

טכנולוגיות ושימוש בכלים - בעולם החי

נדב לוי ואורנית ספקטור-לוי

בעבר הניחו החוקרים שהתנהגויותיהם של בעלי החיים הן מולדות ולא משתנות. בנוסף, האדם נתפס כייחודי בכושר ההמצאה שלו והטכנולוגיה נתפסה כביטוי של תבונה אנושית בלבד. אולם התפיסה הרווחת כיום היא שהתנהגותם של בעלי החיים אינה קבועה. הם מסוגלים ללמוד: לשנות את התנהגותם בהתאם לשינויים

המתחוללים בסביבתם, ללמוד מניסיונם-הם וכן להעתיק דפוסי התנהגות מחבריהם. מאמר זה מספר את סיפורם של בעלי החיים המשתמשים בכלים ועוסקים בטכנולוגיה, ומציד על כך שהשימוש בכלים וייצורם אינם ייחודיים לנו, בני האדם.

הקדמה

כל אחד מהיבטים של חיינו שוכלל באמצעות הטכנולוגיה: הדרך שבה אנו מגיחים לאוויר העולם, הדרכים שבאמצעותן אנו משיגים מידע ומזון, הדרכים שבהן אנו מתקשרים זה עם זה ואפילו דרך קבורתנו. מקובל לראות בטכנולוגיה פעילות אנושית שמטרתה שינוי הסביבה הטבעית, כך שזו תתאים לצורכי האדם. הטכנולוגיה נתפסת כביטוי של התבונה האנושית, המנוצל לצרכים אנושיים. אחד המאפיינים של העיסוק הטכנולוגי הוא תהליך התיכון – סדרת פעולות תכנון וביצוע, המאפשרת פתרון בעיה או צורך באופן שיטתי. לרוב, פתרון בעיה באמצעות טכנולוגיה מסתיים בבניית מוצר. תהליך התיכון כולל את הפעולות הבאות: זיהוי הבעיה או הצורך, איסוף מידע, העלאת רעיונות, בחירת רעיון מוביל, תכנון מפורט של המוצר ו/או התהליך הטכנולוגי, בחירת חומרים, בניית אב טיפוס, הערכת המוצר ושיפור המוצר. אולם האם טכנולוגיה היא פעילות אנושית בלבד? האם אין בעלי חיים שמסוגלים לבצע תהליכים טכנולוגיים? לבצע תהליכי תיכון? ואם כן, האם יש באפשרותנו להתחקות אחר תהליך התיכון בעולם החי? ועד כמה תהליכים טכנולוגיים שכיחים בעולם החי? על כל אלה ועוד במאמר שלפנינו.

בנייה ואדריכלות בטבע

האם אפשר להשוות את כוונתו של אדריכל אנושי לכוונתם של העכביש והדבורה, הבונים את מבניהם המושלמים בטבע? הפירמידות במצרים והגנים התלולים בבבל הם מבנים מעשה ידי אדם שזכו לתואר שבעת פלאי עולם, אבל מדוע לא לייחס כוונות ויכולות אדריכליות גם לבעלי חיים בעלי תחושה? המבצעים האדריכליים המרשימים של חרקים ופרוקי רגליים אחרים, ובראש ובראשונה נמלים, טרמיטים, דבורים, צרעות ועכבישים, הלהיבו מאז ומתמיד את דמיונם של הבריות ונתנו להם השראה. למשל, מבנה הקניון East Gate Centre בזימבאבוא נבנה בהשראת שיטות האורז בקני טרמיטים. בנוסף, מבנה חלת הדבש של הדבורים הוא דוגמה קלאסית למבנים פשוטים אך מתוחכמים. החלה עשויה משכבות חומר דקות הבנויות בצורת משושים, המסוגלות לשאת עומסים כבדים על אף משקלן הקל יחסית. לבעלי חיים רבים בטבע יכולות טכנולוגיות מורכבות ומרשימות, שבהן הם משתמשים לבניית מבנים למגורים, ללכידת טרף, לחיזור ועוד. להלן נציג עוד כמה דוגמאות.

קנו של הטגואן

אמונות אפריקניות שונות מייחסות לקנו

המרהיב של הטגואן (עוף מסדרת השקנאים, המוכר יותר בכינויו פטישון), שנבנה במהירות מסחררת, ולטגואן עצמו את היכולת להביא גשמים ולמלא את הנהרות בדהגה או לעצור את הגשם. מסיבה זו זוכה עוף מיוחד זה להערצה וליראה ביבשת אפריקה. מחקרים על הביולוגיה ואורח החיים של הטגואן חשפו פרטים מעניינים רבים בנוגע להקמת קנו הענק – הגדול ביותר מבין קני העופות ביחס לגודלם. הקן הבנוי משיט, בוך, ענפים שוני גודל המעורבים עם עשב ומזלזלים למיניהם. הקן מגיע למשקל של 25 עד 80 קילוגרם. פנים הקן הוא חדר בוך, שהכניסה אליו ממוקמת בחלקו התחתון או בצדו, והטגואן נכנס לתוכו במהירות רבה תוך כדי איסוף כנפיו, כמו נץ או עיט בצלילה על טרפו. מהירות הבנייה ודרך הכניסה לקן הובילו לסברה שהטגואן מנצל מיני עופות ה'כפופים' לו לסייע בבניית הקן, ולכן הוא מכונה באפריקה מלך העופות. הקן מורכב משלושה חלקים: כניסה צרה וארוכה, כמנהרה קטנה, גומחת 'שירותים' לשיירי מזון ולשלוש וחדר המיועד לשינה ולדגירה. בניית הקן מצריכה עבודת צוות של שני בני הזוג, המלקטים חומרי קינון ממרחק של עד 100 מטרים מהקן. על הבנאים להצטיין במיומנות רבה, בשיתוף פעולה ובניסיון משותף. הם אוספים עשבים וענפים

1 בעלי חיים בעלי תחושה: מדענים, פילוסופים, אתיקנים, אתולוגים וצלמי טבע רואים בבעלי חיים 'בעלי תחושה' לפי הגישה הזואולוגית ו'אישים' לפי הגישה הפילוסופית, יצורים שראויים להתייחסות הולמת, לאהדה ולכבוד, וחושבים שיש לפעול לרווחתם ולכבוד זכויותיהם, אך בה-בעת הם מציינים גם את חובותיהם. הגדרה זו נוגדת לגמרי את תפיסתו של דקארט, לפיה בעלי חיים הם 'אוטומטים' חסרי רגשות או מודעות, שאינם מסוגלים לחוש פחד, שאפילו כמו בפיו 'דברים'. השימוש המגוון בכלים והכנתם מאפיין בעיקר עופות ויונקים, שהפילוסופים מכנים 'אישים' (Persons), הזואולוגים - 'בעלי תחושה' (Sentient-Beings) והאתרופולוגים - 'תרבויות' (Animal Cultures).



צילום: נדב לוי, שמורת סמבורו, קניה



צילום: אייל ברטוב, אזור אגם ברינגו, קניה

ארמונות הטיט של הטרמיטים, בקניה, אוגנדה ואוסטרליה, עשויים להגיע לגובה של 7-8 מטרים

כדי לשמור על טמפרטורה קבועה של כ-22°C, הטרמיטים מגדלים פטריות המשמשות מערכות טבעיות השומרות על לחות וטמפרטורה קבועות. לדעת מדענים אחדים, עיסוק זה של הטרמיטים בחקלאות מאפיל על חכמתם של יצורים חברתיים דומים דוגמת הדבורים

קני ציפורים

גם בניית קני ציפורים מחייבת תכנון, התנסות, ידע רב ולמידה מתמשכת. למשל, האורגים (ציפורי שיר החיות באפריקה ובדרום אסיה) הם ציפורים 'כישוריות' במיוחד, המתמחות בבניית קני מגורים משוכללים ומורכבים, מה שהקנה להם את שמם. 'בעלי המלאכה' הם האורגים הזכרים. הם אורגים את הקן מגבועולי עשב ירוק, מה שמעיד על כשירותם בעיני הנקבות, מפני שהשגת כמות גדולה של עשב ירוק אינה עניין קל כלל וכלל. בניסויים הוכח כי האורגים מעדיפים את הצבע הירוק על פני צבעים אחרים.

אבל למה להרחיק עד אפריקה? מבנה מתוחכם לא פחות הוא קנה של הציפור הנקראת שחור זנב החיה במדבריותינו. ציפור זו 'מקשטת' את הכניסה לקן באבנים קטנות, המשמשות מכשול בפני אויבים המנסים להיכנס לקן. נקבות גדולות מהממוצע אף בונות מעין סוללות או ביצורים מוגבהים מעל פני הקרקע, כדי להרחיק מכרסמים המנסים להיכנס לקן ולטרוף את ביציהן. נשיאת אבנים לפתח קן מוסתר באזור סלעי היא השקעה במונחים

מכנים את המבנה הענק בשם לודג', על שם מעונות הציד באפריקה, שהיו בנויים בעבר מקורות עץ ענקיות. את המבצע האדריכלי המורכב הזה מבצעים הבונים בעיקר בלילה. הלודג' של הבונים מזכיר מבנים אנושיים המצוידים במתקני שמירה ובנויים על סמך תכנון מורכב, כדי להקשות על פורצים פוטנציאליים. לדוגמה, הכניסה למעון הבונים ממוקמת מטעמי ביטחון מתחת לפני המים, כך שטורפים אינם יכולים להיכנס אליו, אלא אם הם צוללים במים. מעון הבונים משמש כמעון משפחתי, ומדענים גילו כי כדי שמשפחת בונים תתאקלם ותבנה את ביתה, נדרשים לה לא פחות מכ-50 קילומטרים פנויים של גדת נהר. רק כך יוכלו הבונים לשחות בבטחה ולהשתמש בחומרי הבנייה בשטח להקמת מעונם המשפחתי – סכר על.

