השרך לשון-אפעה ; חלון אל העבר הגיאולוגי וחלון אל השרכים

אבי שמידע, חוג כלנית, המחלקה לאבולוציה ואקולוגיה והמרכז לרציונליות, האוניברסיטה העברית בירושלים – avi.shmida@gmail.com
יותם ציפר, מנהל המחלקה לביולוגיה ומדעים, מכללת לוינסקי-וינגיט; אוצר אוסף הצמחים , המוזיאון לטבע תל אביב – jotham.z@gmail.com
חנה קלנר, גבעת אלה וחוג כלנית – kellner.hana@gmail.com

———————

תקציר: לשון-אפעה הוא שרך נדיר ביותר בישראל אשר שני המינים שלו בארץ נמצאים בסכנת הכחדה והוכרזו כמינים אדומים (שמידע ופולק 2007). השנה זכינו לראות ולתעד אותם באותו מועד, במחצית השניה של חודש נובמבר; בצפון, בחוף שמורת הבונים גדלה **לשון-אפעה קטנה** ובחולות הערבה גדלה **לשון-אפעה רבת-עלים**. לשון-אפעה שייכת לקבוצה מיוחדת של שרכים הידועה מאז תקופת היורה-טריאס. על הקבוצה ועל האופייני והמיוחד לכל מחלקת השרכים במאמר הבא.

==========



לשון-אפעה רבת-עלים (מימין, צלמה מרס שמאלי ©) בצד לשון אפעה קטנה (צילם אורי פרגמן ©).

המציאה

בשבוע שעבר גילתה אחת מעמנו (ח.ק.) אוכלוסיות ירוקות של **לשון-אפעה רבת-עלים** *Ophioglossum polyphyllum* בחולות סמר ובחולות שיזף. אמנם באתרים אלה ידועים מזה שנים רבות, אך התופעה של צמחים ירוקים הצצים לפתע ב"שממת המדבר" ומשלימים את מחזור חייהם תוך 10-20 יום לאחר גשם חזק – מפליאה חזור ושנו את חובבי הטבע. רצינו לכתוב "לשון-האפעה פורחת" אך טעות גסה היא; לשון-האפעה היא שרך וכל השרכים הם חסרי פרחים והאבר הנראה כתפרחת שאנו רואים בתמונת השער הוא עלה פרימיטיבי הנושא צברי מנבגים לפני הבשלתם. מסתבר כי הסוג לשון-האפעה מתנהג באזור הים-תיכוני וגם במדבר כגיאופיט לכל דבר; הוא אוגר מים בשורשים אדוונטיביים ומיד אחרי גשם מעל 5 מ"מ במדבר הוא מתחדש ומגדל עלה בודד ועוד עמוד נושא נבגים הנראה לנו כ"תפרחת".





השנה , בזכות רישומים וערנות של חברנו מאזור אילת (דודי מסמר בני מאילת ויציק מחצבה) קבלנו נתוני גשם טובים על סופה מספר 14 [הספירה של פרקי הגשם בישראל נעשית אצלנו בירושלים מתחילת ראש השנה] אשר התרחשה בתאריכים 12-15 לדצמבר תשפ"ד. עשרה ימים לאחר מכן, בתאריך 25.12.23 בקרה אחת מאתנו בנחל אדום אשר בחולת סמר וצלמה שם עלים ו"תפרחות" של **לשון-אפעה רבת-עלים** טרם הבשלת המנבגים והתפוצצותם. בסופה 14 ירדו בחצבה 5 מ"מ, יוטבתה 12 מ"מ ובאילת 9. שלושה ימים לאחר מכן צלמנו את הלשון-אפעה בחולות שיזף ליד מושב חצבה; באזור ירדו רק 5 מ"מ גשם ואוכלוסיית הצמח כללה עשרות פרטים אך כולם קטנים בממדיהם. עד כה חשבנו כי שרך הלשון-פר "מתעורר" וצומח רק לאחר 10 מ"מ של גשם חזק במדבר ועתה יש לפנינו נתון מעודכן. כמו כן רואים בתמונות כי מקנה שורש אחד יכולים לצמוח מספר "אינדיבידואלים" כאשר לכל פרט יש רק עלה מתפשק אחד ועלה נוסף, הנראה כאילו הוא "ניצן שצמח בחיק העלה הראשי"(להזכירנו כי לשרכים אין ניצנים בחיק עלה ואין בכלל גבעול בעל התעבות משנית); הגבעול לכאורה המבצבץ מבסיס העלה הוא למעשה עלה נוסף הנושא את המנבגים; רק בקבוצת לשון-האפעה אנו מוצאים חלוקת תפקידים בין עלה ירוד מטמיע לבין עלה הנושא את המנבגים והדואג להפצת הצאצאים הווגטטיביים.



