بازنگری های تبارزادی جدید در رده بندی فراگونه ای جانوران

جمشید درویش

مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم، گروه پژوهشی جونده شناسی

پست الکترونیکی: darvishj@gmail.com

حدود ۱۸۰۰۰۰۰ گونه جاندار تاکنون در کره زمین شناسایی شده است. این جانداران دارای ساختارهای یاختهای هستند وجوه مشترک موجودات زنده در آنها دیده می‌شود:

۱- خودشان قادر به رونویسی از برنامه ژنتیکی خود هستند.

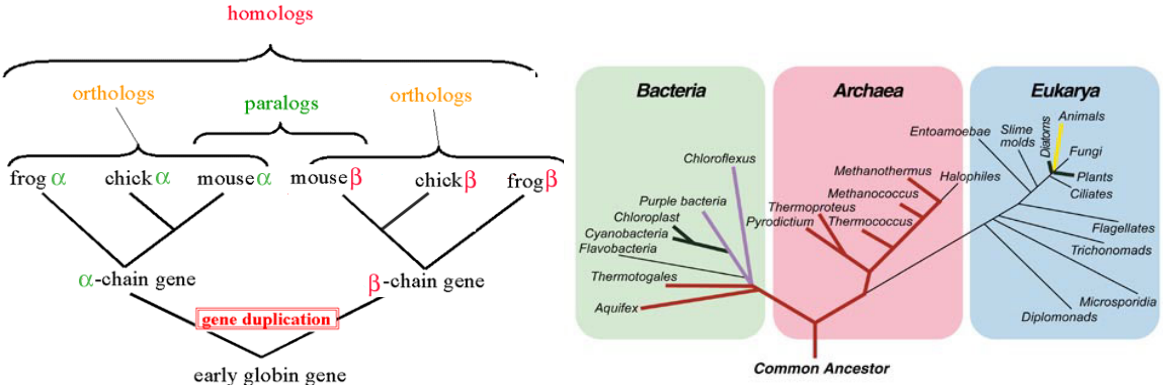
۲- بدون توقف قادر به انتشار اطلاعات ژنتیکی خود در ابعاد زمان و مکان هستند.

۳- خودشان قادر به تضمین ترجمه متوالی اطلاعات ژنتیکی شان به صورت پروتئین های آنزیمی هستند. از دیدگاه سنتی ساختار پروکاریوت به عنوان یک ساختار اجدادی در نظر گرفته می شود و ساختار یوکاریوت به عنوان ساختار اشتقاق یافته مطرح است. **لیکن این استنباط بستگی به نحوه ریشه بندی درخت زندگان دارند.** زیرا بعضی از میکروب شناسان تصور کرده اند که کهن زیان یا ارکئوباکری ها و پروکاریوت ها با توجه به متابولیسم خاص خود باید نخستین جانداران باشند که روی زمین به وجود آمده اند. حال آنکه کهن زیان در واقع یک برون گروه در مقایسه با مجموعه یوباکتری ها و یوکاریوت ها هستند.

عده ای نیز دلایل زیادی در اثبات این نکته دارند که یوکاریوت ها گروه ریشه ای هستند و بر همین اساس پروکاریوت ها را تک نیا می دانند و دیدگاه سنتی گذار از پروکاریوت "ساده" به یوکاریوت" پیچیده را معکوس نموده اند. در صورتی که حقیقتا نخستین جاندارانی باشند که پیدا شده اند، این دیدگاه با تصور کلاسیک موضوع مغایرت پیدا می کند. زیرا ساختار ساده تر پروکاریو ت ها باید ازطریق ساده تر شدن ساختار پیچیده تر یوکاریوت ها ایجاد شده باشد.

مسئله بنیادی در مورد ریشه درخت جانداران

هنگامی که مجموعه جانداران را مطالعه می کنیم برون گروه وجود نخواهد داشت. بنابراین کهن زیان دیگری باید به کار روند و آن جستجوی ژن هایی است که به صورت نسخه های متعدد در ژنوم جانداران وجود دارند و رونویسی های قدیمی ماقبل واگرایی سه گروه کهن زیان، اوباکتری ها و یوکاریوت ها را نشان می دهند.



شکل ۱ – این دو شکل به جای تنها شکل پیوست مقاله شادروان دکتر درویش که اصلاً واضح نبود انتخاب شده است که امیداوریم مقصود نویسنده را به خوبی بیان کند. در سمت راست درخت فیلوژنی سه دامنه ای شامل یوکاریا، آرکی ها و باکتریهای حقیقی نشان داده شده است. در سمت چپ تکامل مختصر ژنهای گلوبین نشان داده شده است که با شرح مؤلف از فیلوژنی ژنهای منسوب در طول تکامل سنخیت دارد (توضیح سردبیر).

در شکل ۱ یک ژن اجدادی قبل از جداشدن تبارها به دو صورت الفا و بتا مضاعف و رونویسی شده است. فیلوژنی ژن ها در این صورت به صورت یک درخت دارای ۲ زیر درخت بیان می شود. یکی موجب ایجاد فیلوژنی ژن الفا در تبارها می شود و دیگری موجب فیلوژنی ژن بتا می‌شود. هر گاه این دوپلیکاسیون قدیمی ترین رویداد باشد موجب ریشه دار شدن درخت خواهد شد. به عبارت دیگر هر زیر- درخت می تواند به عنوان برون گروه دیگری تلقی شود. این روش ریشه دار کردن سبب شده است که یوباکتری ها به عنوان نخستین شاخه تلقی شوند وکهن زیان به عنوان گروه خواهری یوباکتری ها تلقی می شوند. البته در حال حاضر نتیجه به سادگی قابل تفسیر نیست. فراموش نکنیم که این ها رویداد هایی هستند بسیار قدیمی و حد اقل یک میلیارد سال پیش روی داده اند. البته این احتمال هم وجود دارد که بعضی از تبار ها تک نیا نباشند.

