

«بسم الله الرحمن الرحيم»

اکولوژی عمومی

تألیف:

دکتر محمد رضا محمد شفيعی

عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد

۱۳۹۱

سرشناسه	: محمدشفیعی، محمدرضا، ۱۳۲۵ -
عنوان و نام پدیدآور	: اکولوژی عمومی / تألیف محمدرضا محمدشفیعی.
مشخصات نشر	: نجفآباد: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجفآباد، ۱۳۹۰.
مشخصات ظاهری	: ۳۲۰ص:، مصور، جدول.
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۱۰۰-۱۳۰۶-۱
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: کتابنامه.
موضوع	: بومشناسی
موضوع	: بومشناسی -- آزمونها و تمرینها (عالی)
نخاسته افزوده	: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجفآباد
رده بندی کنگره	: ۵۲۱QH / م۳۴الف ۷ ۱۳۹۰
رده بندی دیویی	: ۵۷۷
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۵۸۳۷۱۶



اکولوژی عمومی

تألیف: دکتر محمدرضا محمدشفیعی

ناشر: انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجفآباد

ویراستار: ریحانه عسگریپور

نوبت چاپ: اول

سال نشر: ۱۳۹۱

شمارگان: ۱۰۰۰ جلد

تعداد صفحات: ۳۴۰ ص

لیتوگرافی: ثامن

چاپ: کنکاش

محلای: سید

مدیر تولید: سید محسن کاظمی

قطع چاپ: وزیری

قیمت: ۱۳۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۱۰۰-۱۳۰۶-۱

نشانی: نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد معاونت پژوهشی، مرکز انتشارات، تلفن: ۰۳۳۱-۳۳۹۱۱۱۰

حق چاپ و هر گونه کپی برداری برای ناشر محفوظ است.

مقدمه:

حمد و سپاس بی کران خداوندی که بشر را علم نوشتن به قلم آموخت و به انسان آنچه نمی دانست به الهام خود تعلیم داد.

محیط زیست مجموعه ای بسیار عظیم و درهم پیچیده از عوامل گوناگون است که بر اثر یک روند و تکامل تدریجی موجودات زنده و اجزای سازنده سطح زمین به وجود آمده است و بنابراین در فعالیتهای انسان تأثیر گذاشته و از آن متأثر می گردد. در طول تاریخ بشر رابطه انسان با محیط زیست همواره به صورت تابعی از رفتار او با پیرامون طبیعی خود بوده است. این رفتار طی قرون متمادی اشکال گوناگونی به خود گرفته و روز به روز بر گستردگی و پیچیدگی آن افزوده شده است.

امروزه متفکران در عرصه فعالیت ها باید درک کنند که عصر آینده باید عصر تکنولوژی های متعادل کننده با اکوسیستم باشد. بشر به جای آنکه خود را در تضاد با طبیعت احساس نماید، باید حرکت بسوی پیشی تازه مبتنی بر همزیستی و هماهنگی با طبیعت را پیشه نماید. و از آنجایی که حفظ محیط زیست یک بحث جهانی است نیازمند همیاری ها و همکاری های بین المللی می باشد بدون حرکت جمعی نمی توان بگونه ایی موفقیت آمیز به حفاظت، بهروری و بهره برداری منطقی از محیط زیست دست یافت.

اندیشه تدوین این کتاب با هدف آشنا نمودن دانشجویان و متخصصین رشته های مختلف با علم اکولوژی بوده است. در نگارش این کتاب تلاش گردید موضوعات به سمتی سوق داده شود که بر نیازهای عمومی تکیه لازم انجام پذیرد. نگارنده پذیرای هر گونه نظریات و پیشنهادات توسط محققان و استادان محترم برای بهبود چاپ های بعدی است.

