התנהגות פרות בקר לבשר ביחס למקורות מים וצל בשטחי מרעה באגן ההקוות של הכנרת - 2005

ע"י:

זלמן הנקין, המחלקה למשאבי טבע, נווה יער, מנהל המחקר החקלאי

שלמה קפואה, המשרד לאיכות הסביבה

עמית דולב, מו"פ צפון, קרית שמונה

הלל גלזמן, רשות הטבע והגנים

עבוד תומה, המשרד לאיכות הסביבה

עידו סמילנסקי, המשרד לאיכות הסביבה

תקציר

בעיית זיהום הכנרת ונחלי הגולן מקבלת תשומת לב רבה בשנים האחרונות כאשר השאלות המרכזיות הן מה הם מקורות הזיהום וכיצד ניתן לצמצם אותם בצורה משמעותית. ענף הבקר לבשר במרעה פתוח, כמו גם ענפים נוספים, זוכה לאחרונה להתייחסות מדוקדקת בנושא זה. אולם התייחסות זו לוקה בחסר בהעדר נתונים מספיקים לגבי צורת פיזור הפרות והצואה שלהם בשטח המרעה והתרומה הכמותית השלילית של העדרים במצבים ובמקומות שונים במרעה. מטרות המחקר: 1. לימוד הרגלי התנהגותן המרחבית של הפרות במהלך השנה בשטחי מרעה בגליל ובגולן בהם קיימים נחלי איתן. 2. בדיקת השפעתן של שקתות מים, נקודות צל והזנה מוגשת על צורת הפיזור של הפרות בשטח. 3. פיתוח מנגנון לקבלת החלטות ממשקיות לרעיית בקר באזורי נחלים. מהלך ושיטות עבודה: המחקר בוצע בשלשה משקי בקר לבשר בגליל העליון ובגולן בהם ישנם מעיינות וערוצי נחלים עם מים גם בתקופת הקיץ. בכל אחד ממשקים אלו נבחרו חלקות שבהן הותקנו שקתות לשתיית מים. בעזרת מערכת ה- GIS הוכנו מפות רב-שכבתית של חלקות המרעה, הכוללות את המרכיבים הבאים: אורתו-פוטו של השטח, גבולות הלקות, הנחלים והערוצים ונקודות ההאבסה ושקתות. בכל אחד מן המשקים, פעמיים בשנה (באביב ובקיץ) הותקנו על פרות מדגמיות למשך שבועיים 4 קולרים. במשך שבוע אחד עמדו לרשות הפרות רק מקורות המים הטבעיים ובשבוע השני מולאה שוקת לשתיה באותה חלקה. בכל קולר מותקן מכשיר GPS. נאספו נתונים כל חמש דקות לגבי מיקומה המדויק של כל אחת מן הפרות בשטח. בעזרת מערכת ה- GIS יוצרו מפות של פיזור הרעיה בחלקות הניסוי ונבדק הקשר שבין מיקומי הפרות במרעה לערוצי הנחלים, המעיינות והשפעות נקודות מים ומזון מוגש על חלוקת הזמן של הפרות בשטח. כן נילקחו דגימות מים לבדיקת איכות. נמצא כי ישנם אזורים מועדפים לרעיה ולשהיה של הבקר על פני האחרים, ובעיקר באזור הסמוך לאבוס. גם סביב נקודות השתיה ישנו ריכוז גבוה יחסי של הבקר. נמצא כי מילוי השוקת במים תרם במידה רבה לשינוי צורת הפיזור הכללית של הבקר בשטח המרעה ובאופן נקודתי הקטין את זמן השהות היחסי של הפרות באזורי המעיין והערוץ והגדיל את זמן השהות היחסי בסביבת השוקת. תוצאות איכות המים במעיינות ובערוצים החוצים את המרעה מצביעות על תוספת מסויימת של נוטריינטים כתוצאה מרעיה. נמצאה מגמת עליה בצריכת החמצן כימית (COD), ריכוז הזרחן מסיס (TDP) והכללי (TP) וכן החנקן כללי (TN) בין מקור המים (מעיין/כניסת ערוץ לחלקה) לבין נקודת היציאה ממנה, אך הבדלים אלו לא נמצאו מובהקים. לעומת זאת נמצא כי לאחר מיהול המים עם כניסתם לערוצים המרכזיים היתה הפחתה משמעותית במדדים אלו ולכן יש לבחון זאת בהקשר הכולל.

מבוא ותיאור הבעיה:

רוב ענפי משק החי במגזר החקלאי פולטים שפכים ופסולת במידה המהווה מפגע וסיכון בריאותי וסביבתי. הענף החשוב שבהם הוא ענף הבקר. הטיפול ברפתות בענף הבקר לחלב זכה בשנים האחרונות לטיפול נמרץ מבחינה מקצועית, ארגונית ותקציבית, אך לעומת זאת, ענף הבקר לבשר במרעה פתוח זוכה להתייחסות מדוקדקת רק לאחרונה. בבואנו להבין את הסיכונים האפשריים של ענף זה לסביבה ולבריאותה, עומדים לנגד עינינו בעיקר משאבי המים באזורים הצפוניים של ישראל. אך התייחסות זו לוקה בחסר בהעדר נתונים מספיקים המתארים את התרומה הכמותית השלילית של העדרים, במידה והיא קיימת, במצבים ובמקומות שונים. לדוגמא, אין מידע אודות משך שהיית הפרות בסביבת המעיינות והערוצים בעונות השנה השונות והאם הפרות מעדיפות אזורים אלו או אזורים אחרים ביחס לשאר שטחי למרעה. למידע כזה יש משמעות רבה ביחס לעוצמות הזיהום הפוטנציאליות. ידע בסיסי זה יאפשר לבעלי המקצוע להנחות את המגדלים אודות ממשקים רצויים ומושכלים של גידול העדרים מבחינה חקלאית-כלכלית וסביבתית גם יחד.

מקובל לחשוב כי התנהגות הרעיה של הבקר מושפעת מן הממשק והעונה ושהיא משתנה בהתאם למצב המרעה ותנאי מזג האוויר. ככלל, הפרות אינן מנצלות את השטח באופן שווה, ישנם אזורים בחלקות הזוכים לביקורים רבים יחסית מצד הפרה. לעומת זאת, ישנם אזורים אחרים בהם שכיחות הביקורים שלהן נמוכה (Arnold, 1981; Roath & Krueger 1982; Gillen et al. 1984; Hart et al. 1991; Irving et al. 1995). הבנה מרחבית של פיזור בעלי החיים במרעה עשויה לתרום רבות לכימות הזמן היחסי בו שוהים בעלי החיים באזורים שונים בשטח וזאת בהתייחס לטופוגרפיה של השטח, לנחלים ומקווי מים, לצומח הקיים ונקודות הזנה ושתיה (Ganskopp, 2001). הבנה מרחבית זו של התנהגות בעלי החיים במרעה עשויה לתרום בקביעת אפיוני השטח ולהבדיל בין אזורים בהם נמצאות הפרות רוב שעות היממה לעומת אזורים אחרים בהם השהיה שלהן מועטה.

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 למטרות אזרחיות תוך כדי שילובה במערכת המיפו הגאוגרפי (GIS), שינו מצב זה לחלוטין. בעזרת ה- GIS ניתן ליצור מפה רב-שכבתית הכוללת את הטופוגרפיה, הסלעיות, שיפועי המדרון, הרכב הצומח מיקום נקודות המים וערוצי נחלים ומיקום האבוס ונקודות הצל. בעזרת ה- GPS ניתן לקבל את המידע לגבי מיקום בעל החיים לאורך כל שעות היממה בפרקי זמן קצרים ביותר (Turner et al. 2000). שימוש בטכנולוגיות אלו מאפשר כיום לעקוב אחר מהלך תנועתם של בעלי החיים בשטח וזמן שהותם היחסי באזורים שונים במרעה.

הבנה טובה יותר של השפעות מיקום מקורות המים על התנהגות הפרות במרעה הים-תיכוני תוך הבנת הרגלי הרעיה של הפרות מנקודת ראות מרחבית תאפשר ניסוח אמין של הנחיות למגדלי הבקר למניעת זיהום הנחלים. מידע זה עשוי גם בנוסף לשפר במידה רבה את מערך הנתונים לבניית מודלים משופרים לניהול העדרים בשטחים אלו בעתיד. דו"ח זה לשנת 2005 מהווה המשך לתצפית ראשונית אחר התנהגות פרות בשטח מרעה אופייני ברמת הגולן, אשר בוצעה בקיץ 2004 ומהווה שלב ראשון במחקר מקיף המתוכנן להתבצע בהמשך בשנים 2006 – 2008.

מטרות המחקר:

1. לימוד הרגלי התנהגותם המרחבית של הפרות בשטחי מרעה בגולן בהם קיימים נחלי איתן והשפעתן על זיהום מקורות המים.
2. בדיקת השפעתן של שקתות מים ונקודות הזנה מוגשת על צורת הפיזור המרחבי של הפרות בשטח.

שיטות וחומרים:

שטח מחקר:

המחקר בוצע בשלוש חלקות מייצגות במשקי בקר שונים ברמת הגולן בהם יש ערוצים המתנקזים אל כינרת, ואלו הם (מפה 1):

א. חלקת מרעה במשק חיים דיין במושב אניעם (במעלה נחל היהודיה) – שטח החלקה 1,117 דונם.

ב. חלקת מרעה במשק בצפון (נחל פרע) – שטח החלקה 1,612 דונם.

ג. חלקת מרעה במשק מושב קשת (עין פחם) - שטח החלקה 1,141 דונם.

בשלוש החלקות הנבדקות מצויים מעיינות באפיקי הנחלים הרדודים. את חלקת עין פחם חוצה נחל בעל מדרונות מתונים, ואלו את חלקת אניעם חוצה ערוץ נחל אשר חלק ממדרונותיו תלולים.