رده بندی سه دامنه ای حیات

در سال ۱۹۷۷ دو دانشمند معروف C.Woese & G.E. Fox توانستند با استفاده از جفت باز های باکتری ها نشان دهند که تقسیم بندی جانداران به پروکاریوت(کهن زیان و باکتری ها) و یو کاریوت صحیح نیست. این دانشمندان نظریه سه دامنه ای حیات را مطرح ساختند و نشان دادند که فاصله کهن زیان با هسته دداران مشابه فاصله هسته داران با باکتری های راستین است. کهن زیان Archaea؛ باکتری ها Bactria و هسته دارانEukaryot

این دانشمندان بعداً توانستند با استفاده از توالی بازهای میتوکندری ها و کلروپلاست ها نشان دهند که این دو به باکتری های حقیقی نزدیکترند. در اواخر سال ۱۹۸۰ مسئله پارافیلی کهن زیان مطرح شدو نشان داده شد که بعضی از کهن زیان بیشتر به یوکاریوت ها نزدیک اند. لذا درخت زندگان را بر یو باکتری ها سوار کردند. درحال حاضر این موضوع ریشه درخت حیات موضوع بحث های بسیار سنگین است و عده ای حتی عقیده دارند که ریشه درخت حیات بر یوکاریوت ها سوار است. حتی خبر از واگرایی های بسیار زیاد در دنیای باکتری می رسد و دنیای باکتری ها فقط بخش آشکار این قطعه یخ شناور ژنتیکی نهفته را نشان می دهد. در حال حاضر گونه های از باکتری ها ووجود دارند که واگرایی ژنتیکی شناخته بین گونه ها تاکنون است.

پیدایش حیات

حیات می تواند در شرایط هوازی و بی هوازی رشد کند. زیرا کهن زیان نمک دوست در محیط های آبی که در آنها تراکم نمک ۲ مول در لیتر است دیده می شود. بعضی دیگر از کهن زیان در محیط های اسیدی یافت می شوند که pH آن زیر یک است. بعضی دیگر در دمای ۱۱۰°C زندگی می‌کنند. بسیاری از جانداران در دمای زیر صفر در دمای قطبی رشد می کنند. پر یاختگانی مانند پستانداران از طریق سیستم های پیچیده تنظیم دمای داخلی بدن دمای بیرون را که تا ۴۰°C- است تحمل می کنند. بعضی از اشکال حیات دمای انجماد ازت مایع با (°C ۱۹۸-) و یا هلیوم مایع (°C ۲۶۸/۵-) تحمل می کنند مانند اسپور یوکاریوت ها و تاردیگرادها و در شرایط خشک شده مانند یاخته های دارای متابولیسم بسیار پایین مانند دانه گیاهان، اسپور ها موس ها، آکارین ها، و تاردیگرادها. هر گاه به مسئله انقراض تاکسون ها توجه شود، موجودات زنده امروزی بخش بسیار ناچیزی از کل حیات را که تاکنون زیسته اند را در بر می گیرد.

انقلاب در روش شناسی و معرفت شناسی (انقلاب در مفاهیم.) جانور شناسی

جانور شناسی نوین علم تجمیع مطالعات انجام شده در مورد گونه های جانوری طی سالیان به صورت گونه ها و آرایه های فراگونه ای بر اساس مطالعات آرایه شناختی تبارزادی است. ریشه جانور شناسی گونه شناسی و زی سازگان شناسی است. لذا دیگر مطالعات جانورشناختی از جمله مطالعات تکوین، جغرافیای جانوری، و تکامل و سایر مباحث نتیجه باز نگری مدوام در دسته بندی گونه هاست. جانور شناسی دارای دو وجه است. وجه آشنا و عرفی آن که معمولاً به صورت واحد درسی تدریس می شود به معرفی جانوران در سطوح شاخه ها و رده ها می پردازد وجه دیگر آن وجه تحلیلی است که طی قرن گذشته در دو محور روش شناسی و دانش شناسی تحول چشمگیری داشته است. با کشف اسید های هسته ای و ابداع دستگاه‌های تکثیر آن از جمله دستگاه های PCR و توالی یابی به همراه روش های جدید مطالعات تکوینی فراگونه ای تحول اساسی در آرایه شناسی و نهایتاً رده بندی جانوران و جانور شناسی گروه های مختلف جانوری صورت گرفت. در حوزه معرفت شناسی، اصل زادمان

مشترک اساس تعیین حدود آرایه های فراگونه ای قرار گرفت و همه گروه های پُرا تبار (پارافیلتیک[1]) که اساس جانور شناسی گذشته را تشکیل می دادند، بی اعتبار شناخته شدند. تحول کلادیستی در نیمه دوم قرن بیستم بسیاری از آرایه های قدیمی فراگونه را که بر اساس هم اصل ترازی ساختاری (Gradeگراد) معرفی شده بودند، کنار گذاشتند و اعتبار هر آرایه فراگونه ای را منوط به اثبات تک نیایی و نوآوری آرایه شناختی بلافصل آن نمودند. صفات ملکولی، به عنوان ابزار مقایسه برای مطالعه ریشه هرآرایه ی فراگونه ای بکار گرفته می شوند.

