مروری بر روش‌های جدید در طبقه‌بندی نباتات

پوهندوی فریده شعیب ویدی[11]

تقریظ‌دهنده: پوهندوی عبدالرحمان عثمانی

مجـلهٔ علمی-تحقیقی حـوزهٔ علوم طـبیعی پـوهـنتون کـابـل، ۲ (٤) ۱٤۰۰

چکیده

سـیسـتماتیک، علم طبقه‌بندی نباتات اسـت که شـامل شـناسـایی، نام‌گذاری و طبقه‌بندی نباتات می‌شـود. مبنای کار سیسـتماتیک نباتی مقایسـهٔ انواع و فامیل‌های نباتات و بررسـی ارتباط میان آن‌ها اسـت. هدف عمدهٔ آن ایجاد یک شیوهٔ ساده برای طبقه‌بندی نباتات می‌باشد. شیوه‌های قبلی عمدتاً براساس مجموعه مشخصات ظاهری استوار بود. در جریان قرن ۱۹ تلاش‌ها صورت گرفته تا نباتات را براساس مشـخصـات طبیعی آن‌ها طبقه‌بندی نمایند. امروزه دانش‌مندان بدین باوراند که کارهای گذشـته در طبقه‌بندی کاملاً مشـاهداتی بوده و بهتر اسـت که جهت رفع مشـکلات در طبقه‌بندی نباتات شـعبات دیگر بوتانی نیز در نظر گرفته شـود. جهت ایجاد یک سیسـتم وسـیع در طبقه‌بندی دلایل سـایتولوژیکی، سایتوجنتیک، اناتومی، گرده‌شناسی، فزیولوژی، سنگ‌واره‌شناسی و بیوشیمی باید به‌کار رود. درحال حاضر از بخش‌های مختلف دیگر مانند سـایتولوژی، سـایتوجنتیک و هم‌چنان شـیموتکسـانومی، سـیروم اتالیز و از میتودهای کمپیوتر (طبقه‌بندی عددی) در طبقه‌بندی استفاده می‌شود.

اصطلاحات کلیدی: سیرولوژی؛ گرده‌شناسی؛ تکسانومی عددی؛ سایتوتکسانومی؛ شیموتکسانومی؛ طبقه‌بندی عددی

An Overview of New Methods in Plant Taxonomy

Asstt. Prof. Farida Shoaib Vedi

Abstract

Plant systematic is scientifically related to the classification of plants, which includes the identification, naming and classification of plants. The basis of systematic plant work is comparing the types and families of plants and examining the relationship between them. The main purpose of classification is to create a simple method for classifying plants. Previous classification methods were mainly based on a set of physical characteristics During 19th century, however, attempts were made to classify plants based on their natural characteristics. Today scientists believe that past work in classifying plants has been purely observational and descriptive and it is better to consider other botanical branches to solve problems in the classification .Therefore, in order to create a comprehensive system in the classification ,cytological, cytogenetic, anatomical, physiological, Paleobotany and biochemical reasons should be used. At present, various other departments such as cytotexonomy , cytogenetics and numerical classification are used in the classification of plants.

Keywords**:** Serology; Cytotaxonomy; Serotaxonomy; Paleobotany; Chemotaxonomy

ارجاع

شـعیت ویدی، فـریده. (۱٤۰۰). مـروری بر روش‌هـای جـدید در طبقـه‌بنـدی نـباتات. مجـلهٔ علمی- تحـقیقی حـوزهٔ علـوم طبیعی پوهـنتون کـابل، شماره ۲ (٤)، صص ۱۰۹ – ۱۱۷.

