

מדע העקבות

שישי בבוקר, חולות חדרה. למעט חיפושית או שתיים שחוצות בהליכה איטית את החול, המקום נראה נטול חיים לחלוטין. אך העובדה הזו לא מפריעה לקבוצת אנשים שמתבוננים מטה בהתלהבות. בחול חרותים סימנים מסתוריים, כמו אותיות בשפה סודית למי שיודע לקרוא אותה: גל מושלם שהשאירה אחריה הלטאה נחושית החולות, שביל דמוי-טרקטור שסלל צב, ומבנה טרפזי מארבעה עיגולים קטנים, עדות לנוכחותו של המכרסם מריון מצוי. בעלי החיים נמצאים כאן, מסביבנו - אלה אנחנו שלא רואים אותם. גששות עקבות היא מיומנות שמלווה את האנושות עוד מימינו כציידים-לקטים. אולם איזו רלוונטיות יש לגששות במאה ה-21, כאשר רוב אוכלוסיית העולם חיה בערים ולא צדה את מזונה בעצמה? מי רוצה לדעת לזהות עקבות וסימני שדה של בעל חיים ולהבין מה היה הנתב שלו? התשובה מפתיעה: מדענים. "ניטור עקבות היא שיטה מהירה, זולה ולא פולשנית, שמאפשרת לאסוף כמות נתונים גדולה בשדה", מסביר אסף בן דוד, מדריך גששות וחוקר במעבדה של פרופ' תמר דיין באוניברסיטת תל אביב. "היא שימושית במיוחד כשרוצים לאסוף נתוני נוכחות על בעלי חיים קטנים או מהירים, שמצלמות עשויות לפספס". בתקופה זו, שזכתה כבר לשם "[ההכחדה ההמונית השישית](#)", עולה קרנם של מחקרים בתחום שמירת הטבע. לצרכי המחקר החוקרים סופרים בעלי חיים, בוחנים את המצב של מינים שונים ובודקים איך האדם משפיע על מערכות אקולוגיות שונות. כאן נכנסת לתמונה האמנות העתיקה של הגששות. מחקרים ברחבי העולם משתמשים בה ככלי מחקר לא פולשני - מבלי להפריע לשגרת חייהם של בעלי החיים הנחקרים.

גשש בלש

"גששות דומה מאוד לעבודת בילוש. מסתכלים על סימנים, משערים השערות, ומנסים למצוא הוכחות בממצאים שאתה מוצא", מסביר בן דוד. המחקר שלו בוחן האם יש קשר בין התפשטות אורנים מחוץ לחורשות נטועות ובין התרבות מקרים של טריפת ביצים של ציפורי שיר. אחד החשודים העיקריים הוא העורבני, שמשתמש בעצים הפזורים בשטח כעמדת תצפית לקנים החבויים בשיחים אך גלויים מלמעלה. אולם העורבני איננו החשוד היחיד בטריפת הביצים. בשביל לזהות את שאר החשודים, בן דוד השתמש בטכניקה בלשית מסקרנת במיוחד: ביצי דמה מגבס. הוא הניח את הביצים בקני ציפורים מלאכותיים, בזמן עונת הקינון, וחיכה שהטורפים יפלו בפח. את סימני הנשיכות הוא השווה עם סימני נשיכה "מלאכותיים", שאותם יצר באמצעות גולגולות מאוספי הטבע באוניברסיטת תל אביב. "חוץ מהטורפים שציפינו להם, היו לנו גם הפתעות", הוא מסביר. "ניסינו לנחש בחוכמה: 'נשכנו' את הביצים באמצעות הגולגולות כדי לראות אם סימני השיניים מתאימים. כך גילינו באחת הביצים נשיכה של קמטן החורש (מין של לטאה), ובאחרת של קיפוד, שאכל כנראה ביצים שנפלו". אופיה הבלשי של הגששות אולי מסביר את שיתוף הפעולה המפתיע עם המחלקה לזיהוי פלילי במשטרה. בן דוד והילה שמון, חוקרת נוספת מאוניברסיטת תל אביב שנעזרת בגששות ככלי מחקר, מפתחים עם המז"פ שיטות לזיהוי אינדיבידואלי של דלקים. דלק הסלעים הוא יונק

