

עמית דולב

מו"פ צפון, מיג"ל. כיום במחוז צפון, רשות הטבע והגנים; היחידה להנדסת הסביבה, מים וחקלאות, הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל

זלמן הנקין

המחלקה לגידולי שדה ומשאבי טבע, מנהל המחקר החקלאי – נווה יער

יהודה יהודה

מו"פ צפון, מיג"ל. כיום במחוז צפון, רשות הטבע והגנים

יוחאי כרמל

היחידה להנדסת הסביבה, מים וחקלאות, הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל

מאמר זה עבר שיפוט עמיתים

ציטוט מומלץ

דולב ע, הנקין ז, יהודה י וכרמל י. 2013. הקטנת עומס הפרשות בקר בקרבת מעיינות נחלים באמצעות אספקת מים, מזון וצל. אקולוגיה וסביבה 4(3): 231–239.



פרות רוחצות בכינרת | צילום: עמית דולב

הקטנת עומס הפרשות בקר בקרבת מעיינות וערוצי נחלים באמצעות אספקת מים, מזון וצל

1 באוקטובר, 2013

גיליון סתיו 2013 / כרך 4(3)

[חזית המחקר](#)

על קצה המזלג

- מרעה של בקר הסמוך למעיינות ולנחלים, מזהם מקורות מים טבעיים בשל הפרשות מרובות של שתן וצואה.
- פיזור אחיד יותר של אזורי פעילות הבקר מצמצם את זיהום מקורות המים, ומטיב את הקרקעות באזור בזכות העשרתן בחומרים מזינים (nutrients).
- במחקר נמצא כי הצבה של שקתות, אבוסים ורשתות צל גורמת להעתקת מרכז הכובד של פעילות הבקר והפרשותיו אל אזורים אחרים במרחב המרעה.
- שילוב של שלושת הגורמים היה היעיל ביותר, ואילו כגורם יחיד – שקתות מים הן היעילות ביותר.
- מדיניות השמירה על מקורות המים הטבעיים בשטחי מרעה צריכה להשתמש באמצעי המשיכה החיוביים.

המערכת

תקציר

דפוס פיזור של בעלי חיים במרחב מושפע ממיקום המשאבים הטבעיים ומזמינותם בעונות השונות. דגם הפיזור גורם לעתים למצבים של שימוש יתר במשאבי אזור נתון או להפרעה במערכות שונות. ממצאים ממחקרים קודמים מצביעים על כך שפעילות בקר באזורים הסמוכים למעיינות ולנחלים היא מרכיב משמעותי בגורמי הזיהום של מקורות מים טבעיים. הגישה הנהוגה כיום מתבססת בדרך כלל על מניעת שימוש בתא שטח בעזרת גדרות או חומרי דחייה, ומקבילה לחיזוק שלילי. במחקר זה הוספו משאבים ששימשו גורם משיכה – כלומר חיזוק חיובי – במטרה לשנות את דפוס התנועה של הבקר במרעה ולהפחית את הפגיעה במקורות המים.

בסדרה של ניסויי שדה מבוקרים, שהופעלו בהם שילובים שונים של שקתות, אבוסים וסככות צל בחלקות מרעה בעונת הקיץ, נבחנו דפוסי התנועה והשימוש של פרות במרעה כתלות בזמינות של גורמי המשיכה הללו ובמיקומם במרחב. השפעת הטיפול על תנועת הבקר במרחב נבחנה בעזרת קולרי GPS שהוצמדו לחלק מהפרות, ובעזרתם תועד מיקומן כל חמש עד עשר דקות.

השימוש בגורמי המשיכה גרם לשינוי בפיזור המרחבי של הפרות תוך ימים ספורים ולהעתקת מרכז הכובד של פעילותן. ניתוח עוצמת הפעילות באזור חיץ של 200 מטר ממעיין או מנחל העלה את הממצאים הבאים: א. הפעלת שוקת אחת בלבד במרחק הגדול מ-500 מטר מהמעין הפחיתה את היקף קריאות האיכון (מיקום) בקרבת המעיין או הנחל ב-58%–23; ב. הוספה של מזון מוגש באבוס שינתה את הפיזור המרחבי של קריאות האיכון, אך לא הפחיתה את מספרן בקרבת המעיין או הנחל; ג. הפעלת גורמי המשיכה (שוקת, אבוס, צל) כשהם סמוכים זה לזה בטווח הקטן מ-50 מטר, הפחיתה את מספר קריאות האיכון באזור המעיין או הנחל ב-100%–61. שימוש בגישה זו במערכת חקלאית של גידול בקר במרעה עשוי לתרום להפחתת השימוש במקורות מים טבעיים, וכך להפחית את הזיהום בהם. עלותה זולה בהרבה בהשוואה לשיטת הגידור, ותורמת להרחקה של פעילות הפרות ושל ריכוזי הפרשותיהן מערצו הנחלים.

