



فسیل شناسی مهره داران

(رشته زمین شناسی)

دکتر محمدرضا کبریایی زاده مهندس عرفان خسروی دکتر کوروش رشیدی

بسم الله الرحمن الرحيم

پیشگفتار ناشر

کتاب‌های دانشگاه پیام نور حسب مورد و با توجه به شرایط مختلف یک درس در یک یا چند رشته دانشگاهی، به صورت کتاب درسی، متن آزمایشگاهی، فرادرسی، و کمک درسی چاپ می‌شوند.

کتاب درسی ثمره کوشش‌های علمی صاحب اثر است که براساس نیازهای درسی دانشجویان و سرفصل‌های مصوب تهیه و پس از داوری علمی، طراحی آموزشی، و ویرایش علمی در گروه‌های علمی و آموزشی، به چاپ می‌رسد. پس از چاپ ویرایش اول اثر، با نظرخواهی‌ها و داوری علمی مجدد و با دریافت نظرهای اصلاحی و متناسب با پیشرفت علوم و فناوری، صاحب اثر در کتاب تجدیدنظر می‌کند و ویرایش جدید کتاب با اعمال ویرایش زبانی و صوری جدید چاپ می‌شود.

متن آزمایشگاهی (م) راهنمایی است که دانشجویان با استفاده از آن و کمک استاد، کارهای عملی و آزمایشگاهی را انجام می‌دهند.

کتاب‌های فرادرسی (ف) و **کمک درسی** (ک) به منظور غنی‌تر کردن منابع درسی دانشگاهی تهیه و بر روی لوح فشرده تکثیر می‌شوند و یا در وبگاه دانشگاه قرار می‌گیرند.

مدیریت تولید محتوا و تجهیزات آموزشی

فهرست

یازده

پیشگفتار

۱	فصل اول: کلیات
۱	۱-۱ مقدمه
۲	۲-۱ رده‌بندی فسیل‌شناسی مهره‌داران
۴	۳-۱ زمین‌شناسی و فسیل‌شناسی مهره‌داران
۶	۴-۱ روش مطالعه فسیل مهره‌داران
۷	۱-۴-۱ کشف، حفاری و جمع‌آوری فسیل مهره‌داران
۹	۲-۴-۱ آماده‌سازی و محافظت از استخوان‌ها
۱۰	۳-۴-۱ نمایش و مطالعه
۱۰	۵-۱ سیستماتیک و تاکسونومی
۱۰	۱-۵-۱ فیلوژنی
۱۱	۲-۵-۱ خویشاوندی
۱۲	۳-۵-۱ تاکسونومی
۱۳	۴-۵-۱ نظام لینه‌ای
۱۶	۵-۵-۱ نقد نظام لینه‌ای
۱۸	۶-۵-۱ منطق کلاسیستیک
۱۹	۷-۵-۱ روش کلاسیستیک
۲۵	۸-۵-۱ کلا دوگرام
۲۸	سؤالات فصل اول
۲۹	فصل دوم: منشأ مهره‌داران
۲۹	۱-۲ مقدمه
۳۰	۲-۲ منشأ جانوران
۳۱	۳-۲ فیلوژنی جانوران
۳۲	۴-۲ دوتروستوم‌ها
۳۳	۱-۴-۲ گروه‌های زنده دوتروستوم‌ها
۳۷	۲-۴-۲ گروه‌های فسیل دوتروستوم‌ها
۳۹	۳-۴-۲ فیلوژنی دوتروستوم‌ها
۴۱	۵-۲ مازه‌داران
۴۲	۱-۵-۲ دم‌مازه‌داران
۴۴	۲-۵-۲ سرمازه‌داران
۴۵	۳-۵-۲ مهره‌داران
۴۷	۴-۵-۲ فیلوژنی مازه‌داران
۴۸	سؤالات فصل دوم

۴۹	فصل سوم: ماهی‌ها
۴۹	۱-۳ مقدمه
۵۰	۲-۳ مهره‌داران کامبرین
۵۱	۳-۳ ماهی‌های بدون آرواره
۵۲	۱-۳-۳ ماهی‌های بدون آرواره زنده
۵۳	۲-۳-۳ کنودونت‌ها
۵۳	۳-۳-۳ آستراسپیدا و آراندا اسپیدا
۵۴	۴-۳-۳ هتروستراسی
۵۶	۵-۳-۳ آناسپیدا و تلودونتی
۵۷	۶-۳-۳ اوستئوستراسی، گلا اسپیدا و پیتوریاسپیدا
۵۸	۴-۳ ارتباطات مهره‌داران نخستین
۵۹	۵-۳ گناتوستوماتا
۶۰	۱-۵-۳ پلاکودرم‌ها
۶۱	۲-۵-۳ کوندریکتی‌ها
۶۱	۳-۵-۳ آکانتودی
۶۲	۴-۵-۳ اوستیکتی‌ها
۶۳	۱-۴-۵-۳ آکینوپتریجین‌های دونین
۶۳	۲-۴-۵-۳ سارکوپتریجین‌های دونین
۶۵	۶-۳ تکامل ماهی‌های اولیه و انقراض عظیم دونین پسین
۶۷	۷-۳ کوسه‌های اولیه و چیمراها
۶۹	۸-۳ نفوسلاکی‌ها
۷۰	۹-۳ ماهی‌های استخوانی اولیه
۷۰	۱-۹-۳ آکینوپتریجین‌های نخستین
۷۱	۲-۹-۳ نئوپتریجین‌های نخستین
۷۲	۳-۹-۳ تلئوست‌ها
۷۳	۱-۳-۹-۳ تلئوست‌های نخستین
۷۳	۲-۳-۹-۳ اوستئوگلو سومورفا
۷۴	۳-۳-۹-۳ الوپومورفا
۷۵	۴-۳-۹-۳ اتوسفالا
۷۵	۵-۳-۹-۳ تلئوست‌های حقیقی
۷۶	۱۰-۳ تکامل ماهی‌ها بعد از دونین
۷۷	۱۱-۳ ماهی‌های فسیل ایران
۸۱	سؤالات فصل سوم
۸۳	فصل چهارم: چهارپایان اولیه و دوزیستان
۸۳	۱-۴ مقدمه
۸۴	۲-۴ دلیل مهاجرت به خشکی
۸۵	۱-۲-۴ حمایت و حرکت بر روی خشکی
۸۶	۲-۲-۴ شکار و تنفس
۸۷	۳-۲-۴ تولید مثل
۸۸	۳-۴ چهارپایان دونین

