

# 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

זלמן הנקין      המחלקה למשאבי טבע, נווה יער, מנהל המחקר החקלאי  
יוג'ין אונגר      המחלקה למשאבי טבע, מנהל המחקר החקלאי  
אריה ברוש,      בקר לבשר נוה יער, מנהל המחקר החקלאי  
עמית דולב      מו"פ צפון, מיג"ל, קרית שמונה



## תקציר:

מטרות המחקר: 1. הבנת הקשר שבין מרכיבי השטח והצומח בכר המרעה להתנהגות הפרות 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 התבצע בחוות כרי דשא. בעזרת מערכת ה-GIS הוכנה מפה רב-שכבתית של החווה, הכוללת: אורתו-פוטו, גבולות חלקות הניסוי, בתי הגידול מייצגים, שיפועים ופיזור מרחבי של הבקר בכל עונה. בשנים 2002 – 2005 לאורך כל עונת הרעיה, מפברואר ועד אוגוסט, הותקנו קולרים עם מכשירי GPS ומדי פעילות על פרות לביצוע מעקב אחריהן. נאספו נתונים כל חמש דקות הכוללים את מיקומה המדויק של הפרה בשטח ומספר התנועות האנכיות והאופקיות של הראש שבוצעו על ידן. בעזרת הנתונים שנאספו הוגדרו מיקומם ופעילותם (הליכה, רעיה, עמידה ורביצה) לכל אורך שעות היממה. בעזרת מערכת ה-GIS יוצרו מפות של צפיפות הרעיה בכל חלקה בהתאם לעונה. נבדקה העדפת הפרות לבתי הגידול השונים בהתאם לעונה, ללחץ הרעיה, לבימוסה, איכות הצומח ומרחקן מנקודות הריכוז (נקודות מים, מזון מוגש וצל). כן נבדקה התנהגות הפרות כאשר הן רועות בחלקות גדולות ביחס לרעיה בחלקות קטנות.

## מבוא ותיאור הבעיה:

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. 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 ולשפר את מערך הנתונים לבניית מודלים טובים יותר לניהול בעלי החיים במרעה. בעתיד, 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 שככל שלחץ הרעיה יהיה חזק יותר, כך חלוקת הזמן של הפרות במרעה אשר תהיה לה חוקיות מסוימת, תשתנה עם התדלדלות המרעה. ככלל, הפרות אינן מנצלות את השטח באופן שווה. ישנם אזורים בחלקות השונות הזוכים לביקורים רבים יחסית מצד הפרה לעומת זאת אזורים אחרים בהם שכחות 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 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 בעלי 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 הרעיה מההיבטים הבאים: 1. בדיקת התנהגות הרעיה מן ההיבט המרחבי. 2. ניצול מרחבי של המשאב בהתאם לבתי הגידול השונים. 3. בדיקת הקשר שבין 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).

ההנחה כי מיקומם הגיאוגרפי של הפרות במרעה לאורך היממה קשור, מלבד לבית הגידול וטיב המרעה, גם לשינויים היומיים והעונתיים ולממשק ומכאן עולות השאלות המרכזיות הבאות:

מה יעשה בעל החיים מבחינה מרחבית לאורך היממה בבתי הגידול השונים?

כיצד מפיקה הפרה במרעה את צרכיה במרחב?

איך התנהגותן של הפרות מתקשרת לטופוגרפיה בבתי הגידול והקרקע והשינויים המרחביים בצומח? מהי משמעות המונח לחץ רעייה ממוצע (והאם יש לו בכלל משמעות), הנמדד במספר פרות ליחידת שטח. עבודה זו מנסה לפתור חלק מן השאלות הללו על ידי הבנה מעמיקה של המערכת הממשקית תוך כדי לימוד צורת התנהגותם של בעלי החיים, על מנת לשפר את רמת יצרנותם וביצועיהם במרעה וכן על מנת להבין כיצד מנוצל השטח ע"י הפרות. האם ישנם אזורים במרעה שזוכים לביקורים תכופים לעומת אזורים אחרים אשר למעשה, בגלל סיבות שונות, כמעט ואינם מנוצלים כלל (הנקין וחוב' 2003, Henkin et al. 2003). לאכילת הצומח ע"י בעלי החיים במרעה ישנה השפעה ישירה על הרכב ומבנה הצומח. אכילה סלקטיבית של מינים שונים נבחנה ע"י תצפיות ישירות בבעלי החיים לגבי התנהגותם במרעה (Miquelle et al., Risenhoover 1989, al. 1992, Rothman 1998, Perevolotsky et al. 1998). תצפיות אכילה התבצעו בעבר גם ע"י מדידת השינוי בצומח עצמו (Moen et al. 1990, Teller 1969, Shafer 1963). אך איסוף הנתונים לגבי הרגלי האכילה של בעלי חיים במרעה דורש עבודה רבה של מעקב בשטח אפילו כאשר מדובר במעקב אחר פרט אחד לאורך יום רעייה אחד מלא. לכן תצפיות ישירות אלו בד"כ מתבצעות בקנה מידה קטן יחסית או בחלקות מבוקרות (Murden and Risenhoover 1993, Kohlmann and Risenhoover 1994, Rothman 1998, Perevolotsky et al. 1998). אך למרות ביצוע המעקבים אחר הרגלי הרעייה של בעלי החיים במרעה שבוצעו בעבר, עד היום לא ניתן היה לקשור את המשתנים השונים שנבדקו למיקומם המדויק של הפרות בשטח בכל זמן נתון. יותר מכך, בגלל המגבלות הלוגיסטיות הקיימות בתצפיות רעייה ויזואליות בשטחי מרעה טבעיים, תצפיות אלו אינן מגדירות מבחינה מרחבית את ניצול השטח ע"י בעלי החיים כאשר הם נמצאים בסביבתם הטבעית ברעייה חופשית. קשיים אלו

מוגברים כאשר עולה גם הצורך במציאת הקשר בין הניצול המרחבי של משאב המרעה ובחירת אזורי מרעה ספציפיים.

הבנה טובה יותר של ההשפעות הממשקיות של הרעיה על התנהגות הפרות במרעה היס תיכוני והבנת הרגלי הרעיה 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 והיא מאפשרת לנו במקביל ללמוד על הקשר שבין התנהגות הפרות, מצבן האנרגטי ורמת הייצור שלהן.

### **מטרות המחקר:**

1. הבנת הקשר בין הרכב הצומח בכר המרעה 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.

### **הפעלת המחקר:**

#### שטח המחקר:

המחקר התבצע בחוות כרי דשא הנמצאת בגליל המזרחי, מזרחית לקיבוץ עמידר. שטח החווה הוא כ- 14,500 דונם ורועים בה כיום כ- 550 ראשי בקר. השטח מחולק לחלקות משנה ובהן מתקיימת רעיה בלחצים שונים ובממשק שונה בהתאם לתוכניות מחקר קיימות. המסלע הוא בזלתי ולכן הקרקע היא פרוטוגרומוסול עשירה. כמות המשקעים הממוצעת היא כ- 550 מ"מ בשנה ותצורת הצומח המאפיינת את השטח היא בתה המיקרופיטופיטית הנשלטת ע"י עשבוניים רב וחד-שנתיים. 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 השטח והצומח ובעלי החיים הרועים 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 הרעיה בשטח. 3. מד פעילות – לקביעת 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 ל- 5 דקות בין קריאה אחת לשנייה. המכשירים שבשימוש מיוצרים ע"י חברת LOTEK.