'ארמונות' הטרמיטים

כ-2,500 מיני טרמיטים שונים חיים בעולם, חלקם בונים מבנים אדריכליים מהמורכבים ביותר בעולם החי, מבנים מסוגננים שתוארו כ'ארמונות טיט'. מספר הפרטים החיים ב'ארמון' טרמיטים גדול אחד יכול להגיע לכמיליון וחצי. לצורך הבנייה, הטרמיטים יורדים לעתים לעומק של כמה מטרים מתחת לפני הקרקע, שם הם מלקטים את החומר שממנו יבנו את תליהם המתנשאים 6-8 מטרים מעל פני הקרקע. למרות גודלם הזעיר – פחות מסנטימטר אחד (למעט המלכה), הטרמיטים בונים מגדלים וחופרים מחילות שגובהם ואורכן, בהתאמה, עד מטרים אחדים. מבנים מסוגננים אלה מצטיינים בשמירה על טמפרטורה נמוכה ולחות קבועה. כדי לשמור על טמפרטורה קבועה של כ-22°C, הטרמיטים מגדלים פטריות המשמשות מערכות טבעיות השומרות על לחות וטמפרטורה קבועות. לדעת מדענים אחדים, עיסוק זה של הטרמיטים בחקלאות מאפיל על חכמתם של יצורים חברתיים דומים דוגמת הדבורים.

וכן מקלות חזקים באורך של עד מטר וחצי, המשמשים בעיקר כבסיס הקן. הקן יכול להיות מורכב מעד 8,000 פריטי בנייה, שנאספו בקצב מסחרר של 25-30 פריטים בשעה; הבנייה נמשכת 4-6 שבועות; גג הקן נבנה עם 'כלונסאות' חזקים המונחים בצורה אנכית; אחד מבני הזוג בונה מבחוץ והשני מבפנים, ולעתים מזדמנות אוחזים שני בני הזוג במקל אחד בשני קצותיו. עם השלמת בניית הקן מתחילים בני הזוג לרפדו בעשבים ובחומרים רכים אחרים, ואפילו בעצמות, פיסות פלסטיק וניירות. הקן משופץ מדי שנה, לעתים במשך שנים רבות. לאחר השלמת הבנייה ממשיכים בני הזוג להוסיף חומרי קינון. לעתים הם בונים עד שלושה קנים בעונה אחת ומשתמשים באחד מהם בלבד.

סכרי הבונים

הבונים יודעים בכך שהם בונים סכרים על נהרות. מיומנותם האדריכלית מתחשבת בסביבה וכוללת תכנון, ומבנה גופם מותאם לבנייה: זנבם החזק משמש אותם כמעין כף בנאים והמבנה האנטומי של לסתותיהם החזקות מסייע להם לכרסם ולסחוב את הקורות ואת גזעי הענק, שבאמצעותם הם בונים, שתי וערב, את הסכרים. הצורה שבה הם בונים אף היא מיוחדת – הם תוחבים מוטות אופקיים ולבסוף מביאים סלעים, כדי להקנות למבנה את המסה הדרושה, שתמנע את היסחפותו בזרם. את החורים בסכר סותמים הבונים בזלזלים, בענפים ובבוב. בדרך כלל הם בונים את הסכר כך שדופן הסכר הנמצאת במורד הזרם משופעת קלות ונתמכת בחיזוקי יתר של מוטות, ואילו הדופן שבמעלה הזרם היא אנכית יותר ומכוסה בבוב. הבונים מיטיבים לחתוך את העצים הנחוצים להם באורך המתאים, ויודעים היכן בדיוק יש לתחוב את הקורות, את הענפים ואת גזעי העצים. מדענים משערים שהאגם שיוצרים הבונים הופך את ביתם למבצרם, ולכן



1. אורג זכר הבונה את קנו החדש, בוחר במודע גבעולי עשב ירוקים כדי להרשים את הנקבה המתבוננת מהצד (צילום: אייל ברטוב)
2. קני אורגים ואורגים צהבהבים (צילום: אייל ברטוב)
3. קורמורנים מקננים בימת נאייבשה, קניה (צילום: נדב לוי)
4. פילים ומושבת אורגים (צילום: אייל ברטוב)
5. צופית נקבה מאכילה שני גוזלים (צילום: אבגר אידן)
6. קני אורגים בצילום תקריב, קניה (צילום: נדב לוי)
7. צופית זכר מאכיל שלושה גוזלים (צילום: אבגר אידן)

של זמן ואנרגיה, והיא ביטוי אפשרי לגישה אמנותית, דוגמת בדים המובאים לקן לסימונו, או לעקרון ההכבדה, לפיו זכר צריך להוכיח את יכולותיו (לוי, 1990; Leader & Yom-Tov, 1998; Bailey et al., 2015). ויש דוגמאות רבות נוספות מעולם הציפורים, המדגימות את יכולתן האדריכלית, למשל: הצופית והקוליברי משלבות בקניהן קורי עכביש, התורמים לחיזוק הקן (יום-טוב, 2014); ציפורים ממשפחת הסוכיים (Bowerbirds) בונות קני תצוגה ייחודיים ומקשטות אותם בפרחים, בעלים ואף בחפצים ממשכנות אדם, אם ימצאו; הטבלנים בונים קנים צפים על נהרות ואגמים (לוי, 2014).

שימוש בכלים וייצור מכשירים

השימוש בכלים בעולם החי זכה להתעניינות מרובה מאז מחקרה החלוציים של הפרימטולוגית (חוקרת הקופים) ג'ין גודול על שימפנזים, בראשית שנות ה-60 של המאה ה-20. הגדרת המושגים כלי ומכשיר עברה מאז גלגולים רבים, וכיום מקובל להגדיר כלי ככל חפץ, טבעי או מלאכותי, המופעל באופן רצוני ומשמש לתכלית כלשהי, ומכשיר ככלי שהמשתמש בו למד על תכונותיו, שינה את עיצובו ושכלל את תפקידו להשגת מטרותיו (Goodall, 1990, 1986). מכל המחקרים בתחום עולה, שהשימוש התכוף בכלים ובמכשירים, ובייחוד על ידי פרימטים² ושימפנזים בפרט, הובילו את המינים המשתמשים בכלים להישגים בולטים ומרשימים (Boesch, 2012).

תגליות ראשונות

תומס סוואג', מיסיונר שפעל בליבריה (מצרע אפריקה), כתב כבר בשנת 1844,

כי שימפנזים מפצחים ומרסקים אגוזים בעזרת אבנים, בדיוק כפי שעושה זאת האדם. ב-1882 פורסם ספר חשוב בנושא, שכלל את תצפיותיו של דרווין על יכולותיהם הבלתי רגילות של קופים ומינים אחרים (Romanes, 1882). ב-1887 נצפו קופי מקוק משתמשים באבנים כדי לפתוח צדפות בזמן השפל והגאות (Carpenter, 1887). איש אינו מבין כיצד ספר זה ושתי תצפיות חשובות אלו נשכחו מתודעת החוקרים למשך זמן כה רב (Safina, 2015; Morell, 2013).

השימוש בכלים על ידי בעלי חיים פרץ בבת אחת למודעות עולם המחקר עם עבודת הדוקטורט של ג'ין גודול על שימפנזים בטנזניה, שם גילתה גודול שימוש מגוון בכלים, דוגמת ספוג לניגוב הישבן וזלזלים לשליפת טרמיטים מקניהם. בעקבות פרסומים אלה קבע האנתרופולוג הנודע לואיס ליקי כי "כעת עלינו לשנות מיד את הגדרת המושג 'שימוש בכלים' ולהסביר מחדש מהו אדם ומהי תרבות, ולקבל את השימפנזה כאדם" (למשל, Goodall, 1990, p.15).

עד מהרה הבינה האנושות שהשימפנזים משתמשים בכלים ומייצרים מכשירים כבר מאות אלפי שנים. כיום גם ברור כי השימוש בכלים אינו נחלת השימפנזים בלבד. גם פרימטים אחרים, כמו גם פילים, לוטרות, דולפינים, מיני עופות ואפילו תמנונים וחרקים, משתמשים בכלים.

האומנם 'מותר האדם'?

