצות של מיני צומח קוצני ברמת הנדיב- סיכום והמלצות.
- שינבאום א. (2004). הפצת עשבים רעים בשדות חיטה בנגב הצפוני ע"י רעיית צאן בשלפים. חיבור לשם קבלת תואר מוסמך. האוניברסיטה העברית בירושלים, הפקולטה לחקלאות מזון וסביבה, רחובות.
- שלוסברג א., בלאיש מ., אשבל ג., ויינברג צ., גושן ת. וירוחם י. (2000). ניטראט- הימצאותו בצמחי מספוא בארץ בחורף 2000, והפוטנציאל לגרימת נזק בבקר לחלב. מועצת החלב.
- <http://www.halavi.org.il/info/research/2/536.htm>. תאריך כניסה : 8 בפברואר 2014.
- <http://extension.usu.edu/behave/htm/principles>. Accessed 12 August 2012.
- [http://www.galladechem.com/catalog/emd\\_teststrips/nitrate-test-strips-3-90-ppm-reflectoquant---1-pk-requires-rqflex-2-emd-16950-1.htm](http://www.galladechem.com/catalog/emd_teststrips/nitrate-test-strips-3-90-ppm-reflectoquant---1-pk-requires-rqflex-2-emd-16950-1.htm). Accessed 20 January 2015.

<http://members.efn.org/~ipmpa/Noxcthis.html>. Accessed 19 August 2012.

<http://umm.edu/health/medical/altmed/herb/milk-thistle#ixzz3MhrJyIgs>. Accessed 22 October 2014.

- Altmann J. (1974). Observational study of behavior sampling methods. *Behaviour* 49: 227-267.
- American Sheep Industry Association (ASIA) (2006). Targeted grazing: a natural approach to vegetation management and landscape enhancement. Cottrell printing, Centennial, CO.
- Bar-Tal A., Landau S., Li-xin Z., Markovitz T., Keinan M., Dvash L., Brener S. and Weinberg Z.G. (2008). Fodder quality of safflower across an irrigation gradient and with varied nitrogen rates. *Agronomy Journal* 100: 1499-1505.
- Biquand S. and Biquand-Guyot V. (1992). The influence of peers, lineage and environment on food selection of the criollo goat (*Capra hircus*). *Applied Animal Behaviour Science* 34: 231-245.
- Burritt B. (2013a). Ingestion of toxic plants by livestock. Fact sheet: NR/Rangelands/2013-01pr. Utah State University, Logan, UT.
- Burritt B. (2013b). Mother knows best. Fact sheet: NR/Rangelands/2013-02pr. Utah State University, Logan, UT.
- Dietz T.H, Scott C.B., Charles A., Taylor Jr. and Owens C. (2006). Preconditioning goats to increase consumption of redberry juniper on pasture. Angelo State University MIR Center Progress Report. R-11, 9-20.
- Distel, R.A. and Provenza F.D. (1991). Experience early in life affects voluntary intake of blackbrush by goats. *Journal of Chemical Ecology* 17: 431-450.
- Dziba L.E., Provenza F.D., Villalba J.J. and Atwood S.B. (2007). Supplemental energy and protein increase use of sagebrush by sheep. *Small Ruminant Research* 69: 203-207.
- Fernandez C., Astier C., Rock E., Coulon J.B. and Berdague J.L. (2003). Characterization of milk by analysis of its terpene fractions. *International Journal of Food Science & Technology* 38: 445-451.
- Gabay R., Plitmann U. and Danin A. (1994). Factors affecting the dominance of *Silybum marianum* L. (*Asteraceae*) in its specific habitats. *Flora* 189: 201-206.
- Glasser T.A., Landau S.Y., Ungar E.D., Perevolotsky A., Dvash L., Muklada H., Kababya D. and Walker J.W. (2012). Foraging selectivity of three goat breeds in a Mediterranean shrubland. *Small Ruminant Research* 102: 7-12.
- Glasser T.A., Ungar, E.D., Landau, S.Y., Perevolotsky, A., Muklada, H. and Walker, J.W. (2009). Breed and maternal effects on the intake of tannin-rich browse by juvenile domestic goats (*Capra hircus*). *Applied Animal Behaviour Science* 119: 71-77.
- Hai P.V., Everts H., Tien D.V. and Schonewille J.T. (2012). Feeding *Chromola odorata* during pregnancy to goat dams affects acceptance of this feedstuff by their offspring. *Applied Animal Behaviour Science* 137: 30-35.

