



2001-2003

תקופת המחקר :

596-0195-03

קוד מחקר :

Subject: IMPACT OF GRAZING MANAGEMENT
SYSTEM ON THE GRAZING BEHAVIOUR OF BEEF
COWS

Principal investigator: ZALMAN HANKIN

Cooperative investigator: EUGENE DAVID UNGAR

Institute: Northern R&D

שם המחקר: שמוש בפדומטרים ו GPS לבדיקת
התנהגות של פרות מיניקות במרעה

חוקר ראשי: זלמן הנקין

חוקרים שותפים: דוד אונגר

מוסד: מו"פ צפון, ת.ד. 90000, ראש פינה 12100

תקציר

1. **מטרות המחקר:** 1. הבנת הקשר בין הרכב הצומח בכר במרעה וזמינותו להתנהגות הפרות בשטח במהלך עונת הרעיה.
 2. לימוד התנהגותם המרחבית של הפרות בניצול תאי שטח שונים במרעה והכרת תרומתם של אזורים אלו לממשק הרעיה.
 3. פיתוח מנגנון לקבלת החלטות אשר יסייע לניצול מיטבי של שטחי המרעה (ייעול ייצור הוולדות לכל יחידת שטח).
 4. ניצול הידע לקביעת ייעודי הקרקע המיטביים בבתי הגידול השונים.
- מהלך ושיטות עבודה:** המחקר בוצע בחוות כרי דשא. בעזרת מערכת ה- GIS הוכנה מפה רב-שכבתית של החווה, הכוללת: אורתו-פוטו, גבולות חלקות הניסוי ובתי הגידול המייצגים ופיזור הרעיה בעונות שונות. במשך שנתיים, בארבעה מועדים שונים לאורך עונת הרעיה, מפברואר ועד אוגוסט, בעזרת קולרים בהם מותקנים מכשירי ה- GPS ומדי הפעילות, בוצע מעקב אחר פרות בשני לחצי רעיה שונים, 9 ו- 18 דונם לפרה. נאספו נתונים כל חמש דקות הכוללים את מיקומה המדויק של הפרה בשטח ומספר התנועות האנכיות והאופקיות של הצוואר שבוצעו על ידה. בעזרת הנתונים שנאספו הוגדרו מיקומם והתנהגותם לכל אורך היממה (הליכה, רעיה, עמידה ורביצה). בעזרת מערכת ה- GIS יוצרו מפות של צפיפות הרעיה בכל חלקה בהתאם לעונה. כן נבדקה העדפת הפרות לבתי הגידול השונים בהתאם לעונה ומצב הצומח.

רשימת פירסומים

1. Henkin, Z., Ungar, E.D., Gutman, M., Dolev, A. and Brosh, A. (2003). Tracking beef cattle with GPS collars to study the impact of landscape and management on grazing behavior. Proceedings for the 7th International Rangeland Congress, Durban, South Africa 26 July – 1 August 2003.
2. Henkin, Z., Ungar, E.D., Dolev, A. and Gutman, M. (2003). Tracking beef cattle with GPS collars and activity sensors to study the impact of landscape and management on grazing behaviour. Rancher News, 108: 24 - 29 (in Hebrew).

לימוד התנהגותן של פרות במרעה בעזרת פדומטרים ו-GPS

לשיפור ממשק העדר והשטחים הפתוחים

Impact of grazing management systems on the grazing behavior of beef cows

מוגש לקרן מדען ראשי במשרד החקלאות ולהנהלת ענף מרעה

ע"י

זלמן הנקין	מז"פ צפון, מיג"ל, קרית שמונה
יוגין אונגר	המחלקה למשאבי טבע, מנהל המחקר בהחקלאי
עמית דולב	מז"פ צפון, מיג"ל, קרית שמונה
מריו גוטמן	המחלקה למשאבי טבע, מנהל המחקר בהחקלאי

Zalmen Henkin, MIGAL - Galilee Technology Center, Qiryat Shemona, P.O. Box 90000, Rosh Pinna 12100. E-Mail: henkin@migal.co.il

Eugene Ungar, Agricultural Research Organization, The Volcani Center, P.O. Box 6, Bet Dagan 50250.

Amit Dolev, MIGAL - Galilee Technology Center, Qiryat Shemona, P.O. Box 90000, Rosh Pinna 12100.

Mario Gutman, Agricultural Research Organization, The Volcani Center, P.O. Box 6, Bet Dagan 50250.

תקציר

מטרות המחקר: 1. הבנת הקשר בין הרכב הצומח בכר במרעה וזמינותו להתנהגות הפרות בשטח במהלך עונת הרעיה. 2. לימוד התנהגותם המרחבית של הפרות בניצול תאי שטח שונים במרעה והכרת תרומתם של אזורים אלו לממשק הרעיה. 3. פיתוח מנגנון לקבלת החלטות אשר יסייע לניצול מיטבי של שטחי המרעה (ייעול ייצור הוולדות לכל יחידת שטח). 4. ניצול הידע לקביעת ייעודי הקרקע המיטביים בבתי הגידול השונים.

מהלך ושיטות עבודה: המחקר בוצע בחוות כרי דשא. בעזרת מערכת ה-GIS הוכנה מפה רב-שכבתית של החווה, הכוללת: אורתו-פוטו, גבולות חלקות הניסוי ובתי הגידול המייצגים ופיזור הרעיה בעונות שונות. במשך שנתיים, בארבעה מועדים שונים לאורך עונת הרעיה, מפרוואר ועד אוגוסט, בעזרת קולרים בהם מותקנים מכשירי ה-GPS ומדי הפעילות, בוצע מעקב אחר פרות בשני לחצי רעיה שונים, 9 ו-18 דונם לפרה. נאספו נתונים כל חמש דקות הכוללים את מיקומה המדויק של הפרה בשטח ומספר התנועות האנכיות והאופקיות של הצוואר שבוצעו על ידה. בעזרת הנתונים שנאספו הוגדרו מיקומם והתנהגותם לכל אורך היממה (הלילה, רעיה, עמידה ורביצה). בעזרת מערכת ה-GIS יוצרו מפות של צפיפות הרעיה בכל חלקה בהתאם לעונה. כן נבדקה העדפת הפרות לבתי הגידול השונים בהתאם לעונה ומצב הצומח.

רשימת פירסומים

Henkin, Z., Ungar, E.D., Gutman, M., Dolev, A. and Brosh, A. (2003). Tracking beef cattle with GPS collars to study the impact of landscape and management on grazing behavior. Proceedings for the 7th International Rangeland Congress, Durban, South Africa 26 July – 1 August 2003.

Henkin, Z., Ungar, E.D., Dolev, A. and Gutman, M. (2003). Tracking beef cattle with GPS collars and activity sensors to study the impact of landscape and management on grazing behaviour. Rancher News, 108: 24 - 29 (in Hebrew).

התכונה החשובה ביותר מבחינה כלכלית בייצור בקר לבשר הינה ביצועי הרבייה (Wiltbank, 1994). ניתן לקבל שיפור מסוים בביצועים על ידי השבחה גנטית, אולם קצב השינוי הוא איטי מכיוון שהתורשתיות של תכונות הרבייה נמוכה (Wilham, 1973). השינוי המשמעותי ביותר לגבי ביצועי הרבייה של הבקר לבשר עשוי לבוא כתוצאה משינויים בשיטות הממשק (Wiltbank, 1994). מחקרים הראו כי בעדרים בריאים אשר אינם סובלים ממחלות כלשהן, אחת הסיבות המרכזיות להפסדים הגדולים של עגלים פוטנציאליים נובע מאי התעברותן של הפרות (Wiltbank, 1994). הגורם העיקרי הקובע את שיעור ההתעברות שלאחר ההמלטה הינו מצבן הגופני של הפרות (Kunkle et al., 1994). Wilham (1973) דיווח כי 96% מהפרות במצב גופני טוב צפויות להתעבר תוך 20 יום מתחילת תקופת הרבייה, זאת בהשוואה ל- 76% מהפרות בעלות מצב גופני בינוני ושל 55% בלבד מן הפרות במצב גופני גרוע. בנוסף למצב הגופני של הפרות בעונת הרבייה, גם לשינויי המשקל (הוספה או הורדה במהלך עונת הרבייה) השפעה משמעותית על אחוזי ההתעברות. כאשר משתמשים בפרים ברמת פוריות טובה והפרות עולות במשקלן במהלך עונת הרבייה, 70% – 80% מהפרות עשויות להתעבר כבר בניסיון הראשון (Wiltbank, 1994).