۹۰	۴-۴ چهارپایان کربنفر
۹۲	۴-۴-۱ تمنوسپوندیلی
۹۳	۴-۴-۲ آنتراکوسوریا
۹۳	۴-۴-۳ لپوسپوندیلی
۹۵	۴-۵-۵ تمنوسپوندیل‌ها و رپتیلومورف‌های پس از کربنفر
۹۵	۴-۵-۱ سیموریامورفا
۹۵	۴-۵-۲ دیادکتومورفا
۹۶	۴-۶-۶ تکامل دوزیستان امروز
۹۶	۴-۶-۱ آلبانرپتونتیدها
۹۷	۴-۶-۲ بی‌دمان
۹۷	۴-۶-۳ دم‌داران
۹۸	۴-۶-۴ دوزیستان کرمی شکل
۹۹	۴-۶-۵ منشأ دوزیستان جدید
۹۹	۴-۷-۷ الگوی تکامل چهارپایان اولیه
۹۹	۴-۸-۸ دوزیستان فسیل ایران
۱۰۰	سؤالات فصل چهارم

فصل پنجم: آمنیوتا

۱۰۱	۵-۱ مقدمه
۱۰۳	۵-۲ زیست‌شناسی نخستین آمنیوت‌ها
۱۰۳	۵-۲-۱ مجموعه آمنیوت‌ها
۱۰۵	۵-۲-۲ اسکلت آمنیوت‌ها
۱۰۸	۵-۳ پالئوبیولوژی آمنیوت‌های اولیه
۱۰۹	۵-۴ تکامل آمنیوت‌ها
۱۱۱	۵-۵ فیلوژنی آمنیوت‌ها و حفره‌های گیجگاهی
۱۱۳	۵-۶ رده‌بندی آمنیوت‌ها
۱۱۳	۵-۷ تکامل اولیه آناپسیدا و دایاپسیدا
۱۱۳	۵-۷-۱ پروتوروتایریدیدا
۱۱۴	۵-۷-۲ مزوسوریدا
۱۱۴	۵-۷-۳ میلرتیدا
۱۱۴	۵-۷-۴ بولوسوریدا
۱۱۵	۵-۷-۵ پروکولوفونیدا
۱۱۵	۵-۷-۶ کاپتورینیدا
۱۱۵	۵-۷-۷ آریوسکلیدیا
۱۱۷	۵-۸ دایاپسیدهای پرمین
۱۱۸	۵-۹ سیناپسیدا
۱۱۹	۵-۱۰ اثر حادثه انقراض پرمین پسین بر روی چهارپایان
۱۲۱	سؤالات فصل پنجم

فصل ششم: خزندگان

۱۲۳	۶-۱ مقدمه
۱۲۴	۶-۲ تکامل آرکوسورومورفا

۱۲۹	۳-۶ کروکودیل ها
۱۳۲	۴-۶ لاک پشتان
۱۳۵	۵-۶ سوروپتریگیا
۱۳۵	۱-۵-۶ پلاکودونت ها
۱۳۶	۲-۵-۶ پاکی پلوروسورها و نوتوسورها
۱۳۷	۳-۵-۶ پلزیوسوریا
۱۴۳	۴-۵-۶ ایکتیوسوریا
۱۴۴	۶-۶ تروسوریا
۱۴۸	۷-۶ لپیدوسوریا
۱۴۹	۱-۷-۶ اسفودونت ها
۱۵۰	۲-۷-۶ اسکواماتا
۱۵۳	۸-۶ دایناسورها
۱۵۵	۱-۸-۶ اورنیتیسکین ها
۱۶۴	۲-۸-۶ سوریسکین ها
۱۷۳	۹-۶ متابولیسیم دایناسورها
۱۷۷	۱۰-۶ حادثه انقراض عظیم کرتاسه - ترشیری
۱۸۱	۱۱-۶ خزندگان فسیل ایران
۱۸۲	سوالات فصل ششم

