

جلبک‌های آب شیرین

شناسائی و استفاده به عنوان شاخص زیستی

پدیدآورندگان

ادوارد جی. بلینگر

دانشکده علوم محیطی و سیاسی

دانشگاه اروپای مرکزی، مجارستان

دیوید سی. سیجی

انستیتو علوم محیطی، اتمسفری و زمین

دانشگاه منچستر، انگلستان

برگردانندگان

امیدوار زریحان

دانشیار دانشکده منابع طبیعی

دانشگاه صنعتی اصفهان

سجاد کریمی

دانشجوی دکتری دانشکده منابع طبیعی

دانشگاه صنعتی اصفهان

الهام کتیرایی

کارشناس مهندسی شبلات

دانشگاه خلیج فارس (بوشهر)



جلبک‌های آب شیرین شناسائی و استفاده به عنوان شاخص زیستی

پدیدآورندگان:	ادوارد جی. بلینگر - دیوید سی. سیجی
برگرداندگان:	امیدوار فرهادیان - سجاد کریمی - الهام کتیرایی
ویراستار علمی:	عیسی ابراهیمی
ویراستار ادبی:	فخریه شمسی
صفحه آرا:	سمانه نجفی
طراح جلد:	مرضیه خردمند
ناشر:	انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان
لیتوگرافی، چاپ:	چاپخانه دانشگاه صنعتی اصفهان
چاپ اول:	تابستان ۹۸
شمارگان:	۵۰۰ جلد
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۸۲۵۷-۳۴-۹
قیمت:	۳۰۰۰۰۰ ریال

سرشناسه	بلینگر، ادوارد جی. Bellinger, Edward C.
عنوان و نام پدیدآور	جلبک‌های آب شیرین شناسائی و استفاده به عنوان شاخص زیستی / پدیدآورندگان: ادوارد جی. بلینگر، دیوید سی. سیجی؛ گردانندگان: امیدوار فرهادیان، سجاد کریمی، الهام کتیرایی؛ ویراستار علمی: عیسی ابراهیمی؛ ویراستار ادبی: فخریه شمسی.
مشخصات نشر	اصفهان: دانشگاه صنعتی اصفهان، انتشارات، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری	چهارده، ۳۸۴ ص: مصور، جدول، نمودار.
فروست	انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان: ۱۶۹، گروه کشاورزی ۴۹.
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۸۲۵۷-۳۴-۹
وضعیت فهرست‌نویسی	فپا
یادداشت	عنوان اصلی: Freshwater algae: identification, enumeration and use as bioindicators, 2nd edition, c2015.
موضوع	جلبک‌های آب شیرین. Freshwater algae. شاخص‌ها (زیست‌شناسی). Indicators (Biology). پایش زیست‌محیطی. Environmental monitoring.
شناسه افزوده	سیجی، دیوید سی. Sige, David C.
شناسه افزوده	فرهادیان، امیدوار، ۱۳۴۸- مترجم کریمی، سجاد، ۱۳۶۱- مترجم کتیرایی، الهام، ۱۳۶۴- مترجم ابراهیمی، عیسی، ۱۳۴۳- ویراستار شمسی، فخریه، ۱۳۶۱- ویراستار
شناسه افزوده	دانشگاه صنعتی اصفهان، انتشارات
رده‌بندی کنگره	QK5۷۰/۲۵:
رده‌بندی دیویی	۵۷۹/۸۱۷۶:
شماره کتابشناسی ملی	۵۷۳۷۲۳۰:

حق چاپ برای انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان محفوظ است.

اصفهان: دانشگاه صنعتی اصفهان - انتشارات - کدپستی ۸۳۱۱۱-۸۴۱۵۶، تلفن: ۳۳۹۱۲۹۵۲ (۰۳۱) دورنگار: ۳۳۹۱۲۵۵۲ برای خرید اینترنتی کلیه کتاب‌های منتشره انتشارات می‌توانید به وبگاه <http://publication.iut.ac.ir> مراجعه و یا مستقیماً از کتابفروشی انتشارات واقع در کتابخانه مرکزی دانشگاه صنعتی اصفهان (تلفن ۳۳۹۱۳۹۵۲) خریداری فرمائید.