מבוא

הפיזור המרחבי של בעלי חיים מושפע רבות מדגם הפיזור של משאבי הקיום – כדוגמת מקורות מזון ומים, ומגורמי סביבה שונים – כדוגמת טופוגרפיה, מרכיבים אנתרופוגניים, מורכבות הנוף וזמינות אתרים חיוניים, כגון אתרי מחסה [8,9,10,12,13]. דגם הפיזור צפוי לתרום להבדלים ניכרים בעוצמת השימוש בתאי שטח ספציפיים, ולהוביל למצבים של שימוש יתר באזורים נתונים, לעומת מיעוט השימוש באחרים [11]. בתפר שבין מערכת חקלאית למערכת אקולוגית שכנה, שימוש מוגבר של בעלי חיים במשאב נתון עלול לפגוע במערכת האקולוגית או לגרום נזקים לחקלאות, ולהוביל לנקיטת פעולות להפחתת ההפרעה של חיות בר או חיות משק. דגם הטיפול המקובל מתבסס במקרים רבים על מניעת השימוש בתא שטח נתון. דוגמאות נפוצות הן שימוש בגדרות למניעת נזקי חזירים, צבאים ויחמורים למטעים ולכרמים [2,3] או שימוש בחלקות מיגון מגודרות להפחתת נזקי טריפת עגלים על-ידי זאבים [4]. גישה זו מקבילה לענישה או לחיזוק שלילי, ואיננה משנה את המוטיבציה של החיה להשתמש בתא שטח נתון. חסרונות נוספים לפתרונות אלה הם העלות הגבוהה של גידור ומיגון, וקוטע המרחב שגורם הגידור, שעלול לגרום נזק למינים רבים של בעלי חיים.

בעיה בעלת אופי דומה קיימת בערוצי נחלים זורמים, המצויים בתוך שטחי מרעה או בקרבתם. שטחים אלה כוללים מרחב שעדרי הבקר פעילים בו ברציפות וללא הכוונה במשך מספר חודשים בשנה. המעיינות וערוצי הנחלים משמשים לעתים קרובות מוקד משיכה לעדרי בקר במרעה, מאחר שהם בדרך כלל מקור יחיד למי שתייה בעונת הקיץ. הפיזור המרחבי ודפוס הפיזור העונתי של הפרשות הבקר באגן ניקוז של נחלים הם גורם שייכול להשפיע באופן משמעותי על איכות המים [6,15,17,18,19]. זיהום נחלים מפעילות של עדרי בקר באגן ניקוז יכול לנבוע מהטלת הפרשות ישירות לגוף המים, מרביצה ומהליכה בתוך נתיב זרימת המים ומהצטברות הפרשות במרחב שקרוב אל נתיבי המים, ושחשוף לגנר [6]. ככל שפיזור הפרשות מתבצע קרוב יותר לערוצי הזרימה, ההסתברות לזיהום המים גבוהה יותר. מחקרים רבים הראו ששימוש של בקר בנחלים תורם להגדלת עוצמת הפעילות באזור הנחלים ולגידול בכמות הפרשות סמוך לנתיב הזרימה ובתוכו [6]. לאור זאת, בעת בחינת מקורות הזיהום למקורות מי שתייה במודלים שונים בארץ ובעולם, הוערך שלעדרי הבקר תרומה לזיהום המים, אם כי קיים קושי אובייקטיבי לאמוד את היקף הזיהום.

מצב זה הביא מקבלי החלטות בישראל ובעולם לבחון דרכים להפחתת השימוש של בקר בערוצי נחלים זורמים, מתוך הערכה שהפרשות חיות משק מזהמות את מקורות המים המשמשים לשתייה. במספר מחקרים [6] מתוארות פעולות גידור למניעת הגעה של בקר אל הנחלים במטרה להקטין את ההסתברות לזיהומם. שיטה זו מצריכה הוצאות הקמה יקרות ותחזוקה רבה, ואיננה מפחיתה את המוטיבציה של הבקר להשתמש במקורות המים. נוסף על כך, תנועה של הבקר בקרבת גדר הסמוכה למים, צפויה להותיר שיעור ביקורים גבוה בקרבת הנחל, וכתוצאה מכך כמות הפרשות רבה בקרבת הגדר ובסמיכות מסוימת לנחל.

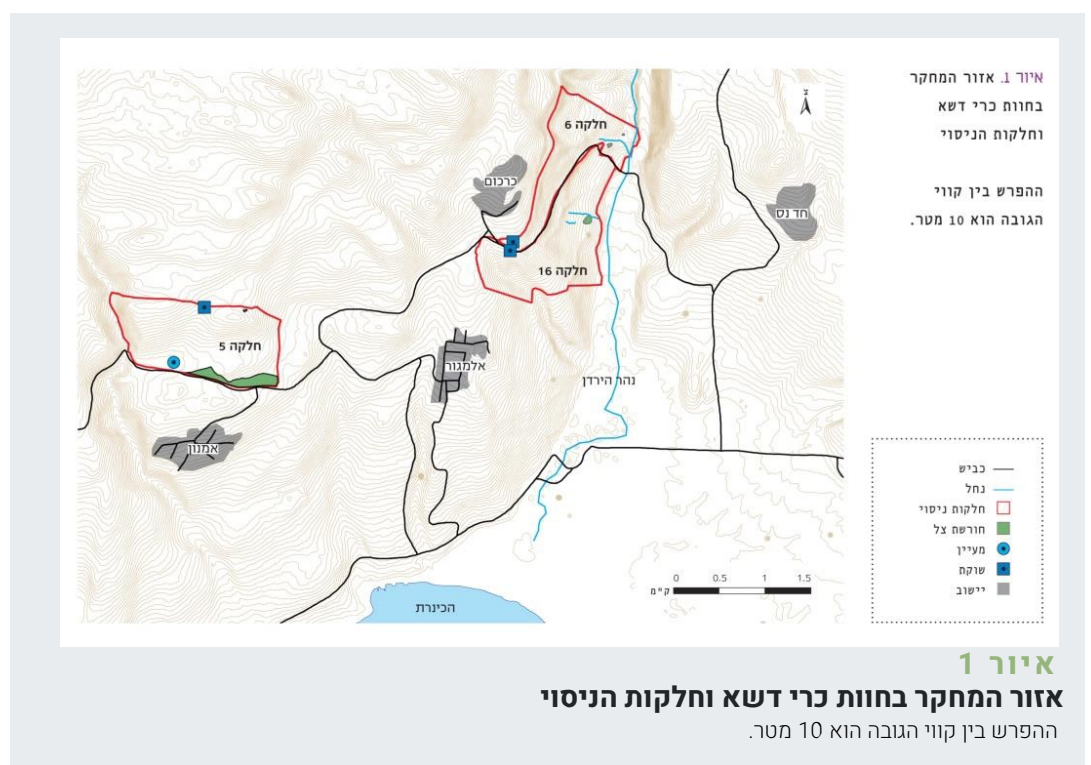
גישה שונה, שננקטה במספר מחקרים, מתבססת על שימוש בגורמי משיכה (livestock attractants) כדוגמת שקותות, אבני מלח ואבוסים, כגורם המשפיע על דפוס התנועה של בקר [7, 12, 15, 17, 18, 20]. מחקרים אלה הראו שהצבת גורמי משיכה בקרבת נחלים עלולה להגדיל את עומס ההפרשות בקרבת הנחלים ולסכן את איכות המים בהם, ומנגד – שאסטרטגיה של מיקום מרוחק מהנחלים עשויה להקטין את עומס ההפרשות ולהקטין את הסיכון לזיהום הנחלים. במחקר אחר צוין שהבקר אינו מגיב באופן זה למשאבים הנוספים ביחס לערוצי נחלים שונים, ושכדאי לרכז את המאמץ באתרים שרגישים לזיהום מרעיה [6].