۱۸۵	فصل هفتم: پرندگان
۱۸۵	۱-۷ مقدمه
۱۸۷	۲-۷ آناتومی پرندگان
۱۹۱	۳-۷ منشأ پرندگان
۱۹۲	۱-۳-۷ نظریه پرنده - پستاندار
۱۹۲	۲-۳-۷ نظریه پرنده - دایاپسید اولیه
۱۹۳	۳-۳-۷ نظریه پرنده - کروکودیل
۱۹۴	۴-۳-۷ نظریه پرنده - دایناسور
۱۹۴	۴-۷ آرکتوپتریکس
۱۹۸	۵-۷ پرواز
۲۰۰	۶-۷ پرندگان فسیل کرتاسه
۲۰۰	۱-۶-۷ جهولورنیس
۲۰۱	۲-۶-۷ کونفوسیوسورنیتیدا
۲۰۲	۳-۶-۷ انانتی اورنیت ها
۲۰۴	۴-۶-۷ وورونا و پاتاگوپتریکس
۲۰۵	۵-۶-۷ هسپرونیتی فورم ها
۲۰۶	۶-۶-۷ ایکتیورنیتی فورم ها
۲۰۶	۷-۶-۷ دیگر پرندگان کرتاسه
۲۰۷	۷-۷ شکوفایی پرندگان امروزی
۲۱۰	۸-۷ روابط فیلوژنتیک پرندگان ابتدایی
۲۱۱	۹-۷ نورنیت ها
۲۱۱	۱-۹-۷ پالئوگناتا
۲۱۳	۲-۹-۷ نئوگناتا

۲۱۴	۱-۲-۹-۷ گالوانسرا (ماکیان آبری و خشکی‌زی)
۲۱۶	۲-۲-۹-۷ مجموعه پرندگان آبری
۲۲۰	۳-۲-۹-۷ پرستوها، کبوتران و طوطیان
۲۲۱	۴-۲-۹-۷ دارکوب‌ها و پرندگان آوازخوان (پرندگان عالی‌تر زمینی)
۲۲۳	۱۰-۷ گوناگون‌شدن پرندگان
۲۲۴	۱۱-۷ پرندگان فسیل ایران
۲۲۵	سؤالات فصل هفتم
۲۲۷	فصل هشتم: پستانداران
۲۲۷	۱-۸ مقدمه
۲۲۸	۲-۸ ویژگی‌های پستانداران
۲۲۹	۳-۸ ویژگی‌های کلی و طبقه‌بندی سیناپسیدها
۲۳۰	۱-۳-۸ سیناپسیدهای کربنیفر و پرمین پیشین
۲۳۱	۲-۳-۸ سیناپسیدهای بادبان‌دار
۲۳۲	۳-۳-۸ تراپسیدهای اولیه
۲۳۲	۴-۳-۸ داینوسفالیا
۲۳۳	۵-۳-۸ دی‌سینودونتیا
۲۳۳	۶-۳-۸ گورگونوپسیا
۲۳۴	۷-۳-۸ تروسفالیا
۲۳۴	۸-۳-۸ سینودونتیا
۲۳۸	۹-۳-۸ تری‌تیلودونتتا و تری‌تیلیدونتتا
۲۴۲	۴-۸ پستانداران ابتدایی
۲۴۳	۵-۸ پستانداران مزوزوئیک
۲۴۴	۱-۵-۸ مولتی‌توبرکولیت‌ها
۲۴۵	۲-۵-۸ مرغ‌سانان
۲۴۶	۳-۵-۸ کیسه‌داران و پستانداران اولیه کرتاسه
۲۴۷	۴-۵-۸ پستانداران جفت‌دار کرتاسه
۲۴۸	۶-۸ پستانداران جفت‌دار اولیه
۲۴۹	۱-۶-۸ علف‌خواران و گوشت‌خواران جفت‌دار اولیه
۲۵۰	۲-۶-۸ شکوفایی جفت‌داران اولیه
۲۵۱	۷-۸ کیسه‌داران
۲۵۲	۸-۸ پستانداران آمریکای جنوبی
۲۵۵	۹-۸ آفروتیریا
۲۵۵	۱-۹-۸ آفروسوریسیدا و ماکروسلیدا
۲۵۵	۲-۹-۸ شبه‌سم‌داران
۲۵۸	۱۰-۸ لورازیاترین‌ها
۲۵۹	۱-۱۰-۸ حشره‌خواران و خفاش‌ها
۲۶۰	۲-۱۰-۸ ستارشیداکتیلا
۲۶۶	۳-۱۰-۸ فردسمان (چرنده‌ها و سرشاخه‌خواران)
۲۶۹	۴-۱۰-۸ جانشینی فردسمان توسط زوج‌سمان
۲۷۰	۵-۱۰-۸ گوشت‌خواران و فولیدوتا
۲۷۳	۱۱-۸ یوآرکونتوگلیرها

