



مبانی جانورشناسی

(رشته زیست‌شناسی)

دکتر حمید درویش‌نیا

«امروزه کتاب‌خوانی و علم‌آموزی، نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.»^۱

در عصر حاضر یکی از شاخصه‌های ارزیابی رشد، توسعه و پیشرفت فرهنگی هر کشوری میزان تولید کتاب، مطالعه و کتاب‌خوانی مردم آن مرز و بوم است. ایران اسلامی نیز از دیرباز تاکنون با داشتن تمدنی چند هزارساله و مراکز متعدد علمی، فرهنگی، کتابخانه‌های معتبر، علما و دانشمندان بزرگ با آثار ارزشمند تاریخی، سرآمد دولت‌ها و ملت‌های دیگر بوده و در عرصه‌ی فرهنگ و تمدن جهانی به‌سان خورشیدی تابناک همچنان می‌درخشد و با فرزندان نیک‌نهاد خویش هنرمایی می‌کند. چه کسی است که در دنیا با دانشمندان فرزانه و نام‌آور ایرانی همچون ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، فارابی، خوارزمی و ... همچنین شاعران برجسته‌ای نظیر فردوسی، سعدی، مولوی، حافظ و ... آشنا نباشد و در مقابل عظمت آنها سر تعظیم فرود نیاورد. تمامی این افتخارات ارزشمند، برگرفته از میزان عشق و علاقه فراوان ملت ما به فراگیری علم و دانش از طریق خواندن و مطالعه منابع و کتاب‌های گوناگون است. به شکرانه‌ی الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پربار است. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مجامع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرانه‌ی مطالعه‌ی هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره‌ی دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه‌ی دستاوردهای بشر در سراسر عمر جهان، تا آنجا که قابل کتابت بوده است، در میان دست‌نوشته‌هایی است که انسان‌ها پدید آورده و می‌آورند. در این مجموعه‌ی بی‌نظیر، تعالیم الهی، درس‌های پیامبران به بشر، و همچنین علوم مختلفی است که سعادت بشر بدون آگاهی از آنها امکان‌پذیر نیست. کسی که با دنیای زیبا و زندگی‌بخش کتاب ارتباط ندارد بی‌شک از مهم‌ترین دستاورد انسانی و نیز از بیشترین معارف الهی و بشری محروم است. با این دیدگاه، به‌روشنی می‌توان ارزش و مفهوم رمزی عمیق در این حقیقت تاریخی را دریافت که اولین خطاب خداوند متعال به پیامبر گرامی اسلام (ص) این است که «بخوان!» و در اولین

۱. پیام مقام معظم رهبری به مناسبت آغاز هفته کتاب ۷۲/۱۰/۴

سوره‌ای که بر آن فرستاده‌ی عظیم‌الشان خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد شده‌است: «إِقْرَأْ وَ رَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه‌ی انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده‌اند.

دانشگاه پیام‌نور با گستره‌ی جغرافیایی ایران‌شمول خود با هدف آموزش برای همه، همه‌جا و همه‌وقت، به‌عنوان دانشگاهی کتاب‌محور در نظام آموزش عالی کشورمان، افتخار دارد جایگاه اندیشه‌سازی و خردورزی بخش عظیمی از جوانان جویای علم این مرز و بوم باشد. تلاش فراوانی در ایام طولانی فعالیت این دانشگاه انجام پذیرفته تا با بهره‌گیری از تجربه‌های گرانقدر استادان و صاحب‌نظران برجسته کشورمان، کتاب‌ها و منابع آموزشی درسی شاخص و خودآموز تولید شود. در آینده هم، این مهم با هدف ارتقای سطح علمی، روزآمدی و توجه بیشتر به نیازهای مخاطبان دانشگاه پیام‌نور با جدیت ادامه خواهد داشت. به‌طور قطع استفاده از نظرات استادان، صاحب‌نظران و دانشجویان محترم، ما را در انجام این وظیفه‌ی مهم و خطیر یاری‌رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه‌ی خطیر یاری می‌رسانند، سپاسگزاری می‌نماییم. لازم است از تمامی اندیشمندانی که تاکنون دانشگاه پیام‌نور را منزلگاه اندیشه‌سازی خود دانسته و ما را در تولید کتاب و محتوای آموزشی درسی یاری نموده‌اند، صمیمانه قدردانی گردد. موفقیت و بهروزی تمامی دانشجویان و دانش‌پژوهان عزیز آرزوی همیشگی ما است.

دانشگاه پیام‌نور

فهرست مطالب

پیشگفتار یازده

فصل اول. حیات در زمین، پیدایش و تکامل آن ۱

هدف کلی ۱

هدف‌های یادگیری ۱

مقدمه ۱

۱-۱ حیات چیست؟ ۲

۱-۲ پیدایش و منشأ حیات ۸

۱-۳ تاریخچه نظریه تکاملی حیات ۱۲

۱-۴ نظریه تکاملی داروین ۱۴

۱-۵ علم و روش علمی ۱۵

خلاصه فصل اول ۱۷

خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل اول ۱۸

فصل دوم. الگوی ساختمانی بدن جانوران ۲۱

هدف کلی ۲۱

هدف‌های یادگیری ۲۱

مقدمه ۲۱

۲-۱ تولیدمثل ۲۲

۲-۲ الگوهای تولیدمثلی ۲۴

۲-۳ حوادث مهم در حین رشد و نمو جانوران ۲۴

۲-۴ سطوح سازمانی در درجه پیچیدگی بدن جانوران ۲۷

۲۷	 ۲-۴-۱ تقارن
۲۸	 ۲-۴-۲ حفره‌های بدن
۳۱	 ۲-۴-۳ جانوران دهان اولیه و دهان ثانویه
۳۲	 ۲-۵ متامریسم یا قطعه‌قطعه بودن
۳۳	 ۲-۶ تشکیل سر یا سفالیزاسیون
۳۳	 خلاصه فصل دوم
۳۴	 خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل دوم

