

שְׂרָכְנִים

סיסטמטיקה עדכנית של צמחי רקמת-ההובלה חסרי הזרעים

ינואר 2017

דור מלמד

בכדי להכיר את הקבוצות השונות של צמחי היבשה (המכונים גם "צמחי העובר") מומלץ לקרוא כהקדמה לתקציר זה את המבוא ל**מיון הצמחים בעידן הביולוגיה המולקולארית**.

שְׂרָכְנִים¹ (Pteridophyta, באנגלית: pteridophyte), במובן הרחב של הקבוצה (sensu lato), כוללים את כל הצמחים בעלי רקמות ההובלה (tracheophytes, vascular plants) שהינם חסרי זרעים והם מתרבים על-ידי נבגים². רקמת ההובלה, כמו בכל הצמחים העילאיים, עשויה צינורות עצה (xylem), שתפקידם להעביר מים ומינרלים לחלקי הצמח השונים וצינורות שיפה (phloem) שדרכם מועברים חומרים הנוצרים בתהליך ההטמעה מהאברים המטמיעים אל הגבעול, השורשים ואברי הרבייה. הנבגים הם יחידות תפוצה חד-תאיות, בעלות שרידות גבוהה לאורך זמן בתנאי סביבה קשים.

קבוצת השרכנים ממוקמת אבולוציונית בין הטחבים, המתרבים גם הם בעזרת נבגים, אך חסרים רקמת הובלה (ראו [מבוא לסיסטמטיקה של טחבים](#)) לבין צמחי הזרעים, חשופי הזרע, שלהם רקמת הובלה, אולם בהם יחידת התפוצה היא זרע, שהוא תוצר של רבייה מינית. בקבוצה זו כ-12,000 מינים, הגדלים היום על פני כדור הארץ ועוד מינים רבים שנכחדו ומוכרים למדענים כמאובנים, מהם ניתן ללמוד רבות על האבולוציה של צמחי היבשה.

מחזור החיים של השרכנים, כולל שלבים נפרדים ועצמאיים של דור מיני - גמטופיט ודור אל-מיני - ספורופיט. בתכונה זו הם דומים לטחבים, אולם הם נבדלים בכך שבטחבים הגמטופיט הוא השלב הדומיננטי במחזור-החיים ואילו הספורופיט נישא עליו ואיננו מתקיים באופן עצמאי, בעוד שבשרכים המצב הפוך. הגמטופיט ההאפלואיד, מתפתח מנבג שבו מערך כרומוזומים יחיד, הנובט לפרותליון (יצע שְׂרָךְ, prothallus) זעיר (גודלו כס"מ אחד) וקצר-חיים, שאינו מחולק לגבעולים ועלים, הנאחז בקרקע בעזרת איברים עדינים דמויי-שורשים (ריזואידים, בעברית: שורשים דמויים). הוא נושא אברי-מין זכריים (antheridium, אנתריד), המייצרים תאי זרע המסוגלים לשחות בעזרת ריסים (שוטונים) ואברי מין נקביים (archegonium, ארכגון), המכילים ביצית יחידה. גם בקבוצה זו, כמו בטחבים, תהליך הרבייה תלוי בנוכחות מים, המאפשרים את תנועת תאי-הזרע אל הביציות. כאשר תא הזרע מפרה את הביצית, נוצרת זיגוטה (עובר) דיפלואידית, בעלת שני מערכי כרומוזומים, המתפתחת לספורופיט דיפלואיד, שהוא השרך, הנראה כצמח מפותח, על-פי רוב הוא רב שנתי והוא השלב הדומיננטי במחזור חיי הצמח. גודל צמחי השרכנים מגוון, מעשבונים קטנים שגובהם מספר סנטימטרים ועד עצים המגיעים לגובה של מטרים אחדים. באיברים מיוחדים (sporangium, מנבג) מייצר הספורופיט נבגים, שכתוצאה מחלוקת הפחתה הינם האפלואידים. הנבגים מופצים ברוח ונובטים ליצירת גמטופיטים של הדור הבא וחוזר חלילה.