שיטת העבודה:

המחקר אושר לשנה אחת בלבד (2005) ונבדקו בו במקביל, הן הפיזור המרחבי של הבקר בשלושת החלקות, והן איכות המים במעיינות הנובעים בחלקה, ביציאת הערוץ מן החלקה ובמורד. המחקר בוצע תוך שימוש בטכנולוגיות הבאות לאיסוף נתוני הבקר, ואלו הן: 1. GPS - לביצוע מעקב שוטף לבדיקת מיקומם המדויק של בעלי החיים בשטח לאורך היממה (כל 5 דקות). 2. GIS - ליצירת מפה רב שכבתית של תוואי השטח השונים וצפיפויות הרעיה.

GPS (Global Positioning System) – מערכת המאפשרת ביצוע של מעקב אוטומטי אחר מיקומם של בעלי החיים במרחב. המעקב מתבצע ע״י שימוש בלוויינים המשדרים אותות אל המכשיר המותקן על גבי קולר המוצמד לבעל החיים וממקם אותו ברמת דיוק גבוהה יחסית (± 10 מ׳). תדירות הקריאות נתונה לשינוי ותלויה במטרות שמציבים הבודקים. במחקר זה תדירות הקריאה נקבעה במקרה אחד ל- 10 דקות ובשאר התצפיות לכל 5 דקות. מכשירים אלו מיוצרים ע״י חברת LOTEK ומשמשים כיום למחקר במרעה בחוות כרי דשא שבגליל המזרחי (הנקין וחוב׳ 2002), בטקסס ארה״ב (Freierman 2000), באורגון (Ganskopp 2001) וכן במקומות שונים נוספים בעולם.

GIS (Geographic Information System) – מערכת המאפשרת מיפוי רב-שכבתי של השטח הנבחן. כל אחת מחלקות המחקר כללו את השכבות הבאות: אורתו-פוטו של השטח, מיקום נחלי האיתן והערוצים היבשים, גבול החלקות (גדרות), נקודות האבסה, נקודות מים (שוקת ומעיין) וכן שכבה של מיקומי הפרות במשך תקופת המעקב.

תכנית עבודה:

מיפוי חלקות המעקב בעזרת ה- GIS:

בעזרת מכשיר GPS נישא, בוצע מיפוי מדויק של חלקות המחקר בשלושת המשקים הנבחנים. נלקחו קריאות (פוליגונים) לאורך כל הגדרות שבחלקות הניסוי והופקו מפות עם שכבת גבולות החלקה (גידור) וכן עם מיקומי נקודות המים (מעין ושוקת) והמזון המוגש.

מפה 1. משקי הבקר בהם נערך המחקר (●) 1- נחל פרע, 2-אניעם ו- 3- קשת

טיפולי הרעיה:

בוצעו שני מחזורי מעקב, האחד בעונה האביבית והשני בקיץ. המעקב בכל משק, באותה חלקה, נמשך שישה ימים לכל אחד משני הטיפולים הבאים:

1. ביקורת – שתיית מים המתבססת על ערוצי הנחלים ו/או המעיינות הקיימים בשטח בלבד (כפי שקיים היום במשקים רבים בגולן).
2. הוספת שוקת לשתיית מים בנוסף למקור המים הטבעי הקיים (ערוץ נחל הקיים ו/או מעיין) (תמונה 1).

מעקב אחר הפרות:

חלקת אניעם: בחלקת זו, במשקו של חיים דיין, נבדקה התנהגותן של הפרות בשני מועדים והם: קיץ 2004 ואביב 2005. בקיץ 2004 בוצע המעקב בעזרת ארבעה קולרים אשר הותקנו למשך חמישה שבועות (מה- 15 באוגוסט ועד ה- 20 בספטמבר) על פרות מייצגות בעדר (הנקין 2005). בשבועיים הראשונים שתו הפרות ממקורות המים הטבעיים בשטח הכוללים מעיין ואפיק נחל, ובשלושת השבועות הבאים בנוסף, גם משוקת (תמונה 1) שהוצבה במרחק של כ- 400 מ' מהמעיין וערוץ הנחל. תדירות הקריאות היתה כל 10 דקות (לכן גם נמשך זמן

כפול). מחזור המעקב האביבי במשק זה בוצע על 4 פרות מייצגות. מספר הפרות הכללי בחלקת הניסוי בשני המועדים היה כ- 40 ראש.

חלקת נחל פרע : גם בחלקה זו בוצע מעקב אחר הפרות בשני מועדים שונים והם : סוף העונה הירוקה - סוף אביב 2005 (מאי) ובעונה היבשה - סוף קיץ 2005 (אוגוסט - ספטמבר). בשני מחזורי המעקב, האביבי והקיצי, נידגמו 4 פרות מייצגות כאשר המעקב נמשך שבועיים עם תדירות קריאת מיקומים כל 5 דקות. בשבוע הראשון לא היו מים בשוקת ובשבוע השני היא מולאה. במחזור הבדיקה האביבי היו בשטח כ- 240 פרות ובמחזור הקייצי כ- 170 פרות.

חלקת עין פחם : במשק זה בוצע המעקב בסוף העונה היבשה בלבד (אוקטובר 2005). המעקב נמשך שבועיים כאשר בשבוע הראשון לא היו מים בשוקת ובשבוע השני היא היתה מלאה. תדירות הקריאות במועד זה היתה כל 5 דקות.

כל נתוני המיקומים של הפרות ופעילותן נשמרו באוגר הנתונים שנמצא בקולר והורדו למחשב בגמר כל תקופה. מיקומי הפרות היוו שכבה ב- GIS.

תמונה 1. פרה שותה מים בשוקת ואחריה פרה עם קולר GPS.

דיגום צומח:

בכל אחד מחלקות הניסוי בכל מועד דיגום, נלקחו 40 דגימות צומח מייצגות מריבועים בשטח של 25X25 ס״מ כל אחת. הדיגום בוצע לאורך ארבעה חתכים שחצו את שטחי המרעה. יבולו הממוצע של הצומח נקבע לאחר יבושו בתנור בטמפרטורה של 65^0 צלסיוס.

דיגום מים:

בכל אחת מחלקות המעקב נילקחו דגימות מים לבדיקה. הדיגום בוצע באופן בלתי תלוי בניסוי ההתנהגות שנערך בשטח. הדיגום בוצע בשלושה מועדים שונים והם : סיום עונת הגשמים (אפריל – מאי), קיץ (אוגוסט) ובגשם המשמעותי הראשון (דצמבר 2005). דגימות המים נילקחו בנקודות שונות לאורך הערוץ ואלו הם : עם כניסתו של הערוץ לחלקה או במעין הנובע בתוכה, ביציאתו מן החלקה, במורד הנחל לפני כניסתו לערוץ המרכזי ובערוץ

המרכזי. נילקחה דגימה מייצגת אחת בכל נקודה בכל אחד מן המועדים הנזכרים וניבדקו האלמנטים הבאים: זרחן כללי - TP, זרחן מסיס - TDP, חנקן כללי – TN, חנקן אורגני כללי - TKN, אמוניה – NNH_4, ניטרט – NNO_3, צריכת חמצן ביולוגית - BOD, צריכת חמצן כימית - COD, כלל המוצקים - TSS וקוליפורם צואתי – Coli F.

ניתוח התוצאות:

נבדקו מיקומי בעלי החיים במרחב ובעזרת ה- GIS שורטטו תרשימים המתארים את צפיפויות הרעיה בתקופות השונות בחלקה (עם וללא שוקת פעילה). בוצעה בדיקה של אחוז המיקומים (הזמן) בו שהו הפרות בעונות ובחלקות השונות ברדיוס של 30 מ' מן המעין, השוקת וסביב נקודת ההאבסה ובנוסף גם לאורך רצועה של 40 מ' משני צידי הערוץ. בעזרת תנונים אלו בוצע חישוב לבדיקת ההעדפה של אזורים אלו ע"י הפרות ע"י יחוס מספר המיקומים בהתאם לגודל השטח לממוצע הכללי של כלל המיקומים בכל חלקה ועונה. התוצאות מתייחסות לכלל הפעילויות של הפרות (מנוחה ורעיה).

תוצאות

יבול הצומח העשבוני:

כמות הביומסה העשבונית הממוצעת (חומר יבש) בשלושת חלקות הניסוי בשני המועדים השונים מוצגת בטבלה 1. נראה כי, בכל שלושת החלקות במועדי המעקב השונים, הביומסה העשבונית הממוצעת היתה בין 115 - 240 ק"ג ח"י לדונם. יבול עשבוני זה במרעה הינו סביר ולא מהווה מגבלה מבחינת כמות המרעית הנצרכת ע"י בעלי החיים. תוספת של זבל עופות שניתנה בקיץ בקשת ובחלקת נחל פרע באה על מנת להשלים את החלבון הנמצא בחסר בעונה זו.

טבלה 1. יבול הצומח העשבוני (בק"ג ח"י לדונם) בחלקות אניעם, נחל פרע ועין פחם בעת ביצוע הניסוי (ממוצע ± סטיית תקן).

