فهرست مطالب

بخش چهارم تنوع

فصل دوازدهم ـ سیستماتیک: علم تنوع زیستی ۲۷۸

تاکسونومی: نامگذاری و طبقه‌بندی ۲۷۸
مقاله: تکامل همگرا ۲۸۳
کلادیستیک ۲۸۴
مقاله: *Google Earth: ابزاری جهت کشف و حفاظت از تنوّع زیستی* ۲۸۳
سیستماتیک مولکولی ۲۸۷
گروه‌های اصلی موجودات زنده: باکتری‌ها، آرکی‌ها و یوکاریوت‌ها ۲۸۹
منشأ یوکاریوت‌ها ۲۹۱
آغازیان و قلمروهای یوکاریوتی ۲۹۵
چرخه‌های حیات و دیپلوئیدی ۳۰۰

فصل سیزدهم ـ پروکاریوت‌ها و ویروس‌ها ۳۰۳

ویژگی‌های سلول پروکاریوتی ۳۰۴
تنوّع شکل ۳۰۷
تولیدمثل و تبادل ژنی ۳۰۸
آندوسپورها ۳۰۹
تنوّع متابولیکی ۳۱۰
باکتری‌ها ۳۱۲
آرکی‌ها ۳۲۰
ویروس‌ها ۳۲۲
شبه‌ویروس‌ها: عوامل عفونی دیگر ۳۲۷

فصل چهاردهم ـ قارچ‌ها ۳۳۱

اهمیت قارچ‌ها ۳۳۲
خصوصیات قارچ‌ها ۳۳۵
مقاله: نورگرایی در قارچ‌ها ۳۴۰
میکروسپوریدیاها: شاخه Microsporidia ۳۴۱
کیتریدها: گروهی چندنیایی متشکل از قارچ‌های تاژک‌دار ۳۴۲
زیگومیست‌ها: گروهی چندنیایی متشکل از قارچ‌های رشته‌ای ۳۴۳
گلومرومیست‌ها: شاخه گلومرومیکوتا ۳۴۶
آسکومیست‌ها: شاخه آسکومیکوتا ۳۴۶
بازیدیومیست‌ها: شاخه بازیدیومیکوتا ۳۵۲
مقاله: قارچ‌های شکارچی ۳۶۱
روابط همزیستی در قارچ‌ها ۳۶۵
مقاله: تغییر رویکرد از پاتوژن به همزیست: قارچ‌های آندوفیت ۳۶۶

فصل پانزدهم ـ آغازیان: جلبک‌ها و آغازیان هتروتروف ۳۷۹

اکولوژی جلبک‌ها ۳۸۲
مقاله: جلبک‌ها و نیازهای انسانی ۳۸۵
مقاله: کشند قرمز/ شکوفایی‌های سمّی ۳۸۶
اوگلنوئیدها ۳۸۷
کریپتومونادها: شاخه کریپتوفیتا ۳۸۷
هاپتوفیت‌ها: شاخه هاپتوفیتا ۳۸۹
دینوفلاژلیت‌ها: شاخه دینوفیتا ۳۹۱
مقاله: صخره‌های مرجانی و گرمایش جهانی ۳۹۳
استرامنوپیل‌های فتوسنتزکننده ۳۹۴
جلبک‌های قرمز: شاخه رودوفیتا ۴۰۳
جلبک‌های سبز ۴۱۲
آغازیان هتروتروف ۴۲۷

فصل شانزدهم ـ خزه‌گیان ۴۳۷

ارتباطات بین خزه‌گیان و سایر گروه‌ها ۴۳۸
ساختار و تولید مثل مقایسه‌ای در خزه‌گیان ۴۳۹
جگرواش‌ها: شاخه Marchantiophyta ۴۴۵

خزه‌ها: شاخه بریوفیتا ٤٤٨
شاخ‌واش‌ها: شاخه آنتوسروتوفیتا ٤٥٩

فصل هفدهم ـ گیاهان آوندی فاقد دانه ۴۶۵
تکامل گیاهان آوندی ٤٦٥
سازماندهی پیکره گیاه آوندی ٤٦٧
سیستم‌های تولیدمثلی ٤٧٢
شاخه‌های گیاهان آوندی فاقد دانه ٤٧٣
مقاله: گیاهان دوره زغال سنگ ٤٧٥
شاخه رینیوفیتا ٤٧٧
شاخه زوستروفیلوفیتا ٤٧٨
شاخه تریمروفیتوفیتا ٤٧٨
شاخه لیکوپودیوفیتا ٤٧٩
شاخه مونیلوفیتا ٤٨٥

فصل هیجدهم ـ بازدانگان ۵۰۹
تکامل دانه ٥٠٩
پیش‌بازدانگان ٥١١
بازدانگان منقرض ٥١٣
بازدانگان زنده ٥١٤
شاخه مخروطیان (کونیفروفیتا) ٥١٧
سایر شاخه‌های زنده بازدانگان:
سیکادوفیتا، ژنگوفیتا و گنتوفیتا ٥٣٠

فصل نوزدهم ـ مقدمه‌ای بر نهاندانگان ۵۳۹
تنوع شاخه آنتوفیتا ٥٣٩
گل ٥٤٢
چرخه زندگی در نهاندانگان ٥٤٨
مقاله: تب یونجه ٥٥٩

فصل بیستم ـ تکامل نهاندانگان ۵۶۱
اجداد نهاندانگان ٥٦٢
ظهور و تنوّع‌زایی نهاندانگان ٥٦٢
روابط تبارزایی نهاندانگان ٥٦٣
تکامل گل ٥٦٧
تکامل میوه‌ها ٥٦٧
تکامل بیوشیمیایی همراه ٥٨٤

فصل بیست و یکم ـ گیاهان و انسان ۵۸۹
انقلاب کشاورزی ٥٩٠
مقاله: منشأ ذرّت ٥٩٩
رشد جمعیت انسان ٦٠٤
آینده کشاورزی ٦٠٥
مقاله: سوخت‌های زیستی: راه حلی برای مشکل، یا معضلی دیگر؟ ٦٠٦

