



لیمنولوژی

(رشته مهندسی شیلات)

www.ketab.ir

دکتر مجید عسکری حسنی

عضو هیأت علمی دانشگاه شهید باهنر کرمان

دکتر نبات نقشبندی

عضو هیأت علمی دانشگاه پیام نور

سرشناسه	: نقشبندی، نبات، ۱۳۵۸ -
عنوان و نام پدید آور	: لیمنولوژی/ مولف نبات نقشبندی، مجید عسکری حصنی.
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه پیامنور، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهری	: پانزده، ۲۰۰ ص.: مصور، جدول.
فروست	: دانشگاه پیام نور؛ ۲۴۶۵. گروه منابع طبیعی و محیط زیست؛ ۱/۱
شابک	: 978 - 964 - 14 - 0512 - 2
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: کتابنامه.
موضوع	: لیمنولوژی - آموزش برنامه‌ای
موضوع	: Limnology -- Programmed instruction
موضوع	: آبشناسی - آموزش برنامه‌ای
موضوع	: Hydrology-- Programmed instruction
شماره افزوده	: عسکری حصنی، مجید، ۱۳۵۹ -
شناسه افزوده	: دانشگاه پیام نور
شناسه افزوده	: Payam Noor University
رده بندی کتبی	: QH۹۶/ن۷ل۹ ۱۳۹۷
رده بندی دیویی	: ۵۵۱/۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۵۰۰۲۰۴



لیمنولوژی

مؤلفان: دکتر نبات نقشبندی - دکتر مجید عسکری حصنی

ویراستار علمی: دکتر لیلا غیرتی آرائی

تهیه و تولید: دفتر تدوین و تولید کتب و سحتوان آملی

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: مرکز چاپ و توزیع دانشگاه پیام نور

شمارگان: ۱۰۰ نسخه

نوبت و تاریخ چاپ: چاپ اول بهمن ۱۳۹۷

شابک: ۲- ۵۱۲- ۱۴- ۹۶۴- ۹۷۸

ISBN: 978 - 964 - 14 - 0512 - 2

فروش این کتاب فقط از طریق نمایندگی‌های دانشگاه پیام نور مجاز می باشد و فروش

آن در سایر مراکز فروش کتاب موجب تعقیب قانونی فروشنده خواهد گردید.

(کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر محفوظ و متعلق به دانشگاه پیام نور است. تولید، کپی یا خلاصه‌برداری، نشر و ترجمه، چاپ، افست، توزیع، گسترده، تهیه CD و ... این اثر یا بخشی از آن متن، طرح پشت و روی جلد و ... بدون اخذ مجوز کتبی از معاونت فناوری و پژوهش دانشگاه خلاف مقررات و تعرض به حقوق مادی و معنوی دانشگاه است. متخلفین وفق قانون حمایت از مؤلفان و مصنفان و هنرمندان دارای مسئولیت حقوقی و کیفری بوده و تحت پیگرد قرار می گیرند.)