بخش زیادی از چالش های نظری موجود در حوزه دانش زیست شناسی ریشه در جانور شناسی دارد. زیرا انسان در این گروه از آرایه های فراگونه قرار می گیرد و بیشترین تنوع آرایه شناختی و نوآوری ملکولی، ریختی و رفتاری در این سال ها از جانداران مشاهده می شود. هر دستاورد جدید در زمینه های مختلف مربوط به گونه های جانوری عملاً جانور شناسی آن گروه از دیدگاه های آرایه شناسی چالش بر انگیز بوده، کسانی را که از جانور شناسی انتظار علمی ساده و توصیفی دارند به چالش می طلبد و تحت تاثیر قرار می دهد. این چالش های سازنده و خلاق گرچه وقت گیر و پر هزینه هستند ولی اساس نظریه پردازی و نوآوری را در زیست شناسی رقم می زنند و زیر بنای فناوری زیستی جانوری را تشکیل می دهند. تدریس جانور شناسی به صورت دروسی مستقل با عناوین متفاوت در رشته های مختلف موجب آشفتگی در تدریس جانور شناسی شده است. وحدت رویه در آموزش جانور شناسی موجب می شود که توجه و علاقه دانشجویان به جانوران پیرامون آنها بیشتر شود و زمینه ادامه تحصیل و نواوری و فنآوری در مورد جانوران ناشناخته محیط های آبی و خشکی فراهم گردد و راه به سوی جانورشناسی یگانش کاربردی منطبق بر نیازهای دستگاه های اجرایی و مراکز آموزشی و تحقیقاتی کشور باز شود و همکاری بین دستگاه های اجرایی و مراکز آموزشی و پژوهشی فراهم گردد. شاید انقلاب فکری بازگشت به گفته داروین باشد: رده بندی باید دودمان شناختی (genealogic) ویا به زبان امروزی ها تبار شناختی (Pylogenetic) باشد.

گروه های پارافیلتیک باید از رده بندی ها کنار گذاشته شوند.(این اقدام یک مدرن گرایی واقعی در آرایه شناسی است. این انقلاب کلادیستی نخست در چهار چوب آناتومی و صفات ریختی بود و بر این اساس بسیاری از آرایه های قدیمی کنار گذاشته شدند: نخست آغازیان، آلگ ها، بریوفیت ها، ژیمنوسپرم ها، بی مهرگان، دیپلوبلاست ها، سلومات ها، آگنات ها، ماهیان، خزندگان، پروسیمین ها استفاده از صفات ملکولی به عنوان ابزار مقایسه و دست یابی به ریشه و خاستگاه صفات مطرح شد. در سال ۱۹۵۰ مقایسه پروتئین ها و کار های بیوشیمیایی آغاز شد. رده بندی فنتیک بر اساس چندشکلی آنزیمی آغاز شد. در سال ۱۹۶۳ مقایسه کمپلکس هترودوپلکس ها آنتی ژن و آنتی کور مشخص شد. در سال ۱۹۷۰ اندرکنش هترودوپلکس DNA-DNA شناخته شد. دورگ گیری DNA-DNA در سال های ۱۹۸۰ باعث دسته بندی دقیق ۱۶۸ خانواده از پرندگان در بین ۱۷۱ خانواده شناخته شده شد.

از سال ۱۹۶۷ تا سال ۱۹۸۵ دست یابی به توالی بازها محدود بود. سپس با استفاده از PCR دسترسی زیادتر شد. بین سال های ۱۹۶۳ تا ۱۹۶۷ دودانششمند معروف W. Fitch & E. Maargoliashبرمقایسه توالی پروتئین ها ی آرایه ها کار خود را آغاز کردند.

یوکاریوت ها

هسته داران از طریق اندوسیمبیوز ارگانیت های بسیار موثری در مدیریت انرژی جذب خود کرده اند. میتوکندری که مرکز تنفس سلولی است یک پروتئوباکتری الفا است که با سیتوپلاسم هماهنگ شده است. کلروپلاست که مرکز فتوسنتز است یک سیانوباکتری است. بنابراین یک سلول یوکاریوت دارای حد اقل ۳ ژنوم با خاستگاه متفاوت است. یک ژنوم هسته ای، که خاستگاه یوکاریوتی سانسو استریکتو دارد. ۲ ژنوم دیگر با خاستگاه یوباکتریایی میتوکندری و کلروپلاست. اما در حقیقت موضوع از آنچه که تصور می شود پیچیده تر است. زیرا پس از اندوسیمبیوز، ژن های سیمبیونت(مثلا ژن های میتوکندی آینده) به ۳ گروه با هدف متفاوت تقسیم شده اند: ۱- بعضی از ژن ها از بین رفته اند؛ ۲- تعدادی از ژن ها در ارگانیت باقی مانده اند و ۳- تعدادی از ژن ها در ژنوم هسته ای تلفیق شده اند. که خود شیمر هستند.

[1] para phyltic

این پدیده به ما امکان می دهد بررسی کنیم که از نظر تجربی آیا یک سلول یوکاریوت که در حال حاضر فاقد میتوکندری است آنرا به صورت ثانوی از دست داده است یا آنکه یک گونه بقایایی است که قبل از اندوسیمبیوز وجود داشته است. مطالعات جدید نشان می دهد که همه سلول های فاقد میتوکندری آن را به صورت ثانوی از دست داده اند. زیرا همیشه ژن های تیپ میتوکندریایی در هسته سلول های بدون میتوکندری یافت شده است (مانند ژن Hsp). مطالعات مربوط به ژن های RNA ی ۱۶S و ۱۸S موید این نکته است که همه یوکاریوت های کنونی یک نیای فرضی دارای میتوکندری داشته اند. بنابراین فقط یک مرحله اندوسیمبوز میتوکندریال وجود داشته است. در مورد کلروپلاست رویداد های فرگشتی بسیار مشکل تر است. زیرا نیاز به اندوسیمبیوز اولیه و ثانویه است. حالت اولیه مربوط به رویداد منحصر بفرد تلفیق سیانوباکتری است. در مرحله بعد اندوسیمبیوز یوکاریوت های فتوسینتتیک در یوکاریوت های غیر فتوسنتزی است. مثلا کلروپلاست یک آلگ قهوه ای ناشی از اندوسیمبیوز ثانوی است. تاکنون گزارشی مربوط به ۱۳ رویداد اندسیمبیوز ثانوی گزارش است. مانند دینوفیت ها، که در آنهاا حد اقل ۳ اندو سمبیوز مستقل از طریق یک یوکاریوت روی داده است.