בעבר סברו חוקרים שהאדם ייחודי בכושר ההמצאה שלו. חוקרים אחרים טענו כי 'מותר האדם', בהשוואה לבעלי חיים אינטליגנטים כמו לווייתנים, פילים או שימפנזים, אינו קשור לשימוש בכלים דווקא,

אלא להצלחתו לביית בעלי חיים אחרים או לפתח חזון. אך האומנם 'מותר האדם'? האירוניה היא שלמרות שאנו, בני האדם, מפתחים ומייצרים את הכלים והמכשירים המתוחכמים ביותר בטבע, אנו גם אחד המינים חסרי הישע ביותר; האדם כמעט שאינו יכול עוד לשרוד בשטח לאורך זמן ללא כל בגד, מכשור או כלי. למרות שלרוב איננו מבינים כיצד המכשירים המשמשים אותנו בחיי היום-יום עובדים (כמו טלוויזיה, מחשב, טלפון חכם...), אנו זקוקים להם באופן שוטף. יש חוקרים הסבורים שעקב גופו חסר ההגנה של האדם והודות למוחו הגדול והמפותח, האדם פיצה עצמו על ידי פיתוח עצמים שאינם חלק מגופו - כלים, מכשירים ואף ערכות כלים. אולם, כאמור, השימוש בכלים וייצורם אינו ייחודי רק לנו, בני האדם.

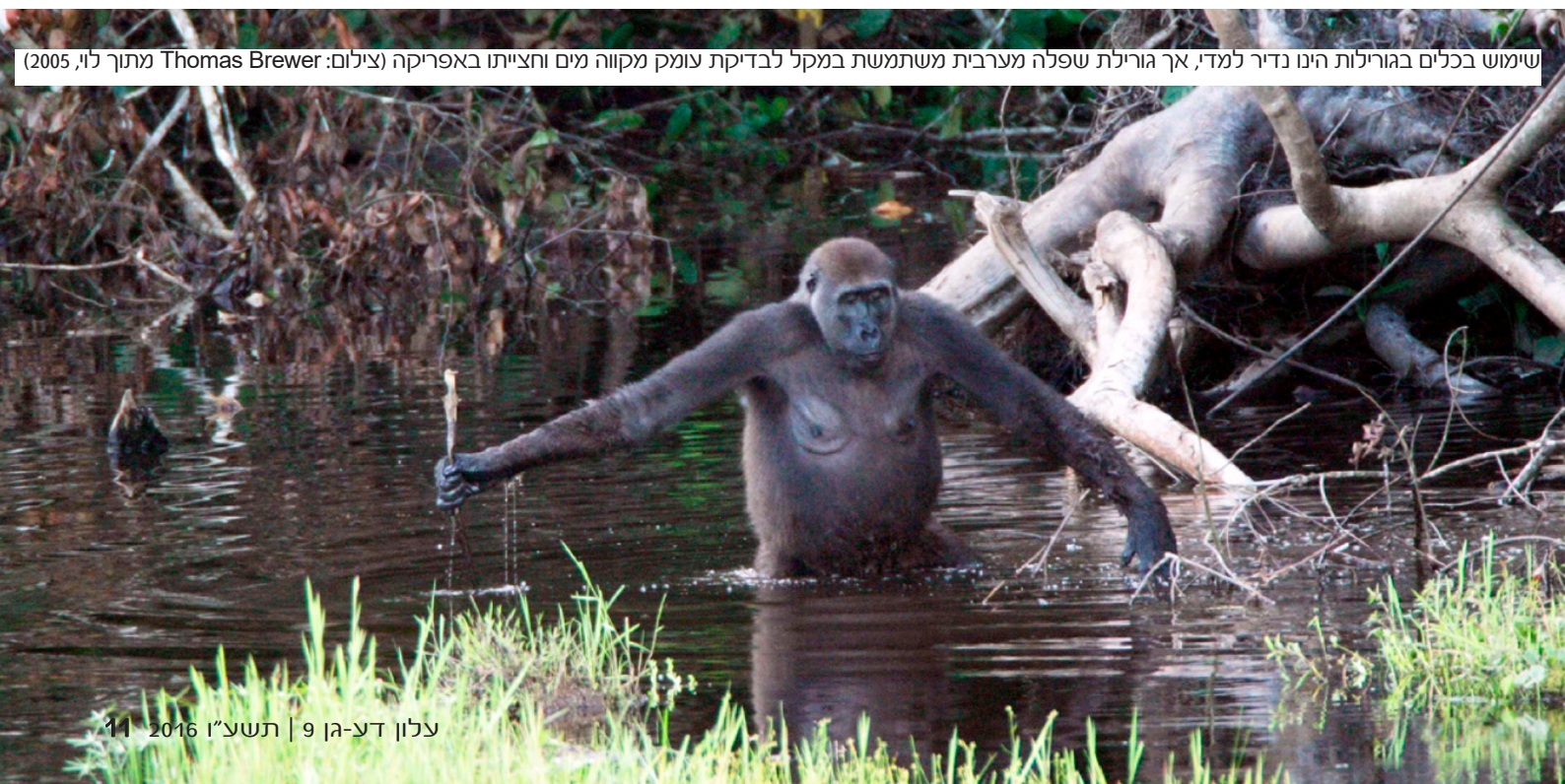
שימוש בכלים ולמידה

אחת השאלות הבסיסיות בתחום השימוש בכלים ולמידת השימוש בכלים היא האם השימוש בכלים או במכשירים מעיד על תבונה, כפי שניתן להניח בקשר לאדם.

האתולוגיה (תחום המחקר שעיסוקו התנהגות בעלי חיים) הניחה שלמידה והתנהגות הן תכונות הטבועות בתורשה, מעין 'תכנית על' הטבועה בגנים שמעצבת את ההתנהגות. אולם התפיסה הרווחת כיום היא שבעלי חיים מסוגלים לשנות את התנהגותם בהתאם לשינויים המתחוללים בסביבתם ומנצלים את כישורי הלמידה שלהם כדי להעתיק דפוסי התנהגות אחדים מחבריהם. העתקת ההתנהגות אף עשויה להיות מהירה במיוחד אם מעמדו של הפרט 'הממציא' או בעל 'התובנות' גבוה (למשל, Beck, 1980).

² סדרה במחלקת היונקים, הכוללת למעלה מ-350 מיני קופים, קופי אדם, קופיפים וקיפופים.

שימוש בכלים בגורילות הינו נדיר למדי, אך גורילת שפלה מערבית משתמשת במקל לבדיקת עומק מקווה מים וחצייתו באפריקה (צילום: Thomas Brewer מתוך לוי, 2005)





צילום: נדב לוי



צילום: נדב לוי

התוכי ממין אפרור אפריקני, המכונה ג'אקו (למעלה) ועורב ניו קלדוניה (למטה) ידועים כעופות האינטליגנטיים ביותר במחלקת העופות



צילום: אלכס קצלניק



צילום: אלכס קצלניק

לשפר את הסתגלותם לסביבתם או להגדיל את יעילות שליטתם בה. הגדרה אחרת קבעה כי "על מנת להיחשב כלי, האובייקט צריך להיות הארכה ניידת של הגוף". הגדרה זו הבליטה את בעלי החיים המשתמשים בתכונה של אובייקט מסוים לצורך השגת מטרה, ללא שינוי האובייקט. למשל, ציפורים, דוגמת השחרור, המטיחות קונכיות של חלזונות על סלעים או אבנים על מנת לפצחן; עכברים המשתמשים בגבועל חיטה כבסולם כדי לטפס על הצמח ולהגיע לזרעיו; תנועות הגוף המיוחדות של הנמיה, שבאמצעותן היא משליכה ביצי ציפורים על סלעים כדי לפצחן (ניצול הסלע ככלי); והבואש המשליך ביצה לאחר בבעיטה באחת מרגליו האחוריות כדי לפצחה באמצעות השחתה בגוף דומם.

יש בעלי חיים המראים למידה סביב שימוש פסיבי בכלים. למשל, לפחות שני מיני עורבים ביפן ובקליפורניה משתמשים בגלגלי מכוניות נוסעות לריסוק אגוזים שליקטו והניחו על הכביש. כך, המכוניות הנוסעות דורסות את האגוזים המונחים על הכביש ומרסקות אותם. נמצא גם שהעורבים מעדיפים להניח את האגוזים בצמתים מרומזרים ולמדו לנצל את אור

האם אינסטינקט (פעולה ספציפית, שהיצור החי נדחף לבצעה ואינה ניתנת לשינויים על ידי גורמים סביבתיים) הוא התנהגות תורשתית מולדת? האם אפשר לשנותו על ידי למידה? אחד התיאורים הראשונים לשימוש בכלים היה "בעלי חיים הנעזרים באובייקט חיצוני כלשהו, שאינו מהווה חלק מגופם, למען השגת מטרה מסוימת". כלומר, על פי תיאור זה הכלי הוא חפץ דומם ולא חלק מגופו של בעל החיים. כלומר, כל בעלי החיים המשתמשים באובייקט דומם נכללים בקטגוריה של 'משתמשים בכלים' (Alcock, 1972). אולם, כבר בראשית חקר התופעה שררה אי הסכמה בנוגע לאמות המידה של מי ראוי להיות בין המשתמשים בכלים. למשל, האם לכלול עופות עופות הבונים קנים מענפים וזלזלים? עכבישים הטווים קורים? ציפורים המשפדות את טרפן על קוצים? קופים, שכדי להגיע לפרי שאינו בהישג ידם מושכים את הענפים? או פילים המנענעים, ולעתים אף מפילים, את העץ כדי לזכות במזון שבצמרתו? רוב בעלי החיים המשתמשים בכלים עושים זאת כדי להשיג מזון שאחרת לא היה זמין עבורם, או כדי להגדיל את יעילות החיזור. הם פועלים ומפעילים תכנון וכוח, שעשויים

היו שסברו כי ייחודו של האדם קשור ביכולתו להדליק אש, אולם מנהגם של שימפנזים לחכך אבנים אלה באלה מערער רעיון זה, ויש המשערים כי לא רחוק היום שגם שימפנזים יגלו את הטכניקה להצתת אש. כאשר מנסים לברר מהי יכולת הלמידה של שימפנזים, צולה כי האינטליגנציה הנדרשת לשליפת טרמיטים מקנם על ידי קוץ או זלזל מעידה, ללא ספק, על קשר אפשרי בין הגדלת נפח המוח לבין רמת האינטליגנציה.