پیشگفتار ویرایش اول

تقریباً هر آب شیرین یا لب‌شور، یک یا تعدادی از گونه‌های جلبکی را دارد. جلبک‌ها میکروسکوپی هستند بنابراین نمی‌توان آنها مانند سایر موجودات آبی درشت‌تر، مانند ماهی و گیاهان، به صورت چشمی دید، اما نقش مهمی را در بوم‌شناسی این محیط‌های آبی بازی می‌کنند. بیشتر اوقات حضور آنها هنگامی که جمعیت‌ها متراکم می‌شوند، باعث ایجاد رنگ و یا کف می‌شود و بیشتر به چشم می‌آیند.

جلبک‌های آب‌شیرین، شامل گروه‌های متنوعی از موجودات هستند. شکل‌های متنوع و زیبای آنها هنگام مشاهده از میکروسکوپ، سالیان پی‌درپی برای زیست‌شناسان جذاب بوده است. جلبک‌ها از نظر اندازه بسیار متنوع‌اند و از کمتر از یک میکرومتر تا چند سانتی‌متر (برای سنگ‌خزه‌ها) معادل با تفاوت اندازه (ده‌هزار) برای گیاهان عالی موجود در یک جنگل بارانی استوایی دیده می‌شوند. ریخت‌شناسی جلبک‌ها بسیار متنوع است و دامنه‌ای از سلول‌های منفرد تا کلونی‌های پیچیده و رشته‌ای دارند. برخی گونه‌ها دارای قابلیت تحرک هستند. واژه جلبک، شامل تعدادی از شاخه‌هاست (مانند سیانوفیت، باسیلاریوفیت و کلروфіت) که موجودات دارای کلروфіل با شکل‌های رشدی و سلول‌شناسی متنوع را دربر دارد. جلبک‌ها تولیدکنندگان اولیه مهم سیستم‌های آب‌های شیرین و دریایی هستند. در بسیاری از دریاچه‌ها رودخانه‌ها، زی‌توده‌ای تولید می‌کنند که اساس زنجیره‌های غذایی را تشکیل می‌دهد. جلبک‌ها اره‌های نئیدی روی اکوسیستم‌های آبی دارند، اما می‌توانند اثرهای نامطلوبی نیز ایجاد کنند. در زمان‌هایی که جلبک‌ها جمعیت زیادی ایجاد کنند، می‌توانند شکوفایی جلبکی تشکیل دهند که با تجزیه و کمبود اکسیژن سبب مرگ‌ومیر ماهی‌ها و مشکلات بوم‌شناختی دیگر می‌شود. برخی جلبک‌ها سم‌هایی تولید می‌کنند که هم برای آبزیان و هم برای موجودات خشکی‌زی کشنده هستند. مهم است که از این اثرات آگاه بوده و بر آب‌های دارای این موجودات بالقوه مضر نظارت کرد. از جلبک‌ها می‌توان برای تشخیص و ارزیابی گسترده اثرهای انسانی و طبیعی در سیستم‌های آبی از لحاظ پاسخ سریع به تغییرات شرایط محیطی استفاده کرد. از میان این قبیل تغییرات می‌توان به غنی‌شدن از مواد مغذی (یوتروفیکاسیون)، آلودگی‌های صنعتی و تغییرات هیدرولوژیکی محیط آب اشاره کرد. برخی جلبک‌ها می‌توانند همانند یک فسیل در نهشته‌های زمین‌شناختی از جمله رسوبات دریاچه‌ها حفظ شوند که تجزیه و تحلیل آنها اطلاعات مناسبی از تغییرات محیطی گذشته به ما ارائه می‌دهد.

