



دانشگاه پیام نور

لیمنولوژی

(رشته مهندسی شیلات)

دکتر مجید عسکری حصنی

عضو هیأت علمی دانشگاه شهید باهنر کرمان

دکتر نبات نقشبندی

عضو هیأت علمی دانشگاه پیام نور

امروزه کتاب‌خوانی و علم‌آموزی، نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.

مقام معظم رهبری

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 چندهزارساله 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 هنرنمایی 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 پر بار 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 و رهبر معظم انقلاب اسلامی نیز از این وضعیت بارها اظهار گله و ناخشنودی نموده‌اند.

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

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.....	سیزده
مقدمه.....	پانزده

فصل اول. کلیات و تعاریف لیمنولوژی.....	۱
هدف کلی.....	۱
هدف‌های یادگیری.....	۱
۱-۱ تعریف و جایگاه علم لیمنولوژی.....	۲
۲-۱ تاریخچه دانش لیمنولوژی.....	۵
۳-۱ طبقه‌بندی آب‌های داخلی.....	۷
۱-۳-۱ آب‌های سطحی.....	۷
۲-۳-۱ آب‌های زیرزمینی.....	۷
۱-۲-۳-۱ آب‌های راکد.....	۹
۲-۲-۳-۱ آب‌های جاری.....	۱۱
۴-۱ تقسیم‌بندی نهرها.....	۱۳
۵-۱ حوضه‌های آبریز و خصوصیات آن‌ها.....	۱۳
۶-۱ شبکه رودخانه.....	۱۵
خلاصه فصل اول.....	۱۵
خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل اول.....	۱۶
خودآزمایی تشریحی فصل اول.....	۱۶
فصل دوم. هیدرولوژی و خصوصیات فیزیکی آب‌های داخلی.....	۱۷
هدف کلی.....	۱۷
هدف‌های یادگیری.....	۱۷

۱۷	۱-۲ هیدرولوژی
۱۸	۱-۱-۲ هیدرومتئورولوژی
۱۸	۲-۱-۲ لیمنولوژی
۱۸	۳-۱-۲ کرایولوژی
۱۹	۴-۱-۲ ژئوهیدرولوژی
۱۹	۵-۱-۲ پوتامولوژی
۱۹	۶-۱-۲ اقیانوس‌سنجی
۲۰	۲-۲ چرخه هیدرولوژی
۲۱	۱-۲-۲ بارندگی
۲۱	۲-۲-۲ تبخیر
۲۲	۳-۲-۲ تعرق
۲۲	۴-۲-۲ تبخیر- تعرق
۲۲	۵-۲-۲ نفوذ
۲۳	۶-۲-۲ نفوذ عمقی یا تغذیه آب زیرزمینی
۲۴	۷-۲-۲ رواناب و جریان سطحی
۲۴	۸-۲-۲ جریان زیرسطحی
۲۵	۹-۲-۲ جریان آب زیرزمینی
۲۶	۳-۲ پراکندگی و انتشار اکوسیستم‌های آبی
۲۶	۴-۲ موجودیت آب در کره زمین
۲۸	۵-۲ ساختمان و خواص فیزیکی و شیمیایی مولکول آب
۲۹	۱-۵-۲ ساختمان مولکول آب
۳۲	۲-۵-۲ جرم حجمی
۳۴	۳-۵-۲ نیروهای چسبندگی و پیوستگی آب
۳۵	۴-۵-۲ لزوجت
۳۶	۵-۵-۲ ویژگی‌های گرمایی آب
۳۶	۶-۵-۲ گرمای ویژه آب
۳۸	۷-۵-۲ گرمای نهان تبخیر
۳۸	۸-۵-۲ گرمای نهان ذوب
۳۸	۶-۲ تبخیر سطحی
۳۹	خلاصه فصل دوم
۴۰	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل دوم
۴۱	خودآزمایی تشریحی فصل دوم
۴۳	فصل سوم. مورفولوژی و تشکیل دریاچه و رودخانه
۴۳	هدف کلی
۴۳	هدف‌های یادگیری

