

پدیده توالی و کلیما کس

پدیده توالی^۱

ارائه تعریف جامع و درعین حال کوتاه برای پدیده توالی و تفهیم ماهیت این پدیده قبل از شرح آن، خالی از دشواری نیست؛ به همین دلیل این مسأله را به بعد از تشریح و توضیح روند توالی موکول می‌کنیم. از سوی دیگر در ابتدای بحث، پدیده توالی را تنها در سطح تولیدکننده‌های اکوسیستم (گیاهان) بررسی می‌کنیم، سپس به کیفیت وقوع توالی در سطح کل اکوسیستمها می‌پردازیم.

برای اینکه توضیح روند توالی و مفهوم و معنای آن بسادگی ممکن شود، جزیره‌ای را در نظر بگیرید که بر اثر حرکت‌های کوه‌زایی یا بروز آتشفشان در داخل اقیانوس از آب بیرون آمده است یا منطقه وسیعی که به دلیل پس‌روی دریا به خشکی اضافه شده است. روی صخره حاصل از آتشفشان یا لایه رسوبی سخت و متراکم که بتازگی در معرض تماس با هوا قرار می‌گیرد استقرار و رشد بوته، درختچه و درخت مقدور نیست؛ زیرا قشر نرم و ضخیم اولیه روی صخره یا لایه خاک (که محل نگهداری آب و مخزن عناصر غذایی مورد نیاز گیاه است هنوز ایجاد نشده است. اولین تولیدکننده‌هایی که در این محیط استقرار می‌یابند گل‌سنگها هستند. گل‌سنگها روی سطح صخره یا سنگ رشد کرده، بتدریج بخش بیرونی صخره را تجزیه می‌کنند. با اضافه شدن مواد آلی حاصل از فساد لاشه گل‌سنگها اولین لایه خاک به ضخامت چند میلیمتر به وجود می‌آید. به دنبال گل‌سنگها نوبت استقرار خزها می‌رسد. خزها نمی‌توانند روی

سطح عاری از پوشش خاکی صخره‌ها یا سنگها استقرار یابند، ولی وقتی گلسنگها لایه اول خاک را تولید کنند، در محیط رشد آنها نفوذ می‌کنند و بتدریج گلسنگها را عقب می‌زنند. زمان استقرار خزها بر حسب شرایط محیط دهها یا صدها سال طول می‌کشد. با فعالیت خزها در تخریب و آماده سازی سنگ بستر و با اضافه شدن مواد آلی ناشی از فساد و تجزیه اندامهای گیاهان (خزها) ضخامت خاک به چند سانتیمتر می‌رسد. محیط غنی تری که خزها پدید می‌آورند به گیاهان دیگر - عمدتاً گیاهان علفی یکساله - امکان می‌دهد که به منطقه رسوخ کرده، به دلیل دارا بودن توان رشد و رقابت بیشتر در این محیط، بتدریج خزها را حذف کنند. با استقرار گیاهان یکساله، خاک از لحاظ عمق و ترکیب باز هم غنی تر می‌شود و بتدریج گیاهان علفی چند ساله - و به اصطلاح دائمی - در محیط مستقر می‌شوند. بعد از گیاهان علفی چند ساله، پوششهای دیگر، یعنی بوته‌ها، درختچه‌ها و درختان به دنبال یکدیگر در محیط استقرار می‌یابند. این نوع جایگزینی پوششهای گیاهی را که نتیجه تحول طبیعی یا تکامل شرایط محیط و به تعبیری، نوعی رشد و بلوغ محیط طبیعی است، پدیده استخلاف یا توالی می‌نامند. در باره مفهوم توالی نکات برجسته زیر درخور تذکر و توجهند:

- در روند توالی شکلی از افزایش تدریجی در توقعات و نیازهای پوششهای گیاهی دیده می‌شود؛ به این معنا که حرکت و تحول از استقرار کم نیازترین پوششهای گیاهی آغاز می‌شود. پوشش گیاهی جدیدی که در منطقه استقرار می‌یابد از پوشش گیاهی اول پرنیازتر است؛ در حالی که نسبت به پوشش دیگری که جایگزین آن خواهد شد کم نیازتر است.

- در مراحل توالی، هر پوششی که در منطقه مستقر می‌شود به رشد و افزایش امکانات محیط کمک می‌کند و شرایط را برای استقرار پوششی پرنیازتر از خود فراهم می‌سازد. بتدریج که شرایط محیط بهتر و غنی تر می‌شود در مقاطع مختلف گروههای مشخصی از گیاهان که توان استفاده بهتر از شرایط موجود را دارند گونه‌های دیگر را حذف می‌کنند.

- گرچه مفهوم توالی اغلب در ارتباط با پوششهای گیاهی و تحول طبیعی آنها

مطرح و بررسی می‌شود، در واقع تنها تولیدکننده‌های اکوسیستم (گیاهان) نیستند که در معرض تحول و تغییر قرار می‌گیرند؛ به بیان ساده‌تر نباید این تصور پیش آید که در شرایط وقوع توالی، همواره اکوسیستم واحدی متشکل از مصرف‌کننده‌ها، تجزیه‌کننده‌ها و محیط غیر زنده پایدار وجود دارد که تنها یک بخش آن یعنی گیاهان (تولیدکننده‌ها) به نوبت جایگزین یکدیگر می‌شوند، بلکه برعکس تغییر و تحول تولیدکننده‌ها با تغییر و تحول اجزای دیگر اکوسیستم همراه و ملازم است؛ به عبارت دیگر توالی به پوششهای گیاهی محدود نیست، بلکه در ضمن توالی، اکوسیستمها به نوبت جایگزین یکدیگر می‌شوند.

- سرعت توالی به فاصله محل وقوع توالی از مناطق اطراف و کیفیت دسترسی به عناصر جدیدی که در تشکیل پوششهای گیاهی جدید و اکوسیستمهای تازه ضرورت دارند، بستگی پیدا می‌کند؛ برای مثال در جزیره‌ای که در وسط اقیانوسی پهناور از آب بیرون می‌آید برخی از مراحل تحول به دلیل بموقع نرسیدن بذور گیاهان و درختچه‌ها به کندی صورت می‌گیرد، در حالی که در جزیره نزدیک به قاره یا خشکی حاصل از پس‌روی دریا، مواد اولیه لازم برای تحول پوشش گیاهی و دیگر اجزای اکوسیستمها به وفور یافت می‌شود و مراحل توالی بسرعت انجام می‌گیرد.

انواع توالی

دو نوع توالی یا دو حالت از نحوه وقوع می‌توان تشخیص داد:

(الف) توالی اولیه. وقتی منطقه‌ای اولین بار محل استقرار جانداران قرار گیرد، مانند پیدایش جزیره در وسط دریا، یا پس‌روی دریا و ایجاد خشکی جدید، مراحل جایگزین شدن اکوسیستمها به دنبال یکدیگر توالی اولیه نامیده می‌شود.

(ب) توالی ثانویه. وقتی در یک منطقه کلیه مراحل توالی اولیه سپری گردید و اکوسیستم پایدار استقرار یافت، گاهی شرایطی بروز می‌کند که همه یا قسمت بزرگی از اجزای زنده اکوسیستم نابود می‌شود؛ مانند وقوع آتش‌سوزیهای بزرگ در جنگلها، یا قطع کامل درختان و شخم زدن به طوری که همه گیاهان و پس از آن مصرف‌کننده‌های اکوسیستم نابود گردد. بعد از وقوع این قبیل تغییرات و نابودیها جایگزینی یا توالی سریع

در پوششهای گیاهی و به طور کلی در اکوسیستمها صورت می گیرد؛ بدین ترتیب که در ابتدا گیاهان علفی، سپس بوته ها و درختچه ها و سرانجام درختان بزرگ در منطقه استقرار می یابند. این نوع توالی سریع در اصطلاح توالی ثانویه نامیده می شود. دلیل اینکه توالی ثانویه زمانی بسیار کوتاهتر از توالی اولیه لازم دارد، این است که پوشش خاکي اصولاً دست نخورده باقی می ماند، یا بسیار کم آسیب می بیند و به همین دلیل زمان لازم برای تشکیل لایه های خاک مصرف نمی گردد.

کلیماکس

کلمه کلیماکس از لغت یونانی klimakos به معنای نردبان و پله کان اشتقاق یافته است، ولی مراد از آن در واقع آخرین پله نردبان است. منظور از کلیماکس آخرین نوع پوشش گیاهی است که بعد از اتمام و تکمیل مراحل توالی در یک منطقه استقرار می یابد. این اصطلاح عمدتاً به پوشش گیاهی متعادل با محیط، یا به تعبیر دیگر شکلی از پوشش گیاهی که تعادل پایدار با شرایط محیط دارد، اطلاق می شود. اکوسیستم پایدار نیز اکوسیستمی است که تولیدکننده های آن با شرایط محیط حالت متعادل دارند. منظور از این گفته آن نیست که انطباق و تعادل پوشش گیاهی با شرایط محیط اصل و اساس است و تعادل سایر بخشهای زنده اکوسیستم حالت فرعی و غیر اساسی دارد، برعکس سازگاری و انطباق اجزای دیگر اکوسیستم نیز اساسی و مهم است. همان طور که در بررسی ساختار اکوسیستم دیده ایم، مجموعه اجزای هر اکوسیستم لازم و ملزوم یکدیگرند؛ اما چون تقسیم بندی اکوسیستمها اغلب براساس تولیدکننده های اکوسیستم صورت می گیرد در بررسی انتشار اکوسیستمها عمدتاً بر تولیدکننده ها تکیه می شود.

در جهت تکمیل بحث کلیماکس ذکر نکات زیر ضرورت دارد:

۱. نحوه توصیف توالی - حداقل به صورتی که در نوشته حاضر مطرح شده است - احتمالاً این تصور را در ذهن خواننده پدید می آورد که همواره آخرین مرحله توالی و وصول به کلیماکس، استقرار پوشش درختی و جنگلی است؛ در حالی که مناطقی روی کره زمین وجود دارد که میزان بارندگی سالانه، نیازهای آبی پوشش درختی و جنگلی را

تأمین نمی‌کند و در این مناطق آخرین مرحله توالی بر اساس میزان نزولات جوی استقرار پوشش درختچه‌ای، یا بوته‌های علفی است. نواحی دیگری نیز وجود دارد که در آن میزان بارندگی سالانه، بالا و دمای متوسط سالانه پایین است و به دلیل کوتاهی فصل رویش، استقرار پوشش درختی یا درختچه‌ای امکانپذیر نیست.

۲. اینکه گفته می‌شود کلیماکس پوشش گیاهی یا مجموعه اکوسیستم منطبق با شرایط محیط است بدان معنا نیست که تشکیل دهنده‌های پوشش گیاهی یا همه اجزای اکوسیستم تعادل استاتیک یا حالت ساکن و بی تغییر احراز می‌کنند، بلکه برعکس حالتی دارد که از آن به تعادل دینامیک یا پویا تعبیر می‌شود؛ به عبارت دیگر اجزای زنده اکوسیستم اعم از تولیدکننده و مصرف‌کننده بر اساس این قاعده کلی که هر جاننداری عمر محدود دارد، به صورت مداوم در حال زایش و مرگ است. هر گونه از اجزای زنده اکوسیستم از یک سو با نسبت مشخصی زاد و ولد می‌کند و از سوی دیگر با نسبت معینی به دلیل مرگ و میر یا مصرف شدن به وسیله جانداران دیگر از محیط حذف می‌شود. منظور از تعادل پایدار در این شرایط این است که با وجود زاد و ولد و مرگ و میر، یا مصرف شدن، سهم هر گونه، در ترکیب جامعه زنده حالت پایدار خود را حفظ می‌کند.