۳۷	 فصل سوم. رده‌بندی و فیلوژنی جانوران
۳۷	 هدف کلی
۳۷	 هدف‌های یادگیری
۳۷	 مقدمه
۳۸	 ۳-۱ رده‌بندی و تاریخچه رده‌بندی جانوران
۴۰	 ۳-۲ قواعد علمی نام‌گذاری جانوران
۴۱	 ۳-۳ مفهوم گونه
۴۲	 ۳-۴ تقسیمات اصلی جانوران
۴۳	 ۳-۵ رده‌بندی و فیلوژنی
۴۵	 خلاصه فصل سوم
۴۶	 خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل سوم

۴۹	 فصل چهارم. جانوران تک‌یاخته‌ای یا پروتوزوا
۴۹	 هدف کلی
۴۹	 هدف‌های یادگیری
۴۹	 مقدمه
۵۰	 ۴-۱ مشخصات کلی و مهم شاخه تک‌یاخته‌ای‌ها
۵۱	 ۴-۲ سارکودینا یا ریشه‌پایان
۵۸	 ۴-۳ تاژک‌داران یا ماستیگوفورا
۶۴	 ۴-۴ آپی کمپلکسا
۶۷	 ۴-۵ مژه‌داران
۷۱	 خلاصه فصل چهارم
۷۳	 خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل چهارم

۷۵	 فصل پنجم. شاخه‌های مزوزوا، اسفنج‌ها و پلاکوزوا
۷۵	 هدف کلی
۷۵	 هدف‌های یادگیری
۷۵	 مقدمه

۷۶	۱-۵ جانوران پریاخته یا متازوا
۷۷	۲-۵ شاخهٔ مزوزوا
۷۷	۳-۵ شاخهٔ اسفنج‌ها یا منفذداران
۷۸	۱-۳-۵ ویژگی‌های عمومی اسفنج‌ها
۷۹	۲-۳-۵ جریان آب و شکل بدن اسفنج
۸۲	۳-۳-۵ تولیدمثل اسفنج‌ها
۸۴	۴-۳-۵ رده‌بندی اسفنج‌ها
۸۵	۴-۵ شاخهٔ پلاکوزوآ
۸۶	خلاصهٔ فصل پنجم
۸۷	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل پنجم
۸۹	فصل ششم. شاخه‌های مرجانیان و شانه‌داران
۸۹	هدف کلی
۸۹	هدف‌های یادگیری
۸۹	مقدمه
۹۰	۱-۶ شاخهٔ مرجانیان یا کنبداریا
۹۱	۲-۶ صفات عمومی شاخهٔ مرجانیان
۹۲	۳-۶ دوشکلی و چندشکلی در مرجانیان
۹۴	۴-۶ رده‌بندی مرجانیان
۹۵	۱-۴-۶ ردهٔ هیدروزوآ
۹۸	۲-۴-۶ ردهٔ سیفوزوآ
۱۰۰	۳-۴-۶ ردهٔ کوبوزوآ
۱۰۱	۴-۴-۶ ردهٔ آنتوزوآ
۱۰۳	۵-۶ شاخهٔ شانه‌داران یا کتنوفورا
۱۰۵	خلاصهٔ فصل ششم
۱۰۶	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل ششم
۱۰۷	فصل هفتم. جانوران با تقارن دو طرفی بدون حفرهٔ عمومی، و دارای حفرهٔ عمومی کاذب
۱۰۷	هدف کلی
۱۰۷	هدف‌های یادگیری
۱۰۷	مقدمه
۱۰۸	۱-۷ ساختارهای دفعی در بی‌مهرگان
۱۱۲	۲-۷ ساختارهای تنفسی در جانوران
۱۱۴	۳-۷ شاخهٔ پلاتی‌هلمنت‌ها یا کرم‌های پهن
۱۱۵	۴-۷ رده‌بندی کرم‌های پهن
۱۱۵	۱-۴-۷ ردهٔ کرم‌های پهن آزاد یا توربیلارین

۱۱۸	۷-۴-۲ ردهٔ بادکش‌داران یا ترماتودها (فلوک‌ها)
۱۲۱	۷-۴-۳ ردهٔ کرم‌های نواری یا سستوئیده‌آ
۱۲۵	۷-۵ جانوران دارای تقارن دو طرفی با حفرهٔ عمومی کاذب
۱۲۶	۷-۶ ویژگی‌های مشترک ایشلمنت‌ها یا کرمسانان
۱۲۷	۷-۷ شاخهٔ روتیفرا یا گردان‌تنان
۱۲۸	۷-۸ شاخهٔ نماتدا یا کرم‌های لوله‌ای
۱۲۹	۷-۸-۱ رده‌بندی نماتدا
۱۳۰	۷-۸-۲ برخی نماتدهای انگلی
۱۳۳	خلاصهٔ فصل هفتم
۱۳۵	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل هفتم
۱۳۷	فصل هشتم. جانوران دارای تقارن دو طرفی با حفرهٔ عمومی حقیقی
۱۳۷	هدف کلی
۱۳۷	هدف‌های یادگیری
۱۳۷	مقدمه
۱۳۸	۸-۱ شاخهٔ نرم‌تنان
۱۳۸	۸-۲ ویژگی‌های نرم‌تنان
۱۴۰	۸-۳ رده‌بندی نرم‌تنان
۱۴۲	۸-۳-۱ ردهٔ شکم‌پایان
۱۴۴	۸-۳-۲ ردهٔ دوکفه‌ای‌ها یا تبرپایان
۱۴۶	۸-۳-۳ ردهٔ سرپایان
۱۴۹	۸-۴ شاخهٔ کرم‌های حلقوی
۱۵۰	۸-۴-۱ رده‌بندی کرم‌های حلقوی
۱۵۱	۸-۴-۲ ردهٔ پرتاران
۱۵۲	۸-۴-۳ ردهٔ کم‌تاران
۱۵۷	۸-۴-۴ ردهٔ زالوها
۱۵۹	۸-۵ شاخهٔ بندپایان
۱۵۹	۸-۵-۱ ویژگی‌های عمومی بندپایان
۱۶۳	۸-۵-۲ رده‌بندی بندپایان
۱۶۴	۸-۵-۳ زیرشاخهٔ قلاب‌داران یا کلیسرداران
۱۶۵	۸-۵-۴ زیرشاخهٔ میریاپودا
۱۶۷	۸-۵-۵ زیرشاخهٔ سخت‌پوستان
۱۷۰	۸-۵-۶ زیرشاخهٔ شیش‌پایان یا هگزاپودا
۱۷۷	خلاصهٔ فصل هشتم
۱۷۹	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل هشتم

