طرح حفاظت از تالاب‌های ایران

راهنمای ارزیابی سریع
خصوصیات محیط‌زیستی رودخانه ها

گردآوری و تدوین: احمد لطفی

سازمان حفاظت محیط زیست
gef
UNDP

به نام هستی بخش

راهنمای ارزیابی سریع خصوصیات محیط زیستی رودخانه ها

گردآوری و تدوین: مهندس احمد لطفی

۱۳۹۱

مجموعه مستندات طرح حفاظت از تالاب‌های ایران
(سازمان حفاظت محیط‌زیست، برنامه توسعه ملل متحد، تسهیلات محیط‌زیست جهانی)

عنوان: راهنمای ارزیابی سریع خصوصیات محیط‌زیستی رودخانه ها
گردآوری و تدوین: مهندس احمد لطفی
ویراستار: محسن پوررمضانی
صفحه آرا: مجتبی مرادی نژاد
چاپ: قلم آذین چاپ
نوبت چاپ: اول - ۱۳۹۱
تیراژ: ۱۰۰۰

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات

۱-۱- مقدمه ۹
۱-۲- هدف از تدوین راهنما ۹
۱-۳- عوامل موثر در ارزیابی ۱۰
۱-۴- الزامات قانونی برای ارزیابی رودخانه ها ۱۰
۱-۵- صلاحیت کارشناسی ۱۰

فصل دوم: پروتکل ارزیابی مشخصات فیزیکی رودخانه

۲-۱- انتخاب ایستگاه های مشاهده ای/ اندازه گیری ۱۱
۲-۲- پروتکل های میدانی ۱۲
۲-۲-۱- آماده سازی و تدارکات ۱۲
۲-۲-۱-۱- زمان بندی کار صحرایی ۱۲
۲-۲-۱-۲- تدارکات قبل از سفر ۱۳
۲-۲-۱-۳- آماده سازی و تدارکات در صحرا ۱۳
۲-۲-۱-۴- سازمان دهی داده ها ۱۴
۲-۲-۱-۵- مدیریت و تحلیل داده ها ۱۴
۲-۲-۲- ثبت خصوصیات جریان آب ۱۵
۲-۲-۲-۱- سرعت ۱۵
۲-۲-۲-۲- مقدار جریان آب رودخانه ۱۵
۲-۲-۳- ثبت مشخصات مقطع عرضی رودخانه ۱۵
۲-۲-۳-۱- عرض دهانه رودخانه ۱۵
۲-۲-۳-۲- عرض بستر ۱۶
۲-۲-۳-۳- عرض خیس شده ۱۶
۲-۲-۳-۴- میانگین نسبت عرض خیس شده به عمق آبراه ۱۶
۲-۲-۳-۵- حداکثر عمق در مقطع رودخانه ۱۶
۲-۲-۳-۶- فاصله بین سطح آب و لبه آبراه ۱۶
۲-۲-۳-۷- فاصله بین سطح آب تا تراز مقطع پر ۱۶
۲-۲-۳-۸- زاویه شیب بدنه مقطع ۱۶
۲-۲-۳-۹- شکل مقطع، مقاطع کانالیزه شده ۱۶
۲-۲-۳-۱۰- وضع موجود سد ۱۷
۲-۲-۴- ثبت مشخصات آبراه رودخانه ۱۸
۲-۲-۴-۱- نوع رودخانه ۱۸
۲-۲-۴-۲- سرچشمه رودخانه ۱۸
۲-۲-۴-۳- پروفیل دره ۱۸
۲-۲-۴-۴- شیب آبراه ۱۸
۲-۲-۴-۵- جنس مواد دیواره آبراه ۱۸

۲-۲-۴-۶- ثبات دیواره آبراه و دیوار معلق ۱۸
۲-۲-۴-۷- گود شدن بستر رودخانه ۱۹
۲-۲-۴-۸- جنس مواد اصلی در بستر آبراه ۱۹
۲-۲-۴-۹- مواد نهشته شده ۱۹
۲-۲-۴-۱۰- در هم فرورفتگی سنگ دانه های بستر ۲۰
۲-۲-۴-۱۱- خصوصیات سنگ دانه های بستر آبگیرها ۲۱
۲-۲-۵- کیفیت آب ۲۲
۲-۲-۵-۱- جرم گرفتگی زیر سنگ دانه های بستر ۲۲
۲-۲-۵-۲- وجود مواد روغنی ۲۳
۲-۲-۵-۳- دستگاه اندازه گیری کیفیت، رنگ و بوی آب ۲۳
۲-۲-۵-۴- وجود جلبک ۲۴
۲-۲-۵-۵- نهشته های رسوبی ۲۴
۲-۲-۵-۶- بوی رسوب ۲۴
۲-۲-۵-۷- مواد روغنی رسوبی ۲۴
۲-۲-۵-۸- اجزا و عناصر غیر آلی در بستر ۲۵
۲-۲-۶- زیستگاه های درون رودخانه ۲۶
۲-۲-۶-۱- سنگ دانه های بستر خیزاب ها ۲۶
۲-۲-۶-۲- تواتر خیزاب و گوداب ۲۶
۲-۲-۶-۳- وجود الوار یا تنه بزرگ درخت ۲۶
۲-۲-۷- شناخت کریدورهای کرانه ای رودخانه ۲۷
۲-۲-۷-۱- شرایط بخش مرکزی رودخانه ۲۷
- عرض بخش ضربه گیر (حایل) ۲۷
- ترکیب اشکوب های گیاهی ۲۷
- پوشش گیاهان آبزی ۲۷
- تاج پوشش (سایه انداز) ۲۸
- جامعه گیاهی ۲۸
- امکان تولید درختان بزرگ ۲۸
- عرض دشت سیلابی و جامعه گیاهی ۲۸
۲-۲-۷-۲- شرایط منطقه حایل بیرونی و جامعه گیاهی ۲۸
۲-۲-۸- مشاهدات موردی از شاخص های بیولوژیکی ۲۹
۲-۲-۸-۱- پریفیتون ۲۹
۲-۲-۸-۲- بی مهرگان درشت ۲۹
۲-۲-۸-۳- ماهی ها ۲۹
۲-۲-۸-۴- پرندگان و حیات وحش ۲۹
۲-۲-۹- نیازها و یا فرصت های بهسازی ۳۰
۲-۲-۹-۱- آبگذرها و موانع ۳۰
۲-۲-۹-۲- بهسازی و تقویت آبراهه ها ۳۰
۲-۲-۹-۳- تثبیت کناره ها ۳۰

۲-۲-۹-۴- گسترش و تقویت پوشش گیاهی ۳۰
۲-۲-۹-۵- حفاظت و نگهداری ۳۰
۲-۲-۱۰- آبگذرها، موانع و بندها و تخلیه گاه های سیلاب ۳۰
۲-۲-۱۰-۱- آبگذرها و موانع ۳۰

فصل سوم : نکات و ملاحظات فنی در زمینه نمونه گیری از مجموعه های زیستی

۳-۱- ملاحظات فنی در زمینه نمونه گیری از مجموعه پریفیتون ها ۳۱
۳-۱-۱- تغییرات فصلی ۳۱
۳-۱-۲- روش نمونه گیری ۳۱
۳-۲- ملاحظات فنی درمورد نمونه گیری مجموعه بی مهرگان درشت کفزی ۳۲
۳-۲-۱- تغییرات فصل جمع آوری های کفزی ۳۲
۳-۲-۲- روش نمونه گیری کفزی ۳۳
۳-۳- ملاحظات فنی برای نمونه گیری و بررسی ماهیان ۳۳
۳-۳-۱- تغییرات فصلی در مجموعه ماهیان ۳۳
۳-۳-۲- روش نمونه‌گیری از ماهیان ۳۴
۳-۳-۲-۱- مزایا و معایب صید برقی (شوک الکتریکی) ۳۴
۳-۳-۲-۲- مزایا و معایب صید با تور ۳۴
۳-۴- نمونه گیری از زیستگاه نمونه ۳۵

فصل چهارم: پروتکل پریفیتون

۴-۱- روشهای استاندارد ۳۸
۴-۱-۱- روش های استاندارد برای نمونه گیری های صحرایی، بسترهای طبیعی ۳۸
۴-۱-۱-۱- نمونه‌گیری چند زیستگاهی ۳۸
۴-۱-۱-۲- نمونه‌گیری تک زیستگاهی ۴۰
۴-۱-۲- روش های استاندراد نمونه گیری میدانی: بسترهای مصنوعی ۴۱
۴-۱-۳- بررسی فراوانی نسبی گونه های جلبک ها:جلبک های نرم(غیر دیاتومه)ودیاتومه‌ها... ۴۲
۴-۱-۳-۱- فراوانی و غنای گونه ای جلبک های نَرم (غیر دیاتومه) ۴۳
۴-۱-۳-۲- فراوانی نسبی و غنای گونه ای دیاتومه ۴۳
۴-۱-۳-۳- محاسبه فراوانی های نسبی و غنای تنوع گونه ها ۴۴
۴-۱-۳-۴- روش جایگزین برای آماده سازی ۴۴
۴-۱-۴- معیارها (متریک های) ارزیابی مبتنی بر ترکیب گونه ۴۶
۴-۱-۵- تعیین توده زیستی پریفیتون ها ۵۲
۴-۱-۵-۱- کلروفیل آلفا(α) ۵۲
۴-۱-۵-۲- توده خشک بدون خاکستر ۵۳
۴-۱-۵-۳- تراکم سلولی ویژه و حجم توده زیستی ۵۳
۴-۱-۵-۴- متریک های توده زیستی ۵۳
۴-۲- بررسی میدانی سریع پریفیتون ها ۵۴

فصل پنجم: پروتکل های بی مهرگان درشت کفزی

۵-۱- روش تک زیستگاهی ۵۸
۵-۱-۱- روش های میدانی نمونه گیری در یک زیستگاه منفرد ۵۹
۵-۲- روش چند زیستگاهی ۶۰
۵-۲-۱- انواع زیستگاه ۶۱
۵-۲-۲- روش های نمونه گیری صحرایی از چند زیستگاه ۶۲
۵-۳- بررسی و تحلیل آزمایشگاهی نمونه‌های بی مهرگان درشت کفزی ۶۴
۵-۳-۱- زیر نمونه گیری و دسته بندی ۶۴
۵-۳-۲- شناسایی بی مهرگان درشت ۶۷
۵-۴- متریک های کفزیان ۶۸
۵-۵- شناسایی بیولوژیکی (Bio Recon) یا بررسی برای شناسایی مشکل ۷۴
۵-۵-۱- روش های نمونه گیری، پردازش و بررسی ۷۵

فصل ششم: پروتکل های ماهی

۶-۱- روش های جمع آوری ماهی: صید ماهی با شوک الکتریکی ۷۸
۶-۱-۱- روش های نمونه گیری صحرایی ۷۹
۶-۲- شناسایی و تایید آزمایشگاهی ۸۱
۶-۳- شرح متریک های ماهی ۸۱
۶-۳-۱- متریک های غنا وترکیب گونه ۸۲
۶-۳-۲- متریک های ترکیب غذایی ۸۴
۶-۳-۳- متریک های فراوانی و وضعیت ماهی ها ۸۵

پیوست ها

پیوست الف-۱ فرم ۱، برگه اطلاعات میدانی مشخصات فیزیکی رودخانه، کیفیت آب ۸۸
پیوست الف-۱ فرم ۲، برگه اطلاعات میدانی ارزیابی زیستگاه – بازه های پرشیب ۹۰
پیوست الف-۱ فرم ۳، برگه اطلاعات میدانی ارزیابی زیستگاه – بازه های کم شیب ۹۳
پیوست الف-۲ فرم ۱، برگه اطلاعات میدانی پریفیتون ۹۶
پیوست الف-۲ فرم ۲، فرم ورود نمونه های پریفیتون به آزمایشگاه ۹۷
پیوست الف-۲ فرم ۳، برگه آزمایشگاهی پریفیتون جلبک نرم ۹۸
پیوست الف-۲ فرم ۴، برگه بررسی سریع پریفیتون ۹۹
پیوست الف ۳- فرم ۱، برگه میدانی بی مهرگان درشت کفزی ۱۰۱
پیوست الف ۳- فرم ۲، برگه ورود به آزمایشگاه برای بی مهرگان درشت کفزی ۱۰۲
پیوست الف ۳- فرم ۳، برگه اطلاعات آزمایشگاهی برای بی مهرگان درشت ۱۰۴
پیوست الف ۳- فرم ۴، برگه امتیازهای ارزیابی اولیه پذیرفته شده ۱۰۴
پیوست الف ۳- فرم ۵ ،برگه میدانی بی مهرگان درشت کفزی ۱۰۶
پیوست الف ۴- فرم ۱، برگه میدانی نمونه گیری ماهی ۱۰۸
پیوست الف ۴- فرم ۲، برگه ورود به آزمایشگاه برای ماهیان ۱۰۸
پیوست ب - نمونه ارزیابی سریع یک آبراه ۱۰۹
پیوست پ - تعاریف خیزاب، گوداب و تلماسه ۱۱۶

پیشگفتار

ارزیابی خصوصیات محیط زیستی تالاب ها و رودخانه ها یکی از ابزارهای مهم مدیریت اکوسیستمی منابع آب و از جمله نیازهای ضروری برای پایش و حفاظت این منابع ارزشمند است که به لحاظ محیط زیستی از اهمیت زیاد برخوردارند. به دلیل همین ضرورت طرح حفاظت تالاب های ایران تدوین شیوه نامه و یا راهنما برای انجام این گونه ارزیابی ها را جزو اولویت برنامه ها و اقدامات خود قرار داده است.

با بررسی سوابق موجود، به نظر می رسد در موارد معدودی اطلاعات، تجربیات و مستندات به عنوان راهنما و یا دستورالعمل برای ارزیابی و پایش محیط زیستی تالاب ها تدوین شده است. بر اساس همین سوابق اما، تا کنون در زمینه ارزیابی و پایش نظام مند محیط زیستی رودخانه های کشور تقریبا هیچ مجموعه مدونی تحت عنوان دستورالعمل یا راهنما به زبان فارسی تهیه نشده است. این درحالی است که رودخانه ها از مهم ترین بدنه های آبی کشور بوده و عموما زیستگاه های مهم و گاه حساسی را در درون خود دارند که نقش مهمی در بقای تنوع زیستی ایفا می کنند و افزون برآن در بعضی موارد تالاب هایی را تغذیه و پشتیبانی می کنند که نه تنها در سطح محلی و منطقه ای که در سطح ملی و بین المللی از اهمیت زیاد برخوردارند.

با توجه به اهمیت محیط زیستی رودخانه ها، و رسالتی که طرح حفاظت تالاب ها در جهت استقرار مدیریت زیست بومی تالاب ها و به تبع آن سامانه های آبی و رودخانه ها برای خود قایل بود، مجموعه حاضر تحت عنوان «راهنمای ارزیابی سریع خصوصیات محیط زیستی آبراهه ها» با این هدف تهیه شده است که زمینه لازم برای انجام این گونه ارزیابی ها را – که علی رغم اهمیتی که دارند تا کنون کمتر متداول بوده است - فراهم آورد. این مجموعه شامل ۶ فصل است. در پی مقدمات مختصری که در فصل اول آورده شده است، در فصل دوم، به ارزیابی سریع مشخصات رودخانه و ثبت خصوصیات فیزیکی مقطع و مسیر، مشخصات کمی و کیفی جریان و نهایتاً زیستگاه های رودخانه ای پرداخته شده است. در فصل سوم و دیگر فصول این مجموعه، موضوعات مرتبط با شیوه انجام نمونه گیری ها و روش ها و معیارهای مورد استفاده برای ارزیابی عوامل اصلی زیستی ارائه شده و نکات کلی و ملاحظات فنی در زمینه نمونه گیری از مجموعه های زیستی بیان شده است. در فصول چهارم تا ششم، تفصیل بیشتری از روش ها و معیارها (پروتکل ها) به ترتیب برای ارزیابی پریفیتون ها، بی مهرگان درشت کف زی و ماهی ها ارائه شده است. در پیوست های انتهای مجموعه نیز علاوه بر ارائه نمونه هایی از معیارهای ارزیابی و نمره دهی زیستگاه های آبی، نمونه هایی از فرم های پیشنهادی برای گردآوری اطلاعات میدانی و آزمایشگاهی برای این عوامل زیستی ارائه شده است.

انتظـار مـی رود مجموعه تهیه شـده ابزار اولیـه مورد نیاز بـرای ارزیابی محیط زیسـتی رودخانه ها - این شـاه رگ های حیاتی کشور - را فراهم آورده باشد و امیدواریم که این مجموعه بتواند نه تنها برای کارشناسان و نهادهای مرتبط با سـازمان حفاظت محیط زیسـت که برای بخش های مدیریتی و پژوهشـی و کارشناسان ذیربط در مدیریت منابع آب کشـور (وزارت نیرو) و یا سـازمان شیلات (وزارت جهاد کشاورزی) کارگشا بوده و به خوبی مورد استفاده قرار گیرد.

این مجموعه برای اولین بار و با اسـتفاده از منابع و مسـتندات موجود بین المللی تهیه شده است و از همین رو لازم خواهد بود که بر اسـاس شـرایط بومی و تجربیات داخلی، ویرایش های فنی و بازنگری های مناسب در آن به عمل آید و به این جهت نیازمند توجه دقیق کارشناسان و محققانی است که بر اساس دانش و تجربیات خود برای بازنگری آن پیشنهادات سازنده ارائه نمایند.

در خاتمه ضمن قدردانی از برنامه عمران ملل متحد و معاونت محیط طبیعی و تنوع زیستی سازمان حفاظت محیط زیسـت به دلیل حمایت از انتشـار دسـتاوردهای طرح، از آقای مهندس احمد لطفی به خاطر تلاش در گردآوری مطالب و تدوین راهنما سپاسگزاری می شود.

محسن سلیمانی روزبهانی
مدیر ملی طرح حفاظت از تالاب های ایران
بهمن ماه ۱۳۹۱

فصل اول
کلیات

۱-۱- مقدمه

بیشتر تالاب‌های ایران از جریان آب رودخانه‌ها تغذیه می‌شوند و بدین ترتیب خصوصیات زیستی آب (هیدروبیولوژی) و کارکردهای بوم شناختی تالاب‌ها مستقیماً به هم پیوسته است یا به‌طور چشمگیری تحت تاثیر مشخصات رودخانه‌هایی قرار دارند که با آن‌ها ارتباط دارند.

توجـه بـه نتایج ارزیابی‌های بوم شـناختی تالاب به‌عنوان یک ابـزار موثر در تصمیم‌گیری مدیریـت تالاب و نیز نتایج ارزیابی‌های بوم‌شناختی رودخانه‌ها، به‌عنوان یک ابزار کمکی برای این تصمیم‌گیری‌ها بسیار سودمند و در مواردی الزامی و اجتناب ناپذیر است. به‌علاوه رودخانه‌ها، خود بدنه‌های آبی مهمی هستند که کارکردهای بوم شناختی قابل توجه دارند و در بیشتر موارد زیستگاه‌های با ارزشی برای گروه‌های گاه بزرگ از موجودات آبزی را تشکیل می‌دهند. بنابراین، ارزیابی اکولوژیکی رودخانه‌ها، نه تنها برای مدیریت تالاب که در نگاه جامع‌نگر اکوسیسـتمی برای مدیریت جریان رودخانه‌ها نیز ضروری‌ست.

دستورالعمل‌های ارزیابی سریع رودخانه‌ها با این هدف تدوین می‌شوند تا شیوه‌های یک ارزیابی مقدماتی، ساده و سریع از وضع کیفی رودخانه‌ها را ارایه کنند.

۱-۲- هدف از تدوین راهنما

پس از تهیه شـیوه‌نامه ارزیابی سـریع برای تالاب‌های ایران، این مجموعه به‌عنوان یک (پیش‌نویس) راهنما و پروتکل مقدماتی برای ارزیابی سـریع وضعیت اکولوژیکی رودخانه‌ها تهیه شـده است. مقصود اصلی این سند عبارتست از تشریح معیارهـای عملـی برای ارزیابـی فیزیکی و بیولوژیکی رودخانه، کـه در آن روش‌هایی برای ارزیابی سـریع و فنون پایش (مونیتورینگ) ارایه می‌کند و بنابراین می‌تواند به‌عنوان راهنما برای این منظور سـودمند باشـد و بکار برده شـود. انتظار مـی‌رود که این سـندِ پیش نویس به‌وسـیله کارشناسـان و کاربران میدانـی در جهت تدوین یک راهنمـای جامع‌تر و یا دستورالعمل استاندارد بمنظور ارزیابی سریع اکولوژی رودخانه مورد بررسی، اظهار نظرو اصلاح قرار گرفته و تکمیل شود.

این پیش‌نویس راهنما علاوه بر خصوصیات فیزیکی رودخانه، شـیوه‌هایی را برای تشـریح سـه مجموعه آبزی کلیدی (یعنی پریفیتون‌ها، بی‌مهرگان بزرگ کفزی، و ماهی‌ها) و نیز برای ارزیابی زیستگاه‌های رودخانه‌ای ارایه می‌کند.

پروتکل‌های ارزیابی سـریع به‌عنوان ابزارهای جسـتجو و غربال‌گری ارزان و سریع برای تشخیص اینکه آیا یک رودخانه یا بازه‌ای از آن زیسـتگاه آبی مناسـبی هست یا نه و اگر هست، چه زیستمندانی و تحت چه شرایطی در آن حضور دارند. طبیعتاً هدف از این شـناخت آشنایی با حساسـیت و اهمیت اکولوژیکی رودخانه و مدیریت منابع آن برای تداوم حیات و بقای زیستمندان خواهد بود. افزون بر این، پیش‌بینی می‌شود این راهنما در موارد زیر نیز کاربرد داشته باشد:

- ☑ تشخیص وجود و شدت آسیب بر منابع آب؛
- ☑ کمک به تشخیص منابع و علل آسیب؛
- ☑ ارزشیابی تاثیر اقدامات حفاظتی، بهسازی و بازسازی؛
- ☑ بررسی و ارزیابی اثرات تجمعی اقدامات و پدیده‌ها؛
- ☑ تشخیص و تعریف صفات زیستی شرایط مرجع.

در نبود منابع و مراجع داخلی، این نوشـتار به‌طور کلی با اسـتفاده از مآخذ خارجی و به‌طور عمده بر مبنای دو مرجع زیر تدوین شده است:

☑ Rapid Stream Assessment Techniques; Watershed 2000 Field Methods, Clean Water Services, Watershed Management Division, July 2000

☑ Rapid bio assessment protocols for use in streams and wadeable rivers, Second Edition, 1999, EPA

۱-۳- عوامل موثر در ارزیابی

عوامـل بی‌جـان و جاندار عمده که بر شـرایط کیفـی و عمومی جریان رودخانـه اثر می‌گذارند در نه گـروه کلی زیر طبقه‌بندی و ارزیابی می‌شوند:

۱- خصوصیات جریان رودخانه
۲- خصوصیات مقطع عرضی رودخانه
۳- خصوصیات مسیر و امتداد (مقطع طولی) رودخانه
۴- کیفیت آب
۵- زیستگاه‌های درون رودخانه‌ای
۶- ویژگی‌های کرانه‌ای و کریدور رودخانه
۷- مشاهدات موردی از نشانگرهای بیولوژیکی
۸- پروژه‌های اجرا شده
۹- تاسیسات احداث شده در مسیر رودخانه و تخلیه‌گاه‌های رودخانه

اندازه‌گیری‌های کمّی از عوامل ارزیابی فوق شامل مجموعه‌ای از اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکی، شیمیایی، و بیولوژیکی است که در فواصل زمانی مناسب تکرار می‌شوند. هر چه فواصل زمانی این اندازه‌گیری‌ها کمتر باشد دقت اندازه‌گیری‌ها بیشتر و دامنه کمّی و کیفی اطلاعات گسترده‌تر خواهد بود. در هر شرایطی فواصل مکانی اندازه‌گیری‌ها نباید از پنج کیلومتر تجاوز کند. علاوه براین در هر مورد که تغییری در وضعیت عمومی رودخانه ایجاد شـود از قبیل تغییر شـیب، تغییر مقطع، تغییر عمق و تغییر سرعت جریان، تغییر خصوصیات بستر رودخانه، تغییر پوشش گیاهی و غیره، اندازه گیری‌های اضافی ضرورت خواهد یافت. در هر مقطع مشاهده‌ای، بر حسب شرایط، تصاویر کافی و با کیفیت حداقل (۳ مگا بایت) برداشت شده و به‌عنوان مستندات و شواهد نگهداری و مورد استفاده قرار می‌گیرند. این تصاویر باید به گونه‌ای برداشته شوند که ویژگی‌های مورد نظر (شکل مقطع، شیب دیواره، جنس بستر، نوع و تراکم پوشش گیاهی،...) را به شکل مطلوب نشان بدهند

۱-۴- الزامات قانونی برای ارزیابی رودخانه‌ها

درشـرایط کنونی و به جز دستورالعمل‌های تدوین شده برای ارزیابی اثرات محیطزیستی اجرای پروژه‌ها (EIA)، هیچ قانون و آیین‌نامه مشـخصی برای الزامی کردن ارزیابی خصوصیات بوم شـناختی و زیسـت شناختی رودخانه‌ها تدوین نشده است. این کمبود تهیه چنین مجموعه قانونی و آیین‌نامه‌ای را توجیه پذیر و الزامی می‌نماید.

۱-۵- صلاحیت کارشناسی

کار ارزیابی سـریع باید به وسیله یک گروه کارشناسی متشکل از افراد مجرب در زمینه‌های هیدرولوژی، خاک‌شناسی، ژئومورفولوژی، گیاه‌شناسـی، اکولوژی و بیولوژی آبزیان (ماهی‌ها / بی مهرگان) انجام شـود. طبیعتاً انجام کار به ابزارها و لوازم مختلف برای اندازه‌گیری‌های میدانی، نمونه گیری از انواع مختلف آبزیان (ماهی، پلانکتون، بنتوز، پریفیتون) و نهایتا امکانات آزمایشگاهی برای تشخیص گونه‌های آبزیان نیاز خواهد بود.

فصل دوم
پروتکل ارزیابی مشخصات فیزیکی رودخانه

۲-۱- انتخاب ایستگاه‌های مشاهده‌ای / اندازه‌گیری

انتخاب نقاط برای انجام مشـاهدات پایشـی و ارزیابی می‌تواند با در نظر گرفتن خصوصیات و ویژگی های از پیش تعیین شـده به‌صورت هدفمند و گزینشـی و یا بدون توجه به این‌گونه ویژگی‌ها و صرفاً با هدف گردآوری اطلاعات کلی از رودخانه، به‌صورت تصادفی صورت گیرد.

وقتی ایستگاه‌های مشاهده‌ای بصورت تصادفی انتخاب می‌شوند، این احتمال وجود دارد که شرایط جریان و مقطع رودخانه بین ایسـتگاه‌های متوالی به‌کلی متفاوت باشد. اما در این شرایط ارزیابی دقیق‌تر و جامع‌تری از تغییرات در ویژگی‌های بیولوژیکی و خصوصیات محیط‌زیسـتی رودخانه به دسـت خواهد آمد. به عبارت دیگر انتخاب تصادفی ایستگاه‌ها، اطلاعاتی را به‌دست خواهد داد که در نهایت و در مقایسه با انتخاب هدفمند و گزینشی ایستگاه‌ها، ارزیابی دقیق‌تر و بدون گرایش و انحراف از شرایط کلی رودخانه را امکان‌پذیر می‌سازد. وقتی هدف، ارزیابی شرایط به‌منظور شناخت روند تغییرات باشد، انتخاب تصادفی ایستگاه‌ها روش مطلوب‌تری است.

در بیشـتر بررسـی‌ها و پایش‌هایی که در سازمان‌های اسـتانی در زمینه کیفیت آب به‌عمل می‌آید، هدف، عموما تعیین نمک‌های محلول، آنیون‌ها و کاتیون‌ها است و محل‌های نمونه‌گیری معمولا بر ایستگاه‌های آب‌سنجی منطبق هسـتند. در عمل، محل‌های نمونه‌گیری می‌توانند بر مبنای مشـکلات شناخته شده موجود و یا مسایل و مشکلات پیش‌رو که بالقوه تاثیر مخرب بر جریان رودخانه و کیفیت آب آن بر جای می‌گذارند (مانند اجرای طرح‌های توسعه منابع آب، طرح‌های توسعه کشاورزی، شهری و یا صنعتی، تغییر کاربری اراضی، اقدامات جنگل‌تراشی، و .....) انتخاب شـوند. این روش برای ارزیابی مقاطع خاص و یا بازه‌های مشـخص از رودخانه مناسـب اسـت. برای شناخت آبزیان یک رودخانه، ایستگاه‌های مشاهده‌ای و اندازه‌گیری می‌تواند با روش تصادفی و یا به‌صورت هدفمند انتخاب شوند.

برای ارزیابی شـرایط بیولوژیکی رودخانه در یک برنامه ارزیابی مشـخص و هدفمنـد، مکان‌های نمونه‌گیری باید به اندازه کافی مشـابه بوده و از شـرایط بیولوژیکی نسبتاً مشابهی نیز برخوردار باشند، و بتوانند مبانی یکسانی برای شـناخت محدودیت‌ها و عوامل محدود کننده فراهم کنند. اگر هدفِ ارزیابی، بررسـی اثرات ناشی از تخریب کیفیت شـیمیایی آب اسـت، باید در تمام ایستگاه‌ها از زیسـتگاه‌هایی که به لحاظ فیزیکی مشـابه و قابل مقایسه هستند نمونه‌گیـری شـود. درغیر این صورت تغییرات بیولوژیکی در یک زیسـتگاه آسـیب دیده را نمی‌توان به آسـانی از تغییرات ناشـی از تغییرات کیفی آب در اثر آلودگی شـیمیایی تفکیک کرد. موجودیت زیسـتگاه‌های مناسب و نیز قابلیت دسترسی به آن‌ها در هر ایستگاه را می‌توان در یک بررسی مقدماتی و شناسایی سنجید. در ارزیابی هایی که چند ایسـتگاه در یک بدنه آبی با همدیگر مقایسـه می‌شوند، باید ایستگاهی را که بیشترین و بزرگ‌ترین محدودیت زیسـتگاهی را داراست مورد توجه و مبنای بررسی قرار داد. ایستگاهی که دارای حداقل تعداد زیستگاه مولد و فعال است، تعیین کننده نوع زیستگاه‌هایی است که باید در تمام ایستگاه‌ها مورد مشاهده و نمونه‌گیری قرار گیرد.

به جـز در مـواردی که جمع‌آوری اطلاعات ویژه و موضعـی برای ارزیابی اثرات پدیده‌ها مورد نظر باشـد، باید از نمونه‌گیـری از محل‌ها و مواضع دسـت‌کاری و سـاخته شـده، مانند آبگیرهای کوچک و اطراف پـل و.... خودداری شـود. همچنین نمونه‌بـرداری از مکان‌های نزدیک به دهانه‌های تخلیـه رودخانه هایی که به یک بدنه آبی بزرگ‌تر (مثلا دریاچه و یا رودخانه بزرگ‌تر) می‌ریزند نیز مناسـب نیسـت. زیستگاه‌های واقع در این مکان‌ها بیشتر نماینده زیستگاه‌های بدنه آبی بزرگ‌تر خواهند بود (کار و همکاران، ۱۹۸۶).

در برنامه‌های ارزیابی عوامل زیستی مکان‌هایی که در آن‌ها عوامل تنش‌زای غیر شیمیایی، مانند تخریب زیستگاه و یا تغییر مقدار جریان، یا اثرات تجمعی، وجود دارد، از رویکرد دیگری برای انتخاب ایستگاه استفاده می‌شود. اختلاف‌های فیزیکی زیستگاه‌ها بین ایستگاه‌های واقع در یک بدنه آبی (مثلا یک رودخانه) به دو دلیل می‌تواند قابل ملاحظه و مهم باشد: (۱) یک یا چند ایستگاه آسیب دیده‌تر از دیگر ایستگاه‌ها است، (۲) یا با توجه به شرایط رودخانه یا منطقه و یا ساختار طبیعی و ذاتی ناشی از مشخصات زمین شناختی، یگانه و بی‌نظیر است. در چنین شرایطی، آنچه که در فرآیند انتخاب ایستگاه مهم‌تر است، شناسایی آن دسته از مشخصه‌های زیستگاهی است که نماینده شرایط عمومی منطقه و یا رودخانه هستند. در مطالعاتی که در مقیاس حوضه آبریز انجام می‌شود، نباید نسبت به انتخاب ایستگاه‌هایی که به سبب آسیب‌دیدگی و تخریب زیستگاه یا به‌علت مشخصه‌های ویژه فیزیکی، بخوبی نشان دهنده شرایط عمومی رودخانه است بی‌توجهی کرد.

۲-۲- پروتکل‌های میدانی

پروتکل‌هایی که در این بخش مورد بحث قرار می‌گیرند در واقع هم به‌عنوان راهنمای عمومی و هم به‌عنوان روش‌های استاندارد برای مشاهده و ثبت شرایط رودخانه و کیفیت کلی، سطح و دامنه تغییرات و محدودیت‌های آن ارایه می‌شوند. علاوه بر تنظیم و کالیبره کردن دستگاه‌های اندازه‌گیری کیفیت آب و دیگر تجهیزات مورد نیاز بررسی‌های میدانی، اعضاء تیم ارزیابی نیز باید «طرز نگاه و دیدگاه» خود را با انجام تمرین‌های مکرر مشاهده‌ای؛ و بررسی گزارش‌ها، ارزیابی‌ها و ارزش‌گذاری های قبلی کالیبره و تنظیم کنند. در شرایطی که اطلاعات کمّی بیشتری برای انجام مطالعات مورد نیاز باشد (همانند اطلاعات در زمینه کیفیت آب، خصوصیات بستر آبراه، و...) ممکن است به آزمایشگاه‌های معتبر و صلاحیت‌دار نیز نیاز باشد.

این پیش‌نویس راهنما روشی را برای ارزیابی میدانی پیشنهاد می‌کند که در آن بیش از ۵۰ شاخص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی اندازه‌گیری می‌شود. پروتکل در زمینه مشاهده و اندازه‌گیری مقطع رودخانه نه تنها بخش درونی مقطع بلکه بخش‌هایی از زمین‌های حاشیه رودخانه را نیز که به‌عنوان کریدور ساحلی و یا دشت سیلابی تلقی می‌شود در بر می‌گیرد. طولی از بازه رودخانه معادل حدود دو برابر حداکثر عرض رودخانه در بالادست و یا پایین دست مقطع رودخانه نیز به عنوان محدوده یا بازه مشاهداتی و مطالعاتی در نظر گرفته شده و اطلاعات لازم از آن تهیه و به عنوان مشخصات بخشی از رودخانه که این بازه شرایط عمومی آن را نمایندگی می‌کند در نظر گرفته می‌شود. در نقاطی که خصوصیات رودخانه و یا شرایط ژئومرفولوژیک تغییر می‌کند، باید بازه‌های بیشتری مورد بررسی و مشاهده قرار گیرند تا اطلاعات کافی از گوناگونی شرایط رودخانه حاصل گردد. کلیه اطلاعات حاصل شده در بانک اطلاعات و در محیط GIS گردآوری می‌شود. مختصات مکان‌های مشاهده و اندازه‌گیری به وسیله GPS معین می‌شود تا در آینده نیز اندازه‌گیری‌های پایشی و مقایسه‌ای در همان مکان‌ها تکرار و ثبت شود. در دیگر فصول این راهنما، دستورالعمل‌های تفصیلی تری برای اندازه‌گیری و ارزیابی عناصر بیولوژیکی ارایه شده است.

۲-۲-۱- آماده سازی و تدارک برای بررسی میدانی، برنامه‌ریزی و سازمان‌دهی داده‌ها

۲-۲-۱-۱- زمان بندی کار صحرایی

وقتی که جریان آب رودخانه کم و بخش بیشتری از مقطع رودخانه در معرض دید باشد ، مشاهدات و اندازه‌گیری‌های میدانی و ارزیابی تغییرات آنها آسان‌تر و دقیقتر می‌تواند انجام گیرد. اگر در دوره مشاهده، جریان سیلابی قابل ملاحظه رخ دهد، باید کار صحرایی تا وقتی که جریان رودخانه به وضعیت عادی خود برگردد متوقف شود.

۲-۲-۱-۲- تدارکات قبل از سفر

قبل از عزیمت، بررسی نقشه‌ها و برنامه‌ریزی‌های مقدماتی زیر توصیه می‌شود:

۱- برنامه مدیریت حوضه آبریز، عکسهای هوایی، و داده‌های کیفیت آب را- در صورتی که وجود داشته باشند- مرور کنید.

۲- رودخانه یا آبراهه‌هایی را که باید بررسی شوند مشخص کنید، و یک فهرست مرتب و طبقه بندی شده از مواردی که باید بررسی شوند تنظیم نمایید و برای شاخه‌های رودخانه علایم اختصاری مناسب انتخاب کنید. برای جلوگیری از اشتباه دقت شود که علایم اختصاری در مورد رودخانه دیگری بکار برده نشده باشد.

۳- با استفاده از نقشه توپوگرافی مناسب یا نقشه حوضه آبریز یا هر نقشه مناسب دیگر، حدود حوضه آبریز تا پایین‌ترین نقطه مورد نظر برای بررسی مشخص و سپس با استفاده از نرم افزار مناسب، پلانیمتر و یا هر ابزار مناسب دیگر، مساحت حوضه و زیرحوضه‌ها را تعیین نمایید.

۴- در صورت موجود بودن نقشه‌های کاربری اراضی جدید یا اطلاعات برنامه مدیریت حوضه آبریز، وضعیت عمومی کاربری اراضی در حوضه آبریز را تعیین کنید و مساحت تقریبی سطوح نفوذناپذیر (سطوح سخت مانند جاده‌های آسفالته، ساختمان ها، خیابان‌ها و غیره) را برآورد کنید.

۵- مکان مقاطع انتخاب شده برای بررسی را بر روی نقشه مبنا تعیین کنید. مقاطع، عمود بر مسیر رودخانه مشخص شده و تا فاصله مناسب در دشت سیلابی و اراضی ساحلی رودخانه امتداد داده می‌شود. طول بازه مشاهده‌ای و نمونه‌گیری در امتداد رودخانه، به اندازه ۱۰-۲۰ برابر عرض خیس شده مقطع در بالادست و پایین دست مقطع مورد نظر انتخاب می‌شود. بازه رودخانه طولی از رودخانه است که بازه مشاهده‌ای، شاخص آن تلقی شده و مشخصات بازه مشاهده‌ای به آن تعمیم داده می‌شود.

مقاطع و بازه‌های مشاهده‌ای باید در فواصل مناسب و به شکلی انتخاب شوند تا تغییرات ژئومورفولوژیک و بوم شناختی رودخانه را به گونه مناسبی پوشش بدهد. امتداد مقطع عرضی رودخانه در زمین‌های ساحلی و یا دشت سیلابی حداقل حدود ۵۰ متر است. مقاطع را از بالادست به پایین دست شماره گذاری نمایید. مکان مقاطع را نیز بر اساس مشاهدات محلی نهایی کنید. دقت شود که مقطع انتخاب شده باید به آسانی قابل دستیابی باشد.

۶- میانگین شیب رودخانه برای بازه مشاهده‌ای از نقشه‌های توپوگرافی تعیین می‌گردد و در صفحه داده‌ها یادداشت می‌شود. شیب بازه از تقسیم اختلاف ارتفاع بین دو نقطه انتهایی بالادست و پایین دست بازه بر طول این بازه محاسبه می‌شود.

۲-۲-۱-۳- آماده سازی و تدارکات در صحرا

قبل از آغاز کارهای میدانی تدارک موارد زیر توصیه می‌شود:

۱- طول رودخانه مورد نظر را که باید بررسی شود تعیین کنید. توجه شود که اگر در محل مورد نظر اوضاع رودخانه خیلی متغیر باشد، انجام این کار تا حدودی مشکل خواهد بود.

۲- موقعیت استقرار و زمان بازگشت خود را به همکاران اطلاع دهید. یک تلفن موبایل و یا وسیله مناسب مخابراتی همراه داشته باشد و شماره تلفن را به همراهان و همکاران بدهید.

۳- همه وسایل ضروری را جمع‌آوری کنید و همراه داشته باشید از جمله: متر، میله نقشه‌برداری (ژالون) اوراق حاوی اطلاعات، منابع مرجع مورد نیاز، مداد و دفترچه یادداشت، نقشه مسیر و دستگاه GPS، دستگاه‌های سیار اندازه‌گیری کیفیت آب، ظروف نمونه‌برداری و برچسب‌های لازم، دوربین، چاقوی جیبی، نقشه‌های دسترسی، عکس هوایی.

۴- خود را با اوراق حاوی اطلاعات و منابع مرجع و نیز فرم‌های درج اطلاعات هماهنگ و آشنا سازید. توجه کنید که وقتی‌که شاخص‌ها و یا پارامترهای سمت چپ و راست رودخانه می‌باید به‌طور جداگانه یادداشت شوند،

مقصود از سـمت چپ و راسـت رودخانه، همان دسـت چپ و راست مشاهده‌گری اسـت که رو به پایین دست مسـیر قرار گرفته باشـد. اطلاعات مصور و عکس‌های دیجیتال از مقاطع به‌صورتی دسته‌بندی و آرشیو می‌شوند که یک سـابقه تاریخی از تحولات در هر یک از مقاطع را به نمایش بگذارند. به‌صورت اسـتاندارد، عکس‌ها باید با نگاه به پایین دست برداشته شوند و تمام مقطع رودخانه و هر دو کرانه آن و نیز طول مناسبی از اراضی ساحلی را پوشش بدهد. سعی کنید از همه عوارض و تغییرات قابل مشاهده و هر آنچه به هر دلیلی جلب توجه می‌کند عکس برداری کنید.

۵ - خود را با طرز کار و اسـتفاده از دسـتگاه GPS که در اختیار دارید آشـنا سـازید به‌طوریکه بتوانید به آسانی برای ثبت موقعیت محل‌ها و برداشت مقاطع، موقعیت ریزش‌گاه‌های رواناب ها، آبگیرها، موانع عبور ماهی و سایر موقعیت‌های مهم و جالب از آن اسـتفاده کنید. خطای GPS در محدوده (< ۵) متر مطلوب اسـت. مطمئن شوید قبل از ترک یک نقطه و عزیمت به نقطه بعدی، موقعیت مکان‌ها و ثبت اطلاعات انجام شـده باشد. در صورتی‌که یک عامل یا مانع فیزیکی بر دقت GPS اثر می‌گذارد و آن‌را تضعیف می‌کند، GPS را به یک نقطه باز و بدون مانع منتقل کنید و مختصات و اطلاعات مرتبط با جابه‌جایی را ثبت کنید.

۶- خود را با طرز کار دستگاه اندازه‌گیری کیفیت آب کاملا آشنا کنید. دستگاه را به‌صورت دوره‌ای و یا در هنگام نیاز جهت به‌دست آوردن نتایج درست از میزان pH، اکسیژن محلول، قابلیت هدایت الکتریکی و دمای آب تنظیم (کالیبره) کنید.

۲-۲-۱-۴- سازمان‌دهی داده‌ها

با بازگشت از صحرا، باید مجموعه اطلاعات و مختصات ثبت شده در GPS به کامپیوتر منتقل و در محیطی مانند Excel یا دیگر انواع پایگاه داده‌ها ضبط شود و ترجیحاً به لایه‌های مربوطه در سیستم اطلاعات جغرافیایی انتقال داده شوند. به موارد زیر توجه شود:

۱- پرونده‌ای برای ثبت و نگهداری داده‌های GIS برای رودخانه تحت بررسی تشکیل دهید؛
۲- عوامل میدانی، GPS های خود را برای حصول اطمینان از دقت کار وارسی نمایند؛
۳- باید اطلاعات در فواصل زمانی کمتر از یک هفته به یک کامپیوتر انتقال داده شود.
۴- اطلاعات اکولوژیکی جمع‌آوری شده در مقاطع مختلف باید به‌طور جداگانه ثبت شوند.

۲-۲-۱-۵- مدیریت و تحلیل داده‌ها

باید خصوصیات فیزیکی و اطلاعات زیستگاهی همراه با اطلاعات مربوط به جمعیت موجودات آبزی (ارگانیسم‌ها)ی مورد بررسی در پرونده مطالعات میدانی ثبت و نگهداری شود. شاخص‌ها و پارامترهای موجود در پرونده بررسی‌های صحرایـی می‌تواند همراه با بعضی خصوصیات محیط زیسـتی مرتبط با پدیده‌هـا و رخدادهای زمان نمونه‌گیری از جمله خصوصیات فیزیکی، کیفیت آب و ارزیابی زیسـتگاه ذخیره‌سـازی و ضبط شـود. شاخص‌های فیزیکی و شـیمیایی شامل عمق، سرعت جریان و خصوصیات بسـتر رودخانه و تعداد زیادی دیگر شاخص‌ها و پارامترهای رودخانه می‌باشـند. فرم‌های ثبت داده‌ها باید محل مناسـبی برای ثبت یادداشـت‌ها و اظهار نظرها و توضیحات داشته باشد.

ثبـت و ذخیره‌سـازی داده‌ها در یک رایانه صرفه‌جویی قابل ملاحظـه‌ای در وقت فراهم می‌کند. مزیت دیگر ثبت کامپیوتری داده‌ها مستندسـازی محاسـبات و تحلیل‌ها اسـت، که خود بخش مهمی از نیازهای برنامه کنترل و تضمین کیفیت (QA/QC) است.

۲-۲-۲- ثبت خصوصیات جریان آب رودخانه

اطلاعات درباره قرائت اشـل و میزان جریان آب رودخانه به‌طور معمول در ایسـتگاه‌های آب سـنجی و به وسیله کارشناسـان سازمان‌های آب گردآوری می‌شود. اگر اطلاعات مربوط به جریان آب برای قسمت تحت بررسی موجود نباشد، روش‌های زیر برای تخمین سرعت جریان و مقدار جریان آب می‌تواند به کار گرفته شود.

۲-۲-۲-۱- سرعت

دو نقطه را تقریبا در فاصله حدود ۵ متر از یکدیگر (و یا درصورتی که شرایط مناسب باشد فاصله بیشتر) تعیین کنید و هر دو انتهای بالادسـت و پایین دسـت آن‌را به روش مناسـب (بایک قطعه سنگ یا چیز مناسب دیگری) علامت گذاری کنید. جسـم شـناور کوچکی را برای تخمین سـرعت جریان آب به کار ببرید و زمانی را که طول می‌کشـد تا شـناور فاصله بیـن دو انتهای منطقه علامت گذاری شـده را طی کند اندازه‌گیـری و ثبت نمایید و این اندازه‌گیری را سـه بار تکرار کنید. و همزمان مطمئن شـوید که سـرعت در توده اصلی جریان آب رودخانه اندازه‌گیری شده است. متوسط زمان را یادداشت کنید. با تقسیم فاصله طولی بین دو نقطه اندازه‌گیری بر متوسط زمان بر حسب ثانیه، سرعت متوسط (Vm/s) محاسبه می‌شود. اگر شرایط به گونه‌ای باشد که اندازه گیری‌های فوق میسر نباشد، باید سرعت جریان را به‌صورت چشمی و با تشخیص و قضاوت کارشناسی برآورد کرد.

۲-۲-۲-۲- مقدار جریان آب رودخانه / دبی

فرمول زیر برای محاسـبه دبی بکار می‌رود: q=c*w*d*v که در آن (c) ضریب ناهمواری، w متوسـط محیطِ تر شـده، یا عرض موثر رودخانه، d متوسـط عمق آب و v سرعت جریان آب رودخانه است. ضریب ناهمواری c برای بستر شنی صاف و هموار= ۰/۹ بستر و برای بستر صخره‌ای و ناهموار = ۰/۸ در نظر گرفته می‌شود.
وقتی که روش فوق‌الذکر درست بکار گرفته شود نتایجی که بدست خواهد آمد تا حدود زیادی منسجم و هماهنگ خواهد بود. با این حال باید توجه داشـت که اندازه گیری‌ها به روش «جسـم شـناور» معمولاً همیشـه بیشتر از اندازه گیری‌های مبتنی بر جریان سنج است. نکته دیگری که حایز اهمیت است مواردی است که آب در رودخانه هسـت اما جریان ندارد. در این شـرایط در ورقه یادداشت یک صفر (O) بگذارید. وقتی‌که آبراه فاقد جریان است، چهار تا نه (۹۹۹۹) در برگه یادداشت اطلاعات بگذارید.

۲-۲-۳- ثبت مشخصات مقطع عرضی رودخانه

مقاطـع عرضی رودخانـه عمود بر امتداد طولی آن انتخاب و اطلاعات مربوط به آن ثبت می‌شـود. معمولاً در هر مقطع حدود هشـت شـاخص (پارامتر) اندازه‌گیری می‌شـود. از آنجا که اطلاعات مربوط به مقاطع عرضی هم برای تجزیه و تحلیل شـرایط مرفولوژی و هم برای بررسی‌های هیدرولوژیک به کار برده می‌شود، لازم است که در صورت امکان یک ایسـتگاه به عنوان مقطع تیپ انتخاب شـود. مندرجات زیر توضیح مختصـری از چگونگی اندازه‌گیری و ثبت شـاخص‌های مختلف در مقاطع عرضی را ارایه می‌دهد. توجه شود که همه شاخص‌های مرفولوژی آبراه با دقت دسی‌متر (یک دهم متر) اندازه‌گیری شود.

۲-۲-۳-۱- عرض دهانه رودخانه (وقتی‌که کاملاً پر است)

عرض دهانه رودخانه وقتی که مقطع آن کاملا پر اسـت با اندازه‌گیری فاصله بین دو سـاحل راسـت و چپ در محل داغ آب صورت می‌گیرد. ارتفاعی از نیم‌رخ مقطع که وضعیت پر آن را نشـان می دهد، به وسـیله داغ آب و

یا تغییر شـــیب و یا محلی که فاقد پوشـــش گیاهی است قابل تشـــخیص است. در مقاطعی از رودخانه که جریان گاه‌به‌گاه سرریز می‌کند، فاصله بین دو لبه بالایی ساحل راست و چپ اندازه‌گیری خواهد شد. برای این که خطای اندازه‌گیری به حداقل کاهش یابد، باید متر را به‌اندازه کافی کشیده و هم‌زمان تراز نگهداشت. مقطع پر رودخانه شاخصی از جریان‌های سیلابی رودخانه (سیلاب‌های با تواتر وقوع ۱٫۱ تا ۱٫۵ سال) به‌دست می‌دهد.

۲-۲-۳-۲- عرض بستر

عرض بســـتر از پاشنه دیواره چپ تا پاشـــنه دیواره راست آبراه اندازه‌گیری می‌شود و معمولاً به وسیله پایین‌ترین تغییرِ مشخص در شیب دیواره تعیین می‌شود. این شاخص برای تخمین مقدار جریان پایه رودخانه قابل استفاده خواهد بود.

۲-۲-۳-۳- عرض خیس شده

عرض خیس شـــده قســـمتی از بستر آبراهه اســـت که آب در آن جاری است و اندازه آن برابر با فاصله بین دو لبه راســـت و چپ آب اســـت. مقایسه این شاخص با عرض بســـتر رودخانه، از یک سو استعداد وسیع و عریض شدن بستر و از سوی دیگر اندازه فیزیکی زیستگاه آبی را نشان می‌دهد.

۲-۲-۳-۴- میانگین نسبت عرض خیس شده به عمق آبراه

میانگین نســـبت عرض خیس شـــده/ عمق عبارتست از نسبت عرض خیس شده به میانگین عمق آب. مقدار این شاخص با اندازه‌گیری عمق در حد اقل سه نقطه از عرض خیس شده تعیین می‌شود. از این شاخص برای تعیین مقدار جریان در زمان مشاهده استفاده می‌شود.

۲-۲-۳-۵- حداکثر عمق در مقطع پر رودخانه

حداکثر عمق جریان عبارتست از فاصله بین عمیق‌ترین بخش مقطع رودخانه تا تراز آب در مقطع پر رودخانه.

۲-۲-۳-۶- فاصله بین سطح آب و لبه آبراه

عبارتست از فاصله بین تراز سطح آب تا بالای هر یک از کرانه‌های چپ و راست.

۲-۲-۳-۷- فاصله بین سطح آب تا تراز مقطع پر

فاصله قایم بین ســـطح آب آبراه تا تراز مقطعِ پر به عنوان ارتفاع مقطع پر نامیده می‌شـــود. مقدار این شـــاخص نشانگر شدت فرسایش عمقی آبراه و عمیق شدن مقطع آن است.

۲-۲-۳-۸- زاویه شیب بدنه مقطع

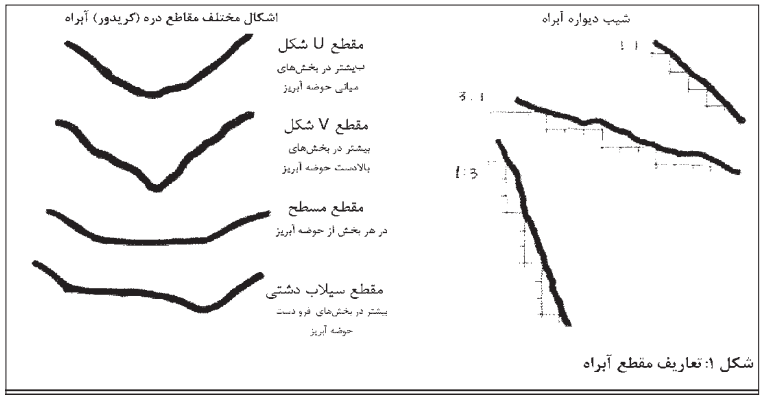
این شاخص نشان دهنده تندی شیب دیواره مقطع است و برای هر یک از دو ساحل به‌طور جداگانه اندازه‌گیری و ثبت می‌شود. مقدار این شاخص برابر نسبت ضلع افقی به ضلع قائم مثلث قائم الزاویه‌ای است که دیواره‌ی مقطع وتر آن باشد و به‌طور مثال به‌صورت ۱V:۳H و یا درصد شیب در برگه اطلاعات ثبت می‌شود.

