تاریخچه پیشرفت دانش رده‌بندی گیاهان
به همراه
مقدمه‌ای بر سیستم طبقه‌بندی APG

درس سیستماتیک گیاهی ۱ و ۲

گردآورندگان:

دکتر رضا نادری

دکتر ذبیح الله حسینی

فصل اول:
تاریخچه پیشرفت دانش رده‌بندی گیاهان

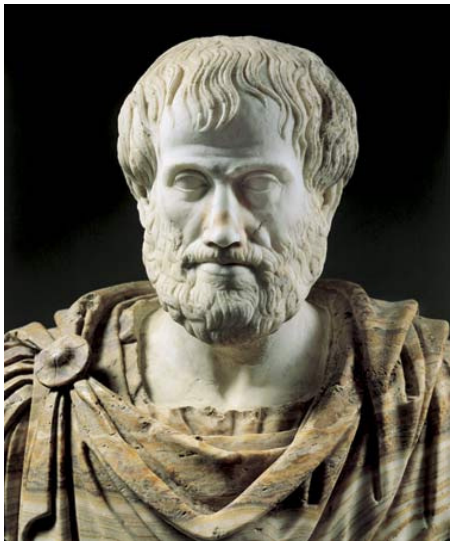
مقدمه

سیستم رده بندی گیاهان تاریخچه‌ای بسیار کهن دارد. انسان‌های نخستین گیاه را به عنوان دارو، غذا و یا برای ساختن وسایل مورد نیاز مورد توجه قرار داده و آنها را دسته بندی می‌کردند . از چند صد سال قبل از میلاد مسیح تا عصر حاضر برای شناسایی گیاهان سیستم‌های رده بندی مختلفی پیشنهاد شده و هر کدام برای مدتی کم و بیش طولانی رایج بوده است. در مجموع می‌توان آنها را در پنج گروه تقسیم بندی کرد: سیستم‌های رده بندی مصنوعی، سیستم‌های رده بندی طبیعی، سیستم‌های فیلوژنتیک حد واسط، سیستم‌های فیلوژنتیک واقعی و سیستم‌های رده بندی معاصر.

شروع گیاه شناسی به عنوان یک علم

اولین فیلسوفی که موجودات زنده را مورد توجه قرار داد Anaximander بود. وی در سال ۵۲۰ قبل از میلاد به اوج شهرت رسید. او تفاوتی بین جانور و گیاه قائل نبود. اولین فیلسوفی که به طور مشخص جانور و گیاه را از هم متمایز کرد Empedocles بود. چرا که او یک پزشک بود و یا حداقل تا حدودی به دانش پزشکی آشنا بود . وی اهل سیسیل بوده و در سال های ۴۳۲ تا ۴۹۲ پیش از میلاد می زیسته و یکی از مهم ترین فیلسوف‌های قبل از سقراط بوده است. علاوه بر این او شاعر و سیاستمدار نیز بود. از نظر او جهان از چهار عنصر آب، آتش، زمین و هوا تشکیل شده است. وی معتقد بود که این عناصر ابدی و فنا ناپذیرند و تشکیل و انهدام اجسام با جذب و دفع دو جانبه آنها قابل توضیح است. او تصور می کرد که گیاهان نظیر جانوران نه تنها دارای روحی هستند که می تواند شاد یا ناراحت شوند، بلکه دارای عقل و خرد و احساس هستند. برگشتن شاخه‌ها وبرگ‌ها به سمت خورشید می‌تواند تاثیری بر نظر و دیدگاه او باشد . او تصور می‌کرد که گیاهان قبل از جانوران پدید آمده‌اند و هر جزء از ساختار آنها خودش به طور مستقل به وجود آمده و به حیات خود ادامه می دهد و ارتباطی با سایر اجزاء ندارد.

ارسطو Aristotle (۳۸۴ تا۳۲۲ قبل از میلاد)



ارسطو، فیلسوف یونان باستان و از شاگردان افلاطون، کارهایی روی گیاهان انجام داد. البته اطلاعات زیادی در مورد کار او روی گیاهان نیست ولی تحقیقات گسترده او روی سلسله جانوران تاثیر شگرفی بر مشاهدات قرون بعد داشت.

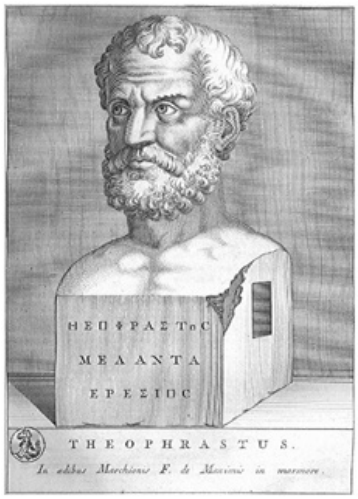
وی در Stagira متولد شد پدرش (Nicomachus) پزشک دربار پادشاه مقدونی (آمینتاس سوم) بود. او به مدرسه نمی رفت و پدرش او را تعلیم می داد. احتمالاً دانش پزشکی پدرش منجر به جذب او به علوم طبیعی شد. مادرش در ابتدای زندگی وی و پدرش وقتی که او ۱۰ سال داشت مردند و سرپرستی او به عمویش داده شد. در ۱۷ سالگی به آتن و به مدرسه افلاطون رفت. از ۱۷ تا ۳۷ سالگی در آکادمی افلاطون ماند. در ۳۳۶ قبل از

میلاد خودش یک مدرسه فلسفه تاسیس کرد که بعدها Lyceum نام گرفت. در مدت حدود ۳۰ سال (۳۳۵ تا ۳۲۲ قبل از میلاد) که سرپرست Lyceum بود، شروع به نگارش کرد .
او معتقد بود که رده بندی طبیعت امکان پذیر است و یک مرحله انتقال (گذر) پیوسته از عالم بی جان به جانوران زنده وجود دارد. به نظر او گیاهان بین عالم بی جان و جانوران قرار داشتند و معتقد بود که مرحله انتقالی از گیاهان به جانوران وجود دارد. اما پرسشی که آن زمان وجود داشت این بود که حیات چیست؟ چرا گیاهان جزء جانداران محسوب می‌شوند و تفاوت آنها با اجسام بی جان چیست؟ پاسخ‌های زیادی به این پرسش‌ها داده شده بود. ارسطو زنده بودن را به توانایی تفکر و احساس، حرکت کردن و رشد کردن نسبت داد. او در مورد ارتباط جذب (در مورد گیاهان از خلال ریشه‌ها) و رشد آگاهی داشت. ارسطو متوجه شد که در گیاهان بر خلاف جانوران، جنس نر و ماده از هم جدا نیستند و به نظر می‌رسد که گیاهان هر دو جنس را دارند . از نظر او هدف اصلی از رویش، تولید میوه و تکثیر بود وی درخت را از حیث فلسفی کامل ترین فرم گیاه در نظر گرفت. در نهایت در ۳۲۲ قبل از میلاد بر اثر ناراحتی معده در گذشت. دست نوشته های ارسطو در مورد گیاهان توسط F . wimmer جمع آوری شده و توسط E . F . H meyer به آلمانی ترجمه شده است. کارهای او روی جانوران غالباً با این عبارت پایان یافته است « در مورد گیاهان نیز همین گونه است. »
کتاب De plantis که در زمره کارهای جزئی ارسطو روی گیاهان می‌باشد، به طور قطع توسط او انجام نشده است. این کتاب به طور مشخص توسط نیکلاس (اهل دمشق و متولد ۶۴ قبل از میلاد) تاریخ نگار دربار هرود کبیر نگاشته شده است. نسخه‌ای که امروز در اختیار ما می‌باشد بسیار ناقص و غیر قابل درک می‌باشد. آنچه از ارسطو باقی می‌ماند تاثیر زیادی بر تفکر و فلسفه اسلامی در قرون وسطی داشت. متفکران اسلامی مانند ابو علی سینا، فارابی و یعقوب بن اسحاق الکندی از طرفداران اصلی تفکر ارسطو در طول دوران طلایی اسلام بودند.

سیستم های رده بندی مصنوعی

اولین نظام رده بندی که بر مبنای وضع ظاهری گیاهان به وجود آمد، از حدود ۳۰۰ سال قبل از میلاد مسیح آغاز و تا اوسط قرن هجدهم رایج بود. در این نوع سیستم رده بندی گیاهان بر اساس یک یا تعداد کمی صفت دسته بندی می شوند. استفاده از این سیستم ها به دلیل محدودیت صفات بسیار ساده است و هر فردی با کمترین آموزش می‌تواند گیاه مورد نظر را در این سیستم جایابی کند. اما این سیستم‌ها اشکالات عمده‌ای دارد، از جمله این که به دلیل کم بودن صفات مورد استفاده، ممکن است گیاهانی با درجه خویشاوندی کم در کنار هم و گیاهانی با تشابه و خویشاوندی زیاد دور از هم دسته بندی شوند. این سیستم‌ها درجه پیشگویی (predictivity) کمی برخوردار هستند و معمولاً وقتی‌که هدف تنها دسته بندی کردن گیاهان بسیار باشد کاربرد دارند.

تئو فراست Theophrastus (حدود ۳۷۰ تا ۲۸۵ پیش از میلاد)



تئو فراست فیلسوف یونانی و شاگرد ارسطو، مهم ترین و تاثیر گذار ترین گیاه شناس عصر باستان بود که اغلب او را پدر علم گیاه شناسی نامیده‌اند او کتابخانه و کارهای منتشر شده استادش را به ارث برده و رییس کتابخانه و باغ ارسطو در آتن شد. وی از مکتب افلاطون نیز استفاده نموده و کتاب های بسیاری نوشت. این گیاه شناس فقط ۴۸۰ تاکسون را رده بندی کرد. وی ابتدا از صفات ریختی مشخص (درختان، درختچه‌ها، بوته‌ها و علفیان) استفاده نمود.

تئوفراست درخت را به عنوان چیزی که راحت تر دیده می‌شود و شاخص‌تر است در نظر گرفت در حالی‌که ارسطو درخت را از حیث فلسفی کامل ترین فرم گیاه می‌دانست. (جالب است که گیاه شناسان مدرن نیز دوباره بر جدایی تکاملی درختان و علفی ها تاکید داشته اند. او پس از استفاده از صفات ریختی مشخص، به صفات جزئی‌تر نظیر موقعیت تخمدان (زیرین و زبرین) وضعیت گلبرگ‌ها (پیوسته و آزاد)، انواع میوه و گل آذین و غیره پرداخت.

اطلاعات گیاه شناسی موجود در نوشته های تئو فراست بسیار دقیق و ماهرانه است. تنها روش گیاه شناسی به نام " De historid plantarum " و "De causis plantarum " از او باقی مانده است.

غالباً هر صفحه از کتاب Historid plantarum شامل مثال هایی از مشاهدات دقیق ریخت شناسی و گیاه شناسی است. مثلاً توجه به اینکه سنبله غلات و کلاپرک خانواده آستراسه گل آذین هستند و نه گلهای متعدد، تفاوت بین گل آذین های خوشه و دیهیم، رشد محدود و نامحدود گل آذین‌ها، تشخیص گره‌ها و فیلو تاکسی، شرح گذر برگ‌ها از جوانی تا بلوغ و مشاهداتی در خصوص وضعیت قرار گرفتن برگ‌ها نسبت به نور و غیره. تئوفراست در توصیف سیستماتیکی از سیستم ریشه‌ای گونه‌های مختلف نوعی از اطلاعات را داده است که حتی در فلورهای مدرن هم از آن غفلت شده است. همچنین مطالعه روی قارچ‌ها به عنوان بخشی از شاخه گیاهان و به عنوان قسمتی از علم گیاه شناسی توسط تئو فراست پایه ریزی شد.

کتاب De historid plantarum تئوفراست شامل ۹ کتاب به شرح زیر بود :

۱) آناتومی گیاهان: گلها، شاتون‌ها ، برگ‌ها، میوه، شیره، فیبرها، و مغز چوب

۲) گیاهان زراعی و زراعت آن‌ها

۳) گیاهان خودرو

۴) درختان و درختچه‌های بیگانه، مدت حیات و بیماری آن‌ها

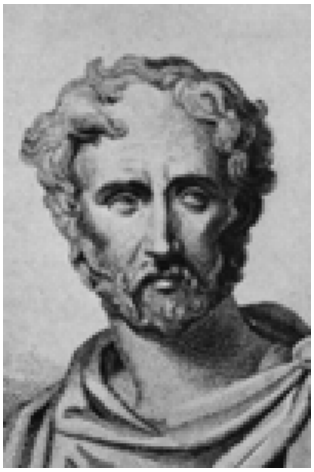
۵) ویژگی‌های چوب و طرز نگهداری آن. راه‌های طبیعی تولید مثل و تکثیر. بارور سازی مصنوعی درخت خرمای ماده با گل آذین‌های گیاه نر . تکثیر دانه‌ها

۶) گیاهان علفی چند ساله
۷) سبزیجات و زراعت آن‌ها
۸) غلات
۹) شیره ها وداروها

کتاب Decauis plantarum نیز شامل ۶ مجموعه به شرح زیر بود :

۱) دیدگاه کلی در مورد راههای متفاوت به وجود آمدن، تکثیر و رشد گیاهان ۲) در مورد تغییرات محیط در پاسخ به نیروهای طبیعت که گیاهان به ویژه درختان باید آن را متحل شوند. ۳) در مورد تغییرات محیط کشت که گیاه باید بر آنها غلبه کند مثل شرایط خاک، فضای بین درختان، آبدهی و غیره ۴) منشأ و تکثیر غلات ۵) تاثیرات غیر طبیعی و مصنوعی، بیماری‌ها و مرگ ۶)در مورد بو و طعم گیاهان

جالب اینکه کلمه Botany اولین بار توسط تئوفراست و به صورت Botanicus استفاده شد کلمه Botany از کلمه لاتین Botanicus که خود مشتق از کلمه یونانی Botan به معنای علف یا علوفه می‌باشد گرفته شده است و استفاده از آن، حداقل به شکل " Botanic " به قرون وسطی بر می‌گردد . تئوفراست تنها دوبار از این واژه استفاده نمود. یک بار در معنی علف‌های هرز و یک بار در معنی علف یا گیاه Gedrosia. او برای گیاه از واژه دیگری که معادل کلمه Plant در انگلیسی است استفاده نمود.
بسیاری از نام‌هایی که امروزه برای گیاهان به کار می‌رود نظیر Asparagus، Daucus و Narcissus مشتق از نام های پیشنهادی تئوفراست می‌باشد. زمانی که تئوفراست در مدرسه ارسطو با او کار می‌کرد با اسکندر مقدونی شاگرد دیگر ارسطو دوست بود و این دوستی تا زمان قدرت و لشکر کشی اسکندر ادامه داشت و به این ترتیب اسکندر و اطرافیانش گیاهان را از نقاط محتلف دنیا جمع آوری نموده و به آتن می‌فرستادند. به این ترتیب تئوفراست توانست درباره گیاهان مختلف مانند کتان، فلفل، دارچین و موز مطالبی بنویسید. به طور کلی گیاه شناسی در زمان تئوفراست بسیار پیشرفت کرد، چنان که تا شروع مقدمات نهضت رنسانس و ظهور نوابغی در قرن سیزدهم، اطلاعاتی که در زمینه گیاه شناسی به دست آمده بسیار ناچیز بوده است.



کایوس پلینیوس سکندوس "پلینی ارشد " Caius plinius Secundus (۲۳ تا ۷۹ میلادی)

پلینی، طبیعی دان و نویسنده رومی که مناصب بالایی را در دولت و ارتش داشت در ۳۷ جلد دایرهٔ المعارف تحت عنوان " Historia naturalis " که نه جلد آن مربوط به گیاهان طبی بود سعی کرد تا مطالب شناخته شده تا آن روز را در جهان گرد آورد. گرچه بعضی از مطالب او خالی از اشتباه نبود ولی این اثر تا قرن‌ها در اروپا رایج و مورد استناد بود. پلینی هیچ یک از سؤالاتی را که در مورد اصل تئوفراست وجود داشت مورد بحث قرار نداد و حتی سعی در تقلید از طرح های سیستماتیکی او نیز ننمود. وی واژه Botanismon را

معادل با Weeding (وجین کردن) به کار برد و واژه Botanicus را استفاده ننمود. او کتاب خود را با شرح درختان آغاز نموده است اما نه از آن جهت که آنها را عالی تر از بقیه گیاهان می‌دانسته است (آنگونه که تئوفراست می‌اندیشید) بلکه به دلیل اینکه درختان نیازهای اصلی انسان را رفع می‌کردند. در ادمه نیز به شرح پیچک‌ها، محصولات کشاورزی، سبزیجات و گیاهان تزئینی پرداخته است. سپس گیاهان خودرویی را که هم زیبا هستند و هم بوی خوش دارند و گیاهان خوردنی و دارویی را شرح داده و در پایان کتاب نیز لیستی از گیاهان به ترتیب حروف الفبا آورده است.

پدانیوس دیسکورید Pedanius Discorides (قرن اول میلادی)

دیسکورید، جراح ارتش روم که معاصر با پلینی بود مهم ترین گیاه شناس پس از تئوفراست است. او همراه با ارتش روم مسافرت‌های زیادی کرد و اطلاعات زیادی در مورد گیاهان دارویی داشت. او کتاب معروف Materia Medica را که شامل شرح حدود ۶۰۰ گونه گیاه دارویی بود، تالیف کرد که ۱۰۰ تا از آن‌ها را تئوفراست شرح نداده بود. بعدها تصاویر جالبی نیز به آن افزوده شد. این کتاب به مدت ۱۵۰۰ سال به عنوان یک کتاب بسیار معتبر معرفی می‌شد و هیچ دارویی معتبر نبوده مگر آنکه در این کتاب از آن یاد برده شده بود. مشهورترین و زیبا ترین نسخه آن حدود ۵۰۰ سال پس از میلاد برای امپراتور فلرویوس الیبریوس آنیبوس تهیه و به دخترش پرنسس جولیانا هدیه شد. این کتاب به صورت دستنویس در دست است و تصاویر آن با گیاهان شناخته شده مطابقت دارد.

در حال حاضر دستنویس اصلی آن در وین است. بسیاری از نام-های مورد استفاده دیسکورید امروزه به صورت نام جنس کاربرد دارد. هدف اصلی در این کتاب رده بندی گیاهان نبوده، اما بعضی از گیاهان امروزه به عنوان گروهی بسیار خویشاوند در نظر گرفته می‌شوند، مثل خانواده نعنا، جعفری و بقولات را با هم دسته بندی کرده است ولی به دلیل اهمیتی که در پزشکی داشت تا اواخر قرون وسطی به عنوان مهم ترین کار گیاه شناسی مورد توجه بود .

گیاه شناسی قرون وسطی (۲۰۰ تا ۱۴۸۳)

بعد از سقوط و انقراض امپراتوری یونان و رم دوره انجماد و رکود در اروپا آغاز گردید. در این دوران مطالعات علمی درباره گیاهان پیشرفت چندانی نداشت و جنگ های امپراطوری روم نیز سبب انهدام بیشتر تالیفات شد. علم گیاه شناسی عمدتاً به کارهای قبلی تئوفراست، پلینی و دیسکورید محدود بود و مردم بیشتر به این کتاب‌ها استناد جسته و از آنها استفاده می‌کردند در حالی که اروپا دوره رکود را می گذراند خاور دور و خاور میانه به اوج فرهنگی خود نزدیک می‌شدند. از جمله ادبیات چین بسیار غنی بوده

و درباره گیاهان دارویی مطالبی جمع آوری شده و کارهای نقاشی زیادی روی گیاهان انجام گرفت. همچنین در هند قدیم نیز کتاب‌های گیاهی به عنوان منابع درسی در زمینه مورفولوژی و طبقه بندی گیاهان مورد استفاده قرار گرفته بود.

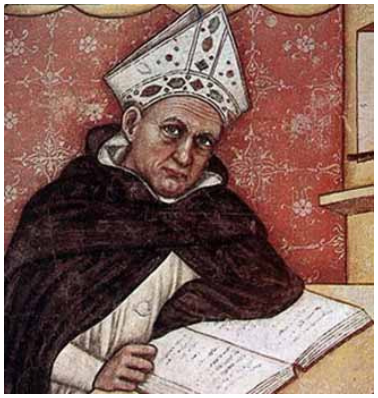
گیاه شناسی اسلامی (۶۱۰ تا ۱۱۰۰)

بین سال‌های ۶۱۰ تا ۱۱۰۰ بعد از میلاد بعضی از آثار گیاه شناختی قدیمی را مسلمانان حفظ و حراست کردند و به ترجمه آثار یونانیان پرداختند. از آنجا که مطالعات آنها بیشتر مربوط به جنبه کاربردی گیاهان بود، بنابراین در زمینه طب و دارو سازی پیشرفت زیادی کردند. گیاه شناسان مسلمان فهرست‌هایی کاربردی از گیاهان دارویی تدوین نمودند ولی به طور مستقیم طرحی که اساساً به طبقه بندی مربوط باشد ارائه نکردند. از جمله دانشمندان این گروه، ابن سینا را می‌توان نام برد که در غرب به عنوان نویسنده کتاب قانون طب شناخته شده و این کتاب نیز مانند کتاب Materia Medica یکی از بزرگترین کتاب‌های علمی بوده است .

هیلد گارد وان بینگن Hilegard Van Bingen (۱۰۹۹ تا ۱۱۷۹)

یکی از افرادی که در این دوره بر روی گیاهان کارکرد یک راهبه به نام بینگن بود او بیش از ۳۰۰ گیاه مختلف را شرح داده و اسامی آلمانی روی آنها گذاشت، هر چند که همانطور که معمول بود به زبان لاتین می نوشت. برخی از این نام ها تا یک قرن پیش هم در لهجه محلی استفاده می شد.

البر ماگنوس Albertus Magnus (حدود ۱۱۹۳ تا ۱۲۸۰)



آلبرتوس ماگنوس یک کشیش و دانشمند بود. این دانشمند همان رده بندی تئوفراست را پذیرفته و با کمک عدسی زمختی که تا آن روز به کار بردن آن غیر معمول بود، تفاوت میان تک لپه‌ای‌ها و دو لپه‌ای‌ها را بر مبنای ساختار و ساقه مشخص کرده است. او گیاهان آوندی را نیز به طور کلی از گیاهان غیر آوندی جدا نمود. اثر او کتابی به نامDe vegetabilis است که نه تنها حاوی اطلاعات و کارهای مربوط به دیگران است بلکه حاوی مطالبی مربوط به برخی گیاهان دارویی و غیر دارویی است که از تجارب خود او منشا گرفته است.

گیاه شناسی دوره رنسانس (۱۴۸۳ تا ۱۶۲۳)

با شروع قرن چهاردهم و آغاز رنسانس تجدید حیاتی در دنیای علم به وجود آمد و توجه به گیاه شناسی افزایش یافت. در این دوره توسعه علوم دریایی و کشتیرانی سبب شد تا گونه‌های جدید گیاهی به اروپا آورده شده و زمینه تحقیق روی آن‌ها فراهم شد. اولین دانشگاه‌ها در شمال ایتالیا تاسیس شد و اختراع صنعت چاپ نیز امکان تکثیر و انتشار کتب را در سطح وسیع فراهم ساخت. کتاب های گیاه شناسی که به وسیله شرح‌ها و تصاویر حک شده روی قالب‌های چوبی و صفحات فلزی تولید می‌شد، به شناسایی گیاهان دارویی اختصاص داشت این کتاب‌ها را هربال و نویسندگان این نوع کتاب‌ها را هر بالیست می-نامیدند . در این زمان گیاه شناسی عملاً مترادف با هربالیسم بود. در قرن شانزدهم، آلمان مرکز فعالیت-های گیاه شناسی بود . برجسته ترین مقالات این دوره که به صورت هربال تنظیم می شد متعلق به اوتو برونفلز (۱۵۳۴-۱۴۶۴) ، جروم بوک (۱۵۵۴- ۱۴۸۹) ، والریوس کوردوس (۱۵۴۴- ۱۵۱۵) و لئونارد فوشز (۱۵۶۶-۱۵۰۱) می باشد . اسپرنگل (K. Sprengel) در کتاب خود با عنوان Geschichte der Botanic (تاریخچه گیاه شناسی) از برونفلز، بوک و فوشز به عنوان « پدر علم گیاه شناسی آلمان » یاد می‌کند.