این کتاب در زمانی که نگرانی‌های فزاینده‌ای در زمینه اثرهای گسترده فعالیت انسانی روی

محیط زیست زمین وجود دارد، تدوین شده است. نظارت جوامع جلبکی دیدگاه مناسبی از این تغییرات را نشان می‌دهد. ما نیازمند ارزیابی سلامت سیستم‌های آبی مانند دریاچه‌ها و رودخانه‌ها هستیم؛ زیرا آب ماده‌ای حیاتی برای بقای انسان و همچنین سلامت اکوسیستم است. دانش بویایی جمعیت جلبکی، می‌تواند برای گسترش برنامه‌های درازمدت، مدیریتی کارا برای این سیستم‌ها به ما ارائه دهد. این کتاب مشتمل بر بخش‌هایی مربوط به ویژگی‌های عمومی و کلی گروه‌های اصلی جلبک‌های آب شیرین با توضیحاتی شامل بوم‌شناسی آنها، روش‌های جمع‌آوری نمونه و شمارش، استفاده از جلبک‌ها به عنوان شاخص‌های شرایط محیطی و در نهایت، کلید شناسایی جنس‌های با پراکنش گسترده است. نویسندگان تلاش کرده‌اند تا با تلفیق ویژگی‌های توصیفی و عکس‌های رنگی واقعی، نقاشی، هر جا که ممکن باشد، به خوانندگان کتاب یاری رسانند. همچنین لازم است از دانشجویان و همکارانی که ما را در تدوین این کتاب تشویق و یاری کردند، تقدیر و تشکر شود. از دانشجویان پس‌اتر و دانشجویان پژوهشگری که نامشان در فهرست تقدیر آورده شده است، به‌طور ویژه قدردانی می‌شود. در پایان از خانواده‌هایمان به دلیل درک و صبر آنها طی آماده‌سازی این کتاب قدردانی می‌کنیم.

امید است که این کتاب برای تمام کسانی که از آن استفاده می‌کنند، مفید بوده و از عکس‌های رنگی فراوان این موجودات بسیار لذت ببرند.

پیشگفتار ویرایش دوم

ویرایش اول تجدید نظر شده است تا موارد به‌روزرسانی شده و در سطح جهان شمول ارائه شود. در فصل چهارم، به‌طور ویژه‌ای تعدادی عکس‌های جدید و نقاشی‌های از عکس‌های که مربوط به چین و ایالات متحده هستند، بازسازی شده‌اند تا جزئیات بهتری را به نمایش بگذارند. کلید به‌صورت گسترده‌ای اصلاح شده است تا به‌صورت شفاف‌تر اطلاعات بیشتری را درباره جنس‌ها ارائه دهد.

فهرست مطالب

۱	۱- مقدمه‌ای بر جلبک‌های آب شیرین
۱	۱-۱ مقدمه کلی
۱	۱-۱-۱ مروری بر جلبک‌ها
۲	۲-۱-۱ جلبک‌ها به عنوان تولیدکنندگان اولیه
۴	۳-۱-۱ میط‌های آب شیرین
۴	۴-۱-۱ جلبک‌های ررکتونی و بتیک
۵	جلبک‌های پلاکتونی
۶	جلبک‌های کف‌ها
۶	۵-۱-۱ اندازه و شکل
۶	دامنه اندازه
۸	تنوع شکل
۹	۲-۱ تنوع تاکسونومیکی - گروه‌های اصلی جلبک
۱۲	۱-۲-۱ ظاهر میکروسکوپی
۱۳	اسپورهای مقاوم
۱۳	۲-۲-۱ پیوشیمی و ساختار سلول
۱۴	۳-۲-۱ ویژگی‌های مولکولی و شناسایی
۱۴	آنالیز توالی DNA/RNA
۱۸	۳-۱ جلبک‌های سبز-آبی
۱۸	۱-۳-۱ سلول‌شناسی
۱۸	ماهیت پروکاریوت‌ها
۲۰	واکوئل‌های گازی
۲۰	۲-۳-۱ تنوع تاکسونومیک و ریخت‌شناسی
۲۳	۳-۳-۱ بوم‌شناسی