ברוב השרכנים לספורופיט שורשים סיביים, דומים לאלה של צמחי הזרעים. בחלק מהם הגבעולים הם קני-שורש זוחלים (rhizomes), שמהם עולים עלים מורכבים, גזורים או מנוצים (fronds). מבחינים בין עלים חסרי מנבגים (trophophyll) לבין עלים נושאי-מנבגים (sporophyll). המנבגים ערוכים על העלה, על-פי רוב בצידו התחתון, בצברים (sori), הנראים כשלפוחיות כהות על פני שטח העלה, בדרך-כלל לאורך העורקים. בשרכנים הקדומים יותר העלים צרים וקטנים, ערוכים באופן שונה והמנבגים מוכלים באיברים דמויי-איצטרובל בראש הנצר.

השרכנים היא קבוצה רב-שושלתית (פוליפילטית) ולפיכך אינה מהווה טקסון בפני עצמו (כך שקשה לכלול אותה כמערכה אחידה). חלוקות שונות של צמחי רקמת ההובלה חסרי הזרע, או השרכנים, היו נהוגות בעבר. עם התפתחות הביולוגיה המולקולארית והמחקרים הקלדיסטיים, התעדכן מיון הקבוצה לסדרות ומשפחות. אחת הרשימות העדכניות היא של של כריסטנהוסץ וצ'ייס (2014) שעליה מבוססים חלקים מתקציר זה.

לאחרונה (נובמבר 2016) פורסמה הרשימה העדכנית ביותר, המבוססת על כלל הידע הטקסונומי, המולקולרי והפילוגנטי שהצטבר עד עתה. בדומה לקבוצה העוסקת בפילוגנטיקה של צמחי הפרחים (APG), כאשר כיום הרשימה העדכנית ביותר היא APG IV, ראו [עדכונים בטקסונומיה של מכוסי הזרע](#), התאגדה קבוצה בת 94 חוקרים, מומחים לשרכנים (פטרודולוגים, pteridologists), תחת השם (PPG I) The Pteridophyte Phylogeny Group.

¹ השם "שרכנים" כשם עברי כולל לצמחי רקמת ההובלה חסרי הזרע נזכר באנציקלופדיה של החי והצומח של ארץ ישראל

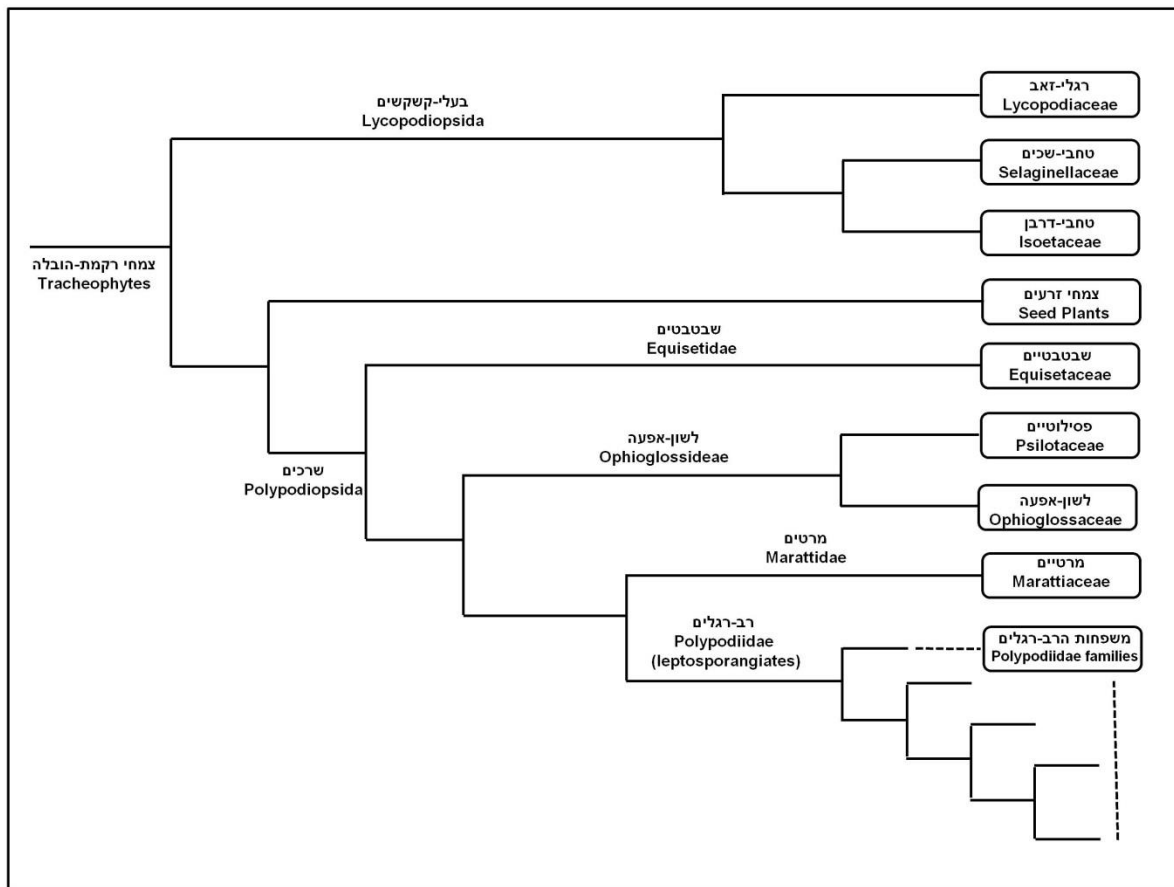
² לפיכך הם משתייכים לקבוצת הצמחים הקריפטוגמיים (Cryptogams, מיוונית: kryptos - "חבוי", "נסתר", gameein - "נישואין", לאמור: "רבייה נסתרת", חסרת זרעים)

