

Research article

מאמר מחקר

מדד השוטטות (חתכי עקבות על שביל טשטוש) ככלי לניטור ולהבנה של מארג מיני היונקים בתא שטח מדברי

נ' שגבי¹, מ' חן², ב' שלמון³

1 מו"פ מדבר וים המלח, שלוחת חבל אילות, יטבתה

2 פקח למניעת נזקי חקלאות לשעבר, אילת

3 גמלאי רשות הטבע והגנים, אילת

פרטי התקשורת: nitzan@adssc.org mori.redsea@hotmail.net benny.shalmon072@gmail.com

ת ק צ י ר

אומדן של כמות וצפיפות מיני יונקים מסדרות שונות ובגדלים שונים מועלה לעיתים קרובות כבקשה מפי אנשי ממשק, חוקרים של רשות הטבע והגנים, מוסדות מחקר וחקלאים. מידע קצר-טווח או ארוך-טווח על אוכלוסיות של יונקי בר מאפשר לבחון את נחיצות הממשק כדי למנוע ממינים אלה לגרום נזקים למינים נדירים, לחקלאות, למשק החי ולאדם. יישום שיטת חתכי עקבות במסלול (transect line) באמצעות ספירת עקבות החוצים דרך (שביל טשטוש) מספק מידע על מידת השוטטות של בעלי החיים בתא השטח הנבדק. את המידע המתקבל בשיטה זו אנו מכנים מדד השוטטות. מדד השוטטות מאפשר לאמוד שפע ומגוון של מיני יונקים לאורך שנים בבית גידול או בתא שטח מסוים. במאמר זה נציג כיצד השימוש בשיטת חתכי העקבות ובמדד השוטטות במדבר צחיח קיצוני מנגיש ביעילות מידע מדעי מהימן על מגוון המינים ועל מצב אוכלוסיותיהם לאורך זמן, וכן על היחסים בין מיני יונקים שונים.

מילות מפתח:

יונקים

זאב

תן

שועל מצוי

ארנבת מצויה

קיפוד מדבר

ניטור

1. מבוא

(transect) לשם איתור טורפים מקומיים ופולשים במדבר אוסטרלי, וכך עשו גם בלאום ואחרים (Blaum et al., 2007) בסוואנה שיחנית, על תשתית חולית, במדבר קלהרי בדרום אפריקה. מחקרים אחרים בחנו את השימוש בשיטות מעקב שונות באותו איזור: ג'ושי ואחרים (Joshi et al., 2020) בדקו מגוון מינים בשמורה הררית יובשנית טרנס הימלאית באמצעות מצלמות מעקב ובאמצעות זיהוי גנטי מגללים; סילברה ואחרים (Silveira, Jácomo, and Diniz-Filho, 2003) בדקו פאונת יונקים בסוואנה עשבונית בשמורה במרכז ברזיל בשלוש שיטות – מצלמות מעקב, חתכי תצפית מרכז בנסיעה (track survey) וחתכי עקבות. חתכי עקבות היו היעילים ביותר ובתוך ימים ספורים הציגו את כל היונקים שנצפו לאחר מכן, ואילו תוצאות מצלמות המעקב הציגו את מגוון המינים הגבוה ביותר. לירה-יורג ואחרים (Lyra-Jorge et al., 2008), שעבדו אף הם בברזיל, השוו יעילות של חתכי עקבות לעומת מצלמת שביל.

בעשורים האחרונים התפתחו ברחבי העולם שיטות שונות לאומדן מגוון ושפע של מיני יונקים גדולים ובינוניים. שיטות רבגוניות רבות כאלה מתועדות במדינות שונות בעולם: בקניה, צופים מיומנים ערכו תצפיות בעין ובמשקפת, תוך כדי הליכה ברגל או בנסיעה איטית ברכב לאורך חתכים קבועים (Njoroge et al., 2009), ובמדבר טאר שבהודו נעזרו גם בבדיקת עקבות ותשאול תושבים מקומיים (Dev and Singh, 2016); בישראל נותחו נתוני תצפיות ממאגר הנתונים של רשות הטבע והגנים (Werner, 2012); גרינוויל ואחרים (Greenville, Wardle, and Dickman, 2017) הציבו מצלמות מעקב (camera traps) במדבר במרכז אוסטרליה; סקוט ואחרים (Scott et al., 2005) סקרו שפע ומגוון של יונקים באזור מדברי בירדן באמצעות זרקורים; סאותגייט ומוסבי (Southgate and Moseby, 2008) נעזרו בגששים ילידים לבדיקת חתכי עקבות (line

ובכך למנוע ספירה כפולה. יתרון נוסף הוא האפשרות לבצע חזרות רבות לאורך חודשי השנה, בעונות שונות ולאורך שנים רבות. מן הסיבות שנזכרו לעיל שיטת חתכי העקבות אידיאלית לביצוע בעונות יבשות או בתנאים מדבריים לאורך כל השנה. היא מתאימה פחות ליחידות נוף עתירות-גשם, שם יש לה שני חסרונות עיקריים: (1) גשם ורטיבות מטשטשים עקבות מיד לאחר שהוטבעו, ומקשים על טביעת עקבות של מינים קטנים; (2) עקבות המוטבעים בכוח או בקרקע מתקשה יישארו לאורך זמן, ולא ניתן לדעת מתי הוטבעו.