۴۴	۱-۳ آب‌های داخلی
۴۴	۱-۱-۳ دریاچه‌ها
۴۶	۲-۱-۳ رودخانه‌ها
۴۷	۲-۳ منشأ دریاچه‌ها از نظر ژئومورفولوژی
۴۸	۱-۲-۳ دریاچه‌های تکتونیک
۴۹	۲-۲-۳ دریاچه‌های آتشفشانی
۴۹	۳-۲-۳ دریاچه‌های یخچالی
۵۱	۴-۲-۳ دریاچه‌های ناشی از انحلال پوسته زمین یا کارستیکی
۵۱	۵-۲-۳ دریاچه‌های ناشی از رودخانه‌ها
۵۲	۶-۲-۳ دریاچه‌های مصنوعی یا حاصل از فعالیت‌های انسانی
۵۳	۳-۳ فاکتورهای فیزیکی در منابع آبی
۵۳	۱-۳-۳ نور در منابع آبی
۵۵	۲-۳-۳ کدورت
۵۶	۳-۳-۳ رنگ و مقیاس‌های رنگ
۵۷	۴-۳-۳ رنگ و کدورت آب در رودخانه‌ها
۵۸	۵-۳-۳ حرارت در منابع آبی
۵۸	۶-۳-۳ توزیع گرما-الگوهای زمانی و مکانی در دریاچه‌ها
۵۹	۴-۳ سکون و گردش
۶۳	۱-۴-۳ تقسیم‌بندی دریاچه‌ها از نظر نوع گردش در فصول مختلف سال
۶۵	۲-۴-۳ تعاریف الگوهای گردش آب در دریاچه‌ها
۶۷	۳-۴-۳ ویژگی‌های حرارتی رودخانه‌ها
۷۱	۴-۴-۳ حرکات و جابه‌جایی در منابع آبی
۷۱	۵-۳ جریان مارپیچی آب
۷۳	۱-۵-۳ آثار مثبت جریان مارپیچی آب
۷۴	۶-۳ منشأ آب دریاچه‌ها
۷۵	۷-۳ منشأ آب رودخانه
۷۶	۱-۷-۳ شاخص‌های مهم در دریاچه‌ها
۷۹	۲-۷-۳ شاخص‌های مهم رودخانه‌ها
۸۰	۸-۳ آبیگرها و برکه‌ها
۸۰	۹-۳ تالاب‌ها
۸۲	۱-۸-۳ اهمیت و نقش تالاب‌ها
۸۲	۱۰-۳ چشمه‌ها
۸۳	۱-۱۰-۳ انواع چشمه‌ها
۸۴	۱-۱۰-۳ چشمه‌های آب معدنی
۸۴	۲-۱۰-۳ چشمه‌های گازدار
۸۵	۳-۱۰-۳ چشمه‌های آب گرم

۸۵	 ۳-۱۰-۲ انواع چشمه‌ها از نظر جریان آب
۸۶	 خلاصه فصل سوم
۸۷	 خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل سوم
۸۸	 خودآزمایی تشریحی فصل سوم
۸۹	 فصل چهارم. خصوصیات شیمیایی آب‌های داخلی
۸۹	 هدف کلی
۸۹	 هدف‌های یادگیری
۹۰	 ۴-۱ ویژگی‌های شیمیایی آب‌های داخلی
۹۱	 ۴-۱-۱ طبقه‌بندی آب‌ها براساس ویژگی‌های شیمیایی
۹۳	 ۴-۲ گازها و مواد معدنی محلول در آب
۹۵	 ۴-۲-۱ اکسیژن در منابع آبی
۹۶	 ۴-۲-۱-۱ منابع گاز اکسیژن در آب
۹۹	 ۴-۲-۲ دفعات و زمان اندازه‌گیری اکسیژن در استخرهای پرورشی
۱۰۰	 ۴-۲-۳ وضعیت اکسیژنی در آب‌های جاری
۱۰۲	 ۴-۲-۲-۱ کربن و ترکیبات آن در منابع آبی
۱۰۲	 ۴-۲-۲-۱-۱ منابع ورود گازکربنیک به آب
۱۰۳	 ۴-۲-۲-۲ مقایسه میزان CO_2 در آب، خاک و هوا
۱۰۳	 ۴-۲-۲-۳ منحنی چرخه تغییرات روزانه O_2 و CO_2 در استخرها
۱۰۳	 ۴-۲-۲-۴ ترکیبات معدنی کربن در آب‌ها
۱۰۵	 ۴-۲-۲-۵ خاصیت بافری و فتوستنز در منابع آبی
۱۰۸	 ۴-۲-۲-۶ پروفیل یا منحنی عمودی ترکیبات CO_2 در دریاچه‌ها
۱۰۹	 ۴-۲-۲-۷ وضعیت منابع کربن در آب‌های جاری
۱۱۰	 ۴-۲-۳ گازهای دیگر در منابع آبی
۱۱۰	 ۴-۲-۳-۱ متان
۱۱۰	 ۴-۲-۳-۲ گاز سولفید هیدروژن
۱۱۱	 ۴-۳ سختی کل
۱۱۳	 ۴-۴ قلیابیت
۱۱۳	 ۴-۵ مواد جامد محلول در آب
۱۱۴	 ۴-۵-۱ نیتروژن و چرخه آن
۱۱۵	 ۴-۵-۱-۱ نیتروژن در لایه‌های مختلف دریاچه‌ها
۱۱۸	 ۴-۵-۲ وضعیت نیتروژن در آب‌های جاری
۱۱۸	 ۴-۵-۲-۱ چرخه فسفر
۱۱۹	 ۴-۵-۲-۲ منشأ فسفر دریاچه‌ها
۱۲۲	 ۴-۵-۳ چرخه آهن و منگنز
۱۲۳	 ۴-۵-۴ چرخه سیلیسیم