رده بندی یوکاریوت ها در حال بازنگری کلی است. ا ستفاده از فیلوژنی ملکولی خویشاوندی مطمئن را مشخص می کند. مثلا خویشاوندی های ذیل بررسی شده است:

۱- خویشاوندی اومیست ها – میکروسپوریدی ها

۲- ساخت کلاد اوپیستوکونت ها شامل ااومیست ها (eumycetes) میکروسپوریدی ها،(microsporidies) کوانوفلاژله ها(choanoflegelles) و جانوران (metazoaires)

۳- خویشاوندی کلروبیونت ها و رودوبیونت ها

۴- بازسازی کلاد الوئولوبیونت ها شامل مژه داران، دینوفیت ها، و آپی کومپلکس(شامل اسپوروزوئر و هماتوزوئرها)

۵- بازسازی کلاد استرامنوپیل ها شامل آلگ های قهوه ای، دیاتومه ها، کریوزوفیت ها،گزانتوفیت ها، اواستیگماتوفیت ها، ائومیست ها، هیفوکیتریدیومورف ها

۶- پارافیلی آلگ های سبز

۷- پارافیلی بریوفیت ها

۸- پارافیلی ژیمنوسپرم ها

۹- پارافیلی دیپلوبلاست ها

۱۰- تقسیم دهان نخستیان ها به لوفوتروکوزوئر ها و اکدیزوزوئر. در نتیجه رده بندی قدیمی سه لایه ای ها به بی سلوم ها، سلوم دروغیان و سلوم داران را ابطال کرده است.

۱۱- پارافیلی سخت پوستان به عبارت دیگر هگزاپود ها ازدیدگاه سخت پوستان زمینی

۱۲- پارافیلی ماهیان و خزندگان

۱۳- خویشاوندی اسبیان آبی و آب بازان(پارافیلی ارسیوداکتیل ها)

خاستگاه پرندگان

کلید صفات ریختی: خونگرمی دو بار ظاهر شده است، یکی در سیناپسیدهای سنگواره ای پرمین که به پستانداران منجر شد و دومی در تعدادی از دینوسور ها که احتمالا در ژوراسیک تحتانی پیدا شده و به پرندگان منتهی شده اند.

شباهت ماده اولیه همساختی است. بر این اساس می توان روی همساختی شرط بندی کرد.همساختی به معنی شباهت دارای میراث ژنتیکی مشترک است. حال آنکه شباهت می تواند بر اساس همگرایی ایجاد شده باشد. شباهت کلی به معنی همساختی نیست.

مفهوم ساعت ملکولی :از کار های کیموراست که بر این فرض استوار است که همه تبار های تبارزادی دارای سرعت تغییر و جایگزینی توالی های بازی حدودا با یک سرعت هستند. این مفهوم بر اساس فرض صفر است که باید کنترل و آزمون شود. بدون فرض ساعت ملکولی می‌توان بر اساس کار های کلادیستی و آنالیز فاصله درخت تبارزادی طراحی کرد.

مفهوم سنگواره زنده: تعریف آن مشخص نیست. شاید منظور گونه ای باشد که اکنون وجود دارد و به یکی از گونه های سنگواره ای شبیه است.مانند **لاتی مریا شالومنه** که شبیه بعضی از فرم های سنگواره ای کرتاسه فوقانی است.

مفهوم جست اجداد: دودمان شناسی نشان می که هر آرایه از کدام آرایه دیگر زاده شده است. اما در اینجا اجداد مشخص نیستند. بلکه به صورت قطعاتی مانند یک پازل ناقص مشخص می شوند.

مفهوم حد واسط یا حلقه مخفی: بسیاری از ایده های غلط در پس مفهوم حد واسط مخفی است. می دانیم که تبارزایی فهوم نیاکان به فرزندان یا اسلاف به اخلاف را بیان نمی کند(که از که زاده می شود). بنابراین هر جاندار مشخص خواه کنونی خواه سنگواره ای، فقط در صورتی حد واسط نامیده می شود که مجموعه ای از صفات منحصر به فرد در بین سایر تاکسون ها داشته باشد.بنابر این باید از حدواسط ساختاری صحبت شود تا مفهوم روشن باشد. مانند ارکئوپتریکس که صفات پرندگان و خزندگان امروزی را دارد. این موجود در درخت تبارزادی در یک گره قرار نمی گیرد ولی در انتهای یک شاخه خاص قرار خواهد گرفت که بین دو ترکه شناخته شده قرار می گیرد.بنابراین به این دلیل روش شناختی حد واسط وجود ندارد. ینابراین حد واسط های ساختاری وجود دارند. دینوسور های پردار که از پرندگان دوران دوم بوده اند مانند چهار پایان (گروه پارافیلتیک خزنده پستانداران) از حد واسط های ساختاری اند.

