راهنمای آزمایش‌های عملی برای

اکوهیدرولوژی

لوئیس چیچارو
ایوانا وگنر
ماریا چیچارو
مالگورزاتا لاپینسکا
ماسیج زالوسکی

University of Algarve
Faculty of Marine and Environmental Sciences
Campus de Gambelas
8005-129 - Faro, Portugal
www.ualg.pt

Centro de Ciências do Mar do Algarve
University of Algarve
Campus de Gambelas
8005-129 - Faro, Portugal
www.ccmar.ualg.pt

ICOE
INTERNATIONAL CENTRE FOR COASTAL ECOHYDROLOGY
University of Algarve
Campus de Gambelas
8005-129 - Faro, Portugal
www.icce.com.pt

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
ERCE
European Regional Centre for Ecohydrology Under the auspices of UNESCO
International Institute
Polish Academy of Sciences
European Regional Centre for Ecohydrology
under the auspices of UNESCO
3, Tylna Street, 90-364 Lodz, Poland
www.erce.unesco.lodz.pl

University of Lodz
Department of Applied Ecology
12/16, Banacha Street, 90-237 Lodz, Poland
www.biol.uni.lodz.pl/~kes

UNESCO Regional Bureau for Science and Culture in Europe (BRESCE)
Palazzo Zorzi, Castello 4930 30122, Venice, Italy
veniceoffice@unesco.org
http://portal.unesco.org

IHP
UNESCO International Hydrological Programme
Division of Water Sciences
1, rue Miollis 75732, Paris Cedex 15, France
http:// www.unesco.org/water/ihp/

عنوان و نام پدیدآور	:	راهنمای آزمایش‌های عملی برای اکوهیدرولوژی/لوئیس چیچارو ... [و دیگران] ؛ مترجمان حمیدرضا قره‌چایی، علیرضا مقدم نیا، متین تواضعی ؛ به سفارش دفتر طرح حفاظت از تالاب‌های ایران.
مشخصات نشر	:	تهران: مهرصادق، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری	:	۱۱۰ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک	:	۹۷۸-۶۲۲-۶۰۶۰-۰۷-۳
وضعیت فهرست نویسی	:	فیپا
یادداشت	:	عنوان اصلی: Practical experiments guide for ecohydrology
یادداشت	:	لوئیس چیچارو، ایوانا وگنر، ماریا چیچارو، مالگورزاتا لاپینسکا، ماسیچ زالوسکی.
یادداشت	:	کتابنامه.
موضوع	:	آب‌شناسی Hydrology
موضوع	:	آب -- آزمایش‌ها Water -- Experiments
شناسه افزوده	:	چیچارو، لوئیز Chicharo, Luis
شناسه افزوده	:	قره‌چایی، حمیدرضا، ۱۳۶۹ -، مترجم
شناسه افزوده	:	مقدم نیا، علیرضا، ۱۳۴۸-، مترجم
شناسه افزوده	:	تواضعی، متین، ۱۳۷۱-، مترجم
شناسه افزوده	:	سازمان حفاظت محیط زیست. دفتر طرح حفاظت از تالاب های ایران
رده بندی کنگره	:	GB۶۶۱/۲
رده بندی دیویی	:	۵۵۱/۴۸
شماره کتابشناسی ملی	:	۵۷۴۷۶۳۲

راهنمای آزمایش‌های عملی برای اکوهیدرولوژی

نویسندگان: لوئیس چیچارو، ایوانا وگنر، ماریا چیچارو، مالگورزاتا لاپینسکا و ماسیچ زالوسکی

مترجمان: حمیدرضا قره‌چایی، دکتر علیرضا مقدم نیا، متین تواضعی

به سفارش: دفتر طرح حفاظت از تالاب‌های ایران

صفحه آرایی و طرح جلد: سعیده بابایی جنیدآباد

انتشارات: نشر مهر صادق

سال چاپ: اول- پاییز ۱۳۹۸

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۶۰۶۰-۰۷-۳

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

آدرس: تهران، اتوبان حکیم، مابین اتوبان یادگار امام و شیخ فضل الله، پارک طبیعت پردیسان، سازمان حفاظت محیط زیست، معاونت دریایی، دفتر طرح حفاظت از تالابهای ایران

+۹۸ ۲۱ ۴۲۷۸۱۸۸۵

+۹۸ ۲۱ ۸۸۲۴۱۶۵۸

پیشگفتار

اکوهیدرولوژی به عنوان علمی میان رشته‌ای بر تعامل بین اکوسیستم‌ها و فرآیندهای هیدرولوژیکی تأکید دارد. یکی از مهمترین اهداف این رشته در اکوسیستم‌های خشکی و حوزه‌های آبخیز فراهم‌سازی چارچوب‌های نظری جدید و رویکردهای عملی برای درک و فهم هم کنش‌های پیچیده و بازخوردهای بین پوشش گیاهی و جریان هیدرولوژیک در مقیاس‌های مختلف از یک گونه منفرد تا تیپ‌های مختلف پوشش گیاهی و چشم اندازهای مختلف می‌باشد. اکوهیدرولوژی نگرشی جهت پی‌بردن به نحوه ارتباط فرایندهای هیدرولوژیک و اکولوژیک و متعاقب آن چگونگی اثرگذاری اجزای اکولوژیک اکوسیستم بر فرایندهای هیدرولوژیک و تنظیم آنهاست.

مطالعات اکوهیدرولوژی به طور معمول بر درک و فهم ارتباط، تعامل، بازخوردهای میان جریان‌های هیدرولوژیک، فرایندهای اکوسیستم و چگونگی تجلی آنها تمرکز دارد. در اکوسیستم‌های خشکی (مانند ساوانا، جنگلها و مراتع) بر برهم کنش‌های بین پوشش گیاهی، سطح زمین، منطقه تهویه و آب‌های زیرزمینی تأکید می‌شود. در صورتی‌که در اکوسیستم‌های آبی (مانند رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و تالاب‌ها) بر خصوصیات شیمیایی آب، ژئومورفولوژی و هیدرولوژی تأکید دارد. بررسی روابط آب و گیاه تمرکز اصلی این علم می‌باشد، زیرا گیاه به عنوان یک مؤلفه کلیدی، در چرخه هیدرولوژی جای دارد. از طرف دیگر، می‌دانیم که گیاهان برای حیات نیازمند آب هستند و بنابراین پراکنش، ترکیب و ساختار جوامع گیاهی به طور مستقیم تحت تأثیر الگوهای مکانی دسترسی به آب قرار می‌گیرند.

به منظور مدیریت پایدار آب و حل مسائل چند وجهی پیرامون آن، راه حل را نمی‌توان به یک روش علمی محدود کرد. از این رو، توسعه علم اکوهیدرولوژی یک رویکرد جدید در علوم محیط زیستی است که به ترویج تلفیق علوم هیدرولوژی و اکولوژی برای مدیریت پایدار منابع آب می‌پردازد. توسعه مفهوم اکوهیدرولوژی منعکس کننده نیاز فوری به توسعه و اجرای روش‌های جدید و مقرون به صرفه برای بهبود پایداری آب، در مواجهه با افزایش فشار بر منابع آب شیرین است. به طور کلی، اکوهیدرولوژی باید روش‌های مناسب برای بدست آوردن بازخوردهای مثبت در بین محیط زیست، منابع آب و جامعه را فراهم کند. عنصر کلیدی این علم، استفاده از راه‌حل «هزینه کم-فناوری بالا» جهت بهبود ظرفیت حمل اکوسیستم در برابر تنش‌های انسانی برای اجرای راهکارهای فنی، به منظور دستیابی به مدیریت پایدار حوضه آبخیز رودخانه می‌باشد.

مترجمان[۱] کتاب حاضر درصدد بوده‌اند تا براي مخاطبان آن، اعم از دانشجويان در مقاطع مختلف كارشناسي، كارشناسي‌ارشد و دكتري تخصصي، اعضاي هيأت علمي دانشگاه‌ها و مؤسسات و مراكز تحقيقاتي كشور، كارشناسان و متخصصان شاغل در مؤسسات و سازمان‌هاي اجرايي و مديريتي تحت پوشش وزارت نيرو، وزارت جهاد كشاورزي، وزارت كشور، سازمان هواشناسي كشور، سازمان حفاظت محيط زيست كشور و ساير ادارات و مؤسسات دولتي مرتبط و شركت‌هاي مهندسين مشاور، اطلاعاتی جامع و كاربردي در زمينه «اكوهيدولوژی» ارائه نمايند.

علی ارواحی

مدیر ملی طرح حفاظت از تالاب‌های ایران

۱. پست الكترونيكي مترجمان (wetland.project@doe.ir)

دیباچه

اکوسیستم‌های آبی به علت فعالیت‌های انسانی و پدیده‌های متغیر طبیعی، تحت فشار فزاینده‌ای می‌باشند. توجه به مسائل مربوط به کیفیت و کمیت آب برای موجودیت انسان و حفظ تنوع زیستی حیاتی می‌باشد. اکوسیستم‌های آبی به عنوان منابع و مخازن آبی، توسط شمار زیادی از فعالیت‌های مشابه در سراسر دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرند. بنابراین، مشکلات آبی مشابه و تخریب آنها می‌تواند علل مشابه و در اکوسیستم‌های مختلف آبی جهان عواقب مشابهی درپی داشته باشد.