---

[11] استاد پوهنځی بیولوژی، پوهنتون کابل

مقدمه

تکسانومی علمیست که از طبقه‌بندی نباتات به شمول اساسات، پرنسیپ‌ها، طرزالعمل و قوانین آن بحث و گفتگو می‌کند. ا پ. دکاندول (A.P.Decandolle) برای نخستین بار لغت تکسانومی را به‌کار برد. طبقه‌بندی هرنوع اشیا توسط هیچ یک از مکاتب فلسفی یا دانش‌مندی صورت نگرفته، بلکه یک شغل طبیعی انسان بوده که مانند لسان به‌حیث وسیله‌ی ارتباط میان اولاد بشر به‌کار رفته است. اهمیت طبقه‌بندی برای ساینس‌دانان بسیار زیاد است، زیرا آن‌ها می‌کوشند تا نام‌های درست اشیا را پیدا کنند و به‌صورت صحیح آن‌ها را استعمال نمایند. وظیفه‌ی مهمِ سیستماتیک این است که گروپ‌های طبیعی اجسام حیه را پیدا و تحت مطالعه قرار دهد که چطور گروپ‌های مختلف اجسام حیه باهم رابطه و قرابت می‌داشته باشند. اهداف مشخص سیستماتیک عبارت از تشخیص و نام‌گذاری تمام انواع نباتاتی که اکنون زندگی می‌کنند و نباتاتی که در اعصار گذشته وجود داشته اند، تنظیم تمام انواع نباتات به دسته‌های که با هم ارتباط نزدیک داشته باشند، یعنی طرح یک سیستم طبقه‌بندی که قرابت نباتات را به شکل طبیعی نشان داده بتواند،کشف پدیده‌های تکاملی، یعنی کشف پدیده‌های که باعث تغییرات و تحولات تدریجی اجسام حیه از اشکال ساده به اشکال مغلق و پیچیده گردیده اند، می‌باشد.

ارتباط سیستماتیک با علوم دیگر

سیستماتیک نباتی، رشته‌یی از علومی است که با بسیاری از رشته‌ها ارتباط نزدیک دارد. طور مثال؛ نبات‌شناسی یا بوتانی، مورفولوژی نباتی، فیزیولوژی نباتی، بیوشیمی‌نباتی، جنتیک نباتی و ایکولوژی نباتی. سیستم‌های طبقه‌بندی امروزی بر خلاف سیستم‌های قدیمی، تنها بر پایه مشخصات مورفولوژیکی استوار نبوده بلکه سایر مشخصات بیولوژیکی نباتات را در طبقه‌بندی به کار می‌برند. سیستم‌های مختلفی جهت طبقه‌بندی نباتات به‌کار رفته اند که عبارت اند از سیستم طبقه‌بندی مصنوعی، سیستم طبقه‌بندی طبیعی و سیتسم طبقه‌بندی فایلوجنتیک می‌باشد. در این اوخر جهت تشخیص بهتر و ارتباط طبیعی نباتا ت از سیستم‌های جدیدی نیز استفاده به عمل می‌آید که در ذیل چند طریقه‌ی آن را مورد بررسی قرار می‌دهیم (٤).

سایتوتکسانومی: کاربرد معلومات سایتولوژیکی در توضیح مشکلات طبقه‌بندی بنام سایتوتکسانومی یاد می‌شود. مشخصات سایتولوژیکی مانند تعداد کروموزوم‌ها، اندازه، مورفولوژی، نوع انقسام تنقیصی برای دانستن ارتباطات و تکامل گروپ‌های مختلف سیستماتیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۳).

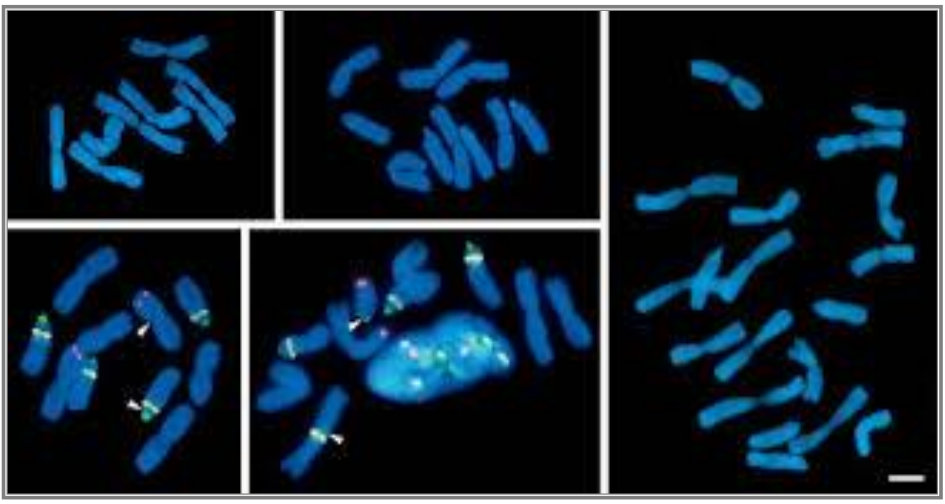
بعضی از این مشخصات قرار ذیل است:

تعداد کروموزوم‌ها : مطالعاتی که در رابطه به تعداد کروموزوم‌ها انجام شـده دیده می‌شـود که این یک ارتباط بسیار مهم را درطبقه‌بندی مهیا می‌سازد. کم‌ترین نمبر کروموزوم (٤) در مرحله زوماتیک درهپلوپاپوس گراسلیس (Haplopappus gracilis) (استیراسی) دیده شده است. در حالی‌که در پوا لیتروزوا (Poa littorosa) (پواسـی) ۵۳۰ کروموزوم وجود دارد. اپچیفیرا (کراسـولاسـی) ۵۰۰-۵۲۰ کروموزوم و در موروس نیگرا (موراسی) ۵۰۸ است. بیشترین تعداد کروموزوم (۱۲٤۰) در تریدوناتیا، اوفیوگلوسـوم (Ophioglossum) موجود اسـت. این تغییرات بزرگ در تعداد کروموزوم‌ها زمینه را برای گروپ‌بندی نباتات به بخش‌های مختلف آماده می‌سـازد. اعضـای فاباسـی دارای عین تعداد کروموزوم (n=12) بوده که هومولوژی را در بین جنس‌های مختلف یک فامیل نشان می‌دهد (۱۰).

در اریکاسـی دو قاعده ردیف‌بـندی از لحاظ انواع برگ وجـود دارد. به صـورت عمـوم، انواعی‌کـه نمـبر کـروموزوم شـان (n=16) است، حـاوی برگ‌های پارچـه شده اند، در حـالی‌که آن‌هـایی‌که کروموزوم شان (n=18) اسـت برگ‌های پنجـه‌یی دارند. در تعـداد زیادی از گـروپ‌ها سلسله‌ی پولی پلوئیدی دیده می‌شـود. طور مثال؛ تعداد اصـلی کروموزوم‌ها دردرخت بید (Salix) ۱۹ اسـت. تعـداد کروموزوم‌هـا در انواع مختلف جنس‌هـا نیزمتفـاوت می‌بـاشـد. طور مثـال؛ در زالیکس فیرمنیـالیس(Salix virminales) (دیپلوئیـد 2n=38)، زالیکس اتروسـینرا (S. atrocinera) (تتراپلوئید 2n=76)، زالیکس فایلیسـفولیا (S. phylicifolia) (هکزا پلوئید 2n=152) اسـت. مثال دیگر از پولی پلوئیدی را می‌توان در جنس تارازاکوم (Taraxacum) (2n=16,24,32,40,48) و در جنس روبوس (Rubus) (n=7) مشـاهده کرد. مثلاً: ۲۱، ۲۸، ۳۵، ٤۲ و ٤۹. تکسـای که از لحاظ تعداد نمبر کروموزوم‌ها متفاوت باشد، یک خصوصیت مجزا گفته می‌شود (۷) .

مورفولوژی کروموزوم: به اسـاس شـکل، اندازه، حجم و پخش مواد کروماتین (ایوکروماتین و هیتروکروماتین)، کروموزوم‌ها به رشته‌های مشخص تنظیم شده که به‌نام کاریوتایپ (Karyotype) و یا ایدوگرام یاد می‌شـود. بررسـی کاریوتایپ کروموزوم یک قاعده‌ی اسـاسـی و روشـنی را برای طبقه‌بندی گروپ‌ها مهیا می‌سازد. مطالعات کاریوتایپ نشـان داده اسـت که یک مشـیمه‌یی‌ها دارای

کروموزوم‌های بزرگ‌تر نسبت به دو مشیمه‌یی‌ها اند. به همین ترتیب نباتات چوبی نسبت به نباتات علفی حاوی کروموزوم‌های کم‌تر اند.