נושא אחר שמרבים לעסוק בו בספרות המדעית הוא הקשר בין התנהגות, שמקורה גנטי, לבין היכולת להפיק תועלת מהפוטנציאל המוחי בדרך של ניסוי וטעייה. יש חוקרים המשערים כי ואריאציות בשימוש בכלים נובעות מיכולתם של בעלי החיים ללמוד מניסיונם (לוי ולוי, 2002; פרינגל, 2013).

שימוש בכלי והגדרותיו

לא פעם אפשר לצפות בעז, יעל או סוס כשהם מחכים ענף על גבם. האם התנהגות זו יכולה להיחשב כשימוש בכלי? כאשר מנסים לבחון את משמעות השימוש בכלי כטכנולוגיה המחייבת למידה, יש להבהיר תחילה את ההבדלים בין התנהגות אינסטינקטיבית לשימוש בכלים.

לעופות מוח קטן, אך יכולותיהם פנטסטיות: למשל, הקקדו הלבן פיגארו (Figaro) משתמש בלא פחות מארבעה מכשירים דמויי מקלות, שהכין הוא עצמו מחלקי במבוק. פיגארו משתמש במכשירים אלה כדי לגרוף, לקרב או להטות את פריט המזון אשר הונח מחוץ לרשת כלוב, למשוך אותו פנימה, לתוך הכלוב, וללמד את חברו הנאיבי

בתי ספר לכלים – אתרים המוכרים להורים ומהווים סביבת גירויים מתאימה ללמידה ולפיתוח מיומנויות. באתרים אלה מתבוננים הצאצאים בהתנהגויות הוריהם ומתנסים בעצמם במשחק עם כלי עבודה שונים. כך הם לומדים לפתור בעיות, להשתמש בכלים מורכבים, לפתח ולשפר את כליהם וללמוד מטעויות של אחרים. למשל, נמצא שפרטים ממין זה למדו, פרט אחר פרט, לכופף קרסים ולעצבם בדרך שתאפשר שליית פריטי מזון המוסתרים בתוך צינורות שקופים.

שימוש בכלים במחלקת החרקים

גם החרקים, שהם חלק מסביבתנו הקרובה, מפגינים במקרים מסוימים התנהגויות של שימוש בכלים. למשל, נמלים הניזונים מפירות מרקיבים משתמשות בעלים, ענפים או גרגרי חול כדי לספוג את תוכנו המזין של הפרי. נמלים אחרות נצפו מטרידות נמלים מקנים סמוכים על ידי הטלת גרגרי חול לעברן או לעבר הכניסה לקניהן. הצרעה הנקראת צ'רחולית נוהגת לבנות בקרקע חולית את קנה, שהוא מעין נקבה מאורכת, החודרת לתוך הקרקע. היא מטילה בקן את ביציה, אך לפני כן דואגת לציד את הקן במזון לצאצאים שיבקעו מהביצים. לשם כך היא מאתרת טרף כלשהו – חגב, עכביש וכדומה, משתקת אותו ותוחבת אותו עמוק אל תוך הקן. הנטרף אינו מומת אלא משותק, כך שהוא נשמר טרי עבור הזחלים הצעירים. כעת על הצרחולית לחתום את הקן, שאם לא כן הוא עלול למשוך אינספור פיות רעבים אחרים. לשם כך היא דוחסת פנימה גרגרי חול, אך מכיוון שאלה עלולים להתפזר ברוח מהדקת אותם הצרחולית באמצעות שימוש באבן קטנטנה או ברגב קשיח, שאותם היא חובטת בעוצמה רבה על

גוף דורס הנקרא קָחֶם, שנצפה לא פעם מפגין שימוש בכלים בישראל. במסגרת המחקר שערכתי לתואר שני, נוכחתי לדעת כי הרחם בוקע מהביצה עם התנהגות מולדת של שבירת ביצים בעזרת אבנים, ולומד לשכללה בעת נדידתו לאפריקה, שם הוא יכול להתבונן בהתנהגותם של רחמים מאוכלוסיות מקומיות שלא בהכרח נודדות וללמוד מהם. בישראל צפינו בפרט מסומן, צטצ (ZTZ) שמו, שסומן בשנת 1986 בעודו גוזל בקן ונצפה בשנה השלישית לחייו בשעה שניסה לפנץ ביצי יענים ששימשו פיתיון ללכידתו. תצפית זו חשפה, לראשונה, כי הרחם מפגין את יכולתו להשתמש בכלים בגיל שבין שנתיים עד שלוש (לוי, 1990).

לעופות מוח קטן, אך יכולותיהם פנטסטיות: למשל, הקקדו הלבן פיגארו (Figaro) משתמש בלא פחות מארבעה מכשירים דמויי מקלות, שהכין הוא עצמו מחלקי במבוק. פיגארו משתמש במכשירים אלה כדי לגרוף, לקרב או להטות את פריט המזון אשר הונח מחוץ לרשת כלוב, למשוך אותו פנימה, לתוך הכלוב, וללמד את חברו הנאיבי (Safina, 2015; Gill, 2014).

האנפית הירוקה דגה את טרפה בסיוע פיתיון, דוגמת חרקים, פיסת לחם או נוצה, שאותם היא משליכה למים. כאשר הדג מתקרב לפיתיון, האנפית שולחת קדימה את צווארה כפלצור, עטה על טרפה, לוכדת אותו וזוללת בתיאבון (Beck, 1980).

מינים רבים במשפחת העורביים נצפו כשהם משתמשים בכלים. מוחם הקדמי של העורבים הוא גדול יחסית, ומדענים סבורים שחלק זה של המוח מקנה לעורבים יכולות אינטליגנטיות גבוהות, הכוללות את היכולת למצוא פתרונות יצירתיים לבעיות, ללמוד מחבריהם ולעצב מכשירים בהתאם לצורכיהם. בישראל, עורבים אפורים נצפו כשהם מחזיקים בלוטי אלון תחת רגליהם, נוטלים אבן קטנה במקורם ומפצחים בעזרתה את הבלוט. מיני עורבים אחרים נוהגים להרים במקורם אבנים ולהשליכן על אויבים או להשתמש בגבעולי עשב להטרדת עופות דוגרי קרקע. יותר מכולם עוררו התעניינות עורבי ניו קלדוניה, אשר נוטים לחיות ביחידות משפחתיות קטנות, שכוללות זוג הורים וצאצאיהם משתי שנות רבייה עוקבות. בתוך היחידות המשפחתיות האלו יוצרים הפרטים יחסי גומלין אמיצים ובאמצעותם לומדים ומלמדים מיומנויות של שימוש בכלים. הנטייה לשמור את המיומנויות האלה בתוך המשפחה היא מובהקת, עד כי נראה שהעורבים ההורים סובלניים יחסית, וכאילו מתאמצים להאריך את משך שהותם של הצעירים עמם, כדי שילמדו לרכוש את הסגנון והאופן הרצויים של השימוש בכלים. אחת הדרכים שבהן משתמשים העורבים לחינוך והנחלת הידע היא מעין

הרמזור המתחלף לאדם על מנת להגיע אל האגוז המרוסק בבטחה ולקחת אותו למקום בטוח לאכילה. דוגמה נוספת היא תוכים שנצפו משתמשים במים כמכשיר מרכזי לריכוך פרוסת לחם יבשה שהוגשה להם.

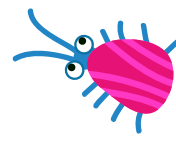
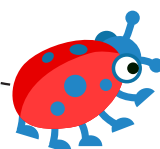
ב-1970 הציעה ג'יין גודול כי "שימוש בכלי ייחשב ככזה אצל בעל חיים (יונק או ציפור) כאשר נעשה שימוש ספציפי באובייקט חיצוני לצורך הגדלה פונקציונלית של פה (או מקור), יד או רגל, לשם השגת מטרה מיידית". הגדרה זו הבליטה את ייחודם של בעלי חיים המשתמשים בכלי רק כאשר הוא מעוצב כהלכה ומנוצל בהצלחה להשגת מטרה (למשל, סילוק פולש מטריטוריה או השגת מזון). על פי הגדרה זו, ציפורי החנקן, למשל, אינן יכולות להימנות עם בעלי החיים המשתמשים בכלים או מייצרים מכשירים, היות שהן נוהגות לשפד את קורבן על אובייקט חד כמו קוץ של עץ, ואינן מעצבות קוץ בתור מכשיר שמסייע להן בשיפוד טרפן (Beck, 1980).

