



שיטות בחקר זוחלים ודר־חיים

בעז שחם

מבוא

התצפית בזוחלים מעניינת ואינה קשה במיוחד, הם אינם זריזים וחמקניים כציפורים, אינם זעירים כחרקים, ומספרם בשטח גדול בהרבה מזה של היונקים.

שאלות חקר

במחקר שדה על זוחלים ודר־חיים ניתן לשאול מספר שאלות חקר:

1. **מגוון מינים:** בדיקת המינים השונים הנמצאים בשטח מסוים.
2. **השפעת בית הגידול על מגוון המינים:** כיצד משפיע השוני בין בתי הגידול השונים על מגוון המינים בשטח? השוואה בין מגוון המינים בסביבות חיים שונות כמו חורש צפוף, יער נטוע, מדרון סלעי, גרינה וכולי.
3. **העדפות מזון:** צמחוניים וטורפים, יחסי טורף נטרף, מה אוכל כל בעל חיים בעונת השונות ובשעות היום השונות?
4. **שעות פעילות:** מהן שעות הפעילות של כל מין? האם יש תחלופה ברורה של מינים פעילים במהלך היום?
5. **השפעת תנאים א־ביוטיים על פעילות הזוחלים:** כיצד משפיעה הטמפרטורה על מידת הפעילות של מינים שונים? האם לתנאי מזג אויר כמשם, רוח, שמש יש השפעה על מידת הפעילות?
6. **התנהגות:** כיצד מניב בעל החיים לאיום, מהו טווח הבריחה מסכנה, כיצד מתרחש החיזור, כיצד מניבים זה אל זה זוחלים ממינים שונים? ועוד.

שיטות מחקר

דיגום

איסוף נתונים לאורך זמן על מגוון מיני הזוחלים (מיהם המינים המצויים בשטח נתון?) ועל השפע (מהי צפיפות האוכלוסיות של המינים המצויים בשטח?), מתבצע באמצעות סקרי זוחלים ודרייפים. יש שיטות אחדות לביצוע סקרים אלה, שיטות המקובלות בכל העולם גם בסקרים לחקירת קבוצות אחרות של בעלי חיים.

1. עריכת חתכים רגליים (transects) - איסוף נתונים במסלולים קבועים פחות או יותר.
2. עבודה בחלקות קבועות (plots) - הסריקות מתבצעות בנבולותיה של כל חלקה וחוזרות על עצמן בדיקה רב.
3. לכידה באמצעות מלכודות (למשל, מלכודות נפילה - pitfall traps) אשר נפתחות בפרקי זמן קבועים באופן שיטתי. את המלכודות בדרך-כלל מציבים במרחקים קבועים לאורך חתכים בבתי-הנידול הנחקרים או במערכי שתי-זערב ("מטריצות") לכיסוי שטח שמעוניינים לדגום אותו.



צב יבשה מצוי

השיטה הנבחרת, או שילוב בין מספר שיטות, ייבחרו בהתאם לייעדים של המחקר ולשאלות הספציפיות עליהן מעוניינים לענות.

שלבי העבודה בדיגום

בכל פרויקט מחקר או סקר, לאחר השלב הבסיסי של הגדרת המטרות והשאלות הנחקרות, העבודה מתבצעת לפי השלבים המקובלים ועל פי המוסכמות המדעיות:

1. בחירת שטח הדיגום - עוד לפני עריכת סקר בכל שיטה שתיבחר, בודקים תחילה את השטח בדיקה מדוקדקת באמצעות מפות (רצוי תצלומי אוויר), מגדירים את בתי הנידול שמעוניינים לדגום בהם את החיות ובוחרים את החתכים, החלקות או האתרים להטמנת המלכודות.
2. בחירת מועדים לדיגום - בחירת מועד הסקר או המחקר תיעשה על פי הידוע לנו על עונת הפעילות העדיפות של המינים שאנחנו מצפים למצוא באזור הגיאוגרפי שהמחקר מתבצע בו. במרבית המחקרים ארוכי הטווח, משקיעים מאמצי חיפוש גם בעונות שאינן אופטימליות, כדי להבטיח עבודה שיטתית בכל עונת השנה.
3. איסוף הנתונים בשטח - כל המידע שנאסף מועבר אל מערכת ממוחשבת כדי לעבד את התוצאות ולבחון את המגמות המתגלות בעבודת השדה.
4. עיבוד הנתונים - מתבצע בכל מחקר באמצעות ניתוח של החומר במקביל להמשך איסוף הנתונים בשטח.
5. ניתוח התוצאות והסקת המסקנות - למשל, אפיון של הבדלים עונתיים בפעילות של מינים שונים; אפיון הבדלים במצאי המינים בין תאי שטח שונים, וכן הלאה.