לפי הערכות מקדימות נראה כי לפעילות עדרי הבקר באגן הניקוז של הכינרת יש פוטנציאל רב לזיהום למי הכינרת [5, 16]. בעקבות זאת, נבחן על-ידי המשרד להגנת הסביבה פרוטוקול שכלל גידור של ערוצי הנחלים הזורמים באגן הניקוז של הכינרת למניעת פעילות הבקר בהם. במחקר הנוכחי, שמשלים מחקר קודם [1], נעשה לראשונה בארץ ניסיון להרחיק את הבקר מערוצי הנחלים בגישה שונה. במקום גידור ומניעת ההגעה אליהם, ניסינו לעודד את הבקר לשנות את מרכז פעילותו ולהעבירו מהנחלים אל עבר משאבים מרוחקים שהוספו. שיערנו כי הרחקת הבקר מהנחלים תוביל להקטנת עומס ההפרשות בקרבתם. בצורה זו ניסינו לבחון דרך לקידום הנחיות לממשק שיתמקד בהיבט סביבתי ובהיבט חקלאי-כלכלי כאחד.

שיטות

אזור המחקר ועונת הניסוי

המחקר התבצע בחוות כרי דשא שברמת כורזים בצפון ישראל בשנים 2007–2009 בשלוש חלקות מרעה מגודרות (שמספרן 5, 6, 16), בשטח של 750–1,350 דונם (איור 1). אזור זה מתאפיין בתשתית של מסלע וולקני הכולל כיסוי אבנים של כ-30% [14] וקרעק מסוג פרוטוגרומסול. בחברת הצומח שולטים צומח עשבוני חד-שנתי ורב-שנתי ומעט עצי שיזף מצוי, הפזורים בעיקר בקרבת המעיינות. המבנה הטופוגרפי של החלקות הטרוגני, וכולל אזורים מתונים וכן אזורים בעלי שיפועים תלולים (0.1° – 34.6°), שמקורות הצל והמים בהם מועטים (טבלה 1). בכל אחת מחלקות המחקר קיים מקור מים טבעי (אזור מעיינות) המספק את כל תצרוכת מי השתייה לבקר, ומקבצי עצי שיזף או חורשות עצי איקליפטוס המשמשים כאתרי מנוחה מועדפים בשעות היום.



הפרות שהשתתפו בניסוי היו בגודל בינוני, במשקל של כ-430 ק"ג ובגיל ממוצע של כשבע שנים, מגזע מעורב של סימנטל, הרפרוד ובאלדי, ללא עגלים, בתחילת הריון או לא הרות. תצורות זבל העופות של פרות אלה בעונת הקיץ עומדת בממוצע על כ-5.5 ק"ג חומר יבש ליום.

הרחקת הבקר ממקורות המים הטבעיים צפויה להיות אפקטיבית בתקופה היבשה, כאשר צפוי שמקורות המים יהיו גורם מגביל לטווחי הפעילות. ממחקר קודם^[1] הוברר כי בעונת החורף והאביב הבקר כמעט לא עושה שימוש במקורות המים, מאחר שאת מרבית תצורות המים הוא מקבל ממזונו. היות שצריכת המים של פרה היא כ-50 ליטר ביום, הנחת הבסיס היא כי בעונה היבשה קיים צורך רב במקורות מים, ולכן צפוי ששיעור השימוש במקורות המים הטבעיים יהיה הגדול ביותר. כמו כן, ממשק רגיל של עדרי הבקר בישראל כולל הוספה של זבל עופות כתוסף מזון המספק חלבון בעונת הקיץ. התוסף ניתן בעונה זו מאחר שערכו התזונתי של הקמל העשבוני (עשב שהצהיב והתייבש בעודו מחובר לקרקע) נמוך באותה תקופה, בעוד שבעונת הירק תכולת החלבון בו גבוהה. לאור זאת, נקבעו מועדי הניסויים לעונת הקיץ, ותזמון הניסויים נעשה באופן שיאפשר להשוות את הפעילות לפני הוספת תוסף החלבון ואחריה.