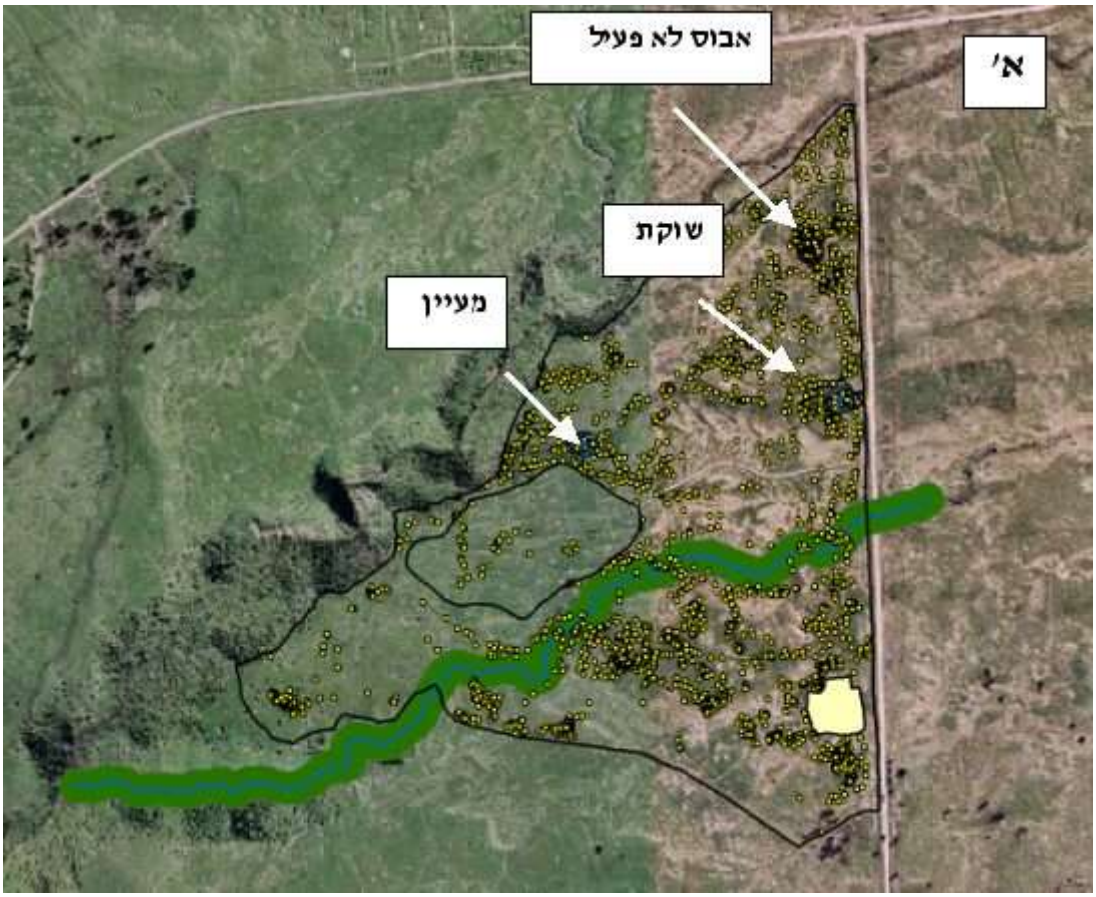
המועד	החלקה		
	אניעם	נחל פרע	קשת (עין פחם)
אביב (אפריל - מאי)	241.5 ± 100.1	163.4 ± 61.2	--
קיץ (אוגוסט – ספטמבר)	150.1 ± 82.0	154.6 ± 86.8	115.8 ± 63.1

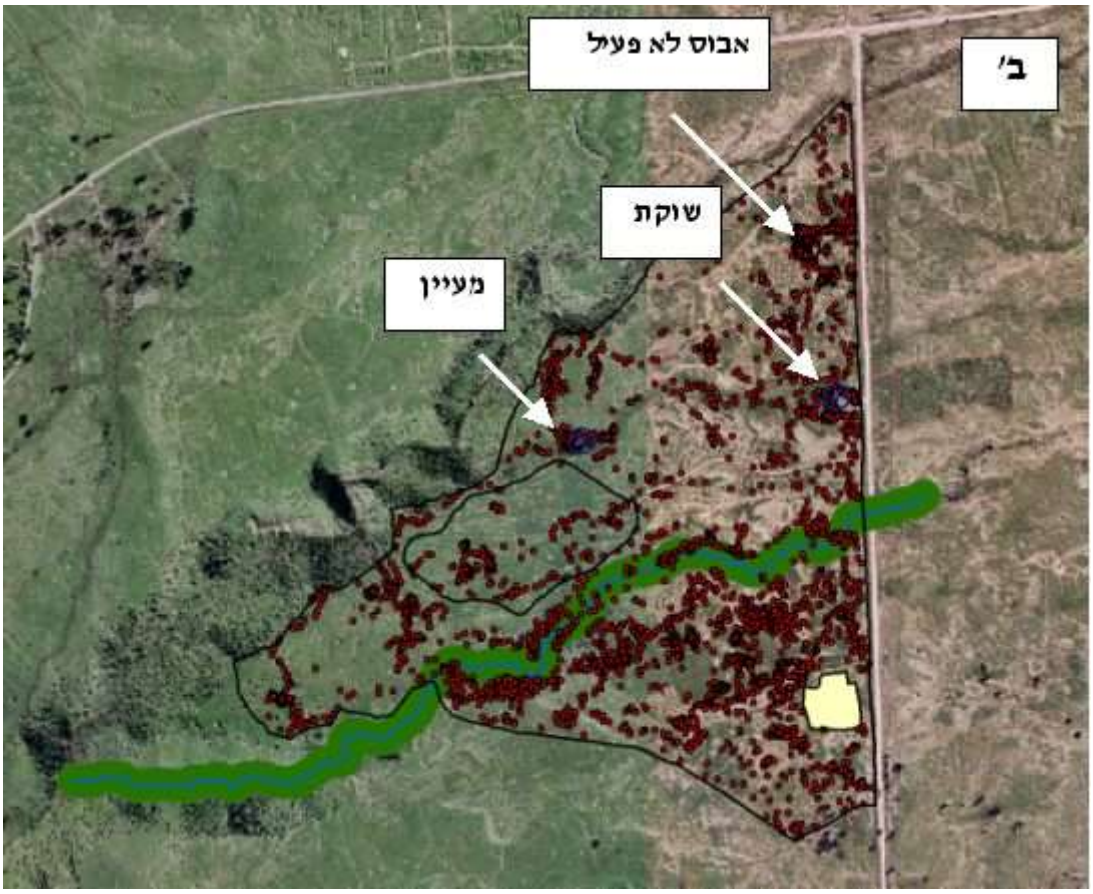
מיקומי הבקר בחלקת אניעם:

בתקופת המעקב האביבי (אפריל – מאי 2005) שהו בחלקה זו כ- 40 פרות, כאשר על ארבע מתוכן היו מותקנים קולרי GPS. בציורים 1א' ו- 1ב' בהם מוצגות תוצאות מיקומי הפרות ללא שוקת פעילה ועם שוקת מלאה ניתן לראות, כי למילוי השוקת בעונה זו לא היתה השפעה משמעותית על פיזור הרעיה של הפרות בשטח.

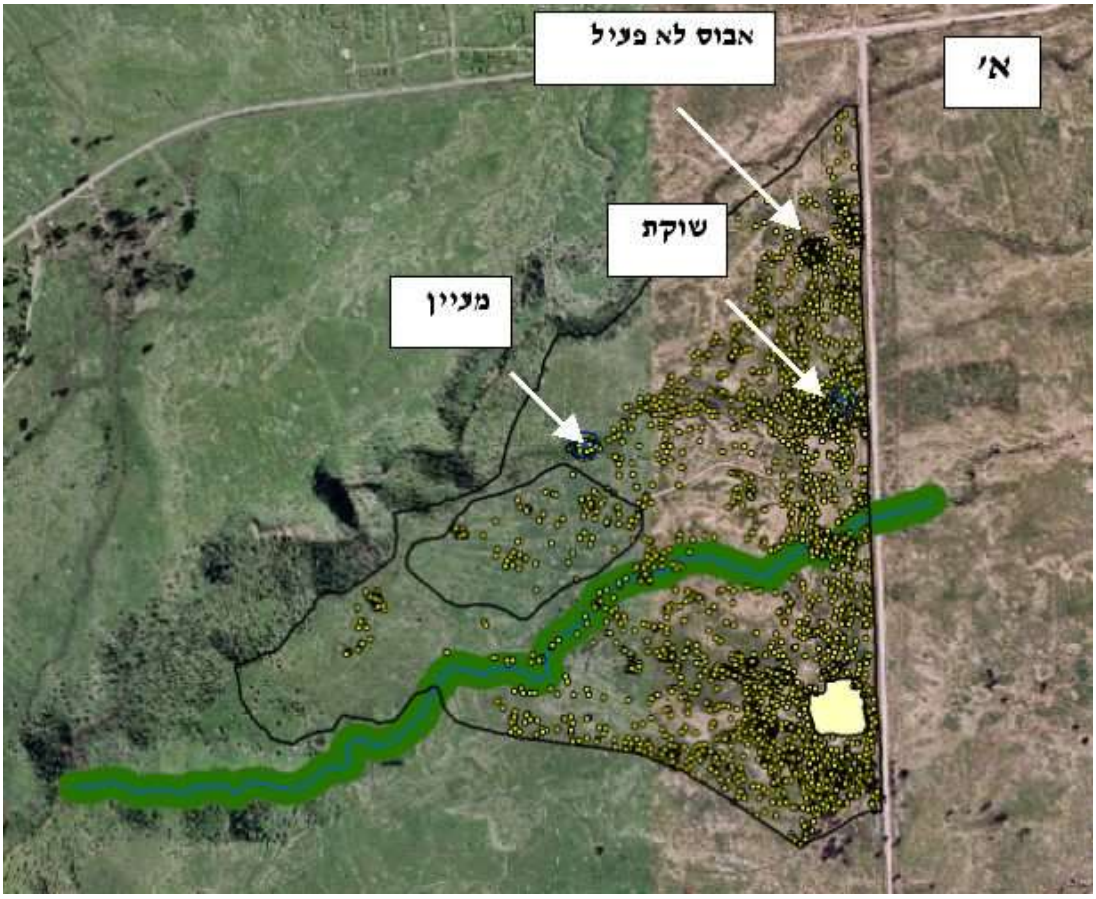
במועד הקיצי (אוגוסט – ספטמבר 2004) שהו מספר דומה של פרות בחלקת הניסוי, כאשר גם בעונה זו על ארבעה מהן היו מותקנים קולרים עם GPS (הנקין 2005). ההבדל בפיזור מיקומי הפרות בעונה זו לפני מילוי השוקת במים ואחר מילויה מוצג בציורים 2 א' ו-2 ב'. שלא כמו במועד האביבי, השפעת השוקת במועד זה על פיזור הרעיה של הפרות בחלקת המרעה היתה רבה (תמונה 2). ניתן לראות כי לפני מילוי השוקת במים שהו הפרות בכל השטח, כולל האזור שמדרום לערוץ, אך לאחר מילוי השוקת במים הן צמצמו את זמן שהייתן מדרום לערוץ הנחל באופן משמעותי וריכזו את זמנן באזור שמצפון לו.