۳. پایداری هر اکوسیستم - و در دید محدودتر هر نوع پوشش گیاهی - مستلزم پایداری و ثبات شرایط محیطی و از همه مهمتر وضعیت اقلیمی است. وضعیت اقلیمی در انواع آب و هواها - با درجات مختلف نوسان بر حسب نوع اقلیم - حالت ثابت و یکسان به معنای دقیق کلمه ندارد؛ از این رو مفهوم ثبات در شرایط محیطی و نیز مفهوم تعادل در اکوسیستم کلیماکس، حالت نسبی دارد و نباید از آن به ثبات مطلق و تعادل مطلق تعبیر کرد.

۴. تحول دراز مدت کلیماکسها از تحول کلی عالم جانداران متأثر است؛ یعنی اغلب گونه‌های جانداران تحت تأثیر روند «تحول»^۱ - یا آنچه با واژه رایجتر و در واقع نارساتر تکامل جانداران بیان می‌شود - قرار دارند. برخی از گونه‌های جانداران برای مدتهای طولانی و بدون تغییرات محسوس روی کره زمین زندگی کرده‌اند و برخی دیگر

تغییرات محسوس یافته و جمع زیادی نیز منقرض شده‌اند؛ نتیجه آنکه در هر یک از اعصار گذشته زمین مجموعه گیاهان و جانوران ترکیبهای متفاوتی داشته‌اند و نوعی تغییر مستمر، یعنی پیدایش و زوال در بسیاری از گونه‌های زنده رخ داده است. این تحولات در عصر حاضر نیز به دلیل وجود عوامل بروز تحول در گونه‌ها همچنان ادامه دارد و به تعبیر زیست‌شناسان، موتورهای تحول متوقف نشده است. البته آثار این تحولات در دوره حیات فردی انسان، حتی دوره حیات تمدن چند هزار ساله انسانها چندان محسوس نیست و به عبارتی برای مردم غیر متخصص قابل لمس نیست؛ زیرا روند تحول، کند است.

با این مقدمه کلیماکسها در هر یک از اعصار تاریخ زمین، همواره از گونه‌های موجود در همان عصر تشکیل یافته و می‌یابند؛ با توجه به این مراتب، کلیماکسها نوعی توالی عام، بسیار گسترده‌تر از توالی اولیه نیز دارند و آن تحولی است که به تبع روند عام تحول عالم حیاتی در همه آنها رخ می‌دهد.

۵. نکته آخر اینکه کلمه کلیماکس (climax) از نظر املا یعنی ترکیب حروف با کلمه climate یعنی آب و هوا در پنج حرف اولی اشتراک دارد. گاهی این اشتراک در حروف در اذهان افرادی که با ریشه لغوی کلمه کلیماکس آشنایی ندارند، ایجاد شبهه و گمراهی می‌کند. با توجه به توضیحاتی که در آغاز بحث در باره ریشه لغوی کلمه کلیماکس داده شده و با تأکید مجددی که در سطور اخیر به عمل آمده است، طبعاً از بروز این توهم در ذهن خوانندگان نوشته حاضر جلوگیری می‌شود.

اکوتیپ

درک مفهوم اکوتیپ برای توصیف و تعلیل انتشار جانداران از نهایت اهمیت برخوردار است. دلیل این امر بعد از مطالعه بحث حاضر با سهولت بیشتر روشن می‌شود. تشریح ماهیت اکوتیپها، علل پیدایش آنها و نقش آنها در تعیین حوزه انتشار گونه‌ها، بویژه تفاوتهایی که افراد متعلق به یک گونه در مناطق مختلف حوزه انتشار خود دارند - حتی تعریف تکنیکی اکوتیپ - نیازمند آشنایی با مقدمات دانش زیست‌شناسی، از جمله مباحث توارث، تولیدمثل و علل و مکانیسم پیدایش تنوع در ضمن روند نطفه‌زایی و

لقاح است. سعی ما بر این است که با رعایت اهداف این کتاب و ملاحظه سطح آشنایی خوانندگان با مباحث زیست‌شناسی، تا حد ممکن، ضمن خودداری از ذکر اصطلاحات فنی، از طریق استناد و اشاره به موارد و مثالهای قابل لمس و درک برای افراد غیرمتخصص، این مفاهیم را توضیح دهیم.

منظور از گونه یا نوع^۱ مجموعه‌ای از افراد زنده است که به یکدیگر شباهت دارند و می‌توانند با همدیگر زاد و ولد کنند و افرادی مشابه خود پدید آورند؛^۲ برای مثال مجموعه سگها را گونه سگ و مجموعه درختان زردآلو را گونه زردآلو و به همین قیاس مجموعه افراد انسانی را گونه انسان می‌نامیم. افراد متعلق به یک گونه با وجود شباهتهای اساسی تفاوتهایی نیز با یکدیگر دارند. بهترین مثال برای توضیح و تفهیم این مطلب، تفاوت‌های بین افراد انسانی است که برای افراد غیرمتخصص در زیست‌شناسی نیز قابل لمس است. ما معمولاً افراد را از روی تفاوت‌هایی که در اندامهای صورت و سر، یا مشخصات عمومی بدن، مانند ارتفاع قامت و عرض شانه‌ها دارند تشخیص می‌دهیم. با اینکه هر فرد دو چشم و گوش و ابرو و یک بینی و دهان دارد، جزئیات شکل این اندامها به حدی متنوع است که ما، خویشان و آشنایان خود را از میان هزارها و حتی میلیونها فرد ساکن در یک منطقه بسهولة تشخیص می‌دهیم. یادآوری می‌کنیم که تفاوت انسانها به اختلاف در اندامهای سر و صورت محدود نیست، بلکه خواص بیرونی بخشهای دیگر بدن نیز این تفاوتها را نشان می‌دهند و در واقع تفاوت‌های ظاهری، تنها بخش کوچکی از ویژگیهای هر فرد است. درون بدن هر انسان میلیونها ترکیب متنوع وجود دارد که هر کدام دارای نقش و وظیفه‌ای خاص است و برخی از آنها کیفیت بروز خواص بیرونی را

1. species

۲. این نحو تعریف‌گونه در مورد جاندارانی صدق می‌کند که تمایز جنسی یا تفکیک جنسیت یافته‌اند؛ یعنی افراد متعلق به یک گونه از دو جنس نر و ماده تشکیل می‌یابند. در تعریف مذکور آن بخش از عبارت که می‌گوید: «می‌توانند با همدیگر زاد و ولد کنند و افرادی مشابه خود پدید آورند» در تعبیر دقیقتر این معناراً برای جاندارانی که افراد متعلق به گونه می‌توانند با افراد جنس مقابل (ولی متعلق به همان گونه) زاد و ولد کنند. تعریف گونه با این عبارت مقبولتر است: «گونه مجموعه افرادی است که از ماده پدید نیامده است، افرادی مشابه خود پدید آورند».

هدایت و کنترل می‌کند. انسانها در جزئیات ترکیب صدها، هزارها و احتمالاً میلیونها نوع از این مواد با یکدیگر تفاوت دارند، ولی این تفاوتها از بروز شباهتهای اساسی بین این افراد - که طبقه‌بندی آنها را در گونه واحد ممکن می‌سازد - جلوگیری نمی‌کند.

وجود تفاوت بین افراد گونه منحصر به نوع انسانی نیست. اگر گونه‌های حیوانی مانند حیوانات اهلی (نظیر اسب، گوسفند و گاو) را با دقت بررسی کنیم به این نتیجه خواهیم رسید که افراد متعلق به یک گونه با وجود شباهتهای اساسی، با یکدیگر تفاوتهای محسوسی نیز دارند. همچنین اگر مجموعه بوت‌های گندم در یک مزرعه، شهر، کشور، قاره و حتی تمام جهان را با دقت بررسی کنیم در بین آنها تفاوتهایی را مانند تفاوتهای میان افراد انسانی مشاهده خواهیم کرد.

حال ببینیم که منشأ این قبیل تفاوتها چیست؟ این تفاوتها چگونه تظاهر می‌کنند؟ و سرانجام چه نقشی از لحاظ تعیین محدوده انتشار یک گونه، بویژه تفاوتهای افراد یک گونه در مناطق مختلف. حوزه انتشار دارند؟ برای سهولت توضیح مطلب، نوعی طبقه‌بندی در ارائه نکات اصلی، به ترتیب زیر به عمل می‌آوریم:

- صفات ارثی در موجودات زنده از طریق بخشهایی از کروموزومها (اندامکهای واقع در هسته سلول) ایجاد و از نسلی به نسل بعد منتقل می‌شود. هر یک از این بخشها عملکرد مستقلی دارند.^۱ بخشی از ساختمان اندام یا ترکیبات ناقل صفات ارثی که یک صفت مشخص را منتقل می‌کند در اصطلاح ژن نامیده می‌شود.

- صفتی مانند رنگ چشم در انسانها را در نظر بگیرید. این صفت در همه افراد انسانی وضع ثابت و کاملاً یکنواختی ندارد؛ به بیان دیگر ژن موجد یک صفت ممکن است حالتهای متفاوت و در نتیجه آثار متنوع (روی یک خصلت در بخش معینی از کالبد) ایجاد کند؛ در این صورت گفته می‌شود که یک ژن آللهای متفاوت دارد. بسیاری از ژنها در جانداران به صورت آللهای متفاوت تظاهر می‌کنند. برای تبدیل یک ژن به آلل جدید، تغییر در ساختار شیمیایی ترکیبات ناقل صفات ارثی ضروری است. این

۱. حداقل در سطح بحث این نوشته می‌توان عملکرد مستقل برای اجزای ناقل و موجد صفات ارثی منظور کرد.

تحول - که به صورت یکباره و در بیشتر موارد مستقل از شرایط و عوامل عادی محیط رخ می دهد - جهش نامیده می شود؛ پس می توان گفت تفاوت های ارثی بین افراد متعلق به یک گونه، در نتیجه ظهور آنها در دوران گذشته است.

وقتی مردی که چشمان آبی رنگ دارد با زنی دارای چشمان سیاه ازدواج می کند، فرزندان این زوج، آلهای موجد رنگ آبی و سیاه را دریافت می کنند؛ در نتیجه ساختمان ژنتیک متنوع یا آلهای متفاوت ناظر بر صفات مشخص را دارا می گردند.

- اگر هر ژن به صورت واحد تظاهر می کرد، نتیجه این می شد که یک خصلت معین - اعم از آنکه در تفاوت های ظاهری جاندار، مانند شکل و وضع اندام های سرو صورت تظاهر کند یا در تعیین خصلت های درونی نقش داشته باشد - در همه افراد یک گونه به شکلی مشخص و ثابت و مشابه بروز می نمود و اگر این حالت در همه ژنها وجود داشت، همه افراد یک گونه از هر لحاظ مانند یکدیگر و به تعبیر ساده تر، نسخه های تکراری یک نوشته واحد می شدند؛ در حالی که چنین نیست. هر ژن به صورت تعداد کثیری آلل تظاهر می کند؛ یعنی هر صفت یا هر جزء معین از ساختار کالبد - اعم از متظاهر یا غیر متظاهر در بیرون - به صورت های مختلفی ایجاد می شود. این امر راز اصلی تفاوت های درون گونه ای است.