اوتو برونفلز Otto Brunfels (۱۴۶۴ تا ۱۵۳۴)

برونفلز اولین نویسنده گیاه شناسی دوره رنسانس و مؤلف کتاب Herbarium vivae به زبان لاتین می‌باشد که پس از مدت کوتاهی به زبان آلمانی هم ترجمه شد. محتوای این کتاب به طور واضح متاثر از دیسکورید است. او گیاهان گلدار و بی گل را از هم تشخیص داده است و بسیاری از جنس های امروزی را مطالعه و نام خود و بعضی از دانشمندان را بر روی گیاهان گذاشته است مانند Brunfelsia، Fuchsia، Clusia، Gerardia و Lobelia. وی در کتاب خود به شرح ۸۰۰ گونه گیاهی پرداخته است. کتاب او حاوی تصاویر گیاهی بی نظیری می‌باشد. او تمایل به گروه بندی طبیعی گیاهان داشته است، به طوری که تعدادی از بارهنگ‌ها را باهم در یک گروه قرار داده و تا حدودی متوجه گونه و تاکسون بزرگتر از گونه یعنی جنس شده است.

جرم بوک Jerome Bock (۱۴۸۹ تا ۱۵۵۴)

بوک مسافرت‌های زیادی انجام داد و گیاهانی را که جمع آوری کرده بود در باغ خصوصی خود کاشت تا روابط آن‌ها را مطالعه نماید. وی نظام طبقه بندی تئوفراست را پذیرفته ولی سعی کرده است گیاهانی را که نزدیک به یکدیگر هستند در گروه هایی قرار دهد. او در مقدمه کتاب خود با عنوان Neu Kreuterbuck می‌نویسد «من گیاهانی را که با یکدیگر نزدیک و پیوسته هستند و با یکدیگر شباهت

داشته و قابل مقایسه هستند کنار هم قرار داده و قاعده و ترتیب قرار دادن گیاهان را به صورت گذشته، کنار گذاشته ام .....». وی در کتاب خود به شرح ۵۴۰ گونه گیاهی پرداخته است علاوه بر این ، بوک شرح گیاهان را بر مبنای مشاهده شخصی خویش قرار داد و یاداشت هایی در زمینه انتشار طبیعی گیاهان منتشر ساخت.

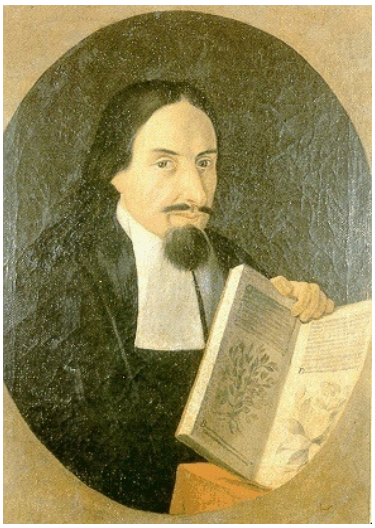
والریوس کوردوس Valerius Cordus (۱۵۱۵ تا ۱۵۴۴)

کوردوس در سال ۱۵۴۰ کتابی تحت عنوان Historia Plantarum تالیف کرد، اما چاپ آن تا سال ۱۵۶۱، یعنی حدود ۱۷ سال پس از در گذشت مؤلف به تعویق افتاد. هربال کوروس شامل ۴۴۶ گونه دارای گل و میوه است که در چارچوبی سیستماتیک و بر اساس مطالعه گیاهان زنده گرد آوری شده است.

لئونارد فوشز Leonard fuchs (۱۵۰۱ تا ۱۵۶۶)

فوشز در سال ۱۵۴۲، کتاب خود تحت عنوان De historia stripium را که به صورت مشروح همراه با تصاویر دقیق تدوین شده بود چاپ کرد. کتاب او بهترین سند و ارزشمندترین هربال این دوره است. در کتاب فوشز گیاهان بر اساس حروف الفبا لیست شده اند و کتاب متاثر از دیسکورید می باشد.

لوکا گینی Luca Ghini (۱۴۹۰ تا ۱۵۵۶)



گینی پسر یک سر دفتر اسناد رسمی بود اما اشتیاق او به گیاهان سبب گرایش او به گیاه شناسی گردید. او تمام عمر خود را صرف تدریس گیاه شناسی نمود. او در طی سفرهایی که در ایتالیا داشت گیاهانی را جمع آوری نمود و به همراه نمونه‌هایی که توسط دوستان یا شاگردانش از مصر، سوریه، اسپانیا و نقاط دیگر برایش ارسال می‌شد مجموعه‌ای گیاهی را ایجاد نمود. گاهی ابداع هرباریوم را به او نسبت می‌دهند، علاوه بر این، گینی باغ‌های گیاه شناسی در فلورانس و پیزا تاسیس کرد. از هم دوره‌های گینی که یا شاگرد او بودند و یا با او رابطه داشته‌اند می‌توان سزال پینو، جسنر، ماتیوس، والریوس کوردوس، ویلیام ترنز، جان فالکونر، مارانتا را نام برد. قدیمی ترین هرباریومی که موجود است متعلق به شاگرد او CIBO (1532) می‌باشد.

کنراد جسنر Conrad Gesner (۱۵۱۶ تا ۱۵۶۵)

جسنر در یک خانواده فقیر در زوریخ به دنیا آمد و بیشتر عمر خود را در همانجا گذراند. پدر بزرگش فروشنده ادویه و علف‌های دارویی بود و او نیز تحت تعلیم عمویش که یک باغ کوچک داشت به گیاه شناسی علاقه مند شد. او در مونت پولیه به فرا گیری طب پرداخت. سپس به زوریخ بازگشت و زندگی خود را از طریق تدریس و مداوای بیماران می گذراند او بیشتر وقت خود را صرف تاریخ طبیعی به ویژه گیاه شناسی نمود. وی اولین کسی بود که توجه بیشتری به گل‌ها و میوه‌ها نموده و آن‌ها را رسم کرد و ارزش آن‌ها را در طبقه بندی گیاهان متذکر شد. زمانی که او از کوه بالا می‌رفت متوجه شد که رستنی‌های آنجا با توجه به ارتفاع تغییر می‌کند. همچنین او مشاهده کرد که گیاهان کوهستانی نسبت به گیاهان دشت برگ‌های کوچکتر و ضخیم‌تری دارند.

پیر آندرآ ماتیوس Pierandrea Matthioli (۱۵۰۱ تا ۱۵۷۷)

ماتیوس گیاه شناس ایتالیایی که پزشک نیز بود، اثری با حاشیه نویسی و مصور از نوشته‌های دیسکورید تهیه نمود. کتاب او ۶۰ بار به زبان لاتین تجدید چاپ شد و به زبان‌های ایتالیایی و آلمانی نیز ترجمه گردید. ماتیوس در نوشتن اثر خود مرهون کمک‌های بی شائبه لوکاگینی است و بی شک آن دو گیاه شناس به مراتب بزرگتر از برونفلز و فوشز بوده اند. جنس Matthiola از خانواده شب بو به افتخار این دانشمند بزرگ می باشد .

ماتیاس دو لوبل Mathias de lobel (۱۵۳۸ تا ۱۶۱۶)

ماتیاس دولوبل در لیل فرانسه به دنیا آمد و در مونت پیلیه تحصیل نمود. او در هلند و انگلستان مشغول طبابت شد، اما در نعایت در انگلستان ساکن شد و باقی روزهای عمر خود را به عنوان یک گیاه شناس سپری کرد. از مقدمه کتابش با عنوان Stripium Adversaria Nova که در سال ۱۵۷۰ در انگلستان چاپ شد، پیداست که او از طبقه بندی خود راضی نبوده است، اما با این وجود کتاب او برای مدت یک قرن و بیش از هربال‌های دیگر مورد استفاده بوده است. او نخستین کسی بود که برخی گروه‌ها (راسته‌ها ، خانواده‌ها و جنس‌ها) را که تا به امروز معتبر هستند نظیر گراس‌ها ، راش‌ها، جگن‌ها و نعناعیان را کشف کرد. او متوجه شد که تک لپه ای‌ها یک گروه مستقل هستند. فعالیت‌های گیاه

شناسی انگلستان در قرن شانزدهم بیشتر مرهون تلاش های ویلیام ترنز (۱۵۱۰ تا ۱۵۶۸) و جان جرارد (۱۵۴۲ تا ۱۶۱۲) می‌باشد. از دیگر گیاه شناسان آلمانی این دوره می‌توان چارلز دولکوز (۱۵۲۶ تا ۱۶۰۹)، ربررت دو دوئنز (۱۵۱۷ تا ۱۵۸۵) و لونیر (۱۵۲۷ تا ۱۵۸۶) را نام برد. در این زمان فعالیت گیاه شناسی در اروپا در حال شکوفایی بود، اما فعالیت‌های گیاه شناسی سایر جوامع را نباید نادیده گرفت. آزتک‌های مکزیک علاوه بر تاسیس باغ‌های گیاه شناسی، از گیاهان برای مصارف خوراکی، زینتی و دارویی استفاده می‌کردند. هربال Badianus Manuscript مربوط به آزتک هاست که در سال ۱۵۵۲ دوتن آزتکی آن را منتشر کردند .

گیاه شناسی در قرن هفدهم

کشف قاره آمریکا در دهه اول قرن هفدهم باعث شناخت گیاهان جدیدی شد. هربالیست های اروپا این گیاهان را مطالعه و به هربال های خود اضافه کردند و به خاطر وسعت تعداد گونه‌های جدید، گیاه شناسان برای نامگذاری و طبقه بندی گیاهان به نظامی دقیق‌تر نیاز داشتند.

آندره آسزال پینو Andrea Cesalpino (۱۵۱۹ تا ۱۶۰۳)

سزال پینو، گیاه شناس ایتالیایی، مهم ترین گیاه شناس این دوره می‌باشد. او در Arezzo (Tuscany) متولد شد و دوره پزشکی را تحت نظر لوکاگینی در پیزا گذراند. وی در مدت چهل سال در پیزا ماند و به تدریس آناتومی، گیاه شناسی و فلسفه پرداخت. در سال ۱۵۹۲ به عنوان پزشک پاپ به رم رفت. او از هوش زیادی بر خوردار بود و مورد تحسین هم عصران خود بود. وی در زمینه کانی شناسی هم فعالیت داشت و طبقه بندی برای کانی‌ها ارائه داد. در سال ۱۵۶۳، هرباریوم شخصی خود را ایجاد کرد که امروزه در فلورانس موجود است. هرباریوم او شامل ۷۶۸ گیاه است که روی ۲۶۰ صفحه نصب شده اند. هر گیاه با نام ایتالیایی، یونانی و لاتین و به خط خود سزال پینو معرفی شده است. سزال پینو پیرو برهان و منطق ارسطو بود. کتاب او با عنوان De plantis libri در سال ۱۵۸۳ منتشر شد. او در این کتاب که مشتمل بر ۱۵۰۰ گیاه است. او دیدگاه خود را در یک جمله خلاصه کرد « ما به دنبال تفاوت‌ها و شباهت‌هایی هستیم که ماهیت اصلی گیاه را می‌سازد، نه آن‌هایی که به طور اتفاقی رخ میدهند.» سزال پینو از روش رده بندی کلان به خرد بر پایه تقسیم بندی منطقی پیروی کرد، یعنی رده بندی او با تعداد کلاسهای ساده (مثلاً درختان، بوته‌ها یا علف‌ها) شروع می‌شود و سپس تقسیم بندی با گروه‌های زیر مجموعه‌ای از کلاس ها، که هر کدام با صفتی منفرد تعریف می‌شوند، ادامه پیدا می‌کند ، به هر حال او گیاهان را به ۳۲ گروه تقسیم نموده است. سیستم طبقه بندی او بر پایه تفاوت های موجود در ساختار میوه بود.

سیستم طبقه بندی سزال پینو

۱- درختان

الف- آن‌هایی که تنها یک دانه در میوه دارند.

ب- آن‌هایی که دارای دو بخش برای دانه‌ها هستند.

ج- آن‌هایی که دارای سه بخش برای دانه‌ها هستند.

د- آنهایی که دارای چهار بخش برای دانه‌ها هستند.

ه- آن‌هایی که دارای تعداد زیادی بخش برای دانه‌ها هستند.

۲- درختچه‌ها و علفی‌ها

الف- دارای تنها یک دانه

ب- دارای دو دانه

و- به همین ترتیب

۳- گیاهان بدون دانه (سرخس‌ها، خزه ای‌ها، جلبک‌ها)

برادران بوهین: Jean Bauhin (۱۵۴۱ تا ۱۶۳۱) و Caspar bauhin (۱۵۶۰ تا ۱۶۲۴)

برادران بوهین، فرزندان یک پزشک فرانسوی بودند. ژان پزشکی را از پدرش آموخت و سپس تحت تعلیم فوشز قرار گرفت. او سپس با جسنر آشنا شد و همراه او به جمع آوری گیاه در سوییس پرداخت. سپس شروع به جمع آوری گیاه از فرانسه و ایتالیا نمود و در سال ۱۵۷۱ پزشک دوک و رتمبرگ شد. در آنجا یک باغ گیاه شناسی داشت و تا مرگش همانجا باقی ماند . اثر مصور او به نام Historia plantarum niversalis که در سال ۱۶۵۰ در سه جلد منتشر گردید حدود ۵۰۰۰ گیاه را شرح می‌دهد و علاوه بر آن برای اولین بار در تاریخ گیاه شناسی شرح کامل عده‌ای از گونه‌ها نیز در آنجا آمده است.

کاسپار نیز پزشکی را در باسل و پادوآ آموخت و پس از مسافرت‌هایی که به فرانسه داشت به باسل بازگشت و در آنجا به تدریس گیاه شناسی و آناتومی در دانشگاه پرداخت و باقی عمر خود را در آنجا سپری کرد، وی در سال ۱۶۲۳ اثر معروف خود به نام Pinax theatric botanici (کلیات گیاه شناسی) را که فهرستی از ۶۰۰۰ گیاه بود منتشر کرد. این فهرست، نام های مترادف گیاهی را با ذکر کلیه نام‌های پیشنهادی برای هر گیاه از طرف گیاه شناسان مختلف ارائه می‌داد. از این رو بی نظمی در نام گذاری که تا آن زمان وجود داشت تا حدود زیادی از بین رفت. روش کاسپار بوهین در نام گذاری تا

حدوی شبیه روش بینو میال (دو نامی) و بیانگر نوعی تفکر از گروه بندی در جنس ها بود. در این کتاب جنس به طور غیر مستقیم بر پایه ویژگی های گونه‌هایی که در بر می گیرد توصیف شده است. بنابر این روش دونامی یک قرن قبل از اینکه توسط لینه به کار برده شود، توسط بوهین پایه گذاری شده بود.

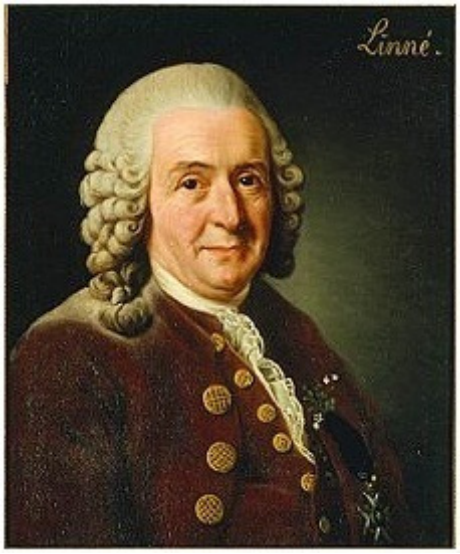
جان ری John Ray (۱۶۲۷ تا ۱۷۰۵)

جان ری در نوامبر ۱۶۲۷ در یکی از روستاهای انگلستان متولد شد. پدر او یک آهنگر و مادرش هربالیست و به مداوای مردم مشغول بود. احتمالاً علاقه جان ری به طبیعت و به ویژه گیاهان ناشی از شغل مادرش بوده است. وی در سال ۱۶۴۴ وارد دانشگاه کمبریج شده و به سرعت در علوم طبیعی، ریاضی و زبان متخصص شد. او در سال ۱۶۵۱ به رتبه دانشیاری رسید و در سال ۱۶۵۸ معاون دانشگاه شد. در ۱۶۶۰، کشیش کلیسای آنجلیکان شد و اندکی بعد به دلایل سیاسی کمبریج را ترک کرد. بین سال های ۱۶۶۰ و ۱۶۷۱ مسافرت های زیادی در سر تا سر انگلستان انجام داد و بعد تمام اروپا را برای جمع آوری گیاه، جانور و سنگ زیر پا گذاشت. او همچنین مطالعاتی در زمینه جنین شناسی و فیزیولوژی گیاهی انجام داد و ثابت کرد که چوب درختان زنده آب را هدایت می کند. شهرت تحقیقات جان ری از آن جهت بود که وی به عضویت جامعه سلطنتی لندن که یکی از جوامع علمی تازه تاسیس در دنیا بود در آمده بود. در نهایت ضعف و بیماری مانع مسافرت های او شد و وی بقیه عمر خود را به هدایت و رهبری دانشمندان زمان خود نظیر الدنبرگ، لیستر و هوک پرداخت. جان ری در اثر معروف خود به نام Methodus plantarum nova حدود ۱۸۰۰۰ گونه را طبقه بندی کرده است که بسیاری از آنها بومی مناطق غیر اروپایی است. به دلیل مفهوم محدودی که ری برای گونه داشت، تعداد گونه‌ها در کارهای او افزایش نسبی یافت. او با گروه بندی گیاهانی که به یکدیگر شبیه بودند نظام طبقه بندی مبتنی بر ریخت شناسی و ساختمان گیاه به وجود آورد. ری گونه ها را تحت تقسیم کلی چوبی و علفی رده بندی کرده است در ضمن تک لپه ایها و دو لپه ایها و اقسام میوه را در رده بندی وارد کرده و بر حسب اختصاصات گل و برگ به تقسیمات فرعی نیز پرداخته است. سیستم طبقه بندی او که بزرگترین گام در گیاه شناسی نظری قرن هفدهم است، بعدها مبنای اندیشه علمی خانواده های دو ژوسیو و دوکاندول قرار گرفت اغلب از او به عنوان «پدر تاریخ طبیعی بریتانیا » یاد می شود. در بسیاری از مواد طبقه بندی جان ری به مراتب از سیستم مصنوعی که بعدها توسط لینه معرفی شده بود جامع تر بود. طبقه بندی های جان ری و کاسپار بوهین را می توان آغازی برای سیستم طبقه بندی طبیعی یعنی قرار دادن گیاهان با شباهت های بسیار نزدیک در یک گروه دانست. از دیگر تالیفات او در زمینه گیاه شناسی می توان Historia plantarum در سه جلد را نام برد.

ژوزف پیتون دو تورنفورتJoseph piton de Tournefort (۱۶۵۶ تا ۱۷۰۸)

تورنفورت، استاد گیاه شناسی در فرانسه و مسئول هیات اعزامی به آسیای صغیر و بخش‌هایی از اروپا بود. او در کتاب خود با عنوان Institutiones reh herbariae که در سال ۱۷۰۰ منتشر شد ۹۰۰ گونه را شناسایی و در ۷۰۰ جنس قرار داده است. طبقه بندی او اساساً بر پایه ویژگی های جام گل بوده است. او گیاهان را به دو دسته بزرگ درختان و علفی ها تقسیم نموده و هر یک از آنها را بر مبنای اختصاصاتی مانند داشتن یا نداشتن جام گلهای ساده یا مرکب، گلبرگ های جدا و یا پیوسته و گلهای منظم و نا منظم تقسیم کرد. نظام رده بندی تورنفورت در مقایسه با ری در مرتبه پایین تری قرار دارد، زیرا نظامی موضوعی است. هدف اصلی این کتاب، نه گروه بندی گونه‌های خویشاوند نزدیک، بلکه کمک به شناسایی گیاهان است. او تاکید زیادی بر واژه جنس داشت. گاهی او را به عنوان «بنیانگذار مفهوم جنس » می شناسند. تورنفورت دائماً مفهوم جنس را به کار می برد و توصیف‌هایی برای جنس‌ها فراهم کرد. از آن پس، مفهوم جنس در رده بندی به خوبی پذیرفته شد. بسیاری از جنس هایی که او در کتابش آورده به وسیله لینه پذیرفته شده و هنوز هم از آنها استفاده می شود. در نوشته های وی شواهدی وجود دارد که نشان می دهد او تدوینی نظامی از گروه های گیاهی بالاتر از جنس یعنی مجموعه هایی از جنس ها را شروع کرده بود. تورنفورت جنس را کوچکترین واحد عملی رد بندی و گونه را متغیر های جنس می دانست.

دوران لینه‌ای (قرن هجدهم) کارل لینه Carl Linne (۱۷۰۷ تا ۱۷۷۸)



لینه در سال ۱۷۰۷ در جنوب سوئد متولد شد. پدرش کشیش و باغبان بود. لینه از همان کودکی علاقه زیادی به گیاهان و نام آن‌ها داشت. پدر و مادرش مایل بودند که او کشیش شود. ولی او نه استعداد و نه میلی در این زمینه داشت. و به همین دلیل در سال ۱۷۲۷ به منظور تحصیل طب وارد دانشگاه لوند شد. دو سال بعد به دانشگاه اوپسالا، معتبرترین دانشگاه سوئد، تغییر مکان داد. او در این دانشگاه با رودبک، استاد گیاه شناسی، آشنا شد. بیشتر وقت او در اوپسالا به جمع آوری و مطالعه گیاهان که علاقه واقعی او بود می گذشت. در آن زمان، فراگیری گیاه شناسی بخشی از دوره تحصیلات پزشکی بود، چرا که هر پزشکی می بایست

خودش داروها را که از گیاهان دارویی مشتق می شد، تهیه و تجویز می کرد.
لینه با مسافرت به ناحیه لاپ لند در ۱۷۳۲ و مسافرت به مرکز سوئد در ۱۷۳۴ دانش خود را در زمینه تاریخ طبیعی افزایش داد. در سال ۱۷۳۵ به هلند رفت و به سرعت موفق به دریافت درجه طب از دانشگاه هاردوییک شد و سپس برای مطالعات بیشتر به دانشگاه لیدن رفت. همان سال او اولین نسخه از رده بندی گیاهان، جانوران و کانی‌ها را به نام Systema naturae را منتشر ساخت. در طول سه سال که در هلند بود گیاه شناسان بزرگ اروپا را ملاقات کرد و تلاش کرد تا سیستم رده بندی خود را ارتقاء بخشد. او در سال ۱۷۳۸ به سوئد بازگشت و در آنجا به تمرین طب به خصوص در مورد درمان سیفیلیس پرداخت. در سال ۱۷۴۱، به عنوان استاد طب و گیاه شناسی دانشگاه اوپسالا شروع به کار کرد. او گیاهان موجود در باغ گیاه شناسی دانشگاه را بر اساس سیستم رده بندی خودش مرتب کرد و نوزده تن از دانشجویان خود را به سفرهای اکتشافی به سر تاسر دنیا فرستاد تا گیاهان را جمع آوری کنند.

معروفترین شاگردان لینه
- دانیل سولاندر Daniel Solander: اولین مجموعه گیاهی را از استرالیا و جنوب اقیانوس آرام به اروپا آورد.
- پیتر کالم Pether Kalm (۱۷۱۶تا ۱۷۷۹): مجموعه های گیاهی از فنلاند، روسیه و آمریکا جمع آوری نمود.
- فردریک هاسل کوئیست Fredrick Hassel Quist (۱۷۲۲ تا ۱۷۵۲): این دانشمند گیاهان فلسطین، عربستان، مصر و سوریه را جمع آوری کرد و یکی از شاگردان مورد توجه لینه بود.
- پیتر فور سکال Pehr Forskal (۱۷۶۱ تا ۱۷۳۲): دانشجوی فنلاندی که گیاهان مصر به ویژه قاهره را جمع آوری و بیش از ۳۰ جنس و ۱۰۰ گونه جدید را کشف کرد.
- کارل پیتر ثونبرگ Carl Peter Thunberg (۱۷۴۳ تا ۱۸۲۸): یکی از معروفترین شاگردان لینه و مولف دوفلور است و گیاهان ژاپن و آفریقا را جمع آوری نموده است.
بسیاری از شاگردان لینه در این سفر ها جان خود را از دست دادند. لینه به تجدید نظر در مورد کتابSystema naturae که از یک جزوه ساده تبدیل به یک کار حجیم شده بود ادامه داد. چرا که مفاهیم او تغییر کرده و تعداد بسیار زیادی نمونه های گیاهی و جانوری از هر گوشه دنیا برای او فرستاده شده بود. همچنین لینه برای خودکفا نمودن اقتصاد سوئد، تلاش‌های زیادی در جهت کاشت گیاهان با ارزش غیر بومی نظیر کاکائو، قهوه، چای، موز و برنج نمود که به دلیل آب و هوای سرد سوئد تلاش‌های او بی نتیجه ماند وی دوباره به طبابت پرداخت و پزشک خانواده سلطنتی سوئد شد. در سال ۱۷۵۸ یک ملک در خارج از اوپسالا خرید و در آنجا یک موزه کوچک برای کلکسیون های شخصی اش ساخت. در سال ۱۷۶۱، لقب اشرافی به او اعطا شد و در سال ۱۷۷۸ در گذشت.