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۱	فصل اول: موضوع و تعاریف علم اکولوژی
۱-۱	تعریف علم
۲-۱	استدلال قیاسی و استدلال استقرایی
۳-۱	صراحت و دقت
۴-۱	موضوع و تعاریف علم اکولوژی
۵-۱	اهداف اکولوژی
۶-۱	انواع مطالعات اکولوژیکی
۷-۱	سطوح مختلف در نظام زیستی و تعیین طیف مطالعات اکولوژیکی
۸-۱	دما و لایه‌های جوی
۹-۱	تفاوت اکولوژی و فیزیولوژی
۱۰-۱	اکولوژی و برنامه‌ریزی محیط زیست
۲۵	فصل دوم: اکوسیستم و اجزاء تشکیل دهنده آن
۲۵	۱-۲ اکوسیستم
۲۹	۲-۲ خصوصیات بنیادی اکوسیستم‌ها
۲۹	۳-۲ موجودات زنده و محیط غیر زنده در اکوسیستم‌ها
۳۱	۴-۲ مکانیسم روند تولید در اکوسیستم
۳۲	۵-۲ مکانیسم روند مصرف در اکوسیستم
۳۲	۶-۲ انتقال ماده و انرژی در سیستم‌های اکولوژیک
۳۶	۷-۲ بزرگنمایی بیولوژیکی

۸-۲	کارایی اکولوژیکی	۳۶
۹-۲	مهرم‌های اکولوژیکی	۳۶
۱۰-۲	انواع اکوسیستم از نظر ناقص یا کامل بودن چرخه مواد	۴۰
۱۱-۲	انواع اکوسیستم‌ها	۴۰
۱۲-۲	طبقه بندی اکوسیستم‌ها و بیوسنوزها	۴۱
۱۳-۲	تعادل یا ثبات در اکوسیستم	۴۲
۱۴-۲	بایداری اکوسیستم	۴۳
۱۵-۲	عوامل موثر بر درجه تنوع اکوسیستم	۴۴
۱۶-۲	نظریه ی گایا (مادر زمین)	۴۴
۱۷-۲	تأثیر حاشه‌ای (اکوتون)	۴۵
۱۸-۲	انسان و اکوسیستم	۴۷
۱۹-۲	تغییرات اکوسیستم (توالی اکولوژیکی)	۴۸
۱-۱۹-۲	انواع توالی اکولوژیکی	۴۹
۲-۱۹-۲	نظریه‌های موجود در رابطه با رشد اکوسیستم (توالی اکولوژیکی)	۵۲
۳-۱۹-۲	جنبه‌های کلی توالی	۵۳
۴-۱۹-۲	الگوی تغییرات گونه‌ها طی توالی	۵۵
۲۰-۲	توالی در دریاچه‌ها	۵۶
۲۱-۲	تکامل اکوسیستم	۵۸
۲۲-۲	تخریب اکوسیستم	۵۹
۲۳-۲	توازن اکولوژیک و تخریب اکوسیستم‌ها	۶۰
	فصل سوم: گونه و فرد در اکوسیستم	۶۳
۱-۳	گونه زیستی	۶۳
۲-۳	مفهوم نیچ و زیستگاه (بستر زیست)	۶۴
۳-۳	تکامل	۶۸
۱-۳-۳	انتخاب طبیعی	۶۸

۶۹	۲-۳-۳ روش‌های انتخاب طبیعی برای گزینش فنوتیپها
۷۰	۳-۳-۳ رانش ژنتیکی
۷۲	۴-۳ مهاجرت
۷۴	۱-۴-۳ مهاجرت در جانوران
۷۵	۲-۴-۳ محاسن مهاجرت
۷۶	۵-۳ تکامل (سازگاری) شعاعی
۷۸	۶-۳ جدایی رفتاری
۸۰	۷-۳ اثر موسس
۸۱	۸-۳ گذر از تنگنا
۸۲	۹-۳ همولوژی
۸۳	۱۰-۳ آنولوژی
۸۵	۱۱-۳ جدایی مکانیکی
۸۷	۱۲-۳ جهش یا مونتاسیون
۸۷	۱۳-۳ جدایی اکولوژیکی
۸۸	۱۵-۳ جایگیری صفات
۸۹	۱۵-۳ گونه زایی
۹۰	۱-۱۵-۳ سرعت گونه‌زایی
۹۲	۲-۱۶-۳ مکانیزم‌های مربوط به گونه زایی
۹۲	۱-۲-۱۵-۳ جدایی جغرافیایی
۹۳	۲-۲-۱۵-۳ هم جایی
۹۵	۳-۲-۱۵-۳ پیراجایی
۹۶	۴-۲-۱۵-۳ گونه زایی از طریق تجدید آرایش کروموزومی
۹۷	۳-۱۵-۳ رایج‌ترین نوع گونه زایی
۹۸	۱۶-۳ سازگاری
۱۰۰	۱-۱۶-۳ سازش ریخت‌شناسی با محیط