- روند زاد و ولد در جاندارانی که تفکیک جنسیت یافته اند، مستلزم مشارکت دو فرد از جنس متفاوت یعنی یک فرد مذکر و یک فرد مؤنث است که هر کدام از این دو فرد نطفه ای برای تشکیل یک تخم - که منشأ پیدایش جاندار جدیدی خواهد بود، می فرستند. سلول های بدن هر جاندار از هر ژن دو عدد یا دو نسخه همراه دارند. زمانی که نطفه تولید می شود سلول نطفه از هر ژن فقط یک نسخه دریافت می کند؛ به همین دلیل تعداد ژنها و کروموزوم های داخل نطفه $\frac{1}{2}$ تعداد موجود در سلول های عادی است. وقتی دو سلول نطفه (یکی از جنس مذکر و دیگری از جنس مؤنث) با هم ترکیب شوند سلول تخم از هر ژن دو نسخه (یکی از پدر و دیگری از مادر) دریافت می کند.

- فرض کنید جاندار بسیار ساده، ۱۰ ژن متمایز در ساختمان ارثی خود داشته باشد. بر اساس قاعده مذکور از هر ژن دو نسخه در سلول های عادی بدن این جاندار وجود

دارد؛ یعنی در مجموع ۲۰ ژن که دوه دو همتای یکدیگرند. همچنین فرض کنید که ۱۰ ژن دریافت شده از جنس مذکر با ۱۰ ژن رسیده از جنس مؤنث تفاوت داشته باشند. برای سهولت بیان ژنهای رسیده از جنس مذکر را با حروف بزرگ، A B C D E F G H، I J، و ژنهای رسیده از جنس مؤنث را با حروف کوچک، a b c d e f g h i j نشان می‌دهیم. ساختار ژنتیک این موجود فرضی بدین ترتیب است:

A a B b C c D d E e F f G g H h I i J j

وقتی این موجود به مرحله زاد و ولد برسد و نطفه تولید کند، $\frac{1}{4}$ ژنهای موجود (از هر جفت ژن همتا فقط یکی) به گامت یا نطفه وارد می‌شود. در یک نطفه ممکن است ۱۰ ژن از جنس مذکر A B C D E F G H I J وارد شود، یا ممکن است گزینش ژنها به ترتیبی باشد که ۹ ژن از جنس مذکر با یک ژن از جنس مؤنث به صورت a B C D E F G H I J در نطفه قرار گیرد. این ترکیب ممکن است به صورتهای دیگری مانند A b C D E F G H I J، یا A B c D E F G H I J و... باشد. به همین قیاس ترکیبات دیگری با ۸ ژن از جنس مذکر و ۲ ژن از جنس مؤنث (a b C D E F G H I J) به صورتهای مختلف، یا با ۷ ژن از جنس مذکر و ۳ ژن از جنس مؤنث (a b c D E F G H I J) به صورتهای متفاوت ممکن است پدید آید. انواع ساختارهای ژنتیک که در نطفه‌های این موجود فرضی ممکن است ظهور کند، $2^{10} = 1024$ نوع خواهد بود.

اگر نطفه این موجود فرضی با فرد مشابه آن - که او هم می‌تواند 2^{10} نوع نطفه با ترکیبات متفاوت فراهم کند - ترکیب شود، زاده‌های آنها $2^{10} \times 2^{10} = 2^{20}$ (رقمی بالاتر از ۸۴۳ هزار) نوع ساختار ژنتیک متفاوت پدید خواهند آورد. نتیجه آن است که وقتی موجودات زاد و ولد کنند، هزارها، میلیونها و حتی صدها میلیون ساختار ژنتیک متنوع و طبعاً متفاوت با یکدیگر ایجاد می‌کنند. حاصل این تنوع آن است که هر کدام از آنها توانهای متفاوتی در برخورد با شرایط محیطی مانند مقاومت در برابر عوامل فیزیکی (نظیر میزان آب، کمی و زیادی حرارت، مقابله با آفات و بیماریها و وفور یا فقر عوامل غذایی) بروز می‌دهند. این نوع تفاوتها را در اصطلاح تفاوتهای بیوتیبی و هر گروه از آنها را که نیازها یا توانهای مشابه دارند در اصطلاح یک بیوتیپ می‌نامند. مجموعه

عوامل محیط در هر منطقه - اعم از عوامل فیزیکی و زیستی - یک دسته از بیوتیپهای سازگار را انتخاب و بیوتیپهای کم سازگار یا ناسازگار را حذف می‌کند. مجموعه بیوتیپهای منتخب در هر محیط را که با عوامل اصلی و برتر محیط سازگاری بالاتری دارند و جمعیت^۱ متعلق به گونه را در آن منطقه تشکیل می‌دهند، اکوتیپ یا تیپ اکولوژیک می‌نامند؛ برای مثال گیاهانی وجود دارند که در برخی از مناطق در سایه درختان جنگلی و در مناطق دیگری از حوزه انتشار خود زیر تابش مستقیم نور زندگی می‌کنند. مقایسه این دو گروه نشان می‌دهد که گیاهان مستقر در سایه درختان، دارای برگهای بزرگتر با ضخامت کمتر و گیاهان روئیده در زیر تابش مستقیم نور، دارای برگهای کوچکتر با ضخامت بیشتر هستند. وقتی در محیط واحدی بذور گیاهان مستقر در این دو منطقه را کنار هم بکاریم، تفاوت‌های اولیه را تا حد زیادی حفظ می‌کنند. این امر نشان می‌دهد که تفاوت‌های مذکور ناشی از سازگاری کوتاه مدت و گذرا با شرایط و عوامل محیط نیست؛ به همین دلیل وقتی که گونه‌های گیاهی و حیوانی حوزه‌های انتشار وسیعی دارند، به صورت اکوتیپهای متمایز تظاهر می‌کنند و به بیان دیگر داخل محدوده گونه‌ای، اکوتیپها یا تیپهای اکولوژیک مشخصی پدید می‌آیند. توان یک گونه برای تظاهر اکوتیپها (ایجاد ساختارهای ژنتیک با تواناییهای متفاوت برای سازگاری با شرایط متنوع محیط) از عوامل اصلی در تعیین حوزه‌های انتشارگونه است (تورسونه ۱۹۲۲، ص ۲۱۱ - ۳۵۰).

پیدایش تفاوتها و تنوعات در گونه انسان نیز از این قاعده مستثنا نیست. انسانهایی که در مناطق متفاوت زندگی می‌کنند در برخورد با نقش انتخابگر محیط، همین تفاوتها را پدید می‌آورند؛ مانند میزان ماده ملاتین در پوست بدن (درجه تیرگی و روشنی پوست)، بلندی قامت، اندازه طول دست و پا نسبت به بدن، شکل لبها و دهان، ارتفاع و کشیدگی بینی و میزان مقاومت یا حساسیت در برابر عوامل بیماری‌زای مستقر در هر منطقه. البته باید یادآوری کنیم که جابجایی انسانها از جانداران دیگر بیشتر است

۱. جمعیت، مجموعه افراد متعلق به یک گونه در زمان و مکان معین است.

و امروزه توان کنترل انسان بر عوامل زیستی (بیماریها و آفات) نقش انتخابگر محیط را کاهش داده است.

کلاین یا اکوکلاین

وقتی می توان تفاوت های اکوتیپیک را بسهولت مشاهده کرد که افراد یک گونه به صورت جمعیت های منفصل از یکدیگر انتشار یابند. هنگامی که فاصله بین جمعیت های مستقل به حد کافی زیاد و اختلاف شرایط اکولوژیک بین محل استقرار جمعیتها بیشتر باشد، بروز تفاوت بین اکوتیپها محسوستر است. در برخی از موارد افراد متعلق به یک گونه نه تنها دارای حوزه انتشار وسیعی هستند، بلکه بین جمعیتها فاصله ای وجود ندارد و نحوه انتشار گونه، متصل و پیوسته است؛ مانند یک گونه گیاهی یا حیوانی که از عرضهای جغرافیایی پایین (نزدیکیهای استوا) تا عرضهای جغرافیایی بالاتر (نزدیکیهای دوایر قطبی) انتشار دارد، یا در یک فلات وسیع از حاشیه اقیانوس تا وسط قاره - که در شرایط اکولوژیک تفاوت های محسوسی دارند - پراکنده است. در این قبیل شرایط از یک حاشیه منطقه انتشار تا حاشیه دیگر، نوسان تدریجی و دارای یک جهت منظم در تغییر، دیده می شود؛ این قبیل تغییرات منظم و جهت دار را در اصطلاح اکولوژی گرادیان ' می نامند. گاهی گرادیانها به صورت فشرده و در یک سطح محدود بروز می کنند؛ برای مثال از بالای کوه تا دامنه در میزان دما و مقدار نزولات جوی، کاهش منظمی وجود دارد، یا در دره هایی که حالت بسته دارند و در گذشته محل استقرار دریا بوده اند از لبه های دره تا خط القعر (عمیقترین نقطه دره) مقدار املاح محلول در عصاره خاک دارای افزایش منظمی است. در این شرایط گیاهان یا حیوانات در خواص مورفولوژیک (ویژگیهای ظاهری کالبد) و خواص درونی (ویژگیهای بیوشیمیایی) تفاوت هایی بروز می دهند که از یک منطقه تا منطقه دیگر - به موازات گرادیانها - حالت تدریجی و پیوسته دارد. این تغییرات را در اصطلاح کلاین می نامند که در زبان انگلیسی به معنای شیب است؛ به این ترتیب کلاین و اکوتیپ همان تغییرات ناشی از انتخاب محیط در روی بیوتیپهاست؛

یعنی انتخاب بیوتیپهای سازگار و حذف بیوتیپهای کم سازگار و ناسازگار، با این توضیح که در مورد اکوتیپها، تفاوتها روی جمعیتهای منفصل و در کلاینها روی جمعیتهای متصل - به تعبیر دقیق تر روی گونه‌های دارنده حوزۀ انتشار متصل و پیوسته - تظاهر می‌کند.

تقسیم بندیهای اقلیمی

قبل از آنکه اصول تقسیم بندیهای اقلیمی بیان شود، اشاره‌ای گذرا به سه نکته زیر ضروری و مفید جلوه می‌کند:

۱. ارتباط جغرافیای زیستی و اقلیم‌شناسی. وضعیت آب و هوایی، مهمترین عامل در تعیین حوزه انتشار جانداران است؛ زیرا گونه‌های جانداران در چهارچوب محدود و مشخصی از شرایط محیط، قادر به زندگی هستند. اگر چه شرایط محیط به عوامل گوناگونی بستگی دارد در نهایت از عوامل اصلی اقلیمی، مانند میزان بارندگی، نحوه توزیع نزولات جوی در سال و میزان گرما، نور و نوسانات دمایی در فصول نشأت می‌گیرد. علاوه بر این، وضعیت آب و هوایی از عوامل اصلی تعیین کننده نوع خاک است و در مناطقی که عوامل آب و هوایی مشابه وجود دارد در درازمدت خاکهای مشابه پدید می‌آید؛^۱ به همین دلیل کاملاً طبیعی است که در وضعیتهای اقلیمی مشابه و مآلاً به دلیل پیدایش خاکهای مشابه، مجموعه‌ای از شرایط محیطی یکسان استقرار یابند و چنین مجموعه‌ای، قطعاً گزیده یا گزیده‌هایی از جانداران یکسان یا دست‌کم دارندگان نیازهای اکولوژیک مشابه را پرورش دهند؛ از این رو فهم و تفسیر جغرافیای زیستی بدون توجه به جغرافیای اقلیمها ناقص و حتی غیر ممکن است. این نکته را هنگام بررسی تقسیم بندیهای اقلیمی و انطباق حوزه‌های انتشار انواع زیستگاههای اصلی کره زمین با انواع اصلی اقلیمها می‌توان لمس کرد.