اکوهیدرولوژی یک ابزار به منظور مواجه شدن با مسائل مربوط به تخریب اکوسیستم‌های آبی می‌باشد. اکوهیدرولوژی برپایه یک راهکار کل‌نگر نسبت به اکوسیستم‌های آبی می‌باشد که به منظور یافتن راه‌حلی مناسب برای جامعه و اکوسیستم‌ها، هیدرواکولوژی را یکپارچه می‌کند. اکوهیدرولوژی یک علم جدید است و کاربردهای آن در سراسر دنیا از زمان بنیان نهادن برنامه‌ای موسوم به «اکوهیدرولوژی برای پایداری» به عنوان یکی از پنج رکن هفتمین فاز برنامه جهانی هیدرواکولوژیک سازمان یونسکو، رو به رشد نهاد.

با هدف مشارکت در گسترش و انتشار مفهوم اکوهیدرولوژی در اکوسیستم‌های متفاوت، این کتاب مجموعه‌ای از آزمایش‌های علمی که به شرایط و ابزار نه چندان خاص آزمایشگاهی نیاز دارند را ارائه می‌دهد. در این کتاب پژوهشگر به سمتی رهنمون می‌شود که نتایج را آنالیز و در مورد آنها بحث کند و نتیجه‌گیری خود را از این نتایج داشته باشد. برای بحث‌ها و پیشنهادات بیشتر، خواننده می‌تواند از تارنمای این کتاب با عنوان www.icce.com.pt/ehstudent.gul استفاده کند. ما از تمام همکارانمان که از سراسر دنیا با دانش و تجربه خود در تهیه این کتاب مشارکت نموده‌اند سپاسگزاریم. سپاس ویژه ما از دکتر فلیپ پیپارت (Dr. philippe pypaert) از UNESCO-BRESCE می‌باشد که از آغازین روزهای این علم در گسترش مفاهیم اکوهیدرولوژی و توسعه آن مشتاقانه مشارکت کرده‌اند.

با نوشتن و تهیه این کتاب ما تلاش داشتیم که دید گسترده‌تری در زمینه فرایندهایی که در حوضه‌های آبی رودخانه‌ها اتفاق می‌افتد ایجاد کنیم و تسلطی در زمینه رابطه بین سامانه‌ها برای خواننده ایجاد کرده و تمام جنبه‌های چرخه‌های آبی را بیان کنیم. هدف این است که دانشجویان و متخصصان در زمینه علوم آب بتوانند راهکارهایی یکپارچه برای حفظ و بهبود کیفیت آب و تنوع زیستی در اکوسیستم‌های آبی ارائه دهند.

نویسندگان

مقدمه

اکوسیستم‌های آبی تحت فشارهای روز افزون در سراسر دنیا می‌باشند. افزایش شهرسازی، کشاورزی متمرکز و صنعتی شدن بعضی از عوامل سهیم در کاهش کیفیت آب و از بین رفتن تنوع زیستی می‌باشند.

تغییر اقلیم بر چرخه‌های هیدرولوژیکی اثرگذار است و در آینده نزدیک مشکلات بیشتری را در زمینه کیفیت و کمیت آب در مناطق مختلف دنیا ایجاد خواهد کرد.

اکوسستم‌های آبی بسیار متغیر و پویا هستند و به سرعت تغییر می‌کنند. گونه‌هایی ناآشنا به سرعت در این اکوسیستم‌ها رشد می‌کنند و تنوع زیستی را تهدید می‌کنند. رودخانه‌ها، انشعابات آبی و مناطق ساحلی تحت تاثیر مخازن آبی و سدها هستند. روند مداوم مهاجرت انسانی به سمت مناطق ساحل، تخریب رودها و مناطق ساحلی را تشدید می‌کند.

تمام حقایق موجود و اتفاقات قابل پیش‌بینی در آینده ما را ملزوم به یافتن راه‌حلی یکپارچه برای پایداری کیفیت و کمیت آب می‌کند. این راه‌حل باید بر اساس یک دانش عمیق از فرایندها و کارکردهای اکوسیستم‌ها باشد. اکوهیدرولوژی یک مفهوم علمی است که به منظور حل مسائل زیست محیطی به کار می‌رود و رابطه بین فرایندهای هیدرواکولوژی و سیستم‌های پویایی بیولوژیک را در مقیاس حوزه آبخیز تامین کرده و نشان می‌دهد. این مفهوم که به وسیله برنامه هیدرواکولوژیکی بین المللی یونسکو[1] (IHP) و برنامه[2] MAB توسعه یافت، برپایه این فرض است که توسعه پایدار منابع و مخازن آبی به توانایی در نگهداری فرایدهای تکاملی آب، چرخه مواد غذایی و جریان‌های انرژی در مقیاس حوضه آبی بستگی دارد. با استفاده از خصوصیات اکوسیستم به عنوان یک وسیله مدیریتی، ظرفیت حمل اکوسیستم‌ها در برابر اثرات انسانی افزایش می‌یابد. این راهکار یک پشتوانه عمیق علمی در مورد عملکرد اکوسیستم‌ها، به عنوان اساسی برای اتحاد روابط متقابل بین عوامل هیدرولوژیکی و اکولوژیکی، به منظور افزایش قدرت اکوسیستم‌ها و افزایش توان انعطافی آنها در برابر آثار انسانی را داراست.

این تفکر که کیفیت آب و تنوع زیستی را می‌توان توسط پارامترهای مدیریت هیدرولوژیکی از قبیل حجم دبی و یا پارامترهای زیستی از قبیل وجود و حضور پوشش گیاهی کنار رودخانه‌ای کنترل کرد و با یکپارچه سازی امکانات زیر بنایی موجود می‌تواند روشی هم افزایانه اتفاق افتد، همگی راهکارهای تازه‌ای در علوم آب می‌باشند.

راهکار اکوهیدرولوژی شامل سه اصل است که به صورت زیر بیان شده است:

۱. **هیدرولوژی**: تعیین چرخه هیدرولوژی یک حوضه، می‌تواند یک راه برای یکپارچه نمودن کارکرد فرایندهای هیدرواکولوژی و زیستی باشد.

۲. **اکولوژی**: فرآیندهای یکپارچه در مقیاس حوضه آبی رودخانه می‌توانند به گونه‌ای هدایت و راهبری شوند که ظرفیت حمل حوضه آبی و همچنین خدمات اکوسیستمی آن را افزایش و ارتقا بخشند.

۳. **مهندسی اکولوژی**: تنظیم فرآیندهای هیدرولوژیکی و اکولوژیکی براساس یک راهکار یکپارچه یک ابزار جدید برای مدیریت یکپارچه حوضه آبی و مدیریت مناطق ساحلی است.

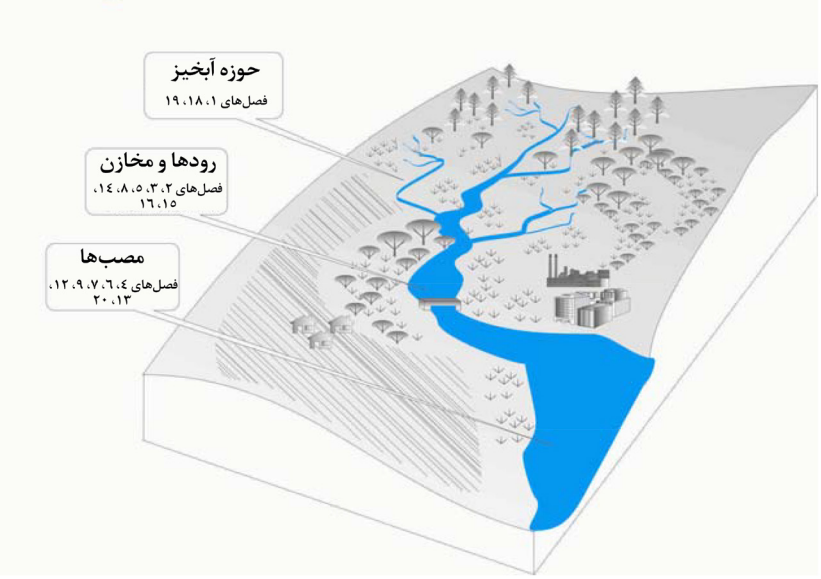
این کتاب آزمایش‌هایی عملی در مورد مشکلات و مسائل مختلف مربوط به آب را ارائه و راه‌حل‌هایی اکوهیدرولوژیکی پیشنهاد می‌دهد. این راه‌حل‌ها برپایه درک عمیق از سهم متغیرهای هیدرولوژیکی و اکولوژیکی در کارکرد سالم اکوسیستم‌ها می‌باشند. این راه‌حل‌ها و پیشنهادها می‌توانند به طرز موفقیت‌آمیزی با هزینه‌ای کم در اکوسیستم‌های متفاوت اجرا شوند.

1. UNESCO International Hydrologic Programme (IHP)
2. Man and Biosphere Programme (MAB)

ساختار کتاب

فصول این کتاب ۲۱ آزمایش مربوط به دلایل اصلی و فرعی تخریب اکوسیستم‌های آبی از قبیل تغذیه‌گرایی، جلبک‌های سمی، آلودگی شیمیایی، حذف پوشش گیاهی بومی منطقه و از دست رفتن تنوع زیستی که در سراسر حوضه رخ می‌دهند، از سیستم‌های رودخانه‌ای بالادست تا اکوسیستم‌های مصبی و ساحلی پایین دست، را ارائه می‌دهد.