۲۷۴	۸-۱۱-۱ آرکونتا
۲۷۵	۸-۱۱-۲ گلیرها
۲۷۷	۸-۱۱-۳ پریمات‌ها
۲۷۹	۸-۱۱-۳-۱ پریمات‌های اولیه
۲۸۱	۸-۱۱-۳-۲ میمون‌ها
۲۸۲	۸-۱۱-۳-۳ اپ‌ها
۲۸۵	۸-۱۱-۴ تکامل ویژگی‌های انسان
۲۸۶	۸-۱۱-۵ مراحل تکامل انسان
۲۹۰	۸-۱۲ رفت‌وآمد و انقراض بزرگ میان دو آمریکا
۲۹۰	۸-۱۳ انقراض پستانداران بزرگ در عصر یخبندان
۲۹۱	۸-۱۴ الگوی تکامل پستانداران
۲۹۲	۸-۱۵ پستانداران فسیل ایران
۲۹۵	سؤالات فصل هشتم

۲۹۷	فصل نهم: مقدمه‌ای بر دیرین‌اثرشناسی مهره‌داران
۲۹۷	۹-۱ مقدمه
۲۹۸	۹-۲ دیرین‌اثرشناسی
۳۰۰	۹-۳ تاریخچه دیرین‌اثرشناسی
۳۰۲	۹-۴ چگونگی حفظ‌شدن ردپاها
۳۰۳	۹-۵ عوامل مؤثر در حفظ ردپا
۳۰۴	۹-۶ تشریح ردپا
۳۰۶	۹-۷ هندسه ردپا
۳۱۰	۹-۸ حالت ایستادن چهارپایان
۳۱۱	۹-۹ تجمع ردپاها
۳۱۱	۹-۱۰ اصول و قوانین رده‌بندی ردپاها
۳۱۳	۹-۱۱ روش مطالعه ردپاها
۳۱۴	۹-۱۲ موارد استفاده از ردپاها
۳۱۶	۹-۱۳ رفتارهای اجتماعی دایناسورها
۳۱۸	۹-۱۴ فعالیت‌های انفرادی
۳۱۸	۹-۱۵ شناسایی مهره‌داران خالق ردپاها
۳۲۰	۹-۱۶ کوپروولیت
۳۲۲	۹-۱۷ گاستروولیت
۳۲۴	۹-۱۸ ردپاهای مهره‌داران در ایران
۳۲۵	سؤالات فصل نهم

۳۲۷	منابع و مأخذ
۳۳۵	واژه‌نامه

به نام آنکه جان را فکرت آموخت

پیشگفتار

این کتاب برای دانشجویان کارشناسی ارشد رشته زمین‌شناسی (گرایش چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی) به رشته تحریر در آمده است. متأسفانه با اینکه تا به امروز نزدیک به دویست سال از مطالعات فسیل‌شناسی مهره‌داران در دنیا می‌گذرد و کتب زیادی نیز در این زمینه منتشر شده است، ولی جای یک کتاب جامع فسیل‌شناسی مهره‌داران در میان کتب فارسی خالی است و چند کتابی هم که در این زمینه نوشته شده است با کمال تأسف دارای اشکالات فراوان و غیرقابل اغماض علمی می‌باشند. به همین خاطر این مؤلفان اقدام به نگارش اثر حاضر نمودند. جهت این مهم از جدیدترین و معتبرترین منابع علمی استفاده شد که اغلب طی ۱۰ سال اخیر منتشر شده است. در این میان بیشترین بهره از کتاب فسیل‌شناسی مهره‌داران نوشته بنتن (۲۰۰۷) برده شد. این کتاب در میان کتب لاتینی که تاکنون در این زمینه نوشته شده است به لحاظ جامعیت مورد توجه متخصصین می‌باشد به طوری که از سال ۲۰۰۰ میلادی تاکنون سه بار تجدید چاپ شده است.

بی‌شک تدوین تمامی اطلاعات موجود در خصوص فسیل‌شناسی مهره‌داران در یک جلد کتاب چندصد صفحه‌ای (دوواحدی) ناممکن است و این نوشتار نمی‌تواند جامع همه اطلاعات و یافته‌های فسیل‌شناسی مهره‌داران باشد. به بیان دیگر برای تدوین حجم عظیمی از این اطلاعات نیاز به تدوین ده‌ها جلد کتاب قطور می‌باشد. لذا با توجه به محدودیت تعداد صفحات کتاب سعی گردیده که یکسری اطلاعات اساسی و عمومی درباره گروه‌های مختلف مهره‌داران فسیل گردآوری شود. این کتاب مشتمل بر نه فصل می‌باشد. فصل اول که کلیات نام دارد به روش مطالعه فسیل مهره‌داران و سیستماتیک- تاکسونومی اختصاص دارد. فصل دوم به منشأ مهره‌داران می‌پردازد.

فصل‌های سوم تا هشتم هر یک به گروه‌های مختلف مهره‌داران یعنی ماهی‌ها، چهارپایان و دوزیستان، آمیوت‌ها، خزندگان، پرندگان و پستانداران اختصاص دارد. در فصل نهم هم مقدمه‌ای کوتاه بر دیرین‌اثرشناسی مهره‌داران می‌باشد و در پایان کتاب علاوه بر منابع و مآخذ مورد استفاده، واژه‌نامه‌ای مختصر از فسیل‌شناسی مهره‌داران آمده است.

