
כך הפרחים השתלטו על העולם

במכתב שנשלח בשנת 1879 למנהל הגנים הבוטניים המלכותיים קיו שבלונדון, כותב צ'רלס דארווין, הוגה תורת האבולוציה: "ההתפתחות המהירה, עד כמה שבאפשרותנו לקבוע, של כל הצמחים העילאיים בתקופות הגאולוגיות הקרובות היא תעלומה נתעבת. אשמח לראות את הבעיה כולה נפתרת". התעלומה שטרדה את מנוחתו של האיש ששינה את פני המדע נוגעת לעובדה אחת פשוטה: הצמחים בעלי הפרחים, שמכונים בעגה המדעית מכוסי-הזרע, הופיעו בעולמנו לפני כ-140 מיליון שנה (זאת יודעים מתוך מאובנים של פרחים), ובמהירות הבזק - במונחים אבולוציוניים, כמובן - הפכו לסיפור הצלחה. תוך 10-20 מיליון שנה כבר מוצאים עדויות לקיומם של מינים רבים בעלי פרחים בכל רחבי העולם. גם אצלנו, בנגב ובערבה, נמצאו מאובנים שמעידים על קיומן של מערכות אקולוגיות שנשלטו על ידי מינים כאלה כבר לפני כ-120 מיליון שנה. ההצלחה נעשתה כל כך מסחררת עד שכיום תופסים הצמחים בעלי הפרחים נתח של כ-90-95 אחוז ממיני צמחי היבשה, והם גם שולטים כמעט בכל בתי הגידול היבשתיים. איך קבוצה כל כך צעירה הצליחה להפוך לכל כך מגוונת ודומיננטית בתוך זמן כל כך



הצמחים בעלי הפרחים הופיעו בעולמנו לפני כ-140 מיליון שנה

כשהדינוזאורים איבדו גובה, הצמחים האיצו

התעלומה נחשבת בעיני לא מעט חוקרים כבלתי פתורה עד היום. במשך השנים הוצעו תיאוריות רבות ומגוונות. למשל, קיימת תיאוריה שנשענת על ההסבר הפשוט וההגיוני שמכוסי-הזרע פשוט יותר מוצלחים: העלים שלהם קולטים פחמן דו-חמצני טוב יותר, הם מנצלים מים באופן יעיל יותר, הם צומחים מהר והם עמידים יותר. חלק מהדברים נכונים, אבל ההסבר הזה נתפס פעמים רבות כפשטני מדי. תיאוריה אחרת גורסת שמכוסי-הזרע התפתחו בזכות המאביקים - החרקים שאחראים על הרבייה של הפרחים באמצעות העברת אבקה מצמח לצמח. לפי תאוריה זאת, הקבוצות העיקריות של המאביקים (זבובאים, דבוראים ופרפראים, וכן כמה קבוצות של חיפושיות) "השתלטו על העולם" בערך באותה התקופה, ולכן גם הצמחים בעלי הפרחים שגשגו בה. אבל אין חפיפה כרונולוגית טובה בין הצמחים למאביקים, ויותר סביר שהשגשוג של המאביקים קרה מעט מאוחר יותר. תיאוריה שלישית ומעניינת במיוחד טוענת שהפרחים בעולמנו משגשגים בזכות שינוי בתזונת הדינוזאורים. בתקופת היורה, הדינוזאורים הצמחוניים היו בעיקר בעלי חיים כבדים עם צוואר ארוך שניזונו מצמרות העצים. במעבר מהיורה לתקופת הקרטיקון, לפני 145 מיליון שנה, לכאורה הייתה החלפה של אוכלי-הצמחים האלה בדינוזאורים קטנים יותר עם צוואר קצר, ולכן הם ניזונו בעיקר מצמחים צעירים שקרובים לקרקע. מכיוון שמכוסי-הזרע צומחים מהר יותר, הם יכלו לצבור "גובה בטוח" מוקדם יותר וכך ניצחו את מתחריהם. הרעיון יפה, אבל לא מסתדר מבחינה כרונולוגית, כי השינוי בהרכב חברות הדינוזאורים הצמחוניים היה הרבה יותר אטי ומדורג. הדעה הרווחת כיום היא שהאמת נמצאת איפשהו בחיבור בין כל התאוריות - אלה שהוזכרו

כאן, לצד תיאוריות נוספות. מחקר ישראלי שהתפרסם לאחרונה שופך אור נוסף על התעלומה וטוען שהפתרון לחידה טמון בעובדה שהצמחים בעלי הפרחים פשוט "רכבו על הגל" של התהליכים האבולוציוניים שהתרחשו טרם הופעתם - דבר שניתן לראות גם