GIS (Geographic Information System) – מערכת המאפשרת מיפוי רב-שכבתי של השטח הנבחן. מיפוי חלקות הניסוי שבוצע בשלב הראשון של המחקר כלל את השכבות הבאות: אורתו-פוטו של השטח, טופוגרפיה, בתי גידול (לפי רמת הסלעיות ושיפוע המדרון), גבול החלקות (גדרות), נקודות ההאבסה נקודות המים והאבסה

ועצים. שכבות נוספת כוללות חלוקה של חלקות הניסוי ליחידות של 1 דונם וכן של כל השטח לריבועים של 25X25 מ' עם הגדרה מדוייקת של השיפוע והגובה מעל פני הים ומיקומי הפרות לאורך תקופת המחקר. מד פעילות – על קולרי ה-GPS מותקן בנוסף גם סנסור המונה כל 5 דקות במשך 4 דקות (בין קריאות המיקומים) את מספר תנועות הראש האנכיות והאופקיות של הפרה. בעזרת תצפיות ישירות על הפרות בוצע כיוול של התנהגות הפרות בשטח לנתונים שהתקבלו ובהתאם הוגדרו ארבע צורות ההתנהגות הכוללות: רעיה, הליכה, רביצה ועמידה (Ungar et al. 2005).

### תוצאות המחקר

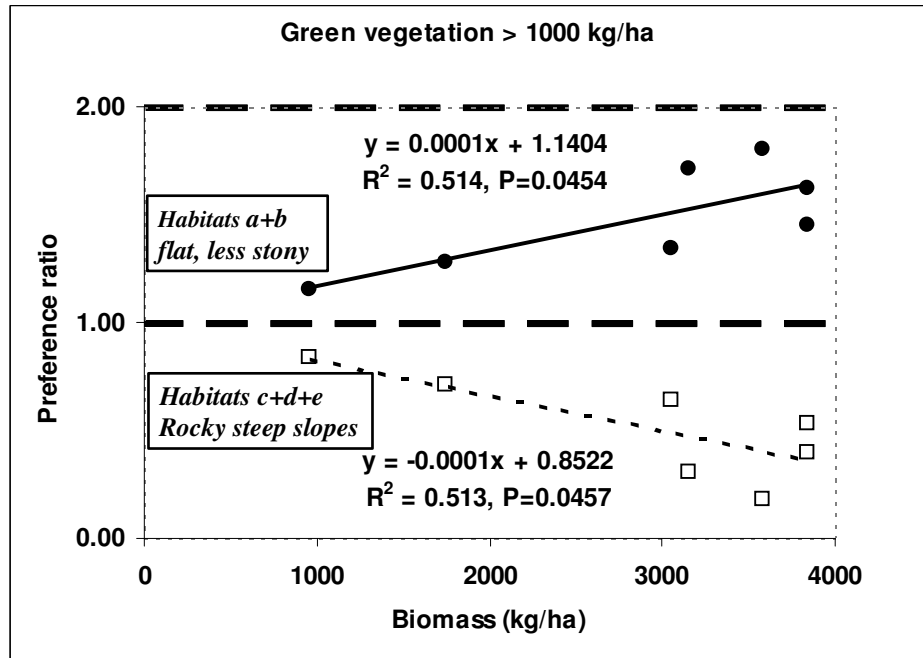
#### סיכום השלב הראשון (2001 – 2003):

בשלב הראשון של המחקר (2001 – 2003) הושם הדגש על התאמת מכשירי המדידה לניסוי השדה ולימוד התנהגותן של פרות במרעה בשתי חלקות עם לחצי רעיה שונים. לצורך המחקר נרכשו 4 מכשירים ונבדקו האמצעים הטכניים, החל מהרצועות לנשיאת המכשיר דרך קריאת האותות מן המכשיר ותרגומם למיקום בעל החיים בשטח לאורך שעות היממה. כן הוגדרו באופן מדויק הצרכים לתדירות הקריאות, מועדי החלפת הסוללות והקשר למפה רב-שכבתית של השטח שהוכנה ב-GIS. בנוסף בוצע מיפוי מפורט של בתי הגדול בחלקות הנבחנו בהתאם לאחוז כיסוי הסלע, גודלו והשיפוע.

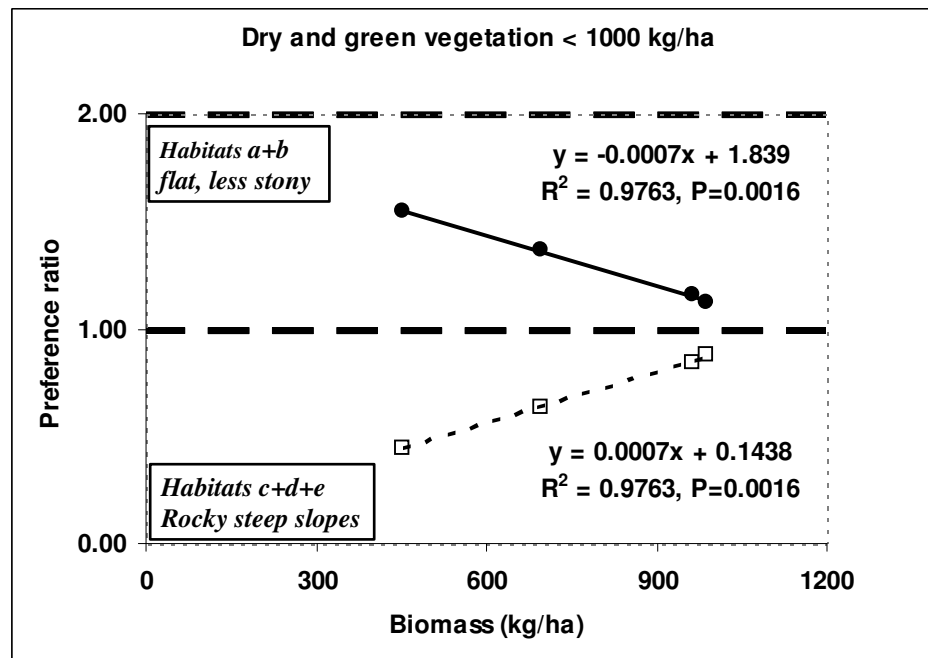
לאחר התאמת המכשור לתנאי העבודה בשדה נבדקה התנהגותן של הפרות במרעה במשך שתי עונות רעיה ובשני טיפולים שונים. המחקר התבצע בחלקות בהן מתקיימת רעיה רציפה של בקר מינואר ועד ספטמבר עם רמת אכלוס של 18 ו-9 דונם לפרה. בכל אחת מן החלקות האלו הותקנו מכשירים על הפרות בפברואר-מרץ, אפריל, יוני-יולי ואוגוסט. המכשירים הותקנו בשנה הראשונה על 3 - 4 פרות למשך שלושה שבועות בכל מועד דיגום. ובשנה השניה על 6 - 8 פרות בכל מועד (במשך שבוע על כל פרה). נתוני המיקומים והפעילות נשמרו באוגר הנתונים שנמצא בקולר והורדו בגמר התקופה. מיקומי הפרות בשתי החלקות במועדי הדיגום השונים היוו שכבות במערכת ה-GIS. במקביל למעקב אחר הפרות, בכל פרק של מדידה בוצע דיגום של הצומח להגדרת היבול, הרכב הצומח ואיכותו.