رده بندی یوکاریو تها به طور گسترده به وسیله آرایه شناسان بررسی شده، و تاکسون ها مجدد شمارش شده اند و این کاوش سبب شده بسیاری از آرایه ها تغییر کنند. انقلاب کلادیسی بیشتر متکی بر مطالعات آناتومیکی است. اصطلاح آغازیان، بی مهرگان، بی آروارگان، ماهیان، خزندگان، دیپلوپلاستها، سلوماتها و پروسمین ها کنار گذاشته اند. برای ارزیابی صفات ریختی کلادیست ها رویکرد مولکولی را در آرایه شناسی پذیرفته اند و ابزار مقایسه و دستیابی ریشه و خاستگاه صفات را تعریف کرده اند، که در کنار صفات ریختی مطرح می شود. ضمن تصحیح مانند مباحثی در ارتباط با ساعت ملکولی برخی استباط ها تکاملی را هم مطرح می کند. ساعت ملکولی در آرایه شناسی مورد استفاده است و کیمورا پایه گذار آن بوده است (نظریه خنثی بودن تغییرات مولکولی (Neatralism)). دیدگاه مقابل آن نظریه گزینشی که بر نظریه ترکیبی تکامل استوار است و بر این باور است که تمام تغییرات دارای بار گزینشی هستند و هیچ جهشی نیست که بار گزینشی نداشته باشد. اما نوترالیست ها معتقدند تغییرات صورت گرفته در DNA به صورت تصادفی است و از نظر گزینشی خنثی هستند و در جمعیت ها با ریتم مشخص جایگزین می شوند که به آن رانش ژنتیکی می گویند. این ادعا که تغییراتی که در آرایه ها از گونه ای به گونه دیگر در ارتباط با جهش ها یشان صورت می گیرد بر اساس منطق کیمورا خنثی بوده و ریتم آن را می توان اندازه گیری کرد (ساعت مولکولی). کلادیست ها توصیه می کنند طراحی درخت های تبارزادی باید بدون ورود به اصل وجودساعت مولکولی و رانش ژنتیکی در جمعیتهای کوچک باشد. یکی از مسائلی که می توانند زمان مطرح شده توسط ساعت مولکولی را بیازماید، مطالعات دیرین شناسی است و به این نتیجه رسیده اند که ساعت مولکولی زمان واگرایی را بیشتر نشان می دهد که باید آن را با مطالعات سنگواره کالیبره کرد.

همساختی و شباهت: غالبا ما را گمراه می کنند. باید همساختی را بر اساس یک اصل مشترک بیان کنیم، اما شباهت همیشه چنین حالتی را نشان نمی دهد. شباهتهایی مانند داشتن یا نداشتن سلوم، در رده بندی بی مهرگان زیاد استفاده شده است، اما امروزه دیگر مورد استفاده نیستند. شباهت کلی هم ممکن است ناشی از همگرایی باشد.

سنگواره زنده مفهومی قدیمی است. از دیدگاه آرایه شناسان امروزی، سنگواره زنده مورد تایید نیست، اما از دیدگاه کلادیستی سنگواره ی زنده گونه ای است که از نظر ریخت شناسی مشابه سنگواره های شناخته شده است (باید سنگواره ی آن پیدا شده باشد). اما این دو حالت گونه ای یکی نیستند. در واقع ممکن است واگرایی ژنتیکی داشته باشند. ریخت شناسی کمتر از ۵٪ ژنوم را در مهره داران شکل می دهد.

میدش (جست) Saltation اجدادی: گاهی حالت حدواسط وجود ندارد و این کار دودمان شناسی (geneqlogy) است که مترادف آن تبارزایی است. دودمان شناسی می گوید که چه فردی از چه فردی به وجود آمده است. تبارزایی نشان می دهد که چه تآرایه ای به چه آرایه دیگر نزدیک تر است، فقط تودکا و دوری مطرح می شود. درتبار شناسی بحث فرد نیست بلکه بحث تبارها و آرایه هاست. در اینجا اجداد شناسایی نمی شوند بلکه از طریق

قطعاتی در هویتشان بازسازی می شوند. آرایه شناسان ناگزیرند نیای دو گروه با یک کلاد را بازسازی کنند. دو دلیل وجود دارد: ۱- باید روشن شود اجدادی که یک کلا د را مشخص می کنند قابل دسترس نیستند و فقط از طریق یکسری صفات قابل تشخیص هستند و ۲- تبار اجدادی باید برای اثبات تک نیا بودن مورد استفاده قرار گیرد. کلادیست ها بر صفات تکیه می کنند. ارتباط یک آرایه به آرایه دیگر فقط از طریق صفات ممکن است.

مفهوم حدواسط ها (حلق مفقوده) در فیلوژنی بسیار گمراه کننده است. تبار شناسی به مفهوم تحول از اجداد به فرزندان نیست، بلکه سعی می کند مفهوم خویشاوندی (چه آرایه ای شبیه تر به آرایه دیگر است) را مطرح کند. اگر یک جانور سنگواره زنده را به عنوان حدواسط در نظر بگیریم، آن جانور اجداد نیست و فقط بحث نزدیک بودن و دور بود مطرح است. یک جانور در صورتی حد واسط است که شامل صفات منحصر به فردی باشد که در بین جانوران امروزه مشاهده می شود. مثلا **آرکئوپتریکس** حدواسط است، از دیدگان جانورشناسی هم خصوصیات دانیاسورهای تروپود را دارد و هم پرندگان امروزی و موزائیکی از صفات را نشان می دهد.

چالش های کنونی آموزش جانور شناسی در ایران

- بخشی از چالش های زیر بنایی آموزش جانور شناسی ریشه های فرهنگی دارند. بخشی دیگر نیز ناشی از نقص در برنامه های آموزشی و سیاست گذاری های آموزشی است که به اختصار به انها اشاره می شود:

۱- چالش های نظری : مشخص نشدن جایگاه نظریه های علمی. مشکل تحلیل گری نظریه پردازی.