در اینجا لازم است از تمامی عزیزانی که هر یک به نحوی ما را در نگارش این نوشتار یاری فرمودند تشکر نماییم. در ابتدا از جناب آقای دکتر واپچیک هایراپطیان (دانشگاه آزاد اسلامی - واحد خوراسگان) که زحمت ویراستاری علمی این اثر را به عهده گرفتند کمال تشکر را داریم. از جناب آقای دکتر مجید میرزایی عطاآبادی (دانشگاه هلسینکی - فنلاند) به خاطر ارائه پیشنهادات ارزنده و نیز منابع فسیل مهره‌داران ایران، جناب آقای دکتر نصراله عباسی (دانشگاه زنجان - گروه زمین‌شناسی) به جهت بازخوانی فصل دیرین‌اثرشناسی و ارائه راهنمایی‌های مفید و نیز در اختیار قرار دادن منابع علمی در این زمینه و از سرکار خانم مهندس هما بهنام به خاطر تایپ، نمونه‌خوانی و صفحه‌آرایی این اثر سپاسگزاری می‌نماییم. همچنین بر خود لازم می‌دانیم از همکاران محترم مدیریت تدوین که در نشر این اثر کمال مساعدت را داشته‌اند تشکر نماییم.

یقیناً مطالب مندرج در این کتاب عاری از نقص و اشتباه نیست. امید است دانشجویان و متخصصان ارجمند با نظرات، راهنمایی‌ها و پیشنهادات ارزنده خود مؤلفان را از این نقایص و اشتباهات آگاه سازند تا چنانچه توفیق تجدید چاپ حاصل شد، اصطلاحات لازم به عمل آید.

دکتر محمدرضا کبریایی‌زاده

مهندس عرفان خسروی

دکتر کورش رشیدی

فصل اول

کلیات

۱-۱ مقدمه

فسیل‌شناسی مهره‌داران تلاش می‌کند تا از طریق مطالعه بقایای فسیلی مهره‌داران، رفتار، تولیدمثل و ظاهر آن حیوانات منقرض‌شده را کشف کند. همچنین سعی در اتصال خط زمانی- تکاملی مهره‌داران گذشته و خویشاوندان امروزشان دارد. ثبت فسیلی آشکارا پیشرفت تکاملی از مهره‌داران آبزی اولیه به پستانداران را نشان می‌دهد. ماهیان زره‌دار یکی از پیشین‌ترین مهره‌داران فسیل شناخته شده بودند که از سنگ‌های اردوویسین کشف شدند. دوره دونین دارای تغییراتی بود و اجازه داد ماهیان هوازی اولیه برای مدت زمان طولانی مورد دلخواهشان بر روی خشکی بمانند. لذا آنها نخستین چهارپایان خشکی (دوزیستان) شدند. دوزیستان شکل‌هایی از تولید مثل، حرکت و متابولیسم را برای سازگاری بهتر و زندگی انحصاری بر روی خشکی توسعه دادند و خزنده‌تر شدند. خزندگان در دوره کربنیفر ظاهر شدند. تغییرات و سازگاری‌های خزندگان در رژیم غذایی و پراکندگی جغرافیایی در ثبت فسیلی انواع مختلف تراپسیدا گزارش شده است. پستانداران حقیقی در تریاس ظهور نمودند، تقریباً در حدود همان زمانی که دایناسورها از نسل خزندگان انشقاق یافتند. پرندگان هم در ژوراسیک ظاهر شدند و همچون دایناسورها سعی می‌کردند تا راه‌هایی برای سازش با تغییرات جهان اطرافشان بیابند.

یکی از کسانی که به شکل‌گیری و پیشرفت فسیل‌شناسی مهره‌داران کمک نمود جورج کوویه (۱۸۳۲-۱۷۶۹) جانورشناس فرانسوی بود. کوویه تشخیص داد فسیل‌های یافت‌شده در چینه‌های قدیمی‌تر به طور زیادی از فسیل‌های جدیدتر یا پستانداران

جدید متفاوتند. او این یافته‌ها را در سال ۱۸۱۲ چاپ کرد. اگرچه وی اساساً تکامل را رد کرد اما تحقیقاتش تئوری انقراض گونه‌ها را بنا نهاد. فسیل‌شناسی مهره‌داران به طور حقیقی با چاپ کتاب *Recherches sur les poissons fossils* توسط لوئیس آگاسیز (۱۸۰۷-۱۸۷۳) طبیعی‌دان سوئیسی آغاز شد. او صدها گونه فسیل ماهی را مطالعه، تشریح و فهرست نمود. در زمان حاضر، آلفرد رومر (۱۸۹۴-۱۹۷۳) کتابی در زمینه فسیل‌شناسی مهره‌داران نگاشت که پیشرفت تکامل را در فسیل‌های ماهی، دوزیستان و خزندگان از طرق آناتومی مقایسه‌ای نشان می‌داد. رومر نخستین رئیس انجمن فسیل‌شناسی مهره‌داران در سال ۱۹۴۰ شد. دیگر کتاب جدید با عنوان فسیل‌شناسی مهره‌داران و تکامل^۱ در سال ۱۹۸۸ توسط روبرت کارول از دانشگاه مک‌گیل نوشته شد. کارول رئیس انجمن فسیل‌شناسی مهره‌داران در سال ۱۹۸۳ بود. این انجمن از طریق بولتنی به نام مجله فسیل‌شناسی مهره‌داران^۲، علاقه‌مندان و اعضای انجمن را در جریان آخرین کشفیات قرار می‌دهد و هفته‌ای نیست که نمونه‌های جدیدی از مهره‌داران که قبلاً ناشناخته بودند کشف نشوند. با این حال بسیار روشن است که آنچه را که می‌توانیم در مورد حیواناتی که قبل از ما بر روی زمین می‌زیسته‌اند بدانیم به قدری زیاد است که دانسته‌های امروزمان حتی نمی‌تواند آن را یک خراش کوچک بدهد.