۲-۲-۳-۹- شکل و وضعیت مقطع

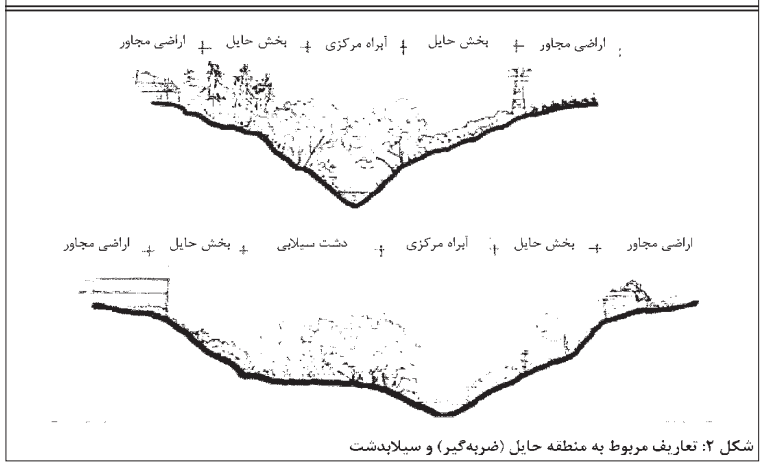
بیان کنید که آیا مقطع آبراه در محل ایستگاه طبیعی و یا ساخته شده است (مقطع پل یا سازه زیرگذر، و غیره)

۲-۲-۳-۱۰- وضع موجود سد

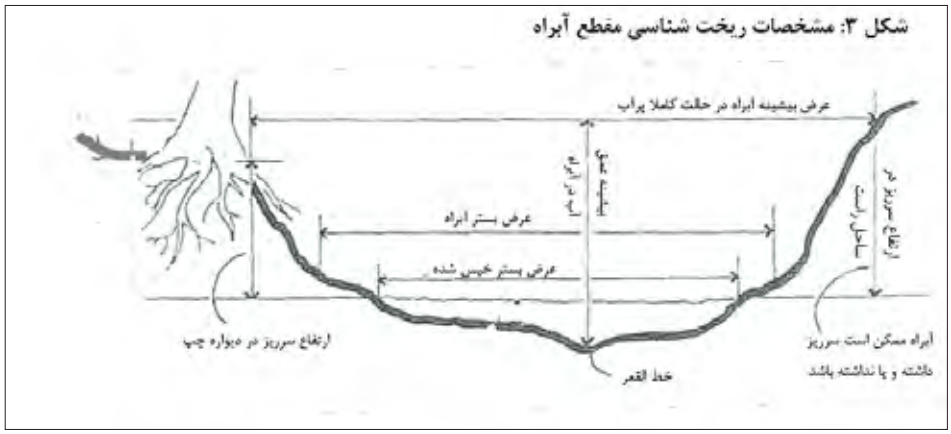
بیان کنید که آیا در بالادســت و یا پایین دســت ایستگاه سدی وجود دارد یا نه؟ و درصورتی‌که سد وجود داشته باشد شیوه اثر آن بر جریان رودخانه در محل ایستگاه را بیان کنید.



شکل ۱: تعاریف مقطع آبراه



شکل ۲: تعاریف مربوط به منطقه حایل (ضربه‌گیر) و سیلابدشت



۲-۲-۴- ثبت مشخصات آبراه رودخانه

طولی از رودخانه یا آبراه که برای اندازه‌گیری و برآورد شاخص‌ها در هر ایستگاه مورد توجه قرار می گیرد به عنوان طول ایستگاه تعریف شده و مقدار آن از رابطه : عرض مقطع پر ×۲۰ (به متر) تعیین می‌شود. مثلا در یک ایستگاه با عرض مقطع پر برابر با ۳ متر، طول ایستگاه ۶۰ متر (۳۰ متر بالادست و ۳۰ متر پایین دست مقطع مورد نظر) است.

۲-۲-۴-۱- نوع رودخانه

جوامع زیستی رودخانه‌های سرد آبی آشکارا با جوامع زیستی رودخانه‌های گرم‌آبی فرق دارند. ضوابطی برای متمایز کردن و فرق گذاشتن بین این دو نوع رودخانه تعریف کنید.

۲-۲-۴-۲- سرچشمه رودخانه

اگر نوع سرچشمه رودخانه تحت بررسی معلوم است، آن‌را در فرم اطلاعات ثبت کنید. مثلا منشا یخچالی، کوهستانی، چشمه‌ای و ....، هرچه آبراه بزرگ‌تر باشد احتمال اینکه شاخه‌های مختلف با سرچشمه‌های متفاوت داشته باشد بیشتر است.

۲-۲-۴-۳- پروفیل دره

پروفیل دره نشانگری کلی از چهره سرزمینی است که آبراه در آن مستقر شده است. چهار گزینه کلی از پروفیل دره عبارتند از: دره U شکل، دره V شکل، مقطع مسطح و دشت سیلابی (شکل ۱).

۲-۲-۴-۴- شیب آبراه

شیب بازه آبراه در سه نقطه در امتداد طول ایستگاه و با استفاده از ترازیاب یا شیب سنج اندازه گیری می‌شود. در صورت استفاده از شاخص ترازیاب، آن‌را در خط‌القعر مقطع (ولی نه در گودال های غیر معمول) قراردهید. در صورتی‌که نقشه‌های توپوگرافی مناسب وجود داشته باشد می‌توان از آن برای تعیین شیب بازه استفاده کرد.

۲-۲-۴-۵- جنس مواد دیواره آبراه

جنس مواد خاکی و یا سنگی تشکیل دهنده دیواره آبراه را شناسایی و ثبت کنید. برای این منظور یک سوم تحتانی دیواره معیار قرار داده شده و در امتداد طول ایستگاه بررسی و طبقه بندی می‌شود. سه کلاس کلی زیر به‌کار برده می‌شوند گِل و لای (سیلت و رس)، سنگ، سایر مواد نفوذ ناپذیر.

بستگی به میزان همگنی و یکنواختی جنس مواد دیواره، ممکن است لازم باشد که بررسی در بیش از یک نمونه صورت گیرد. سپس طبقه کلی در فرم اطلاعات یادداشت می‌شود. این اطلاعات برای ارزیابی موارد زیر به‌کار برده می‌شود: ۱) ارزیابی سریع قابلیت فرسایش پذیری و ۲) شناسایی منابع موجود درون آبراه (شن و ماسه) و ...

۲-۲-۴-۶- ثبات دیواره آبراه و دیواره معلق

ثبات دیواره شاخصی از میزان فرسایش دیواره در امتداد طولی آبراه است. در طول ایستگاه و در دو طرف آبراه، دیواره‌های آبراه برای جست وجوی نشانه‌های فرسایش و ناپایداری مورد بررسی قرار می‌گیرد. نشانه‌های ناپایداری همانند ریزش دیواره، نمایان شدن ریشه‌های درختان و درختچه های ساحلی، نبود هیچ‌گونه رویش گیاهی در یک سوم تحتانی دیواره، فرو افتادگی درختان و... به‌صورت درصدی از طول هر یک از دو دیواره آبراه که ناپایداری در آن مشاهده شده است تعیین و همراه با میانگین آن در فرم اطلاعات ثبت می‌شود.

۲-۲-۴-۷- گود شدن بستر رودخانه

گود شدن بستر رودخانه شاخصی از میزان فرسایشی است که در بستر رودخانه روی می‌دهد. هنگامی‌که مسیر طولی ایستگاه بررسی می‌شود هرگونه نشانه مبنی بر فرسایش عمقی و گودشدگی و تغییر در بستر آبراه را ثبت کنید. ارتفاع دیواره‌های آبراه (و مقایسه آن با شدت جریان در آبراه) نشانه مهمی برای فرسایش عمقی آبراه است. دیگر نشانه‌ها از جمله نمایان شدن ریشه سازه‌ها و یا دیواره‌های ساخته شده در آبراه، آبگذرها، بند، پل و... نیز قابل ملاحظه هستند. در مناطق شهری نمایان شدن لوله‌های نصب شده در بستر آبراه می‌تواند نشانه‌ای از فرسایش عمقی آبراه باشد. طولی از مسیر را که در آن نشانه‌های فرسایش عمقی مشاهده می‌شود در فرم اطلاعات ثبت کنید.

۲-۲-۴-۸- جنس مواد اصلی در بستر آبراه

کلاس غالب مواد و رسوبات بستر آبراه بر حسب مشخصات مشروحه در جدول شماره ۲ طبقه بندی و ثبت می‌شود. بر حسب یکنواختی مواد در بستر آبراه ممکن است لازم باشد در بیش از یک نقطه کلاس اندازه مواد بستر رودخانه بررسی شود. سپس طبقه غالب مواد تشکیل دهنده بستر آبراه شناسایی و ثبت می‌شود. دقت شود که نهشته‌های رسوبی با مواد بستر اشتباه تشخیص داده نشوند. در آبراه‌هایی که در معرض رسوب‌گذاری هستند، بستر اصلی رودخانه ممکن است در زیر نهشته‌های جدید مدفون شده باشد. در بخش‌های کم شیب آبراه ممکن است عمق نهشته‌ها به اندازه‌ای باشد که بستر اصلی در دسترس نباشد. در اینصورت خود نهشته‌ها به‌عنوان مواد بستر آبراه معرفی و ثبت می‌شود. در یک زیستگاه آبی، اندازه مطلوب مواد تشکیل دهنده بستر به ترتیب اولویت عبارتست از قلوه سنگ، شن، تخته سنگ، و صخره همراه با ماسه.

جدول ۲ - طبقه بندی کلی اندازه سنگ دانه های بستر

طبقه بندی		اندازه مواد- میلی‌متر
تخته سنگ	*Boulder (B)*	> ۳۰۵
پاره سنگ	*Rubble (R)*	۲۵۶ -۳۰۵
قلوه سنگ	*Cobble (Cb)*	۶۴ -۲۵۶
شن	*Gravel (G)*	۲ -۶۴
ماسه	*Sand (S)*	٪ ۰/۰۶-۲
رس	*Clay (C)*	< ۰/۰۶

۲-۲-۴-۹- مواد نهشته شده

مواد رسوبی انواع موادی هستند که در بستر آبراه نهشته می‌شوند. در بخش‌هایی از آبراه که رسوب‌گذاری چشم‌گیر است، انواع غالب موادی که رسوب می‌کنند در یک طبقه‌بندی کلی عبارتند از سیلت، ماسه و شن. در تنظیم برگه اطلاعات، وجود مواد رسوبی و میانگین عمق آن با دقت حدود ۳ سانتی‌متر اندازه‌گیری و ثبت می‌شود. درصدی از طول ایستگاه که در آن رسوب‌گذاری قابل ملاحظه (ضخامت بیش از حدود ۷ سانتیمتر) است نیز ثبت می‌شود.

۲-۲-۴-۱۰- درهم فرورفتگی سنگ دانه‌های بستر

به طور کلی در هم فرورفتگی، پوشـیدگی و مسـتوری سـنگ‌دانه های بستر به‌شـرایطی اطلاق می شود که در آن ذرات رسـوبی ریز دانه (ماسـه و سیلت)، فضاهای خالی بین سـنگ دانه‌های بزرگ‌تر موجود در خیزاب‌ها[1] و بخش‌های کم عمق و ناهموار بستر یک آبراه را احاطه کرده و یا به‌کلی آن سنگ‌دانه‌ها را مدفون و مستور کند. به‌طور کلی هرچه قطعات و سـنگ‌دانه‌های بزرگ‌تر در بسـتر یک آبراه به وسـیله ذرات ریز ماسه و لای احاطه و یا پوشـیده شـود مساحت سطحی از این سـنگ‌دانه‌ها که برای فعالیت بی‌مهرگان درشت و ماهی‌ها (پناهگاه، تخم‌ریزی، تفریخ) در دسـترس آبزیان قرار می‌گیرد کاهش می‌یابد. پوشـیده و یا مسـتور شدن سنگ‌دانه‌های درشت‌تر نتیجه جابه‌جایی و ترسیب حجم قابل ملاحظه رسوبات است؛ و شاخصی است که در ارزیابی گوداب‌ها[2]، خیزاب‌ها و بخش‌های با جریان آرام[3] آبراهه‌های پرشیب مورد توجه قرار می‌گیرد.

درجه‌بندی شاخص پوشیدگی و مستور کردن / شدن بر حسب شرایط تفاوت می‌کند. برای جلوگیری از اختلاط و آشفتگی این مفاهیم با مفاهیم رسوب‌گذاری، مشاهدات مربوط به پوشیدگی و مستور شدن باید در مرکز و یا بالادست بخش‌های کم عمق آبراه (که در آن رسوبات دانه درشت تجمع یافته است = خیزاب‌ها) صورت گیرد. اندازه‌گیری‌های مربوط به پوشیدگی و مستور شدن رسوبات دانه درشت بستر آبراه (در هم فرورفتگی مواد بستر) باید در یک بخش نمونه از تجمع رسوبات دانه درشت خیزاب در طول ایستگاه منتخب صورت گیرد. اگر چنین پدیده‌ای خیزاب در این طول وجود نداشته باشد باید نبود آن در برگه اطلاعات درج شود.

درهم فرورفتگی کم مواد بستر

در هم فرورفتگی زیاد مواد بستر

درصد مواد دانه‌ریزی که شـبکه فضاهای خالی بین سـنگ‌دانه‌های درشـت را پر می‌کنند به‌صورت چشمی و با کمک «لوله مشـاهده» برآورد و تخمین زده می‌شـود. در شـکل ۳، چهار نمونه از درجات مختلف پوشیدگی و مستور کردن/ شدن نمایش داده شده است. به‌طوری که ملاحظه می شود هر نمونه (فریم) به چهار بخش تقسیم شـده اسـت که به ارزیابی مقدماتی و اندازه‌گیری اولیه میزان پوشیدگی و مستور شدن کمک می‌کند. سپس با ارزیابی دقیق‌تر، میزان پوشیدگی و استتار با دقت ۵ درصد اندازه‌گیری شود.

در خیزابِ نمونه ده مورد نمونه‌گیری و مشاهده صورت می‌گیرد و میانگین‌گیری می‌شود و این میانگین در برگه اطلاعات ثبت می‌شود. برای جلوگیری از کدر شدن آب (که مشاهده را مشکل خواهد کرد) بهتر است اندازه‌گیری از پایین دست شروع شده و به‌صورت زیگزاگ به بالادست گسترش یابد.

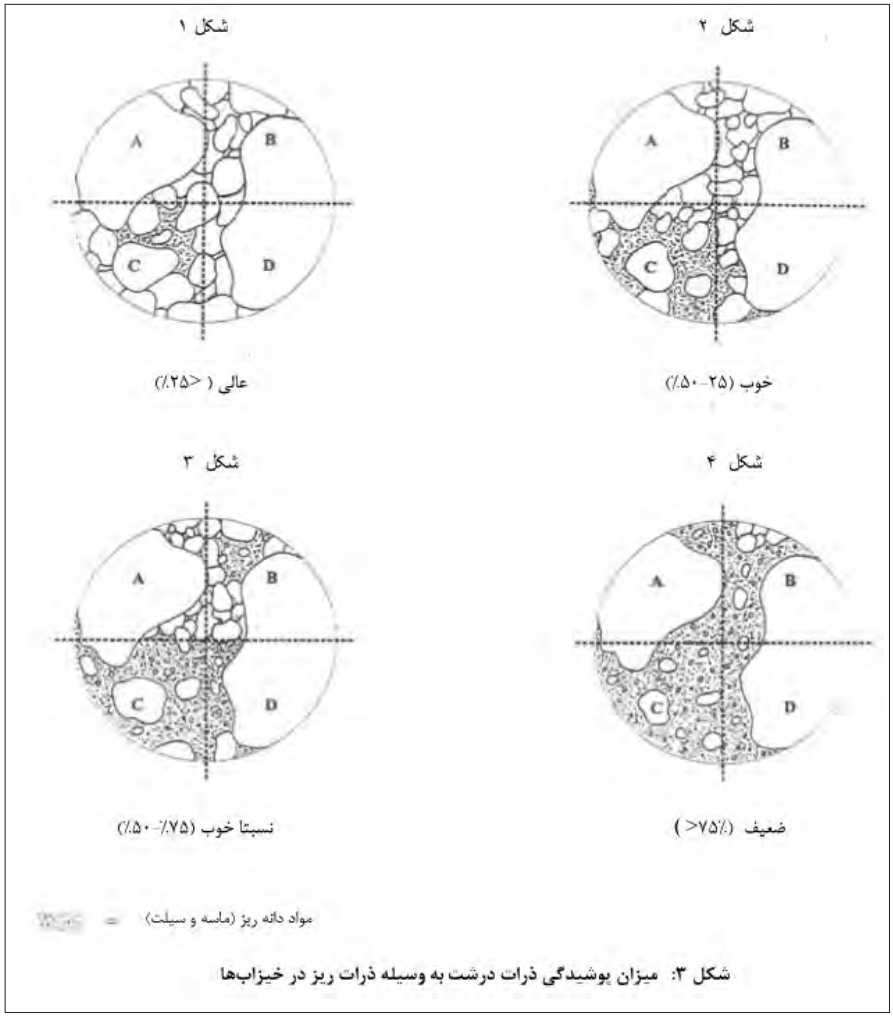
برای انجام مشـاهدات دو اندازه «لوله مشـاهده» می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد: ۱) برای خیزاب‌های کم عمق (با عمق کمتر از ۱۵ سـانتیمتر)، یک لوله مشـاهده‌ای ۲۵ سـانتیمتری با قطر حدود ۱۵ سانتیمتر که بدنه داخلی آن به رنگ سـفید رنگ آمیزی شـده باشـد؛ ۲) برای خیزآب‌های عمیق‌تر از ۱۵ سانتیمتر، یک

1- Riffles
2- Pools
3- Run

دبه پلاســتیک ۵ گالنی ســفید که دو انتهای آن بریده شده باشد و یک بریدگی کوچک برای سیفون کردن در دهانه تحتانی تعبیه شــده اســت.

۲-۲-۴-۱۱- خصوصیات سنگ‌دانه‌های بستر آبگیرها

نوع و وضع ســنگ‌دانه‌های بســتر آبگیرها را بررســی و ارزیابی کنید. در مقایســه با رســوبات دانه‌ریز (گلی) و بســترهایی که فاقد پوشــش گیاهان آبزی است، انواع رسوب‌های سخت‌تر (شن، ماسه) و گیاهان آبزی ریشه دار از انواع زیادتری از موجودات زنده (ارگانیســم‌ها) حمایت می‌کنند. همچنین آبراهه‌هایی که آبگیرهای مشــابه و یکنواخت دارند در مقایســه با آبراهه‌هایی که آبگیرهای متنوع و متفاوت دارند از تنوع کمتری از موجودات زنده (ارگانیسم‌ها) پشتیبانی می‌کند.



شکل ۳: میزان پوشیدگی ذرات درشت به وسیله ذرات ریز در خیزاب‌ها

جدول ۳- معیارهای طبقه‌بندی سنگ‌دانه‌های بستر آبراه

زیستگاه	وضعیت زیستگاه			
	مطلوب	نسبتا مطلوب	قابل قبول	ضعیف
پوشیده و یا مدفون شدن سنگ دانه‌ها (شیب زیاد)	شن، قلوه سنگ، تخته سنگ تا حدود ۲۵-۰ درصد به‌وسیله رسوبات نرم احاطه شده است. فضای بین قلوه‌سنگ‌ها تنوعی از فضاهای مناسب را برای لانه گزینی آبزیان به‌وجود می آورد.	شن، قلوه سنگ، تخته سنگ تا حدود ۵۰-۲۵ درصد به‌وسیله رسوبات نرم در بر گرفته شده است.	شن، قلوه سنگ، تخته سنگ تا حدود ۵۰- ۷۵درصد به‌وسیله رسوبات نرم در بر گرفته شده است.	شن، قلوه سنگ، تخته سنگ تا حدود بیش از ۷۵درصد به‌وسیله رسوبات نرم در بر گرفته شده است.

جدول ۴- معیارهای طبقه بندی بستر آبراه‌های کم شیب

زیستگاه	طبقه وضعیت			
	مطلوب	نسبتا مطلوب	قابل قبول	ضعیف
بستر آبگیرها یا گوداب‌ها (رودخانه‌های کم شیب)	مخلوطی از مواد مختلف که در آن شن و ماسه سخت غلبه دارد و دارای پوشش گیاهی بن در آب است.	مخلوطی از ماسه نرم و گل یا رس. گل ممکن است غلبه داشته باشد و جابه‌جا ممکن است توده ریشه و یا پوشش گیاهی بن در آب وجود داشته باشد.	تمام بستر گل یا رس یا ماسه. ممکن است کمی ریشه توده شده و یا گیاه آبزی بن در آب وجود داشته باشد.	رس سخت شده و یا سنگ بستر، فاقد هیچ گونه توده‌های ریشه یا رستنی آبزی بن در آب.

۲-۲-۵- کیفیت آب

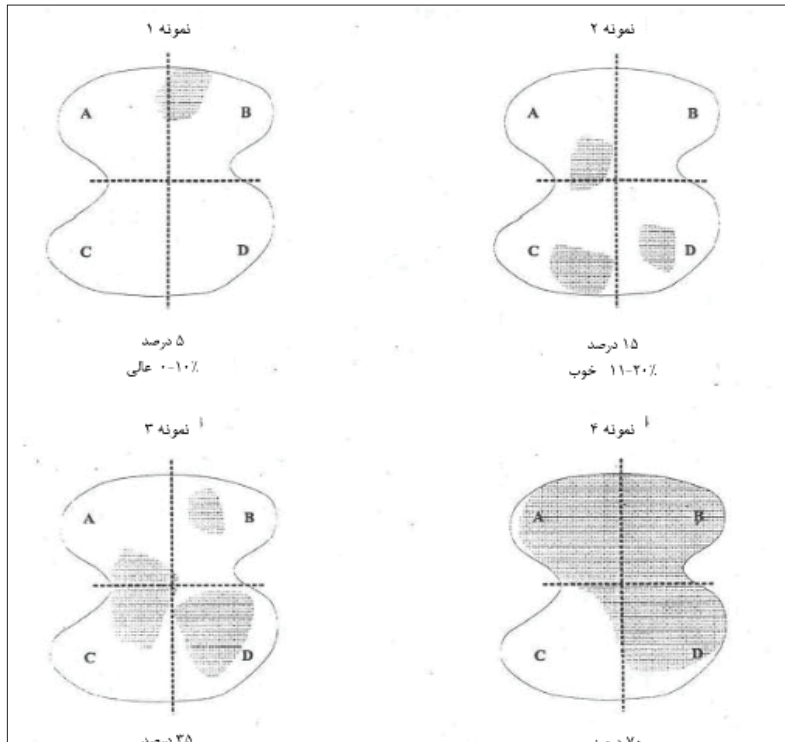
۲-۲-۵-۱- جرم گرفتگی زیر سنگ‌دانه‌های بستر[۴]

جرم گرفتگی زیر سنگ‌دانه‌های بستر به درصدی از سطوح زیرین صخره‌ها، قلوه سنگ‌ها، قطعات چوب و یا هر شیی دیگری که در بستر رودخانه قرار گرفته و از مواد و نهشته‌های بیولوژیکی پوشیده شده است اطلاق می‌شود. میزان جرم گرفتگی زیر سنگ‌دانه‌های بستر آبراه با انتخاب و نمونه قرار دادن یک بخش کم عمق از بستر خیزاب و برگرداندن و معاینه ده قطعه از مواد نسبتا درشت (قلوه سنگ، چوب،...) و تخمین سطوح پوشیده شده از نهشته‌های بیولوژیکی تعیین می‌شود. روش پیشنهادی به این قرار است که ابتدا بخش زیرین قطعه مورد معاینه را (به صورت چشمی) به چهار بخش تقریبا برابر تقسیم کرده و در هر بخش مساحتی که به وسیله مواد بیولوژیکی پوشیده شده است (به صورت نسبت به کل سطح قطعه) تخمین زده می‌شود و سپس با جمع کردن این درصدها در چهار بخش تفکیک شده، مجموع آن‌ها به عنوان سطح پوشش جرم بیولوژیکی آن قطعه در نظر گرفته می‌شود. با همین روش سطح پوشش برای نُه قطعه منتخب دیگر تخمین زده شده و میانگین مجموعه آن‌ها به عنوان میزان جرم گرفتگی بیولوژیکی مواد بستر ثبت می‌شود. در نمودار ۴ نمونه‌هایی از میزان پوشش جرم بیولوژیکی یک قطعه نشان داده شده است.

جرم زیر قلوه سنگ‌های بستر رودخانه نشانگر غیر مستقیمی از بار مواد مغذی (ازت اولیه) و کربن آلی موجود

4- Substrate Fouling

در یک رودخانه اســت. در رودخانه های نســبتا تمیز، میزان جرم گرفتگی زیر ســنگ‌دانه ها معمولا کمتر از ده درصد است (گالی، ۱۹۹۵).



مساحت جرم بیولوژیکی (مساحتی از بخشهای زیرین سنگدانه ها که پوشیده از مواد بیولوژیک ناشی از رشد باکتری، قارچ و کپک و تجمع لجن و یا ترکیبی از آنها است)

شکل ۴: **سطوح جرم گرفتگی بخش زیرین سنگدانه ها**

۲-۲-۵-۲- وجود مواد روغنی

وجود و یا نبود مواد چربی و نهشــته‌های روغنی را به صورت توصیفی و به شــکلی که شرایط مشاهده شده را به بهترین وجه بیان نماید ثبت کنید.

۲-۲-۵-۳- دستگاه اندازه‌گیری کیفیت، رنگ و بوی آب

در هر مقطع مشاهده‌ای نُه شاخص (پارامتر کیفی) زیر اندازه‌گیری می‌شود: دمای هوا، دمای آب، درصد اشباع، اکســیژن محلول (DO)، هدایت الکتریکی، pH ، تیرگی و کدورت، رنگ و بوی آب. از دســتگاه‌های الکترونیکی ســیار چند پارامتری برای اندازه‌گیری اکســیژن محلول (DO) ، هدایت الکتریکی و pH اســتفاده می‌شــود. این دســتگاه‌ها ظریف و حســاس هســتند و احتیاج به مراقبت و نگهداری و نیز تنظیم و کالیبره شدن دارند و علاوه بر این‌ها دســتورالعمل های اندازه‌گیری باید به دقت رعایت شــود تــا در اندازه‌گیری‌های میدانی دقت و صحت

کار تامین شـود. رنگ و بوی آب مطابق با مفاهیم و تعاریف مندرج در جداول شـماره ۵ و ۶ طبقهبندی میشود. شـرکتهای آب منطقهای کیفیت آب (عناصر معدنی) را برای ایسـتگاههای هیدرومتری اندازهگیری و اطلاعات آنرا ثبت میکنند.

۲-۲-۵-۴- وجود جلبک

بود یا نبود جلبک در طول بازه نمونهگیری بهصورت چشمی ارزیابی و بررسی میشود. اگر جلبک وجود داشته باشد، فراوانی نسبی بر حسب معیارهای زیر تخمین زده شده و ثبت می شود:

☑ پراکنده و منفرد (در کنارهها، با پوشش کمتر از ۲۰ درصد از طول مسیر نمونه)؛

☑ نسـبتاً فراوان (شـکوفههای جلبکی در قطعات کوچک تا متوسـط که ۵۰-۲۱ درصد از طول مسیر نمونه را بپوشانند)

☑ فراوان (شکوفههای جلبکی بزرگ که بیش از ۵۰ درصد از طول مسیر نمونه را بپوشانند)

۲-۲-۵-۵- نهشته های رسوبی

نهشتههای رسوبی را که در طول بازه نمونه وجود دارد ثبت و یادداشت نمایید. همچنین بخش زیرین صخرهها و قلوهسنگهایی که در سطح بستر قرار دارند را معاینه کرده و مشخص کنید که آیا سیاه شدهاند یا نه (که نشانگر کمیِ اکسیژن و شرایط بیهوازی است).

جدول ۵ - فهرست تعاریف مربوط به بو

بو	شرح
۱- هیچی	بی بو
۲- آلی	خاکی، خاک
۳- کلر	مواد رنگ بر، کلر
۴- نفت	گاز، روغن
۵- ضدیخ	شیرین مهوع
۶- گوگردی	تخم مرغ گندیده
۷- شبکه فاضلاب	بد بو
۸- جور دیگر	

۲-۲-۵-۶- بوی رسوب

نهشـتههای بستر آبگیرهای بسـتر رودخانه را بهم زده و دقت کنید که آیا بویی از آن ساطع میشود یا خیر؟ بر اساس تعاریف ارایه شده، آنرا توصیف کنید.

۲-۲-۵-۷- مواد روغنی رسوبی

عبارتی که به بهترین شکل مشاهدات از میزان نسبی نهشتههای روغنی را بیان میکند ثبت کنید.

جدول ۶ – تعاریف مربوط به شفافیت و رنگ آب

شفافیت /رنگ	شرح کلی
۱- روشن- شفاف	اشیاء و سنگ‌دانه‌های کوچک که در کف قسمت‌های عمیق‌تر آبگیرهای رودخانه (عمق بیش از ۱ متر)، قرار دارند آشکارا دیده می‌شوند.
۲- کمی رنگ گرفته	آب رنگ کمی زرد، قهوه‌ای یا مایل به سبز دارد. قابلیت رویت اشیاء کوچک‌تر که در بستر رودخانه در قسمت‌های عمیق‌تر آبگیر قرار دارند اندکی دشوار می‌شود. اشیاء بزرگ‌تر قابل رویت هستند.
۳- رنگ گرفته / کدر	قابلیت رویت در ستون آب ناچیز است. معمولاً به علت مقادیر زیاد ذراتی که نور را منعکس و یا پراکنده می‌کنند مانند رس، جلبک و غیره.
۴- چای یا قهوه	رنگ آب معمولاً به‌علت وجود اسید تانیک و فولویک حاصله از تلاشی برگ‌ها یا دیگر مواد آلی به قهوه‌ای می‌گراید. در فصول پاییز- زمستان بیشتر دیده می‌شود. گاهی ممکن است این رنگ به علت رشد جلبک‌های خاص در بستر رودخانه باشد.
۵- سبز روشن	خیلی شبیه ضد یخ.
۶- سبز	لایه‌های لجنی رشته رشته همراه با حباب‌های هوای قابل رویت که ممکن است ناشی از شکوفایی جلبک‌ها در اثر زیادی مواد مغذی موجود در آب باشد. یکی از عادی‌ترین علل آن نگهداری و یا استعمال نادرست کودهای شیمیایی یا حیوانی است.
۷- زرد– قهوه‌ای، کف صابونی	معمولاً کف صابون در قسمت‌های آرام‌تر گرداب جمع می‌شود. ممکن است در اثر رزین / صمغ و یا گرده درختان باشد.
۸- قرمز – نارنجی	رسوبات نازک در امتداد لبه آب و یا بستر رودخانه که اغلب حالت چرب دارد و رنگ قوس قزح را منعکس می‌کند و عموما ناشی از حضور و فعالیت باکتری‌های اکسید کننده آهن هستند.
۹- سفید – ابری	اگر هیچ‌گونه ماده جامد یا بوی قابل تشخیص وجود ندارد، احتمال دارد که این حالت ناشی از رواناب حاصله از کارهای جاده سازی باشد.
۱۰-سفید – کف‌صابونی	معمولاً اثر تخلیه مواد شوینده ناشی از شست و شوی ماشین، یا دیگر مواد پاک کننده است. توجه شود که تخلیه‌های ماشین شویی‌ها معمولاً بوی چرب و موم مانند دارند.
۱۱- خاکستری کم- رنگ تا تیره	بوی تعفن تند ناشی از تخلیه و سرریز فاضلاب. مسیر خطوط اصلی انتقال فاضلاب و دریچه‌های آدم معمولا در حاشیه دره‌ها احداث می‌شوند و گاهی ممکن است نشت کنند یا در زمان وقوع سیلاب سرریز کنند. توجه کنید رویش قارچ‌های فاضلابی روی سنگ‌های بستر رودخانه نیز می تواند شاهد این رخداد باشد.
۱۲- قهوه‌ای	تخلیه احتمالی رواناب حاوی رسوب زیاد (سیلاب)
۱۳- زرد – قهوه‌ای	مواد چرب که بوی نفت دارند و به هم می‌چسبند و عموما منشا مواد سوختی دارند.
۱۴- درخشان با رنگ قوس قزح	احتمالا در اثر تخلیه مواد نفتی.

۲-۲-۵-۸- اجزاء و عناصر غیر آلی در سنگ‌دانه‌های بستر

در طول بازه نمونه‌برداری، مقدار نسبی هر یک از ۷ نوع سنگ‌دانه‌های فهرست شده را به صورت تخمینی برآورد کنید.

۲-۲-۶- زیستگاه درون رودخانه

۲-۲-۶-۱- سنگ‌دانه های بستر خیزاب‌های[۵] رودخانه

در بازه‌های شـیب‌دار، خیزاب‌ها بررسی شده و درصد سـنگ‌دانه‌های بستر و نیز میانگین عمق آنها تخمین زده شده و ثبت می‌شود.

برای یک زیسـتگاه آبی، ترکیب مطلوب سـنگ بسـتر یک خیزاب (به ترتیب نزولی) عبارت‌ست از قلوه سنگ، سـنگریزه، خرده سنگ، قلوه سنگ همراه با کمی ماسـه. به‌طور کلی، هرچه مقدار شن و ماسه افزایش می‌یابد، مطلوبیت زیستگاه هم برای بی‌مهرگان بزرگ و هم برای تخم‌ریزی و تفریخ تخم‌های ماهی‌ها کاهش می‌یابد.

۲-۲-۶-۲- تواتر خیزاب، گود آب و آب آرام[۶]

تواتـر و تعـداد خیزاب‌ها، گوداب‌هـا و آب‌های آرام و درصد طولی از بازه که بصورت تند آب / آب آرام اسـت را تخمین بزنید. نسبت این مقادیر معیاری برای سنجش زیستگاه‌های ماهیان خواهد بود.

۲-۲-۶-۳- وجود الوار یا تنه بزرگ درخت

برای هر بازه تحت بررسـی، وجود شـرایط تنگ شدگی مقطع رودخانه ناشـی از وجود الوار یا تنه درخت بزرگ بررسی شود. منظور از الوار یا تنه بزرگ درخت، درختانی است که قطر تنه آن‌ها بیش از ۱۵ سانتیمتر و طول آن به‌اندازه‌ای باشد که در شرایط جریان عادی در مقطع رودخانه پابرجا بماند. هر مجموعه نهشته‌های چوبی که در رودخانه وجود داشته و بیش از ۰,۲۵ متر مربع مساحت داشته باشد را یادداشت و ثبت کنید.

اگر فقط بخشی از تنه درخت در آب باشد، فقط آن قسمتی که در تماس با آب است اندازه گیری می‌شود. دسته قطعات ریشـه درخت و یا الوار و تنه درخت که در حاشـیه آب قرار داشـته ولی با آب در تماس باشد، شمارش شده و برای آن عرضی برابر ۰,۵ متر در نظر گرفته می‌شود. تک‌تنه‌ها و الوارهایی که قطری بیش از ده سانتی‌متر داشته باشند و یا دسته قطعات چوبی که بیش از ۰,۵ متر عرض داشته باشد نیز در این شمارش لحاظ می‌شوند. تنه‌های درخت که به شکل مستقیم در درون آب مستقرند نیز اگر عرضی بیش از ۰,۵ متر داشته باشد شمارش و ثبت می‌شوند.

در مناطقی که تک درختان بزرگ در معرض سـیلاب هسـتند، این تک درختان می‌توانند مانع جریان شـوند و گرفتگی به‌وجود آورند. هرچه تعداد این تک درختان بیشـتر باشد، درهم پیچیدگی زیستگاه در حوضه رودخانه بیشـتر خواهد بود. جدا از مواردی که تنه درخت باعث تنگ شـدگی مقطع جریان می‌شود، تعداد تک درختان بزرگ نیز (که با آب در تماس هستند ولی باعث تنگ شدگی مقطع نشده‌اند) نیز شمارش و ثبت می‌شوند

۵- Riffle (برای تعاریف به پیوست «پ» مراجعه شود)

۶- بازه هایی از رودخانه که در آن آب در تمام مقطع آبراه بصورت آرام (Smooth) و یکپارچه (Unbroken) حرکت می‌کند. در مناطق شیب‌دار، معمولا در فاصله بین خیزاب و گوداب، جریان آرام برقرار است و در مناطق کم شیب نیز جریان آب عموماً آرام است.

چند نمونه از زیستگاه‌های ایجاد شده در آبراهه‌ها به‌وسیله تنه درختان

۲-۲-۷- شناخت کریدورهای کرانه‌ای رودخانه

روش‌های میدانی زیر برای تعیین وضعیت کلی زیستگاه‌های کرانه‌ای رودخانه می‌باشند.

۲-۲-۷-۱- شرایط بخش مرکزی رودخانه (به شکل های ۲و۳ در ۲-۲-۳ مراجعه شود)

☑ عرض بخش ضربه‌گیر (حایل)

در هر مقطع عرضی که از رودخانه تهیه می‌شود، عرض بخش ضربه‌گیر (حایل) اصلی رودخانه به‌طور چشمی تخمین زده می‌شـود. منطقه ضربه‌گیر بخشـی از مقطع رودخانه اسـت که به طور موثر بر جریان رودخانه و مرفولوژی آن اثر می‌گذارد و یا از آن اثر می‌پذیرد. در فرم مشـخصات مقطع رودخانه، میانگین عرض نوار در طول بازه با تقریب حدود ۱ متر محاسبه و ثبت می‌شود.

☑ ترکیب اشکوب‌های گیاهی

در هر مقطع، رویش گیاهی غالب (گونه‌ای که بیش از ۵ درصد مسـاحت را اشـغال کرده باشـد) در طول هر یک از کرانه‌های رودخانه به‌صورت چشمی شناسایی و در فرم بررسی، ثبت می‌شود. درصد درختان و درختچه‌های مشاهده شـده و پوشـش زمین و گونه‌های بومی و یا غیر بومی و مهاجم انگار که از بالا مشاهده می‌شود و در مقیاس بین صفر تا ۱۰۰درصد، ثبت می‌شـود. با این مفروضات اگر درختان و درختچه‌ها و نیز پوشـش گیاهی هر کدام به تنهایی ۱۰۰ درصد باشند مجموع پوشش گیاهی می‌تواند ۳۰۰ درصد باشد.

☑ پوشش گیاهان آبزی

تنوع کلی و میزان نسـبی گونه‌های غالب گیاهان آبزی در هر مقطع شناسـایی و ثبت می‌شـود. میزان گسترش پوشش گیاهان آبزی به‌صورت تقریب تخمین زده می‌شـود. پوشـش گیاهی علاوه بر اینکه به‌عنـوان یک مجموعه اکولوژیکی به‌آشـفتگی‌های محیطی واکنش نشـان می‌دهد، زیسـتگاهی آبی را فراهم می‌آورد که منبع تامین غذا و پناهگاه برای

جانوران است. اگر گونه‌های گیاهی قابل شناسایی هستند فهرست آن‌ها را در فرم شناسایی ثبت کنید.

☑ تاج پوشش (سایه انداز) درختان

نسبت مساحت باز به سایه‌انداز درختان را در قطعات نمونه از بازه رودخانه بررسی کرده و تخمین زده و در فرم مربوطه ثبت کنید. ابزارهای مخصوص (تراکم ســنج کروی و شیشه شبکه بندی شده) برای سنجش تراکم سایه انداز درختان وجود دارد. اندازه‌گیری ها از بخش مرکزی رودخانه و در چهار جهت اصلی صورت می‌گیرد. مقدار سایه انداز با تقریب ۵ درصد در فرم مشخصات ثبت می‌شود.

تذکر: اگر تمرین کافی وجود داشــته باشــد، میزان سایه انداز را با چشم نیز می‌توان تخمین زد. علاوه براین باید توجه داشــت که تخمین درست ســایه انداز درختان در اواخر پاییز، زمستان و اوایل بهار کمی مشکل‌تر است. در واقع برای تخمین ســایه انداز باید به میزان رشد شاخه‌ها، تراکم برگ‌ها توجه داشت. تنوع گونه‌های درختان نیز در این تخمین اثر خواهد داشت.

☑ جامعه گیاهی

جامعه گیاهی غالب در نوارهای حایل در کرانه‌های راســت و چپ رودخانه را شناســایی و ثبت کنید. در فرم شناسایی «جامعه گیاهی غالب مهاجم» مربوط به جوامع گیاهی است که جزو جوامع عمومی منطقه نیست. انواع جوامع متداول برای بیشتر حوضه‌های آبریز عبارتند از:

- رویش‌های بن درآب
- مرغزارهای مرطوب
- جنگل‌های زمین‌های مرتفع
- تالاب‌های جنگلی
- جوامع غالب مهاجم
- جنگل‌های بخش‌های سرآب حوضه
- درختچه
- جنگل‌های مختلطِ اراضی ساحلی

☑ امکان تولید درختان بزرگ

استعداد نوار حایل کرانه‌ای برای تولید و رها سازی (انتقال) درختان بزرگ به رودخانه را در یک بازه ده ساله تخمین بزنید. در این تخمین باید استعداد منطقه ساحلی رودخانه برای اینکه بتواند وضعیت خود را در جوار کاربری اراضی مجاور حفظ کند نیز مد نظر قرار گیرد. امکان تولید درختان بزرگ به‌صورت یکی از حالات زیر ثبت می‌شود:

- زیاد، مقدار قابل توجهی از مواد گیاهی (حاصل از درختان) در اراضی ساحلی وجود دارد که می‌تواند به رودخانه منتقل شود و آثار آن نیز پیشاپیش در رودخانه قابل مشاهده است؛
- متوسط، درختان منفرد و تک افتاده در اراضی ساحلی وجود دارد که گاه‌گاه آثار آن در داخل رودخانه مشاهده می‌شود؛
- کم، پوشش گیاهی و درختان نارس در اراضی ساحلی وجود دارد ولی آثاری از آن‌ها در داخل رودخانه مشاهده نمی‌شود.
- هیچ، هیچ پوشش درختی در اراضی ساحلی وجود ندارد.

☑ عرض دشت سیلابی و جامعه گیاهی

در قسمت‌هایی‌که دشت سیلابی وجود دارد، عرض این دشت از لبه رودخانه اندازه‌گیری می شود. عرض دشت سیلابی در سمت راست و چپ رودخانه جداگانه یادداشت می‌شود (شکل ۲- بخش ۲-۲-۳) به‌علاوه، جامعه گیاهی غالب در دشــت سیلابی شناسایی و ثبت می‌شود. در بازه های با شیب تند و متوسط و نیز در مناطق شهری معمولا دشت‌های سیلابی وجود ندارد.

۲-۲-۷-۲- شرایط منطقه حایل و جامعه گیاهی

منطقه حایل درست بعد از مقطع اصلی آبراه (وقتی مقطع فاقد دشت سیلابی است) و یا بعد از دشت سیلابی قرار دارد (شکل ۲). منطقه حایل در بر دارنده جامعه گیاهی غالبی است که مقطع اصلی آبراه و یا دشت سیلابی را از اراضی مجاور و یا مناطق توسعه یافته (مثلا مناطق مسکونی و یا تاسیسات) جدا می‌سازد. مشخصات و کاربری متداول در اراضی مجاور منطقه حایل همچون منطقه مسکونی، تجاری، صنعتی، کشاورزی و یا توسعه نیافته نیز باید ثبت شود.

۲-۲-۸- مشاهدات موردی از شاخص‌های بیولوژیکی

در ارزیابی سـریع به سـبب نیازی که به جابه‌جایی نسـبتاً سـریع در طول رودخانه وجود دارد، بررسی دقیق شاخص‌های بیولوژیکی جزو ارزیابی‌ها نیست. اما در این ارزیابی اطلاعات مربوط به زیستگاه های درون رودخانه‌ای و مناطق ساحلی گردآوری و ثبت شده و با استناد به منابع اطلاعات و یا مطالعات تفصیلی دیگری که وجود دارد گونه‌هایی را که احتمالا از این زیستگاه‌ها بهره‌برداری می کنند شناسایی و ثبت می کند. به این ترتیب در برنامه ارزیابی سریع به‌صورت موردی گونه‌ها شناسایی شده و یا بر اساس شواهدی که از حضور آنها به‌دست می‌آید نسبت به فهرست کردن آن ها و زیستگاه‌هاشان اقدام می‌شود. معمولا کارشناسان و دانشمندان نمی‌توانند همیشه در محل حضور یابند تا فهرست کاملی از گونه‌ها را تهیه کنند.

۲-۲-۸-۱- پریفیتون

جلبک کفزی (پریفیتون یا فیتوبنتوزها = گیاهان کف‌زی) تولیدکنندگان اولیه و زیربنای مهمی برای شبکه غذایی در بیشتر رودخانه‌ها است. این موجودات بستر آبراه را تثبیت می‌کنند و زیستگاه تعداد زیادی از موجودات هستند. چون توده‌های جلبک‌های کفزی به مواد بستر آبراه چسبیده و وابسته هستند، خصوصیات آنها در اثر آشفتگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی که در آبراه رخ می دهد متاثر می‌گردند.

۲-۲-۸-۲- بی مهرگان درشت

بی‌مهرگان درشـت معمولاً به جانوران بدون سـتون فقرات گفته می‌شود که به‌قدر کافی بزرگ هستند که در الک شماره ۳، (سـوراخهای ۰/۵۹۵ میلی‌متر اسـتاندارد آمریکا) نگاه داشته شوند. بی‌مهرگان درشت کفزی مدتهاست که برای پایش بیولوژیکی مورد استفاده واقع شده‌اند چون گروهی با تنوع فراوان از گونه‌های ساکن و نسبتاً دیرپا هستند که اغلب نسبت به اغتشاشاتی که انسان در حوضه آبریز بوجود می‌آورد واکنش نشان می‌دهند. اساساً، جامعه بیولوژیکی رودخانه معمولاً نسبت به کیفیت آب موجود و شرایط فیزیکی زیستگاه آبی واکنش نشان می‌دهد و منعکس کننده آن‌ها است.

به عنوان قسـمتی از برآوردهای ارزیابی سریع، بررسـی‌های زیستی در سطح تحقیق از خیزاب‌های رودخانه یا جامعه بی‌مهرگان درشت ساکن بر روی الوارها و تنه درختان انجام می‌شود. هدف اصلی از این بررسی‌های زیستی عبارتست از شـناختن ترکیب جامعه بی‌مهرگان درشـت و فراوانی نسبی گونه‌های عمده آن‌ها برای شناختن بهتر سطح تخریب کیفی آب رودخانه. پروتکل پیشنهادی برای نمونه‌گیری بی‌مهرگان درشت در هر مقطع مستلزم بررسی ده قطعه نمونه قلوه سنگ (یا سنگ بزرگتر) می‌باشد. این شناسایی در محل مقطع هر بازه رودخانه و تندآب از طریق بررسی چشمی به‌عمل آمده و با توجه به توانایی بررسی کننده در سطح رده و یا جنس شناسایی و در فرم بررسی یادداشت می‌شود.

۲-۲-۸-۳- ماهی

شناسـایی وجود ماهی و خرچنگ آب شیرین در بازه مورد بررسی رودخانه مبتنی بر مشاهده بصری گونه‌ها و فراوانی نسـبی آن‌ها در جریان بررسـی است. به نظر می رسـد اگر قبل از نمونه‌گیری بی‌مهرگان درشت، مسیر بازه به صورت پیاده و با دقت مورد بررسـی قرار گیرد نتایج دقیق‌تری به دسـت آید. اگر گونه‌های خاص مشاهده و شناسایی شوند، آن را همراه با تعداد موارد مشاهده شده یادداشت کنید.

۲-۲-۸-۴- پرندگان و حیات وحش

شناسـایی وجود پرندگان و دیگر حیات وحش مبتنی بر مشاهده بصری گونه و فراوانی نسبی در جریان بررسی است. هنگام طی مسـیر بازه مورد بررسـی به حضور پرنده و حیات وحش توجه مخصوص داشـته باشید. این گونه توجه به محیط، سرشماری دقیق‌تر این وحوش را ممکن خواهد ساخت. صدا، رد پا، فضله و یا آثار آشیانه هر موجودی می‌تواند

نشـانه حضور وی باشد و بنابراین هر موردی که مشاهده شـود باید یادداشت شود. در صورت امکان، پرندگان و سایر حیات وحش باید به وسـیله نام علمی (جنس و گونه) شناسـایی و ثبت شوند. جمعیت گونه‌های مشاهده شده را نیز تخمین زده و یادداشت کنید.

۲-۲-۹- نیازها و یا فرصت‌های بهسازی

ارزیابـی سـریع به تعیین نیازها و یا فرصت‌های موجود برای بهسـازی و سـالم سـازی رودخانه نیـز توجه دارد. در قسـمت‌هایی از رودخانه که فاقد شـرایط اساسـی و یا امکانات ضروری اسـت، محدودیت‌ها را شناسایی و طرح‌های بهسـازی را توصیه کنید. در زیر فهرسـتی از پروژه‌های بالقوه ارایه شـده اسـت. بازه های رودخانه پس از آن که کار صحرایی به پایان برسد مشخص می‌شود.

۲-۲-۹-۱- آبگذرها و موانع

تعمیر و یا نوسـازی دهانه‌های ورودی و خروجی آبگذرها، تعویض و یا جابه‌جایی آبگذر، پاکسـازی عوارض مسـدود کننده جریان و دیگر موانع

۲-۲-۹-۲- بهسازی مجرا و مسیر آبراهه

اصـلاح پیـچ و خم‌ها و چم‌های آبـراه، اصلاح وضعیت حوضچه‌های نعل اسـبی[۷]، ایجاد زیسـتگاه های خارج از آبراه، شن‌ریزی/ جابجایی الوارها و تنه درختان بزرگ

۲-۲-۹-۳- تثبیت کناره

تثبیت کناره‌ها با استفاده از روش‌های حفاظت زیستی، حفاظت با سنگ چینی

۲-۲-۹-۴- گسترش و تقویت پوشش گیاهی

تقویت تالاب های سیلابدشتی، تقویت مناطق ضربه‌گیر رودخانه، بهسازی مناطق ضربه‌گیر خارج از آبراه، درختکاری

۲-۲-۹-۵- حفاظت و نگهداری

تخریب و پاکسازی سازه‌ها، آموزش مردم محلی، استحصال و یا واگذاری بر حسب مورد

۲-۲-۱۰- آبگذرها، موانع و بندها، و تخلیه گاه‌های سیلاب‌ها

در جریان بررسـیهای میدانی، کارشناسـان موقعیت آبگذرها و تخلیه‌گاه‌های سـیلاب مورد نظر را با GPS مشخص و مسایل و مشکلات موجود را با تهیه عکس‌های مناسب مستند می‌سازند.

۲-۲-۱۰-۱- آبگذرها و موانع

کارشناسـان مشـخصات مجرای آبگذر، نوع سـازه، دهانه‌های ورودی و خروجی جریان و تعمیرات مورد نیاز، موانع و مشکلات موجود، و وضع کلی آبگذر را ثبت و گزارش کنند.

در بررسی تخلیه‌گاه‌های سیلاب اطلاعات در زمینه جریان‌های سیلابی، اندازه و شرایط تخلیه گاه‌ها، و کاربری اراضی مجاور و هرگونه اطلاعات تکمیلی از جمله مقدار جریان، بو و... گردآوری و گزارش می‌شود.

7- Oxbow

فصل سوم
نکات و ملاحظات فنی در زمینه نمونه‌گیری از مجموعه‌های زیستی (پریفیتون‌ها، بی‌مهرگان درشت و ماهی‌ها)

۳-۱- ملاحظات فنی در زمینه نمونه‌گیری از مجموعه پریفیتون‌ها

۳-۱-۱- تغییرات فصلی

پریفیتون‌هـای رودخانه دوره‌های فصلی مشـخص دارند و معمولا حداکثر فراوانی و تنوع آن‌ها در اواخر تابسـتان و اوایـل پاییـز روی می‌دهد(بالز ۱۹۹۳). وقوع جریان‌های شـدید و طغیانی می‌تواند بخش زیـادی از پریفیتون‌ها را شسـته و تخلیه نماید. به‌این دلایل دوره شـاخص برای نمونه‌گیری از پریفیتون‌ها معمولاً اواخر تابستان یا اوایل پاییز اسـت، وقتی که جریان آب رودخانه نسبتاً ثابت اسـت (سازمان حفاظت محیط زیسـت کنتاکی ۱۹۹۳، بالز ۱۹۹۳).