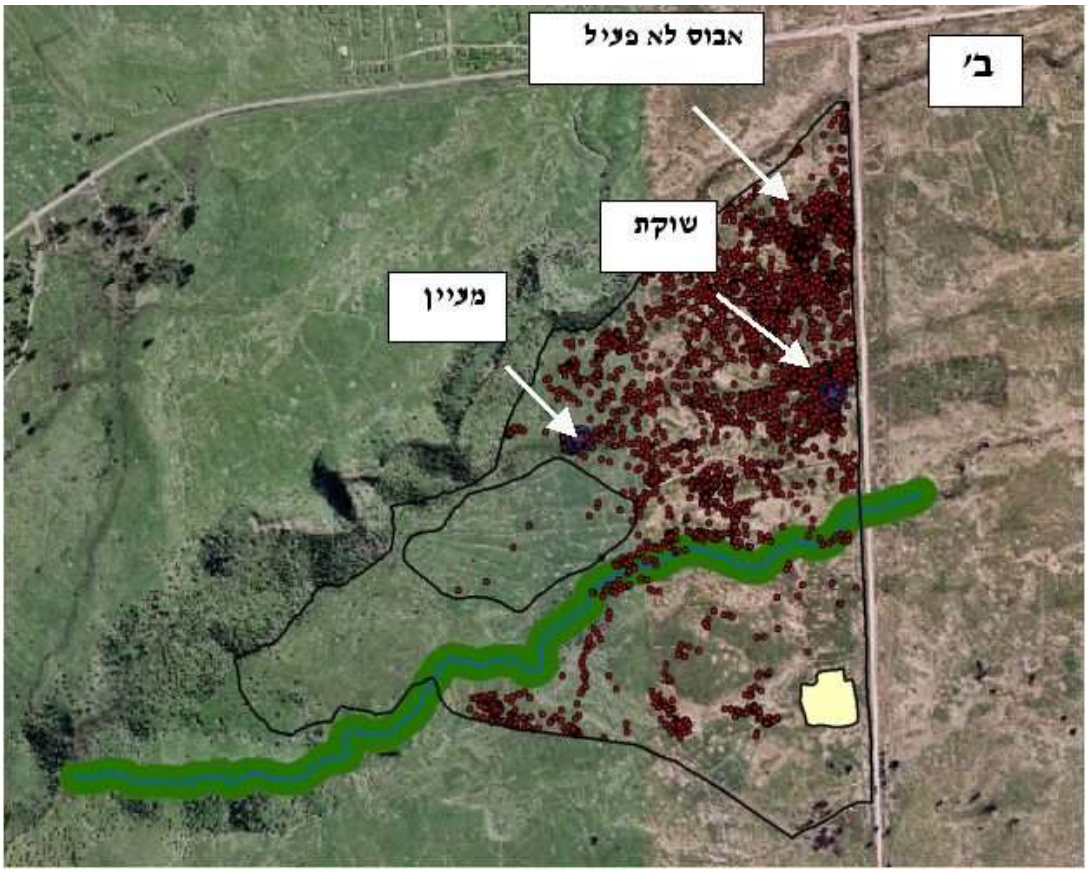
תרשים 1. מיקומי פרות המדגם בחלקת אניעם באביב (אפריל) 2005 לפני (א') ואחרי מילוי השוקת במים (ב').





תרשים 2. מיקומי פרות המדגם בחלקת אניעם בקיץ 2004 לפני (א') ואחרי מילוי השוקת במים (ב').





תמונה 2. פרות באזור השוקת.

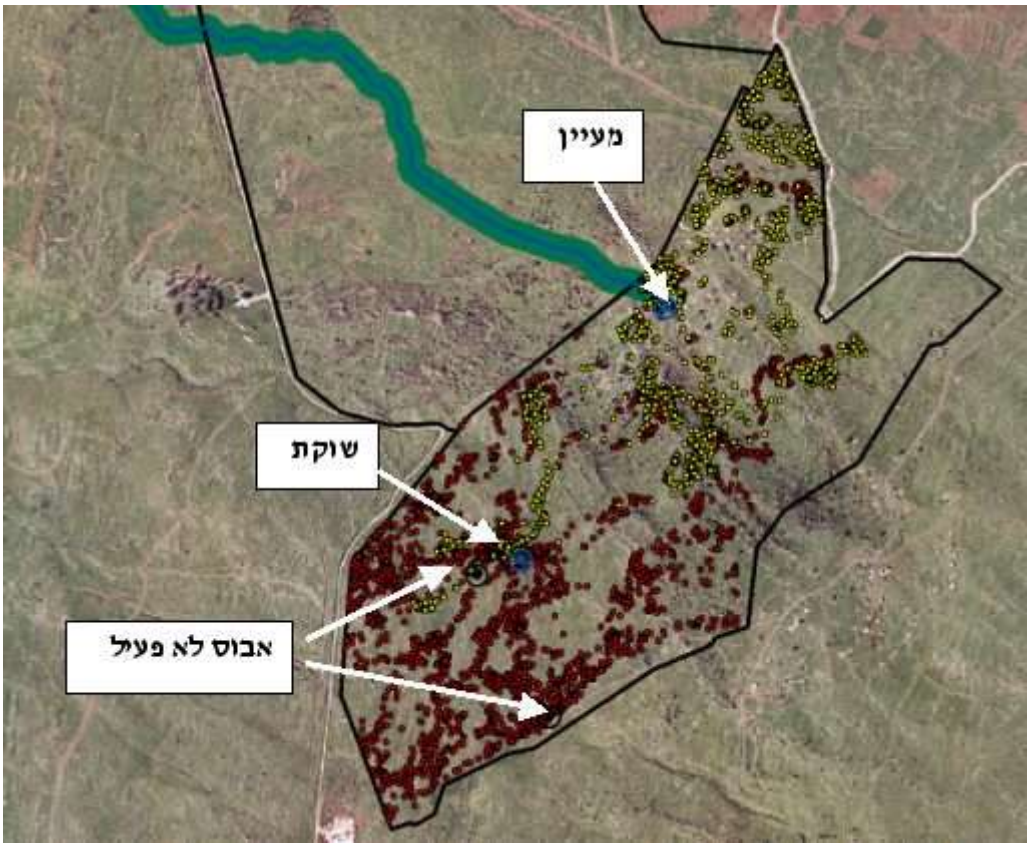
מיקומי הבקר בחלקת נחל פרע:

גם בחלקת נחל פרע בוצעו שני מחזורי דיגום לבדיקת התנהגות הפרות בשטח. בציורים 3 ו- 4 מוצגים כלל מיקומי הפרות בחלקה באביב ובקיץ עם מים בשוקת (סימון אדום) וללא מים בשוקת (סימון צהוב). לפי ציורים אלו נראה כי למילוי השוקת במים היתה השפעה חזקה על צורת הפיזור של הפרות בחלקה הנדגמת בשתי העונות הנבדקות. נמצאה הסטה ברורה של מרכז הפעילות של הפרות מהאזור המרכזי והצפוני של השטח לאזור הדרומי בו מוקמה השוקת. בקיץ, כאשר ניתן מזון מוגש באבוס, נראה כי בשני המצבים, עם מים ובלי מים בשוקת, אזור האבוס היווה מרכז פעילות ומנוחה מרכזי.

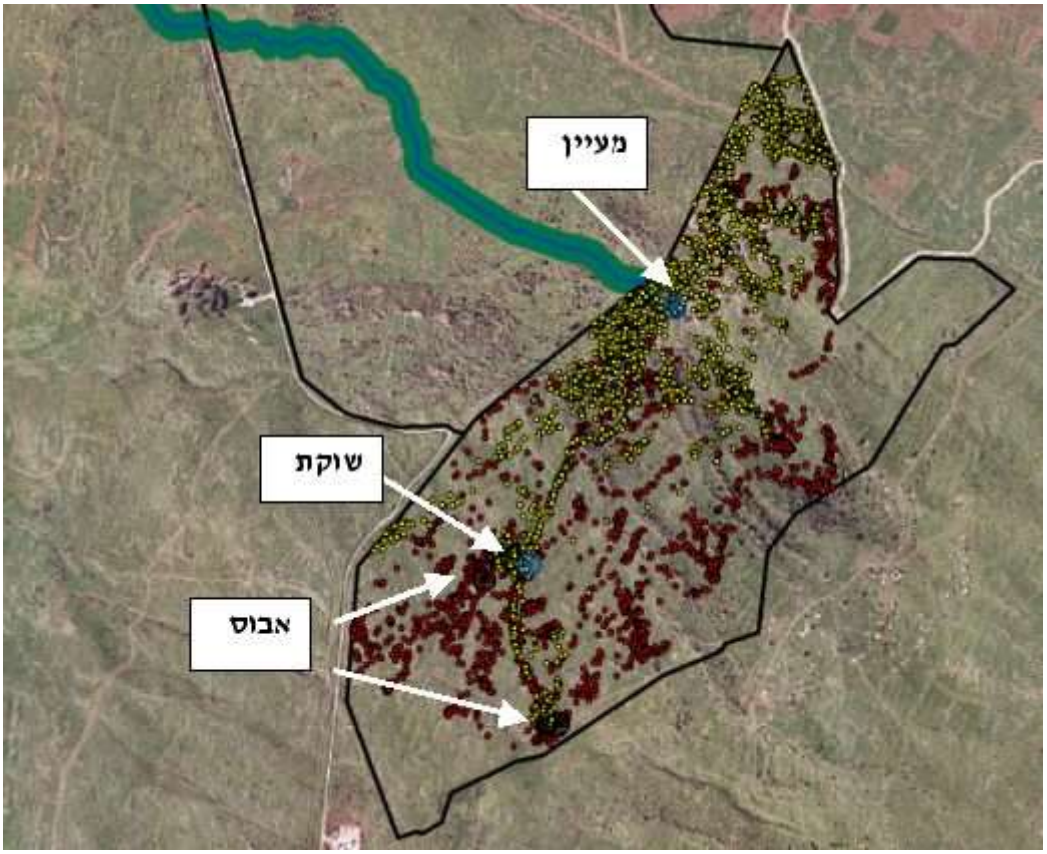
מיקומי הבקר בחלקת עין פחם:

המעקב אחר הפרות בחלקת עין פחם בוצעה בעונה היבשה בלבד (אוקטובר). נמצא כי העדר התרכז באזורים מסויימים של החלקה ושהה פחות באזורים אחרים עם ובלי מים בשוקת (ציורים 5,6). בעיקר ניתן לראות בחלקה זו את הצפיפות הגבוהה יחסית של המיקומים סביב אזור האבוס.