دوران*	دوره*	عصر*	اشکال حیاتی	اقلیم و وقایع فیزیکی مهم
سنوزوئیک (۶۵)	کواترنری (Quaternary) (۱/۶)	اخیر (۰/۰۱)	عصر موجودات انسانی. انقراض بسیاری از پستانداران بزرگ و پرندگان	تغییرات دمایی. وقوع بیش از دو جین پیشروی و عقب‌نشینی یخچال‌ها. بالا آمدگی بسیاری از نواحی کوهستانی.
		پلیستوسن (Pleistocene) (۱/۶)		
	ترشیاری (Tertiary) (۶۵)	پلیوسن (Pliocene) (۵/۲)	خشکی. تشکیل بیابان‌ها. ظهور اولیه موجودات حدواسط بین انسان و میمون	سرد. بالا آمدگی و تشکیل کوهستان‌های بیشتر؛ ایجاد یخچال‌ها در نیمکره شمالی آغاز شد. بالا آمدگی پاناما باعث اتصال آمریکای شمالی و جنوبی به همدیگر شد.
		میوسن (Miocene) (۲۳/۲)	توسعه علفزارها و کاهش جنگل‌ها. جانوران چراکننده، میمون‌ها	معتدل. آغاز مجدد یخچال‌زایی گسترده در نیمکره جنوبی.
		الیگوسن (Oligicene) (۳۵/۴)	پستانداران چرنده، جانوران میمون مانند؛ تکامل جنس‌های گیاهی مدرن.	ایجاد رشته کوه‌های آلپ و هیمالایا. جدایی نیمکره جنوبی از قطب جنوب. ایجاد آتش‌فشان‌ها در کوه‌های صخره‌ای.
		ائوسن (Eocene) (۵۶/۵)	تشعشع گسترده پستانداران و پرندگان؛ تشکیل اولیه علفزارها.	معتدل تا خیلی گرم. جدایی استرالیا از قارّه قطب جنوب؛ برخورد هند با آسیا.
		پالئوسن (Paleocene) (۶۵)	پستانداران حشره‌خوار اولیه	معتدل تا سرد. تاپدید شدن گسترده دریاهای کم عمق موجود در قارّه‌ها
مزوزوئیک (۲۴۵)	کرتاسه (Cretaceous) (۱۴۵)		نهاندانگان و بسیاری از گروه‌های حشرات پدیدار شده، تنوع یافته و بخش غالب زمین را به خود اختصاص دادند. عصر خزندگان. انقراض دایناسورها در پایان دوره.	اقلیم یکنواخت در سرتاسر زمین. سطح دریاها بالا آمد. آفریقا و آمریکای جنوبی جدا شدند.
	ژوراسیک (Jurassic) (۲۰۸)		بازدانگان و بخصوص سیکادها، پرندگان پدیدار شدند.	معتدل. قارّه‌ها پست بوده و نواحی زیادی توسط دریاها پوشانده شدند.
	تریاس (Triassic) (۲۴۵)		جنگل بازدانگان و سرخس‌ها. ظهور اولین دایناسورها و پستانداران	مناطق کوهستانی موجود در قارّه‌ها به ابرقارّه‌ها متصل شدند. نواحی خشک گسترده.
پالئوزوئیک (۵۷۰)	پرمین (Permian) (۲۹۰)		شروع تکامل مخروطیان، سیکادها و زنگوها؛ رو به انقراض گذاشتن انواع مختلف جنگل‌های قبلی. افزایش تنوّع خزندگان. بیشترین میزان انقراض در پایان این دوره رخ داد.	یخچال‌زایی‌های گسترده در نیمکره جنوبی در اوایل دوره؛ بالاآمدگی رشته کوه‌های Appalachian. خشکی قابل توجه در برخی نواحی.
	کربونیفر (Carboniferous) (۳۶۲)		ظهور دوزیستان در روی خشکی؛ جنگل‌ها پدیدار شده و غالب شدند. خزندگان پدیدار شدند. عصر دوزیستان	گرم، تغییرات فصلی ناچیز در نواحی حارّه؛ خشکی‌ها پست و باتلاقی بوده و رسوبات زغال‌سنگ تشکیل شد.
	پنسیلوانین (Pennsylvanian) (۳۲۲)			
	میسی‌سیپین (Mississippian) (۳۶۲)			
	دونین (Devonian) (۴۰۸)		عصر ماهی‌ها. تنوع‌زایی گیاهان خشکی‌زی. ظهور اولیه حشرات؛ انقراض گیاهان آوندی اولیه	دریاها در سرتاسر خشکی‌ها گسترش داشته و رشته‌کوه‌های محلی وجود داشتند.
	سیلورین (Silurian) (۴۳۹)		این دوره با انقراضی مهم آغاز شد. اوّلین گیاهان فسیل یافت شدند. اوّلین ماهی‌های آرواره‌دار پدیدار شدند.	معتدل. قارّه‌ها غالباً هموار و مسطح بودند.
	اردویسین (Ordovician) (۵۱۰)		دوره با اوّلین انقراض مهم آغاز شد. قدیمی‌ترین فسیل سخت‌پوستان در این دوره یافت شده است. تنوع‌زایی نرم‌تنان. احتمالاً اوّلین بار گیاهان در این دوره به خشکی حمله‌ور شدند.	معتدل. دریاهای کم عمق، قارّه‌ها عموماً مسطح و تخت. بخش اعظم ایالات متحده توسط دریاها پوشانده شده بود. یخچال‌زایی آفریقا در پایان دوره انجام گرفت.
	کامبرین (Cambrian) (۵۷۰)		تکامل اسکلت خارجی در جانوران. تکامل انفجاری شاخه‌ها. تکامل شاخه Chordates	معتدل. دریاهای گسترده سرتاسر قارّه‌های امروزی را پوشانده بودند.
پرکامبرین (۴۵۰۰)			منشأ حیات (حداقل ۳/۵ میلیارد سال پیش). منشأ یوکاریوت‌ها (حداقل ۱/۵ میلیارد سال پیش). جانوران چندسلولی تا ۷۰۰ میلیون سال پیش پدیدار شدند. قارچ‌های اوّلیه.	بمباران‌های شهاب‌سنگی گسترده و ناپایداری زمین‌شناختی در مراحل اولیه. تشکیل پوسته زمین و آغاز حرکات قارّه‌ای.

* اعداد داخل پرانتز، بیانگر آغاز دوره مربوطه (میلیون سال) است.

فصل ۱۲

سیستماتیک: علم تنوّع زیستی

خانواده‌ای بزرگ و متنوّع گیاه تاج‌ریزی (*Solanum dulcamara*) که در این تصویر نشان داده شده است، گونه‌ای علف هرز سمّی برای انسان به شمار می‌آید، ولی سمیت آن به اندازه سمیت *Atropa belladonna* نیست که می‌تواند منجر به مرگ شود. هر دو گونه متعلّق به خانواده سیب‌زمینی (Solanaceae) هستند. این خانواده متشکّل از گیاهان زراعی مهمّی همچون سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی، بادمجان و فلفل دلمه‌ای است.

رئوس مطالب

- تاکسونومی: نامگذاری و طبقه‌بندی
- کلادیستیک
- سیستماتیک مولکولی
- گروه‌های اصلی موجودات زنده: باکتری‌ها، آرکی‌ها و
- یوکاریوت‌ها
- منشأ یوکاریوت‌ها
- آغازیان و قلمروهای یوکاریوتی
- چرخه‌های حیات و دیپلوئیدی

در فصل قبلی، مکانیسم‌های تغییرات تکاملی مورد ارزیابی قرار گرفتند. حال توجه خود را به فرآورده‌های تکامل، یعنی انواع مختلف موجودات زنده یا گونه‌ها معطوف می‌داریم که امروزه زیست‌کره ما را اشغال کرده‌اند. تخمین زده می‌شود که شاید ۱۰ میلیون گونه یوکاریوت و تعداد نامشخصی موجودات پروکاریوت در روی کره زمین وجود داشته باشد. مطالعه علمی این تنوّع زیستی و تاریخ تکاملی آن را **سیستماتیک (Systematics)** می‌نامند. هدف نهایی متخصصین سیستماتیک، کشف تمامی شاخه‌های **درخت تبارزایی حیات (Phylogenetic Tree of Life)** و روابط ژنی بین موجودات زنده دارای یک گونه اجدادی در قاعده این درخت است.