דגם "סלסול השרך" המופיע כמודל חיקוי וסמל קדוש במסורת הנוצרית, משמאל לימין: עיטור קצה כינור או ויולה, האפיפיור נושא שרביט מעוטר בסלסול השרך, וסלסול השרך בקצה הקודקודי של עלה השרך האמיתי; כך מגן הצמח על הניצן הקודקודי מפני פגיעה (רק לניצן יכולת חלוקת תאים עוברייים ולכן דווקא שם יש סיכון רב ל"מוטציות" וקלקולים בד.נ.א. המוכפל), התמונות באדיבותו של יותם ציפר.

מסתבר כי הצמח לשון-אפעה אינו רק שרך נדיר מאוד המופיע רק בשלושה אתרים במדבר החולי של הערבה, אלא שהוא שייך לקבוצת שרכים מיוחדת אשר יש להם מנבגים עבים (**קבוצת עבי-המנבג** Eusporangiatae) ובתוך קבוצה זו שייך **הסוג לשון-אפעה** לתת-קבוצה מיוחדת בה המנבגים גדלים על עלים מיוחדים לעומת העלים הנושאים את תפקיד הפוטוסינתזה. בעוד לרוב מיני השרכים בעבר ובהווה ישנו עלה מגולגל הנפרש בסלסול נפתח ועל די כך נשמר הניצן הקודקודי בראשו (ובתוכו רקמת התאים המתחלקים ולכן כה פגיעים מקרינה!) – הרי בקבוצת לשון-האפעה העלה פשוט (אינו מנוצה כברוב השרכים) ואינו נפתח ב"סלסול הפוך"(ראה תמונות). עד היום ידוע לנו על ארבעה אתרים ברחבי המדבר הקיצוני של הנגב בו גדלה לשון-אפעה רבת-עלים; כל האתרים ממוקמים בחולות עתיקים במקום שכיסוי הצומח בו אפסי עד דליל ביותר. קשה מאוד למצוא את אתרי לשון-האפעה ולקח שבעים שנה ויותר עד שנתגלו 4 אתרים בערבה ובמכתש רמון (1981, 1991, 2016, 2019), זאת בעקבות נדירותם במרחב מחד ואינטנסיביות טיולי חובבי-הצמחים מאידך. האם לציין את מיקום אתרי לשון-האפעה ולהודיע עליהם ברבים, שכן שני המינים הם צמחים אדומים בסכנת הכחדה !? על מדיניות "גילוי לעומת הסתרה" חלוקות הדעות מאז הקמת החברה להגנת-הטבע ורט"ג; אחד מכותבי שורות אלה חושב כי ההודעה והלמידה על הצמחים האדומים, מיקומם ואיפיונם – יתרום לשמירתם בסך-הכל יותר מאשר הסתרתם מעין המטייל.

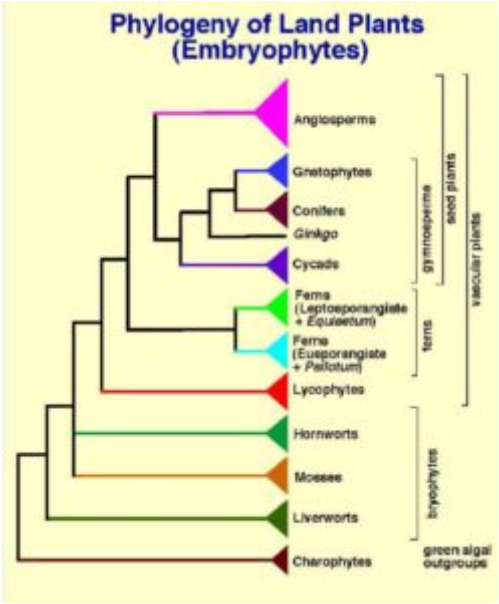


לשון-אפעה רבת-עלים (מימין, צלמה מרס שמאלי ©) בצד לשון אפעה קטנה (צילם אורי פרגמן ©).