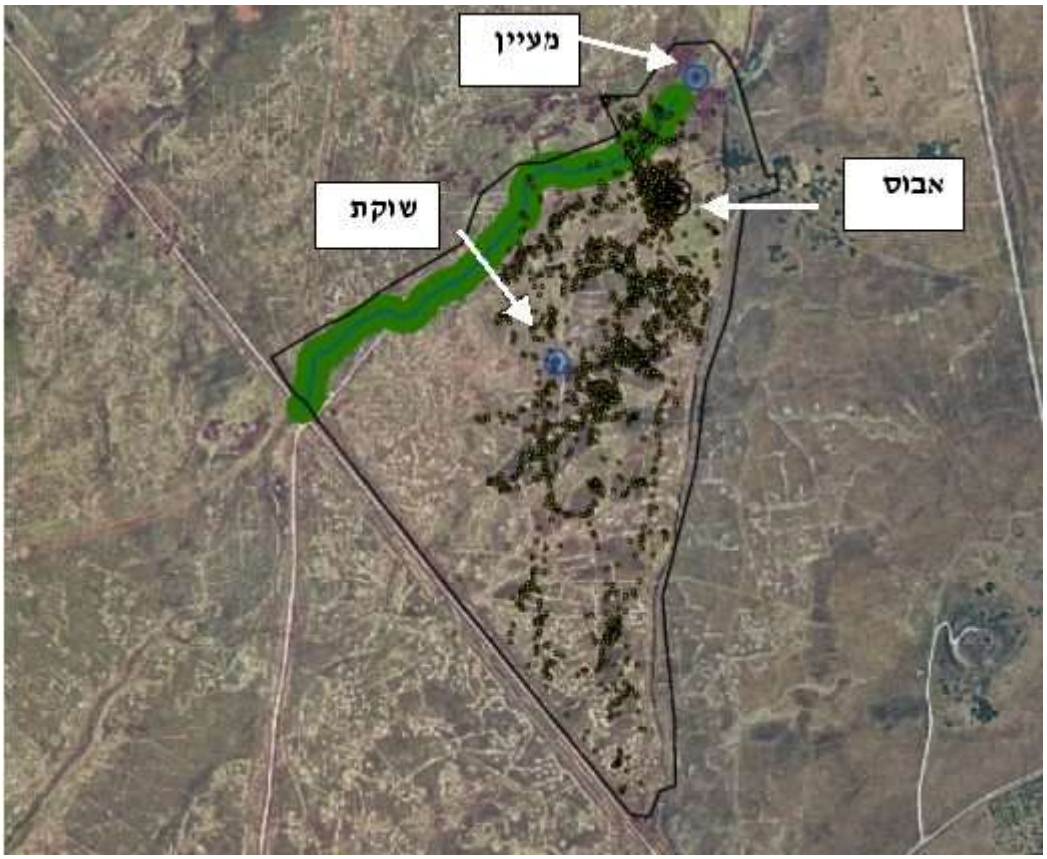
תרשים 3. מיקומי פרות המדגם בחלקת נחל פרע באביב (אפריל - מאי) 2005 ללא מים בשוקת (סימון צהוב) ואחרי מילויה במים (סימון אדום).



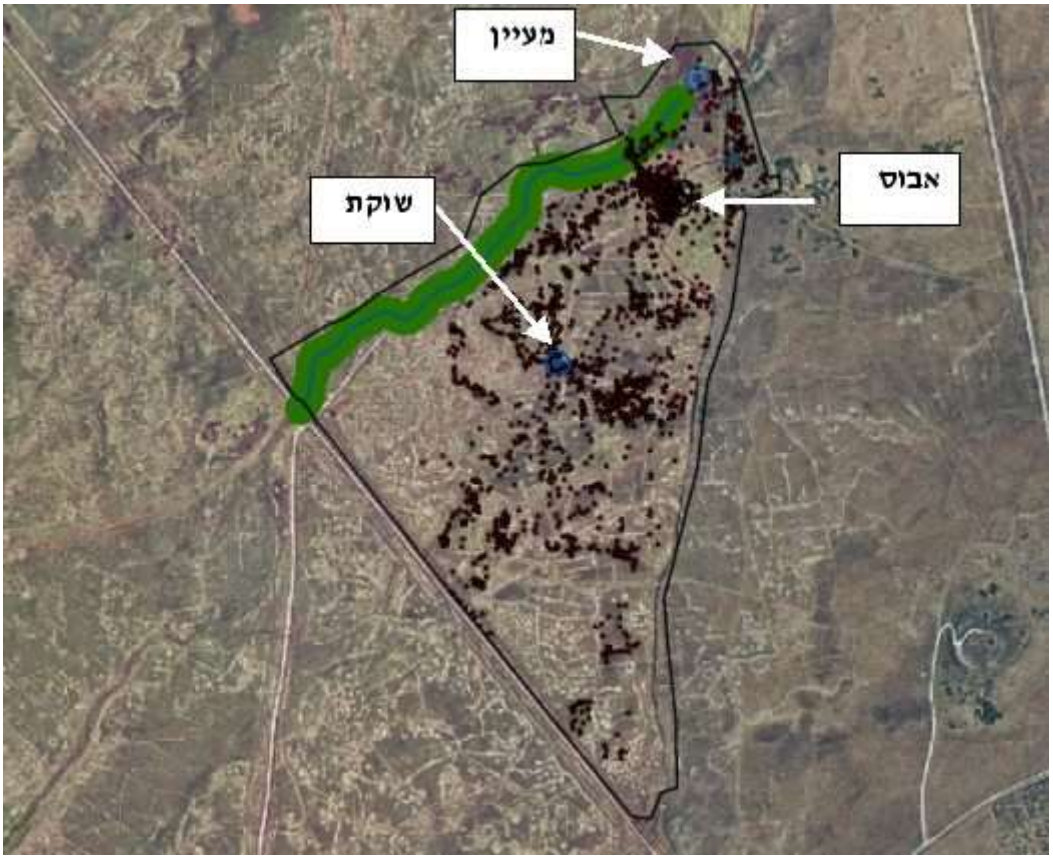
תרשים 4. מיקומי פרות המדגם בחלקת נחל פרע בעונה היבשה (אוגוסט-ספטמבר) 2005 ללא מים בשוקת (סימון צהוב) ואחרי מילויה במים (סימון אדום).



תרשים 5. מיקומי פרות המדגם בחלקת עין פחם (אוקטובר 2005) ללא מים בשוקת (סימון צהוב)



תרשים 6. מיקומי פרות המדגם בחלקת עין פחם (אוקובר 2005) עם מים בשוקת (סימון אדום).



שינויים נקודתיים בפיזור הפרות במרעה:

בעזרת ה- GIS נספרו מיקומי הפרות ברדיוס של 30 מ׳ מן המעיין, השוקת והאבוס ולאורך רצועה של 40 מ׳ משני צידי ערוץ הנחל החוצה את החלקות. הבדיקה בוצעה בחלקות השונות הן על נתוני המיקומים באביב והן על הנתונים שהתקבלו בקיץ. בהתאם חושב אחוז המיקומים ליחידת שטח לכל אחד מאזורים אלו וחושבה ההעדפה היחסית של אותם אזורים ביחס לממוצע המיקומים הכללי.

ניתן לראות (טבלה 2) בשתי עונות המעקב, כי הפרות ריכזו את פעילותן במספר מוקדים מועדפים (> 1) הכוללים בעיקר את אזור האבוס, עם או בלי מזון מוגש בעת ביצוע הבדיקה ובמידה פחותה ומשתנה גם באזור השוקת והמעיין. לעומת זאת נמצאה העדפה שלילית בזמן השהות היחסי של הפרות ברצועה של 40 מ׳ משני צידי הערוץ. מילוי מים בשוקת גרם לבקר לשהות יותר זמן באזור האבוס ובאזור השוקת. לעומת זאת ברוב המקרים גרסם מילוי השוקת להקטנה בזמן השהיה של הפרות באזור המעיין. לפי התוצאות נראה כי הפרות נמנעו להסתובב לאורך הערוץ וברצועה של 40 מ׳ משני צדדיו.

טבלה 2. העדפה יחסית של הפרות באזורי המעיין, השוקת והאבוס ולאורך רצועה של 40 מ׳ משני צידי ערוץ הנחל באביב ובקיץ בחלקות דיין, נחל פרע ועין פחם.