لینه علاوه بر کتاب Systema naturae دارای دو اثر مشهور دیگر نیز می باشد که عبارتند از: Genera Plantarum (سال ۱۷۳۷) که به توصیف بسیاری از جنس‌ها می‌پردازد و Species Plantarum (سال ۱۷۵۳) در دو جلد که برای شناسایی گونه به کار می‌رفت. این دو اثر بارها و بارها

تجدید چاپ شد و در بیشتر کتابخانه های علمی در دسترس اند. در هر دو اثر، لینه گیاهان را بر اساس سیستم دستگاه تولید مثل جنسی رده بندی کرده است. و از این رو رده بندی خود را بر اساس تعداد پرچم‌های موجود در یک گل پایه گذاری کرد. رده‌های مزبور بر اساس تعداد خامه در گل به راسته‌های مختلفی تقسیم می‌شوند. سیستم مزبور برای شناسایی گیاهان بسیار مفید بود، اما به دلیل نادیده گرفتن روابط طبیعی گیاهان گروه های غیر مشابه در کنار هم گروه بندی شده بودند. به عنوان مثال جنس کاج در کنار فرفیون و کاکتوس و گلابی در یک راسته قرار داشت، ولی سیستم جنسی لینه که یک سیستم مصنوعی بود به دلیل سادگی با استقبال زیادی رو به رو شد.

در حدود ۱۰ چاپ از کتاب جنس های گیاهی ارائه شده است. همه این ۱۰ جلد توسط لینه تهیه نشده بلکه تعدادی از آن پس از مرگش چاپ شده است. چاپ پنجم آن که به صورت پیوست با چاپ نخست کتاب گونه های گیاهی (۱۷۵۳) می‌باشد، مهم‌ترین چاپ در تاکسونومی می باشد. در این چاپ حدود ۷۷۰۰ گونه در ۱۱۰۵ جنس رده بندی شده است. مهم ترین خدمت لینه، ارائه سیستمی دقیق، منسجم و تغییر ناپذیر به عنوان مرجع در نام گذاری دو نامی گیاهان می باشد. در این سیستم نام هر گونه از دو بخش شامل اسم جنس و صفت گونه ای تشکیل شده است. در کتاب گونه‌های گیاهی هر گیاه با نام جنس و عبارت توصیفی چند نامی برای بیان گونه‌های مشابه در کلیه های دو چنگالی و نامی که در واقع همان صفت گونه‌ای است و در حاشیه کتاب به چاپ رسیده است مشخص می شود.

مجموعه بزرگی که لبنه و شاگردانش جمع آوری کردند، پس از لینه به پسر بزرگتر او که کرسی پدر را در دانشگاه اشغال کرد رسید و پس از او توسط همسر و دختران لینه در ۱۷۸۳ به یک گیاه شناس انگلیسی به نام جیمز ادوارد اسمیت فروخته شد. اسمیت در کتاب خود با عنوان English Botany که معروف به کتاب گیاه شناسی سوربای است، سیستم جنسی لینه را به کار برده است. وی انجمن لینه لندن را در ۱۷۸۸ بنیان گذاشت و پس از مرگش در ۱۸۲۸، کلکسیون های لینه به انجمن فروخته شد. اوراق هرباریومی این مجموعه عکسبرداری شده و به صورت میکروفیش در بسیاری از کتابخانه های تحقیقاتی در دسترس است.

لینه نخستین کسی بود که از روش دو نامی برای نامیدن گونه ها استفاده کرد، بوهین و دیگران نیز، گرچه نه به طور مداوم، آن را به کار برده بودند. چون کتاب گونه‌های گیاهی نخستین اثری است که در آن به روش دو نامی نامگذاری شده اند، بنابر این امروزه سال ۱۷۵۳ که سال چاپ این کتاب است به عنوان نقطه آغاز نامگذاری گیاهان (به جز خزه‌ها و تعدادی از گروه‌های جلبکی) در نظر گرفته شده است. لینه در سال ۱۷۶۷ متممی به نام Mantissa Plantarum و در سال ۱۷۷۱ دومین متمم به نام Mantissa Plantarum altera را به چاپ رساند که متممی برای دومین و سومین چاپ کتاب گونه‌های گیاهی می باشند. روش لینه به سرعت در هلند و سوئد و ممالک خارج از آنها پذیرفته شد. البته در فرانسه سیستم دستگاه جنسی لینه به تایید اکثریت متخصصان تاکسونومی نرسید ولی همه آنها نام گذاری دو نامی را پذیرفتند. فلور انگلستان اثر هورسون (۱۷۶۷) نخستین اثری بود که کاملا سیستم لینه را پذیرفت.

سیستم های رده بندی طبیعی

از اواخر قرن هجدهم بیشتر گیاه شناسان معتقد شده بودند که میان گیاهان روابط طبیعی وجود دارد. چون در سیستم رده بندی لینه گروه‌های غیر مشابه در کنار یکدیگر قرار می‌گرفتند (مثل کاکتوس و گیلاس)، این فکر در مقابل سیستم رده بندی او قرار گرفت. مخالفت با این سیستم در فرانسه، که هیچ گاه سیستم لینه در آنجا به طور کامل پذیرفته نشده بود، شدت بیشتری داشت. به تدریج استفاده از صفات منفرد به منظور رده بندی گیاهان کنار گذاشته شده و سیستم های رده بندی طبیعی بر پایه صفات بیشتر که هم بازتاب روابط طبیعی میان گروه‌های گیاهی بودند و از آنها جهت شناسایی گیاهان استفاده می شد شکل گرفت. در این سیستم ها، اصل بر این است که گروه‌های وابسته به یکدیگر باید در کنار هم فهرست شوند.

میشل آدانسون Michel Adanson (۱۷۲۷ تا ۱۸۰۶)

آدانسون در پرونس به دنیا آمد ولی در نوجوانی به همراه پدر و مادرش به پاریس رفت و در آنجا تحصیلات عالی در زمینه فلسفه و علوم دینی را گذراند. به دلیل علاقه‌ای که به علوم طبیعی داشت، کلاس‌های آن را در دانشگاه رویال گذراند و با برنارد دوژوسیو آشنا شد. در ابتدا روابط آنها روابط استاد و شاگردی بود ولی بعدها روابطشان بسیار صمیمانه شد و ادانسون با طرز فکر و روش های برنارد کاملاً آشنا شد. وی در ۱۷۴۸ وقتی که بیست و یک ساله بود به سنگال رفت و شش سال سخت اما پر بار را در آفریقا گذراند و با ذخیره قابل توجهی از اطلاعات جغرافیایی ، زمین شناسی ، تاریخ طبیعی ، زبان و نیز هزاران نمونه گیاهی و جانوری باز گشت.

مواجهه او با فلور گیاهی گرمسیری که بسیار بیشتر و متنوع تر از فلور نواحی معتدل بود وی را بر آن داشت تا در سایه مطالبی که از دوژوسیو آموخته بود طبقه بندی جدیدی را پایه ریزی کند. در سال ۱۷۵۴ که از آفریقا بازگشت، برنارد دوژوسیو او را به خانه اش دعوت کرد تا با او زندگی کند. آدانسون ده سال نزد برنارد ماند تا اینکه دو برادر زاده برنارد که یکی از آنها آنتوان لوران بود از لیون نزد عموی خود آمدند. در مدت این ده سال که آدانسون با دوژوسیو هم خانه بود کتاب Familles des Plantes (1763) را نوشت. او در این کتاب روش تاکسونومیک برنارد را صریح و قاطعانه بیان کرده و آن را به طور طبیعی توجیه نمود.

آدانسون اولین کسی بود که رده بندی مصنوعی را کنار گذاشت اعلام کرد که در روش طبیعی تمام قسمت‌های یک گیاه باید مد نظر قرار گیرد. او معتقد بود که در رده بندی باید از گستره گسترده‌ای از صفات استفاده شود که در بر گیرنده کل ساختمان گیاه است و نباید به مجموعه‌ای از صفات اهمیت

بیشتری داده شود. او پذیرفت که صفات ممکن است از نظر ارزش تاکسونومیک خود متفاوت باشند. در سال های اخیر روش های آدانسون در میان متخصصان تاکسونومی عددی، که از رایانه برای تشکیل طبقه بندی مبتنی بر کلیه ویژگی های قابل اندازه گیری گیاه استفاده می کنند طرفدارانی پیدا کرده است. آدانسون در کتاب خود ۵۸ تیره گیاهی را مشخص کرد که بسیاری از آنها با تیره های امروزی همخوانی دارد.

لامارک J. B. P. De Lamarck (۱۷۴۴ تا ۱۸۲۹)

شهرت لامارک بیشتر به دلیل نظریه تکاملی معروف به لامارکیسم می باشد. او می گفت ویژگی‌هایی به ارث می رسد که در طول زندگی یک موجود کسب می شود. آثار تاکسونومیکی او شامل فلور فرانسه (۱۷۷۸) و بخش گیاهیEncyclopedie Methodique (۱۷۸۳ تا ۱۷۹۳) نوشته پانکوک می باشد. شهرت تاکسونومیکی لامارک ناشی از سیستم رده بندی او نیست چرا که او از سیستم دوژوسیو پیروی کرده است بلکه کار مهم او ارائه روش تحلیلی برای تشخیص گیاهان، مشابه کلیدهای دو شاخه‌ای فلورهای جدید بود.

خانواده دوژوسیو De Jussieu

لوران دوژوسیو (۱۶۵۱ تا ۱۷۱۸) داروساز فرانسوی بود که سه پسر او به نام های آنتوآن (۱۶۸۶ تا ۱۷۵۸) ، برنارد (۱۶۹۹ تا ۱۷۷۷) و ژوزف (۱۷۰۴ تا ۱۷۷۹) همگی گیاه شناس شدند. آنتوآن و برنارد تحت نظر استاد فرانسوی، پیر ماگنول Piere Magnol (۱۶۳۸ تا ۱۷۱۵)، در دانشگاه مونت پلیه، به فرا گیری گیاه شناسی پرداختند. پس از چندی آنتوان به جای تورنفورت، رئیس باغ گیاهان پاریس شد و برنارد را به عنوان کارمند باغ استخدام کرد. بعدها برنارد باغ گیاه شناسی سلطنتی ورسای را بینان گذاشت. ژوزف نیز به سیاحت پرداخت و گیاهان آمریکای جنوبی را جمع آوری کرد. اندکی قبل از انقلاب کبیر فرانسه تصمیم گرفته شد که باغ گیاهان را بر اساس سیستم لینه ای تنظیم کنند از آنجا که برنارد دوژوسیو احساس می کرد به کار گیری این سیستم گیاهان نا مشابه را در کنار یکدیگر قرار می دهد، به مخالفت با این طرح برخاست و در ۱۷۵۹ گیاهان باغ ورسای را به این صورت رده بندی نمود:

- گیاهان گل دار را بر پایه تک لپه ایها و دو لپه ایها، موقعیت تخمدان، وجود یا عدم وجود جام و پیوسته یا جدا بودن گلبرگ‌ها تقسیم نمود ولی نظام رده بندی خود را منتشر نکرد.

در سال ۱۷۶۳، آنتوان لوران، برادر زاده برنارد به او پیوست و شروع به رده بندی طبیعی گیاهان باغ ورسای کرد. در سال ۱۷۸۹، طی انقلاب کبیر فرانسه آنتوآن لوران اثر خود Genera Plantarum را که حاصل تجربیاتش در منظم کردن باغ ورسای بود، منتشر کرد. انتشار این کتاب موجب استقبال زیاد از نظریه سیستم‌های طبیعی شد وی در این کتاب گیاهان را به سه گروه بی لپه ها (شامل نها نزادان و برخی تک لپه ایهای شناخته)، تک لپه‌ای‌ها و دو لپه‌ای‌ها (شامل دو لپه‌ای‌ها و بازدانگان) تقسیم کرد. وی این سه گروه را به ۱۵ رده و رده‌ها را به ۱۰۰ راسته تقسیم کرده است. عده‌ای از این راسته ها معادل تیره‌های امروزی می باشند. سیستم رده بندی دوژوسیو زیر بنای سیستم‌های رده بندی طبیعی به شمار می‌آید. وی علاوه بر تالیفات مهم خود در سال ۱۷۹۳ موزه تاریخ طبیعی پاریس را بنیان گذاشت. او در سال ۱۸۲۶ از مقام استادی خود به نفع پسرش آدرین دوژوسیو (۱۷۹۷ تا ۱۸۵۳) استعفا کرد.

De Jussieu system:

the **de Jussieu System** recognises as the main groups:

- **I. Acotyledones**

Classes: 1, with as families: *Fungi*, *Algae*, *Hepaticae*, *Musci*, *Filices*, *Najades*

- **II. Monocotyledones**

Classes: 2-4

- **III. Dicotyledones**

A. Monoclinae

a) Apetalae

Classes: 5-7

b) Monopetalae

Classes: 8-11

c) Polypetalae

Classes: 12-14

B. Diclinae

Classes: 15

خانواده دو کاندولDe Candolle

سه نسل از دو کاندول خدمات ارزنده‌ای به رده بندی گیاهان کرده‌اند. اولین گیاه شناس از این خانواده بزرگ اگوستین پرایوس دوکاندول بود وی در ۴ فوریه ۱۷۷۸ در شهر ژنو متولد شد. او فرزند یک خانواده اصیل و اهل پرونس بود که شکنجه-های مذهبی، والدینش را مجبور به مهاجرت از زادگاهشان در اواسط قرن شانزدهم کرده بود. هر چند او پسر ناتوان و مریض احوالی بود، لیکن علاقه بسیاری به مطالعه داشت. او تحصیلات عالی خود را در دانشگاه ژنو آغاز کرد . ووشر (J. P. E. Vaucher) که در این دانشگاه تدریس می‌کرد، اولین کسی بود که او را تشویق کرد که علوم گیاهی را به عنوان حرفه اصلی‌اش در زندگی انتخاب کند. او در سال ۱۷۹۶ به پاریس رفت. اولین نوشته‌های او تحت نام Plantarum historia succulentarum (1799) ، در ۴ جلد و Astragalogia (1802 توجه لامارک که فلور فرانسه بود، را به او جلب کرد. بعدها لامارک چاپ سوم کتاب فلور فرانسه را به او واگذار کرد و او نیز به عنوان مقدمه این کار Principes elementaires de botanique را که شامل شرح اصول او در طبقه بندی بر پایه روش طبیعی و نه روش مصنوعی لینه بود به چاپ رساند. در سال ۱۸۰۴ درجه دکتری در پزشکی را از دانشکده پاریس گرفت و کتاب Essai sur les proprietes medicales des plantes و بلا فاصله پس از آن در سال ۱۸۰۶ کتاب Synopsis plantarum in flora Gallica descriptarum را منتشر کرد . وی به در خواست دولت فرانسه تابستان شش سال بعد را به تهیه نقشه گیاه شناسی و کشاورزی سر تا سر کشور پرداخت که نتیجه آن در سال ۱۸۱۳ منتشر شد.

در سال ۱۸۰۷، استاد گیاه شناسی در دانشکده پزشکی دانشگاه مونت پلیه و در سال ۱۸۱۰ کرسی جدید گیاه شناسی را در دانشکده علوم همان دانشگاه کسب کرد. او پس از چاپ کتاب Theorie elementaire de bitanique در سال ۱۸۱۳ در شهر مونت پلیه، در سال ۱۸۱۶ به ژنو رفت و سال بعد توسط دولت سوئیس از وی دعوت شد تا کرسی جدید تاریخ طبیعی را بپذیرد. باقی عمر او صرف تکمیل سیستم رده بندی طبیعی اش شد. نتایج تلاش های او ابتدا در Regni vegetabilis Systema naturalsچاپ شد، ولی تنها دو جلد آن تا سال ۱۸۲۱ کامل شد و وقتی که دوکاندول متوجه شد اتمام این کار در این مقیاس بزرگ برای او غیر ممکن است شروع به نگارش کتابی با همان مضمون ولی در مقیاس کوچکتر به نامProdromus systemis naturalis regni نمود اما حتی این کار را نیز نتوانست به اتمام برساند و تنها ۷ جلد از آن را نوشت. این اثر که در واقع کوششی به منظور رده بندی و توصیف تمام گونه های شناخته شده گیاهان آوندی است، گرچه هرگز به پایان نرسید، تنها بررسی انجام شده موجود روی برخی گروه های گیاهی است. در این کتاب تمامی گیاهان به دو گروه

تک لپه و دو لپه تقسیم شدند. تک لپه ای‌ها بررسی نشدند ولی دو لپه ایها با ۵۸۰۰۰ گونه در ۱۶۱ خانواده گنجانده شدند، دوکاندول بازدانگان را در میان دو لپه ایهای واجد گل آذین شاتون قرار داد و سرخس هارا نیز هم ردیف تک لپه ای‌ها قرار داد. وی دو لپه ای‌ها را بر حسب وضعیت جام گل تقسیم بندی کرده و این گروه را با خانواده Ranunculaceae شروع کرد. او به مدت چند سال بیمار بود و عاقبت در ۹ سپتامبر در شهر ژنو در گذشت و نگارش ۱۰ جلد بعدی Prodromus زیر نظر گروهی دیگر از متخصصان صورت گرفت. این مجموعه را به تدریج تا سال ۱۸۷۳ پسرش آلفونز (۱۸۰۶ تا ۱۸۹۳) منتشر کرد. سیستم رده بندی دوکاندول به شرح زیر است:

De Candolle system

The system recognises the following groups of vascular plants:

- classis I. **DICOTYLEDONEÆ**
  subclassis 1. **THALAMIFLORÆ**
  subclassis 2. **CALYCIFLORÆ**
  subclassis 3. **COROLLIFLORÆ**
  subclassis 4. **MONOCHLAMYDEÆ**
- classis II. **MONOCOTYLEDONEÆ**

جان لیندلی John Lindley (۱۷۹۹ تا ۱۸۶۵)

جان لیندی در انگلستان متولد شد. پدرش لیندلی، نویسنده کتاب «راهنمای باغ میوه و سبزی» یک قلمستان داشت. اولین نوشته جان در ۱۸۱۹ چاپ شد که ترجمه کتاب Analyse de fruit نوشته ال. سی . ام . ریچارد بود. در سال ۱۸۲۰ کتاب Monographia Rosarum را شامل شرح گونه‌های جدید و طراحی‌هایی از گیاهان که خود او آنها را کشیده بود، منتشر ساخت و در ۱۸۲۱ با نگارشMonographia Digitalium و مشاهداتش روی Pomaceae عضو انجمن لینه شد. ولی بعدها استاد گیاه شناسی در دانشگاه لندن شد. وی به نظام رده بندی آنتوان لوران دوژوسیو اعتقاد داشت و سیستم رده بندی طبیعی کامل‌تری از خود ارائه داد. نظام او به زبان انگلیسی منتشر شده بود با سرعت در انگلستان و آمریکا رواج یافت.

سایر تالیفات جان لیندلی John Lindley

-An outline of the first principles of horticulture (1832)

-An outline of the structure and physiology of Qlants (1832)

-Nixus plantarum (1836)

-A natural system of botany (1836)

- The fossil flora of great Britain (with William hutton 1831 – 1837)

-Flora medica (1838)

-Theory of horticulture (1840)

-The vegetable kingdom (1846)

-Folia Orchidaceae (1852)

-Descriptive botany (1858)

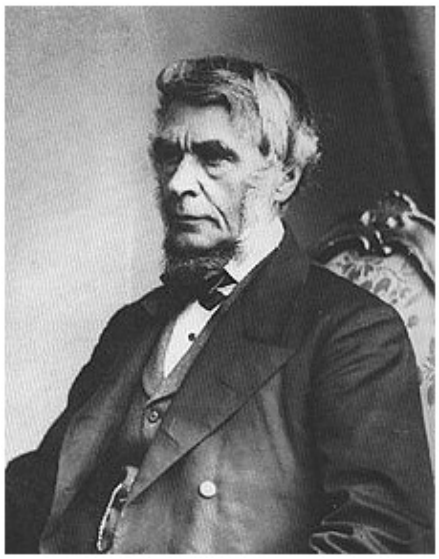
اند لیشر Stephan Ladislaus Endlicher (۱۸۰۵ تا ۱۸۴۹)

اندلیشر، گیاه شناس اتریشی در سال ۱۸۰۴ استاد و راهنمای باغ گیاه شناسی وین شد و نظام طبقه بندی او که بالغ بر ۶۸۰۰ جنس گیاهی را در بر می گرفت یک سیستم طبقه بندی طبیعی بود که در کتاب وی با عنوان Genera Plantarum منتشر شد. او سلسله گیاهان را به دو گروه تالوفیتا شامل جلبک‌ها و قارچ‌ها و کورموفیتا شامل خزه‌ها ، سرخس‌ها و گیاهان دانه دار تقسیم کرد. وی دو لپه‌ای‌ها را با گروه بدون گلبرگ آغاز نمود. سیستم رده بندی اند لیشر در اروپا رواج یافت ولی گیاه شناسان انگلیسی و آمریکایی آن را به کار نبردند. از سایر تالیفات او می توان Synopsis Goniferarum (۱۸۰۱ تا ۱۸۷۶) را نام برد. او تعداد زیادی جنس جدید از جمله جنس سکویا را کشف کرد. جنس Endlicheria از خانواده Lauraceae به افتخار او نام گذاری شده است.

برونگنیارت A. T. Brongniart (۱۸۰۱ تا ۱۸۷۶)

برونگنیارت در سال ۱۸۴۳ از تقسیم گیاهان به دو گروه نهانزادان یا گیاهان بدون بذر (کریپتو گام) و پیدا زادان یا گیاهان واجد بذر (فانروگام) پشتیبانی کرد. وی همچنین با مقایسه دقیق گیاهان زنده و نمونه های سنگواره‌ای در کتابHistoire des vegtaux Fossiles، جنبه‌ای با اهمیت از سیستماتیک گیاهی جدید را پیشنهاد کرد. وی برای اولین بار از آناتومی به عنوان یک صفت تشخیصی (diagnostic) استفاده کرد.

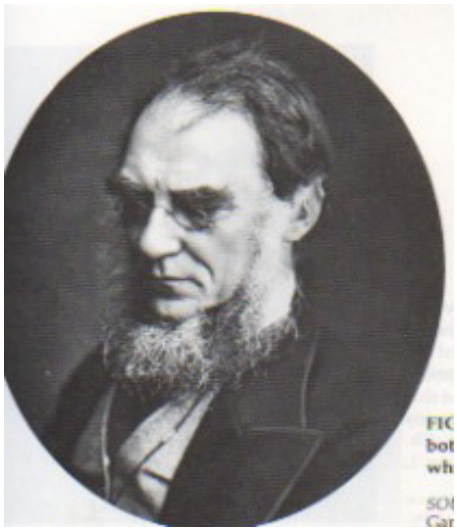
جرج بنتام George Bentham (۱۸۰۰ تا ۱۸۸۴)



جرج بنتام در ۲۲ سپتامبر ۱۸۰۰ به دنیا آمد. وی یک گیاه شناس انگلیسی بود و یکی از بزرگترین گیاه شناسان قرن ۱۹ به حساب می آید. او تحصیلات مدرسه‌ای و دانشگاهی نداشت ولی در همان سنین کودکی توان تمرکز و توجه به هر موضوعی که او را احاطه می‌کرد را فرا گرفت. او همچنین استعداد قابل ملاحظه‌ای در زبان آموزی داشت به طوریکه در هفت سالگی می‌توانست به زبان های فرانسوی، آلمانی و روسی صحبت کند. وی پس از مدت کوتاهی زبان سوئدی و عربی را نیز فرا گرفت. او به طور تصادفی با یکی از نسخه‌های فلور فرانسه نوشته دوکاندول برخورد و از جدول تحلیل آن در شناسایی گیاهان خوشش آمد. او این جدول را روی اولین گیاهی که دید امتحان کرد. نتیجه موفقیت آمیز بود و بعد از آن او این روش را برای هر گیاهی که به آن برخورد به کار برد.