۱۰۱.....	۳-۱۶-۲ سازگاری فیزیولوژیکی با محیط
۱۰۲.....	۳-۱۶-۳ سازگاری رفتاری در برابر محیط
۱۰۳.....	۳-۱۷ واگرایی سازشی
۱۰۴.....	۳-۱۸ هم تکاملی
۱۰۵.....	۳-۱۹ تکامل همگرا
۱۰۷.....	۳-۲۰ تکامل واگر
۱۰۸.....	۳-۲۱ جمعیت‌های فرصت‌طلب (r) و جمعیت‌های تعادلی (k)
۱۰۹.....	فصل چهارم: اصول و مفاهیم در مقیاس جمعیت
۱۰۹.....	۴-۱ جمعیت و اختصاصات گروه‌های جمعیتی
۱۰۹.....	۴-۱-۱ تراکم
۱۱۳.....	۴-۱-۲ انتشار جمعیت
۱۱۵.....	۴-۱-۳ پراکندگی جمعیت
۱۱۷.....	۴-۱-۴ زاد و ولد
۱۱۸.....	۴-۱-۵ مرگ و میر
۱۲۰.....	۴-۲ جدول عمر
۱۲۳.....	۴-۳ هرم جمعیت
۱۲۴.....	۴-۴ توزیع سنی جمعیت
۱۲۵.....	۴-۴-۱ شکل رشد جمعیت
۱۲۹.....	۴-۴-۲ عوامل محدود کننده رشد جمعیت
۱۳۲.....	۴-۵-۱ کنش‌های متقابل درون گونه‌ای (هموتیپیک)
۱۳۳.....	۴-۵-۱-۱ رقابت درون گونه‌ای
۱۳۵.....	۴-۵-۲ کنش‌های متقابل بین دو گونه (هتروتیپیک)
۱۳۶.....	۴-۵-۲-۱ رقابت بین گونه‌ای
۱۳۸.....	۴-۵-۲-۲ رقابت مشهود
۱۳۸.....	۴-۵-۳ همزیستی

۴-۲-۵-۴ همکاری متقابل یا زندگی تعاونی	۱۳۸
۴-۲-۵-۵ زندگی اشتراکی یا همکاری اولیه	۱۳۹
۴-۲-۵-۶ طعمه جویی و انگلی	۱۳۹
۴-۲-۵-۷ بازدارندگی یک طرفه	۱۴۰
۴-۲-۵-۸ همسفرگی	۱۴۱
۴-۶ بی تأثیری یا زندگی مستقل	۱۴۱
۴-۷ اصل طرفداری	۱۴۱
فصل پنجم: تنوع زیستی و جغرافیای زیستی	۱۴۳
۱-۵ تعریف تنوع زیستی	۱۴۳
۲-۵ اصطلاحات مربوط به زیستگاه و گونه	۱۴۸
۲-۵-۱ گونه‌های اندمیک	۱۴۸
۳-۵ عوامل زیست محیطی مؤثر بر تنوع	۱۴۹
۴-۵ کنوانسیون تنوع زیستی	۱۵۰
۵-۵ منشأ تنوع زیستی	۱۵۰
۶-۵ اهمیت حفاظت از تنوع زیستی	۱۵۱
۷-۵ عوامل افزایش گونه‌ها	۱۵۳
۸-۵ تخریب و تنوع زیستی	۱۵۳
۹-۵ انواع تنوع	۱۵۵
۱۰-۵ تنوع گونه‌ای و اجزای آن	۱۵۵
۱۰-۵-۱ غنای گونه‌ای	۱۵۶
۱۰-۵-۲ یکنواختی	۱۵۹
۱۱-۵ شیب تنوع زیستی	۱۶۲
۱۲-۵ وارد کردن گونه‌های غیر بومی و تنوع زیستی	۱۶۳
۱۳-۵ برنامه Diversita	۱۶۳
۱۴-۵ جغرافیای زیستی چیست؟	۱۶۴