בסקרים ובמחקרים נעזרים החוקרים בשיטות עבודה רבות ומגוונות, נפרט כאן את שמונה השיטות המקובלות ביותר במחקרי זוחלים ודו-חיים:

1. הפיכת אבנים וחפצים אחרים בשטח.
2. לכידה של זוחלים ודו-חיים.
3. סימון או צילום חיות לצורך זיהוי פרטים בתוך האוכלוסייה.
4. לקיחת דגימות גנטיות.
5. תצפיות התנהגותיות.
6. שבילי טשטוש בבתי גידול חוליים.
7. חתכי הליכה (line transects).
8. איסוף ואחזקת פרטים בשבי.



חיפוש מתחת לאבנים

פירוט שיטות העבודה

1. הפיכת אבנים וחפצים אחרים בשטח

במרבית בתי הגידול, לא די בחיפוש זוחלים פעילים על פני השטח על מנת לקבל תמונה איכותית וכמותית על אוכלוסיית הזוחלים והדו-חיים בשטח. במרבית הסקרים נהוג לחפש מתחת לאבנים וחפצים אחרים זוחלים ודו-חיים וסימנים לפעילותם. בבתי גידול שונים ניתן לראות הבדלים בשכיחות התצפיות מתחת לאבנים או חפצים מסוימים שונים ובגדלים שונים. קיימת גם שונות עונתית, עם הבדלים ב"העדפות" של מינים שונים של זוחלים ודו-חיים למסתורים הללו.

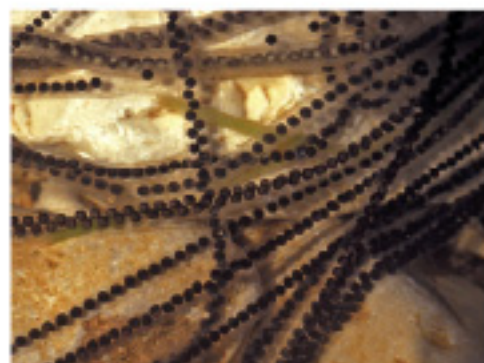
ניתן גם לפזר חפצים בשטח, כמחסה פוטנציאלי לחיות, מחומר טבעי או מלאכותי. כאשר מפורזים בצורה מבוקרת, ניתן לשלוט על אחידות בגודל המחסה ועל פיזור אקראי אחיד. בארץ ניסו באזור חצבה לפזר חפצים שונים כמחסה לזוחלים, בכדי לבחון עם תלמידי ביטופ את "העדפות" של הזוחלים. בין היתר נעשה שימוש בחפצים בעלי גודל אחיד ופיזור אחיד, עשויים ברזל, קרטון ועץ לביד.

במחקרים להערכת מצב אוכלוסיות דו-חיים בנוש דן והשרון, חוקרים מאוניברסיטת תל-אביב עושים שימוש במחסות מלאכותיים להגברת ההיתקלות בפרטים של קרפדה ירוקה.

2. לכידת זוחלים ודו־חיים

הרבה מאוד נתונים, בעיקר נתונים מורפולוגיים, ניתנים לאיסוף רק באמצעות לכידה של החיות לצורך מדידות, סימון או צילום. מדידות מקובלות אותן לא ניתן לקבל ללא לכידה של בעל החיים כוללות: משקל, אורך זנב ואורך זנב, זווית (זכר/נקבה), נוכחות טפילים חיצוניים וכן הלאה. השיטות ללכידה רבות ומגוונות, העיקריות המקובלות הן:

- **לכידה ידנית.** לכידה של בעל החיים בידיים חשופות, או עטויות בכפפות, או באמצעות מלקחיים או מכשירים ידניים דומים. לצורך כך דרוש ניסיון, בכדי להימנע



קרפדה ידוקה - שרשרות ביצים

מנוק לחיות וללכוד. לכידת יד מתאימה בעיקר למינים שאינם מהירי־תנועה במיוחד, או כאשר מצליחים להפתיע את החיות או לזמן עונתי ויממתי שבו החיות איטיות.