فصل نهم. شاخه‌های خارپوستان و همی‌کوردات‌ها.....	۱۸۱
هدف کلی.....	۱۸۱
هدف‌های یادگیری.....	۱۸۱
مقدمه.....	۱۸۱
۹-۱ ویژگی‌های شاخه خارپوستان.....	۱۸۲
۹-۲ رده‌بندی شاخه خارپوستان.....	۱۸۳
۹-۳ رده ستاره‌سانان.....	۱۸۴
۹-۴ رده مارسانان.....	۱۸۸
۹-۵ رده خارسانان.....	۱۸۹
۹-۶ رده خیارسانان.....	۱۹۰
۹-۷ رده لاله‌وشان.....	۱۹۲
۹-۸ شاخه همی‌کوردات‌ها.....	۱۹۳
خلاصه فصل نهم.....	۱۹۴
خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل نهم.....	۱۹۵

فصل دهم. شاخه طناب‌داران.....	۱۹۷
هدف کلی.....	۱۹۷
هدف‌های یادگیری.....	۱۹۷
مقدمه.....	۱۹۷
۱۰-۱ نوتوکورد.....	۱۹۸
۱۰-۲ خصوصیات شاخه طناب‌داران.....	۱۹۹
۱۰-۳ زیرشاخه یوروکورداتا.....	۲۰۰
۱۰-۴ زیرشاخه سفالوکورداتا.....	۲۰۲
۱۰-۵ زیرشاخه مهره‌داران.....	۲۰۴
۱۰-۵-۱ رده میکزینی.....	۲۰۶
۱۰-۵-۲ رده پترومیزونتیدا یا لامپری‌ها.....	۲۰۷
۱۰-۵-۳ رده ماهی‌های غضروفی یا کندریکتیس.....	۲۰۸
۱۰-۵-۴ رده ماهی‌های استخوانی یا آکٹینوپتریژی.....	۲۱۳
۱۰-۵-۵ رده ماهی‌های باله گوشتی یا سارکوپتریژی.....	۲۱۶
۱۰-۵-۶ رده دوزیستان.....	۲۱۹
۱۰-۵-۷ رده خزندگان.....	۲۲۸
۱۰-۵-۸ رده پرندگان.....	۲۴۰
۱۰-۵-۹ رده پستانداران.....	۲۴۷
خلاصه فصل دهم.....	۲۵۳
خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل دهم.....	۲۵۴

فصل یازدهم. تنوع زیستی و جنبه‌های کاربردی جانورشناسی	۲۵۷
هدف کلی	۲۵۷
هدف‌های یادگیری	۲۵۷
مقدمه	۲۵۷
۱-۱۱ تنوع زیستی و اهمیت آن	۲۵۸
۲-۱۱ اهمیت اکولوژیکی تنوع زیستی	۲۵۸
۳-۱۱ جانورشناسی کاربردی	۲۶۰
خلاصه فصل یازدهم	۲۶۶
خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل یازدهم	۲۶۷
پاسخنامه	۲۶۹
منابع	۲۷۱

پیشگفتار

طبیعت اطراف ما مملو از جانوران متنوعی است که با تأثیر بر محیط زیست و نیز ارتباط بشر با آن‌ها، همواره ذهن کنجکاو انسان را واداشته که این جانوران را بهتر بشناسد. دانش جانورشناسی، که یکی از شاخه‌های علوم زیستی است، به بررسی جانوران، طبقه‌بندی و تبیین جایگاه آن‌ها در نظام هستی و روند تکاملی آن‌ها می‌پردازد. علم جانورشناسی، همچون سایر علوم، در معرض پیشرفت‌های سریع و شگفت‌انگیزی است و روزبه‌روز دامنه این علم وسیع‌تر می‌شود تا آنجا که دیگر نمی‌توان این رشته را علم واحد نامید.