- Harrington K.C., Beskow W.B. and Hodgson J. (2011). Recovery and viability of seeds ingested by goats. *New Zealand Plant Protection* 64: 75-80.
- Huntington G.B. and Archibeque S.L. (1999). Practical aspects of urea and ammonia metabolism. *Journal of Animal Science* 77: 1-11.
- Kemp A., Geurink J.H., Haalstra R.T., Malestein A. (1977). Nitrate poisoning in cattle. 2. Changes in nitrate in rumen fluid and methaemoglobin formation in blood after high nitrate intake. *Netherland Journal of Agricultural Science* 25: 51-62.
- Knott, S.G. (1971). Nitrite poisoning in livestock. *Queensland Agricultural Journal* 97: 485-489.
- Kristi R.K. (2001). Competitive effects of cool-season grasses on re-establishment of three weed species. *Weed Technology* 15: 885-891.
- Landau S.Y. and Molle G. (2011). Grazing livestock, our connection to grass: a Mediterranean insight: why they eat what they eat, and how it affects us. In: All flesh in grass: Plant animal interrelationships. Seckbach J., Dubinsky Z. (ed.). Springer Dordrecht, pp. 219-236.
- Mancilla-Leytón J.M., Fernández-Alés R. And Vicente A.M. (2011) Plant-ungulate interaction: goat gut passage effect on survival and germination of Mediterranean shrub seeds. *Journal of Vegetation Science* 22: 1031-1037.
- Mirza S.N. and Provenza F.D. (1990). Preference of the mother affects selection and avoidance of foods by lambs differing in age. *Applied Animal Behaviour Science* 28: 255-263.
- Morand-Fehr P. (2003). Review: Dietary choices of goats at the trough. *Small Ruminant Research* 49: 231-239.
- Naes T., Isaksson T., Fearn T. and Davies T. (2002). A user-friendly guide to multivariate calibration and classification. NIR publication, Chichester, UK.
- National Research Council of the national academies (NRC). (2007). Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. Washington D.C. The National Academies Press.
- National Toxicology Program (NTP) (2011). Technical report on the toxicology and carcinogenesis studies of milk thistle extract. Research Triangle Park, NC. National Institute of Health Public Service, U.S.
- Nolte D.L. and Provenza F.D. (1991). Food preferences in lambs after exposure to flavors in milk. *Applied Animal Behaviour Science* 32: 381-389.
- Nolte D.L., Provenza F.D., Callan R. and Panter K.E. (1992). Garlic in the ovine fetal environment. *Physiology and Behavior* 52: 1091-1093.
- Ortega-Reyes L. and Provenza F.D. (1993). Amount of experience and age affect the development of foraging skills of goats browsing blackbrush (*Coleogyne ramosissima*). *Applied Animal Behaviour Science* 36: 169-183.
- Pfister J.A. (1988). Nitrate intoxication of ruminant livestock. In: The ecology and economic