او در سال ۱۸۳۶، Labiatum genera et species را منتشر کرد. برای نگارش این اثر وی از همه هرباریوم‌های اروپا طی سال های ۱۸۳۰ تا ۱۸۳۴ دیدن کرد، حتی بعضی از آن‌ها را چند بار مورد بررسی قرار داد. وی چند سال بعد در امر تکمیل prodromus نوشته دوکاندول شرکت نمود. وی در سال ۱۸۴۱Flora Hongkongensis را نوشت که اولین کار جامع روی فلور هنگ کنگ بود. سپسFlora Australiensis را در هفت جلد و در سال‌های ۱۸۶۳ تا ۱۸۷۸ نگاشت. بزرگترین اثر بنتام کتاب Genera plantarum است که در سال های ۱۸۲۶ تا ۱۸۸۳ و با همکاری ژوزف دالتون

هوکر (۱۸۱۷-۱۸۱۹ تصویر پایین) نگاشته شده است. هوکر در Halesworth متولد شد. او پسر دوم گیاه شناس مشهور Sri William Jackson Hooker بود. سیستم رده بندی بنتام و هوکر به شرح زیر می باشد.



Bentham & Hooker system
The system recognises the following main groups:

- **DICOTYLEDONUM POLYPETALARUM**
  Series 1. THALAMIFLORÆ
  Series 2. DISCIFLORÆ
  Series 3. CALYCIFLORÆ
- **DICOTYLEDONES GAMOPETALÆ**
  Series 1. INFERÆ
  Series 2. HETEROMERÆ
  Series 3. BICARPELLATÆ
- **DICOTYLEDONES MONOCHLAMIDEÆ**
- **GYMNOSPERMEÆ**
- **MONOCOTYLEDONES**

ایشلر August W. Eichler (۱۸۳۹-۱۸۸۷)

ایشلر گیاه شناس آلمانی بود که سیستم‌های رده بندی قبلی را برای نشان دادن انعکاسی از روابط بین گیاهان تغییر داد. سلسله گیاهان به وسیله او به دو گروه گیاهان بدون گل (Cryptogame) و گیاهان گلدار (Phanerogame) تقسیم شدند. سیستم ایشلر اولین سیستمی بود که مفهوم تکمل را پذیرفته است و بنابراین سیستم او اولین سیستم فیلوژنتیک بود. همچنین ایشلر تاکسونومیستی بود که سیستمش پایه‌ای برای سیستم انگلر Engler بود و به طور وسیعی (اغلب در اروپا) مورد پذیرش قرار گرفت. او در دانشگاه Marbug آلمان تحصیل کرد و در سال ۱۸۷۱ استاد گیاه شناسی دانشگاه Graz شد.

Eichler system

According to Oudemans (1896) it is comprised of the following groups:

- A. *Cryptogamae*
  - phylum I. *Thallophyta*
    - classis I. *Algae*
    - classis II. *Fungi*
    - classis III. *Lichenes*
  - phylum II. *Bryophyta*
    - classis I. *Hepaticae*
    - classis II. *Musci*
  - phylum III. *Pteridophyta*
    - classis I. *Equisetinae*
    - classis II. *Lycopodinae*
    - classis III. *Filicinae*
- B. *Phanerogamae*
  - phylum I. *Gymnospermae*
  - phylum II. *Angiospermae*
    - classis I. *Monocotyleae*
    - classis II. *Dicotyleae*
      - subclassis I. *Choripetalae*
      - subclassis II. *Sympetalae*

آدولف انگلر Adolf Engler (۱۸۴۴-۱۹۳۰)

انگلر گیاه شناس آلمانی بود که به خاطر کارهایش در زمینه تاکسونومی و جغرافیای گیاهی مشهور است. حتی امروزه سیستم طبقه بندی گیاهی او(Engler system) به وسیله تعدادی از هرباریوم‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. او مدال لینه‌ای را در سال ۱۹۱۳ دریافت کرد. انجمن بین المللی تاکسونومی گیاهی(IAPT) در سال ۱۹۸۶ مدال انگلر به افتخار او بنیانگذاری کرد. ژورنال Engler (ISSN 0170-4818) به وسیله باغ گیاه شناسی Berlin-Dahlem بعد از مرگ او منتشر گردید. تعدادی از جنس‌ها (در گروه‌های مختلف گیاهی) مثل Englerastrum, Engrella, Engleria, Englerina, Fnglerocharis,Englerodaphne, Englerodendron, Englerophytum به افتخار او نامگذاری شده اند. در کنار کار مهم او در زمینه تاکسونومی عمومی گیاهی، همچنین در برخی تاکسون-ها نظیر Saxfraga, Araceae, Bruseraceae مهارت داشت. انگلر با چندین گیاه شناس بزرگ دیگر از جمله Alphons de Candoll (در تهیه مونوگراف گیاهان گلدار) و نیز C.F.P. von Martius (فلور برزیل) همکاری داشت. او یکی از پیشگامان علم جغرافیای گیاهی بود و نواحی بیوجغرافیایی را در سال ۱۸۷۹ تعریف کرد.

کارهای انگلر

ژورنال های Botanische Jahrbucher fur Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie که از سال ۱۸۸۱ تا امروز انتشارشان ادامه دارد.

Di naturlichen Pflanzenfamilien (با همکاری Prantl، 1887-1915).

Das Planzenreich (1900 -1968) با همکاری تعدادی از گیاه شناسان.

Vegetation der Erde 1896 with O. Drude

Di pflanzenwelt Ost-Afrikan under nachbarggebiete, 1895

پرانتل Anton Eugen Prantl (۱۸۹۳-۱۸۴۹)

گیاه شناس آلمانی که در سال ۱۸۷۰ با پایان نامه‌ای در زمینه فیزیولوژی گیاهی فارغ التحصیل شد، او با Nageli و Sachs کار می‌کرد. در سال ۱۸۷۷ استاد "انستیتو آموزشی جنگل" در Aschaffenburg شد و در سال ۱۸۸۹ به دانشگاه Brelun منتقل شد. پرانتل به طور خاص روی Cryptogames کار می‌کرد. کارهای پرانتل شامل موارد زیر می باشد.

- -lehrbuch der botanic(Text book of botany), 7Eds.,1887
- -Untersuchungen zur Morphologie der CefaBkryptogamen (Studies morphology of the Vascular Cryptogame),1875-1881
- -Exkursionsflora fur das Konigreich Bayern (Flora of the excurision to the Bavaria kingdom), 1884.
- -Karl prantl and Adolf Engler (editors): Die naturlichen Pflanzenfamilien(the natural plant families), since 1887.

چارلز بسی Charls Edwin Bessey (۱۹۱۵-۱۸۴۵)

بسی یک گیاه شناس امریکایی بود که در Milton به دنیا آمد. او در سال ۱۸۶۹ از کالج کشاورزی میشیگان فارغ التحصیل شد. از سال ۱۸۷۰ استاد گیاه شناسی Iowa Agricalture College شد. او تاکسون های گیاهان گلدار را با تمرکز بر روی اشتقاق تکاملی اشکال ابتدایی مرتب سازی کرد.

انتشارات Bessey :

-The Geography of Iowa(1876)
-Botany for High School and Colleges(1880)
-The Essentials of Botany(1884)
-Elementary Botany(1904)
-Plant Migration Studies(1905)
-Synopsis of Plant Phyla(1907)
-Outlines of Plant Phyla(1909)
- New Elementary Agricalture(written with other, 1911)

هاچینسون John Hutchinson (۱۹۷۲-۱۸۸۴)

گیاه شناس بریتانیایی بود که از سال۱۹۰۴ تا ۱۹۴۸ در باغ گیاه شناسی سلطنتی کیو فعالیت می کرد. او در سال۱۹۴۷ به عنوان یکی از اعضای Royal Society انتخاب شد.

- آثار :

- -Common Wild Flowers(1945)
- -More Common Flowers(1948)
- -Uncommon Wild Flowers(1945)

آرمن تختجان Armen Takhtajan (۱۹۱۰)

تختجان یکی از گیاه شناسان اتحاد جماهیر شوروی و از مهمترین شکل دهندگان تکامل، سیستماتیک و جغرافیای گیاهی قرن ۲۰ است. سایر علاقمندی‌های او در زمینه‌های مورفولوژی گیاهان گلدار، پالئوبوتانی و فلور قفقاز می باشد. تختجان در انستیتو گیاه شناسی Komarov در لنینگراد کار می‌کرد، جائی که او در سال ۱۹۴۰ سیستم طبقه بندی خود برای گیاهان گلدار را با توجه به روابط خویشاوندی گیاهان طراحی کرد. سیستم او برای گیاه شناسان غربی تا بعد از ۱۹۵۰ ناشناخته بود. در سال ۱۹۵۰ او همکاری خود با گیاه شناس آمریکایی آرتور

کرونکوئیست آغاز کرد. "سیستم تختجان" گیاهان گلدار را به صورت یک Division(phylum) شاخه Magnoliophyta با دو (Class) رده Magnoliopsida و Liliopsida تقسیم می کند. این دو رده به زیر رده و سپس فوق راسته، راسته و خانواده تقسیم می‌شوند. سیستم تختجان شبیه به سیستم کرونکوئیست اما با برخی پیچیدگی‌های بیشتر در سطوح بالاتر. او به خانواده‌ها و راسته های کوچکتر توجه می‌کرد تا صفات و روابط تکاملی آسان تر درک شوند. سیستم تختجان، سیستم با نفوذی است به طوریکه در جاهایی مانند "Montreal Botanical Garden" مورد استفاده قرار گرفته است. تختجان همچنین سیستمی از" نواحی فلوریستیک" را توسعه داد. او از سال ۱۹۷۱ به عنوان یکی از اعضای Russian academy of Science و نیز انجمن U. S. National Academy of Science می باشد.

آرتور کرونکوئیست Arthur Cronquist (۱۹۹۲-۱۹۱۹)

کرونکوئیست گیاه شناس امریکای شمالی بود. بیشتر شهرت او به خاطر سیستم طبقه بندی اش می باشد. کرونکوئیست همچنین یک متخصص در Compositeae بود.

-An Integrated System of Classification of Flowering Plants(1981)

-The Evolution and Classification of Flowering Plants(1st edition 1968)

دو جنس از Astraceae به افتخار او نام گذاری شده اند:

-Cronquistia R. M. King (syn. Carphochaete A. Gray)

-Cronquistionthus R. M. King & H. Rob

Angiosperm Phylogeny Group (APG) گروه فیلوژنی نهاندانگان

APG به گروه بزرگی از گیاه شناسان سیستماتیک بر می گردد که دور هم جمع شدند تا دیدگاه جامعی از تاکسونومی گیاهان گلدار ایجاد کنند که دانش جدید در سیستماتیک مولکولی روابط نهاندانگان را متاثر سازد. نتیجه این همکاری دو مقاله (۱۹۹۸)APG1، (۲۰۰۳) APG2 و (۲۰۰۹) APG3 بوده است تا نقص های موجود در طبقه بندی نهاندانکان در گذشته با توجه به تئوری های فیلوژنتیکی که بر پایه آنالیزDNA است مورد بحث قرار گیرد. اولین مقاله APG تغییر مهمی را در طبقه بندی ایجاد کرد. از آنجاییکه سیستم های طبقه بندی قدیمی توسط یک یا دو دانشمند انجام می شود در حالیکه این مقاله نتیجه اظهار نظر ۲۹ سیستماتیست بر اساس مطالعات زیادی که در زمینه فیلوژنتیک مولکولی روی نهاندانگان انجام گرفته است بود. بدین ترتیب نهاندانگان اولین گروه بزرگی از موجودات زنده هستند که

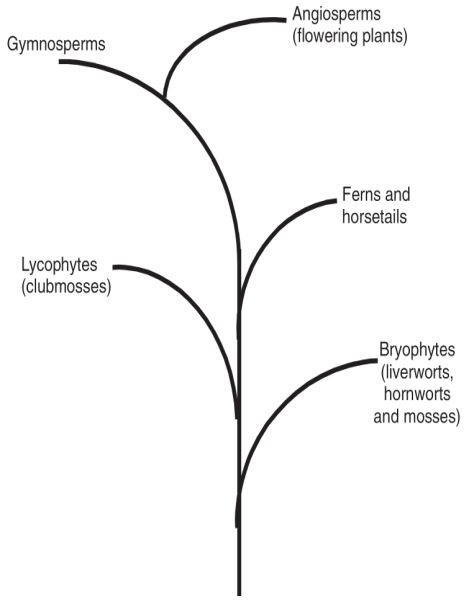
به طور وسیع و بر اساس صفات مولکولی بازآرایی سیستماتیکی شده است. گیاهان گلدار یکی از گروه های موجودات زنده هستند که طبقه بندی شان در حضور داده های مولکولی اساسا تغییر می‌کند. سیستم APG که در APG 1 ارائه شد بر پپایه دو ژن کلروپلاستی و یک ژن کد کننده ریبوزومی است. انتخاب این صفات از این اندامک ها بی دلیل نبوده و معنی دار است. در تاکسونومی جانوری به طور مشابه از ژن های میتوکندری استفاده می شود. APG2 و APG3 در حقیقت نسخه بازبینی شده APG1 می‌باشد.

فصل دوم:
مقدمه‌ای بر سیستم طبقه بندی APG

مقدمه

گیاهان برای زیستن و برآورده کردن نیاز های اساسی انسان همچون غذا و پناهگاه ضروری هستند. آن‌ها در برقراری حیات سیاره جزء اصلی بیوسفر محسوب می‌شوند. گیاهان عالی سطوح وسیعی از زیستگاه های خشکی را اشغال کرده که به سمت آب‌های شیرین و زیستگاه‌های دریایی نیز توسعه یافته اند. گیاهان گلدار مرکز توجه این تحقیق می باشد که به سرخس‌ها و دیگر گروه‌های گیاهی مرتبط هستند (شکل ۱-۲).

تنها یک چهارم از هزاران گونه ی گیاهی توصیف شده اند. تحلیل های پی در پی سبب شناسایی گونه-های جدیدی می‌شود. این نتایج ممکن است گونه‌ها را به هم متصل (lumping) و یا از هم جدا کند (Splitting). تحلیل‌ها بر مبنای داده های DNA، شواهد عینی برای چنین دوباره- طبقه بندی کردنی را فراهم می‌کند. ممکن است با استفاده از این دیدگاه‌ها روابط تکاملی استنباط شوند. تحلیل تنوع گیاهی در سطوح تاکسونومیک بالا، روابط ژنتیکی گروه‌های مختلف گیاهی را مشخص می کند. خانواده (Family) مفیدترین و مهم‌ترین سطوح این طبقه بندی‌ها است. دانش روابط تکاملی مدیریت جمعیت-های گیاهی را تضمین می‌کند این جمعیت‌های گیاهی سبب هدایت تکامل گیاهی موثر، تنوع گیاهی در دوره طولانی و حفظ بقاء می‌شوند. استفاده از تحلیل‌های DNA اطمینان و احتمالاً پایداری چنین طبقه بندی هایی را بهبود می‌بخشد.



شکل ۱-۲ روابط فیلوژنی بین گیاهان عالی (Henry, 2005).

روابط بین خانواده‌های گیاهان گلدار

در ۱۰ سال گذشته پیشرفت‌های زیادی در زمینه ی طبقه بندی نهاندانگان رخ داده است و منبع جدیدی از اطلاعات و همچنین دیدگاه های نو در جابجایی داده های سیستماتیک ایجاد کرده است.

قبل از طبقه بندی APG (1998) ، فرایند تعیین روابط در باتلاق استفاده از داده های مورفولوژی ناخالص و به طور وسیعی درک ذهنی این که کدام کارکتر باید تایید بشود (به طور موثر روش وزن دادن کارکتر) فرورفته بود. ویژگی‌های مورفولوژی و نشان‌های غیرمولکولی (مثل تکوین، مسیر های بیوسنتزی و فیزیولوژی) در مطالعات با ارزش هستند ولی استفاده‌ی آن‌ها در تحلیل های فیلوژنی به وسیله اطلاعات پیشین محققین به دلیل پیچیدگی‌ها و پایه‌های ژنتیکی ناشناخته تقریبا محدود می‌شود. به وضوح روشن شده است مورفولوژی و دیگر داده‌های فنوتیپی برای مطالعات فیلوژنتیک مناسب نیستند (Chase et al., 2000). اما در عوض باید در روشن سازی درخت‌های فیلوژنی ساخته شده توسط داده های DNA (ترجیحا توالی های DNA) تفسیر شوند. فرم‌های دیگر داده‌های DNA (ترتیب های ژنی و محدودگر های اندونوکلئازی) همانند داده‌های مورفولوژی از این قائده مستثنی نیستد و باید از تحلیل های فیلوژنی حذف شوند.

قبل از APG (1998) یک طبقه بندی مشخص از نهاندنگان و پذیرفته شده برای عموم وجود نداشت. به دلیل آن که انواع متفاوتی از داده‌ها برای یک طبقه بندی استفاده می‌شد و در عوض طبقه بندی‌ها در اختیار یک مولف برپا می‌شد. انتخاب طبقه بندی‌هایی که به طور همزمان وجود داشتند بستگی به میزان وسعت منطقه جغرافیایی داشت. به طور مثال در امریکا سیستم Cronquist (1981) حکمفرما بود. در حالی که در اروپا Dahlgern (1980) یا Takhtajan (1997) به مقدار نسبتا زیادی استفاده می‌شد. به طور کلی در بیشتر موارد این سیستم ها با هم موافقت داشتند اما در نکات زیادی نیز مخالف هم بودند. به عنوان مثال در روابط بعضی از بزرگترین خانواده‌ها مثل Asteraceae، Fabaceae، Orchidaceae و Poaceae اختلاف نظر داشتند. زمانی که تلاش کردند که چرا این اختلافات وجود دارد، مشخص شد که مولفین این طبقه بندی‌ها از داده های مشابه‌ای استفاده می‌کردند اما تفسیر آن‌ها باهم متفاوت بود مخصوصاً در تشخیص ذاتی این که کدام یک از کارکترها حاوی اطلاعات بیشتری و مفیدتری هست.

موضوع رتبه‌ها و اختیارات

اختلافات دیگری که بر پایه اطلاعات مورفولوژی بین طبقه بندی‌ها (به طور مثال Cronquist, 1981; Thorne, 1992; Takhtajan, 1997) وجود داشت رتبه های سلسله مراتبی متفاوتی بود که به یک

گروه از تاکسا اطلاق می شد. به عنوان مثال کرونکوئیست خانواده Platanaceae (با یک جنس Platanus) را در راسته Hamamelidales، تورن در راسته Platanales و تختجان در زیر رده Platanidae قرار داد. اما در APG (1998, 2003) Platanaceae به همراه Nelumbonaceae و Proteaceae درراسته Proteals قرار گرفتند و Platanaceae به عنوان optional synonym یا سینونیم اختیاری فهرست شده است. دسته بندی تاکسون‌های منفرد در سطوح بالاتر سبب حشو در طبقه بندی می‌شود. این تاکسون‌های منفرد درسطوح بالاتر نسبت به گروه‌هایی با تاکسون‌های زیاد، حاوی اطلاعات مفید کمتری می‌باشند. همه شاخه‌ها در یک کلادوگرام نباید نامگذاری شوند و یکی کردن تا درجه نهایی سبب می‌شود که سیستم حاوی اطلاعات مفید کمتری باشد. اما خانواده‌های تک جنس مثل Platanaceae نباید به عنوان تنها جزء تشکیل دهنده یک شاخه در سطوح بالاتر باشد مگر این که چنین تاکسونی گروه خواهری یک شاخه بزرگ (تشکیل شده از چندین تاکسون) باشد.

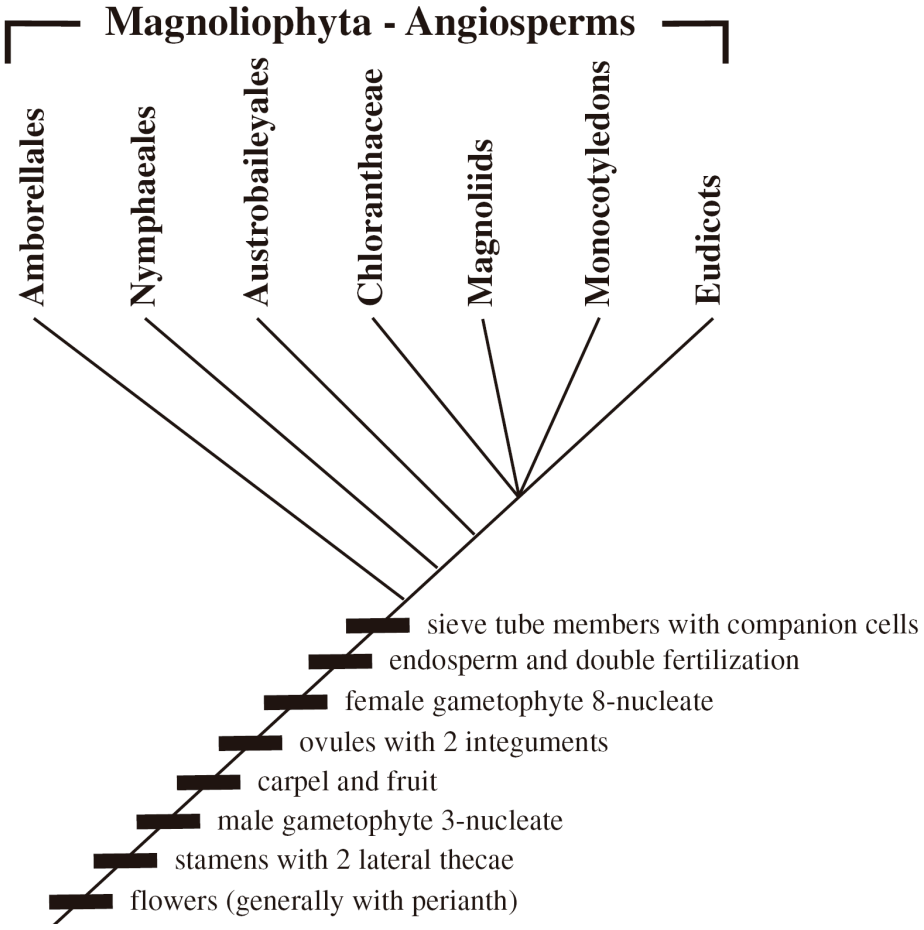
با در نظر گرفتن این ملاحظات همه‌ی سیستم‌های طبقه بندی قبل از APG 1998 تنها توسط یک مولف می‌توانستند اصلاح شوند. اگر یک مولف سیستم طبقه بندی مولف دیگر را تغییر می داد (که معمولا به عنوان پیشرفت دیده می شد) چه نتیجه ای را به عنوان طبقه بندی دومین مولف در بر داشت که تنها به عنوان تجدید نظر و اصلاح سیستم طبقه بندی اول نباشد؟. جانشینی و توالی طولانی مدت طبقه بندی‌های اصلی نهاندانگان در این حقیقت نهفته بود که این سیستم‌های طبقه بندی از یک سری فرضیه‌های قابل باطل کردن سیستم، ساخته نشده بودند. *این سیستم‌ها بی چون و چرا فرضیه های روابط بودند*. استنباط و درک ذهنی آن‌ها سبب شده بود که آن‌ها نتوانند از طریق ارزیابی داده‌های جدید پدیدار آمده، در معرض پیشرفت قرار بگیرند. تنها راه تغییرات که می‌توانست وارد بشود، تغییر ذهنیت مولف بود. بنابراین باوجود سال‌های زیادی از مطالعات دقیق و ترکیب داده‌ها، تاکسونومی گیاهی به عنوان رشته ی منسوخ دیده شد.

طبقه بندی APG مربوط به کارهای یک مولف منفرد نیست و داده ها به طور فیلوژنی تحلیل می‌شوند یعنی بدون عقاید تعصبی از این که کدام کاراکتر معتبرتر و حاوی اطلاعات مفیدتری است با این حال توالی های DNA سه بخش ژنتیکی (هسته، کلروپلاست و میتوکندری) به عنوان الگوی روابط مورد توافق قرار گرفته است (Soltis et al., 2000)، و احتمالاً یک طبقه بندی پیشگویانه‌ای را تولید می‌کند. اگر داده‌های جدیدی پدیدار شود که ثابت کند جایگاه‌های قرار گیری تاکسون‌ها نامرتبط است، سپس سیستم APG برای محاسبه داده‌های جدید اصلاح خواهد شد. نیازی برای رقابت طبقه بندی وجود ندارد به خاطر این که این سیستم باید با مطالعات و داده‌های افزون‌تر اصلاح یابد.