- **רשתות וחכות.** ניתן להשתמש ברשתות יד הדומות לאלו המשמשות ללכידת דגים, לצורך לכידה של דו־חיים, נחשי מים, נחשיים וצבים החיים בגופי מים. ניתן להיעזר בחכה, הדומה לחכה של דייגים, ללכידת לטאות: במקום קרס ופיתיון, מכינים לולאה מחוט ניילון שקוף (מעין "פלצור" זעיר), ומנסים לשחיל את הלולאה סביב ראשה של הלטאה; במשיכה ברנע המתאים מתהדקת הלולאה סביב צוואר הלטאה והיא נלכדת. וריאציה נוספת לשיטה זו היא קשירת פיתיון (למשל, זחל חי של חיפושית קמח) לחוט שקוף בקצה החכה, בעזרתו מושכים את הלטאה לעבר רשת פרפרים אותה מניחים בסמוך על הקרקע כשפתחה מופנה כלפי מעלה; כשהלטאה עומדת על הרשת או קרוב אליה, לוכדים אותה באמצעות הרשת. השימוש בחכה, בשני האופנים שתוארו כאן, דורש סבלנות רבה.

- **מלכודות נפילה (pitfall traps)** הרעיון הכללי הוא "לטמון פח" לחיות, כעין בור קטן לתוכו הן נופלות מבלי משים. גודל, עומק, כמות ופיזור (צפיפות) המלכודות תלוי במינים אותם רוצים ללכוד, בסוג הקרקע ובתוואי השטח של בית הגידול. ניתן להשתמש במלכודות קטנות (כמו כוסות פלסטיק) או גדולות (כמו דליים). ניתן, אך לא חובה, למתוח נדרות נמוכות, המכונות drift fences (בגובה 15 עד 25 ס"מ) בין המלכודות, שתפקידן "לנקז" את בעלי החיים לעבר פתחי המלכודות. לרוב מסדרים את המלכודות במערך מרחבי קבוע, בשורות או במערך דמוי כוכב, כאשר המרחקים בין המלכודות קבועים. ניתן להשאיר את

המלכודות בשטח באופן קבוע, שאז יש צורך לכסות אותן (באמצעות מכסה או מילוי בעפר) בכדי למנוע נפילה ותמותה של בעלי החיים בעת הפונות בעבודת הדיגום. במקרה של מלכודות קטנות ובמקרה של בתי גידול חוליים, ניתן להשתמש במערך מלכודות זמני, אותו חופרים בתחילת הדיגום ומפרקים בתום הדיגום. בקרקעות כבדות ובמלכודות גדולות, עדיף להשקיע במערך קבוע ולא בזמני.



מלכודת נפילה

- **מלכודות לנחשים.** עבור נחשים מוכרות מהספרות מלכודות ייעודיות, הבנויות בדרך-כלל תיבת רשת שלתוכה מתכנסים שני משפכים עשויים רשת חלונות, מחוברים זה לזה כעין צורת פרפר. הנחשים זוחלים לתוך פתח אחד המשפכים, ההולכים וצרים לכיוון לב המלכודת, ואז כשהם בתוכה הם מתקשים למצוא את פתח היציאה. לעתים מניחים בתוך המלכודת עכבר או פיתיון אחר למשיכת הנחשים. בארץ לא נעשה שימוש בשיטה זאת, היא מוכרת ממחקרים ארוכי טווח בחוף לארץ ובעיקר בצפון אמריקה, שכן היא מתאימה בעיקר לבתי נידול של חורש יער מוצלים או מוצלים חלקית.