תוצאות השלב הראשון של מחקר זה הצביעו על כך שלא נמצא הבדל משמעותי בין החלקות בחלוקת הזמן של הפעילויות השונות שהוגדרו (רעיה, הליכה, עמידה ורביצה). הזמן הממוצע לכל המועדים הנבדקים שהוקדש לרעיה לאורך כל שעות היממה היה כ- 38%. הבדל משמעותי בזמן המוקדש לרעיה נמצא בין העונות. בדיקת פיזור שעות הרעיה בשטח במשך 24 שעות לאורך היממה הצביע על שני שיאים מרכזיים. האחד בשעות הבוקר המוקדמות והשני בשעות אחר הצהריים. רעיה לפרקים קצרים נמצאה גם בשעות הלילה. כן נמצא, כי פיזור הפרות בשטח היה מאד לא אחיד לאורך כל עונת הרעיה. כאשר העשב היה ירוק, ככל שהיה עשיר, כך הן העדיפו את השטחים המתונים והפחות סלעיים (ציור 1, בתי גידול a ו-b). עם הירידה בביומסה העשבונית ובאיכותה, הרחיב הבקר את תחום הרעיה שלו גם לשטחים הפחות מועדפים, אך עם התמעטות העשב לביומסה פחותה מ-100 ק"ג ח"י לדונם (1000 ק"ג להקטר) צמצמו הפרות באופן משמעותי את אזור פעילותן לבתי הגידול הנוחים יותר והפחיתו את ההוצאה האנרגטית שלהן על ידי כך שנמנעו מלרעות באזורים התלולים והאבניים (ציור 2).

ציור 1. מידת העדפה של הפרות לבתי הגידול המתונים והפחות סלעיים (a+b) לעומת התלולים והאבניים (c+d+e) בשנים 2002 ו-2003 ביחס לביומסה העשבונית בעונת הירק כאשר היא היתה גבוהה מ- 100 ק"ג לדונם (1,000 ק"ג להקטר). במידה ואין העדפה הערך (Preference) = 1, העדפה חיובית < 1 והעדפה שלילית > 1.



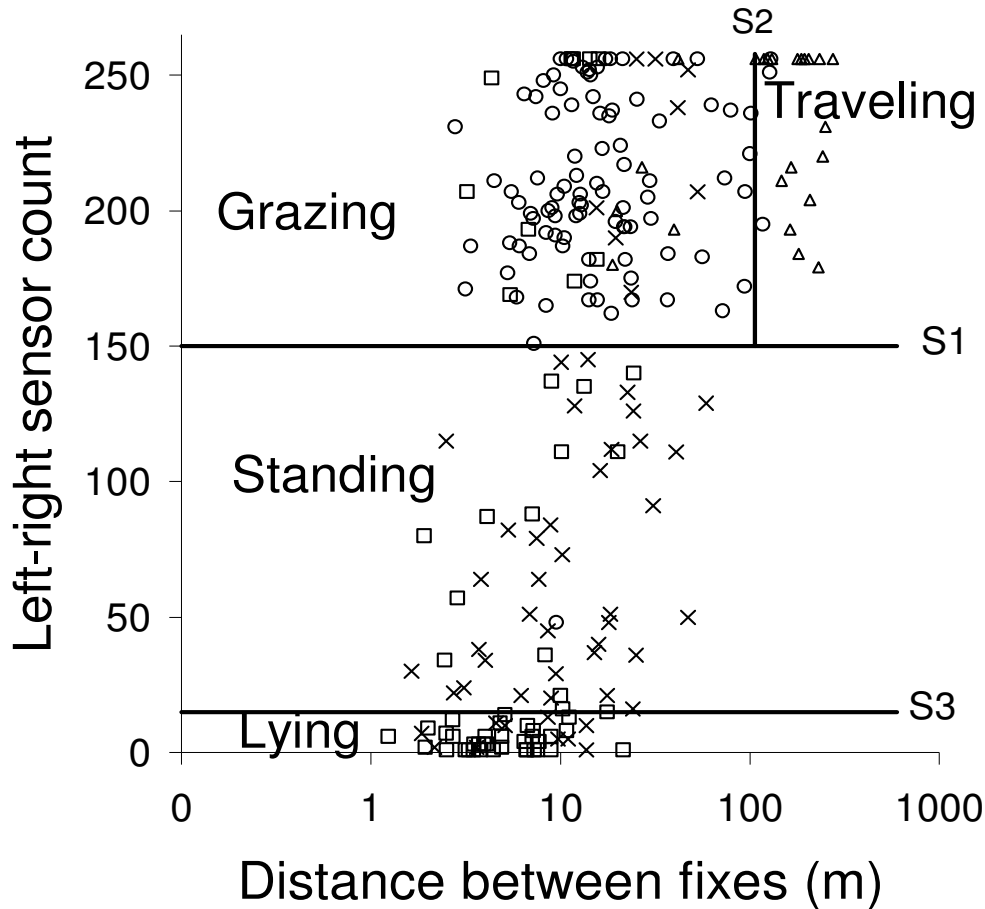
ציור 2. מידת העדפה של הפרות לבתי הגידול השונים בשנים 2002 ו-2003 ביחס לביומסה העשבונית הירוקה והקמלה כאשר היא נמוכה מ- 100 ק"ג לדונם (1,000 ק"ג להקטר). במידה ואין העדפה הערך (Preference) = 1, העדפה חיובית < 1 והעדפה שלילית > 1.



### כיול מד הפעילות:

במקביל לאיסוף האוטומטי של הנתונים ע"י מד-הפעילות שבקולר, נערכו 231 תצפיות בעין בנות 5 דקות כל אחת לכיול הפעילויות השונות. צורות הפעילות 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. שימוש בנתונים אלו בצרוף נתונים שנאספו ע"י קבוצת חוקרים במקביל בארה"ב אפשר הגדרת פעילותן של הפרות בכל פרק זמן במשך כל תקופת הניסוי (Ungar et al. 2005) (ציור 3).

ציור 3. כיול פעילות הפרות במרעה בעזרת השוואת תוצאות תצפיות שדה למרחק שהלכו כל 5 דקות (שימוש ב-GPS) ומספר תנועות הראש שמאלה ימינה שהתקבל במד- הפעילות.



### המחקר

ניצול לא אחיד של השטח ע"י הפרות כפי שנמצא בחלקו הראשון של מחקר זה ושינוי הרגלי הרעיה לאורך העונה חיזקו את ההשערה כי ניתן לאתר את מועד השינוי וצורת הפיזור של הפרות בשטח תוך מציאת קשר למצב המרעה בכל רגע נתון. מטרת המשך המחקר היתה להעמיק את הידע בנושא פיזור הרעיה של הבקר במרעה ולאתר נקודות בזמן, בהתאם למצב המרעה, בהן ניתן להגדיר את הצורך בביצוע שינויים בממשק ולזהות את ההבדלים בפיזור בהתאם ללחץ הרעיה. בשלוש שנות המחקר הנוספות, הושלם איסוף הנתונים בשדה וסיכומם לפי יחידות טופוגרפיות, בתי גידול, הרכב המרעה ואיכותו.