تکامل گیاهان گلدار

در حال حاضر گیاهان گلدار یا نهاندانگان به عنوان گروه خواهری بازدانگان در نظرگرفته می‌شوند. نهاندانگان از متنوع ترین و موفق ترین گروه های گیاهای به شمار می آیند و امروزه بیش از ۹۵ درصد کل گونه‌های گیاهی زنده کره زمین را تشکیل می‌دهند. نهاندانگان تقریباً در هر ناحیه قابل سکنی برای بشر رشد می‌کنند. آن‌ها در بیشتر های خاکی (به جزء جنگل‌های مخروطیان) و در بعضی از اکوسیستم-های آبی حضور دارند. نهاندانگان حجم وسیعی از گیاهانی را تشکیل می‌دهند که ارزش اقتصادی بالایی دارند. محصولات غذایی با ارزش در زمره این گروه قرار می‌گیرند.

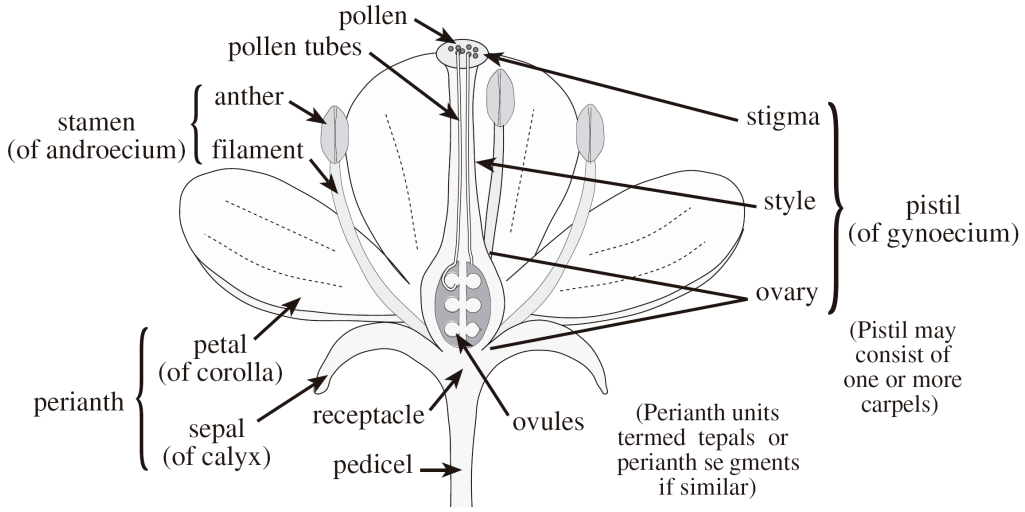
چندین آپومورفی گیاهان گلدار یا آنژیوسپرم‌ها (ماگنولیفایتا یا آنتوفایت‌ها) را از گیاهان خشکی دیگر متمایز می‌کند (شکل ۲-۲): (۱) گل، معمولا دارای پریانت یا پوشش گل پیوسته است؛ (۲) پرچم‌ها دارای ۲ کپسول یا کیسه جانبی هستد که هر کدام از ۲ میکروسپورانژیوم تشکیل شده است؛ (۳) کاهش و ایجاد گامتوفیت نر سه هسته‌ای؛ (۴) تشکیل برچه‌ها و میوه‌ها؛ (۵) وجود تخمک با دو پوشش؛ (۶) کاهش و ایجاد گامتوفیت ماده هشت هسته‌ای؛(۷) تشکیل آندوسپرم؛ و (۸) تشکیل اعضای لوله آبکش (و سلول های همراه وابسته به آن). بعضی از این ویژگی های آپومورفیک محصول یک رویداد تکاملی منحصر به فردی هستند که در اواخر تکامل در دودمان های ویژه‌ای از نهاندانگان تشکیل شده‌اند (برای اطلاعات بیشتر از آپومورفی ها به Simpson (2006) مراجعه فرمائید).



شکل ۲-۲ کلادوگرام ساده ای از نهاندانگان که آپومورفی و گروه های اصلی تاکسونومیک را نشان می دهد (APG, 2003).

شاید آشکارترین ویژگی متمایز کننده‌ی نهاندانگان ساختار گل باشد (شکل ۳-۲). گل به عنوان یک سیستم مشخص و اصلاح شده‌ی شاخه‌ای در نظر گرفته می‌شود. این سیستم شاخه‌ای دارای یک یا چندین پرچم (به مجموع آلت نر گل androecium گویند)، و/یا یک یا چندین برچه است. برچه‌ها یک یا چندین مادگی را تشکیل می‌دهند که به مجموع آلت مادگی گل gynoecium می‌گویند (بحث بعدی را ببینید). بیشتر نهانداگان دارای گل‌های دوجنسی (کامل) هستند که شامل هر دوقست یعنی پرچم‌ها و برچه‌ها هستند. اما بعضی از نهاندانگان دارای گل‌های تک جنسی (ناقص) هستند که تنها دارای پرچم‌ها یا برچه‌ها هستند. گذشته از این، بیشتر گل‌ها دارای پوشش گل (Perianth) هستند که این ساختار در حقیقت همان برگ‌های اصلاح شده در قست پایه سیستم شاخه‌ای می باشد. پوشش گل سبب حفاظت قسمت‌های دیگر در طول تکوین گل می‌شود. این ساختار بخش اصلی و جلب کننده در گرده افشانی را

تشکیل می‌دهد. پوشش گل در بیشتر گل‌ها از ۲ مجموعه مشخص تشکیل شده است. کاسه گل (calyx) در بخش خارجی و جامل گل (corolla) در بخش داخلی. کاسه گل عموماً سبز و فتوسنتز کننده است و از کاسبرگ های (Sepals) برگی شکل یا (اگر به هم متصل باشند) از لوب های کاسه گل تشکیل شده است. جام گل عموماً رنگی، خوش نما و بو دار است. این ساختار از گلبرگ‌ها (petals) یا (اگر به هم متصل باشند) از لوب های جام گل تشکیل شده است.



شکل ۳-۲. ساختار قطعات گل

سیستم طبقه بندی APG II براساس تحلیل های کلادیستیک عمدتاً با استفاده از داده های مولکولی به عنوان مثال Chase et al., 1993, 2000، Graham and Olmstead 2000، Soltis et al. 1997, 2000، Qiu et al. 2000 و Zanis et al. 2002 ویا ترکیبی از داده های مرفولوژی و مولکولی به عنوان مثال Nandi et al. 1998 پایه ریزی شده است.

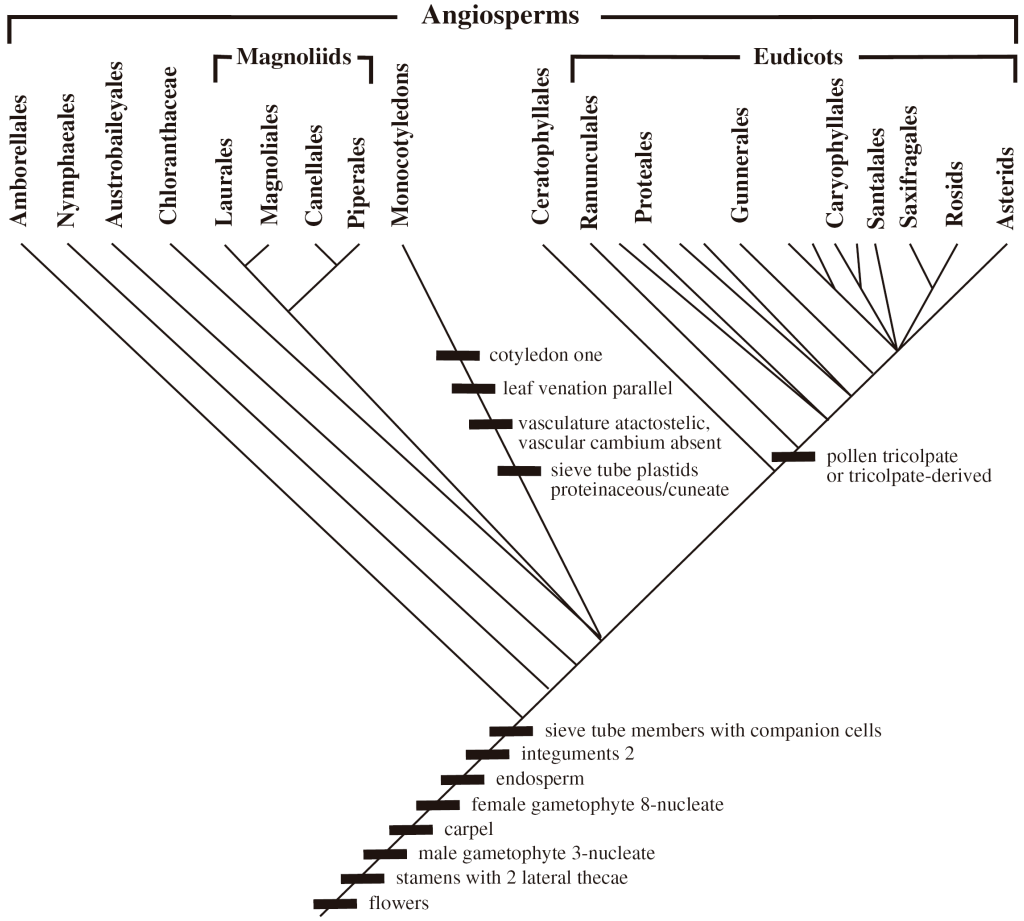
در این سیستم تلاش می شود که خانواده هایی که منوفیلتیک هستند، تشخیص داده شود. در بسیاری از موارد خانواده‌ها دوباره تعریف می‌شوند. ممکن است به دو گروه جدید شکسته شوند (به عنوان مثال خانواده سنتی Liliaceae و Scrophulariaceae) و یا به یک خانواده واحد تبدیل شوند (به عنوان مثال خانواده Bombaceae، Malvaceae ، Sterculiaceae و Tiliaceae به یک خانواده Malvaceae تبدیل شدند).

سیستم APGII درجایی که مدارک قوی پیشنهاد کند که راسته تک نیایی است، ۱ خانواده را به چندین خانواده در راسته‌ها طبقه بندی می‌کند، بنابراین هر گروه در انتها دارای پسوند ales– می‌باشد.

لازم به ذکر است که راسته‌های طراحی شده قابل مقایسه با واحدهای تکاملی نیستند و همچنین نشان دهنده‌ی یک سیستم طبقه بندی سلسله مراتبی نمی‌باشند. به عنوان مثال یک راسته ممکن است خواهر یک گروه مونوفیلتیکی باشد که خود این گروه از چندین راسته تشکیل شده است. راسته‌ها به طور ساده به عنوان گیره‌های (placeholder) مناسب برای یک یا چند خانواده هستند که تشکیل یک گروه مونوفیلتیک با اطمینان نسبتاً بالا را می‌دهند. بعضی از گروه‌های مونوفیلتیک شامل چندین راسته هستند و نام های غیر رسمی به آنها داده شده است. به عنوان مثال Magnoliids، Monocots، Eudicots، Rosids، Eurosids I و Eurosids II، Asterids و Euasterids I و Euasterids II.

روابط دقیق بین گروه‌های اصلی نهاندانگان در بعضی از قسمت‌ها نامعلوم است اما مطالعات اخیر برای تقارب خطوط شروع شده است. شکل ۴-۲ روابط فیلوژنی سطوح بالا در نهاندانگان را که از آنالیز های مختلف سیستم APGII خلاصه شده، نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که مقداری چند شاخه‌ای یا Polytomy رخ داده که تحقیقات بیشتر تعدادی از این چند شاخه‌ای ها راحل خواهد کرد. به ویژه روشن سازی پایه‌ترین شاخه‌های گیاهان گلدار که می‌تواند بینشی در تکامل نهانداگان اولیه بوجود آورد. همان طور که در شکل ۴-۲ دیده می‌شود، نهاندانگان می‌توانند به طور وسیعی به چندین گروه محدود شوند.

Amborellales، Nymphaeales، Austrobaileyales، Chloranthaceae، Magnoliids (شامل Laurales، Magnoliales، Canellales و Piperales) monocotyledons (تک لپه ای-ها یا monocots)، Ceratophylales و eudicots. گروه‌های نهاندانه به جزء eudicots به عنوان گیاهان گلدار پایه معرفی می شوند به خاطراین که آنها شامل اولین دودمانی هایی هستند که از جد مشترک نهاندانگان مشتق می‌شوند. با وجود آن همانطورکه در شکل ۴-۲ به تصویر کشیده شده، آشکار است که این یک طراحی اختیاری است زیرا بعضی از این گروه‌ها ابتدایی‌تر از eudicots نیستند.



شکل ۴-۲. روابط فیلوژنی شاخه‌های اصلی نهاندانگان بر اساس APG 2003، آپومورفی بعضی از آن‌ها نشان داده شده است.

در میان نهاندانگان گروه monocot و eudicot از تنوع گونه‌ای قابل ملاحظه ای بر خوردارند. تک لپه ای‌ها گروه بزرگی هستند و تقریباً ۲۲ درصد از نهاندانگان را تشکیل می هند. eudicots ۷۵ درصد نهاندانگان را تشکیل می‌دهند.

گروه دولپه ای‌ها Dicotyledonae، dicotyledons یا دولپه ای‌ها در گذشته به دلیل دارا بودن جنینی با دولپه تعریف شده اند. اکنون گمان می‌شود دارا بودن دو لپه یک ویژگی اجدادی برای تاکسون-های گیاهان گلدار است و یک پیشرفتگی برای هر گروه درون گیاهان گلدار محسوب نمی‌شود. بنابراین dicots (منظور همه نهاندانگان به جزء monocots) که به طور سنتی تعریف شده بودند پارافیلتیک هستند و نباید به عنوان واحد تاکسونومی رسمی درنظر گرفته بشوند.

راسته Amborellales

این راسته شامل ۱ خانواده و ۱ گونه است. خانواده Amborellaceae در بیشتر مطالعات مولکولی به عنوان ابتدائی‌ترین گروه نهاندانگان در نظر گرفته می‌شود. اگرچه بعضی از مطالعات پیشنهاد می‌کند که Amborellaceae به همراه Nymphaeacae خواهر بقیه نهاندانگان هستند.

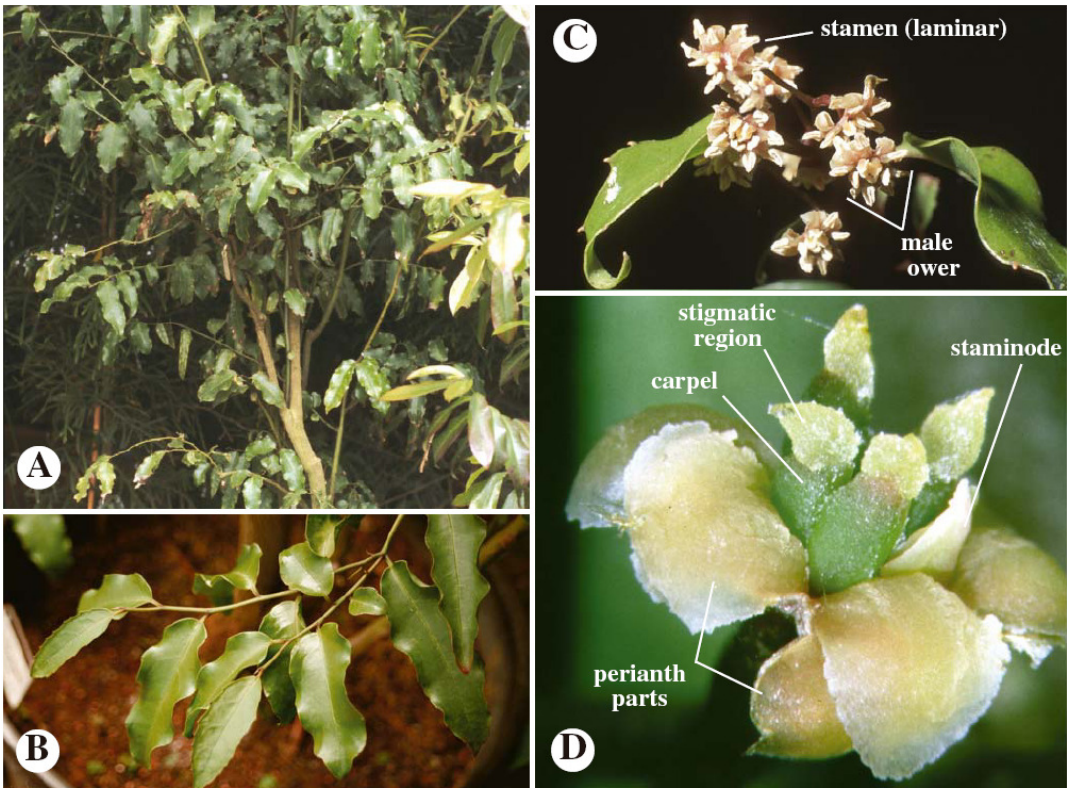
برای مطالعه ی روابط *Amborella* در میان نهاندانگان به منابع زیر مراجعه فرمائید:

Graham and ،Qiu et al. (1999, 2000) ،Mathews and Donoghue (1999, 2000)
Zanis et ،Barkman et al. (2000) ،Parkinson et al. (1999) ،Olmstead (2000a,b)
. Borsch et al. (2003)و al. ا(2002)

و برای مطالعه تکامل صفات در نهاندنگان پایه به Doyle and Endress (2000) و Zanis et al. (2003)ا مراجعه فرمائید.

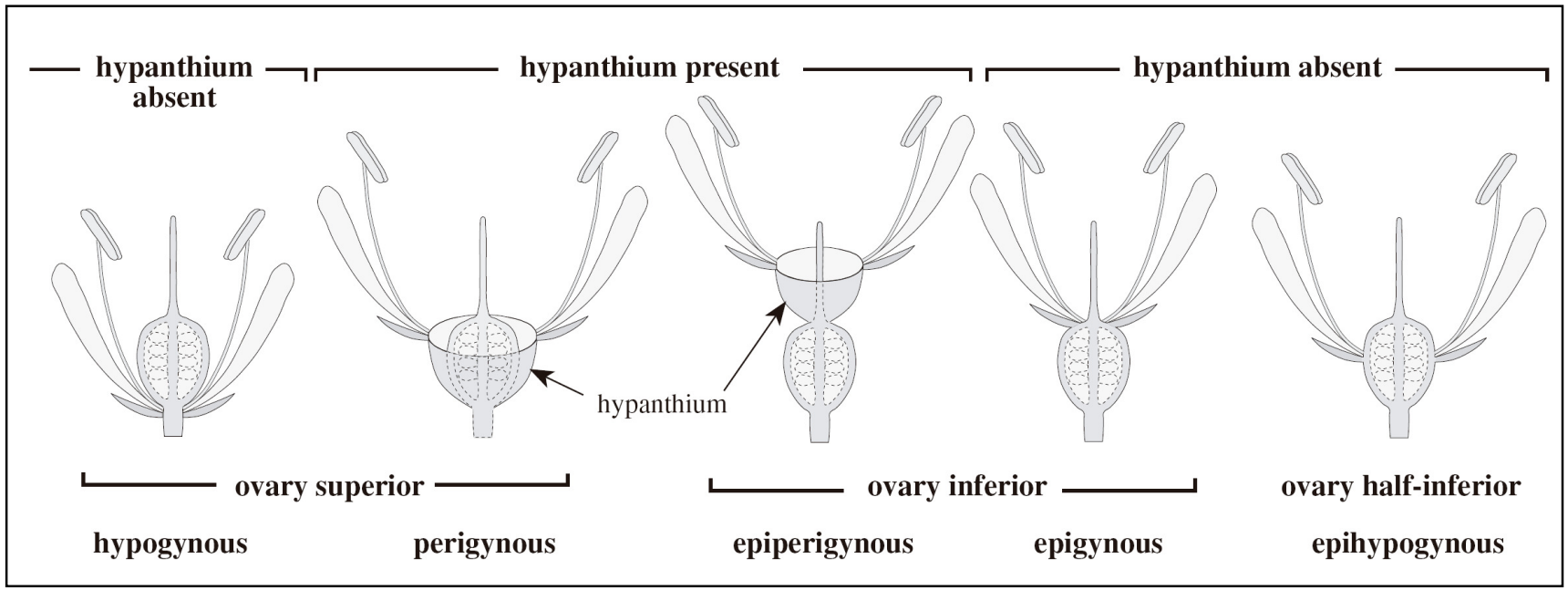
عدم وجود وسل در راسته Amborellales (که عدم آن به ندرت در نهاندانگان وجود دارد) احتمالاً وضعیت اجدادی آن را نشان می‌دهد. این راسته فاقد سلول های اتری و خوشبو می‌باشد درصورتی که گروه‌های ابتدایی دیگر دارای این مواد معطر هستند.

خانواده Amborellaceae تنها دارای یک گونه با نام *Amborella trichopoda* می باشد (شکل ۵-۲). گیاهی ۲ پایه، درختچه‌ای گرمسیری، برگ‌ها متناوب، آرایش برگ مارپیچی تا دو ردیفی، برگ‌ها غیر منقسم، بدون گوشوارک، گل آزین گرزن جانبی. گل ها تک جنسی، منظم، تخمدان زبرین و حالت hypogenous به سمت perigynous را نشان می دهد (شکل ۶-۲). پوشش گل ۵ تا ۸ قسمتی (فاقد جام گل و کاسه مشخصی است)، مارپیچی، قطعات پوشش گل به طور مشخص در پایین به هم متصل شده‌اند. برچم‌ها در گل‌های نر فراوان و همچنین اندکی حالت لامینار یا ورقه‌ای نازک دارند. مادگی در گل‌های ماده جدا برچه، شامل ۵ تا ۶ تخمدان زبرین که در راس باز هستند. جفت بندی از نوع مارجینال یا حاشیه‌ای. تخمک منفرد در هر مادگی. میوه شامل شفت‌های به هم متصل یا drupecetum هستند (شکل ۷-۲). وسل و سلول های روغنی اتری در این گونه وجود ندارد. این گونه تنها بومی New Caledonia است. این گونه اهمیت اقتصادی ندارد و تنها به خاطر موقعیت پایه در نهاندانگان به صورت زراعی کاشته می‌شود. برای مطالعه ساختار جمعیتی و زیست شناسی گل در جنس *Amborella* می-توان به Thien et al. 2003 مراجعه نمود.

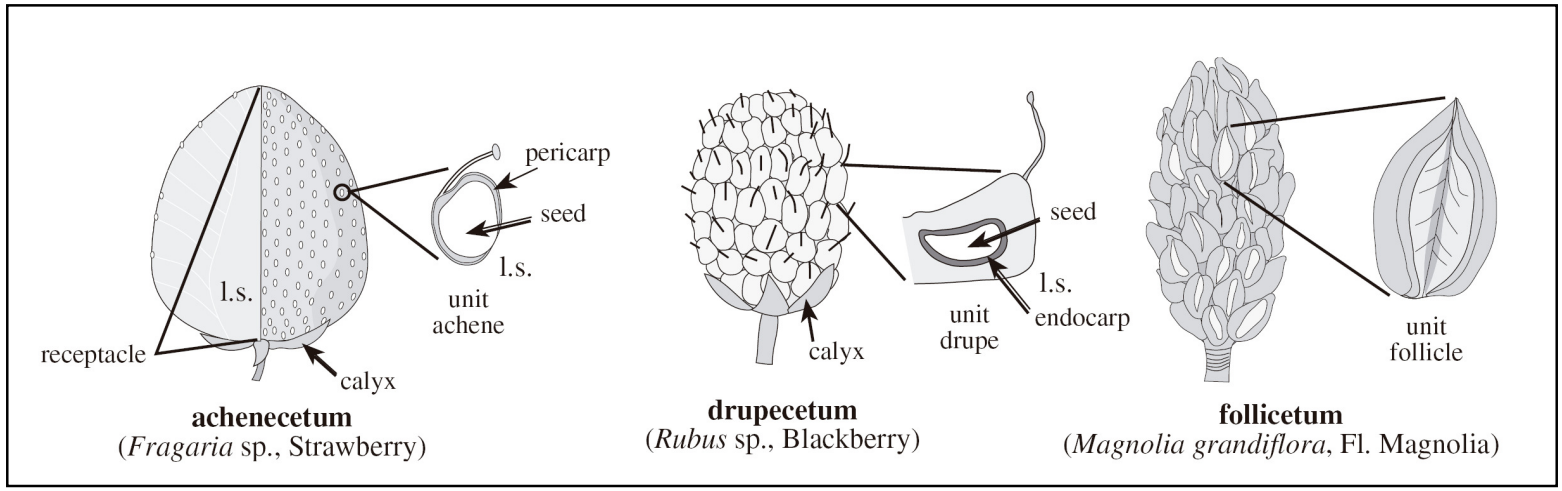


شکل ۵-۲. Amborellaceae . Amborellales، *Amborella trichopoda* (A) **کل گیاه در مزرعه؛** (B) **نمای نزدیک از برگ‌ها؛** (C) **گل‌های نر، حالت ورقه‌ای پرچم‌ها را نشان می‌دهد؛** (D) **نمای نزدیک از گل‌های ماده، حالت مارپیچی پوشش گل و جدا برچه‌ای را نشان می‌دهد.**

.



