הסחלב של דרווין Catasetum – דוגמא קיצונית לדו-פרצופיות מינית בפרחים

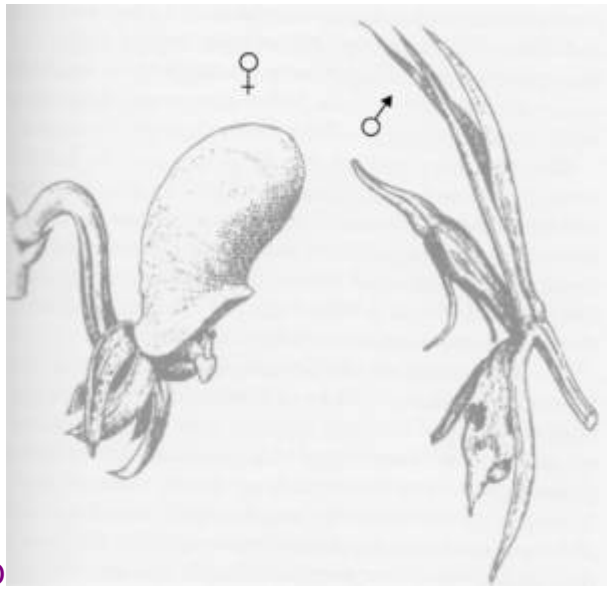
אבי שמידע, חוג כלנית, המחלקה לאבולוציה ואקולוגיה והמרכז לרציונליות,האוניברסיטה העברית בירושלים – avi.shmida@gmail.com

_____

תקציר: דו-פרצופיות מינית בפרחים נדירה מאוד בממלכת הצמחים. לכן כה בולט השוני בין פרחי זכר ונקבה בסחלב הטרופי **קטסטום** *Catasetum* , אפיפיט דו-בייתי לו פרחי נקבה ירקרקים נחבאים לעומת פרחי זכר אטרקטיביים. המאמר מסכם מחקרים אשר נעשו על סחלב הקטסטום ומאביקיו, החל מדרווין אשר הוכיח כי "שני צמחים שהיו שייכים בזמנו לשני סוגים שונים מכליאים ביניהם ולכן שייכים לאותו המין *Catsetum saccatum* ועד מציאת מנגנון האבקה של הסחלב ופתרון התעלומה: מדוע מבקר זכר הדבורה דווקא בפרחי הנקבה לאחר הביקור הטראומטי בפרח הזכר?

==========

משפחת הסחלבים ידועה ביופי ובצורות המרהיבות של פרחיה והיא גם המשפחה העשירה ביותר במגוון מינים מבין משפחות הצמחים כ- 24000 מינים. בצמחים לעומת בעלי-חיים ישנה דומות חזקה מאוד בין פרחי הנקבה לפרחי הזכר בצמחים המואבקים על-ידי בעלי-חיים; אמנם במרבית המקרים פרחי הנקבה קטנים במקצת לעומת פרחי הזכר (de-Jong et al. 2018), אך באופן כלל קשה מאוד להבדיל בין פרחי זכר לעומת פרחי נקבה של אותו מין צמח וגם כך בחרקים מאביקים. שוני ברור וחזק בין פרחי נקבה וזכר באותו מין צמח נדיר ביותר בעולם הצמחים לעומת דימורפיזם מיני השכיח בעולם בעלי החיים (ראה פרוט בשמידע 2019).



פרח זכר (מימין) לעומת פרח נקבה (משמאל)

בסוג **קטסטום *Catasetum*** הוא סחלב דרווין.

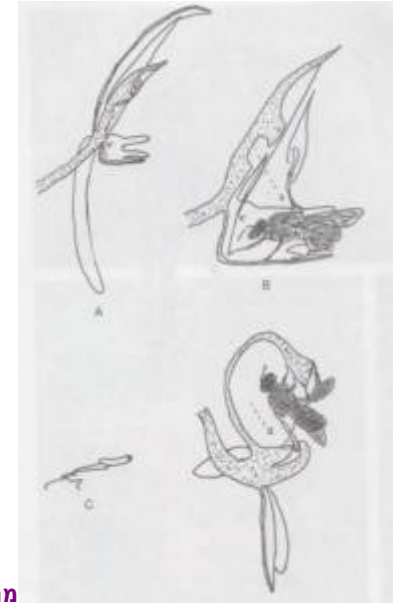
כבר גדולי הבוטנאים והזואולוגים הדגישו כי שוני ברור וחזק בין פרחי נקבה וזכר באותו מין צמח נדיר ביותר בעולם הצמחים לעומת דימורפיזם מיני השכיח בעולם בעלי החיים(בשמידע 2020). מתוך ווטשטיין 1935