۲۳	شکوفایی های جلبکی
۲۴	ارجحیت های گونه ای
۲۵	۴-۳-۱ جلبک های سبز- آبی به عنوان شاخص های زیستی
۲۵	۴-۱ جلبک های سبز
۲۷	۱-۴-۱ سلول شناسی
۲۸	۲-۴-۱ تنوع ریخت شناسی
۲۸	۳-۴-۱ بوم شناسی
۲۸	شکوفایی های جلبکی
۳۰	ارجحیت گونه ای
۳۲	وضعیت ماده مغذی
۳۲	دریاچه های اسیدی
۳۳	آب های قلیایی و غنی از کلسیم
۳۳	آب های شور
۳۴	محیط های خاص
۳۴	۴-۴-۱ جلبک های سبز به عنوان شاخص های زیستی
۳۴	جلبک های همزمان
۳۵	جلبک های فسیل
۳۵	۵-۱ اوگلناها
۳۵	۱-۵-۱ سلول شناسی
۳۷	۲-۵-۱ تنوع ریخت شناسی
۳۷	۳-۵-۱ بوم شناسی
۳۸	۴-۵-۱ اوگلناها به عنوان شاخص های زیستی
۳۸	۶-۱ جلبک های سبز- زرد
۳۸	۱-۶-۱ سلول شناسی
۴۰	۲-۶-۱ تنوع ریخت شناسی
۴۱	۳-۶-۱ بوم شناسی
۴۱	۴-۶-۱ جلبک های سبز- زرد به عنوان شاخص های زیستی
۴۲	۷-۱ دینوفلاژلات
۴۲	۱-۷-۱ سلول شناسی
۴۳	۲-۷-۱ تنوع ریخت شناسی
۴۵	۳-۷-۱ بوم شناسی

۴۶	۸-۱ کریتومونادها
۴۶	۱-۸-۱ سلول شناسی
۴۸	۲-۸-۱ مقایسه با جلبک های اوگلنویید
۴۸	۳-۸-۱ تنوع زیستی
۴۹	۴-۸-۱ بوم شناسی
۵۰	۵-۸-۱ کریتومونادها به عنوان شاخص های زیستی
۵۱	۹-۱ کریزوفیت ها
۵۱	۱-۹-۱ سلول شناسی
۵۱	۲-۹-۱ تنوع ریخت شناختی
۵۲	۳-۹-۱ بوم شناسی
۵۲	۴-۹-۱ کریزوفیت ها به عنوان شاخص های زیستی
۵۳	کیفیت آب
۵۳	تجزیه و تحلیل رسوبات
۵۴	نسبت های کربن
۵۴	توابع انتقال
۵۴	تجزیه و تحلیل های کمی
۵۵	جمعیت کل کریزوفیت
۵۵	۱۰-۱ دیاتومه ها
۵۵	۱-۱۰-۱ سلول شناسی
۵۶	دیواره سلولی سیلیسی
۵۶	ساختار دیواره سلولی
۵۹	نشانه گذاری پوسته
۵۹	۲-۱۰-۱ تنوع ریخت شناختی
۵۹	دیاتومه های مرکزی (محوری) و قلاب دار
۶۲	دیاتومه های تک سلولی و کلونی دار
۶۴	۳-۱۰-۱ بوم شناسی
۶۴	دیاتومه های پلانکتونی: ایجاد شکوفایی
۶۴	دیاتومه های چسبنده: تشکیل بیوفیلم
۶۴	۴-۱۰-۱ دیاتومه ها به عنوان شاخص های زیستی
۶۵	آنالیزهای همزمانی
۶۵	رسوبات دریاچه