امروزه جانورشناسی با علوم دیگری همچون زیست مولکولی، بیوانفورماتیک، ژنتیک، اکولوژی، بیوشیمی و تلفیق شده تا اطلاعات جامع‌تر و قابل اعتمادتری را درباره جانوران ارائه دهد. طبیعی است که با وسعت یافتن دانش ما درباره جانوران، رشته‌های تخصصی همچون پرندشناسی، خزنده‌شناسی، حشره‌شناسی، ماهی‌شناسی، تک‌یاخته‌شناسی و هم ایجاد شده‌اند که هر کدام، متخصصان مربوط به خود را دارند. زمینه اصلی این کتاب را رده‌بندی جانوران تشکیل می‌دهد. طبق روالی که در کتاب‌های مبانی جانورشناسی وجود دارد ابتدا درباره منشأ حیات در زمین و مفاهیم پایه‌ای درباره جانوران صحبت شده و سپس گروه‌های جانوری را براساس درجه پیچیدگی ساختمان بدنی آن‌ها و مطابق جایگاه آن‌ها در رده‌بندی سلسله مراتبی معرفی می‌کند. در هر فصل درباره نمونه‌های شاخص هر گروه به تفصیل بحث شده و برای آشنایی بیشتر دانشجویان با اصطلاحات علمی لاتین، بسیاری از واژه‌ها در زیرنویس

درج شده است. در این کتاب سعی شده به ذکر مطالب موثق اکتفا شود و تا جایی که مقدور بوده، از اصطلاحات و اسامی مورد قبول استفاده شده است. با توجه به گستردگی علم جانورشناسی و محدودیت در شرح جزئیات برخی از قسمت‌ها، به دانشجویان و جویندگان علم توصیه می‌شود جهت تکمیل مطالعات در این زمینه به منابعی که در آخر کتاب آورده شده مراجعه کنند.

کتاب مبانی جانورشناسی مطابق سرفصل‌های مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری تهیه و تدوین شده و تا حد زیادی سعی شده از دستاوردهای به‌روز جانورشناسی استفاده شود. در بخش پایانی کتاب نیز در مورد تنوع زیستی و اهمیت آن و همچنین جنبه‌های کاربردی علم جانورشناسی مطالبی ارائه شده است. در پایان هر فصل، خلاصه‌ای از مباحث آن فصل و نیز تعدادی پرسش چهارگزینه‌ای مطرح شده است.

امید است که این کتاب بتواند بخشی از اطلاعات مورد نیاز دانش‌پژوهان و دانشجویان گرامی را در ارتباط با مسائل جانورشناسی تأمین کند. علی‌رغم کوشش و دقتی که برای تهیه این کتاب به‌عمل آمده است قطعاً این مجموعه خالی از عیب و نقص نیست. لذا از محضر اساتید و دانشجویان گرامی تقاضا نمودیم تا نقطه نظرات و پیشنهادات خود را با پست الکترونیک darvishnia_h@pnu.ac.ir با ما در میان بگذارند.

دکتر حمید درویش‌نیا

عضو هیئت علمی دانشگاه پیام‌نور

فصل اول

حیات در زمین، پیدایش و تکامل آن

هدف کلی

آشنایی با حیات در زمین، چگونگی پیدایش و منشأ آن، و تاریخچه نظریه‌های مختلف تکاملی حیات.

هدف‌های یادگیری

دانشجو پس از مطالعه این فصل باید:

۱. بتواند علم جانورشناسی و اهمیت این علم را توضیح دهد.
۲. بتواند توضیحات مختصری درباره ویژگی‌های مشترکی که در طول تاریخ حیات در بین موجودات زنده پدید آمده است بیان کند.
۳. بتواند نحوه پیدایش و منشأ حیات در زمین و نظریات مختلفی که در این باره مطرح شده را توضیح دهد.
۴. بتواند تاریخچه نظریه تکاملی حیات و نظریه داروین را بیان کند.
۵. بتواند علم و روش علم‌شناسی و نقش آن در حل مسائل علمی را بیان کند.

مقدمه

جانوران با مشخصات گوناگون و به لحاظ شکل، اندازه، ساختمان، روش زندگی و بسیاری موارد دیگر از هم متمایز می‌شوند. تنوع جانوران و نیاز به شناخت آن‌ها سبب شده است که اطلاعات وسیعی از آن‌ها کسب شود، ولی نیاز به کسب معلومات جدید همچنان احساس می‌شود.

جانورشناسی^۱ یکی از شاخه‌های زیست‌شناسی است که به مطالعه علمی انواع جانوران می‌پردازد و حاصل تحقیقات و کنجکاوی‌های انسان در دنیای جانوران است. این علم همانند سایر علوم زیستی، به شاخه‌های متعددی، همچون مورفولوژی (ریخت‌شناسی)، آناتومی و فیزیولوژی تقسیم می‌شود. جانورشناسان با مقایسه ساختمان و کار اندام‌های مختلف بدن جانور، عادت‌های زیستی، طبقه‌بندی جانوران و فیزیولوژی بدن آن‌ها، بسیاری از قوانین حاکم بر دنیای جانوران و ارتباط آن‌ها و محیط زیست را مورد مطالعه قرار داده‌اند. به‌طور خلاصه تمامی حقایق علمی، استنتاج‌ها، فرضیه‌ها، و قوانین مربوط به حیات جانوری را در جانورشناسی مورد مطالعه قرار می‌دهند.

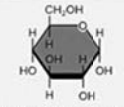
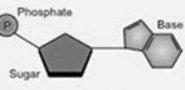
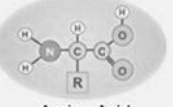
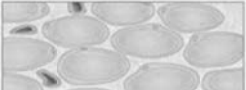
۱-۱ حیات چیست؟

انسان برای پاسخ به این پرسش سال‌ها تلاش کرده است. هرچند برای ارضای کنجکاوی بشر، پاسخ‌هایی داده شده است، ولی پاسخی که مبتنی بر روش علمی و همراه با ذکر جزئیات پیدایش خلقت باشد ارائه نشده است. تنها نتیجه‌ای که از این کوشش‌ها حاصل آمده، این است که مفهوم حیات را نمی‌توان در تعریفی ساده گنجاند. معمولاً سعی می‌کنیم حیات را با این فرض مشخص کنیم که همه موجودات زنده چند ویژگی مشترک دارند؛ اما ویژگی‌های موجودات زنده امروزی، با ویژگی‌های اجداد آن‌ها، یعنی موجودات زنده اولیه، تفاوت‌های بسیاری دارد. تاریخ حیات، تاریخ تغییرات سازشی و مداوم موجودات زنده است که آن را **تکامل** می‌نامند. از هنگامی که اشتقاق انواع مختلف موجودات زنده آغاز شد و میلیون‌ها گونه جدید بر کره خاکی پدید آمد، ویژگی‌های جدیدی نیز در این افراد اشتقاق یافته ظاهر شد و از والدین به فرزندان انتقال یافت. موجودات زنده اشتقاق یافته از این طریق، ویژگی‌های بسیار کمیاب و منحصر به فردی از خود نشان دادند که همانند آن‌ها در دنیای غیرزنده یافت نمی‌شد (Star et al., 2011; Solomon et al., 2005).