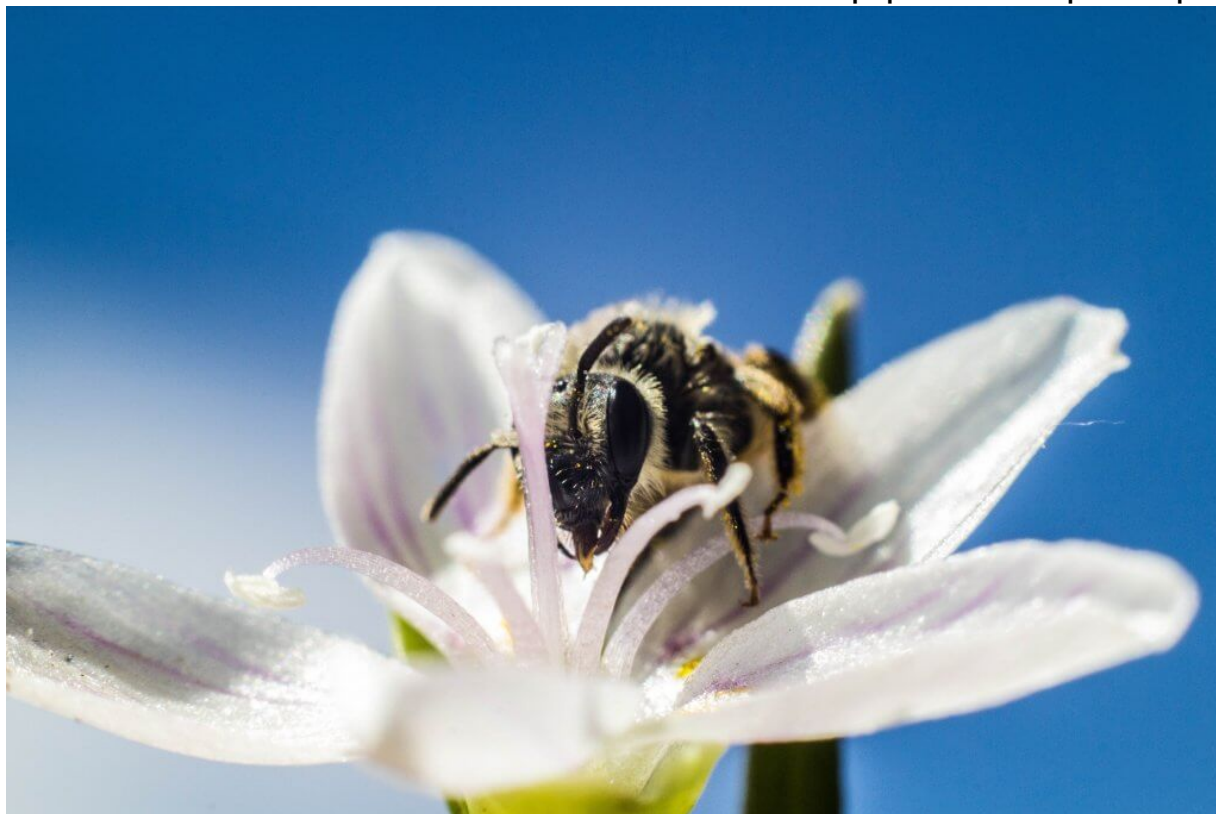


בתקופת היורה, הדינוזאורים הצמחוניים היו בעיקר בעלי חיים כבדים עם צוואר ארוך שניזונו מצמרות העצים

העולם שייך לצעירים

"המסר העיקרי של המאמר הוא הרחבת אופן ההסתכלות שלנו על שאלות באבולוציה", מסביר כותב המאמר, ד"ר אופיר כץ ממרכז מדע ים המלח והערבה. "עד עכשיו, חוקרים נטו להסתכל על האורגניזמים הרלוונטיים בתקופה הרלוונטית, ואילו אני טוען ומדגים שהדרך הנכונה היא בהסתכלות כוללת על תהליכים אבולוציוניים ארוכי טווח. "כבר במהלך לימודי הדוקטורט במחלקה לגאוגרפיה ופיתוח סביבתי באוניברסיטת בן-גוריון בנגב, סקרתי את הספרות הקיימת כדי ללמוד את התיאוריות השונות, ושמתי לב לשני חסרים עיקריים", מסביר כץ. "הראשון: כמעט תמיד מסתכלים רק על התקופה שבה מכוסי-הזרע הופיעו, התפשטו והתגונו (לפני 65-140 מיליון שנה בערך), כלומר - מנסים להבין משהו שנתפס כחריג או ייחודי בלי שיהיה למה להשוות אותו. דבר שני: כמעט תמיד מסתכלים על מספר קטן של קבוצות (צמחים וחרקים, צמחים ודינוזאורים) אבל מעט מאוד פעמים מסתכלים על מערכות אקולוגיות שלמות. ויש גם בעיה שלישית: שכמעט לא מסתכלים על הנושא כחלק מהתהליך האינסופי של אבולוציה של כל החיים ושל המגוון הביולוגי עצמו". המגוון הביולוגי הוא מונח שמתייחס לשפע של מיני האורגניזמים החיים על פני כדור הארץ. כאשר קיים שפע כזה, הרי שהוא מעיד על "הצלחה" של מין מסוים. כך, למשל, קיימים היום בעולם כ-10,000 מינים של סחלבים בקרב מינים אחרים של צמחים ובעלי חיים. מספר גדול יותר אפילו מכל מיני היונקים שמהלכים על הפלנטה. כך נבר בספרות וניסה לראות האם יש דפוסים קבועים באבולוציה של המגוון הביולוגי, ומצא שיש דפוסים כאלה: גם אצל הצמחים וגם אצל בעלי החוליות ביבשה, כשמופיע ענף אבולוציוני חדש, כמו התפצלות ענף העופות מענף הזוחלים לפני כ-150 מיליון שנים, ההצלחה שלו מגיעה די מהר, והיא גדולה יותר אצל הקבוצות שהופיעו מאוחר יותר. כך למשל יש היום הרבה יותר מיני עופות או יונקים מהמספר הגדול ביותר של מיני זוחלים או דו-חיים אי פעם, שהתפתחו דווקא מוקדם יותר באבולוציה. "זאת