הסוג לשון-אפעה, ומחלקת השרכים בפרספקטיבה גיאולוגית-אבולוציונית

הסוג **לשון-אפעה *Ophioglossum*** כולל 34 מינים פאן-טרופיים כאשר 3 מינים גדלים מסביב לחופי הים-התיכון. לצמח שני עלים בלבד הפנימי נראה כאילו יוצא מבסיס העלה הרחב ונושא בקצהו "ניצני תפרחת" – אלה הם שקי המנבגים; שכן בשרכים אין פרחים וההפצה נעשית בעיקר בשלב של רביה אל-מינית על ידי נבגים המתפתחים בתוך קופסיות הם המנבגים.

הסוג לשון-אפעה מאופיין בהפרדה בחלק על-אדמתי ירוק הנראה כשני חלקים שונים- עלה ו"תפרחת" אך מחקר מפורט מורה שלא כך הדבר: העלה מחולק לחלק וגטטיבי וחלק גנרטיבי אך שניהם שייכים לאותו עלה; חלק "דמוי עלה רחב ובשרני מעט הדומה לעלה של אחילוף וחלק הנראה כגבעול תפרחת (אך לשרך אין גבעול ואין תפרחת) הנושא את המנבגים הערוכים בשני טורים ונפתחים בסדקי רוחב (ראה תמונה). מספר הכרומוסומים במיני הסוג עצום בין 140 ל1440 הוא מהגבוהים בעולם הצמחים. לשני מיני שלון-האפעה הגדלים בישראל – **לשון-אפעה רבת-עלים** הגדלה בערבה **ול.א.קטנה** הגדלה בכורכרי מישור החוף יש קנה-שורש מעובה האוגר מזון מהשנה הקודמת ולכן שני המינים הם למעשה גיאופיטים [עתי יפה בעל-פה]. תכונת הגיאופיט מקנה להם את היכולת לגדול בקצב מואץ מיד לאחר הגשם ולהשלים מחזור חיים אל-מינית תוך פחות מחודש ימים; כחודש לאחר הגשם, מי שיבקר באתר חולות סמר לא יראה סימן ירוק וחי !, רק חפירה זהירה במקום שבהם גדלה לשון-האפעה יחשוף שורשים היוצאים מקנה שורש קטנטן.



הסכמה הסיסטמטית הפילוגנטית המקובלת כיום לגבי הקרבה ויחסי ההכלה בין המקרו-קבוצות של הצמחים. הדיאגרמה מתוך Moran 2004

מיהם השרכים ?

קבוצת **השרכניים**, לפנים מחלקה סיסטמטית ברורה הנקראת בת מערכת **Polypodiophyta** (מחלקת ה- Polypodiopsida על פי ציפר-ברגר 2022, Cronquist1955, Takhtajan 1969 **,** כוללת כיום ארבע קבוצות של צמחים חסרי זרע שהן פארפילטיות כלומר לא נוצרו באבולוציה מענף משותף קרוב:ה-Equisetidae-בת-מחלקת **השבטבטיים**; Marattiidae-בת-חלקת **מרטיים**; Ophioglossidae-בת-מחלקת **לשון-האפעה**; וה- Polypodiidae-בת-מחלקת **השרכים**. קיימות חלוקות שונות ומרובות למיון קבוצות-על (HTC-Higher Taxonomical Categories) של צמחי היבשה הרב-תאיים המכילים כלורופיל ו"רב-גוויות" זה ואי ההסכמה בין החוקרים על מערכת מיון אחידה דוחה את חובבי-הטבע והסקרנים מללמוד עולם מעניין זה. אנו מפנים את הקורא למאמר מפרי עטם של ע.אשל וד.מלמד (2009) אשר פרטו ביסודיות את שיטות המיון השונות של צמחי היבשה ה"קדומים-פשוטים" והסבירו את הסיומות השונות המוצעות בעברית לגבי HTC-קבוצות על של משפחות, סדרות, מחלקות ו"יחידות התת שלהם". אנו נלך בעקבות זהרי(1973) וציפר-ברגר(2022): נכנה על פי ציפר-ברגר את קבוצות השרכים השונות [לכולם יש מנבגים רבים לעומת השרכים להם מנבג יחיד לצמח] בשם "שרכים אמיתיים" – **Pteridophyta s.lato** במקביל לזהרי המכנה אותם בשם **שרכניים** – **Pteridophytes** [זהרי כולל בהם גם את הטחבים, כלומר כל "נושאי מנבג למינהו", חלוקה שהיתה מקובל בעבר]. לעומת זאת מגדיר תוחם זהרי את השרכים "סנסו-סטריקטו" (להלן השרכים המודרניים(כקבוצת- **Filicophyta**, המקבילה בקרוב לסדרת **השרכים הרב-רגליים Polypodidae** על פי ציפר-ברגר. בכדי לאזן את הבלבול והאי-התאמות הקיימת בספרות האבולוציונית בקשר ליחסי ההיררכיה והפילוגנזה של קבוצות השרכניים ובעלי מנבג בכלל, נפנה את הקורא לספרו החדש של י.ציפר-ברגר (2022) המספר ומלמד על אספקטים אקולוגיים ואבולוציוניים מופלאים בצמחים אלה.