شکل ۶-۲. موقعیت تخمدان، پوشش گل و پرچم‌ها. خانواده Amborellaceae واجد تخمدان زبرین می باشد.



شکل ۷-۲ میوه ها: از نوع میوه‌های به هم پیوسته. میوه خانواده Amborellaceae **واجد شفت‌های به هم پیوسته می‌باشد؛** l.s.: **برش طولی.**

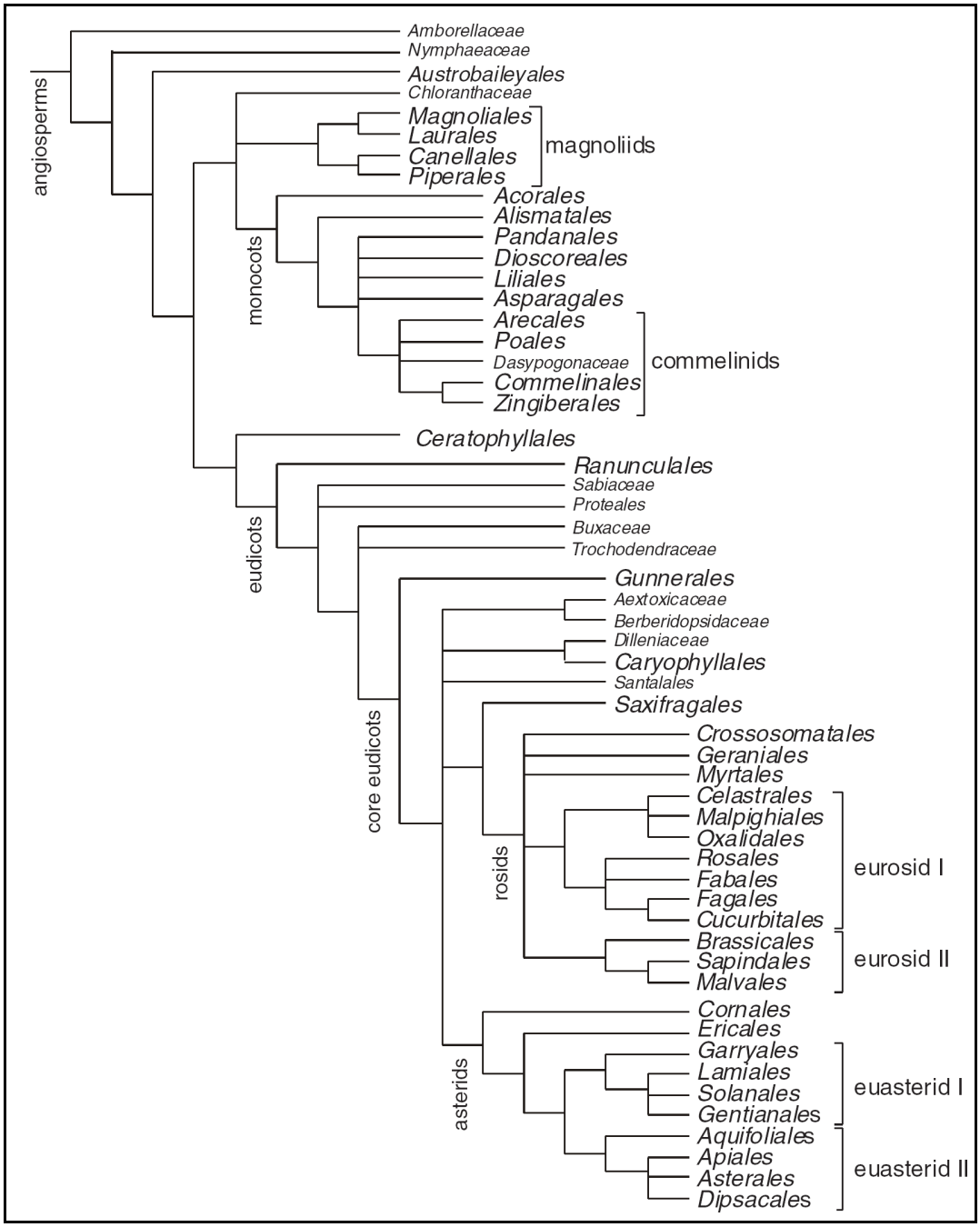
ANITA

چهارچوب کلی روابط نهاندانگان در شکل ۸-۲ از زمانی آشکار شد که Chase et al. (1993) با استفاده از توالی DNA الگو های فیلوژنی را روشن ساختند. همچنین در شکل ۲-۹ روابط فیلوژنی نهاندانگان تحت مطالعه‌ی APG III (2009) بازبینی شد. آنالیز ۱۵ ژن از ۳ بخش ژنومی سلول‌های گیاهی (هسته، میتوکندری و پلاستید) در کارهای Qiu et al. (2000) و Zanis et al., (2002) سازگاری و تائید این روابط را نشان داد.

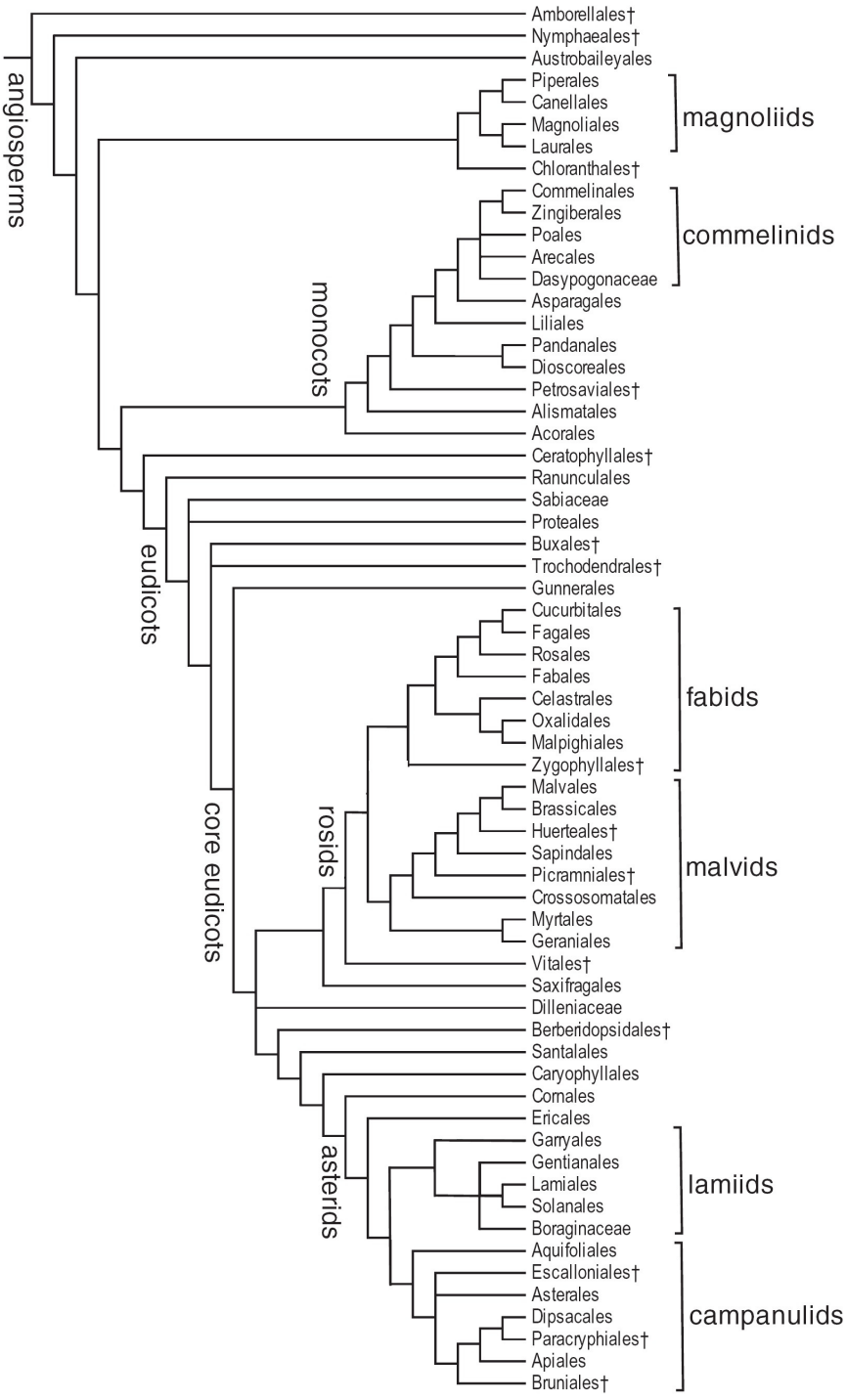
همان طور که اشاره شد، مطالعات ژنومی خانواده تک جنس Amborellaceae را به عنوان خواهر بقیه نهاندانگان در نظر گرفته است. از زمانی که Soltis و همکارانش در سال ۱۹۹۹ و ۲۰۰۰، سه ژن در جنس *Amborella* را آنالیز کردند، این جنس موضوع مطالعات زیادی قرار گرفت. Barkman و همکاران (۲۰۰۰) از یک تکنیک برای کاهش اختلال در توالی DNA استفاده کردند که در نتیجه *Amborella* به عنوان خواهر Nymphaeaceae معرفی شد. اما مشخص نیست که چگونه مسئله اختلال در توالی DNA باید شناسایی شود. اما چندین تکنیک دیگر توسط Zanis و همکاران (۲۰۰۲) به خدمت گرفته شد. آنها نتوانستند با هیچ قسمتی از داده‌ها همانند کدون‌ها، Transition/Transversion و Synonymous/non-synonymous ریشه دار شدن گره تکاملی با *Amborella* را رد کنند. بنابراین منطقی به نظر می رسد که نتیجه بگیریم: مسئله ی ریشه دار شدن بوسیله *Amborella* حل می‌شود اما با این حال مطالعات بیشتری نیاز می‌باشد. با گذر از *Amborella* گره بعدی خانواده Nymphaeaceae است که از بقیه نهاندانگان جدا می‌شود. و در ادامه این درخت تکاملی به وسیله‌ی شاخه Austrobaileyales که از ۳ خانواده Illiciaceae، Trimeniaceae (Schisandraceae) و Austrobaileyaceae تشکیل شده، جدا می شود. Qiu و همکاران (۱۹۹۹) ۵ خانواده Amborellaceae، Nymphaeaceae، Illiciaceae، Trimeniaceae و Austrobaileyaceae را به عنوان درجه ANITA معرفی کردند. هیچ کدام از این خانواده ها بزرگ نیستند. خانواده Nymphaeaceae بزرگترین آن‌ها و دارای ۸ جنس و ۶۰ گونه است.

این خانواده‌ها (ANITA) برای بررسی الگوی تغییرات مورفولوژی و ژنومی نهاندانگان مورد استفاده قرار می‌گیرند و تاکنون هیچ نوع مطالعه ی جامعی که اهمیت این خانواده‌ها را نادیده بگیرد، ارائه نشده است. خانواده‌های ANITA آخرین بقایای دودمان خودشان هستند و غیر محتمل است که به مقدار کافی ویژگی‌های دودمان‌های خود را نشان دهند. بنابراین استفاده آن‌ها در مطالعه‌ی چگونگی تغییر کاراکتر-

های مروفولوژی، مشروط به بهادادن بی ثباتی‌هایی است که به وسیله این خانواده‌های ابتدایی ایجاد شده است.



شکل ۸-۲. طبقه بندی APG به صورت کلادوگرام. الگوی روابط توسط Soltis و همکاران (۲۰۰۰) تائید شده است. تحلیل داده‌ها در این مطالعه شامل اطلاعاتی همچون توالی *atpB* و *rbcL* کلروپلاستی و توالی 18S rDNA هسته‌ای می باشد.



شکل ۹-۲. طبقه بندی فیلوژنی نهاندانگان بر پایه APG III (2009)

این احتمال وجود دارد که ویژگی‌های اجدادی نهاندانگان در خانواده های ANITA یافت نشود و بیشتر در اجداد خطوط دیگر وجود داشته باشد. خانواده‌های پایه (Basal families) در مفهوم فیلوژنی لزوماً ابتدایی نیستند. مفهوم heterobathmy در اینجا بکار گرفته می‌شود یعنی بیشتر گیاهان ترکیبی از ویژگی‌های پیشرفته و ابتدایی را دارا هستند. به عنوان مثال دوپایه بودن و چوب بدون آوند بترتیب به عنوان صفت پیشرفته و ابتدایی در *Amborella* می باشد.

بقیه نهاندانگان از ۲ گروه بزرگ Monocots و Eudicots (دولپه هایی با گرده سه شیاره) و یک تعدادی شاخه‌ای کوچکتر شامل راسته Canellales، Laurales، Magnoliales، Piperales (که این راسته‌ها تشکیل Magnoliids را می‌دهند)، خانواده Ceratophyllaceae (تک جنس) و خانواده Chlorantaceae (۴ جنس) تشکیل شده است.

این گروه‌های کوچکتر در سیستم‌های طبقه بندی قبلی به همراه Eudicots در دولپه ایها قرار داشتند. به خاطر این که همانند Eudicots دارای ۲ لپه بودند. در صورتی که این گروه‌های کوچکتر همانند تک لپه ای‌ها دارای دانه گرده تک شیاره هستند و طبق تحقیقات Duvall و همکاران (۲۰۰۵) به نظر می رسد که Magnoliids خواهر Monocots می باشند.

تعیین روابط در Ceratophyllum و Chlorantaceae بسیار سخت و دشوار است. به نظر می رسد که Ceratophyllum به Eudicots مرتبط می شود. و Chlorantaceae شاید خواهر دو گروه Mgnoliids و Monocots باشد با اینحال مطالعات بیشتری جهت تائید و صحت نتایج لازم می‌باشد.

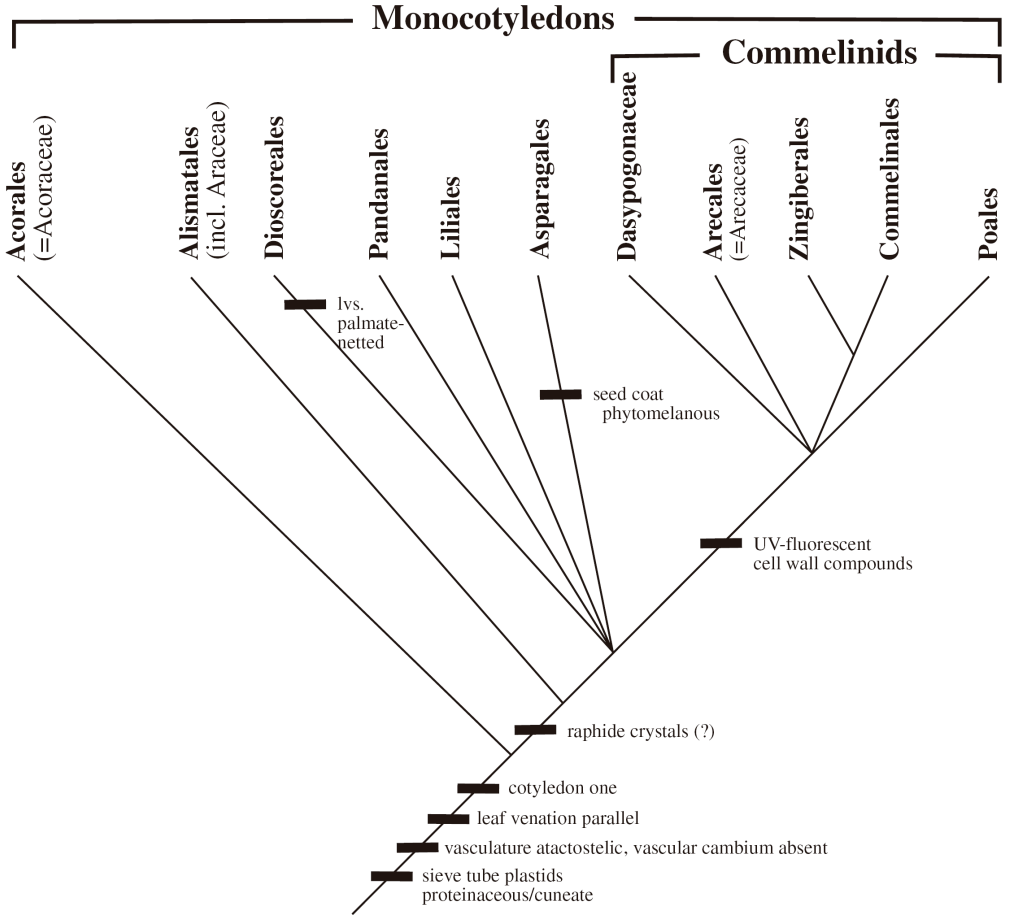
Monocots

طبق شکل ۱۱-۲ تک نیایی بودن تک لپه‌ای‌ها توسط آپومورفی‌های ریخت شناسی، آناتومی و فراساختاری تائید شده است. این صفات شامل:

نخست: وجود پلاستیدهای پروتئین دار گوه‌ای شکل در لوله غربالی (شکل ۱۲-۲ A). این تیپ پلاستید (که تنها با میکروسکوپ SEM قابل رویت است) در همه‌ی تک لپه‌ای‌ها با مقداری تغیر در شکل وجود دارد. بنابراین احتمالاً این ساختار تشکیل آپومورفی برای Monocots می‌دهد. با این حال اهمیت این نوع پلاستید ناشناخته است.

دوم: همه تک لپه‌ای‌ها دارای سیستم آوندی atactostele هستند (شکل ۱۲-۲ B). آتاکتواستل شامل چندین دسته آوند است که در برش عرضی به صورت دستجات متحد المرکز دیده می‌شود. گذشته از این، تک لپه‌ای‌ها فاقد کامبیوم حقیقی هستند (که تولید چوب حقیقی می‌کند). احتمالاً عدم وجود کامبیوم حقیقی وابسته به تکامل سیستم آوندی آتاکتواستل است.

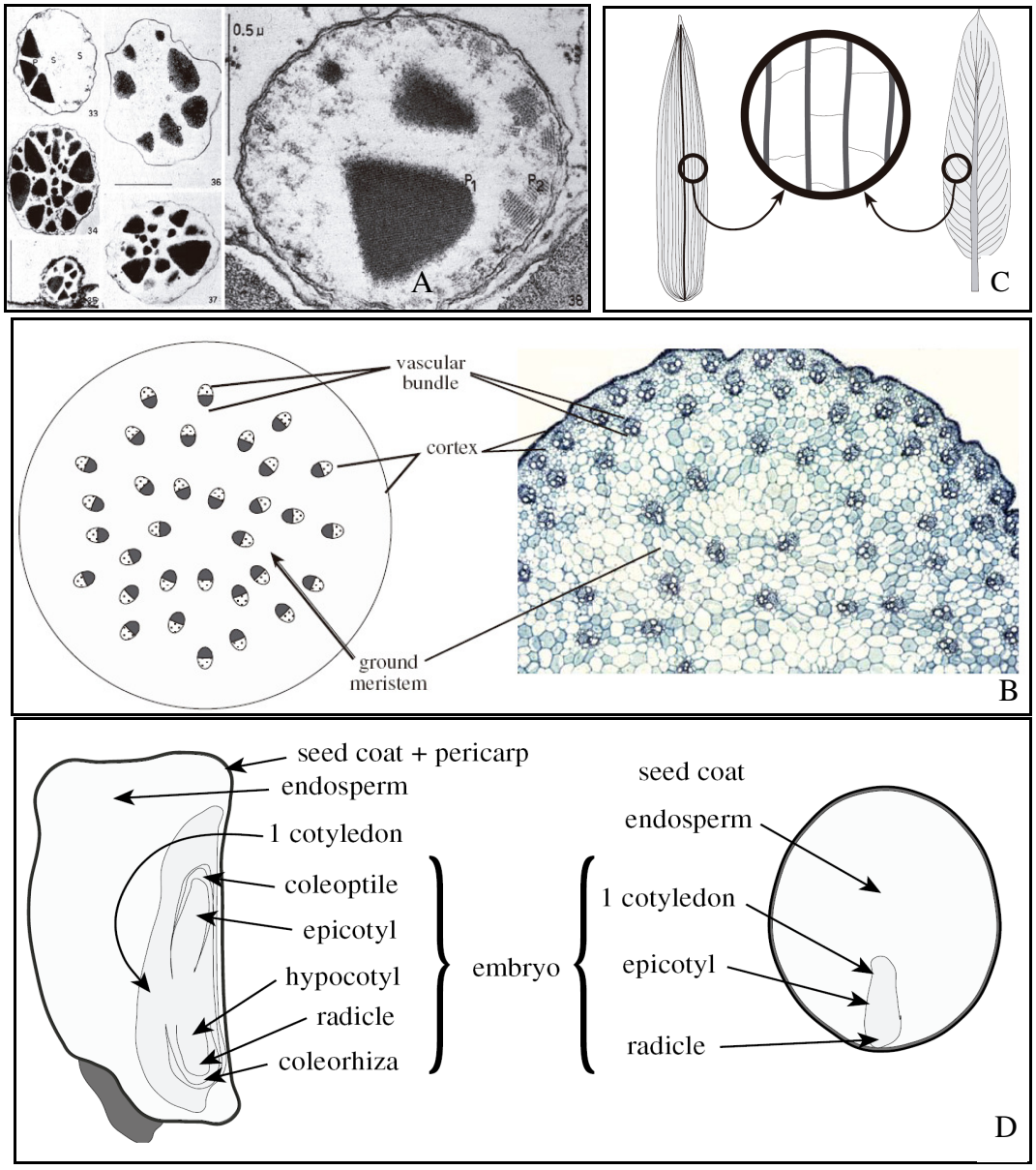
سوم: آرایش رگبندی برگ در بیشتر تک لپه‌ای‌ها موازی است که یک آپومورفی دیگر برای آنها محسوب می‌شود (شکل ۱۲-۲ C). و چهارم: همه تک لپه‌ای‌ها دارای یک لپه هستند. این ویژگی معتبر ترین آپومورفی برای آن‌ها محسوب می شود (شکل ۱۲-۲ D). با اینحال اهمیت وجود یک لپه درتک لپه‌ای‌ها ناشناخته است.



شکل ۱۱-۲. شاخه‌های اصلی تک لپه‌ای‌ها همراه با آپومورفی‌ها، براساس سیستم اصلاح شده APG 2003.

روابط فیلوژنی تک لپه‌ای ها به خوبی تعیین شده است. خانواده تک جنس Acoraceae خواهر همه تک لپه‌ای هاست (Chase et al., 1993, 2000b; Duvall et al., 1993a,b). جنس *Acorus* در بیشتر سیستم‌های طبقه بندی در Araceae قرار می گرفت. اما بیشتر مورفولوژیست‌ها نتیجه گرفتند که این جنس را نباید در Araceae قرار داد (Grayum, 1987). اما موضوع ابتدائی ترین خانواده تک

لپه‌ای به وسیله‌ی *Acorus* تائید نمی شود. و بیشتر کارکتر ها، Alismatales را به عنوان ابتدائی ترین خانواده تک لپه‌ای در نظر می‌گیرند(Dahlgren et al., 1985).



شکل ۱۲-۲. آپومورفی های تک لپه ای ها. A: پلاستید های پروتئین دار گوه ای شکل در لوله غربالی؛ B: سیستم آوندی آتاکتواستل با دستجات آوندی متحد المرکز؛ C: آرایش رگبندی موازی برگ؛ D: یک لپه

راسته Alismatales را به عنوان گروه خواهری بعدی برای بقیه تک لپه‌ای‌ها در نظر می گیرند. در گذشته راسته Alismatales تنها شامل خانواده های alismatid بود. اما تحلیل داده های DNA روابط نزدیک این خانواده‌ها را با Araceae و Tofieldiaceae نشان داد. در گذشته خانواده Araceae را به صورت خانواده مجزا و نزدیک به Arecaceae (خانواده نخل) و خانواده Tofieldiacae را بخشی از خانواده Melanthiaceae در نظر می‌گرفتند، در صورتی که درحال حاضر قرار گیری نادرست آنها اثبات شده است.