۱۲۵	۴-۵-۵ منیزیم
۱۲۵	۴-۵-۶ پتاسیم و سدیم
۱۲۶	۴-۵-۷ مس و روی
۱۲۷	۴-۵-۸ مولیبدن و کبالت
۱۲۷	خلاصه فصل چهارم
۱۲۸	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل چهارم
۱۲۹	خودآزمایی تشریحی فصل چهارم
۱۳۱	فصل پنجم. خصوصیات زیستی آب‌های داخلی
۱۳۱	هدف کلی
۱۳۱	هدف‌های یادگیری
۱۳۲	۵-۱ منطقه‌بندی زیستی و مجامع موجودات زنده دریاچه‌ها
۱۳۲	۵-۱-۱ ناحیه آزاد آب‌های ساکن یا منطقه پلاژیک یا پلاژیال
۱۳۲	۵-۱-۲ ناحیه بستر آب‌ها یا منطقه بتیک یا بتال
۱۳۴	۵-۲ رده‌بندی اکولوژیک موجودات آبی
۱۳۶	۵-۲-۱ منطقه ساحلی یا پلاژیک
۱۳۶	۵-۲-۲ منطقه لیمنتیک
۱۳۶	۵-۲-۳ منطقه پروفوندال (عمیق)
۱۳۶	۵-۳ فلوربوم‌های آبی
۱۳۷	۵-۴ پلانکتون در دریاچه‌ها
۱۳۸	۵-۵ پلانکتون در آب‌های جاری
۱۳۹	۵-۶ ناپلانکتون‌ها
۱۳۹	۵-۷ موجودات زنده آب‌های شیرین
۱۴۰	۵-۷-۱ ویروس‌ها
۱۴۱	۵-۷-۲ پروکاریوت‌ها
۱۴۲	۵-۷-۳ یوکاریوت‌ها
۱۴۲	۵-۷-۳-۱ قارچ‌ها
۱۴۳	۵-۷-۳-۲ پروتوزوآها
۱۴۴	۵-۷-۳-۳ آمیب‌ها
۱۴۴	۵-۷-۳-۴ مژک‌داران
۱۴۴	۵-۷-۳-۵ تاژک‌داران
۱۴۵	۵-۷-۳-۶ تولیدکنندگان اولیه
۱۴۵	۵-۷-۳-۷ ماکروفیت‌ها
۱۴۷	۵-۷-۳-۸ فیتوپلانکتون‌ها
۱۴۸	۵-۷-۹ جلبک‌های سبز-آبی (سیانوباکتری‌ها یا سیانوپروکاریوت‌ها)
۱۴۹	۵-۷-۳-۱۰ جلبک‌های سبز

۱۴۹	جلبک‌های طلایی یا کریزوفیت‌ها
۱۴۹	دیاتومه‌ها
۱۵۰	اوگلنوئیدها
۱۵۰	جلبک‌های پوششی
۱۵۱	جانوران پرسلولی با سلول‌های تمایز یافته
۱۵۱	اسفنج‌ها
۱۵۲	مرجان‌ها
۱۵۳	کرم‌های پهن
۱۵۴	کرم‌های حلقوی
۱۵۴	کم‌تاران
۱۵۵	زالوها
۱۵۶	حلزون‌ها
۱۵۷	ماسل‌ها
۱۵۸	روتیفرها
۱۶۱	سخت‌پوستان
۱۶۳	کلادوسراها
۱۶۴	پاروپایان
۱۶۷	فرار ساحلی
۱۶۷	مایسیدها
۱۶۸	جورپایان
۱۶۸	ناجورپایان
۱۶۹	خرچنگ‌های دراز آب شیرین
۱۶۹	حشرات
۱۷۱	یک‌روزه‌ها
۱۷۲	سنجاقک‌ها
۱۷۳	بزرگ‌بالان
۱۷۳	موی‌بالان
۱۷۴	نیم‌بالان
۱۷۵	قاب‌بالان
۱۷۶	دوبالان
۱۷۶	مهره‌داران آبری
۱۷۸	خلاصه فصل پنجم
۱۷۹	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل پنجم
۱۸۰	خودآزمایی تشریحی فصل پنجم
۱۸۱	فصل ششم. آلودگی آب‌های داخلی و زیستگاه‌های ساحلی
۱۸۱	هدف کلی

