|  |  |
| --- | --- |
| **השנה** | 2015 |
| **התגלית** | פיענוח של תקשורת קולית בין עטלפים |
| **החוקרים המעורבים** | פרופ' יוסי יובל |
| **תמונת החוקרים** | פרופ' יוסי יובל |
| **המוסד בו עובדים/עבדו החוקרים** | אוניברסיטת תל אביב, המחלקה לזואולוגיה. |
| **פרסים חשובים בהם זכו** | זכה בפרס קריל במדעים 2016 |
| **נושא בתכנית הלימודים שניתן לקשר את התגלית אליו** | אקולוגיה  **התאמה לבתי גידול**  סוגים שונים של התאמות: מורפולוגית, פיזיולוגית- ביוכימית, התנהגותית.  מבוא לביולוגיה - התנהגות בעלי חיים  קליטת גירויים מהסביבה, סוגי תקשורת |
| **"סיפורה של תגלית"** התגלית והעבודה המדעית של החוקרים | עטלפים הם היונקים המעופפים היחידים. יש יותר מ 1300 מינים של עטלפים. הם יונקים מאוד חברותיים, שחיים במושבות של אלפי ואף מיליוני פרטים אשר מתקשרים ביניהם.  עטלף הבומבוס הוא היונק הקטן ביותר על פני כדור הארץ, למרות שמשקלו אינו מגיע לשני גרם, הוא מסוגל לעוף לאורך עשרות קילומטרים בחושך מוחלט כשהוא מתבסס על "חוש הסונאר" כדי לנווט, לתמרן ולמצוא מזון. סונאר זהו ניווט והתמצאות באמצעות גלי קול . (SONAR - Sound Navigation And Ranging) כמו עטלפים אחרים, גם העטלף הזעיר הזה משדר אותות על קוליים ומנתח את ההדים החוזרים באמצעות המוח שלו וכך יכול לאמוד את המרחק שלו מעצמים שונים שמחזירים את ההד.  עטלפים מסוגלים לבצע משימות מורכבות ביותר בעזרת הסונאר שלהם כמו: איתור חרקים מזעריים ומעקב אחריהם במעבה הצמחייה, נדידה עונתית לאורך מאות קילומטרים ותנועה בלהקות של מאות אלפי פרטים מבלי להפריע זה לזה. בנוסף, הם מציגים יכולות קוגניטיביות גבוהות כמו קבלת החלטות, זיכרון ולמידה.  במעבדתו של פרופ' יובל הצליחו לפענח צלילים מתוך 'שפת העטלפים', ולזהות מי מעביר את המסר למי, ובאילו מצבים. החוקרים הקליטו את קולותיהם של כ-20 פרטים מסוג עטלף הפירות המצרי, החיים בשבט משלהם במעבדה שבמחלקה לזואולוגיה באוניברסיטת תל-אביב. ההקלטות בוצעו באופן רציף, 24 שעות ביממה, לאורך תקופה של כחודשיים וחצי, ולווו גם בצילומי וידאו של המתרחש במושבה. החוקרים השתמשו באלגוריתמים המשמשים כיום לזיהוי קולי באפליקציות טלפוניות ובאמצעות ניתוח של גלי הקול, הגיעו לדיוק רב בפענוח מגוון סוגי תקשורת בין העטלפים: ב-90% מהמקרים הם זיהו נכונה את העטלף המשדר וב-65% גם את זה שאליו הופנה המסר; בכ-80% מהאירועים הם הצליחו לפענח גם את התוכן, או ההקשר של השדר. ההקשר, שזוהה על סמך הקול בלבד, אומת לאחר מכן בעזרת צילומי הווידאו של האירוע. בסך הכול זוהו ארבעה מצבים חברתיים שונים, המתאפיינים בקריאות ספציפיות:   * מריבה על מזון, לדוגמה כשעטלף אחד מנסה לחטוף מזון מאחר; * ניסיון הזדווגות – כשזכר 'מנסה את מזלו' עם נקבה, והיא ממאנת ומגרשת אותו; * ויכוח במהלך השינה – ציוץ שמשמעו ככל הנראה 'הערת אותי!'; * מריבות כלליות בין שני עטלפים התלויים זה לצד זה מגג המערה.   במחקרים נוספים השתמשו החוקרים במכשירי מעקב זעירים המבוססים על איכון לווייני (GPS) וחיישנים נוספים כמו מיקרופון על קולי, אשר אפשרו להם לנתח בדיוק חסר תקדים את התנהגותן של קבוצות עטלפים. העטלפים הם חיה מאוד חברתית, חיים ביחד, ישנים ביחד ומתקשרים ביניהם, הם חיים במושבות ולפעמים "מתארחים" במושבות שכנות ונשארים שם לזמן קצר.  נמצא שיש הבדל גדול בין "עטלפי כפר" ל"עטלפי עיר", "עטלף כפר" יכול לעוף כל לילה 30 ק"מ לאותו עץ, להישאר שם 8 שעות ולחזור לנקודת המוצא שלו. "עטלף העיר" עף כל לילה למקום אחר, בנוסף באותו לילה הוא יכול לבקר בכמה נקודות. המחקרים שופכים אור חדש על חייהם של היונקים המעופפים, מאפשרים לראשונה לקבל תמונה ברורה על האופן בו עטלפי בר מחפשים מזון, מנווטים על פני מאות קילומטרים ומתקשרים בקבוצות גדולות בסביבתם הטבעית.  