جلبک‌ها به نور حسـاس هسـتند و ممکن است در بخش‌هایی از رودخانه که زیر سایه قرار دارند جمعیت آن‌ها کاهش می‌یابد. به این جهت اوایل بهار و قبل از رویش برگ‌ها، ممکن اسـت دوره بهتری برای نمونه‌گیری در بخش‌های سـایه دار رودخانه باشد.

بالاخره، چون جلبک‌ها زمان‌های تولید مثل کوتاه (یک تا چند روز) دارند، به‌سرعت نسبت به تغییرات محیطی واکنش نشـان می‌دهند. نمونه‌های جامعه جلبکی منعکس کننده شـرایط محیطی در زمان مشـخص (زمان نمونه‌گیری) است و نمی‌تواند نشان دهنده مجموعه تاثیرات در تمام طول زمان (فصل و یا سال) باشد.

۳-۱-۲- روش نمونه‌گیری

اسـتفاده از بسـترهای مصنوعی برای نمونه‌گیری، شناسـایی و اندازه گیری پریفیتون همانند اسـلایدهای شیشه‌ای، میله‌های شیشـه‌ای، صفحات پلاسـتیک، قطعات سرامیکی و ... متداول است. با این حال بسیاری از سازمان‌ها برای اینکه شرایط طبیعی را بررسی کنند، پریفیتون‌ها را از بسترهای طبیعی نمونه‌گیری می‌کنند. مزایا و معایب بسترهای مصنوعی نمونه‌گیری در زیر و به‌طور خلاصه تشریح می‌شود (کارن ۱۹۸۲، بالز ۱۹۹۳).

۳-۱-۲-۱- مزایای بسترهای مصنوعی نمونه‌گیری

☑ اسـتفاده از بسـترهای مصنوعی امکان نمونه‌گیری از مکان‌هایی را فراهم می‌آورد که به‌طور معمول دسترسـی به‌آنها سـخت است؛ همانند سنگ بسـتر، قلوه سنگ، بسترهای ناپایدار، رودخانه‌های عمیق و یا با جریان شـدید.

☑ به عنوان یک وسـیله جمع‌آوری نمونه، نمونه‌گیرهای مصنوعی با حذف عوامل اثر گذار موردی (شـیوه نمونه‌گیری، ابـزار نمونه‌گیـری، مواد نمونه‌گیری و...)، امکان نمونه‌گیری یکنواخت و اسـتاندارد را فراهـم می‌آورند. در نمونه‌گیری مسـتقیم از بسـترهای طبیعی همه این ملاحظات باید رعایت شود. استفاده از بسـترهای مصنوعی نیازمند استاندارد کردن شیوه‌های کارگذاری و جمع آوری نمونه‌گیر است. ساز و کار کلونی سازی پریفیتون‌ها، امکان نمونه‌گیری طبیعی و واقعی را فراهم می‌سازد.

☑ از طریق ایجاد یک ریززیستگاه[1] استاندارد، تاثیرات مبهم و گیج‌کننده ناشی از تفاوت‌های زیستگاه به حداقل کاهش می‌یابد. اگر بسـترهای مصنوعی نمونه‌گیری شرایط متفاوتی برای ریززیستگاه را در مقایسه با زیستگاه طبیعی موجود

1- Microhabitat

فراهم کند، استانداردسازی ریززیستگاه می تواند به تولید نمونه‌گیرهای انتخابی بینجامد.

☑ به علت کاهش تغییرپذیری زبری ریززیســتگاه که ســبب ارتقای یکنواختی مکانی و زمانی نمونه گیری می‌شــود، تغییرپذیری نمونه‌گیری‌ها کاهش می‌یابد.

☑ جمع‌آوری نمونه با اســتفاده از بســترهای مصنوعی در مقایســه با نمونه‌گیری طبیعی به مهارت و آموزش کمتری نیاز دارد.

۳-۱-۲-۲- معایب بسترهای مصنوعی نمونه‌گیری

☑ اســتفاده از بســترهای مصنوعــی نمونه‌گیری نیازمند دو ســفر (یکی برای کارگذاری و دیگــری برای جمع آوری نمونه‌گیرها) اســت در حالیکه برای تهیه نمونه های طبیعی یک ســفر کافی است. این امر در مناطقی که حوضه آبریز رودخانه گسترده و فواصل طولانی است ممکن است مشکلاتی را ایجاد کند

☑ نمونه‌گیرهای مصنوعی زمان طولانی نیاز دارند تا کلونی مورد نظر بر روی آنها ایجاد شود (مثلا حدود ۸ هفته برای ایجاد کلونی پریفیتون). از این‌جهت ممکن است کاربرد آن‌ها برای ارزیابی سریع قابل توجیه نباشد.

☑ بسترهای مصنوعی نمونه‌گیری در معرض گم شدن، آسیب‌های طبیعی و تخریب و یا نابودی هستند.

☑ جنس بسترهای مصنوعی نمونه‌گیری می تواند بر ترکیب و ساختار جامعه نمونه پریفیتون اثر بگذارد. برای جوامع پریفیتون چســبنده، بسترهای ساکن نسبت به بسترهای غیر ساکن مطلوب‌تر است و شرایط مناسب‌تری برای تجمع رسوبات فراهم می‌کند.

☑ بسته به شکل نمونه‌گیر و نحوه استفاده از آن ممکن است حمل و نقل و انبارش آنها مشکل باشد.

☑ شــرایط کارگذاری و طول بســتر مصنوعی که در معرض جریان آب و نمونه‌گیری است بر ترکیب و ساختار جامعه نمونه اثر خواهد داشت.

۳-۲- ملاحظات فنی در مورد نمونه‌گیری مجموعه بی‌مهرگان درشت کفزی

۳-۲-۱- تغییرات فصل جمع‌آوری‌های کفزی (اقتباس از گیبسون و همکاران ۱۹۹۶)

روش مطلوب برای نمونه‌گیری آنست که با هر تغییر فصل از جامعه بیولوژیکی نمونه‌گیری شده و بررسی شود و سپس بر اســاس یافته‌ها دوره‌های مناســب برای نمونه‌گیری به گونه‌ای تنظیم و انتخاب شود که بتواند تغییرات فصلی در جامعه پریفیتون را منعکس ســازد. این روش بهترین شــرایط و امکان را برای اســتفاده از اطلاعات فراهم می‌سازد. با این وجود مجموعه‌های ساکن همه اثرات ناشی از استرس‌ها را در طول سال در خود مجتمع می‌کنند و تغییرات دوره‌ای فصلی تنوع و فراوانی آن‌ها در محدوده تغییرات بین سالی تا حدود زیادی قابل پیش‌بینی است.

بســیاری از برنامه‌های اجرا شــده نشــان داده‌اند که حتی یک دور نمونه‌برداری خوب اطلاعات قابل استنادی را برای اهــداف مدیریتــی فراهم می‌کند. با این وجود، اگر یکی از اهداف برنامه مدیریت این باشــد که تغییرات فصلی را بررســی و شناســایی نمایــد، در این‌صورت چندین دوره نمونه‌برداری فصلی مورد نیــاز خواهد بود. همچنین یک دور نمونه‌برداری نمی‌تواند اثرات رخدادهای ویژه (مثلا سیلاب بزرگ و یا خشکسالی شدید) را منعکس سازد و برای این منظورها لازم است نمونه برداری در زمان و مکان مناسب خودش تهیه و بررسی شود.

و بالاخره انتخاب موقع نمونه‌گیری مناسب باید براساس سه عامل زیر و به گونه‌ای باشد که اهداف زیر را تامین نماید:

۱- به حداقل رساندن تغییرات بین سالی ناشی از رخدادهای طبیعی؛

۲- به حداکثر رساندن کارآیی (راندمان)؛

۳- به حداکثر رساندن قابلیت دسترسی به مجموعه اطلاعات مورد نظر.

نمونه گیری و مقایسـه اطلاعات حاصله از یک فصل معین در سـال‌های متوالی انجام اصلاحات در اطلاعات را فراهم می‌آورد. شناسایی فصلی از سال که در آن نمونه‌برداری بیشترین بازدهی اطلاعات را در بردارد برای انتخاب دوره شاخص نمونه‌برداری بسـیار مهم اسـت. به‌طور مثال انتخاب دوره کم آبی رودخانه و یا شرایط یخبندان می‌تواند محدودیت‌هایی را برای یک عامل یا نهاد اجرایی به‌وجود آورد و با امکاناتی که در اختیار دارد ناسـازگار باشـد. باید از انتخاب فصولی که چنین شـرایطی را به وجود می‌آورد خودداری کرد. مجموعه نمونه‌های مورد نظر باید با سـهولت معقولی قابل دسـترس باشـند. به‌طور مثال اگر در فصل زمسـتان کفزیان به اعماقی فروتر از اعماق متداول نمونه‌برداری جابه‌جا می‌شـوند، باید از انتخـاب چنیـن دوره‌ای برای نمونه‌گیری اجتناب شـود. به همین ترتیب اگر در فصل بهار وقوع جریان‌های شـدید در رودخانه رخدادی محتمل و متداول است و نمونه‌برداری در چنین شرایطی به آسانی میسر نیست باید دوره نمونه برداری را به فصل دیگری انتقال داد.

۳-۲-۲- روش نمونه‌گیری کفزی

دسـتورالعمل‌های ارزیابی بیولوژیکی سـریع[۲] (RBPs) نمونه‌برداری مستقیم از کفزیان را در بستر طبیعی توصیه می‌کند و چون هدفش ارزیابی و تفسیر نتایج از تعداد زیادی از نقاط نمونه‌گیری است، استفاده از بسترهای مصنوعی را مد نظر ندارد زیرا زمان نسـبتا طولانی برای کارگذاری و سپس جمع‌آوری نمونه‌گیرها و نیز فرآیند کلونی سازی کفزیان مورد نیاز است. معهذا، جایی‌که شرایط برای جمع‌آوری نمونه‌های زیر بستر طبیعی نامناسب می‌باشند، استفاده از این نمونه‌گیرهای مصنوعی یک راه حل مناسـب اسـت. شورای تحقیقات علمی (SAB,۱۹۹۳) هشدار داده است که فقط نوع مناسب بسترهای نمونه گیری باید بکار گرفته شود. انواع مناسب بسترهای نمونه‌گیری آن هایی است که با بسترهای طبیعی هماهنگی داشته باشند به‌طور مثال برای بسترهای طبیعی قلوه سنگی و یا شنی، بستر مصنوعی می‌تواند شامل یک زنبیل محتوی قلوه سنگ باشد. آژانس حفاظت محیط زیسـت اوهایو (امریکا) و سـازمان حفاظت محیط زیست ایالت ماین جزو ایالاتی هستند که از بسترهای مصنوعی برای تحقیقات منابع آب خود استفاده می‌کنند (دیویس و همکاران، ۱۹۹۶) . مزایا و معایب بسترهای مصنوعی برای نمونه‌گیری کم و بیش مشابه با توضیحات بند ۳-۱-۲ است.

۳-۳- ملاحظات فنی برای نمونه گیری و بررسی ماهیان

۳-۳-۱- تغییرات فصلی در مجموعه ماهیان

تغییرات فصلی در فراوانی نسـبی بعضی ماهیان بیشـتر در دوره‌های تولید مثل و برای بعضی دیگر در دوره‌های کوچ بهاره و پاییزه روی می‌دهد. معهذا، چون نمونه‌گیری از نوزاد ماهیان (لاروها) در این پروتکل توصیه نمی‌شـود، تغییرات دوره تولید مثل در فراوانی نسبی مورد توجه نیست.

به‌طور کلی فصل مطلوب برای نمونه‌گیری از اواسـط تا اواخر تابسـتان اسـت که درآن جریان آب رودخانه متوسط تا کم بوده و نسبت به دیگر فصول تغییرات کمتری دارد. با وجود اینکه بعضی از انواع ماهیان قادر به کوچ طولانی هستند، معمـولا جمعیت ماهیان ترجیح می‌دهند در فصل تابسـتان در محل خود باقـی بمانند. (فونک ۱۹۵۷، جرکینگ ۱۹۵۹، کایرنس و کسلر ۱۹۷۱).

2- Rapid Bioassessment Protocols

۳-۳-۲- روش نمونه‌گیری از ماهیان

با وجود اینکه انواع دســتگاه‌های مختلف برای نمونه‌گیری از ماهیان وجود دارد، دســتگاه‌های برقی (الکتروشــوکر) و تورهای صیادی متداول‌ترین ابزارهای نمونه‌گیری از ماهیان در زیســتگاه‌های آب شــیرین هستند. هر یک از این دو ابزار و روش‌ها مزایا و معایبی دارد اما در مجموع در بیشــتر موارد و به‌علت عملی بودن و بازدهی بیشــتر، صید برقی ماهیان متداول‌تر اســت. هرچند که در بعضی شــرایط روش استفاده از تور صیادی ممکن بیشتر قابل توصیه باشد. مزایا و معایب هر یک از ابزارها و روش ها در زیر ارایه می‌گردد.

۳-۳-۲-۱- مزایا و معایب صید برقی (شوک الکتریکی)

مزایای صید برقی

☑ صید برقی امکانات بیشتری را برای استاندارد سازی عملیات فراهم می‌سازد.

☑ صیــد برقی به زمان و تلاش کمتری نســبت بــه بعضی از دیگر روش‌های نمونه‌گیری نیاز دارد. (مثلاً اســتفاده از سموم) (هندریکز و همکاران ۱۹۸۰)

☑ صید برقی نســبت به دام‌گســتری کمتر انتخابی است (هر چند نســبت به اندازه و گونه تا اندازه ای انتخابی عمل می‌کند) (هندریکز و همکاران ۱۹۸۰)

☑ چنانچه به درستی به‌کار گرفته شود تاثیرات منفی کمتری بر ماهی خواهد داشت.

☑ صید برقی برای استفاده در انواع زیستگاه‌ها قابل اجراست

معایب صید برقی

☑ کیفیت آب (رسوب و املاح) بر بازده نمونه‌گیری اثر می‌گذارد.

☑ با وجود اینکه این روش نســبت به دام گســتری کمتر انتخابی است صید برقی از دیدگاه اندازه و گونه تا حدودی انتخابی عمل می‌کند. اثرات و پیامدهای شــوک برقی بر حســب اندازه بدن افزایش می‌یابد. بر حسب رفتارهای خاص و تفاوت‌های کالبدی (آناتومیکی) گونه‌ها، آسیب‌پذیری آن‌ها نسبت به شوک برقی متفاوت است (رینولدز ۱۹۸۳).

☑ اگر ملاحظات ایمنی به درســتی رعایت نشــود، صید برقی می‌تواند برای عوامل میدانی خطرات جدی در بر داشته باشد.

۳-۳-۲-۲- مزایا و معایب صید با تور

مزایای صید با تور

☑ ابزارهای صید (دام‌ها) نسبتاً سبک و ارزان هستند و به سهولت حمل و انبار می‌گردند.

☑ تعمیر و نگهداری دام حداقل می‌باشد و می‌تواند در محل انجام گیرد.

☑ استفاده از دام ارتباطی با شاخص‌های کیفی آب ندارد.

☑ اثرات بر روی جمعیت ماهیان حداقل است چون ماهیان زنده جمع‌آوری می‌شوند و معمولاً صحیح و سالم می‌باشند.

معایب صید با تور

☑ تجربه و مهارت، شناخت زیستگاه‌ها و رفتار ماهیان و کار نمونه‌گیری در دام گستری احتمالاً نسبت به استفاده از هر دستگاهی مهم‌تر می‌باشد (هندریکز و همکاران ۱۹۸۰).

☑ نتایج حاصل از تلاش برای دام گستری متغیرتر و غیر قابل پیش‌بینی‌تر از نمونه‌گیری با صید برقی است.

☑ معمولاً اســتفاده از دام ها منحصر به آب کم تحرک تر با اعماق هموار اســت، و در رودخانه‌ها یا آبگیرهای کوچک کار آمدتر است.

☑ استاندارد سازی عملیات برای تضمین نتایج و مقایسه‌پذیری اطلاعات مشکل است.

۳-٤- نمونه‌گیری از زیستگاه نمونه

باید هنگام نمونه‌گیری دقت شــود تا یک زیســتگاه طبیعی ویژه که دارای شــرایط خیلی خاص و منحصر به فرد است انتخاب نشــود. نمونه‌های انتخاب شــده از منطقه‌ای که دارای زیستگاه ویژه است، در مقایسه با نمونه‌های انتخاب شده از محل‌های فاقد چنین زیســتگاه ویژه، معمولاً متفاوت خواهد بود و از این جهت ارزیابی بهتر و یا بدتری را به‌دســت خواهد داد. این امر به‌خاطر اینســت که در گســتره تغییراتی که در شــرایط زیســتگاه وجود دارد، جانوران مختلف به بخش‌های خیلی ویژه‌ای از زیســتگاه وابســتگی و توجه دارند و به این ترتیب یک زیستگاه ویژه، جانور ویژه‌ای را میزبانی می‌کند. به این جهت همه دستورالعمل‌های ارزیابی زیستی به نمونه‌گیری از زیستگاه‌هایی توجه دارند که خیلی ویژه نبوده و شرایط عمومی زیستگاه‌های موجود را نمایندگی می‌کنند.

انتخاب نمونه کلی از یک زیستگاه (در مقابل انتخاب بخشی خاص و کوچک از آن) معیاری است که دستورالعمل‌های بررســی برای ارزیابی و تعریف خصوصیات یک بازه بر آن تکیه دارند. در عین حال توجه شــود که اگر از یک زیســتگاه مرکب نسبتا بزرگ نمونه‌های کوچک و معدودی انتخاب و بررسی شود، دامنه تغییرات نتایج به‌دست آمده وسیع‌تر خواهد بــود. بنابراین همه دســتورالعمل‌ها (مثلا برای پریفیتون؛ بنتوز و یا ماهی) توصیه بــه ترکیب نتایج از نمونه‌های متعددی دارد که از زیســتگاه‌های موجود در طول یک بازه انتخاب و بررســی و تحلیل می‌شود. برای افزایش دقت ارزیابی‌ها، تکرار نمونه‌گیری‌ها به‌قوت مورد تاکید قرار دارد.

هنگامی که از رودخانه‌های کم عمق با زیســتگاه‌های مختلط نمونه‌گیری می‌شــود، برای ارزیابی زیســتی آن تهیه یک فهرســت کامل از تمام طول بازه مورد نیاز نیســت. با این حال منطقه نمونه‌گیری باید نماینده تمامی بخش‌های بازه و از جملــه خیزاب‌ها، تنداب‌ها و گوداب‌ها (در صورت وجود) باشــد. مناطق تالابــی و بخش‌های میانی رودخانه‌های بزرگ که دور از دســترس قرار داشــته باشند از برنامه نمونه‌گیری کنار گذاشته می‌شــوند. در برنامه نمونه‌گیری توجه اصلی باید به زیستگاه‌های واقع در کرانه‌های آبراه که بخش عمده گونه‌ها را میزبانی می‌کند معطوف شود. هرچند که بخش‌های عمیق بدنــه آبــی در معرض نمونه‌گیری قرار ندارد ولی اطلاعاتی که از زیســتگاه‌های کرانه‌ای گرد می‌آید برای ارزیابی زیســتی رودخانه کفایت خواهد داشت.

فصل چهارم
پروتکل‌های پریفیتون

جلبک‌هـای کفزی (پریفیتون‌ها یا فیتوبنتوزها = گیاهان کفزی) جزو تولید کنندگان اولیه بوده و نقش مهمی در بنیان شـبکه غذایی آبراه ایفا می کنند. این موجودات در پایدار سـازی بسـتر آبراه ها و رودخانه ها نیز سهم بسزایی دارند و زیسـتگاه هایی هسـتند که جمعیت و تنوع زیادی از ارگانیسم ها را میزبانی می کنند. از آنجا که جلبک های کفزی به بسـتر آبراه چسـبیده اند ویژگی های آنها متاثر از تلاطم ها و آشـفتگی هایی است که در شرایط فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آبراه در طول بازه مورد بررسی و در دوره زمانی ایجاد این جلبک ها بوجود می آید.

دیاتومه ها شاخص های اکولوژیکی مفیدی هستند زیرا به تعداد زیاد در بیشتر اکوسیستم های رودخانه ای حضور دارند. دیاتومه ها و تعداد زیادی از دیگر جلبک ها تا حد گونه به وسیله جلبک شناسان مجرب قابل شناسایی هستند. تعداد زیادی از گونه ها شـاخص های حساس و چند منظوره ای برای تحولات زیست محیطی و تغییرات در شرایط ویژه زیستگاه ها هستند. گونه های دیاتومه به شکل مخصوصی با دامنه وسیعی از شرایط اکولوژیکی سازگاری دارند.

در موارد متعدد شـاخص های انسجام زیسـتی پریفیتون ها تدوین شده و مورد آزمایش قرار گرفته اند (دپارتمان محیط زیست کنتاکی ۱۹۹۳، هیل ۱۹۹۷). از آنجا که دامنه تحمل اکولوژیکی تعداد زیادی از گونه ها شناخته شده است، تغییر در ترکیب جامعه می تواند برای تشخیص عوامل محیط زیستی موثر بر سلامت اکولوژیکی و نیز ارزیابی انسجام زیستی به کار برده شود (استیونسون ۱۹۹۸، استیونسون و پان ۱۹۹۹).

پروتکل های پریفیتون را می توان به تنهایی مورد استفاده قرار داد، ولی شکل مطلوب تر و موثرتر استفاده از آنها اینست که همراه با دیگر پروتکل ها به کار گرفته شوند. به علت رابطه نزدیک بین پریفیتون و عناصر موجود در اکوسیستم رودخانه، این پروتکل ها باید همراه با ارزیابی از زیستگاه ها و بی مهرگان درشت کفزی مورد استفاده قرار گیرند.

در شـرایطی که روش های مختلفی برای نمونه گیری و تحلیل اطلاعات به کار گرفته شـده اسـت، جلبک ها نیز به طور گسـترده برای پایـش کیفیت آب رودخانه ها مورد اسـتفاده قرار گرفته اند (ویتـون و رات ۱۹۹۶، ویتون و همکاران ۱۹۹۱). پروتکل هایی که در اینجا ارایه شـده اند ترکیبی از تکنیک های بکار گرفته شـده در نقاط مختلف امریـکا از جملـه کنتاکی، مونتانا و اکلاهاما اسـت (بالـز ۱۹۹۳، دپارتمان حفاظت محیط زیسـت کنتاکی ۱۹۹۳، کمیسیون حفاظت اکلاهما ۱۹۹۳).

برای ارزیابی سریع پریفیتون دو روش ارایه شده که نشان دهنده دو رویکرد قابل استفاده است. روش های دیگری نیز وجود دارد و با توجه به اهداف و برنامه ای که برای ارزیابی تنظیم شـده، و منابعی که در اختیار هسـت و تعداد رودخانه و آبراهه هایی که مورد ارزیابی قرار دارد، زیسـتگاه های فیزیکی که در بازه های رودخانه های مورد بررسـی وجود دارد،... باید به آن ها توجه کرد.

اولین پروتکلی که در زیر مورد بحث قرار می گیرد یک رویکرد اسـتاندارد اسـت که در آن ترکیب گونه ها و جرم زیسـتی توده نمونه در آزمایشـگاه مورد بررسـی و ارزیابی قرار می گیرد. پروتکل دوم یک بررسـی سریع مبتنی بر مشاهدات میدانی از توده پریفیتون (دیاتومه ها، جلبک های سبز آبی و جلبک های سبز رشته ای) است که نیازمند تخصـص رده بندی کمتری اسـت. هـر دو روش را می توان با همدیگر به کار گرفت. پروتکل اول از دقت بیشـتری در ارزیابی انسـجام زیستی و شـناخت عوامل محدود کننده نسبت به روش دوم برخوردار است ولی در مقابل کار و هزینه بیشـتری را در بر دارد. علاوه براین در پروتکل اول می توان از روش نمونه گیری بسـتر طبیعی و یا بسترهای مصنوعی نمونه گیری استفاده کرد.

۴-۱- روش های استاندارد

۴-۱-۱- روش های استاندارد برای نمونه‌گیری های صحرایی؛ بسترهای طبیعی

نمونه‌های پریفیتون باید در شرایطی و زمانی گردآوری شوند که جریان رودخانه پایدار باشد. جریان های شدید و سـیلابی بسـتر رودخانه را می فرسـاید و پریفیتون را کنده، جابه جا و تخلیه می کند. اگر سـیلاب خیلی شدید و فرسـاینده نباشد، بعد از وقوع سـیلاب ترمیم و بازرویش کلونی های بستر در رودخانه هایی که از مواد غذایی غنی است تسریع می شود. بعد از وقوع یک سیلاب فرساینده بستر رودخانه، زمان لازم برای بازرویش یک کلونی در حدود سـه هفته تخمین زده شده اسـت (پیترسون و استیونسـون ۱۹۹۰). با این وجود اگر فرسایش بستر شدید نباشد، بازرویش کلونی بیش از هفت روز طول نمی کشد (استیونسون ۱۹۹۰).

دو رویکرد برای نمونه گیری از بستر طبیعی رودخانه تشریح شده است. نمونه گیری چند زیستگاهی بهترین شیوه تعیین مشـخصات جلبک های کفزی در بازه رودخانه اسـت، ولی به علت تغییرات زیستگاهی بین بازه ها، نتایج آن نسـبت به تغییرات کیفیت آب حسـاس نیست. ترکیب گونه ها در توده نمونه تهیه شده از یک زیستگاه، تفاوت های کیفیت آب بین آبراهه ها را به شکل دقیق تری نسبت به نمونه گیری چند زیستگاهی منعکس می سازد.

طـول بازه رودخانه ای که مورد نمونه گیری قرار می گیرد بسـتگی به اهداف پـروژه، بودجه موجود و نتایج مورد انتظار دارد. برای اینکه نمونه برداری از انواع زیستگاه های موجود در بازه رودخانه میسر و تضمین شود، نمونه گیری چنـد زیسـتگاهی باید در فواصلی حدود ۳۰-۴۰ برابـر عرض رودخانه انجام گیرد. در حالـت مطلوب، نمونه گیری تک‌زیستگاهی نیز باید در فواصل مشابه انجام گیرد. وقتی طول رودخانه کوتاه باشد، می‌تواند به صورت تک‌زیستگاهی نمونه گیری شود زیرا زیستگاه های منفرد (مثلا خیزاب) در طول رودخانه بیشتر وجود دارد.

۴-۱-۱-۱- نمونه‌گیری چند زیستگاهی

روش هـای زیر بـرای نمونه‌گیری چند زیسـتگاهی جلبک هـا از پروتکل هـای کنتاکـی و مونتانـا اقتباس شده است (سـازمان محیط زیست کنتاکی ۱۹۹۳، بالز ۱۹۹۳). این روش ها برای شـرایطی توصیه می‌شود که متعاقباً ارزیابی های آزمایشـگاهی بـرای تعیین ترکیب گونه‌ها در توده های جلبکی نمونه انجام گیرد.

۱- مطابـق با پروتکل هـای نمونه گیری بی مهرگان درشـت، بازه های رودخانه بـرای نمونه برداری چند زیسـتگاهی تعیین می شـود (فصل ۵). در بیشـتر موارد، بازه مناسـب برای نمونه گیری از پریفیتون ها همـان ۳۰-۴۰ برابـر عرض رودخانه اسـت که بازه مناسـب برای نمونه‌گیری از بی مهرگان درشـت یا ماهی ها است.

۲- قبـل از اقدام بـه نمونه‌گیری، برگه مشـخصات فیزیکـی / شـیمیایی (فـرم ۱- پیوسـت الف ۱) و برگه اطلاعات میدانی پریفیتون ها (فرم ۱- پیوست الـف-۲) را تکمیـل کنید. از برآوردهای چشـمی و

تجهیزات صحرایی برای نمونه‌گیری از بسترهای طبیعی

- قاشـق چای خوری، مسـواک یا لوازم خـراش دهنده و برس زنی مشابه؛
- قطعه‌ای از لوله PVC (قطر ۳ اینچ=۷/۵ سـانتیمتر یا بیشتر) که در یک انتها به یک حلقه لاستیکی مجهز است؛
- دفترچه یادداشت صحرایی یا فرم های صحرایی* با قلم و مداد؛
- لگن سفید پلاستیکی یا لعابی؛
- تشتک پتری و قاشقک برای جمع‌آوری رسوب نرم؛
- انبرک، بالن مکش، پی‌پت های یک بار مصرف؛
- بطری پلاستیکی (قابل فشرده شدن) با آب مقطر
- ظـروف نمونه گیـری (شیشـه‌های دهان گشـاد ۱۲۵ میلی لیتری)
- برچسب‌های ظرف نمونه گیری
- ماده نگهدارنده [(محلول لوگول، فرمالین ۴درصد، فیکسـاتور «M۳» ، یا گلوتارالدئید ۲درصد APHA ۱۹۹۵)]
- جعبه کمک های اولیه
- یخدان با یخ

* در شـرایط هـوای مرطـوب، باید تمهیـدات لازم بـرای حفاظـت برگه ها و یادداشت ها در مقابل رطوبت و آب (کاغذ ضد آب) تدارک شود.

ارزیابی های مبتنی بر مقطع برداری می توان برای تعیین درصد پوشـش هر یک از انواع بسـتر و برآورد فراوانی نسبی ماکروفیت ها، جلبک های لیفی درشت، دیاتومه‌ها و سایر تجمع‌های جلبکی بسیار کوچک (پریفیتون ها)، و سایر موجودات زنده استفاده کرد.

۳- جلبک ها را از تمام بسترها و زیستگاه های موجود جمع‌آوری کنید. هدف عبارتست از جمع‌آوری یک نمونه مرکب که شاهد و نمونه ای برای مجموعه پریفیتون های موجود در بازه باشد. از همه انواع بسترها و زیستگاه ها (خیزاب ها و گوداب ها، مجاری، آبگیرهای کم عمق، بخش های کرانه ای) و متناسـب با سطح گسترش آن ها در بازه نمونه گیری کنید. در یک بازه رودخانه نور، عمق آب، بستر، سرعت جریان آب می‌تواند بر ترکیب گونه‌های پریفیتون اثر بگذارد. تغییرات در ترکیب گونه‌های جلبک های بین زیسـتگاه ها اغلب به صورت تغییر در رنگ و بافت پریفیتون ها آشـکار می شـود. معمولاً مقادیر کمی (تقریباً ۵ میلی لیتر یا کمتر) نمونه از هر زیستگاه کافی اسـت. نمونه‌های جلبک‌های درشـت رامتناسب با فراوانی نسبی شان در بازه با دست برداشته و همه نمونه‌ها را در یک ظرف معمولی روی هم بریزید.

۴- همـه نمونه‌ها را در یک ظرف نفوذ ناپذیر، نشـکن، دهان گشـاد قرار دهید. حـدود ۱۲۵ میلی لیتر از نمونه مرکب کافی است (بالز ۱۹۹۳). مقادیر توصیه شده از محلول (IKI) لوگول، فیکساتور، «M۳»، فرمالین ۴ درصد، گلوتارالدیید ۲درصد، یا ماده نگهدارنده دیگر را اضافه کنید (APHA ۱۹۹۵).

جدول ۴-۱، خلاصه روش های جمع آوری پریفیتون ها از رودخانه‌های کم عمق
(بر گرفته شده از دپارتمان حفاظت محیط زیست کنتاکی، بالز ۱۹۹۳)

نوع بستر	روش جمع آوری
بسـتر سـخت قابل جابه جایی: شن، ریگ، قلوه سنگ، و ریزه چوب	نمونه های مواد بستر را از آب بیرون آورید، سطوح جلبکی را با برس تمیز کرده و آب بکشید و آب را در شیشه نمونه برگردانید.
بسترهای نرم قابل جابه جایی: خزه، جلبک های درشت، گیاهان آوندی، توده‌های ریشه	قسـمتی از گیاه را در ظرف نمونه که مقداری آب داشـته باشد قرار دهید. به شدت آن را تکان دهید و آن را به آرامی بمالید تا جلبک‌ها جدا شوند. سپس گیاه را از ظرف نمونه درآورید.
بسـترهای بـزرگ غیـر قابـل جابه جایـی: تخته سـنگ، سـنگ بسـتر، کنده درخت، تن درختان، ریشه‌ها	لوله PVC را با حلقه لاستیکی نیوپرن در یک انتهای آن، روی بستر سنگی قرار دهید به طوریکه دهانه لوله به بستر بچسبد. جلبک ها را با برس یا مسواک یا کاردک کنده و درون لوله هدایت کنید. سپس جلبک ها را با پی پت از لوله در آورید.
رسوبات سسـت و شل: شن، لای (سیلت)، مواد ریز دانه، مواد آلی، رس	طشـتک پتری را روی رسـوبات برگردانید. رسـوبات رودخانه را در طشتک پتری به وسـیله فرو بردن قاشقک زیر طشتک جمع کنید. رسـوبات را در ظرف نمونه گیری جمع کنیـد. نمونه‌های جلبک از زیستگاه های رسـوبی را نیز می‌توان با قاشق، انبرک (فورسپس) یا پیپت جمع آوری کرد.

۵- یک برچسب دایمی روی قسمت خارجی ظرف نمونه همراه با اطلاعات زیر بچسبانید:
اسم بدنه آبی، محل، شماره ایستگاه، تاریخ، اسم جمع‌آوری کننده و نوع ماده نگهدارنده. این اطلاعات و اطلاعات

اکولوژیکـی مربوطه را در یک دفتر یادداشـت صحرایی و نیز در برگه اطلاعات صحرایی پریفیتون ها یادداشـت کنید (ضمیمه الف-۲، فرم شماره ۱). برچسب دیگری با همان اطلاعات در داخل ظرف نمونه قرار دهید.(توجه! محلول لوگول و سایر مواد نگهدارنده یددار برچسب‌های کاغذی را سیاه می‌کنند)

۶- بعد از نمونه گیری، اطلاعات یادداشت شده روی همه برچسب‌ها و فرم ها را بررسی کرده و از صحت و دقت اطلاعات درج شده اطمینان حاصل کنید.

۷- همه لوازم برس زنی و تراش را از نظر وجود پسماندهای قبلی معاینه کنید. این لوازم باید کاملا تمیز باشند. در صورت نیاز آن ها را بشویید و قبل از نمونه‌گیری با آب مقطر آب بکشید.

۸- نمونه‌ها را در داخل یخدان دارای یخ قرار داده و به آزمایشـگاه ببرید و تا شـروع آزمایش ها در محل خنک و تاریک نگهدارید. ظروف نمونه را به گونه ای جاسـازی کنید که ضمن حمل و نقل و جابه جایی نشـت نکند. به منظور حفاظت نمونه ها، هر چند هفته یک بار مواد نگهداری کننده را بررسـی کنید و در صورت لزوم کمبود مواد نگهداری کننده را جبران کنید.

۹- نمونه‌های وارد شـده به آزمایشـگاه را ثبت کنید (ضمیمه الف -۲ فرم شماره ۲). حداقل رمز (کد) شناسایی نمونه، تاریخ، نام رودخانه، محل نمونه‌گیری، اسـم جمع آوری کننده، روش نمونه‌گیری، و سـطح نمونه‌گیری را (اگر تعیین شده باشد) یادداشت کنید.

۴-۱-۱-۲- نمونه‌گیری تک زیستگاهی

تغییرپذیری به علت تفاوت های موجود بین زیستگاه های رودخانه را می توان از طریق گردآوری پریفیتون از یک بسـتر/ زیسـتگاه واحد که نماینده بازه مورد بررسی باشد کاهش داد (روزن ۱۹۹۵). برای این که نتایج قابل مقایسه باشد، باید در دیگر رودخانه ها و یا بازه ها نیز از همین نوع بستر و یا زیستگاه نمونه گیری شود. نمونه گیری به روش تک‌زیستگاهی باید در شرایطی به کار برده شود که توده زیستی پریفیتون اندازه گیری شود.

۱- بـازه نمونه گیری را تعریف کنید. مسـاحتی که بـه روش تک‌زیسـتگاهی نمونه گیـری می شـود، می تواند کوچک تر از مسـاحتی باشـد که به روش چندزیستگاهی نمونه گیری می شود.

۲- قبـل از اقدام بـه نمونه‌گیری، برگه مشـخصات فیزیکی/ شـیمیایی (پیوست الف-۱- فرم ۱) و برگه اطلاعات میدانی پریفیتون (پیوسـت الف-۲ فرم ۱) را تکمیل کنید. ارزیابی بر روی زیسـتگاه را همانند آنچه در مورد نمونه گیری چند زیستگاهی بیان شد تکمیل کنید به طوری که اهمیت نسبی زیستگاه های نمونه گیری شده را بتوان مشخص ساخت.

۳- ترکیب مورد نظر برای بستر / زیستگاه قلوه سنگ اسـت که از منطقه خیزاب با سرعت جریان آب بین ۵۰-۱۰ سـانتی متر/ ثانیـه تهیه شـده باشـد. چون نمونه‌هـای حاصله از این زیسـتگاه (منطقه خیزاب) سـیلت کمتری دارد بررسی آن ساده تر از نمونه‌هایی

نمونه‌گیری برای تعیین کلروفیل آلفا (α) (اختیاری)

۱- نمونه گیـری برای تعیین کلروفیل آلفـا باید هر چه زودتر (کمتر از ۱۲ سـاعت بعد از تهیه نمونه اولیه) انجام شـود. اگر نمونه گیری برای تعیین کلروفیل در آزمایشگاه و در همان روز جمع آوری میسر نباشد، نمونه گیری در صحرا انجام گیرد.

۲- نمونه‌ها را متجانس کنید. در صحرا، ظرف نمونه را به شـدت تکان دهید. در آزمایشگاه، از متجانس کننده بافت استفاده کنید.

۳- مقـدار اولیـه نمونـه را در فرم گـزارش نمونـه پریفیتون یادداشت کنید.

۴- نمونـه را بـر روی هم زن مغناطیسـی بهم زنید و سـپس نمونه گیری کنید. هنگام تهیه نمونه، آن را به دو بخش تقسـیم کنید (دو نمونه تهیه کنید). مقدار نمونه تهیه شده برای تعیین کلروفیل آلفا را در فرم مربوطه یادداشت کنید.

۵- نمونه کلروفیل را روی صافی پشم شیشه (مانند واتمن جی اف سی یا مشابه آن) جمع کنید.

۶- صافی (فیلتر) را تا بزنید و در ورق (فویل) آلومینیم بپیچانید تا مانع ورود نور شود.

۷- صافی (فیلتر) را در یخدان سرد (و نه در آب) نگهداری و در صورت نیاز به فریزر منتقل و نگهداری شود.

اســت کــه از زیســتگاه های گودابی تهیه می شــود. ایــن نوع زیســتگاه ها به طور معمول در بســیاری از رودخانه‌ها وجود دارد. در رودخانه‌های کم شــیب که معمولا فاقد خیزاب هســتند، جلبک ها را می‌توان از درز و شکاف های موجود در بستر و یا از زیستگاه های رسوبی (زیســتگاه های ایجاد شــده بر روی رسوبات بســتر) جمع آوری کرد. شــن های جابه جا شــونده به عنوان بســتر مــورد نظر توصیــه نمی گردند چون به علت اندازه کوچک و طبیعت ناپایدار بستر، فرصت کافی برای ایجاد کلونی ایجاد نمی شود و به این جهت ترکیب گونه‌های جلبکی روی شــن محدود است. در رودخانه بزرگ و کم شــیب باید به جای پریفیتون از فیتوپلانکتون‌ها نمونه گیری کرد.

۴- چندین تکرار (حداقل سه) نمونه از نقاط مختلف همان ترکیب بســتر/ زیســتگاه جمــع آوری کنید و همه آن ها را در یک ظــرف ترکیب کنید. از هر بازه باید حداقل سه نمونه جمع آوری شود.

کنترل کیفیت عملیات نمونه برداری در صحرا

۱- باید برچســب های مشــخصه نمونه بطور کامــل و با دقت تکمیل شــده باشــند، از جمله شماره یا کد شناســایی نمونه، تاریخ، اسم رودخانه، محل نمونه‌گیری و اسم جمع کننده نمونه. برچســب‌های بیرونی و درونی ظرف نمونه باید حاوی اطلاعات یکســان باشــند. زنجیر مرتبط با ظرف نمونه و فرمهای گزارش نمونه باید حاوی اطلاعات یکســانی باشند. توجه! ماده لوگول و مواد نگهدارنده یددار بر چسب‌های کاغذی را سیاه می کنند.

۲- بعــد از آنکه نمونه‌گیری در محل مورد نظر به پایان برســد، همه بروس ها، وسایل مکنده و تراش دهنده که با نمونه تماس پیدا کرده باشند باید کاملاً شسته و تمیز شده و با آب مقطر آب کشــیده شده شوند. این وسایل باید قبل از استفاده در عملیات نمونه گیری در یک نقطه بعدی بازدید شــوند و در صورت لزوم مجدداً شسته شوند.

۳- بعد از نمونه‌گیری، اطلاعات یادداشــت در همه برچسب‌ها و فرمها را مجددا کنترل کنید.

۴- بمنظــور کنترل کیفیــت و دقت عملیات نمونــه برداری و آزمایش، برای حــدود ۱۰ درصد از موارد نمونه برداری شــده، نمونه تکراری تهیه و آزمایش شود.

۵- اگر قرار است که حجم توده زیستی (بیوماس مثلاً کلروفیل) بازای واحد سطح بستر مشخص شود، لازم است مساحت منطقه نمونه گیری شده تعیین و در فرم مربوطه ثبت شود.

۶- اگــر در نظر دارید نمونه‌هــا را برای تعیین کلروفیلα آزمایش کنید، پیــش از آنکه ماده مخصوص نگهداری کننده را به آن ها بیفزایید، نمونه های مورد نیاز برای کلروفیل α را جداکرده و بردارید (مراجعه شود به چارگوش قبلی تحت عنوان « نمونه گیری برای تعیین کلروفیل α»).

۷- نمونه ها طبق دستورالعمل بیان شده در بندهای ۴ تا ۹ در قسمت ۴-۱-۱-۱ ، بسته بندی، برچسب گذاری، جاسازی، حمل، نگهداری و عمل آوری کنید.

۴-۱-۲- روش های استاندارد نمونه گیری میدانی: بسترهای مصنوعی

بیشتر گروه های پایش در شرایطی که امکان پذیر باشد، نمونه گیری از بسترهای طبیعی را ترجیح می دهند زیرا این روش سریع تر است و اطلاعات حاصل از آن موجه تر بوده و قابلیت کاربرد بیشتری دارد. با این وجود، پریفیتون را می تــوان به روش کارگذاری بســترهای مصنوعی نمونه گیری در مکان های مورد نظــر جمع آوری کرده و مورد بررســی قرار داد. این روش به ویژه برای رودخانه های عمیق، بدون خیزاب و بدون تالاب و یا بدون زیســتگاه های ماندابی کرانه ای مفید است. برای پایش و ارزیابی شرایط اکولوژیکی بدنه های آبی استفاده از هر دو بسترهای طبیعی و یا مصنوعی برای نمونه گیری میسر و مفید است هرچند که هریک از آنها مزایا و معایبی نیز دارند که قبلا به آن ها اشــاره شــده است. روش هایی که در این راهنما ارایه شده اســت برگرفته و ترکیبی از روش هایی است که به وسیله دپارتمان حفاظت محیط زیست کنتاکی ۱۹۹۳، دپارتمان حفاظت محیط زیست فلوریدا ۱۹۹۶، و دپارتمان حفاظت محیط زیست اکلاهاما، ۱۹۹۳ تدوین شده است.

هرچند به عنوان بســتر مصنوعی، اسلایدهای شیشه ای مطلوب تر هستند انواع دیگر بسترها مصنوعی ابداع شده

و به کار گرفته شده اند.

۱- اسـلایدهای کوچک قبل از کارگذاری در پریفیتومتر باید کاملاً شسـته و در محلول استون آب کشیده شوند و سپس با دستمال تمیز و مناسب تمیز شوند.

۲- پریفیتومترهای شـناور (برای نمونه برداری از سـطح) و یا بستر نشـین (برای نمونه برداری از کف) مجهز به اسـلایدهای شیشه‌ای، میله‌های شیشه‌ای، سرامیک، صفحات شیشـه‌ای (پلکسی گلاس) یا بسترهای مصنوعی مشـابه را در محل مورد نظر کارگذاری کنید. دو تا چهار هفته وقت برای رویش و کلونی سـازی پریفیتون ها در نظر بگیرید.

۳- در هـر محـل نمونه برداری، به عنـوان تکرار، حداقل سـه پریفیتومتر کارگذاری کنید تـا اطلاعات کافی از تفاوت های مکانی به دست آید. تعداد تکرارها بر حسب برنامه کار، فرضیه های مورد استفاده و یا تجربیات موجود تعیین می شود. نمونه ها را می توان به صورت ترکیبی و یا منفرد آزمایش و تحلیل کرد.

۴- پریفیتومترها را به میله های فولادی مسـتقر شـده در کف بسـتر یا به دیگر سـازه‌های ثابت ببندید. باید پریفیتومترهـا از نظـر پنهان شـوند تا مزاحمت و به‌هـم خوردگی یا تخریب را به حداقل برسـاند. از کارگذاری پریفیتومتر در مسـیرهای تردد اجتناب کنید. هر پریفیتومتر باید با نصب یک حفاظ در بالادسـت آن محافظت شود.

۵- اگر در دوره نمونه گیری، سـیل یا پیشـامدی رخ دهد که بستر آبراه را فرسوده و تخریب کند، فرصت بدهید تا شـرایط به حالت عادی برگردد و فرآیند را تکرار کنید. برای این منظور اسـلایدهای پریفیتومتر را بازتنظیم (reset) کنید.

۶- بعد از دوره تکوین و کلونی سـازی (۲-۴ هفته)، بسـتر مصنوعی را جمع آوری کنید. جلبک‌ها را با اسـتفاده از قاشـقک‌های لاستیکی، مسـواک ها و تیغ و کاردک بردارید. وقتی می‌توان همه جلبک ها را جمع آوری شده دانست که سطح لزج و لغزنده بستر مصنوعی به یک سطح زیر و غیر لغزنده تبدیل شده باشد.

۷- مطابق آنچه در بندهای ۴تا۹ پاراگراف ۴-۱-۱-۱ بیان شد، نمونه ها را بسته بندی، برچسب گذاری، جاسازی، حمل کرده و نگهداری کنید.

۸- یک مزیت اسـتفاده از بسـترهای مصنوعی نمونه برداری اینسـت که ظروف (مثلاً کیسه‌های مخصوص و یا شیشـه‌های نگهداری نمونه) را می‌توان خریداری و مورد اسـتفاده قرار داد. با اسـتفاده از این ابزارها نیازی به تراشـیدن جلبـک در محل نمونه برداری نخواهد بود. اسـلایدهای شیشـه ای این امـکان را فراهم می آورد که مسـتقیما می توانند برای بررسـی های میکروسکوپی به کار برده شـوند. حتی بستر مصنوعی همراه با جلبک ها می‌تواند برای بررسی های بعدی در ظروف مخصوص نگهداری نمونه و یا برای تشخیص کلروفیل آلفا در یخدان نگهداری شود. بهتر است فراوری نمونه ها در آزمایشگاه صورت گیرد. بنابراین اگر مجموع زمان حمل و نگهداری نمونه کمتر از ۱۲ ساعت باشد لازم نیست که نمونه‌ها را قبل از انتقال به آزمایشگاه تقسیم کرد.

۴-۱-۳- بررسی فراوانی نسبی گونه های جلبک ها: جلبک های نرم (غیر دیاتومه) و دیاتومه‌ها

روش های ارایه شـده در این راهنما از مجموعه دستورالعمل های تدوین شده به وسیله کِنتاکی (سازمان حفاظت محیط‌زیسـت کنتاکی ۱۹۹۳)، فلوریدا (سازمان محیط زیسـت فلوریدا ۱۹۹۶) و مونتانا (بالز ۱۹۹۳) برگرفته شده است. برای جزییات بیشتر یا مرور روش های دیگر، به «روش های استاندارد بررسی آب و فاضلاب، APHA ۱۹۹۵» مراجعه شود.

بسـیاری از جلبک ها به آسـانی به وسـیله کادر مجربی که در عین حال به منابع کتابخانه ای تاکسونومی معتبر

دسترسی داشته باشد در سطح گونه قابل شناسایی هستند. در عین حال همه جلبک ها را نمی توان در سطح گونه شناسـایی کرد، چون اَشـکال رشد بعضی از انواع جلبک ها (به طور مثال زئوسپرهای بسیاری از جلبک های سبز) از نظر ریخت و مورفولوژی با میکروسـکوپ نوری نیز قابل تشـخیص نیسـتند. علاوه براین مواردی نیز وجود دارد که یک گونه قبلا شناسایی نشده است و یا اطلاعات مربوط به یک گونه در اسناد کتابخانه موجود نیست. از این جهت هماهنگی و رعایت یکنواختی در کار شناسـایی گونه ها بسـیار مهم است. به ویژه وقتی که در بررسی های شناسایی گونه به اطلاعاتی اسـتناد می شـود که خود در یک مطالعه دیگر به دست آمده است، ضرورت دقت در شناسایی ها بیشـتر می‌شـود. در همه مـوارد روش های تضمین کیفیت بـرای حصول اطمینان از «هماهنگـی و یکنواختی» و همچنین ارتقای روش های مقایسـه ای برای اسـتفاده از اطلاعات به دست آمده در دیگر برنامه های ارزیابی و پایش جلبک ها، باید مد نظر قرار گرفته و رعایت شوند.

۴-۱-۳-۱- فراوانی و غنای گونه‌ای جلبک های نَرم (غیر دیاتومه)

۱- نمونه‌های جلبک را با همگن کننده بافت یا مخلوط کن متجانس کنید

۲- نمونـه را کامـلا مخلوط کرده و با پی پت روی صفحه شـمارش پالمر قرار دهید. سوسپانسـیون جلبکی که بین ۱۰ تا ۲۰ سـلول را روی منطقه شـمارش قرار دهد تراکم مناسبی برای شمارش و شناخت سلول ها فراهم می‌کند. اگر تراکم کمتر باشـد شـمارش را کند می کند. و اگر بعلت تراکم بیشـتر، سـلول ها همپوشانی داشته باشند نمونه را رقیق کنید.

۳- قسـمت بالای برگه مشـخصات جلبک نرم (پیوست الف-۲ فرم ۳) را با استفاده از اطلاعات برچسب نمونه و دیگر اطلاعات لازم تکمیل کنید به طوری که نمونه کاملا مشـخص شـده و امکان عوض شـدن با نمونه دیگر را نداشته باشد.

۴- «۳۰۰ واحد سـلول» جلبکی را تا پایین‌ترین سـطح رده بندی ممکن شـمارش و شناسایی نمایید. برای این منظور از بزرگ نمایی ×۴۰۰ و منابع «کلیدهای» معتبر استفاده کنید.

☑ تشـخیص سلول های جلبک های کوئنوسیتیک (مثلاً *Vaucheria*) و رشته های کوتاه جلبک های آبی سبز در کار شمردن سلول ها خود مسئله ای است. برای این جلبک ها «واحد سلول» را می‌توان برابر با قسمت های ۱۰ میلی متری از بدنه یا لیف گیاه در نظر گرفت.

☑ در مورد دیاتومه‌ها، فقط دیاتومه‌های زنده را به شمارید و اگر قرار است شمارش دیگری انجام گیرد، آن ها را تا سطوح پایین رده‌بندی شناسایی نکنید. (مراجعه به بخش ۴-۱-۳- ۲)

☑ تعداد سلول ها یا واحدهای سلولی مشاهده شده را برای هر رده در برگه ویژه یادداشت کنید. در موارد مهم، توضیحات و طرح های رده بندی را در ورقه‌های ویژه مشخصات نمونه‌ها وارد کنید.

۵- اختیـاری – برای بهتر تعیین کردن غنای رده بندی غیر دیاتومه ها، شـمارش را ادامه دهید تا اینکه پس از شمارش ۱۰۰ سلول، و یا در طول سه دقیقه بررسی به گونه جدیدی برخورد نشود.

۴-۱-۳-۲- فراوانی نسبی و غنای گونه‌ای دیاتومه

۱- در حالیکه نمونه تغلیظ شده به شدت تکان داده می شود، حدود ۱۰-۵ میلی لیتر از آن جدا شده و به منظور تشخیص دیاتومه با اکسیداسیون تمیز می شود (APHA ۱۹۹۵). به چارگوش با عنوان «روش های اکسیداسیون برای پاکیزه سازی دیاتومه‌ها» نگاه کنید.