במערכות ייצור של בקר לבשר ברחבי העולם, מקורה של רוב האנרגיה הנדרשת לעדר הבקר היא במרעה טבעי או זרוע. ההחלטות בנוגע לדרך ניהול העדר במרעה, הן אשר יקבעו את כמות האנרגיה הזמינה לבקר הרועה, והיא תלויה במשתנים הבאים: זמניות (עונתיות) וזמינות המרעה, הרכב כר המרעה והערך התזונתי של הצומח. פרות מיניקות נמצאות בתקופה הרגישה ביותר למחסור או חוסר איזון בזמינות אבות המזון המסופקים ע"י המרעה, זאת בעקבות דרישות האנרגיה למסלולים שונים כגון: אחזקת הגוף, ייצור החלב ועבור ההריון המתחיל בתקופה זו. לפיכך יש חשיבות רבה לבקר את איכות המזון בשטח המרעה במטרה לאתר חסרים, לעמוד על הקשר בין הרכב המרעה והתנהגות העדר ולפתח אמצעים אשר עשויים לשמש ככלי לאיתור בעיות ממשקיות. הבנה טובה יותר של ההשפעות הממשקיות של הרעיה על התנהגות הפרות במרעה עשויה לספק מידע חשוב ועדכני עבור חוקרי מערכות הייצור, תשפר את מערך הנתונים לבניית מודלים טובים יותר לניהול בעלי החיים, ובעתיד, המשך הפיתוח עשוי להשתלב במערכת ניטור וניהול אוטומטי של עדרים במרעה.

על מנת להגיע לרמת ייצור מרבית בעדר הבקר לבשר יש לקיים את הממשק המיטבי בתנאי שטח נתון. לימוד הקשר שבין התנהגות הרעיה לממשק עשוי לתרום רבות בקביעת הממשק הנכון. אבחנה בהבדלים בניצול המרעה בהתאם ללחצי רעיה שונים בבתי הגידול השונים או אף מיקום שונה של השוקת והאבוס עשויה לתרום רבות להבנת השפעות גורמים אלו על התנהגותם של בעלי החיים במרעה ובהקשר לכך, על רמת ביצועיהם. שטחי המרעה הטבעי באזורינו מגוונים הן מבחינת הטופוגרפיה והן מבחינת הרכב הצומח ולכן סביר להניח כי התנהגות בעלי החיים בשטח תהיה שונה בהתאם. גם לממשקי רעיה שונים (אינטנסיבי או אקסטנסיבי) צפויה להיות השפעה על התנהגות הבקר בשטח.

מקובל לחשוב כי התנהגות הרעיה של הבקר מושפעת מן הממשק והעונה ושהיא משתנה בהתאם למצב המרעה ותנאי מזג האוויר. סביר להניח שכל שלחץ הרעיה יהיה חזק יותר, כך חלוקת הזמן של הפרות במרעה אשר תהיה בתחילה הומוגנית, תשתנה עם התדלדלות המרעית. ככלל, הפרות אינן מגלגות את השטח באופן שווה, ישנם אזורים בחלקות השונות הזוכים לביקורים רבים יחסית מצד הפרה לעומת זאת אזורים אחרים בהם שכיחות הביקורים נמוכה, ולכן חישוב לחץ רעיה ממוצע של פרה ליחידת שטח הנו "שרירותי" בלבד. הבנה מרחבית של התנהגות בעלי החיים במרעה עשויה לתרום רבות לכימות הזמן היחסי בו שוהים בעלי החיים בבתי

הגידול השונים, בהתייחס לטופוגרפיה של השטח, לצומח הקיים, לנקודות הזנה ומים (Ganskopp, 2001) ולרמת ניצולו והיא תאפשר הגדרת המצב והזמן בו יש צורך לבצע שינויים ממשקיים. הבנה מרחבית זו של התנהגות בעלי החיים במרעה עשויה לתרום בקביעת אפיוני השטח כמרעה ולהבדיל בין אזורים בהם נמצאות הפרות רוב שעות היממה לעומת אזורים אחרים בהם ההסתובבות שלהן מועטה. יתכן וחלק ניכר מן השטח כמעט ואינו מנוצל ע"י הפרות, אך יתכן גם, כי למרות הניצול הנמוך של אותם אזורים יש להם חשיבות עקיפה הבאה לידי ביטוי במיתון הלחץ מאותם שטחים בהם הפרות רועות במשך רוב שעות היממה.

עד היום האמצעים שעמדו לרשות החוקרים לא אפשרו לימוד יסודי של שאלות אגרו-אקולוגיות אלו. ההתקדמות המשמעותית שחלה בשנים האחרונות בטכנולוגיה המודרנית עם האפשרות להשתמש ב-GPS גם באזרחות תוך כדי שילובה במערכת המיפוי של ה-GIS, שינו מצב זה לחלוטין. בעזרת ה-GIS ניתן ליצור מפה רב-שכבתית של הטופוגרפיה, הסלעיות, שיפועי המדרון ושל הרכב הצומח ובעזרת ה-GPS ניתן לקבל את המידע לגבי מיקום בעל החיים לאורך כל שעות היממה. בפרקי זמן קצרים ביותר (Turner et al. 2000). בעזרת טכנולוגיות אלו ניתן לבדוק את מהלך תנועתם של בעלי החיים ואת הזמן היחסי שבו הם שוהים בבתי הגידול השונים בהתאם לתנאי מזג האוויר באותו היום, הרכב המרעה והעונה. שילוב שיטות אלו עם שימוש במד פעילות מאפשרת בחינה של הביולוגיה של הרעייה מההיבטים הבאים: 1. בדיקת התנהגות הרעייה מן ההיבט המרחבי. 2. ניצול מרחבי של המשאב בהתאם לבתי הגידול השונים. 3. בדיקת הקשר בין התנהגות בעל החיים וזמינות המשאב. בחינה זו עשויה לסייע בעתיד בפיתוח מנגנון לקבלת החלטות לגבי ניצול השטח כתלות באיכות המזון, הביומסה או כמות והרכב המינים במרעה (בסביבות ייצור שונות). הבנה טובה יותר של ההשפעות הממשקיות של הרעייה על התנהגות הפרות במרעה הים תיכוני והבנת הרגלי הרעייה של הפרות מנקודת ראות מרחבית עשויה לספק מידע חשוב ועדכני עבור חוקרי מערכות הייצור של בעלי החיים ולאלו העוסקים במערכות המרעה ולשפר במידה רבה את מערך הנתונים לבניית מודלים טובים יותר לניהול העדרים בעתיד. לאחר יישום השיטה והניסיון שיירכש בהפעלתה ניתן יהיה בעתיד גם להעזר בה ללימוד הקשר בין התנהגות הפרות, מצבן האנרגטי ורמת הייצור שלהן.

מטרות המחקר:

1. הבנת הקשר בין הרכב הצומח בכר המרעה וזמינותו להתנהגות הפרות בשטח במהלך עונת הרעייה.
2. לימוד התנהגותם המרחבית של הפרות בניצול תאי שטח שונים במרעה והכרת תרומתם של אזורים אלו לממשק הרעייה.
3. פיתוח מנגנון לקבלת החלטות אשר יסייע לניצול מיטבי של שטחי המרעה (ייעול ייצור הוולדות לכל יחידת שטח).
4. ניצול הידע לקביעת ייעודי הקרקע המיטביים בבתי הגידול השונים.

הפעלת המחקר:

שטח המחקר:

המחקר התבצע בחוות כרי דשא הנמצאת בגליל המזרחי, מזרחית לקיבוץ עמיעד. שטח החווה הוא כ- 14,500 דונם ורועים בה כיום כ- 800 ראשי בקר. השטח מחולק לחלקות משנה שבחלקן מתקיים ניסוי רעייה בלחצים שונים ובממשק שונה בהתאם לתוכנית מחקר קיימת (03-0245-596). המסלע הוא בזלתי והקרקע היא פרוטוגרומוסול. כמות המשקעים הממוצעת היא 550 מ"מ בשנה והצומח המאפיין את השטח נשלט ע"י בתה

המיקרופטופיטית עשירה בצומח עשבוני רב וחד-שנתי. שטח זה משמש מתחילת שנות השישים למחקר במרעה ונעשו בו במשך השנים מחקרים רבים ומגוונים בתחומי הצומח ובעלי החיים במרעה, כך שקיימים נתונים רבים לגבי ההיסטוריה של ניהול השטח והרכב הצומח ומתנהל מעקב שוטף אחר בעלי החיים בו.

שיטת המחקר:

המחקר נעזר בשלוש טכנולוגיות שונות לאיסוף הנתונים והן: 1. GPS - לביצוע מעקב שוטף לבדיקת מיקומם המדויק של בעלי החיים בשטח לאורך היממה (כל 5 דקות). 2. GIS - ליצירת מפה רב שכבתית של בתי הגידול וצפיפות הרעייה בשטח. 3. מד פעילות - להגדרת התנהגות הפרות לאורך כל שעות היממה. GPS (Global Positioning System) - מאפשר ביצוע מעקב אוטומטי אחר מיקומם של בעלי החיים במרחב. המעקב מתבצע בעזרת לוויינים המשדרים אותות אל המכשיר המותקן על גבי קולר, המוצמד לבעל החיים וממקם אותו ברמת דיוק גבוהה. תדירות הקריאות נתונה לשינוי ותלויה במטרות שמציבים החוקרים, במחקר זה תדירות הקריאה נקבעה על קריאה כל 5 דקות. המכשירים שהיו בשימוש במחקר זה מיוצרים ע"י חברת LOTEK והם גם משמשים כיום למחקרים שונים גם בשטחי מרעה בטקסס ארה"ב (Freierman 2000) ובאורגון (Ganskopp 2001).