אומרת שככל שאתה צעיר יותר אבולוציונית ככה אתה יכול להצליח יותר", מסביר כץ. מה מאפשר לקבוצות הצעירות יותר להגיע תמיד למספר מינים גדול יותר ובתוך זמן קצר יותר? הסיבה לכך היא בראש ובראשונה שהדגם החדש ביותר הוא תמיד הדגם המשופר יותר, שתכונותיו מיטביות להתמודדות עם התנאים הסביבתיים המשתנים. סיבה נוספת היא שבעבר היה מחסור במשאבים זמינים עבור מיני הצמחים ובעלי החיים, בין השאר מכיוון שמגוון המינים הקטן יותר לא עודד ניצול ומיחזור יעיל של אותם



צמחים בעלי פרחים מפתחים יחסי גומלין עם מאביקים מסוימים. צילום: Ryan Graybill, Unsplash

ללמוד מהעבר לגבי העתיד

מסקנה חשובה נוספת שעולה מהמחקר היא שמגוון ביולוגי יוצר עוד מגוון ביולוגי. במקרה של הסחלבים, למשל, מיני סחלבים מפתחים יחסי גומלין עם מאביקים מסוימים, אשר מצדם חיים לצד אותם סחלבים ומאביקים רק אותם. תהליך התמחות זה גרם לגידול משמעותי במספר מיני הסחלבים ומאביקיהם לאורך ההיסטוריה האבולוציונית. באופן דומה, צמחים מכוסי-זרע מפתחים מנגנונים כדי להתחמק מבעלי חיים צמחוניים, ובעלי החיים הצמחוניים מצדם מנסים להתגבר על מנגנוני הגנה אלה ב"מירוץ חימוש" שאינו נגמר ומעודד הופעת מינים חדשים. כשבעל החיים "מנצח" את הצמח, הוא גורם לכך שהחומרים המזינים שבצמח ממוחזרים מוקדם יותר ומדשנים את הקרקע לטובת הדורות הבאים של הצמחים. הצמחים מצדם משכללים את יכולתם לקלוט ולנצל את המשאבים הללו עקב תחרות מצד צמחים אחרים שגם כן השתכללו לאורך השנים. "בסיכומו של דבר", אומר כץ, "זוהי רכבת שרק ממשיכה להאיץ ככל שיש בה יותר

נוסעים. לכן, ככל שעולים על הרכבת מאוחר יותר, כך נהנים ממהירות גבוהה יותר ומגיעים להצלחה גדולה יותר מהר יותר". כיום, אנו נמצאים בעיצומו של משבר מגוון-ביולוגי המכונה על ידי חלק מהחוקרים "ההכחדה השישית". כאחוז אחד מכלל מיני בעלי החיים על-פני כדור הארץ נכחד ב-500 השנים האחרונות, כעשירית נתונים בסכנת הכחדה חמורה ועשויים להיעלם בתוך עשורים בודדים, ובין חמישית לשליש נתונים בסכנת הכחדה בטווח של מאות בודדות של שנים. המסקנות שעולות ממחקרו של כץ על מה שהתרחש לפני עשרות מיליוני שנים עשויות להיות בעלות השלכות עצומות לעתיד: ההכחדה השישית עלולה להאט את המנוע האבולוציוני לטווח זמן שיכול להגיע לעשרות מיליוני שנים קדימה. זוהי נורת אזהרה נוספת שממחישה את הצורך בהמשך השמירה על המגוון הביולוגי בישראל ובעולם. בעקבות הכתבה ב"זווית" [ynet](#) גם ב-