۲- دیاتومه‌ها را در Naphrax یا هر واسـطه شاخص انکسـاری دیگر کارگذاری کنید تا اسلایدهای دایمی آماده

شود. اسلایدها را با همان اطلاعات مندرج بر روی برچسب روی ظرف نمونه برچسب بزنید.
۳- در قسمت بالای برگه ویژه شمارش دیاتومه (پیوست الف -۲ فرم ۴) اطلاعات کافی از برچسب نمونه را درج کنید به طوریکه هر نمونه بدون اشتباه در بین مجموعه نمونه ها قابل شناسایی باشد.
۴- نمونه های دیاتومه را با روغن آغشته کرده و با کمک بزرگ نمایی ۱۰۰۰x و استفاده از منابع کلیدی معتبر تا پایین ترین سطح رده بندی ممکن (گونه و یا حتی واریته) شناسایی و حداقل ۳۰۰ سلول و تا جایی که حداقل ۱۰ کَپه از ۱۰ گونه مشـاهده شـده باشد شمارش کنید. مواظب باشـید که هر دو کَپه از صدف و یا پوسته‌های شـاخی بی عیب را شناسـایی کنید و بشمارید. وقتی که یک یا دو رده به طور مشـخص غالب باشند، قانون ۱۰ تا کپه از ۱۰ تا گونه برآوردهای نسـبتاً دقیق از فراوانی نسـبی از رده‌های غالب در اختیار می گذارد. ۶۰۰ کپه (۳۰۰ سـلول) از آن جهت انتخاب شـدند که با روش های استفاده شده در سایر برنامه‌های ارزیابی زیستی ملی مطابقت کنند (پورتر و همکاران ۱۹۹۳). تعداد کپه‌های مشاهده شده برای هر رده را در برگه اطلاعات یادداشت کنیـد. توضیحات و طرح های رده‌بنـدی و نیز مختصات و وضعیت هریک از نمونه های مهم را در ورقه‌های ویژه ثبت کنید.
۵- اختیاری – برای برآورد کردن کل غنای تنوع دیاتومه، شـمارش را ادامه دهید تا جایی که با شـمارش ۱۰۰ مورد نمونه و یا با گذشت سه دقیقه از بررسی هیچ گونه جدیدی دیده نشود.

۴-۱-۳-۳- محاسبه فراوانی‌های نسبی و غنای تنوع گونه‌ها

۱- فراوانی نسبی جلبک های نَرم با تقسیم تعداد سلول های شمارش شده برای هر رده به تعداد کل سلول های شمرده شده (مثلاً ۳۰۰ تا) تعیین می‌گردند. این اطلاعات را در «پیوست الف-۲ فرم ۳» وارد کنید.
۲- فراوانی نسـبی دیاتومه‌ها باید بر اسـاس تعداد دیاتومه‌های زنده مشاهده شده در کل جلبک ها اصلاح شوند. بنابراین، فراوانی نسبی گونه‌های دیاتومه در مجموعه جلبکی با تقسیم تعداد کپه‌های شمرده شده برای هرگونه به تعداد کل کپه‌های شـمرده شـده (مثلاً، ۶۰۰ تا) محاسـبه می شود. بعد فراوانی نسـبی هر رده دیاتومه (در مجموعه دیاتومه های شـمارش شده) را در فراوانی نسبی دیاتومه‌های زنده در جمعیت شمارش جلبک ها ضرب کنید. این اطلاعات را در (پیوست الف ۲- فرم ۴) وارد کنید. بعضی تحلیلگران ترجیح می‌دهند ترکیب گونه‌های دیاتومه و جلبک های نرم را جداگانه مورد بررسـی قرار دهند. در این مورد، فراوانی نسـبی گونه‌های دیاتومه در مجموعه جلبکی را با تقسیم تعداد کپه‌های شمرده شده برای هر گونه به کل تعداد کپه‌های شمرده شده (مثلاً ۶۰۰، تا) تعیین کنید.
۳- کل غنای تنوع را می‌توان با افزودن تعداد گونه / رده‌های جلبک های نَرم و گونه / رده‌های دیاتومه برآورد کرد.

۴-۱-۳-۴- روش جایگزین برای آماده سازی

دسـتگاه سلول شمار پالمر برای شناسایی و شـمارش جلبک های نرم در بیشتر موارد بسیار خوب عمل می کند. وقتی که نمونه‌ها حاوی تعداد خیلی زیاد جلبک های کوچک سبز- آبی و یا تعداد معدودی سلول های نسبتاً بزرگ ولی مهم اسـت، ممکن است دیگر روش های تهیه اسلاید (لام میکروسـکوپ) برای افزایش بزرگ نمایی و یا اندازه نمونه موثرتر و مفیدتر باشـند. از آنجا که در سـلول های پالمر، شناسـایی دقیق دیاتومه ها میسـر نیست، شمارش دیاتومه‌ها شسـته و پاکیزه شـده که به طور مناسب و ویژه آماده سازی شده باشند توصیه می شود. با این وجود، اگر مشـخصات رده‌بندی جلبک ها به خوبی معلوم باشـد، زمان آماده‌سازی و شـمارش را می‌توان به وسیله آماده‌سازی جلبک هـا در محلول های ویژه شـربت گونه کاهـش داد. در این محلول ها هم جلبک های نـرم و هم دیاتومه‌ها را

می‌توان شناسایی کرد، اما شفافیت تصویر و تفکیک جزییات ریخت شناسی (مورفولوژیکی) دیاتومه‌ها به اندازه وقتی که دیاتومه‌ها در رزین (مثلاً Naphran) آماده شده باشند نخواهد بود..

مجموعه نمونه دارای سلول های کوچک

در شـرایطی که نمونه دارای تعـداد زیادی جلبک های ریز اسـت برای اینکه بتوان با بزرگ نمایی ۱۰۰۰ مشاهده شـوند، روش سـاده آماده سـازی نمونه مرطـوب توصیه می شـود. مقدار کمی آب زیر لامل از جابه جایی سلول ها هنـگام تنظیـم لام و فوکـوس کردن عدسـی شـیی ای جلوگیری می کند.

آماده سازی نمونه مرطوب

۱- لامل های تمیز را در سطح صاف قرار دهید
۲- یک میلی لیتر از سوسپانسیون جلبکی را با پی پت بر روی لامل(ها) قرار دهید.
۳- سوسپانسـیون جلبکی روی لامل را خشـک کنید. برای تسریع در خشک شـدن سوسپانسیون، می توان از دستگاه های گرم کننده اسلاید (لام) استفاده کرد و برای آهسته کردن سـرعت خشک شدن آن می توان آن را در یک محفظه بخار قرار داد و یا به طرز مناسبی (استفاده از یک سرپوش) روی آن را پوشاند.
۴- بـه محـض آنکـه سوسپانسـیون جلبک خشـک می‌شـود، لامل را با آب مقطر مرطوب و روی اسـلاید (لام) میکروسکوپ برگردانید.
۵- اسلایدهای میکروسکوپ را با لاک ناخن شفاف و یا لعاب پلی‌اورِتان درزگیری و آب بندی کنید.

مجموعه‌های دارای تعداد کمی سلول های بزرگ:

اسـلایدهای Sedgewick-Rafter کـه برای شـمارش سـلول به کار برده می شـوند، ابعاد نمونـه را افزایش می‌دهنـد. شـمارش در شمارشـگر S.R بایـد بعـد از شـمارش در شمارشگر پالمر یا اسـلاید مرطوب انجام شـوند، به طوری که رابطـه بین مقدار نمونـه و نتایج شـمارش به شـیوه های مختلف قابل شناسایی باشد. بـا در نظر گرفتـن روابط بیـن حجم نمونـه و نتایج شمارش ها، جلبک های بزرگ را با ابزارهای شمارشگر با بزرگ نمایی ۱۰۰ یا ۲۰۰ شناسایی و شمارش کنید.

روش های اکسیده کردن (پاکیزه کردن) دیاتومه‌ها (اکسیده کردن با اسید غلیظ)

۱- ۱۰-۵- میلی لیتر نمونه جلبک را در پیاله آزمایشـگاهی قرار دهید.
۲- زیـر هواکش (هود)، به انـدازه کافی (کم و بیش برابر با نمونه) اسید نیتریک یا اسید سولفوریک غلیظ اضافه کنید تا واکنـش قوی گرمازا ایجاد کند. (توجه! در مواردی که نمونه جلبـک حاوی مواد نگهدارنده اسـت و یا سـختی آب مورد استفاده بالا است، افزودن اسید غلیظ واکنش گرمازای شدید ایجاد خواهد کرد. استفاده از وسایل ایمنی از قبیل: هواکش فعال، روپوش محافظ، دسـتکش، عینک ضروری خواهد بود. جام های حاوی نمونه حدود ۱۰ سانتیمتر از همدیگر فاصله داشته باشند تا ریزش و پرش مواد باعث آلودگی نشود).
۳- اجازه دهید تا نمونه در طول شب اکسیده شود.
۴- جام حاوی نمونه را با آب مقطر پر کنید
۵- به‌ازای هر سـانتیمتر عمق آب در پیاله، یک ساعت منتظر شوید.
۶- مواد شـناور روی آب را با سـیفون یـا آبکش جدا کرده و بیـرون بکشـید و دوباره جـام را با آب مقطر پـر کنید. از قسـمت مرکزی جام و از میانه سـتون آب، آبکشی کنید، تا جلبک های شناور و یا چسبیده به کناره جام حذف نشوند.
۷- مراحـل ۴ تـا ۶ را تکرار کنید تا اینکـه همه مواد رنگی تخلیـه و نمونه بی رنگ و روشـن شـود، یـا pH آن تقریبا خنثی شود.

اکسـیده کـردن با پر اکسـید هیـدروژن/ دیکرومات پتاسیم:

۱- نمونه‌ها را مثل مرحله ۱ بالا آماده کنید، اما به جای اسید غلیظ از $H^{+}O^{-}$ ۵۰ درصد استفاده کنید.
۲- اجازه دهید نمونه شـب هنگام اکسـیده شود، بعد مقدار خیلی کمی دیکرومات پتاسـیم اضافه کنید. (توجه! این کار واکنش گرمازای شـدید ایجاد خواهد کرد. استفاده از وسایل ایمنی از قبیـل: هواکش فعال، روپوش محافظ، دسـتکش، عینـک ضروری خواهد بود. جام های حاوی نمونه حدود ۱۰ سـانتیمتر از همدیگر فاصله داشته باشـند تا ریزش و پرش مواد باعث آلودگی نشود).
۳- وقتی کـه رنـگ نمونـه از ارغوانی بـه زرد تغییر کرد و جوشش متوقف می‌شود، جام را با آب مقطر پر کنید.
۴- ۴ ساعت صبر کنید، آب اضافی را از قسمت مرکزی جام سیفون یا آبکشی کنید، و دو باره آن را با آب مقطر پر کنید.
۵- مراحـل ۳ و ۴ را تکـرار کنید تا اینکه همـه مواد رنگی تخلیه و نمونه بی رنگ و روشن شود.

آماده سازی نمونه در محلول شربت:

۱- محلول شـربت مخصوص تافت (TSM) را با مخلوط کردن ۳۰ میلی لیتر عصاره شـفاف ذرت با ۷ میلی لیتر فرمالدئید و ۶۳ میلی لیتر آب مقطر تهیه کنید. ۱۰ میلی لیتر از این شربت مخصوص TSM را با ۹۰ میلی لیتر آب مقطر رقیق کنید تا محلول ۱۰درصد TSM آماده شود.

۲- ۰/۲ میلی لیتر از TSM ۱۰ درصد را روی لامل قرار دهید.

۳- ۱ میلی لیتر از سوسپانسیون جلبک را روی لامل قرار دهید. (برای بهترین نتیجه گیری، نسبت های مختلف ترقیق را می توانید آزمایش کنید).

۴- لامل را به مدت ۲۴ سـاعت فرصت بدهید تا بخشـکد. و یا اینکه، آن را در گرم کننده اسـلاید با درجه کم بخشکانید. بیش از اندازه نخشکانید والا سلول ها پلاسمولیز خواهند شد.

۵- بار دیگر ۱ میلی لیتر از TSM ۱۰درصد روی لامل قرار دهید و فرصت دهید تا بخشـکد. برای جلوگیری از تعلیق (سوسپانسه شدن) مجدد سوسپانسیون خشک شده اصلی، این فرایند باید سریع انجام گیرد.

۶- لامل را روی اسـلاید (لام) میکروسـکوپ برگردانید؛ اسلاید را روی صفحه داغ قرار دهید تا اسلاید و محلول شربت گرم شود. توجه شود که فقط گرم شود ولی نجوشد. به آرامی لامل را با انبرک فشار دهید و مواظب باشید تا همه شربت را زیر لامل نگهدارید. شربت گرم شده زیر لامل به صورت یکنواخت پخش خواهد شد.

۷- اسلاید را از صفحه گرم کننده بردارید. هم زمان با خنک شدن اسلاید، لامل به لام می چسبد.

۸- برای دایمی کردن نمونه، می توان با اسـتفاده از لاک شـفاف ناخن و یا دیگر روش ها، دور تا دور لام و لامل را آب بندی کرد.

توجه: ۱- برای حفظ رنگ کلرو پلاست ها نمونه را در محفظه تاریک نگهداری کنید.

۲- اگر لام و لامل روی صفحه گرم کننده خیلی داغ شـوند، مایع (شـربت) بین آن دو روان شده و ممکن است همراه با جلبک ها از زیر لامل تخلیه شود. اسلایدها به صورت افقی نگهداری شوند.

۴-۱-۴- معیارها (متریک های) ارزیابی مبتنی بر ترکیب گونه

معیارهای سنجش ترکیب گونه های پریفیتون که در اینجا ارایه شده است، با اقتباس از معیارهای مشابهی است که در چند ایالت امریکا و یا برنامه‌های مطالعاتی اروپا و از جمله سازمان حفاظت محیط زیست کنتاکی ۱۹۹۳، بالز ۱۹۹۳، سـازمان حفاظت محیط زیست فلوریدا، ویتون و همکاران ۱۹۹۱، ویتون ۱۹۹۵ تدوین شده و مورد استفاده قـرار می گیرنـد. هر یک از این معیارها در واکنش به تغییراتی که انسـان در رودخانه، آبـراه و یا در منطقه ایجاد می کند، آزمایش و سـنجش می شوند. در بسـیاری موارد، متریک‌های دیاتومه‌ها و جلبک‌های نرم به طور جداگانه تعیین شده‌اند، زیرا تغییرات در جمعیت کم سیانو باکتری ها (جلبک های سبز- آبی) می‌تواند بر متریک‌های مبتنی بر فراوانی نسـبی اثر بگذارد؛ و یا جلبک های سـبز با سـلول های بزرگ (مثلاً کلادوفورا) ممکن است وزن مناسبی نداشـته باشـند. با این حال، باید اقداماتی به عمل آید که تا آنجا که امکان دارد، دیاتومه‌ها و جلبک های نرم را در متریک‌ها بیشتری (مثلا در مواردی که تغییر پذیری فراوانی نسبی کمتر مورد نظر است، متریک های غنای گونه ای و ژنریک) به صورت توامان وارد کرد.

بسیاری از متریک‌ها را می توان براساس بود/ نبود داده‌ها یا بر اساس فراوانی نسبی گونه ها / رده ها محاسبه کرد. مثلاً، درصد «دیاتومه‌های مقاوم به آلودگی» را می‌توان بر اسـاس سرجمع فراوانی های نسبی دیاتومه های مقاوم به آلودگی در یک توده نمونه و یا برحسب تعداد گونه‌های موجود در یک توده نمونه که مقاوم به آلودگی است محاسبه کرد. درصد شـباهت جامعه را به شـکلی که در زیر تشـریح می شود می‌توان محاسـبه کرد. در این محاسبه درصد

موجودات زنده (ارگانیسـم‌ها) در دو توده نمونه ی یکسـان، کمّی شده و با عدد نشان داده می شود. در روشی دیگر محاسـبه بر اساس درصد گونه‌هایی است که یکسان هستند و با فرض اینکه همه فراوانی های نسبی که بزرگ تر از صفر هستند برابر ۱ در نظر گرفته شوند.

متریک‌هـای زیـر را نیز می‌توان بر مبنـای اطلاعات مربوط به بود/ نبود داده‌ها بجای فراوانی‌های نسـبی گونه‌ها محاسـبه کرد یعنی؛ درصد رده‌های حسـاس، درصد رده‌های قادر به حرکت (جنبده)، درصد اسیدو باکترها، درصد آلکالی باکترها، درصد هالوبیونتیک، درصد ساپروبیونیتک، درصدیوتروفیک، و تغییر در شرایط اکولوژیک.

هر چند ممکن اسـت متریک‌هایی که براساس فراوانی نسبی گونه‌ها محاسبه می شوند نسبت به تغییرات محیطی حسـاس‌تر بنظر برسـند، اما تا وقتی که معیارهای سـنجش برای نمونه های چند زیسـتگاهی و یا نمونه گیری های متناسـب[1] از زیسـتگاه ها تدوین نشده‌اند و یا در دسترس نیستند، اسـتفاده از متریک‌های مبتنی بر اطلاعات مربوط به بود/ نبود داده‌ها مناسـب‌تر خواهند بود. در مورد اخیر، حتی اگر نتایج داده های مربوط به فراوانی نسـبی رده‌ها در نمونه‌گیری چند زیسـتگاهی انحراف داشته و متفاوت باشد، اطلاعات مربوط به بود/ نبود گونه‌ها یکسان و معتبر باقی خواهد ماند،

متریک‌ها به دو گروه تقسـیم شـده‌اند که ممکن است در تدوین یک شـاخص یکپارچگی زیستی یا (IBI)[2] مفید باشـند. متریک های گروه اول نسـبت به گروه دوم کمتر تشخیصی هسـتند. متریک های گروه اول (غنای گونه ای و ژنریـک، شـاخص تنوع شـانون، غیره) به طور کلی یکپارچگی زیسـتی را و آن طور کـه کار و دادلی ۱۹۸۱ بیان کرده اند «تعادل طبیعی بین گیاهان(فلور) و جانوران (فون)» را مشـخص می کنند، بدون اینکه شرایط اکولوژیکی و علل محدودیت ها و اختلالات را مورد بحث قرار دهند. گروه دوم متریک بیشـتر به شناسایی اختلالات موجود در یکپارچگی زیستی و علل و عوامل آن توجه دارد.

هر دو گروه متریک ها را می توان در یک شاخص یکپارچگی زیستی (IBI) دخالت دارد تا یک شاخص تشخیصی نظام مند و مرتبه ای به دست آورد. به همین ترتیب و به صورتی دیگر یک «شاخص یکپارچگی زیستی» را می توان فقط بر مبنای معیارهای «یکپارچگی زیسـتی» تدوین کرد تا اسـتنتاج های «یکپارچگی زیسـتی» و «تشـخیص اختلال ها» مستقل از یکدیگر باشند (استیونسن و پان ۱۹۹۹).

اطلاعات اکولوژیکی در مورد بسیاری از گونه ها و جنس های جلبکی در منابع مختلف و به اشکال متفاوت وجود دارد. در بعضی منابع و گزارش ها، شـرایط اکولوژی که یک گونه دیاتومه تحت آن شـرایط مشاهده می شود به طور کیفی توضیح داده شـده است. بعد از اینکه کولکویتز و مارسـون (۱۹۰۸) شاخص های ساپروبیک را تدوین کردند، نظام های طبقه بندی مقایسه ای متعددی (از قبیل طیف جانوران آبزی، دامنه تغییرات پ هاش) ابداع شدند تا دامنه مقاومت و سـازگاری و شـرایط مطلوب و ترجیحات اکولوژیک گونه ها را بیان کنند (لووه، ۱۹۷۴). اخیراً معیارهای کمّی از شـرایط اکولوژیک مطلوب و دامنه مقاومت و سـازگاری گونه ها در یک شرایط خاص محیطی با استفاده از روش های همبستگی میانگین های وزنی ارایه شده اند (تربراک و وان دام ۱۹۸۹).

متریک های یکپارچگی زیستی

۱- تنوع گونه ای تخمینی است از تعداد گونه های جلبکی (دیاتومه، جلبک نرم، و یا هردو) در یک نمونه. غنای بالای گونه ای نشـانگر یکپارچگی زیسـتی است زیرا نشـان می دهد عده زیادی از گونه ها توانسته اند با شرایط محیطی موجود در زیسـتگاه سازگاری یابند. قابل پیش بینی اسـت که با افزایش آلودگی غنای گونه ای کاهش یابد زیرا بعضی از گونه ها قادر به تحمل آن نیسـتند. از سوی دیگر زیستگاه هایی هم هستند که به طور طبیعی

1- Proportional
2- Index of Biotic Integrity

شـرایط مطلوب را ندارند مثلا فاقد منابع غذایی کافی هسـتند، نور کافی ندارند و یا دیگر عوامل. افزایش کمی در منابـع غذایی می تواند تنوع گونه ای را در بخش های سـرآب یک رودخانه و یا آبراهه های کم غذا ارتقا دهد (بالز و همکاران ۱۹۹۲).

۲- تعداد کل جنس ها (غنای جنسی «ژنریک») در سایت های طبیعی و دست نخورده بیشترین و در سایت های تخریب شده کم ترین مقدار را خواهد داشت. تعداد کل جنس ها (دیاتوم، حلبک های نرم، یا هردو) می تواند شاخص معتبرتری نسـبت به غنای گونه ای برای نشـان دادن تنوع باشد زیرا در موارد متعدد، عده زیادی از گونه هایی که مشخصات نزدیک به هم دارند در یک گونه قرار می گیرند و بر تشخیص تنوع گونه ای اثر می گذارند.

۳- تعداد کل تقسـیمات که بر اسـاس شمار «انواع» تعیین و بیان می شود، در آبهای با کیفیت و دارای شاخص انسجام زیستی (IBI) خوب بیشترین مقادیر را خواهد داشت.

۴- شاخص تنوع شانون (برای دیاتومه ها). شاخص شانون تابعی است از تعداد گونه های موجود در یک نمونه و توزیع جمعیت این گونه ها. از آنجا که غنای گونه ای و یکنواختی توزیع به صورت مسـتقل از یکدیگر و به شـکل پیچیده ای با کیفیت آب تغییر می کنند، استیونسـون ۱۹۸۴، پیشنهاد کرده است که تغییرات در تنوع گونه ای به‌جای مقدار تنوع گونه ای احتمالا شـاخص بهتری برای نشـان دادن تغییرات کیفی آب اسـت. تنوع گونه ای، علی‌رغم پیچیدگی ها و ابهام هایی که به همراه دارد، مدت هاسـت که با موفقیت به عنوان یک شـاخص آلودگی آلی (فاضلاب) مورد استفاده بوده است (ویلهم و دوریس ۱۹۶۸، وبر ۱۹۷۳، کوپر و ویلهم ۱۹۷۵). بالز و همکاران ۱۹۹۲ با توجه به حساسـیتی که شاخص تنوع شانون نسـبت به کیفیت آب دارد، از آن استفاده کرده‌اند. تحت شرایط خاص (که تعدادکل جنس و یا گونه های تفکیک شده کمتر از ده باشد) ممکن است شاخص تنوع شانون تغییرات کیفیت آب را کمتر نشان بدهد.

۵- درصد مشابهت جامعه (PSc) دیاتومه‌ها. شاخص شباهت (PSc) بر حسب درصد، که به وسیله ویتاکر ۱۹۵۲و ویتاکر و فیربانک۱۹۸۵ و برای مقایسه جامعه پلانکتونی پاروپایان تعریف و مورد استفاده قرار گرفت. از آنجا که این شاخص شباهت جامعه را بر اساس فراوانی نسبی نشان می دهد و در مقایسه با گروه‌های نادر، وزن بیشتری به گروه های غالب می دهد، برای ارزیابی زیستی جلبک ها انتخاب شده است. درصد مشابهت همچنین می تواند برای مقایسه سایت مرجع (شاهد) با سایت های مورد بررسی، و یا مقایسه جامعه متوسط گروه در سایت مرجع و سـایت مورد بررسی به کار گرفته شـود. مقادیر درصد مشابهت جامعه بین صفر (بدون مشابهت) و ۱۰۰درصد تغییر می کند. فرمول محاسبه درصد مشابهت جامعه به صورت زیر است:

$$PSc = 100 - 0.5\sum_{i=1}^{s}|a_i - b_i| = \sum_{i=1}^{s}\min(a_i, b_i)$$

که در آن:

a_i = درصد گونه‌های i در نمونه A،

b_i = درصد گونه‌های i در نمونه B،

۶- شـاخص مقاومت به آلودگی برای دیاتومه‌ها. شـاخص مقاومت به آلودگی (PTI)[3] برای جلبکها به شـاخص حیاتی هیلسـن هف برای بی مهرگان درشـت شباهت دارد (هیلسـن هف ۱۹۸۷). لانگ- برتالوت (۱۹۷۹) سه دسـته از دیاتومه‌ها را بر طبق مقاومتشـان نسـبت به افزایش آلودگی، تعریف کرد و مقدار ۱ را برای مقاوم‌ترین دسته (مثلاً *Nitzschia palea*، یا *Gomphonema paryulum*) و ۳ را برای گونه‌های نسبتاً حساس اختصاص داد. فرمول محاسـبه مقاومت نسـبی رده‌ها را می توان در بسیاری از منابع موجود یافت. بدین ترتیب، با به کار بردن

3- Pollution Tolerance Index

فرمول زیر، شـاخص مقاومت به آلودگی (PTI) لانگ- برتالـوت از ۱ برای آلوده‌ترین تا ۳ برای کمترین آلودگی تغییر می‌کند:

$$PTI = \sum n_i t_i / N$$

که در این فرمول:

n_i= تعداد سلول های شمرده شده گونه؛

t_i = مقدار مقاومت گونه؛

N = تعداد کل سلول های شمرده شده

در بعضی موارد، دامنه مقادیر مقاومت‌ها افزایش داده شده‌اند، بدین ترتیب نتیجه محاسبات برای مقادیر شاخص (PTI) نیز متناسباً افزایش می یابد.

۷- درصد دیاتومه‌های حساس. معیار درصد دیاتومه‌های حساس برابر مجموع فراوانی های نسبی همه گونه‌های کم تحمل است. این متریک در شاخه های کوچک و کم اهمیت رودخانه‌ها که در آن ها ممکن است قدرت تولید اولیه بطور طبیعی کم باشد، اهمیت ویژه دارد و سبب می‌شود بسیاری از دیگر متریک‌های کیفیت آب کمتر از حد برآورد شود.

۸- درصد *Achnanthes minutissima*. این نوع دیاتومه جهان وطنی اسـت و گسـتره اکولوژیکی خیلی وسـیعی دارد. این گونه یک دیاتومه وابسته است و اغلب اولین گونه پیشگام در آبراهه هایی است که به شدت فرسوده شده و احتمـالا همـه دیگر جلبک ها در آن به کلی از بین رفته اند. جلبک مزبور همچنین گونه ای اسـت که عموما در آبراهه هایی که زهاب های معدنی اسیدی و دیگر پساب های شیمیایی را از خود عبور می دهد به شکل گونه غالب حضور می یابد. درصد فراوانی این گونه به طور مستقیم با زمان طی شده از آخرین فرسایش شدید و یا وقوع آلودگی سمی متناسب است. برای استفاده در ارزیابی های زیستی، چارک های فراوانی به عنوان متریک قضاوت به کار رفته است و در آن چارک بالا (درصد ۱۰۰-۷۵) به عنوان اختلال شدید تعریف شده است. در رودخانه هایی که کم ترین اختلال را دارند، مقدار این شاخص (فراوانی نسبی دیاتومه .A.m) برابر ۵۰ درصد است.

۹- درصد دیاتومه‌های زنده، به وسـیله هیل (۱۹۹۷) به عنوان متریک برای نشـان دادن سـلامت توده دیاتومه پیشـنهاد گردید. درصد پایین دیاتومه‌های زنده می تواند به علت رسـوب گذاری زیاد و یا نهشته های توده های قدیمی جلبکی در بستر آبراه باشد.

معیارهای تشخیص شرایط اکولوژیکی

اولویت‌های اکولوژیکی و مطلوبیت های زیسـتگاهی برای بسیاری از دیاتومه‌ها و سایر جلبک ها در منابع مختلف درج شده است. با استفاده از فراوانی نسبی گونه های جلبکی در توده نمونه و شرایط مطلوب زیستگاهی برای آن ها، معیاری برای محاسبه محرک های تنش زا در یک زیستگاه به‌دست می آید. در مقایسه با شاخص مقاومت کلی در مقابل آلودگی، این معیارها به طور مشخص تر و اختصاصی تری تنش های زیست محیطی موجود در یک زیستگاه را منعکس می سازند.

۱۰- درصد دیاتومه‌های اسـتثنایی، این متریک عبارتسـت از درصد دیاتومه‌های غیر عادی و نا متعارف موجود در توده نمونه که ترکیب بدن و یا شـکل صدف آن ها غیر عادی و نا موزون اسـت (سلول های طویل خمیده، و یا سـلول های ناصاف و مضرس،..). در بیشـتر موارد این ناهنجاری ها همبستگی مستقیم با وجود آلودگی فلزات سنگین در آب دارد (مک فارلندو همکاران ۱۹۹۷).

۱۱- درصد دیاتومه‌های متحرک. درصد دیاتومه‌های متحرک شـاخصی هسـتند برای غلظت رسوب در رودخانه و با فراوانی نسـبی سـه جنس *Navicula+ Nitzschia+Surirella* تعریف می شـود. در صورتی که رسـوب بستر رودخانه را فرا گیرد، این سـه جنس می تواند به سـمت سـطح آب حرکت کنند و به همین جهت تصور می رود

که فراوانی آن ها می تواند نشـان دهنده ی تواتر وقوع رسـوب و میزان رسـوب گذاری در رودخانه باشد. فراوانی *Gyrosigma, Cylindrotheca* و دیگر دیاتومه های متحرک نیز می تواند به این معیار افزوده شود.

۱۲- متریک های تشخیصی ساده. این متریک عوامل موجد تنش در محیط زیست را بر پایه اطلاعات اکولوژیکی موجود برای هر یک از گونه های موجود در زیسـتگاه مورد بحث قرار می دهد. به طور نمونه اگر زهاب اسـیدی یک معدن به یک آبراه تخلیه شـده و بر شـرایط آن اثر می گذارد، باید انتظار داشت که انواع موجودات اسیدزی یا اسـید دوسـت بیشـتری در توده نمونه ای که از زیستگاه به دست می آید حضور داشـته باشد. این متریک را از طریق جمع کردن درصدهای فراوانی های نسـبی (درصد ۱۰۰-۰) گونه هایی که قابلیت انطباق و سـازگاری با شرایط حدی محیط‌زیستی دارند می‌توان محاسبه کرد. به طور مثال گونه های:

درصد اسیدی زی + درصد اسیددوست

درصد بازی زی + درصد بازدوست

درصد شوردوست

درصد مزوساپروبیک + درصد اولیگوساپروبیک + درصد ساپروفیلیک

درصد یوتروفیک

۱۳- استنباط شـرایط اکولوژیکی به وسیله شاخص‌های ساده اکولوژیکی انفرادی (SAI): اولویت‌های اکولوژیکی و مزیت هـای محیط زیسـتی دیاتومه‌ها معمولاً در کتب و مآخذ مختلف موجود اسـت. با اسـتفاده از رده های اکولوژیکـی اسـتاندارد، اولویت ها و مطلوبیت هـای اکولوژیکی گونه هـای دیاتومه می تواند همـراه با گرادیان تنش زایی محیط زیستی مشخص و شناخته شود. مثلاً، مقادیر مطلوب پارامتر pH برای بسیاری از رده‌ها معلوم هسـتند. این مطلوبیت ها (θ_i) می تواند بین ۱ تا ۵ (مثلا اسید زیستی، اسید دوستی، بی تفاوت، باز دوستی، باز زیسـتی) طبقه‌بندی شـده و در فرمول زیر برای تعیین شرایط محیط زیسـتی (EC) و پی بردن به اثرات آن بر توده های پریفیتون به کار برده شود.

$$SAI_{EC} = \sum \theta_i P_i$$

۱۴- اسـتنباط شـرایط اکولوژیکی به وسیله شـاخص های میانگین وزنی: این متریک ها بر مبنای شرایط ویژه اکولوژیکی (βi) برای جلبک ها تدوین شـده و به طور گسترده در منابع جدید انتشار می یابند (پان واستیونسن ۱۹۹۶). از آنجا که معلوم نیست که این مطلوبیت ها بتوانند به مناطق و زیستگاه های نقاط مختلف تعمیم یابند، باید در به کاربردن آن ها محتاط بود. با اسـتفاده از معادله زیر و به کاربردن شـرایط محیط زیستی مطلوب (βi) و فراوانی نسـبی (P_i) رده های جانوری می‌توان به طور دقیق تری به شـرایط اکولوژیکی (EC) در یک زیستگاه پـی برد تا وقتی که فقط مشـخصات اکولوژیکی مورد توجه قرار گیرند (تربـراک و وندام۱۹۸۹، پان و همکاران ۱۹۹۶). بهترین شرایط محیطی آنست که درآن بیشترین فراوانی های نسبی برای رده ها فراهم شود. این شرایط را می توان از طریق اطلاعات و گزارش های موجود از تنوع جانوری و شـرایط محیطی اسـتنباط کرد. در مورد مثال pH می توان از طریق مراجعه به pH مطلوب (Hi) رده ها و یا گونه های موجود در یک زیستگاه به دامنه تغییرات pH آن زیستگاه پی برد. معادله کلی زیر به کار برده می شود:

$$WAI_{EC} = \sum \beta_i P_i$$

و برای تعیین مقدار مورد نظر برای یک زیستگاه به شکل زیر تعدیل می شود:

$$WAI_{pH} = \sum H_i P_i$$

۱۵- اختلال در شـرایط اکولوژیکی را می توان از طریق توده نمونه جلبکی و محاسبه انحراف (Δ_{EC})بین شرایط محیطی یک زیسـتگاه مورد بررسی با یک زیستگاه مرجع تشخیص داد. برای این منظور باید شرایط اکولوژیکی یک سایت مورد بررسی(EC_{ex}) را با شاخص اکولوژیکی ساده (SAI_{EC}) یا شاخص میانگین وزنی (WAI_{EC}) با شرایط مورد انتظار از یک سایت مرجع مقایسه کرد

$$\Delta_{EC} = | SAI_{EC} = ECex |$$
$$\Delta_{EC} = | WAI_{EC} = ECex |$$

جدول ۴ -۲ تعاریف زیست محیطی از سیستم های طبقه‌بندی اکولوژیکی جلبک ها (لووه ۱۹۷۴)
اگر زیرکلاس تعریف نشده باشد، تعریف برای کلاس ارایه شده است.

سیستم طبقه‌بندی / شاخص اکولوژیکی	کلاس	زیرکلاس	شرایط برای بیشترین فراوانی های نسبی
طیف pH	اسید زی		pH کمتر از ۵/۵
	اسید زی		pH بیشتر از ۵/۵ و کمتر از ۷
	خنثی		pH در حدود ۷
	بازدوستی		pH بیشتر از ۷ و کمتر از ۸/۵
	باز زیستی		pH بیشتر از ۸/۵
طیف مواد مغذی	یوتروفیک		غنی از مواد غذایی
	مزوتروفیک		غنای متوسط از مواد مغذی
	الیگوتروفیک		فقر مواد مغذی
	دیستروفیک		شرایط (DOC) رطوبتی زیاد
طیف هالوبیون بر اساس غلظت کلراید و یا هدایت الکتریکی	پلی هالوبوس		غلظت نمک ها › ۴۰٫۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر
	اوهالوبوس		انواع دریایی: ۴۰/۰۰۰-۳۰/۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر
	مزوهالوبوس	دامنه تغییرات آلفا	انواع آب لب شور: ۳۰/۰۰۰-۱۰/۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر
	مزوهالوبوس	دامنه تغییرات بتا	انواع آب لب شور: ۱۰/۰۰۰-۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر
	اولیگوهالوبوس	هالوفیلوس	آب شیرین – تحریک با مقداری نمک
	اولیگوهالوبوس	خنثی	آب شیرین – مقداری نمک را تحمل می‌کند
	اولیگوهالوبوس	هالوفوبیک	آب شیرین – مقادیر کم نمک را تحمل نمی‌کند

سیستم طبقه‌بندی / شاخص اکولوژیکی	کلاس	زیرکلاس	شرایط برای بیشترین فراوانی های نسبی
سیستم ساپروبین براساس آلودگی های آلی (ارگانیک)	پلی ساپروبیک		خصوصیت منطقه تلاشی کیفی و گندیدگی، معمولاً اکسیژن در محیط وجود ندارد یا کم است
	مزوساپروبیک	دامنه تغییرات آلفا	منطقه اکسایش بار آلی –N بشکل اسیدهای آمینه
		دامنه تغییرات بتا	منطقه اکسایش بار آلی –N بشکل آمونیاک
	الیگوساپروبیک		منطقه‌ای که اکسیداسیون آسایش مواد آلی تکمیل می‌شود، اما تجمع‌بالای مواد مغذی برجاست
	ساپروفیلیک		معمولاً در آب های آلوده، اما همچنین در آب های پاک
	ساپروزنوس		معمولاً در آب های پاک، اما در آب های آلوده نیز یافت می‌شود
	ساپروفوبیک		فقط در آب های غیر آلوده یافت می‌شود.

۴-۱-۵- تعیین توده زیستی پریفیتون ها

اندازه گیری توده زیستی (بیومس) پریفیتون ها در بسیاری از بررسی ها متداول است و ممکن است در مطالعاتی که میزان مواد مغذی یا مسمومیت یک زیستگاه را مورد بحث قرار می دهد از اهمیت ویژه برخوردار باشد. با این حال، در بسیاری از موارد با نمونه‌گیری و اندازه گیری جلبک های کفزی، مقدار حداکثر توده زیستی مشخص نمی شود. پارامتر اخیر مسایل غذایی و امکان ایجاد اختلال در رشد جلبکی را بهتر منعکس می‌سازد(بیگز ۱۹۹۶،استیونسن ۱۹۹۶).

مقدار توده زیستی را می‌توان با کمک نمونه‌های طبیعی و یا مصنوعی که از بستر یک رودخانه و یا بدنه آبی جمع‌آوری می شود اندازه گیری کرد. برای تعیین مقدار توده جلبکی (برحسب کلروفیل الفا، توده خشک بدون خاکستر، تراکم سلولی، حجم توده زیستی) باید سطح بستر نمونه‌گیری شده تعیین شود.

توده زیستی پریفیتون‌ها را می‌توان با کمک کلروفیل درصد، ماده خشک بدون خاکستر، تراکم سلولی، و حجم توده زیستی برحسب سانتی متر مربع برآورد کرد. هر یک از این پارامترهای اندازه‌گیری مؤلفه‌ای از توده زیستی پریفیتون‌ها را برآورد می‌کند (استیونسن۱۹۹۶).

۴-۱-۵-۱- کلروفیل آلفا (α)

کلروفیل آلفا از حدود ۰/۵ تا ۲درصد از کل توده زیستی جلبک ها را تشکیل می دهد (APHA,۱۹۹۵)، و این نسبت با نظام رده‌بندی، میزان نور، و مواد مغذی تغییر می‌کند. شرح تفصیلی برای آنالیز کلروفیل(α) خارج از چارچوب این راهنما است این روش ها در کتاب استاندارد متد به سهولت قابل دسترسی است. آنالیز کلروفیل آلفا

نسبتا ساده است و مراحل زیر را در بر دارد:

۱- عصاره گیری و استخراج کلروفیل (α) در آستون؛

۲- اندازه گیری غلظت کلروفیل در عصاره با اسپکترو فتومتر یا فلوئورومتر

۳- محاسـبه تراکم کلروفیل در بسـتر نمونه برداری شده با تعیین نسبتی از نمونه اولیه که برای کلروفیل آنالیز و اندازه گیری شد.

لوازم آزمایشگاهی مورد نیاز برای بررسی پریفیتونها

- میکروسـکوپ مرکب با عدسـیهای چشـمی ۱۵X یا ۱۰X و عدسیهای شیئی (روغنی) ۱۰۰X و ۴۰X و ۲۰X
- شمارشگر دستی (برای شمارش گونه‌ها)
- لام و لامل میکروسکوپ
- روغن میکروسکوپ، دستمال عدسی و پارچه نم گیر
- متجانس کننده بافت یا مخلوط کن
- تکان دهنده مغناطیسی و میله بهم زن
- انبرک (فورسپس)
- اجاق رومیزی
- دودکش (هود)
- بطری پلاستیکی نرم دارای آب مقطر
- مواد اکسید کننده (H_2O_2,$Cr_2O_7K_2$,NO_3H,SO_4H_2)
- بشرهای ۲۵۰-۲۰۰ میلی لیتری
- عینک و لباس ایمنی
- خشک کن برقی (آون)
- کوره برقی
- ترازوی الکترونیک
- طیف سنج (اسپکتروفتومتر) یا فلوئورومتر برای کلروفیل آلفا (α)
- سانتریفوژ برای عصاره گیری کلروفیل آلفا (α)
- لوله‌های آزمایش مدرج برای کلروفیل آلفا (α)
- آستون برای کلروفیل آلفا (α)
- $MgCO_3$ برای کلروفیل آلفا (α)

۴-۱-۵-۲- توده خشک بدون خاکستر

توده خشـک بدون خاکسـتر عبارت اسـت از اندازه ماده آلـی در نمونه‌ها و پارامتری برای اندازه گیری توده زیسـتی باکتری ها، قارچ ها، جانـداران کوچک، و مواد گندیده به کار برده می شـود. شرح مفصل بررسی خارج از چارچـوب این فصل اسـت. روش های اسـتاندارد در کتاب استاندارد متد به سهولت قابل دسترسی و استفاده است. روش کار نسبتاً ساده است و اختلاف وزن توده‌ای نمونه را بعد از خشکانیدن و بعد از سوزاندن ماده آلی در نمونه را تعیین می‌کند. برای اندازه گیری توده زیسـتی پریفیتون ها اسـتفاده از توده خشـک بدون خاکسـتر (AFDM)[4] در مقایسه با اندازه گیری ماده خشک توصیه می شـود، زیرا ماده خشک می تواند به مقدار قابل توجه گل و لای به همراه داشته باشد.

۴-۱-۵-۳- تراکم سلولی ویژه و حجم توده زیستی

تراکم سـلولی (تعداد سلول به ازای هر سانتی متر مربع) با تقسیم تعداد سلول های شمرده شده تقسیم بر بخشی از نمونه که شـمارش شـده و مسـاحتی که نمونه‌ها از آن جمع‌آوری شده است تعیین می‌گردد. حجم توده زیستی سلول ها (حجم توده زیستی سلولی بر حسب میلی متر مکعب بازای هر سانتی متر مربع مساحت نمونه برداری شده) برابر اسـت با مجموع حاصلضرب تراکم سـلول ها و مقدار توده زیسـتی هریک از گونه های شمرده شده (لووه و پن ۱۹۹۶) و تقسیم حاصل جمع بر بخشی از نمونه که شمرده شده و سطحی که از آن نمونه‌ها جمع آوری شده است.

۴-۱-۵-۴- متریک‌های توده زیستی

توده زنده جلبکی بزرگ می‌تواند نشـانه مغذی بودن زیسـتگاه باشد ولی به همین شکل در زیستگاهی که کمتر مغذی اسـت، توده زنده جلبکی می تواند پس از گذشـت مدتی که جریان ثابتی به زیستگاه وارد شود تولید و جمع آوری شود. کمی توده زیستی می تواند به علت وجود شرایط مسمومیت و یا به علت وقوع سیلاب های جدیدی باشد که در فاصله زمانی کمی پیش تر رخ داده باشـد و یا اینکه زیسـتگاه به شدت و به شکل افراطی چرانیده شده باشد.

4- Ash Free Dry Mass

بدین ترتیب، تفسـیر نتایج توده زیسـتی مبهم است و به همین علت است که در پروتکل های ارزیابی سریع، تاکید زیادی بر کمّی کردن آن نشـده اسـت با این حال، مقادیر نامطلوب و مزاحم توده زیسـتی جلبکی (مثلاً بیش از ۱۰ میکروگرم کلروفیل الفا بر سـانتی متر مربع، بیش از ۵ میلی گرم توده خشـک بدون خاکسـتر بر سانتی متر مربع، بیش از ۴۰٪ پوشـش جلبک های درشـت) به عنوان نشانه مغذی بودن زیستگاه در نظر گرفته می شود. اگر بتوان از توده زیسـتی به طور مکرر اندازه گیری به عمل آورد، در این صورت حد وسـط و حداکثر کلروفیل آلفا (α) کفزی را می‌توان برای مشخص کردن وضعیت غذایی رودخانه ها مورد استفاده قرار داد. دادز و همکاران (۱۹۹۸) معیارهایی را پیشنهاد کرده‌اند که بر طبق آن ها مرز اولگیوتروفیک– مزوتروفیک زیستگاه منطبق بر میانگین کلروفیل(α)کفزی برابـر ۲ $\mu g/mc^{-2}$ و یا حداکثر کلروفیـل(α) کفزی برابر ۷ $\mu g/mc^{-2}$ و مرز مزوتروفیک– اوتروترفیک آن منطبق بر میانگین کلروفیل آلفا برابر ۶ $\mu g/mc^{-2}$ و حداکثر آن برابر ۲۰ $\mu g/mc^{-2}$ است.

۴-۲- بررسی میدانی سریع پریفیتون ها

ارزیابی هـای نیمـه کمّی از توده زیسـتی و ترکیب رده‌بنـدی جلبک های کفزی را می‌توان به سـرعت با کمک «طشـتک یا سطل مشاهده[5]» علامت گذاری شده و سیستم شمارش توده زیستی به انجام رساند. مزیت استفاده از این روش آن است که امکان ارزیابی سریع توده زیستی جلبک‌ها در مقیاس مکانی بزرگتر از بستر نمونه برداری و یا مقیاس آزمایشـگاهی را فراهم می‌کند. رده‌بندی کلی جوامع نیز با این روش امکان‌پذیر است. این روش یک بررسی از بسـتر طبیعی اسـت و به پردازش آزمایشـگاهی نیاز ندارد، اما می توان نمونه‌های جمع آوری شده دست چین را در اختیار آزمایشگاه گذاشت تا به سرعت نسبت به شناسایی آن ها اقدام کند. روش و مراحل کار به قرار زیر است:

۱- بالای برگه صحرایی بررسی سریع پریفیتون ها را پر کنید، (پیوست الف-۲ – فرم ۴) .

۲- حداقل ۳ مقطع در عرض زیسـتگاه برای نمونه گیری انتخاب کنید. (ترجیحاً خیزاب ها و جریان‌های آرام در بازه رودخانه که در آن تجمع جلبک های کفزی به سهولت قابل مشاهده و شناسایی است).

۳- بر روی ترانسکت های انتخاب شده ۳ محل به ترتیب در ساحل راست، وسط، و ساحل چپ انتخاب کنید.

۴- در هر محل انتخابی بسـتر را با کمک طشـتک مشـاهده‌ای شناسایی کنید. طشـتک معمولا دارای شبکه شطرنجی (۱+۷×۷) ، جمعا ۵۰ نقطه است.

- اولاً، توده زیستی جلبک های درشت را مشخص کنید.

• کف رودخانه را از ته طشت به دقت مشاهده کنید و تعداد نقاطی را که روی جلبک های درشت (مثلاً، کالدوفورا یا اسپیروژیرا) وجود دارند بشمارید. تعداد و نوع جلبک های درشت شمارش شده را روی برگه صحرایی ارزیابی سریع یادداشت کنید.

• حداکثر طول جلبک های درشت را اندازه گیری و یادداشت کنید.

• اگر دو یا بیشـتر نوع جلبک های درشـت وجود داشـته باشـد هر یک از آن ها را جداگانه شمارش و اطلاعات مربوطه را یادداشت کنید.

- ثانیاً پوشش جلبک های ریز را مشخص کنید

• هنگام تماشـای بسـتر، تعداد نقاطی را که بر بستری منطبق است که برای تجمع جلبک های ریز مناسب است (شن درشت تر از ۲ سانتیمتر) است را شمارش و یادداشت کنید؛

• نوع جلبک (معمولاً دیاتومه‌ها و جلبک های آبی – سبز) را تعیین کنید و ضخامت (تراکم) جلبک های ریزِ زیرِ هر نقطه را با استفاده از مقیاس های زیر برای مشخص کردن ضخامت برآورد کنید:

5-Viewing bucket

صفر – بستر ناهموار با هیچ گونه آثار مشهود از جلبک های ریز؛
۰٫۵ - زیر لایه لجنی، اما هیچ گونه تجمع مشهود از جلبک های ریز آشکار نیست؛
۱- لایه نازکی از جلبک های ریز به طور مشهود آشکار است؛
۲- تجمع لایه جلبکی ریز با ضخامت ۱-۰/۵ میلی متر آشکار است؛
۳- تجمع لایه جلبک های ریز از ضخامت ۱ تا ۵ میلی متر آشکار است؛
۴- تجمع لایه جلبک های ریز از ضخامت ۵ میلی متر تا ۲ سانتی متر آشکار است؛
۵- تجمع لایه جلبک های ریز بزرگ تر از ضخامت ۲ سـانتیمتر آشـکار است. ضخامت توده را می‌توان با یک خط کش اندازه گرفت.

• تعداد نقاطی را که روی هر یک از ردیف‌های تفکیک شـده فوق (ضخامت لایه جلبک) منطبق می شود به طور جداگانه و تفکیک دیاتومه‌ها، جلبک های آبی – سبز، یا سایر جلبک های ریز یادداشت کنید.

۵- به شیوه آماری تراکم جلبک ها روی بستر را شناسایی و شمارش کنید:
☑ تعداد کل نقاط شبکه شطرنجی (خال ها) ارزیابی شده در سایت (Dt)؛
☑ تعداد نقاط شبکه شطرنجی (خال ها) روی جلبک های درشت (Dm)؛
☑ تعداد کل نقاط شبکه شطرنجی (خال ها) روی بستر مناسب برای جلبک های ریز در محل (dt)؛
☑ تعداد نقاط شـبکه شـطرنجی روی جلبک هـای ریز با ضخامت های مختلف لایه جلبکـی برای هر نوع از جلبک های ریز (dt)؛
☑ میانگین درصد پوشش زیستگاه به تفکیک هر یک از انواع جلبک های درشت (یعنی Dm/Dt×۱۰۰)؛
☑ حداکثر طول هر نوع از جلبک های درشت؛
☑ متوسط تراکم (یعنی انبوهی لایه) هر نوع از جلبک های درشت روی زیر لایه مناسب (یعنی di/Edi ri)؛
☑ حداکثر تراکم هر نوع از جلبک های ریز روی بستر.

۶- QA/QC بین مشاهده کنندگان میدانی و کالیبره کردن توده زیستی جلبکی (کلروفیل آلفا، توده خشک بدون خاکسـتر، تراکم و حجم توده زیسـتی به‌ازای هر cm^{-2} و ترکیب رده بندی) به وسیله جمع آوری نمونه‌هایی که رده‌های جلبکیِ ریزِ خاص دارند و ارزیابی پریفیتون ها قابل تهیه است.

فصل پنجم
پروتکل های بی مهرگان درشت کفزی

ارزیابی زیستی سریع با استفاده از توده بی مهرگان درشت کفزی رایج ترین دستورالعملی بوده است که به وسیله نهادهای مرتبط با منابع آب به کار برده شـده است (سـوذرلاند و استریبلینگ ۱۹۹۵). از آنجا که توجه اصلی برای تدوین دسـتورالعمل ها و توسـعه روش های ارزیابی سـریع موجودات کفزی به خصوصیات منطقه ای و تفاوت های گسترده موجود در خصوصیات فیزیکی بستر آبراهه ها بوده است، روش ها و ابزارهای مختلفی برای اجرای مطالعات مجموعه بنتیک آبراهه ها توسعه یافت. بعضی از نهادها ترجیح داده اند که کماکان روش های سنتی همچون نمونه گیر «سـوربر» یـا «هس» و یا تور ناودانی (kick net) اسـتفاده کنند. نهادهایی هم بوده اند که فنـون و ابزارهایی را برای نمونه گیری از آبراهه های سـاحلی که فاقد شـن و قلوه سنگ هسـتند ابداع کرده اند. این دو گروه با استفاده از تور با

قاب D شـکل روش نمونه گیری چند زیسـتگاهی را به کار گرفته اند. آزمایش ها نشـان داده است که این فن از نظر علمی برای آبراهه های کم شـیب معتبر اسـت. دیگر پژوهش های انجام شده نیز نشان داده است که تور با قاب مستطیلی می تواند عملکرد قابل قبول و بینابین نمونه گیرهای سوربر/ هس و تور D شکل داشته باشد.

انواع وسایل نمونه برداری بی مهرگان درشت کفزی استاندارد برای رودخانه‌ها ، (اندازه سوراخ توری استاندارد ۵۰۰µ)

• نمونه گیر Kick net : ابعاد تور ۱×۱ متر منضم به دو تیرک (میله) و به همین ترتیب مشـابه کار ماهیگیری تفریحی اسـت. این وسـیله کار آمدترین برای نمونه برداری از بسـترهای قلوه سنگی (تند آب ها) است، جایی که سـرعت جریان آب موجودات زنده (ارگانیسـم‌ها) را از درون تور بیرون آورده و رها می کند. برای هر بار نمونه گرفتن از یک متر مربع بسـتر آبراه طراحی گردیده و می‌توانـد در هر عمقی از چند سـانتیمتر تا کمتر از یک متر به کار برده شـود. هرچند نمونه گیـری از اعماق بیش از یک متر زیر بستر با هر وسیله‌ای مشکل است.

• نمونه گیـر frame D – : ابعـاد قـاب نمونه گیر عبارتند از ۰/۳ متر عرض و ۰/۳ متر ارتفاع و به شـکل «D» جائی که قاب به یک دسـته نسبتا بلند می‌چسبد. تور مخروطی یا کیسـه‌ای و مناسب برای گرفتن موجودات ریز است. این نمونه گیر می تواند در انواع زیستگاه ها بکار برده شود.

• نمونه گیـر Rectangular dip net : ابعـاد قـاب عبارتند از ۰/۵ متر عرض و ۰/۳ متر ارتفاع و به تیرک بلند چسـبیده اسـت. تور مخروطی یا کیسه‌ای شکل است نمونه گیری به همان ترتیب قاب D شکل انجام می‌شود.