3. סימון (או צילום) חיות לצורך זיהוי פרטים בתוך האוכלוסייה

שימוש בשיטה זו מאפשר לאמוד את גודל האוכלוסייה וצפיפותה בהתאם למודלים שונים של לכידה חוזרת. החישובים של גודל אוכלוסייה או צפיפות אוכלוסייה נעשים בעזרת מודלים סטטיסטיים מוכרים בספרות, למשל המודל של לינקולן. מודלים אלה בדרך-כלל לוקחים בחשבון את הפרופורציה של לכידות חוזרות (פרטים שנלכדו פעמיים או יותר) מתוך כלל הלכידות במדגם. זיהוי פרטי בתוך האוכלוסייה גם מאפשר מעקב אחר נדילה של הפרט הבווד לאורך זמן (בהנחה שהוא נלכד מספר פעמים), ולמידה על אינטראקציות חברתיות בין הפרטים השונים. בחלק מן השיטות, הסימון הוא כזה שניתן לזהות פרטים מסומנים בלי צורך בלכידתם, מה שנוח מאוד במחקרים התנהגותיים, בהם רוצים להימנע ככל הניתן מהפרעה לפעילות טבעית, ובמינים אותם קשה במיוחד ללכוד. שיטות סימון אפשריות כוללות:

- **קיטוע אצבעות.** זהו אמצעי סימון לצמיתות בלטאות, אך נחשב זמני בדורחיים (אצלם יש רגנרציה של אצבעות). קיטוע האצבעות דורש מיזמטת כדי להימנע מנזק לחיות, ובדרך כלל אינו מומלץ לעבודות תלמידים.
- **צילום.** במקרים שבהם יש מרכיבי צבע ודגם המשתנים בין הפרטים בתוך האוכלוסייה, ניתן לצלם כל פרט שנצפה או נלכד במהלך עבודת השטח וזהות אחר-כך מתוך הצילומים תצפיות ולכידות חוזרות. במינים גדולים במיוחד, ניתן לצלם וזהות גם ממרחק וללא לכידה את הפרטים. דוגמאות מהארץ לעבודה עם צילום כוללות זיהוי פרטי של חרדון צב הדור (דני מולכו - רשות הטבע והגנים) והנחש ארבע-קו מובהק (בעז שחם - האוניברסיטה העברית בירושלים).
- **מדבקות, צבע או קולר.** אמצעי זה הוא זמני, לרוב לעונה מצומצמת, אם בגלל דהייה של הצבע או התמשלות של החיות. קולרים עלולים להפריע לפעילות של החיות, ובמקרה של נחשים זה מפריע לבליעת הטרף ולא בא בחשבון כלל. מצד אחד ניתן לזהות את החיות בצורה פרטנית בעין בלתי מזוינת או במשקפת, אך מצד שני הסימון עלול לבלוט גם לעיני הטורפים שלהן. במחקרים על דורחיים בארץ נעשה שימוש בהשתלת אלסטומרים (חומר אינרטי שמושתל מתחת לעור הנחון) פלורצנטיים, אותם ניתן לזהות בעזרת מטרה אולטרא-סגולה כשלוכדים את החיות בלילה (אלדד אלרון ושי לוי, אוניברסיטת ת"א). במחקר על חרדון צב מצוי בערבה נעשה שימוש בקולרים צבעוניים לזיהוי פרטי של החיות (עמוס בוסקילה, אוניברסיטת בן-גוריון).
- **השתלת שבבים אלקטרוניים.** מדובר בשבבי PIT, שהם שבבי זיהוי סבילים (ללא סוללה), כמו אלו המשמשים לסימון של חיות מחמד. יקר אבל אמין ביותר, ההשתלה נעשית בהזרקה, ואם נעשתה בצורה נכונה (כך שאין דלקת או פליטה של השבב מתוך הגוף) מדובר בסימון לצמיתות ללא צורך באחזקה. מוגבל לחיות מטדל מינימאלי, ההזרקה תהיה קטלנית למינים קטנים מדי. זיהוי הקוד האישי, שהוא ייחודי לכל שבב, נעשה בעזרת קורא שבבים. ניתן לבנות בשטח מערכת אוטומטית הכוללת קורא כזה, אשר אוגרת נתונים לאורך זמן של כל השבבים אשר עברו בקרבת הקורא.

- **משדור (טלמטריה).** ניתן לעקוב אחר תנועה של זוחלים או דורחיים ממושדרים במרחב. כמובן שגם כאן קיימת מגבלה של גודל המשדר - מקובל שהמשדר צריך לשקול פחות מ-5% ממשקל בעל החיים הממושדר, מכאן שכיום עדיין לא קיימים בשימוש סדיר משדרים קטנים דיים למשדור של מרבית מיני הזוחלים והדורחיים בעולם. בארץ, לדוגמה, נערכו מחקרים טלמטריים בעבר במינים כוח אפור, תלום-קשקשים מצוי ועמין שחור (מיכאל סטנר, אוניברסיטת ת"א) וגם במין צב יבשה מדברי (אלי גפן, אוניברסיטת ת"א); לאחרונה במין קרפדה ירקה (אלדד אלרון, אוניברסיטת ת"א).