כך הוצאו מכלל בעלי החיים המשתמשים בכלים שחפים, עורבים, פרסים, עיטים ועופות אחרים, המשליכים פריטי מזון על הקרקע או על מסלע קשיח, על מנת לפצחם ולאכול את תכולתם, ואפילו העכבר המשתמש בגבעול חיטה כבסולם. כיום מקובלת ההגדרה שלהלן לשימוש בכלים: "שימוש בכלי מתאר הפעלה של אובייקט חסר רוח חיים חיצוני, המשכלל את יעילות האורגניזם על ידי שינוי מצבו או צורתו של אובייקט אחר". הגדרה זו מבליטה את ייחודם של בעלי חיים המשתמשים בשימוש אקטיבי אמיתי בכלים, שעיקרו שימוש בתכונה של אובייקט מסוים לצורך השגת מטרה, תוך כדי שינוי האובייקט. התופעה 'שימוש אמיתי בכלים' (true tool use), שנוסחה לראשונה על ידי פארקר וג'יבסון (Parker & Gibson, 1977), גורסת שבין בעלי החיים המשתמשים בכלים יכללו רק בעלי חיים הנושאים את החפץ בעצמם ויכולים לשנות באמצעותו אובייקט אחר או את החפץ עצמו.

על הקריטריון הזה עונים, למשל, פרושי איי גלפגוס, האוחזים במקורם קוץ של קקטוס ומשתמשים בו כדי לשלוף חרקים מתחת לקליפות עצים. לציפורים אלה אין לשון ארוכה או מקור ארוך, ובמהלך האבולוציה הן למדו להשתמש בענפים חדים ודקים או בקוצי קקטוס ארוכים כמכשירים המאפשרים להם לשלוף חרקים המסתתרים בסדקי עצים ומתחת לקליפות העצים. פרושים אלה לא רק משתמשים בכלים, אלא גם מייצרים ומעצבים אותם בהתאם לצורך.

שימוש בכלים במחלקת העופות

אחד מ'מכובדי' השימוש האקטיבי בכלים הוא





גרגרי החול שערמה על פתח הקן.

חרק אחר המשתמש בכלים הוא חרק מוכר מאוד, שלעתים נמצא ממש 'מתחת לאף' – הארינמל החיוור. הארינמל החיוור יוצר בקרקע חולית מכתש דמוי לוע של הר געש קטן, בעל דפנות תלולות וחלקות. הקורבן, לרוב נמלים, מחליק לתוך המלכודת. אז יורה הארינמל מטח גרגרי חול על קורבנו ולוכד אותו.

שימוש בכלים במחלקת הדגים

גם דגים מסוימים משתמשים בכלים, התנהגות אינטליגנטית ומסקרנת שלרוב איננו מצפים לה אצל דגים. למשל, כמה מינים מהסוג שפתון (משפחת השפתוניים) חיים בקרבת החוף ומשתמשים בסלעים ובאלמוגים כסדן כדי לפתוח בעזרתם קיפודי ים ומיני רכיכות. דגי השפתון ידועים במוחם הגדול ביחס למשקל גופם, בדומה לעופות ופרימטים המשתמשים בכלים. בין הדגים המשתמשים בכלים בולט בעיקר דג הצלפון (משפחת הצלפיים), המשתמש בסילון מים ללכידת טרפו. דג הצלפון מסוגל להתיז סילון מים עד לגובה של מטר

אחרים, כולל בני אדם. תצפיות בפילים בשטח גילו שהם מסוגלים להפיל גזעי עצים על גדרות העומדות בדרכם. כאשר נסלל כביש חדש בפארק אסייתי שבו נדדו פילים מימים ימימה, ראו בכך הפילים מטרד. אז היו ביניהם ששברו ענפים וגררו אותם לכביש הנסלל. הם הניחו ענף על ענף, וערמו מהענפים ערמה שיצרה מחסום הוסר על ידי פקחי הפארק, המשיכו הפילים, שוב ושוב, ליטול גזעים וענפים גדולים אחרים והניחו אותם בכביש ליצירת מחסומים חדשים.

דולפינים

ראשל סמולקר (Smolker) מאוניברסיטת מישיגן ועמיתיה גילו שכ-600 מכ-1,500 מהדולפינים החיים ב'מפרץ הכרישים' שבמערב אוסטרליה, ובעיקר אימהות וצאצאיהן, נושאים ספוגים על חרטומם, כשהם שוחים בעומק של 8-10 מטרים (Smolker et al., 1997). תחילה הוצע שזו התנהגות משחק, אך מאוחר יותר התגלה שנשיאת הספוג על החרטום מגנה עליו בעת הנבירה בקרקעית הים לחיפוש מזון. כך, הספוג הוא כלי הפותר בעיה שבה נתקלו הדולפינים. מחקרים מאוחרים יותר חשפו כי השימוש בספוגים מתבצע בעיקר על ידי הנקבות, הצוללות לעומק רב יותר מהזכרים. ייתכן שנקבה אחת המציאה את השימוש החדשני בספוג ולימדה אחרות, לרבות זכר צעיר יחיד או זכרים ספורים (למשל, Safina, 2015).

לטרות הים

לוטרות הים החיות באוקיינוס השקט, באזור מערב קליפורניה, צוללות לקרקעית כדי ללקט שם את ארוחתן. הן חוזרות ועולות אל פני המים עם טרפן – צדפות, סרטנים

אחד, ולכונו בדיוק רב לעבר חרקים, עכבישים ואפילו לטאות, הנמצאים מחוץ למים. פיו של הצלפון פועל כקנה רובה: לאורך תקרת הפה יש חריץ זעיר, וכאשר לשונו של הדג נלחצת אל החריץ נוצר צינור דק, שדרכו יכול הדג לפלוט את המים בלחץ. כאשר מתכוון הצלפון לירות סילון מים, מתבלטות שפתיו מעל המים בעוד עיניו נשארות מתחת לפני המים. הצלפונים הצעירים היורקים מעלה אינם מצטיינים בדיוק רב, אבל כאשר הם מתבגרים ורוכשים ניסיון משתפרת יכולת הקליעה שלהם, ובבגרותם הם נעשים קלצים מנוסים. טכנולוגיית השימוש בכלים (שימוש במים ככלי ציד או תקיפה) של דגי הצלפון נחשבת ייחודית, לנוכח מוחם הקטן.

עוד שימושים בכלים במחלקת היונקים

פילים

מזה שנים רבות, יכולותיהם האינטליגנטיות של הפילים אינן מוטלות בספק. "נס של אינטליגנציה, בינה עתיקת יומין וענק של חומר", כך אמר עליהם בופון, מנהל מוזיאון הטבע בפריז, עוד במאה ה-17 (Spinage, 1994). ב-1879 דיווח חוקר בשם פיל (Peal), ששמו משעשע את הקורא עברית, שפילים אסיאתיים משתמשים בפיסות במבוק דקות כדי לקרב אליהם מזון או לגרש זבובים (Peal, 1879). עם הזמן נמצא כי פילים מכינים לפחות שישה טיפוסים כלים שונים למטרות גירוד, שפשוף וסילוק קרציות, משתמשים בגבעולי עשב לניגוב פצעים ומשתמשים במקל שהם אווזים בחדקם כדי להרחיק מעצמם חרקים עוקצים, לפלס דרך בסבך, למצוא מזון ולהכות בעלי חיים

פילים משתמשים בכלים (מקלות) שהם אווזים בקצה חדקם, ונוטים לחסום כבישים במועד באמצעות בולי-עץ גדולים במקרים שבהם בני אדם מעוררים את רוגזם (צילום באדיבות אודי רן).





קופי קפוצ'ין מפצחים אגוזים בעזרת אבנים
(צילומים: נדב לוי, פארק הקופים בבן-שמן, אוגוסט 2015)

נפנים וחפצים אחרים על פולשים, לרבות על בני אדם, וכן בעת משחקים ועימותים הדדיים. החוקרים סבורים שמכיוון שקופי האורנג-אוטן נעים רוב ימיהם לבד, אין



אורנג-אוטנים, קופי העל האסיאתיים שכונו 'אנשי היער', משתמשים במקל ככלי (צילום: Colin Knowles, באדיבות אודי רן)

אבן בגודל מתאים, מניפים אותה וחובטים באמצעותה על אגוז המונח על מצע סלעי כדי לרסקו, בדומה להתנהגות פיצוח אגוזים על ידי שימפנזים (ראו להלן). קפוצ'ינים נצפו בטבע גם משתמשים בעלים כבספוג, בדומה לשימפנזים, וקפוצ'ין אחד נצפה כשהוא משתמש במקל כדי להכות נחש. אולם קשה מאוד לצפות בקופי קפוצ'ין בטבע, ולכן מרבית המחקרים עליהם נערכו בתנאי שבי. את קופי הקפוצ'ין מגדלים בשבי לצרכים שונים (למשל, אימונם לעזרה לאנשים נכים), ולכן נערכו עליהם מחקרים רבים. לדוגמה, האקולוג גרג ווסטרגארד והפסיכולוג סטפן סואומי החליטו ללמוד על קופי הקפוצ'ין בניסויים מבוקרים ומתוכננים, שבחנו בעיקר את הדרך שבה הקופים משחקים. החוקרים העמידו לרשות הקופים מגוון חומרים וכלים ובדקו את יכולתם הספונטנית לבצע פעולות, שהעידו על יצירתיות ופקחות (Westergaard & Suomi, 1997).