- impact of poisonous plants on livestock production. James L.F., Ralphs M.H. and Nielsen D.B. (ed.). Westview Press, CO ,pp. 233-260.
- Provenza F.D. (1995). Postingestive feedback as an elementary determinant of food preference and intake in ruminants. *Journal of Range Management* 48: 2-17.
- Provenza F.D. (1996). Acquired aversions as the basis for varied diets of ruminants foraging on rangelands. *Journal of Animal Science* 74: 2010-2020.
- Provenza F.D. (ed.) (2003). Foraging behavior: managing to survive in a world of change. Behavioral principles for human, animal, vegetation, and ecosystem management. NRCS/Utah State University. Logan, UT.
- Provenza F.D., Pfister J.A. and Cheney C.D. (1992). Mechanisms of learning in diet selection with reference to phytotoxicosis in herbivores. *Journal of Range Management* 45: 36-45.
- Pugh D.G. (ed.) (2002). Sheep and goat medicine. Elsevier Health Sciences, Pennsylvania, USA.
- Rogosic J., Estell R.E. Ivankovic S., Kezic J. and Razov J. (2008). Potential mechanisms to increase shrub intake and performance of small ruminants in Mediterranean shrubby ecosystems. *Small Ruminant Research* 74: 1-15.
- Sparks D.L. (ed.) (1999). Methods of Soil Analysis, Part 3. Chemical methods. Soil science society of America book series number 5. American Society of Agronomy, Madison, WI.
- Thorhallsdottir A.G., Provenza F.D. and Balph D.F. (1990). Ability of lambs to learn about novel foods while observing or participating with social models. *Applied Animal Behaviour Science* 25: 25-33.
- Villalba J.J., Provenza F.D. and Han G. (2004). Experience influences diet mixing by herbivores: implications for plant biochemical diversity. *Oikos* 107: 100-109.
- Watanabe F.S. and Olsen S.R. (1965). Test of an ascorbic acid method for determining phosphorus in water and NaHCO<sub>3</sub> extracts from soil. *Soil Science Society of America Proceeding* 29: 677-678.
- Wiedmeier R.D., Provenza F.D. and Burritt E.A. (2002). Exposure to ammoniated wheat straw as suckling calves improves performance of mature beef cows wintered on ammoniated wheat straw. *Journal of Animal Science* 80: 2340-2348.
- Wynn S.G. and Fougère B. (ed.) (2007). Veterinary herbal medicine. Elsevier Health Sciences, Missouri, USA.
- Yaremcio B. (1991). Nitrate poisoning and feeding nitrate feeds to livestock. Practical information for Alberta's agriculture industry.

thistle consumption was found when comparing successive days in the experiment ( $p < 0.0001$ ). 3) female kids feed by their mothers during pre-conditioning tended to consume more Milk Thistle and Syrian Thistle in preference experiments compared to hay ( $p = 0.08$ ). 4) vegetation survey which examined thistles density before and after one grazing season, showed that their density decreased by an average of  $\sim 85\%$ ,  $p = 0.005$ . 5) The probability of one seed or more to be discovered in one gram of faeces was extremely low- 0.0054; an average of one seed per daily amount of faeces of a female kid.

It can be concluded that goat grazing may be a helpful tool in reducing Milk Thistle and Syrian Thistle biomass in cattle pens and surrounding areas. It is optional to integrate goat grazing for reducing thistles in these areas, in addition or maybe instead of chemical and mechanical treatments which cause environmental damage.

As opposed to cattle, which consume only leaves and stems of Milk Thistle and Syrian Thistle, goats also consume inflorescences, thereby preventing seed production and dispersal.

the method of pre-conditioning; 3) whether kids born to mothers which consumed Milk Thistle and Syrian Thistle during the nursing period, would consume more of these species after weaning, as a result of experience through milk flavors and by imitation of maternal behavior; 4) whether through goat grazing Milk Thistle and Syrian Thistle biomass can be reduced; and 5) whether Milk Thistle and Syrian Thistle seeds, eaten by goats, pass through the digestive system and are viable after being excreted in the faeces.

Goats of the Mamber and Damascus breeds were used in this study and were assigned to two treatments, with each treatment replicated three times: "experienced" (total of 22 goats) and "naive" (total of 20 goats). We studied the possibility to increase goat preference for thistles, a food source which is not in their top priority. Goats were served Milk Thistle and Syrian Thistle for 14 days, together with their supplement feed. The mixed food was given in the morning, before being released to the pasture. The food was served as chopped vegetation with feed grounded to powder, in order to encourage feeding (positive feedback). Blood samples were taken from fourteen goats, in order to monitor liver function (AST) to test for nitrate poisoning. Goat grazing behavior was monitored in the field according to Altmann (1974): the rate of time spent in consuming the target species (Syrian Thistle and Milk Thistle) compared to the other plant species in the field. Monitoring was carried out in a field which was fenced and divided into six plots, 1.8 hectare each. In each plot, plant transects were made in order to determine Milk Thistle and Syrian Thistle density before and after goat grazing.