4. לקיחת דגימות גנטיות

כמעט כל רקמה בגוף של זוחלים ודורחיים עשוי להוות מקור לדגימה גנטית. כמובן שישנן רקמות מהן קל יותר להפיק דנ"א, למשל דם. כאשר רוצים לקחת דגימה גנטית, יש להתאים את סוג הדגימה לדרישות המעבדה שאמורה להפיק את הדנ"א וללוגיסטיקה של עבודת השדה. דגימה כזאת מאפשרת לחקור את הפרופיל הגנטי של האוכלוסייה ולהשוות בין אוכלוסיות שונות של אותו מין, או להשוות בין מינים שונים ולנסות לשחזר תהליכים אבולוציוניים שונים. דגימות גנטיות הן בדיקה יקרה השמורה בדרך כלל למחקרים אקדמיים לכן לא נרחיב עליה את הדיבור כאן.

5. תצפיות התנהגותיות

בתצפיות התנהגותיות נערך מעקב אחר פרטים תוך רישום מדויק של אופי הפעילות, של התנאים הארביטריים, רישום מדויק של פרקי-זמן לביצוע כל רכיב בפעילות ובהתנהגות הנצפות. באמצעות הכלים המתאימים, ניתן לערוך תצפיות מהן אפשר ללמוד, למשל, על:

- **התנהגות שיחור (foraging behavior).** התנהגות איתור ומציאת מזון, ובעיקר האם למינים הנחקרים יש נטייה להמעיט בתנועה ולהמתין לטרפם במצב של מארב או, לחילופין, לשחר לטרף בצורה פעילה תוך תנועה מרחבית רבה יחסית? ישנם בטבע גם מצבי ביניים שונים, ומינים אשר משחרים בשתי הצורות לסירוגין. בספרות מופיעים שני מדדים אותם נהוג לחשב מתוך נתוני השיחור של החיות: [א] אחוז הזמן שהחיה מבלה בתנועה [ב] תדירות התנועות ליחידת זמן, מבוסס כתנועות לדקה.
- **תרמורגולציה (thermoregulation).** יסוּת טמפרטורת הגוף וניהול "משק החום" של זוחלים ודורחיים הוא תחום מרתק, בהיותם יצורים פויקילותרמיים. יש לכך השלכות חשובות על הפעילות העונתית



חרדון מצוי מתחמם בשמש

והיממתית שלהם, אף על תפוצתם הגיאוגרפית. בכדי לחקור תרמורגולציה חשוב למדוד את טמפרטורת הגוף של החיות וכמובן את טמפרטורת הסביבה. אפשר לאסוף מידע על תנוחת הגוף ביחס לשמש (זווית אופקית ואנכית) ועל הפרופורציה של הזמן שבה החיה בשמש לעומת זמן בצל או במסתור.

- **התנהגות חיזור ורבייה.** איסוף מידע על עיתוי החיזור; על האינטראקציה בין הזכר לבין הנקבה לפני, בזמן ולאחר ההזדווגות; על תחרות בין זכרים או בין נקבות; על התנהגות הנקבה בזמן הריון; על הטלת הביצים

או השרצת הוולדות; על בקיעת הצעירים; על נלגול הראשן לבוגר דרך שלבי הביניים בדריחיים. כל אלה הם תחומים בהם, ברוב המינים, עדיין רב הנסתר על הנלוי. לרוב המידע הקיים נאסף על חיות בשבי ולא בטבע, כך שקיימים פערי מידע גדולים לבני המתרחש בטבע.