• نمونه گیر سوربر: ابعاد قاب مربع عبارتند از ۰/۳×۰/۳ متر و به طور افقی روی بستر قلوه سنگ قرار می گیرد و سطح ۰/۰۹ مترمربع را نمونه گیری می‌کند. به قسمت عمودی قاب یک تور منضم شده است و موجودات ریز بیرون آمده از مواد بستر را به دام می اندازد. عمق کاربری آن کمتر از ۰/۳ متر است.

• نمونه گیر هس: متشـکل از یک اسـتوانه فلزی تقریباً به قطر ۰/۵ متر و از سطح ۰/۸ متر مربع نمونه می‌گیرد. طرح پیشرفته‌تری از سوربر است و به منظور جلوگیری کردن از فرار موجودات ریز (میکروارگانیسم‌ها) و آلودگی ناشی از انباشته شدن است. دامنه‌ی عملکرد آن به اعماق کمتر از ۰/۳ متر محدود است.

۵-۱- روش تک زیستگاهی: تور ۱ متری (Kick net)

بـر طبـق دسـتورالعمل های اولیـه، نمونه گیری از زیستگاه ها به ویژه خیزاب ها و یا تنداب‌ها، در آبراه‌هایی که دارای این گونه زیسـتگاه هستند به طور استاندارد و انفرادی صورت می گیرد. این روش هنوزهم معتبر است چون بی مهرگان درشـت بیشترین تنوع و فراوانی را در بسترهای قلوه سنگی (خیزاب ها) دارند. در آبراهه هایی که بسـترهای قلوه سنگی زیسـتگاه غالب است، با این روش می تـوان نمونه هایی را گرفت کـه بتواند نماینده بازه آبراه باشند.

تجهیزات و لوازم صحرایی مورد نیاز نمونه گیری از بی مهرگان درشت کفزی - (روش تک زیستگاهی)

تور تفریحی استاندارد /۵۰۰ فوت، عرض ۱ متر
سطل آبکش، با قوری ۵۰۰ میکرونی
اتانول ۰/۹۵
ظروف نمونه، برچسب‌های ظرف نمونه
انبرک (پنس)
مداد، تخته طراحی
ورقه اطلاعات صحرایی بی مهرگان درشت کفزی
جعبه کمک های اولیه
چکمه پلاستیکی بلند (چکمه‌های ساق بلند برابر سینه کمر)
دستکش‌های لاستیکی (به طول بازو)
دوربین عکاسی
یک دستگاه موقعیت یاب (GPS)

با این وجود، بعضی رودخانه‌ها به طور طبیعی بسـتر قلوه سـنگ ندارند. در مواردی که زیستگاه های قلوه سنگی کمتر از ۳۰٪ بازه نمونه گیری در رودخانه‌های مرجع (رودخانه‌هایی که شـاهد و نماینده منطقه هسـتند) را تشکیل می‌دهد، نیاز خواهد بود که دیگر زیستگاه(ها) نیز نمونه‌گیری شوند. برای این منظور باید روش مناسب نمونه‌گیری براسـاس انواع زیسـتگاه (های) موجود در شـرایط موجود رودخانه های مرجع انتخاب شـود و نه رودخانه هایی که به شـکلی محدود و یا تخریب شـده اند. به طور مثال، روش نمونه برداری در رودخانه ای که گستره بستر قلوه سنگی آن به علت حجم زیاد نهشـته به طور قابل ملاحظه کمتر از مقدار مورد انتظار (بر اسـاس شرایط منطقه) است تغییر نخواهد کرد.

۵-۱-۱- روش های میدانی نمونه گیری در یک زیستگاه منفرد

۱- یک بازه ۱۰۰ متری که نماینده وضعیت کلی رودخانه باشد انتخاب می شود. در صورتی که سازه ای مثل پل وجود داشـته باشد، بازه حداقل ۱۰۰ متر بالا دسـت آن انتخاب می شود تا اثرات آن بر سرعت و عمق جریان و شـرایط عمومی زیستگاه به حداقل کاهش یابد. بازه به گونه ای انتخاب می شود که شاخه بزرگ و قابل ملاحظه به آن تخلیه شود.

۲- قبل از نمونه برداری، برگه صحرایی مشخصات فیزیکی / شیمیایی را پر کنید (مراجعه شود به پیوست الف-۱، فرم شماره ۱) و شرایط منطقه، اوضاع اقلیمی و کاربری زمین را شرح دهید. بعد از نمونه گیری این اطلاعات را به منظور بررسی صحت و دقت مرور کنید.

۳- از بازه مورد بررسـی نقشـه تهیه کنید. این نقشه باید مشـخصات درون رودخانه (مانند خیزاب، گوداب، تنه درخت و الوار، پیچ ، .. و غیره)، سازه های مهم و نیز مشخصات دیواره ها و سواحل و مناطق مجاور بازه را نشان بدهد. جهت جریان را با فلش بر روی نقشـه مشـخص کنید. نقاط نمونه برداری را روی نقشـه مشخص سازید. موقعیت بازه نمونه برداری (فاصله از ابتدا و یا انتهای رودخانه را برای اسـتفاده های احتمالی تخمین بزنید و در صورت امکان با استفاده از GPS موقعیت دقیق نقاط نمونه گیری را برداشت و یادداشت کنید.

۴- همـه خیزاب هـا و جریان های آرام که در طول بازه وجود دارد می تواند مکان مناسـبی برای نمونه برداری بی مهرگان کفزی درشـت باشد. یک نمونه مرکب متشکل از نمونه های منفردی که از نقاط مختلف خیزاب و یا جریان آرام که در آن ها سرعت جریان متفاوت است تهیه کنید. در حالت کلی برای ارزیابی سریع، نمونه مرکب از مجموعه مساحتی حدود ۲ متر مربع برداشت می شود.

۵- نمونه برداری از انتهای پایین دست بازه شروع می‌شود و به طرف بالادست رودخانه ادامه می یابد. از تور «kick net» ۱ متری اسـتفاده کنید، دو یا سـه نمونه در نقاط مختلف دارای سرعت های متفاوت در یک یا مجموعه ای از خیزاب گرفته می‌شود. در هر نقطه نمونه برداری، پس از نصب تور، حدود ۱ متر مربع از بستر در بالادست تور را به هم بزنید. با نوک و یا پاشنه چکمه و یا هر وسیله مناسب دیگر بستر قلوه سنگی را جابه جا کنید تا سطحی به اندازه ۱ مترمربع از بسـتر را بتراشـید. در صورتی که قطعات قلوه سنگی بزرگ وجود داشته باشد با دست از جا درآورید و در آب تکان بدهید تا موجودات چسبیده به آن رها و به سمت تور هدایت شوند. اگر از نمونه گیرهای مختلف استفاده شود، می توان از مجموعه نمونه ها یک نمونه مرکب تهیه کرد (به ۵-۲ مراجعه شود).

۶- نمونه های جمع آوری شـده از نقاط مختلف بسـتر قلوه سـنگی را ترکیب کنید تـا نمونه متجانس واحدی بع دسـت آید. بعد از هر نمونه گیری، توده جمع آوری شـده را با عبور دادن آب جاری و تمیز رودخانه از درون توری دو تا سـه بار بشـویید. اگر گرفتگی و یا اختلالی در روند کار روی داد مواد درون تور را دور بریزید و آن نمونه گیری را در محلی دیگر دوباره انجام دهید. بعد از آبکشی و جستجوی بی مهرگان زواید بزرگ را در آورید؛ وتمامی موجودات صید شـده را در ظرف نمونه قرار دهید. برای بررسـی و جسـتجوی ذرات خرده ریز و کوچک وقت صرف نکنید. [توجه: راه دیگر عبارت اسـت از جدا نگهداشـتن نمونه‌های جمع آوری شده از زیستگاه های مختلف، همانطور که در EMAP[1] انجام داده می‌شود (کلِم و لازورچاک ۱۹۹۷)]

۷- نمونه را از تور به ظرف نمونه انتقال دهید و به قدر کافی اتانول ۹۵٪ اضافه کنید تا کاملا نمونه را بپوشـاند. ممکن است برای در آوردن موجودات نمونه گیری شده از تور به انبرک‌ها نیاز افتد. برچسبی برای درج اطلاعات از کد شناسایی نمونه، یا شماره نمونه، تاریخ، نام رودخانه، محل نمونه‌گیری و نام جمع‌آوری کننده را در داخل ظرف نمونه قرار دهید. در بیرون ظرف نیز برچسبی شامل همان اطلاعات و کلمات «ماده حفاظتی: اتانول ۹۵٪»

1-Environmental Monitoring and Assessment Program

بچســبانید. اگر بیشــتر از یک ظرف برای نمونه مورد نیاز اســت، علاوه بر شــماره گذاری ظروف (به صورت n از m)، بر روی برچســب هر ظرف همه اطلاعات در مورد نمونه درج خواهد شــد. این اطلاعات در «گزارش مربوط به نمونه» در آزمایشگاه بیولوژیکی یادداشت خواهد شد. (پیوست الف-۳ فرم ۲).

۸- قســمت بالای برگه «اطلاعات صحرایی بی مهرگان درشــت کفزی»، را پر کنید (پیوست الف-۳ فرم ۱) که تکراری است از اطلاعات مندرج در «عنوان» برگه صحرایی فیزیکی / شیمیایی نمونه.

۹- درصد هر یک از انواع زیســتگاه در بازه مورد مطالعه رودخانه را یادداشت کنید. همچنین وسیله نمونه‌گیری استفاده شده، توضیح مختصر درباره شرایط نمونه‌گیری، مثلاً وضعیت جریان آب، صخره‌های نابجا و غیر محلی، دسترسی مشکل به رودخانه، یا هر چیزی که به تشریح محیط و شرایط نمونه‌گیری کمک کند را یادداشت کنید.

۱۰- مشــاهدات از گیاهــان (فلــور) و جانوران (فون) آبی را ثبــت کنید. یک ارزیابی و بــرآورد کیفی از ترکیب بی مهرگان درشــت و فراوانی نســبی آن ها به عنوان ارزیابی اولیه از ســلامت بوم ســازگان و حصول اطمینان از تکافوی نمونه‌گیری بعمل آورید.

۱۱- بعد از پایان نمونه‌گیری، یک ارزیابی از زیستگاه و شرایط آن به عمل آورید (پیوست الف ۱- فرم ۲). وارسی پیاده از بازه رودخانه به حصول اطمینان از دقت ارزیابی انجام شده کمک خواهد کرد. در صورت امکان، ارزیابی زیستگاه را همراه با عضو دیگری از گروه انجام دهید.

۱۲- نمونه‌ها را به آزمایشگاه برده و فرم های مربوطه را تکمیل کنید (پیوست الف -۳ فرم ۲)

کنترل کیفیت (QC) در صحرا

۱- بایــد برچســب‌های ظرف نمونه کاملاً پر شــوند، از جمله کد شناســائی نمونه، تاریــخ، نام رودخانه، محــل نمونه برداری و نام جمع آوری کننده و در ظرف نمونه گذاشته شود. باید بیرون ظرف با همان اطلاعات برچسب زده شود.

۲- بعد از آن که نمونه برداری در محل مشخص به پایان رسید، باید همه تورها، ظروف، لگن‌ها و غیره که با نمونه تماس پیدا کرده‌اند کاملاً شسته شوند، با دقت بازدید گردند، و بدون ذرات باقی مانده یا خرده ریز جمع شوند. باید هر موجودی که در محل نمونه گیری یافت می‌شود در ظروف نمونه گذاشته شود. وسائل مجدداً باید قبل از استفاده در محل نمونه گیری بعدی وارسی شوند.

۳- بــرای ارزیابــی و حصول اطمینان از دقت عملیات، در ۱۰٪ از نقاط، نمونــه برداری ها را تکرار کرده و نمونه اضافی را همراه باد دیگر نمونه ها به آزمایشگاه ارسال کنید.

۵-۲- روش چند زیستگاهی : نمونه برداری با تور D-frame

در بســیاری از مناطق، رودخانه‌ها شرایط متفاوتی دارند و شــیب آن ها از تند تا کم شــیب و بستر آن ها از قلوه سنگ تا بستر سیلتی تغییر می کند که شرایط زیستگاهی متفاوتی را فراهم می آورند. در این شرایط لازم اســت روشی مناســب برای نمونه برداری از انواع مختلف زیســتگاه ها ابداع و انتخاب شود. روشی که در اینجا تشــریح می شود بر مبنای پیشنهادهای کارگروه «رودخانه هــای ســاحلی بخش های میانــی اقیانوس اطلــس» بــرای به کارگیــری در رودخانه هایــی که ساختار زیستگاهی متغییر دارند ابداع شده و به وسیله دپارتمان های محیط زیســت فلوریدا و ماساچوســت

تجهیزات و لوازم صحرایی مورد نیاز نمونه گیری از بی مهرگان درشت کفزی - (روش چند زیستگاهی)

تور نمونه گیری استاندارد (قاب D)، مش ۵۰۰ ، با عرض ۰,۳ متر
سطل الک با مش ۵۰۰ میکرونی
اتانول ۰/۹۵
ظروف نمونه، برچسب‌های ظرف نمونه
انبرک (پنس)
مداد، تخته طراحی
ورقه اطلاعات صحرایی بی مهرگان درشت کفزی
جعبه کمک های اولیه
چکمه پلاستیکی بلند (چکمه‌های ساق بلند برابر سینه/ یا کمر)
دستکش‌های لاستیکی (به طول بازو)
دوربین عکاسی
یک دستگاه موقعیت یاب (GPS)
توصیه می شــود فرم های میدانی با استفاده از کاغذ ضد آب تهیه شود تا در شرایط مرطوب قابل استفاده باشد

به کار گرفته شده است. این روش مبتنی بر مجموعه چند زیستگاهی است و برای نمونه-برداری از بازه های رودخانه طراحی شده است که بطور نسبی نماینده زیستگاه های اصلی است. بی مهرگان درشت کفزی به صورت سیستماتیک از تمام زیســتگاه های درون رودخانه و با نمونه برداری از بستر به وسیله تورنمونه گیری (از نوع قاب D) جمع آوری می شوند. در مجموع ۲۰ مورد نمونه از همه انواع زیستگاه های اصلی در بازه جمع آوری می شود که مساحت مجموع بســترهای نمونه برداری شــده در حدود ۳,۱ مترمربع است. بطور مثال اگر ۵۰٪ زیستگاه در بازه نمونه انتخاب شده برای نمونه برداری، الوارها و تنه های درخت باشد، بنابراین در ۵۰٪ بقیه ۱۰ مورد نمونه برداشته می شود. نمونه ها در آزمایشگاه بر حسب تعداد موجود بی مهره به چند نمونه فرعی (هر یک مشتمل بر ۱۰۰ تا ۵۰۰ موجود بی مهره) تقسیم شده و هر کدام تا پایین ترین رده ممکن (جنس یا گونه) شناسایی می شوند.

۵-۲-۱- انواع زیستگاه

انواع زیســتگاه های رودخانه ای که در اینجا فهرســت شده اند آن هایی هســتند که به عنوان زیستگاه به وسیله بی مهرگان درشت مورد استفاده قرار می گیرند. به عبارت دیگر انواع زیستگاه هایی که حامی تنوع بی مهرگان درشت کفزی هستند.

قلوه سنگ (بستر سخت): قلوه سنگ بخش عمده بستر خیزاب ها و تنداب ها را تشکیل می دهد که مشخصه بیشــتر رودخانه های کوهســتانی و کوهپایه ای است. در حالی که در رودخانه های ساحلی و کم شیب، خیزاب و یا تنداب پدیده معمولی نیست، در بسیاری از رودخانه‌های پرشیب، این نوع زیستگاه غالب است.

برای نمونه برداری در بخش های کم عمق رودخانه با بستر درشت دانه (شن، قلوه سنگ و یا سنگ های بزرگ تر) بخش پایین تور نمونه گیر بر روی بستر نگه داشته شده و برای بیرون کشیدن و به دام انداختن جانوران کفزی به فاصله حدود ۰,۵ متر بالادست دهانه نمونه گیر، با ضربه نوک و یا پاشنه پا و یا هر وسیله مناسب دیگر، بستر بهم زده می شود.

الوار و تنه درخت: تنه درختانی که به مدت طولانی در آب مستغرق بوده باشند، زیستگاهی عالی برای ایجاد کلونی بی مهرگان کفزی هســتند. برای نمونه برداری از آوارها و قطعات متوســط – کوچک چوبی و شاخه های درختــان آن هــا را تــکان بدهید و یا به آن هــا ضربه بزنید. در این حالــت با در نظر گرفتن مســیر جریان، تور نمونه گیری باید در پایین دست آن ها قرار گرفته باشد. توده خرده قطعات چوبی و شاخ و برگ های بهم پیوسته در گوداب ها مشــابه الوار و تنه درخت عمل می کنند و زیســتگاه خوبی را به وجود می آورند. در چنین شرایطی، نمونه گیری کامل از قطعات بزرگ و تنه درختان مشکل خواهد بود.

ســواحل پوشیده از گیاه: وقتی که بخش های پایینی دیواره رودخانه مستغرق باشد، و در آن ریشه درختان و یا گیاهان بن درآب رشــد کرده باشــد، همانند زیستگاه های چوبی و الواری عمل می کنند و به همین شکل نیز از آن ها نمونه برداری می شود. سواحلی که قسمت تحتانی آن ها در اثر فرسایش و آب بُردگی کنده شده باشند اگر مستغرق باشند زیستگاه های خوبی برای نمونه برداری هستند. با تکان دادن ریشه ها و ساقه درختان ساحلی می توان از بی مهرگان نمونه برداری کرد. برای این منظور باید تور نمونه گیری در موقعیت مناســب برای به تله انداختن موجودات قرار گرفته باشــد. زیستگاه های ساحلی رودخانه با بهم زدن دیواره رودخانه و در شرایطی که تور نمونه گیری در پایین دست در مسیر جریان قرار داده شده است، نمونه گیری می شود.

رویش های گیاهی مســتغرق: رویش های گیاهی مستغرق معمولا به صورت فصلی حضور دارند و ممکن است در بعضی آبراهه ها به ویژه آن ها که پر شــیب هســتند کمتر دیده شــوند. در رودخانه های نســبتاً عمیق، برای نمونه گیری از گیاهانی که ریشــه در بســتر دارند نمونه گیر را از پایین به بالا بر روی گیاهان بکشــید (به صورت

مکـرر و هـر بار فقط حدود ۰٫۵ متر). در آب های کـم عمق، با تور نمونه گیری به گیاهان ضربه بزنید و آنچه را که از گیاهان جدا و رها می شود جمع آوری کنید.

شـن (و سایر رسوبات ریز): این نوع زیسـتگاه معمولاً کم ترین بی مهرگان کفزی را تولید می کند. در بعضی رودخانه ها، گاه این زیسـتگاه غالب اسـت. دیواره های خاکی و بدون پوشش گیاهی را از طریق ضربه زدن با تور نمونه گیری بر روی بستر یا دیواره رودخانه نمونه گیری کنید. تور را روی بستر نکشید.

۵-۲-۲- روشهای نمونه گیری صحرایی از چند زیستگاه

روش های مشخص کردن بازه نمونه رودخانه

• تعییـن یک طول ثابت- بـازه‌ای از رودخانه، که در عین حال نماینده تغییرات طبیعی رودخانه نیز باشـد. به طور نظری این بازه باید نشان دهنده تغییرات طبیعی رودخانه نیز باشد و مثلا مخلوطی از زیستگاه های مختلف در آن قابل تشخیص باشد.

• تعیین یک طول نسبی – روش جایگزین که بر اساس آن یک مضرب مشخص (مثلا ۴۰ برابر) از عرض رودخانه به عنوان طول بازه مورد نظر بکار برده شود. در این روش طول نسبی برحسب انـدازه رودخانه تغییر خواهد کرد و برای رودخانه های بزرگ تر بازه طولانی تری برای بررسی انتخاب می شود.

۱- یک بازه ۱۰۰ متری که نماینده وضعیت کلی رودخانه باشـد انتخاب می شـود. در صورتی که سـازه ای مثل پل وجود داشته باشد، بازه حداقل ۱۰۰ متر بالا دست آن انتخاب می شود تا اثرات آن سـازه بـر سـرعت و عمق جریان و شـرایط عمومی زیسـتگاه به حداقل کاهش یابد. بازه به گونه ای انتخاب می شود که شاخه بزرگ و قابل ملاحظه به آن تخلیه نشود.

۲- قبل از نمونه برداری، برگه صحرایی مشخصات فیزیکی / شـیمیایی را پر کنید (مراجعه شود به پیوسـت الف – ۱ فرم ۱) و شـرایط منطقه، اوضاع اقلیمی و کاربری زمین را شرح دهید. بعد از نمونه گیری این اطلاعات را به منظور بررسی صحت و دقت مرور کنید.

۳- از بازه مورد بررسی نقشه تهیه کنید. این نقشه باید مشخصات درون رودخانه (مانند خیزاب، گوداب، تنه درخت و الوار، پیچ و خم و غیره)، سازه های مهم و نیز مشخصات دیواره ها و سواحل و مناطق مجاور بازه را نشـان بدهد. جهت جریان را با فلش بر روی نقشه مشخص سازید. نقاط نمونه برداری را روی نقشه مشخص کنیـد. موقعیت بازه نمونه برداری (فاصله از ابتدا و یا انتهای رودخانه را برای اسـتفاده های احتمالی تخمین بزنید و در صورت امکان با استفاده از GPS موقعیت دقیق نقاط نمونه گیری را برداشت و یادداشت کنید.

۴- از انواع مختلف زیسـتگاه ها تقریباً متناسب با سهم آن ها از مساحت زیستگاه بی مهرگان درشت در بازه نمونه گرفته شـوند. مثلاً، اگر در یک بازه رودخانه الوار و تنه درخت و شـاخه‌ها ۵۰٪ از زیستگاه و خیزاب ها ۲۰٪ را تشـکیل بدهنـد، پس باید ۱۰ بار از تنه درختـان و ۴ بار از خیزاب نمونه گیری شـود. بقیه دفعات نمونه گیری (۶) به باقی مانده دیگر انواع زیستگاه های موجود اختصاص داده می شود. از انواع زیستگاه هایی که کمتر از ۵٪ از زیسـتگاه های پایدار بازه را تشـکیل می دهند نباید نمونه گرفته شـود. در این مورد، بقیه دفعات نمونه گیری را به نسـبت بین بسترها (زیستگاه های) غالب تقسیم کنید. تعداد دفعاتی که در هر نوع زیستگاه نمونه گیری می‌شود، باید در برگه اطلاعات صحرایی یادداشت شود.

۵- نمونه‌گیری از انتهای قطعه در پایین دسـت رودخانه شـروع می‌شـود و به طرف بالا دست رودخانه ادامه می یابد. کلاً ۲۰ بار (۲۰ حرکت) نمونه گیری در طول بازه کفایت خواهد داشـت. هر حرکت عبارتسـت از کشیدن همراه با اعمال فشار تور نمونه گیری بر روی بستر و به اندازه حدود ۰٫۵ متر. در حالتی دیگر می توان با توجه به جهت جریان آب، تور نمونه گیری را در پایین دسـت نگهداشـت و با بهم زدن بستر در یک طول ۰٫۵ متری بلافاصله در بالادسـت دهانه تور و رها شدن موجودات کفزی، آن ها را به سمت دهانه تور هدایت

کرد. انتخاب یکی از دو روش بستگی به شرایط و جنس مواد بستر دارد.
۶- مجموعه نمونه هایی که به شـکل فوق تهیه می شـود با هم در یک تور و یا ظرف مخصوص جمع-آوری می شـود تا یک نمونه مرکب و متجانس تولید شـود. هر دو یا سه نمونه که به داخل تور و یا ظرف مخصوص ریخته می شـود با دو یا سـه بار عبور دادن جریان آب شستشـو داده می شـود. اگر به هر دلیل در جریان نمونه گیـری اختلالـی ایجاد شـود، آن نمونه گیری را حذف کنیـد و با یک جابجایی کم دو بـاره اقدام به نمونه گیری کنید. از یک مکان معین دو بار نمونه گیری نشود. بعد از شستشو مواد جمع آوری شده، زواید درشـت را پس از وارسـی به خاطر وجود موجودات مورد نظر دور بریزید. در صورتی که موجودی بر روی این زواید درشت باشد جمع آوری و به داخل تور انداخته شود. در کارهای میدانی برای جستجوی قطعات کوچک جمع آوری شده وقت تلف نکنید.
۷- نمونـه را از تـور به ظرف مخصوص نمونه انتقال دهید و به اندازه کافی آتانول ۹۵٪ به آن اضافه کنید که تمـام نمونه ها را فرا گیرد. ممکن اسـت بـرای در آوردن موجودات ریز از تور به انبرک (پنس) نیاز افتد. یک برچسـب شامل: اطلاعات شناسایی نمونه، موقعیت و بازه نمونه گیری، تاریخ، نام رودخانه، محل نمونه‌گیری و نام جمع‌آوری کننده را در داخل ظرف قرار دهید و بر چسـب مشـابهی با همان اطلاعات و عبارت «ماده نگهدارنده اتانول ۹۵٪» بر پشت ظرف نصب کنید. اگر بیش تر از یک ظرف برای نمونه استفاده شده باشد بر چسـب ها را بر روی همه ظرف ها نصب کنید و علاوه بر آن ظرف ها را نیز شـماره گذاری کنید. عین همین اطلاعات باید در دفتر آزمایشگاه نیز ثبت شود. (پیوست الف-۳ فرم ۲).
۸- قسـمت بـالای «برگه اطلاعات صحرایی بی مهرگان کفزی» را پر کنید (پیوسـت الـف-۳ فرم ۱). این اطلاعات همان اطلاعاتی است که در سربرگ میدانی اطلاعات فیزیکی و شیمیایی درج می شود.
۹- درصد هر یک از انواع زیستگاه موجود در بازه را و نیز نام وسیله نمونه گیری مورد استفاده را یادداشت کنید و شرایط حاکم بر محیط در زمان نمونه گیری از جمله وضعیت جریان رودخانه، تکه سنگ های مزاحم، شرایط دسترسی به رودخانه و مکان های نمونه گیری و یا هر چیزی که بتواند شرایط نمونه گیری را تشریح کند را ثبت کنید.
۱۰- مشاهدات محلی از گیاهان (فلور) و جانوران (فون) آبزی را یادداشت کنید. برآوردهای کیفی از ترکیب و فراوانی نسـبی بی مهرگان درشـت به عنوان برآوردی اجمالی از شـرایط تامین سلامت اکوسیستم و برای بررسی کردن تکافو/عدم تکافوی نمونه برداری به عمل آورید.
۱۱- بعد از آنکه نمونه برداری به انجام رسید، یک ارزیابی از زیستگاه به عمل آورید (پیوست الف-۱ فرم ۳). آگاهی بر نمونه های جمع آوری شده و متعاقبا پیمایش بازه نمونه برداری شده، یک ارزیابی دقیق تر از بازه را میسر می سازد. اگر امکان دارد، ارزیابی زیستگاه را با کمک یک عضو دیگر گروه انجام دهید.
۱۲- نمونه‌ها را به آزمایشگاه ارسال و فرم های مربوطه را کامل کنید. (پیوست الف-۳ فرم ۲)

کنترل کیفیت (QC) در صحرا

۱- باید برچسـب‌های نمونه، از جمله کد شناسـایی نمونه، تاریخ، نام رودخانه، محل نمونه گیری و نام جمع آوری کننده به شـکل کامل پر شده و بر پشت ظرف نصب شود. یک بر چسب نیز با همان اطلاعات نهیه و به شکل مطمئنی در داخل ظرف نمونه گذاشته شود. برچسب ها باید همه حاوی اطلاعات یکسان باشند.
۲- بعـد از آن کـه نمونه گیری در یک مکان به انجام رسـید، همه تورها، لگن‌ها و ابزار و ظروفی کـه با نمونه ها تماس پیدا کرده باشـند باید کاملاً شسـته، و به دقت بررسی شود و هر زائده ای برطرف شـود. موجودات کفزی که در این فرایند یافت شود باید به ظرف نمونه منتقل شود. توجه شود که وسایل قبل از اینکه برای نمونه گیری بعدی مورد استفاده قرار گیرند مجددا بررسی شوند.
۳- برای کنترل دقت و صحت بررسی ها، در ۱۰٪ مکان های نمونه برداری، نمونه تکراری تهیه و بررسی کنید.

۵-۳- بررسی و تحلیل آزمایشگاهی نمونه‌های بی مهرگان درشت

نمونه‌هـای بی مهرگان درشـت جمع آوری شـده به یکـی از روش هـای متمرکز تک زیسـتگاهی و یا چند زیسـتگاهی، در آزمایشـگاه و تحت شرایط کنترل شده به بهترین وجه فراوری و آماده سـازی می شوند مراحل کلیـدی فرآیندهای آزمایشـگاهی شـامل تهیـه نمونه فرعـی، گروه بندی، و شناسـایی نمونه ها اسـت. همه نمونه هـا بایـد هم زمان با ورود به آزمایشـگاه به کارت مشخصات مجهز شود و تاریخ ورود به آزمایشگاه بر روی آن درج و هم زمان اطلاعات مربوطه به آن ها در دفترچه مخصوص نمونه ها یا در فرم گزارش آزمایشگاه (پیوست الف- ۳ فرم ۲) ثبت شـود. باید همه اطلاعات حاصله از برچسـب ظرف نمونه در برگه گـزارش نمونه گنجانیده شـوند. اگر از بیشـتر از یک ظرف استفاده شده باشد به تعداد ظروف باید برچسـب تهیه و نصب شود. باید همه نمونه‌ها در آزمایشـگاه واحدی دسـته‌بندی شوند تا بر کنترل کیفیت بیفزاید.

لوازم آزمایشگاهی مورد نیاز آنالیز بی مهرگان درشت کفزی

- برگه ثبت اطلاعات نمونه‌ها
- لگن مشبک استاندارد (سـانتیمتر ۳۶×۳۰) تقریباً دارای ۳۰ شبکه شطرنجی (۶×۶سانتیمتر)
- الک / ۵۰۰ میکرونی
- انبرک (پنس)
- لگن پلاستیکی یا لعابی سفید (۲۳×۱۵ سانتیمتر) برای دسته بندی
- شیشه‌های در دار کوچک مخصوص نگهداری نمونه
- برچسب های نمونه
- ورقه‌های ویژه آزمایشـگاهی اسـتاندارد برای دسـته بندی و شناسایی
- میکروسکپ تشریح برای شناسایی موجودات
- منبع نور الیاف نوری
- میکروسـکپ مرکـب دارای اختـلاف فـاز برای شناسـایی موجودات فراوری و فیکس شده (روی لام و لامل)
- اتانول ۷۰٪ برای نگهداری نمونه‌های مناسب (نمونه های شاخص)

۵-۳-۱- زیر نمونه گیری[2] و دسته بندی

هر چند الزامی به زیرنمونه گیری از نمونه های کفزی نیسـت و در واقع عده ای از محققان با آن موافق نیسـتند، در بررسـی بی مهـرگان، زیرنمونه گیری از تـوده اصلیِ نمونه ها با هدف کاهش حجـم کار و وقت برای طبقه بندی و شناسـایی موجودات صورت می پذیرد. در دسـتورالعمل های ارزیابی سـریع بـرای زیرنمونه گیری و طبقه بندی موجودات از روش شـمارش ثابت[3] استفاده می شود. راهنمای حاضر نیز بر اساس زیرنمونه های ۲۰۰ واحدی تنظیم شده است، هرچند که این تعداد می تواند ۱۰۰، ۳۰۰، ۵۰۰ و یا هر عدد دیگری باشد. در هر حال به منظور کنترل و وارسی، بعد از شناسایی و شمارش، زیر نمونه جدا از توده اصلی نمونه نگهداری می شود.

۱- قبل از شروع به فراوری و تحلیل یک مجموعه نمونه، برگه مشخصات مربوطه به آن نمونه را تکمیل کرده و کامل بودن و سلامت نمونه ها وارسی شود.

۲- نمونه ها را در الک ۵۰۰ µm کاملاً بشـویید تا ماده نگهدارنده و رسـوبات ریز آن خارج شود. مواد آلی بزرگ (ذرات و یـا قطعات برگ، چوب، توده های نمدی شـکل ماکروفیتی و یـا جلبکی) که در عملیات صحرایی حذف نشـده اند باید به دقت شسـته و پس از وارسـی چشمی، دور انداخته شـوند. اگر نمونه‌ها در الکل نگهداری شده باشـند، لازم اسـت که به مدت ۱۵ دقیقه در آب قرار داده شـوند تا موجودات کفزی به اندازه کافی آب به خود بگیرند در غیر این صورت، ضمن دسته بندی در سطح آب شناور باقی می مانند. اگر نمونه ها در بیش از یک ظرف نگهداری شده باشند در همین موقع باید محتویات همه ظرف ها را با هم مخلوط کرد. برای متجانس شدن نمونه، در هنگام شست و شو و آب کشی، نمونه ها را به آهستگی با دست مخلوط کنید.

2- Sub-sampling
3- Fixed count

۳- بعد از شست و شو، نمونه را به طور یکنواخت در روی طشتک شبکه بندی شده (۶ × ۶ سانتی متری) پهن کنید. در برگه ویژه آزمایشگاه، وجود موجودات بزرگ یا موجوداتی که به طور چشمی جمعیت زیاد آن قابل تشخیص است را یاد داشت کنید ولی آن ها را از طشتک بیرون نیاورید. دقت شود که موجودات بزرگ از شمارش حذف نشوند.

۴- بـا اسـتفاده از روش های تصادفـی، چهار عدد را (بـه عنـوان شـماره چارگوش هـای منتخب در شـبکه بندی های طشـتک) انتخاب کنیـد. تمامی مواد موجود درون این چهار شـبکه منتخب را بیرون بکشـید و درون یک لگن سـفید قرار داده و روی آن کمی آب بریزید تا دسـته بندی راحت تر انجام شود. اگر تعـداد این نمونه ها در حـدود ۲۰۰ واحد ±۲۰ باشد فرایند زیرنمونه گیری کامل است.

هر بی مهره ای که روی خطی که دو چارگوش شبکه شـطرنجی مجـاور را از هم جدا می کند قرار داشـته باشد، فرض می‌شـود که مربوط به شبکه‌ای است که سرش را در بر دارد. در مواردی که ممکن است میسر نباشـد که محل سـر (مثلاً کرم ها) را مشخص کرد، فرض می‌شـود این بی مهره در شبکه ای قرار دارد که بخش بزرگ تر از بدنش در آن واقع می‌باشد.

اگر تراکـم بی مهرگان تـوده نمونه آنقدر باشـد که خیلی بیش از ۲۰۰ قطعه بی مهره در چهار چارگوش (شبکه) منتخب وجود داشته باشد، محتویات این چهار شبکه را به لگن مشبک دوم منتقل کنید. به طور تصادفی چهار چارگوش برای این دومین سـطح دسـته بندی انتخاب کنید و به روشی مشابه با قبل عمل نمایید تا تعداد نمونه ها بر روی ۴ چارگوش منتخب برابر ۲۰۰ واحد ±۲۰ شود.

ابداعات در روش های «زیرنمونه» گرفتن

روش های زیر نمونه گیری به وسیله هیلسن هوف (۱۹۸۷) ابداع و به-وسیله پلافکین و همکاران (۱۹۸۹) اصلاح شد که در نخستین پروتکل های ارزیابی سریع مورد استفاده قرار گرفتند. برای اجرایی کردن این روش ها ابزارهایی ابداع شده است که از جمله آن سینی دسـته بندی متشکل از دو بخش و طشتک پلاستیکی (۳۶ x ۳۰ سانتی متری) با یک الک مستطیلی در وسط آن. نمونه بر روی الک قرار داده می شود و به صورت یکنواخت پخش می شود.

یکی از چارگوش های شـبکه به صورت تصادفی انتخاب می شود، سپس الک وسط طشتک بلند می شود تا آب طشتک تخلیه شود. با استفاده از یک کاردک کیک بری، یا تیغه فولادی ۶ x ۶ سانتی-متری، مواد درون شبکه انتخاب شده مجزا می شود. زواید رشته ای و یا نمدی همراه با نمونه را می توان با قیچی برید و پس از وارسی دور انداخت. با یک کفگیر مسـطح ۶ سانتی متری همه آنچه که روی شبکه انتخاب شده وجود دارد جمع آوری و به طشتک دسته بندی جداگانه منتقل می شود.

ایـن ابداعات این امکان را فراهم آورده اسـت تا تـوده موجود در چارگوش شبکه را با سرعت بیشتری مجزا کرده و برای تحلیل های بعدی آماده ساخت.

۵- باقی مانده زواید دسـته بندی شـده را در یک ظرف جمع آوری کنید و برچسـبی برآن نصب کنید که عبارت «باقی مانده دسته بندی شده به علاوه همه اطلاعات برچسب ظرف نمونه قبلی بر روی آن درج شده باشد و آن ها را در اتانول ۹۵٪ نگهداری کنید. باقی مانده «نمونه تفکیک نشده» را در ظرف جدا با برچسب «باقی مانده نمونه» نگهدارید. این ظرف نیز باید برچسـب ظرف نمونه اصلی را داشـته باشـد. طول مدت نگهداری نمونه و آرشیو به وسیله مدیر آزمایشگاه یا ناظر قسمت کفزیان تعیین می‌شود.

۶- ۲۰۰ قطعه (±۲۰/) بی مهرگان دسـته بندی شده را درون ظروف کوچک شیشه ای مخصوص نگهداری نمونه قرار دهید و با آتانول ۷۰٪ حفاظت کنید. شیشه ها را با برچسبی حاوی مشخصات نمونه تاریخ، نام رودخانه، محل زیرنمونه‌گیری و گروه رده بندی مشـخص و معرفی کنید. اگر بیشـتر از یک شیشه لازم باشد، باید هر یک بطور جداگانه برچسـب زده و شماره گذاری شوند. اگر قرار اسـت نمونه ها بعد از دسته بندی بلافاصله شناسایی شوند می توان آن ها را در یک ظرف پتری و یا شیشه ساعت نگهداری کرد.

۷- لارو و شـفیره شیرونومید (*Chironomidae*) را روی اسلاید (لام و لامل) جاسازی کنید. این اسلاید باید با بر چسبی که مشخصات محل و تاریخ جمع آوری، نام و نام خانوادگی جمع آوری کننده روی آن درج باشد مشخص شـود. همانند شـیرونومیدها، کرم های (*Oligochaeta*) نیز باید روی اسـلاید جاسازی شـده و به شکل مناسب

برچسب زده شوند.

۸- سـربرگِ فرم ویژه آزمایشـگاه را بر اسـاس اطلاعات مندرج در برگه های صحرایی پر کنید. همچنین تعداد شـاخص های زیر نمونه هدف را بررسـی کنید. اطلاعات مربوط به زیر نمونه گیری/ دسته بندی را پر کنید. تعداد جارگوش های (شبکه های) جمع آوری شده، صرف مدت، و تعداد موجودات را یادداشت کنید. اگر بازرسی کنترل کیفیت در مورد نمونه خاصی انجام شـده باشـد، شـخص مجری کنترل کیفیت و نتایج بررسـی را در برگه ویژه آزمایشگاه یادداشت کنید. مشخص کنید که آیا کار دسته بندی پیش می رود یا اینکه متوقف است.

روش مقرون به صرفه و آزمون زیر نمونه

بـرای صرفـه جویی در وقت و نیز هزینه های تهیه زیر نمونه، فرارو و همکاران (۱۹۸۹) بر مبنای تعداد نمونه ها و نیز هزینه هایی (ریالی و زمانی) که در هر گزینه ی نمونه گیری وجود دارد، روشی را برای تحلیل و انتخاب گزینه بهینه برای زیرنمونه گیری معرفی نمودند. در این روش اندازه بهینه زیرنمونه به گونه ای انتخاب می شـود که هزینه های کار و تلاش گروه کار از طریق انتخاب کم ترین مقدار نظری نمونه ها - که از تحلیل توان آماری بدست می آید و در عین حال اعتبار و دقت لازم برای انجام کار را تضمین و تامین نماید- به حداقل کاهش یابد. برای این منظور چهار گام زیر تعریف شده است:

گام اول: برای هر گزینه یا رویکرد زیرنمونه گیری (۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، .... مورد زیستمند) مجموعه نمونه هایی را از چند زیستگاه مرجع (شـاهد) و نیز زیسـتگاه آسیب دیده جمع آوری کنید. تفاوت های مشاهده شده در هر یک از متریک-های اصلی به عنوان میزان/ دامنه آاختلاف مطلوب (که انتظار می رود در مطالعات استنتاج شود) تعریف می شود.

گام دوم: هزینه (پول و زمان) ، (ci) مصرف شده برای هر یک از گزینه های نمونه گیری در هر سایت i را ارزیابی کنید. این هزینه شامل هزینه های مرتبط با دسته بندی، شناسایی و مستند سازی نیز خواهد بود. جمع هزینه بازای هر گزینه نمونه گیری (اندازه نمونه) و برای هر یک از سایت های نمونه گیری تعیین می شود.

گام سوم: یک تحلیل توان آماری(statistical power analysis) برای تعیین حداقل دفعات تکرار نمونه (ni) مورد نیاز برای تعیین میزان تاثیر با سطح قابل قبول از احتمال وقوع از تیپ I (α احتمال اینکه عدم وقوع (فرض صفر)] به‌طور مثال «سایت ها در شرایط خوب هستند] درست است و رد می شود، و معمولا به عنوان سطح معنی داری مشهور است) و احتمال وقوع از تیپ II (β، احتمال اینکه فرض صفر نادرست است و پذیرفته می شود) انجام می گیرد. بطور معمول α و β برابر ۰،۰۵ در نظر گرفته می شوند.

گام چهارم: محاسبات بهینه سازی توان آماری- هزینه را با استفاده از فرمول زیر انجام بدهید

$$(PCE\ i = (\eta Xc)min/(\eta i\ Xci$$

که در آن (ηXc)min برابر اسـت با حداقل مقدار (ηXc) در بین i گروه نمونه. فرمول بهینه سـازی توان آماری- هزینه معادل است با نسبت بازدهی توان آماری اندازه نمونه که در آزمون های مختلف نمونه گیری در شرایط مشابه به دست می آید و در آن n در هزینه مرتبط با هر گزینه نمونه گیری ضرب می شود. ضرب کردن n در هزینه c ، بازدهی را بر مبنای هزینه کل و نه اندازه نمونه تعریف می کند. معکوس PCEi نشـان دهنده میزان افزون بودن بازدهی گزینه ی بهینه نمونه گیری نسبت به دیگر گزینه ها i است. وقتی بازدهی توان- هزینه برای متریک های مختلف مشخص گردد، گزینه کلی نمونه گیری بهینه، گزینه ای است که برای بیشترین موارد از متریک های مورد نظر بازدهی توان- هزینه نظیر آن بالاترین باشد.

کیفیت کنترل (QC) برای دسته بندی

۱- باید ۱۰٪ از نمونه‌های دسته بندی شده در هر مجموعه را به وسیله مسئولین کنترل کیفیت آزمایشگاه یا یک همکار صلاحیتدار بررسی گردند. (یک مجموعه عبارتست از نمونه های مربوط به یک برنامه مطالعاتی خاص، برنامه بررسی یک حوضه، برنامه مطالعاتی در یک دوره مشخص، ...). مسئول کنترل کیفیت شبکه ها و چارگوش های منتخب و نیز سینی استفاده شده برای دسته بندی را باید بررسی کند و در جستجوی موجوداتی که احتمالا جامانده اند ظرف ها را وارسی کند. اگر در این جستجو موجوداتی یافت شوند باید به شیشه‌های کوچک نمونه اضافه شوند. اگر مسئول کنترل کیفیت کمتر از ۱۰ مورد (یا کمتر از ۱۰٪ افراد در مجموعه های بزرگ تر) را بعنوان موارد جا مانده در جارگوش ها و یا سینی تفکیک یافت کند، نمونه پذیرفته می شود؛ اگر بیش از این تعداد موجود در چارگوش و یا سینی جا مانده باشد، نمونه گیری رد می شود.

۲- بعد از آنکه بررسی های آزمایشگاهی بر روی نمونه معینی به انجام رسید، همه الک ها، لگن‌ها، سینی‌ها و غیره که با نمونه ها تماس داشته اند باید کاملاً شسته شوند و به دقت بررسی شوند و اطمینان حاصل شود که موجودی بر روی آن ها باقی نمانده است.

۹- در صـورت امـکان، تاریخ تفکیک (دسـته بندی) و پایش اسـلاید را در «برگه گزارش» به عنوان مسـتندات پیشرفت و وضعیت انجام کار یادداشت کنید.

۵-۳-۲- شناسایی بی مهرگان درشت

رده بنـدی در هـر سـطح می‌تواند انجام شـود، اما باید در بین همـه ی نمونه‌ها به صورت یکدسـت و هماهنگ صورت پذیرد. در نخسـتین دستورالعمل های ارزیابی سریع، دو سطح شناسایی «خانواده؛ (RBP II)» و جنس/گونه (RBPIII) پیشـنهاد شـدند (پلافکین و همکاران ۱۹۸۹). جنس/گونه (Species/ Genus) اطلاعات دقیق‌تری درباره روابط اکولوژیکی و حساسـیت نسبت به آسیب ها به دست می دهند. سطح خانواده از دقت بیشتری برای تشخیص و شناسـایی نمونه‌ها برخوردار است و به تخصص کمتری برای کارکردن نیاز دارد؛ و نتایج ارزیابی را تسریع می‌کند. در هـر صورت، فقط از آن اصول و کلیدهای رده بندی که معتبر بوده و در دسـترس متخصصان رده بندی قراردارد باید استفاده شود. ممکن است گونه‌های نام گذاری نشده (مثلاً گونه‌های A، B، ۱ یا ۲) از لحاظ اکولوژیکی شناخته شـده باشـند، اما همین نام گذاری ها بین متخصصان رده بندی به طور ناهماهنگی مورد استفاده قرار گیرد و بدین ترتیب به گوناگونی و اختلاف در نام گذاری دامن بزند.

۱- بیشـتر موجودات تا پایین ترین سطح (معمولاً جنس یا گونه) به وسیله متخصصین رده بندی صلاحیت دار با استفاده از میکروسکوپ سه بعدی (استریو) قابل شناسایی هستند. موجودات ریز *Diptera: Chironomidae* معمولا بر روی اسـلاید (لام و لامل) جاسـازی و با استفاده از میکروسـکوپ مرکب شناسایی می‌گردند. هر موجودی که در نمونه ای یافت شـود در دفترچه گزارش آزمایشگاه ثبت و یادداشـت می گردد و در برگه ویژه آزمایشگاه برای تهیه گزارش درج می شـود. در مرحله شناسـایی هر مشـکلی برای شناسایی رخ بدهد و یا ابهامی پیش آید باید در برگه آزمایشگاه ثبت شود.

کنترل کیفیت (QC) برای شناسایی و رده‌بندی

۱- فهرسـت همه نمونه ها و زیر نمونه ها تهیه و نگهداری می شـود. نمونه‌ها باید به درستی برچسب زده شوند، با مواد نگهداری کننده مناسب حفاظت شوند و در آزمایشگاه برای مراجعات آتی نگه‌داشته شوند. یک متخصص رده‌بندی (به عنوان کارشناس مرورگر) غیر از متخصص مسئول (انجام دهنده کار) باید به صورت موردی نمونه ها را بررسی و شناسایی های انجام شده و نیز مندرجات گزارش را بررسی و کنترل کند.

۲- فهرسـت مرجع برای هر یک از بی مهرگان شناسـایی شده باید مشخص شود. این مرجع باید مورد تایید متخصص مرورگر (کنترل کننده) باشـد. باید کلمه‌ای به مفهوم «وارسـی شد مورد تایید است» همراه با نام و فامیل مرورگر بر روی شیشه نمونه ها برچسب شود. فهرست نمونه هایی که برای کنترل به بیرون از آزمایشگاه فرستاده می شوند باید در دفاتر مخصوص برای کنترل های آزمایشگاهی و همراه با مشخصات برچسب روی نمونه های ارسال شده ثبت شود. با بازگشتن نمونه‌ها، تاریخ دریافت و نتایج کنترل های انجام شده همراه با نام و مشخصات کارشناس کنترل کننده باید در دفتر آزمایشگاه ثبت گردد.

۳- باید اطلاعات مربوط به نمونه هایی که شناسایی آن ها به پایان رسیده است در دفترچه « کارنامه نمونه» ثبت شود تا فهرست عملیات انجام شده و مسیر پیشرفت و گردش کار برای شناسایی هر نمونه را نشان بدهد. مسیر اقدامات انجام شده برای شناسایی نمونه ها (مثلا: زیر نمونه گیری، دسته بندی، آماده سازی برای شناسایی، شناسایی، کنترل و وارسی،...) باید در دفاتر آزمایشگاه ثبت شود.

۴- آزمایشگاه باید مجهز به آخرین ویرایش از منابع مرجع و کلیدی مورد نیاز برای شناسایی موجودات باشد. متخصصان رده بندی نیز باید به صورت منظم در دوره های بازآموزی شرکت نموده و تمرین های لازم را به عمل آورند.

۲- بر روی شیشـه نمونه هر موجود برچسـبی خاص با مشخصات نام گذاری (همراه با حروف اول اسم متخصص نام گذار اولیه) چسـبانده می شـود. توجه شـود که اگر نمونه خاص و یا جدیدی شناسـایی شـود، باید به مجموعه نمونه های مرجع اضافه نمود یا به وسـیله متخصص رده بندی دیگری بررسـی و تایید گردد. اسـلایدها با تشخیص

متخصص رده بندی پاراف می‌شوند.

۳- هویت و تعداد هر یک از موجودات را در فرم ویژه آزمایشگاه یادداشت کنید (پیوست الف-۳ فرم ۳). می توان از شمارشـگر دسـتی، چوب خط، چرتکه، تسبیح و یا هر وسیله و روش مناسب دیگر استفاده کرد تا مسیر شمارش تجمعـی را حفظ کرد. همچنین مرحله سـنی موجـودات، نام متخصص رده بندی و درجـه اطمینان از رده بندی[۴] (TCR) انجام شده را به عنوان مستندات برای اطمینان از شناسایی انجام شده یادداشت کنید.

۴- از پشـت فرم ویژه آزمایشـگاه برای تشریح درجه TCR در مورد شناسـایی موجودات نمونه استفاده کنید. در صورتی که نظرات دیگری نیز در زمینه روند بررسـی و شناسـایی نمونه ها وجود داشـته باشد که بتواند به تفسیر و نتیجه گیری از اطلاعات کمک کند یاداشـت کنید. اگر کنترل کیفیت کنترل (QC) انجام شده باشد، در پشت برگه شناسایی ثبت شود.

۵- برای بایگانی کردن نمونه‌ها، شیشه‌های محتوی نمونه ها (به صورت گروه بندی شده برحسب ایستگاه، زیستگاه و تاریخ) همراه با مواد نگهداری کننده در ظروف مخصوص نگهداری گذاشـته شـده و روی ظرف بر چسـبی حاوی اطلاعات لازم که مشخص کننده موضوع نمونه ها و فرآیندهای انجام شده و سوابق مستندات موجود باشد و نیز نوع ماده نگهدارنده استفاده شده، جسبانده می شود.

۵-۴- متریک‌های کفزیان

متریک‌های کفزی دسـتخوش تحولات تکاملی شـده‌اند و در فهرسـت جامعه بی مهرگان (ICI)[۵] ثبت شـده اند (دِشون ۱۹۹۵)، RBPS (شاکلفورد ۱۹۸۸، پلافکین و همکاران ۱۹۹۸، باربور و همکاران ۱۹۹۲، ۱۹۹۵، ب ۱۹۹۶)، هی اسلیپ ۱۹۹۳. اسمیت و فوشل ۱۹۹۷، و IBI Benthic (کرانس و کار ۱۹۹۴، فوره و همکاران ۱۹۹۶). متریک‌های به کار رفته در این فهرست ها عناصر پایه ای و فرآیندهای درون مجموعه بی مهرگان درشت را مورد بحث و ارزشیابی قرار می دهند. با وجود اینکه هر یک از این فهرست ها بر اساس شرایط و اطلاعات خاص منطقه ای تدوین شده اند، کاربرد آن ها برای گسـتره وسـیعی از مناطق جغرافیایی مناسب اسـت و فقط در بعضی موارد نیاز به بازنگری های جزیی دارند (باربور و همکاران ۱۹۹۵).