דוגמא יוצאת דופן של דו-פרצופיות מינית קיימת בסוג של סחלב **קטסטום** *Catasetum***,** הסוג היחידי בכל משפחת הסחלבים שהוא דו-ביתי כלומר הפרחים הזכריים ממוקמים על צמח שונה מאשר הפרחים הנקביים**.** בסחלב טרופי זה, בעל 166 מינים אפיפיטים, לשני הזוויגים, הממוקמים על צמחים שונים, צורה מורפולוגית שונה מאוד. צורת הפרחים כה שונה עד כדי כך ששנים רבות הזכר והנקבה נחשבו לשני מיני סחלבים שונים עד שבא דרווין והוכיח ששניהם שייכים לאותו המין הביולוגי (Alcock 2006). הפרח הזכרי גדול צבעוני ובעל צורה מאוד אטרקטיבית בעלת קרניים ואברי כותרת מוגזמים, לעומת זאת הפרח הנקבי ירקרק נחבא אל הכלים וקטן יחסית. כיום קל מאוד להוכיח זהות גנטית על ידי בדיקה גנומית, היינו השוואת הדמיון בהרכב שרשראות ה DNA, אך בימי דרווין הצריכה ההוכחה תהליך מפרך של האבקה, הפריה וקבלת צאצאים פוריים.



פרח זכר בסוג הסחלב קטסטום *Catasetum* (מימין) הוא צבעוני ובעל שפית אטרקטיבית וריסנית – לעומת פרחי הנקבה (משמאל) אשר הם צנועים ירקרקים וקטנים מעט יותר. תמונות מהמרשתת.

בעוד רובנו חושבים כי דרווין היה בעיקר זואולוג, הוא חקר בגינתו ובמולדת האנגלית בעיקר צמחים והיה "משוגע" לסחלבים ["איך לא"?]; הוא הקדיש שנים רבות למחקר הביולוגיה של פרחי הסחלביסו שיטת האבקה שלהם וכתב ספר מיוחד המוקדש לסחלבים (Darwin 1862). דרווין חקר את המבנה המסובך של אברי המין בפרח הסחלב **קטסטום** *Catasetum* והבין כי "מה שנחשב מין x בסחלב X " מכיל רק את אבר הזכר בעוד "מה שנחשב מין y בסוג סחלב Y" מכיל רק אבר נקבי. לכן, על אף השוני הבולט בפרחים החליט לנסות ולהכליא ביניהם באופן מלאכותי [הוא עשה זאת בביתו באנגליה בעוד הסחלב גדל בר באיי הודו המערבית באמריקה והמאביק שלו לא היה ידוע] ובאופן מפתיע הוא קיבל צאצאים פוריים וזו ההוכחה לכך ששני הצמחים שהוגדרו עד אז כמינים נפרדים, הם למעשה זכר ונקבה של אותו המין הביולוגי (Alcock 2006, Cingel 2001). במחקרים מאוחרים התברר כי הן פרחי הזכר והן פרחי הנקבה מפרישים משפית הפרח ריח המושך סוג מסוים של זכרי דבורים. זכרי הדבורים הללו אוספים חומרים כימיים אלה ברגליהם האחוריות. הם מתקבצים כנראה בלהקות זכרים ומושכים בריחם החזק את נקבות הדבורים. מסתבר כי הן פרחי הזכר של הסחלב **קטסטום** והן פרחי הנקבה מפרישים חומר כימי הדומה מאוד לפרומון אותו מפיצה הדבורה הנקבה למשיכת הזכרים; לכן זכרי הדבורים נמשכים אמנם לשני הזוויגים של פרח **הקטסטום** אך לפרחי הזכר הם נמשכים יותר.



מנגנון האבקה בסוג קטסטום *Catasetum* : דבור זכר נוחת על שפית הפרח ואז מנגנון המנוף הממוקם בחלק עליון של העטיף מכה בגב הדבורה וזוג האבקיות נדבק אליו בחוזקה.
על פי מחקרם של Romero and Nelson1986 הדבור(זכר הדבורה) יזכור לרעה את דגם פרח הנקבה , ויחפש דגמים שונים לחלוטין אך בעלי ריח דומה – וכך הוא נמשך ומבקר בפרח הנקבה (מתוך Cingel 2001).