تاکسونومی: نامگذاری و طبقه‌بندی

از جنبه‌های مهم سیستماتیک، **تاکسونومی (Taxonomy)** است که شامل شناسایی، نامگذاری و طبقه‌بندی گونه‌ها می‌باشد. سیستم مدرن نامگذاری موجودات زنده با کارهای طبیعت‌دان سوئدی با نام کارل لینه (شکل ۱۲-۱) آغاز شد. هدف وی نامگذاری و توصیف انواع شناخته شده گیاهان، جانوران و همچنین مواد معدنی شناخته شده تا آن زمان بود. وی در سال ۱۷۵۳ کتابی دو جلدی با نام گونه‌های گیاهی (*Species Plantarum*) ("انواع گیاهان") چاپ کرد و در آن مبادرت به توصیف گونه‌ها به زبان لاتین در جملاتی محدود به ۱۲ کلمه نمود. وی این عبارات توصیفی لاتین، یا **چند اسمی‌ها (Polynomials)** را به عنوان نام صحیح گونه‌ها در نظر گرفت، ولی در ادامه ابتکار مهمی که قبلاً توسط Caspar Bauhin (۱۵۶۰-۱۶۲۴) ارائه شده بود، لینه

انتظار می‌رود که با مطالعه این فصل بتوانید به این پرسش‌ها پاسخ دهید:

۱- سیستم نامگذاری دو اسمی را توصیف کنید.

۲- چرا از واژه "سلسله‌مراتبی" برای توصیف سطوح تاکسونومیکی استفاده می‌شود؟ سطوح اصلی بین گونه و قلمرو را نام ببرید.

۳- آنالیز کلادیستیک چیست؟ یک کلادوگرام چه اطلاعاتی در اختیار ما می‌گذارد؟

۴- چه مدارکی حاکی از وجود سه دومین یا گروه اصلی از موجودات زنده است؟

۵- سه قلمرو از موجودات یوکاریوت چند سلولی را نام برده و ویژگی‌های اصلی هر یک را نام ببرید.

شکل ۱۲-۱ **کارل لینه (۱۷۰۷-۱۷۷۸).** لینه که پزشک و طبیعت‌دان بود، سیستم نامگذاری دو اسمی را برای نام‌گذاری گونه‌ها به کار برده و سطوح مهم مربوط به سیستم سلسله مراتبی طبقه‌بندی زیستی را پایه‌گذاری کرد. وی در ۲۵ سالگی از طرف آکادمی علمی سوئد به بررسی منطقه لاپلند پرداخت. در این تصویر، وی با لباسی لاپلندی و شاخه‌ای *Linnaea borealis* در دست دیده می‌شود که نام این گیاه به افتخار وی به اسم او نامگذاری شد.

سیستم نامگذاری دو اسمی (Binomial System) ("دو کلمه‌ای") را به عنوان راهکاری دائمی برای نامگذاری گونه‌ها ارائه کرد. لینه در حاشیه‌های کتاب و در کنار نام چند اسمی "صحیح" هر گونه، یک کلمه منفرد نوشت. با ترکیب این کلمه با اولین کلمه موجود در نام چند اسمی (نام **جنس (Genus)**)، نماد مناسب و "کوتاه شده‌ای" برای گونه ارائه شد. به عنوان مثال، وی به انتهای نام گونه‌ای *Nepeta* که قبلاً با نام *Nepeta floribus interrupte spicatus pedunculatis* (*Nepeta* با گل‌هایی مستقر بر روی گل‌آذین سنبله ناپیوسته) شناخته می‌شد، عبارت cataria (به معنای "مربوط به گربه") را در حاشیه متن نوشت و بدین ترتیب توجه خواننده را به صفت خاص عمومی گونه مورد نظر معطوف داشت. به زودی، لینه و محققین معاصر وی، این گونه را با نام *Nepeta cataria* شناخته و این نام لاتین امروزه نیز برای این گونه به کار می‌رود.

کارآیی این سیستم جدید به خوبی مشخص شد و به زودی، استفاده از این سیستم جایگزین سیستم خسته کننده چند اسمی شد. اولین نام دو اسمی یک گونه خاص، بر سایر نام‌های به کار گرفته شده برای همان گونه، ارجحیت دارد. قوانین حاکم بر نامگذاری علمی گیاهان، آغازیان فتوسنتز کننده و همچنین قارچ‌ها در قالب قوانینی موسوم به *کد بین‌المللی نامگذاری گیاهان* (*International Code of Botanical Nomenclature*) تدوین شده است. همچنین در قالب *کد بین‌المللی نامگذاری جانوران* (*International Code of Zoological Nomenclature*) به نام‌گذاری جانوران مبادرت شده و نامگذاری میکروب‌ها نیز در قالب قوانینی به نام *کد بین‌المللی نامگذاری باکتری‌ها* (*International Code of Nomenclature of Bacteria*) انجام می‌شود.

نام گونه‌ای، متشکل از نام جنس به علاوه صفت گونه‌ای است

نام یک گونه متشکل از دو بخش است. بخش اوّل مربوط به نام جنس و بخش دوّم بیانگر **پسوند گونه‌ای (Specific Epithet)** است. در مورد گونه *Nepeta cataria*، *Nepeta* بیانگر نام جنس و *cataria* بیانگر صفت گونه‌ای است.

ممکن است هنگام اشاره به تمام گونه‌های جنس، صرفاً از نام جنس استفاده شود. به عنوان مثال، شکل ۱۲-۲ نشانگر سه گونه جنس بنفشه یا *Viola* است. این در حالی است که صفت گونه‌ای به تنهایی فاقد معنا است. به عنوان مثال صفت گونه‌ای *biennis* با حدود دو جین نام جنس به کار برده می‌شود. گونه‌ای درمنه (*Artemisia biennis*) و گونه‌ای کاهوی وحشی (*Lactuca biennis*)، دو گونه کاملاً مجزا از خانواده آفتابگردان هستند. *Oenothera biennis* نیز گونه‌ای متعلق به یک خانواده کاملاً مجزای دیگر است. به دلیل خطر ناشی از وقوع چنین سردرگمی‌هایی، صفت گونه‌ای همواره پس از نام کامل جنس یا اولین حرف نام جنس نوشته می‌شود: به عنوان مثال *Oenothera biennis* یا *O. biennis*. نام جنس و گونه به صورت ایتالیک و یا با کشیدن خطّی زیر نام آنها نوشته می‌شود.

در صورتی که مشخص شود که گونه‌ای که قبلاً نامگذاری شده، به اشتباه در درون یک جنس قرار گرفته است و باید به جنس دیگری منتقل شود، در این صورت صفت گونه‌ای این گونه باقی مانده و فقط نام جنس تغییر خواهد کرد. در صورتی که در درون جنس جدید، گونه‌ای با صفت گونه‌ای یکسان با آن وجود داشته باشد، باید صفت گونه‌ای تازه‌ای برای این گونه انتخاب کرد

(a) (b) (c)

شکل ۱۲-۲ سه عضو جنس بنفشه. (a) بنفشه آبی معمولی *Viola sororia* ، که از نواحی معتدله شرق آمریکای شمالی تا Great Lakes در غرب رشد دارد. (b) *Viola tricolor* var. *tricolor*، بنفشه زرد رنگی که غالباً به صورت گونه‌ای بومی در اروپای غربی پراکنش دارد. (c) *Viola tricolor* var. *hortensis*، سویه یکساله کاشته شده‌ای از گونه وحشی نشان داده شده در شکل (b). این تاکسون‌ها به واسطه رنگ و اندازه گل، شکل و حاشیه برگ و سایر صفات جداساز در جنس از هم جدا می‌شوند. البته تمام اعضای جنس بنفشه خصوصیاتی مشترک با همدیگر دارند. جنس بنفشه (*Viola*) متشکّل از حدود ۵۰۰ گونه است.