GIS (Geographic Information System) - מערכת זו מאפשרת מיפוי רב שכבתי של השטח הנבחר. מיפוי שטח המחקר הנוכחי כלל את השכבות הבאות: אורתו-פוטו של השטח, טופוגרפיה, בתי הגידול שנקבעו לפי רמת הסלעיות ושיפוע המדרון, גבול החלקות (גדרות), נקודות ההאבסה נקודות המים והאבסה ועצים נותני הצל וכן מיקומי הפרות בתקופת הניסיון.

מד פעילות - על הקולר עם ה-GPS מותקן בנוסף גם מכשיר המונה כל 5 דקות במשך 4 דקות (בין קריאות המיקומים), את מספר תנועות הראש האנכיות והאופקיות של הפרה. בעזרת תצפיות ישירות בוצע כיוול של התנהגות הפרות לנתונים שהתקבלו ובהתאם הוגדרו ארבע צורות התנהגות שונות הכוללות: רעיה, הליכה, רביצה ועמידה.

תכנית עבודה:

בדיקת המכשור:

בשנה ראשונה של המחקר הושם הדגש על התאמת מכשירי המדידה לניסוי השדה. בגלל מגבלות תקציב נרכשו בשנה זו רק שני קולרים אשר שימשו לבדיקת השיטה. מכשירים אלו שימשו את החוקרים גם בשנת המחקר השניה. לאחר רכישת הצידוד התבצעה בדיקה ראשונית של שיטת העבודה ובעיקר השימוש והיישום של טכנולוגית ה-GPS בבקר בשדה. נבדקו האמצעים הטכניים החל מהרצועות לנשיאת המכשיר דרך קריאת האותות ותרגומם למיקום בעל החיים בשטח לאורך שעות היממה. כן הוגדרו הצרכים לתדירות הקריאות, מועדי הטענת הסוללות, הצורך (או אי הצורך) בתיקון דפרנציאלי של הנקודות והקשר בין מיקומם למפה רב-שכבתית. נרכש אורתו-פוטו של החווה והוא שימש כשכבת בסיס למיפוי השכבות השונות בעזרת ה-GIS.

מיפוי השכבות בעזרת ה-GIS:

בשלב הראשון בוצע מיפוי מדויק של חלקות הניסוי בכרי דשא. המיפוי בוצע בעזרת מכשיר GPS נישא (בסיוע משרד החקלאות, האגף לשימור קרקע), נלקחו קריאות (פוליוגונים) לאורך כל הגדרות שבחלקות הניסיון ולאחר התיקון שבוצע עליהם הופקה מפת שכבת גבולות החלקות ובעזרת ה-GIS נמדד שטחם המדויק של כל אחת מהן (הנקין וחוב' 2001).

בשלב שני בוצע סקר כיסוי סלע. לאורך חתכים קבועים, הקיימים זה יותר משלושים שנה בכרי דשא, בוצע סקר מפורט. לאורך כל חתך נפרשה רולטקה ובשיטת ה- "Step Point" כל 1 מ' צוין האם הכיסוי הוא של קרקע או סלע. נמצא כי אחוז הכיסוי הכללי של הסלע בכל שטח חלקות הניסיון בכרי דשא הוא 34.9%. אחוז כיסוי הסלע בחלקות בהן התבצע ניסוי זה נע בין 27% ל- 36% בממוצע (טבלה 1).

טבלה 1. חלקות הניסוי בחוות כרי דשא: הטיפול, שטח החלקה ואחוז כיסוי הסלע.

מס' החלקה	הטיפול	שטח החלקה (דונם)	כיסוי סלע (%)
4	9 דונם לפרה	276	36.3
5	18 דונם לפרה	282	26.9

בשלב שלישי, בעונת המחקר השנייה לאחר התאמת המכשור לתנאי העבודה בשדה, נבדקה התנהגותן של הפרות במרעה במשך עונת הרעיה בשני טיפולים שונים. המחקר התבצע בחלקות בהן מתקיימת רעיה רציפה של בקר מינואר ועד ספטמבר עם רמת אכלוס של 18 דונם לפרה ו- 9 דונם לפרה. בכל אחת מן החלקות האלו הותקנו מכשירים על הפרות במרץ, אפריל, יוני-יולי ואוגוסט. המכשירים הותקנו במשך שלושה שבועות על 3 - 4 פרות בכל מועד. נתוני המיקומים והפעילות נשמרו באוגר הנתונים שנמצא בקולר והורדו בגמר התקופה. מיקומי הפרות בהתאם לחלקות, מועדי הדיגום והפרות היוו שכבות ב-GIS.

בשלב הרביעי התבצע בחלקות הניסוי מיפוי מפורט של בתי הגדול (ציור 1). הוגדרו חמישה בתי גידול שונים בהתאם לאחוז כיסוי הסלע והשיפוע ואלו הם: א. שטח מישורי, לא אבני. ב. מדרון מתון ואבני (25%-35%). ג. מדרון תלול ואבני (35% - 45%). ד. מדרון תלול וסלעי (45% - 55%). ה. כיסוי גבוה של בולדרים (>55%).

ציור 1. מפת בתי הגידול השונים בחלקות 4 (9 דונם לפרה) וחלקה 5 (18 דונם לפרה) בכרי דשא.

□



בשנת המחקר השלישית (2003), הוכנסו הפרות לחלקות הניסוי במחצית ינואר והן היו בשטח עד לספטמבר שנה זו. נערך מעקב עונתי אחר הפרות ובמקביל אחר הצומח. בכל חלקה (4 ו-5), בארבעה מועדים שונים לאורך תקופת הניסוי מפברואר ועד אוגוסט הותקנו המכשירים על הפרות. כל מכשיר היה שבוע על כל פרה X6 פרות בכל מועד דיגום.

יבול הצומח העשבוני:

במקביל למעקב אחר הפרות, בכל פרק של מדידה בוצע דיגום של הצומח להגדרת היבול, הרכב הצומח ואיכותו. דיגום הצומח נעשה ע"י קציר של 80 דגימות בכל חלקה, בריבועים של 25x25 ס"מ כל אחת, תוך מיקום כל דגימה בשטח בעזרת מכשיר GPS ידני על מנת לאפיין את מיקומו בבתי הגידול השונים בשטח. קביעת הביומסה בוצעה לאחר יבוש הצומח בתנור ב- 65°C .

כיוול תוצאות ההתנהגות:

במקביל לאיסוף האוטומטי של הנתונים ע"י מד-הפעילות שבקולר, נערכו 231 תצפיות בעין בנות 5 דקות כל אחת לכיוול ההתנהגויות השונות. צורות ההתנהגות שנבחנו כוללות: הליכה (23 תצפיות), רעיה (95 תצפיות), עמידה (54 תצפיות) ורביצה (59 תצפיות). תוצאות התצפיות נרשמו בפרקי זמן מוגדרים והן נבחנו סטטיסטית ביחס לערכים שהתקבלו במדי הפעילות. בהתאם נקבעה הנוסחה להגדרת התנהגות הפרות בכל פרק זמן במשך הניסוי.

ניתוח התוצאות:

נבדקו מיקומי בעלי החיים במרחב ובעזרת ה-GIS שורטטו מפות המתארות קווי גובה של צפיפויות הרעיה בעונות השונות בכל אחת מן החלקות. עם הגדרה מדויקת של גבולות בתי הגידול, בוצע חישוב של העדפת תוואי השטח ע"י בעלי החיים בהתאם לחלקות ובתי הגידול השונים שבהם.

תוצאות:

ביומסה עשבונית:

בשנת המעקב הראשונה (2002) הוכנסו הפרות לחלקות בפברואר, זאת לאחר יותר מחודשיים של השהייתן מרעיה. מחודש מרץ ועד אוגוסט, בארבעה מועדים שונים, בוצעו קצירים ונמדד יבול הצומח העשבוני בשתי חלקות הניסוי. נמצא הבדל מובהק בביומסה העשבונית לאורך העונה בין החלקות ($P < 0.0002$). הבדל זה נבע מלחצי הרעיה השונים. בחלקה 4 בה לחץ הרעיה היה כפול מחלקה 5 יבול הצומח היה נמוך יחסית לאורך כל העונה, אך ההבדל בין החלקות בשנה זו בא לידי ביטוי בעיקר מחודש יוני והלאה (טבלה 2).

טבלה 2. יבול הצומח העשבוני הממוצע בשתי חלקות הניסוי בכרי דשא (4 ו-5) לאורך עונת הרעיה 2002 (ממוצע \pm סטיית התקן).

החלקה	יבול הצומח העשבוני (גי למ"ר)			
	מרץ	אפריל	יוני-יולי	אוגוסט
4 (9 דונם לפרה)	311 ± 170	367 ± 188	248 ± 126	136 ± 90
5 (18 דונם לפרה)	354 ± 197	389 ± 223	357 ± 197	167 ± 88

בעונת 2003 הוכנסו הפרות לשטח כבר במחצית חודש ינואר (חודש מוקדם יותר ביחס לשנה הקודמת) והעדר שהה בחלקות עד סוף אוגוסט. כתוצאה מהכנסה מוקדמת של הפרות לשטח וקיצור תקופת ההשהיה, יבול הצומח העשבוני שנמצא עם תחילת הניסוי (טבלה 3) ולכל אורך עונת הרעיה היה נמוך יותר באופן משמעותי יחסית לשנה הקודמת. אך למרות הרעיה, גם בשנה זו בלחץ של 18 דונם לפרה יבול הצומח בשיא העונה היה גבוה מ-300 ק"ג ח"י לדונם ובאוגוסט לקראת סיום העונה, יבול הקמל עדיין עמד על כ-120 ק"ג ח"י לדונם. לעומת

זאת בחלקה בה לחץ הרעיה היה כפול (9 דונם לפרה) הכנסת הפרות במחצית ינואר לא אפשרה לצומח העשבוני להתפתח ולהגיע ליבולים גבוהים. יבול הצומח המרבי בחלקה זו באפריל היה 175 ק"ג ח"י לדונם ובאוגוסט הביומסה של הקמל היתה נמוכה ביותר ועמדה על 45 ק"ג ח"י לדונם בלבד.