۱۸۱	هدف‌های یادگیری.....
۱۸۱	۱-۶ آلودگی آب‌ها و تاریخچه آن.....
۱۸۵	۲-۶ بارش اسیدی.....
۱۸۶	۳-۶ انواع آلاینده‌های اصلی.....
۱۸۷	۱-۳-۶ مواد نفتی.....
۱۸۷	۲-۳-۶ آفت‌کش و علف‌کش.....
۱۸۸	۳-۳-۶ فلزهای سنگین.....
۱۸۹	۴-۳-۶ زباله‌های خطرناک.....
۱۸۹	۵-۳-۶ مواد آلی زائد.....
۱۹۰	۶-۳-۶ رسوب‌ها.....
۱۹۰	۷-۳-۶ میکروارگانیزم‌های مضر.....
۱۹۰	۸-۳-۶ آلودگی گرمایی.....
۱۹۱	۴-۶ منابع آلودگی آب.....
۱۹۳	۵-۶ راه‌های کنترل.....
۱۹۵	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل ششم.....
۱۹۶	خودآزمایی تشریحی فصل ششم.....
۱۹۷	پاسخنامه خودآزمایی‌های چهارگزینه‌ای.....
۱۹۹	منابع.....

پیشگفتار

اکوسیستم‌های آبی سطح کره زمین، از مهم‌ترین اکوسیستم‌ها هستند و به واسطه چرخه بیوشیمیایی آب، بر سایر اکوسیستم‌ها تأثیر مستقیم دارند، زیرا آب، منشأ حیات زیست‌بوم‌هاست. اکوسیستم‌های آبی، بیش از ۷۱ درصد سطح زمین را پوشش می‌دهند که به مجموع این اکوسیستم‌ها در سطح کره زمین، هیدروسفر می‌گویند. حدود ۹۶/۵۴ درصد از حجم هیدروسفر، در اقیانوس‌ها و باقیمانده آن در سطح قاره‌ها، جزایر و مناطق قطبی پراکنده شده‌اند. به آب‌های پراکنده شده در سطح قاره‌ها آب‌های داخلی می‌گویند که حدود ۶۸/۶ درصد از آن‌ها به صورت برف و یخچال‌های طبیعی‌اند.

به علم مطالعات بوم‌شناختی آب‌های داخلی، علم لیمنولوژی می‌گویند که به مطالعه روابط متقابل بین عوامل زیستی و غیرزیستی در اکوسیستم آب‌های داخلی می‌پردازد. با توجه به اهمیت و مصرف آب‌های داخلی در کشاورزی، آبی‌پروری، صنایع و مصرف آشامیدنی، مطالعات این آب‌ها از نظر بوم‌شناختی، لازم و ضروری به نظر می‌رسد؛ بنابراین علم لیمنولوژی نقش به‌سزایی در شناخت و معرفی وضعیت این اکوسیستم‌ها دارد. به دلیل اهمیت این علم، در سال‌های اخیر، درسی به نام لیمنولوژی برای رشته‌های مختلف گروه کشاورزی و منابع طبیعی از جمله شیلات، محیط‌زیست و همچنین رشته‌هایی مانند زیست‌شناسی در دانشگاه‌های مختلف جهان و ایران تعریف شده است. این کتاب، بخش اندکی از علم لیمنولوژی است که به مباحث مختلف بوم‌شناختی آب‌های داخلی از نظر زیستی و غیرزیستی، در شش فصل پرداخته و در پایان هر فصل، خلاصه‌ای از مطالب فصل و تعدادی سؤال مطالعاتی و تحلیلی ارائه شده است تا به یادگیری هدفمند مخاطبان، به خصوص دانشجویان کمک کند.