ניטור ארוך-טווח באמצעות חתכי עקבות המבוצע לאורך שנים מאפשר להבחין בשינויים בדפוס השוטטות של מארג המינים השונים בעונות שונות, במגמות שינוי בגודלי אוכלוסיות ובהשפעת שינויים באוכלוסיות טורפים על אוכלוסיות נטרפים, ובין מיני הטורפים. מדד השוטטות מספק מידע על מינים בעלי תחום מחיה צר, כגון קיפוד מדבר, וגם על מינים בעלי תחום מחיה רחב, כגון זאב וצבוע, ומאפשר גילוי של מינים מתפרצים כגון כלבים וחתולים.

2. שיטות המחקר

המעקב בוצע בשני בתי גידול שונים – שטח חקלאי ושטח טבעי – בחבל אילות, בדרום הערבה. חבל ארץ זה מאופיין בתנאי אקלים של מדבר צחיח קיצוני:

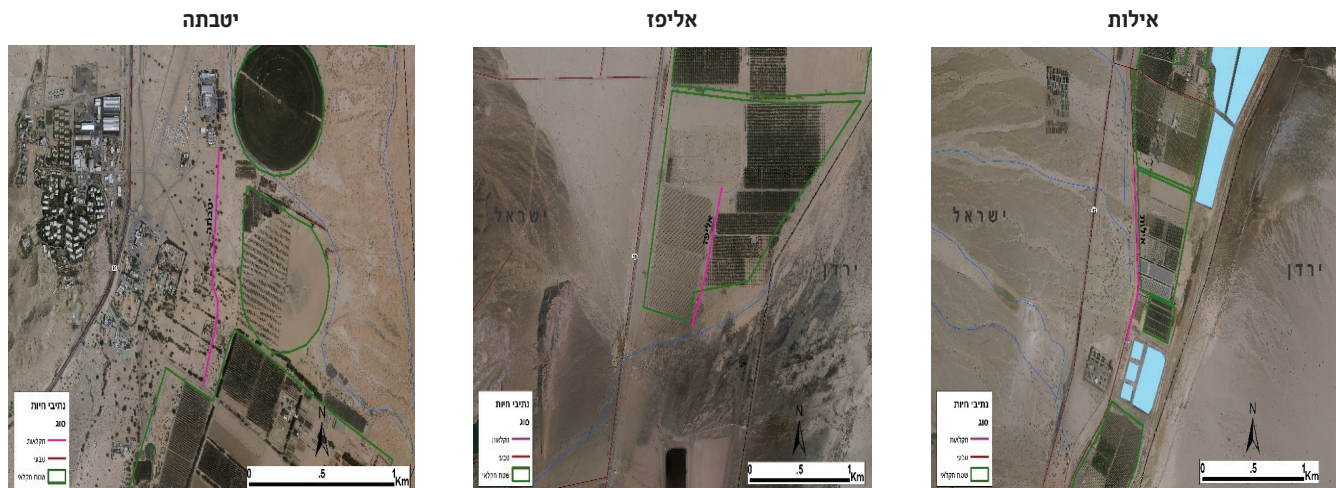
א. בשטח חקלאי, בשולי שטחים חקלאיים של שלושה קיבוצים (אילות, אליפז, יטבתה), על דרכי עפר, בוצע המעקב פעם בחודש, במשך תשע שנים (108 חזרות), בבוקר אחרי ליל ירח מלא, לאורך 1 ק"מ (איור 1א).

מסקנתם היא שהשיטה הזולה והיעילה ביותר היא חתכי עקבות, אך אם נדרש מידע מפורט משלים לגבי המינים ניתן להוסיף מצלמות.

במדבר, אזור שנוכחות האדם בו נמוכה, ניתן לספור ולאמוד אוכלוסיות יונקים הפעילים ביום או לרוב – בלילה. באזורים המדבריים בישראל משתמשים בכמה שיטות לאומדן תפוצה ושפע של מיני יונקים מקבוצות שונות: לכידה במלכודות (טורפים, דורבנים); שיטת המסרק, ספירה מכלי רכב הנעים לאט בשורה בשעות היום (צבאים, יעלים); תצפיות מן האוויר באמצעות רחפן או כלי טיס (ראמים); ספירה לילית מכלי רכב נוסע בעזרת זרקור (טורפים); מצלמות מעקב אוטומטיות בנקודות בעלות סיכוי גבוה לנוכחות מגוון יונקים (מקורות מים, מזון, שבילים, מאורות); ואיסוף גללים ואנליזה גנטית של החומר התורשתי (נמרים) (Barocas et al., 2018; Perez, Geffen, and Mokady, 2006; Tichon, Rotem, and Ward, 2017; Yom-Tov and Ilani, 1987).

לכל השיטות הללו נדרשות השקעות גבוהות: ימי עבודה וכלי רכב, ציוד תצפית, צילום או לכידה, אנליזות כימיות יקרות, צופים מיומנים והיתר מתאים מרשות הטבע והגנים. לפיכך הן בדרך כלל מתבצעות מספר פעמים נמוך בשנה מסוימת, או רק בשנים ספורות. לעומתן שיטת חתכי העקבות, שממנה נגזר מדד השוטטות של בעלי החיים, היא שיטה פשוטה בעלת כמה יתרונות. השימוש בה מאפשר לאסוף מידע על מגוון רחב של מיני יונקים פעילי לילה ויום וגם לבדוק נוכחות וזחלים, פרוקי רגליים ועופות דוגרי קרקע.