۱۶۵.....	۵-۱۴-۱ کاربرد جغرافیای زیستی
۱۶۶.....	۵-۱۴-۲ جغرافیای زیستی جزایر
۱۶۷.....	۵-۱۴-۳ مخاطرات زندگی در جزایر
۱۶۹.....	۵-۱۵-۱ گونه غیر بومی (Non-native species)
۱۶۹.....	۵-۱۵-۱ آثار منفی معرفی گونه‌های غیربومی
۱۷۰.....	۵-۱۶-۱ انقراض
۱۷۴.....	۵-۱۶-۱ طبقه بندی گونه‌های در خطر
۱۷۶.....	۵-۱۶-۲ نقش و وظیفه CITES
۱۷۹.....	فصل ششم، بیوم‌های زمین
۱۷۹.....	۶-۱-۱ بیوم‌های عمده زمین
۱۸۱.....	۶-۱-۱-۱ توندرا
۱۸۳.....	۶-۱-۲ جنگل‌های سوزنی برگان (تایگا)
۱۸۵.....	۶-۱-۳ جنگل‌های معتدله
۱۸۷.....	۶-۱-۴ درختزارهای معتدله
۱۸۷.....	۶-۱-۵ درختچه‌زارهای معتدله
۱۸۸.....	۶-۱-۶ علفزارهای معتدله (استپها)
۱۸۸.....	۶-۱-۷ جنگل‌های حاره‌ای
۱۹۱.....	۶-۱-۸ جنگل‌های خشک حاره
۱۹۲.....	۶-۱-۹ ساوان
۱۹۳.....	۶-۱-۱۰ بوته زارهای نیمه بیابانی
۱۹۴.....	۶-۱-۱۱ بیابان‌ها
۱۹۹.....	۶-۱-۱۲ کوهستان
۲۰۰.....	۶-۱-۱۳ تالاب
۲۰۲.....	۶-۱-۱۴ آب شیرین
۲۰۳.....	۶-۱-۱۵ بیوم‌های دریایی

۲۰۶.....	۱۶-۱-۶ تقسیمات فرعی محیط‌های دریایی
۲۰۸.....	۱۷-۱-۶ بیوم بین جزر و مدی
۲۰۸.....	۱۸-۱-۶ غارها
۲۱۰.....	۱۹-۱-۶ جنگل‌های حراً
۲۱۲.....	۲۰-۱-۶ کشاورزی
۲۱۳.....	۲۱-۱-۶ انقلاب سبز
۲۱۴.....	۲-۶ مناطق ریشی ایران (اکوسیستمهای خشکی)
۲۱۷.....	فصل هفتم: اصول مربوط به عوامل محدود کننده
۲۱۷.....	۱-۷ عامل اکولوژیکی
۲۱۸.....	۲-۷ انواع عوامل اکولوژیکی
۲۲۳.....	۱-۲-۷ درجه حرارت
۲۳۱.....	۲-۲-۷ باد
۲۳۱.....	۳-۲-۷ عوامل خاکی (شرایط اداتیک)
۲۳۴.....	۴-۲-۷ پستی و بلندی (توپوگرافی)
۲۳۵.....	۳-۷ قوانین مربوط به عوامل محدود کننده
۲۳۷.....	۴-۷ عمل انتخابی محیط
۲۳۷.....	۵-۷ انتخاب اکومورفولوژیکی محیط
۲۴۲.....	۶-۷ بدیده ال نینو
۲۴۵.....	فصل هشتم: چرخه زیست-زمین-شیمیایی
۲۴۵.....	۱-۸ چرخه‌های بیوژئوشیمیایی
۲۴۷.....	۲-۸ انواع چرخه‌های زیست-زمین-شیمیایی
۲۴۸.....	۳-۸ چرخه‌های زمین شناختی
۲۴۸.....	۴-۸ چرخه‌ی تکنونیک
۲۴۹.....	۵-۸ چرخه‌ی آب شناختی
۲۵۱.....	۶-۸ چرخه‌ی کربن

۲۵۳.....	۷-۸ چرخه‌ی ازت
۲۵۷.....	۸-۸ چرخه‌ی فسفر
۲۵۹.....	۹-۸ چرخه‌ی کربنات سیلیکات
۲۶۱.....	۱۰-۸ مفاهیم بنیادی چرخه‌ی شیمیایی در اکوسیستم
۲۶۲.....	۱۱-۸ چرخه‌ی فلزی و غیر فلزی اکوسیستم
۲۶۵.....	نمونه‌ی سئوالات کارشناسی ارشد
۲۶۵.....	کنکور سراسری کارشناسی ارشد سال ۱۳۸۹
۲۶۹.....	کنکور سراسری کارشناسی ارشد سال ۱۳۸۸
۲۷۳.....	کنکور کارشناسی ارشد سال ۱۳۸۷
۲۸۳.....	سئوالات سراسری کارشناسی ارشد سال ۱۳۸۵
۲۸۷.....	کارشناسی ارشد سراسری سال ۱۳۸۴
۲۹۱.....	کنکور سراسری سال ۱۳۸۱
۲۹۴.....	کنکور سراسری کارشناسی ارشد سال ۱۳۸۲
۲۹۸.....	کنکور سراسری کارشناسی ارشد سال ۱۳۸۱
۳۰۳.....	کارشناسی ارشد سراسری سال ۱۳۷۹
۳۰۵.....	کنکور سراسری کارشناسی ارشد سال ۱۳۷۸
۳۰۹.....	پاسخ‌نامه سئوالات کارشناسی ارشد
۳۱۳.....	منابع