۲-۱ رده‌بندی فسیل‌شناسی مهره‌داران

الگوی رده‌بندی که در این کتاب مورد استفاده قرار می‌گیرد یک الگوی رده‌بندی سنتی است و ضرورتاً نمی‌تواند تاریخ تکاملی مهره‌داران را نشان دهد. برای مثال پرندگان عموماً به عنوان نسلی از دایناسورهای سوریسکین در نظر گرفته می‌شوند اما در این سیستم هر دو به عنوان رده‌هایی جدا فهرست شده‌اند:

سلسله: حیوانات

شاخه: مازهداران^۳

زیرشاخه: دم‌مازه‌داران^۴، زیرشاخه: سرمازه‌داران^۵، زیرشاخه: مهره‌داران^۶

رده: ماهیان بدون آرواره^۷

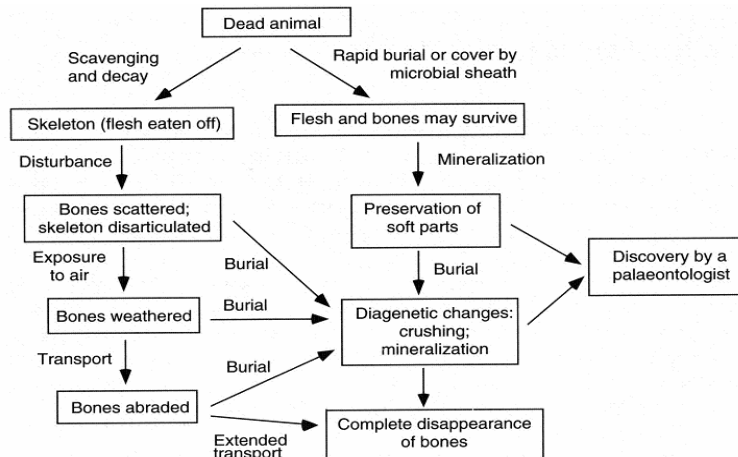
1. Vertebrate Paleontology and Evolution
2. Journal of Vertebrate Paleontology
3. Chordate
4. Urochordata
5. Cephalochordata
6. Vertebrate
7. Agnatha

زیررده: میکسینویدا^۱، زیررده: پترومیزونتیدا^۲، زیررده: کنودونتا^۳، زیررده: پتراسپیدومورفی^۴
 مادون شاخه: آرواره داران^۵
 رده: پلاکودرمی^۶، رده: کوندریکتیس^۷، رده: آکانتودی^۸، رده: اوستیکتیس^۹
 زیررده: آکتینوپتریجی^{۱۰}، زیررده: سارکوپتریجی^{۱۱}
 بدون مرتبه: چهارپایان^{۱۲}
 رده: باتراکومورفا/ دوزیستان^{۱۳}
 زیررده: لابیريتودونتیا^{۱۴}
 مادون رده: لیسامفییا^{۱۵}
 زیررده: لپوسپوندیلی^{۱۶}
 بدون مرتبه: آمیوتا^{۱۷}
 زیررده: سیناپسیدا^{۱۸}
 رده: خزندگان^{۱۹}
 زیررده: آنایسیدا^{۲۰}، زیررده: دایاپسیدا^{۲۱}
 مادون رده: لپیدوسورومورفا^{۲۲}، مادون رده: آرکوسورومورفا^{۲۳}
 رده: پرندگان^{۲۴}
 زیررده: دیرین پرندگان^{۲۵}، زیررده: پرندگان جدید^{۲۶}
 رده: پستانداران^{۲۷}
 زیررده: پستانداران اولیه^{۲۸}، زیررده: تریا^{۲۹}
 مادون رده: متاتریا^{۳۰}، مادون رده: یوتریا/ جفت داران^{۳۱}

-
1. Myxinoidea
 2. Petromyzontida
 3. Conodonta
 4. Pteraspodomorpha
 5. Gnathostomata
 6. Placodermi
 7. Chondrichthyes
 8. Acanthodii
 9. Osteichthyes
 10. Actinopterygii
 11. Sarcopterygii
 12. Tetrapoda
 13. Batrachomorpha/ Amphibian
 14. Labyrinthodontia
 15. Lissamphibia
 16. Lepospondyli
 17. Amniota
 18. Synapsida
 19. Reptilia
 20. Anapsida
 21. Diapsida
 22. Lepidosauromorpha
 23. Archosauromorpha
 24. Aves
 25. Archaeornithes
 26. Neornithes
 27. Mammalian
 28. Prototheria
 29. Theria
 30. Metatheria
 31. Eutheria/ placentals