۶۵	۱۱-۱ جلبک‌های قرمز
۶۶	۱۲-۱ جلبک قهوه‌ای
۶۹	۲: نمونه‌برداری، تخمین زی‌توده و شمارش جلبک‌های آب شیرین
۶۹	الف) جلبک‌های پلانکتونی
۷۰	۱-۲ دستورالعمل نمونه‌برداری
۷۲	۱-۱-۲ فیتوپلانکتون‌های آب‌های ساکن
۷۲	ویژگی‌های عمومی فیتوپلانکتون‌ها
۷۳	تنوع در ستون آب
۷۴	ویژگی‌های مقیاس کوچک و اجتماع‌های فیتوپلانکتون
۷۴	توزیع لکه‌ای فیتوپلانکتون
۷۶	نام‌گذاری در سارچ کوچک
۷۶	۲-۱-۲ فیتوپلانکتون رودخانه
۷۷	۲-۲ شبیه جمع‌آوری
۷۷	۱-۲-۲ تور ترال فیتوپلانکتون
۷۷	اندازه چشمه تور
۷۹	کاربرد و کمی‌سازی
۷۹	مزایا و معایب
۸۰	۲-۲-۲ نمونه‌بردارهای حجمی
۸۱	۳-۲-۲ نمونه‌برداری کامل یکپارچه
۸۲	۴-۲-۲ تله‌های رسوب
۸۴	۳-۲ زی‌توده فیتوپلانکتون
۸۴	۱-۳-۲ کدورت
۸۴	صفحه سکشی
۸۵	نفلومتر
۸۷	۲-۳-۲ وزن خشک و وزن خشک بدون خاکستر
۸۷	۳-۳-۲ غلظت‌های رنگدانه
۸۸	اندازه‌گیری غلظت‌های کلروفیل در محل
۸۸	کاوشگرهای فلوریمتر
۸۹	کلروفیل کل
۹۰	گروه‌های جلبکی

۹۱	آنالیز رنگ سنجی
۹۲	اندازه گیری آزمایشگاهی رنگدانه
۹۲	استخراج رنگدانه
۹۳	اسپکتروفتومتری
۹۳	جبران کاهش فراورده ها
۹۴	آنالیز اسپکتروفتومتری کلروفیل های a, b و c
۹۴	کروماتوگرافی مایع با عملکرد زیاد (HPLC)
۹۴	کاروتنوئیدهای طبقه بندی شده
۹۵	کمی سازی
۹۶	۴-۲ فلوس متري: آنالیز خودکار جمعیت های فیتوپلانکتونی
۹۸	۵-۲ تنوع زیستی جمعیت های چندگونه ای: شمارش های میکروسکوپی و
۹۹	۱-۲-۱ نگهداری و آماده سازی نمونه
۹۹	فیتوپلانکتون های زنده
۹۹	تثبیت
۱۰۰	تغلیظ نمونه
۱۰۱	۲-۵-۲ تمیز کردن شیمیایی دیارمها
۱۰۱	تیمار پراکسید هیدروژن
۱۰۳	۳-۵-۲ شمارش های گونه ها
۱۰۴	ظرف ته نشینی - استفاده از میکروسکوپ معکوس
۱۰۴	ظروف شمارش حجمی: اسلاید سدویکس و
۱۰۷	جلیک های رشته ای
۱۰۸	جلیک های گلبولی بزرگ
۱۰۹	ظرف شمارش نانوپلانکتون لوند
۱۱۰	شمارش جلیک با فیلترهای غشایی
۱۱۱	آماده سازی برای شمارش
۱۱۱	شمارش های جلیکی
۱۱۲	۱- تخمین بیشترین تعداد احتمالی (MPN)
۱۱۳	۲- شمارش های تک میدانی
۱۱۴	۴-۵-۲ تبدیل شمارش گونه ها به حجم های زیستی
۱۱۴	شمارش گونه و حجم زیستی درون جمعیت های فیتوپلانکتونی
۱۱۵	محاسبه حجم های زیستی