فرآیند آزمون کارآیی و تنظیم و کالیبره کردن متریک‌ها در منابع مختلف تشریح شده است. در حالیکه متریک‌های مورد استفاده در این راهنما از لحاظ اکولوژیکی معتبر است اما ممکن است بر حسب شرایط منطقه نیاز به آزمایش و سنجش داشته باشد. تاثیرگذارترین متریک‌ها آن هایی هستند که نسبت به دامنه وسیعی از تغییرات ناشی از اقدامات انسـانی واکنش نشـان می دهند (فوره و همکاران ۱۹۹۶، کار و چو ۱۹۹۹). رش و جکسـون (۱۹۹۳) توانایی ۲۰ متریک کفزیان را که در ۳۰ پروتکل مختلف ارزیابی به کار برده می شدند را آزمایش کردند تا سایت های آسیب دیده را از سایت های با حداقل آسیب در کالیفرنیا تفکیک نمایند. این مطالعات نشان داد که کارآمدترین معیارها عبارتند از معیارهای غنا[۶]، شـاخص های زیستی مربوط به دو جامعه (Margalef's and Hilsenhoff's family biotic index)، و متریک هـای مرتبط با سـازوکار و گروه های تغذیه ای[۷] (درصد جلبک خواران). رش و جکسـون، توجه دادند که معیارها و دسـتورالعمل ها تدوین شـده برای اسـتفاده در مناطق مختلف و حتی بر حسب شرایط خاص یا زیستگاه نیازمند نوعی تنظیم و کالیبره شدن هستند

در فاصله سـال های ۱۹۹۵-۱۹۹۷، چهار مطالعه انجام شـد ۰(دِشـون ۱۹۹۵، باربور و همکاران ۱۹۹۶، فور و

4- Taxonomic Certaintly Rating (TCR)
5- Invertebrate Community Index
6- Richness measures
7- Functional Feeding Groups

همکاران ۱۹۹۶)، اسـمیت و فـوش ۱۹۹۷)؛ که طی آن متریک های مختلف به دقت مـورد آزمایش و ارزیابی قرار گرفتنـد و در نهایـت نیز این گزارش ها مبنای کار برای تدوین مناسـب ترین متریک ها قـرار گرفتند. ارزیابی این متریک ها نشـان می دهد که آن ها می توانند برای تشـخیص آسـیب های موجود در زیستگاه ها مورد استفاده قرار گیرند و به احتمال زیاد می توانند در مناطق دیگر نیز به کار گرفته شـوند (جدول ۱-۵). دیگر متریک هایی که در ایالات دیگر امریکا بکار برده می شوند در جدول ۲-۵ فهرست شده اند و احتمالا پس از بررسی و آزمایش می توانند به عنوان گزینه های قابل استفاده و یا متریک های مکمل جدول ۱-۵ به کار گرفته شوند.

تنوع رده/ جنس/گونه؛ یا گوناگونی و تعدد بی مهرگان شناسـایی شـده در یک توده نمونه نشان دهنده تنوع این موجودات در آن توده اسـت. غنای گونه ای به عنوان یک معیار کلیدی در مجموعه شـاخص-های چند معیاری زیر به کار برده شده است: شاخص جامعه بی مهرگان ICI[8] (دِشون ۱۹۹۵)، شاخص انسجام زیستی IBI[9] ماهی (کار و همکاران ۱۹۸۶)، IBI کفزیان (کرانس و همکاران ۱۹۹۲)، و (کرانس و کار ۱۹۹۴) و پروتکل های ارزیابی زیسـتی سریع RBPs (پلافکین و همکاران ۱۹۸۹) و باربور و همکاران ۱۹۹۶. غنای گونه ای به طور معمول به معنی حضور موجودات و شناسایی آن ها در سطح گونه است ولی می تواند به عنوان گروه های شناخته شده از موجودات نیز باشد که در سطوح بالاتر رده بندی (جنس، خانواده، رده، و غیره) شناسایی و دسته بندی می شوند. معیارهای غنا و تنوع منعکس کننده گوناگونی موجودات آبزی است (رش و همکاران ۱۹۹۵). واکنش به افزایش اختلال ها و آشفتگی ها به صورت نمونه در جدول ۲-۵ به طور خلاصه ارایه شده است. افزایش تنوع به طور مستقیم با افزایش سلامت مرتبط است و نشان می دهد که فضای کافی برای حضور، زیستگاه مورد نیاز، و منابع غذا کافی برای حمایت از بقا و تولید مثل گونه های متعدد وجود دارد. تعداد کل رده های موجودات، به طور کلی گوناگونی بی مهرگان درشت را منعکس می کند. از این شـاخص نمی توان مشـخصات گروه های اصلی را شناسـایی کرد، اما حذف یک رده از سیستمی که به طور طبیعی از غنای تنوع برخوردار است می تواند به آسانی تشخیص داده شود. زیر مجموعه ها و اجزای تشکیل دهنده « کل « غنای گونه ای برای تعیین شاخص های کلیدی گروه بندی موجودات به کار برده می شود. تنوع و یا گوناگونی رده ها در این گروه ها نشانه توانایی اکوسیستم برای پشتیبانی از رده های متنوع است.

شاخص های ترکیب و ساختار که براساس چند دسته از اطلاعات همچون شناسه (نوع و ماهیت)، رده های کلیدی، و فراوانی نسـبی تعریف می شـود. شناسـه (نوع و ماهیت) به معنی شناخت و دانش نسـبت به یک موجود و شرایط اکولوژیکی و نیازهای محیط زیستی وی است (باربور و همکاران ۱۹۹۵). رده های کلیدی به معنی آن دسته از موجودات است که شرایط ویژه دارند و یا از نظر اکولوژیکی مهم هستند و اطلاعات در زمینه آن ها برای آگاهی بر شرایط و وضعیت مجموعه هدف مهم اسـت. حضور گونه های غیربومی و بیگانه و یا گونه های مزاحم، می تواند جنبه مهمی از تعاملات زیسـتی و واکنش های حیاتی باشد که با شناسـه (نوع و هویت) و نیز حساسیت موجودات مرتبط است. شاخص های ترکیب (فراوانی نسبی) اطلاعاتی را در زمینه ترکیب و ساختار توده موجودات و سهم جمعیت ها در ساختار کلی فون فراهم میکند (جدول ۲-۵) . توجه شـود که فراوانی نسـبی (و نه جمعیت مطلق) مورد نظر است زیرا سهم و موقعیت نسـبی هر یک از موجودات در مجموعه فون (که بازتابی از اصول تعامل اسـت) بیشتر از فراوانی جمعیت بدون آگاهی بر روابط و تعاملات بین رده ها آگاهی دهنده است (پلافکین و همکاران ۱۹۸۹، باربور و همکاران ۱۹۹۵). تصور بر این است که یک مجموعه جانوری سالم و پایدار دارای ترکیب نسبی یکدست و هماهنگ است حتی اگر جمعیت و فراوانی افراد جامعه متفاوت باشد. درصد رده غالب شاخص ساده ای برای افزونگی آن رده است (پلافکین و همکاران ۱۹۸۹). سطح بالای افزونگی به معنی غلبه یک گونه مقاوم به ناهنجاری و آلودگی و خود نشانه کمی و یا فقر تنوع است.

8-Invertebrates Community Index
9-Index of Biotic Integrity

معیارهای مقاومت/عدم مقاومت نشـانگر حساسـیت نسـبی در مقابل اختلال و آشـفتگی اسـت و ممکن است شـامل تعـداد رده‌های مقاوم / غیـر مقاوم به آلودگی یا درصدی از ترکیب آن ها باشـند (باربور و همکاران ۱۹۹۵). معمـولاً مقاومت ارتباطی با تنش ندارد. با این وجود، بعضی متریک‌ها مانند شـاخص حیاتی هیلسـن هوف (HBI) (هیلسـن هوف ۱۹۸۷، ۱۹۸۸) بیشـتر بـه شناسـایی آلودگی های آلی توجه دارد؛ شـاخص وضـع حیاتی BCI[10] (وینیگت و منگوم ۱۹۷۹) برای ارزشـیابی رسـوب گذاری مفید است. شـاخص فلوریدا (رس و جونز ۱۹۷۹) جمع وزنی رده های غیر مقاوم (حشـرات و سـخت پوسـتان) اسـت (بک ۱۹۶۵) و هماننـد HBI (هیس هوف ۱۹۸۷) بـه کار می رود. معیارهای مقاومت و عدم مقاومت می توانند مسـتقل از رده بندی باشـند یـا می توانند صرفاً برای رده هایی طراحی شـوند که برای تحمل پذیری آلودگی مورد توجه هستند. به طور نمونه درصد *Hydropsychidae* بـه کل *Trichoptera* و درصـد *Baetidae* بـه کل *Ephemeroptera* بـرای بـرآورد یکنواختـی و یکدسـتی ایـن راسـته های حشـره که به آلودگی حسـاس هسـتند بـه کار می رود. اگـر فراوانی نسـبی این خانواده هـا (یعنی، *Hydropsychidae* و *Baetidae*) افزایـش یابـد، اثرات آلودگی هـای آلی نیز افزایش پیدا می کنـد. تراکم (جمعیت تقسـیم بر مسـاحت) معیاری جهانی اسـت که در همه انواع بررسـی های بیولوژیکی به کار برده می شود. تراکم را

جدول ۱-۵ تعاریف مناسب‌ترین متریک‌های کفزی و پیش‌بینی جهت واکنش نسبت به افزایش اختلال
(اقتباس از دوشون ۱۹۹۵، باربور و همکاران ۱۹۹۶ ب، فوره و همکاران، اسمیت و فوشل ۱۹۹۷)

طبقه	متریک	تعریف	پیش‌بینی‌واکنش نسبت به افزایش اختلال
معیارهای غنا	کل تعداد رده‌ها	معیارهای کلی نوع از مجموعه بی مهرگان درشت	کاهش
	تعداد رده‌های EPT	تعداد رده‌ها در راسته‌های Ephemeroptera ، Plecoptera و Trichoptera	کاهش
	تعداد Ephemeroptera	تعداد برحسب جنس یا گونه	کاهش
	تعداد Plecoptera	تعداد برحسب جنس یا گونه	کاهش
	تعداد Trichoptera	تعداد برحسب جنس یا گونه	کاهش
معیارهای ترکیب	EPT٪	درصد ترکیب لار و حشره زود میر، حشره دیرمیر و حشره	کاهش
	٪Ephemeroptera	درصد شفیره‌های mayfly	کاهش
معیارهای مقاومت/ عدم مقاومت	تعداد رده‌های نامقاوم	غنای موجوداتی که نسبت به اختلال حساس عستند	کاهش
	٪موجودات زنده مقاوم	درصد کفزی های درشت بررسی شده که مقاوم به انواع مختلف اختلال می‌باشند	افزایش
	٪ رده غالب	شمار فراوان ترین کفزی را برآورد می‌کند. می‌تواند معرف چند کفزی غالب نیز باشد.	افزایش

10-Biotic Condition Index

طبقه	متریک	تعریف	پیش‌بینی واکنش نسبت به افزایش اختلال
معیارهای تغذیه	٪ فیلتر کنندگان	درصد کفزی های درشتی که از مواد غذایی ریز (FPOM) از ستون آب یا رسوب تغذیه می کنند	تغییر
	٪ چرندگان و لیسه‌ها	درصد کفزیان درشتی که از پریفیتون ها تغذیه می کنند	کاهش
معیارهای زیستگاه	تعداد رده‌های چسبنده	تعداد رده‌های حشرات	کاهش
	٪ رده های چسبنده	درصد حشرات که به صورت انفرادی بر سطح آب ساکن می شوند و یا سازگاری دارند که بر سطح اب جاری به چسبند.	کاهش

می توان با معیارهای خوراک وری[11] طبقه بندی کرد، چون خود عنصری از جنس تولید است, مع-هذا، تفسیر و تحلیل آن مشکل است چون به اندازه گیری دقیق نیاز دارد و از لحاظ واکنش نیز یکنواخت نیست (یعنی، تراکم در پاسخ به آلودگی می تواند کاهش یا افزایش یابد) و معمولاً به معیارهای مقاومت مرتبط است.

افزایش

معیارهای تغذیه یا پویایی غذایی مرتبط با شیوه تغذیه گروه های کفزی است و اطلاعاتی درباره موازنه روش های تغذیه (شـیوه تهیه و ریخت شناسـی مواد غذایی) در مجموعه کفزیان در اختیار می گذارد. انواع گونه ها بر حسـب شـیوه ی تغذیه شامل خراشـنده ها[12]، خردکننده ها[13]، حفارها[14]، جمع کننده ها[15]، فیلترکننده ها[16]، و شکارچیان[17] اسـت. نوع غذا نیـز دراین معیار مورد توجه اسـت و در بردارنده فراوانی نسـبی گیاه خواران، گوشـتخواران، همه چیزخوران، ریزه خوران...بود. نبود پایداری نسـبی پویایی غذا (نوع غذا) نشـانه وجود ناموازنه در شـیوه های تغذیه است که خود نشان دهنده وجود شرایط تنش در زیستگاه است. متریک های تغذیه جانشین فرآیندهای پیچیده ای همچـون تعامل جانـوران برای تغذیه، تولید و وجود منابع غذا هسـتند(کار و همـکاران ۱۹۸۶، کامینز و همکاران ۱۹۸۹، پلافکیـن و همکاران ۱۹۸۹). بی مهرگانی که شـیوه تغذیه اختصاصی دارند همچون خراشـنده ها، حفارها و خردکننده ها حساسـیت بیشـتری دارند و تصور می رود که می توانند نشـانگری برای رودخانه های سـالم و غیر آلوده باشـند. امـا دیگر بی مهرگان که رژیم تغذیـه اختصاصی ندارند همچون جمع کننـده و فیلترکنندگان دامنه گسترده تری از تنوع غذا نسبت به گروه قبلی دارند (کامینز و کلاگ، ۱۹۷۹) و به این ترتیب به آلودگی که می تواند بر دسترسی به نوع ویژه ای از غذا اثر بگذارد مقاوم تر هستند. با این وجود تصور بر این است که در رودخانه های کم شیب، بی مهرگان فیلترکننده نیز جزو گونه های حساس طبقه بندی خواهند شد (والاس و همکاران ۱۹۷۷). فایده معیارهای روش های تغذیه برای بی مهرگان درشت کفزی به خوبی معرفی نشده است. مشکلات موجود در استفاده از روش تغذیه سبب شده است تا نتوان از این شاخص مطمئن استفاده کرد (کار و چو ۱۹۹۷).

معیارهـای زیسـتگاه : آن هایـی هسـتند که بـر مبنـای نحوه زیسـت و محیـط زندگی بی مهرگان درشـت کفـزی اسـتوارند. اختلافـات مورفولوژیکی بیـن بی مهرگان درشـت، سـازوکارهای مختلف برای حفـظ جایگاه

11-Trophic
12-Scrapers
13-Shreders
14-Piercers
15-Gatherers
16-Filterers
17-Predators

جدول ۲-۵ تعاریف متریک های کفزی در شرایط دیگر و پیش بینی جهت واکنش متریک به افزایش اختلال

طبقه	متریک	تعریف	پیش بینی واکنش نسبت به افزایش اختلال	مرجع ها
معیارهای غنا	تعداد Pteronarcys	بود یا نبود جنس حشره سخت پوست دیر میر (دوره زندگی ۲-۳ سال)	کاهش	فوره و همکاران ۱۹۹۶
	تعداد Diptera	تعداد رده های اصلی حشره که شامل پشه های ریز می شود	کاهش	دشون ۱۹۹۵
	تعداد Chironomidae	تعداد رده های لارو (پشه ریز) شیرونومید	کاهش	هی اسلیپ ۱۹۹۳ باربور و همکاران ۱۹۹۸
معیارهای ترکیب	Plecoptera %	درصد شفیره های حشره سخت پوست	کاهش	باربور و همکاران ۱۹۹۴
	Trichoptera %	درصد لارو حشره بال تودار	کاهش	دوشون۱۹۹۵
	Diptera %	درصد همه لاروهای حشره«اصلی»	افزایش	باربور و همکاران ۱۹۹۶
	Chironomidae %	درصد لارو پشه ریز	افزایش	باربور و همکاران ۱۹۹۴
	Tribe% Tanytaisini	درصد پشه های ریز Tanytarisinid نسبت به کل جانوران منطقه (فون)	کاهش	دوشون ۱۹۹۵
	Diptera سایر و غیر حشرات	ترکیب موجوداتی که به طیف وسیعی از شرایط زیست محیطی مقاومند	افزایش	دوشون ۱۹۹۵
	Corbicula%	درصد صدف خوراکی آسیایی در مجموعه کفزیان	افزایش	کرانس و کار ۱۹۹۴
	Oligochaeta%	درصد کرم های آبزی	متغیر	کرانس و کار ۱۹۹۴

ادامه جدول ۲-۵

تعاریف متریک های اضافی احتمالی کفزیان و پیش بینی واکنش متریک به افزایش اختلال

طبقه	متریک	تعریف	پیش بینی واکنش نسبت به افزایش اختلال	مرجع ها
معیارهای مقاومت و یا عدم مقاومت	تعداد گونه های حلزون و صدف خوراکی پوست سیاه غیر مقاوم	تعداد گونه های نرم تنان بررسی شده کلاً غیر مقاوم به آلودگی هستند.	کاهش	کرانس و کار ۱۹۹۴
	درصد موجودات زنده مقاوم به رسوب	درصد کفزیان درشت درونزی مقاوم به اختلال	افزایش	فوره و همکاران ۱۹۹۶
	شاخص حیاتی هیلسن هوف	از مقادیر مقاومت استفاده می کند تا فراوانی را در برآوردی از آلودگی کلی یک جانبه تنظیم کند در اصل برای ارزشیابی کردن آلودگی آلی در نظر گرفته شد	افزایش	باربور و همکاران، هی اسلیپ۱۹۹۳
	شاخص فلوریدا	جمع موزون رده های غیر مقاوم، که مانند ۱(کمترین مقاومت) یا ۲ (غیر مقاوم) طبقه بندی می شوند. شاخص فلوریدا= ۲ × کلاس یک رده ها +کلاس دو رده ها	کاهش	باربور و همکاران ۱۹۹۶
	٪ Hydropsychidae	فراوانی نسبی حشرات بال نودار مقاوم به آلودگی (متریک را نیز می توان به عنوان معیار ترکیب تلقی کرد.)	افزایش	باربور و همکاران ۱۹۹۲ هی اسکیپ ۱۹۹۳
معیارهای تغذیه	درصد جمع اوری کنندگان	درصد کفزی های درشت که جمع کننده اند	متغیر	باربور و همکاران ۱۹۹۶
	درصد شکارگرها	درصدی از گروه های تغذیه شکارگر: می تواند تهدیدی ایجاد کند تا همه چیز خوران را استثنا کند.	متغیر	کرانس و کار ۱۹۹۴
	درصد خردکنندگان	درصدی از کفزی های درشت که غذای خود (خورده برگ) را تکه تکه می کند	کاهش	باربور و همکاران ۱۹۹۲ هی اسکیپ ۱۹۹۳
معیارهای چرخه زندگی	٪ چند زایان Multivoltine	درصد موجودات دارای چرخه زندگی کوتاه (درسال چند زایش یا تخم گذاری)	افزایش	باربور و همکاران۱۹۹۴
	٪ تک زایان Univoltine	درصد موجودات زنده دارای عمر نسبتاً طولانی (دوره زندگی یک یا چند سال)	کاهش	باربور و همکاران۱۹۹۴

و حرکت کردن در محیط آبی را متمایز می کند. عادات حشرات آبزی که موجودات اصلی در این معیارها هستند بررســی شــده و در این زمینه اطلاعات وجود دارد. تصور بر اینست که معیارهای عادات در بعضی موارد محکم تر و اساسی تر از گروه های تغذیه هستند (مریت و همکاران۱۹۹۶).

۵-۵- شناسایی بیولوژیکی (Bio Recon) یا بررسی برای شناسایی مشکل

وسایل و لوازم صحرایی مورد نیاز نمونه گیری بی مهرگان درشت کفزی (Bio Recom)

- تور نمونه گیری (با قاب D)، مش ۵۰۰ میکرون، ۰/۳متر با عرض قاب حدود ۰,۳ متر
- سطل آبکشی، دارای مش ۵۰۰ میکرون
- اتانول ۹۰٪
- ظروف نمونه
- برچسب های ظرف نمونه
- انبرک (پنس)
- برگه های اطلاعات صحرایی، مداد، تخته طراحی
- جعبه کمک های اولیه
- چکمه پلاستیکی بلند(قد سینه یا چکمه تا قد کمر)
- دوربین عکاسی
- دستگاه سیستم موقعیت یاب (GPS)

بهتر است که برگه های صحرایی از نوع کاغذ مقاوم به آب باشد.

اســتفاده از روش های بیولوژیکــی می تواند به عنوان وســیله ای برای شناسایی مشــکل و یا اولویت دادن به زیســتگاه ها بــرای ارزیابی، پایش، یا حفاظت بیشــتر و گسترده تر به کار رود. استفاده از بررسی های بیولوژیکی در شناســایی زیستگاه باید رَوشمند باشد و به این علت به کارشناس بیولوژیســت مجرب و کارآزموده نیاز دارد. بخش کاربر و مشــکل این مطالعات زمانی است که برای کارهای آزمایشــگاهی و تجزیــه و تحلیل ها بعدی آن مورد نیاز اســت و همواره تلاش شــده که فاصله زمانی بین جســتجوهای میدانی بیولوژیکی تا تفســیر نتایج و یافته های آزمایشــگاهی کوتاه تر شــود. کاربرد مشخص شناســایی بیولوژیکــی بــرای متمایــز و تفکیک کردن مناطق آشــکارا آســیب دیده و یا آشکارا آسیب ندیده و نیز شــناخت بخش هایی است که بالقوه تحت تاثیر قرار گرفته است ولی نیاز به مطالعات بیشتر دارد. مطالعات این امکان را فراهم می کند که بتوان تعداد زیادی از سایت ها را به ســرعت مناسب غربال و تفکیک کرد. مناطقی که نیازمند مطالعات بیشتر است می تواند به شکل دقیق تری با روش های ارزیابی زیستی برای بی مهرگان بزرگ یا دیگر موجودات مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد.

از آنجا که در مطالعات شناسایی بیولوژیکی تولید اطلاعات محدود است تاثیرگذاری آن به طور عمده بستگی دارد به تجربه بیولوژیست متخصص که ارزیابی را انجام می دهد. متخصص بیولوژی باید علاوه بر تجربه ی ارزیابی، دارای اطلاعات کافی از اکولوژی آبزیان و تخصص ویژه در زمینه طبقه بندی و شناسایی بی مهرگان درشت کفزی باشد.

مطالعات شناســایی بیولوژیکی که در اینجا ارایه می شــود اقتباسی بازنگری و استاندارد شده از دستورالعمل اصلی RBP I[18] اســت (پلافکین و همکاران ۱۹۸۹)، و مبتنی بر دســتورالعملی اســت که به وســیله دپارتمان محیط زیســت فلوریدا (۱۹۹۶) تدوین شــده اســت. این مطالعات شناســایی بیولوژیکی مبتنی بر رویکرد چند زیســتگاهی اســت که در بخش ۲-۵ مورد بحث قرار گرفت. در این بررســی مولدترین زیســتگاه ها یا آن ها که بیشــترین تنوع و فراوانی بی مهرگان درشت کفزی را دارند مورد بررسی و نمونه گیری قرار می گیرند. به عنوان یک قاعده کلی، آســیب ها بر اســاس معیارهای غنای تنوع ســنجیده می شــوند و به این جهت به حضور و یا غیبت رده های شــاخص توجه می شود. خصوصیات بیولوژیکی همچون فراوانی نسبی گونه های مشخص ممکن اســت کمتر از معیارهای غنای تنوع در رویکردهای شناســایی بیولوژیکی مفید باشــند، زیرا نمونه ها سریع تر و به روش های کمتر اســتاندارد فراوری می شــوند.

18- Reconnaissance Bio-assessment Protocols

۵-۵-۱- روش های نمونه گیری، پردازش و بررسی

۱- یک بازه ۱۰۰ متری به عنوان نماینده تیپ شـرایط رودخانه انتخاب می شـود. برای مطالعات شناسـایی بیولوژیکی احتمال نمی رود که اسـتفاده از ضابطه مدون (یعنی، x برابر عرض رودخانه) برای انتخاب طول بازه نمونه گیری امتیازی نسـبت به طول ۱۰۰ متری اسـتاندارد در بر داشـته باشد. در صورت امکان محل بازه باید حداقل ۱۰۰ متر بالادسـت عوارضی همچون پل و یا دیگر تاسیسـات باشـد تا اثر آن بر سـرعت جریان؛ عمق آب و کیفیت کلی زیسـتگاه به حداقل برسد. در این بازه نباید هیچ شاخه ی مهمی از رودخانه به بازه وارد و یا از آن خارج شـود.

۲- قبل از نمونه گیری، برگه مشـخصات رودخانه و کیفیت آب را تکمیل کنید. (پیوسـت الف ۱ فرم ۱) تا شـرایط محل، اوضاع آب و هوا، و کاربری زمین مستند شود. در پایان نمونه گیری دقت و جامعیت اطلاعات پرسشـنامه را مرور کنید.

۳- از انواع زیستگاه های عمده در بازه برای بی مهرگان درشت کفزی نمونه برداری شود. در طول بازه جمعا در ۴ حرکت (مرتبه) نمونه گیری کافی اسـت. اما لازم اسـت از هر زیستگاه حداقل یک نمونه برداشت شود. در زیسـتگاهی که به طور مشـخص غالب باشد ممکن اسـت برداشت بیش از یک نمونه لازم شود. در مقابل در زیسـتگاه هایی که کمتر از ۵٪ زیستگاه های دایمی را تشـکیل می دهند نمونه برداری نیاز نیست. تعداد نمونه های برداشـت شـده در هر زیسـتگاه باید به دقت در برگه میدانی ثبت شـود.

۴- نمونه گیری از پایین دست بازه انتخاب شده شروع می شود و به طرف بالا دست رودخانه پیش می رود. کلاً ۴ حرکت (مرتبه) نمونه برداری می شود. هر مرتبه نمونه گیری عبارت است از انداختن تور نمونه گیری در بستر مورد نظر و کشیدن آن بسمت بالادست در طولی حدود ۰,۵ متر، و جمع آوری مواد وارد شده به تور.

۵- نمونه های جمع آوری شده از هر مرتبه نمونه گیری در یک الک و یا لگن جمع آوری و مخلوط می شود تا نمونه ای یکدسـت حاصل شـود. اگر در هر یک از نمونه گیری ها، اختلالی ایجاد شـود آن نمونه را خالی کنیـد و بـا جابه جایی مختصـر در محل دو باره نمونه گیری کنید. تکه پاره هـا و قطعات بزرگ در نمونه را در بیاورید و بعد از شستشـو و بازرسـی آن برای موجوداتی که ممکن اسـت بر روی آن ها باشد آن قطعه را دور بیندازید. اگر موجودی بر روی این قطعات یافت شـد به ظرف نمونه منتقل شـود.

۶- مواد جمع آوری شـده را به سـاحل منتقل کرده و برای دسـته بندی و شناسـایی اولیه آماده کنید. راه حل دیگر اینسـت که نمونه ها را در الکل قرار داده و به آزمایشـگاه منتقل کرد و فراوری ها را در آزمایشگاه ادامـه‌داد.

۷- نمونه را از سطل الک دار به یک لگن لعابی یا پلاستیکی سفید انتقال دهید. در صورت نیاز از لگن های جداگانه برای دسـته بندی اسـتفاده کنید. بر روی قطعات کوچک و خردشـده نمونه که در لگن قرار دارد، کمی آب (ترجیحا آب رودخانه مورد مطالعه) بریزید. آب هر لگن و مواد درون آن را برای وجود بی مهرگان درشـت به دقت وارسـی کنید و در صورتی که نمونه ای مشاهده شـد هویت کلی آن را شناسایی و در برگه صحرایی یادداشـت کنید (پیوسـت الف ۳- فرم ۴) و سـپس به ظرف نمونه منتقـل نمایید. به این ترتیب فهرسـتی از بی مهرگان جمع آوری شـده تهیه خواهد شـد.

۸- اگر شناسـایی صحرایی انجام شـده باشـد لازم است این شناسایی های و شـمارش ها در آزمایشگاه دو باره بررسـی شـده وصحت شناسایی های و شمارش های میدانی تایید شـود و در غیر این صورت اصلاحات لازم‌به‌عمـل‌آیـد.

۹- تحلیل اطلاعات از طریق تعیین ارزش هر متریک و مقایسـه آن با ارزش های از پیش تعیین شـده برای

آن رودخانــه ادامــه می یابد. آســتانه های این ارزش ها باید به اندازه کافی محافظه کارانه باشــد تا شــرایط خوب و یا آســیب ندیده قابل شناسایی باشد. ســایت هایی که ارزش متریک آن ها کمتر از آستانه(ها) است باید نا مطمئن و مشکوک به وجود آسیب ارزیابی شود که ممکن است به بررسی ها بیشتر نیاز داشته باشد.

کنترل کیفیت (QC)

۱- برچســب های نمونه باید کاملاً پر شــوند، از جمله کد شناسایی نمونه، تاریخ، نام رودخانه، محل نمونه گیری و نام جمع آوری کننده. برچسب ها باید بر روی ظرف نمونه مستقر شده و در صورت امکان بر چسبی نیز در درون ظرف نمونه قرار دهید. دقت شود مندرجات دو برچسب کاملا یکسان باشد.

۲- بعد از آنکه نمونه گیری در محل معینی انجام شد، همه تورها، لگن ها، و غیره را که با نمونه تماس پیدا کرده باشند باید کاملا، شسته، به دقت بررســی شــوند و وقتی از وجود موجودات و یا زائدات نمونه گیری ها بر روی آن ها اطمینان حاصل شد جمع شوند. باید هر یک از موجودات زنده دیگری که یافت می شــوند در ظروف نمونه قرار داده شــوند. وســایل نمونه گیری باید قبل از استفاده مجدد در محل نمونه گیری بعدی به دقت بررسی و از پاک بودن آن ها اطمینان حاصل شود.

۳- باید بیولوژیست متخصص دیگری، جدا از کارشناس اولی که نمونه ها را شناسایی کرده است، به صورت موردی تعدادی از نمونه ها را شناسایی و صحت شناسایی های اولیه انجام شده را تایید و یا در صوورت نیاز آن ها را باز شناسایی کند.

فصل ششم
پروتکل های ماهی

پایش توده نمونه گیری شـــده ماهیان، یک مولفه جداناپذیر از بسیاری از برنامه های مدیریت کیفیت آب است، و اهمیت آن در برنامه ریزی و تعیین نحوه استفاده و همچنین نگهداری و حمایت از آبزیان به چشم می خورد. اصطلاحاتی مانند "حفظ شـــیلات آب های سرد"، "قابل ماهیگیری"، یا "تکثیر ماهیان" در استانداردهای زیست محیطی امروزی رایج می باشـــند. ارزیابی توده نمونه گیری شـــده ماهیان باید بتواند ساختار و عملکرد کلی جمعیت گونه های محلی ماهیان را به منظور برآورد صحیح یکپارچگی و انسجام زیست شناختی و حفاظت از کیفیت منابع آب های سطحی، بســـنجد. برای تامین کیفیت و قیاس پذیری اطلاعات ارزیابی زیســـتی ماهیان لازم است متخصصان صلاحیت دار و کارشناسان مجرب شیلات و روش های اصولی، به کار گرفته شود.

مکانیزم اصلی ارزیابی زیســـتی[1] سریع ماهیان از چارچوب فنی شاخص یکپارچگی حیاتی (IBI)، روشی که Karr (۱۹۸۱) برای ارزیابی توده نمونه گیری شـــده ماهیان معرفی نمود، اســـتفاده می کند. این شاخص (IBI) جنبه های جغرافیـــای جانـــوری، اکوسیســـتم، جامعه و جمعیت توده نمونه گیری شـــده ماهیان را در یک شـــاخص اکولوژیکی می گنجاند. محاسبه IBI و تفسیر نتیجه آن شامل یک سری عملیات شامل، جمع آوری نمونه ماهیان؛ جدول بندی داده ها؛ و اصلاح و واســـنجی منطقه ای متریک ها و مقادیر مورد انتظار می شـــود. این مفهوم، چارچوب کلی شاخص چند معیاری را برای ارزیابی زیستی سریع در این راهنما فراهم کرده است. توضیحات بیشتر در خصوص روش فوق برای ماهیان در Karr و همکاران (۱۹۸۶) و سازمان محیط زیست اوهایو Ohio EPA (۱۹۸۷) آورده شده است.

پروتکل ارزیابی زیستی سریع برای ماهیان شامل جمع آوری میدانی به روش استاندارد، شناسایی و شمارش گونه ها، و تحلیل نمونه های جمع آوری شـــده با اســـتفاده از ویژگی های کلی زیست شناختی آن ها یا تعیین کمیت گونه های و در برخی موارد زیســـت توده[2] (رجوع شـــود به متریک ۱۳ در ۶-۳-۳) گونه های کلیدی می شـــود. نقش مهم محققان و متخصصان مجرب شـــیلات را در تنظیم و به کارگیری روش های ارزیابی زیســـتی سریع و شناسایی و رده بندی ماهیان نمی توان نادیده گرفت. مطالعات ارزیابی زیستی سریع ماهیان، یک معیار حقیقی از شرایط توده نمونه گیری شده ماهیان به دســـت می دهد. با وجود اینکه مطالعه ماهیان معمولاً می تواند به وســـیله کارشناسان مجرب شیلات و ماهی شناسان صلاحیت دار در میدان به انجام برسد، ولی شناسایی گونه های پیچیده نیازمند تایید آزمایشگاه خواهد بود. اطلاعات تولید شده در ارزیابی سریع زیستی ماهیان می تواند برای ارزیابی قابلیت استفاده، تدوین ضوابط و معیارهای زیست شناختی، اولویت بندی سایت ها به منظور ارزیابی های تفصیلی تر، و ارزیابی وضعیت و روند تحولات ترکیب توده ماهیان به کار آید.

جمع آوری نمونه های ماهی به روش چندزیستگاهی صورت می گیرد، بدین صورت که از زیستگاه-های موجود در بازه مورد بررسی، متناسب با وزنی که در رودخانه دارند (و در طول ارزیابی به دست می آید) نمونه گیری می شود. هر بازه رودخانه باید در صورت امکان شامل خیزاب (بدنه آبی با عمق کم و جریان تند)، جریان آرام (بدنه آبی با عمق متوسط و جریان متوسط) و گوداب (بدنه آبی با عمق زیاد و جریان کند) شود. در صورت امکان و اگر پل و یا گذرگاه و یا سازه مشابه در رودخانه وجود داشته باشد، بازه نمونه گیری را به فاصله کافی بالادست آن سازه انتخاب کرد تا اثرات هیدرولیکی ناشی از وجود آن سازه بر کیفیت کلی زیستگاه به حداقل برسد. نهایتاً ممکن است عواملی مانند قابلیت راه رفتن در آب و یا قابلیت دسترسی، در انتخاب بازه نمونه گیری اثر بگذارند. برای مستند نمودن و توصیف جزییات زیستگاه های درون بازه ی نمونه گیری، لازم است که یک ارزیابی زیستگاه انجام شود و هم زمان با نمونه گیری پارامترهای فیزیکی/شیمیایی اندازه گیری شوند.

1- Index of Biotic Integrity (IBI)
2-Biomass

۶-۱- روش های جمع آوری ماهی: صید ماهی با شوک الکتریکی

به طور کلی انتخاب وسایل و ابزار نمونه گیری ماهی تا حدودی سلیقه ای و انتخابی است؛ با این حال، نشان داده شده است که ماهیگیری با شوک الکتریکی فراگیرترین و موثرترین روش برای جمع آوری ماهیان رودخانه است. صید با شوک جریان مستقیم (DC) روشی متداول برای دستیابی به یک توده نمونه در هر ایستگاه نمونه گیری است. با این حال، هر گونه صید با شوک الکتریکی ممکن است اثرات قابل توجهی در رودخانه های محل تخم ریزی آزاد ماهیان برجای بگذارد و به همین دلیل ممکن است ممنوع اعلام شود. مانند هر روش نمونه گیری ماهی، باید قبل از آغاز صید با شوک الکتریکی مجوز(های) لازم برای جمع آوری علمی تهیه شود. شناسایی دقیق هر یک از ماهیان جمع آوری شده ضروری است، و شناسایی گونه و رده بندی آن مورد نیاز است (که در بعضی موارد شامل دو رگه ها نیز هست، مراجعه شود به قسمت ۶-۳-۳، متریک ۱۱). با وجود اینکه شناسایی های میدانی قابل قبول هستند، گونه های نمونه باید برای تایید آزمایشگاهی نگهداری شوند، مخصوصاً اگر در شناخت صحیح یک گونه تردید وجود داشته باشد و یا اطمینان قطعی وجود نداشته باشد (مراجعه شود به قسمت ۶-۲). بدلیل اینکه روش های جمع آوری به کار رفته، همیشه و به طور یکسان برای ماهیان با سن کمتر از یک سال موثر نیست و چون گنجاندن آن ها در توده نمونه ممکن است به طور فصلی نتایج ارزیابی زیستی را منحرف کند، ماهیان با طول کمتر از ۲۰ میلی متر مورد شناسایی قرار نمی گیرند و در زمره نمونه های استاندارد قرار داده نمی شوند.

ایمنـی پرسـنل و کیفیـت داده ها اساسـاً می تواند از طریق آموزش کافـی، تمرین، و تجربه اعضـا گروه صید و جمع آوری ماهیان تضمین شـود. حداقل یک زیست شـناس با تجربه در زمینه تکنیک های صید برقی، شناسایی و رده بندی ماهیان باید در هر یک از عملیات نمونه گیری حضور داشته باشد. تحلیل های آزمایشگاهی باید توسط یک متخصص شیلات مجرب و آموزش دیده در زمینه رده بندی ماهیان، انجام و یا نظارت شود. تضمین و کنترل کیفیت باید یک فرآیند پیوسـته در فرآیند کار باشـد و باید در تمام مراحل برنامه (نمونه گیری میدانی، سـنجش زیستگاه، فرآیندهای آزمایشگاهی، شناسایی و رده بندی و ثبت داده ها) گنجانده شود.

آرایش صید برقی و سازماندهی گروه میدانی

تمام اعضاء گروه میدانی باید در زمینه ملاحظات ایمنی و طرز کار دسـتگاه که توسـط تولیدکننده الکتروشـوکر مشـخص شده است، آموزش دیده باشند. اعضای گروه باید در مقابل آب و الکترودها مجهز به پوشش عایق باشند، بنابراین لباس های مخصوص ماهیگیری و دستکش های لاستیکی مورد نیاز هستند. الکترود و دسته های تورهای ماهیگیری باید از مواد عایق (مثلاً چوب، فایبرگلاس) ساخته شوند. ماهیگیران و الکترودها باید با سوبیچهای ایمنی موثر (که تقریباً در همه انواع مرغوب دستگاههای حرفه ای صید برقی نصب می شوند) مجهز شوند. اعضا گروه میدانی نباید تا قبل از خارج کردن الکترودها یا قطع کردن جریان برق دستگاه صید برقی به درون آب بروند.

توصیه می شود که حداقل دو نفر از اعضای گروه جمع آوری نمونه، دارای گواهی تنفس مصنوعی قلب و ریه (CPR) باشند. راههای زیادی برای آرایش ماهیگیران و سازماندهی گروه میدانی وجود دارد؛ با این حال، گروه و تجهیزات آن شامل یک دستگاه صید با شوک جریان مستقیم و یک گروه حداقل دو نفره به منظور نمونه گیری از رودخانه های «قابل پیاده روی» می شود. به عنوان مثال:

- کوله دسـتگاه الکترو شـوکر با دو الکترود دستی نصب شده بر روی قطب های فایبر گلاس است، که یکی مثبت (آند) و دیگری منفی (کاتد) است. یکی از اعضای گروه که به عنوان متصدی دستگاه صید برقی مشخص می شود، کوله پشتی دستگاه را حمل کرده و از هر دو قطب مثبت و منفی استفاده می کند. آند ممکن است به یک حلقه و تور سبک مجهز شده باشد تا به متصدی دستگاه اجازه به تور انداختن نمونه ها را بدهد. یک یا دو عضو دیگر گروه ماهی ها را با تور ماهیگیری صید کرده و مسئول حمل و حفظ نمونه ها در سطل ها یا ظروف مخصوص برای زنده نگاهداری صیدها می باشند.
- کوله دستگاه صید با یک آند دستی و یک کاتد آویزان یا شناور می باشد. متصدی دستگاه صید برقی، با یک دست از آند استفاده نموده و از دیگر دست آزادش برای به کارگیری تور ماهیگیری استفاده می کند. یک یا دو عضو دیگر گروه نیز در صید نمونه ها با تور کمک کرده و علاوه بر آن مسئول حمل و حفظ نمونه ها در سطل ها یا ظروف مخصوص زنده نگهداری صیدها هستند..
- یک قایق یا سکوی شناور برقی را با دو آند دستی و یک کاتد آویزان/ شناور (مناسب برای رودخانه های بزرگ و رودخانه های قابل عبور پیاده) حمل می کند. دو عضو گروه، هر یک، مجهز به یک قطب آند و یک تور ماهیگیری هستند و هر یک مسئول صید برقی و جمع آوری نمونه ها با تور هستند. عضو دیگر گروه دیگر اعضا را دنبال کرده و قایق را در راسته رودخانه جابع جا می کند. یک ظرف مخصوص زنده نگهداری صیدها درون قایق و یا در بازه نمونه گیری اما خارج از منطقه جریان برق نگاه داشته می شود.

دو صحنه از صید علمی ماهی با الکتروشوکر

۶-۱-۱- روش های نمونه گیری صحرایی

۱- یک بازه نمونه رودخانه (مراجعه شود به روش های تعیین بازه رودخانـــه، صفحه بعد) به گونه ای انتخاب شـــود که بتواند مشخصه های اصلی فیزیکی زیستگاه رودخانه (مثلاً خیزاب، سرســره، و گوداب (اگر وجود داشـــته باشـــد)، را نمایندگی کند. بازه نمونه باید به اندازه کافی از منطقه تاثیر شاخه های اصلی رودخانه و یـــا ســـازه های عمده مثل پـــل، گذرگاه هـــای عابر پیـــاده به دور باشـــد. باید محل دقیـــق (طول و عرض جغرافیایـــی) حـــد پایین دســـت بازه در هـــر یک از برگه های اطلاعات میدانی درج شـــود. اگر از دستگاه موقعیت یاب GPS برای تعیین این مختصات استفاده می شـــود، باید از دقت و صحت کار دستگاه اطمینان حاصل شـــود. باید شـــرایط زیســـتگاه در بازه انتخاب شـــده ارزیابی و مشـــخصات کیفـــی آب در بازه اندازه گیری شود (مراجعه شود به ارزیابی زیستگاه و تشریح فیزیکی و شیمیایی- پیوست الف-۱ فرم ۱).

۲- جمع آوری نمونه با الکتروشوکر از یک خیزاب کم عمـــق یا هر عارضه فیزیکی مشـــخص دیگر در پایین دســـت شروع و به عارضه مشخص مشابه در بالادست خاتمه می یابـــد. در نبود عوارض فیزیکی مشـــخص، باید قبل از شـــروع عملیات نمونه گیری، با کارگذاری تورهای گوشـــگیر مناسب در عرض رودخانه در بالا و

وسایل و تجهیزات مورد نیاز نمونه گیری ماهی با صید برقی

- مجوز (های) جمع آوری علمی نمونه ها
- دستگاه صید برقی کوله پشتی یا جا سازی شده در قایق
- تورهای صید ماهی
- تورهای ماهیگیری (تور گوشگیر)
- دستکش ساق بلند ضد آب (واتر پروف) و عایق
- چکمه لاستیکی بلند تمام تنه (تا سینه)
- عینک آفتابی (پولاریزه)
- سطل- لگن (برای نمونه های زنده)
- شیشه های دهان گشاد برای نمونه های مرجع
- برچسب های ضد اب
- فرمالین با فر ۱۰٪ (فرمالدئید دو لوسیون)
- تخته مدرج (حداقل ۵۰۰ میلی متر با دقت یک میلی متر)الف
- ترازو (با دقت گرم)ب
- متر
- ورقه اطلاعات صحرایی نمونه گیری ماهی ج
- نقشه های توپوگرافی مناسب
- کپی پروتکل نمونه گیری ماهی
- مداد، تخته طراحی
- جعبه کمک های اولیه
- دستگاه موقعیت یاب (GPS)

الف- در صورت لزوم فقط برنامه بررسی به بسامد (فرکانس) طولی نیاز دارد.

ب- در صورت لزوم کل توده زنده (بیو مانس) و یا شاخص سلامت در کار ارزیابی منظور می گردند (مراجعه شـــود به قســـمت۳،۳،۶ ۱۳متریک)

ج- بهتر است برگه های صحرایی را از نوع کاغذ مقاوم به ب برای استفاده در شرایط هوای مرطوب انتخاب کنیم

پایین دست بازه حدود آن را مشخص و حفاظت کرد.

۳- کارهای جمع آوری نمونه های ماهیان از حد پایین دسـت بازه رودخانه شـروع می شـود. یک گروه با حداقل دو نفر صیاد نمونه گیر با دستگاه صید برقی به صورت پهلو به پهلو یا پشت به پشت طول بازه به سمت بالادست را به گونـه ای جارو می کنند که همه مسـاحت بازه در یک مرحله مورد بررسـی قرار گیـرد. نمونه های ماهیان جمع آوری شـده باید به صورت زنده در یک بشـکه، یا لگن مناسـب جمع آوری شـوند تا در مرحله بعد مورد شناسایی و شمارش قرار گیرند.

۴- کارایی (راندمان) نمونه گیری تا حدود زیادی بسـتگی به شـفافیت و روشنی آب و قابلیت صیادان برای دیدن ماهی های برق گرفته شـده (شـوکه شـده) دارد. بنابراین هر عضو گروه باید از عینک افتابی ضد اشـعه آفتاب (پولاریزه) استفاده نماید، و نمونه گیری طی دوره هایی که آب شفاف و روشن است انجام داده شود.

۵- همه ماهی های (با اندازه بیش از ۲۰ میلی متر) جمع آوری شده از بازه مورد مطالعه از نظر گونه (یا زیرگونه) مورد شناسـایی قـرار می گیرند. نمونـه هایی را که نمی تـوان با اطمینان در صحرا شناسـایی کرد، باید در محلول فرمالین ۱۰٪ و در ظرف های دهن گشـاد مناسـب و برچسب دار برای شناسـایی آزمایشگاهی بعدی نگهداری کرد (مراجعه شـود به قسمت ۶-۲). باید مجموعه ای شاهد از نمونه های شناسایی نشده، نمونه های خیلی کوچک، نمونه های گرفته شـده از بخش-هـای خاص بازه تهیه و نگهـداری کرد. علاوه بـر این مجموعه ای شـاهد از نمونه هـای گونه های شناسایی شـده در ظروف دهن گشـاد مناسب برای بررسـی های کنترلی و تاییدهای آزمایشـگاهی تهیه و در ظرف مناسـب حفاظت کرده و برچسـب زده و نگهداری شـود. بدیهی اسـت که در مورد گونه های مورد توجه خاص (مثلاً، گونه های در معرض تهدید و یا در معرض خطر) مشخصات نمونه ها باید یادداشت و مسـتند سازی شـوند و فوراً رها گردند. برچسب ها باید حداقل حاوی اطلاعات مربوط به محل (موقعیت و مختصات)، تاریخ، اسـامی جمـع آوری کنندگان، و کد شناسـایی نمونه و یا مشـخصات و شماره ایسـتگاه باشـند. بچه ماهی های کوچکتر از ۲۰ میلیمتر (کل قد) شناسـایی نمی شـوند و در مجموعه نمونه منظور نشده، و به زیستگاه رها می شـوند. نمونه هایی را که بتوان در صحرا شناسـایی کرد شـمارش می شوند، و برای تشـخیص ناهنجاری های احتمالی (مشکلات شکلی، باله های ناقص و یا فرسـوده شـده، و یا وجود غده) معاینه می شـوند و اطلاعات در برگه اطلاعات میدانی ثبت می شـود. نمونـه ای از «برگـه اطلاعات صحرایی نمونه گیری ماهی» در « پیوسـت الف - ۴ فرم ۱» ارایه شـده اسـت. در صورتی که برای مطالعات خاص اطلاعات از تواتر و اندازه و وزن (زیسـت توده) گونه مورد نیاز باشـد، فضای کافی در برگه پیش بینی شـده است. با این وجود، این اطلاعات برای ارزیابی چند معیاری استاندارد مورد نیاز نیستند. در برگه هـای اطلاعـات صحرایی فضا برای ثبت اطلاعات ویژه مورد نظر مثلا از اندازه گونه (به تقریب میلی متر)،

روش های تعیین بازه نمونه در رودخانه

وقتی جمع آوری نمونه از ماهیان یک رودخانه ضروری باشد، طول مناسب بازه رودخانه برای نمونه گیری بر اساس مطالعات شناسایی مشخص می شود (لیونز ۱۹۹۲ب، سیمونسون و همکاران ۱۹۹۴، سیمونسـون و لیونز ۱۹۹۵). روش هـای تعیین باره نمونه گیری رودخانه عبارتند از:

- **تعیین فاصله ثابت:** طول استانداردی از رودخانه، مثلاً یک بازه ۲۰۰-۱۵۰ متـری (EPA اوهایو ۱۹۸۷)، بـازه ۱۰۰ متری (DEP ماساچوست ۱۹۹۵) برای انتخاب بازه نمونه در نظر گرفته می شود. به طور نظری ایـن روش باید مجموعه ای از همه زیسـتگاه های رودخانـه و یـا حداقل دو نوع آن (مثلا خیـزاب و یا گوداب) را در خود داشته باشد.
- **تعیین فاصله نسبی:** ضریب معینی از عرض رودخانه به عنوان طول بازه در نظر گرفته می شـود. مثـلاً در برنامه پایش و ارزیابی محیط زیسـتی، ۴۰ برابر عرض رودخانه برای نمونه گیری تعیین می شود (کلِم و لازورچاک ۱۹۹۵). در این روش طول بازه براساس اندازه رودخانه تعیین می شـود. در اسـتفاده از روش اندازه نسبی در رودخانه هـای بزرگ یا رودهای قابل پیاده روی ممکن اسـت نیاز باشـد که حداکثر زمان نمونه گیری و یا حداکثر طول بازه نیز مشخص شود (مثلاً، حداکثر ۳ ساعت صید برقی، یا حداکثر ۵۰۰ متر طول بازه رودخانه، (کلِم و همکاران ۱۹۹۳)).

و وزن (به تقریب گرم) برای زیر نمونه (حداکثر برای ۲۵ نمونه) در نظر گرفته شـده اسـت. با وجود اینکه اندازه گیری طول و وزن ماهی ها اختیاری اسـت، اما ثبت دامنه تغییرات طول و وزن گونه های صید شده مفید است. بعد از یادداشت اطلاعات، نمونه هایی که در صحرا شناخته شده و بررسی و مستند شده اند به رودخانه رها می شوند.

۶- مرحله جمع آوری اطلاعات شامل تکمیل قسمت بالای «ورقه اطلاعات صحرایـی نمونه گیری ماهی» (پیوسـت الف-۴ فـرم ۱) نیز می باشـد، که در واقع تکراری اسـت از اطلاعات فیزیکی شـیمیایی مندرج در ورقه اطلاعات صحرایی. روش کار نیز باید در ورقه اطلاعـات صحرایی درج شـود. اطلاعـات این بخش شـامل ساعت شـروع و پایان کار، مدت نمونه گیری، حداکثر و متوسـط عرض رودخانه می باشـد. درصد هر نوع زیسـتگاه در بازه رودخانه بـرآورد و در ورقه اطلاعات ثبت می شود. اطلاعات دیگر از قبیل شرایط نمونه گیـری، قابلیـت دید، وضعیت جریـان آب در رودخانه، شرایط دسترسی یا هر چیز دیگری که بتواند به برنامه ریزی های آینده کمک کند درج می شود.

کنترل کیفیت (QC) رده بندی

۱- باید فهرستی از نمونه های شناسایی نشده، نمونه های کوچک، و یا مکان های جدید تهیه و نگهداری شود. همچنین از هر نمونه که در میدان شناسایی شـده، زیرنمونه هایی در ظرف نمونه دوم (تکراری) نگهداری شود. ظروف نمونه باید به شکل کامل فرآوری و حفاظت شده، برچسب گذاری شوند، و در آزمایشگاه و در شرایط مناسب نگهداری شوند.

۲- باید فهرست شناسایی نمونه ها به وسیله یک کارشناس دیگر متخصص در رده بندی ماهی، بررسـی و تایید گردد. کلمه «تایید شده است» و اسم متخصص رده بندی که شناسایی را تایید کرده باید به بر روی برچسـب درج شـود. نمونه هایی که ازآزمایشـگاه برای تشـخیص برای متخصصان رده بندی فرسـتاده می شـوند در «دفترچـه تایید رده بندی» همراه بـا اطلاعات مندرج بر روی برچسب و تاریخ ارسال و نیز تاریخ دریافت و نیز اسم کارشناس رده بندی یادداشت گردند،

۳- اطلاعـات دربـاره نمونه هایی که مراحل شناسـایی و تایید را گذرانده اند ،باید در دفترچه « گزارش/سابقه نمونه» درج شود. باید اطلاعات مربوط به فرایندهای انجام شده برای هر نمونه در دفاتر و آرشیوهای مربوطه روز آمد (به هنگام) شوند.

۴- مجموعه ای از منابع و مآخذ مرتبط با رده بندی برای استفاده متخصصان و کارشناسـان باید در آزمایشـگاه تدارک شـده و در دسترس باشد.