קופי אורנג-אוטן

קופי האורנג-אוטן, שהם קופי אדם, מתוארים לעתים קרובות כשהם משליכים

או חלזונות, ואז צפות על גבן והופכות את חזן ובטן לשולחן אוכל. לעתים קרובות הן שולות אבן שטוחה מהקרקעית ומציבות אותה על חזן, אז הן חובטות את טרפן על המצע הקשה, עד שקליפתו מתפצחת ותוכנו נחשף. לוטרות הים משתמשות גם בחלקי קונכיות מחודדות כדי לפצח קונכיות אחרות. שימוש זה בכלים מופיע רק באוכלוסיות מסוימות של לוטרות ולא באחרות, מה שמדגיש שמדובר בדפוסי התנהגות נלמדים. גור הלוטרה הצעיר לומד את מיומנות השימוש בכלים מאמו, ומתאמן בה על ידי ניסוי וטעייה. הלוטרה האם אף מראה לצאצא הצעיר כיצד לבחור אבן מתאימה ובאילו אבנים יש להשתמש. לוטרת ים בוגרת נוהגת להשתמש באותה אבן שוב ושוב, אך לוטרות צעירות אינן מהססות לנסות להשתמש באבנים חדשות, ללמדנו על יכולתן ללמוד מניסיון ועל נטייתן לחקור את סביבתן. עוד נמצא כי לוטרה יתומה מסוגלת ללמוד להשתמש בכלים מצוללל אנושי שעליו הוחתמה. הצוללן מלווה את הלוטרה בצלילה, מצביע על מקורות מזון מתאימים ומשמש לה מודל. כך לומדת הלוטרה כיצד לבחור מזון, להעלותו אל פני המים ולפתוח אותו באמצעות

הטחתו על אבן המונחת על חזה, בדיוק כפי שלוטרה לומדת מאמה. במוזיאון הימי של מונטריי בקליפורניה הבחינו חוקרים כי אחת הלוטרות הנקבות משתמשת בבקבוק זכוכית כדי לגרד צדפות מגבעולי אצות. לוטרה זו אף לימדה את גוריה להשתמש בטכניקת הבקבוק. לתצפית זו חשיבות רבה, כי הדבר מעיד על יכולתן של הלוטרות להשתמש במגוון כלים, בהתאם למה שקיים בסביבתן.

שימוש בכלים על ידי פרימטים

קופי קפוצ'ין (סבוס חום)

קופי קפוצ'ין נצפו מעבירים אבנים כבדות לאתרים ספציפיים, שבהם הם מפצחים אגוזים. הקופים בוחרים



קופי אורנג-אוטן הציפו במים מכלים שבהם הוטמן מזון עבורם, וכך הצליחו להשיג את המזון שעלה וצף על פני המים. הם גם החדירו אבנים למכלי המים, וכך העלו עוד יותר את פני המים. כמו כן, הם נצפו משתמשים במקלות להשגת דבש, בעיקר מדבורים שלא עוקצות, מטרמיטים ומנמלים, ובמקלות קטנים כדי להרחיק את השערות המגנות על החלקים האכילים בפירות מסוימים

להם הזדמנויות רבות ללמוד להשתמש בכלים מתוך התבוננות באחרים. חקר קופי אורנג-אוטן בטבע ובשבי הוביל לכמה תובנות מעניינות בנוגע ליכולתם להשתמש בכלים, אבל נדמה שמיומנויות השימוש בכלים שלהם נלמדו מתוך חיקוי פעולות החוקרים, שבכוונה תחילה הדגימו להם את דרך הביצוע. למשל, קופי אורנג-אוטן הציפו במים מכלים שבהם הוטמן מזון עבורם, וכך הצליחו להשיג את המזון שעלה וצף על פני המים. הם גם החדירו אבנים למכלי המים, וכך העלו עוד יותר את פני המים. כמו כן הם נצפו משתמשים במקלות להשגת דבש, בעיקר מדבורים שלא עוקצות, מטרמיטים ומנמלים, ובמקלות קטנים כדי להרחיק את השערות המגנות על החלקים האכילים בפירות מסוימים (van Schaik et al. 2003).

גורילות

נדיר לצפות בגורילות משתמשות בכלים בטבע, אך הן נצפו משליכות ענפים, זלזלים ועלים על בני אדם ומשתמשות בעצמים אלה לחיזור. כמו כן, גורילות נצפו בודקות את עומק המים בעזרת

מ ק ל ו ת

ומשתמשות במקלות למשען בעת חציית גוף מים. גורילות אף נצפו מזיזות בולי עץ ומכינות בעזרתם מעין גשרונים מעל אזורים מוצפים.

בשבי נצפו התנהגויות נוספות של שימוש בכלים, למשל גרירת ארגזים, סידורם זה על זה וטיפוס עליהם כדי להגיע למזון, וכן קירוב קערות מזון רחוקות באמצעות מקלות. בשבי גם נצפתה גורילה אחת שלמדה לפצח אגוזים תוך שימוש באבן וסדן כדרכם של שימפנזים. במקרה אחר נצפתה גורילה צעירה, בת שנתיים וחצי, בשם איטיביירו במכלאת אקלום במזרח קונגו, כשהיא מרסקת אגוזי דקל בין שני סלעים כדי למצות ולחלץ את השמן האגור בהם. גורילה זו הייתה ילידת בר, והחוקרים סבורים שיתכן שראתה בטבע כיצד גורילות אחרות פועלות באותה דרך. בספארי ברמת גן, שימפנזים וגורילות משתמשים במקלות דקים כדי להגיע לדבש שמוטמן להם בעצמים שונים כחלק מקידום יכולותיהם המנטליות בתנאי שבי.

המקוק היפני כמעביר תרבות

בשנות ה-60 של המאה ה-20 הניחו אתולוגים את היסודות לרעיונות ולמחקרים הידועים כ'העברה תרבותית'. מחקרים אלה נסבו בעיקר סביב השאלה האם מיומנויותיהם של בעלי חיים הן מולדות או נלמדות. אחד המחקרים החלוציים בתחום זה נערך על מקוק היפני. החוקרים שרצו לצפות בקופי המקוק בצורה נוחה פיזרו עבורם בטטות בחוף הים. קופי המקוק התקרבו בסקרנות ועד מהרה התרגלו למקור המזון החדש. יום אחד, אחת הקופות, שכונתה על ידי החוקרים בשם אימו, הגיעה לתובנה שכדאי לשטוף את הבטטות במים לפני האכילה, משום שאז גרגרי החול יורדים מהן בקלות והן טעימות יותר. מכיוון שאימו הייתה בתחתית המדרג החברתי, ובעלי חיים אינם נוהגים לחקות התנהגות של פרט נחות, עברה תובנה זו לשאר חברי הקבוצה רק לאחר תשע שנים. בינתיים אימו גם גילתה שעדיף לשטוף את הבטטות במי הים המלוחים כי טעמם משתבח, ומאחר שאולי עלתה בינתיים במדרג החברתי, עברה תובנה זו לשאר חברי הקבוצה לאחר ארבע שנים בלבד. הייחוד בתופעה זו הוא שקופים אלה החלו לרחוץ במי הים ואף לאכול אצות. בעיני זו הדוגמה הקלאסית לשינוי תרבותי (למשל, לוי ולי, 2002).

שימפנזים – קופי אדם המתמחים בכלים

כפי שנחקר בהרחבה ב-50 השנים האחרונות, השימפנזים הם אלופי המשתמשים בכלים. מיומנות השימוש בכלים הראשונה שתועדה לפרטיה היא שליפת טרמיטים באמצעות מקל, ענף או

זלזל. הצעירים לומדים התנהגות מורכבת זו מאמם או מפרטים בוגרים אחרים בקבוצה. ראשית הם מתבוננים בהתנהגות ואז מנסים לחקותה. על השימפנזים הצעירים ללמוד לבחור ענף או זלזל באורך ובעובי מתאימים, ללמוד כיצד לתלוש ממנו את העלים, כיצד להחדירו בעדינות לתוך קן מתאים, להשהותו שם דקות ספורות ולאחר מכן להוציאו בעדינות, בלי שהטרמיטים שתפסו בו יפלו בדרך... את כל אלה לומדים השימפנזים בדרך של ניסוי וטעייה, תוך כדי התנסות.

בין המיומנויות של שימוש בכלים שנצפו בטבע: פתיחת קני נמלים בעזרת מקלות; שימוש במקלות לניקוי פתחי קנים, להרחבת קנים של דבורים המקננות בקרקע ולהרחקת אויבים או מתחרים מפגרים של בעלי חיים; זריקת חפצים (ענפים, מקלות, אבנים, חלקי צמחים ירוקים, פירות ועוד) כהתנהגות איום להרחקת טורפים ומתחרים. גם בגני חיות זורקים השימפנזים חפצים שונים – מקלות, אבנים, חתיכות בוך, רגבי אדמה קטנים וכדומה, אך בשבי מופנית השלכת החפצים כלפי הצופה האנושי.