השרכניים מכילה על פי "החלוקה הקלסית" של המאה הקודמת (זהרי 1973עמוד 159-163) את ה**פסילופיטים, רגלי-זאב, סלגינליים, מרצעניים** וקבוצות מאובנות שנכחדו: **קשקשניים**(כולל עצי-חותמות), **לפידודקרפיים,פלירומאיים, וקלמיטיים**.

קבוצת הצמחים של רגלי-הזאב Lycopodiophyta , מכילה שלוש סדרות "מוזרות" שאינן דומות מורפולוגית אחת לשניה אך קרובות פילוגנטית על פי מחקרים גנומיים ולהן מוצא משותף (לכולן מערכת הובלה וסקולרית, גמטופיט מצומצם ביותר, "חוסר זרע" ורב-מנבגיות בכל צמח) : סדרת **המרצעניים** Isoetales לה סוג מונוטיפי יחיד, סדרת **הסלגינליים** Selaginlles בה סוג יחיד בן 400 מינים וסדרת **רגל-זאב** Lycopodiales בה מספר סוגים בעלי 430 מינים הפזורים בכל רחבי היבשות. רק בסדרת הסלגינלה נמצא שני טיפוסי נבגים (הטרוספוריה) המגדלים הבתאמה גמטופיט זכרי זעיר נפרד מגמטופיט נקבי גדול; מעניין שדווקא בסדרה זו מינים רבים הם שוכני מדבר ומתנהגים בדומה ל**שושנת-יריחו האמיתית** , היינו, הם נפתחים ונסגרים בעקבות גשם במדבר (לכן שמם העממי Resurrections plants). שתיים משלוש סדרות אלה , המרצעניים והסלגינליים מראות דגם "פליאו-רליקטי" אופייני- טקסון בעל מעט מאוד מינים, שאינו קרוב מורפולוגי לקבוצת צמחים אחרת והשוכן במרחב או בבית-גידול שאין בו כמעט תחרות (נישה מדברית, סביבה דלת משאבים או אי מבודד). הן מקבילות לקבוצות בעלי-חיים פליאורליקטים דוגמת הברווזון האוסטרלי או הקיווי בניו-זילנד ושרדו בבית-גידול אשר לצמחים עילאיים מפותחים יותר "לא היה כדאי להיכנס ולכובשם (,Pough 1979 Shmida 1986 , Brown 1995, Stanely 1976).



אברנית הנשר בברכת רם, צפון הגולן, צילם עוז גולן ©

לשרכים יש רקמות הובלה, עצה ושיפה אך אין להם התעבות משנית. קבוצות השרכים מגוונות מאוד מבחינה מורפולוגית (השוו לדוגמא אשרכיה, גריזית, לשון-אפעה, שבטבט ושרך-עץ) אך איננה סיפור הצלחה גדול במגוון המינים ושפעתם – רק 13000 מינים כאשר רבים מהם נדירים. יש בשרכים קבוצות בעלות מספר מינים מועט ביותר , דוגמת סדרת **לשון-האפעה**, **פסילוטום, שבטבט וקבוצת רגל-הזאב** [דווקא לסוג הרבה מינים אך הוא סוג מונוטיפי בקבוצה] – Lycopodiophyta . אלה הן קבוצות קדומות מאוד (מאובנים שלהם נמצאו מאז תקופת הדבון, "רק" לפני 420,000 שנה) אשר כיום שרדו מהם מעט מינים עם פער מורפולוגי גדול ביניהן ולכן כינו אותן החוקרים בשם "קבוצות פליאו-רליקטיות". דווקא סדרת לשון-האפעה היא "צעירה יחסית" וידועה במאובניה רק אחרי תקופת הפרם, אבי התרחשה "ההכחדה הגדולה" בכדור הארץ.