טבלה 3. יבול הצומח העשבוני הממוצע בשתי חלקות הניסוי בכרי דשא (4 ו-5) לאורך עונת הרעיה 2003 (ממוצע \pm סטיית התקן).

החלקה	יבול הצומח העשבוני (ג' למ"ר)			
	פברואר	אפריל	יוני-יולי	אוגוסט
4 (9 דונם לפרה)	70 \pm 36	175 \pm 98	99 \pm 60	45 \pm 26
5 (18 דונם לפרה)	96 \pm 49	306 \pm 228	228 \pm 142	118 \pm 78

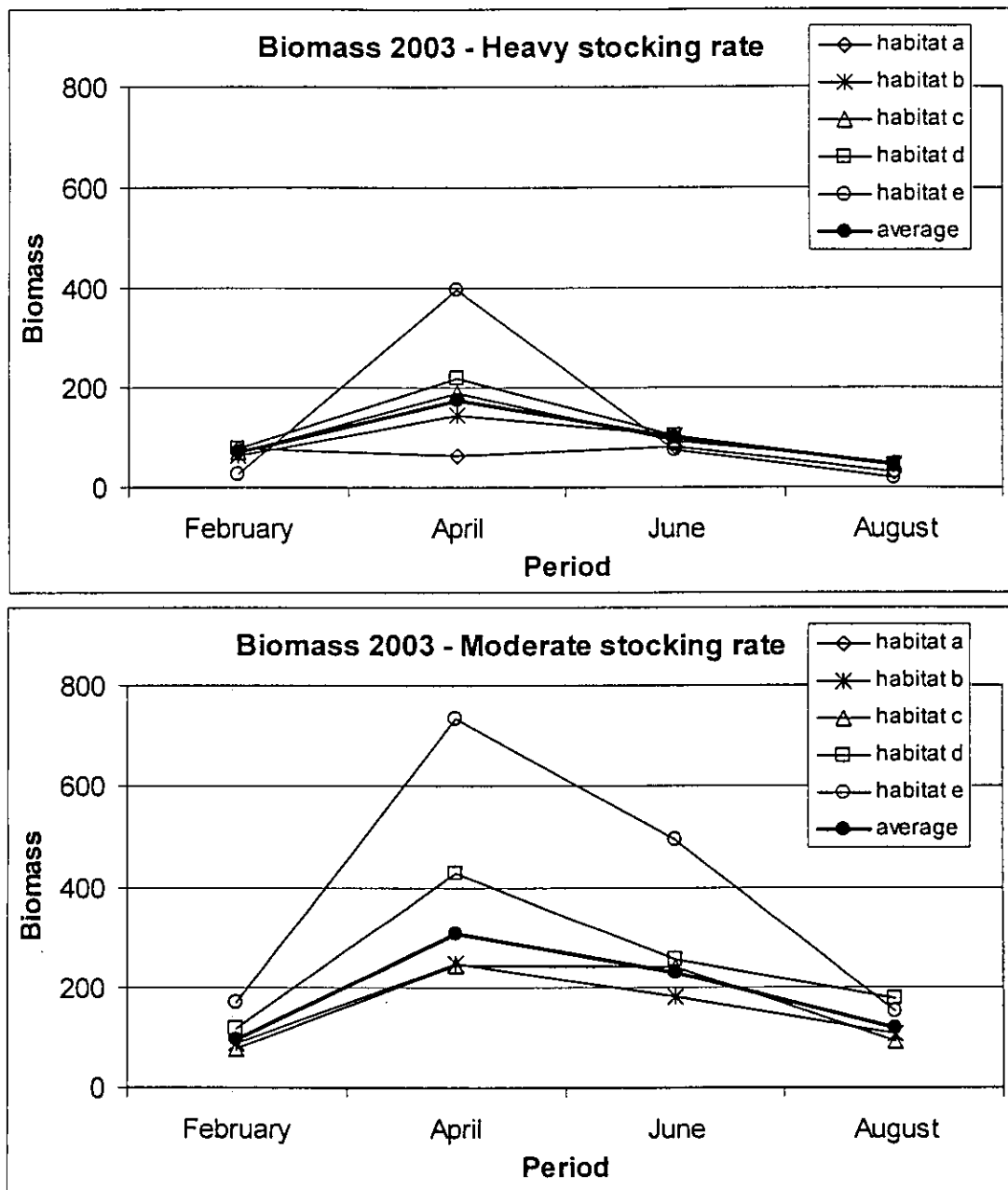
כאשר נבחן יבול הצומח בכל אחד מבתי הגידול בלחצי הרעיה השונים נמצא כי היה יחס הפוך בין איכות בית הגידול וכמות הביומסה בו. ככל שבית הגידול היה עדיף מבחינת תנאי המדרון והאבניות/סלעיות כך יבול הצומח העשבוני היה נמוך יותר (ציור 2). הבדלים גבוהים יותר בין בתי הגידול נמצאו בחלקה בה לחץ הרעיה היה מתון. הסיבה להבדלים אלו בביומסה בתוך החלקות נובעים בראש ובראשונה מניצול לא אחיד של השטח ע"י הפרות.

התנהגות הבקר:

נבדק אחוז הזמן אותו הקדישו הפרות לפעילויות השונות הכוללות: רעיה, הליכה, עמידה ורביצה. נמצא כי בעונת הרעיה הראשונה (2002) לא היה הבדל משמעותי בין החלקות בחלוקת הזמן בין ההתנהגויות השונות שהוגדרו. נמצא כי, בחלקות 4 ו-5 הזמן שהוקדש מכלל היממה לרעיה היה 38.9% ו-36.2% בהתאמה (ציור 3). הבדל מובהק באחוז הזמן שהוקדש לרעיה נמצא בין העונות ($P < 0.0001$). הזמן הממוצע שהושקע לרעיה בשתי החלקות, 4 ו-5, במרץ היה 38.9% ו-38.2%, באפריל 50.1% ו-51.1%, ביוני-יולי 33.5% ו-43.8% ובאוגוסט 18.8% ו-19.9% בהתאמה. באוגוסט, בגלל איכותה הנמוכה יחסית של המרעית ותוספת של מזון מוגש (זבל עופות) אשר קיבל הבקר, נמצאה ירידה חדה בזמן אותו הקדישו הפרות לרעיה בשטח. גם בעונת הרעיה השניה (2003) לא נמצאו הבדלים משמעותיים לאורך השנה בין החלקות. אך אחוז זמן הרעיה בשנה זו היה נמוך יחסית לשנה הקודמת (ציור 3) וזאת מהסיבה שיבול הצומח העשבוני היה נמוך יותר לכל אורך העונה. מצב זה חייב מתן תוספות של מזון מוגש כבר בחודש יוני ובא לידי ביטוי בהפחתת זמן הרעיה בשטח.

בדיקת צורת פיזור זמני הרעיה בשטח במשך 24 שעות לאורך היממה הצביע על שני שיאים מרכזיים. האחד בשעות הבוקר המוקדמות והשני בשעות אחר הצהריים (ציור 4). אך רעיה לפרקים קצרים נמצאה גם בשעות הלילה. מגמה של הקדמת שעת רעית הבוקר ואיחור שעת הרעיה אחר הצהריים נמצאה עם התארכות היום והעליה בטמפרטורות במעבר מחורף לאביב ולקיץ. תופעה זו אפיינה את שתי שנות המחקר.

ציור 2. יבול הצומח העשבוני הממוצע בבתי הגידול השונים בשתי חלקות הניסיון בכרי דשא (4 ו-5) לאורך עונת הרעיה 2003.