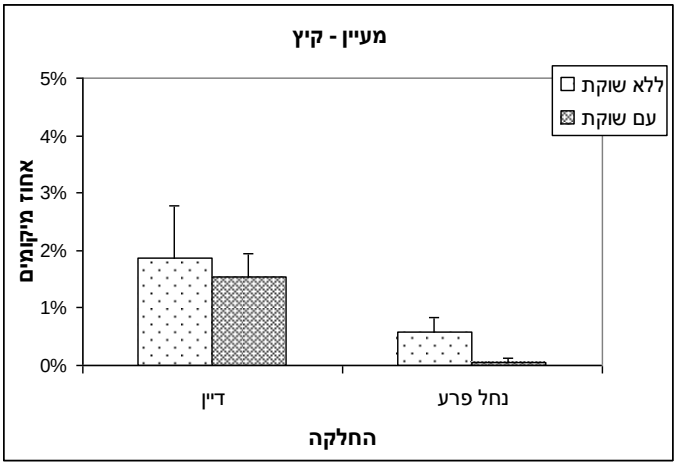
החלקה	העונה	מים בשוקת	יחס מיקומים*			
			ערוץ	מעיין	שוקת	אבוס
דיין	אביב	ללא מים	0.3	9.2	5.1	28.1
דיין	אביב	עם מים	0.5	4.9	4.9	32.0
דיין	קיץ	ללא מים	0.5	7.3	6.3	115.8
דיין	קיץ	עם מים	0.2	7.1	12.7	126.8
נחל פרע	אביב	ללא מים		8.4	2.1	0.9
נחל פרע	אביב	עם מים		0.3	15.8	23.3
נחל פרע	קיץ	ללא מים		3.4	2.8	16.5
נחל פרע	קיץ	עם מים		0.3	3.2	79.6
עין פחם	קיץ	ללא מים	0.3	0.0	0.4	47.1
עין פחם	קיץ	עם מים	0.1	0.5	5.7	92.5

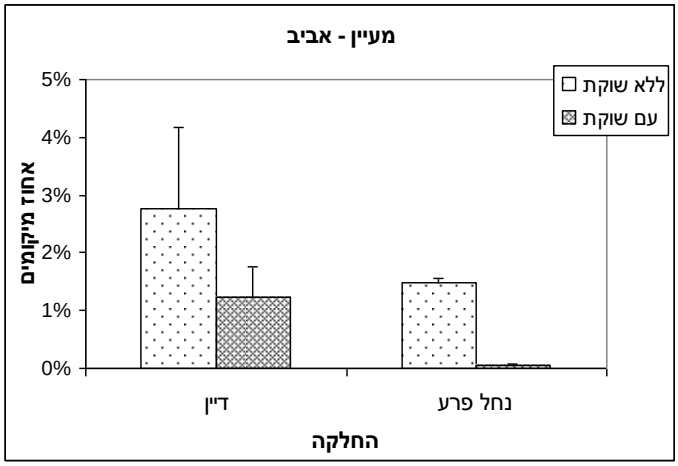
*(< 1 – העדפה שלילית ; = 1 – ללא העדפה, ממוצע המיקומים הכללי בשטח ; > 1 – העדפה חיובית).

סביבת המעיין:

אחוז מיקומי הפרות ברדיוס של 30 מ׳ בשטח שסביב המעיין נבדק בחלקות דיין ונחל פרע, הן בעונה היבשה (קיץ) והן בסוף העונה הירוקה (אפריל – מאי). נמצא כי בשני מועדי הדיגום בשתי החלקות הנבדקות, אחוז הזמן בו שהו הפרות סביב המעיין פחת כתוצאה ממילוי השוקת במים (ציור 7). בנחל פרע אף נמצא כי כתוצאה ממילוי השוקת במים, אחוז הזמן בו שהו הפרות בסביבת המעיין הן באביב והן בקיץ היה זניח.

תרשים 7. אחוז הזמן בו נמצאו הפרות ברדיוס של 30 מ׳ מן המעיין עם וללא מים בשוקת בחלקות דיין ונחל פרע.

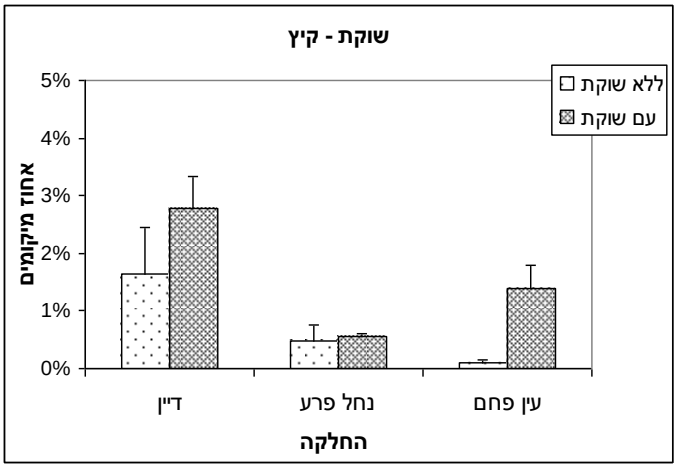


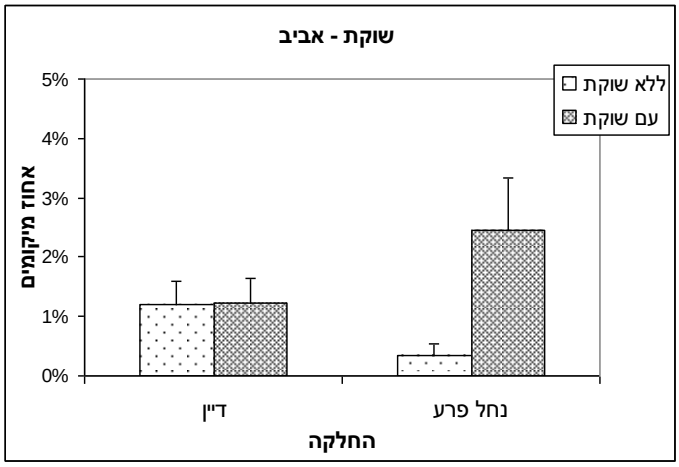


סביבת השוקת:

כמצופה, נמצא כי לאחר מילוי השוקת במים בד״כ הגבירו הפרות את זמן שהותן בקירבתו (ציור 8). אך כמו בסביבת המעיין, גם במקרה זה, השוקת וסביבתו ברדיוס של 30 מ׳ לא היוותה מוקד משיכה מרכזי לשהות של הפרות. הן כנראה השקיעו את זמנן באזור זה בשתיה בלבד ולכן העליה היחסית במספר המיקומים סבירה אך לא מעבר לכך (טבלה 2).

תרשים 8. אחוז הזמן בו נמצאו הפרות ברדיוס של 30 מ׳ מן השוקת עם וללא מים בשוקת בחלקות דיין, נחל פרע ועין פחם.

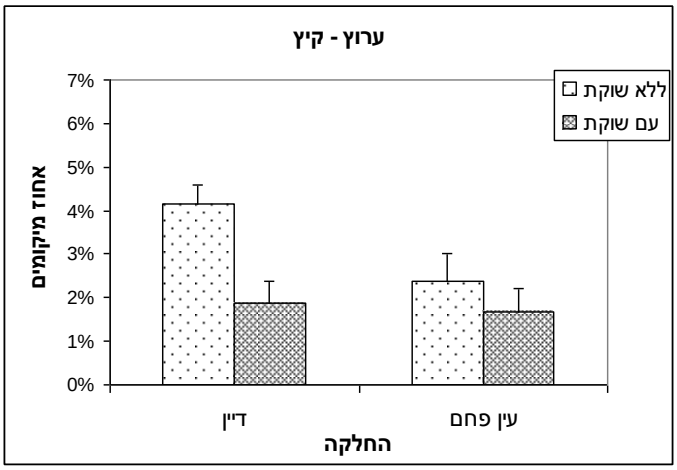


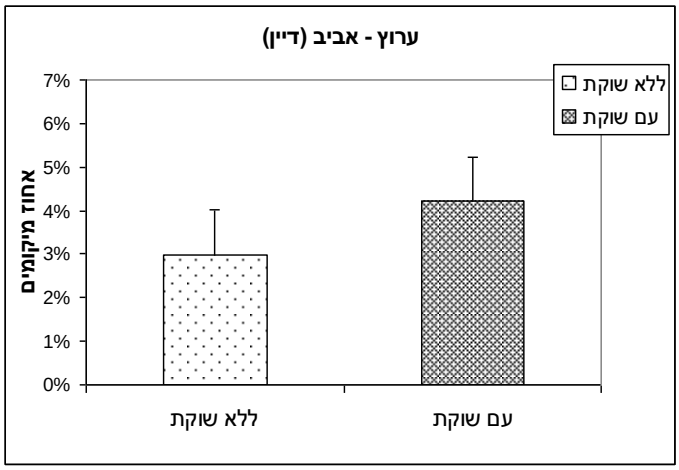


סביבת הערוץ:

בחלקת נחל פרע לא היה ערוץ משמעותי שחצה את החלקה ובחלקת עין פחם בוצע המעקב רק בעונה היבשה, לכן ניתוח הנתונים לגבי פיזור הרעיה בערוץ בשלב זה לא מלא לגבי כל החלקות. באופן כללי נמצא, כי היתה העדפה שלילית של הפרות לרצועה של 40 מ׳ משני צידי הערוץ (טבלה 2). בחלקות דיין וחלקת עין פחם בעונת הקיץ נמצאה הקטנה באחוז מיקומי הפרות ברצועה שלאורך הערוץ כתוצאה ממילוי השוקת במים. לעומת זאת היה גידול מסויים בזמן השהות של הבקר ברצועה זו בחלקת דיין באביב (ציור 9).

תרשים 9. אחוז הזמן בו נמצאו הפרות ברצועה של 40 מ׳ מערוץ הנחל עם וללא מים בשוקת.