هر آزمایش به یکی از سه اصل اکوهیدرولوژی نسبت داده می‌شود. به عنوان مثال اصل اول در مورد اثرات مواد غذایی و غنی‌سازی نوری بر رشد فیتوپلانکتون می‌باشد. اصل دوم - آیا می‌توان از صدف‌های دو کپه در کنترل جلبک‌های سمی استفاده کرد؟ و در مورد اصل سوم تنظیم بازخوردهای زنده به وسیله هیدرولوژی : اثرات از بالا به پایین.



شکل ۱. فصل‌بندی بر طبق اکوسیستم‌های آبی مختلف: حوزه آبخیز، مخازن، رودخانه و مصب‌ها

هر فصل متشکل است از: مقدمه- در این بخش توضیح داده می‌شود که چگونه بر اساس اصل اکوهیدرولوژی آزمایش پیشنهاد شده از جنبه کاربردی در حل مشکلات مربوط به تخریب اکوسیستم‌های آبی دخیل است. بخش توصیف کلی آزمایش نشان دهنده ابزار، مواد و تجهیزات مورد نیاز برای انجام آزمایش در میدان (ماده نمونه‌برداری)، آزمایشگاه و تجزیه و تحلیل داده‌های مورد نیاز، بخش طرح آزمایش که فراهم کننده شرح مفصلی از آزمایش و نشان‌دهنده و توصیف کننده تمام مراحل مورد نیاز برای توسعه آزمایش، بخش سازماندهی که نحوه سازمان‌دهی داده‌ها به نوعی که بتوان از آن در تجزیه و تحلیل آماری و طراحی گرافیکی استفاده کرد را بیان می‌کند، بخش تجزیه و تحلیل اطلاعات که این بخش پژوهشگر را در تحلیل و بررسی نشانه‌هایی برای یافتن مناسب‌ترین نتایج حاصل از آزمایش راهنمایی می‌کند.

و بحث- که این بخش سوالاتی برای پاسخ به پژوهشگران ارائه می‌دهد، این سوالات براساس تحلیل نتایج و با توجه به راهکار و رهیافت اکوهیدرولوژی ارائه و فرموله شده‌اند.

فهرست مطالب

۱. فسفر: تغذیه خارجی اکوسیستم‌های آبی و تعادل در برابر الگوهای هیدرولوژیکی انشعابات ۸
۲. دنیتریفیکاسیون به عنوان یک عنصر عملیاتی یکپارچه ترمیم مخازن ۲۰
۳. استفاده از نسبت نیتروژن به فسفات به عنوان یک ابزار پیش‌بینی برای تغذیه‌گرایی و محدودیت‌های غذایی ۲۵
٤. اثرات غنی‌سازی غذایی و نوری بر رشد فیتوپلانکتون ۲۹
٥. آیا آنزیم‌ها می‌توانند باعث شکوفندگی سیانوباکتری شوند ؟ ۳٤
٦. چه پارامترهایی می‌توانند رخداد شکوفندگی در تالاب‌ها را کنترل کنند ؟ ٤۱
۷. اثر تغذیه میکروزوپلانکتون‌ها از فیتوپلانکتون‌ها ٤٦
۸. تجزیه و تحلیل پویایی و توالی زوپلانکتون‌ها در شرایط هیدرولوژیکی متفاوت ٥۳
۹. آیا حضور صدف‌های دو کپه‌ای بر رسوب ذرات مواد معلق و دیگر آلاینده‌های مرتبط مانند هیدروکربن‌ها اثر می‌گذارد ؟ ٥۸
۱۰. آیا می‌توان از صدف‌های دو کفه‌ای برای جلوگیری از شکوفایی جلبک‌های سمی استفاده کرد ؟ ٦۲
۱۱. چگونه اشکال مختلف رشد گیاهان آبزی بر غلظت اکسیژن در یک پیکره آبی تاثیر می‌گذارند ؟ ٦٦
۱۲. استفاده از گیاهان نمکزار برای حذف و زدودن کادمیوم از رسوب مصب‌ها ٦۹
۱۳. مدل‌سازی واکنش اکولوژیکی مصب‌ها به الگوهای هیدرولوژیکی گوناگون؛ کنترل پایین به بالا ۷۱
۱٤. تنظیم بازخوردهای زیستی توسط هیدرولوژی. آثار بالا به پایین ۷٥
۱٥. تجزیه و تحلیل رفتار ماهی جوان در شرایط هیدرولوژیکی مختلف ۸۱
۱٦. جامعه ماهی به‌عنوان ابزاری برای ارزیابی کیفیت‌محیطی ۸٦
۱۷. آیا گونه‌های نر برای آشکار کردن اثرات انسانی مناسب‌تر هستند ؟ ۹٥
۱۸. چگونه ویژگی‌های پوشش گیاهی تالاب به هیدرولوژی، توپوگرافی و لایه بیوژئوشیمی بستگی دارد ؟ ۱۰۱
۱۹. آیا پوشش اراضی حوزه آبخیز می‌تواند به عنوان یک شاخص اثر انسانی بالقوه بر روی منابع آب مورد استفاده قرار گیرد؟ ۱۰٦
۲۰. یک آزمایش برای ارزیابی اکولوژیکی مصب‌ها یا آب‌های دریایی ۱۱٤
۲۱. سیتوژنتیک صدف‌ها به عنوان شاخص احتمالی فاجعه زیست محیطی ۱۱۹

۱. فسفر: تغذیه خارجی اکوسیستم‌های آبی و تعادل در برابر الگوهای هیدرولوژیکی انشعابات

رودخانه پیلیکا، لهستان

اهداف فصل

- ارائه عوامل تعیین کننده پویایی غلظت‌های فسفری در رودخانه‌ها و اثر آنها بر تغذیه اکوسیستم‌های آبی
- محاسبه میزان فسفر و بارهای رسوبی تغذیه‌کننده اکوسیستم‌های آبی
- محاسبه تعادل میزان فسفر و رسوبات اکوسیستم‌های آبی

اصل اکوهیدرولوژی: ۱- تعیین فرایندها و تهدیدها

مقدمه

رواناب و خروج عناصر غذایی

آب‌های ناشی از بارندگی که به روی مناطقی از یک حوزه آبخیز فرو می‌ریزند به علت نیروی گرانش به مناطق پایین‌تر و پائین دست حوزه آبخیز منتقل می‌شوند و به سمت رودها می‌روند. حجم رواناب، به اقلیم (مثل بارندگی، درجه حرارت، تبخیر و تعرق)، خصوصیات زمین شناسی حوضه (مثل نفوذپذیری خاک و سرعت نفوذ) و پوشش منطقه (مثل میزان پوشش گیاهی، تغییرات در نفوذپذیری به علت دخالت‌های انسانی) بستگی دارد. شهری شدن و تخریب پوشش گیاهی طبیعی از دلایل اصلی حجم رواناب هستند که خصوصیات هیدرولوژیکی اکوسیستم آبی را تغییر می‌دهند. حوزه‌های آبخیزی که دارای پوشش گیاهی هستند تقریبا توان بالقوه ۱۰۰ درصد بیشتری برای نگهداری آب نسبت به چمن‌زارها دارند. افزایش سطوح نفوذناپذیر به علت پدیده شهری شدن میزان رواناب سطحی را افزایش داده و بنابراین دبی رودخانه‌ها ٦ تا ۷ برابر بیشتر می‌شوند.

علاوه بر آب، رواناب مواد محلول در آب و رسوبات را نیز جابجا می‌کند؛ این دو خصوصیت طبیعی و یا انسانی هوازدگی خاک می‌باشند. تخریب پوشش گیاهی، به علت فعالیت‌هایی مثل کشاورزی ناپایدار، چرا و تخریب جنگل‌ها، علت اصلی این فرایند می‌باشند و سهم اصلی را در آن دارند. مقدار بیومس ناچیز و فرسایش افزایش یافته، چرخه‌های غذایی را در منطقه آغاز می‌کند و باعث خروج بیش از حد این عناصر به سمت آب می‌شود. این مسئله حتی با افزودن کود نیز تشدید می‌شود (شکل ۱).

کیفیت و کمیت آب‌های سطحی نشان دهنده وضعیت و کارکرد حوزه آبخیز و در نتیجه نشانگر و بازتاب دهنده اکوسیستم آبی نیز می‌باشند.

انتقال عناصر غذایی به پایین دست

مواد محلول و رسوبات توسط رواناب به رودها می‌رسند و حتی به دیگر مناطق پایین دست اکوسیستم‌های آبی رودخانه‌ها، مخازن آبی، تالاب‌ها و مدخل رودخانه‌ها نیز انتقال می‌یابند. بنابراین در نهایت این الگوی هیدرولوژیکی رودخانه تغذیه کننده است که به طور مستقیم میزان عناصر غذایی رسیده به این اکوسیستم‌ها را در یک زمان معینی تعیین می‌کند. با انجام این کار، این امر نه تنها کیفیت آب بلکه فرایندهای بوم‌شناسی که در این اکوسیستم‌ها رخ می‌دهند را تعیین می‌کند. زمان و میزان تغذیه و تامین مواد غذایی می‌تواند بازدهی اکوسیستم‌ها را تعیین کند، مواردی از قبیل احتمال ظهور نشانه‌های تغذیه‌گرایی به این دلیل است که تعیین فرایندهای بوم شناختی و هیدرولوژیک در مقیاس حوزه آبخیز بنابر اولین اصل اکوهیدرولوژی مهمترین پیش نیاز تشخیص تهدیدات و فرصت‌ها و همچنین برای توضیح و تعیین یک راهکار برای مدیریت اکوسیستم‌های آبی می‌باشد.