راسته Alismatales شامل تعداد زیادی از تاکسون‌های آبزی آب‌های شیرین و دریایی می‌باشد. خانواده Butomaceae و Alismataceae اکثراً دارای گونه‌های پای در آب هستند. از طرف دیگر خانواده‌های Potamogetonaceae و Hydrocharitaceae دارای گونه‌های غوطه ور در آب هستند که ممکن است گل‌های آن‌ها به سطح آب برسد. در عین حال خانواده های دیگری مثل Najadaceae گرده افشانی در زیر آب دارند. خانواده Zosteraceae ، Cymodoceaceae و Posidoniaceae همگی دریایی بوده و از لحاظ اکولوژی اهمیت فراوانی دارند.

اما راسته‌های بعدی یعنی Pandanales، Discoreales، Liliales و Asparagales نوعاً lilioid monocots در نظر گرفته شده‌اند که در گذشته توسط مولفین متعددی همچون Hutchinson (1934, 1967)ا و Cronquist (1981) در مفهوم وسیع جزء خانواده Liliaceae معرفی شده بودند. Liliaceae در این مفهوم شامل همه تک لپه‌ای‌ها با ۶ گلبرگ (کاسبرگ‌ها شبیه به گلبرگ)، ۶ پرچم و ۳ برچه پیوسته بودند. اگر گیاهان درخت مانند بودند (مثل Agave و Dracaena) و یا برگ‌های پهن با رگبندی شبکه‌ای داشتند در خانواده جدا قرار می‌گرفتند. اما حالا می‌دانیم که این تفاوت‌ها برای تعیین حدود خانواده منطقی نیست واکنون به ۵ راسته Asparagales، Discoreales، Liliales، Pandanales و Petrosaviales تبدیل شده‌اند (Chase et al., 2000b).

راسته Asparagales با ۱۴ خانواده بزرگترین راسته‌ی تک لپه‌ای‌ها می‌باشد. خانواده Orchidaceae (۷۵۰ جنس، ۲۰۰۰ گونه) بزرگترین خانواده این راسته و دومین خانواده بزرگ نهاندانگان (بعد از Asteraceae) محسوب می شود. بیش از ۳۰ خانواده کوچک در راسته Asparagales تشخیص داده شده است اما خردکردن بیش از حد این راسته سبب اختلال در یادگیری و بی اهمیت شدن مفهوم خانواده می‌شود.

نویسنده (Chase, M) به تشکیل خانواده‌های کوچکتر/بزرگتر معتقد است. به طور مثال APG (2003) یکی شدن خانواده‌های زیر را به عنوان خانواده Asparagaceae پیشنهاد کرده است: خانواده

Agavaceae (که هم اکنون شامل Anemarrhneaceae، Anthericaceae، Behniaceae و Hostaceae می باشد)، Aphyllanthaceae، Hyacinthaceae، Laxmanniaceae، Ruscaceae (که هم اکنون شامل Convallariaceae، Dracaenaceae، Eriospermaceae و Nolinaceae می‌باشد) و Themidaceae. اخیراً خانواده Hesperocallidaceae نیز در Agavaeceae قرار گرفت که سبب کاهش بیشتر خانواده‌ها در راسته Asparagales شده است.

راسته Dioscoreales از ۳ خانواده تشکیل شده است. خانواده Dioscoreaceae جزء روندهها و گیاهان زیردرختی جنگل‌ها به شمار می‌آیند. در بعضی از نواحی جهان جنس *Dioscorea* به عنوان منبع نشاسته محسوب می‌شود. بعضی از گونه‌های جنس *Tacca* تزئینی هستند.

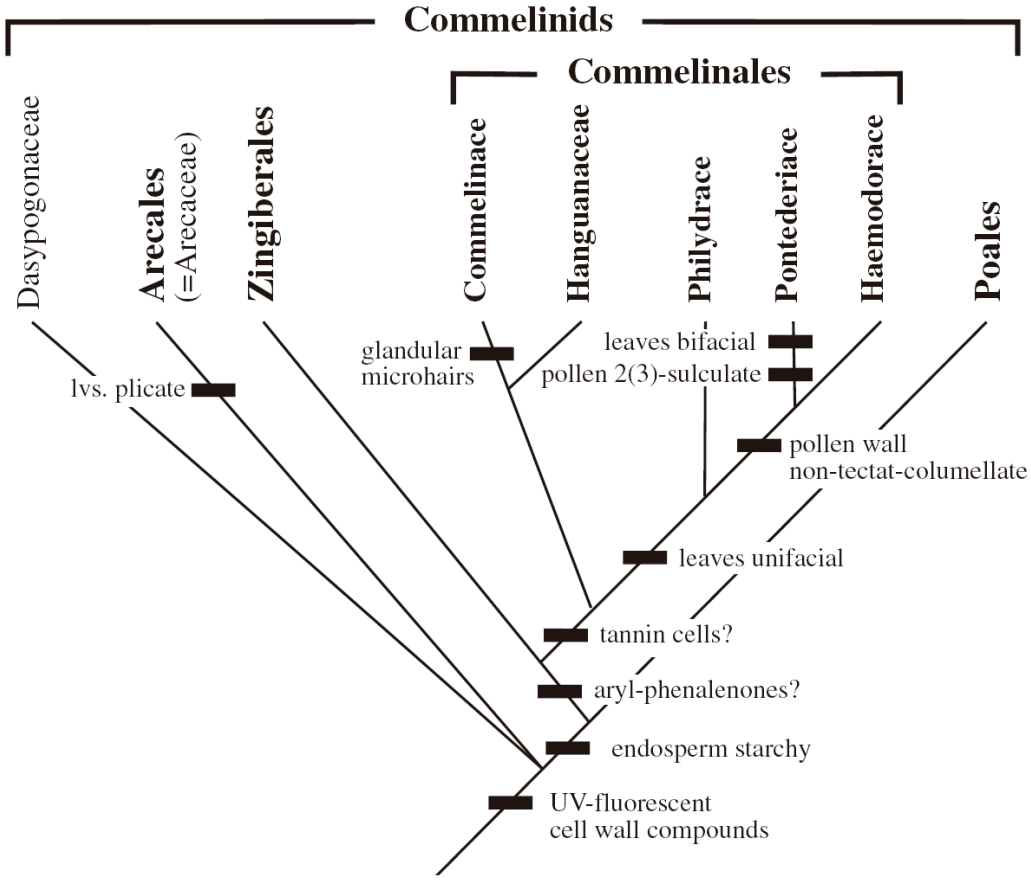
راسته Liliales شامل ۱۱ خانواده می باشد. خانواده Liliaceae و Smilacaceae (گروهی دیگر از بالارونده‌ها با پراکنش تقریباً جهانی) شناخته‌ترین آن‌ها هستند. همانند تعدادی از جنس‌های راسته Asparagales (به عنوان مثال *Narcissus* و *Allium*) بعضی از گیاهان راسته Liliales پیازی هستند که اهمیت اقتصادی دارند (به عنوان مثال *Lilium* و *Tulipa*). تعدادی زیادی از گونه‌های خانواده Colchiaceae پیازی هستند. بر خلاف خانواده Liliaceae که در نواحی معتدل شمالی پراکنده است، خانواده Colchiaceae عمدتاً در نیمکره جنوبی یافت می‌شوند، اگرچه جنس *Colchicum* در اروپا یافت شده و منبع ماده آلکالوئیدی کلشیسین می‌باشد.

راسته Pandanales شامل خانواده Pandanaceae و Cyclanthaceae می‌باشد. این راسته جزء گیاهان گرمسیری محسوب می‌شود. جنس *Pandanus* از علفی‌های بزرگ اما بدون رشد ثانویه است. میوه‌های این جنس خوراکی است و از برگ‌های آن برای کاهگِل و پوشش بام استفاده می‌کنند.

Commelinids

بقیه تک لپه‌ای‌ها در گروهی به نام Commelinids قرار می‌گیرند. گروه Commelinids بر اساس شواهد داده‌های مورفولوژی و مولکولی، مجموعه‌ای تک نیا از تک لپه‌ای‌ها هستند (شکل ۱۳-۲). این گروه به دلیل وجود یک آپومورفی شیمیایی منحصر به فرد، متمایز شده اند. این ساختار شیمیایی، رده‌ای از اسیدهای آلی شامل اسید coumaric، diferulic و ferulic می‌باشد که سبب اشباع شدن دیواره سلولی می‌شود. این اسیدها توسط میکروسکوب و با استفاده از فلوئورسنت UV قابل تشخیص هستند. از گروه‌های مهم و با ارزش Commelinids می توان Aceraceae، Zingiberales و Poaceae را نام برد. همان طور که در شکل ۱۳-۲ نشان داده شده است احتمالاً خانواده Dasypogonaceae و Arecaceae پایه ترین وابتدایی ترین اعضای Commelinids هستند. برای اطلاعات بیشتر از تحلیل

های اخیر به Givnish et al. (1999)، Chase et al. (2000a) و Davis et al. (2004) مراجعه فرمائید.



شکل ۱۳-۲. شاخه های اصلی Commelinids همراه با آپومورفی‌ها، بر اساس سیستم اصلاح شده APG (2003).

Eudicots

Eudicots یا دولپه‌ای‌های حقیقی مجموعه‌ای بزرگ و تک‌نیا از نهاندانگان هستند که تقریباً ۱۹۰ هزار گونه و حدود ۷۵ درصد از کل نهاندانگان را تشکیل می‌دهند. تک نیایی بودن Eudicots بر پایه داده-های مولکولی و دانه گرده سه شیاره (یا دانه های گرده مشتق شده از حالت سه شیاری) تائید شده است (شکل ۱۴-۲). Eudicots از سه گروه اصلی Caryophyllids (با یک راسته Caryophyllales)، Rosid (۱۳ راسته) و Asterids (۹ راسته) تشکیل شده است. علاوه بر این گروه‌ها تعدادی خانواده و راسته‌های کوچکتر در این Eudicots وجود دارد. بزرگترین آنها راسته Ranunculales (شامل خانواده های Ranunculaceae و Papaveraceae) و راسته Proteales (شامل خانواده‌های

Platanaceae، Nelumbonaceae و Proteaceae) می باشد. خانواده Proteaceae یکی از گروه های گیاهی شاخص در آمریکای جنوبی و استرالیا می‌باشد. جایگاه *Nelumbo* در این راسته یکی از بحث برانگیز ترین موضوعات مطالعات فیلوژنی بود. با این حال مطالعات پی در پی اخیر جایگاه آن را قویاً تأئید کرده است.

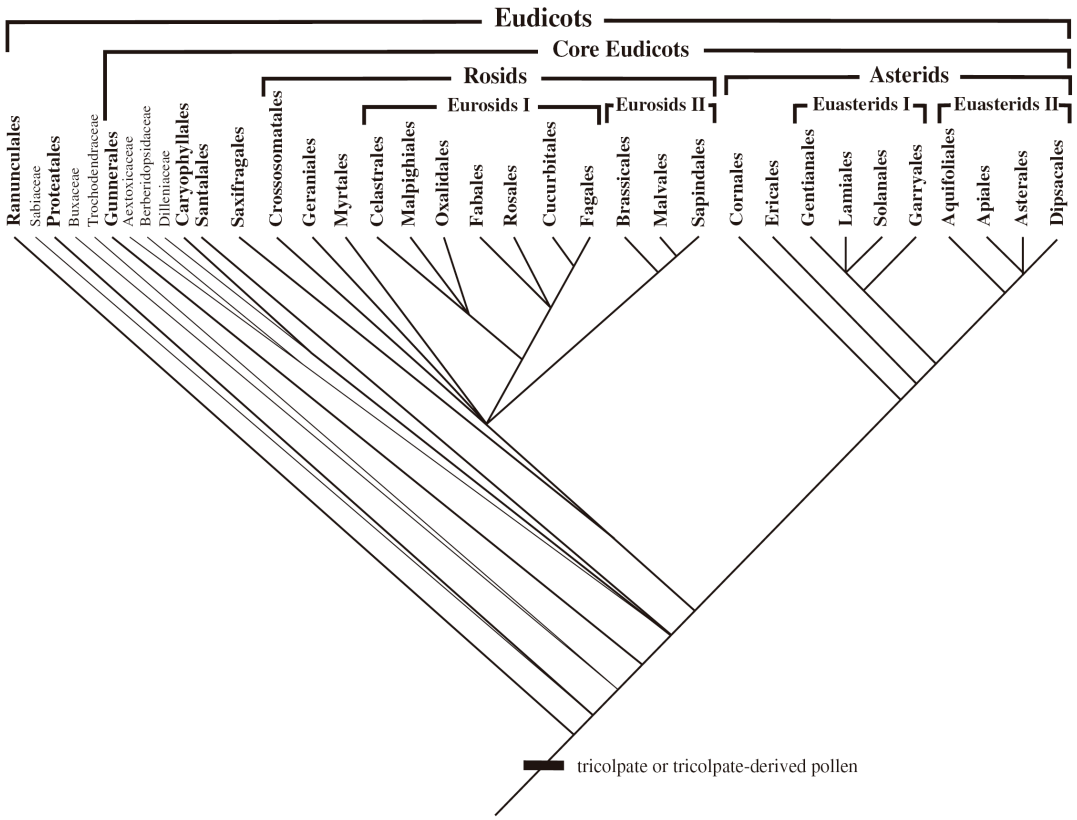
Basal eudicots یا "دولپه‌ای‌های حقیقی پایه" شامل راسته های Ranunculales و Proteales می‌باشد (با دولپه‌ای‌های پایه یا Basal dicot اشتباه نشود). عدم وجود ساختارهای گلی مشخص و سازماندهی شده، ابتدایی بودن آن‌ها را نسبت به گروه‌های دیگر نشان می‌دهد. تفکیک قاطع کاسبرگ‌ها، گلبرگ‌ها، پرچم‌ها و برچه‌ها در بعضی از تاکسون‌های این دو راسته به راحتی امکان پذیر نیست. در بعضی از تاکسون‌ها ساختار گل به سمت ایجاد بخش‌های منظم و متمایز از هم پیش رفته است. به طور مثال، گل در بعضی از رانونکولاسه‌ها ظاهر چرخه‌ای دارد اما در این ساختار کاسبرگ‌ها به جای برگه‌ها هستند، و احتمالاً گلبرگ‌ها از کاسبرگ‌ها و پرچم‌ها مشتق شده‌اند. تعداد قطعات در چرخه‌ها نابرابر است و اتصال بین قطعات یک چرخه و یا اتصال بین چرخه‌های مختلف به ندرت اتفاق می‌افتد. در حالی که در Core eudicots یا دولپه های حقیقی مرکزی (رجوع شود به شکل۱۴-۲) تعداد قطعات چرخه‌ها برابر و منظم می باشد و قطعات مجاور در چرخه‌ها به هم متصل و یا وابسته به یکدیگر اند. با این حال این مطالب پیچیده بودن ساختار گل در دودمان Basal eudicots را رد نمی کند. به عنوان مثال گونه های *Delphinium* (Ranunuculaceae) دارای گل‌های نامنظمی هستند که در آن قطعات گل بخوبی سازماندهی شده اند. با وجود این قطعات گل سازماندهی شده از صفات برجسته Core eudicots می-باشد.

Caryophyllids

این گروه تنها شامل راسته Caryophyllales با ۲۹ خانواده می‌باشد. در گذشته گمان می‌شد که بعضی از اعضای این راسته از Rosids یا Asterids باشند. مثلاً در گذشته خانواده Droseraceae را نزدیک به Saxifragaceae (Rosids) می‌دانستند و یا مولفین زیادی بر این باور بودند که خانواده Plumbaginaceae ارتباط نزدیکی با Primulaceae (Asterids) دارد (هر دو خانواده دارای دانه گرده مشابه و پرچم‌هایی با طول نابرابر هستند).

Core Carophyllales یا "کاریوفیلیدهای مرکزی" خانواده‌هایی هستند که در گذشته آن‌ها را Centrospermae می‌نامیدند. سنتروسپرم‌ها یا "دانه مرکزی‌ها" دارای جفت بندی آزاد و مرکزی هستند. Chase و همکاران (۱۹۹۳) با استفاده از داده‌های DNA وجود این گروه را تائید نمودند. با

وجود این که مولفین گذشته این گروه را به خوبی تشخیص دادند اما تحلیل های DNA چندین خانواده دیگر را به Core Caryophyllales| اضافه نمود. گذشته از این، سنتروسپرم‌ها واجد رنگدانه بتالائین در ساختار گل می‌باشند در صورتی که بقیه نهاندانگان نوعاً دارای آنتوسیانین هستند. رشد ثانویه غیر عادی از ویژگی های عمومی دیگر آن ها می‌باشد؛ این گیاهان اغلب درخت های کوچک یا درختچه‌ایی هستند اما تشکیل چوب در آن‌ها با الگوی عمومی چوب نهاندانگان مطابقت نمی‌کند. ممکن است نشان دهنده‌ی مشتق شدن آن‌ها از علفی‌هایی باشدکه توانایی ساخت چوب را از دست داده‌اند. با توجه به این که بعضی از این گیاهان، چوبی همانند نهاندانگان تولید می‌کنند، لذا علفی بودن اجداد راسته Caryphyllales به وضوح مشخص نشده است. از خانواده‌های شاخصی که در گروه Core Caryphyllales قرار دارند می توان به Amaranthaceae، Caryphyllaceae، Cactaceae و Portulacaceae اشاره کرد.



شکل ۱۴-۲. کلادوگرام راسته‌های Eudicots دولپه‌ای های حقیقی براساس سیستم اصلاح شده |APG II (2003).

خانواده‌های اضافه شده به سنتروسپرم‌ها علاوه بر شباهت های DNA، از لحاظ ساختارگرده‌ای، شیمیایی و رشدی (رشد ثانویه غیر عادی) نیز به سنتروسپرم ها شباهت دارند. سنتروسپرم ها یا "کاریوفیلیدهای مرکزی" توانایی رشد در محیط‌های شور و خشک دارند که این نوع سازگاری در خویشاوند های جدید آن‌ها نیز وجود دارد. به عنوان مثال، خانواده Tamaricaceae و Frankeniaceae دارای غده‌های ترشحی نمک هستند و خانواده Simondsiaceae در نواحی خشک شمال غربی آمریکا همراه با کاکتوس ها رشد می کند. خانواده Plumbaginacae و Polygonaceae واجدگونه هایی سازگار به شرایط شوری و خشکی هستند. خانواده های گوشتخوار Droseraceae و Nepenthaceae نیز به راسته Caryophyllales تعلق دارند که تنوع اکولوژیکی بالای این گروه را نشان می دهد.

گوشتخواری چندین بار در نهاندانگان تشکیل شد. به عنوان مثال *Brochinnia* (Bromeliaceae) از تک‌لپه‌ای‌ها، *Cephalotus* (Cephalotaceae) از روزید و خانواده Lentibulariaceae و Sarraceniaceae متعلق به گروه‌های مختلفی از آسترید هستند. به مدت مدیدی گیاهاشناسان در مورد وابستگی این گیاهان گوشتخوار به بحث و جدل پرداخته بودند و بیشتر آن‌ها وجود چندین خواستگاه از گیاهان گوشتخوار را پیشنهاد کرده بودند. با این وجود، بعضی‌ها معتقد بودند که تعدادی از گیاهان گوشتخوار رابطه‌ی نزدیکی به هم دارند و همراه با چندین خانواده دیگر دارای تاریخ تکاملی مشترکی هستند. در سال ۱۹۹۲ Albert و همکارانش الگوی روابط گیاهان گوشتخوار ارائه کردند. با این حال داده‌های DNA برای تصدیق این روابط الزامی بودند. به دلیل این که روابط این گیاهان توسط مورفولوژی و تنوع تیپ رویشی آن‌ها تعیین شده بود که در حقیقت درک ذهنی و وزن دادن سبب اعتبار بیش از حد این صفات شده بود.

Santalales

قبل از آن که به روزید ها بپردازیم، ابتدا به دو راسته مهم از Core Eudicots اشاره خواهیم کرد. این دو راسته به دلیل عدم اطلاعات کافی در مباحث فیلوژنی هنوز در موقعیت سه گروه اصلی (آسترید، روزید و کاریوفیلید) قرار نگرفته‌اند. راسته Santalales (۶ خانواده) شامل تعداد زیادی از گیاهان انگلی هستند. آن ها با این که فتوسنتزکننده هستند اما از انگل های اجباری محسوب می‌شوند. بعضی از آن‌ها مثل خانواده Santalaceae از طریق آلت مکنده (Haustorium) زیرزمینی خود به گیاه میزبان متصل می-شوند در حالیکه گروه‌های دیگر مثل خانواده Loranthaceae مستقیماً بر روی انشعابات چوبی گیاه میزبان رشد می‌کند. اگرچه بیشتر آن‌ها انگل گونه‌های چوبی هستند، ولی بعضی از آن‌ها مثل *Nuytsia* (درخت کریسمس استرالیا؛ از معدود درختانی که در غرب استرالیا رشد می‌کند) به گیاهان علفی متصل

می‌شود. گونه‌های این راسته همانند دیگر Core Eudicots، دارای گل‌های "سازماندهی شده" هستند اما دارای تعداد قطعات غیر معمولی از چرخه‌های گلی هستند. روزیدها و کاریوفیلیدها به طور کلی دارای یک حلقه از کاسه گل (کاسبرگ‌ها)، جام گل (گلبرگ‌ها) و برچه ها و همچنین دارای دو حلقه از پرچم‌ها (بعضی اوقات بیشتر) هستند. آستریدها همانند دو گروه قبلی می باشند. اما تنها واجد یک حلقه از پرچم-ها هستند. در صورتی که گروه Santalales نوعاً دارای تعداد زیادی از قطعات گل هستند، به ویژه پرچم‌ها که در بعضی موارد به ۱۶ حلقه می‌رسد. بنابراین آشکار است که Santalales از سه گروه اصلی Core Eudicots جدا می‌شوند. احتمالاً در طول تکامل Santalales قبل از ثابت شدن تعداد قطعات گل تشکیل شدند **یا** ممکن است آن‌ها درجه‌ای از تکوین صفات را حفظ کرده باشند، ولی در گروه‌های دیگر این صفات از دست رفته است.

Saxifragales

بر خلاف Santalales، گروه Saxifragales (۱۲ خانواده) به عنوان یک راسته جدید در سیستم APG (1998, 2003)l تلقی می شود. در گذشته نام این گروه توسط چندین مولف بکارگرفته شد اما محدوده‌ی تعریف شده توسط آن ها متفاوت بود. در این گروه بعضی از خانواده ها چوبی هستند و گل‌ها توسط باد گرده افشانی می‌شوند. به عنوان مثال، خانواده Hamamelidaceae (اگرچه بعضی از جنس-های آن توسط حشرات گرده افشانی می شوند) و خانواده Altingiaceae که در راسته Saxifaragales قرار می گیرند. درصورتی که در گذشته این دو خانواده با خانواده‌های دیگری از زیر رده Hamamelidae (با مکانیسم باد-گردافشانی) مرتبط می‌شدند. در این راسته بعضی از خانواده‌ها چوبی هستند ولی گل‌ها بر خلاف خانواده‌های قبلی توسط حشرات گرده افشانی می شوند (به عنوان مثال خانواده Grossulariaceae) و عده‌ای دیگر علفی هستند و توسط حشرات گرده افشانی می‌شوند (به عنوان مثال خانواده Crassulaceae و Paeoniaceae).

Dilleniaceae

در سیستم APG این خانواده در جایگاه مشابه راسته‌های Core Eudicots قرار نمی گیرد. این گروه همنام زیر رده Dilleniidae می باشد و در گذشته نقش مهمی در شکل گیری سیستم طبقه بندی نهاندانگان داشت (به عنوان مثال Cronquist, 1981). این گروه وضعیت نامشخص و منتقدانه‌ای در طبقه بندی APG دارد. خانواده Dilleniaceae احتمالاً خواهر یکی از سه گروه اصلی یعنی آستريد، کاریوفیلید و روزید می‌باشد و **یا** ممکن است خواهر هر جفت گروه‌ها **یا** هر سه گروه باشد؛ بررسی دقیق ساختار گل در این خانواده کلیدی برای درک تکامل گل در Eudicots می‌باشد. در مطالعات Soltis و

همکاران (۲۰۰۰) سه ژن مورد بررسی قرار گرفت. آن‌ها این خانواده را به عنوان گروه خواهری Caryophyllales قرار دادند. با این حال این یک نتیجه واضحی نیست. اگر ژن‌های بیشتری موقعیت Dilleniaceae را در این جایگاه نشان دهد، این خانواده در راسته Caryphyllales قرار خواهد گرفت.