۱. قانون دا کوچف

۲. مفهوم هواشناسی و آب‌وهواشناسی. هواشناسی و آب‌وهواشناسی (اقلیم‌شناسی) با اینکه با هم مرتبطند از لحاظ موضوع بررسی و نیز هدف مطالعه با هم تفاوت دارند. منظور از کلمه هوا، حاصل تلفیق مجموعه روندهای فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیک در اتمسفر و سطوح بالایی خشکیها و دریاهاست. بررسی حاصل تلفیق مجموعه روندهای مذکور را در مقاطع زمانی کوتاه هواشناسی^۱ می‌نامند. اگر مجموعه شرایط جوی (مجموعه حالت‌های هوا) را در مقاطع زمانی طولانی‌تر بررسی کنیم این مجموعه را اقلیم یا آب و هوا و دانش بررسی آن را آب و هواشناسی^۱ می‌نامند. با استفاده از اصطلاحات دانش ریاضی، بیان تفاوت هواشناسی و آب‌وهواشناسی ساده‌تر است. هواشناسی مطالعهٔ دینامیک حالت‌های اتمسفر و آب‌وهواشناسی مطالعهٔ انتگرال آن حالت‌هاست.

۳. اهداف و اصول تقسیم‌بندی‌های اقلیمی. نکاتی که دربارهٔ اصول تقسیم‌بندی‌های اقلیمی ذکر شده است در تمام تقسیم‌بندی‌ها به کار می‌رود. این نکات عبارتند از:
الف) در هر نوع تقسیم‌بندی یک سلسله مراتب تنظیم می‌یابد؛ بدین ترتیب که ابتدا گروه‌های اصلی، سپس داخل هر گروه، دسته‌های فرعی مشخص می‌شود و وقتی از گروه‌های کوچک‌تر به طرف گروه‌های بزرگ‌تر حرکت کنیم درجه شباهتها کاهش می‌یابد.

ب) مبنای تمیز و تشخیص گروه‌های فرعی از یکدیگر و نیز گروه‌های اصلی از همدیگر در ضوابط تعریف شده یا پذیرفته شده‌ای است که درجهٔ شباهتها را به صورت عینی مشخص می‌کند.

ج) بعد از پذیرش یک تقسیم‌بندی، انتقال مفاهیم، ساده‌تر و سریع‌تر می‌شود؛ به این معنا که با تعیین محل هر شیء در سلسله مراتب تقسیم‌بندی، مجموعهٔ وسیعی از ویژگی‌های آن شیء مشخص می‌شود؛ برای مثال وقتی می‌گوییم اقلیم منطقه‌ای، مدیترانه‌ای است، اطلاعات بسیاری به شنونده‌ای که با جایگاه اقلیم مدیترانه‌ای در تقسیم‌بندی‌ها آشنایی دارد منتقل می‌شود.

نحوه انتخاب ضوابط در تقسیم بندیهای اقلیمی

اولیور (۱۹۸۷) در یک بررسی جامع، تقسیم بندیهای اقلیمی را براساس نحوه نگرش محققان و ضوابط مورد استفاده و استناد در تقسیم بندیها در دو گروه بزرگ طبقه بندی می کند:

۱. تقسیم بندیهای علت گرایانه یا علی

در این تقسیم بندیها مبنای تشخیص انواع اقلیمها، علت‌های ایجاد کننده است؛ یعنی انواع اصلی اقلیمها براساس عوامل مهمی که در شکل گیری آب و هوا دخالت دارند تعریف و رده بندی می شوند. این عوامل بسیار متنوعند و مهمترین آنها عبارتند از: میزان انرژی دریافتی از خورشید و دامنه نوسان سالانه آن - که از موقعیت منطقه روی کره زمین (عرض جغرافیایی) نشأت می گیرد - ارتفاع منطقه از سطح دریای آزاد، زمان استقرار توده های هوای رسیده از مناطق مجاور، وضع منطقه نسبت به کمربندهای فشار (حرکتهای نزولی یا صعودی اتمسفر)، جهت وزش باد، کیفیت توپوگرافی و نحوه برخورد توده های هوا با ارتفاعات و موقعیت منطقه نسبت به خشکیها و دریاها، بزرگ (قرار گرفتن در وسط قاره های بزرگ، احاطه سطوح بزرگ آنها بر منطقه یا مجاورت با آنها).

ارائه دهندگان این تقسیم بندی در ارزیابی اهمیت و ارجحیت و نیز تعداد و ترکیب عوامل مختلف در تشخیص انواع اصلی اقلیمها با هم اتفاق نظر ندارند. تقسیم بندیهای علت گرایانه عمدتاً از طرف متخصصان فیزیک و دینامیک اتمسفر ارائه شده و هدف اصلی آنان معرفی نقش عوامل فیزیکی در پیدایش وضعیت اقلیمی بوده است. آشنایی با این تقسیم بندیها برای شناخت عوامل ایجاد کننده اقلیمها ضروری است؛ اما کاربرد آن بویژه در مسائل جغرافیای زیستی و تعلیل نحوه انتشار جانداران - به دلیل عدم استفاده از معیارهای کمی برای تشخیص و تعریف مرز گروهها و تقسیمات فرعی - مقدور نیست.

ما با رعایت اهداف نوشتار حاضر از ذکر نمونه های این نوع تقسیم بندیها و شرح

وجوه شباهت و تفاوت آنها و ذکر و نقد ضوابط منتخب و مقبول در هر کدام از آنها خودداری می‌کنیم. غرض ما از ذکر این مطالب صرفاً بیان موقعیت و دیدگاههای پذیرفته شده در تقسیم‌بندیهای بیوکلیما تولوژی است که در دنباله بحث به شرح آنها می‌پردازیم.

۲. تقسیم‌بندیهای معلول گرایانه یا نتیجه‌گرایانه

در این تقسیم‌بندیها بدون توجه به عوامل پدیدآورنده وضعیت اقلیمی، بر شرایط به‌وجود آمده و نتایج آن تأکید می‌شود. پایه‌گذاران این تقسیم‌بندیها اغلب متخصصان جغرافیای زیستی و اکولوژی هستند و اساس نگرش آنان با توجه به تعریف آب و هوای زیستی^۱ بسهولت قابل درک خواهد بود. بررسی آب و هوا از نظر تأثیری که بر حیات جانداران می‌گذارد و بدون توجه به ترکیب و تأثیر عوامل پیدایش آن، آب و هوای زیستی یا بیوکلیما نامیده می‌شود؛ برای مثال در بررسی تأثیر اقلیم بر گیاه اینکه افزایش دما از حرکت نزولی اتمسفر ناشی می‌شود یا از نفوذ افقی یک توده هوای گرم و اینکه بارندگی بر اثر برخورد یک توده هوای قطبی با استوایی ایجاد می‌شود یا صعود یک توده هوا به طرف طبقات بالای اتمسفر مهم نیست، بلکه آنچه برای گیاه مهم است زمان و شدت تأثیر گرما و میزان و کیفیت توزیع بارندگی است.

برخی از متخصصان اقلیم‌شناسی، بیوکلیما را فقط هنگام بحث از تأثیر وضعیت اقلیمی بر انسان به کار می‌برند (اولیور، ۱۹۸۷؛ از برازول، ۱۹۵۴)؛ ولی بیشتر آنان هنگام بررسی تأثیر اقلیم بر حیات همه جانداران از این واژه استفاده می‌کنند.

نکته مهمی که در شکل‌گیری دیدگاه بیوکلیما تولوژیستها تأثیر داشته است این است که اقلیمهایی با داشتن ترکیبات متفاوت از عوامل، تأثیرات یکسان یا مشابهی بر حیات جانداران دارند؛ برای مثال در منطقه‌ای که بارندگی سالانه ۶۰۰ میلیمتر و دمای

1. bioclimate

متوسط سالانه ۱۷ درجه سانتیگراد است، همان نوع پوشش گیاهی پرورش می‌یابد که در منطقه دیگر با بارندگی سالانه ۵۰۰ میلیمتر و دمای سالانه ۱۴ درجه سانتیگراد وجود دارد؛ زیرا با کاهش میزان دما در منطقه دوم از میزان تبخیر و مآلاً نیاز گیاهان به آب کاسته می‌شود و محیطی مانند شرایط اقلیمی منطقه اول - برغم تفاوت در میزان بارندگی - به وجود می‌آید.

کسانی که تقسیم بندیهای گروه دوم را مطرح کرده‌اند، عموماً از لحاظ جهت حرکت ذهن و روش به ترتیب زیر عمل نموده‌اند: ابتدا مناطقی از کره زمین را که توان و ظرفیت اقلیم از نظر پرورش حیات - عمدتاً پوششهای گیاهی به دلیل سهولت شناسایی و تعیین محدوده انتشار آنها - مشابه و یکسان بوده است، شناسایی و مشخص کرده‌اند، سپس هر کدام از این مناطق را در طبقه خاصی قرار داده و محدوده نوسان عوامل اصلی اقلیم، مانند بارندگی، تناوب نوری (فتوپریودیسم)، حرارت را به صورتی که با تقسیم بندی طبقه‌ها هماهنگ باشد تعیین کرده‌اند؛ به همین دلیل این گروه از تقسیم بندیها را معلول‌گرا یا نتیجه‌گرا می‌نامیم.

اولیور (۱۹۸۷) گروه اول تقسیم بندیها را تکوینی^۱ (مبتنی بر نحوه پیدایش) و گروه دوم را امپریک^۲ (مبتنی بر معلول و نتیجه) می‌داند. مفهوم امپریک یا امپریسیسم، به لحاظ فلسفه، درک مبتنی بر تجربه است، ولی معنایی که اولیور در نوشته خود از این لفظ مراد می‌کند با عبارت معلول‌گرایی یا نتیجه‌گرایی - حداقل با توجه به مفاهیمی که این اصطلاحات در زبان فارسی منتقل می‌کنند - با سهولت بیشتر قابل بیان و انتقال است؛ به همین دلیل در این نوشته به جای واژه تجربه‌گرا، عبارات معلول‌گرا و نتیجه‌گرا به عنوان مترادف آن به کار رفته است.

در اینجا نمونه‌هایی از تقسیم بندیهای گروه دوم را ذکر می‌کنیم.