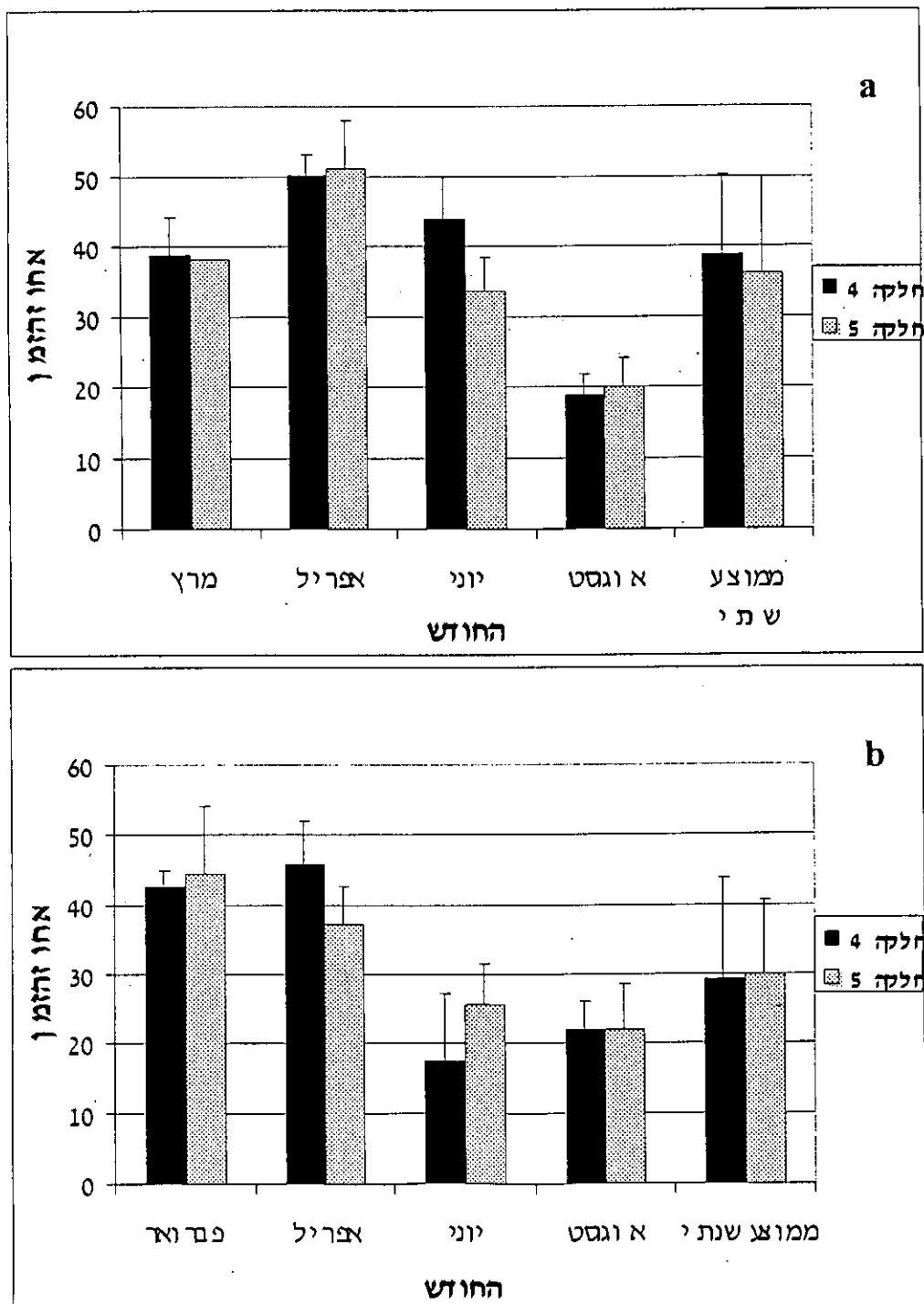


מיקומי הפרות בשטח:

הפרות היו במנוחה (עמידה ורביצה) כ- 60% מן היממה, אז התרכזו בנקודות מוגדרות (נקודות צל, מים ומזון מוגש), מעבר לכך, בשעות בהן רעו בשטח פיזור הפרות היה תלוי בעונה, ביבול המרעית ובטופוגרפיה. צפיפות הרעיה ופיזור הפרות בחלקות המרעה בשעות בהן רעו היה מאד לא אחיד לאורך כל עונת הרעיה הן בלחץ רעיה גבוה והן בלחץ רעיה מתון (ציורים 5 ו-6). אך ההבדל בפיזור היה קשור לביומסה העשבונית בשטח. כאשר הצומח היה ירוק ויבולו גבוה, נמצא כי הפרות העדיפו את בתי הגידול הטובים בהם השטחים מתונים ופחות סלעיים ושם הם השקיעו את מירב זמן באיסוף המזון. לעומתם, בשטחים המסולעים ובעלי המדרון המשופע, היתה במצב זה עדיפותה נמוכה. עם ההפחתה בביומסה העשבונית בשטח, חלוקת זמן הרעיה בין בתי הגידול השונים השתנתה ונהיתה הומוגנית יותר.

את מידת ההעדפה השונה של בתי הגידול ע"י הבקר ניתן לאמוד בעזרת חישוב היחס שבין הזמן שהשקיעו הפרות לרעה בבית גידול מסויים ביחס לשטחו היחסי בחלקה. במידה ואין העדפה הערך יהיה $= 1$, העדפה חיובית < 1 והעדפה שלילית > 1 . בצירים 7 ו- 8 ניתן לראות את השינוי במידת העדפתן של הפרות לבתי הגידול השונים בחודשי התצפית השונים ובלחצי הרעה השונים בשנים 2002 ו- 2003. לפי התוצאות ניתן לראות כי היתה העדפה ברורה לבתי גידול a ו- b ביחס לאחרים, אך הבדל זה הצטמצם ביוני בלחץ רעה גבוה כאשר הביומסה העשבונית פחתה. בלחץ רעה בינוני תמונה דומה התקבלה חודשיים מאוחר יותר, באוגוסט. הסיבה לכך היא פחיתה איטית יותר בביומסה העשבונית תחת רעה בלחץ מתון ביחס לרעה בלחץ גבוה. חוקיות זו נמצאה בשנתיים העוקבות של המחקר.

ציור 3. אחוז הזמן שהוקדש לרעה בחלקות 4 (9 דונם לפרה) ו- 5 (18 דונם לפרה) בעונות השונות בשנים 2002 (a) ו- 2003 (b).



[illegible]

ציור 5. פיזור צפיפות הרעיה בכרי דשא בחודשים מרץ – אוגוסט 2002 בחלקות 4 ו-5 עם לחצי רעיה של 9 ו-18 דונם לפרה.

Paddock 4

Paddock 5



Graze density

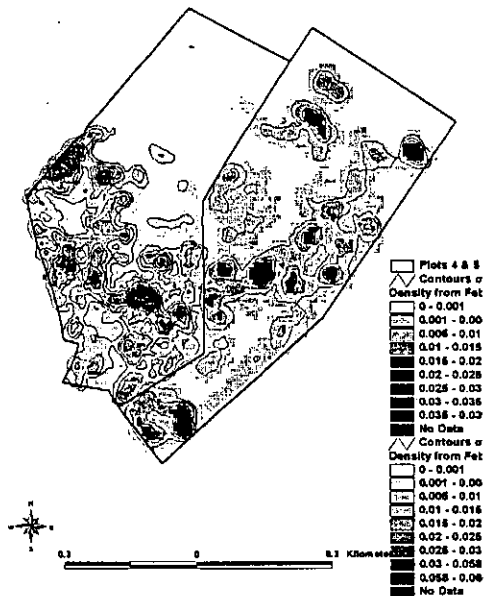
0 - 0.001
0.001 - 0.01
0.01 - 0.02
0.02 - 0.03
0.03 - 0.04
0.04
0.05 - 0.148
No Data

200 0 200 400 Meters

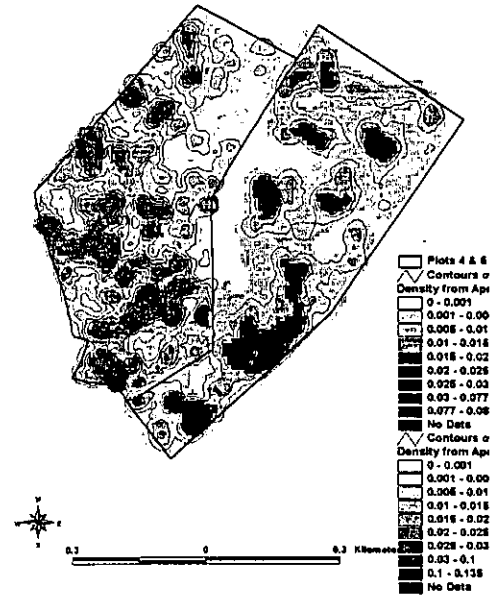


ציור 6. פיזור צפיפות הרעיה בכרי דשא בחודשים פברואר, אפריל, יוני ואוגוסט 2003 בחלקות 4 ו-5 עם לחצי רעיה של 9 ו-18 דונם לפרה.