בשרכנים שתי קבוצות נבדלות, שהתפתחו במקביל במהלך האבולוציה, הנחשבות ע"י ה-PPG כמחלקות, אולם החוקרים נמנעו מלאגד את שתיהן בטקסון גבוה יותר (למשל מערכה או תת-מערכה):

- מחלקת בעלי-קשקשים (Lycopodiopsida, באנגלית: lycopyhts), כוללת 3 סדרות חד-שושלתיות, בכל אחת משפחה אחת, שהתפתחו מאב-קדמון משותף, בשושלת אחות, המקבילה להתפתחות כל שאר צמחי רקמת ההובלה. על-פי רוב למיני הקבוצה עלים זעירים (microphylls), שבהם עורק יחיד של צינורות ההובלה, אשר אינו מסתעף. מבנה עלה זה אופייני לשלב אבולוציוני קדום. לקבוצה זו אין נציגים בבר בישראל והיא מונה כ-1,300 מינים, המשתייכים ל-5 סוגים, בחלוקה העדכנית הבאה:
 - Lycopodiaceae - משפחת "רגלי-זאב" (מיוונית: lycos - "זאב", pous - "רגל"), או בשמם העממי "טחבי אלה" (clubmosses). מתאפיינים באינטרובל דמוי-אלה בקצה הנצר, הנושא את המנבגים. במשפחה 16 סוגים וקרוב ל-400 מינים.
 - Isoëtaceae - בשמם העממי "טחבי-דרבן" (quillworts), צמחים נמוכים של מקומות לחים, המתאפיינים בעלים חלולים ודמויי-קוצי דרבן, העולים מפקעת ובשתי צורות נבגים (נבגי-ענק, מהם יתפתחו גמטופיטים נקביים ונבגים זעירים, מהם יתפתחו גמטופיטים זכריים). במשפחה סוג יחיד ובו כ-250 מינים.
 - Selaginellaceae - בשמם העממי "טחבי-שֶׁכִים" (spikemosses), מתאפיינים בעלים זעירים שבחיקם קשקש מחודד ובשתי צורות נבגים (נבגי-ענק, מהם יתפתחו גמטופיטים נקביים ונבגים זעירים, מהם יתפתחו גמטופיטים זכריים). במשפחה סוג יחיד ובו כ-700 מינים. סוג זה (Selaginella) כולל מינים שהם צמחי מדבר, אשר בתנאי יובש מסוגלים לשמור על חיותם, ללא נזק פיסיולוגי, כאשר בתאיהם תכולת מים מזערית ולהתאושש ולהוריק כאשר הם סופגים לחות ומינים אחרים שהם צמחים של האזורים הטרופיים, המותאמים לתנאי לחות גבוהה במשך כל חייהם.
- מחלקת השרכים (Polypodiopsida, באנגלית: ferns), כוללת 4 תת-מחלקות שבעבר נחשבו כשרכים (fern) וכקרובי-שרכים (fern-allies), אולם מוצאן משושלות שונות. עלי הצמחים שבקבוצה זאת מפותחים (megaphylls). שלוש החטיבות הראשונות מתאפיינות במנבג המתפתח ממספר תאי אפידרמיס (eusporangium) והחטיבה הרביעית מתאפיינת במנבג המתפתח מתא יחיד (leptosporangium). מחלקת השרכים קרובה יותר לצמחי הזרעים מאשר מחלקת בעלי-הקשקשים והיא מונה יותר מ-10,500 מינים, בחלוקה העדכנית הבאה:
 - Equisetidae - "שבטבטים". מתאפיינים בגבעול ירוק ומטמיע, המחולק למפרקים רבים בהם ערוכים דורי עלים מנוונים, שכמעט ואינם משתתפים בפוטוסינתזה. העלים דמויי-מיקרו-עלים, אשר התפתחו ככל-הנראה מעלים מעורקים ומפותחים, שהצטמצמו לכדי עלים בהם עובר עורק יחיד של רקמת הובלה. הנבגים מסודרים במנבג אצטרובלי בראשי הענפים, על-פי רוב מכיל נבגים מתצורה אחידה. בקבוצה סדרה אחת שבה משפחה אחת ובה סוג יחיד שבו 15 מינים.