פרופ' יובל ועמיתיו מאמינים שהעטלפים מהווים הזדמנות ייחודית לבחון ציד חברתי, מאחר שהם משתמשים בסונר אקטיבי כדי למצוא את דרכם בחשכה. בעזרת ניתוח המידע ממתקני GPSזעירים (מהקטנים בעולם) ומכשירי הקלטה לניטור גלי קול אולטרה סוניים שהוצמדו לעטלפים נמצא שעטלפים מתחברים כדי להגדיל את סיכויים למצוא טרף. נראה שעדיף לעטלפים לצוד בלהקות עם צפיפות גבוהה, אבל לא גבוהה מדי. בלהקה צפופה מדי, העטלף כל הזמן צריך לעקוב אחר עטלפים אחרים ואינו יכול להתרכז בתקיפת המזון.  החוקרים עובדים על פיתוח של רובוט בעל משדר אחד וכמה קולטנים שיעבוד על  אלגוריתם דומה לזה של דפוסי הסונאר הטבעי של העטלפים. סונאר מדויק שכזה יכול להיות שימושי בהרבה תחומי חיים. בחקלאות למשל, החקלאי יוכל להשתמש בסונאר כזה על מנת לדעת בצורה הרבה יותר טובה מהי כמות היבול שיש לו. |
| **פעילויות לתלמידים, כתבות וסרטונים** | [לראות בחושך - על החוש השישי של העטלפים](https://www.youtube.com/watch?v=akxSNg66J68) (2015) הרצאה מצוינת של פרופ' יוסי יובל על עטלפים, חוש הסונאר והמחקרים של קבוצתו.  [Bats with GPS](https://english.tau.ac.il/galleries/science_action)סרטון של אוניברסיטת תל-אביב על עטלפים, תקשורת ביניהם והמחקר של פרופ' יובל.  [Active Wear for Bats](https://www.youtube.com/watch?v=uREKxB15_y0) סרטון בו פרופ' יוסי יובל מסביר על מחקרו.  [Hanging Out With Bats](https://video.nationalgeographic.com/video/wd-ep9-bats)סרטון של נשיונל ג'יאוגרפיק על עטלפים.  [Bats: What Sounds Do Bats Make?](https://www.youtube.com/watch?time_continue=12&v=TuOLNKOHvkU) סרטון על קולות של עטלפים.  [סודם של העטלפים - השערה מדעית](http://storage.cet.ac.il/CetForums/Storage/MessageFiles/7250/88792/Forum88792M103I0.pdf) (2010) חינוך לחשיבה בלימודי מדע וטכנולוגיה, ליאורה סלע וד"ר מירי דרסלר, מרכז מורים ארצי למדע וטכנולוגיה לבית-הספר היסודי, אוניברסיטת תל- אביב, תרגול מיומנויות חקר סביב הניסוי של ספלנציאני אודות תקשורת בין עטלפים.  ["מדענים מספרים- פרופ' יוסי יובל"](https://vimeo.com/285699429/d9e4a3e21b) - (2018) פרופ' יוסי יובל מספר על מחקריו, על הישומים האפשריים מהם ומדוע בחר לעסוק במחקר ביולוגי. |
| **מקורות מידע** | [חוקרים באוניברסיטת תל אביב הצליחו להסביר מדוע עטלפים צדים בלהקות](https://www.tau.ac.il/research/bats-GPS)? אתר אוניברסיטת תל אביב  [מדוע עטלפים צדים בלהקות](https://www.hayadan.org.il/why-bat-couht-prey-in-a-group-1201151) (2015) כתבה באתר הידען  [איך אומרים בעטלפית: 'זוז מפה'?](https://www.haaretz.co.il/news/science/.premium-MAGAZINE-1.3169706) (2016) עדו אפרתי, עיתון הארץ:    [חוקרים מאוניברסיטת תל אביב הצליחו לפענח את שפת העטלפים](https://www.hayadan.org.il/bats-language-detected-2412169) (2016) כתבה באתר הידען  [שומעים בקול הסביבה](https://davidson.weizmann.ac.il/online/sciencenews/%D7%A9%D7%95%D7%9E%D7%A2%D7%99%D7%9D-%D7%91%D7%A7%D7%95%D7%9C-%D7%94%D7%A1%D7%91%D7%99%D7%91%D7%94) (2017) ד"ר יונת אשחר באתר מכון דוידסון על רכישת השפה אצל עטלפים  [The Bat Lab for Neuro- Ecology](http://www.yossiyovel.com/)- אתר מעבדתו של פרופ' יוסי יובל Geva-Sagiv M, Yovel Y, Las L & Ulanovsky N (2015) Spatial cognition in bats and rats: from sensory acquisition to multiscale maps and navigation, ***Nature Rev. Neurosci***. 16, 94-108 |