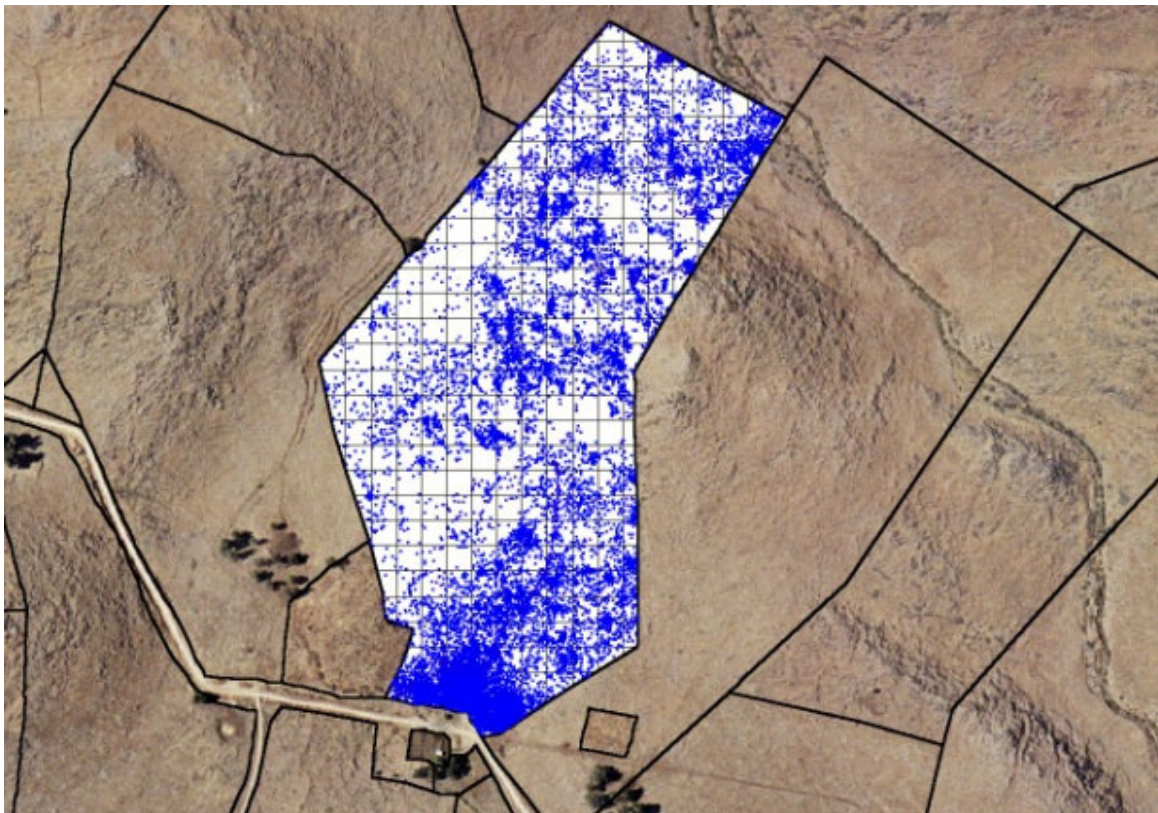
בשנת 2004 הושמו שני קולרים ברצף על פרות קבועות. הפרות רעו בחלקה בלחץ רעיה חזק (9 דונם לפרה). הורדת הנתונים מן הקולרים התבצעה מידי שלושה שבועות (בגלל מגבלת קיבולת הזיכרון של אוגר הנתונים) לאחר הבאת הפרות למכלאה. החלקה חולקה לריבועים בשטח של 1 דונם כל אחד על מנת לנתח את פיזור הרעיה של

הפרות בעונות השונות בשטח לתאי שטח אלו (ציור 4). במקביל בשנה זו הושמו הקולרים על פרות מייצגות שרעו בחלקות גדולות יחסית (780 ו-1460 דונם) ופיזורן המרחבי בחלקות אלו הושוותה לחלקות הקטנות משנה קודמת (280 דונם).

כמו בשלב הראשון של המחקר, מידי חודשיים (מפברואר ועד אוגוסט) 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, המאפיינים את בתי הגידול השונים בשטח. אחוז החומר היבש ניבדק לאחר יבושו בתנור ב- $65^{\circ}\text{C}$ . הבקר בחלקות הניסוי נשקל עם כניסתו ועם יציאתו מן החלקה והתבצע מעקב אחר שעור ההתעברות של הפרות, ההמלטות ומשקלי הוולדות בגמילה.

בשנת 2005 הושמו ארבעה קולרים על פרות בארבע חלקות עם שני טיפולי רעיה בלחצים של 9 ו-18 דונם לפרה ושתי חזרות לכל טיפול. הורדת הנתונים מן הקולרים התבצעה עם סיום המעקב לאחר הבאת הפרות למכלאה. המעקב בוצע בארבע עונות מייצגות לאורך עונת הרעיה שהתקיימה בין ינואר לספטמבר. גם בשנה זו נילקחו דגימות צומח לקביעת היבול ואיכות המרעית בכל אחד ממועדי הדיגום.

ציור 4. פיזור הרעיה של הפרות בחלקה הנבחנת בשנת 2004 לאחר חלוקתה לריבועים בשטח של 1 דונם כל אחד.



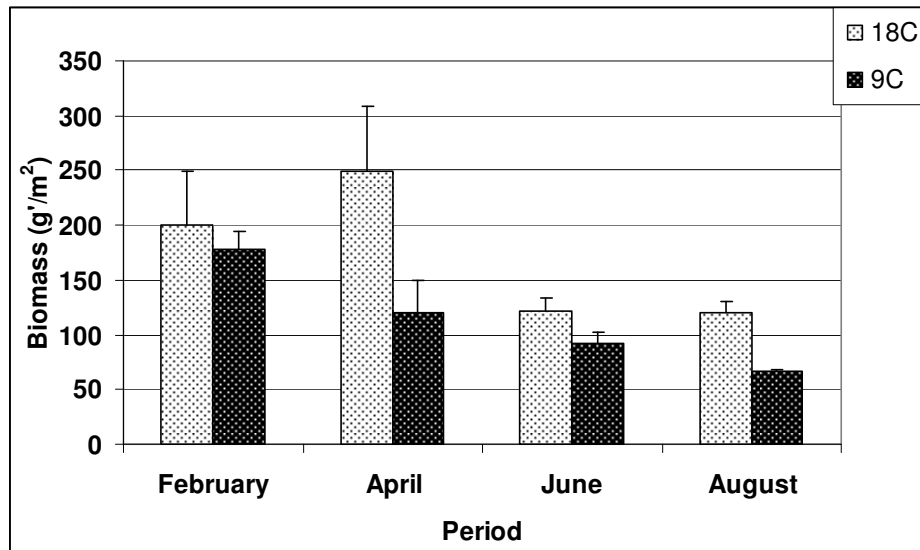


**תוצאות:****ביומסה עשבונית:**

בשנת 2004 הוכנסו הפרות לחלקת הניסוי (חלקה 4) ב- 16 בפברואר וזאת לאחר יותר מחודשיים של שהייתן מרעה. מחודש פברואר ועד אוגוסט, בארבעה מועדים שונים, בוצעו קצירים ונמדד יבול הצומח העשבוני בשתי חלקות הניסוי. נמצא הבדל מובהק בביומסה העשבונית בין מועדי הדיגום השונים ( $P < 0.0001$ ), הבדל אשר נבע מאכילה של הצומח ע"י בעלי החיים לאורך עונת הרעיה וצמיחתו בעונה הירוקה. אך יבול הצומח העשבוני בעת הכנסת הפרות לחלקה היה 70 ק"ג ח"י לדונם ובשיא עונת הצימוח 155 ק"ג ח"י לדונם בלבד. יבול הצומח העשבוני לאורך תקופת מעקב זה היה נמוך יחסית בגלל לחץ הרעיה החזק הנהוג בחלקה הנבדקת (9 דונם לפרה). הכנסת הפרות במחצית ינואר לא אפשרה לצומח העשבוני להתפתח ולהגיע ליבולים גבוהים. באוגוסט הביומסה של הקמל היתה נמוכה ביותר ועמדה על 70 ק"ג ח"י לדונם בלבד.