טבלה 1. מאפיינים טופוגרפיים של חלקות הניסוי והמיקום המרחבי של מרכז המשאבים המוספים מהמעין או מנקודת השתייה השכיחה בנחל

זיהוי החלקה	שטח החלקה (דונם)	המרחק בין השוקת למעיין/נחל (מטר)	הפרש הגובה הטופוגרפי בחלקה (מטר)	שיפוע חלקה (מעלות, ממוצע ± סטיית תקן)
5	1,350	703	98	7.3±5.0
6	735	1,616	209	15.5±6.6
16	1,170	1,046	238	13.3±4.8

טבלה 1

מאפיינים טופוגרפיים של חלקות הניסוי והמיקום המרחבי של מרכז המשאבים המוספים מהמעין או מנקודת השתייה השכיחה בנחל

הנחת הבסיס במחקר זה היא שזיהום הנחלים והמעיינות יקטן ככל שיקטן היקף קריאות האיכון (מיקום) בקרבת מקורות מים אלה^[15]. מאחר שזיהום מקורות המים הטבעיים אינו נגרם רק מכניסה ישירה של הבקר אליהם, אלא מושפע גם מפעילות הבקר באזור הסמוך, הגדרנו אזור חיץ בטווח של 200 מטר מהמעין או מהנחל, ובחנו את השינוי במספר קריאות האיכון באזור חיץ זה כתלות בטיפולים השונים עבור כל אחת מן הפרות בנפרד. לכאורה קיימת בעייתיות בהתייחסות לכל פרה בנפרד (חזרות מדומות – pseudoreplication) כאשר מדובר בעדר פרות מקובץ, אולם ההתייחסות לכל פרה בנפרד מבוססת על כך שפרות אינן נעות יחד כקבוצה אחת ואחידה, וקיימת קבוצתיות משתנה של יחידים או קבוצות קטנות, שאינם תלויים בהכרח זה בזה. במחקר הנוכחי בוצע שימוש בשלושה סוגי משאבים מוספים: א. שוקת מים; ב. אבוס שניתן בו תוסף חלבון; ג. סככת צל. מיקום המשאבים ומועדי הפעלתם נקבעו בהתאם לתכנית הטיפולים (טבלה 2).

טבלה 2. תכנית הטיפולים במחזורי הניסוי, גודל המדגם (מספר פרות עם קולר GPS), ומספר קריאות האיכון הכולל שתועד בכל מחזור. הטיפולים מפורטים בפרק השיטות.

מחזור ניסוי	תקופה	חלקה	מספר הפרות עם קולרי GPS	מספר סידורי של הטיפולים	מספר קריאות האיכון
1	ספטמבר 2007	6	6	1,4	30,607
2	יוני 2008	5	5	1,2,3,4	18,174
3	יוני 2008	6	5	1,2,3,4	30,422
4	אוקטובר 2008	6	5	1,2,3,4	23,999
5	יוני 2009	6	7	1,4	44,655
6	יוני 2009	16	7	1,4	56,012

טבלה 2

תכנית הטיפולים במחזורי הניסוי, גודל המדגם (מספר פרות עם קולר GPS), ומספר קריאות האיכון הכולל שתועד בכל מחזור

הטיפולים מפורטים בפרק השיטות.

מבנה הניסוי

יצענו סדרה של ניסויי שדה במהלך עונת הקיץ, שבמהלכם הפעלנו את המשאבים הנוספים. מיקום המשאבים מפורט ב**איור 1**, ותזמון ההפעלה מפורט בהמשך. כל אחד מהטיפולים נמשך 7-14 ימים, והם הופעלו בזה אחר זה בכל מחזור ניסוי. טיפול הביקורת היה תמיד הראשון, מאחר שלאחר הוספת זבל עופות לא ניתן לבטל את השפעתו. יום המעבר בין טיפול לטיפול והיום שלאחריו חושבו כתקופת הסתגלות, ולכן נגרעו מבסיס הנתונים. להלן טיפולי הניסוי:

1. ביקורת – מקור מים טבעי בלבד (מעין) ללא תוספת מזון.
2. שוקת – הופעלה במרחק הגדול מ-500 מטר מהמעין.
3. אבוס – הופעל במרחק הגדול מ-500 מטר מהמעין.
4. משאבים מקובצים – שוקת, אבוס וסככת צל (הופעלה בחלק ממחזורי הניסוי) שהופעלו בו-זמנית, בטווח הקטן מ-50 מטר זה מזה ובטווח העולה על 500 מטר מהמעין.

מחקר כלל שישה מחזורי ניסוי. כל מחזור נמשך שבועיים עד שישה שבועות, והניב כמה עשרות אלפי איכונים (**טבלה 2**). המייצגים את פעילותן המרחבית של הפרות במהלך הטיפולים השונים. כל אחד ממחזורי הניסוי החל בטיפול הביקורת, ולאחריו הופעלו הטיפולים בסדר משתנה.