חמקמק ממשפחת הסמוריים, שנדיר למדי לראות בישראל. "לדלקים יש טביעות אצבע מאפיינות ברורות, ולמשטרה יש יחידה לזיהוי טביעות אצבע. בעבר הם אף ערכו מחקר על זיהוי טביעות אצבע של אורנג-אוטנגים", מגלה בן דוד. זיהוי אינדיבידואלי של פרטים עשוי לעזור במחקר על אוכלוסייתו של הדלק ובשימורה. זהו יתרון משמעותי נוסף של גששות עקבות: הערכה של מצב האוכלוסייה, אפילו ברזולוציית הפרטים הבודדים, מבלי

ביצי דמה שהודפסו במדפסת תלת מימד. צילום: אסף בן

דוד

יותר יעיל, פחות מבהיל

לפגוע בבעלי החיים עצמם.

דורות של חוקרים ואנשי שדה גדלו על מלכודת שרמן - מלכודות פח מתקפלות ללכידת מכרסמים, שמאפשרות לשחרר לאחר מכן את המכרסם בלי שיאונה לו כל רע. אך הגששות מציעה שיטה נוספת להתחקות אחרי בעלי חיים, שהיא פחות מזיקה וגם יעילה יותר - פלטת עקבות. מדובר בסך הכל באמצעי פשוט: משטח עם פחם וטפט הלוכד עקבות, כך שהחיה הולכת על הפחם והעקבות נשארות על הטפט. למרות פשטותו, ואולי בזכותה, הכלי הזה יעיל ביותר. "אחוז ההצלחה של פלטות עקבות גבוה מאוד", מסבירה שמון, שהדוקטורט שלה עוסק בהשפעות פעילות אנושית על התנהגות בעלי חיים בשטחים פתוחים וחקלאיים. "בשביל למדוד את רמת הפעילות של היונקים הקטנים השתמשנו בפלטות עקבות, ושמחנו לגלות שחצי מהן אכן הכילו עקבות. בחלקן הופיעו עקבות של יותר מבעל חיים אחד, דבר שלא אפשרי במלכודת שרמן - המלכודת נסגרת אחרי בעל החיים הראשון שנכנס. עוד יתרון הוא שהפלטות יכולות להישאר לתקופה ארוכה בשטח, בניגוד למלכודות שמצריכות טיפול יומיומי כדי לשחרר את בעלי החיים. אין ספק שיחס העלות-תועלת כאן עדיף". גם בחו"ל הגיעו לאותה מסקנה: [במחקר שנערך בברזיל](#) השתמשו מדענים בשיטה זו כדי לבחון את המגוון הביולוגי של יונקים קטנים ביערות. פלטות העקבות במקרה זה היו לא יותר ממיכל דיו ודפים שריפדו צינורות מים ריקים. החוקרים השתמשו בפיתיון ששכנע את בעלי החיים הקטנים להשתמש בצינורות כמעבר. לא נשמע משכנע? על המכרסמים זה עבד: הוטבעו לא פחות מ-1408 עקבות של 251 פרטים מ-30 מינים שונים. למעשה, מניתוח הנתונים הגיעו החוקרים למסקנה שאחוז ההצלחה של מדפסות העקבות בהצגת המגוון ביער כפול מאחוז ההצלחה שהראו המלכודות המסורתיות. ייתכן שהתשובה נעוצה, בפשטות, בעובדה שחלק מהמינים לא נוטים להיכנס למלכודות הרגילות.