בשנת 2005 בו נבדקו שני טיפולי רעיה שונים נמצא כצפוי כי הביומסה העשבונית בשטח היתה גבוהה יותר בחלקה עם לחץ הרעיה המתון ביחס לטיפול בלחץ רעיה חזק. הפרות הוכנסו לשטח בשנה זו בסוף ינואר. בפברואר, עם הכנסת הפרות ותחילת המעקב, למרות יתרון מסויים לטיפול הרעיה המתונה עדיין לא נמצא הבדל משמעותי בביומסה בין טיפולי הרעיה ורק בהמשך (אפריל) עם ניצול מוגבר של המרעית בלחץ הרעיה החזק נמצא הבדל מובהק בביומסה בין טיפולי הרעיה השונים (ציור 5).

ציור 5. יבול הצומח העשבוני הממוצע בטיפולי הרעיה השונים בכרי דשא לאורך עונת הרעיה 2005.

**איכות הצומח:**

בדגימות הצומח שנלקחו לאורך השנה מבתי הגידול השונים שהוגדרו נבדק אחוז האפר, חלבון, נעכלות, ADF ו-NDF. נמצאה ירידה באיכות הצומח מפברואר ואפריל וכן ליוני.

**פיזור הרעיה של הפרות בשטח:**

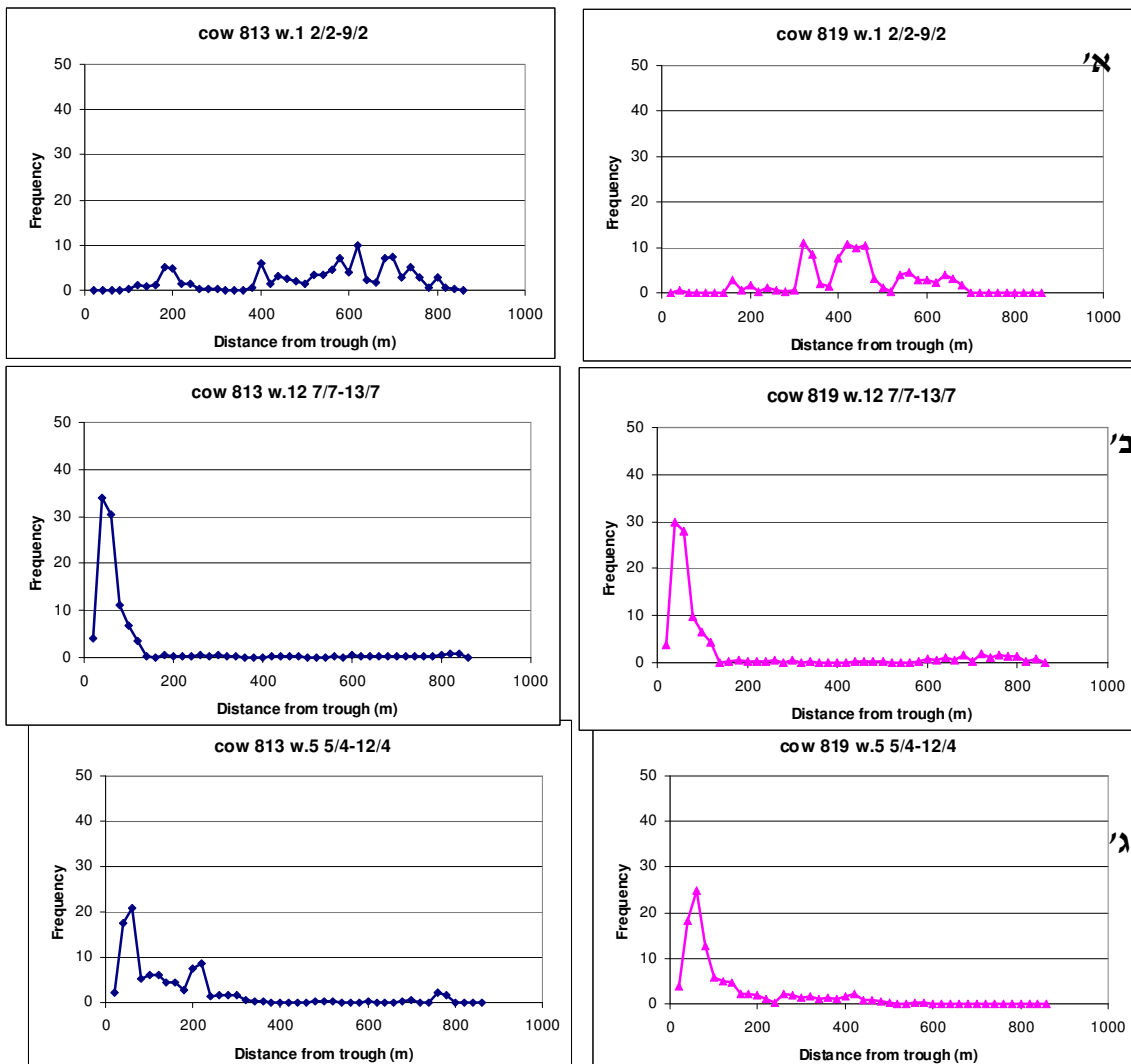
לאורך כל שנת 2004 נלקחו כ- 42,000 מיקומים של פרות. נמצא כי פיזור הרעיה של הפרות במרחב היה תלוי בעונה, ביבול המרעית ובטופוגרפיה. בתחילת עונת הרעיה (פברואר – אפריל) כאשר הצומח היה באיכות גבוהה ויבולו היה בין 130 ל- 155 ק"ג ח"י לדונם, נמצא כי הפרות פיזרו את זמנן ברעיה על פני כל השטח, כך גם בזמן המנוחה לא העדיפו להתרכז באזור ספציפי מועדף. עם ההפחתה בביומסה העשבונית בשטח והירידה באיכותו, אחידות חלוקת זמן הרעיה בשטח הלכה וקטנה ובמקביל התרכז העדר בזמן המנוחה באזורים מצומצמים בעלי

עדיפות גבוהה. ממחקרים קודמים ידוע כי ישנה העדפה ברורה של הפרות לאזורים מסוימים בשטח על פני אחרים. מחקר זה בדק שאלה זו, אך בנוסף גם מנסה לתת תשובות ראשוניות לגבי השאלות הבאות: האם ישנה חוקיות בצורת הפיזור ואחידותו, האם שינוי הפיזור יכול ללמד אותנו לגבי הממשק הרצוי. עד כמה שינוי פיזור הרעה קשור לכמות ואיכות המרעית בשטח והאם הוא מדד לביצוע שינוי של הממשק.