זעקב אחר פיזור הבקר במרעה וניתוח מידע

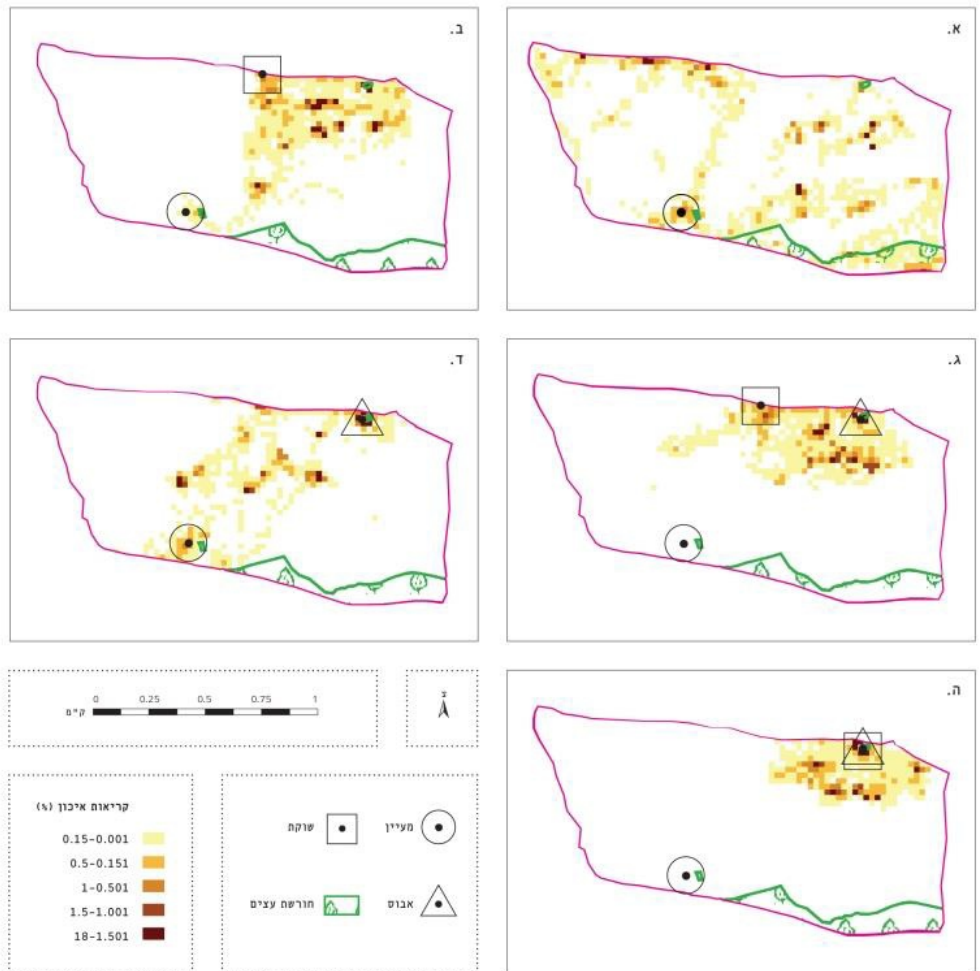
לכל אחת מחלקות הניסוי הוכנס עדר בקר בגודל של 20-50 פרות במהלך עונת הקיץ. המעקב אחר הפיזור המרחבי ופעילות הבקר במרעה בוצע בעזרת קולרי GPS (LOTEK LR-3300). הקולרים הוצמדו לצווארי 5-7 פרות מייצגות בכל מחזור מעקב בכל אחת מן החלקות. בכל קולר נאגר מיקום הפרה על פי איכון שנערך כל 5-10 דקות לאורך היממה. בתום כל מחזור ניסוי הועברו הנתונים ממאגר הנתונים שבקולר ה-GPS למחשב. ניתוח המידע נעשה בתוכנת ESRI (arc map 9.3). שגיאת האיכון הממוצעת של קולרי ה-GPS הייתה כ-7 מטר. ניתוח המידע המרחבי כלל בדיקה של מיקומי הפרות ביחס לשכבות מידע מרחבי של מיקום המעיין, השוקת, האבוס, סככת הצל וגבולות החלקה. בחינת עוצמת השימוש של הבקר במרחב נעשתה באמצעות חלוקת כל חלקה לתאים בגודל של 25X25 מטר ובחינה של מספר קריאות האיכון של סך הפרות עם קולר בכל אחד מהתאים בכל אחד מן הטיפולים. בחינת השינוי במספר קריאות האיכון באזור החיץ כתלות בטיפולים נעשתה עבור כל אחת מן הפרות בנפרד.

תוצאות

שפעת הטיפולים על דפוסי השימוש של הבקר במרחב

שימוש במשאבים מוספים בכל אחד מששת מחזורי הניסוי גרם לתגובה מרחבית ברורה של הפרות תוך פרק זמן של ימים ספורים. תגובה זו כללה שינוי מרכז הכובד של הפעילות בתוך חלקת מרעה נתונה. דוגמה לדפוס התנהגות זה (חלקה 5) מוצגת ב**איור 2**. בטיפול הביקורת (**איור 2א**) היו 6.7% מסך האיכונים באזור המעיין (במרחק של עד 200 מטר ממנו). בעקבות הוספת מקור מים בלבד (**איור 2ב**) ירד היקף קריאות האיכון באזור המעיין ל-3.1%, והפעילות במרחב הסמוך לשוקת גברה. כמו כן, מרגע שהוסף מקור מים באזור של חורשת צל המצויה בראש גבעה (**איור 2ג**), החל הבקר להשתמש בחורשה, וזאת נוסף על השימוש במקור המים. לאחר הוספת אבוס ליד שוקת 1 (**איור 2ד**) לא היו איכונים של הבקר באזור המעיין כלל (0%). ריקון המים משוקת 1 (**איור 2ה**) גרם לשימוש חוזר של הפרות במעיין, והיקף קריאות האיכון של הבקר באזור המעיין עלה ל-9.5%. מילוי המים בשוקת 2, הסמוכה לאתר המזון המוגש ולחורשת העצים (**איור 2ו**), גרם שוב להיעדר איכונים באזור המעיין. תמונה זו משקפת את תגובת הבקר לטיפולים במהלך חמישה שבועות בראשית הקיץ, תקופה שבה זמינות הקמל העשבוני רבה.