להפעלת השיטה נדרשת מיומנות זיהוי עקבות, הנרכשת בקלות יחסית, עלות הפעלתה נמוכה, ניתן לבצע אותה ברכב או ברגל בזמן קצר, ומהימנותה גבוהה. הסוקר מטשטש קטע קרקע צר וארוך בנוף

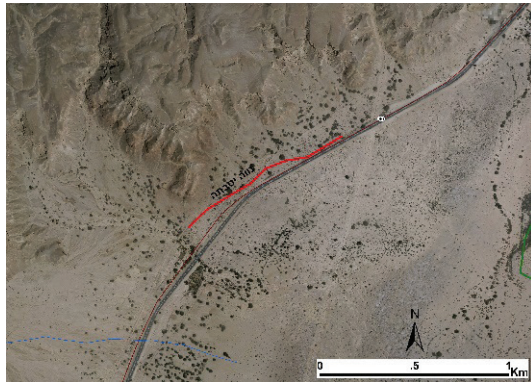


איור 1א: מיקום חתכי עקבות באזורים החקלאיים: ורוד – פס טשטוש, ירוק – תחום שטח חקלאי, כחול – תוואי ערוץ זרימה שיטפונית

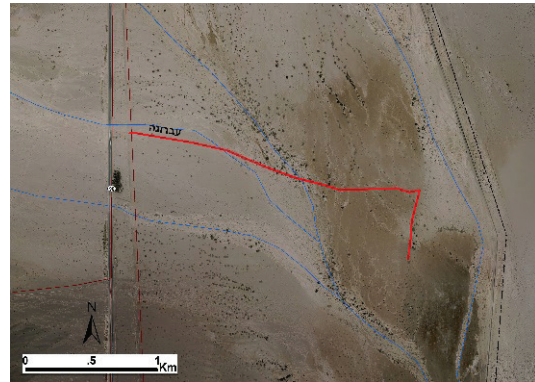
ב. בשטח טבעי, על דרכי עפר בשמורת טבע (עברונה, 72 חזרות) ובשטח טבעי (נווה יטבתה, 60 חזרות) (איור 1ב) בוצע המעקב 2–3 פעמים בחודש, לאורך 1.4–5 ק"מ. הנתונים שוקללו לק"מ.

שטח. ביום שלמוחרת הוא מזהה את העקבות, ורושם את מספר החציות שהוטבעו ביום הקודם או בלילה. בסביבה המדברית נמחים העקבות הקודמים באופן טבעי בתוך כשבוע (בדיקה מוקדמת, לא פורסם), וגם אפשר למחוק אותם יום לפני הבדיקה או יום לאחריה,

נווה יטבתה



שמורת עברונה



איור 1: מיקום חתכי עקבות באזורים טבעיים: אדום – פס שטטוש, כחול – תוואי זרימה שטפונית

צבאי הנגב לא נכללו בתוצאות, כיוון שהם נספרים בצורה מדויקת (בידי רשות הטבע והגנים) מדי שנה בספירות בשיטת מסרק בשעות היום בשמורות עברונה ויטבתה. כמו כן בחרנו לא לכלול במעקב את המכרסמים הקטנים (כפסמון ומריון מדבר ומינים שונים של גרביל, ירבעו וקוצן), הכוללים כמה מינים בעלי גודל אוכלוסיות שונה, מזונות שונים ותחומי מחיה שונים (שלמון ואחרים, 1993).

3. תוצאות

בשיטת חתכי העקבות נערכו 240 תצפיות, שבמהלכן נמצא מגוון של מיני יונקים. מצאי היונקים שנמצא בשטחים החקלאיים היה גבוה מן המצאי בשטחים פתוחים, וכלל גם כלבים וחתולים, שהם מינים מלווי אדם. מינים אלה לא הוכנסו לתוצאות (טבלה 1).

אופן איסוף הנתונים: הצופה הלך ברגל בשעות הבוקר המוקדמות לאורך דרך עפר שתשתיתה חול דק או אבק, כך קל לקרוא טביעות עקבות ולזהות את המין (בן-דוד, 2020; שלמון ואחרים, 1993). יום קודם לתצפית ניקו את דרך העפר מעקבות קודמים באמצעות רכב הגורר קטע גדר תלתלית (טשטשת), או צרור צמיגי מכוניות משומשים, או תוך כדי הליכה ושימוש במטאטא כביש. הוקפד שהקטע הנבדק יהיה בכיוון שמרב היונקים בתא השטח יחצו אותו.

המידע בשני בתי הגידול נאסף במסגרת פרויקטים שונים בטווחי זמן שהשתרעו בשנים שונות, לכן ניתן להשוות בין מגמות באוכלוסיות של כל בית גידול בנפרד. מספר העקבות אינו מייצג את מספר הפרטים ממין מסוים בתא השטח, אלא מעיד על כמות השוטטות שלהם. שיטה זו מאפשרת להשיג אומדן השוואתי לגודלי האוכלוסיות של המינים השונים וליחסים ביניהם, וגם להשוות בין עונה לעונה ובין שנה לשנה.