۶-۲- شناسایی و تایید آزمایشگاهی

با نگهداری نمونه های ماهیانی که در صحرا شناسـایی نشده اند و ارسال آن ها به آزمایشگاه برای شناسایی و نیز کیفیت گزارش تهیه شـده از بررسـی های میدانی ارتقا پیدا می کند. برای این منظور نمونه ها باید به شکل مطلوب و مناسـبی در فرمالین ۱۰٪ برای نگهداری بافت و اتانول ۷۰٪ برای نگهداری و حفاظت طولانی مدت قرار داده شده و بر چسب های مناسب بر روی ظرف های آن ها کارگذاری شود. روی برچسب ها باید با قلم ضد فرمالین یا ضد الکل با حداقل اطلاعات شـامل (موقعیت، مختصات محل، تاریخ جمع آوری، اسـامی جمع آوری کنندگان، شناسـایی گونه ها (در مورد ماهی های شناخته شـده در سایت)، تعداد کل ماهی ها، و کد شناسایی نمونه و یا تعداد ایسـتگاه باشـد. باید مسـیر گردش کار در مورد همه نمونه های وارد شده به آزمایشگاه را ثبت کرد (پیوسـت الف-۴ فرم ۲). متخصصان شـیلات در آزمایشگاه ضمن دسترسـی به منابع معتبر رده بندی باید قادر به شناسـایی ماهی ها تا حد گونه و یا زیر گونه باشـند. آزمایشـگاه هایی که به طور روزمره به شناسـایی ماهی نمی پردازند و یا کارشناسـان شـیلات که برای شناسایی گونه ها مشـکل دارند باید از متخصص متبحر و شـناخته شـده کمک بگیرند.

۶-۳- شرح متریک های ماهی

کار وهمکاران (۱۹۸۶) چارچوب نظری برای شاخص یکپارچگی زیستی، به منظور تحلیل مجموعه ماهی های یک منطقه را تدوین کردند. این راهنما مجموعه ای شـاخص متشـکل از ۱۲متریک بیولوژیکی است که اساس رده بندی

مجموعه ماهی ها و ترکیب غذایی و فراوانی و وضع آن ها را تشـکیل می دهد. این نوع شـاخص های چند پارامتری برای انجام برنامه های ارزشـیابی مجموعه های پیچیده و مرکب الزامی هستند. راهنمای شاخص یکپارچگی زیستی برای ارزشـیابی کیفی رودخانه های آب گرم بخش های میانه غربی آمریکا طراحی شـد، اما قابلیت تطبیق و سازگار شـدن برای اسـتفاده در بسـیاری از مناطق دیگر و در اکوسیسـتم های مختلف (رودخانه ها، مخازن، دریاچه های طبیعی، و خورها) را دارا است.

متریک ها ابزارهایی هسـتند که با کمک آن ها کارشناس می تواند ارزیابی های کیفی خود از مجموعه ماهی های یک زیسـتگاه را کمّی کند. راهنمای یکپارچگی زیسـتی نیز قضاوت و ارزیابی کیفی متخصص شیلات را به صورتی روشـمند و با استفاده از استانداردها و شاخص های کمّی، به معیارهایی برای تشخیص وضعیت مجموعه ماهی های یک زیسـتگاه تبدیل می کند (نمودار ۶-۱). مناسـب ترین معیار برای جمعیت ماهیان و یا عناصر تشـکیل دهنده جامعه ماهیان که بتواند نماینده هر متریک باشد و برای تعیین معیارهای امتیاز دهی به کار رود، با قضاوت کارشناس متخصص شـیلات مشـخص می شـود. این فرآیند می تواند بر اسـاس ارزیابی ای که از نتایج به دست آمده حاصل می شـود به آسـانی تعدیل و یا اصلاح شود. هر متریک بر اسـاس ضوابط مدون ارزیابی و امتیاز دهی می شود. این ضوابط خود بر مبنای انتظاراتی که از بررسـی سـایت های نمونه مرجع (که نماینده منطقه تلقی می گردند) حاصل شده اند تدوین می شوند. به امتیاز هر متریک که به مقادیر متریک نظیر در سایت های مرجع نزدیک است، یا کمی انحراف دارد، یا انحراف زیاد دارد به ترتیب امتیاز ۵، ۳ و ۱ داده می شـود. برای هر ایسـتگاه مقادیر متریک های ۱۲ گانه با هم جمع می شود تا نتیجه امتیاز یکپارچگی زیستی در آن ایستگاه حاصل شود. سقف این امتیاز ۶۰ (عالی) و حداقـل آن ۱۲ (ضعیف) اسـت. طبقه بندی تغذیه و دامنه تحمل گونه های انتخاب شـده ماهی ها در پیوسـت «الف ۳» داده شـده اسـت. اطلاعات بیشتر برای طبقه بندی می تواند از منابع موجود علمی و یا کارهای مطالعاتی و تحقیقاتی در منطقه (اگر موجود باشـد) به دست آید. استفاده از راهنمای یکپارچگی زیستی به وسیله سازمان های آب منطقه ای می تواند اطلاعات بیشتری برای اصلاح معیارها فراهم نماید. اصلاحاتی که تاکنون به منظور تطبیق و سازگار کردن منطقه ای راهنما به عمل آمده است تغییری در اصول نظری آن به وجود نیاورده است (میلر و همکاران ۱۹۸۸). متریک های منفرد که به-طور انتزاعی به کار برده می شوند حساسیت های نسبی متفاوتی نسبت به سطوح مختلف شرایط بیولوژیکی نشان می دهند، در حالی که راهنمای ارزیابی یکپارچگی زیستی به عنوان یک راهنما برای تحلیل یکپارچه و منسجم به کار برده می شود. دوازده متریک مربوط به ارزیابی در زیر به اختصار تشریح می شود.

۶-۳-۱- غنای گونه ها و متریک های ترکیب

این متریک ها مولفه غنای گونه ها و وضعیت سلامت گروه های رده بندی و جوامع ماهی های زیستگاه را ارزیابی می کنند. دو تا از متریک ها ترکیب مجموعه را برحسب درجه مقاومت ارایه می دهد.

متریک ۱- تعداد کل گونه های ماهی تعداد کل جمعیت گونه های مختلف ماهی بومی و سـاکن در زیسـتگاه و طبقات سنی ماهی های آزاد (سالمونید).

این تعداد با افزایش فروسایی و تخریب زیستگاه کاهش می یابد، و در آن دورگه ها (هیبریدها) و گونه های معرفی شـده در آن منظور نمی شوند. در رودخانه های آب سـرد که میزبان تعداد معدودی گونه ماهی است، طبقات سنی گونه هایی که مشـاهده می شـوند نشان دهنده تناسب شـبکه برای تخم ریزی و پرورش لارو خواهد بود. در بیشتر رودخانه های کوچک آب گرم، تعداد گونه ها تحت تاثیر اندازه رودخانه است.

متریک ۲- گونه های جهنده: تعداد و شـناخت گونه های گربـه ماهی، گونه ها کف چر (بنتوز خوار)، تعداد بچه ماهی های آزاد (سالمونید)، تعداد گربه ماهی ها، درصد گونه های مکنده،

این گونه ها چون از کفزیان تغذیه می کنند و در همان زیستگاه نیز تولید مثل می کنند نسبت به فروسایی ناشی از نهشـته شـدن رسوبات و کاهش اکسیژن در بستر حساس هسـتند، (کوهنه و باربور ۱۹۸۳، اداره حفاظت محیط زیسـت EPA اوهایو ۱۹۸۷). بسـیاری از گونه های کوچک تر درون حفره-های بین قلوه سنگ ها زندگی می کنند؛ شـناگران ضعیفی هسـتند و تمام عمر خود را در یک فضای ۱۰۰-۴۰۰ مترمربع می گذرانند. (ماتیوز۱۹۸۶، هیل و گراسمن ۱۹۸۷).

متریک ۳- گونه خورشـید ماهی[3] تعداد گونه های کپورماهیان، گونه ماهی آزاد(سـالمونید)، گونه های ماهیان بخش های سـراب رودخانه، گونه های خورشـید ماهی و قزل آلا. این گونه های گودابی با افزایش فروسایی آبگیرها و رویش هـای درون رودخانه هـا کاهش می یابند. (گامون و همکاران ۱۹۸۱، آنگـر مایر ۱۹۸۷، پلاتس و همکاران ۱۹۸۳). بیشـتر این ماهی ها که شناگران خوبی هسـتند از بی مهرگان سطح زی و شناور تغذیه می کنند. خورشید ماهی و سالمونید گونه های مهمی برای صید تفریحی و ورزشی هستند

جایی کـه خورشـید ماهی ها حضور ندارند یـا کمیابند، گروه های دیگر به کار برده می شـوند. از گونه های کپور ماهی ها در رودخانه های آب سـرد اسـتفاده می شود. ماهی های آزاد (سالمونید) سـازگار با رودخانه های آب سرد هسـتند (کار و همکاران (۱۹۸۶). تعدادی از گونه های ماهی ها (خورشـید ماهی) نسبت به اندازه رودخانه واکنش نشان می دهند.

متریک ۴- گونه های مکنده. تعداد گونه های قزل آلای بالغ، تعداد گونه مینو[4]، و تعداد مکنده ها و گربه ماهی. این گونه ها نسـبت به تخریب و فروسـایی فیزیکی و شیمیایی زیستگاه حساس هستند و معمولاً بیشترین بخش از توده زیستی رودخانه ها را تشکیل می دهند. بیشتر این گونه ها دیرپا هستند، و می توانند شاهدی بر تحولات چند ساله در شرایط فیزیکی و شیمیایی زیستگاه باشند.

متریک ۵- گونه های کم تحمل (حسـاس) تعداد و شـناخت گونه های حسـاس: گونه های دوزیست، و حضور قزل آلای جویبار.

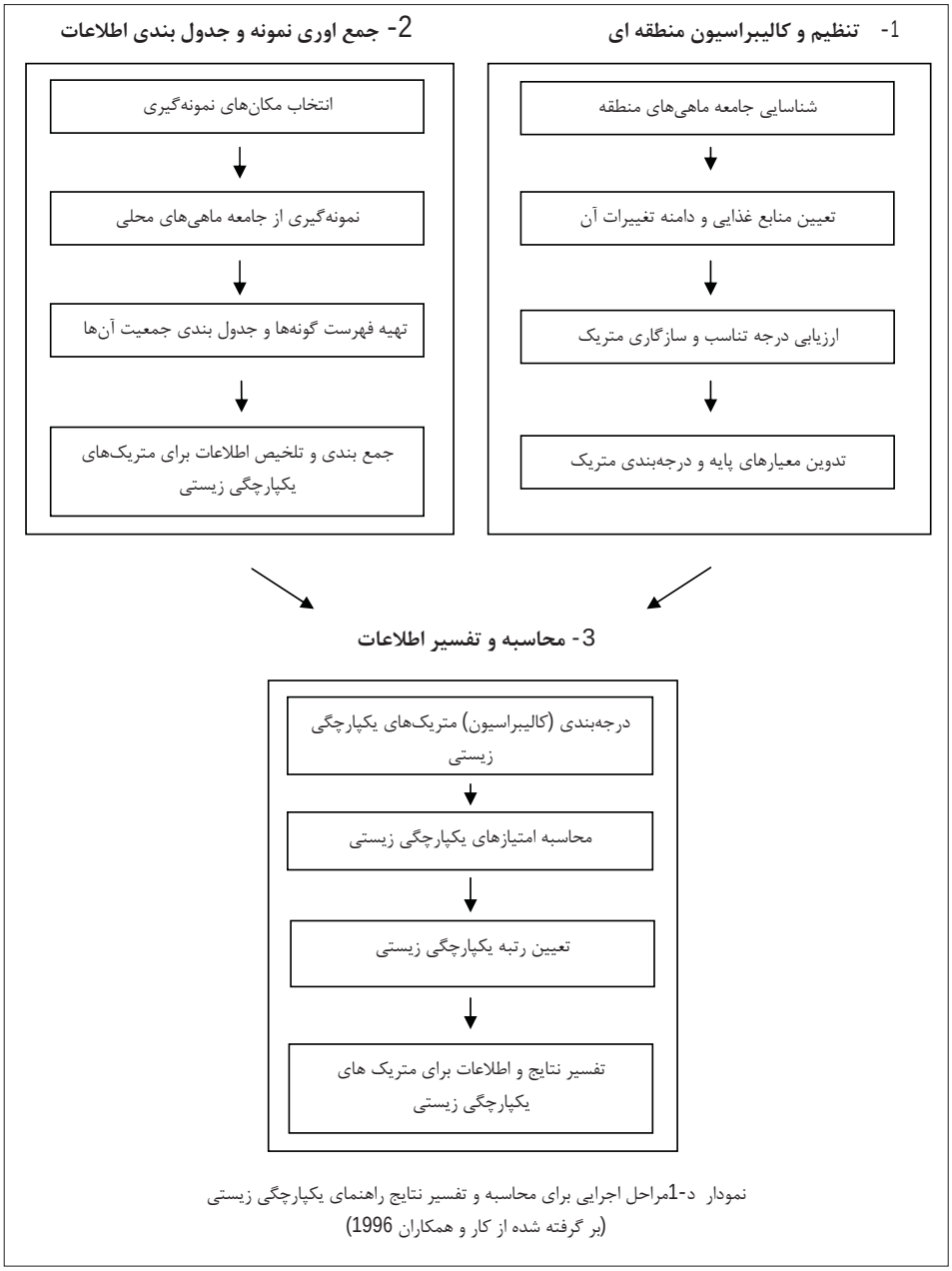
این متریک کیفیت خوب و متوسـط زیسـتگاه ها را با اسـتفاده از گونه هایی که نسـبت به تغییرات فیزیکی و شـیمیایی مختلف حساس هستند، متمایز می کند. معمولاً، گونه های حساس اولین گونه هایی هستند که به دنبال به هم خوردگی شـرایط زیسـتگاه از بین می روند. گونه های طبقه بندی شده به عنوان کم تحمل یا حساس احتمالاً فقط ۵-۱۰٪ گونه ها را تشکیل می دهند، در غیر این صورت این متریک کمتر دقیق خواهد بود.

در رودخانه های کوچک و متوسـط، تعداد گونه های حسـاس و کم تحمل با بزرگتر شدن اندازه رودخانه افزایش می یابد ولی در رودخانه های بزرگ این رابطه وجود ندارد.

متریک ۶- نسـبت افراد خورشـید ماهی سبز : نسـبت افراد به ماهی کپور معمولی (Common Carp) مکنده سفید، گونه های مقاوم، ماهی چاب[5] جویباری و ماهی ثبوط.

این متریک برعکس متریک ۵ اسـت. آب های دارای کیفیت پایین را از متوسـط متمایز می کند. این گونه ها با وجود تخریب کیفی آب های سـطحی افزایش جمعیت و پراکندگی نشـان می دهند، و در سایت های درهم ریخته، از گونه هـای فرعی به گونه اصلی تبدیل می شـوند. برای پرهیز از الـزام به وزن دهی متریک برای یک گونه منفرد، (کار و همکاران (۱۹۸۶) و اداره محیط زیسـت اوهایو) اسـتفاده از تعداد کمی از گونه های خیلی مقاوم را پیشنهاد می کنند. (در این حالت عنوان جایگزین متریک ۶ عبارت خواهد بود: متریک ۶ - درصد فراوانی گونه های مقاوم).

3- Sunfish
4- Minnow
5- Chub



نمودار د-1مراحل اجرایی برای محاسبه و تفسیر نتایج راهنمای یکپارچگی زیستی
(بر گرفته شده از کار و همکاران 1996)

۶-۳-۲- متریک های ترکیب غذایی

سه متریک زیر کیفیت پایه انرژی و فعل و انفعالات تغذیه مجموعه ماهی ها را ارزیابی می کند. اجرای روش های سنتی برای بررسی فرآیندهایی مثل تولیدات جامعه وقت گیر و نتایج آن نیز تا حدود زیادی مبهم است زیرا شرایط

مختلف آشکارا می توانند نتایج مشابه به بار آورند. متریک های ترکیب غذایی روشی را برای ارزشیابی تغییر به سمت تغذیــه از منابــع متنوع تــر ارایه می دهد که فقط در شــرایطی روی می دهد که فروســایی و تخریب فزاینده ای در زیستگاه فیزیکی و شیمیایی رخ داده باشد.

متریک ۷- نسبت افراد و گونه های همه چیز خوار : نسبت افرادی که از منابع متنوع تغذیه می کنند (همه چیز خواری) وقتی شــرایط فیزیکی و شــیمیایی زیســتگاه تخریب می شــود درصد جمعیت همه چیز خوار در جامعه افزایش می یابد. همه چیز خواران به گونه هایی گفته می شود که به طور معمول بخش عمده غذای خود را از باقی مانده مواد گیاهــی و جانوری تامین می کنند. گونه های فیلتر کننده همانند پاروماهی[۶] و مارماهی آموکوتز و گربه ماهی نهرها که از هر فرصتی برای تغذیه استفاده می کند.

متریک ۸- نســبت کپور ماهی های حشــره خوار : نسبت افراد حشره خوار، حشــره خواران تخصصی، گونه های حشره خوار و تعداد بچه ماهیان قزل آلا.

بی مهرگان و در درجه اول حشرات، منبع غالب غذایی در بعضی آبراه ها هستند. وقتی فراوانی و تنوع منبع غذایی بی مهرگان به علت تخریب زیســتگاه کاهش یابد، گونه های ماهیان از حشــره خوار به همه چیزخوار تغییر می کند. گونه های حشــره خوار غیرتخصصی (عمومی) و گونه های همه چیزخوار از این متریک حذف می شوند. این متریک، حد وسط شرایط زیستی را پایین و یا متوسط ارزشیابی می کند.

متریک ۹- نســبت افراد به گوشــتخواران : نسبت افراد همانند ماهی های آزاد (سالمونید)، قزل آلای وحشی، و گونه های پیشگام.

متریک گونه های گوشتخوار، سیستم های با یکپارچگی زیاد تا متوسط را تفکیک می کند. گوشتخواران گونه هایی هســتند کــه در درجه اول از ماهیــان، بی مهرگان و یا خرچنگ هــای دراز تغذیه می کننــد. گونه هایی که گاه گاه ماهــی خوری می کنند در این گروه منظور نمی شــوند. در رودخانه های دارای قزل آلا، که حضور ماهی خواران غیر معمول اســت، سالمونیدهای بزرگ جایگزین گونه های ماهی خور می شود. گونه های پیشگام گونه هایی هستند که در محیط های ناپایدار که گاه گاه خشــک می شــوند و یا تحت تاثیر عوامل تنش زای انسان ســاز قرار دارند، غالب می شــوند؛ و اولین گونه هایی هســتند که بعد از یک دوره خشکسالی در قسمت های سراب رودخانه ها حضور پیدا می کنند.

۶-۳-۳- متریک های فراوانی و وضعیت ماهی ها:

سه متریک آخر به طور غیر مستقیم باز سازی جمعیت، مرگ و میر، وضعیت (حال)، و فراوانی گونه را ارزشیابی می کنند. معمولاً، این شاخص ها (پارامترها) به طور پیوسته تغییر می کنند و برآورد دقیق آن ها وقت گیر است. به جای این نوع ویژگی ها یا برآوردهای تفصیلی جمعیت، شاخص ها (پارامترهای) کلی توده ارزشیابی می شوند. برآورد غیرمستقیم کمتر متغیر است و با سرعت خیلی بیشتری تخمین زده می شود.

متریک ۱۰- تعداد افراد در نمونه : تراکم افراد.

این متریک فراوانی جمعیت را ارزشــیابی می کند و با مســاحت منطقه، و در رودخانه های کوچک با اندازه رودخانه تغییر می کند و واحد آن «تعداد صید در هر بار صیادی» است که برحسب مساحت و یا فاصله و یا زمان نمونه گیری بیان می شــود. بطور کلی در ســایت های با انسجام و یکپارچگی کمتر، تعداد افراد نیز کمتر است ولی در مناطقی که زیستگاه از نظر مواد غذایی فقیر هستند، تقویت منابع غذایی باعث افزایش افراد می شود. استیدمن (۱۹۸۸) این معیار را با دادن امتیاز ۳ به شرایطی که تعداد صید در دقیقه بیش از ۲۵ و امتیاز ۱ به شرایطی که میزان صید کمتر از ۴ باشد

6-Paddlefish

تعریف می کند. امتیازهایی که به شکل غیرعادی کم باشند معمولا نشان دهنده شرایط مسمومیت است و برای مدارج پایینی مقیاس یکپارچگی زیستی، این معیار بسیار تعیین کننده خواهد بود. هوگ و گامون (۱۹۸۷) پیشنهاد کرده اند که در رودخانه های بزرگ که اندازه ماهی ها می تواند متفاوت و گاه بزرگ باشد، به جای تعداد نمونه ها از جرم زیستی آن ها (مجموع وزن نمونه های صید شده) استفاده شود و یا این معیار به عنوان یک شاخص اضافی در نظر گرفته شود.

متریک ۱۱- تعداد نسبی دورگه ها: تعداد نسبی گونه های معرفی شده، و تعداد گونه های صخره دوست.

این متریک شاخصی است برای تولید مثل گونه های تنها مانده و یا مناسب بودن زیستگاه برای تولید مثل. به طور کلی وقتی به درجه تخریب و فروسایی زیستگاه افزوده شود، درصد دورگه ها و گونه های معرفی شده نیز افزوده می شود ولی درصد گونه های صخره دوست کاهش می یابد. اما دورگه های minnow در بعضی آبراهه های با آب با کیفیت بالا حضور دارند. دورگه ها بندرت در آب های آسیب دیده یافت می شوند.

متریک ۱۲- تعداد نسبی گونه های مریض، تومور دار و با باله معیوب: این متریک شاخصی است برای سلامت ماهی ها. این شرایط به ندرت به وجود می آیند و در زیستگاه هایی که آسیب زیادی ندیده اند اساساً وجود ندارد. اما به صورت موردی در نقاطی که پساب های آلاینده و مسموم به منابع آب می ریزد یافت می شوند. این شاخص به خوبی منعکس کننده اثرات آلودگی های شیمیایی بر ماهیان است.

متریک ۱۳- جرم کل یا توده زیستی ماهیان (شاخص اختیاری) : هوگ و گامون (۱۹۸۷) پیشنهاد کرده اند که در رودخانه های بزرگ که اندازه ماهیان متفاوت و متغیر است، این معیار اختیاری می تواند شاخص مناسبی باشد. گامون و نیز اداره محیط زیست اوهایو (۱۹۸۷) شاخصی به عنوان سلامت (Index of Well-Being) و شاخص تعدیل شده سلامت به ترتیب بر اساس تعداد و نیز جرم توده زیستی معرفی کرده اند. ترکیب شاخص های تنوع و جرم توده زیستی ابزارهای مناسبی برای ارزیابی توده ماهیان در رودخانه های بزرگ است.

شاخص سلامت (Index of Well-Being)

شاخص سلامت (IWB) (گامون ۱۹۷۶،۱۹۸۰، هیوز و گامون ۱۹۸۷) دو مقیاس فراوانی و دو مقیاس تنوع را تقریباً به شکل مساوی ادغام می کند که بدین وسیله خصوصیت مجموعه ماهی ها را با واقع بینی بیشتر از مقیاس تنوع یا فراوانی واحد نشان می دهد. شاخص سلامت با استفاده از این فرمول محاسبه می گردد:

$$Iwb=0.5LnN + 0.5LnB+N+H$$

در این فرمول :

N= تعدا افرادی که در واحد طول نمونه برداری صید می شوند

B= جرم زیستی(بیومانس) نمونه های صید شده در واحد طول

H = شاخص تنوع شانون، اینطور محاسبه می شود :

$$H=-\sum (n_i /N) Ln (n_i /N)$$

در این فرمول :

ni = تعداد یا وزن نسبی گونه i یمی

N = کل تعداد یا وزن نمونه

شاخص اصلاح شده سلامت (MIWB)

MIWB (سازمان حفاظت محیط زیست اوهایو ۱۹۸۷) نیز از همین فرمول IWB استفاده میکند، معهذا، گونه های خیلی مقاوم، دورگه ها (هیبریدها) ، و گونه های غیر بومی از مولفه های فرمول فراوانی (یعنی، تعداد روزی توده (بیوماس)) حذف می گردند. این اصلاح حساسیت شاخص را به گروه بزرگتری از اختلالات محیطی افزایش می دهد

پیوست‌ها

پیوست ها

پیوست الف-۱ فرم ۱، برگه اطلاعات میدانی مشخصات فیزیکی رودخانه، کیفیت آب	۸۸
پیوست الف-۱ فرم ۲، برگه اطلاعات میدانی ارزیابی زیستگاه – بازه های پرشیب	۹۰
پیوست الف-۱ فرم ۳، برگه اطلاعات میدانی ارزیابی زیستگاه – بازه های کم شیب	۹۳
پیوست الف-۲ فرم ۱، برگه اطلاعات میدانی پریفیتون	۹۶
پیوست الف-۲ فرم ۲، فرم ورود نمونه های پریفیتون به آزمایشگاه	۹۷
پیوست الف-۲ فرم ۳، برگه آزمایشگاهی پریفیتون جلبک نرم	۹۸
پیوست الف-۲ فرم ۴، برگه بررسی سریع پریفیتون	۹۹
پیوست الف ۳- فرم ۱، برگه میدانی بی مهرگان درشت کفزی	۱۰۱
پیوست الف ۳- فرم ۲، برگه ورود به آزمایشگاه برای بی مهرگان درشت کفزی	۱۰۲
پیوست الف ۳- فرم ۳، برگه اطلاعات آزمایشگاهی برای بی مهرگان درشت	۱۰۴
پیوست الف ۳- فرم ۴، برگه امتیازهای ارزیابی اولیه پذیرفته شده	۱۰۴
پیوست الف ۳- فرم ۵ ،برگه میدانی بی مهرگان درشت کفزی	۱۰۶
پیوست الف ۴- فرم ۱، برگه میدانی نمونه گیری ماهی	۱۰۸
پیوست الف ۴- فرم ۲، برگه ورود به آزمایشگاه برای ماهیان	۱۰۸
پیوست ب - نمونه ارزیابی سریع یک آبراه	۱۰۹
پیوست پ - تعاریف خیزاب، گوداب و تلماسه	۱۱۶

پیوست الف-۱ ، فرم ۱ – ۱ از ۲

برگه اطلاعات میدانی

مشخصات فیزیکی رودخانه، کیفیت آب

نام رودخانه:	موقعیت مکانی	
ایستگاه شماره فاصله از انتها کم	رده آبراه	
طول جغرافیایی عرض جغرافیایی	حوضه آبریز	
مطالعه کننده		
تنظیم کننده فرم	زمان تاریخ	علت مطالعه
وضعیت هوا آیا در ۷ روز گذشته باران شدید باریده است؟ بله خیر دمای هوا..... ^{o}C	هم اکنون - طوفانی – باران شدید - باران مداوم - رگبار - ٪ ابر - صاف، آفتابی	۲۴ ساعت قبل - طوفانی – باران شدید - باران مداوم - رگبار - ٪ ابر - صاف، آفتابی
نقشه سایت	نقشه سایت و مناطق نمونه برداری شده را ترسیم و نشان دهید یا عکس ضمیمه کنید	
خصوصیات آبراه	جریان مداوم سالانه جریان منقطع جزر و مدی نوع جریان سرد گرم مساحت حوضه آبریز ک م م منشاء جریان: چشمه رواناب مخلوط چشمه و رواناب	

پیوست الف ۱ – فرم ۱، ۲ از ۲

برگه اطلاعات میدانی

مشخصات فیزیکی رودخانه، کیفیت آب

مشخصات حوضه آبریز	کاربـری غالب اراضـی پیرامـون منطقه نمونه گیری: جنگل تجاری مرتع صنعتی کشاورزی مسکونی دیگر:	وضعیت آلودگی: نشانه ای وجود ندارد چند منبع احتمالی (بالقوه) منبع بالفعل (مشهود) آلودگی	وضعیت فرسایش: فرسایش وجود ندارد فرسایش متوسط فرسایش شدید
پوشش گیاهی اراضی ساحلی آبراه (به عرض حدود ۱۸ متر)	نوع پوشش غالب و گونه های غالب موجود را ثبت کنید درخت زار درختچه زار علفزار زراعی گونه های غالب موجود:		
مشخصات درونی آبراه	طول تخمینی آبراه متر عرض تخمینی آبراه متر مساحت بازه نمونه گیری مترمربع عمق تخمینی آب متر سرعت سطحی جریان (در وسط رودخانه) متر بر ثانیه	وضعیت سایه اندازی بر روی منطقه نمونه برداری: باز بخشـی باز بخشـی سـایه سایه	سد وجود دارد بلی خیر
		مرفولوژی بازه: ٪ خیـزاب ٪ برکه(گـوداب) ٪ تنداب	وضعیت رودخانه: کانالیزه شده کانالیزه نشده
گیاهان آبزی	تنه درختان موجود در رودخانه مترمربع تراکم قطعات چوبی: مترمربع چوب در کیلومتر مربع بازه		
نشانه ای وجود ندارد	نوع رویش غالب و گونه های غالب موجود را ثبت کنید ریشه دار (تاج بیرون از آب تاج مستغرق تاج در سطح آب) شناور در سطح آب جلبک های شناور جلبک های چسبیده گونه های غالب موجود: درصدی از مساحت بازه که دارای پوشش گیاهی آبزی است ٪		
کیفیت آب	دمای آب ^{o}C هدایت الکتریکی اکسیژن محلول pH کدورت دستگاه اندازه گیری مورد استفاده	بوی آب: عادی لجن مواد شیمیایی فاضلاب نفت دیگر	کدورت (اگر اندازه گیری نشود): شفاف کمی کدر کدر مات زنگاری دیگر
		چربی روی آب: وجود ندارد درخشان لزج پراکنده رگه‌رگه دیگر	
وضعیت رسوب	بو: عادی، لجن مواد شیمیایی فاضلاب نفت دیگر	چربی: بدون کمی متوسط زیاد	نهشته های بستر: لجن خاک اره کاغذ ماسه صدف دیگر
		به سنگ قلوه های بستر نگاه کنید: آیا زیر قلوه سـنگ سیاه رنگ است؟ اری- خیر	

عناصر غیر آلی بستر (جمع باید برابر ۱۰۰٪ شود)			عناصر آلی بستر (الزاما ۱۰۰٪ نیست)		
نوع بستر	قطر - میلیمتر	ترکیب در نمونه های بستر ٪	نوع بستر	خصوصیات	ترکیب در نمونه بستر٪
سنگی		پسماندهای فاسد شده	چوب، گیاهان خشبی،		
صخره	۲۵۶ <				
قلوه سنگ	۶۴- ۲۵۶	گل لجنی	مواد خیلی ریز و سیاه		
شن	۲- ۶۴				
ماسه	۰,۰۶ – ۲	خاکی	خاکستری، همراه با قطعات یا خورده های صدف		
سیلت	۰,۰۰۴ – ۰,۰۶				
رس	۰,۰۰۴ >				

پیوست الف-۱ – فرم ۲- ۱ از ۲

برگه اطلاعات میدانی

ارزیابی زیستگاه – بازه های پرشیب

نام رودخانه		موقعیت
ایستگاه شماره	فاصله از انتهای رود	رده آبراه
طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	حوضه آبریز
نام بررسی کننده:		
موقعیت	رده آبراه	حوضه آبریز
علت مطالعه		

	پارامتر زیستگاه	طبقه بندی شرایط			
	بسیار خوب	بسیار خوب	خوب	حدی	بد (ضعیف)
پارامترهایی که باید ارزیابی شود	۱- بسترهای صدف زی	بیش از ۷۰٪ بستر برای ایجاد کلونی و حضور ماهی مناسب است، مخلوطی از موانع، تنه های مستغرق، زیر دیواره های فرسوده شده، قلوه سنگ و بستر پایدار برای ایجاد کلونی،	۴۰-۷۰٪ مخلوط زیستگاه پایدار ، مناسب برای ایجاد کلونی و زیستگاه کافی برای حفظ جمعیت، حضور تنه درختان تازه افتاده ولی هنوز کلونی بر روی آن ها ایجاد نشده	۲۰- ۴۰٪ مخلوط زیستگاه پایدار، وجود زیستگاه کمتر از حد مطلوب است، بستر مکررا تخریب شده و یا جابه جا می شود	زیستگاه پایدار کمتر از ۲۰٪ است، کمبود زیستگاه مشهود است، بستر ناپایدار و یا اصلا وجود ندارد
	امتیاز	۱۶- ۲۰	۱۱ -۱۵	۶- ۱۰	۰- ۵

	پارامتر زیستگاه	طبقه بندی شرایط			
	بسیار خوب	بسیار خوب	خوب	حدی	بد (ضعیف)
پارامترهایی که باید ارزیابی شود	۲- پوشیدگی قطعات بستر به وسیله مواد دانه ریز	در حدود ۰- ۲۵٪ شن و قلوه سنگ و قطعات صخره‌ای به وسیله مواد ریزدانه احاطه شده است. قلوه‌های لایه لایه تنوع فضا برای زیستگاه ایجاد می کند	در حدود ۲۵- ۵۰ درصد شن، قلوه سنگ، و قطعات صخره در بستر به وسیله مواد ریزدانه احاطه شده است	شن، قلوه سنگ، و قطعات صخره‌ها در بستر در حدود ۵۰- ۷۵٪ به‌وسیله مواد دانه ریز احاطه شده است	بیش از ۷۵٪ شن و قلوه سنگ و قطعات صخره در بستر آبراه به وسیله مواد ریزدانه احاطه شده است
	امتیاز	۲۰ -۱۶	۱۵- ۱۱	۱۰ -۶	۵ -۰
	۳- عمق آب و سرعت جریان	همه انواع رژیم‌های عمق و سرعت (آهسته- عمیق، آهسته- کم عمق، سریع- عمیق، سریع – کم عمق وجود دارد آهسته (کمتر از ۰٫۳ متر بر ثانیه، عمیق به معنی بیش از ۰٫۵ متر	فقط ۳ رژیم از ۴ رژیم وجود دارد (اگر سریع- کم عمق موجود نباشد امتیاز کمتری می گیرد تا اگر دیگر حالات)	فقط ۲ از ۴ رژیم وجود دارد. (اگر رژیم سریع- کم عمق یا آهسته – کم عمق موجود نباشد امتیاز کمتر خواهد بود)	فقط یکی از رژیم‌ها و معمولا آهسته – عمیق موجود است
	امتیاز	۲۰ -۱۶	۱۵- ۱۱	۱۰ -۶	۵ -۰
	۴- ته نشین شدن رسوبات	جزایر میان رودخانه‌ای عملا ثابت هستند و وسیع نمی شوند، و کمتر از ۵٪ بستر تحت تاثیر رسوب گذاری است.	مقداری رسوب گذاری نو به خصوص از نوع شنی، ماسه‌ای و دانه ریز وجود دارد. ۵- ۳۰٪ از بستر تحت تاثیر رسوب گذاری است	رسوب گذاری نو در حد متوسط مشاهده می شود. ۳۰ – ۵۰٪ از بستر تحت تاثیر است. بر روی عوارض موجود در بستر رسوب نو نهشته شده است.	رسوب گذاری سنگین مشهود است، بیش از ۵۰٪ بستر مکررا در حال تغییر است، آبگیرها پر شده‌اند
	امتیاز	۲۰ -۱۶	۱۵- ۱۱	۱۰ -۶	۵ -۰
	۵- وضعیت جریان در آبراه	آب به پاشنه دیوار آبراه می رسد و مساحت کمی از بستر بدون آب است	آب بیش از ۷۵% آبراه را می گیرد و کمتر از ۲۵% مقطع بیرون از آب است	آب بین ۲۵-۷۵% آبراه را فرا می گیرد و خیزاب‌ها بیرون از آب است	آب خیلی کمی در آبراه وجود دارد و بیشتر در گوداب‌ها هست.
	امتیاز	۲۰ -۱۶	۱۵- ۱۱	۱۰ -۶	۵ -۰

پیوست الف۱ – فرم ۲- ۲ از ۲

برگه اطلاعات میدانی

ارزیابی زیستگاه – بازه های پرشیب

	پارامتر زیستگاه	طبقه بندی شرایط			
		بسیار خوب	خوب	حدی	بد (ضعیف)
پارامترهایی که باید ارزیابی شود	۶- تغییر آبراه	فرسایش و رسوب گذاری مشاهده نمی شود، آبراه وضعیت عادی دارد	تغییر آبراه و فرسایش مشاهده می شود به ویژه در طرفین پل ها، نشانه های رسوب گذاری و فرسایش مشهود است	تغییر آبراه زیاد و فرسایش‌شدید است. خاکریزها و یا سازه‌های‌حفاظت ساحل وجود دارد. ۴۰- ۸۰٪ بازه رودخانه کانالیزه‌است	ساحل ها با گابیون حفاظت شده است، بیش از ۸۰٪ بازه رودخانه کانالیزه شده و دست خورده است. زیستگاه ها به شدت تغییر یافته اند
	امتیاز	۲۰ -۱۶	۱۵- ۱۱	۱۰ -۶	۵ -۰
	۷- تواتر خیزابها	خیزاب ها به طور مکرر وجود دارد. نسبت فاصله بین خیزاب ها به عرض رودخانه: > ۷ ، معمولا بین ۵ تا ۷،	تندآب ها پی درپی و مکرر نیستند. نسبت فاصله بین خیزاب ها به عرض رودخانه: ۷- ۱۵	خیزاب یا پیچهای موردی، فرم توپوگرافی بستر تنوع زیستگاه به وجود می آورد. نسبت فاصله بین خیزاب ها به عرض رودخانه: ۲۵- ۱۵	به طور کلی آب هموار است و یا خیزاب های کوتاه وجود دارد، زیستگاه ضعیف است، نسبت فاصله بین خیزاب ها به عرض رودخانه:بیش از ۲۵
	امتیاز	۲۰ -۱۶	۱۵- ۱۱	۱۰ -۶	۵ -۰
	۸- پایداری دیواره ها چپ و راست در جهت پایین دست	دیواره ها پایدارند، نشانه های فرسایش و تخریب بدنه وجود ندارد و یا خیلی کم است، احتمال اینکه در آینده مشکل به وجود آید کم است. کمتر از ۵٪ دیواره تحت تاثیر است	پایداری دیواره ها متوسط است، گاه گاه علایم خفیف از فرسایش دیواره مشاهده می شود، ۵- ۳۰ درصد از دیواره در بازه مورد مطالعه فرسایش دارد	ناپایداری متوسط است، ۳۰-۶۰ درصد از دیواره ها در بازه مورد مطالعه بخش های فرسوده شده دارد، در مواقع سیلابی فرسایش شدید است.	دیواره ها ناپایدارند، بخش های فرسوده شده متعدد و زیاد است، علایم ریزش دیواره مشهود است. ۶۰- ۱۰۰٪ دیواره ها علامت فرسایش دارند.
	امتیاز برای ساحل راست	۱۰ -۹	۸ -۶	۵ -۳	۲ -۰
	امتیاز برای ساحل چپ	۱۰ -۹	۸ -۶	۵ -۳	۲ -۰

	پارامتر زیستگاه	طبقه بندی شرایط			
		بسیار خوب	خوب	حدی	بد (ضعیف)
پارامترهایی که باید ارزیابی شود	۹- حفاظت با پوشش گیاهی	بیش از ۹۰ درصد مساحت دیواره آبراه و کناره ها پوشیده از رویش گیاهی بومی و شامل درختان، زیراشکوب درختچه ای و گیاهان علفی است، علایم تخریب پوشش گیاهی در اثر چرا و یا علف چینی خیلی کم و یا نیست، تقریبا همه گیاهان در وضعیت طبیعی هستند	۷۰- ۹۰ درصد از مساحت دیواره آبراه پوشیده از گیاهان بومی است ولی رویش گیاهی یکدست نیست. علایم تخریب و یا چرا دیده می شود ولی بر پایداری رویش اثر نگذاشته است. بیش از ۵۰ ٪ ارتفاع گیاه برجای مانده است.	۵۰- ۷۰٪ مساحت دیواره های آبراه پوشیده از گیاهان بومی است. علایم تخریب رویش مشهود است، بخش های بدون رویش گیاهی و یا با گیاهان دست کاشت وجود دارد. کمتر از نیمی از ارتفاع گیاهان چرانیده شده برجای مانده است.	کمتر از ۵۰٪ دیواره های آبراه پوشیده از رویش گیاهی بومی است. تخریب رویش گیاهی دیواره ها شدید است. رویش گیاهی به شدت چرانیده شده و به صورت میانگین فقط ۵ سانتی متر و یا کمتر از آن باقی مانده است.
	امتیاز ساحل راست	۹- ۱۰	۶- ۸	۳- ۵	۰- ۲
	امتیاز ساحل چپ	۹- ۱۰	۶- ۸	۳- ۵	۰- ۲
	۱۰- عرض پوشش گیاهی کناره رودخانه	عرض کرانه ساحلی > ۱۸ متر، اقدامات انسانی (راه، پارکینگ، علف کنی، کشت و کار و..) تاثیر نگذاشته است.	عرض کرانه ساحلی ۱۲- ۱۸ متر، اقدامات انسانی کمی اثر گذاشته است	عرض کرانه ساحلی ۶- ۱۲ متر، عملیات انسانی زیاد اثر گذارده است.	عرض کرانه ساحلی کمتر از ۶ متر، کرانه ساحلی بدون رویش گیاهی است یا رویش آن خیلی کم است.
	امتیاز ساحل راست	۹- ۱۰	۶- ۸	۳- ۵	۰- ۲
	امتیاز ساحل چپ	۹- ۱۰	۶- ۸	۳- ۵	۰- ۲

پیوست الف ۱- فرم ۳- ۱ از ۲

برگه اطلاعات میدانی

ارزیابی زیستگاه - بازه های کم شیب

نام رودخانه		موقعیت
ایستگاه شماره	فاصله از انتهای رود	رده آبراه
طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	حوضه آبریز
نام بررسی کننده:		
موقعیت	رده آبراه	حوضه آبریز
علت مطالعه		

	پارامتر زیستگاه	طبقه بندی شرایط			
		بسیار خوب	خوب	حدی	بد (ضعیف)
پارامترهایی که باید ارزیابی شود	۱- بسترهای صدف زی	بش از ۵۰٪ بستر برای ایجاد کلونی بی مهرگان و حضور ماهی مناسب است، مخلوطی از موانع، تنه های مستغرق، زیر دیواره های فرسوده شده، قلوه سنگ و بستر پایدار برای ایجاد کلونی کامل، تنه درخت ها قدیمی هستند	۳۵-۵۰٪ مخلوط زیستگاه پایدار، مناسب برای ایجاد کلونی کامل و زیستگاه کافی برای حفظ جمعیت، حضور تنه درختان تازه افتاده ولی هنوز کلونی بر روی آن ها ایجاد نشده	۱۰- ۳۰٪ مخلوط زیستگاه پایدار، زیستگاه موجود کمتر از حد مطلوب است، بستر مکررا تخریب شده و یا جابه جا می شود	زیستگاه پایدار کمتر از ۱۰٪ است، کمبود یا نبود زیستگاه مشهود است، بستر ناپایدار و یا اصلا وجود ندارد
	امتیاز	۲۰ -۱۶	۱۵ -۱۱	۱۰ -۶	۵ -۰
	۲-بسترهای گودابی	مخلوط مواد بستر با شن و ماسه غالب است، وجود شبکه ریشه درختان و گیاهان مستغرق	مخلوط ماسه نرم، گل یا رس، گل می تواند غالب باشد، مقداری شبکه ریشه درختان و گیاهان مستغرق وجود دارد.	تمام بستر رس و یا ماسه است، شبکه ریشه در بستر کم است و یا نیست، گیاه مستغرق نیز حضور ندارد	بستر رسی سخت، یا سنگ بستر، فاقد شبکه ریشه و یا رویش گیاهی
	امتیاز	۲۰ -۱۶	۱۵ -۱۱	۱۰ -۶	۵ -۰
	۳- تغییر پذیری گوداب ها	مخلوط یکدست از گرداب های وسیع و کم عمق، وسیع و عمیق، کوچک و کم عمق، کوچک و عمیق وجود دارد	بیشتر گوداب ها وسیع و عمیق هستند و تعداد خیلی کمی از آن ها کم عمق هستند	گوداب های کم عمق غلبه دارند ولی تعداد گوداب عمیق وجود دارد	بیشتر گوداب ها کوچک و کم عمق هستند و یا گوداب وجود ندارد
	امتیاز	۲۰ -۱۶	۱۵ -۱۱	۱۰ -۶	۵ -۰
	۴- ته نشین شدن رسوبات	جزایر میان رودخانه ای عملا ثابت هستند و وسیع نمی شوند، و کمتر از ۲۰٪ بستر تحت تاثیر رسوب کذاری است.	مقداری رسوب گذاری نو به خصوص از نوع شنی، ماسه ای و دانه ریز وجود دارد. ۲۰-۵۰٪ از بستر تحت تاثیر رسوب گذاری است	رسوب گذاری نو در حد متوسط مشاهده می شود. ۵۰ – ۸۰٪ از بستر تحت تاثیر است. بر روی عوارض موجود در بستر رسوب نو نهشته شده است.	رسوب گذاری سنگین مشهود است، بیش از ۸۰٪ بستر مکررا در حال تغییر است، آبگیرها پر شده اند
	امتیاز	۲۰ -۱۶	۱۵ -۱۱	۱۰ -۶	۵ -۰
	۵- وضعیت جریان در آبراه	آب به پاشنه دیوار آبراه می رسد و مساحت کمی از بستر بدون آب است	آب بیش از ۷۵٪ آبراه را می گیرد و کمتر از ۲۵٪ مقطع بیرون از آب است	آب بین ۲۵- ۷۵٪ آبراه را فرا می گیرد و خیزاب ها بیرون از آب است	آب خیلی کمی در آبراه وجود دارد و بیشتر در گوداب ها آب هست.
	امتیاز	۲۰ -۱۶	۱۵ -۱۱	۱۰ -۶	۵ -۰

پیوست الف۱ – فرم ۳- ۲ از ۲

برگه اطلاعات میدانی

ارزیابی زیستگاه – بازه های کم شیب

	پارامترزیستگاه	طبقه بندی شرایط			
		بسیار خوب	خوب	حدی	بد (ضعیف)
پارامترهایی که باید ارزیابی شود	۶- تغییر آبراه	فرسایش و رسوب گذاری مشاهده نمی شود، آبراه وضعیت عادی دارد	تغییر آبراه و فرسایش مشاهده می شود به ویژه در طرفین پل ها، نشانه های رسوب گذاری و فرسایش مشهود است	تغییر آبراه زیاد و فرسایش شدید است. خاکریزها و یا سازه های حفاظت ساحل وجود دارد. ۴۰- ۸۰٪ بازه رودخانه کانالیزه است	ساحل ها با گابیون یا بتون حفاظت شده است، بیش از ۸۰٪ بازه رودخانه کانالیزه شده و دست خورده است. زیستگاه ها به شدت تغییر یافته اند و یا به کلی از بین رفته اند
	امتیاز	۲۰ -۱۶	۱۵- ۱۱	۱۰ -۶	۵ -۰
	۷- پیچ و خم رودخانه	پیچ و خم در مسیر رودخانه طول آن را تا حد ۳- ۴ برابر افزایش می دهد، توجه: در هم پیچیدن آبراهه ها در بسترها وسیع در مناطق ساحلی و کم شیب کاملا عادی است. در این مناطق این پارامتر به آسانی امتیاز دهی نمی شود	پیچ و خم در مسیر رودخانه طول آن را در حدود ۲ -۳ برابر افزایش می دهد	پیچ و خم در مسیر رودخانه طول آن را تا حدود ۲ برابر افزایش می دهد	مسیر مستقیم است و رودخانه در طول زیاد بدون پیچ و خم است
	امتیاز	۲۰ -۱۶	۱۵- ۱۱	۱۰ -۶	۵ -۰
	۸- پایداری دیواره ها چپ و راست در جهت پایین دست	دیواره ها پایدارند، نشانه های فرسایش و تخریب بدنه وجود ندارد و یا خیلی کم است، احتمال این که در آینده مشکل به وجود آید کم است. کمتر از ۵٪ دیواره تحت تاثیر است	پایداری دیواره ها متوسط است، گاه گاه علایم خفیف از فرسایش دیواره مشاهده می شود، ۵-۳۰ درصد از دیواره در بازه مورد مطالعه فرسایش دارد.	ناپایداری متوسط است، ۳۰-۶۰ درصد از دیواره ها در بازه مورد مطالعه بخش های فرسوده شده دارد، در مواقع سیلابی فرسایش شدید است.	دیواره ها ناپایدارند، بخش های فرسوده شده متعدد و زیاد است، علایم ریزش دیواره مشهود است. ۶۰-۱۰۰٪ دیواره ها علامت فرسایش دارند.
	امتیاز برای ساحل راست	۱۰ -۹	۸ -۶	۵ -۳	۲ -۰
	امتیاز برای ساحل چپ	۱۰ -۹	۸ -۶	۵ -۳	۲ -۰

	پارامترزیستگاه	طبقه بندی شرایط			
		بسیار خوب	خوب	حدی	بد (ضعیف)
پارامترهایی که باید ارزیابی شود	۹- حفاظت با پوشش گیاهی	بیش از ۹۰ درصد مساحت دیواره آبراه و کناره ها پوشیده از رویش گیاهی بومی و شامل درختان، زیراشکوب درختچه ای و گیاهان علفی است، علایم تخریب پوشش گیاهی در اثر چرا و یا علف چینی خیلی کم و یا نیست، تقریبا همه گیاهان در وضعیت طبیعی هستند	۷۰- ۹۰ درصد از مساحت دیواره آبراه پوشیده از گیاهان بومی است ولی رویش گیاهی یک دست نیست. علایم تخریب و یا چرا دیده می شود ولی بر پایداری رویش اثر نگذاشته است. بیش از ۵۰ ٪ ارتفاع گیاه برجای مانده است.	۵۰- ۷۰٪ مساحت دیواره های آبراه پوشیده از گیاهان بومی است. علایم تخریب رویش مشهود است، بخش های بدون رویش گیاهی و یا با گیاهان دست کاشت وجود دارد. کمتر از نیمی از ارتفاع گیاهان چرانیده شده برجای مانده است.	کمتر از ۵۰٪ دیواره های آبراه پوشیده از رویش گیاهی بومی است. تخریب رویش گیاهی دیواره ها شدید است. رویش گیاهی به شدت چرانیده شده و به صورت میانگین فقط ۵ سانتی متر و یا کمتر از آن باقی مانده است.
	امتیاز ساحل راست	۹- ۱۰	۶- ۸	۳- ۵	۰- ۲
	امتیاز ساحل چپ	۹- ۱۰	۶- ۸	۳- ۵	۰- ۲
	۱۰- عرض پوشش گیاهی کناره رودخانه	عرض کرانه ساحلی > ۱۸ متر، اقدامات انسانی (راه، پارکینگ، علف کنی، کشت و کار...) تاثیر نگذاشته است.	عرض کرانه ساحلی ۱۲-۱۸ متر، اقدامات انسانی کمی اثر گذاشته است	عرض کرانه ساحلی ۶- ۱۲ متر، عملیات انسانی زیاد اثر گذارده است.	عرض کرانه ساحلی کمتر از ۶ متر، کرانه ساحلی بدون رویش گیاهی است یا رویش آن خیلی کم است.
	امتیاز ساحل راست	۹- ۱۰	۶- ۸	۳- ۵	۰- ۲
	امتیاز ساحل چپ	۹- ۱۰	۶- ۸	۳- ۵	۰- ۲

پیوست الف ۲ – فرم ۱

برگه اطلاعات میدانی

پریفیتون

نام رودخانه		موقعیت	
ایستگاه شماره	فاصله از انتهای رود	رده آبراه	
طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	حوضه آبریز	
نام بررسی کننده:			
موقعیت		رده آبراه	حوضه آبریز
علت مطالعه			

نوع زیستگاه	درصد هر یک از انواع زیستگاه را درج کنید: شن، سیلت، گل، لجن ٪ شن – قلوه سنگ ٪ . سنگ بستر ٪ قطعات چوبی کوچک ٪ قطعات چوبی بزرگ ٪ گیاه، ریشه ٪ تند آب ٪ جریان آرام ٪ آبگیر- گوداب ٪ سایه انداز ٪
تهیه نمونه	ابزار مورد استفاده: دستگاه مکش نمونه گیر گیره ای خراشیدن دیگر نمونه ها چگونه جمع آوری شدند؟ پیاده روی در رودخانه: از ساحل: از قایق: در زیستگاه ها طبیعی، تعداد نمونه های تهیه شده از هر زیستگاه را مشخص کنید: شن، سیلت، گل، لجن ٪ شن – قلوه سنگ ٪، سنگ بستر ٪ قطعات چوبی کوچک ٪ قطعات چوبی بزرگ ٪ گیاه، ریشه ٪
اظهار نظرهای کلی	

تهیه فهرست کیفی از زیستمندان آبی

فراوانی نسبی را نشان بدهید

راهنمای علایم فراوانی: صفر= بدون موجود آبزی، ۱= نادر (< ۵٪ ، ۲= معمولی و متعارف (۵-۳۰٪)
۳ = زیاد (۳۰-۷۰ ٪) ۴= غالب (>۷۰٪)

پریفیتون	۰	۱	۲	۳	۴	چسبنده ها	۰	۱	۲	۳	۴
جلبک های رشته ای	۰	۱	۲	۳	۴	بی مهرگان بزرگ	۰	۱	۲	۳	۴
ماکروفیت ها	۰	۱	۲	۳	۴	ماهی	۰	۱	۲	۳	۴

پیوست الف-۲ فرم ۲

فرم ورود نمونه های پریفیتون به آزمایشگاه

تاریخ جمع آوری	جمع آوری شده به وسیله	تعداد ظرفها	ماده حفاظت کننده	شماره ایستگاه	نام و موقعیت آبراه	تاریخ دریافت به وسیله آزمایشگاه	شماره کار	تاریخ تکمیل کار		
								دسته بندی	تهیه لام و لامل	شناسایی

پیوست الف-۲ فرم ۳- ۱ از ۲

برگه آزمایشگاهی پریفیتون جلبک نرم

صفحه از

نام رودخانه		موقعیت	
ایستگاه شماره	فاصله از انتهای رود	رده آبراه	
طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	حوضه آبریز	
نام بررسی کننده:			
موقعیت		رده آبراه	حوضه آبریز
علت مطالعه			

نام رده	برچسب	کد	شمار سلول ها	درجه اطمینان از صحت رده بندی TCR

علایـم اختصـاری برای درجه اطمینان از صحت رده بنـدی : ۱= اطمینان کامل ۵= کمترین درجه اطمینان اگر درجه بندی ۳-۵ باشد، دلیل ارایه شود.