הצלחת פלטות העקבות תלויה, כמובן, במרכיב חשוב: גשש שידע לפענח את העקבות שמוטבעים עליהן. "באופן מסורתי, אנשים היו לומדים מתוך תצפיות ומגששים מנוסים שלימדו אותם", מסביר בן דוד. "היום את האנשים האלה מחליפים מגדירי שדה. לישראל נכתבו מספר מגדירים, אך לא מקיפים במיוחד. במקרה כזה חוזרים לשיטות הישנות ומסתמכים על העקבות בשטח: לקח שמונה שנים עד שהצלחתי לפענח את ההבדל בין עקבות של קיפוד מצוי לקיפוד מדבר. לא היה מגדיר שהסביר את ההבדלים הללו. המקום הראשון שהצלחתי לקשר בין העקבה לחיה היה בתצוגה בחי בר יטבתה". בימים אלה הוא ושותפו לפרויקט רון חן עובדים על מגדיר מלא לארץ, שיאפשר לגששים המתחילים להשוות את העקבות שמצאו עם העקבות במגדיר ולזהות איזה בעל חיים הלך כאן. הייחוד במגדיר יהיה במיני בעלי החיים של המזרח התיכון שאינם מיוצגים במגדירים המפורטים והיפים של אירופה ואפריקה. עם זאת, להצטייד במגדיר טוב זה לא מספיק. כדי להיעזר במגדירים צריך לדעת כיצד להתבונן בעקבות. בן דוד מסביר איך ניגשים לעבודה: "כשמגיעים לשטח מסתכלים על דגמי התנועה - איך החיה הלכה. לכל חיה יש דגמי תנועה שמאפיינים אותה. אחר כך בוחנים את הטביעות עצמן: מתחילים במדידת העקבה ואז בספירת האצבעות, הכריות, המרחק ביניהן וכך הלאה". זהו עולם שלם שבו העקבות הן האותיות, דגמי התנועה הם המילים והשבילים הם המשפטים. או במילים אחרות: זו צורת למידה לא שגרתית, שדורשת עיבוד של הרבה שכבות של מידע, אך בלי צורך לדעת לקרוא ולכתוב.

להשתמש באפליקציה בלי לדעת לקרוא

הקרדיט על הקישור החדש בין העולם האקדמי עתיר המלל לעולם הוויזואלי של הגששות מגיע לחוקר לואיס ליבנברג. ב-1990 הוא פגש את אחד משבטי הציידים לקטים האחרונים במדבר קלהארי שבדרום אפריקה. אזור המחיה שלהם נהרס בעקבות פיתוח, והיה ברור שהם לא יכולים להמשיך בחייהם כציידים-לקטים. הידע שעבר מדור לדור במהלך מאות אלפי שנות גששות, עמד בסכנה. ראש החוקר של ליבנברג הבין מה צריך לעשות: להפוך את הגששות לכלי מדעי. אבל איך מחברים עולמות כל כך שונים? בעקבות השיחה עם בני השבט הוא פיתח תוכנה פשוטה וחדשנית לזמנה של איסוף נתונים מבוססי מיקום, ובמקביל, סדרת מבחנים שמאפשרת לבחון את רמתו של הגשש. מבחנים אלו משמשים כיום כתעודה בינלאומית לגששים המתמחים בשמירת טבע. הן התוכנה והן המבחנים הם א-מילוליים, ובכך יכולים לשמש גם את מי שמעולם לא למד קרוא וכתוב. הפרויקט זכה לשם [CyberTracker](#), והמבחן הראשון שלו היה באיסוף מידע על קרנפים בדרום אפריקה. ליבנברג, שהתחיל את דרכו כחוקר קרנפים, צייד את הגששים האנאלפביתיים במחשבי כף יד עם תוכנת הסייברטראקר. הגששים הסתובבו בשטח וזיהו את הקרנפים באופן אישי בעזרת הדגם האקראי של הסדקים בעור כף הרגל של הקרנף. לעיתים הם הוסיפו מידע נוסף בדמות דגמי תנועה, סימוני טריטוריה ואינטראקציות עם קרנפים אחרים - מידע שלא יכול היה להגיע בשיטות רגילות. הצלחת הפרויקט הובילה להפצת הסייברטראקר מסביב לעולם, ככלי משמעותי של מדע אזרחי לניטור המגוון הביולוגי ברחבי הגלובוס. הוא אף הגיע לישראל ונמצא בשימוש של פקחי רשות הטבע והגנים. אבל בסופו של דבר, התוכנה היא רק כלי:

סייברטרקר בפעולה. צילום:

HolgerRoehle, Wikipedia

אמנות נכחדת לשירות מינים נכחדים

שימוש נוסף בכלי הגששות נעשה הרחק צפונה מכאן. דובי קוטב הם אולי הסמל המוכר ביותר להגששות החיות הנכחדות. פאצ'ו ארבעת שנים אוכלוסייתם נעשתה בשנת 2014, כאשר מדענים של הקרן העולמי לשימור חיות הבר (WWF) [הצליחו לזקק DNA מתאי עור קפואים שנמצאו בעקבות של דובת קוטב](#). ההצלחה הזו פתחה פתח לזיהוי אינדיבידואלי של הדובים הנכחדים ומעקב אחרי מצבם - כל זאת, בצורה לא פולשנית ומבלי להפריע לבעל החיים הרגיש. העקבות וסימני השדה לא רק מעידים על זהות

בעליהם, אלא גם מספרים סיפור ממשי על התנהגותה של החיה באותו רגע. טביעות רגליים הם אולי העדות הברורה ביותר לנוכחות, אך בעלי חיים משאירים מגוון רחב של סימנים נוספים: גללים, פרווה, ובמקרה הזה – גם דם. באמצעות ניתוח ה-DNA שבאחת העקבות, גילו החוקרים שהם נמצאים בזירת רצח: הדובה טרפה כלב ים שמעט מדמו טפטף על עקבותיה. שחף שנהנה מהשאריות השאיר את חותמו בדמות גללים. ה-DNA של שלושת בעלי החיים האלו נשאר בזירה וסיפר לחוקרים מה קרה בה, הרבה אחרי שבעלי החיים נעלמו מהמקום. אולם לא צריך להרחיק לקוטב על מנת לגלות כיצד הגששות עוזרת להציל מינים בסכנת הכחדה. הלוטרה המצויה, טורף פרוותי שהיה נפוץ בעבר ברוב נחלי החוף, מוגדרת בישראל כיום בסכנת הכחדה מקומית חמורה. מדי שנה החברה להגנת הטבע ורשות הטבע והגנים עורכות סקר לוטרות, במסגרתו נבדקת נוכחות לוטרות במקווי מים לחים באזור תפוצתן. הלוטרות מסמנות את הטריטוריות שלהן בגללים, שמהווים לחוקרים ראיה להימצאותן בשטח. בנוסף, בשביל לבדוק האם הלוטרות משתמשות במעברים יבשים שנבנו בעבורן במקום להסתכן בחציית כבישים, הוצבו במעברים מצלמות עם חיישני אינפרא אדום וחומר ספוגי שמתעד עקבות. התשובה הייתה חיובית: הלוטרות השתמשו במעברים, וגם דלקים, נמיות ודורבנים. ניצחון קטן לגשש, ניצחון גדול ללוטרה.

עקבות שמספרות סיפור

שעת צהריים עולה על חולות חדרה. קבוצת הגששים עוקבת בדבקות אחרי עקבות של תן, לאורך קילומטרים. הם מכירים בעלי חיים, אבל אינם חוקרים. הם כאן בשביל ההנאה, האתגר וההיכרות הקרובה עם הטבע. ואולי היתרון הכי גדול של הגששות, שמדענים לא מודים בו, הוא פשוט העולם הקסום הזה: מגוון סיפורים שמתחבאים בתוך הנוף השומם, לכאורה.

נסו את כוחכם בזיהוי העקבות הבאות. התשובות למטה. בהצלחה!

כלב צבוע סוס צבוע דורבן תן גירית חולדה יעל חתול ביצות נמיה חזיר בר נוטריה גרביל
ארנבת שוע