شکل ۱: ساختمان کروموزوم‌ها در نباتات مختلف (https://www.pnas.org/content/110/9/3447)

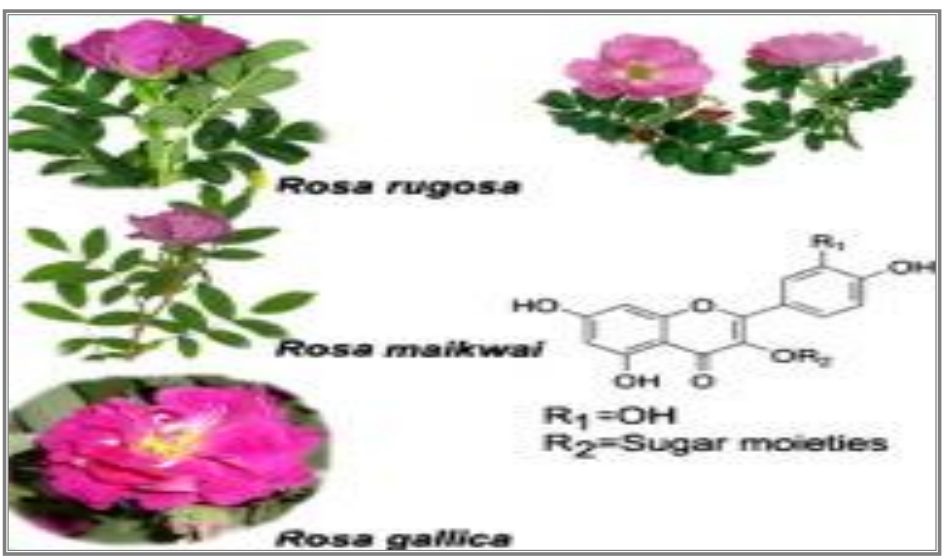
مطالعات کاریوتایپی یک ارتباط داخلی جالبی را میان گروپ‌های مختلف پانداناسی، الیسماتاسی، هایدروکارتیاسی، للیاسی، امریلداسی و دایکوریاسی به‌دست‌رس قرارمی‌دهد. این چنین راه و روش، یک فامیل جداگانه را به‌نام با سیلاسی از شینوپوداسی به‌وجود آورده که اساس آن مطالعات کاریوتایپ میباشد (۵).

جنس یوکا (Yucca) بنابر داشتن تخمدان فوقانی در للیاسی و اگف (Agave) با تخمدان تحتانی در امریلداسی جابه‌جا شده بود. مطالعات سایتولوژیکی این‌ها را به اساس دیپلوئیدی بودن کروموزوم (2n=30) مورفولوژی و کاریوتایپ شان با هم ربط داد. به اساس تو ضیحات بالا و دلایلی که ساختمان ظاهری کاریوتایپ شان نیز با هم مشابه است، یوکا و اگف فعلاً تحت یک فامیل به‌نام آگافاسی جا داده شده اند (٦)

کروموزوم‌های ستلایت (Satellite): در بعضی کروموزوم‌ها ما می‌توانیم فشرده‌گی دومی را نیز ببینیم (مثلا جواری)، در بعضی قسمت‌ها بخش‌های از کروموزوم به اجزای حلقوی تقسیم گردیده که این چنین بخش‌ها را به‌نام ستلایت کرموزوم یاد می‌کنند. جالب این است که کروموزوم‌های ستلایت را فقط می‌توان در تعداد کمی از گروپ‌ها دریافت. بناءً، از موجودیت و عدم موجودیت ستلایت کروموزوم جهت محدود ساختن تکسا می‌توان استفاده کرد (۷).

شیمو تکسانومی: خصوصات کیمیاوی نباتات را نیز می‌توان در طبقه‌بندی استفاده کرد. موارد استفاده کیمیا در طبقه‌بندی بنام شیموتکسانومی یاد می‌شود. در مطالعات شیمو تکسانومی مواد مختلف کیمیاوی که در گروپ‌های مختلف نباتات وجود دارد، مطالعه و تجزیه شده و بعداً مدارک بدست آمده ازین مطالعات را جمع آوری نموده که در طبقه‌بندی از آن استفاده می‌کنند (۱).