تعداد کل سلول های جلبکی .....

تعدادکل رده ها .....

پیوست الف-۲ فرم ۳ - ۲ از ۲

برگه آزمایشگاهی جلبک‌های نرم پریفیتون

کد شناسایی آبراه	تاریخ شمارش
طول مقطع شمارش شده	عرض مقطع شمارش شده
اندازه شیشه مشاهده	حجم کل نمونه
حجم نمونه روی شیشه مشاهده	ضریب رقیق سازی نمونه
درصدی از نمونه که شمارش شده است	مساحت بستر نمونه برداری شده
تعداد کل سلول‌های شمارش شده	تراکم سلول در مجموعه

رده‌بندی			در مورد علل رده‌بندی درجه اطمینان به ۳-۵ توضیح ارایه شود:
مشخصات کارشناس			
تاریخ			دیگر اظهار نظرها
کنترل کیفیت	اری	خیر	نام کنترل کننده کیفیت:
شناسایی جلبک‌ها	پذیرفته شده		رد شده
کنترل و وارسی شد	آری		خیر

در صورت نیاز برای اظهار نظری از این قسمت استفاده شود

پیوست الف-۲ فرم ۴

برگه بررسی سریع پریفیتون

نام آبراه		موقعیت:
شماره ایستگاه	فاصله از انتها	رده آبراه
طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	حوضه آبریز
محموله شماره		
نام جمع آوری کننده	تاریخ	نام کارشناس رده‌بندی / تاریخ

ارزیابی شده به وسیله	شناسایی جلبک‌های درشت# ۱
مساحت شبکه (شیشه مشاهده)	شناسایی جلبک‌های درشت # ۲
شناسایی جلبک‌های ریز# ۱	شناسایی جلبک‌های ریز# ۲

شماره مقطع	شماره نقاط بر روی شبکه	جلبک های درشت شماره ۱ ، نقاط پوشش داده شده	جلبک های درشت شماره ۲، نقاط پوشش داده شده	شماره نقاط جلبک های ریز	جلبک های ریز گروه ۱ نقاط پوشش داده شده با رده ضخامت							جلبک های ریز گروه ۲ نقاط پوشش داده شده با رده ضخامت						
					۰	۰,۵	۱	۲	۳	۴	۵	۰	۰,۵	۱	۲	۳	۴	۵
جمع شمار نقاط در سایت																		

نظرات :

پیوست الف ۳- فرم ۱

برگه میدانی بی مهرگان درشت کفزی

نام رودخانه		موقعیت	
ایستگاه شماره	فاصله از انتهای رود	رده آبراه	
طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	حوضه آبریز	
نام بررسی کننده:			
تنظیم کننده فرم:		تاریخ	زمان مطالعه
علت مطالعه			

نوع زیستگاه	درصد هر یک از انواع زیستگاه را درج کنید: شن، سیلت، گل، لجن ٪ شن – قلوه سنگ ٪ سنگ بستر ٪ قطعات چوبی کوچک ٪ قطعات چوبی بزرگ ٪ گیاه، ریشه ٪ تند آب ٪ جریان آرام ٪ آبگیر- گوداب ٪ سایه انداز ٪
تهیه نمونه	ابزار مورد استفاده: دستگاه مکش نمونه گیر گیره‌ای خراشیدن دیگر نمونه ها چگونه جمع آوری شدند؟ پیاده روی در رودخانه: از ساحل: از قایق: در زیستگاه های طبیعی، تعداد نمونه های تهیه شده از هر زیستگاه را مشخص کنید: شن، سیلت، گل، لجن ٪ شن – قلوه سنگ ٪ سنگ بستر ٪ قطعات چوبی کوچک ٪ قطعات چوبی بزرگ ٪ گیاه، ریشه ٪
اظهار نظرهای کلی	

مشاهدات میدانی کفزیان درشت

فراوانی نسبی را درج کنید

راهنمای علایم فراوانی: صفر= بدون موجود آبزی، ۱= نادر (۱-۳ کفزی) ، ۲= معمولی و متعارف (۹-۳ کفزی)
۳ = زیاد (>۱۰ کفزی) ۴= غالب (>۵۰ کفزی)

Porifera	۰	۱	۲	۳	۴	Anisoptera	۰	۱	۲	۳	۴	Chironomidae	۰	۱	۲	۳	۴
Hydrozoa	۰	۱	۲	۳	۴	Zygoptera	۰	۱	۲	۳	۴	Ephemeroptera	۰	۱	۲	۳	۴
Platyhelmithes	۰	۱	۲	۳	۴	Hemiptera	۰	۱	۲	۳	۴	Trichoptera	۰	۱	۲	۳	۴
Turbellaria	۰	۱	۲	۳	۴	Coleoptera	۰	۱	۲	۳	۴	Bivalvia	۰	۱	۲	۳	۴
Hirudinea	۰	۱	۲	۳	۴	*Lepidoptera*	۰	۱	۲	۳	۴	*Other*	۰	۱	۲	۳	۴

Oligochaeta	۰	۱	۲	۳	۴	Sialidae	۰	۱	۲	۳	۴	Simuliidae	۰	۱	۲	۳	۴
Isopoda	۰	۱	۲	۳	۴	Corydalidae	۰	۱	۲	۳	۴	Tabinidae	۰	۱	۲	۳	۴
Amphipoda	۰	۱	۲	۳	۴	Tipulidae	۰	۱	۲	۳	۴	Culcidae	۰	۱	۲	۳	۴
Decapoda	۰	۱	۲	۳	۴	Empididae	۰	۱	۲	۳	۴	Gastropoda	۰	۱	۲	۳	۴
	۰	۱	۲	۳	۴		۰	۱	۲	۳	۴		۰	۱	۲	۳	۴
	۰	۱	۲	۳	۴		۰	۱	۲	۳	۴		۰	۱	۲	۳	۴
	۰	۱	۲	۳	۴		۰	۱	۲	۳	۴		۰	۱	۲	۳	۴

پیوست الف ۳- فرم ۲

برگه ورود به آزمایشگاه برای بی مهرگان درشت کفزی

تاریخ جمع‌آوری	جمع آوری کننده	تعداد ظروف	ماده محافظت کننده	شماره ایستگاه	نام و موقعیت آبراه	تاریخ ورود به آزمایشگاه	شماره رهگیری نمونه	تاریخ تکمیل		
								دسته بندی	آماده سازی نمونه (تهیه لام و لامل)	شناسایی

پیوست الف ۳- فرم ۳ - ۱ از ۲

برگه اطلاعات آزمایشگاهی برای بی مهرگان درشت

نام آبراه	موقعیت
شماره ایستگاه فاصله از انتها	رده آبراه
طول جغرافیایی عرض جغرافیایی	حوضه ابریز
نام جمع آوری کننده تاریخ	نام کارشناس رده‌بندی تاریخ
جمعیت هدف برای زیر نمونه ۱۰۰ ۲۰۰ ۳۰۰ سایر	شماره رهگیری نمونه

نام گونه، خانواده و یا جنس را در فرم زیر درج کنید

بی مهره کفزی		No.	LS	TI	TCR	بی مهره کفزی		No.	LS	TI	TCR
Oligochaeeta						*Megaloptera*					
Hirudinea						*Coleoptera*					
Isopoda											
Amphibia						*Diptera*					
Decapoda											
Ephemeroptera						*Gastropoda*					
						Pelecypoda					
Plecoptera						*Others*					
Trichoptera											
Hemiptera											

درجــه حتمیــت و اطمینان به رده بندی (TCR) – ۱- ۵ ، ۱ رده بندی قطعی، ۵ کمتریــن اطمینان به رده بندی. اگر رده بندی بین ۳-۵ باشد باید دلیل آن تشریح شود.

مرحل سنی (LS)
نار س (I)
بالغ = (A)
نام رده بند (TI)

تعداد کل کفزیان: تعداد کل رده ها:

پیوست الف ۳- فرم ۳ - ۲ از ۲

برگه اطلاعات آزمایشگاهی برای بی مهرگان درشت کفزی

اطلاعات مربوط به زیر نمونه ها و دسته بندی	تعداد شبکه هایی که جمع آوری شده است زمان مصرف شده تعداد کفزیان حضور کفزیان بزرگ و یا کفزیان پر شمار را توضیح بدهید
نام مسئول دسته بندی: تاریخ:	کنترل کیفیت: آری خیر کنترل کننده ٪ راندمان شمار کفزیان شمار کفزیان دسته بندی شمار کفزیان دسته بندی دسته بندی شده اصلی شده در مرحله بازنگری دسته بندی شده اصلی = (+ ++++ (÷ ٪ نمونه های پذیرفته شده ٪ نمونه های رد شده .
رده بندی نام کارشناس رده بندی تاریخ	اگر درجه حتمیت رده بندی بین ۳- ۵ است در باره علت آن توضیح بدهید دیگر نظرات اظهار شده
	کنترل کیفیت: آری خیر نام کنترل کننده شناسایی کفزیان پذیرفته شده رد شده وارسی کامل شده است آری خیر

پیوست الف ۳- فرم ۴

برگه امتیازهای ارزیابی اولیه پذیرفته شده

نام آبراه		موقعیت
شماره ایستگاه	فاصله از انتها	رده آبراه
طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	حوضه آبریز
نام جمع آوری کننده		نام کارشناس رده بندی
شماره رهگیری نمونه	تاریخ	تاریخ
زیستگاه: قلوه سنگ	بخش ساحلی	تنه درخت یا مشابه رویش گیاهی

نام گونه، خانواده و یا جنس را در فرم زیر درج کنید

بی مهره کفزی		No.	LS	TI	TCR	بی مهره کفزی		No.	LS	TI	TCR
Oligochaeeta						*Megaloptera*					
Hirudinea						*Coleoptera*					
Isopoda											
Amphibia						*Diptera*					
Decapoda											
hemeroptera											
						Gastropoda					
						Pelecypoda					
Plecoptera											
						Others					
Trichoptera											
						درجـه حتمیت و اطمینـان بـه رده‌بنـدی (TCR) – ۱- ۵ ، ۱ رده‌بندی قطعی، ۵ کمترین اطمینان بـه رده‌بندی. اگر رده‌بندی بین ۳-۵ باشد باید دلیل آن تشریح شود. مرحل سنی (LS) نار س (I) بالغ = (A) نام رده بند(TI)					
Hemiptera											

	ارزش سایت	آستانه هدف	
شمار کل رده			اگر ۲ متریک یا بیشتر بزرگ تر از آستانه هدف باشند سالم
رده EPT			اگر ۲ متریک یا بیشتر در محدوده آستانه باشند مشکوک به: مسئله دار
شاخص تحمل			

پیوست الف ۳- فرم ۵

برگه میدانی بی مهرگان درشت کفزی

نام رودخانه		موقعیت	
ایستگاه شماره	فاصله از انتهای رود	رده آبراه	
طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	حوضه آبریز	
نام بررسی کننده:		نام کارشناس رده‌بندی	تاریخ
تنظیم کننده فرم:		تاریخ	زمان مطالعه
علت مطالعه			

نوع زیستگاه	درصد هر یک از انواع زیستگاه را درج کنید: شن، سیلت، گل، لجن ٪ شن – قلوه سنگ ٪ سنگ بستر ٪ قطعات چوبی کوچک ٪ قطعات چوبی بزرگ ٪ گیاه، ریشه ٪ تند آب ٪ جریان آرام ٪ آبگیر- گوداب ٪ سایه انداز ٪
تهیه نمونه	ابزار مورد استفاده: دستگاه مکش نمونه گیر گیره‌ای خراشیدن دیگر نمونه ها چگونه جمع آوری شدند؟ پیاده روی در رودخانه: از ساحل: از قایق: در زیستگاه های طبیعی، تعداد نمونه های تهیه شده از هر زیستگاه را مشخص کنید: شن، سیلت، گل، لجن ٪ شن – قلوه سنگ ٪ سنگ بستر ٪ قطعات چوبی کوچک ٪ قطعات چوبی بزرگ ٪ گیاه، ریشه ٪
اظهار نظرهای کلی	

پیوست الف ۴- فرم ۱- ۱ از ۲

برگه... میدانی نمونه گیری ماهی (روی برگه)

نام رودخانه		موقعیت	
ایستگاه شماره	فاصله از انتهای رود	رده آبراه	
طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	حوضه آبریز	
نام بررسی کننده:		ابزار مورد استفاده	
تنظیم کننده فرم:		تاریخ	زمان مطالعه
علت مطالعه			

نوع زیستگاه	درصد هر یک از انواع زیستگاه را درج کنید: تند آب ٪ جریان آرام ٪ آبگیر- گوداب ٪ موانع درون رودخانه (تنه درخت) ٪ ماکروفیت های مستغرق ٪ دیگر
تهیه نمونه	ابزار مورد استفاده: الکتروشوکر کولی الکترو شوکر قایقی دیگر آیا از تور برای مسدود کردن ابتدا و انتهای بازه استفاده شد آری خیر دوره زمانی نمونه گیری: زمان شروع زمان خاتمه دوره زمانی عرض آبراه (متر) حداکثر حداقل
اظهار نظرهای کلی	

گونه ها	شمار کل	اختیاری: طول (mm)، وزن (g) حداکثر ۲۵ نمونه					نا هنجاری ها							
							D	E	F	L	M	S	T	Z

پیوست الف ۴- فرم ۱- ۲ از ۲

برگه میدانی نمونه گیری ماهی (پشت برگه)

گونه ها	شمار کل	اختیاری: طول (mm) ، وزن (g) حداکثر ۲۵ نمونه					نا هنجاری ها							
							D	E	F	L	M	S	T	Z

علائم اختصاری ناهنجاری ها:

D= تغییر شکل؛ E= باله های فرسوده ؛ F= جسم قارچی شده ؛ L= زخمی و آسیب دیده ؛ M= مجموعه DEL؛ S= بی حال و نزار ؛ Z = دیگر

پیوست الف ۴- فرم ۲

برگه ورود به آزمایشگاه برای ماهیان

تاریخ جمع آوری	جمع آوری کننده	تعداد ظروف	ماده محافظت کننده	شماره ایستگاه	نام و موقعیت آبراه	تاریخ ورود به آزمایشگاه	شماره رهگیری نمونه	تاریخ تکمیل		
								دسته بندی	آماده سازی نمونه (تهیه لام و لامل)	شناسایی

پیوست ب

نمونه ی دیگر از ارزیابی سریع یک آبراه

روش های ارزیابی سریع در پاسخ به نیاز روزافزون به ارزیابی نظام مند از کیفیت رودخانه ها و با این منظور ابداع شده اند تا یک ارزیابی ساده و سریع و در حد شناسایی از کیفیت آبراهه ها را به دست بدهد.

روش مورد استفاده عبارتست از بازدید بازه های نمونه و امتیاز دهی (نمره دهی) به شرایط کیفی آبراه است. عوامل مهم جاندار و غیر جاندار که بر کیفیت کلی آبراه اثر می گذارند فهرست شده و وزن دهی می شوند و در شش گروه ارزیابی زیر مورد ارزیابی قرار می گیرند:

۱- پایداری مجرای آبراه
۲- فرسایش و رسوب گذاری
۳- زیستگاه های فیزیکی در داخل آبراه
۴- کیفیت آب
۵- شرایط زیستگاه های کرانه ای آبراه
۶- شاخص های بیولوژیکی (بی مهرگان درشت)

برای اینکه شـاخص های اندازه گیری کیفی برای این شـش عامل آماده شـود، نظام ارزیابی سریع، یک پروتکل ارزیابی میدانی مشخص را به کار می گیرد که در آن حدود ۳۰ عامل فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی را در بازه-هایی به فواصل حدود ۱۲۵ متر (در حدود ۸ مقطع در هر کیلومتر) اندازه گیری و ثبت می شود. اطلاعات ابتدا در فرم های میدانی ثبت و سپس به فرم های جامع تر منتقل می شود. موقعیت مقاطع اندازه گیری، وجود ریزشگاه های دامنه ای، موانع عبور ماهی، مناطق فرسایش یافته و دیگر مشاهدات بر روی نقشه مشخص و یا تشریح می شود و با عکس های مناسب مستند می شود تا وضعیت آبراه مطالعه شده را توصیف نماید.

روش ارزیابی سریع با هدف ارزیابی سریع و در عین حال دقیق آبراهه ها صورت می گیرد. این ارزیابی معمولا به وسیله یک تیم ارزیابی با حداقل دو نفر کارشناس انجام می شود. این تیم می تواند در هر روز حدود ۱۲- ۱۵ مقطع را (معادل حدود ۲ کیلومتر مسیر رودخانه) را مورد ارزیابی قرار دهد. در عین حال ارزیابی می تواند به وسیله یک نفر انجام گیرد

۱- عوامل ارزیابی و نظام نمره دهی در ارزیابی سریع آبراه

در زیر یک نمونه نظام نمره دهی ۰-۵۰ ارایه شـده اسـت. به طوریکه ملاحظه می شود به علت نقش مهم تری که جریان آبراه در مقایسه با دیگر عوامل دارد، به عامل پایداری رودخانه وزن کمی بیشتری داده شده است.

جدول ۱- نمونه نظام نمره دهی ارزیابی سریع آبراه

عوامل ارزیابی	طبقه بندی کیفی و نمرات مربوطه				
	عالی	خوب	متوسط	ضعیف	نمره آبراه نمونه
۱- پایداری آبراه	۱۱-۹	۸-۶	۵-۳	۲-۰	۷
۲- فرسایش و رسوب گذاری	۸-۷	۶-۵	۴-۳	۲-۰	۴
۳- زیستگاه های داخل رودخانه	۸-۷	۶-۵	۴-۳	۲-۰	۶
۴- کیفیت آب	۸-۷	۶-۵	۴-۳	۲-۰	۶
۵- زیستگاه های حاشیه رودخانه	۷-۶	۵-۴	۳-۲	۲-۰	۵
۶- شاخص های بیولوژیکی	۸-۷	۶-۵	۴-۳	۲-۰	۸

شاخص های ارزیابی:

عالی: ۴۲- ۵۰ خوب: ۳۰- ۴۱ متوسط: ۱۶- ۲۹ ضعیف ۱۶>

بر این اساس نمونه ارزیابی شده با نمره ۳۶ در ردیف آبراه های با کیفیت «خوب» ارزیابی می شود.

در جداول ۲ برای هر یک از شاخص های ارزیابی شش گانه فوق، توضیحات لازم ارایه شده است.

جدول ۲. روش ارزیابی سریع آبراه (صفحه ۱ از ۶)

موضوع ارزیابی	اهمیت نسبی	عالی	خوب	متوسط	ضعیف
۱- پایداری مجرای آبراه	شاخص تغییرات هیدرولوژیکی و جریان رودخانه و شرایط عمومی زیستگاه‌های آبی شاهدی بر تغییرات گذشته، کنونی و آینده در شکل مجرا	< ۸۰٪ دیواره ساحلی پایدار است. نشانه‌ای بر ریزش دیواره دیده نمی‌شود	۷۱-۸۰٪ دیواره ساحلی پایدار است، علایم معدودی از ریزش دیواره دیده می‌شود	۵۰-۷۰٪ دیواره ساحلی پایدار است، علایم جدید از ریزش دیواره دیده می‌شود. تخریب کم و بیش زیاد است	<۵۰٪ از دیواره ساحلی پایدار است، علایم تخریب زیاد دیده می‌شود
		پیچ و خم‌های آبراه پایدارند. دیواره بیرونی کمتر از ۰.۵ متر بالاتر از دیواره مجرای اصلی و برای آبراهه‌های بزرگتر، کمتر از ۱.۲۵متر. فرسایش زیر دیوار آبراه کمتر از ۰.۵ متر	پیچ و خم‌های آبراه پایدارند. دیواره بیرونی حدود ۰.۵ - ۱ متر بالاتر از دیواره مجرای اصلی و برای آبراهه‌های بزرگ‌تر بین ۱.۲۵- ۱.۷۵ متر. فرسایش زیر دیوار آبراه بین ۰.۵ – ۰.۷۵ متر	پیچ و خم‌های آبراه ناپایدارند. دیواره بیرونی ۱- ۱.۲۵متر بالاتر از دیواره مجرای اصلی و برای آبراهه‌های بزرگ‌تر بین ۱.۵- ۲ متر. فرسایش زیر دیوار آبراه بین ۰.۷۵ – ۱ متر	پیچ و خم‌های آبراه بشدت ناپایدارند. دیواره بیرونی بیش از ۱.۲۵متر بالاتر از دیواره مجرای اصلی و برای آبراهه‌های بزرگ‌تر بین ۲.۲۵ متر. فرسایش زیر دیواره آبراه بیش از ۱ متر
		ریشه درختان قدیمی، بزرگ و خشبی است. ریشه‌های جوان نادر هستند. در هر کیلومتر مسیر ۰- ۱ درخت افتاده مشاهده می‌شود	ریشه درختان به‌طور عمده قدیمی و بزرگ و خشبی هستند. ریشه‌های درختان جوان‌تر کمتر دیده می‌شود. در هر کیلومتر مسیر ۱- ۲ درخت افتاده مشاهده می‌شود	مشاهده ریشه درختان جوان عادی است. در هر کیلومتر ۲-۳ درخت بزرگ افتاده دیده می‌شود	ریشه درختان جوان زیاد دیده می‌شود. در هر کیلومتر بیش از ۳ درخت بزرگ افتاده دیده می‌شود
		یک سوم تحتانی دیواره آبراه کاملا پایدار است.	یک سوم تحتانی دیواره آبراه نسبتا پایدار است.	یک سوم تحتانی آبراه نسبتا فرسوده شده است	یک سوم تحتانی دیواره آبراه به‌شدت فرسوده شده است
		مقطع آبراه به‌طور کلی به‌شکل V یا U است	مقطع آبراه به‌طور کلی به شکل V یا U است	مقطع آبراه به‌طور کلی به شکل ذوزنقه است	مقطع آبراه به‌طور کلی به شکل ذوزنقه است
امتیاز		۹ -۱۱	۶ -۸	۳ -۵	۰ -۲

جدول ۲. روش ارزیابی سریع آبراه ۲ از ۶

موضوع ارزیابی	اهمیت نسبی	عالی	خوب	متوسط	ضعیف
۲- فرسایش و رسوب گذاری در مجرای آبراه	سطح کنترل جریان در مجرا را منعکس می‌سازد. و وقوع جریان‌های سیلابی کنترل نشده و حمل مواد رسوبی و تخریب زیستگاه‌های درون رودخانه‌ای را نشان می‌دهد.	میزان ماسه و سیلت دربر گیرنده مواد درشت‌تر بستر کمتر از ۲۵٪ است. در آبراه‌های بزرگ‌تر کمتر از ۳۵٪	میزان ماسه و سیلت دربر گیرنده مواد درشت‌تر بستر بین ۲۵-۴۹٪ است. در آبراه های بزرگتر بین ۳۵- ۵۹٪	میزان ماسه و سیلت دربر گیرنده مواد درشت‌تر بستر بین ۵۰-۷۵٪ در آبراه‌های بزرگتر بین ۶۰-۸۵٪	میزان ماسه و سیلت دربر گیرنده مواد درشت‌تر بستر بیش از ۷۵٪ است. در آبراه‌های بزرگ‌تر بیش از ۸۵٪
		تعداد زیادی گودابهای عمیق (بیش از یک متر). در آبراه‌های بزرگ‌تر بیش از ۲ متر. کمتر از ۳۰٪ مواد بستر گودابها ماسه و سیلت است	تعداد گودابهای عمیق (بیش از یک متر) متوسط- تا نسبتا زیاد. در آبراه‌های بزرگ‌تر بیش از ۲ متر. بین ۳۰- ۵۹٪ مواد بستر گودابها ماسه و سیلت است	تعداد کم- متوسطی گودابهای عمیق (بیش از یک متر). در آبراه‌های بزرگتر بیش از ۲ متر. بین ۸۰- ۶۰٪ مواد بستر گودابها ماسه و سیلت است	تعداد معدودی گودابهای عمیق ، بیش از ۸۱٪ مواد بستر متشکل از ماسه و سیلت است
		بستر آبراه موج‌های رگه رگه و کف بستر کاسه مانند (هلالی). رسوب گذاری دیده نمی‌شود	بستر آبراه موج‌های رگه رگه و کف بستر کاسه مانند (هلالی). رسوب گذاری کم	بستر آبراه موج‌های رگه رگه و کف بستر کاسه ای (هلالی). رسوب گذاری دیده متوسط است	بستر آبراه موج‌های رگه رگه و کف بستر کاسه ای (هلالی)، رسوب گذاری متوسط - زیاد است
		رسوبات جدید و گسترده ماسه مشاهده نمی‌شود یا بسیار کم است. بر روی دیواره‌های کوتاه نیز رسوب گذاری جدید مشاهده نمی‌شود	رسوبات جدید و گسترده ماسه مشاهده می‌شود. در ساحت‌های کوچک و به طور پراکنده رسوبات جدید بر روی دیواره‌های کوتاه می‌شود	رسوبات جدید و گسترده ماسه نسبتا زیاد مشاهده می‌شود. در ساحت‌های کوچک و به‌طور پراکنده رسوبات جدید بر روی دیواره‌های کوتاه می‌شود	رسوبات جدید و گسترده ماسه زیاد مشاهده می‌شود. به‌طور مکرر در ساحت‌های متوسط رسوبات جدید بر روی دیواره‌های کوتاه می‌شود
		تلماسه به تعداد بسیار کم و کوچک و در وضعیت پایدار و دارای پوشش گیاهی. رسوب ماسه جدید دیده نمی‌شود	تلماسه دیده می‌شود ولی کوچک و پایدار است و یا پوشش گیاهی دارد. ممکن است کمی رسوب جدید ماسه دیده شود	تلماسه در اندازه متوسط و به‌صورت ناپایدار دیده می‌شود بر روی دیواره‌های کوتاه رسوب جدید ماسه به مقدار زیاد دیده می‌شود	تلماسه متوسط تا بزرگ دیده می‌شود و ناپایدار است. بر روی دیواره‌های کوتاه رسوب نو و سنگین از ماسه دیده شود
امتیاز		۸-۷	۶-۵	۴-۳	۲-۰

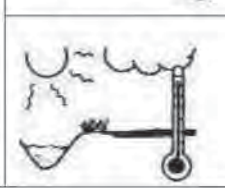
جدول ۲. روش ارزیابی سریع آبراه ۳ از ۶

موضوع ارزیابی	اهمیت نسبی	عالی	خوب	متوسط	ضعیف
۳- زیستگاه درون آبراهه	نشان دهنده قابلیت آبراه برای تامین شرایط لازم برای پشتیبانی از تعادل جامعه آبزیان (عمق آب، سرعت جریان، دمای آب، شرایط بستر و نهایتا کیفیت آب)	محیط خیس شده بیش از ۸۵٪ عرض بستر (به‌راه آبراه اصلی و بزرگ بیش از ۹۰٪)	محیط خیس شده بین ۸۵- ۶۱٪ عرض بستر (۹۰- ۶۶٪ برای آبراهه اصلی و بزرگ)	محیط خیس شده بین ۶۰- ۴۰٪ عرض بستر (۶۵- ۴۵٪ برای آبراه اصلی و یا بزرگ)	محیط خیس شده کمتر از ۴۰٪ عرض بستر (کمتر از ۴۵٪ در آبراه اصلی و بزرگ)
		زیستگاه خیزابی و گودابی وجود دارد، تنوع زیاد- کافی از سرعت و عمق جریان وجود دارد	اختلاط مناسبی از خیزاب و گوداب و نیز تنوع مناسبی از سرعت و عمق جریان وجود دارد	گوداب کمی وجود دارد و خیزاب غلبه دارد، تنوع سرعت و عمق محدود است و سرعت معمولا کم و عمق آب نیز کم است. در آبراه بزرگ گوداب غلبه دارد و سرعت و عمق آب متوسط است	عموما یک زیستگاه غلبه دارد (معمولا RUN) و تنوع بسیار کم است و عمق و جریان یکنواخت است. در آبراه بزرگ RUN، و گوداب غلبه دارد و تنوع عمق و سرعت بسیار کم است
		ترکیب بستر خیزاب متشکل از قلوه سنگ، شن درشت، با کمی مواد شنی ریز و ماسه (بیش از ۵۰٪ قلوه سنگ)	مواد بستر خیزاب ترکیب مناسبی از شن و قلوه سنگ و شن با ماسه و مواد ریز است (بین ۴۹- ۲۵٪ مواد قلوه سنگ است)	مواد بستر عمدتا متشکل از قلوه‌های کوچک و شن ریز و ماسه (بین ۲۴- ۵٪ قلوه در ترکیب بستر)	مواد بستر عمدتا متشکل از شن و دارای درصد زیادی ماسه (کمتر از ۵٪ قلوه‌سنگ)
		عمق خیزاب بیش از ۲۰ سانتی‌متر	عمق خیزاب ۱۵- ۲۰ سانتی‌متر	عمق خیزاب ۱۰- ۱۵ سانتی‌متر	عمق خیزاب کمتر از ۱۰ سانتی‌متر
		گوداب‌های وسیع با عمق بیش از ۰.۶ متر (بیش از ۱.۲ متر برای آبراهه اصلی و بزرگ) با پوشش و سایه انداز خوب	گوداب‌های وسیع با عمق بین ۰.۶- ۰.۴ متر (بین ۱.۲- ۰.۹ متر در آبراه اصلی و بزرگ)، با کمی پوشش و سایه انداز	گوداب وسیع با عمق بین ۰.۴- ۰.۳ متر (۰.۸- ۰.۶ متر برای آبراه اصلی و بزرگ)، با پوشش و سایه انداز جزیی	گوداب وسیع با عمق کمتر از ۰.۳ متر (۰.۶ متر برای آبراه اصلی)، بدون پوشش (سایه انداز)
		بدون تغییر عمده در مقطع مجرا، بدون تل‌ماسه و یا گشاد شدگی مقطع	آثار ایجاد تل‌ماسه مشهود است و کمی تغییر در مقطع مجرا مشاهده می‌شود	تعدادی تل‌ماسه در مقطع دیده می‌شود، مقطع نیز تا اندازه‌ای تغییر نشان می‌دهد	تغییرات مقطع و گشادشدگی مجرا زیاد است و تل‌ماسه نیز به تعداد زیاد مشهود است.
		دمای آب در بعد از ظهر تابستان کمتر از ۲۰ oC	دمای آب در بعد از ظهر تابستان بین ۲۴-۲۰oC	دمای آب در بعد از ظهر تابستان بین ۲۶-۲۴ oC	دمای آب در بعد از ظهر تابستان بیش از ۲۶ oC
امتیاز		۸-۷	۶-۵	۴-۳	۲-۰

جدول ۲. روش ارزیابی سریع آبراه ۴ از ۶

موضوع ارزیابی	اهمیت نسبی	عالی	خوب	متوسط	ضعیف
۴- کیفیت آب	شاخص وجود: اختلالات در حوضه آبریز / فعالیت‌های انسانی ، منابع نقطه‌ای و یا غیر نقطه‌ای آلودگی، و شرایط زیستگاه‌های آبی	وجود ۱۰-۰٪ پوشش جرم آلی در زیر سنگ‌دانه‌ها،	وجود ۲۰-۱۱٪ پوشش جرم آلی در زیر سنگ‌دانه‌ها	وجود ۵۰-۲۱٪ پوشش جرم آلی در زیر سنگ‌دانه‌ها	وجود بیش از ۵۰٪ پوشش جرم آلی در زیر سنگ‌دانه‌ها
		شوری < ۵۰ mg/l	شوری بین ۱۰۰-۵۰ mg/l	شوری بین ۱۵۰-۱۰۱ mg/l	شوری > ۱۵۰ mg/l
		عمق دید بیش از ۰٫۹ متر	عمق دید بین ۰٫۴۸ تا ۰٫۹ متر	عمق دید بین ۰٫۴۸ - ۰٫۱۸ متر	عمق دید کمتر از ۰٫۱۸ متر
		بدون بو	بوی ملایم لجن – مواد آلی	بوی متوسط تا شدید لجن – مواد آلی	بوی شدید لجن – مواد آلی
امتیاز		۸-۷	۶-۵	۴-۳	۲-۰

جدول ۲. روش ارزیابی سریع آبراه ۵ از ۶

موضوع ارزیابی	اهمیت نسبی	عالی	خوب	متوسط	ضعیف
۵- زیستگاه‌های کرانه‌ای	شاخصی است برای شناخت تغییرات ناشی از اثرات پیرامونی جریان در آبراه، رژیم دمایی، و شرایط زیستگاه‌های آبی و خشکی	جنگل عریض (بیش از ۵۰ متر)) در دو طرف آبراه	جنگل عریض (بیش از ۳۰ متر) که بخش عمده طول دو طرف رودخانه را پوشش می‌دهد	اراضی کرانه‌ای که بخش عمده آن درخت زار است ولی جابه‌جا خالی است	اراضی کرانه‌ای که فاقد درخت است، پوشش علفی دارد و در نوار باریکی امتداد رودخانه را می‌پوشاند
		سایه انداز پوشش جنگلی بیش از ۸۰٪ است (برای آبراه اصلی سایه انداز بیش از ۶۰٪)	سایه انداز پوشش جنگلی بین ۷۹- ۶۰٪ است (برای آبراه اصلی سایه انداز بین ۵۹- ۴۵ ٪)	سایه انداز پوشش جنگلی بین ۶۰- ۵۰٪ است (برای آبراه اصلی سایه انداز بین ۴۴- ۳۰ ٪)	سایه انداز پوشش جنگلی کمتر از ۵۰٪ است (برای آبراه اصلی سایه انداز کمتر از ۳۰٪)
امتیاز		۷- ۶	۵- ۴	۳- ۲	۱- ۰

جدول ۲. روش ارزیابی سریع آبراه ۶از ۶

موضوع ارزیابی	اهمیت نسبی	عالی	خوب	متوسط	ضعیف
۶- شاخص‌های بیولوژیکی	بهترین شاخص معرف سلامتی آبراه و سطح اختلال در حوضه	• متنوع بی‌مهرگان درشت حضور دارند و انواع غالب آن‌ها عبارتند از شکم‌پایان، تعداد کمی حلزون و حشرات شکمپا	Mayfly و حشره کادیس حضور دارد .تنوع گونه‌ای به‌طور کلی خوب است	حشراتی که در مقابل آلودگی‌ها مقاومند حضور دارند، حلزون، مگس midgefly، کرم‌های آبزی غلبه دارند.	تنوع ضعیف و به‌طور کلی مگس midgefly غالب است
		به‌تعداد زیاد حضور دارند.	به‌تعداد متوسط تا زیاد حضور دارند	به‌تعداد کم تا متوسط حضور دارند	تعداد قلیلی و به تعداد کم
امتیاز		۶-۷	۴-۵	۲-۳	۰-۱

جمع کل امتیازها

طبقه بندی :

۵۰-۴۲٪: عالی ۴۱- ۳۰٪ : خوب ۳۰- ۱۶: متوسط ۱۶>: ضعیف

پیوست پ

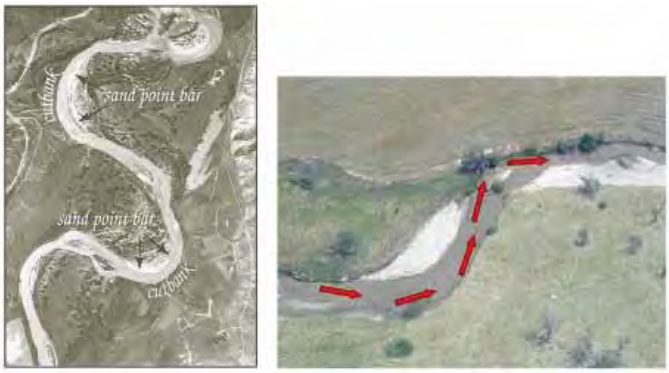
خیزاب (Riffle) ، گوداب (Pool)

خیزاب ها بخش های کوتاه و متناوبی از مسیر آبراه است که در آن عمق آب نسبتا کم، سرعت آن نسبتا زیاد، بستر آن قلوه سـنگی و جریان آن متلاطم و موجدار اسـت. خیزاب بعلت تند شدن شیب بستر و یا وجود یک مانع بر سر جریان به وجود می آید. گوداب که در تناوب با خیزاب قرار می گیرد بخشی از آبراه است که نسبتا عمیق تر، جریان در آن آرام تر و بستر آن از مواد ریز دانه است. خیزاب و گوداب از مظاهر آبراهه های شیبدار در مناطق کوهستانی و دامنه ای است. بر اساس یک قاعده تجربی فواصل خیزاب های متوالی در حدود ۶ برابر عرض آبراه است.

چند نمونه از خیزاب (Riffle) و گوداب (Pool)

تلماسه (Sand Point bar)

تلماسه یک پدیده رسوبی هلالی شکل ساخته شده از شن و ماسه است که در قوس های داخلی پیچ یا خم های رودخانه مجتمع می شود. تصاویر برای توضیح کفایت دارند.



منابع

American Public Health Association (APHA). 1995. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Pollution Control Federation. 19th edition, Washington, D.C.

Angermeier, P.L. 1987. Spatiotemporal variation in habitat selection by fishes in small Illinois streams. Pages 60-52 in Matthews and Heins (eds.). Community and Evolutionary Ecology of North American Stream Fishes. University of Oklahoma Press, Norman, Oklahoma.

Bahls, L.L. 1993. Periphyton bioassessment methods for Montana streams. Montana Water Quality Bureau, Department of Health and Environmental Science, Helena, Montana.

Bahls, L.R., R. Burkantis, and S. Tralles. 1992. Benchmark biology of Montana reference streams.Department of Health and Environmental Science, Water Quality Bureau, Helena, Montana.

Barbour, M.T., J.L. Plafkin, B.P. Bradley, C.G. Graves, and R.W. Wisseman. 1992. Evaluation of EPA›s rapid bioassessment benthic metrics: Metric redundancy and variability among reference stream sites. Environmental Toxicology and Chemistry 449-437:(4)11.

Barbour, M.T., M.L. Bowman, and J.S. White. 1994. Evaluation of the biological condition of streamsin the Middle Rockies - Central ecoregion. Prepared for Wyoming Department of Environmental Quality.

Barbour, M.T., J.B. Stribling, and J.R. Karr. 1995. Multimetric approach for establishing biocriteria and measuring biological condition. Pages 77-63 in W.S. Davis and T.P. Simon (editors). Biological assessment and criteria. Tools for water resource planning and decision making. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida.

Barbour, M.T., J.M. Diamond, C.O. Yoder. 1996a. Biological assessment strategies: Applications and Limitations. Pages 270-245 in D.R. Grothe, K.L. Dickson, and D.K. Reed-Judkins (editors). Whole effluent toxicity testing: An evaluation of methods and prediction of receiving system impacts, SETAC Press, Pensacola, Florida.

Barbour, M.T., J. Gerritsen, G.E. Griffith, R. Frydenborg, E. McCarron, J.S. White, and M.L. Bastian. 1996b. A framework for biological criteria for Florida streams using benthic macroinvertebrates. Journal of the North American Benthological Society 211-185:(2)15.

Barbour, M.T., J. Gerritsen, and J.S. White. 1996c. Development of the stream condition index (SCI) forFlorida. Prepared for Florida Department of Environmental Protection, Tallahassee, Florida. Beck, W.M., Jr. 1965. The Streams of Florida. Bulletin of the Florida State Museum 126-81:(3)10.

Biggs, B. J. F. 1996. Patterns of benthic algae in streams. In Algal Ecology: Freshwater Benthic Ecosystems. R. J. Stevenson, M. Bothwell, and R. L. Lowe. pp. 55-31. Academic Press, San Diego, California, USA.

Cairns, J., Jr. 1982. Artificial substrates. Ann Arbor Science Publishers, Inc., Ann Arbor, Michigan.

Cairns, J., Jr. and R.L. Kaesler. 1971. Cluster analysis of fish in a portion of the Upper Potomac River. Transactions of the American Fisheries Society 756-100:750.

Cooper, J.M. and J.L. Wilhm. 1975. Spatial and temporal variability in productivity, species diversity, and pigment diversity of periphyton in a stream receiving domestic and oil refinery effluents. Southwestern Naturalist 428 -19:413.

Cummins, K.W. and M.J. Klug. 1979. Feeding ecology of stream invertebrates. Annual Review of Ecology and Systematics 172-147 :10.

Cummins, K.W., M.A. Wilzbach, D.M. Gates, J.B. Perry, and W.B. Taliaferro. 1989. Shredders and riparian vegetation. Bioscience 30-24:(1)39.

Davis, W.S., B.D. Snyder, J.B. Stribling, and C. Stoughton. 1996. Summary of State biological assessment programs for streams and rivers. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Planning, Policy, and Evaluation, Washington, D.C. EPA -230R007-96-.

DeShon, J.E. 1995. Development and application of the invertebrate community index (ICI). Pages 243 -217 in W.S. Davis and T.P. Simon (editors). Biological assessment and criteria: Tools for water resource planning and decision making. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida.

Dodds, W. K., J. R. Jones, and E. B. Welch. 1998. Suggested classification of stream trophic status: Distributions of temperate stream types by chlorophyll, total nitrogen, and phosphorus. Water Research 1462-32:1455.
Florida Department of Environmental Protection (FL DEP). 1996. Standard operating procedures for biological assessment. Florida Department of Environmental Protection, Biology Section. July 1996.
Fore, L.S., J.R. Karr, and R.W. Wisseman. 1996. Assessing invertebrate responses to human activities: Evaluating alternative approaches. Journal of the North American Benthological Society 231-212:(2)15.
Funk, J.L. 1957. Movement of stream fishes in Missouri. Transactions of the American Fisheries Society 57-85:39.
Gammon, J.R., A. Spacie, J.L. Hamelink, and R.L. Kaesler. 1981. Role of electrofishing in assessing environmental quality of the Wabash River. Pages 324-307 STP 730 in J.M. Bates and C.I. Weber (editors). Ecological Assessments of Effluent Impacts on Communities of Indigenous Aquatic Organisms. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, Pennsylvania.
Gerking, S.D. 1959. The restricted movement of fish populations. Biological Review 242-34:221.
Gibson, G.R., M.T. Barbour, J.B. Stribling, J. Gerritsen, and J.R. Karr. 1996. Biological criteria:Technical guidance for streams and small rivers (revised edition). U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington, D. C. EPA -822B001-96-.
Hayslip, G.A. 1993. EPA Region 10 in-stream biological monitoring handbook (for wadable streams in the Pacific Northwest). U. S. Environmental Protection Agency-Region 10, Environmental Services Division, Seattle, Washington. EPA013-92-9-910-.
Hendricks, M.L., C.H. Hocutt, and J.R. Stauffer, Jr. 1980. Monitoring of fish in lotic habitats. In C.H. Hocutt and J.R. Stauffer, Jr. (editors). Biological Monitoring of Fish. D. C. Heath Co., Lexington, Massachusetts.
Hill, B. H. 1997. The use of periphyton assemblage data in an index of biotic integrity. Bulletin of the North American Benthological Society 158 ,14.
Hill, J. and G.D. Grossman. 1987. Home range estimates for three North American stream fishes. Copeia -1987:376 380.
Hilsenhoff, W.L. 1987. An improved biotic index of organic stream pollution. Great Lakes Entomologist 39-31 :20.
Hilsenhoff, W.L. 1988. Rapid field assessment of organic pollution with a family level biotic index. Journal of the North American Benthological Society 68-65:(1)7.
Hughes, R.M. and J.R. Gammon. 1987. Longitudinal changes in fish assemblages and water quality in the Willamette River, Oregon. Transactions of the American Fisheries Society 209-196:(2)116.
Karr, J.R. and D.R. Dudley. 1981. Ecological perspectives on water quality goals. Environmental Management 68-5:55.
Karr, J.R., and E.W. Chu. 1997. Biological monitoring: Essential foundation for ecological risk assessment. Human and Ecological Risk Assessment. 1004-3:933.
Karr, J.R., and E.W. Chu. 1999. Restoring life in running waters: Better biological monitoring. Island Press, Washington, D.C.
Karr, J.R., K.D. Fausch, P.L. Angermeier, P.R. Yant, and I.J. Schlosser. 1986. Assessing biological integrity in running waters: A method and its rationale. Special publication 5. Illinois Natural History Survey.
Klemm and J.M. Lazorchak (editors). Environmental Monitoring and Assessment Program. 1997 Pilot Field Operations Manual for Streams. EPA/620/R004/94-. Environmental Monitoring Systems Laboratory, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati,
Ohio.
Kentucky Department of Environmental Protection (KDEP). 1993. Methods for assessing biological integrity of surface waters. Kentucky Department of Environmental Protection, Division of Water, Frankfort, Kentucky.
Kerans, B.L., J.R. Karr, and S.A. Ahlstedt. 1992. Aquatic invertebrate assemblages: Spatial and temporal differences among sampling protocols. Journal of the North American Benthological Society 390-11:377.
Kerans, B.L. and J.R. Karr. 1994. A benthic index of biotic integrity (B-IBI) for rivers of the Tennessee Valley.

Ecological Applications 785-4:768.
Kolkwitz, R. and M. Marsson. 1908. Ecology of plant saprobia. [Translated 1967]. Pages 52-47 in L.E.
Lange-Bertalot, H. 1979. Pollution tolerance as a criterion for water quality estimation. Nova Hedwigia 304-64:285.
Lowe, R.L. 1974. Environmental requirements and pollution tolerance of freshwater diatoms. U.S. Environmental Protection Agency, Environmental Monitoring Series, Cincinnati, Ohio.
Matthews, W.J. 1986. Fish faunal structure in an Ozark stream: Stability, persistence, and a catastrophic flood. Copeia 397-1986:388.
McFarland, B H., Hill, B. H., and Willingham, W. T. 1997. Abnormal Fragilaria spp. (Bacillariophyceae) in streams impacted by mine drainage. Journal of Freshwater Ecology 9-141 ,12.
Merritt, R.W., K.W. Cummins, and V.H. Resh. 1996. Collecting, sampling, and rearing methods for aquatic insects. Pages 28-12 in R.W. Merritt and K.W. Cummins (editors). An introduction to the aquatic insects of North America. 3rd edition. Kendall/Hunt Publishing, Dubuque, Iowa.
Miller, D.L., P.M. Leonard, R.M. Hughes, J.R. Karr, P.B. Moyle, L.H. Schrader, B.A. Thompson, R.A. Daniel, K.D. Fausch, G.A. Fitzhugh, J.R. Gammon, D.B. Halliwell, P.L. Angermeier, and D.J. Orth. 1988. Regional applications of an Index of Biotic Integrity for use in water resource management. Fisheries 20-12:(5)13.
Ohio Environmental Protection Agency (Ohio EPA). 1987. Biological criteria for the protection of aquatic life: volumes I-III. Ohio Environmental Protection Agency, Columbus, Ohio.
Oklahoma Conservation Commission (OCC). 1993. Development of rapid bioassessment protocols for Oklahoma utilizing characteristics of the diatom community. Oklahoma Conservation Commission, Oklahoma City, Oklahoma.
Pan, Y. and R.J. Stevenson. 1996. Gradient analysis of diatom assemblages in Western Kentucky wetlands. Journal of Phycology 232-32:222.
Pan, Y., R. J. Stevenson, B. H. Hill, A. T. Herlihy, and G. B. Collins. 1996. Using diatoms as indicators of ecological conditions in lotic systems: A regional assessment. Journal of the North American Benthological Society 495-15:481.
Peterson, C.G. and R.J. Stevenson. 1990. Post-spate development of epilithic algal communities in different current environments. Canadian Journal of Botany 2102-68:2092.
Plafkin, J.L., M.T. Barbour, K.D. Porter, S.K. Gross, and R.M. Hughes. 1989. Rapid bioassessment protocols for use in streams and rivers: Benthic macroinvertebrates and fish. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water Regulations and Standards, Washington, D.C. EPA 001-89-4-440.
Platts, W.S., W.F. Megahan, and G.W. Minshall. 1983. Methods for Evaluating Stream, Riparian, and Biotic Conditions. U.S. Department of Agriculture, U.S. Forest Service, Ogden, Utah. General Technical Report INT138-.
Porter, S. D., T. F. Cuffney, M. E. Gurtz, and M. R. Meador. 1993. Methods for Collecting Algal Samples as Part of the National Water-Quality Assessment Program. U. S. Geological Survey, Report 409-93. Raleigh, North Carolina, USA.
Resh, V.H. and J.K. Jackson. 1993. Rapid assessment approaches to biomonitoring using benthic macroinvertebrates. Pages 233-195 in D.M. Rosenberg and V.H. Resh (editors). Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman and Hall, New York.
Resh, V.H., R.H. Norris, and M.T. Barbour. 1995. Design and implementation of rapid assessment approaches for water resource monitoring using benthic macroinvertebrates. Australian Journal of Ecology 121-20:108.
Reynolds, J.B. 1983. Electrofishing. Pages 164-147 in L.A. Nielsen and D.L. Johnson (editors). Fisheries Techniques. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
Rosen, B.H. 1995. Use of periphyton in the development of biocriteria. Pages 215-209 in W.S. Davis and T.P. Simon (editors). Biological assessment and criteria: Tools for water resource planning and decision making. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida.
Ross, L.T. and D.A. Jones (editors). 1979. Biological aspects of water quality in Florida. Technical Series Volume 4, no. 3. Florida Department of Environmental Regulation, Tallahassee.
Science Advisory Board (SAB). 1993. Evaluation of draft technical guidance on biological criteria for streams and

small rivers (prepared by the Biological Criteria Subcommittee of the Ecological Processes and Effects Committee). An SAB Report. US Environmental Protection Agency, Washington, D.C. EPA-SAB-EPEC003-94-.
Smith, E.P., and J.R. Voshell, Jr. 1997. Studies of Benthic Macroinvertebrates and Fish in Streams within EPA Region 3 for Development of Biological Indicators of Ecological Condition. Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA.
Southerland, M.T. and J.B. Stribling. 1995. Status of biological criteria development and implementation. Pages -81 96 in W.S. Davis and T.P. Simon (editors). Biological assessment and criteria: Tools for water resource planning and decision making. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida.
Steedman, R.J. 1988. Modification and assessment of an index of biotic integrity to quantify stream quality in southern Ontario. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science 501-45:492.
Stevenson, R.J. 1984. Epilithic and epipelic diatoms in the Sandusky River, with emphasis on species diversity and water pollution. Hydrobiologia 174-114:161.
Stevenson, R.J. 1990. Benthic algal community dynamics in a stream during and after a spate. Journal of the North American Benthological Society 288-9:277.
Stevenson, R.J. 1996. An introduction to algal ecology in freshwater benthic habitats. Pages 30-3 in R.J. Stevenson, M. Bothwell, R.L. Lowe, editors. Algal Ecology: Freshwater Benthic Ecosystems. Academic Press, San Diego, California.
Stevenson, R. J. 1998. Diatom indicators of stream and wetland stressors in a risk management framework.
Stevenson, R. J. and Y. Pan. 1999. Assessing ecological conditions in rivers and streams with diatoms. Pages -11 40 in E. F. Stoermer and J. P. Smol, editors. The Diatoms: Applications to the Environmental and Earth Sciences. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
ter Braak, C. J. F., and van Dam, H. 1989. Inferring pH from diatoms: A comparison of old and new calibration methods. Hydrobiologia 23-178:209.
Wallace, J.B., J.R. Webster, and W.R. Woodall. 1977. The role of filter feeders in flowing waters. Archiv fur Hydrobiologie 532-79:506.
Weber, C.I. (editor). 1973. Biological field and laboratory methods for measuring the quality of surface water and effluents. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Cincinnati, Ohio. EPA -670 001-73-4.
Whittaker, R.H. 1952. A study of summer foliage insect communities in the Great Smoky Mountains. Ecological Monographs 22:6.
Whittaker, R.H. and C.W. Fairbanks. 1958. A study of plankton copepod communities in the Columbia basin, Southeastern Washington. Ecology 65-39:46.
Whitton, B. A., and Kelly, M. G. 1995. Use of algae and other plants for monitoring rivers. Australian Journal of Ecology 56-45 ,20.
Whitton, B. A. and E. Rott. 1996. Use of algae for monitoring rivers II. E. Rott, Publisher, Institut für Botanik, Universität Innsbruck, Innsbruck, Austria
Whitton, B. A., Rott, E., and Friedrich, G., ed. 1991. Use of Algae for Monitoring Rivers. E. Rott, Publisher, Institut für Botanik, Universität Innsbruck, Innsbruck, Austria
Wilhm, J.L. and T.C. Doris. 1968. Biological parameters for water quality criteria. Bioscience 481 -18:477.
Winget, R.N. and F.A. Mangum. 1979. Biotic condition index: Integrated biological, physical, and chemical stream parameters for management. Intermountain Region, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Ogden, Utah.

Conservation of Iranian Wetlands Project

Guideline On Rapid Assessment
Of Environmental Features Of Rivers

UNDP gef

By: Ahmad Lotfi