- ۱۲۰..... حجم زیستی کل فیتوپلانکتون
- ۱۲۱..... ۵-۵-۲ شاخص های تنوع زیستی
- ۱۲۱..... غنای گونه ای
- ۱۲۲..... یکنواختی / غالبیت گونه ای
- ۱۲۲..... شاخص ترکیبی تنوع زیستی
- ۱۲۳..... ۶-۲ تنوع در جمعیت های تک گونه ای
- ۱۲۳..... ۱-۶-۲ آنالیز مولکولی
- ۱۲۴..... ۲-۶-۲ تکنیک های تجزیه ای میکروسکوپی
- ۱۲۴..... تشخیص پیری جلبک
- ۱۲۴..... زندانی سلولی
- ۱۲۵..... مرگ سلول برنامه ریزی شده (PCD)
- ۱۲۶..... سلول های مرد
- ۱۲۷..... تکنیک های ریز جنس اختصاصی
- ۱۳۰..... (ب) جلبک های غیرپلانکتون
- ۱۳۲..... ۷-۲ جلبک های کفزی آب های میق
- ۱۳۲..... ۱-۷-۲ اتصال پلاژیک - کفزی
- ۱۳۴..... نمونه های توده ای
- ۱۳۴..... تله های جمع آوری جلبک کفزی
- ۱۳۵..... ۲-۷-۲ جلبک کفزی و ماندگاری رسوب
- ۱۳۶..... ۳-۷-۲ بی مهرگان چراکننده از جلبک های کفزی
- ۱۳۶..... ۸-۲ جوامع کم عمق آب
- ۱۳۶..... ۱-۸-۲ پستر
- ۱۳۷..... صخره ها و سنگ ها
- ۱۳۹..... دستور کار استاندارد برای جلبک های اپی لیتیک
- ۱۴۰..... ۲-۸-۲ اجتماعات جلبکی
- ۱۴۳..... ۲-۹ بیوفیلم های جلبکی
- ۱۴۳..... ۱-۹-۲ بیوفیلم موسیلاژدار
- ۱۴۳..... ۲-۹-۲ زی توده
- ۱۴۵..... زی توده جلبکی
- ۱۴۵..... زی توده ماتریکس: آنالیزهای کربوهیدرات
- ۱۴۶..... ۳-۹-۲ ترکیب تاکسونومیک

۱۴۶	شمارش های سلول بیوفيلم
۱۴۶	روش های مولکولی
۱۴۸	۲-۹-۴ ساختار ماتریکس
۱۴۹	۲-۱۰-۱ پریفیتون - حصیرهای جلبکی
۱۴۹	۲-۱۰-۱ بستر غیرآلی
۱۴۹	جوامع طبیعی
۱۵۱	شرایط آزمایشی
۱۵۲	۲-۱۰-۲ سطوح گیاهی
۱۵۲	اجتماعات اپی فیتیک
۱۵۴	روش های آزمایشی
۱۵۷	۳: جلبک ها به عنوان شاخص های زیستی
۱۵۷	۳-۱ شاخص های زیستی - کیفیت آب
۱۵۸	۳-۱-۱ نشانه های زیستی و شاخص های زیستی
۱۵۸	۳-۱-۲ ویژگی های شاخص های زیستی
۱۵۹	گونه های منفرد
۱۶۰	۳-۱-۳ پایش زیست شناسی در قلمرو اندازه گیری های شیمیایی
۱۶۱	۳-۱-۴ پایش کیفیت آب: اهداف
۱۶۱	اثرات محیطی - تغییرات هیدرولوژی
۱۶۱	پویایی فصلی
۱۶۱	طبقه بندی اکوسیستم ها در ارتباط با کیفیت آب، زمان تولید و ...
۱۶۲	پویایی مواد غذایی یا آلودگی های وارد شده به ...
۱۶۲	اثرات انسانی
۱۶۴	مناسب بودن آب برای استفاده انسانی
۱۶۴	موقعیت دریاچه ها
۱۶۴	ارزیابی حفاظت
۱۶۵	۳-۲ دریاچه ها
۱۶۵	غالبیت فیتوپلانکتونی
۱۶۶	۳-۲-۱ جلبک های پلانکتونی و چسبده کنونی به عنوان شاخص های زیستی
۱۶۶	کیفیت آب منطقه ای
۱۶۷	تجمع های فلزی منطقه ای