هر گونه دارای یک **نمونه تیپ (Type Specimen)** است که معمولاً به صورت گیاهی خشک شده در یک موزه یا هرباریوم نگهداری می‌شود. این نمونه ممکن است توسط مولّفی که اولین بار گونه را نامگذاری کرده است، تعیین شده باشد و یا در صورتی که وی چنین کاری نکرده باشد، فردی دیگر این نمونه را معین می‌کند (شکل ۱۲-۳). از این نمونه به منظور مقایسه سایر نمونه‌ها جهت بررسی تعلق آنها به این گونه استفاده می‌شود.

اعضای یک گونه ممکن است به زیرگونه‌ها یا واریته‌ها تقسیم‌بندی شوند

برخی گونه‌ها متشکل از دو یا چند زیرگونه یا واریته هستند (برخی گیاه‌شناسان واریته را به عنوان زیرگروهی از زیرگونه در نظر می‌گیرند، در حالی که برخی دیگر این دو گروه را معادل هم در نظر می‌گیرند). تمام اعضای یک زیرگونه یا واریته یک گونه دارای یک یا چند صفت مشترک هستند که در اعضای زیرگونه‌ها یا واریته‌های دیگر آن گونه مورد نظر مشاهده نمی‌شوند. علیرغم این زیرتقسیمات، نام دو اسمی هنوز به عنوان پایه تقسیم‌بندی مطرح بوده و نام‌های برخی گیاهان و جانوران ممکن است متشکل از سه بخش باشد. در این حالت، نام گونه‌ای برای زیرگونه یا واریته‌ای که نمایانگر نمونه تیپ گونه است، تکرار خواهد شد. همچنین تمامی اسامی به صورت ایتالیک یا با ترسیم خطی زیر

شکل ۱۲-۳ نمونه تیپ. نمونه تیپ گونه نهاندانه *Mikania citriodora* (خانواده Asteraceae) که در برزیل یافت شده است. گونه تیپ توسط W. C. Holmes جمع‌آوری و توسط وی در قالب مقاله‌ای تحت عنوان *Phytologia* به چاپ رسید (جلد ۷۰، صفحات ۴۷-۵۱، سال ۱۹۹۱).

اسامی نوشته می‌شود. بر این اساس، درخت هلو به عنوان واریته *Prunus persica* var. *persica* و درخت شلیل به عنوان واریته *Prunus persica* var. *nectarina* شناخته می‌شود. تکرار صفت گونه‌ای *persica* در نام واریته‌ای هلو حاکی از آن است که نمونه تیپ *Prunus persica* متعلق به این واریته است که با علامت اختصاری "var" مشخص می‌شود (به عنوان آشنایی با مثال‌های دیگر به شکل ۱۲-b۲ مراجعه شود).

موجودات زنده به صورت سلسله مراتبی در قالب سطوح تاکسونومیکی بزرگ‌تری سازماندهی می‌شوند

لینه (و محققین قبل از وی) سه قلمرو تشخیص دادند: گیاهان، جانوران و موادّ معدنی. تا چند وقت پیش نیز قلمرو به عنوان جامع‌ترین واحد مورد استفاده در طبقه‌بندی زیستی شناخته می‌شد. به علاوه، دسته‌های تاکسونومیکی سلسله مراتبی متعددی بین سطوح جنس تا قلمرو معرفی شدند: جنس‌های مختلف در درون خانواده‌ها، خانواده‌ها در درون راسته‌ها، راسته‌ها در درون رده‌ها سازماندهی می‌شوند. گیاه‌شناس سوئیسی ـ فرانسوی با نام آگوستین پیراموس دکاندول (۱۷۷۸ تا ۱۸۴۱) که اولین بار واژه "تاکسونومی" را ابداع کرد، دسته دیگری را به این سطوح اضافه کرد. وی از اصطلاح شاخه (Division) به عنوان گروهی متشکل از رده‌های گیاهی مختلف موجود در قلمرو گیاهان استفاده کرد. بنابراین شاخه‌ها به عنوان بزرگ‌ترین گروه‌های جامع در قلمرو گیاهی شناخته شدند. با این حال، در پانزدهمین کنگره بین‌المللی گیاهی، واژه دیگری تحت عنوان **Phylum** (جمع: **Phyla**) به عنوان معادل سطح شاخه معرفی شد. جانورشناسان مدت‌های مدیدی است که از واژه "شاخه" برای معرفی مجموعه‌ای از رده‌ها استفاده کرده‌اند. در این کتاب نیز از این لغت استفاده خواهد شد.

در این سیستم سلسله مراتبی، یعنی سیستمی متشکل از گروه‌هایی در درون گروه‌های دیگر که هر گروه در یک سطح خاصی از رده‌بندی قرار گرفته است، به هر گروه تاکسونومیکی در هر سطح، یک **تاکسون** (**Taxon**) (جمع: Taxa) اطلاق می‌شود. هر سطح طبقه‌بندی، یک **دسته** (**Category**) نامیده می‌شود. به عنوان مثال، اصطلاحات جنس و گونه بیانگر دسته و *Prunus* و *Prunus persica* بیانگر تاکسون‌های موجود در این دو دسته هستند.

با اضافه کردن پسوندهایی به نام تاکسون‌های مختلف، امکان تشخیص سطح تاکسونومیکی آنها فراهم شده است. به عنوان مثال، به استثنای مواردی خاص، نام خانواده‌های گیاهی به پسوند *-aceae* ختم می‌شود. از این موارد استثنایی می‌توان به خانواده بقولات (Fabaceae) اشاره کرد که امکان استفاده از نام قدیمی و فاقد پسوند *-aceae* آنها (یعنی Leguminosae) وجود دارد. از سایر موارد استثنایی می‌توان به خانواده چتریان یا Apiaceae (همچنین موسوم به Umbelliferae) و خانواده آفتابگردان یا Asteraceae (همچنین موسوم به Compositae) اشاره کرد. نام راسته‌های گیاهی نیز به *-ales* ختم می‌شود.

مثالی از طبقه‌بندی ذرّت (*Zea mays*) و یک گونه قارچ خوراکی (*Agaricus bisporus*) در جدول ۱۲-۱ نشان داده شده است.

طبقه‌بندی‌های مختلفی برای گیاهان پیشنهاد شده است

قدیمی‌ترین طبقه‌بندی‌ها بر اساس ظاهر یا فرم رویشی گیاهان انجام می‌گرفتند. به عنوان مثال، تئوفراست Theophrastus (۳۷۰ تا ۲۸۵ سال قبل از میلاد مسیح) که از شاگردان ارسطو بود و به عنوان پدر گیاه‌شناسی از وی یاد می‌شود، گیاهان را بر اساس فرم رویشی به درختی، درختچه‌ای، نیمه‌درختچه‌ای و علفی تقسیم‌بندی کرد. لینه در طبقه‌بندی خود از "سیستم جنسی" استفاده می‌کرد که گیاهان را بر اساس تعداد و نحوه آرایش پرچم‌ها در گل‌ها به ۲۴ رده تقسیم‌بندی کرد. چنین سیستم‌های طبقه‌بندی، **سیستم‌های مصنوعی** (**Artificial Systems**) نامیده می‌شوند، زیرا در این سیستم‌ها، طبقه‌بندی موجودات زنده به عنوان راهکاری جهت شناسایی موجودات مطرح بوده و عموماً تقسیم‌بندی به کمک یک یا چند صفت محدود انجام می‌گیرد.