שכיחות מרחקי הפרות מנקודות המים והצל גם הוא מדד למצב השטח ולתנאי מזג האוויר. בציר 6 ניתן לראות את השינוי בשכיחות מרחקי הפרות מנקודות המים והצל בשלוש נקודות זמן במשך עונת הרעה של 2004. ניתן לראות כי הפרות שנמצאו במעקב שהו בתחילת העונה (פברואר) בכל טווח המרחק ועד לקצה החלקה, אך אם הזמן תדירות המצאותן של הפרות במרחק רב מן המים והצל פחת. ביוליכאשר הבימוסה העשבונית היתה נמוכה מ-100 ק"ג ח"י לדונם הפרות הנדגמות כמעט ולא התרחקו מעבר ל-200 מ' מנקודות המים והצל.

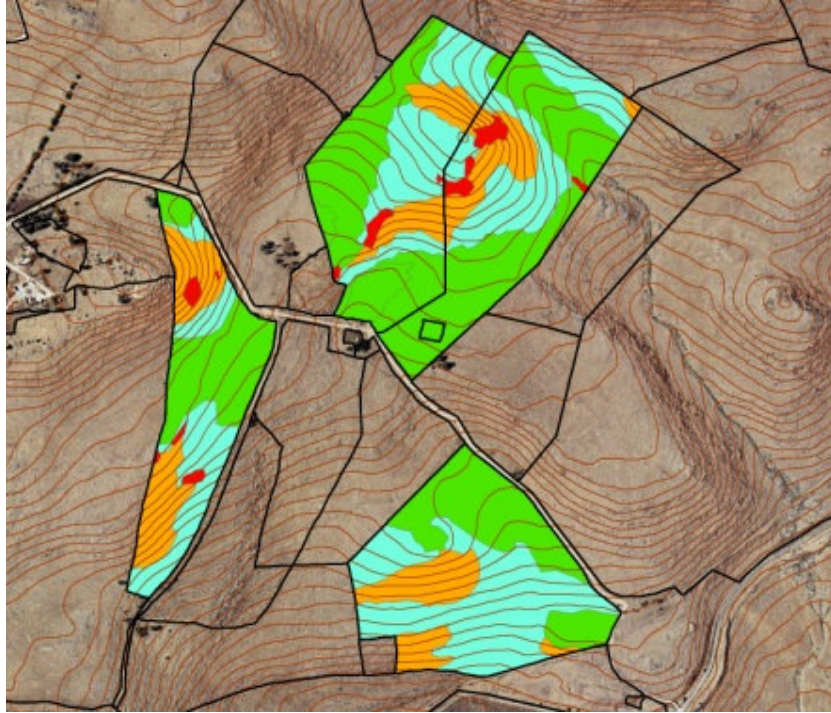
ניצול לא אחיד של השטח ע"י הפרות, כפי שנמצא במחקר זה מעלה שוב את השאלה לגבי המשמעות הנכונה של לחצי רעה בשטחי מרעה מורכבים. בפועל ישנם אזורים אשר לחץ הרעה הממשי בהם הוא יותר מכפול ביחס לאחרים ועל כך יש לשים את הדעת.

ציר 6. שכיחות מרחקי הפרות באחוזים מנקודות המים והצל בחודשים פברואר (א'), אפריל (ב') ויולי (ג') 2004.

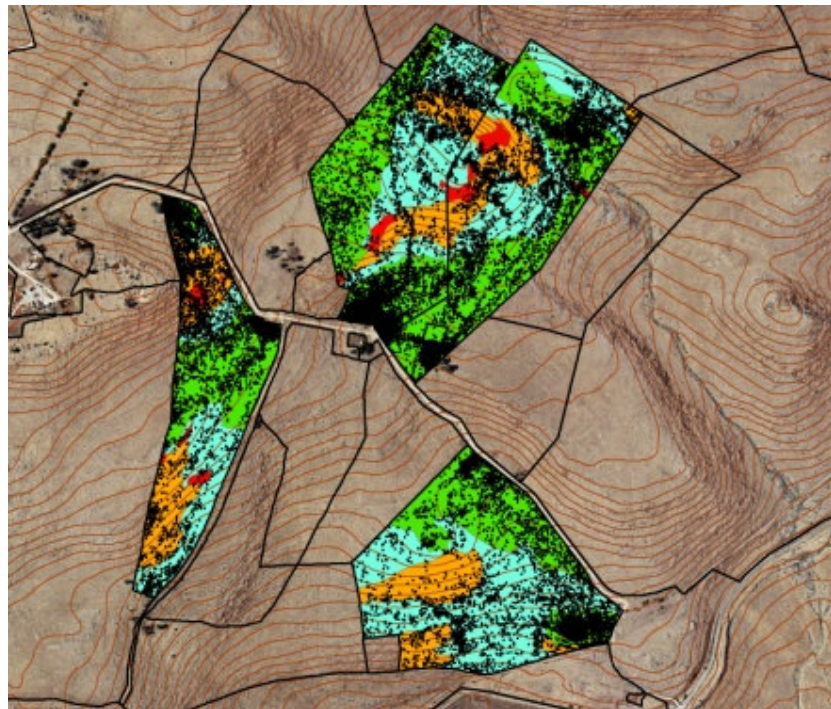


בשנת 2004 חזוניתם חזוניתם חזוניתם על פחות בשני חלקות (חזונית) בחוף רעה חזק ובמקביל בשני חלקות בהן לחץ הרעה מתון. בוצע סקר מקיף להגדרת גבולות בתי הגידול השונים בחלקות אלו (ציר 7) ונבדק פיזור מיקומי הפרות ביחס לבתי גידול אלו (ציר 8).

ציור 7. מפת בתי הגידול השונים בחלקות המעקב בכרי דשא בשנת 2005.



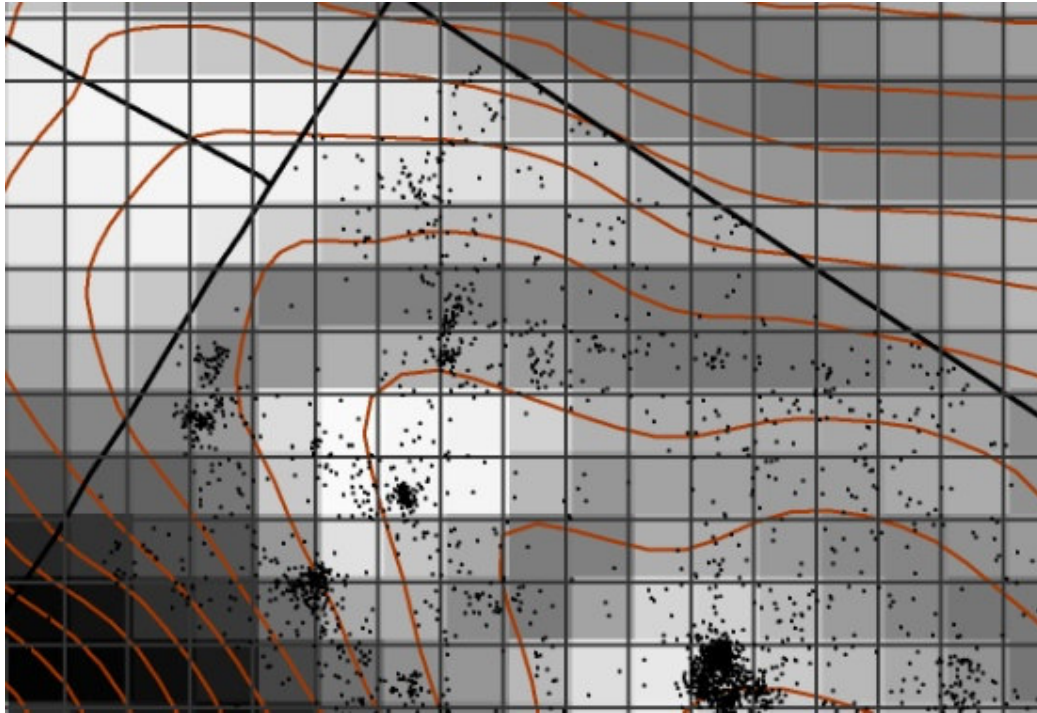
ציור 8. פיזור מיקומי הפרות בחלקות המעקב ביחס לבתי הגידול השונים בשנת 2005.