אופייני לחלק מהשרכניים **Polypodiophyta** הוא עלה דמוי-שרך אך יש בהן קבוצות חסרי עלה אמיתי אשר בחיקו יושב ניצן דוגמת **השבטבט, הפסילוטום ולשון-האפעה**.

מבחינת הרביה וההפצה קרובים השרכים לטחבים ונבדלים מהם במספר המנבגים: בעוד לטחבים רק מנבג (האיבר היוצר ונושא את הנבגים) הרי לשרכים הרבה מנבגים. תכונה מבדילה חשובה נוספת היא היות הצמח העיקרי המטמיע בשרכים דיפלואידי(ספורופיט) בעוד בטחבים הוא הפלואידי(גמטופיט).

אכן ישנם שרכי עצים והגבוה ביניהם הוא סוג הגדל באינדונזיה וגובהו מגיע לעשרים מטר (ראה תמונה). זאת על אף כי לכל השרכים אין רקמת קמביום היותרת טבעת התעבות משנית כל שנה. אנו מתנצלים בפני הקורא על הבלבול הרב הקים בשמות של הקטגוריות הגבוהות של משפחת, סדרה ומחלקה; לצערנו כל כמה שנים משתנה התמונה ופילוגנזה חדשה, המבוססת על מחקר ד.נ.א. יותר טכנולוגי – הופכת להיות מקובלת ודיאגרמת העץ הפילוגנטי לובשת צורה חדשה.



אברה ארוכת-עלים באתרים שונים בישראל, צילם איתן שפירא ©

חובב הטבע שלא קרא ולמד את **לשון-האפעה** מקודם, הצמח נראה כמו אחילוף או מין חומעה מדברית בשרנית שאיננה מוכרת. הדגשנו שקבוצת הלשון-אפעה שייכת לסדרת שרכים מיוחדת בתוך בת-מחלקה של **שרכים עבי-מנבג**. המעניין הוא שקבוצת השרכים עבי-המנבג היא קבוצה קדומה מאוד אשר שלטה בתקופת הדבון בעידן הפליאוזואיקון לפני 420-360 מיליון שנה. אלה היו שרכים "רגילים" בעלי טיפוס עלה מנוצה אשר נשא מנבגים בקצהו וכל מיניה נכחדו. זאת לעומת **סדרת לשון-האפעה** – *Ophioglossales* אשר התמיינו מתוך השרכים עבי-המנבג רק בתקופת הקרבון (לפני 340 מ.ש.) וחלק מנציגיה חיים עד היום הזה. נציין את התכונות המורפולוגיות של כל קבוצת עבי- המנבג האופייניות לשרכים הקדומים אשר שלטו בעידנים דיבון –קרבון-פרם: הייתה לרובם הסתעפות גבעולים דיכוטומית, מנבגים בקצות העלים [לרובם] , עלים "פרימיטיביים(לחלקם), דופן מנבג עבה [8 שכבות תאים], מנבג חסר טבעת וכולם הומוספוריים, היינו – כל הנבגים זהים בגודלם ויוצרים גמטופיט דו-זוויגי. חשוב לציין כי לעומת הטחבים והצמחים העילאיים – מאופיינים השרכים על ידי חוסר התעבות משנית בגבעול, בעלי שורשים אמיתיים (פרטלפסילוטום), אי בניית זרע, מחזור-חיים הכולל שלב גמטופיט הפלואידי וחוסר צינורות הובלה מעוצים.