آسیب‌پذیری اکوسیستم‌های آبی و فسفری

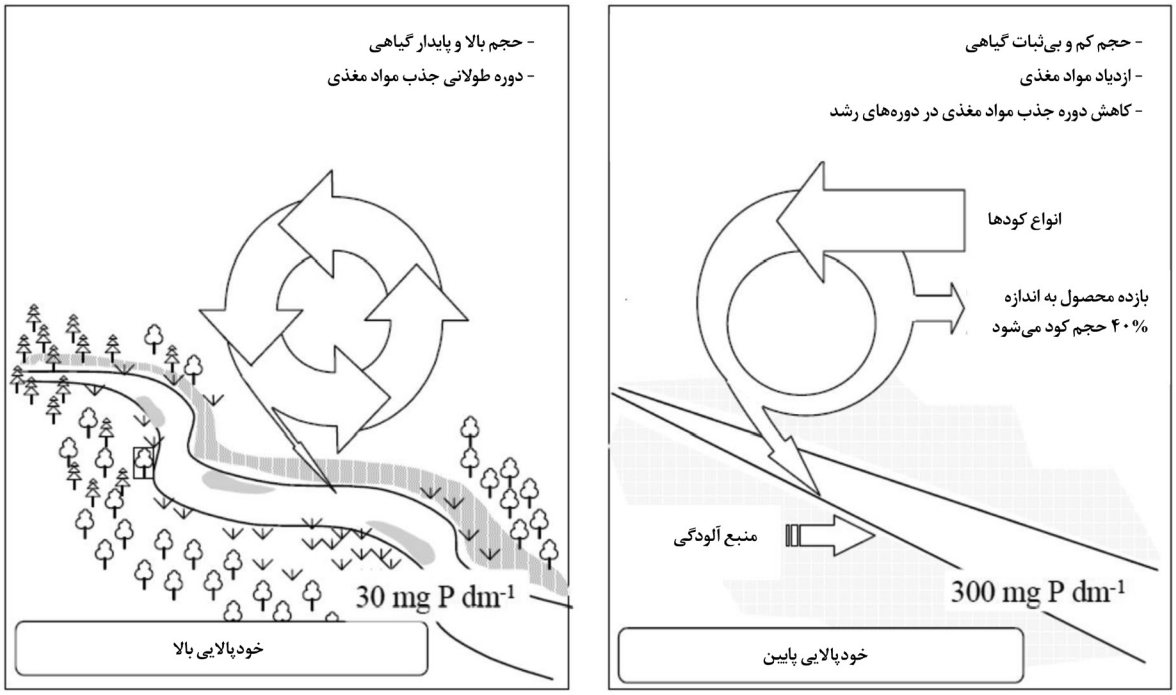
فسفر یک محصول از فرایندهای طبیعی و انسانی در حوضه آبی است. فسفر بعد از انتقال به اکوسیستم‌های آبی، آب را غنی می‌کند و بنابراین شرایط جهت تغذیه‌گرایی را بهبود می‌بخشد و این مسئله نتایج دیگری نیز در پی دارد. از

جمله این نتایج می‌توان به افزایش شدید بازدهی، کاهش تنوع زیستی، تخلیه اکسیژنی، مرگ و میر ماهیان و یا ظهور سیانوباکتری‌های سمی در طول فصل گرما اشاره کرد. تمام اکوسیستم‌های آبی، مقاومت مشابهی نسبت به بارگذاری فسفری فزاینده ندارند. رودخانه‌های طبیعی و نیمه طبیعی با زیستگاه‌های متنوع، با تنوع زیستی بالاتر و کارکرد با ثبات‌تر اکوسیستم، معمولا مقاومت بیشتری نسبت به آلودگی دارند. آنها ظرفیت جذب بیشتری در مقابل بار فسفری فزاینده دارند، که این امر به علت میزان بالاتر خود پالایی آنها می‌باشد (خصوصاً در مناطق استوایی و نیمه‌استوایی در طول تابستان در درجه حرارت اقلیم دارد). در این نوع رودخانه‌ها، عناصر غذایی و دیگر آلاینده‌ها می‌توانند جذب زیست توده پوشش گیاهی کناره رودخانه‌ها شوند و از آنها در مقابل تغذیه فسفری ناشی از رواناب‌ها محافظت کنند. پوشش گیاهی بستر رودخانه چرخه عناصر را می‌بندد و از انتقال آنها به پایین دست و جریان‌های پایینی جلوگیری می‌کند.

تفاوت‌ها در چرخه غذایی

الف) آبگیر طبیعی- چرخه غذایی بسته، حداقل اتلاف آب شیرین

ب) آبگیر زراعتی - چرخه غذایی بسته، عرضه و اتلاف زیاد آب شیرین



شکل ۱. اثر تخریب حوضه بر روی چرخه‌های بیوژئوشیمیایی در یک حوزه آبخیز (زالوسکی و همکاران، ۲۰۰۱)

این چنین اکوسیستم‌ها در یک حد بالاتری قادر به حفظ ساختار و کارکرد دست نخورده خودشان هستند. حتی علی‌رغم غلظت‌های رو به رشد عناصر غذایی، رودخانه‌های کانال بندی شده دارای این توانایی نیستند. فرایندهای تجزیه‌ای که بر تولید غالب است کیفیت آب را کاهش و منجر به کاهش و از دست رفتن فسفر و انتقال آن به آبهای پایین دست می‌شود. دریاچه‌ها و خصوصا مخازن آبی در میان اکوسیستم‌های با آسیب‌پذیری بالا هستند. گاهی جریان و تبادل آبی، نگهداری جامدات معلق (به وسیله رسوب‌گذاری) و مواد محلول در آب را (به وسیله جذب، جذب سطحی فیزیکی) افزایش داده و کیفیت آب را کاهش می‌دهد. عناصر غذایی تجمع یافته به آسانی به چرخه‌های زیستی منتقل می‌شوند. درجه حرارت زیادتر و آب‌های ساکن‌تر بازدهی اکوسیستم را افزایش می‌دهد. در همین زمان، عمق بیشتر و شفافیت کمتر به همراه سطوح آب متغییر در مخازن آبی ایجاد گیاهان آوندی در سواحل رودها را محدود می‌کند. این مسئله به جلبک‌ها و سیانوباکتری‌ها مزیت رقابتی می‌دهد و باعث رشد فزاینده آنها می‌شود. در نتیجه استفاده از رودخانه‌ها یا مخازن آبی برای تامین آب، کاربردهای تفریحی و ماهی‌گیری محدود می‌شود. این مسئله باعث رخداد

عواقبی می‌شود که در آغاز این بخش در مورد آنها بحث شد.

تعاریف

- **غلظت**: میزان ماده حل شده در مقدار معینی آب
- **دبی (سرعت جریان)**: میزان آب جریان یافته از مقطع عرضی رودخانه در یک زمان معین
- **بار**: میزان ماده یا رسوبات انتقال یافته به وسیله مقطع عرضی رودخانه در یک زمان معین

میزان بار از طریق ضرب کردن غلظت ماده در میزان آب رودخانه تقسیم بر دبی رودخانه بدست می‌آید.

- **تعادل**: اختلاف مجموع میزان آب/مواد غذایی/رسوبات ورودی به یک اکوسیستم خاص با مجموع میزان آب/ مواد غذایی/ رسوبات خروجی از آن اکوسیستم.

توضیح آزمایش

۱. توصیف کلی

این آزمایش بر روی رودخانه‌هایی انجام می‌شود که جریان ورودی و جریان خروجی از یک اکوسیستم آبی گزینش شده همچون دریاچه، مخزن آبی و یا تالاب را دارند. این آزمایش همچنین می‌تواند برای یک انشعاب رودخانه و یک زیرحوضه نیز طراحی شود. هدف این آزمایش تعیین غلظت فسفر و رسوبات در ورودی‌های بررسی شده است. طراحی یک آزمایش در دراز مدت و نمونه‌برداری در شرایط آب و هوایی متفاوت به ما اجازه تغییر پویایی غلظت‌ها در مقابل الگوهای هیدرولوژیکی را می‌دهند. انتخاب رودهایی که حوزه آبخیز در آنها به طرق مختلفی توسعه می‌یابد (درصدهای مختلف کاربری کشاورزی و شهری)، اثر تخریب آن بر کیفیت آب را نشان می‌دهد و بیان کننده تهدیدات یا منابع اصلی آلودگی است.

محاسبه نتایج دراز مدت به ما اجازه تعیین بارهای فسفری و بارهای رسوبی و تعادل یک اکوسیستم آبی خاص را می‌دهد. یک تک آزمایش که برای کوتاه مدت طراحی شده است به ما اجازه تعیین اندازه فسفر و غلظت رسوبات را در روز آزمایش خواهد داد.