تقسیم بندی آب و هوایی کوپن

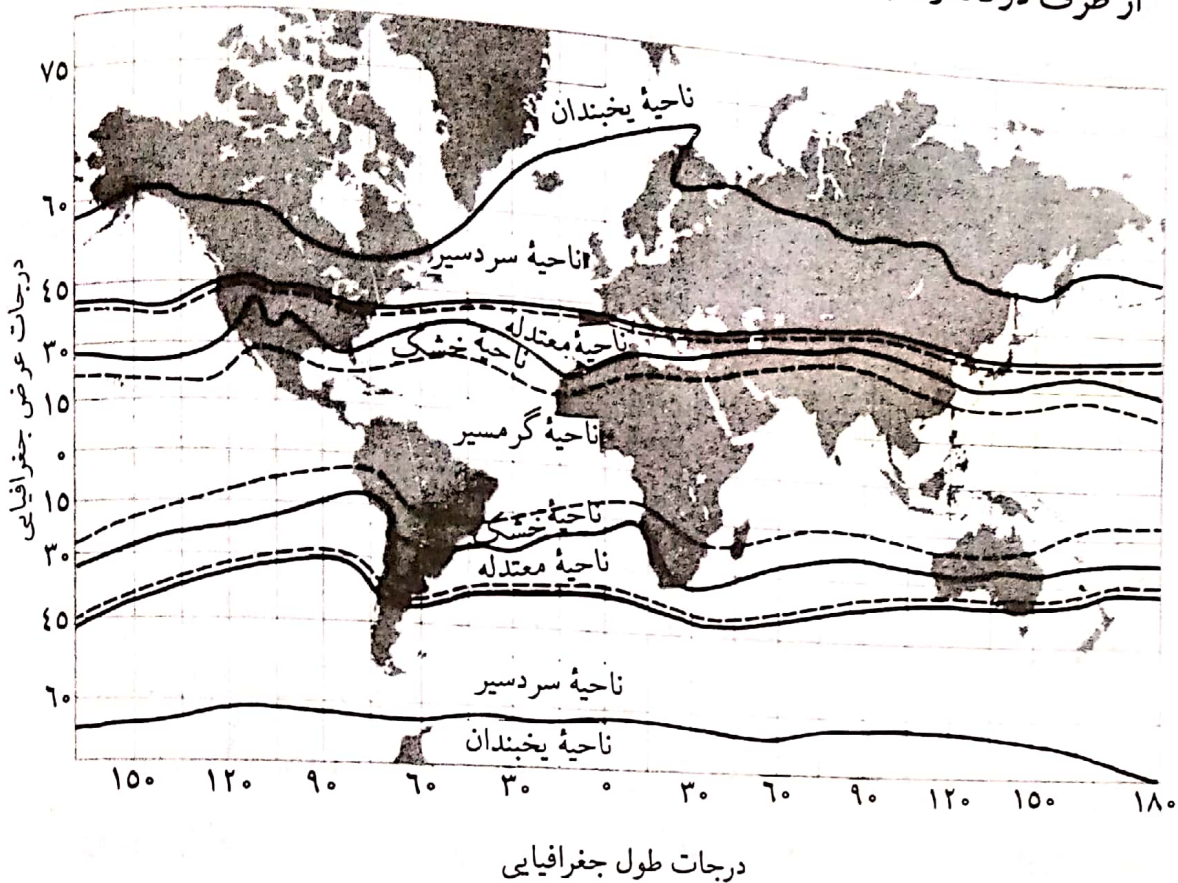
ولادمیر کوپن^۳ ۱۸۴۴، ۱۹۰۰، ۱۹۱۸ زیست‌شناس آلمانی، معروفترین نوع تقسیم بندی

1. genetic

2. empiric

3. Vladmir Köppen

اقلیمها را بر مبنای کیفیت توزیع انواع اصلی پوششهای گیاهی روی کره زمین ارائه کرده است. منبع اصلی کار وی نقشه پوششهای گیاهی کره زمین است که در سال ۱۸۷۴ از طرف دوکاندول (۱۸۸۵) ترسیم شده بود (شکل ۱۸).



شکل ۱۸ تقسیمات اصلی آب و هوایی روی کره زمین بر اساس پوششهای گیاهی (کولینوکس، ۱۹۷۳؛ از دوکاندول، ۱۸۸۵)

به نظر دوکاندول پنج گروه اصلی بر مبنای پوششهای گیاهی کره زمین قابل تشخیص است. مرز بین این پنج گروه عمدتاً به موازات مدارها یعنی خطوط موازی خط استوا و دارنده عرض جغرافیایی یکسان استقرار می یابد. در چهار گروه - که نامهای آنها نیز بر اساس کلمه therm یعنی حرارت و دما انتخاب شده - میزان دما، عامل اصلی تعیین محدوده انتشار است و در گروه xerophile به معنای خشکی دوست - ناحیه استقرار گیاهان مقاوم به خشکی - میزان بارندگی عامل اصلی است. کوپن با توجه به نظرهای دوکاندول بر مبنای کیفیت تأثیر دما و بارندگی در تعیین نوع پوشش

گیاهی، انواع اصلی آب و هوا را با استفاده از حروف A, B, C, D و E به پنج گروه تقسیم می‌کند (جدول ۳).

جدول ۳ نحوه ارتباط تقسیم‌بندی دوکاندول روی پوششهای گیاهی و تقسیم‌بندی آب و هوایی کوپن (کولینوکس، ۱۹۷۳)

تقسیم‌بندی پوششهای گیاهی دوکاندول	نیازهای اصلی پوششهای گیاهی	نوع پوشش گیاهی	تقسیم‌بندی آب و هوایی کوپن
megatherms منطقه گرمسیر	دمای بالا در تمام طول سال و بارندگی فراوان	جنگلهای مرطوب استوایی	اقلیم گرم و مرطوب بدون فصل زمستان (A)
xerophiles منطقه خشکی دوست	مقاوم در برابر خشکی با حداقل فصل گرم	بیابانی گرمسیری	اقلیم خشک (B)
mesotherms منطقه معتدله	دما و بارندگی معتدل	جنگلهای برگ‌ریز	اقلیم مرطوب با زمستان ملایم (C)
microtherms منطقه سردسیر	دما پایین، رطوبت کم و مقاوم در برابر زمستان سرد و طولانی	جنگلهای سوزنی‌برگ	اقلیم مرطوب با زمستان سرد (D)
hekiototherms منطقه یخبندان	مقاوم در برابر شرایط قطبی و بالاتر از مرز انتشار درختان		اقلیم قطبی بدون فصل گرم (E) توندرا

وی در تقسیم‌بندی اقلیمی (طبقه‌ها) ارقام مشخص دما را (برحسب مورد، دمای میانگین سردترین ماه سال یا گرمترین ماه سال) انتخاب و از این طریق مرز گروههای اصلی را تعیین می‌کند. سپس هر کدام از گروههای اصلی را براساس میزان بارندگی سالانه یا میزان بارندگی در خشکترین ماه سال و کیفیت توزیع بارندگی در طول سال به گروههای فرعی تری تقسیم می‌نماید (جدول ۴).^۱

۱. برای آشنایی بیشتر با جزئیات این تقسیم‌بندی رجوع کنید به: علیجانی، بهلول و کاویانی، محمدرضا؛ مبانی آب و هواشناسی، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)، تهران: ۱۳۷۱، ص ۳۴۸.

جدول ۴ خلاصه‌ای از تقسیم‌بندی کوپن (کولینوکس، ۱۹۷۳)

گروه	زیرگروه	علامت اختصاری	دمای میانگین		فصل تمرکز بارندگی
			سردترین ماه	گرمترین ماه	
megatherms اقلیم بارانی گرمسیر (A)	اقلیم جنگلهای پرباران	A _f	$t_m > 18^\circ\text{C}$		تمام سال
	ساوان	A _w	$t_m > 18^\circ\text{C}$		زمستان
xerophiles اقلیم خشک (B)	استپ	B _s			
	بیابان	B _w			
mesotherms اقلیم مرطوب معتدله (C)	معتدل اقیانوسی (بحری)	C _f	$3^\circ\text{C} < t_m < 18^\circ\text{C}$		تمام سال
	معتدل با زمستان خشک (بری)	C _w	$3^\circ\text{C} < t_m < 18^\circ\text{C}$		تابستان
	معتدل با تابستان خشک	C _s	$3^\circ\text{C} < t_m < 18^\circ\text{C}$		زمستان
microtherms اقلیم مرطوب سردسیری (D)	اقیانوسی شمالی	D _f		$t_M > 10^\circ\text{C}$	تمام سال
	قاره‌ای شمالی	D _w		$t_M > 10^\circ\text{C}$	تابستان
hekistotherms اقلیم قطبی (E)	توندرا	E _t		$0^\circ\text{C} < t_M < 10^\circ\text{C}$	
	یخبندان دائمی	E _f		$t_M < 0^\circ\text{C}$	

تعمق روی نحوه تعیین مرز گروههای پنجگانه آب و هوا و مهمتر از آن نحوه نامگذاری گروههای اصلی در تقسیم‌بندی آب و هوایی کوپن بخوبی نشان می‌دهد که میزان استفاده و استناد وی از تقسیم‌بندی پوششهای گیاهی دوکاندول تا چه حد عمیق است. وی نه تنها پنج گروه اصلی آب و هوایی منطبق با پنج گروه پوششهای گیاهی تعیین شده از طرف دوکاندول را می‌پذیرد، بلکه برای چهار گروه - که نام آنها با پسوند therm از طرف دوکاندول مشخص شده است - معیارهای کمی مبتنی بر مقادیر دما (دمای میانگین گرمترین یا سردترین ماه سال) معین می‌کند و در گروه دیگر (اقلیم خشک) عبارت xerophile به معنای خشکی دوست را قبول و تأیید می‌کند و برای تعیین مرز گروه اصلی و تقسیمات فرعی آن (تاسطح زیر گروه) به ارقام دما استناد نمی‌نماید.

تقسیم‌بندیهای آب و هوایی مبتنی بر تلفیق دو عامل دما و بارندگی گروهی از مؤلفان دارنده نگرش بیوکلیماتولوژیکی، انواع اقلیمها را براساس ضرایب

متنوعی که هر کدام بر مبنای روش خاص خود از تلفیق دو عامل اصلی اقلیم، دما و بارندگی محاسبه می نمایند، طبقه بندی می کنند. در اینجا نمونه های معروف این گروه را ذکر می کنیم و در عین حال نحوه تحول و تکامل این دیدگاه را بررسی می نماییم.

تقسیم بندی لانگ

لانگ (۱۹۱۵، ۱۹۲۰) اقلیم شناس آلمانی، اولین مؤلفی است که خارج قسمت بارندگی بر دما را معیاری برای تقسیم بندی اقلیم انتخاب می کند؛ خارج قسمت یا ضریبی که از تقسیم بارندگی سالانه (برحسب میلیمتر) بر دمای متوسط سالانه (برحسب درجه حرارت سانتیگراد) به دست می آید. او این ضریب را فاکتور باران^۱ نامیده است که عبارت است از:

$$F_R = \frac{P}{T}$$

در تقسیم بندی لانگ چهار گروه اصلی بر پایه مقادیر کمی ضریب تعیین شده است (جدول ۵).

جدول ۵ تقسیم بندی آب و هوایی لانگ (سوزا، ۱۹۶۵)

مقدار	نوع اقلیم
۱۰ - ۰	خیلی خشک
۴۰ - ۱۰	خشک
۱۶۰ - ۴۰	نیمه مرطوب
بالا تر از ۱۶۰	مرطوب

مشکل اصلی که در تشخیص نوع اقلیمها بر اساس ضریب لانگ بروز می کند، آن است که در مناطق سردسیر که میانگین دمای ماهانه نزدیک صفر درجه سانتیگراد و در بسیاری از ماههای سال زیر صفر (منفی) است در محاسبه میانگین دمای سالانه ارقام بسیار کوچکی به دست می آید؛ در نتیجه وقتی مجموع بارندگی سالانه رقمی کوچک

۱. فاکتور باران در زبان آلمانی Regnen faktor است که ترجمه انگلیسی آن Rain factor می شود.