۲- چالش های عملی : مشکل روش شناسی در مطالعات میدانی و آزمایشگاهی. کار با دستگاه ها و نرم افزارها به خاطر ضعف علمی.

۳- چالش در بر نامه های آموزشی دبستان، دبیرستان و دانشگاه.

۴- چالش دراهداف: تولید علم، یا تولید فناوری برای ورود به فن بازارها.

۵- چالش گزینش دانشجو.

۶ - لزوم تقویت علمی مدیریت ها

معرفت شناسی به عنوان پشنوانه باور پذیری علم

عدم آموزش فلسفه علم در دانشگاه ها، خصوصا" معرفت شناسی Epistemology برای معرفی خاستگاه، ماهیت، روش ها و حدود دانش انسان و باور پذیری علم از نقائص برنامه های آموزشی است زیرا بسیاری از مفاهیم مطرح شده در جانور شناسی ذهنی است و نیاز به اطمینان یافتن از حقایق (نظریه دانش)طبیعت دارد. **مفاهیم** بر کلمات جانور شناختی استوارند. بنابراین بدون درک مفاهیم جانور شناختی این علم جنبه توصیفی خواهد داشت. واژه های علمی به ما در درک دانش جانور شناسی کمک می کند. بنابراین معادل سازی واژه های علمی به زبان فارسی علمی برای تسهیل آموزش علم جانور شناسی بسیار موثر است. متاسفانه در آئین نامه ارتقا برای ترجمه ارزش چندانی منظور نشده اند که می تواند نقص در انتقال مفاهیم **جانور شناختی** همراه باشد. همیشه این نگرانی وجود دارد که آنچه به فکر ما خطور می کند ممکن است صحیح نباشد. بنابراین لازم است مشخص شود کدامیک از چیز هایی که نامگذاری کرده ایم در جهان خارج از ذهن ما وجود دارد. باید ریشه تردیدمان را تحلیل کنیم و بدانیم، آیا می توانیم به "ابزارهای شناختی" خود و در نتیجه به تصاویر دریافتی از جهان اطراف خود، اعتماد کنیم؟ متاسفانه گاهی مشاهده می شودکه آموزش بدون درک درست نظریه های علمی آموزش است که در آموزش جانور شناسی نقص به شمار می رود.

فارابی، ۲۶۰-۳۳۹ هجری برای آموزش علم به منطق اشاره می کند و منطق را شامل قوانینی می داند که استفاده از آنها باعث استقامت خرد می‌شود و محقق را به حقیقت رهنمون می‌کند. او می افزاید که برای تحقیق علم به قوانینی نیازمندیم که ما را یاری دهد و از خطا و اشتباه مصون دارد و منطق را همچون پرگاری می داند که هر گاه در تعیین گردی دایره ای ناتوان باشیم، می توانیم به کمک آن خطای خود را برطرف کنیم (کتاب احصاءالعلوم).

ابوریحان بیرونی (قرن چهارم هجری) تاکید دارد که برای تحصیل حقیقت علاوه بر تعقل نیاز بر تجربه است وآن را لازم می داند(ذبیح الله صفا، ۱۳۵۲). عدم توجه به منطق بیرونی مبنی بر اصالت تعقل همراه با تجربه و تحلیل

با خطاهای فاحشی دانشمندان ایرانی قرون بعد خصوصا پس از حمله مغول (قرن هفتم هجری)در آموزش علم همراه بوده است. **نگاه پیشینی به علم ناقص وگمراه کننده است و در دراز مدت جامعه را از علم تهی می کند.** در این ارتباط به **گزارش احمد طوسی (قرن ششم ه.ش) در مورد خفاش اشاره می کنیم:** "شب پره است ووقت غروب ظاهر گردد و پشه گیرد، از ضعف چشم، بوم و خفاش هر دو بدین ساعت بر خیزند و خفاش بچه را در دهان گیرد و می پرد. وی را منقار نبود، دهن دارد و دندانها دارد تیز. هر روز در آب باشد، دراز عمر بود خر قاتل خفاش است که از بانگ خر بمیرد. هرچند که عمرش دراز تر بود شب دلیر تربود و چشمش بقوت تر باشد. پس آنک در وقت غروب قرص آفتاب بود به شب دلیر تر بود و آنک در مهتاب بود پیر تر بود. و خفاش اگر کودکی را بگیرد (وی را) نگذارد تا آواز خر نشنود یا بکشدش. خون خفاش موی بسترد. چشم خفاش اگر بر کنند باز روید" عجایب المخلوقات.

شناخت (فعالیت آگاهانه ذهنی): فعالیت های تفکر، فهم، یادگیری و به خاطر آوردن

دانش نتیجه عملی شناخت است و از تفکر تنها به دست نمی آید؛ بلکه باید نخست جهان را درک کنیم. شناخت و آگاهی (cognition) نتیجه درک حقایق موجود است. این " درک و آگاهی " تجربه ای ذهنی است که مستقل از زبان در ذهن شکل می گیرد. درک ما بر اساس تصورات است نه زبان و کلمات. مانند درک ما از خطر که به سرعت واکنش نشان می دهیم بدون اینکه بتوانیم چیزی برای بیان شناخت خطر به صورت کلمات بگوییم. **حافظه تاریخی و فرهنگی جامعه در شکل گیری شناخت آن موثراست وشناخت پدیده ای فرگشتی است:** شناخت ما را از فکرکردن بیهوده بی نیاز می کند.