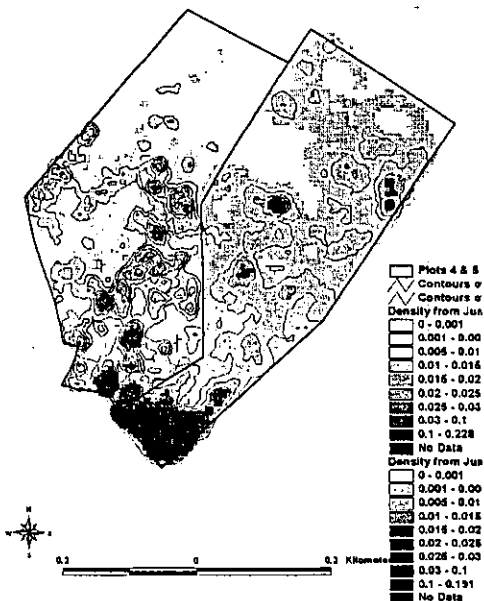
February 2003



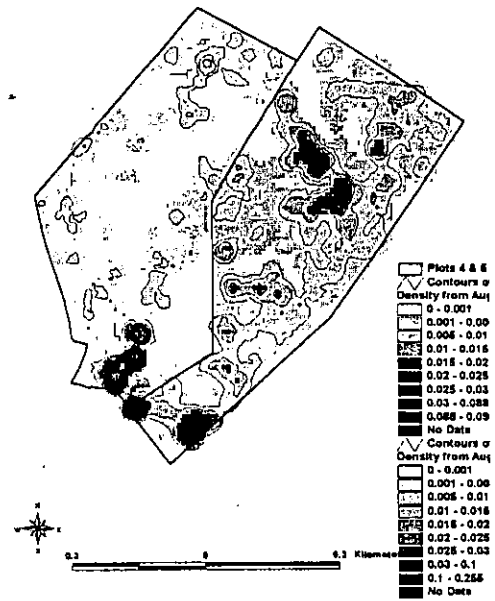
April 2003



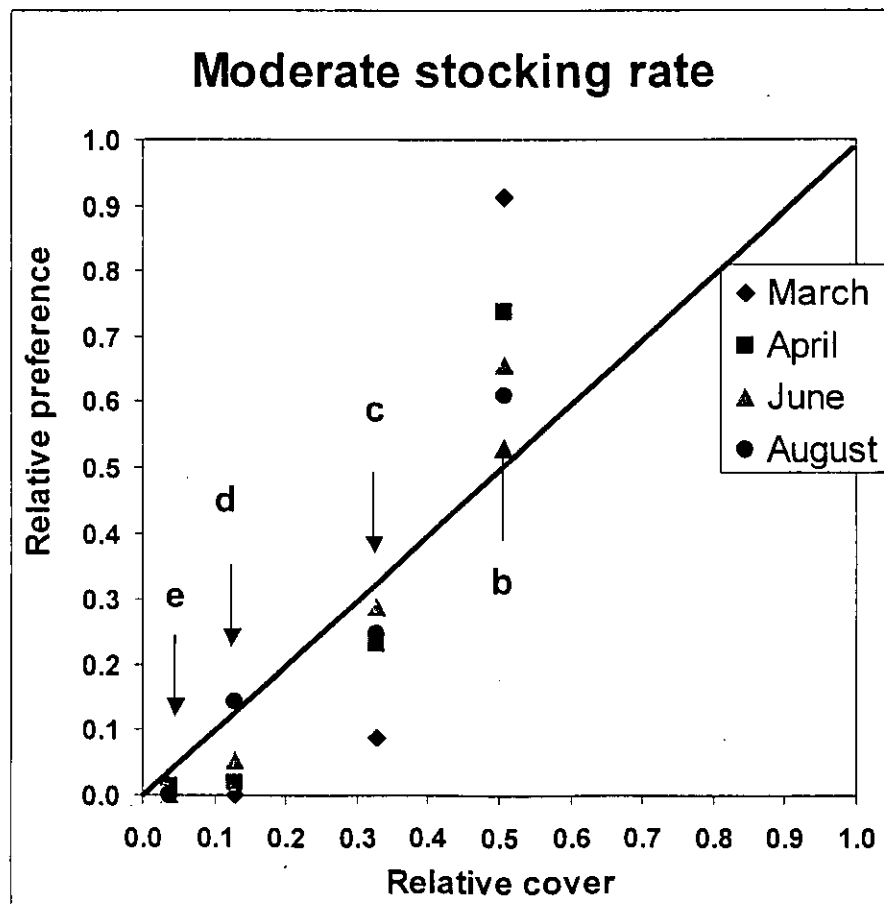
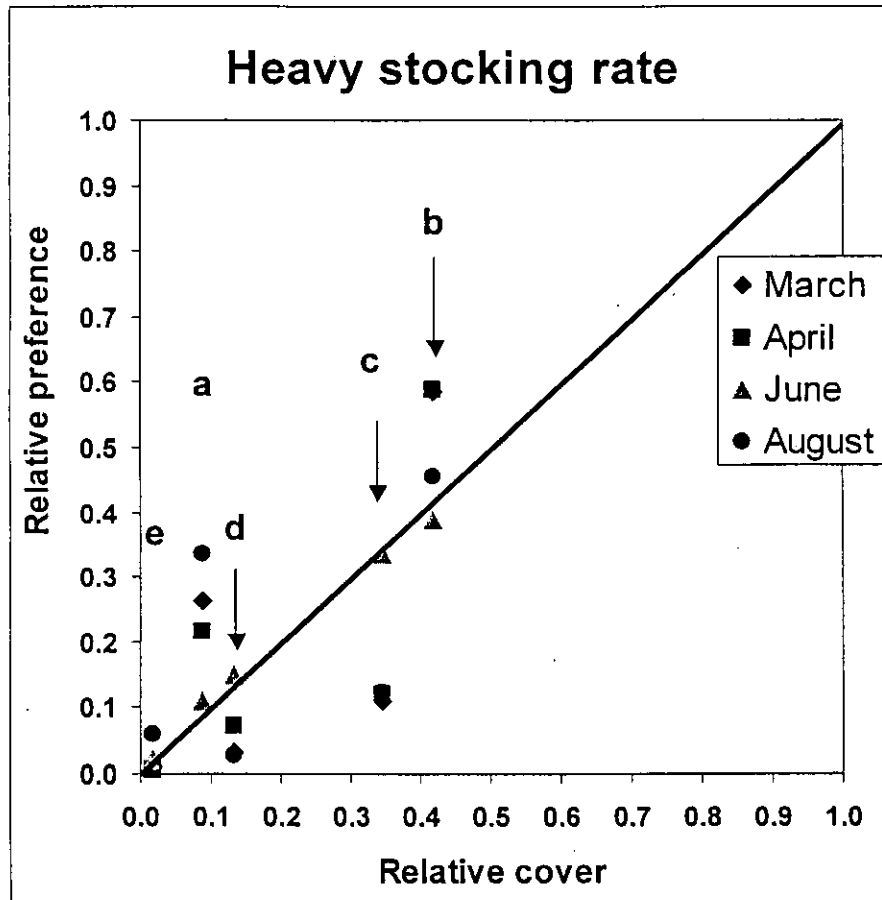
June 2003



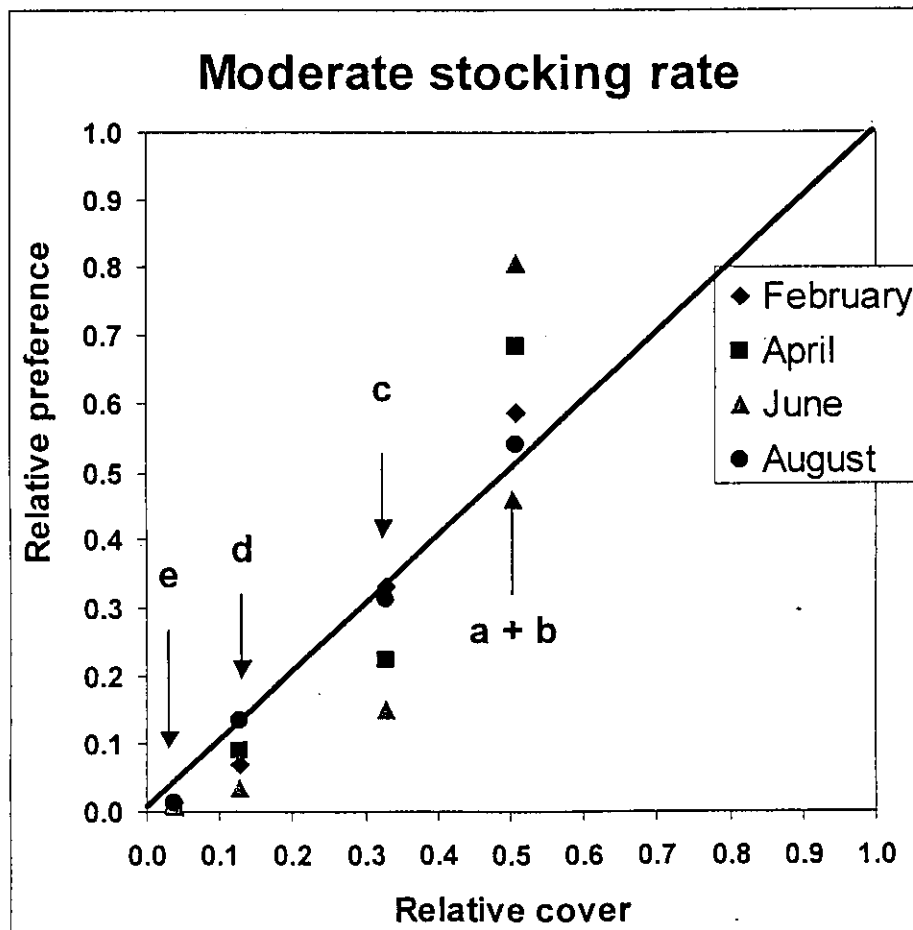
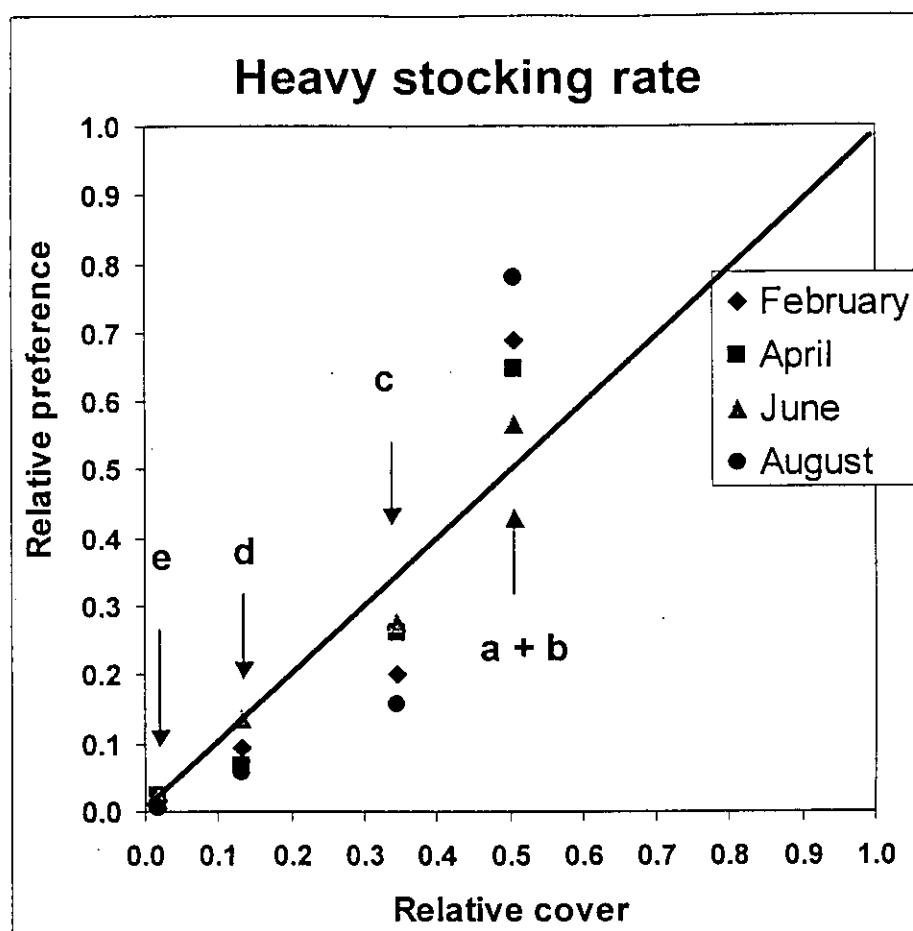
August 2003