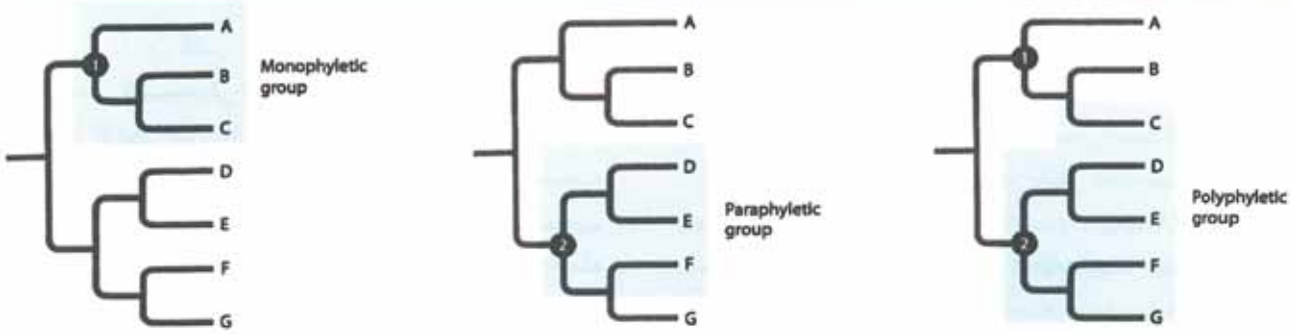
هدف تاکسونومیکی لینه و محققین پس از وی، افشای طرح ثابت و باوقار آفرینش بود. این در حالی است که پس از چاپ کتاب داروین با نام در *باب منشأ گونه‌ها* در سال ۱۸۵۹، دیدگاه زیستی به سمت و سویی سوق پیدا کرد که شباهت‌ها و تفاوت‌های بین موجودات زنده را نتیجه روند تاریخ تکاملی یا **تبارزایی** (**Phylogeny**) آنها برمی‌شمرد. از این زمان به بعد، زیست‌شناسان از طریق طبقه‌بندی نه تنها به دنبال کسب اطلاعاتی مفید در مورد موجودات بودند، بلکه در پی بررسی دقیق روابط تکاملی بین جانداران نیز برآمدند. چنین طبقه‌بندی‌هایی معروف به **طبقه‌بندی‌های طبیعی** (**Natural Classifications**) هستند. روابط تکاملی موجودات زنده غالباً در قالب **درخت‌های تبارزایی** (**Phylogenetic Trees**) نمایش داده شده است که در این نوع درخت‌ها، روابط تکاملی فرضی بین تاکسون‌ها توسط

جدول ۱۲-۱ طبقه‌بندی زیستی تصور کنید که با علم به جایگاه هر موجود زنده در درون سیستم طبقه‌بندی، اطلاعات مفیدی در مورد آنها خواهید داشت. در توصیفات ارائه شده در این جدول، به تعریف سطوح مختلف پرداخته نشده، بلکه اطلاعاتی در مورد ویژگی‌های سطوح مربوطه ارائه داده شده است. قلمروهای گیاهان و قارچ‌ها متعلق به دومین یوکاریوت‌ها هستند.

دسته	تاکسون	توصیف	
ذرّت			
قلمرو	Plantae	موجودانی که غالباً خشکی‌زی و دارای کلروفیل‌های *a* و *b* در درون کلروپلاست بوده، اسپورها در درون اسپوروپلنین (یک ترکیب سخت موجود در دیواره) احاطه شده و دارای جنین‌های چندسلولی هستند که از نظر تغذیه، وابسته هستند.	
شاخه	Anthophyta	گیاهان آوندی دارای بذر و گل؛ تخمک‌های احاطه شده در درون تخمدان، دارای گرده‌افشانی غیرمستقیم؛ نهاندانگان	
رده	Monocotyledoneae	جنین دارای یک لپه؛ بخش‌های سازنده گل معمولاً به صورت ضربی از ۳؛ دارای دستجات آوندی متعدد در ساقه، تک‌لپه‌ای‌ها	
راسته	Poales	تک‌لپه‌ای‌هایی با برگ‌های الیافی و بخش‌های تحلیل رفته گل	
خانواده	Poaceae	تک‌لپه‌ای‌های دارای ساقه‌های توخالی و گل‌هایی با رنگ متمایل به سبز؛ دارای میوه فندقه تغییر شکل یافته (گندمه)؛ گیاهان گرامینه	
جنس	*Zea*	گرامینه‌هایی ستبر و دارای خوشه‌های مجزای گل‌های نر و ماده؛ دارای گندمه گوشتی	
گونه	*Zea mays*	ذرّت	
قارچ خوراکی			
قلمرو	Fungi	موجوداتی غیرمتحرک، دارای سلول‌های چند هسته‌ای، هتروتروف و جذب کننده که بخش عمده دیواره سلولی آنها حاوی کیتین است.	
شاخه	Basidiomycota	قارچ‌های دی‌کاریوتیک که تشکیل یک بازیدیوم ایجاد کننده چهار اسپور (بازیدیوسپورها) می‌دهند؛ متشکل از سه زیرشاخه Agaricomycotina، Puccinomycotina و Ustilaginomycotina	
رده	Agaricomycetes	قارچ‌های تولید کننده بازیدیوماتا یا "پیکره‌های میوه‌دهنده" و بازیدیوم‌هایی گرزی شکل و فاقد سپتوم که از داخل منافذ عبور می‌کنند؛ گروه هیمنومیست‌ها	
راسته	Agaricales	قارچ‌های گوشتی دارای منافذ یا تیغه‌هایی شعاعی	
خانواده	Agaricaceae	اعضای دارای تیغه در راسته Agaricales	
جنس	*Agaricus*	قارچ‌هایی دارای اسپورهای نرم تیره رنگ و دارای یک پایه مرکزی و تیغه‌هایی آزاد از پایه	
گونه	*Agaricus bisporus*	قارچ خوراکی معمولی	

محقق یا محققین خاصی ترسیم می‌شود.

به طور قراردادی، طبقه‌بندی یک موجود جدید کشف شده و روابط تبارزایی آن با سایر موجودات، مبتنی بر شباهت‌های ظاهری آن با سایر اعضای آن تاکسون بود. درخت‌های تبارزایی ترسیم شده بر اساس روش‌های سنّتی به ندرت دربردارنده ارزیابی دقیقی از اطلاعات مقایسه‌ای بود. علیرغم ارائه نتایج مفید و زیاد، این رهیاب اصولاً مبتنی بر سلیقه و نظر شخصی محقق در ارتباط با میزان ارزش فاکتورهای مختلف در ترسیم طبقه‌بندی بود. بر



شکل ۱۲-۴ گروه‌های تک‌نیایی، همسونیا و چندنیایی. یک گروه یا شاخه تک‌نیایی، متشکل از جدّ مشترک ۱ و تمامی نوادگان آن (گونه‌های A، B و C) می‌باشد. یک گروه همسونیا، متشکل از جدّ مشترک ۲ به همراه برخی نوادگان (گونه‌های D، E و F) و نه تمام نوادگان است (گونه G در درون گروه قرار داده نشده است). یک گروه چندنیایی دارای دو یا چند جدّ بوده، به طوری که گونه‌های D، E، F و G دارای جدّ مشترک ۲ بوده، ولی گونه C دارای جدّ مجزای ۱ است.

همین اساس، مایه تعجب نبود که گاهاً طبقه‌بندی‌های کاملاً متفاوت در مورد یک گروه خاص از موجودات ارائه می‌شد.

