

הכנס המדעי ה-18

מחקר, עיון ויצירה באורנים – תשע"ז

ביולוגיה וסביבה

יו"ר : רחל בן-שלמה

על הקשר בין דגים, אבולוציה אנושית ומיומנויות קוגניטיביות**New Insight on Early Hominids Cognitive Abilities and Fish Exploitation**

סקירה של האבולוציה האנושית מראה כי לפני כ-1.9 מיליון שנה חלה היציאה הראשונה של הומינידים מאפריקה. אוכלוסיות קדומות אלו אינן נכללות בהגדרה של ה'אדם הנבון' ומזוהות עם אוכלוסייה מסוג הומו ארקטוס. ממצאים ארכיאולוגיים ואנתרופולוגיים מעידים על נתיב נדידה לאורך השבר הסורי-אפריקאי והתיישבות בעמק הירדן הצפוני, ליד אגמים קדומים כמו עובדיה ואגם החולה.

מה הייתה החשיבות של בית הגידול האקוואטי לדיאטה של אוכלוסיות אלו? מה היו המיומנויות הקוגניטיביות שלהם לניצול הסביבה האקוויטית?

כדי לענות על שאלות אלו, נלמדו קרוב ל-50,000 שרידי דגים שהתגלו בשכבות שונות של האתר הארכיאולוגי גשר בנות יעקב, המתוארך לפני כ-0.8 מיליון שנה. בעזרת אוסף משווה זהו שרידי הדגים ברמה אנטומית וברמה טקסונומית. דגם הפיזור של שרידי הדגים נבחן ביחס לממצא החומרי, שרידי בעלי החיים והצמחים. הזיהוי הטקסונומי אפשר לשחזר את חברת הדגים של אגם החולה הקדום. בחינת משתנים שונים של השתמרות אפשרו להבדיל בין דגים שהם תוצר תמותה טבעית באגם לבין כאלו שנמצאו באזורי פעילות. הכמות הגדולה של שרידי דגים שנמצאו בשכבות בעלי מאפיינים תרבותיים, ודגם פיזורם, מעיד על מיומנויות קוגניטיביות גבוהות של הומו ארקטוס באופן הניצול של חברת הדגים של החולה הקדומה.

זהו המחקר הראשון שנעשה בעולם, המזהה את כל שרידי הדגים שנמצאו באתר ארכיאולוגי ומייחס את חלקם לפעילות כלכלית של הומינידים קדומים. לימוד שרידי הדגים מראה מעבר לכל ספק, שלבית הגידול האקוואטי והדגים שבו, הייתה חשיבות גדולה בכלכלה של אוכלוסיית הומו ארקטוס.

מילות מפתח: החולה הקדומה, שרידי דגים, אבולוציה אנושית, מיומנות קוגניטיבית

**חיים על הקצה בסביבה רוויית הרעל ארסן: גילוי של שמונה מיני נמטודות שחיות
באגם מונו בקליפורניה**

**Living on the Edge of an Arsenic-Rich Toxic Environment: The Discovery
of Eight Species of Nematodes in Mono Lake, CA**

גורם מפתח בהתפתחות החיים על פני כדור הארץ הינו הסתגלות האורגניזמים לסביבות קיצוניות. אורגניזמים שונים מראים הסתגלות מרשימה לשלל סביבות על פני כדור הארץ אשר שוררים בהן תנאים קיצוניים. אחת מסביבות אלו הינו אגם מונו בקליפורניה, המאופיין בריכוז גבוה פי אלף מהריכוז באגמים אחרים של היסוד הכימי ארסן שהינו רעלן הפוגע במערכת הנשימה של בעלי חיים. כמו כן, סביבה זאת מאופיינת בריכוז מלח גבוה ובחומציות מאוד נמוכה (pH 10) של המים. מחקרים קודמים חשפו שהאגם עשיר בחיידקים, וירוסים ואצות שונות היכולים לנצל את הכימיה הייחודית של האגם כדי להפיק אנרגיה ולהתרבות. למרות שהאגם עשיר במיקרואורגניזמים, עד עתה בודדו רק שני מינים של בעלי חיים החיים במימיו: מין אחד של סרטן מעשיר רגליים ומין של זבוב. עושר המינים והביומסה החד-תאית מול עוני המינים הרב-תאיים, מעלה את האפשרות שהגורם המגביל להתבססות מינים רב-תאיים נובע מקשיי הסתגלות לתנאים הקיצוניים השוררים באגם.