- **התנהגות טריטוריאלית.** הנגה, כיבוש וניהול של טריטוריה, בעיקר על-ידי זכרים. בדרך-כלל נחוצה יכולת לזהות את הפרטים בצורה פרטנית בכדי לאסוף מידע מפורט על תופעות אלו, בנוסף לתנאי הבסיסי של היכולת להבדיל בין הזוינים.
- **שימוש במרכיבי בית הגידול (habitat use).** למרות הדמיון בין תחום זה לבין התנהגות שיחור, מדובר בשימוש במרכיבי השטח עצמו, גם בהתנהגויות החורגות מחיפוש מזון. למעשה, מדובר במכלול של ההתנהגויות שהוזכרו לעיל, וכיצד החיות משתמשות בבית הגידול על מרכיביו הביזויים והא-ביזויים במהלך חייהן. למשל, המרחק הממוצע שבו נוהג בעל החיים להימצא יחסית לשיחים או עשבונים; האם יש העדפה או נטייה לנדל מסוים של שיח או מין מסוים של שיח; מה הקשר בין מרכיבי התנהגות שונים לבין אחוז כיסוי הצומח בבית הגידול וכן הלאה.
- **יחסי טורף-נטרף.** מצד אחד, בחינה של ההתנהגות של החיות בנוכחות ישירה או עקיפה של טורפים פוטנציאליים שונים, ומצד שני, בחינת התנהגות חיפוש המזון והעדפות המזון של החיות. תצפיות מסוג זה ניתן לערוך בשדה או בשבי, ואף בסביבה של מכלאות מבוקרות בשטח (שהן מעין הכלאה בין שתי הצורות).

אופן הרישום של תצפיות התנהגותיות עבר, יחד עם כל תחומי הביולוגיה, אבולוציה נמרצת לאורך השנים. מעבר לכלים העומדים כיום לרשות החוקרים לצורך ניתוח סטטיסטי והצנת הנתונים במחשב, קיים מגוון הולך ומשתכלל של הנתונים כבר בשדה. החוקרים כיום יכולים לבחור מתוך האפשרויות:

- **רישום ידני בטבלאות או מחברות.** אחר-כך מעבירים את הנתונים למחשב לצורך ניתוח.
- **הקלטה קולית ברשמקול קטן.** אחר-כך מעבירים את הנתונים למחברת ומשם למחשב.
- **הקלדה לתוך מחשב כפייד.** כיום ניתן להשתמש בתוכנות מיוחדות במחשבי כפייד, אשר רושמים יחד עם התצפיות את התזמונים בעזרת שעון פנימי של המכשיר ואפילו ציון של נקודות הציון (קואורדינטות) בעזרת מקלט GPS מובנה בחלק מן הדגמים.

6. שבילי טשטוש בבתי גידול חוליים

בבתי גידול חוליים ניתן לנצל את העקבות הנוותרות בחול בכדי לאסוף מידע כמותי ואיכותי על רמת הפעילות של בעלי חיים שונים, בהם זוחלים ודריחיים. עם מיזמנות מספקת, ניתן לזהות במרבית המקרים עד לרמת המין את החיות שיצרו את העקבות, ובמקרה של שביל טשטוש ידועה לנו גם מסגרת הזמן (שעת מחיקה, שעת בדיקת עקבות) שבה נוצרו העקבות. ספירה של מספר החציות בשבילים אינה נותנת לנו באופן ישיר את צפיפות החיות, שכן אותה חיה עשויה לחצות מספר רב של פעמים - לדוגמה, מצאנו 20 עקבות של נחש חולות בשביל, לא נדע האם אותו נחש חצה 20 פעם או 20 נחשים חצו פעם אחת כל אחד. המדד שאנו מקבלים מתוך שביל הטשטוש הוא רמת הפעילות של הזוחלים וחיות אחרות לפרק הזמן שבו השביל נחשף לפעילותם.

היתרון הגדול של שביל טשטוש הוא הקלות היחסית בביצוע, מבחינת הציוד והזמן הנדרשים להכנתו. את השביל מטשטשים בעזרת מנב, צמיג שננרר בחבל או בעזרת שק אותו ממלאים בחול וגוררים בחבל. ניתן למחוק את השביל פעם אחת ויחידה בערב ולבדוק את העקבות בבוקר או למחוק ולספור עקבות אחת לשעה או שעתיים, או



זיקית מובהקת

בכל צירוף העולה על דעתך. העיקר שעובדים בצורה עקבית ואחידה בתוך אותו פרויקט. גם אורך השביל במטרים וצורתו (מסלול קווי או מעגלי) תלוי בהחלטה שמקבלים בתחילת הפרויקט. מקובל להיעזר בדפי עקבות, עליהם מצוירים או מצולמים דוגמאות של עקבות המינים השונים, כדי לבנות מיומנות בסיסית בזיהוי עקבות.