### פיזור רעיה בחלקה קטנה בהשוואת לחלקות גדולות

בוצעה השוואה של פיזור הרעיה של הבקר בין חלקות גדולות יחסית (780 ו-1,400 דונם) לחלקה קטנה (280 דונם). הושוו נתוני הפיזור הרעיה של הפרות משנת 2003 בחלקה 5 "ניסוי" (חלקה קטנה) לאלו שנאספו ב-2004 משתי חלקות נוספות 10 ו-5 "מסחרי" (חלקות גדולות). בעזרת ה-GIS חולקו חלקות אלו לריבועים בגודל של 25X25 מ' ובכל ריבוע הוגדר השיפוע הממוצע ונספרו הביקורים של הפרות בכל תא ובכל עונה (ציור 9).

ציור 9. דוגמא לקטע של מפה הכוללת את חלקות השטח לתאים של 25X25 מ' כל אחד. בכל תא מוגדר השיפוע הממוצע (צבע בהיר - שיפוע מתון, צבע כהה - שיפוע תלול) ומיקומי הפרות.



ממשק הרעיה בחלקה הקטנה היה דומה לזה שבחלקות הגדולות. הוא בא לידי ביטוי הן בלחצי הרעיה של הפרות בחלקות הגדולות ובקטנות ובביומסה העשבונית בשלושת העונות בהן בוצעה המעקב (טבלה 1).

טבלה 1. הביומסה העשבונית (ק"ג ח"י לדונם) בחלקות הגדולות ובחלקה הקטנה בשלושת מועדי הדיגום.

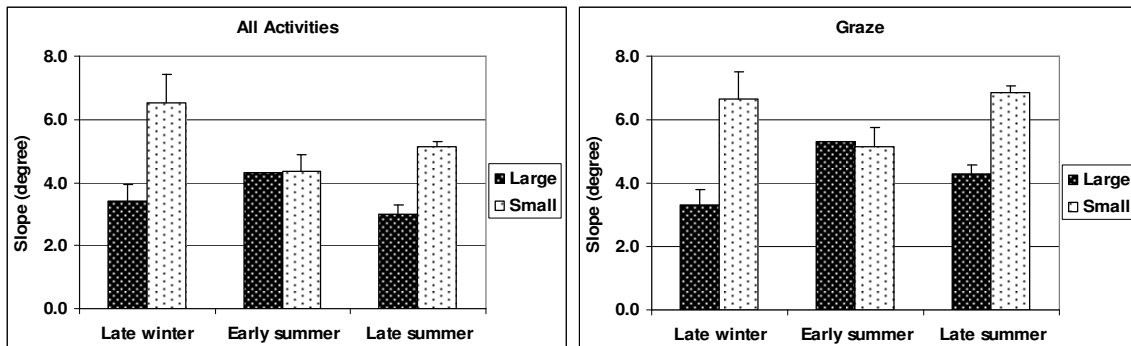
גודל החלקה	חורף מאוחר	קיץ מוקדם	קיץ מאוחר	שגיאת התקן	P (בין עונות)
קטנה	108.4	241.5	110.4	14.9	<0.001
גדולה	96.3	228.7	117.7	13.7	<0.001
P (בין חלקות)	NS	NS	NS		

השיפוע הממוצע של כלל התאים בחלקות השונות היה:  $6.9^0 \pm 3.5$  בחלקה הקטנה (חלקה 5 ניסוי) ו-  $7.4^0 \pm 4.8$  בחלקות הגדולות (חלקות 3+5 מסחרי ו-10 בהתאמה). בכל המקרים, השיפוע הממוצע של התאים בהם ביקרו הפרות במשך תקופת הדיגום היה נמוך ביחס לשיפוע הממוצע של כלל התאים באותה חלקה הנדגמת. תוצאה המעידה, גם במקרה זה, על העדפת האזורים הפחות משופעים על אלו עם המדרונות החריפים

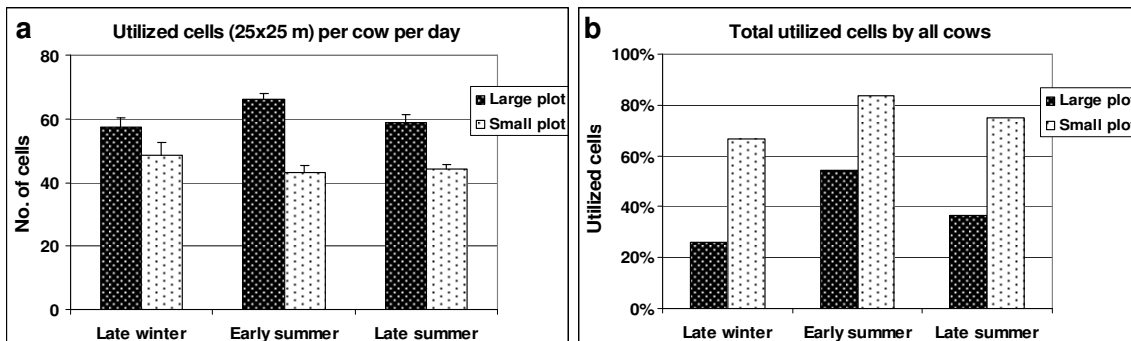
יותר בכל העונות והמצבים. תוצאה זו מחזקת השערות קודמות בנושא זה. בסוף החורף ובסוף הקיץ כאשר הביומסה העשבונית בחלקות היתה כ- 100 ק"ג ח"י לדונם בממוצע (טבלה 1) הפרות בחלקה הקטנה ניצלו גם מדרונות תלולים יותר בהשוואה לפרות שרעו בחלקות הגדולות (ציור 10). תוצאה זו התקבלה גם כאשר נלקחו בחשבון כלל המיקומים בחלקה וגם כאשר בוצעה הפרדה לפעילות רעיה בלבד. אבל בתחילת הקיץ כאשר הביומסה העשבונית היתה בתחום של 230 – 240 ק"ג ח"י לדונם לא נמצאו הבדלים בניצול החלקות השונות ע"י הפרות. מבחינת ניצול השטח ניתן לראות כי הפרות בחלקות הגדולות ביקרו בכל יום בממוצע בכ- 15% - 35% תאים יותר מאשר הפרות אשר היו בחלקה הקטנה (ציור 8a). אך, ביחס לניצול כלל התאים בחלקה נראה כי בתקופה הנבחנת הפרות בחלקות הגדולות ביקרו ב- 27% - 58% לעומת ניצול של 71% - 88% מהתאים בעונות השונות בחלקה הקטנה.