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۱-۲ طیف سطوح مختلف نظام زیستی و قلمرو بیولوژی و اکولوژی	۷
شکل ۱-۳ موقعیت بیوسفر	۱۰
شکل ۱-۴ لایه اوزون و تغییرات آن تحت تأثیر اشعه ماوراء بفش	۱۷
شکل ۱-۵ لایه‌های مختلف اتمسفر	۲۰
شکل ۱-۲ چرخش انرژی در یک اکوسیستم	۲۱
شکل ۲-۲ نمای اکوسیستم آب بند	۲۷
شکل ۲-۳ یک گیاه می‌تواند برای تعداد زیادی از زنجیره‌های غذایی در حکم یک تولید کننده باشد	۲۸
شکل ۲-۴ چکیده ساختمان عملکرد اکوسیستم	۳۱
شکل ۲-۵ شمایی از زنجیره غذایی در یک برکه	۳۲
شکل ۲-۶ انواع روابط ساختمانی که بین گونه‌های مختلف یک شبکه غذایی دیده می‌شوند	۳۴
شکل ۲-۷ هرم تعداد	۳۸
شکل ۲-۸ هرم انرژی در اکوسیستم آبی و اکوسیستم خشکی	۳۹
شکل ۲-۹ وضعیت جمعیت گونه‌های مختلف در یک اکوتون ما بین و اکوسیستم جنگل معتدل و علفزار	۴۶
شکل ۲-۱۰ توالی نخستین در جزیره رویال، در دریاچه شمالی	۵۰
شکل ۲-۱۱ مراحل مختلف جانشینی ثانویه در یک زمین زراعی رها شده	۵۲
شکل ۲-۱۲ مراحل مختلف توالی در طی زمان و روند تغییرات برخی عوامل	۵۵
شکل ۳-۱-۳ آشیان اکولوژیکی با در نظر گرفتن دو یا سه عامل مؤثر برای موجود زنده	۶۷

- شکل ۲-۳ نمودار تعیین محدوده بردباری موجود زنده نسبت به دما..... ۶۸
- شکل ۳-۳ نحوه عملکرد انتخاب طبیعی بر گونه‌ای از حشره..... ۶۹
- شکل ۴-۳ نمونه‌ای از تأثیر رانش ژنتیکی در یک جمعیت کوچک..... ۷۰
- شکل ۵-۳ نمونه‌ای از تکامل شعاعی..... ۷۷
- شکل ۶-۳ نمونه‌ای از رفتارهای تولید مثلی در پرندگان برای جذب گونه مخالف..... ۸۰
- شکل ۷-۳ نحوه عملکرد اثر موسس در گونه زایی از یک جمعیت..... ۸۰
- شکل ۸-۳ نحوه عملکرد اثر گردنه بطری یا گذر از تنگنا..... ۸۲
- شکل ۹-۳ ساختار هومولوگ دست، بال و باله در گونه‌های متفاوت..... ۸۳
- شکل ۱۰-۳ تکامل همگرا در گونه‌های آبی به دلیل شباهت زیستگاه (پنگوئن و فک) ۸۴
- شکل ۱۱-۳ تکامل همگرا بین دو گونه Squirrel flying و Sugar glider در زیستگاه خشکی..... ۸۴
- شکل ۱۲-۳ نمونه‌ای از جدایی مکانیکی از مکانیزمهای پیش تخمی در نوعی حلزون..... ۸۶
- شکل ۱۳-۳ نمونه‌ای از جایگیری صفات..... ۸۹
- شکل ۱۴-۳ مکانیزمهای مربوط به گونه‌زایی..... ۹۲
- شکل ۱۵-۳ گونه‌زایی آلوپاتی در گونه‌ای آبی..... ۹۳
- شکل ۱۶-۳ گونه‌زایی سمپاتریک..... ۹۴
- شکل ۱۷-۳ گونه‌زایی سمپاتریک توسط انتخاب طبیعی بر روی گونه‌های هوموزیگوت..... ۹۵
- شکل ۱۸-۳ گونه زایی پاراپاتریک..... ۹۶
- شکل ۱۹-۳ مثال‌هایی از انواع سازگاری در گیاهان و جانوران..... ۱۰۰
- شکل ۲۰-۳ هم تکاملی دو گونه گیاه و حشره..... ۱۰۵
- شکل ۲۱-۳ همگرایی در فرم بدن مهره‌داران..... ۱۰۶
- شکل ۱-۴ انواع پراکنش جمعیت..... ۱۱۶
- شکل ۲-۴ منحنی مرگ و میر..... ۱۲۳
- شکل ۳-۴ انواع هرم‌های سنی..... ۱۲۵
- شکل ۴-۴ تفاوت زاد و ولد فیزیولوژیکی و زاد و ولد اکولوژیکی..... ۱۲۷
- شکل ۵-۴ منحنی‌های Z شکل و S شکل..... ۱۲۹