در یک سیستم طبقه‌بندی که انعکاسی دقیق از روابط تبارزایی است، لازم است که هر تاکسون تک‌نیایی باشد

یک **گروه تک‌نیایی (Monophyletic Group)** (همچنین موسوم به **شاخه Clade**) متشکل از یک جدّ و تمام نوادگان آن است (شکل ۱۲-۴). بنابراین با این بینش، یک جنس لازم است متشکل از تمامی گونه‌های مشتق شده از جدیدترین جدّ مشترک بوده و در ضمن تنها شامل گونه‌هایی باشد که از این جدّ مشترک ایجاد شده‌اند. به همین منوال، یک خانواده نیز لازم است که شامل تمامی جنس‌های مشتق شده از یک جدّ مشترک قدیمی‌تر بوده و ضمناً تنها شامل جنس‌هایی باشد که از این جدّ مشترک ایجاد شده‌اند. به بیانی ساده، گروه تک‌نیایی گروهی است که با یک "برش" بتوان آن را از درخت تبارزایی حذف کرد. در یک

تکامل همگرا

نیروهای انتخابی شبیه موجود در زیستگاه‌های مشابه واقع در نقاط مختلف جهان، غالباً باعث ایجاد ظاهری مشابه در گیاهان فاقد قرابت تکاملی می‌شوند. فرآیندی که سبب وقوع چنین شباهت‌هایی می‌شود، را تکامل همگرا گویند.

برای توضیح این فرآیند، برخی ویژگی‌های سازگارانه گیاهان موجود در محیط‌های بیابانی را مورد ارزیابی قرار می‌دهیم. چنین گیاهانی دارای ساقه‌های گوشتی و ستون مانند (که باعث ذخیره آب در گیاه می‌شوند)، خارهای محافظت کننده و برگ‌هایی تحلیل رفته هستند. سه خانواده کاملاً متفاوت از گیاهان گلدار، شامل خانواده فرفیون (Euphorbiaceae)، کاکتوس (Cactaceae) و استبرق (Apocynaceae) دارای اعضایی با چنین ویژگی‌هایی هستند. اعضای کاکتوس مانند خانواده‌های فرفیون و استبرق که در این تصاویر نشان داده شده‌اند، از گیاهان برگ‌دار کاملاً متفاوتی تکامل پیدا کرده‌اند.

کاکتوس‌ها منحصراً بومی دنیای جدید هستند (به استثنای یک گونه). اعضای گوشتی مشابه خانواده‌های فرفیون و استبرق، غالباً در نواحی بیابانی آسیا و بخصوص آفریقا حضور داشته و در این مناطق، نقش اکولوژیکی مشابهی با کاکتوس‌های دنیای جدید دارند.

گرچه گیاهان نمایش داده شده در اینجا، شامل (a) *Euphorbia* از اعضای خانواده فرفیون؛ (b) *Echinocereus*، یک گونه کاکتوس و (c) *Hoodia* یک گونه گوشتی از خانواده استبرق دارای فتوسنتز CAM هستند (صفحه ۱۷۳)، ولی هر سه گونه از گیاهانی مشتق شده‌اند که صرفاً دارای فتوسنتز C_3 هستند. این موضوع نشانگر این است که سازش‌پذیری فیزیولوژیکی در راستای ایجاد فتوسنتز CAM نیز ناشی از وقوع تکامل همگرا است.

(a) (b) (c)

طبقه‌بندی تبارزایی تلاش بر آن است که تنها به گروه‌های تک‌نیایی، اسامی معتبر تاکسونومیکی اعطاء شود. با این حال، ممکن است تمام گروه‌های تک‌نیایی نیازی به اسم نداشته باشند.

با کسب اطلاعات جدید، گاهی محققین به این نتیجه می‌رسند که برخی گونه‌های تاکسونومیکی تعریف شده کنونی، گروه‌هایی تک‌نیایی نیستند. چنین گروه‌هایی به دو دسته تقسیم‌بندی می‌شوند: همسونیا و چندنیا (شکل ۱۲-۴). **گروه همسونیا (Paraphyletic Group)**، گروهی شامل یک جدّ مشترک و برخی نوادگان آن است.

در طبقه‌بندی تبارزایی، گروه‌های همسونیا فاقد اسمی معتبر هستند. یک **گروه چندنیایی (Polyphyletic Group)**، گروهی متشکل از دو یا چند جد بوده، ولی فاقد جد مشترک واقعی اعضای مورد نظر است.

ویژگی‌های همساخت دارای منشأ مشترک بوده و ویژگی‌های همانند دارای عملکرد مشترک ولی منشأ تکاملی متفاوت هستند

سیستماتیک تا حدّ زیادی علمی مقایسه‌ای است. در این علم، موجودات زنده به واسطه شباهت در صفات ساختاری و سایر صفات، در سطوح جنس تا شاخه تقسیم‌بندی می‌شوند. با این حال، از زمان ارسطو تاکنون، زیست‌شناسان تشخیص داده‌اند که شباهت‌های ظاهری معیاری مفید جهت تصمیم‌گیری تاکسونومیکی نیستند. به عنوان مثال، نباید پرندگان و حشرات را به واسطه داشتن بال در یک گروه قرار داد. در عین حال، یک حشره بی‌بال همچنان یک حشره و یک پرنده فاقد قدرت پرواز نیز یک پرنده به شمار می‌آید.

یک سوال مهم در سیستماتیک این است که شباهت‌ها و تفاوت‌ها از کجا منشأ می‌گیرند؟ آیا شباهت یک ویژگی خاص، انعکاسی از توارث آن صفت از یک جدّ مشترک است یا اینکه این شباهت انعکاسی از سازگاری‌های موجودات فاقد جدّ مشترک به شرایط محیطی مشابه است؟ در مورد تفاوت‌های بین موجودات نیز می‌توان این سوال را مطرح کرد که آیا این تفاوت‌ها ناشی از تاریخ تکاملی مجزای موجودات است و یا اینکه نشانگر سازگاری موجودات دارای قرابت تکاملی نسبت به شرایط محیطی کاملاً متفاوت است؟ همان طور که در فصل‌های بعدی ملاحظه خواهید کرد، برگ‌های دانه‌رست، لپه‌ها، فلس‌های جوانه و بخش‌های سازنده گل دارای عملکردها و ظاهر کاملاً متفاوت بوده، ولی همگی حاصل تغییر شکل در یک اندام خاص، یعنی برگ هستند. چنین ساختارهایی که دارای منشأ مشترک بوده ولی الزاماً عملکرد مشترکی از خود نشان نمی‌دهند، ساختارهای **همساخت (Homologous)** اطلاق می‌شوند (برگرفته از واژه یونانی *homologia* به معنای "توافق"). سیستم‌های طبقه‌بندی تکاملی اصولاً مبتنی بر صفات همساخت هستند.

در مقابل، برخی ساختارهای دیگر که ممکن است دارای عملکرد و ظاهر مشابه باشند، دارای پیش‌زمینه تکاملی کاملاً متفاوت هستند. چنین ساختارهایی را ساختارهای **همانند (Analogous)** گویند و در نتیجه **تکامل همگرا (Convergent Evolution)** ایجاد می‌شوند (مقاله ارائه شده در صفحه قبلی ملاحظه شود). بنابراین، بال‌های حشرات و پرندگان ساختارهایی همانند، و نه همساخت هستند. به طور مشابه، خار در کاکتوس (یک برگ تغییر شکل یافته) و زالزالک (ساقه تغییر شکل یافته) ساختارهایی همانند و نه همساخت به شمار می‌آیند. تشخیص بین همساختی و همانندی همیشه به این سادگی نبوده و اصولاً نیازمند مقایسه جزئیات و همچنین سایر صفات موجود در گونه‌های مورد مطالعه است.