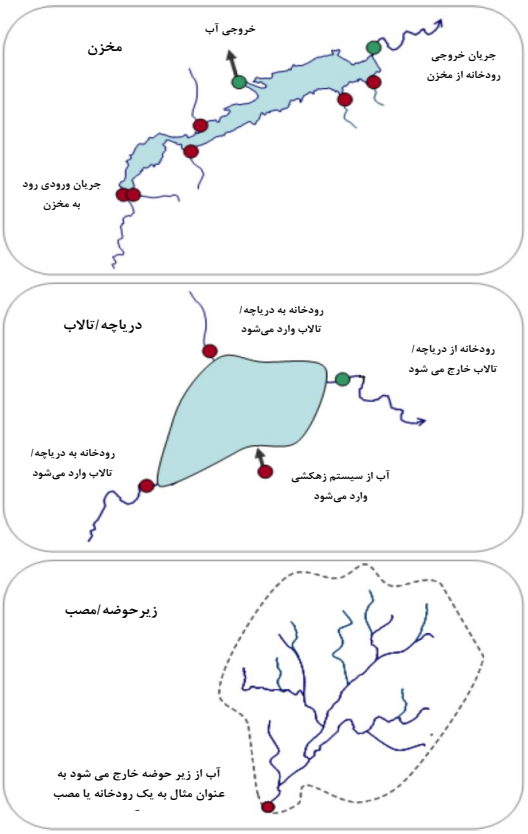
این آزمایش شامل اندازه‌گیری‌های زیر است:

- غلظت فسفات فسفر (PO4-P) و غلظت فسفر کل (TP)
- غلظت کل جامدات معلق (TSS) و غلظت مجموع جامدات آلی (TOSs) و غلظت جامدات معدنی (TMSs)
- دبی (Q)

۲. طراحی آزمایش

انتخاب سایت‌های نمونه‌برداری

بسته به نوع اکوسیستم گزینش شده برای محاسبات تعادل عناصر غذایی و فسفری، مناطق مناسبی برای نمونه‌برداری انتخاب می‌شوند. این مناطق در رودخانه‌هایی که وارد اکوسیستم و رودخانه‌هایی که از آن خارج می‌شوند پراکنده و توزیع می‌شوند. برای انجام یک تعادل عناصر غذایی کامل، نمونه‌برداری باید شامل ورودی و خروجی‌های مصنوعی از قبیل سیستم‌های زهکش، خروجی‌های فاضلاب و مناطق جذب کننده آب باشد. **شکل ۲** نمونه‌ای از مناطق و ایستگاه‌های نمونه‌برداری در یک مخزن آبی، رودخانه، تالاب و انشعابات رودخانه را نشان می‌دهد.



شکل ۲. محل ایستگاه‌های نمونه‌برداری از مخزن، دریاچه و آب زیر حوضه، مواد غذایی و تعادل رسوبات

بسته به اندازه اکوسیستم و اطلاعات در دسترس، ایستگاه‌های نمونه‌برداری باید بر اساس نقشه‌ها، عکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای، رفتن با اتومبیل درون منطقه و یا حتی پرواز بر فراز منطقه شناسایی شوند. پرواز به فراز منطقه خصوصا در مورد اکوسیستم‌های بزرگتر می‌تواند بسیار مفید باشد. این نوع اکوسیستم‌ها به وسیله رودهای انشعابی تغذیه می‌شوند که تعداد آنها متغییر است و یا مسیرشان تغییر می‌کند. (**تصویر ۱**)

تصویر ۱. شناسایی جریان خروجی از باتلاق انواسو نگیروف باالدست دریاچه ناترون، کنیا، پرواز بر فراز منطقه (عکس: واگنر)

به منظور رسیدن به یک تعادل قابل اطمینان در یک پیکره آبی ایستگاه‌های نمونه‌برداری باید تا حد امکان به اکوسیستم نزدیک باشند. اگر بتوان این ایستگاه‌ها را بر روی پل‌ها قرار داد بسیار مفید خواهد بود. این مسئله به ما اجازه نمونه‌برداری از جریان اصلی رودخانه را می‌دهد. همچنین می‌توانید از اندازه‌گیری برای ایجاد یک شبکه نظارتی هیدرولوژیکی بر پایه اندازه‌گیری سرعت جریان استفاده کنید. در نهایت دنبال کردن یک جاده تا یک پل در مناطق بی‌سکنه و با دسترسی دشوار به یک رودخانه به ما در شناسایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری در طول آزمایش‌های میدانی بعدی کمک خواهد کرد. شما ممکن است همچنین از GPS برای شناسایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری در حین اندازه‌گیری‌های بعدی بهره ببرید.

زمان‌بندی نمونه‌برداری

تعادل عناصر غذایی قابل اطمینان و درک روابط بین غلظت، بارگذاری و هیدرولوژی نیاز به طراحی دراز مدت آزمایش دارد. تعدادی از اندازه‌گیری‌ها باید در فصول متفاوت انجام گیرد. همچنین در آب و هوای متفاوت و شرایط هیدرولوژیکی متنوع به عبارت دیگر در یک دبی کم ثابت، سطوح آب بالا و پایین و در طول سیلاب‌های با شدت و بزرگی متفاوت. در طول سیلاب‌ها باید اندازه‌گیری‌ها را افزایش داد به عنوان مثال هر روز. در مورد حوزه‌های آبخیز کوچک و رودخانه‌ها (با میانگین دبی کمتر از ۱۰ متر مکعب بر ثانیه)، تعداد دفعات اندازه‌گیری باید تا هر چند ساعت افزایش یابد و یا حتی چند بار در ساعت (رودخانه‌هایی با میانگین دبی کمتر از ۲ متر مکعب بر ثانیه). انجام یک اندازه‌گیری، بعد از انجام روش ارائه شده، یک نتیجه قابل اطمینان از تعادل غذایی اجازه تجزیه و تحلیل پویایی عناصر غذایی در مقابل الگوی هیدرولوژیکی و فصلی را نمی‌دهد. این می‌تواند بعنوان یک مطالعه پایلوت و یا یک روش عمومی محسوب شود.

۳. مواد و تجهیزات

این آزمایش شامل سه مرحله است: الف) اندازه‌گیری‌های میدانی، ب) آنالیزهای آزمایشگاهی ج) پردازش داده‌ها.

الف) اندازه‌گیری‌های میدانی

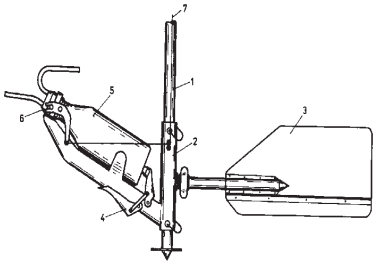
شما باید تجهیزات نمونه‌برداری آب، وسایل اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکی و اندازه‌گیری سرعت جریان را با خود به همرا ببرید. این وسایل شامل مواد زیر هستند:

جمع‌آوری نمونه آب

- نمونه‌گیر آب، برای برداشت آّب به منظور آنالیزهای شیمیایی. اگر نمونه‌ها از یک پل گرفته می‌شوند به یک لبه با طناب ثابت نیاز خواهید داشت اما اگر آب از ساحل برداشت شد یک ظرف کوچکتری را می‌توان به یک چوب وصل کرد، چوب باید به اندازه‌ای باشد که به جریان اصلی رودخانه برسد. در مورد رودخانه‌های بزرگتر نمونه‌گیری می‌تواند از روی یک قایق انجام گیرد.
- نمونه‌گیر رسوبات معلق، برای برداشت آب به منظور آنالیز این نوع از رسوبات. شما می‌توانید از یک نمونه‌گیر خاص استفاده کنید. اگر این چنین نمونه‌گیری وجود نداشت شما می‌توانید از نمونه‌گیر آب استفاده کنید.
- بطری‌های پلی اتیلن برای ذخیره آب: برای هر ایستگاه

و سایت نمونه‌برداری، شما به یک بطری کوچک (حدود ۲۵۰ میلی‌لیتر) و یک بطری بزرگ احتیاج دارید که با آب مقطر شسته و تمیز شده باشند.

- برچسب‌های ضد آب برای چسباندن بر روی بطری‌ها
- مجموعه صافی‌ها، سرنگ‌های صافی یا فیلتر خلا و فیلترهای قابل انبساط (قطر منافذ ۴۵ میکرون).
- ظرف برای انتقال نمونه‌های آب در محیطی تاریک و ترجیحا در دمای حدود ٤+ درجه سانتی‌گراد.



شکل ۳. نمونه‌بردار آب برای آنالیز مواد جامد معلق

اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکی آب

- ترمومتر یا دماسنج
- رساناسنج
- اندازه‌گیر میزان اکسیژن محلول
- pH سنج یا کاغذ لیتموس
- اندازه‌گیری سرعت جریان

اندازه‌گیری سرعت جریان

- جریان‌سنج. چندین نوع جریان‌سنج وجود دارد: جریان‌سنج‌های بادسنج و پروانه‌ای، سرعت سنج‌های الکترومغناطیس، سرعت سنج‌های دوپلر و سرعت سنج‌های نوری. دقت اندازه‌گیری آنها باهم متفاوت است اما هر کسی می‌تواند با این دستگاه‌ها کار کند.
- نوار اندازه‌گیری (ترجیحا طول آن برابر با طول کانال رودخانه مورد بررسی باشد).

دیگر وسایل

- پوشش: چکمه‌های عایق در برابر آب به منظور راه رفتن در ساحل رودخانه و یا درون رودخانه به منظور نمونه‌برداری؛ روکش‌های ضد آب و جلیقه‌های نجات.