مانند ۳۰۰ میلیمتر باشد با تقسیم آن بر میانگین دمای سالانه که ۱ یا ۱/۵ درجه سانتیگراد است ضریب لانگ عددی حدود ۲۰۰ یا حتی بالاتر را نشان می‌دهد؛ در حالی که این رقم با ضریب لانگ در مناطق بسیار مرطوب مانند نواحی استوایی که بارندگی سالانه حدود ۴۰۰۰ میلیمتر و دمای متوسط حدود ۲۰ درجه سانتیگراد است مشابه است.

لانگ در ادامه کارهای خود برای رفع مشکلی که در نحوه محاسبه ضریب وجود داشت پیشنهاد کرد در مناطق سردسیر جاهایی که ارقام دمای متوسط برخی از ماهها زیر صفر (منفی) است در محاسبه میانگین سالانه، فقط ارقام ماههای بالاتر از صفر در نظر گرفته شود. اتخاذ این شیوه بالطبع به حل مشکل کمک می‌کند ولی مقایسه بین مناطق را ناقص و نارسا می‌سازد.

تقسیم‌بندی دومارتون

دومارتون (۱۹۲۵) جغرافیدان فرانسوی برای اصلاح و تکمیل روش لانگ و نقص ناشی از وجود مقادیر کوچک در مخرج کسر رقم ۱۰ را بر ارقام میانگین دما می‌افزاید. وی فرمول و ضریب پیشنهادی خود را ضریب خشکی^۱ می‌نامد که به ترتیب زیر محاسبه می‌شود:

$$I_A = \frac{P}{T+10}$$

در این فرمول P میزان بارندگی سالانه بر حسب میلیمتر و T میانگین دمای متوسط سالانه بر حسب درجه سلسیوس (سانتیگراد) است. وی با توجه به اینکه گاهی ممکن است در دو منطقه - که هدف از بررسی، مقایسه اقلیم آنها با یکدیگر است - ارقام P و T به هم نزدیک باشد ولی توزیع بارندگی مشابه هم نباشد (مثلاً یکی دارای اقلیم قاره‌ای، با تمرکز بارندگی در فصل تابستان و دیگری دارای اقلیم مدیترانه‌ای، با تمرکز بخش اعظم نزولات جوی در فصل زمستان) به منظور دقت بیشتر در مقایسه، پیشنهاد می‌کند به جای محاسبه ضریب سالانه یا علاوه بر آن، ضریب خشکی برای دوازده ماه سال به صورت

جدداً گانه براساس فرمول زیر محاسبه و ارقام ماهانه با یکدیگر مقایسه شود:

$$I_n = \frac{P_n}{T_n + 10}$$

در این فرمول P_n میزان بارندگی ماهانه برحسب میلیمتر و T_n میانگین دمای متوسط ماهانه برحسب درجه سانتیگراد است. دوماتون برای شرایط اقلیمی خشکترین ماه سال (ماهی که میزان بارندگی از ماههای دیگر کمتر است) اهمیت بسیاری قائل می شود و محاسبه ضریب دیگری را براساس داده های اقلیمی در خشکترین ماه سال بر مبنای فرمول زیر پیشنهاد می کند:

$$I_s = \frac{12 P_s}{T_s + 10}$$

در این فرمول P_s میزان بارندگی در خشکترین ماه سال برحسب میلیمتر و T_s میانگین دمای متوسط ماهانه برای خشکترین ماه برحسب درجه سانتیگراد است. وی در این محاسبه، شرایط خشکترین ماه سال را به ماههای دیگر تعمیم می دهد.

سرانجام در سال ۱۹۳۵، دوماتون و فایول مشترکاً روش جدیدی برای تلفیق ضریب خشکی و فرمول مبتنی بر تعمیم شرایط خشکترین ماه سال بدین ترتیب ارائه کردند:

$$I_A = \frac{\frac{P}{T+10} + \frac{12 P_s}{T_s+10}}{2}$$

در این فرمول، معدل دو ضریب حاصل از فرمول سالانه و فرمول مبتنی بر تعمیم شرایط خشکترین ماه سال محاسبه می شود؛ به عبارت دیگر برای شرایط خشکترین ماه سال، همان اهمیت و توجه که بر مجموعه داده های سال (میانگین سالانه ارقام) قائل شده، منظور می دارد.

فرمولهای دوماتون بویژه ضریب خشکی به دلیل سهولت محاسبه و برتری محسوس نسبت به روش لانگ کاربرد وسیعی یافته است؛ با وجود این ذکر دو نکته درباره فرمول دوماتون ضروری است.

الف) نامگذاری ضریب خشکی معقول نیست، زیرا ارقام ضریب به جای آنکه میزان خشکی را نشان دهد میزان رطوبت را بیان می‌کند و مناطقی که میزان بارندگی در آنها زیاد است ارقام بالاتر ضریب را احراز می‌کنند.

ب) در مناطق خشک که میزان بارندگی سالانه بسیار پایین و درعین حال با یکدیگر متفاوت است، ضرایب حاصل از فرمول، ارقامی نزدیک به یکدیگر بوده، تفاوت‌های محسوس شرایط اکولوژیک در این قبیل مناطق بیان نمی‌گردد؛ برای مثال دو منطقه با دمای متوسط سالانه ۱۶ درجه سانتیگراد یکی با بارندگی سالانه ۵۰ میلیمتر و دیگری ۶۰ میلیمتر، ارقام بسیار نزدیکی براساس ضریب دومارتون دریافت می‌کنند. درحالی که تفاوت در میزان بارندگی بین دو منطقه (۱۰ میلیمتر) مهمتر از تفاوتی است که بین ارقام ضریب است.

دومارتون ارتباط بین نوع پوشش‌های گیاهی و مقادیر ضریب خشکی را بدین

صورت ارائه کرده است:

جدول ۶ ارتباط بین نوع پوشش گیاهی و مقادیر ضریب خشکی (سواژ، ۱۹۶۵)

مقدار ضریب I_A	نوع پوشش گیاهی
$I_A < 5$	بیابان
$5 < I_A < 10$	استپ بیابانی
$10 < I_A < 20$	امکان دیم‌کاری
$20 < I_A < 30$	پوشش درختچه‌ای
$30 < I_A$	جنگل

تقسیم بندی تورنت ویت

تورنت ویت فرمولهای دومارتون، بویژه محاسبه ضریب خشکی به صورت ماهانه را مبنا قرار داده و آن را تکمیل کرده است (تورنت ویت، ۱۹۴۸، ص ۵۵ - ۹۴). ضریب تورنت ویت که آن را ضریب بارندگی مؤثر^۱ نامیده است بدین ترتیب محاسبه می‌شود:

1. index of pluvioefficacy

$$I_n = 11/5 \left(\frac{P_n}{T_n - 10} \right)^{\left(\frac{10}{9}\right)}$$

برای دوازده ماه سال ارقام ضریب به طور جداگانه محاسبه می‌گردد. در این فرمول P_n مقدار بارندگی ماهانه برحسب اینچ و T_n میانگین دمای متوسط ماهانه برحسب درجه فارنهایت است. اگر به جای آحاد آنگلسا کسون، بارندگی و دما با آحاد بین المللی، یعنی بارندگی برحسب میلیمتر و دما برحسب سانتیگراد قرار داده شود، فرمول بدین صورت در می‌آید:

$$I_n = 0/1645 \left(\frac{P_n}{T_n + 12/2} \right)^{\left(\frac{10}{9}\right)}$$

در این حالت، مشابهت آن با فرمول پیشنهادی دو مارتون بخوبی محسوس است. بعد از محاسبه ارقام ماهانه ضریب، مقدار ضریب سالانه بدین ترتیب محاسبه می‌شود:

$$I_{PE} = \sum_{n=1}^{n=12} 10 I_n$$

محاسبه ضریب ماهانه (I_n) به این دلیل که رقم حاصل از $\left(\frac{P_n}{T_n - 10} \right)$ باید به توان $\frac{10}{9}$ برسد، خالی از دشواری نیست. وی برای حل این مشکل جدولهایی تهیه کرده است که ارقام بارندگی در یک ستون و ارقام دما در ستون دیگر آن درج شده است؛ بنابراین با داشتن دو رقم P_n و T_n می‌توان ضریب ماهانه را به سهولت از روی جدول به دست آورد. وقتی جداول تورنت ویت در دسترس نباشد می‌توان با استفاده از قواعد لگاریتم این ضریب را به دست آورد؛ بدین ترتیب که ابتدا رقم داخل پرانتز را محاسبه کرده، سپس لگاریتم رقم مذکور را به دست می‌آوریم. لگاریتم را در عدد $\frac{10}{9}$ ضرب کرده، از حاصل ضرب کولگاریتم می‌گیریم، سپس عدد حاصل را در عدد $11/5$ (ضریب تعیین شده در فرمول ماهانه تورنت ویت) ضرب می‌کنیم. به این ترتیب مقدار ضریب ماهانه به دست می‌آید.

تورنت ویت ارتباط بین مقادیر سالانه ضریب I_{PE} ، نوع اقلیم و نوع پوشش گیاهی را طبق جدول زیر مشخص کرده است.

جدول ۷ نحوه تعیین مناطق مختلف اقلیمی و نوع پوشش گیاهی براساس مقادیر ضریب تورنت ویت

مقادیر ضریب IPE	نوع اقلیم	نوع پوشش گیاهی
۱۲۸ و بالاتر	خیلی مرطوب	جنگلهای پرباران
۱۲۷-۶۴	مرطوب	جنگل
۶۳-۳۲	نیمه مرطوب	مرتع
۳۱-۱۶	نیمه خشک	استپ
۱۵-۰	خشک	بیابانی

گروههای اصلی آب و هوا در تقسیم‌بندی مذکور براساس نحوه توزیع نزولات جوی به زیر گروهها یا تقسیمات فرعی تری بدین ترتیب تقسیم می‌شود:

۲.۱ توزیع نزولات جوی به صورت یکنواخت در طول سال،

۲.۲ کمبود بارندگی در فصل گرم،

۳.۳ کمبود بارندگی در فصل سرد،

۴.۴ کمبود بارندگی در طول سال.