کلادیستیک

امروزه **کلادیستیک (Cladistics)** پرکاربردترین روش طبقه‌بندی موجودات زنده است. این روش، نوعی **آنالیز تبارزایی (Phylogenetic Analysis)** است که صراحتاً در پی درک روابط تبارزایی بین موجودات زنده می‌باشد. در این رهیاب، تمرکز بر روی نحوه انشعاب یک دودمان از دودمانی دیگر طی تکامل است. همچنین در این روش، گروه‌های تک‌نیایی به واسطه *صفات مشتق شده مشترک* (*Shared Derived Characters*) (سین‌آپومورفی‌ها) تشخیص داده می‌شوند. **سین‌آپومورفی‌ها (Synapomorphies)** به حالاتی از صفات گفته می‌شود که در جدّ مشترک گروه پدیدار شده و در تمامی اعضای آن نیز مشاهده می‌شوند. حالات صفت به دو یا چند شکل یک صفت خاص همچون حضور یا عدم حضور چوب یا گل اطلاق می‌شود.

به منظور دست‌یابی به یک درخت تکاملی، باید مشخص کرد که کدام تغییرات جدیدتر و کدام تغییرات قدیمی‌تر هستند. به بیانی دیگر، یک درخت تکاملی باید جهت‌دار بوده و اصطلاحاً **ریشه‌دار (Rooted)** باشد. با سازماندهی صفات در قالب یک جهت‌گیری خاص، امکان تشخیص صفات مشتق شده مشترک معرف تاکسون‌های تک‌نیایی فراهم می‌شود.

برای ریشه‌دار کردن درخت، از گروه‌های خارجی استفاده می‌شود. یک **برون‌گروه (Outgroup)** تاکسونی است که ارتباط نزدیکی با اعضای گروه مورد مطالعه (**درون گروه Ingroup**) داشته، ولی جزئی از اعضای درون‌گروه مورد مطالعه به شمار نمی‌آید. حالاتی از صفات که در نزدیک‌ترین برون‌گروه‌ها دیده می‌شوند، صفاتی اجدادی بوده و صفاتی که در درون‌گروه حضور داشته، ولی

جدول ۱۲-۲ صفات انتخابی مورد استفاده در آنالیز روابط تبارزایی چهار تاکسون گیاهی

تاکسون	صفات*			
	آوند چوب و آبکش	چوب	بذر	گل
شاخ‌واش‌ها	−	−	−	−
سرخس‌ها	+	−	−	−
کاج‌ها	+	+	+	−
بلوط‌ها	+	+	+	+

* حالت صفت "وجود" (+) وضعیتی مشتق شده و حالت صفت "عدم وجود" (−) وضعیتی اجدادی است.

در نزدیک‌ترین برون‌گروه‌ها دیده نمی‌شوند، به عنوان صفات مشتق شده در نظر گرفته می‌شوند.

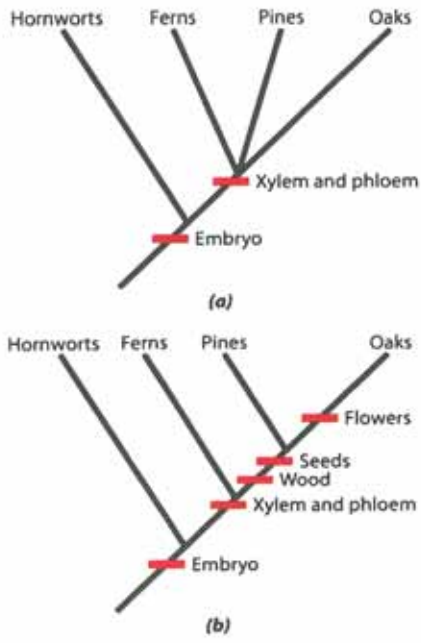
نتایج حاصل از آنالیز کلادیستیک به صورت یک **کلادوگرام (Cladogram)** ترسیم می‌شود که در واقع نمایشی گرافیکی از یک مدل یا فرضیه در ارتباط با روابط تبارزایی بین یک گروه از موجودات است. با اضافه کردن گونه‌ها یا صفات اضافی دیگر به آنالیز و مشاهده تغییر یا عدم تغییر پیش‌بینی‌های به دست آمده از کلادوگرام، می‌توان صحّت و سقم چنین فرضیه‌هایی را مورد ارزیابی قرار داد.

به منظور درک نحوه ترسیم یک کلادوگرام، چهار گروه مختلف از گیاهان شامل شاخ‌واش‌ها (شکل ۱۶-۲۹ ملاحظه شود)، سرخس‌ها، کاج‌ها و بلوط‌ها را تصور کنید. برای هر چهار گروه گیاهی، چهار صفت همساخت جهت آنالیز انتخاب شده‌اند (جدول ۱۲-۲). به منظور سهولت کار، فرض شده است که صفات تنها دو حالت دارند: وجود (+) و عدم وجود (−).

شاخ‌واش‌ها به واسطه وجود جنین با سه گروه گیاهی دیگر مرتبط هستند. با این حال، این گروه فاقد بسیاری از صفاتی است که به صورت مشترک در سه گروه دیگر مشاهده می‌شوند (به عنوان مثال، آوند چوب و آبکش و بسیاری صفات دیگر که در این جدول نشان داده نشده‌اند). بر این اساس، می‌توان شاخ‌واش‌ها را به عنوان برون‌گروه در نظر گرفته و چنین برداشت کرد که زودتر از سایر تاکسون‌ها از یک جدّ مشترک مشتق شده‌اند. بدین ترتیب می‌توان از شاخ‌واش‌ها جهت شناسایی صفات مشترک بالقوه بین سرخس‌ها، کاج‌ها و بلوط‌ها به عنوان صفاتی بالقوه جهت تعیین یک شاخه مجزا استفاده کرد. به عنوان مثال، شاخ‌واش‌ها فاقد بذر بوده و بنابراین بذر را می‌توان به عنوان یک ویژگی مشتق شده بالقوه حمایت کننده از کاج‌ها و بلوط‌ها به عنوان گروهی تک‌نیایی فرض کرد. در مثال ارائه شده، در مورد تمام صفات، حالت صفت "عدم وجود" به عنوان وضعیت اجدادی و حالت صفت "وجود" به عنوان وضعیت مشتق شده تشخیص داده می‌شوند.

در شکل ۱۲-۵a نشان داده شده است که یک کلادوگرام چگونه بر اساس وجود یا عدم وجود بافت‌های آوندی آبکش و چوب ترسیم می‌شود. از آنجایی که سرخس‌ها، کاج‌ها و بلوط‌ها همگی دارای آوند چوب و آبکش هستند، می‌توان تصور نمود که گروهی تک‌نیایی تشکیل می‌دهند. در شکل ۱۲-۵b نشان داده شده است که چگونه می‌توان با بهره‌گیری از صفات دیگر، تفکیک بیشتری در کلادوگرام ایجاد کرد.