زبان

برای تبدیل شناخت به دانش قابل انتقال باید از زبان استفاده کنیم، زبان ابزار بیان و انتقال دانش در گونه انسان است همچنان که رمز های ژنتیکی ابزار نگهداری و انتقال اطلاعات وراثتی است. فقط تجربیات و یافته هایی که بتوانند به کلام تبدیل شوند، آزمون پذیر هستند. بنابراین، دانش ما بخش تثبیت شده به وسیله ی زبان ما است. زبان وسیله انتقال دانش بین ملت ها و آموزش آن است. **زبان ما پشتوانه دانش ما است: زبان فارسی بستر انتقال دانش در سطح جامعه و آموزش علم در ایران است. متاسفانه بی توجهی به زبان فارسی چالشی جدی در آموزش علم است. مفاهیم هستند که به واژه ها محتوا می دهند.** وحدت در مفاهیم نتیجه ارتباط کلامی درون رشته ای و میان رشته ای متخصصان است. مشکلی که در بسیاری از زمینه ها ی آموزش علم اکنون با آن روبرو هستیم. لزوم نشست های میان رشته ای منظم برای نقد وبررسی مسایل علمی و تحلیل آنها در دانشگاه ها به شدت احساس می شود.

دنیای نظریه ها

نظریه ها محور مطالعات علمی هستند و جانور شناسی بر نظریه های علمی متعددی استوار است که بدنه آن را می سازند که به آنها اشاره شد. به علت تنوع حیات و پیچیدگی آن، در زیست شناسی نیز چنین است. در هر سطح از سطوح سازگانی نظریه های خاص آن مطرح می شوند: نظریه ها در زیست شناسی به دوصورت پلکانی و ضربدری یکدیگر را پوشش می دهند: نظریه های ژنتیکی ؛ نظریه های یاخته ای؛ نظریه های بافتی؛ نظریه های اندامی ؛ نظریه های سازگانی؛ نظریه های جمعیت، نظریه های آرایه شناختی ؛ نظریه های گونه ای ؛ نظریه گونه زایی ؛ نظریه پردازه بوم شناختی؛ نظریه جنس؛ نظریه خانواده؛ نظریه راسته؛ نظریه رده ؛ نظریه شاخه؛ نظریه سلسله ؛ نظریه دامنه ونظریه آرایه شناختی حیات. **دنیای علم دنیای نظریه ها است.** نظریه ها جاده هایی هستند که در بیابانی بی انتهای هستی ما را به هدف نزدیک می کنند. نظریه ها ستارگانی هستند که در شب ظلمانی جهت را مشخص می کنند. نظریه ها بخش مین روبی شده ی میدان جنگ جهل و علم هستند (درویش).

تفکر هم آشیان (Nested) و سلسله مراتبی (Hierarchical) جانور شناسی. بعضی از مفاهیم سلسله مراتبی هستند. به این معنی که یک محمول زیر مجموعه‌ای از محمول های دیگرند. مثال: گونه ها در یک سازگان سلسله مراتبی قرار دارند و آرایه های فراگونه ها حقیقتی هم آشیان هستند: [(چهارپایان (پستانداران (ungulates سمداران (گاو))))]. هر پستاندار برخی از خصوصیات یک

سمدار ungulate را دارد، اما نه همه ی آنها را. سلسله مراتب رده بندی طبیعی ترین حالت سلسله مراتب است که به عنوان گروه های هم آشیان (Nested groups) معرفی می شوند. هر سازگان گروهی از اشیاء یا نظراتی است که توسط ارتباطاتی که همه بخشها آن را برای تشکیل یک کل پیچیده تر به هم ملحق می کند، پیوسته هستند. سازگان می‌تواند توسط انسان اختراع شده باشد و فقط در ذهن ما وجود داشته باشد، مثل گروه بندی مفاهیم، اظهارات یا احساسات (intellectual system یا سیستم ذهنی). از طرفی، یک سازگان می تواند واقعاً خارج از ذهن و تفکر ما وجود داشته باشد (material system یا سیستم مادی). سازگان های عینی می توانند توسط انسانها خلق شوند و یا بدون دخالت انسان در طبیعت وجود داشته باشند.

شکل زیر نمایش سلسله مراتب در آرایه شناسی، از گونه تا دامنه را نشان می دهد.

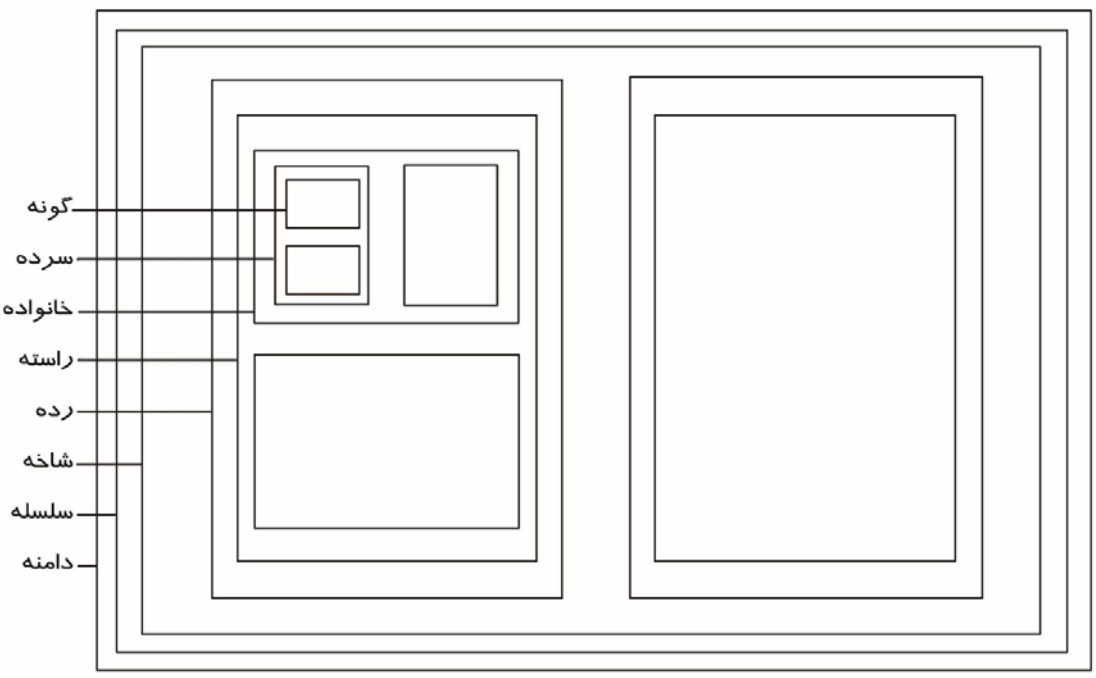
تصور محور زمان در رویداد های زیست شناختی