ب) آنالیزهای آزمایشگاهی

این بخش از آزمایش در درون آزمایشگاه شیمی انجام می‌شود. اگر این چنین آزمایشگاهی را در اختیار ندارید می‌توانید از یک میز در یک اتاق با دسترسی مناسب به آب و تهویه مناسب استفاده کنید.

آنالیز غلظت فسفری، بسته به وسایلی که در اختیار دارید می‌توانید از وسایل زیر استفاده کنید.

- اسپکتروفتومتر و معرف‌های شیمیایی مناسب برای آنالیز غلظت فسفات فسفر (PO4-P). روش‌های شیمیایی قدیمی از معرف‌های بازی موجود در بازار استفاده می‌کنند (برای نمونه معرف بازی گولترمن). اخیرا، بسته‌های شیمیایی بسیار ساده‌تری به وسیله کارخانجات شیمیایی تولید شده‌اند که این روش را آسان‌تر کرده، زمانش را کاهش می‌دهد و دقت آنرا بالا می‌برد.
- کروماتوگراف، می‌توان از یک کروماتوگراف برای آنالیز غلظت فسفات فسفر (PO4-P) و غلظت دیگر محلول‌های یونی در نمونه آب استفاده کرد (**شکل ۲**).

تعیین غلظت فسفر کل به معدنی کردن نمونه‌ها نیاز دارید. برای این منظور شما به یکی از تمهیدات یا شیوه‌های زیر احتیاج خواهید داشت:

- ماکروویو و دسته معرف‌های مربوطه، بر طبق آنچه کارخانه سازنده بیان کرده است.
- روش‌های شیمیایی (کیت):

تصویر ۲. کراماتوگراف به منظور آنالیز یون‌ها در نمونه‌های آب (مرکز منطقه‌ای اکوهیدرولوژی اروپا تحت نظارت یونسکو، لودز، لهستان؛ عکس: لزیدورسکیک)

آنالیز غلظت مواد جامد معلق

برای انجام این آنالیز به یکی از موارد زیر احتیاج دارید

- لوازم صافی مانند آنچه برای آب نیاز بود؛

- ترازوی آزمایشگاهی با دقت ۰/۰۰۰۱ میلی‌گرم
- دیسکاتور (۱۵۰ درجه سانتی‌گراد)
- فر آزمایشگاهی (۵۵۰ درجه سانتی‌گراد) برای آنالیز TOSs و TMOs
- مخلوط کن و اسپکتروفتومتر (برای تعیین TSSs)

ج) آنالیز داده‌ها

به یکی از دو دسته از موارد زیر برای محاسبه نتایج نهایی احتیاج است؛

- کامپیوتر با نرم افزار مخصوص محاسبه داده‌ها، آنالیزهای آماری و ارائه نموداری نتایج
- ماشین حساب

نکات ایمنی

با توجه به اینکه نمونه‌برداری در شرایط آب و هوایی متفاوت انجام می‌پذیرد، مثل آب و هوای بارانی و مرطوب، شما باید در حین نمونه‌برداری از لباس‌های مناسب استفاده کنید. اگر نمونه‌ها از روی یک پل جمع‌آوری می‌شوند باید از قوانین عبور و مرور وسایل نقلیه آگاه باشید. همیشه در زمان ورود به آب از چکمه‌های پلاستیکی استفاده کنید. هر زمان که وارد آبهای عمیق می‌شوید از جلیقه نجات استفاده کنید و یا سوار قایق شوید. در زمان کار در آب‌هایی که از کیفیت آن‌ها شناختی ندارید از دستکش‌های پلاستیکی استفاده کنید و بعد از نمونه‌گیری دست‌های خود را ضد عفونی کنید. در زمانی که دستانتان خیس است با احتیاط از دستگاه‌های الکترونیکی استفاده کنید.

٤. شرح آزمایش

الف) آزمایش‌های میدانی

نمونه‌گیری از آب

اولین فعالیت در محل، نمونه‌گیری از آب است. این کار باید قبل از دیگر اندازه‌گیری‌ها انجام شود تا کف رودخانه دست نخورده باقی بماند و بر روی کیفیت نمونه آب تاثیر نگذارد. در رودخانه‌های عرضی و چند کانالی نمونه‌گیری باید در چند ناحیه از مقطع عرضی، که نمایانگر تمام نقاط متفاوت رودخانه هستند انجام شود.

می‌توانید از دو بطری جمع‌آوری نمونه استفاده کنید. بطری بزرگتر آب صاف و پالایش شده را در خود نگه می‌دارد که بعد از آن در آنالیز TSS و TP استفاده می‌شود (از نمونه‌گیر آب و رسوبات استفاده نمائید). حجم آب برداشته شده به شیوه مورد استفاده برای محاسبه TSS بستگی دارد. اگر شما روش اسپکتوفتومتر استفاده کرده‌اید، شما تنها به ۲۵۰ میلی‌لیتر آب احتیاج خواهید داشت. اگر شما از روش صافی استفاده می‌کنید میزان آب به جامدات معلق بستگی دارد که شما باید آنرا در منطقه نمونه‌گیری تخمین بزنید. هرچه جامدات معلق کمتر باشند به آب بیشتری برای رسیدن به نتایج قابل اعتماد نیاز است. بطری دوم (حدود ۲۵۰ میلی لیتر) آب را برای آنالیز شیمیایی جمع‌آوری می‌کند. این آب باید بعد از نمونه‌برداری فورا با استفاده از ابزار فیلترینگ فیلتر شود.

اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکی آب

پارامترهای فیزیکی - درجه حرارت آب، pH، رسانایی و مقدار اکسیژن محلول باید در همان ایستگاه که در آن آب برای تجزیه و تحلیل شیمیایی نمونه‌برداری شده است اندازه‌گیری شود. میزان اکسیژن حل شده می‌تواند مستقیما در رودخانه اندازه‌گیری شود زیرا میزان هوای درون آب ممکن است در حین نمونه‌برداری افزایش یابد.

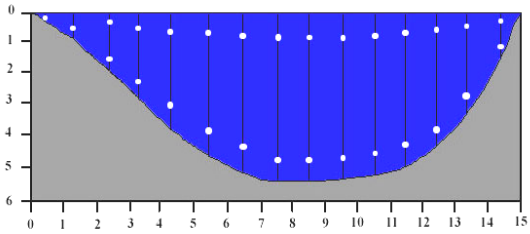
- **اندازه‌گیری سرعت جریان:** برای محاسبه میزان دبی رودها، سرعت جریان مورد نیاز خواهد بود و سپس برای محاسبه میزان آب، میزان مواد غذایی مورد نیاز خواهد بود. سرعت جریان می‌تواند به روش‌ها و شیوه‌های زیر اندازه‌گیری شود:

- **ارزیابی هیدرولوژیکی داده‌ها**: در سیستم‌های رودخانه‌ای که یک سیستم اندازه‌گیری در حال کار است، شما می‌توانید با مقامات مسئول اندازه‌گیری‌های روزانه و مدیریت داده‌ها تماس بگیرید. شما به داده‌های سطح آب و داده‌های مربوط به دبی در هر یک از روزهای نمونه‌برداری احتیاج دارید.
- **جریان‌سنج:** اگر هیچ شبکه ارزیابی هیدرولوژیکی در منطقه در حال فعالیت نباشد، شما می‌توانید از یک جریان‌سنج برای اندازه‌گیری دبی جریان بهره ببرید. چندین نشریه وجود دارند که محاسبات و شیوه اندازه‌گیری سرعت جریان و دبی را با جزئیات شرح می‌دهند. این روش‌ها و مواد با جزئیات کامل در اینجا توضیح داده نمی‌شود. اساسا سرعت جریان در نقاط

خاصی اندازه‌گیری می‌شود. شما برا تعریف مقطع عرضی یک نوار اندازه‌گیری را در عرض یک کانال می‌کشید (**عکس ۳**). بعد از آن عمق و سرعت جریان را در هر مقطع اندازه‌گیری نمائید. تعداد آنها در هر مقطع همانند اعماقی که در آنها اندازه‌گیری انجام می‌شود به عمق رودخانه، عرض و شکل مقطع عرضی کانال بستگی دارد. قواعد کلی به شرح زیر هستند:

- ✓ رودخانه باید حداقل به ۱۵ زیر مقطع مساوی تقسیم شود.
- ✓ زیر مقطع‌ها باید عریض‌تر از ۳/۱ فوت باشند.
- ✓ زیر مقطع باید کمتر از ۱۰ درصد مقطع عرضی کانال رودخانه باشد.
- ✓ تعداد زیر مقطع‌ها باید محدود به آنهایی باشند که می‌تواند در یک مدت زمان قابل قبول اندازه‌گیری شوند.

• **اندازه‌گیری مستقیم**: اگر جریان‌سنج در دسترس نباشد، شما می‌توانید از یک عدد پرتقال یا توت فرنگی که در آب به آسانی قابل دید باشد استفاده کنید. شما یک توپ را درون جریان اصلی رودخانه می‌اندازید و مدت زمانی را که طول می‌کشد که این توپ در امتداد یک فاصله ۱۰ متری حرکت کند را اندازه‌گیری می‌کنید. فاصله در امتداد ساحل رودخانه بوسیله نوار اندازه‌گیری، اندازه‌گیری می‌شود.