اهمیت مواد کیمیاوی مختلف در مطالعات طبقه‌بندی از مدت‌ها بدین‌سو دانسته شده است. طور مثال، موجودیت روغنیات اساسی و ضروری این‌را آسان می‌سازد تا فامیل‌های چون اپیاسی و لمیاسی را تشخیص داد. به عین طریقه می‌توان فامیل‌هایی مانند اپوساینا‌سی و اسکلپیداسی را از دیگران در اثر موجودیت مایع لاتکس شیری فرق کرد. در اثر موجودیت تخنیک‌های جدید انالیز مواد کیمیاوی مثلاً؛ کروماتو گرافی، الکتروفوریزس و اشعه ایکس (X-ray) کرستالوگرافی اساس طبقه‌بندی برمبنای مواد کیمیاویی در دقیقه‌ها بدست می‌آید. مواد کیمیاوی مانند کاربوهایدریت‌ها، شحمیات و هم چنان میتابولیت‌های اولی و دومی مانند فلانوئیدها، الکوئیدها، انتوسیانین، بیتا سیانین‌ها و گلایکوزیدها کلیدها را در طبقه‌بندی فراهم می‌سازند (۱۱).



شکل۲: موجودیت مواد کیمیاوی در انواع گلاب (https://www.compoundchem.com/2017/02/14/roses/)

موجودیت مواد الکلوئیدی: ازجمله مهم‌ترین مواد کیمیاوی‌ای‌که در فایلوجینی و طبقه‌بندی از آن استفاده می‌شود، الکلوئید است. این مواد مشخصات بعضی از فامیل‌ها مانند امریلیناسی، بیربیریداسی، فاباسی، رننکلاسی و زولانسی می‌باشد. در اثر موجودیت الکالوئید ایزو گونولین

(Isogounoline) مثلاً؛ پروزوپین (Prosopine)، گفته می‌شود که فوماریاسی و پاپاوراسی باهم قرابت نزدیک دارند.چون تمام این فامیل‌ها دارای الکلوئید بار بیرین مانند هستند. در لیگومینوزا موجودیت الکلوئیدها در طبقه‌بندی اهمیت زیادی دارد. الکلوئیدهای دیپیپرادیلول (Dipiperdyllul) مانند هسترین (Hystrin) فقط درجینیستا (Genista) وجود دارد. بنابرین، جنس ادینوکارپوس (Adenocarpus) و هم‌چنان امودندرون باید به قبیله جنیستا منتقل شوند (۱۰).

موجودیت فینولیک‌ها: فینولیک‌ها بزرگ‌ترین گروپ مرکباتی اند که به صورت طبیعی به شکل فلانوئیدها پیدا می‌شوند. این‌ها را به آسانی می‌توان به‌وسیله‌ی کروماتوگرافی کاغذ (Paperchromatography) استخراج کرد. فینول‌ها می‌توانند که مشکلات طبقه‌بندی را به پیمانه‌ی وسیعی حل سازند. یکی از مثال‌های این روش اینست که قرابت اریکاسی و پواسی را با هم نشان می‌دهد. با وجود این‌که پلما (Palma) و علف‌های آن‌ها از لحاظ مورفولوژی علف از همدیگر تفاوت زیادی دارند. موجودیت پنج‌برگی که حاوی فلانوئیدها اند، مانند گلایکوزایل (Glyosyl) ترایسین (Tricin)، لوتیلوین (Luteolin) مشتقات بای سلفاید و 5-Glucoside دو فامیل را با هم ارتباط می‌دهد. فامیل‌های پواسی وسایپراسی را در اکثراً سیستم‌های طبقه‌بندی نزدیک همدیگر قرار می‌دهند چون‌که هر دوی این‌ها عین مواد اساسی فلانوئید را دارا می‌باشند (۱۱).

موجودیت بیتا لین‌ها: بیتالین یک رنگ سرخ و زرد نایتروجندار است. مطالعات شیموتکسانومی‌موجودیت آن‌را فقط در ده فامیل مربوط آردر سنتروسپرما (Centrospermae) نشان داده است. فامیل‌های که حاوی تکسای زیر و فایتیک اند، ککاتاسی اکثراً تحت آردر مونوفایتیک،ککتالیس و یا اوپنیتالیس جابه‌جا شده اند. در حقیقت این فامیل باید تحت سنتروسپرما جاگزین شود، چراکه اعضای این فامیل حاوی مقدار بیشتر بیتالین‌ها اند. از طرف دیگر کاریوفیلاسی و مولوگیناسی با وجودی‌که فاقد بیتالین اند، تحت سنتروسپرما بنابر ساختمان ظاهری دیگرشان جاگزین شده اند. به اساس این خصوصیت (موجودیت و عدم موجودیت بیتالین)، دو فامیل فوق قبلاً از سنتروسپرما جداگردیده و شامل آردر کاریو فیلیالس گردیده اند (۱۳).