۳-۱ زمین‌شناسی و فسیل‌شناسی مهره‌داران

فسیل مهره‌داران در سنگ‌ها یافت می‌شوند. این سنگ‌ها می‌توانند اطلاعات زیادی درباره مرگ و تدفین ارگانسیم‌ها (تافونومی) بدهند که جنبه‌های زمین‌شناسی مطالعه می‌باشند. روش دفن و حفظ فسیل‌ها یا به عبارتی تافونومی^۱ آنها در تفسیرشان مهم است. بررسی نهایی کلیه فرایندهایی که بین مرگ موجود زنده و موقعیت نهایی‌اش در سنگ رخ می‌دهد را تافونومی گویند. در بیشتر موارد حیوان مرده حفظ نمی‌شود زیرا خرد یا پوسیده می‌شود. با این حال هرگاه یک فسیل حفظ می‌شود معمولاً مراحل زیر را طی کرده است (شکل ۱-۱):



شکل ۱-۱ فرایند تافونومی که فسیل یک مهره‌دار را تحت تأثیر قرار می‌دهد: از مرگ تا فساد و تجزیه، تا حمل و نقل و دفن، حتی تا کشف توسط یک فسیل‌شناس (بتن، ۲۰۰۷)

۱. تجزیه بافت‌های نرم

۲. حمل و نقل و شکستگی بافت‌های سخت

۳. دفن و تغییر بافت‌های سخت

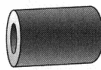
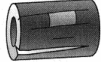
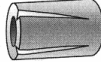
منطقاً مهره‌داران دارای ثبت فسیلی خوبی هستند زیرا واجد قسمت‌های سخت و محکمی همانند استخوان‌ها و دندان‌های کلسیتی می‌باشند. در موارد نادر هرگاه از تجزیه و فساد پیشگیری شود، بخش‌های نرم نیز ممکن است حفظ گردند. عموماً بدن‌های مهره‌داران تجزیه می‌شود، زیرا منابع غذایی باارزشی برای دیگر ارگانسیم‌ها

می‌باشند. در روی زمین ارگانسیم‌های مرده ممکن است به واسطه فسادخواران بزرگی مانند کفتارها و کرکس‌ها خورده شوند و زمانی که آنها سیر شدند ممکن است حیوانات کوچک‌تری مانند سوسک‌های گوشت‌خوار از بقایای آنها تغذیه نمایند. فرایندهای مشابهی نیز در زیر آب رخ می‌دهد. تجزیه توسط ارگانسیم‌های میکروسکوپی به شرایط شیمیایی محیط مخصوصاً منبع اکسیژن، pH، دما و نیز ماهیت کربن آلی در مردار بستگی دارد. عمل تجزیه ممکن است به کندی در محیط‌های کم‌اکسیژن یا فاقد اکسیژن (برای مثال در اعماق دریاها) رخ دهد. در چنین شرایطی تمام بقایای ماهی‌ها و دیگر ارگانسیم‌هایی که به آن محیط آورده می‌شوند به طور نسبتاً سالمی حفظ می‌گردند. در شرایط اسیدی که برای مثال در باتلاق‌های تورب‌ها یافت می‌شود، نیز ممکن است از فساد جلوگیری شود. از نمونه‌های خوب شناخته‌شده مهره‌داران حفظ‌شده در شرایط اسیدی، می‌توان به پیکره‌های مردار^۱ در اروپای شمالی اشاره کرد. این بقایای انسانی کاملاً حفظ شده‌اند، اگرچه استخوان‌ها ممکن است حل شده باشند اما گوشت‌شان تا حدودی چرمی شده است.

با این حال اغلب بافت‌های نرم چون از اشکال بسیار فرار کربن ساخته شده‌اند، به سهولت تجزیه می‌شوند. لیکن در موقعیت‌های استثنایی، فسیل‌شدگی (کانی‌شدگی اولیه) بافت‌های نرم را حفظ می‌نماید، زیرا که این بافت‌ها توسط پیریت، فسفات و کلسیت جایگزین می‌شود. در شرایط عادی فرایند تجزیه و فساد، بافت‌های نرم را از بین می‌برد و بخش‌های سخت باقی‌مانده نیز توسط آب، باد و یا دیگر عوامل به محیط‌های رسوبی حمل می‌شوند. فرایند حمل و نقل اسکلت‌ها را منفصل و خرد می‌نماید. حمل و نقل بیشتر هم باعث تکه‌تکه شدن و فرسایش نمونه‌ها می‌شود. این فرسودگی به صورت کند و کوچک‌شدن گوشه‌ها و بیرون‌زدگی‌های تیز نشان داده می‌شود (شکل ۱-۲).

بعد از حمل و نقل و دفن نمونه ممکن است باز هم توسط عواملی متحمل آسیب شود. فشار وزن رسوبات روی نمونه یکی از این عوامل است. بخش‌های توخالی نمونه احتمالاً توسط فشار وزن رسوبات بالایی متلاشی می‌شوند و یا اجزای پیچیده تغییر شکل می‌دهند. همچنین بقایای ارگانسیم ممکن است به خاطر گرفتارشدن در محلول‌های شیمیایی در رسوبات دچار تغییرات شیمیایی شود. بدین صورت که کانی‌های

محلول در آب‌های زیرزمینی در درون حفرات خالی استخوان‌ها متبلور شوند (فرایند سنگ‌شدگی). به علاوه فشرددگی در مدت زمان چین‌خوردگی و بالازدگی لایه‌ها ممکن است باعث تغییرشکل یا فشرددگی فسیل شود. اینها همه مثال‌هایی از دیاژنز می‌باشند، فرایندهای فیزیکی و شیمیایی که در درون سنگ‌های رسوبی رخ می‌دهند.