7. חתכי הליכה (line transects)

ניתן לקבל אומדן לגבי רמת הפעילות ואף צפיפות הפרטים בשטח נתון באמצעות ביצוע תצפית בחתכי הליכה מסוג line transects. הרעיון הבסיסי הוא הליכה במסלול באורך מסוים שנקבע מראש, עליו ניתן לחזור בצורה סבירה במועדים שונים (שעות שונות ותאריכים שונים). כאשר נעשים מספר חתכים באותה חלקת מחקר, רצוי לעשותם מקבילים זה לזה, כולם באורך דומה ובמרחקים קבועים זה מזה. באמצעות מודלים מתמטיים מתאימים, ניתן לחשב עבור חלקה בשטח נתון את צפיפות הפרטים באוכלוסייה המקומית מתוך הנתונים של מספר חתכים מקבילים שנעשו בטווח זמן קצר (למשל, ארבעה חתכים מקבילים בני 100 מטר כל אחד בחלקה בת 4 דונם, שנעשו בתוך 25 דקות). שיטה זו מתאימה בעיקר למינים קטני גוף יחסית, שבהם האוכלוסייה אינה דלילה, למשל לטאות או קרפדות ירוקות. כמובן שיש להתאים את שעת הדיגום לשעה המיטבית לפעילות המינים הנפוצים בשטח הנדגם. שיטה זו אינה מתאימה לדיגום בתוך גרינה או חורש צפוף, שכן אז לא ניתן להבחין בחיות בשל צפיפות הצמחים וריבוי הצללים. בארץ נעשה שימוש בשיטה זו בחולות ניצנים, להערכה של רמת פעילות וצפיפות אוכלוסיות של לטאות ממשפחת הלטאיים (עמוס בוסקילה, בעד שחם, אוניברסיטת בר-נורדון).

8. איסוף והחזקת פרטים בשבי

בחלק מן המחקרים, הדרך היחידה להשגת תשובות לשאלות הנחקרות היא החזקת פרטים חיים בתנאי שבי. דבר זה נכון בעיקר כאשר חוקרים היבטים התנהגותיים ורבייתיים של זוחלים ודו-חיים. בעבודה בשדה לא ניתן לבקר ולשלט על חלק גדול מן הפרמטרים הביולוגיים והאביוטיים, מה שמכניס למערכת המחקר "רעשים" גדולים ומקשה על ניתוח התוצאות והסקת מסקנות. לשאלות מחקר מסוימות הכרחי לאסוף חיות מן הבר, שהן חפות מההשפעות של החיים בשבי, לשאלות אחרות ניתן להסתפק בחיות ילידות שבי ממיני בר (שבמקור אבותיהם נאספו מן הבר והתרבו בשבי). בהתאם לצרכים של המחקר ולמשאבים העומדים לרשות החוקרים, קיימות מספר אפשרויות לוגיסטיות להחזקה בשבי, לפי סדר עולה של יכולת הבקרה על התנאים בהן מוחזקות החיות:

- **מכלאות בשטח בר.** נידור של חלקות בשטח עצמו, בן ניתן לשלוט על צפיפות הפרטים של אוכלוסיות המינים הנצפים (ולעתים גם על משאבים שונים ועל אוכלוסיות הטורפים). לעתים קיים קושי פיזי לבצע זאת בגלל תנאי השטח, ונדרשים היתרים נוספים מעבר להיתרים הרגילים להחזקת החיות עצמן.
- **מכלאות במתקן מחקר.** בנייה של מכלאה אשר מחקה את התנאים הקיימים בשטח הבר, עם שליטה ברמות המשאבים ובאוכלוסיות המינים בהם מאכלסים את המכלאות.
- **כלובים (טרריום, אקווריום).** להחזקה של חיות בתנאים יבשים או לחים, בהתאמה. מבחינה לוגיסטית

וכלכלית זו בדרך כלל האפשרות הפשוטה ביותר, אך גם מחקה בצורה פחות טובה בית נידול טבעי מן הסתם. לכלובים יתרון גדול בכך שניתן לעקוב מקרוב ולתעד (הקלטת קולות או תמונות) יחסית בקלות את התנהגות החיות, ולבקר בצורה יותר מדויקת את התנאים והמשאבים במערכת.