טבלה 1: שבעת מיני היונקים השכיחים ביותר שנרשמו (צילומים: ארז הרנשטט, מורי חן, בני שלמון, ניצן שגב)

נטרפים

קיפוד מדבר

Paraechinus aethiopicus



ארנבת מצויה

Lepus capensis



דורבן

Hystrix indica



טורפים

זאב

Canis lupus



תן

Canis aureus

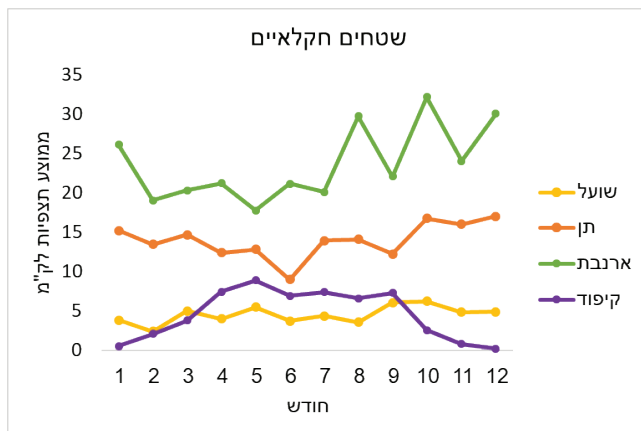
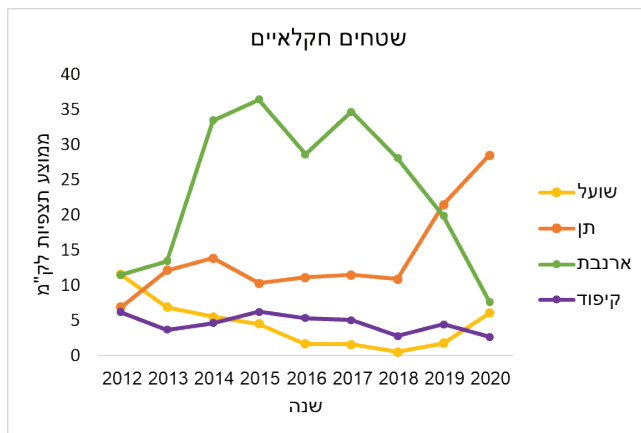


שועל מצוי

Vulpes vulpes



תנודות חודשיות: ארנבות הציגו תנודתיות גבוהה ביותר בין חודשי השנה השונים; ירידה כללית ניכרה בתצפיות בחודשים פברואר עד יולי. התן היה דומיננטי בשטחי החקלאות ושמר על יציבות לאורך כל השנה, פרט לשפל בחודש יוני. השועל, שהופיע בשכיחות נמוכה יותר מהתן, שמר אף הוא על יציבות לאורך כל חודשי השנה. שכיחות הקיפודים הושפעה מחודשי השנה – תצפיות הקיפודים ירדו לאפס בחודשי החורף (דצמבר וינואר) ועלו עד לשיא בחודש מאי.



איור 3: תנודות חודשיות בהופעת מיני יונקים עיקריים בשטחי החקלאות (אילת, אליפז ויטבתה). למעלה – התפלגות שנתי, למטה – התפלגות חודשית (ממוצע רב-שנתי למינים נפוצים שהממוצע הכולל שלהם גבוה מ-1, לכן לא נכללו צבוע, זאב ודורבן). בשנת 2012 התגלה ביטבתה שועל חולה כלבת

3.2 שטחים טבעיים

בבחינת התנודות השנתיות של מיני יונקים בשטחים הטבעיים הפרדנו בין השטח בעברונה לשטח בנווה יטבתה, כיוון שביטבתה נבדקו טורפים בלבד, וטווח השנים לא חפף במלואו (איורים 4, 5). בעברונה הארנבת היא ההרביבור הנפוץ ביותר בכל השנים, והשועל הוא הטורף הנפוץ ביותר בכל השנים. הארנבת והשועל הושפעו משנת הניטור (איור 4, למעלה), כאשר הירידה באוכלוסיית הארנבות עוקבת ומפגרת בשנה אחרי עלייה באוכלוסיית השועלים (שנת השיא בתצפיות ארנבת היא 2008, ובתצפיות שועל – 2009; שנת השפל בתצפיות ארנבת היא 2010, ובתצפיות שועל – 2011). בנווה יטבתה השועל הוא הטורף הנפוץ, הוא מושפע משנת הניטור (איור 4, למטה) ונמצא במגמת ירידה החל משנת 2006 ועד לשנת 2010. הטורפים האחרים נצפו בעקביות בכל שנות הניטור, אך במספרים קטנים יותר; התן והצבוע הראו מגמות הפוכות.

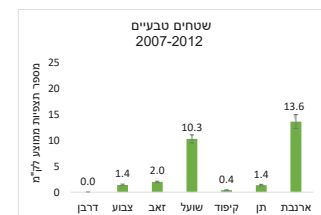
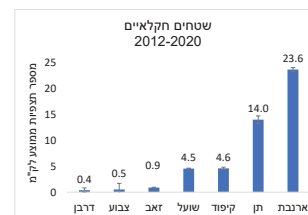
אוכל נבלות

צבוע

Hyaena hyaena



התצפיות הניבו נתונים שאי-אפשר לראותם כנתונים מוחלטים, כיוון שהניטור בשטחים הטבעיים ובשטחי החקלאות בוצע בשנים שונות. משום כך בחרנו להתייחס לממוצע הרב-שנתי כמתאר מגמה כללית המאפיינת את אופי השטח. ארנבת מצויה הייתה ההרביבור בעל שכיחות העקבות הגבוהה ביותר בשני סוגי השטחים. ארנבת, תן וקיפוד מדבר היו שכיחים יותר בשטחים החקלאיים. דורבן, שנצפה במספרים נמוכים בשטחים החקלאיים, לא נצפה כלל בשטחים הטבעיים. לעומתם הטורפים שועל מצוי, זאב וצבוע היו שכיחים יותר בשטחים הטבעיים (איור 2).