شکل ۳. یک نمونه از یک مقطع عرضی جریان و محل نقاط اندازه‌گیری به منظور اندازه‌گیری سرعت جریان

تصویر ۳. اندازه‌گیری سرعت جریان یک رودخانه، انواسو نگیرو، کنیا (عکس: واگنر)

ب) آزمایش‌های درون آزمایشگاه

روش اندازه‌گیری فسفر

به در دسترس بودن تجهیزات و شیوه انتخابی بستگی دارد. انواع فسفری زیر با یک روش مشابه اندازه‌گیری می‌شوند:

- Po_4-P فسفات فسفر (فسفر محلول واکنش پذیر) آنالیز با استفاده آب صافی شده در صحرا انجام می‌شود.
- TP - فسفر کل. آنالیز با استفاده از نمونه آب صاف نشده انجام می‌شود. نمونه باید قبل از آنالیز شیمیایی معدنی شود.
- معدنی کردن نمونه می‌تواند با استفاده از روش هضم زیر موجی و یا یک روش شیمیایی انجام شود.

آنالیز غلظت جامدات معلق

غلظت مواد جامد معلق می‌تواند به وسیله روش‌های زیر اندازه‌گیری شود:

فیلترینگ یا پالایش: حجم مشخصی از آب صاف نشده توسط فیلتر (um) ٤٥ با وزن مشخص (۰/۰۰۱ صحت) صاف می‌شود. آب باید قبل از فیلتر شدن به خوبی تکان داده شود. باید از این امر اطمینان حاصل کنید که هر زمان که میزانی از آب در درون فیلتر قرار می‌گیرد، این میزان به طور کامل فیلتر می‌شود و هیچ نوع رسوبی برروی حلقه‌های ظرف صافی باقی نمی‌ماند. بعد از این مرحله، صافی در درون دسیکاتور قرار می‌گیرد و به مدت ٢٤ ساعت در دمای ۱۵۰ درجه سانتی گراد خشک می‌شود (تعیین TSSs)، بعد از این ٢٤ ساعت، فیلتر مجددا وزن می‌شود. بعد از توزین، صافی در دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد قرار می‌گیرد (به مدت ٢٤ ساعت) و دوباره توزین می‌شود (تعیین TOSs و TMSs).

روش اسپکترومتری (فقط تعیین TSSs): ۲۵۰ میلی‌متر از آب فیلتر نشده در درون یک همزن قرار می‌گیرد و به مدت ۲ دقیقه همگن‌سازی می‌شود. میزان جذب نور در طول موج XXXX روی اسپکترومتر اندازه گرفته می‌شود.

۵.سازمان‌دهی اطلاعات بدست آمده

سازمان‌دهی اطلاعات بدست آمده

اطلاعات میدانی و قرائت‌های آزمایشگاهی بر اساس اصول

مندرج در پیوست مرتب و سازمان‌دهی می‌شوند.

محاسبات غلظت‌های فسفری

در مورد غلظت‌های $P\text{-}Po_4$ و TP از یک قانون مشابه استفاده می‌شود.

- اگر شما از روش کروماتوگراف و اسپکترومتر با کیت‌های شیمیایی آماده استفاده می‌کنید، غلظت‌های فسفری را برحسب میکروگرم بر دسی متر مکعب دریافت خواهید کرد و به محاسبات دیگری احتیاج ندارید.
- اگر شما از روش اسپکترومتر شیمیایی قدیمی استفاده می‌کنید، درصد نور جذب شده به وسیله نمونه را بعد از واکنش $Po_4\text{-}P$ با معرف‌ها دریافت خواهید کرد. نتیجه حاصل نیز مجددا با استفاده از منحنی واسنجی، که برای معرف‌های خاصی مورد استفاده در واکنش آماده شده‌اند، محاسبه می‌شود.
- محاسبات غلظت کل جامدات معلق

روش فیلترینگ

مجموع مواد جامد معلق MTSM: از تفاضل وزن صافی (M0) استفاده شده برای صاف کردن مقدار معینی آب (V) و وزن آن بعد از خشک شدن به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد (M1)

$$MTSM= (M1-M0)/ V\ [mg\ dm\text{-}3]$$

غلظت جامدات معلق معدنی (MMSM)، تفاضل وزن صافی مورد استفاده برای صاف‌کردن مقدار معینی آب (V) و وزن آن بعد از خشک شدن به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد (M2)

$$MTSM= (M2-M0)/ V\ [mg\ dm\text{-}3]$$

غلظت جامدات معلق معدنی (MOSM) نیز تفاضل وزن مجموع مواد جامد معلق (MTSM) و غلظت جامدات معلق معدنی (MMSM)

$$MOSM=MTSM-MMSM\ [mg\ dm\text{-}3]$$

روش اسپکتروفتومتری

قرائت‌ها، غلظت TSSs را برحسب $mg\ dm\text{-}3$ می‌دهد و نیازی به محاسبات مجدد وجود ندارد.

محاسبات مربوط به دبی لحظه‌ای

- پایش هیدرولوژیکی: داده‌ها به صورت دبی لحظه‌ای یا سطح آب داده می‌شوند. اگر شما می‌خواهید اطلاعات مربوط به سطح آب را به میزان دبی تبدیل کنید و یا برعکس به یک منحنی جبرانی خاص منطقه احتیاج دارید، منحنی جبرانی را باید از مسئولان جمع‌آوری اطلاعات و انجام نظارت دریافت کنید.
- جریان‌سنج: سرعت جریان اندازه‌گیری در هر مقطع در مساحت (A) ضرب می‌شود دبی (Q) همان مقطع عرضی خاصی را به ما می‌دهد.
- $Q1, 2, 3\ldots n = F1, 2, 3\ldots n * A\ [M3\ S\text{-}1]$
- مساحت (A) هر مقطع را می‌توانیم از ضرب عمق مقطع در پهنای آن به دست آوریم.
- دبی کل (QT) هر مقطع عرضی کانال رودخانه حاصل جمع دبی‌های هر مقطع برای تمام مقاطع است.
- $QT = \sum Q1, 2, 3 \ldots n$
- اندازه گیری مستقیم: به روز رسانی.

بارهای فسفری و رسوبات و محاسبات تعادل

به منظور دریافت (روزانه، ماهانه و سالانه) میزان بار هر ماده‌ای که به وسیله رودخانه حمل می‌شود و یا هر جریان مصنوعی دیگری، شما باید در هر منطقه نمونه برداری را در دبی لحظه‌ای در مقطع عرضی همان منطقه در زمان مربوطه ضرب کنید. اطمینان حاصل کنید که واحدهای تمام اجزاء معادله باهم هم‌خوانی داشته باشند.

$$Lday = C * Q * 86400$$

که

Lday بار بر حسب [Kg]

C غلظت بر حسب [kg m-3]

Q دبی لحظه‌ای [m3 s-1]

۸۶۴۰۰ تعداد ثانیه‌های یک روز می‌باشد.

محاسبه تعادل فسفر و یا جامدات معلق برای یک اکوسیستم آبی گزینش شده، شما باید بارها را برای هر یک از شاخه‌های رودهای فرعی آن و جریان‌های ورودی مصنوعی و جریان‌های خروجی در یک زمان معین (روز، ماه، سال) محاسبه

کنید. تعادل آبی کل، تفاوت بین جریان ورودی و خروجی خواهد بود. با توجه به اینکه غلظت‌ها در رودخانه‌ها بین فصول تغییرات بسیار زیادی دارند و در حقیقت در فصول متفاوت بسیار متغیر هستند، همچنین در طول یک روز و به شرایط آب و هوایی بستگی دارد، یک تک معیار اندازه‌گیری نمی‌تواند پایه و اساسی برای محاسبات بارهای سالیانه یا تعادل قرار گیرد. بارها باید حداقل بر مبنای چند محاسبه در ماه، محاسبه شوند؟

ب) تحلیل آماری پایه

تمام اندازه‌گیری‌های فیزیکی و آنالیزهای شیمیایی برای هر نمونه در سه تکرار انجام شوند تا بتوان از صحت محاسبات اطمینان حاصل کرد. متوسط این سه نتیجه، پایه‌ای برای محاسبات آماری بیشتری خواهد بود.

تخمین رابطه بین متغیرهای مستقل (دبی) و متغیرهای وابسته (PO4-P, TP, TOS, TSs, TMs) به وسیله رگرسیون پیرسون و یا یک تابع چند جمله‌ای به دست خواهد آمد.

معنادار بودن تفاوت‌ها بین غلظت‌های مواد غذایی انتقال یافته در حین وقوع سیلاب‌ها و جریان‌ها ثابت، یا در حین هیدروگراف‌های صعودی و یا نزولی با استفاده از آزمون تجزیه واریانس و یا آزمون توکی تعیین خواهد شد.

پ) ترسیم نمودارها

گراف‌های زیر را طراحی کنید.

هیدرولوژی

- پروفیل مقطع عرضی رود- برپایه اندازه‌گیری‌های عمقی (گراف‌های خطی)
- هیدروگراف (اگر داده‌های اندازه‌گیری موجود باشند) یک گراف خطی که نشان دهنده تغییرات لحظه‌ای دبی در مقطع عرضی بررسی شده باشد.
- دبی متوسط لحظه‌ای برای هر مقطع عرضی-یک نمودار میله‌ای با مقادیر متوسط، بیشینه و کمینه برای تمام ایستگاه‌های نمونه‌برداری.