۱۶۸.....	۲-۲-۳ جلبک‌های فسیلی به‌عنوان شاخص‌های زیستی
۱۶۸.....	آنالیز رسوبات دریاچه
۱۶۸.....	رسوبات دریاچه - تجمع و نگهداری جلبک‌ها
۱۶۹.....	شاخص‌های زیستی دیاتومه در رسوبات
۱۷۰.....	توابع انتقالی
۱۷۳.....	۳-۲-۳ عوامل کیفیت آب: مواد غذایی آلی و غیرآلی، اسیدپت و فلزهای سنگین
۱۷۴.....	جلبک‌ها به‌عنوان شاخص‌های زیستی وضعیت تروفي غیرآلی
۱۷۵.....	توالی فصلی
۱۷۵.....	دریاچه‌های الیگوتروف
۱۷۵.....	دریاچه‌های مزوتروف
۱۷۵.....	دریاچه‌های پلوتروف
۱۷۵.....	دریاچه‌های پلوتروف
۱۷۵.....	تنوع گونه‌ای
۱۸۱.....	آلودگی آلی
۱۸۳.....	اسیدپت
۱۸۶.....	آلودگی فلزهای سنگین
۱۸۷.....	۳-۳ تالاب‌ها
۱۸۸.....	۱-۳-۳ مرداب‌ها
۱۸۸.....	مطالعه موردی ۱-۳ تغییرات شوری در تالاب‌های بلوریدا
۱۹۱.....	۲-۳-۳ پست‌لندها یا مناطق توریبی
۱۹۱.....	۴-۳ رودخانه‌ها
۱۹۲.....	۱-۴-۳ جامعه پریفیتون‌ها
۱۹۲.....	۲-۴-۳ دیاتومه‌های رودخانه
۱۹۳.....	جمع‌آوری نمونه
۱۹۳.....	آماده‌سازی نمونه‌ها
۱۹۳.....	آنالیز کمی (عددی)
۱۹۴.....	۳-۴-۳ ارزیابی جامعه دیاتومه‌ای
۱۹۴.....	گونه‌های اصلی
۱۹۵.....	آنالیز چند متغیره
۱۹۷.....	۴-۴-۳ اثرهای انسانی و شاخص‌های دیاتومه‌ای
۱۹۷.....	تغییر از یک جامعه "طبیعی"

۱۹۹	استفاده از شاخص‌های زیستی
۱۹۹	۳-۴-۵ محاسبه شاخص‌های دیاتومه‌ای
۲۰۰	ارزیابی یک گروه آرایه منفرد
۲۰۰	شاخص‌های چند آرایه‌ای
۲۰۳	۳-۴-۶ استفاده‌های کاربردی از شاخص‌های دیاتومه‌ای
۲۰۳	قابلیت مقایسه بین شاخص‌ها
۲۰۴	مطالعه موردی ۳-۲: مطالعات صحرائی با استفاده از ...
۲۰۶	مطالعه موردی ۳-۳: مقایسه شاخص‌های دیاتومه‌ای با ...
۲۰۷	مقایسه با دیگر موجودات شاخص زیستی
۲۰۷	پاسخ به تغییرات در کیفیت آب
۲۰۸	استانداردسازی روش
۲۰۹	تضمین کیفیت
۲۱۰	۳-۴-۷ جای‌های جز-آبی تثبیت کننده نیتروژن
۲۱۰	۳-۵-۵ مصب‌ها
۲۱۰	۳-۵-۱ پیچیدگی آب‌سستم
۲۱۱	زیستگاه‌ها
۲۱۱	هیدرولوژی
۲۱۲	آب‌وهوا
۲۱۲	موجودات زنده مصبی
۲۱۳	فعالیت انسانی
۲۱۳	۳-۵-۲ جلبک‌ها به عنوان شاخص‌های زیستی مصب‌ها
۲۱۴	یوتریفیکاسیون: آنالیز غلظت رنگدانه‌ها
۲۱۶	یوتریفیکاسیون: تشخیص مولکولی جلبک‌های شاخص
۲۱۹	۴: کلیدی برای جلبک‌های فراوان آب شیرین
۲۱۹	۴-۱-۱ مقدمه‌ای بر کلید
۲۱۹	۴-۱-۱ استفاده از کلید
۲۲۰	۴-۱-۲ گروه‌بندی ریخت‌شناختی
۲۲۱	۴-۲ کلیدی برای جنس‌ها و گونه‌های اصلی
۳۴۸	۴-۳ فهرست جلبک‌های موجود و کلید آنها
۳۵۲	۴-۴ شناسایی جلبک‌ها: منابع