השימפנזים מפגינים מיומנויות רבות נוספות של שימוש בכלים. כבר במחצית הראשונה של המאה ה-19 נצפו שימפנזים בטבע כשהם משתמשים בעלים ובגבעולי עשב דחוסים לטיפול בפצעים מדממים (Darwin, 1883). בתצפיות מאוחרות יותר תועדו השימפנזים משתמשים לעתים קרובות בעלים כמגבת או כתחבושת לטיפול בפצעים, לניגוב צואה ושתן, בייחוד בזמן שלשול, לגירוד הגוף ולהגנה מפני הגשם, ואפילו לניגוב זרע, להרחקת לכלוך ממזון נוזלי או דביק ולניגוב בוך מן הגוף. במקרה אחד נצפה שימפנזה צעיר מנגב בננה מלוכלכת שחטף מפרט אחר. גם בשבי משתמשים השימפנזים לא אחת בניירות, לרבות נייר עיתון, לניגוב פצעים מדממים, צואה, מים ושמן; היו שראו שימפנזים מנגבים את אחוריהם במקלות או בשיירי פרי, ואת כלוביהם בנייר, בעלים, באניצי קש ובאריגים גסים (Goodall, 1964).

בפארק הלאומי הזעיר גומבה שבטנזניה התגלה לראשונה שימפנזים משתמשים בכלי אבן. מאוחר יותר התגלתה התנהגות זו גם בחוף השנהב, גיניאה וליבריה (Boesch, 2012). גם שם משתמשים השימפנזים בפטישי אבן או בולי עץ כדי לרסק אגוזים. התנהגות זו תופסת כ-10%-15% מזמן האכילה, ובמשך שלושה-ארבעה החודשים שבהם ניזונים השימפנזים מאגוזים, יכול שימפנזה יחיד לצרוך עד כ-35,000 קלוריות מדי יום. האפשרות לרסק את האגוזים באמצעות אבנים מאפשרת לשימפנזים גישה לשישה מינים שונים של אגוזים, שאחרת לא היו יכולים להיזון מהם. נמצא



קוף קפוצ'ין ביער בן שמן (צילום: נדב לוי)

כי שיעורי הרבייה בקבוצות שימפנזים אלה גבוהים יותר והארגון החברתי שלהם טוב יותר בהשוואה לקבוצות שימפנזים שאינן משתמשות באבנים לפיצוח אגוזים. אגוזים ואבנים קיימים גם בסביבתן של קבוצות השימפנזים האחרות, אך אלה לא למדו לנצל את הכלים המונחים מתחת לאפם.

ככל שהמדענים לומדים עוד ועוד על השימוש בכלים על ידי שימפנזים בטבע, הם עומדים משתאים נוכח הגילויים (Whiten et al., 1999). לדוגמה, הפרימטולוגים ד"ר סוניה קאהלנברג ופרופ' ריצ'רד רנגהאם שעקבו אחר שימפנזים ביער באוגנדה במשך למעלה מ-20 שנה, גילו כי נקבות משחקות עם מקלות ומחזיקות אותם בזרועותיהן בעדינות, ואף משכיבות אותם בקנים שהן בונות לשנת הלילה, כאילו מניחות אותם בעריסה. הנקבות ואפילו אחד הזכרים, שלימים הפך לאחד המנהיגים בקהילה, התייחסו למקלות כאל בובה. התנהגות זו נצפתה בעיקר בנקבות שטרם הביאו לעולם את צאצאן הראשון, והן למדו לעשות זאת באמצעות חיקוי התנהגותן של נקבות צעירות אחרות. המדענים מסבירים כי התנהגות נשיאת המקלות והשכבתם לישון בקן עשויה להיות התנסות של שימפנזים צעירים, בעיקר נקבות, ברכישת תפקידי הבוגרים, כחלק משלבי ההתבגרות המתחייבים במעבר מילדות לבגרות (Kahlenberg & Wrangham, 2010).

השימפנזים מפגינים גם שימושים נוספים בכלים, שדומים להפליא לשימושים שעושים בכלים בני שבטים מסוימים: באזור מיוער חלקית בסנגל שבמערב אפריקה נצפו שימפנזים קוטלים גלגו (Bush babies) באמצעות נעיצת מקלות חדים, מעין חניתות, אל תוך סדקים וחורים בעצים שבהם מסתתרים הגלגו, בדומה למנהגם של ציידים-לקטים אנושיים בטנזניה שבמזרח אפריקה; השימפנזים בסנגל ובמאלי לנים לעתים במערות, כמו האדם הקדמון וכמו בני השבטים

החיים עד היום באזורים אלה.

שימוש בערכות כלים על ידי שימפנזים

הפרימטולוגים סטלה ברואר וביל מקגרו היו הראשונים שהציגו את המונח 'ערכת כלים' בהתבסס על שימוש בשני טיפוסים כלים או יותר שבעל חיים משתמש בהם ברצף מסוים, כשכל כלי מותאם לפעולה ספציפית המבוצעת אחרי קודמתה, מתוך כוונה להשיג מטרה אחת. לדוגמה, בגמביה צפו החוקרים בשימפנזים שהשתמשו בארבעה עד חמישה כלים שונים על מנת לרדות דבש מכוורת של דבורי בר. השימפנזים השתמשו ב'ערכת הכלים' באופן טבעי, ספונטני וללא תמריצים מלאכותיים. שימוש מורכב כזה בכלים מעיד על חשיבה, על תכנון ועל יצירתיות יוצאים מן הכלל (Brewer & McGrew, 1990). השימוש בערכת כלים הוא שלב במיומנות השימוש בכלים, וייתכן שהוא עדות לתרבותם המתגבשת של השימפנזים והתפתחותם כציידים-לקטים.

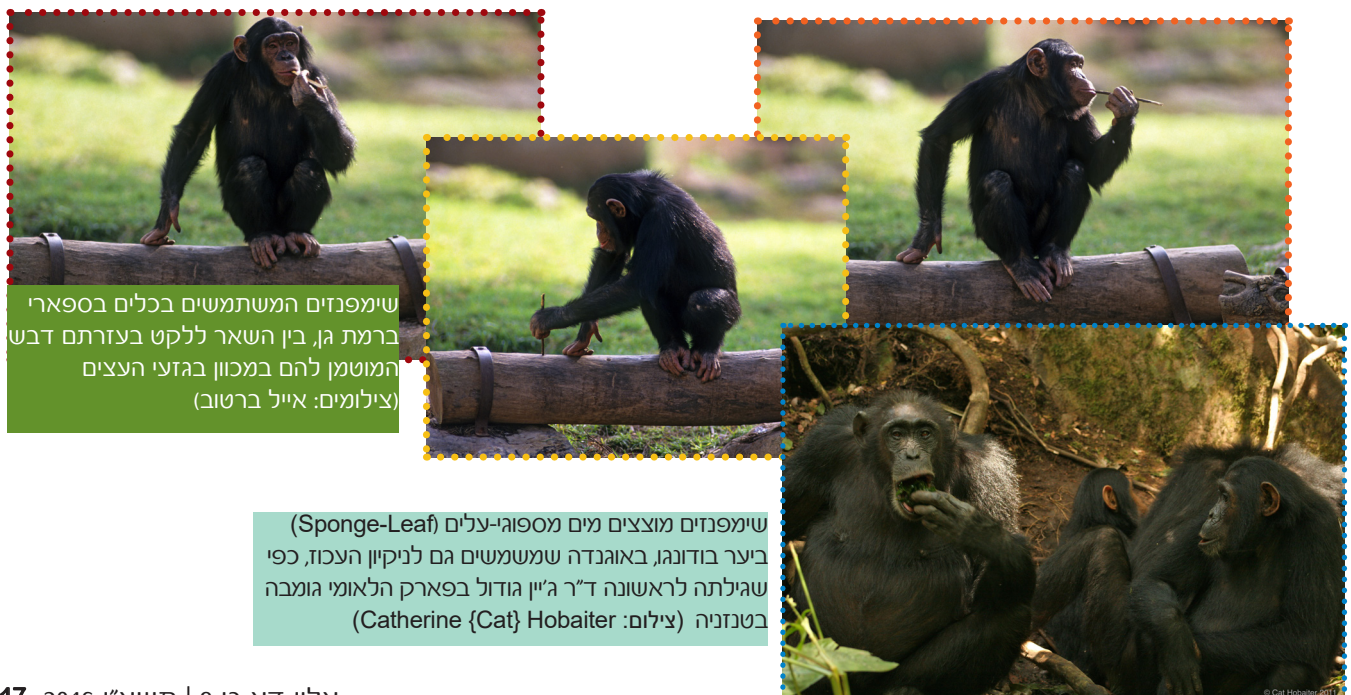
ביומו אנו משתמשים ודנים ברעיונותיהם של אחרים ומוסיפים להם נופך משלנו, משנים אותם שינוי אחר שינוי, עד שאנו מפיקים בסופו של דבר משהו חדש ומורכב מאוד. אנתרופולוגים מכנים את הכישרון הזה להתקדמות תרבותית בשלבים בשם 'מַחְגָּר תרבותי', והוא דורש, בראש ובראשונה, את היכולת להעביר ידע מאדם לאדם, או מדור לדור, עד שמגיע מישהו עם רעיון לשיפור. בהיעדר היכולת לשוחח זה עם זה על ההמצאות שלהם, נדמה כי בעלי החיים נותרו מאחור. הטכנולוגיות המפותחות כיום בידי האדם, כמו הצבת מצלמות ביערות או על סף מקווי מים, מצלמות מרחפות, טיפוס על עצים גבוהים ועוד, מאפשרות לחוקרים להתבונן ולגלות תופעות והתנהגויות של בעלי חיים בטבע שלא היו ידועות קודם לכן, גם בתחום של טכנולוגיה ושימוש בכלים. קרוב לוודאי שעוד נכוננו לנו הפתעות.