בחורף המאוחר (סוף פברואר) ובקיץ המאוחר (אוגוסט – ספטמבר) רעו הפרות בחלקות הגדולות בשיפועים ממוצעים קטנים יותר יחסית לאלו שבהן רעו הפרות בחלקה הקטנה. לעומת הפרות בחלקה הקטנה אשר בעונות אלו (כאשר הביומסה העשבונית היתה כ- 100 ק"ג ח"י לדונם) פיזרו את הרעיה שלהן על פני כל בתי הגידול (המתונים והתלולים) בחלקה, הפרות בחלקה הגדולה, עם ביומסה עשבונית דומה, היו סלקטיביות והעדיפו להתרכז באותם אזורים פחות תלולים. לעומת זאת בקיץ המוקדם (יוני) כאשר הצומח העשבוני היה עשיר יחסית (טבלה 1) לא נמצא הבדל משמעותי בצורת ניצול השטח בין החלקות. מגמה הפוכה בניצול תאי השטח בין העונות נמצאה בין החלקות הגדולות לחלקה הקטנה. כאשר בחלקה הגדולה בחורף והקיץ המאוחרים נוצלו תאי שטח פחות תלולים מאשר בתחילת הקיץ בחלקה הקטנה המגמה היתה הפוכה (ציור 10).

ציור 10. שיפוע ממוצע של התאים לפי מידת ניצולם (כולל רעיה + מנוחה) במשך שלוש עונות הדיגום בחלקות הגדולות ביחס לחלקה הקטנה.



ציור 11. מספר התאים בהם ביקרו הפרות (a) והאחוז היחסי של שלהם מכלל התאים בחלקה (b) במשך שלוש עונות הדיגום בחלקות הגדולות ובחלקה הקטנה.



לסיכום: בתנאים דומים של ביומסה ואיכות מרעית, פרות בחלקות גדולות חשופות לשטח מרעה גדול יותר יחסית לאלו הרועות בחלקות קטנות. לכן כאשר יבול הצומח הוא מצומצם אבל מספק (כ- 100 ק"ג ח"י לדונם) הפרות בחלקות הקטנות יחפשו מזון גם בשטחים קשים יותר ותנאים אלו הרעיה בשטח תהיה יותר הומוגנית. הפרות בחלקות הגדולות, בתנאי הממשק דומים (צפיפות פרות ליחידת שטח) בגלל גודל השטח יהיו יותר סלקטיביות ולא יצטרכו לאסוף את המזון באזורים הקשים יותר לרעיה.

#### **פיתוח מודל פיזור רעיה של בקר:**

הנתונים אשר נאספו בחוות כרי דשא בשנים 2002 – 2005 משמשים כבסיס לבדיקת התנהגותן של הפרות בתנאים משתנים של מרעית (כמות ואיכות) וממשק. כל הנתונים (מיקומי הפרות והפעילות) רוכזו לתאים של 25X25 מ' לפי השנים הממשקים והעונות. הקשר בין המשתנים השונים, הכוללים: לחץ רעיה, עונה, מרחק מאבוס, שוקת או גדר וטמפרטורה חיצונית לפיזור המרחבי של הבקר בשטח עדיין בבדיקה. בניית המודל מורכבת ובשלב זה לא הסתיים פיתוחו.

#### **רשימת ספרות:**

- הנקין, ז., אונגר, י., דולב, ע. דולב וגוטמן, מ. (2003). לימוד התנהגותן של פרות במרעה בעזרת מדי פעילות ו-GPS לשיפור ממשק העדר והשטחים הפתוחים. "ידיעות לבוקרים", 108: 24-29.
- 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 of the VIIth International Rangeland congress, 26 July-1 August 2003, Durban, South Africa.
- Kohlmann, S. G., and K. L. Risenhoover. 1994. Spatial and behavioral response of white-tailed deer to forage depletion. Canadian Journal of Zoology 72:506-5131.
- Miquelle, D. G., J. M. Peek, and V. Van Ballenberghe. 1992. Sexual segregation in Alaskan moose. Wildlife Monographs 122:1-57.
- Moen, R.A., J. Pastor and Y. Cohen. 1990. Effects of beaver and moose on the vegetation of Isle Royale National Park. Alces 26:51-63.
- Murden, S. B., and K. L. Risenhoover. 1993. Effects of habitat enrichment on patterns of diet selection. Ecological Applications 3:497-505.
- Perevolotsky, A., S. Landau, D. Kababia, and E. D. Ungar. 1998. Diet selection in dairy goats grazing woody Mediterranean rangeland. Applied Animal Behaviour Science 57:117-131.
- Risenhoover, K. L. 1989. Composition and quality of moose winter diets in interior Alaska. Journal of Wildlife Management 53:568-577.

- Rothman, S. 1998. Determination of intake and diet composition for goats and cattle grazing on natural shrub lands in the Galilee, Israel. Thesis submitted to the Faculty of Agriculture of The Hebrew University of Jerusalem for the degree of Master of Science.
- Shafer, E.L.Jr. 1963. The twig-count method for measuring hardwood deer browse. *Journal of Wildlife Management* 27:428-437.
- Teller, E.S. 1969. Twig weight-diameter relationships for brows species. . *Journal of Wildlife Management* 33:917-921.
- Turner, L.W., Udal, 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.
- Ungar, E.D., Henkin, Z., Gutman, M., Dolev, A., Genizi, A., Ganskopp, D., 2005. Inference of animal activity from GPS collar data of free-ranging cattle. *J. Rang. Ecol. Manage.* 58, 256-266.

## 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. 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 ונמצא קשר בין מצב המרעית (ביומסה ואיכות) לצורת הפיזור לאורך השנה. נמצאו הבדלים בין התנהגות בקר בחלקות גדולות לחלקות קטנות

### 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 בביומסה של הצומח בשטח ובמצבו - ירק או קמל. עם ניצול הצומח לאורך העונה ופחיתת הביומסה הצמחית כתוצאה מכך, פיזור הרעיה בשטח הפך להיות יותר הומוגני. אך אם המשך הירידה בביומסה העשבונית בשטח לערכים נמוכים ביותר נמצא כי הפרות הפחיתו את השטח המנוצל על-ידן כמרעה. תוצאו המחקר מצביעות על כך כי ניצול מיטבי של השטח הוא כאשר הביומסה העשבונית היא בכמות של 100 – 250 ק"ג ח"י לדונם.

### הבעיות שנותרו 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 7<sup>th</sup> International Rangeland Congress, Durban, South Africa 26 July – 1 August 2003.

Ungar, E. D., Henkin, Z., Gutman, M., Dolev, A., Genizi A., and Ganskopp, D. (2005).

Inference of Animal Activity from GPS Collar Data on Free-Ranging Cattle. *Journal of Rangeland Ecology and Management* 58: 256-266.

Henkin, Z., Brosh, A., Ungar, E.D., Dolev, A., Yehuda, Y. and AHaroni, Y. (2007). The spatial distribution and activity of cattle in response to plot size. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 16, Suppl. 2.

### פרסום הדו"ח:

ללא הגבלה.