بیشتر مطالب این کتاب، براساس معرفی و تاریخچه علم لیمنولوژی، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب‌ها با تأکید بر ویژگی‌های آب‌های داخلی، نحوه تشکیل دریاچه‌ها و رودخانه‌ها و ریخت‌شناسی آن‌ها، عوامل زیستی اعم از جانوران و گیاهان و روابط بین آن‌ها در آب‌های داخلی و همچنین عوامل آلاینده در اکوسیستم‌های آب‌های داخلی، تنظیم شده‌است.

کتاب‌های مختلفی در زمینه بوم‌شناختی، لیمنولوژی و موضوعاتی مشابه، به‌وسیله اساتید و پیشکسوتان گران‌قدر و پژوهشگران گرامی منتشر شده‌است. در این کتاب، سعی شده‌است از تجربیات و نوشته‌های محققان داخلی و خارجی و همچنین تجربیات میدانی و پژوهشی نویسندگان، استفاده شود، بنابراین امیداست که در راستا و همگام با انتشارات گذشته و نیازهای حال و آینده، بتواند مطالب مفید، جدید و مورد تأیید تمامی مخاطبان ارائه‌کند. امیداست که همه اساتید، دانشجویان، محققان و پژوهشگرانی که از مطالب این کتاب استفاده می‌کنند، آن را مفید ارزیابی کنند.

این کتاب، با همکاری نبات نقشبندی عضو هیئت علمی دانشگاه پیام نور و مجید عسکری حصنی عضو هیئت علمی گروه زیست‌شناسی دانشگاه شهید باهنر کرمان، تهیه شده‌است. نویسندگان، ضمن تشکر از کمک و راهنمایی همه همکاران، اساتید و محققانی که در تهیه این کتاب، یاری رسانده‌اند، آماده پذیرش هرگونه انتقاد و پیشنهادی به‌منظور رفع نواقص و افزایش کیفیت آن هستند. امید آن‌است که این کتاب در ارائه دانش و بینش صحیح علم لیمنولوژی به محققان، مخاطبان و دانشجویان گرامی موفق باشد.

نبات نقشبندی،

عضو هیئت علمی گروه زیست‌شناسی

دانشگاه پیام نور

مجید عسکری حصنی

عضو هیئت علمی گروه زیست‌شناسی

دانشگاه شهید باهنر کرمان

مقدمه

کتاب لیمنولوژی در شش فصل برای شما دانشجویان، تدوین شده است. فصول مورد بررسی به ترتیب شامل کلیات و تعاریف لیمنولوژی، هیدرولوژی و خصوصیات فیزیکی آب‌های داخلی، مورفولوژی و تشکیل دریاچه و رودخانه، خصوصیات شیمیایی آب‌های داخلی، خصوصیات زیستی آب‌های داخلی و آلودگی آب‌های داخلی و زیستگاه‌های ساحلی است. در هر یک از این فصل‌ها شرح جامعی راجع به هر یک از مباحث متعلق به آن فصل، ارائه شده است.

برای سادگی و روانی مطالعه این کتاب، ابتدا در ابتدای هر فصل، به مباحث مورد مطالعه در کل فصل، اشاره‌ای کوتاه شده است. سپس هدف کلی از مطالعه هر فصل، ارائه شده است که دانشجو را با آنچه در این مطالعه، مورد نظر است، به طور کامل آشنایی کند. هدف‌های یادگیری که در هر فصل این کتاب، بعد از هدف کلی آمده، به گونه‌ای تهیه و تدوین شده است که میزان انتظار مؤلفان آن را نسبت به یادگیری مطالب مورد مطالعه، مشخص می‌کند تا در صورت لزوم، نسبت به رفع مشکلات و نواقص احتمالی آن اقدام کنید. در پایان هر فصل نیز سؤالات مربوط به آن فصل برای ارزیابی میزان آموخته‌های شما ارائه شده است. بعضی از سؤال‌های موجود در فصل‌ها به صورت چهارگزینه‌ای است که برای دریافت پاسخ صحیح آن‌ها می‌توانید به آخر کتاب مراجعه و جواب صحیح سؤالات را پیدا کنید. به این ترتیب شما می‌توانید از آموخته‌های خود، اطمینان حاصل کنید.