- איור 2. התפלגות מרחבית של קריאות האיכון של הפרות בחלקה 5 כתלות בטיפולים השונים (מחזור 2)
- ביקורת. פיזור לא ממוקד של הפרות בחלקה, תוך שימוש ניכר באזור המעיין ($n=2,597$);
 - הפעלת שוקת 1. מיקוד פעילות הפרות באזור הקרוב לשוקת ובחורשת עצים סמוכה. ירידה ניכרת בשימוש במעיין ($n=4,212$);
 - הפעלת משאבים מרוחקים זה מזה (שוקת ואבוס). מיקוד פעילות הפרות במרחב שבין המשאבים המוספים. היעדר קריאות איכון במעיין ($n=4,306$);
 - הפעלת אבוס בלבד. פעילות הפרות ממוקדת במרחב שבין האבוס למעיין ($n=2,756$);
 - הפעלת משאבים באופן מקובץ (שוקת ואבוס). מיקוד פעילות הפרות באזור המשאבים וחורשת הצל. היעדר קריאות איכון במעיין ($n=4,303$).



איור 2

התפלגות מרחבית של קריאות האיכון של הפרות בחלקה 5 כתלות בטיפולים השונים (מחזור 2)

- ביקורת. פיזור לא ממוקד של הפרות בחלקה, תוך שימוש ניכר באזור המעיין ($n=2,597$);
- הפעלת שוקת 1. מיקוד פעילות הפרות באזור הקרוב לשוקת ובחורשת עצים סמוכה. ירידה ניכרת בשימוש במעיין ($n=4,212$);
- הפעלת משאבים מרוחקים זה מזה (שוקת ואבוס). מיקוד פעילות הפרות במרחב שבין המשאבים המוספים. היעדר קריאות איכון במעיין ($n=4,306$);
- הפעלת אבוס בלבד. פעילות הפרות ממוקדת במרחב שבין האבוס למעיין ($n=2,756$);
- הפעלת משאבים באופן מקובץ (שוקת ואבוס). מיקוד פעילות הפרות באזור המשאבים וחורשת הצל. היעדר קריאות איכון במעיין ($n=4,303$).

הרחקה ממקורות מים טבעיים

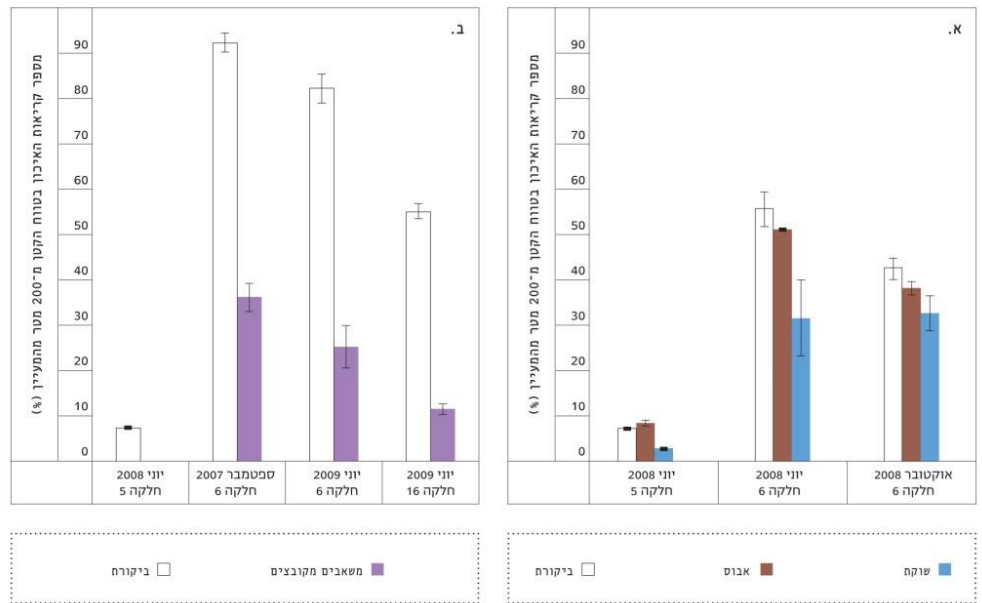
נוצאות השימוש הדיפרנציאלי במשאבים המוספים במחזורי הניסוי השונים הראו כי:

1. הפעלת שוקת בלבד בשלושה מחזורי ניסוי (2,3,4) גרמה הפחתה מובהקת ($p=0.0016$) של 23–58% בהיקף קריאות האיכון באזור המעיין (איור 3א). הגעת הפרות אל השוקת התרחשה לרוב תוך יום או יומיים מהפעלתה, ותהליך הגעתן אל השוקת היה מדורג. עובדה זו מעידה על העברת מידע בין הפרות.
2. הגשת מזון באבוס בלבד בשלושה מחזורי ניסוי (2,3,4) גרמה שינוי ברור בפיזור המרחבי (לדוגמה – איור 2ד), אולם היקף קריאות האיכון באזור המעיין לא פחת (איור 3א). תצפיות ישירות וניתוח פרטני של תנועת הפרות הצביעו על הגעתן לאזור האבוס תוך שעות ספורות מרגע הוספת מזון בו, גם כאשר המרחק היה מעל 1.5 ק"מ ממרכז פעילותן הקודם והפרשי הגובה היו מעל 100 מטר בין האזורים. הדבר מצביע על יכולת הזיהוי של משאב זה מטווחים גדולים, שנובעת כנראה מריחו החריף, וכן על החשיבות שבתוסף מזון זה עבורן בעונת הקיץ. נראה כי היקף ההימצאות ליד המעיין השתנה כתלות במאפיינים אחרים של השטח, כדוגמת מקורות צל וזמינות הקמל העשבוני.
3. הפעלת משאבים משולבת של שוקת ואבוס הסמוכים זה לזה נעשתה בארבעה מחזורי הניסוי (1,2,5,6), ובשניים מהם (5,6) הוספנו גם סככת צל סמוך למוקד המשאבים. בהפעלת משאבים מוספים מקובצים (איור 3ב) התקבלה הפחתה מובהקת ($p<0.05$) של 61–100% במספר קריאות האיכון באזור המעיין. נראה כי התרומה המשולבת של משאבי המזון והמים גרמה להגעה מהירה אל מוקד המשאבים, ולשימוש בו בהיקפים ניכרים. תוספת של משאב צל לא נבחנה בנפרד, אולם תצפיות ישירות בפרות (איור 4) הצביעו על שימוש ניכר בסככה. מאחר שגודלה של סככת הצל היה מוגבל (121 מ"ר לעד של כ-50 פרות), נצפו חלק מהפרות ממתינות לכניסה בשולי הסככה.

איור 3. מספר קריאות האיכון של הבקר בטווח הקטן מ-200 מטר מהמעיין כתלות בסוג הטיפול

א. השפעה של הפעלת שוקת או אבוס בנפרד על מיקום הפרות;

ב. השפעה של הפעלה בריזמנית של שוקת ואבוס במוקד אחד על מיקום הפרות. סככת צל הוספה למוקד זה בשתי חזרות הניסוי ב-2009.



איור 3

מספר קריאות האיכון של הבקר בטווח הקטן מ-200 מטר מהמעיין כתלות בסוג הטיפול

א. השפעה של הפעלת שוקת או אבוס בנפרד על מיקום הפרות;

ב. השפעה של הפעלה בריזמנית של שוקת ואבוס במוקד אחד על מיקום הפרות. סככת צל הוספה למוקד זה בשתי חזרות הניסוי ב-2009.

דיון ומסקנות

מחקר זה, בדומה למחקרים קודמים^[1,6,12,20], מצביע באופן ברור על היכולת להשפיע על דפוס השימוש המרחבי של בקר במרעה בעזרת משאבים מוספים כתמריץ בהתאם לשיקולים ממשקיים, ובכך להקטין את פרופורציית השימוש באזור הקרוב לערוצי הנחלים. התגובה המהירה של הפרות להוספת המשאבים הללו בעונת הקיץ מעידה על משמעותם של גורמים אלה עבורן, וניתן לדרג את חשיבותו של כל משאב בנפרד: 1. שקתות מים הן משאב חיוני, ששימוש בו מפחית את פרופורציית ההגעה למקורות מים טבעיים. 2. אבוס יוצר שינוי ניכר בדפוס הפעילות, אולם ללא מקור מים חליפי, אינו מפחית את ההגעה לנחלים. במחקר זה לא נבחן בנפרד השימוש במקור צל, ולכן לא ניתן לדרגו. השימוש במספר משאבים מוספים במקובץ (שוקת, אבוס וצל) הראה את התרומה הגבוהה ביותר להקטנת פרופורציית השימוש בקרבת מקורות המים הטבעיים.



איור 4. התקבצות פרות תחת סככת צל במוקד משאבים של שוקת אבוס וסככת צל כתוצאה משטח צל מוגבל; חלק מן הפרות ממתינות סמוך לסככה | צילום: עמית דולב השימוש בגורמי משיכה יוצר חלופה שמגדילה את הפיזור הטופוגרפיה עשויה להיות השפעה על יעילות ההצלחה של השימוש במשאבים מוספים^[12], מאחר שאזורים גבוהים חשופים לרוח שחיונית לקירור גופן של הפרות, אולם האנרגיה הנדרשת לעלייה לאזורים אלה עלולה להפחית את יעילותם. נושא זה לא נבדק במחקר הנוכחי, אולם השימוש בחלקות תלולות במיוחד והעובדה שהשינוי בפעילות הבקר התרחש תוך שעות עד ימים ספורים, מחזקים את ההערכה שההשפעה של המשאבים המוספים רבה, למרות התנאים הטופוגרפיים התלולים והריחוק הרב ממקורות המים הטבעיים.

השימוש בגורמי משיכה יוצר חלופה שמגדילה את הפיזור המרחבי של הפרות ושל ההפרשות שלהן, דבר התורם ככל הנראה לפיזור טוב יותר של חומרים מזינים (nutrients) בשטח. גישה זו איננה מונעת הגעה לאזורים רגישים דוגמת מעיינות וערוצי נחלים, אולם מקטינה את עוצמת השימוש בהם. בדרך זו קטנה כמות ההפרשות של הבקר סמוך לערוצי הנחלים, וכך קטנה ההסתברות שנגר עילי יסיע את ההפרשות אל ערוצי הזרימה^[15]. לעומת זאת, מניעת ההגעה לנחלים בעזרת גידור צפויה ליצור לחץ רעייה מתמשך לאורך הגדרות^[7,15] וריכוז של ההפרשות באזורן. השימוש בממשק של משאבים מוספים אינו מונע באופן מוחלט הגעה של הבקר לערוצי הנחלים, ומאפשר רעייה של הצומח בהם. נראה כי לרעייה זו חשיבות בוויסות צומח הנחלים, בהגדלת התחרות בין מיני הצומח ובהפחתה של פוטנציאל השרפות בהם.