 - Ophioglossidae - "לשון-אפעה". מאגדת שתי סדרות, האחת (Psilotales) מתאפיינת בגידולים קשקשיים קטנים חסרי עורק (enations), במקום עלים, והשנייה (Ophioglossales) מתאפיינת בעלים המחולקים לטרף מטמיע (trophophore) ולחלק הנושא את המנבג (sporophore). בכל אחת מהסדרות משפחה אחת, ובסך הכל בקבוצה 12 סוגים וכ-130 מינים.
 - Marattiidae - "מרטים". מתאפיינים בעלים מנוצים ענקיים, בחלק מהמינים עשויים להגיע לכדי 9 מטרים, בבסיסם עלי לוואי, וכרית (pulvinus) בבסיס כל אחד מהעללים. בקבוצה סדרה אחת, משפחה אחת, 6 סוגים וכ-110 מינים.
 - Polypodiidae - "רב-רגלים". שרכים לפטוספורנגיים (leptosporangiate), שבהם המנבג מתפתח מתא יחיד. צברי המנבגים (sori) ערוכים בשטחם התחתון של העלים וכל צבר מוגן על-פי רוב בקשקש מגן הקרוי "צִפִּית" (indusium). זוהי הקבוצה הגדולה ביותר בשרכנים ובה 7 סדרות, 44 משפחות, 300 סוגים ויותר מ-10,300 מינים.

מסלול ההתפתחות הפילוגנטי של השרכנים, כמקובל כיום, מתואר באיור 1.

איור 1. הפילוגנטיקה של השרכנים



מגוון השרכנים בישראל אינו גדול וכולל 13 סוגים ובהם 20 מינים וכן את הסוג שבטבט ובו 2 מינים. השינויים הטקסונומיים שנעשו בשנים האחרונות צמצמו את מספר הסוגים הגדלים בישראל, שכן הסוגים דנדנה (לשעבר Ceterach) וגריזית (לשעבר Phyllitis) אוחדו עם הסוג אספלונון (Asplenium). שינויים טקסונומיים שנעשו במספר משפחות משפיעים על שיוכם של כמה מן המינים המקומיים. כך למשל משפחות החשפוניתיים (Gymnogrammaceae), השרכניים (Sinopteridaceae) ושערות-שולמית (Adiantaceae), נכללות עתה במשפחת האברתיים (Pteridaceae). משפחת האברתיים (Hypolepidaceae) בוטלה ואוחדה עם משפחה חדשה - דנשטיים Dennstaedtiaceae, שקיבלה את שמה מן הסוג Dennstaedtia (לכבודו של הרופא והבוטנאי הגרמני דנשטט, August Wilhelm Dennstedt, 1776-1826). משפחת השרכניים (Aspidiaceae) בוטלה והיא נכללת במשפחת Dryopteridaceae, שקיבלה את שמה מהסוג שרכיה (Dryopteris) ולפיכך בתקציר זה נותר על כנו שם המשפחה העברי "שרכניים" כשמה של המשפחה החדשה. משפחת האזוליים (Azollaceae) אוחדה זה מכבר עם הסלביניים (Salviniaceae). בנוסף כדאי להזכיר כי ללא קשר למיון הבינלאומי לפי ה-PPG, על פי החלטת האקדמיה ללשון העברית משנת 2003, שמה העברי של משפחת השרכניים שונה לגפיתיים, לאור החלפת שם הסוג המקומי משרכית לגפית, בשל דמיונו לשמו של סוג אחר - שְרָכְיָה. טבלה 1 מסכמת את השינויים הטקסונומיים במשפחות שלהן נציגים בבר בישראל.