تقسیم‌بندی آمبرژه

ساختار اصلی فرمول آمبرژه، تقسیم بارندگی بر دماست، اما به جای محاسبه میانگین دمای متوسط سال یا ماهها به دو حد انتهایی نوسان دما (مینیموم و ماکزیموم) توجه دارد (آمبرژه، ۱۹۳۲، ص ۴۲۳-۴۳۲). نکته اصلی در شیوه نگارش و ارائه فرمول آمبرژه این است که صرف توجه به میانگین دمای متوسط، ناقص و حتی گاهی گمراه کننده است؛ برای مثال اگر دمای یک روز یا یک ماه در منطقه‌ای بین حداقل ۳+ و حداکثر ۲۷+ درجه نوسان داشته باشد متوسط دمای این منطقه در دوره مورد نظر $15 = \frac{27+3}{2}$ خواهد بود. در منطقه دیگر اگر به ترتیب حداقل و حداکثر دما ۴- و ۳۴+ باشد باز هم دمای متوسط همان رقم ۱۵ درجه خواهد بود؛ در حالی که وضعیت اقلیمی دو منطقه با وجود یکسان بودن دمای متوسط با یکدیگر متفاوت است. با این مقدمه آمبرژه فرمول خود را بدین صورت ارائه می‌کند:

$$Q = \frac{100P}{2 \frac{M+m}{2} (M-m)}$$

در این فرمول P میزان بارندگی سالانه برحسب میلیمتر، M میانگین دمای ماکزیموم در گرمترین ماه سال برحسب درجه سانتیگراد و m میانگین دمای مینیموم در سردترین ماه سال برحسب درجه سانتیگراد است. $\frac{M+m}{2}$ تقریباً معادل میانگین دمای متوسط سال است و $M - m$ دامنه نوسان سالانه دما را منعکس می‌کند. در مناطق مرطوب $M - m$ عددی کوچک است و هرچه نوع اقلیم خشکتر یعنی رطوبت نسبی هوا کمتر باشد $M - m$ بزرگتر است؛ به این ترتیب فرمول آمبرژه با قرار دادن $M - m$ در مخرج کسر، رطوبت یا خشکی اقلیم را به نحوی بسیار مؤثر در محاسبه ضریب دخالت می‌دهد. ضریب آمبرژه را می‌توان با ساده‌تر کردن ارقام مخرج کسر بدین صورت نیز نشان داد:

$$Q_1 = \frac{100P}{M^2 - m^2}$$

نقطه ضعف کوچکی که در این فرمول وجود دارد این است که اگر در دو منطقه ارقام m (میانگین دمای مینیموم در سردترین ماه سال) از لحاظ قدر مطلق مساوی و از لحاظ علامت جبری مخالف هم باشد؛ برای مثال در یکی $+3$ و در دیگری -3 و زمانی که این ارقام به توان دوم می‌رسد هر دو مساوی هم (۹) خواهد بود. آمبرژه در سال ۱۹۵۵ فرمول خود را اصلاح و ارقام M و m را به جای درجه سانتیگراد با درجه حرارت مطلق ($C^\circ = 273/2 K$) محاسبه می‌کند و ضرایب مندرج در صورت و مخرج کسر را برای احتراز از رسیدن به ارقام کوچک تغییر می‌دهد (آمبرژه، ۱۹۵۵، ص ۳-۴۵)؛ بدین ترتیب:

$$Q_2 = \frac{1000P}{2 \frac{M+m}{2} (M-m)}$$

در این فرمول P بارندگی سالانه برحسب میلیمتر، M میانگین دمای ماکزیموم در گرمترین ماه سال برحسب درجه حرارت مطلق و m میانگین دمای مینیموم در سردترین ماه سال برحسب درجه حرارت مطلق است.

با این تغییر، اشکال ناشی از تفاوت علامت جبری ارقام m در صورت تساوی قدر مطلق اعداد بخوبی رفع می شود؛ برای مثال در دو منطقه مذکور که در یکی $m = +3$ و در دیگری $m = -3$ است، نمایش ارقام دما با درجه حرارت مطلق بدین ترتیب خواهد بود:

$$273/2 - 3 = 270/2 \quad 273/2 + 3 = 276/2$$

رقمی که ضریب آمبرژه با استفاده از فرمول پیشین (Q_1) برای یک منطقه معین به دست می دهد و رقم حاصل از ضریب جدید (Q_2) برای همان منطقه با یکدیگر تفاوت چندانی ندارد و عملاً بسیار نزدیک به هم هستند؛ زیرا بزرگ شدن ارقام مخرج کسر به دلیل نمایش ارقام دما با درجه حرارت مطلق، از طریق افزایش ضریب صورت کسر (از ۱۰۰ به ۱۰۰۰) جبران می شود.

تقسیم بندی آمبرژه روی انواع اقلیم مبتنی بر نوع پوششهای گیاهی است. این روش ابتدا برای بررسیهای دقیق روی اقلیم مدیترانه ای ابداع شد؛ ولی بعدها محققان برای بررسی انواع دیگر اقلیمها نیز همین روش را با موفقیت به کار برده اند.

آمبرژه عامل اصلی تعیین کننده نوع اقلیم و نیز نوع پوشش گیاهی در مناطق مدیترانه ای را مقدار m (میانگین دمای مینیموم در سردترین ماه سال) قرار می دهد و تقسیمات اصلی اقلیم مدیترانه ای را با توجه به مقادیر m و ارقام

ضریب Q_2 از طریق رسم یک شکل اقلیمی - محور مختصات - مشخص می کند که در آن مقادیر m در محور افقی و مقادیر Q_2 در محور عمودی قرار دارد. طبق این شکل اقلیمی تقسیمات اصلی اقلیم مدیترانه ای با ارقام تقریبی Q_2 بدین ترتیب است:

جدول ۸ تقسیمات اصلی اقلیم مدیترانه ای با ارقام تقریبی Q_2

مقادیر Q_2	نوع اقلیم
۱۵-۰	صحرايي
۲۵-۱۵	خشک
۵۰-۲۵	نیمه خشک
۹۵-۵۰	نیمه مرطوب
بالا تر از ۹۵	مرطوب

شکل زیستی یا تیپ بیولوژیک

مجموعه جانداران، بویژه حیوانات و گیاهانی که در وضعیت محیطی مشخص، مانند مناطق استوایی، حاره‌ای، معتدله، بیابانی و سردسیر زندگی می‌کنند، صرف نظر از جایگاهی که در نظام طبقه‌بندی احراز می‌کنند (جنس، فامیل یا رده و شاخه‌ای که به آن تعلق دارند) یک سری ویژگیهای مشابه که ثمره سازش و انطباق آنها با محیط است، بروز می‌دهند؛ برای مثال بدن بیشتر حیوانات خونگرم ساکن مناطق سردسیر از تارها و الیاف باریک پوشیده شده است که به حفاظت بدن در برابر سرما کمک می‌کند، در حالی که بدن بیشتر حیوانات ساکن مناطق بیابانی از صفحات یا پولکهای سخت و استخوانی پوشیده شده است که حفاظت بدن در برابر تغییرات شدید دما و نیز عامل مؤثری در کاهش تعریق بدن است. هرکدام از این گروه ویژگیها در واقع یک شکل زیستن (فرم زیستی) یا به عبارت بهتر یک نوع انطباق با محیط است. در زبان انگلیسی این معنا را شکل زیستی^۱ و در زبان فرانسه تیپ بیولوژیک^۲ می‌نامند. شکل‌های زیستی حیوانات به دلیل تنوع زیاد آنها، بویژه کثرت حالت‌های حد واسط تا به حال طبقه‌بندی نشده است، ولی درباره گیاهان به دلیل سهولت نسبی طبقه‌بندی و مخصوصاً ثابت بودن گیاهان در سطح زمین و انطباق بیشتر شکل‌های زیستی آنان با وضعیت محیط، تقسیم‌بندیهای مشخص و جامعی ارائه شده است.

از دیرباز گیاه‌شناسان به این نکته توجه داشته‌اند که در چهارچوب وضعیت

اقلیمی مشخص، شکل گیاهان و رشد آنها از نظر ارتفاع پوشش گیاهی، وجود طبقات مشخص با ارتفاعهای متفاوت (درخت، درختچه، بوته و پوشش علفی) و سهم هر کدام از این لایه‌ها در ترکیب پوشش گیاهی عمدتاً به عوامل اصلی اقلیم، مانند میزان بارندگی، نحوه توزیع آن در فصول، میزان دما و نوسان آن بستگی دارد.

اولین کوششها برای تشخیص و طبقه‌بندی شکل‌های زیستی گیاهان به وسیله هومبولت (۱۸۰۶) و بعد از وی از طرف کرنر^۱ (۱۸۶۳) و گریس باخ (۱۸۷۲) صورت گرفته است (برون بلانکه، ۱۹۳۲). آنان شکل زیستی را با اصطلاحات دیگری مانند شکل رشد^۲ و شکل رویشی^۳ بیان کرده‌اند.

در سال ۱۹۰۳ رونکیه - گیاه‌شناس دانمارکی - جامعترین شکل تقسیم‌بندی اشکال زیستی را بر مبنای معیارهایی بسیار ساده و درعین حال مهم و اساسی (کیفیت گذراندن فصل دشوار سال) پایه‌گذاری کرد. دقت و نبوغ رونکیه در این نکته نهفته است که محل قرار گرفتن یا به عبارت دقیقتر ارتفاع جوانه‌ها را - که شاخ و برگ و گل‌های سال بعد، از رشد آنها حاصل می‌شود - در تقسیم‌بندی گیاهان به عنوان معیار اصلی انتخاب می‌کند و آنها را به پنج گروه تقسیم می‌نماید:

۱. فانروفیت‌ها^۴: گیاهانی که جوانه‌های زمستانی یا جوانه‌های احیا کننده آنها بالاتر از ارتفاع ۲۵ سانتیمتری سطح خاک قرار می‌گیرد؛ مانند همه درختان و درختچه‌ها.

۲. کامفیت‌ها^۵: گیاهانی که جوانه‌های مولد شاخ و برگ سال بعد آنها بین ارتفاع ۲۵ سانتیمتری و سطح خاک قرار می‌گیرد؛ مانند گیاهان بوته‌ای پا کوتاه.

۳. همی کریپتوفیت‌ها^۶: گیاهانی که جوانه‌های مولد شاخ و برگ سال بعد آنها در سطح زمین قرار می‌گیرد و در فصل نامساعد سال بقایای شاخ و برگ سال قبل یا لایه‌های نازک برف آنها را در برابر عوامل محیطی نامساعد حفظ می‌کند؛ مانند یونجه و مینای چمنی.

۴. کریپتوفیت ها^۱. مجموعه گیاهانی که جوانه زمستانی آنها در زیر خاک (انواع پیازها و غده‌ها) یا در داخل آب قرار می‌گیرد - به شرحی که در سطور آتی اشاره خواهد شد رونکیه این گروه را در تقسیم‌بندیهای بعدی خود به سه زیرگروه مجزا تقسیم می‌کند.

۵. تروفیت ها^۲. مجموعه گیاهان یکساله‌ای که دوره رشد و تکمیل سیکل حیاتی آنها یکسال یا کمتر است. تفاوت اصلی این گروه با گروههای دیگر آن است که جوانه مولد نسل بعد، از بوته مادر جدا می‌شود و به صورت دانه در می‌آید و در فصل نامساعد سال تنها باقیمانده نسل قبل است؛ در حالی که در گیاهان گروههای دیگر علاوه بر تولید دانه برای ایجاد نسل بعد، در فصل نامساعد سال جوانه‌هایی برای ایجاد شاخ و برگ و گل‌های سال بعد متصل به بوته مادر حفظ می‌شود؛ بدین ترتیب ملاک اصلی تشخیص چهار گروه اول در تقسیم‌بندی رونکیه، محل استقرار همین جوانه‌های احیا کننده است؛ به بیان ساده‌تر تروفیت‌ها اصولاً جوانه احیا کننده به مفهوم و تعریفی که جوانه‌های زمستانی در چهار گروه نخست طبقه‌بندی دارا هستند، ندارند و استمرار نسل آنها از سالی به سال بعد تنها از طریق دانه‌ها برقرار می‌شود.

رونکیه در سال ۱۹۰۵ تقسیم‌بندی خود را با تغییراتی کاملتر کرده است:

- تشخیص و ایجاد گروه جدیدی به نام اپی‌فیت‌ها^۳ که گیاهان پیچیده و بالا رونده را شامل می‌شود. این گیاهان ساقه قائم ندارند و با تکیه بر شاخه‌های گیاهان دیگر، ساقه‌ها و جوانه‌های زمستانی خود را به ارتفاعات بالاتر می‌رسانند. اهمیت این گروه در جنگلهای متراکم و انبوه استوایی و حاره‌ای بیشتر است. گیاهان دیگری که در خاک اندک موجود در لابلای تنه یا شاخه درختان و در ارتفاع بسیار زیاد از سطح خاک می‌رویند و طفیلی و انگل نیستند نیز در گروه اپی‌فیت‌ها قرار دارند.