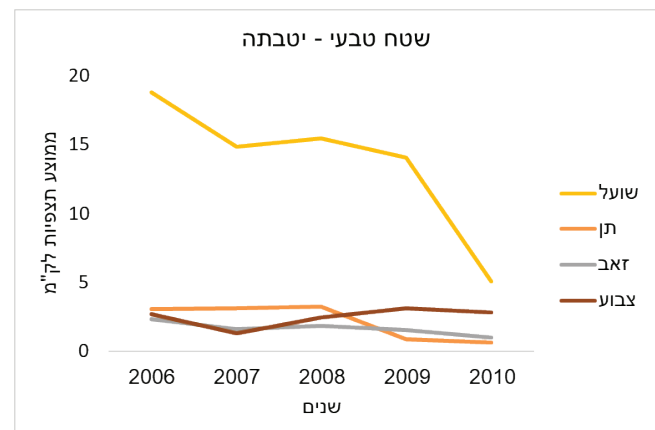
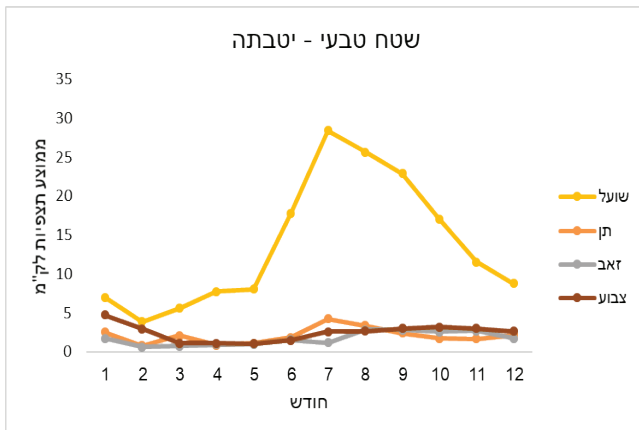
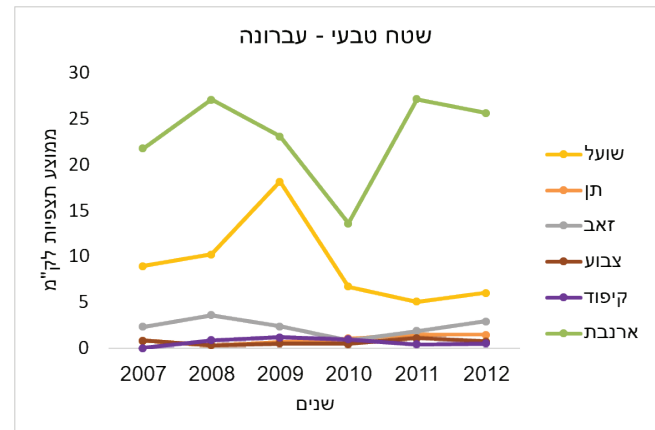
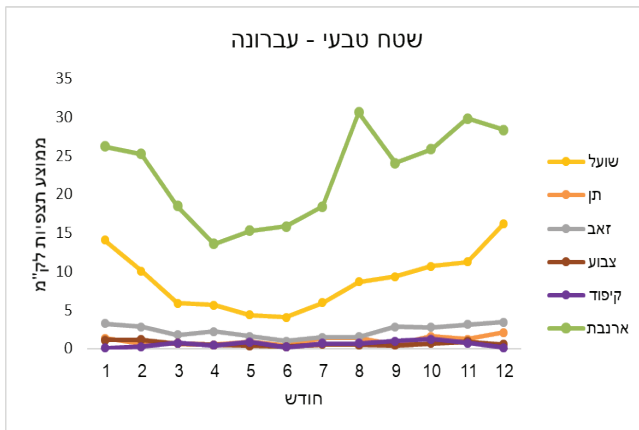
איור 2: מימין – מספר התצפיות בשטחים טבעיים בשנים 2007-2012.

משמאל – מספר התצפיות בשטחים חקלאיים בשנים 2012-2020. הערכת השפע משקפת פעילות ולא מספר פרטים מוחלט, כיוון שלא ניתן להפריד בין התרחישים של שפע נמוך ופעילות גבוהה, לבין שפע גבוה ופעילות נמוכה

3.1 שטחי חקלאות

בבחינת התנודות השנתיות והחודשיות של מיני יונקים בשטחים החקלאיים (איור 3) התמקדנו במינים הנפוצים בלבד, מאחר שהתצפיות במינים בעלי תחום השיטוט הגבוה – צבוע וזאב – היו נמוכות מכדי ליצור דפוס קבוע. בשטחים החקלאיים נמצאה עלייה נקודתית במספר הזאבים בחודש אוגוסט (לא מוצג בגרף).

תנודות שנתיות: ארנבות הציגו תנודתיות גבוהה ביותר בשנים השונות. מספרן עלה באופן בולט בשנת 2013, הגיע לשיא בשנת 2015 והחל בירידה ניכרת בשנת 2017 עד לשפל בשנת 2020. לעומתן השועלים והתנים הראו מגמה הפוכה: שיא בשנת 2020 עבור התנים ובשנים 2012 ו-2020 עבור השועלים. בשנת 2012 התגלה שועל חולה כלבת ביטבתה, ואחרי שנת השיא הזו נצפתה ירידה חדה, עד לשפל בשנת 2018. לעומת זאת עבור התנים שנת 2012 הייתה שנת שפל. נראה אפוא שבעוד מספר השועלים שנצפו יורד, מספר התנים עולה.