ציור 7. צורת העדפה של בתי הגידול השונים (a, b, c, d, e) על ידי הפרות במרץ, אפריל, יוני ואוגוסט 2002.



צור 8. צורת העדפה של בתי הגידול השונים (e, d, c, a+b) על ידי הפרות בפברואר, אפריל, יוני ואוגוסט 2003



דיון ומסקנות:

מחקרים ללימוד פיזור הרעיה של פרות במרעה טבעי מתקיימים זה כבר עשרות שנים, אך עד השנים האחרונות הם הסתמכו על תצפיות ישירות בעין (Mueggler, 1965; Gillen et al., 1984; Hart et al., 1993; Santos et al., 2001). הטכנולוגיה לקביעת המיקום הגאוגרפי בעזרת לוויינים (GPS), שפותחה לשימוש צבאות שונים בעולם, יצאה לשוק האזרחי בעשור האחרון ומשמשת כיום מגוון רחב של תחומים. ניצול טכנולוגיה זו ללימוד התנהגות פרות במרחב הוא חדש יחסית. שיטה זו מאפשרת כיום בחינה של שאלות בנושא התנהגות רעיה של פרות במרחב אשר בלעדיה קודם לכן לא היתה אפשרית.

תצפיות בעין אחר התנהגות בעלי חיים מגבילות את שעות המעקב בעיקר לשעות האור, הן דורשות שעות עבודה רבות בשדה ולכן ברוב המחקרים שבוצעו בנושא זה איסוף הנתונים גם לאורך היום היה חלקי. במחקר הנוכחי, בעזרת השימוש במכשירי ה-GPS ומדי הפעילות המותקנים על גבי קולר, נאסף מידע לגבי מיקומם של הפרות במרחב כל 5 דקות והוגדרה התנהגותן (רעיה, עמידה, רביצה והליכה). לאחר כיול מדי הפעילות ופיתוח נוסחה המתבססת על מספר תנועות הראש האופקיות של הפרה הנספרות בפרקי זמן של 4 דקות והמרחק המחושב בין שני מיקומים ניתן לדעת מה עשתה הפרה בכל פרק זמן של 5 דקות לאורך כל שעות היממה. שיטת עבודה זו אינה מצריכה איסוף נתוני התנהגות ע"י חוקר בשדה. לאחר הורדת הנתונים הנאספים ב-Data logger המותקן בקולר למחשב, ניתן לקבל בשיטה זו את כל היסטורית ההתנהגות של הפרה בתקופה הנמדדת (עד 5200 קריאות בכל מחזור). טכנולוגיה זו עדיין חדשה בשימוש ללימוד התנהגות בקר במרעה והמכשור הקיים בשלב זה יקר, אך אין ספק שעם הפיתוח המואץ שלה בשנים הקרובות היא תוכל להיות מיושמת גם באופן משקי ולא רק לצרכי מחקר.

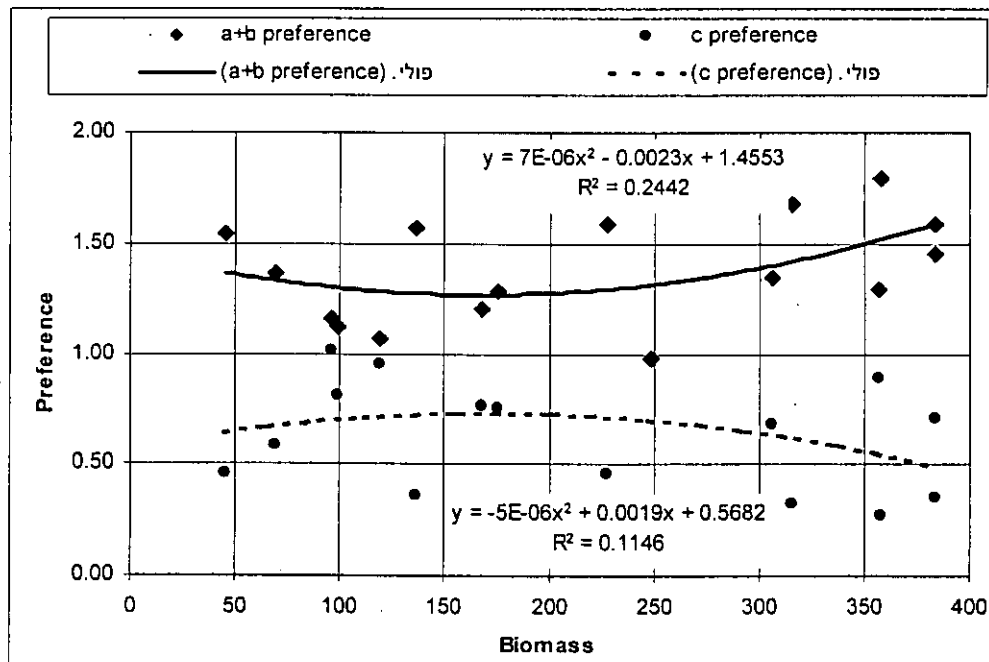
ממחקרים קודמים ידוע כי ישנה העדפה ברורה של הפרות לאזורים מסוימים בשטח על פני אחרים. מחקר זה בדק שאלה זו, אך בנוסף גם ניסה לתת תשובות ראשוניות לגבי השאלות הבאות: האם ישנה חוקיות בהעדפות של בתי גידול מסוימים על פני אחרים, האם יש שינוי בהעדפות בזמן אשר ממנו ניתן יהיה ללמוד לגבי הממשק המיטבי, האם שינוי פיזור הרעיה קשור לכמות ואיכות המרעית בשטח והאם הוא מדד לביצוע שינוי של הממשק.

השוואה בין לחצי רעיה שונים הראתה שלא נמצא הבדל משמעותי בחלוקת הזמן של ההתנהגויות השונות שהוגדרו (רעיה, הליכה, עמידה ורביצה) בין החלקות. הזמן הממוצע שהוקדש בשנת המחקר הראשונה לרעיה מכלל היממה היה כ- 38.5%. בשנה השניה בגלל הוספת מזון מוגש מוקדם יותר הזמן היחסי הממוצע שהוקדש לרעיה היה כ- 30% בלבד. אך הבדל משמעותי בזמן שהוקדש לרעיה בשטח נמצא בין העונות. ירידה במחצית הזמן שהוקדש לרעיה נמצא בחודש אוגוסט 2002 וביוני ואוגוסט 2003, תקופות בהן הוגש מזון מוסף. בדיקת צורת פיזור הרעיה בשטח במשך 24 שעות של היממה הצביע על שני שיאים מרכזיים. האחד בשעות הבוקר המוקדמות והשני בשעות אחר הצהריים. רעיה לפרקים קצרים נמצאה גם בשעות הלילה.