موفق و پیروز باشید

فصل اول

کلیات و تعاریف لیمنولوژی

هدف کلی

برای درک مطالب مربوط به دانش لیمنولوژی ابتدا باید تاریخچه و زیربنای علمی آن بررسی شود. در این فصل، پس از ارائه تعریف لیمنولوژی، تاریخچه و چگونگی شکل گیری آن به عنوان دانشی مستقل، به گونه ای که امروزه مورد قبول است، بیان می شود. سپس در ادامه، تعریف آب های راکد و آب های جاری، از مسائل دیگری است که در این فصل، مورد بررسی قرار می گیرند.

هدف های یادگیری

دانشجو پس از مطالعه این فصل باید بتواند:

۱. دانش لیمنولوژی را تعریف کند و وجوه مختلف این دانش را توضیح دهد.
۲. آب های داخلی را تعریف کند.
۳. تقسیم بندی آب های داخلی و آب های سطحی را شرح دهد.
۴. آب های زیرزمینی و آب های فسیل را مقایسه کند.
۵. انواع آب های ساکن از جمله دریاچه، استخر، تالاب و... را با ویژگی های مربوط به آنها تعریف کند.
۶. خصوصیات آب های جاری مانند رودخانه، نهر و... را بیان کند.
۷. تاریخچه علم لیمنولوژی را توضیح دهد.

۱-۱ تعریف و جایگاه علم لیمنولوژی

لیمنولوژی^۱ درواقع علم مطالعه تالابها و آبهای داخلی است. اصطلاح لیمنولوژی از کلمه یونانی لیمن^۲ به معنی آبگیر، تالاب، باتلاق یا دریاچه^۳ گرفته شده است. این دانش در پژوهشهای انجام شده روی دریاچهها شکل گرفت. با گذشت زمان، لیمنولوژی به دانش آبهای داخلی و همه عواملی که بر حیات و جمعیتهای آبهای داخلی مؤثرند، تبدیل شد. امروزه این دانش، دربرگیرنده مطالعه آبهای جاری یا زیستگاههای لوتیک^۴ و آبهای ساکن یا زیستگاههای لتیک^۵ است.

فورل^۶ دانشمند سوئیسی، نخستین فردی بود که کلمه لیمنولوژی را ارائه کرد و مطالعاتی را روی دریاچههای کشور سوئیس انجام داد. او برای نامگذاری مجموعه مطالعات خود روی دریاچهها اصطلاح لیمنولوژی را به کاربرد. به همین دلیل در ترجمه فارسی این کلمه، اصطلاح لیمنولوژی را به عنوان علم دریاچه شناسی معرفی کردند که این ترجمه، صحیح نیست. مطالعات فورل روی دریاچهها به عنوان لیمنولوژی پایه به شمار می رود. در تعریفی جامع تر و در سطح وسیع تر، لیمنولوژی «مطالعه مجموعه آبهای واقع در بخش خشکیهای کره زمین را شامل می شود که در اصطلاح به آنها آبهای داخلی^۷ گویند» (Wetzel, 2001).

هرگونه آبی با هر ماهیتی، یعنی ساکن یا جاری، شور یا شیرین یا لب شور، سطحی یا زیرزمینی و به طور کلی با هر شکلی، اگر در بخش خشکیهای کره زمین واقع یا به عبارت بهتر به واسطه خشکیها محصور شده باشد، در قالب علم لیمنولوژی می گنجد. برای مثال آبهای دریاچهها، برکهها، رودخانهها و نهرها، آب پشت سدها^۸، آبهای مناطق مصبی^۹ و مناطق تالابی^{۱۰} مثل تالاب انزلی در محدوده مطالعات لیمنولوژیک قرار دارند. نقطه مقابل علم لیمنولوژی، علم اقیانوس شناسی^{۱۱} است که آبهای باز دریایی یا اقیانوسی را مورد بررسی قرار داده و درواقع، مطالعات اکوسیستمهای

1. Limnology

2. Limne

3. Pool, Marsh or Lake

4. Lotic

5. Lentic

6. Forel

7. Inland Waters

8. Reservoirs

9. Estuaries

10. Wetlands

11. Oceanography

دریایی است. مجموعه علم لیمنولوژی و اقیانوس‌شناسی، تمام اکوسیستم‌های آبی کره زمین را مورد مطالعه قرار می‌دهند. پس در قالب مطالعات لیمنولوژی، زیستگاه‌های کوچکی مانند غارها، چشمه‌ها و مناطق آبی یا آب‌های بازمانده قدیمی نیز در محدوده این دانش قرار دارند.