איור 5: תנודות חודשיות בנוכחות מיני יונקים בשטח טבעי. למעלה – בשמורת עברונה, למטה – בנווה יטבתה. בנווה יטבתה לא נבדקו ארנבות וקיפודים

איור 4: תנודות שנתיות בנוכחות מיני יונקים בשטח טבעי. למעלה – בשמורת עברונה (2007-2012), למטה – בנווה יטבתה (2006-2010). בנווה יטבתה לא נבדקו ארנבות וקיפודים

3.3 יחסי טורף-נטרף בשטחים חקלאיים

בבחינת שני מיני יונקים שיש ביניהם יחסים של טורף – תן, ונטרף – ארנבת, בשטחים החקלאיים (איור 6), ניתן לראות כי בשנים 2012–2013 היה מספר תצפיות העקבות של תנים וארנבות דומה, אך בשנים 2014–2015 עלה מספר הארנבות באופן חז, בעוד מספר התנים נשאר נמוך ואף ירד מעט. בשנת 2019 התהפכו המגמות: מספר הארנבות ירד באופן חז, עד שהגיע לשפל רב-שנתי בשנת 2020, בעוד מספר התנים זינק לשיא.

בבחינת התנודות החודשיות בשטחים הטבעיים (איור 5) ארנבות הציגו תנודתיות גבוהה בין חודשי השנה השונים: ירידה כללית בתצפיות בחודשים מרץ עד יולי, שיא בודד באוגוסט, ונוכחות גבוהה באופן כללי בסתיו ובחורף. שועלים אף הם מושפעים מן החודש בשנה, אך נמצאו בהם מגמות שונות בין עברונה (שיא תצפיות בחורף) לנווה יטבתה (שיא תצפיות בקיץ). תצפיות הזאבים היו נמוכות, אך הם נמצאו בשני האתרים לאורך כל השנה. תנים, צבועים וקיפודים נעדרו בחלק מהחודשים. עבור קיפוד המדבר לא היו תצפיות בחורף (דצמבר וינואר).

נמצאה גם במספר הזאבים באוגוסט בשטחי חקלאות (לא מוצג). ייתכן שהגעתם נובעת מחיפוש מקור שתייה בשיא העונה החמה או מחיפוש מקור מזון בעונת גיד התמרים. עלייה בשוטטות שועלים בקיץ בנווה יטבתה עשויה לנבוע מתוספת פרטים צעירים לאוכלוסייה (Begon, Harper and Townsend, 1986).

4.3 יחסי טורף-נטרף ויחסים בין מיני טורפים

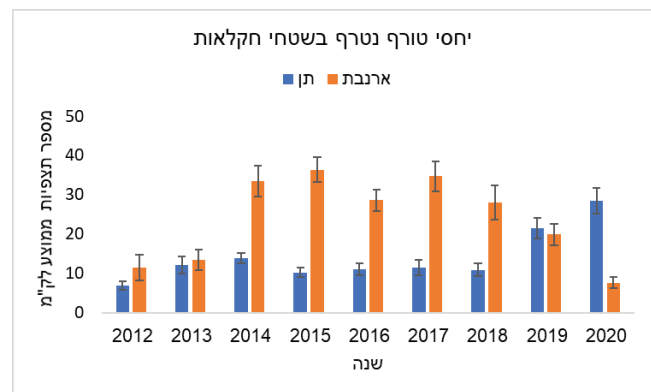
תנודות באוכלוסיות ארנבת ותן בשטחי החקלאות (איור 6) מעידות על כך שארנבת מצויה היא חלק חשוב ממזונו של התן. תנודות באוכלוסיות טורף-נטרף, כגון ירידה באוכלוסיית מין נטרף עיקרי לאחר עלייה באוכלוסיית טורף נפוץ שלו – וגם להפך – הן תופעה אקולוגית מוכרת זה כמאה שנים (Begon, Harper, and Townsend, 1986). בעבודה זו מצאנו כי שפע התצפיות בעקבות צבוע וזאב היה נמוך בשטחים טבעיים וחקלאיים (איור 2). ייתכן שמספר זה מושפע מכך שבשטחים חקלאיים נעשה דילול מבוקר של תנים בהיקפים משתנים, וגם מכך שבשנים 2005–2007 נעשה דילול מבוקר של אוכלוסיית הזאבים בשמורות עברונה ויטבתה כדי למנוע פגיעה בצבאי שיטים ובצבאי הנגב (Breslau et al., 2020). נוכחות ציידים בשטח יכולה להוריד את רמות השוטטות של מינים נוספים על המינים שדוללו בפועל.

לצורך יצירת ממשק והבנה מקיפה יותר של התנודות השנתיות יש צורך להסתמך על מדד השוטטות בתוספת מידע משלים על היקף הדילולים היוזמים. מכרסמים וארנבות הם חלק ממזונם של הטורפים שועל מצוי, תן וזאב. כיוון שיש חפיפה רבה במיני המזון של מיני הטורפים האלה, עלולה עלייה באוכלוסיית טורף גדול לדכא אוכלוסיית טורף קטן ממנו (זאב < תן < שועל מצוי) (Newsome and Ripple, 2014). כמו כן עלייה תלולה באוכלוסיית מיני הכלביים (שועל מצוי, תן, זאב) עלולה לעודד התפשטות כלבת ועקב כך לגרום לירידה תלולה באוכלוסייתם, כפי שנצפה בשועלים בשטחים חקלאיים בשנת 2012. גם שלמון ו-ורונסקי (Shalmon et al., 2021) דיווחו על אירועי כלבת בערבה בעקבות עלייה בצפיפות טורפים, ובשל הצורך לדלל כלביים בסביבת יישובים כדי למנוע סכנת כלבת לאדם, לחיות הבית ולמשק החי. השימוש בשיטת מדד השוטטות בניטור ארוך-טווח יאפשר להעריך מתי אוכלוסיית כלביים מגיעה לשיא שעלול להביא להתפרצות מגיפות, ולהיערך לכך בהתאם.