مشکلات زمانی اتفاق می افتد که به این سلسله مراتب رده بندی درطول محور زمان بنگریم؛ و با این سؤالات مواجه می شویم که، این سیستم ها کجا شروع می شوند و کجا به پایان می رسند؟ آغاز سیستم براحتی قابل یافتن است؛ جایی که یک روند، بخشهای مجزای سیستم را به هم ملحق می کند، سیستم آغاز می شود. به عنوان مثال، یک رودخانه با جدا شدن از مسیری که به اقیانوس می ریخته، آغاز می شود. یک آتش با فرایند افروختن آغاز می شود. اما ابتدا و آغاز یک درخت کجاست؟ دانه؟ یا والدین؟ هر جامعه ی تولید مثلی موجودات زنده، هم یک سیستم است. "جریان زندگی" که تولید مثل بخشی از آن است بطور مداوم، از زمان پیدایش اولین سلول زنده اتفاق می افتد.

سازگان دهی یا بیوسیستماتیک (systematization)

چیزی که سیستماتیسین ها به دنبال آن هستند، بازسازی روندهای تاریخی و توالی وقایع گونه زایی است. این توالی به صورت "درخت تبارزادی" رسم می شود. نمایش وابسته به نظریه این توالی وقایع، یک «سازگان تبارزادی" نامیده می شود.

ثابت شده که جستجو برای یک سازگان تبارزادی در موجودات زنده ضروری است، زیرا طبقه بندی که برای تسلط یافتن بر تنوع حیات به کار می رود، فقط می تواند با مراجعه به وقایع تاریخی اشاره شده، به صورت عینی و واقعی آزمون شده، و محک بخورد.



در زیست شناسی، این جستجو برای ارتباطات تبارزادی از رده بندی معمولی جدا می شود و سازگان سازی یا، بیوسیستماتیک (systematization) نامیده می شود.

تحلیل گری در آموزش علم

مرحله استقرایی: یک فرضیه هومولوژی ممکن است پس از شناسایی یک شباهت ساختاری در دو موجود زنده، که بسیار پیچیده تر از آن هستند که این شباهت نتیجه ی شانس صرف باشد، پیشنهاد شود. در این حالت شخص باید از ملاکهایی که برای تخمین احتمال هومولوژی ضروری است، آگاه باشد. آیا هومولوژی در موجودات زنده ای که با هم مقایسه می شوند، در طبیعت منحصر به فرد است؟ فرضیه، این را دنبال می کند که شباهت می تواند یک صفت تکاملی جدید مشترک باشد.

مرحله استنتاجی: درون محدوده های یک تحلیل فیلوژنتیکی، اظهارات درباره هومولوژی به عنوان شرط اصلی به کار می رود، که می تواند فوراً استنتاج شده یا پیش بینی شود که موجودات زنده ای که یک صفت منحصر به فرد مشترک دارند، بر اساس هومولوژی باید نسبت به آنهایی که فاقد این صفت هستند، ارتباط نزدیکتری با هم داشته باشند (در گروه دوم غیاب صفت نتیجه کاهش نیست). اگر صفت، یک صفت جدید تکاملی است، فرضیه اجتناب ناپذیر تک نیایی از آن پیروی می‌کند. پیش بینی: صفات بیشتری که هنوز مطالعه نشده اند در گونه های تک نیا، با هم همخوان و موافق هستند.

آزمون: یک تحلیل فیلوژنتیکی به طور صحیح با سایر داده های اطلاعاتی انجام می شود که به عنوان آزمونی برای پیش بینی به کار می رود. آزمون می تواند منجر به تضعیف یا رد فرضیه هومولوژی و تک نیایی شود.

نظریه تکامل

فرایندی که آثار تاریخی حیات را در ژنها ذخیره و همراه با تغییر بیان می کند تکامل نامیده می شود. در طول دوره تکامل "اطلاعات ژنتیکی" در موجودات زنده تجمع می‌یابند، پدیده ای که به آن آناژنز (anagenesis) می‌گویند. گیرنده این اطلاعات می تواند دستگاههای سلولی و یا ژنتیک دانانی باشند که اطلاعات مختلف را جستجو می‌کنند؛ کیفیت اطلاعات در هر مورد متفاوت است. نیازی نیست که سیستماتیسین ها گیرنده های کاربردی اطلاعات (دستگاههای سلولی) را بشناسند، آنها بیشتر روند انتقال اطلاعات از اجداد به نسلهای بعد را تحلیل می کنند؛ بنابراین، آنها کیفیت انتقال از فرستنده به گیرنده و هویت فرستنده را تحلیل می کنند.

حیات مشخصه عالم جانداران است. بنابراین مفهومی آرایه شناختی است. پیدایش حیات مترادف با پیدایش جانداران است. تداوم حیات از آغاز تا کنون تنوع کنونی جانداران را باعث شده است. حیات مفهومی سازگانی است و در سطح گونه ها تحقق می باید و بستر نظریه پردازی است.