هریک از اکوسیستم‌های آب‌های شیرین یا شور، از نظر تبادل مواد و انرژی، دارای ساختار مشخصی‌اند. بنابراین لیمنولوژی و اقیانوس‌شناسی، زیرمجموعه‌هایی از دانش هیدرولوژی‌اند که هرکدام در زمینه‌های عملی و تئوری، توسعه پیدا کرده و توانسته‌اند به‌عنوان علمی مستقل، به‌تنهایی مطرح شوند و پیشرفت قابل توجهی داشته‌باشند.

بستر مطالعات لیمنولوژی عبارت‌اند از: آب‌های ساکن^۱ مثل دریاچه‌ها، آب‌های جاری^۲ مانند رودخانه‌ها و آب‌های زیرزمینی^۳ که همه آن‌ها به‌نوعی دیگر در علم هیدرولوژی نیز بررسی می‌شوند. بنابراین لیمنولوژی عبارت‌است از مطالعه ساختاری، عملکردی و باروری ارگانیسم‌های آب‌های داخلی، در حالی که آن‌ها تحت تأثیر شرایط فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک محیط نیز قرار دارند، بنابراین شناخت لیمنولوژیک، با بررسی تفاوت‌های موجود در خواص فیزیکی و حیاتی بین اکوسیستم‌های دریاچه‌ای و رودخانه‌ای به‌دست می‌آید.

از طرفی لیمنولوژی را اقیانوس‌شناسی آب‌های داخلی تعریف کرده‌اند. مفاهیمی همچون اکولوژی آب‌ها یا هیدروبیولوژی نیز، جزئی از تعاریف لیمنولوژی‌است، اما یک عبارت یا جمله‌ای ساده، به‌سختی می‌تواند لیمنولوژی مدرن را انعکاس دهد. لیمنولوژی، مواد و تشکیلات خود را مدیون کار مشترک بسیاری از دانش‌های مختلف‌است. تمام تعاریف و علایق و سلیقه‌های محققان گذشته در ارائه این تعاریف، امروزه در چهارچوب تعریف جد لیمنولوژی قرار می‌گیرند.

حوزه دانش لیمنولوژی، شامل مطالعه بزرگ‌ترین دریا‌های آب‌های داخلی مانند دریاچه خزر تا کوچک‌ترین برکه‌ها یا لاگون‌های ساحلی نمک و شورترین دریاچه‌های دنیامی‌شود. همچنین آب‌های جاری موقتی یا فصلی و دریاچه‌هایی که میلیون‌ها سال، پابرجا بوده‌اند در حوزه مطالعات لیمنولوژی قرار می‌گیرند، بنابراین محدود کردن لیمنولوژی به آب‌های شیرین یا زیستگاه‌های آب شیرین اشتباه‌است، زیرا در نواحی

1. Standing Water

2. Running or Flowing Waters

3. Ground Waters

خشک، آبگیرها یا دریاچه‌هایی یافت می‌شوند که بسیار شورند، مانند دریاچه ارومیه، یا چشمه‌های آب گرم، یا مناطقی که حاوی آب سرشار از مواد شیمیایی خاص‌اند، مانند چشمه‌های آب گرم گنؤ در بندرعباس. همه این پیکره‌های آبی و موجودات زنده آن‌ها در حوزه مطالعه دانش لیمنولوژی قرار می‌گیرند.

مطالعه لیمنولوژی در مفهومی گسترده، مطالعه اکولوژی آبزیان آب‌های داخلی است. لیمنولوژی زیست‌شناختی، اغلب با تأثیر متقابل آبزیان و فیزیک و شیمی محیط زیست آن‌ها سروکار دارد. به دلیل وجود محدوده‌های زیست محیطی بسیار ظریف در محیط آبزیان و روش‌های تکامل یافته در سنجش‌ها، اغلب لیمنولوژیست قادرست عوامل زیست محیطی را دقیق‌تر به کمیت درآورد.

از نظر تاریخی، شکل‌گیری مفهوم اکوسیستم، ارتباط مهمی با شکل‌گیری مفاهیم لیمنولوژیک داشت. به‌ویژه مفاهیم لیمنولوژیک وقتی اهمیت پیدامی‌کنند که ارتباط بین عوامل غیرزنده و عوامل زنده را در محیط‌های آبی بررسی شوند. مباحث و مثال‌های خوبی در زمینه‌های گونه‌زایی، بیوزئوژئوگرافی، تأثیر متقابل رقابت‌های بین‌گونه‌ای و درون‌گونه‌ای و توالی جوامع گیاهی و جانوری در محیط‌های آبی، در عرصه دانش لیمنولوژی ارائه شده‌اند. همچنین در آثار جدید لیمنولوژی، نتایج تحقیقات وسیع درباره اکولوژی رفتار و پژوهش‌های پیچیده فیزیولوژیک انتشار می‌یابند.