פיזור הפרות בשטח היה מאד לא אחיד לאורך כל עונת הרעיה הן תחת לחץ רעיה גבוה והן תחת לחץ רעיה מתון. בשעות בהן רעו הפרות בשטח, ככלל הן העדיפו שטחים יותר מתונים ופחות סלעיים ואף היו אזורים בעלי עבירות קשה אשר אליהן הפרות כמעט ולא הגיעו. אך מידת העדפתן של הפרות לרעות בבתי הגידול השונים היתה תלויה בביומסה של הצומח בשטח ובמצבו - ירק או קמל. מכיוון שבתי הגידול "הנוחים" (a+b) והפחות נוח (c) מהווים 85% מכלל השטח ניתן להשתמש בהם בלבד כמדד להעדפה (ציור 9). נראה כי כאשר המרעה היה ירוק ועשיר (אפריל) והביומסה העשבונית היתה גבוהה מ- 300 ק"ג ח"י לדונם הפרות השקיעו את מרב זמןן באיסוף עשב בחלקות עם הנגישות הנוחה. עם ניצול הצומח לאורך העונה ופחיתת הביומסה הצמחית כתוצאה מכך, פיזור

הרעיה בשטח הפך להיות יותר הומוגני (ציור 9). תופעה זו נצפתה בשתי שנות המחקר בשני לחצי הרעיה. אם המשך הירידה בביומסה העשבונית בשטח לערכים נמוכים ביותר נמצא כי הפרות הפחיתו את השטח המנוצל על-ידן כמרעה והתרחקו מעט מאד מאזור המזון המוגש והמים. תוצאות המחקר הנוכחי מראות כי ניצול מיטבי של השטח הוא כאשר הביומסה העשבונית היא בכמות של 100 – 250 ק"ג ח"י לדונם והוא מחזק את הטענה כי כאשר יבול הקמל נמוך מ- 70 ק"ג ח"י לדונם כמעט ואין הפרות מנצלות את השטח כמרעה.

ציור 9. מידת העדפה של בתי הגידול השונים (a+b ו- c) על ידי הפרות בכל תקופות הדיגום בשנים 2002 ו- 2003 ביחס לביומסה העשבונית (ירק או וקמל) שנקצרה בשטח. במידה ואין העדפה הערך (Preference) = 1, העדפה חיובית < 1 והעדפה שלילית > 1.



ניצול לא אחיד של השטח ע"י הפרות, כפי שנמצא במחקר זה מעלה שוב את השאלה לגבי המשמעות הנכונה של לחצי רעיה בשטחי מרעה מורכבים. בפועל ישנם אזורים אשר לחץ הרעיה הממשי בהם הוא יותר מכפול ביחס לאחרים ועל כך יש לשים את הדעת.

תוצאות ראשוניות של מחקר זה תרמו להבנה המרחבית של התנהגות בעלי החיים במרעה. עם המשך המחקר, עשויות תוצאותיו לתרום להגדרת המצב והזמן בו יש צורך לבצע את השינויים בממשק.

רשימת ספרות מצוטטת:

הנקין, ז., אונגר, ד. וגוטמן, מ. 2001. לימוד התנהגותן של פרות במרעה בעזרת פדומטרים ו- GPS לשיפור ממשק העדר והשטחים הפתוחים. דו"ח שנתי לקרן מדען ראשי במשרד החקלאות ולהנהלת ענף מרעה.

Freierman, S. (2000). G.P.S.Collars: A new way to tell When cows come home. The New York Times (24/6/00) G14.

- Ganskopp, D. (2001). Manipulating cattle distribution with salt and water in large arid-land pastures: a GPS/GIS assessment. *Applied Animal Behaviour Science* 73:251-262.
- Gillen, R.L., Krueger, W.C. and Miller, R.F. (1984). Cattle distribution on Mountain rangeland in Northern Oregon. *Journal of Range Management* 37:549-553.
- Hart, R.H., Bissio, J., Samuel, M.J. and J.W. Waggoner, Jr. (1993). Grazing systems, pasture size, and cattle grazing behavior, distribution and gains. *Journal of Range Management* 46:81-87.
- Kunkle, W.E., R.S. Sand, and D.O. Rae. 1994. Effect of body condition on productivity in beef cattle. p.167-178. In: M.J. Fields and R.S. Sand (eds.). *Factors Affecting Calf Crop*. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Mueggler, W.F. (1965). Cattle distribution on steep slopes. *Journal of Range Management* 18:255-257.
- Santos, S.A., Costa, C., Chalita, L.V.A.S., Pott, A., Alvarez, J.M. and Ortiz, A.G. (2001). Grazing behavior and activity patterns by free-grazing cattle in the Pantanal region. P. 297-298. In: *Proceedings of the XIX International Grassland congress*. Sao Pedro. Brazil.
- Turner, L.W., Udall, M.C., Larson, B.T. and Shear S.A. (2000). Monitoring cattle and pasture use with GPS and GIS. *Canadian Journal of Animal Science* 80:405-413.
- Wilham, R.L. 1973. Beef breeding program. *Beef Cattle Sci. Handbook* 10:194.
- Wiltbank, J.N. 1994. Challenges for improving calf crop. p.1-22. In: M.J. Fields and R.S. Sand (eds.). *Factors Affecting Calf Crop*. CRC Press, Boca Raton, FL

לימוד התנהגותן של פרות במרעה בעזרת פדומטרים ו-GPS לשיפור ממשק העדר והשטחים הפתוחים

שאלות מנחות:

מטרות המחקר:

הבנת הקשר בין הרכב הצומח בכר המרעה וזמינותו להתנהגות הפרות בשטח במהלך עונת הרעיה, לימוד התנהגותם המרחבית של הפרות בניצול תאי שטח שונים במרעה והכרת תרומתם של אזורים אלו לממשק הרעיה ופיתוח מנגנון לקבלת החלטות אשר יסייע לניצול מיטבי של שטחי המרעה (ייעול ייצור הוולדות לכל יחידת שטח).

עיקרי הניסויים והתוצאות שהושגו:

המחקר התבצע בחוות כרי דשא הנמצאת בגליל המזרחי. בשתי חלקות בהן לחצי הרעיה שונים. המחקר נעזר בשלוש טכנולוגיות שונות לאיסוף הנתונים והן: GPS, GIS ומדי פעילות. השוואה בין לחצי רעיה שונים הראתה שלא נמצא הבדל משמעותי בחלוקת הזמן של ההתנהגויות השונות שהוגדרו (רעיה, הליכה, עמידה ורביצה) בין החלקות. בדיקת צורת פיזור הרעיה בשטח במשך 24 שעות של היממה הצביע על שני שיאים מרכזיים, האחד בשעות הבוקר המוקדמות והשני בשעות אחר הצהריים. רעיה לפרקים קצרים נמצאה גם בשעות הלילה. פיזור הפרות בשטח היה מאד לא אחיד לאורך כל עונת הרעיה הן תחת לחץ רעיה גבוה והן תחת לחץ רעיה מתון.

המסקנות המדעיות וההשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו:

ככלל העדיפו הפרות שטחים יותר מתונים ופחות סלעיים ואף היו אזורים בעלי עבירות קשה אשר אליהן הפרות כמעט ולא הגיעו. מידת העדפתן של הפרות לרעות בבתי הגידול השונים היתה תלויה בבימסה של הצומח בשטח ובמצבו - ירק או קמל. עם ניצול הצומח לאורך העונה ופחיתת הבימסה הצמחית כתוצאה מכך, פיזור הרעיה בשטח הפך להיות יותר הומוגני. אך אם המשך הירידה בבימסה העשבונית בשטח לערכים נמוכים ביותר נמצא כי הפרות הפחיתו את השטח המנוצל על-ידן כמרעה. תוצאות המחקר הנוכחי מראות כי ניצול מיטבי של השטח הוא כאשר הבימסה העשבונית היא בכמות של 100 – 250 ק"ג ח"י לדונם.

הבעיות שנתקו לפתרון:

תוצאות ראשוניות של מחקר זה תרמו להבנה המרחבית של התנהגות בעלי החיים במרעה. עם המשך המחקר, והבנת החוקיות בהתנהגות הפרות בשטח, תוצאותיו עשויות לתרום להגדרת המצב והזמן בו יש צורך לבצע שינויים בממשק.

הפצת הידע:

הידע לגבי מחקר זה מופץ בכנסים של בוקרים, בהרצאות הניתנות במסגרת ימי עיון ובפירסומים בעיתונות העולמית והמקומית.

Henkin, Z., Ungar, E.D., Gutman, M., Dolev, A. and Brosh, A. (2003). Tracking beef cattle with GPS collars to study the impact of landscape and management on grazing behavior. Proceedings for the 7th International Rangeland Congress, Durban, South Africa 26 July – 1 August 2003.

Henkin, Z., Ungar, E.D., Dolev, A. and Gutman, M. (2003). Tracking beef cattle with GPS collars and activity sensors to study the impact of landscape and management on grazing behaviour. Rancher News, 108: 24 - 29 (in Hebrew).

פרסום הדו"ח:

ללא הגבלה.