بنابراین باید به دنبال تعریفی باشیم که سراسر تاریخ مشترک حیات را در برگیرد و جهان غیرزنده را از دنیای زنده جدا کند، و در عین حال، موجودات زنده امروزی را،

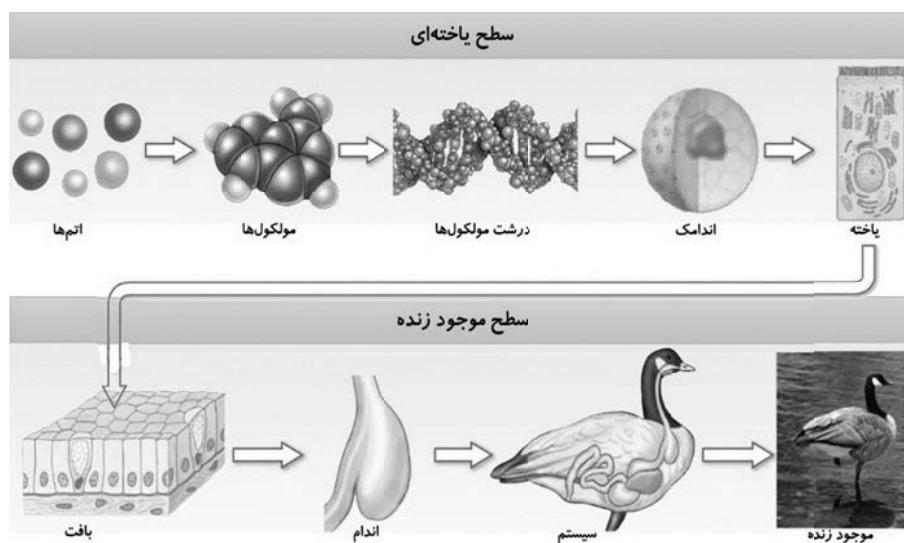
به همان میزان موجودات فسیل شده و اجداد مشترکی که در جَوِ نخستین زمین پدید آمده‌اند، شامل شود. زیست‌شناسان اعتقاد دارند که علی‌رغم تنوع زیستی موجودات زنده، ساختار اساسی حیات در تمام آن‌ها یکسان است. برجسته‌ترین ویژگی‌های مشترکی که در طول تاریخ حیات بین موجودات زنده پدید آمده‌اند عبارت‌اند از (Urry et al., 2016; Solomon et al., 2005):

برخورداری از ساختار شیمیایی ویژه. موجودات زنده دارای سازمان‌بندی مولکولی ویژه و پیچیده‌ای هستند که قادر به ساخت درشت‌مولکول‌ها از مولکول‌های کوچک هستند. هرچند که درشت‌مولکول‌ها از همان اتم‌ها و پیوندهای شیمیایی موجود در مواد غیرزنده، ساخته می‌شوند؛ اما سازمان‌بندی پیچیده ساختارشان، آن‌ها را از مواد غیرزنده متمایز می‌کند. درشت‌مولکول‌های زیستی شامل کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها، لیپیدها و اسیدهای نوکلئیک هستند که با تفاوت‌های اندکی، در همه موجودات زنده امروزی وجود دارند و علی‌رغم پیچیدگی و تنوع اعمال تمام موجودات زنده، همه آن‌ها از زیرواحدهای مشخصی تشکیل شده‌اند (شکل ۱-۱).

	مونومر/زیرواحد	پلیمر	ساختار سلولی
کربوهیدرات‌ها	 Monosaccharide	 Starch	 Granules in Chloroplasts
نوکلئیک اسیدها	 Nucleotide	 Double Helix (DNA)	 Chromosome
پروتئین‌ها	 Amino Acid	 Polypeptide	 Intermediate Filaments
لیپیدها	 Fatty Acid	 Triglyceride	 Adipose Cells

شکل ۱-۱. درشت‌مولکول‌های زیستی و اجزای سازنده آن‌ها (برگرفته از Solomon et al., 2015).

سازمان‌بندی از ساده به پیچیده. سازمان‌بندی ویژه‌ای، از ساده به پیچیده، را در ساختار بدن موجودات زنده مشاهده می‌کنیم. در دنیای زنده، پیچیدگی اتم‌ها و مولکول‌ها از الگوی ویژه‌ای پیروی می‌کند که در دنیای غیرزنده وجود ندارد. سلسله‌مراتب پیچیدگی در موجودات زنده، به ترتیب از ساده به پیچیده بوده و هر سطح، ساختار ویژه‌ای دارد که از اجتماع اجزای سطح پایین‌تر تشکیل شده است؛ مثلاً بدن موجودات زنده از سطوح مختلف سازمان‌بندی ساخته شده است به این صورت که از اجتماع چند سلول، بافت؛ چند بافت، اندام و چند اندام، دستگاه تشکیل می‌شود که در آن هر یک از سطوح سلسله‌مراتب جانوری از تجمع سطوح یک درجه پایین‌تر از خود به وجود آمده است (شکل ۱-۲).