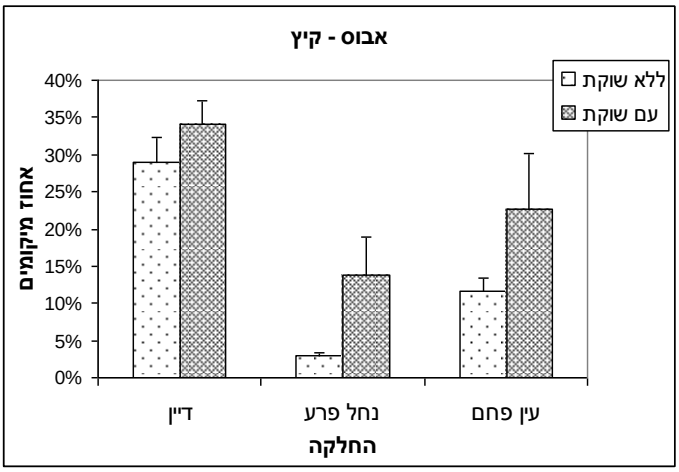


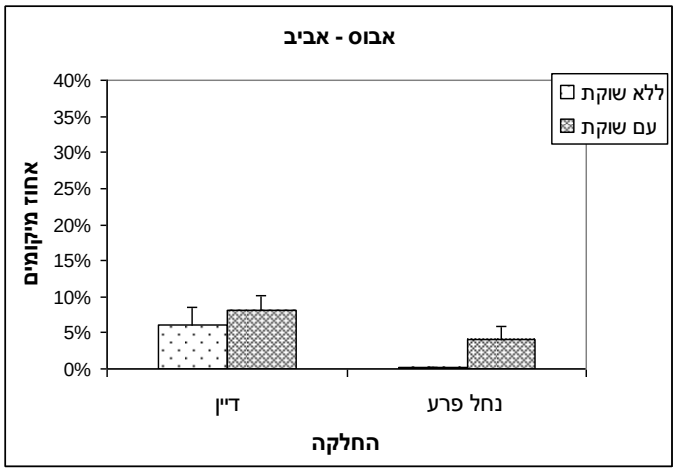


סביבת האבוס:

גם באביב, כאשר לא ניתן מזון מוגש, שעור הזמן היחסי בו שהו הפרות באזור האבוס היה גבוה ביותר ביחס לכלל שטח המרעה (טבלה 2). אך בקיץ עם מתן תוספת של מזון מוגש באבוס ובעיקר זבל עופות או תחמיץ זבל עופות, הזמן בו שהו הפרות בסביבה הקרובה לאבוס (רדיוס של 30 מ׳) היה גבוה ביותר (ציור 10). תופעה מעניינת היא השפעתה הברורה של השוקת על מיקומי הפרות באזור האבוס. נמצא כי עם מילוי השוקת במים היתה עליה משמעותית בזמן בו שהו הפרות באזור ההאכלה (האבוס). תופעה זו נמצאה בכל המקרים שנבדקו הן באביב והן בקיץ.

תרשים 10. אחוז הזמן בו נמצאו הפרות ברדיוס של 30 מ׳ מן האבוס עם וללא מים בשוקת.





בדיקות מים:

דיגום המים בנחלים ובמעיינות שבחלקות הניסוי בוצע בשלושה מועדים שונים ללא תלות במעקב אחר התנהגות הפרות. המים נדגמו ב- 4 נקודות: 1. במקור (בנקודת הכניסה של הערוץ לחלקה או במעיין שבמעלה החלקה), 2. בנקודת היציאה של הערוץ מן החלקה, 3. לפני כניסתו לערוץ המרכזי, ו- 4. בערוץ המרכזי לאחר מיהולו בשאר מי הנחל (ציור 11 א', ב' ו- ג'). לא בכל האתרים התאפשר דיגום מלא של כל הנקודות המצויינות. עם דיגום המים בשדה, נמדדו המשתנים הבאים: טמפרטורה, מוליכות, pH, חמצן מומס, אחוז חמצן מרווייה וכן בוצעה הערכה של הספיקה. טמפרטורת המים תלויית עונה וה- pH מושפע בעיקר ממקור המים. תוצאות החמצן המומס גם הן תלויות במקור הנביעה וטמפרטורת המים, לכן אין התייחסות מיוחדת לגביהם בעבודה זו.

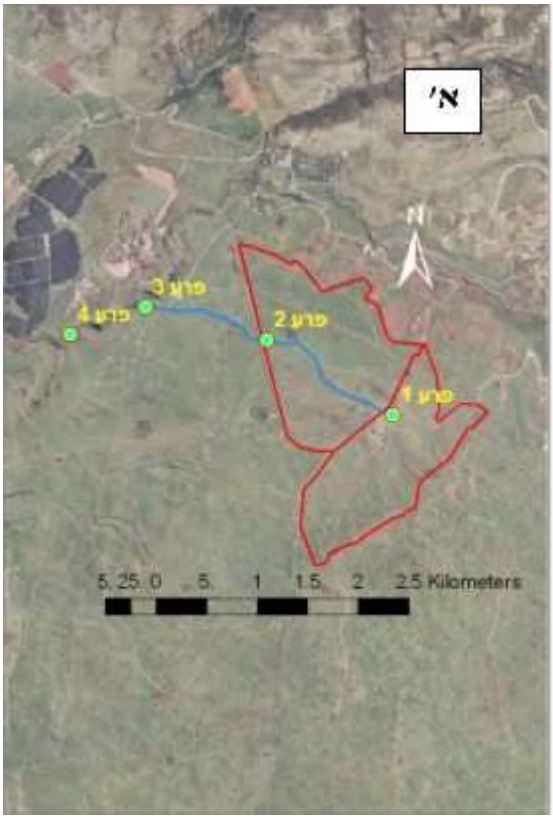
דגימות המים נילקחו לבדיקת מעבדה במיג"ל ונבדקו בהם מדדים שונים. נמצא, כי צריכת החמצן הביולוגי (BOD) היתה נמוכה בכל הדגימות שנילקחו (<5) בכל המועדים. אך לעומת זאת נמצאו הבדלים מובהקים בצריכת החמצן הכימית (COD) בין מיקומי הדגימות (P=0.0020) ובין מועדי הדיגום השונים (P=0.0001) (טבלה 3). צריכת החמצן הכימית היתה נמוכה יחסית במעין ונמוכה אף יותר לאחר החיבור לנחל הראשי (בניאס), עליה של 1.3 מ"ג לליטר ב- COD נמצאה בין הכניסה והיציאה מן החלקה (טבלה 4). כן נבדק ריכוז זרחן מסיס (TDP) וזרחן כללי (TP) במים. נמצא, כי הריכוזים הנמוכים ביותר היו במעיינות ובנחל הראשי לאחר מיהול המים בכלל מי הנחל. נמצאה מגמת עליה בריכוז הזרחן בין הכניסה לחלקה והיציאה ממנה אך ההבדל לא היה מובהק (טבלה 4). ריכוז גבוה במיוחד נמצא לפני כניסת הערוץ לנחל הראשי. תוצאות ריכוזי החנקן במים הינם בעייתיים להסבר בגלל ריכוז גבוה של חנקן שנמצא במעיין שהיה גבוה ביחס לכל נקודות הדיגום האחרות (טבלה 4).

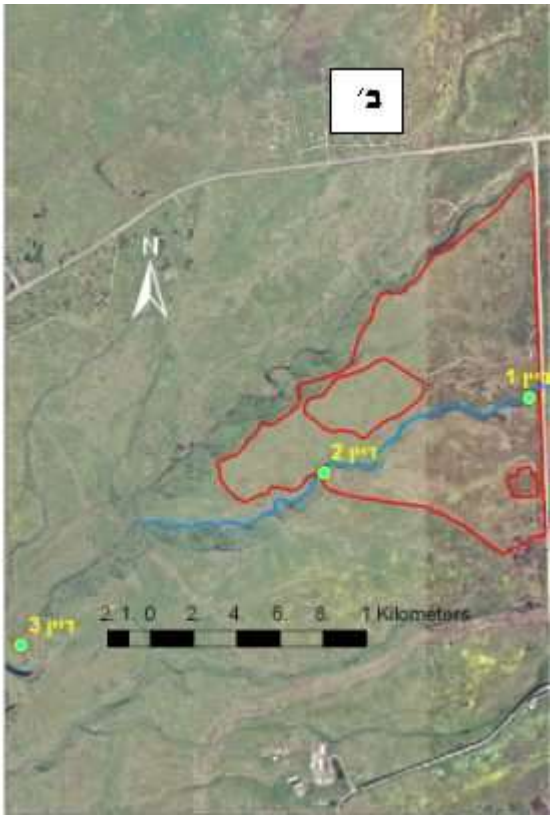
טבלה 3. מובהקויות ההבדלים בריכוזי המרכיבים השונים במים בין מיקום הדגימה ומועד לקיחתה באתרי המחקר השונים.

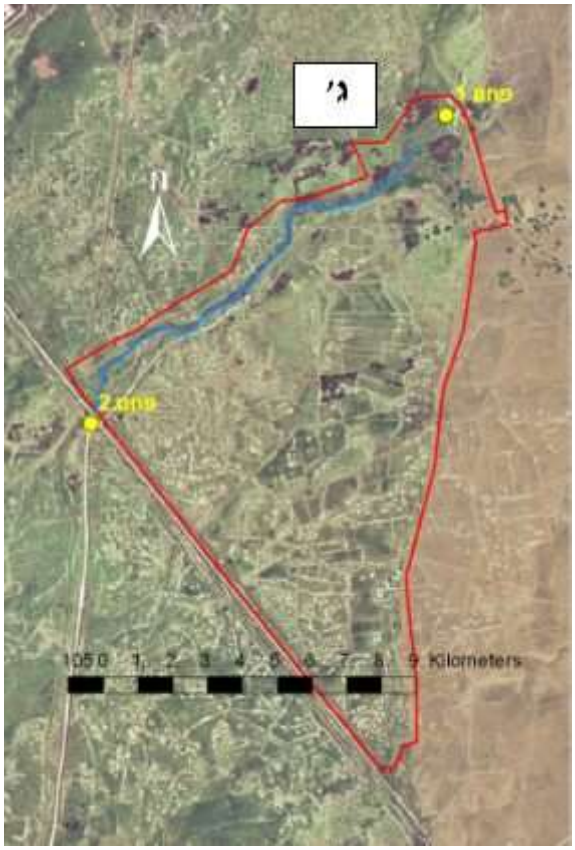
המשתנה	מודל כללי		מובהקות ההבדל בין המיקומים (P)	מובהקות ההבדל בין המועדים (P)
	מובהקות (P)	R^2		
מוליכות	NS*		NS	NS
חמצן מומס	0.008	0.67	0.0166	0.005
COD	< 0.0001	0.76	0.0020	0.0001
TDP	0.008	0.64	0.0023	0.0278
TP	0.0030	0.61	0.0028	NS
N-NO3	NS		NS	NS
TKN	NS		NS	NS
TN	0.0119	0.54	0.0105	NS
מוצקים מרחפים	NS		NS	NS

* NS – לא מובהק

תרשים 11. מפות נקודות דיגום המים בשלושת אתרי הניסוי; נחל פרע (א'), אניעם (ב') ו- קשת (ג')







טבלה 4. צריכת חמצן כימית (COD), ריכוז זרחן מסיס (TDP) וזרחן כללי (TP) ו- חנקן כללי (TN) בדגימות המים שנילקחו במועדים שונים במיקומים השונים בשלושת אתרי המחקר השונים.