مفهوم تولیدات بیولوژیک، همچنین تحقیق درباره عواملی که سبب می‌شوند یک دریاچه نسبت به دریاچه مجاور یا سایر محیط‌های دیگر، بارورتر باشد، یکی از عرصه‌های اصلی حوزه دانش لیمنولوژی است. اساس تولیدات بیولوژیک، فتوسنتز یا تولیدات اولیه است. فیزیولوژیست‌های گیاهی که به سازوکارهای فتوسنتز، علاقه‌مندند یا فیکولوژیست‌هایی^۱ که با رشد و تغذیه جلبک‌ها سروکار دارند، همگی سهم مهمی را در تکمیل دانش آب‌های داخلی به خود اختصاص داده‌اند.

لیمنولوژی از نظر مطالعاتی، به دو بخش تقسیم می‌شود:

- **لیمنولوژی تئوری.** در این مطالعات، تحقیق خاصی در خصوص عناصر تشکیل‌دهنده سیستم آب‌های طبیعی صورت می‌گیرد. این مطالعات و تحقیقات، می‌تواند در ارزیابی اکوسیستم از نظر عملی کمک فراوانی کند. برای مثال نحوه زندگی و مهاجرت یک توده پلانکتونی در دریاچه.

- **لیمنولوژی عملی.** در این بخش، پاسخگویی به مسائل مدیریت منابع آبی، حمایت از محیط‌زیست، آلودگی آب‌های طبیعی، تصفیه فاضلاب‌ها، حفظ کیفیت منابع آبی، بهبود آب‌های آلوده و تلاش برای افزایش میزان تولیدات جانوری در منابع آبی (برای مثال دریاچه‌های طبیعی یا مصنوعی و استخرهای پرورش ماهی) که در نهایت به تأمین پروتئین انسانی منجر می‌شوند، مدیریت پروژه‌های پرورش مزارک جلبک‌ها، مطالعات بیولوژیک روی آبزیان با استفاده از روش‌های خاص برای بالابردن تولیدات آب‌های طبیعی یا مصنوعی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. لیمنولوژی کاربردی، هدف کاربردی، مدیریتی و در نهایت اقتصادی را دنبال می‌کند.

۱-۲ تاریخچه دانش لیمنولوژی

مطالعه آب‌های شیرین یا لیمنولوژی تا سال ۱۸۶۹ رشته‌ای علمی نبوده است. در آن سال، فورد^۱ فیزیک‌دان سوئدی، مقاله‌ای منتشر کرد که در آن به جانوران کف دریاچه ژنو اشاره شده بود. انتشار این مقاله، شروعی برای مطالعات علمی دریاچه‌هاست. واژه لیمنولوژی، نخستین بار به وسیله فورل به کار رفت. او که پدر علم لیمنولوژی خوانده می‌شود تحقیقات وسیعی را در دریاچه‌های سوئیس انجام داد. مجموعه مطالعات او در قالب‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک بوده است. او نخستین مفاهیم شکل‌گیری دریاچه‌ها را مطرح کرد. در نتیجه کارهای او پیشرفت‌های وسیعی در مطالعات لیمنولوژی انجام گرفته است و در اروپا و آمریکا منجر به ساخت و تجهیز انواع سیستم‌ها و ایستگاه‌های تحقیقاتی شد. فورل، در سال ۱۹۰۱ طبقه‌بندی دریاچه‌ها را براساس ویژگی حرارتی انجام داد. پس‌از آن، بریج^۲ جانورشناس و لیمنولوژیست دانشگاه ویسکانسین، مطالعات فورل را تکمیل کرد. بریج، مطالعات خود را در زمینه گیاهان و جانوران پلانکتونی دریاچه مونتانا در ایالت ویسکانسین انجام داد. مطالعات بریج، حدود هفت سال طول کشید و به ارائه رابطه بین خواص فیزیکی، شیمیایی و پلانکتون‌های موجود در دریاچه‌ها منجر شد. مطالعات او همچنین باعث شناخت نفوذ نور، خواص حرارتی و جریان‌ها در دریاچه‌ها شد. در سال ۱۹۰۸ جودی چنسی جانورشناس دانشگاه ویسکانسین، به بریج ملحق شد و در سال ۱۹۰۹، مقاله مشترکی در مورد نفوذ نور،

1. F.A.Ford

2.Brige