כמו כל כלי ממשק, גם לשימוש במשאבים מוספים צפויות להיות מגבלות הדורשות את הרחבת הבדיקה לצורך קביעת המלצות. מאחר שבעונת הקיץ מושפע הבקר מזמינות הקמל בשטח, ריכוז רעייה בקרבת אתרי המשאבים המוספים עלול להקטין את זמינותם תוך פרק זמן מסוים, ולהפחית את יעילות המשיכה שלהם. המחקר שתואר כאן הוביל למחקר המשך

שבוחן את השינוי ביעילות השימוש בממשק זה במרחב ובזמן. עם זאת, ניתן להעריך שגם אם עוצמת המשיכה תקטן לאורך העונה, עדיין ישמשו המשאבים המוספים (ובפרט המים) מוקד משיכה משמעותי לבקר.

תודות

ברצוננו להודות למנהל חוות כרי דשא – צדוק כהן ולבוקרי חוות כרי דשא, יעקב ורחמים דבוש, על עזרתם ועל שותפותם הרבה בכל הקשור לטיפול בעדר ולהפעלת הניסוי בשדה. עבודה זו בוצעה בתמיכת מדען משרד החקלאות בתכנית מס' 277010708 ובתמיכת המשרד להגנת הסביבה בתכנית מס' 7-300.

מקורות

1. הנקין ז, סמילנסקי ע, דולב ע ואחרים. 2008. התנהגות פרות בקר לבשר ביחס למקורות מים וצל בשטחי מרעה באגן ההיקוות של הכנרת. דו"ח מסכם למשרד החקלאות.
2. נמצוב ס. 2009. השועל והכרם – מניעת נזקים של יונקים ועופות לחקלאות. ירושלים: רשות הטבע והגנים. נצפה באוגוסט 2012.
3. רוטשילד א. 2011. גידור כרמים בהרי יהודה – סימפטום למשקלם הנמוך של שיקולים אקולוגיים בחקלאות ובתכנון חקלאי. *אקולוגיה וסביבה* **4**: 248–246.
4. רייכמן א. 2010. זאבים ומשק האדם בצפון ישראל – דו"ח מסכם לשנת 2009, רשות הטבע והגנים.
5. רימר א. 2001. מקורות זיהום עיקריים באגן ההיקוות של הכנרת – תמונת מצב. החברה להגנת הטבע.
6. Agouridis CT, Workman SR, Warner RC, and Jennings GD. 2005. Livestock grazing management impacts on stream water quality: A review. *Journal of the American Water Resources Association* **41**: 591–606.
7. Bagshaw CS. 2002. Factors influencing direct deposition of cattle fecal material in riparian zones. Wellington, New Zealand. MAP Technical Paper 2002/19.
8. Bailey DW, Gross JE, Laca EA, et al. 1996. Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. *Journal of Range Management* **49**: 386–400.
9. Bar-David S, Bar-David I, Cross PC, et al. 2009. Methods for assessing movement path recursion with application to African buffalo in South Africa. *Ecology* **90**: 2467–2479.
10. Dolev A, Saltz D, and King R. 2006. Anthropogenic-dependent over-abundance of fox populations: Patterns and conservation implications. Proceedings of the 1st European Congress of Conservation Biology; 22–26 Aug 2006; Eger (Hungary): Blackwell publishing.
11. Dolev A, Ungar ED, Yehuda Y, and Henkin Z. 2008. Factors influencing the spatial distribution of beef cattle on Mediterranean rangeland. IGC-IRC 2008 International congress; 29th June – 5th July 2008; Hohhot, China.
12. Ganskopp D. 2001. Manipulating cattle distribution with salt and water in large arid-land pastures: A GPS/GIS assessment. *Applied Animal Behavior Science* **73**: 251–262.
13. Ganskopp DC and Bohnert DW. 2009. Landscape nutritional patterns and cattle

- .distribution in rangeland pastures. *Applied Animal Behavior Science* **116**: 110–119
- Gutman M and Seligman NG. 1979. Grazing management of herbaceous .14
Mediterranean foothill range in the upper Jordan Valley and its effect on cattle and
.vegetation. *Journal of Range Management* **32**: 86–92
- Kenneth WT, Edward RA, Neil KM, and Melvin RG. 2003. Spatial and temporal patterns .15
.of cattle feces deposition on rangeland. *Journal of Range Management* **56**: 432–438
- Markel D. 2005. Monitoring and managing lake Kinneret and its watershed, Northern .16
Israel, [a response to environmental, anthropogenic and political constraints](#). In:
Hamdy A and Monti R (Eds). Food security under water scarcity in the Middle East:
.Problems and solutions. Bari: CIHEAM
- Pandey V. 2007. Analysis and modeling of cattle in complex agro-ecosystems of .17
.south Florida (Phd dissertation). Florida, USA: University of Florida
- Porath ML, Momont PA, DelCurto T, et al. 2002. Off-stream water and trace mineral .18
salt as management strategies for improved cattle distribution. *Journal of Animal*
.Science **80**: 346–356
- Pringle HJR and Landsberg J. 2004. Predicting the distribution of livestock in .19
.rangelands. *Austral Ecology* **29**: 31–39
- Schwarte KA, Russell JR, and Morrical DG. 2011. Effects of pasture management and .20
off-stream water on temporal/spatial distribution of cattle and stream bank
characteristics in cool-season grass pastures. *Journal of Animal Science* **89**: 3236–
.3247