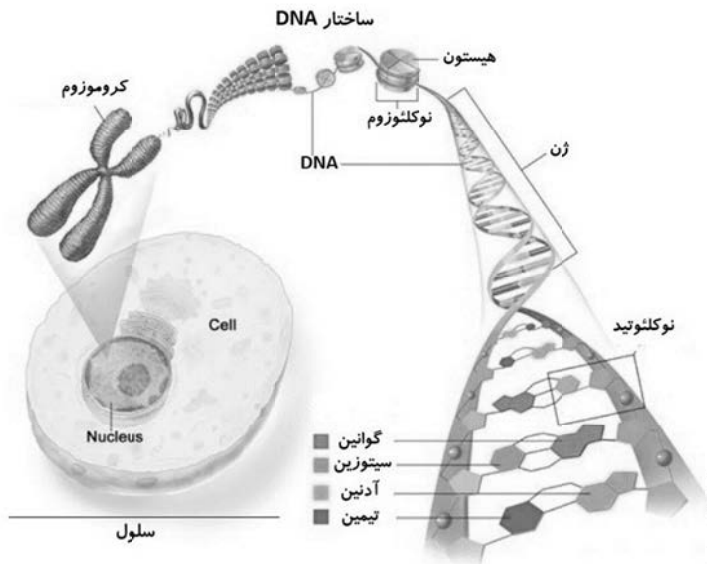


شکل ۱-۲. سطوح سازمان‌بندی موجود زنده (برگرفته از Hickman et al., 2008).

تکثیر و تولیدمثل. موجودات زنده در هر یک از سطوح سازمان‌یافتگی، برای تولید موجوداتی همانند خود، به تولیدمثل می‌پردازند که معمولاً باعث افزایش تعداد در آن سطح می‌شود. ژن‌ها برای تولید ژن‌های جدید همانندسازی می‌کنند، سلول‌ها برای تولید سلول‌هایی جدید، تقسیم می‌شوند و موجودات زنده برای تولید موجوداتی جدید، به تولیدمثل جنسی و غیرجنسی می‌پردازند. جمعیت‌ها برای تولید جمعیت‌های

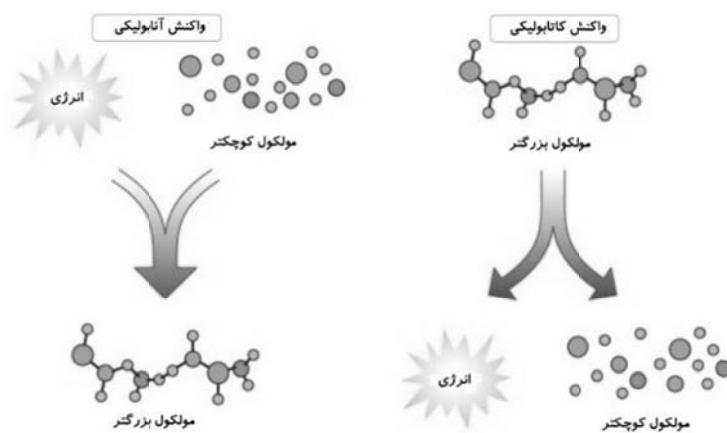
جدید، می‌توانند به چند تکه تقسیم شوند و گونه‌های مختلف، گونه‌های جدیدی را طی فرایند **گونه‌زایی** به‌وجود آورند (Solomon et al., 2005; Ridley, 2004).

داشتن برنامه ژنی. در جانوران و بسیاری از موجودات زنده دیگر، اطلاعات ژنی درون مولکول DNA ذخیره شده که از زنجیره‌ای خطی و بسیار طویل از زیرواحدهای نوکلئوتید تشکیل شده است ترتیب بازهای نوکلئوتیدها، رمزهای اسیدهای آمینه موجود در پروتئینی را به‌وجود می‌آورد که دستورالعمل آن درون مولکول DNA قرار دارد. رابطه‌ای که بین ترتیب بازهای موجود در مولکول DNA و ترتیب اسیدهای آمینه پروتئین وجود دارد، رمز ژنتیکی نامیده می‌شود. رمز ژنتیکی که در سرآغاز تاریخ حیات به‌وجود آمد، در باکتری‌ها و تقریباً ژنوم هسته‌های همه جانوران و گیاهان وجود دارد. وجود شباهت این رمزها در همه موجودات زنده سبب تقویت نظریه‌ای می‌شود که معتقد است همه جانداران از یک موجود زنده اولیه به‌وجود آمده‌اند. رمز ژنتیکی از هنگام پیدایش خود تاکنون، تغییرات تکاملی اندکی را متحمل شده است؛ زیرا بروز هرگونه تغییری در آن ممکن بود ساختار پروتئین‌هایی را مختل کند که سلول‌ها به ساختار آن‌ها وابسته است (شکل ۱-۳).



شکل ۱-۳. ساختار مولکول DNA (برگرفته از Gilbert & Barresi, 2016).

متابولیسم. موجودات زنده با جذب مواد غذایی از محیط زیست خود به زندگی ادامه می دهند. این موجودات با تجزیه مواد غذایی، انرژی شیمیایی آن‌ها را آزاد کرده و همچنین با به دست آوردن مولکول‌های ساده، آن‌ها را برای ساختن و نگهداری بدن مورد استفاده قرار می دهند. مجموع این فرایندهای اساسی، متابولیسم یا سوخت و ساز نامیده می شود که غالباً مجموع واکنش‌های تجزیه (کاتابولیک^۱) و ساخته شدن مواد (آنابولیک^۲) را در برمی گیرد (شکل ۱-۴).