טבלה 1. סוגים הגדלים בישראל ואשר משפחותיהם בוטלו או אוחדו עם משפחות אחרות לפי PPG I

סוג	היה שייך למשפחת	על פי PPG I משויך למשפחת
שרכך - Cheilanthes	שרכניים - Sinopteridaceae	אברתיים - Pteridaceae
שערות-שולמית - Adiantum	שערות-שולמית - Adiantaceae	אברתיים - Pteridaceae
אברנית - Pteridium	אברתיים - Hypolepidaceae	דנשטיים - Dennstaedtiaceae
חשפונית - Anogramma	חשפוניתיים - Gymnogrammaceae	אברתיים - Pteridaceae
שרכיה - Dryopteris	שרכניים - Aspidiaceae	שרכניים - Dryopteridaceae
אזולה - Azolla	אזוליים - Azollaceae	סלביניים - Salviniaceae

בטבלה שלהלן מובאת החלוקה הטקסונומית של השרכנים על-פי PPG I, תוך פירוט מספר הסוגים לכל משפחה. הסוגים המצויים בארץ פורטו בסוגריים מרובעות. במקרים בהם חלו שינויים בשיוך הסוג למשפחה, סומן הסוג ב*** (ראו טבלה 1 לעיל).

שרכנים

מחלקה	סדרה	משפחה	סוגים [בישראל]
בעלי-קשקשים Lycopodiopsida			
	Lycopodiales		
		Lycopodiaceae	(16)
		תת-משפחה: Lycopodielloideae	4
		תת-משפחה: Lycopodioidae	9
		תת-משפחה: Huperzioidae	3
	Isoëtales		
		Isoëtaceae	1
	Selaginellales		
		Selaginellaceae	1
שרכים Polypodiopsida			
תת-מחלקה: שבטבטים Equisetidae			
	שבטבטאים Equisetales		
		שבטבטיים Equisetaceae	
			1 [Equisetum - שבטבט]
תת-מחלקה: לשון-אפעה Ophioglossidae			
	Psilotales		
		Psilotaceae	2
	לשון-אפעה Ophioglossales		
		לשון-אפעה Ophioglossaceae	(10)
		תת-משפחה: Helminthostachyoideae	1
		תת-משפחה: Mankyuoideae	1
		תת-משפחה: Ophioglossoideae	4 [Ophioglossum - לשון-אפעה]
		תת-משפחה: Botrychioideae	4
תת-מחלקה: מרטיים Marattiidae			
	מרטאים Marattiales		
		מרטיים Marattiaceae	6