כדי לבדוק האם באמת סביבת האגם ענייה במינים של בעלי חיים, ביצענו מחקר שטח בקיץ 2016. דגמנו שלוש נקודות על חופי האגם: נקודה צפון מזרחית, נקודה מערבית ונקודה דרומית. בכל נקודה דגמנו את מי האגם, את הבוצה (סדימנט) בעומקים שונים, את אזור הגאות והשפל, ואת הקרקע החולית היבשה סמוך לאזור הגאות והשפל. בהתאמה למחקרים קודמים, מצאנו בכל הנקודות את שני המינים שדווחו בעבר (הסרטן והזבוב). במפתיע, מצאנו שמונה מינים של נמטודות שחיות ביחד עם הסרטן והזבוב באזור השפל והגאות בשולי האגם. קיום נמטודות באגם לא דווח בעבר ולכן זהו ממצא חדש שמרחיב את גבולות ההבנה שלנו לגבי הסתגלותם של בעלי חיים לסביבות קיצוניות.

אמנם נקודות הדגימה השונות הראו שונות גבוהה בעושר מיני הנמטודות ובמספר הכללי של הפרטים, אך מצאנו נמטודות בכל נקודות הדגימה, דבר המדגים את התפוצה הרחבה של נמטודות בשולי האגם. מצאנו נמטודות בחול הרטוב באזור הגאות והשפל אבל לא נמצאו נמטודות בתוך מי האגם. ייתכן שהסביבה בתוך האגם קיצונית מדי אפילו לנמטודות. מצאנו שהנמטודות חיות בטווחי pH שבין 7 ל-10 ובריכוזי מלח שונים. אנו בתהליך של מדידת ריכוז הארסן בסביבה ובנמטודות עצמן כדי להבין איך הנמטודות הסתגלו לחיות בסביבות רעילות עשירות בארסן. אנליזה מולקולרית שביצענו קבעה שהנמטודות שייכות לענפים שונים ורחוקים של העץ האבולוציוני של התפתחות הנמטודות. דבר זה מצביע על כך שלאורך האבולוציה, מינים שונים של נמטודות הסתגלו לחיות בסביבת האגם באופן לא תלוי, ושולל את האפשרות שמין אחד הסתגל לסביבת האגם וממנו התפתחו המינים האחרים שמצאנו.

לסיכום, ממצאינו סותרים את ההנחה שאגם מונו עניי בבעלי חיים. הממצאים מדגימים את היכולת של נמטודות שונות לחיות בסביבות קיצוניות על פני כדור הארץ.

מילות מפתח: אסטרוביולוגיה, חיים בסביבות קיצוניות, אגם מונו, ארסן, נמטודות

האם הנשימה הבלתי רציפה בחרקים (DGC) מצמצמת איבוד מים נשימתי?

Does Discontinuous Gas Exchange Contribute to Insects' Respiratory Water Loss?

ההיפותזה המובילה לאבולוציה של דגם הנשימה הבלתי רציפה בחרקים, Discontinuous Gas (DGC) exchange Cycles), טוענת שדגם זה משמש לצמצום איבוד מים נשימתי (Hypothesis Hygric).

במחקר זה בדקנו לראשונה את היתכנות היפותזה זו על ידי שימוש בגישת האבולוציה הניסויית במעבדה. השווינו אוכלוסיות של הארבה הנווד (*Locusta migratoria*) אשר עברו סלקציה לעמידות ליובש במשך עשרה דורות, עם אוכלוסיות ביקורת. בהתאם להיפותזה, ציפנו ש-DGC יהיה שכיח יותר באוכלוסיות העמידות, ושהדגם יתרום לצמצום קצב איבוד המים בקבוצה זו.

מצאנו תגובה מובהקת לסלקציה אשר התבטאה במשך שרידות בתנאי דהידרציה (ב-30°C כאשר נמנעה גישה למזון טרי) ארוך יותר ב-36% אצל אוכלוסיות הסלקציה בהשוואה לביקורת (8.3±0.4d ו-6.1±0.3d בהתאמה). בניגוד לתחזית, החלק היחסי של החגבים אשר הראו DGC היה זהה בשני הטיפולים (~75%). חגבים מהאוכלוסיות העמידות הראו מחזורי DGC ארוכים יותר מאלו של הביקורת, אשר נבעו ממשך interburst (בו פתחי הנשימה סגורים) ארוך יותר. אלא שהשינויים במאפייני ה-DGC בהשפעת הסלקציה לא התבטאו בצמצום איבוד מים נשימתי.