Consumption propensity and preference for the target plants were tested in a cafeteria experiment. Weaning female kids were chosen, and had twenty days of exposure to Milk Thistle and Syrian Thistle through nursing as well as direct exposure to the plants, while eating together with their mothers. The female kids were assigned into: an experienced treatment replicated four times (23 kids), a naive treatment replicated four times (19 kids) and a control treatment replicated three times (13 kids), in which their mothers were not exposed to Milk Thistle and Syrian Thistle across the experiment- not at the experience phase nor at the observations phase. The question whether goats spread Milk Thistle seeds through their faeces was tested by feeding Milk Thistle seeds to the goats and monitoring if they are excreted unharmed in the faeces. Nine female kids were divided into three groups. Each group was given a different seed portion: 25 gr (~1022 seeds), 50 gr (~2045 seeds) and 100 gr (~4090 seeds). The faeces were dried, crushed and presence of seeds was examined.

Results from the study are: 1) Milk Thistle and Syrian Thistle contain nitrate concentrations which are considered to be harmful for animals. However, according to examination of liver functions in the goats, there was no negative effect on their health after consuming these thistles. 2) in pre-conditioned goats proportion of the time allocated to Syrian Thistle in the pasture was higher in comparison to non pre-conditioned goats (30.3% vs. 20.6%,  $p=0.0005$ ). These differences became even larger around noon time: 38.3% vs. 23.2%. An increasing trend of



## **Abstract**

Soil characteristics in fields under high pressure of cattle grazing, as well as in areas around herd assemblage spots- such as water trough, resting place and specially pen sites- usually differ in chemical composition and physical structure. Their soils are characterized by high concentrations of organic matter, nitrogen, potassium and phosphate due to faeces and urine accumulation. Nitrophilic plant species develop within and in close proximity to these areas. They usually are fast growing tall species with relatively large leaves that may grow at high density. Among these species are spiny composites (thistles) such as: Milk Thistle (*Silybum marianum*) and Syrian Thistle (*Notobasis syriaca*), the subject of the present research. These thistles are annual species from the Asteraceae family. Their dominance in rich soils is due to their fast vegetative growth which suppresses nearby smaller, less competitive species, large seed production, efficient mechanisms of seed dispersal and high proportion of germinating seeds. They produce a transient seed bank persisting only one to three years. The nitrophilic vegetation negatively affects pasture quality and landscape esthetic value. Different methods have been used to eliminate this unwanted species: herbicides, mechanical treatments, removal of the upper layer of soil containing the seed bank, and controlled burning. However these methods are not specific and destroy the natural vegetation. In the present research we explored the feasibility of targeted goat grazing as a field management tool for the control of Milk Thistle and Syrian Thistle spreading in the natural vegetation. Goat grazing is more environmental friendly, low-cost control tool so that natural vegetation is not harmed. Nitrate toxicity is the factor limiting consumption of nitrophilic species, as high nitrate levels are considered to be toxic for ruminants.

Expansion of Milk and Syrian thistles since the introduction of cattle grazing in Ramat Hanadiv Park is becoming a serious problem in the Park due to their harmful effects on pasture quality, displacement of rare and endangered species, and on the landscape in general. Grazing is needed to reduce the risk of fire due to accumulation of highly flammable dry herbaceous vegetation during the dry months. Attempts to control Milk Thistle and Syrian Thistle with conventional methods have failed, or are expensive and labor consuming. Here we tested targeted goat grazing as a tool for thistle control, an approach that hasn't been previously examined in Israel. Ramat Hanadiv is a Nature Park, located on the south side of Mount Carmel ridge. According to previous vegetation surveys, the planted cypress grove in the middle of the park, is a local "hot-spot" containing sixteen rare species, some are considered to be endangered. However, since 1990 seasonal cattle-grazing takes place in this area and resulted in the spread of nitrophilic vegetation from the cattle pen to the surrounding area, including the sites with endangered species.

Objectives for this study were to determine: 1) whether nitrophilic vegetation is toxic for goats; 2) whether it is possible to increase Milk Thistle and Syrian Thistle consumption by goats with

**Targeted grazing as a tool for reducing Milk thistle  
(*Sylibum marianum*) and Syrian thistle (*Notobasis syriaca*)  
cover**

M.Sc. Thesis

Submitted to the Robert H. Smith Faculty of  
Agriculture, Food & Environment

The Hebrew University of Jerusalem

**For the Degree  
'Master of Sciences'**

**By  
Adi Arbiv**

Rehovot

June 2015