موجودیت مواد کیماوی: شنتا رام (Shanta Ram) (۱۹۸۳) به اساس مطالعات کیموتکسانومیکی بیان داشت که به عوض جاگزین ساختن جنس قهوه (Coffea) در فامیل روبیاسی بهتر اینست که آن‌را در یک فامیل جداگانه‌ی مونوجنیریک که به‌نام کافیاسی یاد می‌شود، جابجا کرد. دیوژن انجیوسپرم به لیگنوزا (Lignosae) (تکسای چوبی) و هیرباسیا (تکسای علفی) به‌وسیله هتچنسون (۱۹۵۹) به اساس مطالعات کیموتکسنومیکی استوار است.

دیده شده است که اکثریت لیگنوزا حاوی فلانوئیدها وهایدروکسی اسیدها بوده درحالی‌که هیرباسیا دارای فلافون‌ها وسیتوکسی اسیدها اند. بعضی اوقات امکان دارد که دو فامیل را به اساس موجودیت یک نوع مواد کیمیاوی محدود ساخت. ساختمان کیمیاوی DNA و RNA هم‌چنان معلومات جامع را به‌دست‌رس می‌گذارد تا ارتباط میان گروپ‌های مختلف تکسانومیکی را تشخیص داد (۲).

سیروتکسانومی: سیرولوژی یک شاخه‌ی از بیولوژی است که با خصوصیات و عمل متقابل انتی‌جن و انتی‌بادی سروکار دارد. عکس‌العمل‌های سیرولوژیکی ما را کمک می‌کند تا مشابهت‌ها و اختلافات میان تکساهای مختلف رادریافت نماییم. پروتین‌هاکه معلومات مفیدی را انتقال می‌دهند و ما می‌توانیم به آسانی از آن‌ها در مطالعات سیرولوژیکی انتی‌جن استفاده نماییم. پروتین‌های را که در دانه‌ها، ساقه‌ی تیوبرها، حجرات الجی، سرخس‌ها، گرده‌ی میوه جات و برگ‌ها ذخیره می‌شوند، می‌توان به حیث انتی‌جین‌ها استفاده کرد. نتال در ۱۹۰۲ برای اولین مرتبه اهمیت سیرولوژی را در طبقه‌بندی نباتات دریافت. میز و زینجسپیکت (Zeingenspect و Mez) از جرمنی به اساس مطالعات سیرولوژیکی، یک شجره‌ی فامیلی نباتات را منتشر ساختند که به‌نام ستامبوم (Stommbaum) یاد می‌شود.

بایودین (Boyden) به اساس تحقیقات سیرولوژیک دو جنس میچیلیا (Michelia) و مگنولیا (Magnolia) را باهم ربط داد. توکر (Tucker) در ۱۹۶۸ ارتباطات سیرولوژیکی را در میان تعداد زیادی از جنس‌ها ثبت کرد. مانند داتورا (Datura)،هایوسایموس (Hyoscymaus)، تنباکو (Nicotiana)، سلپی گلوسیس (Salpiglosis) و کچالو (Solanum). کلوز (Kloz) در سال ۱۹۷۱ با شناسایی پروتین‌های مختلف سهم مهمی‌در سیرولوژی فاباسی گرفت. کارهای وی هم‌چنان در انتخاب پروتین‌های مورد نظر در تجارب جهت پرورش نباتات خیلی مفید واقع شد. مطالعات سیرولوژیکی فواید زیادی را در طبقه‌بندی نباتات دارد (۹).

تکسانومی‌عددی: شعبه‌ی از بوتانی که با روش‌های عددی سیستماتیک ارتباط دارد، به‌نام تکسانومی عددی (Numerical Taxonomy) یاد می‌شود. تکسانومی‌عددی عبارت از تکامل عددی ارتباطی و یا مشابهت‌ها میان بخش‌های تکسانومیکی و ترتیب‌دهی این بخش به تکسا به اساس وابستگی آن‌ها می‌باشد. دراین اواخر معلومات از شعبات مختلفی مانند فایلوجنی، سایتولوژی، اناتومی، فزیولوژی، بیوشیمی و سایتوجنتیک گرفته شده و به کمک میتودهای کمپیوتر و دیگر میتودهای شمارش تحلیل وتجزیه می‌گردد.