המיקום	COD (mg/l)	TDP (mg/l)	TP (mg/l)	TN (mg/l)
*מעיין	21.7 B**	0.185 B	0.244 B	6.53 A
*כניסת ערוץ לחלקה	33.7 AB	0.066 B	0.212 B	2.37 B
יציאת ערוץ מהחלקה	35.0 A	0.199 B	0.358 B	4.02 AB
חיבור ערוץ לנחל ראשי	30.7 AB	0.419 A	0.744 A	4.57 AB
נחל ראשי	17.9 B	0.078 B	0.155 B	2.38 B

* מקור המים - במעיין הנמצא בתוך החלקה או בכניסת הערוץ לחלקה.

** אותיות שונות ליד המספר מציינות הבדלים מובהקים בין המיקומים (P=0.005) לפי מבחן תחום Tukey.

דיון ומסקנות:

מחקר זה התקיים בשלב זה למשך שנה אחת בלבד ולכן, על מנת לבסס את המימצאים יש להמשיך ולבדוק את התנהגויות הרעיה של הבקר ואת איכויות המים בערוצים ובמעיינות במספר נוסף של משקים. אך, תוצאות ראשוניות אלו שנאספו עד כה בעבודת המחקר הנוכחית, מחזקות את ההשערה כי פיזור הרעיה של הפרות במרעה מושפע באופן ישיר מהצבת שקתות מים בשטח המרעה וממיקום האבוסים להגשת מזון. בדיקת התנהגות הרעיה התקיימה בעונה היבשה (קיץ - תחילת סתיו) בשלוש חלקות מדגם. לעומת זאת באביב התקיימו שני מחזורי בדיקה בלבד. קיום מעקב במשקים פרטיים הינו מותנה בממשק הרעיה הנהוג ע״י בעלי העדרים ולא בכל מצב ניתן היה לקיים אותו. בהמשך המחקר (אם יאושר ע״י מדען ראשי של משרד החקלאות) יושלם איסוף נתונים מלא הכולל חמישה משקים בשתי עונות.

בכל שלושת חלקות המדגם ובשתי העונות, עם וללא מים בשוקת נמצא, כי פיזור הרעיה של הפרות בשטח לא היה אחיד. נמצאו אזורים מועדפים לרעיה ושהיה על פני האחרים, שהיה מוגברת של הבקר היתה בעיקר באזור האבוס ומידה פחותה גם באזור נקודות השתיה. מילוי השוקת במים תרם לשינוי משמעותי בפיזור המרחבי של הבקר בשטח. מעבר להשפעתו על התמונה הכללית למילוי השוקת במים היתה השפעה נקודתית על זמן השהות היחסי באזורי המעיין, השוקת, האבוס ולאורך ערוצי הנחלים. נמצאה הקטנה ברורה בזמן השהות של הבקר באזור המעיין וכן לאורך הערוץ ולעומת זאת הגדלה יחסית בזמן השהות בסביבת השוקת והאבוס.

ניתוח תוצאות ראשוניות אלו של הפיזור המרחבי של הבקר במרעה מצביע על כך שניתן להרחיק את הפרות מערוצי הנחלים והמעיינות ע"י שימוש בשקתות ואבוסים, או ע"י שיטות שונות אחרות (אזורים מוצלים) אשר להם יהיה יתרון לשמש כאזורי מרבץ של הבקר. אך, תוצאות אלו הן רק תחילתו של מחקר עתידי אשר על מנת להגיע בו למסקנות מבוססות העומדות גם במבחן סטטיסטי, יש להרחיבו למספר משקים נוסף. בשלב זה ניתן להמליץ על הצבת שקתות בחלקות המרעה כמקור למי שתיה כתחליף למים הנמצאים באופן טבעי במעיינות ובערוצים. בגלל היות נקודות ההאבסה אזורי ריכוז מועדפים של הבקר, מומלץ להרחיק את האבוסים ממקורות המים הטבעיים לפחות מספר מאות מטרים.

באופן כללי תוצאות איכות המים במעיינות ובערוצים החוצים את המרעה מצביעות על תוספת מסויימת של נוטריינטים כתוצאה מרעיה. נמצאה מגמת עליה בצריכת החמצן כימית (COD), ריכוז הזרחן מסיס (TDP) והכללי (TP) וכן החנקן כללי (TN) בין מקור המים (מעיין/כניסת ערוץ לחלקה) לבין נקודת היציאה ממנה, אך הבדלים אלו לא נמצאו מובהקים. לעומת זאת נמצא כי לאחר מיהול המים עם כניסתם לערוצים המרכזיים היתה הפחתה משמעותית במדדים אלו ולכן יש לבחון זאת בהקשר הכולל. בחישוב תרומת הבקר לכמויות הנוטריינטים הזורמים לכנרת חייבים לקחת בחשבון מעבר לריכוז גם את ספיקת הנחלים וזה יעשה בהמשך כאשר מסד הנתונים יהיה מקיף יותר.

אפשרות יישום תוצאות העבודה בישראל:

א. תוצאות העבודה מראות כי אין לבקר העדפה לסביבת הנחלים על פני שטח המרעה הפתוח וזמן שהייתו סביב אזורים אלו נמוך יחסית. מכיוון שכך, אין צורך בגידור מסיבי לאורך ערוצי הנחלים והמעיינות בשטחי המרעה כפי שהוצע בשלבים מוקדמים של הניסיון לטפל בבעיה.

ב. תוצאות ראשוניות ממחקר זה לגבי הפיזור המרחבי של הבקר במרעה מצביעות על כך שניתן להרחיק את הפרות מערוצי הנחלים והמעיינות ע"י שימוש בשקתות ואבוסים, או ע"י שיטות שונות אחרות (אזורים מוצלים) אשר להם יהיה יתרון לשמש כאזורי מרבץ של הבקר. לכן מומלץ לתמוך בהתקנת שקתות בכל החלקות הנתונות לרעיה בהם יש סיכוי לזיהום הנחלים.

ג. הבקר נוטה להתרכז במשך שעות רבות באזור האבוס, לכן מומלץ להרחיק את האבוסים כמה מאות מטרים מאזורים אשר יכולים להיות רגישים לזיהום על ידם.

המלצות להמשך המחקר:

למרות היקף העבודה הרחב שבוצע בשנה זו, עדיין יש להשלים ולאמת את התוצאות ע״י בדיקה מקיפה הכוללת מספר נוסף של משקים וזאת על על מנת לאפשר ניתוח מדעי סטטיסטי. יש להשלים את מספר המשקים לחמישה ולבצע את המעקב אחר התנהגות הבקר בכל אחד מן המשקים בשתי עונות שונות (קיץ וחורף). כן יש להשלים את דיגומי המים במשקים הנוספים.

תודות:

במימון מחקר זה (2005) לקחו חלק המשרד לאיכות הסביבה, משרד החקלאות והקק״ל. אורית ישראלסון עזרה רבות במיפוי שטח התצפית בעזרת ה- GIS, יהודה יהודה ורויטל ויינשטוק עזרו במיפוי השטח ודיגום המים וצומח. חיים דיין ובוקרי מושב קשת איפשרו ביצוע התצפית בשטחם ובאחריותם לעדר.

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 : 29-24.

הנקין, ז. (2005). התנהגות פרות ביחס למקורות מים בשטחי מרעה בגולן: דוח מסכם לשנת 2004. "אגמית", 174 : 10 – 13.

Arnold, G.W. (1981). Grazing behaviour. In: Morley, F.H.W (ed.) *Grazing animals*, pp. 79-104. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam-Oxford-New York.

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. & Miller, R.F. (1984). Cattle distribution on Mountain rangeland in Northern Oregon. *Journal of Range Management*, 37, 549-553.

Hart, R.H., Hepworth, K.W., Smith, M.A. & J.W. Waggoner, Jr. (1991). Cattle grazing behavior on a foothill elk winter range in Southeastern Wyoming. *Journal of Range Management*, 44, 262-266.

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.

Irving, B.D., RutledgeP.L., Bailey, A.W., Neath, M.A. & D.S. Chanasyk (1995). Grass utilization and grazing distribution within intensively managed fields in Central Alberta. *Journal of Range Management*, 48, 358-361.

Murden, S. B., and K. L. Risenhoover. 1993. Effects of habitat enrichment on patterns of diet selection. Ecological Applications 3:497-505.

Pastor, J., R. Moen, and Y. Cohen. 1997. Spatial heterogeneities, carrying capacity, and feedbacks in animal-landscape interactions. Journal of Mammalogy 78:1040-1052.

Rempel, R. S., A. R. Rodgers, and K. F. Abraham. 1995. Performance of a GPS animal location system under boreal forest canopy. Journal of Wildlife Management 59:543-55 1.

Rempel, R. S., and A. R. Rodgers. 1997. Effects of differential correction on accuracy of a GPS animal location system. Journal of Wildlife Management 61:524-529.

Rodgers, A. R., and P. Anson. 1994. Animal-bome GPS: Tracking the habitat. GPS World 5:20-32.

Rodgers, A. R., R. S. Rempel, and K. F. Abraham. 1995. Field trials of a new GPS-based telemetry system. Bioteleinetry 8: 173-178.

Roath, L.R. & Krueger, W.C. (1982). Cattle grazing and behavior on a forested range. *Journal of Range Management*, 35, 332-338.

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.

Wells, D. E., (editor). 1986. Guide to GPS positioning. Can. GPS Assoc, Fredericton, N.B.