Rosids

همانند کاریوفیلیدها، روزیدها و آستریدها نیز در گذشته‌های دور شناسایی شده بودند و متعاقباً توالی DNA، گروه‌های زیادی از آن‌ها را تایید نمود. در گذشته تعداد زیادی از گیاهان در روزیدها قرار می-گرفتند اما ثابت شده است که این گیاهان متعلق به کاریوفیلیدها و آستریدها هستند. بنابراین روزیدها در سیستم APG شامل خانواده‌های کمتری نسبت به سیستم های قبلی می‌شود. با این حال گروه‌های دیگری به روزیدها اضافه شدند که محققین قبلی آن ها را در Dilleniids و Hamamelids قرار می دادند (به عنوان مثال زیر رده های Dilleniidae و Hamamelidae در سیستم Cronquist (1981)). قبل از این که در مورد روزیدها صحبت کنیم، شایسته است به Hamamelidae و Dilleniidae اشاره کنیم که اهم اکنون در سیستم APG وجود ندارند.

زیر رده Hamamelidae (Cronquist, 1981) تقریبا شامل درختانی بودند که توسط باد گرده افشانی می شدند (به عنوان مثال خانواده های Fagaceae، Betulaceae و Platanaceae). آن ها بر اساس درجه تکاملشان به دو گروه پیشرفته و ابتدایی تقسیم بندی می شدند. در مطالعات DNA بعضی از خانواده‌های Hamamelidae در non-core eudicots قرار گرفتند (به عنوان مثال Platanaceae در Proteales، و Trochodendraceae در جایگاه مستقلی قرار گرفت: به شکل ۱۴-۲ رجوع کنید)، بعضی از خانواده در Saxifragales قرار گرفتند (به عنوان مثال Daphniphyllaceae و Hamamelidaceae) و گروهی دیگر در Rosids قرار گرفتند (به عنوان مثال بیشتر خانواده‌های پیشرفته زیر رده Hamamelidae مثل Betulaceae و Fagaceae در راسته Fagales از روزیدها منتقل شدند). و همچنین خانواده Eucommiaceae به راسته Garryales از Asterids منتقل شد.

گیاهشناسان حداقل در مورد Hamamelidae به علت وجود صفات مورفولوژی مشترک در گیاهانی که گرده افشانی با باد دارند، آن ها را در یک گروه تاکسونومیک طبقه بندی کردند. اما در مورد Dilleniidae اتفاق نظر کمتری بین گیاهشناسان وجود داشت. بر اساس سیستم APG (1998, 2003) خانواده های این زیر رده هم اکنون در Rosids (به عنوان مثال منتقل شدن خانواده‌های

Brassicaceae، Clusiaceae، Cucurbitaceae، Malvaceae و Passifloraceae به روزیدها) یا Asterids (انتقال خانواده Ericaceae، Primulaceae و Theaceae به آستریدها) قرار می‌گیرند. البته به استثنای خانواده‌های Paeoniaceae و Dilleniaceae که بترتیب به Saxifragales و Core Eudicots منتقل شده‌اند (شکل ۱۴-۲).

در میان روزیدها چندین راسته وجود دارد که هنوز در دو گروه بزرگ Eurosid I و Eurosid II قرار نگرفته اند: راسته Crossosomatales، Geriales و Myrtales. راسته Crossosomatales شامل ۳ خانواده می‌باشد و یکی از گروه‌های ناشناخته APG تلقی می‌شود. راسته Geraniales دارای ۴ خانواده است که یکی از آن ها خانواده شاخص Geraniaceae (باجنس های شناخته شده *Gernaium* و *Pelargonium* که ارزش بالای در گل کاری دارند). از طرف دیگر راسته Myrtales (۱۳ خانواده) دارای چندین خانواده مهم از قبیل Combretaceae، Melastomataceae و Myrtaceae (هر دو دارای اهمیت اکولوژی در نواحی گرمسیری) و Onagraceae می باشد.

مابقی روزیدها به دو شاخه بزرگ Eurosid I و Eurosid II طبقه بندی می‌شوند که به ترتیب آن ها را Fabids و Malvids می نامند. راسته Celastrales (۳ خانواده) یکی دیگر از خانواده‌های شاخص در سیستم APG است. این راسته گروه خواهری Malpighiales (۲۸ خانواده) می باشد. این دو راسته دارای دانه‌های منحصر به فردی (وجود فیبر در لایه میانی) هستند. صفت دانه از داده‌های تاکسونومی با ارزش در نهاندانگان می‌باشد، اما متاسفانه مطالعات نسبتاً کمی در زمینه آن انجام شده است. در راسته Malpighiales خانواده‌های مهمی چون Clusiaceae (یا Guttiferae)، Euphorbiaceae، Passifloraceae و Violaceae را می‌توان نام برد. راسته Oxalidales با ۶ خانواده (مثل Oxalidaceae، Elaeocarpaceae و Cunoniaceae [شامل گونه های درختی]) مرتبط با دو راسته فوق می باشد.

راسته Cucurbitales با ۷ خانواده (مثل Cucurbitaceae و Begoniaceae) گروه خواهری راسته Fagales (۷ خانواده؛ اکثراً از درختان جنگل های معتدل شمالی) می باشد. راسته Fagales شامل خانواده‌هایی همچون Betulaceae، Casuarinaceae، Fagaceae، Juglandaceae و Nothofagaceae می باشد. این خانواده‌ها اهمیت بالای در تولیدئچوب و میوه دارند و از گیاهان غالب اکوسیستم‌های گرم و معتدل به شمار می‌آیند. در راسته Fabales (۴خانواده) خانواده لگومینه به دلیل توانایی تثبیت نیتروژن و غنی سازی خاک از اهمیت بسیار بالایی برخودارند. این گیاهان تامین کننده نیاز های غذایی بشر هستند. راسته Rosales (۹ خانواده) درسیستم APG تفاوت زیادی با سیستم‌های

طبقه بندی قبلی (مثل Cronquist, 1981) دارد. بر اساس APG خانواده Cannabaceae شامل خانواده Celtidaceae نیز می‌شود (یعنی حذف خانواده Celtidaceae و ادغام شدن در Cannabaceae).

در شاخه Eurosid II تنها سه راسته Brassicales، Malvales و Sapindales وجود دارد. راسته Brassicales شامل ۱۵ خانواده است که همگی روغن‌های خردلی تولید می کنند اما دارای ویژگی‌های مورفولوژی متنوعی هستند. از محققین گذشته تنها Dahlgren (1980) این خانواده ها را در یک راسته قرار داد. این تعیین حدود توسط تاکسونومیست‌ها مورد انتقاد گرفت و در نتیجه وی در طبقه بندی بعدی خود دوباره این خانواده‌ها را به راسته‌های غیر مرتبط تقسیم کرد. مبنای یکی شدن این خانواده‌ها در یک راسته منفرد، به دلیل وجود روغن‌های خردلی است که نشان دهنده سنتز این مواد از مسیر های بیوسنتزی مختلف می‌باشد. از طرف دیگر شیمی دانان معتقد بودند که غیر محتمل است که در طول تکامل چنین فرایندی بتواند چندین بار در گروه‌های نامرتبط سنتز شود (بیش از ۶ بار، اگر جایگاه این خانواده‌ها را در سیستم Cronquist بررسی کنیم). بنابراین داده‌های DNA نقش مهمی در تشخیص این راسته داشت. Brassicaceae بزرگترین خانواده این راسته به شمار می آید. در APG (2003) خانواده Brassicaceae شامل خانواده Capparaceae می باشد. اما مطالعات اخیر وجود سه خانواده مجزای Brassicaceae، Capparaceae و Cleomaceae را تایید می کند. از خانواده دیگر این راسته می‌توان به Caricaceae و Tropaeolaceae اشاره کرد.

راسته Malvales (۹ خانواده) به دلیل تولید ترکیبات موسیلاژینی (به عنوان مثال شیرینی، نبات) شناخته شده‌اند. تقریبا همه‌ی اعضای راسته Malvales این ترکیبات را تولید می‌کنند. خانواده Malvaceae از شاخص ترین آن‌ها می باشد که قبل از استفاده از داده‌های DNA به چهار خانواده Bombacaceae، Malvaceae، Sterculiaceae و Tiliaceae تقسیم شده بود. کاکائو و بامیه از محصولات غذایی با ارزش این خانواده می‌باشد. از خانواده‌های تزئینی این راسته می‌توان به Thymelaeaceae اشاره کرد. خانواده Dipterocarpaceae از تیره‌های شاخص در جنگل‌های گرمسیری جهان قدیم است که نقش مهمی در تولید چوب و الوار دارد.

آخرین گروه از شاخه Eurosid II راسته Sapindales (۹ خانواده) می باشد که تقریبا همه آن‌ها از گونه‌های چوبی می باشند. Sapindaceae بزرگترین خانواده‌ی این راسته می‌باشد. این گیاهان اکثراً در مناطق گرمسیری می رویند (به جز افرا و شاه بلوط هندی). از درختان دیگر جنگل های گرمسیری می

توان به خانواده Meliaceae اشاره کرد که از آن در تولید حشره کش استفاده می‌کنند. Rutaceae و Anacardiaceae از خانواده‌های با ارزش دیگر این گروه محسوب می شوند.

Asterids

آستریدها دومین گروه اصلی از Eudicots می باشند که به سه زیر گروه تقسیم می‌شوند.

در گذشته راسته Cornales (۶ خانواده) به دلیل جداگلبرگی در روزیدها قرار گرفته بود اما هم اکنون به آستریدها منتقل شدند. در گذشته تقریبا اکثر گیاهشناسان خانواده Hydrangeaceae را همراه با Saxifragaceae می دانستند ولی به Cornales منتقل شدند. همچنین خانواده Loasaceae (شامل گیاهانی با کرک‌های نیش مانند) ارتباط نزدیکی با Passifloraceae داشتند ولی به Cornales انتقال یافتند.

راسته Ericales (۲۳ خانواده) درگذشته توسط Cronquist (1981) به هفت راسته تقسیم شده بود: (Diapensiales، Ebenales، Lecythidales، Polemoniales، Primulales، Theales و Sarraceniales) . اما داده‌های DNA این تفیک را تایید نمی کند. از خانواده‌های شاخص راسته Ericales می‌توان به Ericaceae، Ebenaceae، Polemoniaceae، Primulaceae،Sarraceniaceae، Sapotaceae و Theaceae اشاره نمود.

شاخه Euasterids I شامل چهار راسته است که بعضی از محققین آن ها را Lamiids می‌نامند. این شاخه دارای چهار خانواده مجزا نیز می‌باشد که در جایگاه راسته قرار نمی‌گیرند. خانواده Boraginaceae از مهمترین این خانواده ها می باشد:

clade asterids

order Cornales

order Ericales

clade **euasterids I**

family Boraginaceae

family Icacinaceae

family Oncothecaceae

family Vahliaceae

order Garryales

order Gentianales

order Lamiales

order Solanales

clade **euasterids II**

راسته Garryales شامل دو خانواده کوچک Garryaceae (جنس *Garrya* و *Aucuba* از گیاهان تزئینی) و Eucommoniaceae (جنس *Eucommia*، گرده افشانی با باد) می‌باشد. خانواده Eucommoniaceae براساس سیستم Cronquist (1981) در زیر رده Hamamelidae قرار داشت. راسته Gentianales شامل ۵ خانواده (به عنوان مثال Apocynaceae، Gentianaceae و Rubiaceae) است.

بزرگترین گروه در Lammiids راسته Lammiales (۲۱ خانواده) می باشد. این راسته شامل خانوادهایی مانند Acanthaceae، Bignoniaceae، Gesneriaceae، Lamiaceae، Oleaceae، Plantaginaceae، Scrophulariaceae، Orbanchaceae و Verbenaceae می باشد. تعیین حدود خانواده Scrophulariaceae یکی از مباحث گیج کننده در مطالعات فیلوژنی می باشد. خانواده Orbanchaceae شامل جنس‌های غیرفتوسنتز کننده اجباری هستند. جنس‌های *Pedicularis* و *Castileja* که از جنس‌های نیمه انگلی هستند، از خانواده Scrophulariaceae به Orbanchaceae منتقل شدند. جنس های نزدیک به *Veronica* (Scrophulariaceae) همانند *Digitalis* به خانواده Plantaginaceae منتقل شدند. این خانواده در گذشته تنها دارای یک جنس *Plantago* بود. اخیراً جدا شدن خانواده Calceolariaceae از Scrophulariaceae پیشنهاد شده است که مطالعات بیشتر جهت تایید آن نیاز است.

آخرین گروه از Lamiids راسته Solanales (۵ خانواده؛ به عنوان مثال Convolvulaceae و Solanaceae) می‌باشد. از جنس‌های شاخص Solanaceae می‌توان به *Solanum*، *Capsicum*، *Physalis*، *Petunia*، *Schizanthus*، *Brugmannsia*، *Atropa* و *Nicotiana* اشاره کرد.

Euasterids II یا Lobelids (شامل ۴ راسته: Apiales، Aquifoliales، Asterales و Dipsacales)، دومین و آخرین شاخه از آستریدها هستند. تعدادی از خانواده‌ها هنوز در جایگاه چهار راسته قرار نگرفته‌اند (به عنوان مثال خانواده‌های Escalloniaceae و Bruniaceae). راسته‌های Apiales و Aquifoliales در گذشته توسط Cronquist (1981) در روزیدها قرار گرفته بودند. اگر چه Cronquist معتقد بود که راسته Apiales حدواسط بین زیر رده Rosidae و Asteridae می باشد. راسته Apiales (۱۰ خانواده) شامل خانواده‌هایی همچون Apiaceae (*Daucus*، *Pastinaca* و *Foeniculum*)، Araliaceae (*Hedera*، *Aralia* و *Panax*) و Pittosporaceae می‌باشد. از خانواده‌های مهم راسته Aquifoliales (۵ خانواده) می توان به Aquifoliaceae و Stemonuraceae اشاره کرد.

راسته Asterales (۱۱ خانواده) شامل خانواده‌های همچون Asteraceae (*Helianthus*، *Cynara*، *Lactuca*، *Chicorium*، *Taraxacum*، *Bidens*، *Calendula*، *Cosmos*، *Centaurea* و غیره)، Campanulaceae (*Lobelia*، *Campanula*، *Platycodon*) و Goodeniaceae (*Scaevola*) می‌باشد. راسته Dipsacales (۲ خانواده) آخرین گروه از آستریدها می‌باشد. خانواده Caprifoliacae (*Sambucus*، *Viburnum*، *Lonicera*، *Abelia*، *Morina*، *Scabiosa* و *Dipsacus*) و Adoxaceae در این راسته قرار دارند.

clade **euasterids II**

family Bruniaceae

family Columelliaceae [+ family Desfontainiaceae]

family Eremosynaceae

family Escalloniaceae

family Paracryphiaceae

family Polyosmaceae

family Sphenostemonaceae

family Tribelaceae

order Apiales

order Aquifoliales

order Asterales

order Dipsacales

منابع

Albert, V.A., Williams, S.E. and Chase, M.W. (1992) Carnivorous plants: phylogeny and structural evolution. Science 257, 1491–1495.

APG (Angiosperm Phylogeny Group) (1998) An ordinal classification of the families of flowering plants. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 85, 531–553.

APG (Angiosperm Phylogeny Group) (2003) An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnaean Society* 141, 399–436.

APG (Angiosperm Phylogeny Group) (2009) An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnaean Society* 161, 105–121.

Barkman, T. J., G. Chenery, J. R. McNeal, J. Lyons-Weiler, W. J. Ellisens, G. Moore, A. D. Wolfe, and C. W. dePamphilis. 2000. Independent and combined analyses of sequences from all three genomic compartments converge on the root of flowering plant phylogeny. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 97: 13166 13171.

Borsch, T., K. W. Hilu, D. Quandt, V. Wilde, C. Neinhuis, and W. Barthlott. 2003. Noncoding plastid trnT-trnF sequences reveal a well resolved phylogeny of basal angiosperms. Journal of Evolutionary Biology 16: 558 576.

Chase, M. W., D. E. Soltis, R. G. Olmstead, D. Morgan, D. H. Les, B. D. Mishler, M. R. Duvall, R. A. Price, H. G. Hills, Y.-L. Qiu, K. A. Kron, J. H. Rettig, E. Conti, J. D. Palmer, J. R. Manhart, K. J. Sytsma, H. J. Michaels, W. J. Kress, K. G. Karol, W. D. Clark, M. HedrØn, B. S. Gaut, R. K. Jansen, K.-J. Kim, C. F. Wimpee, J. F. Smith, G. R. Furnier, S. H. Strauss, Q.-Y. Xiang, G. M. Plunkett, P. S. Soltis, S. M. Swensen, S. E. Williams, P. A. Gadek, C. J. Quinn, L. E. Eguiarte, E. Golenberg, G. H. Learn Jr., S. W. Graham, S. C. H. Barrett, S. Dayanandan, and V. A. Albert. 1993. Phylogenetics of seed plants: an analysis of nucleotide sequences from the plastid gene rbcL. Annals of the Missouri Botanical Garden 80: 528 580.

Chase, M. W., M. F. Fay, and V. Savolainen. 2000. Plant Systematics: A half-century of progress (1950-2000) and future challenges Higher-level classification in the angiosperms: New insights from the perspective of DNA sequence data. Taxon 49: 685 704.

Chase, M.W., Fay, M.F. and Savolainen, V. (2000a) Higher-level classification in the angiosperms: new insights from the perspective of DNA sequence data. *Taxon* 49, 685–704.

Chase, M.W., Soltis, D.E., Soltis, P.S., Rudall, P.J., Fay, M.F., Hahn, W.H., Sullivan, S., Joseph, J., Givnish, T., Sytsma, K.J. and Pires, J.C. (2000b) Higher-level systematics of the monocotyledons: an assessment of current knowledge and a new classification. In: Wilson, K.L. and Morrison, D.A. (eds) Monocots: Systematics and Evolution. CSIRO, Melbourne, pp. 3–16.

Cronquist, A. (1981) *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*. Columbia University Press, New York.

Dahlgren, R.M.T. (1980) A revised system of classification of the angiosperms. *Botanical Journal of the Linnaean Society* 80, 91–124.

Dahlgren, R.M.T., Clifford, H.T. and Yeo, P.F. (1985) The Families of the Monocotyledons: Structure, Evolution and Taxonomy. Springer, Berlin.

Davis, J. I., D. W. Stevenson, G. Petersen, O. Seberg, L. M. Campbell, J. V. Freudenstein, D. H. Goldman, C. R. Hardy, F. A. Michelangeli, and M. P. Simmons. 2004. A phylogeny of the monocots, as inferred from rbcL and atpA sequence variation, and a comparison of methods for calculating jackknife and bootstrap values. Systematic Botany 29: 467 510.

Doyle, J. A., and P. K. Endress. 2000. Morphological phylogenetic analysis of basal angiosperms: Comparison and combination with molecular data. International Journal of Plant Sciences 161: S121 S153.

Duvall, M., Mathews, S., Mohammad, N. and Russell, T. (2005) Placing the monocots: conflicting signal from trigenomic analyses. In: Columbus, J.T. (ed.) Proceedings of the Third International Conference on Monocots. Aliso Press, Los Angeles, California.

Duvall, M.R., Clegg, M.T., Chase, M.W., Lark, W.D., Kress, W.J., Hills, H.G., Eguiarte, L.E., Smith, J.F., Gaut, B.S., Zimmer, E.A. and Learn, G.H. Jr

(1993a) Phylogenetic hypotheses for the monocotyledons constructed from rbcL sequences. Annals of Missouri Botanical Garden 80, 607–619.

Duvall, M.R., Learn, G.H. Jr, Eguiarte, L.E. and Clegg, M.T. (1993b) Phylogenetic analysis of rbcL sequences identifies Acorus calamus as the primal extant monocotyledon. Proceedings of the National Academy of Sciences USA 90, 4611–4644.

Givnish, T. J., T. M. Evans, J. C. Pires, and K. J. Sytsma. 1999. Polyphyly and convergent morphological evolution in Commelinales and Commelinidae: Evidence from rbcL sequence data. Molecular Phylogenetics and Evolution 12: 360 385.

Graham, S. W. and R. G. Olmstead. 2000a. Evolutionary significance of an unusual chloroplast DNA inversion found in two basal angiosperm lineages. Current Genetics 37: 183 188.

Graham, S. W., and R. G. Olmstead. 2000. Utility of 17 chloroplast genes for inferring the phylogeny of the basal angiosperms. American Journal of Botany 87: 1712 1730.

Graham, S. W., and R. G. Olmstead. 2000b. Utility of 17 chloroplast genes for inferring the phylogeny of the basal angiosperms. American Journal of Botany 87: 1712 1730.

Grayum, M.H. (1987) A summary of evidence and arguments supporting the removal of *Acorus* from the Araceae. Taxon 36, 723–729.

Henry, R.J. 2005. Plant diversity and evolution, Genotypic and phenotypic variation in higher plant. CABI publishing. 332p.

Mathews, S., and M. J. Donoghue. 1999. The root of angiosperm phylogeny inferred from duplicate phytochrome genes. Science 286: 947 950.

Mathews, S., and M. J. Donoghue. 2000. Basal angiosperm phylogeny inferred from duplicate phytochromes A and C. International Journal of Plant Sciences 161: S41 S55.

Nandi, O. I., M. W. Chase, and P. K. Endress. 1998. A combined cladistic analysis of angiosperms using rbcL and non-molecular data sets. Annals of the Missouri Botanical Garden 85: 137 212.

Parkinson, C. L., K. L. Adams, and J. D. Palmer. 1999. Multigene analyses identify the three earliest lineages of extant flowering plants. Current Biology 9: 1485 1488.

Qiu, Y.-L., J. Lee, F. Bernasconi-Quadroni, D. E. Soltis, P. S. Soltis, M. Zanis, E. A. Zimmer, Z. Chen, V. Savolainen, and M. W. Chase. 1999. The earliest angiosperms: evidence from mitochondrial, plastid and nuclear genomes. Nature 402: 404 407.

Qiu, Y.-L., J. Lee, F. Bernasconi-Quadroni, D. E. Soltis, P. S. Soltis, M. Zanis, E. A. Zimmer, Z. Chen, V. Savolainen, and M. W. Chase. 2000. Phylogeny of basal angiosperms: analyses of five genes from three genomes. International Journal of Plant Sciences 161: S3 S27.

Simpson, M.G. 2006. Plant systematics. Elsevier academic press. 590p.

Soltis, D. E., P. S. Soltis, D. L. Nickrent, L. A. Johnson, W. J. Hahn, S. B. Hoot, J. A. Sweere, R. K. Kuzoff, K. A. Kron, M. W. Chase, S. M. Swensen, E. A. Zimmer, S.-M. Chaw, L. J. Gillespie, W. J. Kress, and K. J. Sytsma. 1997. Angiosperm phylogeny inferred from 18S ribosomal DNA sequences. Annals of the Missouri Botanical Garden 84: 1 49.

Soltis, D.E., Soltis, P.S., Chase, M.W., Mort, M.E., Albach, D.C., Zanis, M., Savolainen, V., Hahn, W.H., Hoot, S.B., Fay, M.F., Axtell, M., Swensen, S.M., Nixon, K.C. and Farris, J.S. (2000) Angiosperm phylogeny inferred from a combined data set of 18S rDNA, *rbcL*, and *atpB* sequences. *Botanical Journal of the Linnaean Society* 133, 381–461.

Soltis, P.S., Soltis, D.E. and Chase, M.W. (1999) Angiosperm phylogeny inferred from multiple genes as a tool for comparative biology. Nature 402, 402–404.

Takhtajan, A. (1997) *Diversity and Classification of Flowering Plants.* Columbia University Press, New York.

Thien, L. B., T. L. Sage, T. Jaffre, P. Bernhardt, V. Pontieri, P. H. Weston, D. Malloch, H. Azuma, S. W. Graham, M. A. McPherson, H. S. Rai, R. F. Sage, and J.-L. Dupre. 2003. The population structure and floral biology of Amborella trichopoda (Amiborellaceae). Annals of the Missouri Botanical Garden 90: 466 490.

Thorne, R.F. (1992) An updated phylogenetic classification of the flowering plants. *Aliso* 13, 365–389.

Zanis, M. J., D. E. Soltis, P. S. Soltis, S. Mathews, and M. J. Donoghue. 2002. The root of the angiosperms revisited. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 99: 6848 6853

Zanis, M. J., P. S. Soltis, Y. L. Qiu, E. Zimmer, and D. E. Soltis. 2003. Phylogenetic analyses and perianth evolution in basal angiosperms. Annals of the Missouri Botanical Garden 90: 129 150.