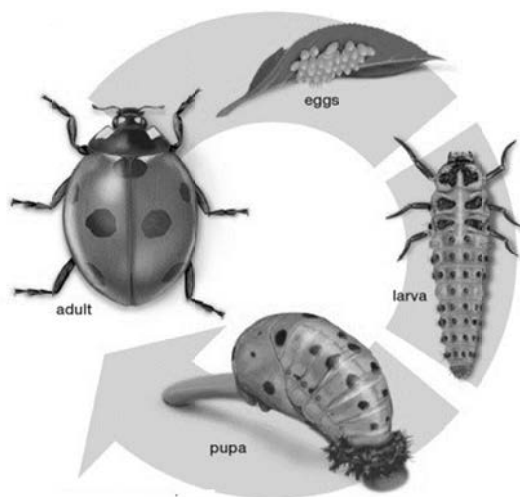
شکل ۱-۴. سمت راست) واکنش‌های تجزیه شدن؛ سمت چپ) ساخته شدن مواد (برگرفته از Taggart & Star, 2012).

فرایندهای اساسی آنابولیکی و کاتابولیکی که توسط موجودات زنده انجام می شود، در سرآغاز تاریخ حیات شکل گرفته و در همه موجودات زنده مشترک است. این فرایندها شامل ساخته شدن کربوهیدرات‌ها، لیپیدها، اسیدهای نوکلئیک و پروتئین‌ها، و واحدهای ساختاری آن‌ها، و نیز گسسته شدن پیوندهای شیمیایی برای آزاد کردن انرژی ذخیره شده در آن‌هاست.

رشد و نمو. رشد و نمو به توصیف تغییرات ویژه‌ای می پردازد که هر موجود زنده‌ای از هنگام به وجود آمدن (معمولاً هنگام باروری تخمک) تا تبدیل شدن به موجود بالغ، متحمل می شود. معمولاً رشد و نمو شامل تغییر در اندازه و شکل، و نیز

تمایز ساختارهای درون بدن موجودات زنده است. حتی اندازه ساده‌ترین موجودات زنده تک‌سلولی نیز بزرگ شده، اجزای تشکیل‌دهنده آن‌ها تکثیر پیدا کرده تا به دو یا چند سلول تقسیم شوند.

موجودات زندهٔ پرسلولی در طول زندگی خود، تغییرات بزرگ‌تری را متحمل می‌شوند. در برخی از آن‌ها، مراحل مختلف زندگی با یکدیگر بسیار متفاوت است و شباهت بسیار کمی بین این مراحل می‌توان یافت. در این گونه موجودات، جنین با موجود جوان و بالغ بسیار متفاوت است. حتی رشد و نمو بعضی جانوران، پس از مرحلهٔ جنینی، از مراحل تکلیف شده است که با یکدیگر تفاوت‌های بسیاری دارند. تغییر شکل موجودات زنده در مراحل مختلف زندگی **دگردیسی**^۱ نامیده می‌شود؛ مثلاً در حشراتی که دگردیسی دارند، میان مراحل تخم، نوزاد، شفیره و فرم بالغ شباهت‌های اندکی وجود دارد (شکل ۱-۵).



شکل ۱-۵. دگردیسی کفشدوزک، متعلق به حشرات (برگرفته از Solomon et al., 2015).

رابطه با محیط‌زیست. موجودات زنده با هم و با محیط غیرزنده خود ارتباط متقابلی برقرار می‌سازند. **بوم‌شناسی**^۲ یا **اکولوژی** علمی است که به مطالعه این روابط

می‌پردازد. عواملی که بر پراکندگی جغرافیایی و فراوانی موجودات زنده اثر می‌گذارند، اهمیت ویژه‌ای دارند. علم بوم‌شناسی به ما در درک اثر محرک‌های زیست‌محیطی بر موجود زنده و پاسخ موجود زنده به آن (یعنی تأثیرپذیری) کمک می‌کند. ممکن است محرک و پاسخ آن از نوع ساده باشد؛ مثلاً موجودات زنده تک‌سلولی از منبع نور می‌گریزند یا به‌سوی آن جذب می‌شوند، یا خود را از مواد ناخواسته دور نگه می‌دارند. محرک و پاسخ آن ممکن است پیچیده باشد؛ مثلاً رفتار پرنده در هنگام جفت‌گیری. موجود زنده از محیط‌زیست خود جدا شدنی نیست و نمی‌توان تاریخ تکاملی موجودات زنده را از تاریخ محیط‌زیستی، که این پدیده در آن اتفاق افتاده است، جدا کرد (اردکانی، ۱۳۹۰؛ Ridley, 2004).

۱-۲ پیدایش و منشأ حیات

نظرات بسیار متفاوتی، در زمینه اینکه حیات از کجا شروع شده و چگونه شکل گرفته، وجود دارد و از قدیم تا به امروز این نظرات دچار تغییرات زیادی شده‌اند. هرچند امروزه از نظر ما برخی از آن‌ها مبتدی و ساده‌اند، اما هرکدام از آن‌ها در راه پیشرفت علم تکامل نقش مهمی داشته‌اند. با اینکه امروزه نظریه تکاملی بیشتر مورد تأیید است اما قبل از بیان نظریه تکاملی، چند نظریه ارائه شده قبل از آن را بررسی می‌کنیم.

از زمان‌های قدیم (ارسطو^۱، ۳۸۴-۳۲۲ قبل از میلاد) بر این باور بودند که حیات به‌طور خودبه‌خود (خلق‌الساعه) از مواد بی‌جان ایجاد می‌شود و به‌عنوان نظریه پیدایش خودبه‌خودی^۲ یا آبیوژنیزیس^۳ نامیده می‌شد. در این نظریه اعتقاد بر این بود موجوداتی همچون کرم‌ها، حشرات و حتی جانورانی نظیر قورباغه‌ها، مارها و ماهی‌ها از تغییر شکل موادی که در حال فساد و گندیدگی هستند، و نیز از لجن مرداب‌ها، و به‌طورکلی از مواد غیرزنده به‌وجود می‌آیند (Urry et al., 2016; Stor et al., 2016).