4.4 השימוש בשיטת חתכי העקבות ובמדד השוטטות:

יתרונות וחסרונות

בהשוואת יעילות שיטות הסקר השונות על פי סקירה ספרותית, נראה כי שיטת חתכי העקבות היא היעילה ביותר: נדרשות לה שעות עבודה מעטות ביותר; לא נדרש לה ציוד יקר אלא ציוד בסיסי בלבד לצורכי שטוש, כגון צמיג רכב משומש, מגרפה או מטאטא; השימוש ברכב הוא מינימלי וממוקד (ולעיתים ניתן לוותר עליו מכול וכול ולעשות סריקה רגלית); מיומנות הסוקרים ניתנת לרכישה בקלות; וכן השיטה אינה פולשנית, ואינה מחייבת היתר מרשות הטבע והגנים (כאשר מתבצע מחוץ לשמורת טבע). באמצעות שיטה זו מתאפשרת סקירת המגוון המלא של כל היונקים הבינוניים והגדולים בתא שטח, וניתן לבצע אותה בפרקי זמן משתנים, מטוחים מידיים ועד לטווחי זמן ארוכים של שנים



איור 6: התפלגות שנתית של נוכחות תנים וארנבות בשטחים חקלאיים (אילות, אליפז, יטבתה)

4. דיון ומסקנות

מדד השוטטות מספק מידע מעניין לטווחי זמן ארוכים על תופעות אקולוגיות.

4.1 השפעת החקלאות על יונקים במדבר צחיח קיצוני

בסביבה מדברית בכלל ובמדבר צחיח קיצוני בפרט, יוצרת החקלאות סביבה מלאכותית שונה מאוד מן הסביבה הטבעית. שפע העקבות של יונקים בינוניים וגדולים החוצות את הדרכים הנבדקות (איור 2) מעיד כי בהשוואה לשטחים טבעיים, סביב השטחים חקלאיים מתאפשר קיום של אוכלוסיות גדולות יותר של ארנבת מצויה, דורבן, תן וקיפוד מדבר. לעומת זאת שפע התצפיות בטורפים – זאב, צבוע ושועל מצוי – היה גבוה בשטחים טבעיים בהשוואה לשטחי החקלאות. מצב זה נוצר כיוון שהסביבה החקלאית מעשירה את הסביבה המדברית הקיצונית במיני מזון, במים זמינים ובמחסה. כך מצאו גם שפירא ואחרים (Shapira, Sultan, and Shanas, 2008) בבדיקת שטחים בדרום הערבה, שבהם היו בצד הישראלי שטחי חקלאות אינטנסיבית, לעומת השטח הטבעי בצד הירדני. נוסף על כך שטחי החקלאות הם בבחינת "מקפצות" למינים צפוניים מלווי אדם (כגון התן), שלא היו מתקיימים בחבל ארץ זה לולא בית הגידול החדש שנוצר עבורם. עקבות דורבן נצפו ונרשמו בשטחים חקלאיים בלבד.

4.2 עונתיות

תנודות עונתיות בשוטטות אינן מעידות בהכרח על שפע מספרי שעלה או שירד, אלא על שינוי בדפוסי הפעילות בהתאם לביולוגיה של המין הנבדק. לדוגמה, היעדר רישומי עקבות קיפודי מדבר בחורף בשטחים הטבעיים (איור 5) ובשטחי החקלאות (איור 3 למטה) מאפיין את הסביבה המדברית החמה. קיפודים אינם פעילים כשטמפרטורת הסביבה יורדת מ-12°C, והבידוד התרמי שלהם מן הסביבה נמוך. נוסף לכך הם ניזונים בעיקר מחרקים הפעילים בעונות החמות. מסיבות אלה בעונה הקרה קיפודי המדבר חורפים (מבצעים היברנציה) (שלמון ואחרים, 1993). ערכי הפעילות של זאב וצבוע, המתאפיינים בתחום שיטוט רחב מאוד, היו נמוכים יחסית לשועל ולתן, שרמת השוטטות שלהם גבוהה בשטחי החקלאות לאורך כל השנה. בעונת החורף, שהיא עונת הייחום של מינים אלה, נצפתה עלייה ברמת השוטטות. עלייה נקודתית