איור מספר 1 מראה את הסכמה הסיסטמטית המקובלת כיום לגבי הקרבה ויחסי ההכלה בין המקרו-קבוצות של הצמחים. אנו מצרים עם קוראנו על כך שהמדע משנה כל כמה שנים את העץ הפילוגנטי [בהסתמך על אנליזות גנומיות בעלות טכנולוגיות שונות המתיימרות להיות מדויקות יותר] לגבי היחסים בין קבוצות הצמחים הפשוטות והקדומות אשר מאובניהן נמצאו בתקופות גיאולוגיות עתיקות ביותר (בפליאוזואיקון, כלומר בעידן שלפני ה"דינוזארים " בין תקופת בדבון לתקופת הפרם לפני 420 ועד 270 מיליון שנה). החוקרים מדגישים כי השרכים היא קבוצת-על פאראפילטית שאינה מקשה אחת; בתוך הענף האבולוציוני של עבי המנבג מתפתחים **השרכים דקי המנבג**, שהם רוב השרכים בני

זמננו. חלקם כוללים את קבוצת השרכים הקדומים שרובם נכחדו בסוף תקופת הקרבון-פרם ומתוכם שרדו שתי סדרות , אחת **סדרת הלשון-אפעה – *Ophioglossales*** והשנייה **סדרת המרטיים – *Marattiales*** הגדלות כיום באזור הטרופי (ציפר-ברגר 1922, זהרי 1981 Raven and Evert 1973,) . כלומר, לשון-האפעה מייצגת עבורנו שריד קדום ביותר של יערות **העידן הפליאוזואי** שהיה קיים לפני "עידן היורה-דינוזאורים" ! אמנם יש לה צורה מורפולוגית שונה מאוד מצורת שרכי העצים שחיו ובנו את יערות הענק בתקופת הדבון-קרבון, אך בתכונות מורפולוגיות רבות (ראה לעיל) ובקרבה הגנומית – הצמחים הקטנים והנדירים הללו של לשון-האפעה הם השרידים האחרונים באזורנו של עולם עבר מופלא זה – ושומה עלינו לשמרם ולפארם.



ציאטאה בראוני, עץ השרך הגבוה ביותר בעולם, גובהו מגיע ל-20 מטר, גדל בפולינזיה (אינדונזיה), יותם ציפר ©

ספרות

אשל ע ומלמד ד 2009 מיון הצמחים בעידן הביולוגיה המודרנית, אתר צמח השדה.

זהרי מ 1973 כל עולם הצמחים, הוצאת עם עובד.

לנגפורד ב 2020 לשון-אפעה פורחת במכתש רמון, חדשות בוטניות, כתב-עת "כלנית", מספר 7

ציפר-ברגר י 2022 עולם הצמחים. הוצאת האוניברסיטה הפתוחה, רעננה.

שמידע א פולק ג ופרגמן-ספיר א 2011 הספר האדום – צמחים בסכנת הכחדה בישראל. רשות הטבע והגנים.

שמידע א 2015 לשון-אפעה קטנה – מין אדום במישור החוף, "פורחים עכשיו", כתב-עת "כלנית" מספר 2.
https://www.kalanit.org.il/ophioglossum-lusitanicum-01-2015

——————————

Cronquist A 1955 Phylogeny and Taxonomy of the Compositae. The Am.Midl.Nat. 53:478-511

Mauseth D 2008 Botany: an Introduction to Plant Biology. Jones & Bartlett Publishers. 492 PP., ISBN 978-1-4496-4720-9

Moran R C 2004 A Natural History of Ferns. Timber Press, Portland, Oregon

Mehltreter K Lawrence R W and Sharpe J M 2010 Fern Ecology. Cambridge Univ. Press, Cambridge

Raven PH and Axelrod DI 1974 Angiosperm Biogeography and the past continental movements. Ann. Missouri Bot. Gardens 61: 539-673. [I have [“bible, remarks 1979

Raven PH Evert RH Curtis H 1981 Biology of Plants 3edition, Worth Publishers, Ney-York

Takhtajan A 1969 Flowering plants, Origin and Dispersal. Trasl. By C.Jeffrey, Smithsonian Inst.Press, Washington DC

==========

כל הזכויות שמורות ל"כלנית" ©

לציטוט: שמידע א ציפר-ברגר וקלנר ח 2023 השרך לשון-אפעה ; חלון אל העבר הגיאולוגי וחלון אל השרכים. כתב-עת "כלנית",מספר 9.

==========