- گروه کریپتوفیت‌ها به سه زیرگروه به ترتیب زیر تقسیم می‌شوند:

الف) هلوفیت‌ها^۴. گیاهان آبی‌ای که جوانه‌های احیا کننده آنها درون آب

غوطه‌ور است، ولی ساقه‌های رویشی آنها بالاتر از سطح آب نیز قرار می‌گیرد؛ مانند لوئی و بارهنگ آبی.

ب) هیدروفیت‌ها: گیاهان آبی‌ای که اندامها و جوانه‌های زمستانی آنها به طور دائم درون آب غوطه‌ور است؛ مانند نیلوفر آبی و ئیدریلا.

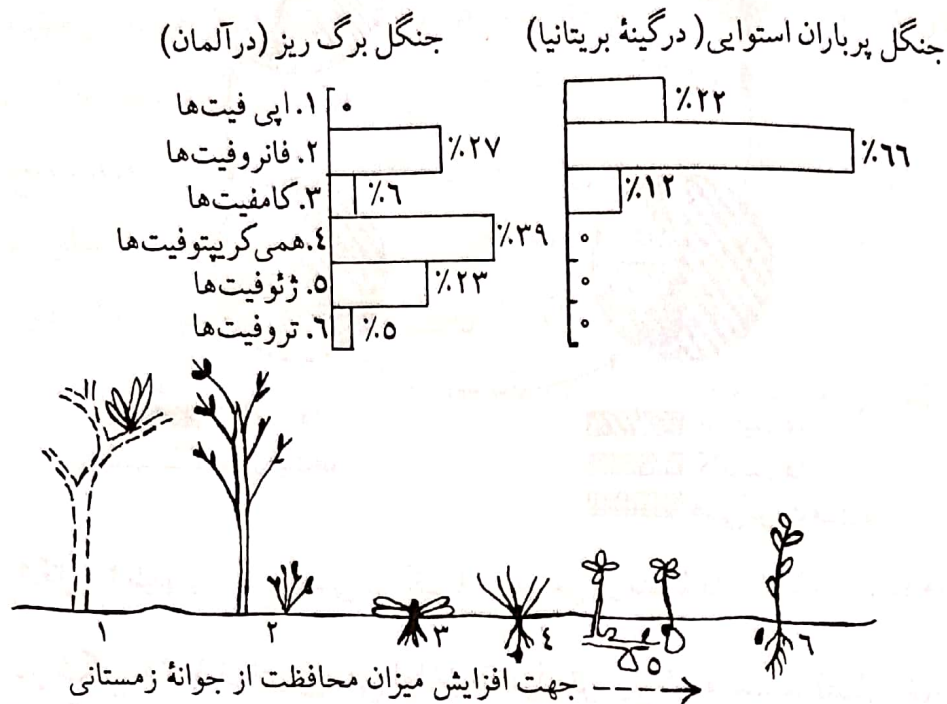
ج) ژئوفیت‌ها: گیاهانی که جوانه زمستانی آنها درون پیاز یا غده و زیرخاک قرار دارد؛ مانند زنبق، لاله و ثعلب.

طیف زیستی^۲

مفهوم طیف زیستی و نحوه ترسیم و نمایش آن را با ذکر یک مثال بسهولت می‌توان بیان کرد. فرض کنید در یک منطقه جنگلی تعداد گونه‌های گیاهی موجود و تیپ بیولوژیک هر یک از گونه‌ها مشخص گردیده است و در نهایت معلوم می‌شود که در مجموع ۲۰۰ گونه گیاه با این توزیع از لحاظ شکل زیستی در منطقه وجود دارد: اپی فیت‌ها، ۲۲ گونه؛ فانروفیت‌ها، ۶۴ گونه؛ کامفیت‌ها، ۶ گونه؛ همی کریپتوفیت‌ها، ۲۸ گونه؛ ژئوفیت‌ها، ۲۰ گونه و تروفیت‌ها، ۶۰ گونه. اگر تعداد گونه‌های متعلق به شکل‌های زیستی را به جای ارقام مطلق، به صورت درصد نسبت به مجموع نشان دهیم، این شکل نمایش سهم نسبی هر کدام از شکل‌های زیستی، در اصطلاح طیف بیولوژیک یا طیف زیستی نامیده می‌شود. با این مقدمه طیف زیستی عبارت است از نمایش سهم نسبی هر یک از شکل‌های زیستی به صورت درصد نسبت به مجموع.

در طبقه‌بندی رونکیه شکل‌های زیستی، فقط گیاهان پیدازا را در برمی‌گیرد و گیاهان نهان‌زا، مانند سرخسها، قارچها و خزها در این تقسیم‌بندی وارد نمی‌شوند و در طیف زیستی به ترتیبی که رونکیه پیشنهاد و رایج کرده است ملحوظ نمی‌گردند. ترسیم و نمایش طیف زیستی روش مناسبی برای بیان ساختار و ترکیب پوشش گیاهی در مناطق اقلیمی مختلف و انواع زیستگاههاست - که تعریف و شرح دقیق آنها در مبحث

بعدی ارائه می‌شود. معمولاً برای سهولت مقایسه، طیف زیستی را به صورت تصویری ارائه می‌کنند؛ برای مثال ترکیب طیف زیستی در جنگلهای پرباران استوایی و جنگلهای برگ ریز منطقه معتدله و مقایسه آنها با یکدیگر در شکل ۱۹ نشان داده شده است.

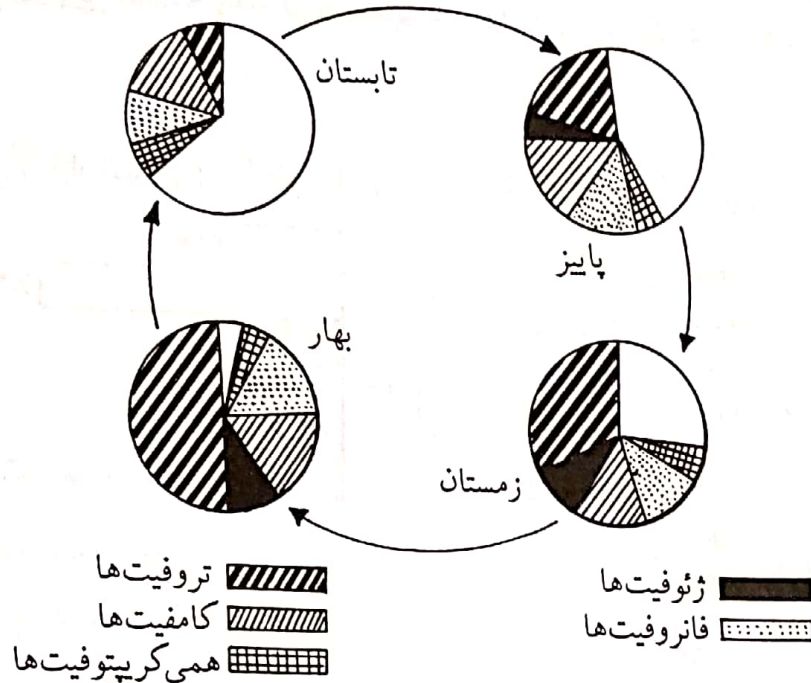


شکل ۱۹ مقایسه طیف زیستی جنگلهای استوایی و معتدله (اودوم، ۱۹۷۱؛ از برون بلانکه، ۱۹۳۲)

ارقام مندرج در شکل ۱۹ نشان می‌دهد که اپی فیت‌ها در طیف زیستی جنگلهای استوایی با داشتن ۲۲ درصد سهم در ترکیب پوشش گیاهی، از اهمیت خاصی برخوردارند؛ در حالی که در ترکیب طیف زیستی مناطق معتدله مطلقاً مشارکت ندارند. همچنین سهم فانروفیت‌ها در پوشش گیاهی جنگلهای استوایی ۶۶ درصد است؛ در حالی که در منطقه معتدله فقط ۲۷ درصد طیف زیستی را به خود اختصاص داده‌اند. گیاهان پا کوتاه و یکساله (گروههای همی کریتوفیت، ژئوفیت و تروفیت) نیز در منطقه معتدله در مجموع ۶۷ درصد طیف زیستی را تشکیل می‌دهند؛ در حالی که سهم آنها در جنگلهای استوایی به صفر رسیده است.

از کاربردهای دیگر طیف زیستی، نمایش و تشریح تحولات پوشش گیاهی در طول سال است. در بیشتر مناطق معتدله در فصلهای مختلف سال، ترکیب پوشش گیاهی

از نظر تعداد گونه‌ها و نوع فعالیت حیاتی تغییر می‌یابد. این قبیل تحولات را نیز می‌توان از طریق ترسیم و ارائه طیف زیستی برای فصول مختلف سال، نشان داد (شکل ۲۰).



شکل ۲۰ طیفهای زیستی فصلی در یک ناحیه مرتعی در منطقه مدیترانه (اوزندا، ۱۹۶۴)

در شکل ۲۰ طیفهای زیستی اواخر فصول ترسیم شده است. فضای خالی در این طیفها نشان دهنده سهم گیاهانی است که فعالیت حیاتی آنها متوقف گردیده است. افزایش محسوس سهم این گیاهان در فصل تابستان و بالا بودن سهم نسبی آنها در فصول پاییز و زمستان بخوبی تأثیر خشکی تابستان و کاهش دما در پاییز و زمستان را در طیفهای زیستی نشان می‌دهد. نوسان سهم گیاهان یکساله، بویژه افزایش محسوس سهم آنها در فصل بهار نیز در ترکیب فصلی طیفها نشان داده شده است.

استفاده از روش ترسیم طیف زیستی با وجود مزایای متعدد در برخی از شرایط ممکن است نتایج گمراه کننده‌ای داشته باشد. این قبیل پیامدها از ماهیت روش سرچشمه می‌گیرد. برای سهولت بیشتر در بیان مطلب از یک مثال استفاده می‌کنیم. دو منطقه الف و ب را در نظر بگیرید که در هر دو منطقه پوشش جنگلی متشکل از سه لایه درختی، درختچه‌ای و علفی است و سهم هر کدام از این سه لایه اصلی نیز در هر دو منطقه مساوی یا نزدیک به هم است؛ مثلاً پوشش درختی ۶۰ درصد مساحت زمین را

می پوشاند. اشاره کنیم که منظور از پوشش درختی، تصویر تاج درختان بر روی سطح زمین است. در هر دو منطقه مجموع تعداد گونه های گیاهی ۱۰۰ فرض می شود. پوشش درختی منطقه الف از لحاظ تعداد گونه های درختی فقیرتر است و در مجموع از ۳ گونه درخت تشکیل می یابد؛ در حالی که در منطقه ب تعداد گونه های درختی بیشتر است و پوشش درختی از ۲۰ گونه متمایز تشکیل می یابد. گروه فانروفیت در منطقه الف ۳ درصد و در منطقه ب ۲۰ درصد طیف زیستی را در بر می گیرد؛ در حالی که سهم پوشش درختی از لحاظ ساختار روشی در دو منطقه مساوی (۶۰ درصد سطح زمین) است. از این لحاظ است که گفته می شود طیف زیستی رونکیه، طیف فلورستیک^۱ منطقه را نشان می دهد و استفاده از آن برای مقایسه مناطق مختلفی که از نظر ترکیب فلور^۲ با یکدیگر تفاوت محسوس داشته باشند، عاری از خطا و گمراهی نیست.