השוואה בין שיטות דיגום שונות

המטרות של המחקר ואופי השטח שבו עובדים מכתיבים את שיטות הדיגום. כמובן שגם המשאבים העומדים לרשות החוקרים נלקחים בחשבון. בטבלה להלן מובאת סקירה השוואתית קצרה של השיטות שהוזכרו לעיל, כולל סוגי בתי הנידול בהם ניתן להשתמש בכל שיטה וסוג הנתונים המתקבלים באותה שיטה.

הערות	סוג המידע המתקבל					מתאים לבית נידול	השיטה
	פעילות יממתית	פעילות עונתית	התנהגות	רמת פעילות התנהגות	עושר מינים		
בנסיעה - רק מינים גדולים יחסית	✓	✓	✓		✓	בכל בית נידול	תצפית אקראית בזמן הליכה/בנסיעה
למעט בית נידול סלעי		✓		✓	✓	בתי נידול יבשתיים	מלכודות נפילה
למעט במינים תת־קרקעיים	✓	✓	✓	✓		בכל בית נידול	תצפיות בהתנהגות
מתאים לדור חיים בלבד		✓			✓	בתי נידול לחים	דיגום ברשת־יד
	✓	✓		✓	✓	בתי נידול חוליים	שבילי טשטוש
למעט בצמחייה סבוכה	✓	✓	(✓)	✓	✓	בכל בית נידול	חתכי הליכה קבועים
כולל תת־קרקעיים	✓	✓	✓	✓		לכל בית נידול	החזקה בכלובים
	✓	✓	✓	✓		לכל בית נידול	החזקה במכלאות

שאלה מתודית חשובה אשר משאלת בתחילת כל מחקר, היא האם לעבוד בשיטה של חתכים (transects) או חלקות (plots)? הכול תלוי בשאלות הנחקרות. בפרויקטים רבים בארץ ובעולם נמצא, שכאשר המטרה היא עריכת סקר מצאי, שיטת החתכים משיגה תוצאות מהירות יותר ותוך השקעת משאבים נמוכים יותר מבחינת כוח אדם. בסקרי מצאי המטרה היא לזהות בעצם את עושר המינים ולעתים מדובר בבדיקה חדרפעמית, מכאן שרצוי מאוד למצות את המירב מבחינת זמן וכוח אדם ולקבל תמונת מצב לגבי מנוון גדול של בתי גידול בשטח הנסקר. עבור מרבית שאלות המחקר הדורשות התעמקות בהיבטים אקולוגיים של אוכלוסיות, ומעקב שיטתי בטווחי הזמן הבינוני (חודשים) והארוך (שנים) אחר בית גידול אחד או השוואה בין מספר בתי גידול, יש עדיפות מובהקת לעבודה בחלקות מחקר.

ומה נעשה עד היום ברמת הנדיב?

בסקר הזוחלים של רמת הנדיב בחרנו לערוך סקרים בשיטת החתכים, כדי לכסות שטח גדול יותר בכל ביקור (לעומת חלקות קטנות קבועות). שיטה זו מגדילה את הסיכוי לצפות במספר גדול יותר של מינים. שיטה זו גם נמישה יותר מן השיטות האחרות (אפשר להוסיף בקלות חתכים חדשים) ואינה דורשת תחזוקה של מלכודות.

עריכת סקרים באמצעות חתכים כוללת הליכה בשטח לפי חתך או חתכים שנקבעו לאותו תאריך, תוך רישום של כל הזוחלים והזוחליות שאנו פוגשים, בין אם הם פעילים ובין אם הם מסתתרים תחת מחסות שונים (בעיקר אבנים). כמו כן אנו רושמים עדויות לפעילות או לנוכחות בעלי החיים, כגון: משלים, גללים, קליפות ביצים וכיוצא בזה. בכל תצפית נרשמים השעה, סוג הפעילות והמיקום שלה, זווית או גיל הפרט הנצפה, מודל (משוער או מדוד) ונקודות-ציון טופוגרפיות מדויקות (באמצעות מכשיר ניווט לוויני - GPS).



עריכת סקר בעזרת תצלום אוויר