قیمت: ۱۲۵۰۰۰ ریال

آدرس فروشگاه مرکزی چاپ و انتشارات دانشگاه پیامنور: تهران، خیابان شهید رجایی،

نرسیده به تقاطع آزادگان، جنب ورزشگاه یادآوران، تلفن: ۵۵۵۰۲۱۰۴ - ۵۵۰۰۹۸۳۸

سایت فروش اینترنتی: <http://digibook.pnu.ac.ir>

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 زنوهیدرولوژی
۱۹	۵-۱-۲ پوتامولوژی
۱۹	۶-۱-۲ اقیانوس‌سنجی
۲۰	۲-۲ چرخه هیدرولوژی
۲۱	۱-۲-۲ بارندگی
۲۱	۲-۲ تبخیر
۲۲	۲-۲ ترشحات
۲۲	۲-۲ تبخیر-تعرق
۲۲	۵-۲-۲ نفوذ
۲۳	۶-۲-۲ نفوذ عمیق و تغذیه آب زیرزمینی
۲۴	۷-۲-۲ رواناب و جریان سطحی
۲۴	۸-۲-۲ جریان زیرسطحی
۲۵	۹-۲-۲ جریان آب زیرزمین
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 نوع دریاچه‌ها
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 آبگیرها 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	۴-۲-۱ گرافیت، مواد معدنی محلول در آب
۹۵	۴-۲-۲ اکسیژن در منابع آبی
۹۶	۴-۲-۳ منابع گاز اکسیژن در آب
۹۹	۴-۲-۴ ذرات و گازها: اندازه‌گیری اکسیژن در استخرهای پرورشی
۱۰۰	۴-۲-۵ وضعیت اکسیژن در آب‌های جاری
۱۰۲	۴-۲-۶ کربن و ترکیبات آن در منابع آبی
۱۰۲	۴-۲-۷ منابع و روش‌های اندازه‌گیری کربن در آب
۱۰۳	۴-۲-۸ مقایسه میزان CO_2 در آب، خاک و هوا
۱۰۳	۴-۲-۹ منحنی چرخه تغییرات روزانه CO_2 در استخرها
۱۰۳	۴-۲-۱۰ ترکیبات معدنی کربن در آب‌ها
۱۰۵	۴-۲-۱۱ خاصیت بافری و فتوستیز در منابع آبی
۱۰۸	۴-۲-۱۲ پروفیل یا منحنی عمودی ترکیبات CO_2 در دریاچه‌ها
۱۰۹	۴-۲-۱۳ وضعیت منابع کربن در آب‌های جاری
۱۱۰	۴-۲-۱۴ گازهای دیگر در منابع آبی
۱۱۰	۴-۲-۱۵ متان
۱۱۰	۴-۲-۱۶ 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	۴-۵-۱-۲ وضعیت نیتروژن در آب‌های جاری
۱۱۸	۴-۵-۲ چرخه فسفر
۱۱۹	۴-۵-۲-۱ 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. توصیفات زیستی آب‌های داخلی
۱۳۱	 هدف کلی
۱۳۱	 هدف‌های با سیری
۱۳۲	 ۵-۱ منطقه‌بندی زیست و منابع موجودات زنده دریاچه‌ها
۱۳۲	 ۵-۱-۱ ناحیه آزاد آب، ای ساکن یا منطقه پلاژیک یا پلاژیال
۱۳۲	 ۵-۱-۲ ناحیه بستر آب یا منطقه بنتیک یا بنتال
۱۳۴	 ۵-۲ رده‌بندی اکولوژیک موجودات آبزی
۱۳۶	 ۵-۲-۱ منطقه ساحلی یا پلاژیک
۱۳۶	 ۵-۲-۲ منطقه لیمتیک
۱۳۶	 ۵-۲-۳ منطقه پروفوندال (عمیق)
۱۳۶	 ۵-۳ فلوریوم‌های آبزی
۱۳۷	 ۵-۴ پلانکتون در دریاچه‌ها
۱۳۸	 ۵-۵ پلانکتون در آب‌های جاری
۱۳۹	 ۵-۶ نانوپلانکتون‌ها
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 فارچ‌ها
۱۴۳	 ۵-۷-۳-۲ پروتوزوآها
۱۴۴	 ۵-۷-۳-۳ آمیب‌ها
۱۴۴	 ۵-۷-۳-۴ مژک‌داران
۱۴۴	 ۵-۷-۳-۵ تازک‌داران
۱۴۵	 ۵-۷-۳-۶ تولیدکنندگان اولیه
۱۴۵	 ۵-۷-۳-۷ ماکروفت‌ها
۱۴۷	 ۵-۷-۳-۸ فیتوپلانکتون‌ها
۱۴۸	 ۵-۷-۳-۹ جلبک‌های سبز - آبی (سیانوباکتری‌ها یا سیانوپروکاریوت‌ها)
۱۴۹	 ۵-۷-۳-۱۰ جلبک‌های سبز

۱۴۹	جلبک‌های طلایی یا کریزوفیت‌ها
۱۴۹	دیاتومه‌ها
۱۵۰	اوگنوتیدها
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	حلزوزها
۱۵۷	ماهی‌ها
۱۵۸	روتیفورها
۱۶۱	حشرات
۱۶۳	کرم‌سران
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 آبی
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 :باله‌های خطرناک.....
۱۸۹	۵-۳-۶ راد آلی زائد.....
۱۹۰	۳-۶ راد ریب‌ها.....
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 آب، 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 آب، 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 پراکنده‌شده در سطح قاره‌ها آب‌های داخلی می‌گویند که حدود ۶۸/۶ درصد از آن‌ها به صورت یخ 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 پژوهشی، 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 شده‌است. 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 شده‌است تا به یادگیری هدفمند مخاطبان، به‌خصوص دانشجویان کمک کند.

بیشتر مطالب این کتاب، براساس معرفی و تاریخچه علم لیمولوژی، 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، لیمولوژی و موضوعاتی مشابه، به‌وسیله اساتید و پیشکسوتان گران‌قدر و پژوهشگران گرامی منتشر شده‌است. در این کتاب، سعی شده است، از تجربیات و نوشته‌های محققان داخلی و خارجی و همچنین تجربیات میدانی پژوهشی نویسندگان، استفاده شود، بنابراین امیداست که در راستا و همگام با انتشارات گذشته و نمای حال و آینده، بتواند مطالب مفید، جدید و مورد تأیید تمامی مخاطبان ارائه‌کند. امید است که همه اساتید، دانشجویان، محققان و پژوهشگرانی که از مطالب این کتاب استفاده می‌کنند، آن را مفید ارزیابی کنند.

این کتاب، با همکاری بنابر نقبندی عضو هیئت علمی دانشگاه پیام نور و مجید عسکری حصنی عضو هیئت علمی گروه زیست‌شناسی دانشگاه شهید باهنر کرمان، تهیه شده‌است. نویسندگان، ضمن تشکر و تمکک و راهنمایی همه همکاران، اساتید و محققانی که در تهیه این کتاب، یاری‌رساند، اند، امداد پذیرش هرگونه انتقاد و پیشنهادی به‌منظور رفع نواقص و افزایش کیفیت آن هستند. امید است که این کتاب در ارائه دانش و بینش صحیح علم لیمولوژی به محققان، معلمان و دانشجویان گرامی موفق باشد.

نبات نقبندی،

عضو هیئت علمی گروه زیست‌شناسی

دانشگاه پیام نور

مجید عسکری حصنی

عضو هیئت علمی گروه زیست‌شناسی

دانشگاه شهید باهنر کرمان