אולם, מדוע פרחי הנקבה כה שונים מפרחי הזכר? ומדוע יעבור הזכר לבקר גם בפרח נקבי? כאן מצא זוג חוקרים תהליך "פנטסטי" (Romero and Nelson 1986 , ראה תמונה לעיל): הדבור (זכר הדבורה) הנמשך לפרח הסחלב הזכר נוחת על השפית וזוחל פנימה ללוע הפרח; בלי משים ראשו פוגע בזיף המשתלשל מעמודון פרח הסחלב ואז משתחרר "מנגנון הפטיש" של הפרח היורה כמו בתותח את זוג האבקיות קדימה והן נדבקות בחוזקה לגב הדבור. במחקר מדוקדק הראה בוטנאי גרמני Ebl , כי זוג האבקיות נורה מהעמודון במהירות של 321 ס"מ לדקה , היינו כ- 19 קילומטר לשעה. הזכר שנפגע במכה קשה וכואבת זוחל ובורח מפרח הזכר. לאחר התאוששות מה, הוא ממשיך לחפש אחרי פרחים בעלי הפרומון הנקבי אך עתה הוא נרתע ונמנע מצורה וצבע של פרחי זכר. זוג חוקרים בוטנאים הראו בשנת 1986 כי "זכרים מקורננים אלה" מבקרים לאחר הביקור הטראומטי רק בפרחי נקבה על אף שהם כה שונים בצורה ובצבע (אך לא בריח!) מפרחי הזכר של **הקטסטום** (Romero and Nelson 1986).



זוג אבקיות אשר הודבק בחוזקה לגב זכר דבורה שבקרה בסחלב קטסטום (צילום מתוך Cingel 2001).

ההתעניינות הרבה בדו-פרצופיות של פרחי **הקטסטום** מעלימה ממוחנו את השאלה כללית האמתית: מדוע תופעה זו של דו-פרצופיות מינית מופיעה רק בסוג יחיד מבין כל 110 סוגי הסחלבים ומדוע דווקא **בקטסטום?** האם אפשר להציע מכניזם אדפטיבי מדוע נוצרה הדו-פרצופיות דווקא במיני סחלב זה? מסתבר כי אפשר ואפשר: צריך לזכור כי רוב הסחלבים ובמיוחד מיני הסוג **קטסטום** הם רמאים מוחלטים ולסחלב הזה יש מנגנון פיצוץ אבקה מיוחד שכאשר הדבורה מגיעה לפרח ונוגעת בזיז העמודון – חלק העליון של הפרח מכה חזק בגב הדבורה – מהלך מאוד בלתי נעים; על כן, זכר הדבור המחפש דגם של דבורה נקבה נמנע לאורך הרבה זמן לבוא לדגם פרח דומה. אך פרחי הנקבה של **קטסטום** המפרישים גם הם ריח הורמוני נקבות הדבורים מושכות את נקבות הדבורים על ידי ריח זהה אך חזות שונה (ראה תמונות – צבען ירקרק ודל). מכניזם זה אשר העיקרון שלו הוצע על-ידי הזואולוג ברנד היינריך (Heinrich 1975) מסביר מדוע דווקא בסחלבים ובפרחים שאינם גומלים יכול להיווצר מנגנון שוני בין פרח זכר לפרח נקבה; חרק המבקר בפרח שאיננו מציע כל גמול ילמד להימנע מדגם הפרח ויעדיף בביקוריו הבאים דגם פרח שונה; זוהי הסיבה שהיינריך מציע לשונות הפנטסטית בדגמים והצורות של פרחי הסחלבים.

איננו מכירים דוגמאות נוספות לשוני כה ברור וגדול בצורה ובצבע בין פרחי זכר לנקבה בצמחים. השוני הקיים בין פרחי זכר לנקבה הוא לרוב קטן ביותר ומתבטא בפרחי זכר "קצת יותר גדולים", לפעמים בצבע יותר חזק ובכמות צוף רבה יותר בפרחי הזכר אשר איננה נראית ממרחק (de Jong et al. 2008, 2018 , שמידע וכהן 1983, שמידע וחב. 1996). יש לזכור כי בסך הכל יש יתרון לצמחים דו-ביתיים שפרחי הזכר והנקבה שלהם דומים בכך שהמאביק לא יבחין ביניהם ויעבור בין הזוויגים (שמידע 1995, 1994, שמידע

וחב. 1996) .




פרח זכר בסוג הסחלב קטסטום Catasetum (מימין) הוא צבעוני ובעל שפית אטרקטיבית וריסנית – לעומת פרחי הנקבה (משמאל) אשר הם צנועים ירקרקים וקטנים מעט יותר. תמונות מהמרשתת.

ראוי לציין לגבי "סחלב דרווין" בן הסוג **קטסטום** כי פרחי הנקבה של המינים השונים בסוג דומים בין המינים השונים. חוקרי הסוג הסבירו זאת על ידי "רמאות מולרית", כלומר שמינים שונים מתאחדים יחד לגלדה בעלת תכונה משותפת בה מיני הקבוצה עוזרים אחד לשני. במקרה שלנו שכיחות רבה יותר של דגם פרח ירוק-נקבה יגרום לזכר הדבור ללמוד ולמצוא בקלות רבה יותר את פרחי הנקבה (Cingel 2001).