תודות

לפרופ' Alex Kacelnik, מה-Behavioural Ecology Research Group באוניברסיטת אוקספורד בבריטניה על האישורים; להשתמש בתמונות העורב מניו-קלדוניה; לאייל ברטוב על תמונות השימפנזים מהספארי ברמת גן, קני האורגים וחדקי הפילים; לאבגר אידן על צילומי האכלת הצופיות בקניה; לד"ר תמר פרדמן מפארק הקופים על עזרתה עם קופי הקפוצ'ין; לפרופ' כריסטוף בוש מה-IUCN, SSC, UNESCO, ממובילי חקר תרבויות השימפנזים בעולם, פרוייקט ה-GRASP; לד"ר אריק פטרסון על האישור להשתמש בתמונות הדולפיין המשתמש בספוגים, לאודי רן, עורך טבע הדברים.

סיכום

חדשנות טכנולוגית אינה שמורה, מסתבר, רק לבני האדם המודרניים. ולא רק השימפנזים, בעלי המוח הגדול יחסית, יצירתיים בשימוש בכלים. גם בעלי חיים שלהם מוח קטן מצטיינים במיומנויות מרחיקות לכת. אולם למרות השימושים המגוונים בכלים, ולמרות שהשימפנזים הם אלופי השימוש בכלים בעולם החי, נראה שבעלי החיים אינם מסוגלים להסתמך על הידע הזה כדי להתקדם או ליצור טכנולוגיה מפותחת יותר. "שימפנזים אולי יכולים להראות לשימפנזים אחרים כיצד לצוד טרמיטים, אך הם אינם משפרים את הרעיון. הם אינם אומרים 'בואו נעשה את זה עם מכשיר אחר', הם פשוט חוזרים על אותו דבר שוב ושוב", כך אומרים החוקרים (Wadely et al., 2011). בני האדם המודרניים אינם מוגבלים באופן כזה. מדי יום



שימפנזים המשתמשים בכלים בספארי ברמת גן, בין השאר ללקט בעזרתם דבש המוטמן להם במכוון בגזעי העצים (צילומים: אייל ברטוב)

שימפנזים מוצצים מים מספוגי-עלים (Sponge-Leaf) ביער בודונגה, באוגנדה שמשמשים גם לניקיון העכוז, כפי שגילתה לראשונה ד"ר ג'ין גודול בפארק הלאומי גומבה בטנזניה (צילום: Catherine {Cat} Hobaiter)



הפרימטולוג והאנתרופולוג הביולוגי פרופ' כריסטוף בוש מתרגל שחזור הכלים של שימפנזים באתר פריהיסטורי ביער טאי (Täi) בחוף השנהב. בוש חקר שנים רבות תרבות שימפנזים ייחודית ששתי קהילות שלה השתמשו בכלים לפיצוח אגוזים, האחת בבולי עץ והאחרת בפטישי אבן מאולתרים. השימפנזים למדו בשיטת הגירוי והניסוי והטעייה, ותהליך רכישת המיומנות נמשך עשר שנים (באדיבות, Boesch Christophe, University of Leipzig Germany)



קפוצין מפצח אגוז (צילום: Moisés Silva Lima, באדיבות אודי רן)

לצפייה והאזנה

Auersperg, A.M.I., Szabo, B., von Bayern, A.M.P. and Kacelink, A. (2012). Spontaneous innovation in tool manufacture and use in a Goffin's cockatoo. *Current Biology*, 22 (21), R903-R904 [Movie supplement]. Retrieved from [http://www.cell.com/current-biology/supplemental/S0960-9822\(12\)01065-2](http://www.cell.com/current-biology/supplemental/S0960-9822(12)01065-2)

Gill, V. (2014, September 3). *Cockatoos teach tool-making tricks*. [Video file]. Retrieved from <http://www.bbc.com/news/science-environment-28990335>

Goodall, J. (2002, March). *What separates us from chimpanzees?* [Video file]. Retrieved from http://www.ted.com/talks/jane_goodall_on_what_separates_us_from_the_apes

Klein, J. (2008, March). A thought experiment on the intelligence of crows. [Video file]. Retrieved from https://www.ted.com/talks/joshua_klein_on_the_intelligence_of_crows

Tinkerpoppyimba. (2012, April 5). *Green heron catching fish_0001* [Video file]. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=Pbj8ngBkKBU>

- יום-טוב, י' (2014). הצופית הארץ-ישראלית. ירושלים: כרטא.
- לוי, ד' ולוי, נ' (2002). אתיקה רגשות ובעלי-חיים. חיפה ותל-אביב: הוצאת ספרית פועלים ואוניברסיטת חיפה.
- לוי, נ' (1990). ביולוגיה, דינמיקה של אוכלוסיות ואקולוגיה של הרחם בישראל. עבודת גמר לקבלת תואר מוסמך. המחלקה לזואולוגיה, אוניברסיטת תל אביב.
- לוי, נ' (2005). עמוק מדי בשביל הגור שלי. הארץ. נדלה מתוך: <http://www.haaretz.co.il/misc/1.1053678>
- לוי, נ' (2014). בעלי חיים העוסקים באמנות. יש דבר כזה? עלון דע-גן, 7, 21-10.
- פרינגל, ה' (2013). מקור היצירות סיינטיפיק אמריקן ישראל. נדלה מתוך: <http://www.hayadan.org.il/the-origin-of-creativity-140713>
- Alcock, J. (1972). The evolution of the use of tools by feeding animals. *Evolution*, 26(3), 464-473.
- Bailey, I. E., Muth, F., Morgan, K., Meddle, S.L. and Healy, S.D. (2015). Birds build camouflaged nests. *The Auk*, 132(1), 11-15.
- Beck, B. B. (1980). Animal tool behavior: *The use and manufacture of tools by animals*. New York: Garland STPM Pub.
- Boesch, C. (2012). *Wild cultures: A comparison between chimpanzee and human cultures*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Brewer, S. M. and McGrew, W. C. (1990). Chimpanzee use of a tool-set to get honey. *Folia Primatologica*, 54(1-2), 100-104.
- Carpenter, A. 1887. Monkeys opening oyster. *Nature*, 36, 53.
- Darwin, C. (1882). Posthumous essay on instinct. In G. J. Romanes (Ed.), *Mental evolution in animals*. London: Kegan, Paul, Trench.
- Goodall, J. (1964). Tool-using and aimed throwing in a community of free-living Chimpanzees. *Nature*, 201, 1264-1266.
- Goodall, J. (1986). *The chimpanzees of Gombe. Patterns of behavior*. Cambridge, MA: The Belknap Press of Harvard University Press.
- Goodall, J. (1990). *Through a window: My thirty years with the chimpanzees of Gombe*. London: Weidenfeld & Nicolson.
- Kahlenberg, S. M. and Wrangham, R.W. (2010). Sex differences in chimpanzees' use of sticks as play objects resemble those of children. *Current Biology*, 20(24), R1067-R1068.
- Leader, N. and Yom-Tov, Y. (1998). The possible function of stone ramparts at the nest entrance of the Blackstart. *Animal Behaviour*, 56, 207-217.
- Morell, V. (2013). *Animal wise: How we know animals think and feel*. New York: Crown Publishers.
- Parker, S.T. and Gibson, K.R. (1977). Object manipulation, tool use and sensorimotor intelligence as feeding adaptations in cebus monkeys and great apes. *Journal of Human Evolution*, 6(7), 623-641.
- Peal, S. (1879). Intellect in brutes. *Nature*, 21, 34.
- Romanes, G.J. (1882). *Animal intelligence*. London: Kegan, Paul, Trench.
- Safina, C. (2015). *Beyond words: What animals think and feel*. New York: Henry Holt and Company.
- Smolker, R., Richards, A., Connor, R., Mann, J. and Berggren, P. (1997). Sponge carrying by Dolphins (Delphinidae, Tursiops sp.): A foraging specialization involving tool use? *Ethology*, 103(6), 454-465.
- Spinage, C. A. (1994). *Elephants*. London: T and A.D. Poyser.
- van Schaik, C. P., Ancrenaz, M., Borgen, G., Galdikas, B., Knott, C. D., Singleton, I., Suzuki, A., Utami, S.S. and Merrill, M. (2003). Orangutan cultures and the evolution of material culture. *Science*, 299(5603), 102-105.
- Wadley, L., Sievers, C., Bamford, M., Goldberg, P., Berna, F. and Miller, C. (2011). Middle stone age bedding construction and settlement patterns at Sibudu, South Africa. *Science*, 334(6061), 1388-1391.
- Westergaard, G. C. and Suomi, S.J. (1997). Modification of clay forms by Tufted Capuchins (*Cebus apella*). *International Journal of Primatology*, 18 (3), 455-467.
- Whiten, A., Goodall, J., McGrew, W.C., Nishida, T., Reynolds, V., Sugiyama, Y., Tutin, C. E. G., Wrangham, R.W. and Boesch, C. (1999). Cultures in chimpanzees. *Nature*, 399 (6737): 682-685.