کلادوگرام شکل ۱۲-۵b به چه صورتی تفسیر می‌شود؟ برای آغاز، ذکر این نکته ضروری است که کلادوگرام‌ها مشابه بسیاری از درخت‌های تبارزایی ترسیم شده توسط روش‌های سنّتی، اطلاعاتی در مورد نحوه تبدیل گروه‌ها به همدیگر ارائه نمی‌دهند. این درخت‌ها بیشتر نشانگر این موضوع هستند که گروه‌های ختم شده به انشعاباتی مجاور، دارای یک جدّ مشترک هستند (به نقاطی که انشعابات در آنجا ایجاد می‌شوند، گره گفته می‌شود). چنین گروه‌هایی را **گروه‌های خواهری (Sister Groups)** یا خویشاوندان نزدیک می‌گویند. کلادوگرام شکل ۱۲-۵b بیان می‌دارد که بلوط‌ها با کاج‌ها دارای یک جدّ مشترک جدیدتر در مقایسه با سرخس‌ها بوده و همچنین بیش از سرخس‌ها به کاج‌ها قرابت دارند. جایگاه نسبی گیاهان



شکل ۱۲-۵ کلادوگرام‌ها. این کلادوگرام‌ها با نمایش صفات مشترک حمایت کننده از الگوی روابط موجود بین سرخس‌ها، کاج‌ها و بلوط‌ها، نشانگر روابط تبارزایی بین این سه گروه گیاهی هستند. (a) یک کلادوگرام مبتنی بر وجود یا عدم وجود آوند چوب و آبکش. (b) تفکیک بیشتر روابط با بهره‌گیری از اطلاعات بیشتر در ارتباط با وجود یا عدم وجود چوب، بذر و گل.

Google Earth: ابزاری جهت کشف و حفاظت از تنوّع زیستی

محققین باغ گیاه‌شناسی سلطنتی Kew در انگلستان طی بررسی تصاویر ماهواره‌ای با "یک لکّه سبز رنگ غیر منتظره" در نواحی کوهستانی شمال موزامبیک مواجه شدند. آنها در جستجوی سایتی احتمالی برای یک پروژه حفاظت بودند و سه سال بعد یعنی سال ۲۰۰۸ با انجام مسافرتی به صحت این لکّه سبز موجود در تصاویر ماهواره‌ای پی بردند؛ ناحیه مربوطه موسوم به کوهستان Mabu میزبان بزرگ‌ترین پهنه پیوسته جنگل‌های بارانی در بخش‌های میانی زمین واقع در جنوب آفریقا بود. این جنگل که به استثنای افراد محلّی برای کمتر کسی شناخته شده بود، زیستگاهی برای صدها گونه جانوری بخصوص انواع سوسمارهای کوچک، مارها، پرندگان و پروانه‌های نادر به همراه گونه‌های ناشناخته متعدد به حساب می‌آید. بیش از ۵۰۰ گونه گیاهی جمع‌آوری شد که از میان آنها می‌توان به انواع ارکیده‌های کمیاب و یک گونه جدید از داروش‌های مناطق حارّه اشاره کرد. در حال حاضر تنوّع زیستی کامل منطقه به صورت کاتالوگی در دست تهیه بوده و دولت موزامبیک در حال اتخاذ تدابیر حفاظتی از این منطقه است.

از یک دیدگاه، کشف این منطقه موضوعی غیرمعمول به شمار نمی‌آید، زیرا دهه‌ها قبل از آنکه این منطقه با تصاویر ماهواره‌ای کشف شود، دولت و محققین موزامبیکی از وجود آن مطلع بوده و اطلاعات مربوط به مناطق ناشناخته حیات وحش نیز قبلاً در دسترس بوده است. ولی نکته حائز اهمیت در ارتباط با کشف کوهستان Mabu این بود که تصاویر مربوط به این منطقه، نه در دسترس یک آزمایشگاه دولتی و نه در دسترس محققین آکادمیک، بلکه به طور رایگان و در دسترس هر فردی است که برنامه Google Earth را در روی رایانه شخصی خود داشته باشد.

شاید کشف خشکی‌های جدید از کارآیی‌های اولیه این برنامه به شمار آید. افراد دخیل در حفاظت از محیط زیست در حال حاضر به طور روزافزونی در پی افزایش درک خود از نواحی موجود در سرتاسر جهان بوده و همچنین یافته‌های خود را با افراد دیگر در سراسر جهان به اشتراک می‌گذارند.

افراد دخیل در حفاظت از محیط زیست به منظور انجام اقدامات لازم، باید اطلاعاتی از مناطق مورد نظر داشته باشند. تصاویر ماهواره‌ای با چشم پرنده‌ای خود از تمام مناظر موجود در روی کره زمین تصویربرداری کرده و بدین ترتیب به افراد اجازه می‌دهند، بدون ترک میز کار خود، میلیون‌ها هکتار از کره زمین را مورد بررسی قرار دهند. این توانایی امکان کشف زیستگاه‌های جدیدی همچون کوهستان Mabu و یا بیابان‌هایی ایزوله را قبل از مسافرت به این مناطق، مهیا می‌کند.

از قابلیت‌های دیگر این برنامه این است که می‌توان هر گونه تصویر، متن، ویدئو و یا لینک یک وبسایت را به آن اضافه کرد. به عنوان مثال، موزه تاریخ طبیعی San Diego در حال ترسیم نقشه گیاهان این منطقه می‌باشد (برنامه‌های مشابهی در سایر مناطق محلّی سراسر جهان در حال انجام است). پس از آن، یک گیاه‌شناس میدانی داوطلب، با استفاده از یک دستگاه GPS و رفتن به محلّ مورد نظر، می‌تواند لیستی دقیق از تمام گونه‌های گیاهی تهیه نموده و به همراه تصاویری از مناظر و یا سایر ویژگی‌های منطقه را در قالب نقشه اصلی موزه بارگذاری کند.

با افزوده شدن صدها عدد از چنین اطلاعاتی، شاید بتوان از این نقشه‌ها جهت ردیابی انتشار یک کاکتوس مهاجم و یا درک موانع موجود در سر راه گرده‌افشانی یک گونه نادر بهره‌برداری کرد. نقشه‌های به دست آمده از منابع مختلف را می‌توان با هم مقایسه کرده و با ترکیب آنها، به عنوان مثال نشان داد که آیا گونه گیاهی نادر خاص در حال گسترش بوده و یا اینکه یک گونه کاکتوس مهاجم در حال اشغال زیستگاه یک پرنده آوازخوان هست یا خیر؟ شاید ایجاد امکان جستجو و بررسی الگوهای به دست آمده از داده‌های جمع‌آوری شده به عنوان قوی‌ترین کاربرد این برنامه مطرح باشد.

در حال حاضر زیست‌شناسان در فکر نحوه بهره‌برداری مطلوب از Google Earth هستند. با افزایش میلیونی کاربران در سال‌های آینده، این برنامه و برنامه‌های مشابه نقشی اساسی در درک و حفاظت از تنوّع زیستی کره زمین ایفاء خواهند کرد.

(a)

(b)

کوهستان Mabu. (a) تصویری ماهواره‌ای که نشانگر کوهستان Mabu به صورت لکه سبز پررنگی است که توسط نواحی روشن متشکل از مزارع و منازل احاطه شده است. نواحی سبز تیره گسسته در نقشه، حاکی از گستره اصلی و اولیه این جنگل است که به دلیل زراعت تخریب شده است. (b) گیاه‌شناسی به‌نام Jonathan Timberlake مشغول یادداشت‌برداری از رویشگاه موجود در شیب‌های تند کوهستان Mabu است.