קינגל בספרו אודות האבקת צמחי הסחלבים מציע הכללה חזקה ומעניינת אודות הקשר שבין הדומות המורפולוגית של מיני סחלב **הקטסטום** לבין התנהגות זכרי הדבורים המבקרים אותם (Cingel 2001): מידת השוני בין שני הזוויגים במיני הסחלב **קטסטום** עומד בקורלציה חיובית למידת ה"סלידה" (החוויה השלילית אשר נגרמת לדבור כתוצאה מביקור בפרח זכרי של הסחלב. כלומר ככל שמנגנון הפיצוץ של האבקה על גוף הדבור הוא עוצמתי ומכאיב יותר, כך גם יעניש הדבור דגמי פרח דומים לדגם בו ביקר ויעדיף ללכת ולבדוק במשך זמן ממושך יותר פרחים שאינם דומים. קינגל נותן דוגמאות מאלפות לכך כי במיני **קטסטום** בהם הנקבות שונות מאוד מהזכרים, הזכרים מצוידים במנגנון פיצוץ מפותח יותר מאלה בהם פרחי נקבה דומים יחסית לפרחי הזכר. הסבר זה תואם תצפיות רבות בהם זכרי דבורים מצולמים עם 2-6 זוגות אבקיות בראשן, עדות כי זכרים אלה רומו מספר פעמים. לאחר אירוע רמייה כנראה נדרשים לדבור הזכר כמה מאות ביקורים בצמחי המודל, כדי לשכוח את התבנית החזותית של פרח הסחלב הזכר הרמאי.





משמאל: ציור מורפולוגי של פרח קטסטום סקטום אשר דרווין חקר; מבט מלפנים ומהצד אל פרח הזכרי של הסחלב, האבקנים מאחור ומלפנים טרם "התפוצצותם" על גב הדבור. מתוך ספר קינגל 2001.
מימין: שלושה טיפוסי פרחים על אותו הצמח במין מסוים של הסחלב קטסטום. מכך אנו למדים כי במעט ממיני הקטסטום טיפוס המיניות איננו "דו-ביתיות טהור" אלא קיים גם מצב של "חד-בייתי חד-מיני" וטיפוסי מעבר ביניהם (צילום מתוך Cingel 2001).

ספרות:

שמידע א וכהן ד 1983 זכר ונקבה ברא אותם – אבל למה? על המיניות בצמחים ובבעלי חיים. "טבע וארץ", כ"ו, 1: 19-28.

שמידע א 1994 טיפוסי מיניות בעצים ובשיחים. "אקולוגיה וסביבה" מס' 1:3 עמ' 177-186.

שמידע א 1995 יופי ושלמות במבנה הפרחים. "כמעט אלפיים" מס' עמ' 2-9.

שמידע א כהן ד ומוטרו ע 1996 "אהבה צופנית" – על ההבדלים בין פרחי זכר לבין פרחי נקבה בצמחים." ילקוט המכוורת" מס' 36 עמ' 19-20.

שמידע א 2019 דו-פרצופיות מינית בצמחים בהשוואה לסימני מין משניים בחיות, כתב-עת "כלנית" מספר 6.

———————————————————-

Alcock J 2006 An enthusiasm for Orchids: Sex and Deception in Plant. Evolution. Oxford Univ. Press, Oxford

Cingel van der NA 2001 An Atlas of Orchid Pollination: America, Africa,. Asia and Australia. A.A Balkema, Rotterdam

Darwin C 1862 On the Various Contrivances by which British and Foreign.

Orchids are Fertilised by Insects. J. Murray, London

de Jong T Thuijsman F Shmida A 2008 Optimal sex allocation in plants. and the evolution of Monoecy. Evolutionary Ecology Research, 10:1082-110

de Jong TJ During HJ & Shmida A 2018 Differences and similarities of sex. ratios between dioecious angiosperms and dioicous bryophytes. Evolutionary Ecology Research,19: 365-386

Heinrich B 1975 Bee flowers:A hypothesis on flower variety and blooming. times. Evolution 29: 325-334

Romero GA and Nelson CE 1986 Sexual dimorphism in Catasetum orchids:. forcible pollen emplacement and male flower competition. Science, 232: 1538-1540

==========

כל הזכויות שמורות ל"כלנית" ©

ציטוט: שמידע א 2020 הסחלב של דרווין Catasetum – דוגמא קיצונית לדו-פרצופיות מינית בפרחים. כתב-עת "כלנית" מספר 7.

הסחלב של דרווין Catasetum – דוגמא קיצונית לדו-פרצופיות מינית בפרחים

==========