با شناخت بیشتر موجودات زنده، به‌تدریج مشخص شد که تولیدمثل خودبه‌خودی موجودات به‌سادگی انجام نمی‌شود. فرانسیسکو ردی^۴، دانشمند ایتالیایی، در قرن هفدهم نظریه پیدایش خودبه‌خود را رد کرد. وی با پوشاندن گوشت، مانع

1. Aristotle

2. Spontaneous Generation

3. Abiogenesis

4. Francesco Redi

تخم‌گذاری مگس بر روی آن شد و در نتیجه لاروهای سفید مگس نیز در گوشت ایجاد نشدند. ردی با انجام این آزمایش، نظریه‌ای که مگس از گوشت ایجاد می‌شود را رد کرد و نتیجه گرفت که کرم‌هایی که در گوشت‌های گندیده تولید می‌شوند، مراحل لاروی حشرات هستند؛ بنابراین اگر گوشت را در ظرفی قرار داده و سر آن را با پارچه‌ای محکم ببندند حشره نمی‌تواند در آن تخم‌ریزی کند و در این صورت کرم در گوشت ظاهر نخواهد شد. هرچند نظریه ردی منطقی به نظر می‌رسید اما به دلیل کمبود دلایل مورد اقبال قرار نگرفت، و تا قرن نوزدهم نظریه خودبه‌خودی، به عنوان یکی از راه‌های تولید موجودات زنده، مورد قبول زیست‌شناسان بود (شکل ۱-۶).



شکل ۱-۶. آزمایش ردی برای رد کردن نظریه پیدایش خودبه‌خودی (برگرفته از General Microbiology, Roger et al., 2011).

با کشف اکسیژن در سال ۱۷۷۴، طرفداران نظریه خودبه‌خودی، فقدان اکسیژن در شیشه‌های دربسته را مانع رشد می‌دانستند، اما نهایتاً لویی پاستور^۱ با آزمایشاتی که انجام داد خط بطلانی بر نظریه پیدایش خودبه‌خودی کشید. وی عصاره گوشت را در ظرفی قرار داد و آن را مدت‌ها در معرض حرارت قرار داد و ظرف را به وسیله لوله باریک و درازی به محیط اطراف متصل کرد؛ به عبارت دیگر ظرف با هوا در تماس بود اما به دلیل خم بودن لوله، گردوغبار و اجرام میکروسکوپی در لوله ته‌نشین شد و

مشاهده کرد که علی‌رغم تماس هوا با ظرف محتوی عصارهٔ گوشت، هیچ‌گونه فسادى در آن مشاهده نمی‌شود. این تجربیات نشان داد که هیچ موجود زنده‌ای از مواد بی‌جان تولید نمی‌شود. از سال ۱۹۰۲ به بعد کنجکاوى و علاقهٔ مجددی در مورد منشأ حیات آغاز شد.

اُپارین و هالدین^۱ دانشمندانی بودند که پیشنهاد کردند که جوّ زمین در آغاز شامل آب، دی‌اکسیدکربن و آمونیاک بود. زمانی که این مخلوط گازی در معرض اشعهٔ فرابنفش قرار گیرد، مواد آلی همچون قندها و اسیدهای آمینه ساخته می‌شود. هالدین عقیده داشت که مولکول‌های آلی اولیه در اقیانوس‌های آن زمان متراکم شده و سوپ گرم و رقیقی را تشکیل داده‌اند. در چنین سوپ آغازینی، کربوهیدرات‌ها، لیپیدها، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک ممکن است دور یکدیگر جمع شده و میکروارگانسیم‌های اولیه را به وجود آورده‌اند. اُپارین نیز معتقد بود که در آغاز، در جوّ زمین اکسیژن وجود نداشت بلکه به‌جای آن هیدروژن، متان، آمونیاک و سایر ترکیبات احیاکننده وجود داشت. او پیشنهاد کرد که ترکیب‌های آلی مورد نیاز برای حیات، در چنین جوی و تحت تأثیر نور خورشید، رعدوبرق و گرمای شدید آتش‌فشان‌ها به‌طور خودبه‌خودی تشکیل شدند. در سال‌های ۱۹۳۰ و ۱۹۴۰، فرضیه اُپارین-هالدین به‌شدت تفکر موجود در مورد منشأ حیات را تحت تأثیر قرار داد.

استانلی میلر^۲ و هارولد یوری^۳، در سال ۱۹۵۳، با آبزار آزمایشگاهی و با شبیه‌سازی شرایطی که از جوّ اولیه زمین متصور بودند، نتایج شگفت‌انگیزی به‌دست آوردند (شکل ۱-۷).

این آزمایش نشان داد که مولکول‌های زیستی مهم، در حضور تخلیهٔ الکتریکی و در جوّ احیاکننده‌ای که اُپارین توصیف کرده بود، قادر به تشکیل در مقادیر بسیار زیاد بودند. ساخته شدن مولکول‌های آلی کوچک پیش از پیدایش حیات مربوط به تکامل شیمیایی حیات است. گام بعدی در راه **تکامل شیمیایی**، تشکیل پلیمرها است که در آن اسیدهای آمینه، بازها و قندها ترکیب شده و از آن‌ها پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک به‌وجود آمدند (Taggart & Star, 2012; Solomon et al., 2005).

1. Oparin & Haldane

2. Stanley Miller

3. Harold Urey