			תת-מחלקה: רב-רגלים Polypodiidae
		Osmundales	
6	Osmundaceae		
		Hymenophyllales	
(9)	Hymenophyllaceae		
8	תת-משפחה: Trichomanoideae		
1	תת-משפחה: Hymenophylloideae		
		Gleicheniales	
2	Matoniaceae		
2	Dipteridaceae		
6	Gleicheniaceae		
		Schizaeales	
1	Lygodiaceae		
2	Schizaeaceae		
1	Anemiaceae		
		סלבינאים Salviniales	
2	סלביניים Salvinaceae		
[Azolla - אזולה] [Salvinia - סלביניה]			
3	מרסיליים Marsileaceae		
		Cyatheales	
1	Thyrsopteridaceae		
2	Loxsomataceae		
1	Culcitaceae		
1	Plagiogyriaceae		
1	Cibotiaceae		
1	Metaxyaceae		
3	Dicksoniaceae		
3	Cyatheaceae		
		רב-רגלאים Polypodiales	
		תת-סדרה: Saccolomatineae	
1	Saccolomataceae		
		תת-סדרה: Lindsaeineae	
1	Cystodiaceae		
1	Lonchitidaceae		
7	Lindsaeaceae		
		תת-סדרה: Pteridineae	
(53)	אברתיים Pteridaceae		
2	תת-משפחה: Parkerioideae		
3	תת-משפחה: Cryptogrammoideae		
13	תת-משפחה: Pteridoideae		
[Pteris - אברה] ***[Anogramma - חשפונית]			
12	תת-משפחה: Vittarioideae		
***[Adiantum - שערות-שולמית]			
23	תת-משפחה: Cheilantheoideae		
***[Cheilanthes - שרכך]			

		תת-סדרה: Dennstaedtiineae	
10 [אברנית - <i>Pteridium</i>]***	דנשטיים Dennstaedtiaceae		
		תת-סדרה: Aspleniineae	
3	Cystopteridaceae		
1	Rhachidosoraceae		
2	Diplaziopsidaceae		
1	Desmophlebiaceae		
1	Hemidictyaceae		
2 [אספלונון, גריזית, דנדנה - <i>Asplenium</i>]	אספליים Aspleniaceae		
1	Woodsiaceae		
4	Onocleaceae		
(24)	Blechnaceae		
3	תת-משפחה: Stenochlaenoideae		
3	תת-משפחה: Woodwardioideae		
18	תת-משפחה: Blechnoideae		
3	Athyriaceae		
(30)	גפיתיים (שרכיתיים) Thelypteridaceae		
3	תת-משפחה: Phegopteridoideae		
27 [גפית - <i>Thelypteris</i>]	תת-משפחה: Thelypteridoideae		
		תת-סדרה: Polypodiineae	
1	Didymochlaenaceae		
2	Hypodematiaceae		
(26)	שרכיניים Dryopteridaceae		
2 לא ברורה השתייכות לתת-משפחה			
7	תת-משפחה: Polybotryoideae		
11	תת-משפחה: Elaphoglossoideae		
6 [שרכיה - <i>Dryopteris</i>]***	תת-משפחה: Dryopteridoideae		
1	Nephrolepidaceae		
4	Lomariopsidaceae		
7	Tectariaceae		
1	Oleandraceae		
1	Davalliaceae		
(65)	רב-רגליים Polypodiaceae		
1 לא ברורה השתייכות לתת-משפחה			
2	תת-משפחה: Loxogrammoideae		
2	תת-משפחה: Platyserioideae		
6	תת-משפחה: Drynarioideae		
12	תת-משפחה: Microsoroideae		
9 [רב-רגל - <i>Polypodium</i>]	תת-משפחה: Polypodioidae		
33	תת-משפחה: Grammitidoideae		

Christenhusz, M.J.M. and Chase, M.W. (2014). *Trends and concepts in fern classification*. *Annals of Botany*, 113:571-594

Flora of North America Editorial Committee (Eds.). (1993). *Flora of North America, Volume 2: Pteridophytes and Gymnosperms*, 476 pp. Oxford University Press

Lin, Y. et al. *Pteridophytes (Lycophytes and Ferns)*, in: *Flora of China*, online version:
http://efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=2&taxon_id=51

Schuettpelez, E. et al. (2016). A community-derived classification for extant lycophytes and ferns. The Pteridophyte Phylogeny Group (PPG I). *Journal of systematics and evolution*, 54:563-603

The American Fern Society Website: <http://amerfernsoc.org/afslink.html>

רביב, ו. (עורכת). (1991). החי והצומח של ארץ ישראל, אנציקלופדיה שימושית מאוירת. כרך 9. צמחים חסרי פרחים. עמ' 216-239

פינברון-דותן, נ. ודנין, א. (1998). המגדיר לצמחי בר בישראל. כנה, ירושלים