طبقه‌بندی عددی یک رهنمای دقیق برای ارتباطات فایلوجنتیکی می‌باشد. تلاش‌ها برآن است تا میتودی را برای شناسایی تکسا به اساس تمام مشابهت‌ها به‌وسیله‌ی تحلیل و تجزیه‌ی خصوصیات، اهمیت، تست‌های ستندرد و انحراف معیاری به‌کمک کمپیوتر ایجاد کرد. اساسی‌ترین طرزالعمل در تکسانومی عددی کشف کرکترهای تکسون و بعداً مشابهت‌ها میان افراد را تثبیت نموده و بعداً به کمک کمپیوتر کار بالای آن‌ها صورت می‌گیرد.

در مقایسه به میتودهای دیگر طبقه‌بندی، تکسانومی عددی فواید ذیل را دارد:

۱. برای ایجاد یک تکسای طبیعی باید هر دو خصوصیت با هم مساوی باشند؛

۲. طبقه‌بندی به اساس مشابهت‌های فینوتاپیک (خصوصیات به اساس مشخصات ظاهری) از لحاظ فایلوجینی در نظر گرفته می‌شود.

۳. طبقه‌بندی عملی بوده و یک علم تجربی می‌باشد (۱۳).

نتیجه‌گیری

تکسانومی نباتی عبارت از یک علم تاریخی و باستانی می‌باشد. این پدیده نشان می‌دهد که حقایق و فرضیه‌های تکسانومی که صدها سال قبل جمع‌آوری گردیده هنوز هم ارزش علمی‌خود را از دست نداده اطلاعات زنده و مفیدی را به دست‌رس دانش‌مندان تکسانومی می‌گذارند. اما با پیشرفت علم و تخنیک شیوه‌های جدیدی مانند ستلایت کروموزوم، سیروتکسانوم، الفاتکسانومی، تکسانومی عددی وسایتوتکسانومی در طیقه‌بندی نباتات ایجاد شده تا دانش‌مندان بتوانند یک سیستم طیقه‌بندی را به اساس تمامی‌مشابهت از لحاظ داشتن تعداد کروموزم‌ها، موجودیت مواد کیمیاوی، موجودیت انتی‌جن و انتی‌بادی، موجودیت بیتالین‌ها، مواد الکلوییدی و غیره طبقه‌بندی نمایند، تا یک طبقه‌بندی مناسب و مؤثق بدست آید.

منابع

(1) V. S. S. Sambamury, A textbook of Bryophyte, Ptridophytes ,Gymnosperms and Pleolobotany. 2014, pp. 35-37.
(2) Albach, D. C., P. S. Soltis and D. E. Soltis,. Patterns of embryological and biochemical evolution in the asterids. Syst. Bot. 2001; 26, pp. 242-262.
(3) B.P. Pandey, text book of Botany, Angiosperm & Economic Botany. 2014.
(4) Baas, P., F.A. Wheeler and M.W. Chase, Dicotyledonous wood anatomy. 2000.
(5) APG system of angiosperm classification. Bot. J. Linn. Soc., 134, pp. 12-17.
(6) F.Prithipalsing, plant taxonomy, past, present, and future. 2012.
(7) Gottlieb, O. R., A.C. Kaplan and K. Kubitzki,. A suggested role of galloyl esters in the evolution of dicotyledons. Taxon. 2011; 42, pp. 539-542.
(8) Hegnauer, R.,. Phytochemistry and chemotaxonomy of Boraginaceae. Fl. Males., 2011; 13, pp. 52-55.
(9) I.S . Rana, D.K, Vpreti, plant taxonomy and Biosystematics. 2009.
(10) Jensen, S. R.,. Systematic implications of the distribution of iridoids and other chemical compounds in the Loganaceae and other families of the Asteridae. Ann. Missouri Bot. Gard. 2016; 79, pp. 284-287.
(11) Jensen, S. R., H. Franzyk and E. Wallander,. Chemotaxonomy of the Oleaceae Iridoids as taxonomic markers. Phytochemistry. 2002; 60, pp. 213-216.
(12) Pandey, Ashok and etal. Biofules from algae 1th edition. 2013, p. 88
(13) Singh, Gurcharn, plant systematic, theory & practical 3rd. 2012, p. 67.