הממצאים שלנו מראים שהתארכות המחזור וה- interburst הם כנראה תוצאה של הגדלת יכולת אגירה של מים בגוף, כך שכמות CO₂ גדולה יותר נאגרת תוך כדי ה- interburst בחגבים העמידים. קצב איבוד המים הכללי היה נמוך באופן מובהק באוכלוסיה העמידה, אך המרכיב הנשימתי (כ-7% מהכללי) היה דומה בשתי האוכלוסיות. מהיעדר ההבדלים בשכיחות הופעת ה-DGC ומקצבי איבוד המים הנשימתיים הדומים, אנו מסיקים כי הופעת דגם ה-DGC בחגבים אינו תגובה אבולוציונית לאתגרי דהידרציה.

מילות מפתח: חרקים, אבולוציה ניסויית, סלקציה לעמידות ליובש, היפותזה היגרית

שלמה קאין, עידן שפירא, אבי בר-מסדה ואורי שיינס

Solomo Cayenne, Idan Shapira, Avi Bar-Massada & Uri Shanas

השפעת דרך נוף על פעילות והרכב חברה של יונקים גדולים: נחל שקמה כמודל

The Effect of Unpaved Road on the Activity and Community Structure of Large Mammals: A Case Study in Shikma Wadi

השפעת דרכי נוף בלתי סלולות על הפעילות המרחבית של בעלי חיים כמעט ואינה ידועה. במחקר זה בדקנו האם דרך נוף בלתי סלולה עם נפח תנועה הנע בין עשרות למאות כלי רכב (בכ-50 ימי שיא פעילות), במרחב הפתוח של נחל שקמה, משפיעה על הפעילות המרחבית של יונקים גדולים. לשם כך הוצבו 60 מצלמות חישה בעשר חלקות של צומח טבעי הממוקמות בפסיפס של שטחים חקלאיים וטבעיים: חמש חלקות קרובות לדרך (עד 200 מטרים) וחמש חלקות מרוחקות ממנה (מעל 200 מטרים). המצלמות הוצבו בין נובמבר 2015 לינואר 2016, לתקופה של 13-14 ימים בכל פעם. מכיוון שברוב המקרים לא ניתן היה להבדיל בין פרטים מאותו המין, לא התייחסנו לצפיפות או להרכב האוכלוסיות, אלא לרמות הפעילות היחסית של כל מין ולהרכב החברות, אותן השווינו בין החלקות הקרובות והרחוקות מהדרך. מינים שהופיעו בתדירות נמוכה (>10 תצפיות) לא נכללו בנייתוח. לא נמצא הבדל מובהק בהרכב החברות קרוב ורחוק מהדרך, אולם הפעילות היחסית של כלל המינים הייתה גבוהה משמעותית רחוק מהדרך (Chi-square Test: $p < 0.001$). מבחינה של כל מין בנפרד, נראה כי מינים הנחשבים כמלווי אדם (תן זהוב, גירית מצויה) נטו להיות פעילים במידה שווה קרוב ורחוק מהדרך, בעוד מינים שאינם מלווי אדם מובהקים (צבי ישראלי, צבוע מפוספס) היו פעילים יותר באופן משמעותי רחוק מהדרך (צבוע מפוספס, Chi-square Test: $p = 0.021$, צבי ישראלי, Chi-square Test: $p < 0.001$). סכמת הפעילות של שלושת מיני הטורפים שנמצאו בסקר אשר מוגדרים כמינים בסיכון אזורי (צבוע מפוספס, חתול ביצות וזאב אפור), העלתה כי הם פעילים באופן משמעותי רחוק יותר מהדרך (Chi-square Test: $p = 0.001$). לא נמצאה עדות להשפעה חיובית של הדרך על ההתנהגות המרחבית באף לא אחד מהמינים שנבדקו. תוצאות הסקר הנוכחי מעידות כי לדרך נוף פתוח בלתי סלולה, המחזיקה נפח תנועה יחסי גבוה, יש השפעה הנעה בין ניטרלית לשלילית על ההתנהגות המרחבית של יונקים גדולים בכלל, ובפרט על כאלו שנחשבים כרגישים לפעילות אדם ואוכלוסיותיהם נמצאות בסיכון.

מילות מפתח: דרך נוף, יונקים גדולים, נחל שקמה, אקולוגיית דרכים, מינים בסיכון אזורי