شکل ۴-۶ عوامل وابسته به تراکم و عوامل مستقل از تراکم در نرخ زاد و ولد و میرگ و میر	۱۳۱
شکل ۴-۷ رقابت درون گونه‌ای بین دو گوزن نر	۱۳۵
شکل ۴-۸ رقابت بین گونه ای درختان یک جنگل برای دریافت نور	۱۳۶
شکل ۴-۹ هر چقدر آشیانه‌های اکولوژیکی همپوشانی بیشتری داشته باشند، رقابت بین گونه‌ها بیشتر خواهد بود	۱۳۷
شکل ۴-۱۰ اثر رقابت بر توزیع بستر زیست پرندگان	۱۳۷
شکل ۵-۱ نمونه‌ای از تنوع زیستی موجود در جهان	۱۴۵
شکل ۵-۲ تنوع و یکپارچگی گونه‌ای در دو منطقه A و B	۱۵۹
شکل ۵-۳ فرایند مطالعات جغرافیای زیستی	۱۶۵
شکل ۵-۴ گونه دوزیست خمر یوسی در ایران (وزغ نی)	۱۷۰
شکل ۶-۱ پراکنش بیوم‌های خشکی در سطح کره زمین	۱۸۰
شکل ۶-۲ میزان تولید در برخی از بیوم‌ها	۱۸۱
شکل ۶-۳ علت واقع شدن نقاط خشک کره زمین در مدار حدود ۳۰ درجه در سطح زمین	۱۹۹
شکل ۶-۴ تقسیمات ساختار اقیانوسی	۲۰۷
شکل ۷-۱ تغییرات بزرگی گوش و پوزه، در روباه آفریقایی، اروپایی و شمالی	۲۲۷
شکل ۷-۲ عوامل محدود کننده رشد	۲۳۶
شکل ۷-۳ طبقه بندی ران کیانر	۲۴۱
شکل ۸-۱ یک الگوی کلی چرخش زیست - زمین - شیمیایی	۲۴۷
شکل ۸-۲ چرخه‌ی آب شناختی	۲۵۰
شکل ۸-۳ چرخه‌ی ازت	۲۵۷
شکل ۸-۴ چرخه فسفر	۲۵۹
شکل ۸-۵ چرخه گوگرد	۲۶۳

فهرست جداول

عنوان.	صفحه
جدول ۱-۲ یک مدل جدولی از توالی بوم شناختی.....	۶۱
جدول ۲-۲ نمونه‌هایی از گونه‌های جانوری وابسته به مراحل مختلف توالی.....	۶۲
جدول ۱-۴ نمونه‌ای از یک جدول عمر.....	۱۲۲
جدول ۲-۴ انواع کشش‌های متقابل بین گونه‌های مختلف.....	۱۴۲
جدول ۱-۵ ضرورت‌های حفاظت از تنوع زیستی.....	۱۵۲
جدول ۲-۵ عوامل موثر در افزایش و کاهش تنوع زیستی.....	۱۵۴
جدول ۱-۶ تفاوت میزان تولید در بیوم‌های مختلف.....	۲۱۴
جدول ۱-۸ ذخایر آب جهان.....	۲۵۰