	Abrasion stage	Weathering stage
Stage 0		
Stage 1		
Stage 2		
Stage 3		
Stage 4		

شکل ۱-۲ مراحل هوازدگی و فرسایش یک استخوان با توجه به مقدار حمل و نقل و خردشدگی فیزیکی. با توجه به شکل مشخص است که با افزایش مراحل هوازدگی و فرسایش، اندازه نمونه فسیل کوچک و لبه‌های تیز آن نیز کند و به تدریج محو می‌شود (بتن، ۲۰۰۷)

۴-۱ روش مطالعه فسیل مهره‌داران

تعدادی از مردم در همان سنین کودکی با فسیل‌شناسی مهره‌داران از طریق دایناسورها در فیلم‌ها، کتب یا موزه‌ها آشنا می‌شوند. همچنین آنها اندکی با اصول فسیل‌شناسی مهره‌داران آشنایند، زیرا می‌دانند استخوان‌ها در سنگ‌ها حفظ می‌شود و گروهی از علاقه‌مندان آنها را حفاری نموده و در موزه‌ای جمع می‌کنند. به علاوه شما دانشجویان اطلاعات کافی در مورد روابط تکاملی، چگونگی تعیین سن سنگ‌ها، فرایند گسترش و پراکندگی قاره‌ها و نیز عملکرد موجودات منقرض شده دارید. فسیل‌شناسان مهره‌داران باید با دامنه وسیعی از مهارت‌ها در زمین‌شناسی و زیست‌شناسی، در راستای کار مؤثر آشنا باشند. در ادامه یک نمای کلی از برخی از جنبه‌های جمع‌آوری میدانی فسیل، آماده‌سازی فسیل، آمایش فسیلی و ترمیم اسکلت‌ها آورده می‌شود.

۱-۴-۱ کشف، حفاری و جمع‌آوری فسیل مهره‌داران

هر شخصی حفاری کاوش دایناسورها و دیگر فسیل‌های مهره‌داران را در تلویزیون دیده است، حتی اگر در این کار شرکت ننموده باشد. تصور عموم بر این است علاقه‌مندانی که این فسیل‌ها را حفاری می‌کنند و پس از آن به مطالعه و بررسی آنها می‌پردازند، توسط دولت‌های نیک‌خواهشان به طور سخاوتمندانه‌ای جبران مالی می‌شوند، در حالی که این تصور باطل است. استخوان‌های مهره‌داران فسیل از محل‌های زیادی در اطراف جهان جمع‌آوری می‌شوند. مکان‌های جدید گاهی اوقات به طور اتفاقی کشف می‌شوند، اما امروزه اغلب حفاری‌ها و خاک‌برداری‌ها در محل‌هایی که برای فسیل‌هایشان شناخته شده‌اند، انجام می‌شود. افرادی که به جمع‌آوری مهره‌داران فسیل می‌پردازند می‌بایستی که بر روی سن و نوع سنگ‌ها مطالعه نمایند. بدین صورت که اگر آنها در پی دایناسورها می‌باشند پس باید بر روی سنگ‌های با سن تریاس پسین تا کرتاسه پسین تمرکز کنند. بدون شک آنها باید در سنگ‌های رسوبی به جست‌وجو بپردازند به خصوص آنهایی که در محیط‌های صحرایی، دریاچه‌ای و رودخانه‌ای نهشته شده‌اند. اما اگر آنها در پی فسیل‌های ماهیان و کوسه‌ها هستند، پس می‌بایستی رسوبات نهشته‌شده در دریا‌های قدیمی را پی‌جویی کنند.

استخوان‌های بزرگ فسیل معمولاً با پیش‌بینی مکان‌یابی می‌شوند. بدین طریق که وقتی که یک فرد قطعه‌ای کوچک از یک استخوان را پیدا می‌کند پیگیری می‌نماید تا منبع اصلی قطعه را بیابد. پس از یافتن لایه فسیل‌دار، فرد جمع‌آوری‌کننده در سرتاسر نواحی که آن لایه فسیل‌دار رخمون دارد، به عقب و جلو راه می‌رود. در آنجا ممکن است قسمتی از اسکلت (مثلاً دست و پا) موجود بر اثر فرسایش از لایه بیرون زده باشد. پس از یافتن محل فسیل در لایه، وی برای تشخیص نوع و اندازه نمونه و طرز قرارگیری آن باید تلاش نماید. لذا آنها می‌توانند نقشه و طرح خاکبرداری را ترسیم نمایند. حفاری اسکلت مهره‌داران بزرگ، یک کار پرزحمت و پرهزینه می‌باشد. پیش‌تر، کلکسیونرهای فسیل در سال‌های ۱۹۱۰-۱۸۸۰ در امریکای شمالی برای جمع‌آوری استخوان‌های دایناسورها و پستانداران قدیمی تعداد زیادی کارگر استخدام می‌نمودند و استخوان‌های عظیم را با سرعت زیادی حفاری می‌کردند. لیکن توجه چندانی به طرز قرارگیری استخوان‌ها نداشتند. امروزه این‌گونه حفاری‌ها با دقت بیشتری انجام می‌شود.