- Dev, K., Singh, P., 2016. Mammalian diversity of Shekhawati region in arid zone of Thar Desert, India. *International Journal of Fauna and Biological Studies* 3 (5), 16–22.
- Greenville, A. C., Wardle, G. M., Dickman, C. R., 2017. Desert mammal populations are limited by introduced predators rather than future climate change. *Royal Society Open Science* 4 (11), 1–14.
- Joshi, B. D., Sharief, A., Kumar, V., Kumar, M., Dutta, R., Devi, R., Singh, A., Thakur, M., Sharma, L. K., Chandra, K., 2020. Field testing of different methods for monitoring mammals in Trans-Himalayas: A case study from Lahaul and Spiti. *Global Ecology and Conservation* 21, e00824.
- Lyra-Jorge, M. C., Ciochetti, G., Pivello, V. R., Meirelles, S. T., 2008. Comparing methods for sampling large and medium-sized mammals: Camera traps and track plots. *European Journal of Wildlife Research* 54, 739–744.
- Newsome, T. M., Ripple, W. J., 2014. A continental scale trophic cascade from wolves through coyotes to foxes. *Journal of Animal Ecology* 84, 49–59.
- Njoroge, P., Yego, R., Muchane, M., Githiru, M., Njeri, T., Giani, A., 2009. A survey of the large and medium sized mammals of Arawale National Reserve, Kenya. *Journal of East African Natural History* 98, 119–128.
- Perez, I., Geffen, E., Mokady, O., 2006. Critically endangered Arabian leopards *Panthera pardus nimr* in Israel: Estimating population parameters using molecular scatology. *Oryx* 40, 295–301.
- Scott, D. M., Waite, S., Maddox, T. M., Freer, R. A., Dunstone, N., 2005. The validity and precision of spotlighting for surveying desert mammal communities. *Journal of Arid Environments* 61, 589–601.
- Shalmon, B., Wronski, T., 2021. The conservation history of Arabian gazelles (*Gazella arabica*) in Israel — do fifty-five years monitoring help to define future incentives. *Animal Science, MedDocs eBooks*. pp. 21–38.
- Shapira, I., Sultan, H., Shanas, U., 2008. Agricultural farming alters predator–prey interactions in nearby natural habitats. *Animal Conservation* 11, 1–8.
- Silveira, L., Jácomo, A. T. A., Diniz-Filho, J. A. F., 2003. Camera trap, line transect census and track surveys: A comparative evaluation. *Biological Conservation* 114, 351–355.
- רבות. אפשר גם לשפר את השיטה בהוספת רישום של עקבות עופות דוגרי קרקע, כגון כרוון וחבורה, אם אלה נמצאים בתא השטח, כמינים סמנים לאיכות בית הגידול.
- כמו ברוב שיטות הדיגום האחרות מדד השוטטות אינו נותן מספר מדויק של כל האוכלוסייה או של כל הפרטים בתא שטח, אלא הוא מסתמך על מדגם בלבד. כמו כן מדד זה מבטא את פעילות בעלי החיים הנבדקים, ולא את פעילותם של מספר פרטים מוחלט, כיוון שלא ניתן להפריד בין התרחישים של שפע נמוך ופעילות גבוהה, לבין שפע גבוה ופעילות נמוכה.
- מדד השוטטות מאפשר ניטור והערכת מגמות של אוכלוסיות בר, וניתן להשתמש בו לצורכי ממשק בשטחים פתוחים ובשמורות טבע, וגם בקרב אוכלוסיות של מינים מזיקים לחקלאות, או של מינים העלולים לגרום להתפשטות תחלואה (כלבת). בנתונים אפשר להיעזר לשם ביצוע ממשק מתאים להקטנת הנזק או למניעתו.
- לסיכום, שיטת חתכי העקבות היא השיטה המדויקת, הפשוטה והזולה לספירת יונקים ההולכים על הקרקע, בהשוואה לכל שיטות ספירת היונקים המקובלות במדבריות בארץ ובעולם. במחקר זה הראינו כי היא מתאימה לשימוש במדבר צחיח קיצוני, וכי ניתן להשתמש במדד השוטטות כאומדן למצב אוכלוסיות יונקים גדולים ובינוניים. אנו מציעים להשתמש בשיטה זו בעתיד לצורך מחקר וניטור יונקים גדולים בסביבה מדברית.

תודות

אנו מודים לרחמים שם-טוב על הסיוע בהפקת המפות.

מקורות

- בן-דוד, א', 2020. עקבות יונקים בדרום הארץ – מדריך כיס. מקום מפגש.
- שלמון, ב', קופיאן, ט', חדד, ע', 1993. מדריך היונקים בישראל וסימני השדה לנוכחותם. כתר. ירושלים.
- Barocas, A., Hefner, R., Ucko, M., Merkle, J. A., Geffen, E., 2018. Behavioral adaptations of a large carnivore to human activity in an extremely arid landscape. *Animal Conservation* 21, 433–443.
- Begon, M., Harper, J., Townsend, C., 1986. *Ecology. Individuals, populations and communities*. Blackwell Scientific Publications. Oxford.
- Blaum, N., Rossmanith, E., Popp, A., Jeltsch, F., 2007. Shrub encroachment affects mammalian carnivore abundance and species richness in semiarid rangelands. *Acta Oecologica* 31, 86–92.
- Breslau, B., Polak, T., Shalmon, B., Groner, E., 2020. Evidence of browsing pressure on the critically endangered Acacia gazelle (*Gazella acaciae*). *Journal of Arid Environments* 173.

- Werner, N. Y., 2012. Small carnivores, big database. *Small Carnivore Conservation* 47, 17–25.
- Yom-Tov, Y., Ilani, G., 1987. The numerical status of *Gazella dorcas* and *Gazella gazella* in the Southern Negev Desert, Israel. *Biological Conservation* 40, 245–253.
- Southgate, R., Moseby, K., 2008. Track-based monitoring for the deserts and rangelands of Australia. *Envisage Environmental Services, Ecological Horizons*.
- Tichon, J., Rotem, G., Ward, P., 2017. Estimating abundance of striped hyenas (*Hyaena hyaena*) in the Negev Desert of Israel using camera traps and closed capture–recapture models. *European Journal of Wildlife Research* 63 (1), 1–13.