غلظت‌ها

- تغییرات‌غلظت TP، PO4-P، TSSs، OSSs، MSSs، (میله‌ها) در مقابل دبی (یک گراف خطی).
- میزان غلظت‌های MSs، OSs، TSSs، PO4-P، TP در مقابل روابط دبی (نمودار نقطه‌ای با تابع خطی یا چند جمله‌ای) برای دبی کم ثابت، افزایش سطح آب و افزایش دبی و کاهش دبی و سطح آب

بار و تعادل

بارهای MSSs، OSSs، TSSs، PO4-P، TP برای هر جریان ورودی و خروجی از اکوسیستم مورد مطالعه قرار گرفته است.

٦) آنالیز نتایج

برپایه آنالیز نتایج بدست آمده، به سوالات زیر پاسخ دهید

۱) رابطه بین دبی رودخانه‌های بررسی شده و غلظت فسفری چیست ؟ (TP و PO4-P)

۲) رابطه بین دبی رودخانه‌های بررسی شده و غلظت‌های جامدات معلق چیست ؟ (MSSs و TSSs، OSSs)

۳) آیا در حوضه‌های آبخیز تفاوتی در زمینه روابط بالا وجود دارد؟ دلیل آن چیست؟

٤) آیا در ایستگاه‌های نمونه‌گیری قرار گرفته در جریان ورودی به اکوسیستم در مقایسه با جریان خروجی در روابط بالا تفاوتی وجود دارد ؟ علت این تفاوت‌ها چیست ؟

٥) طی جریان‌های ثابت و سیلاب‌ها تفاوت‌های بین بارهای غذایی که سیستم را تامین می‌کند چیست ؟

٦) تفاوت بین بارگذاری مواد غذایی در طول دوره نزولی و صعودی هیدروگراف چیست ؟

۷) سیستم شما مواد مغذی را نگه می‌دارد یا آزاد می‌کند ؟ علت آن چیست ؟ عواقب و نتایج آن چیست ؟

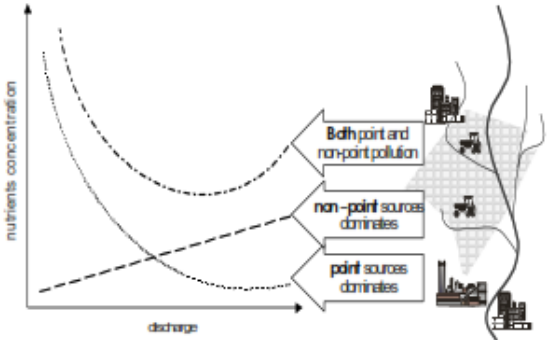
۸) آیا راه‌حلی اکوهیدرولوژیکی برای کاهش بارگذاری مواد مغذی و بهبود تعادل در این اکوسیستم وجود دارد؟

۷) بحث

تغییرات غلظت‌های مواد غذایی و بارها در الگوهای هیدرواکولوژیکی

میزان و زمان فسفر انتقال یافته توسط رودخانه‌ها به وسیله چندین فاکتور تعیین می‌شود. این عوامل فعل و انفعالاتی باهم دارند و در طول سال تغییر می‌یابند. سازکار تغییرات غلظتی با دبی به مسیر چرخه هیدرواکولوژیکی بستگی دارد. این امر همچنین به نقش عوامل مختلف در ساخت و تشکیل رواناب‌های

حوزه آبخیز نیز بستگی دارد. می‌توان گفت این روابط به منابع غذایی غالب در حوزه آبخیز نیز بستگی دارد. در حوضه‌های



شکل ٤. ارتباطات کلی بین افزایش دبی رودخانه ناشی از بارش‌های شدید در یک حوزه آبخیز و غلظت مواد مغذی در یک رودخانه، بسته به منابع غالب آلودگی در حوضه (سوملیودی و همکاران، تغییر یافته)

الگوهای عمومی انتقال و جابجایی مواد غذایی به وسیله رودخانه‌ها در حوزه‌های آبخیز تخریب شده

- بالاترین غلظت‌های مواد غذایی در حین اولین مرحله سیل در طول زمان افزایش و بالا آمدن سطح آب (مرحله تراکم و متراکم شدن مواد غذایی) مشاهده شد.
- قبل از آنکه دبی رودخانه به مقدار بیشینه خود برسد، غلظت‌های مواد غذایی رو به کاهش می‌گذارد و در حین کاهش دبی، این کاهش ادامه می‌یابد (مرحله رقت یا رقیق شده مواد غذایی).
- متعاقبا میزان و بار مواد غذایی منتقل شده در مرحله متراکم شدن مواد غذایی بیشتر از این میزان، در طی مرحله رقیق شدن و عدم تراکم مواد غذایی است.
- در حین سیل‌هایی که مدتشان کم ولی شدت زیادی دارند، به علت بار هیدرولیکی زیاد مواد غذایی بالاتر از زمانی است که سیل‌هایی با شدت کم و زمان زیاد داریم (بار هیدرولیکی زیاد به معنای میزان آب بیشتر است). اگر چه غلظت‌های مواد غذایی در حین سیل‌های معمولی (با شدت متوسط) می‌تواند بالاتر از غلظت مواد غذایی در طول سیل‌های با شدت زیاد و طول مدت کم باشد یعنی زمانی که ما با رقت آلاینده‌ها مواجه هستیم.
- غلظت‌های مواد غذایی در طول سیل‌های متوسط ولی مکرر نسبت غلظت مواد غذایی در حین سیلاب‌هایی با مدت زیاد بیشتر است. مواد غذایی منتقل شده در سیلاب‌هایی با شدت متوسط ولی مکرر معمولا بیشتر است.

تعادل مواد غذایی در مخازن آبی، دریاچه‌ها و تالاب‌ها

تفاوت بین جریان ورودی و خروجی مواد غذایی و ماده به یک اکوسیستم تعادل مواد غذایی/مواد آن اکوسیستم را تعیین می‌کند. در مخازن آبی که میزان تبادل آبی آنها پایین است، تعادل سالیانه فسفر و رسوبات معمولا مثبت است. این به آن معناست که ورودی به اکوسیستم بیش از میزان خروجی از اکوسیستم است و سیستم اساسا مواد غذایی‌اش را در خود حفظ می‌کند. این فرایند به علت پدیده تغذیه‌گرایی باعث از بین رفتن کیفیت آب می‌شود. این موارد باعث رشد سیانوباکتری‌های سمی می‌شود و تبعات اقتصادی و اجتماعی برای جوامع محلی و اکوسیستم‌ها در پی دارد. در نهایت این باعث کاهش قابل توجه جریان رسوبات در سواحل جهانی شده و این به شدت بر اکوسیستم‌های اقیانوسی اثر می‌گذارد. توازن مواد غذایی در فصول مختلف متفاوت است و به شرایط هیدرولوژیکی بستگی دارد. به عنوان مثال بعضی از مخازن کم عمق و با اندازه متوسط ساخته شده توسط افراد ممکن است مواد غذایی بیشتری را در طول تابستان آزاد کنند. استخرهای مواد غذایی قابل توجه و بزرگی که در ساختار زیستی واقع شده‌اند (عمدتا فیتوپلانکتون، زوپلانکتون، ماهی).

راهکارهای اکوهیدورلوژیکی

سومین اصل اکوهیدرولوژی راهکارهایی بر پایه مهندسی اکوهیدرولوژی برای ما فراهم می‌کند. که این راهکارها به وسیله یک هماهنگی دو طرفه بین فرآیندهای هیدرولوژیکی و زیستی ایجاد می‌شود. این راهکارها می‌توانند برای بهبود شرایط به کار روند. این راهکارها می‌توانند برای کاهش جریان ورودی و افزایش جریان خروجی از مخازن استفاده شوند. نمونه‌هایی از این معیارها موارد زیر را شامل می‌شود:

- بازسازی و نگهداری پوشش‌گیاهی در منطقه به وسیله تطبیق آن با شرایط هیدرولوژیکی بهبود یافته در حوزه آبخیز تخریب شده.
- افزایش جذب مواد غذایی در سیستم‌های‌طبیعی و انسان ساخت بیش از مخازن، دشت‌های سیلابی، تالاب‌ها

و فیلترهای گیاهی.

- تعدیلات هیدرودینامیک در جریان‌های ورودی به مخازن (پیش مخازن)، افزایش رسوبگذاری
- آزاد شدن آب مخزن به شیوه‌ای کنترل شده، تا این مواد غذایی تجمع یافته و رسوبات به سمت انشعابات رودخانه‌ای بروند.

منابع

پیشینه‌های علمی بیشتر، مثال‌هایی از رویکردها، راه‌حل‌ها و توضیحات در موارد منتشر شده زیر می‌توان یافت:

1. Guidelines for the Integrated Management of the Watershed - Phytotechnology and Ecohydrology: www.unep.or.jp/ietc/Publications/Freshwater/FMS5.
2. Integrated Watershed Management Ecohydrology & Phytotechnology- Manual: w ww.unep.or.jp /ietc/publications/freshwater/watershed_ manual.

۲. دنیتریفیکاسیون به عنوان یک عنصر عملیاتی یکپارچه ترمیم مخازن

مخزن سولجو، لهستان

اهداف فصل

تعیین این موضوع که چگونه شرایط هیدرولوژیکی (سطوح بالا و پائین آب) می‌تواند:

- فرآیند دنیتریفیکاسیون در نواحی ساحلی را اصلاح کند.
- به طور موقت نرخ و سرعت دنیتریفیکاسیون را افزایش داده، نسبت N/P را کاهش داده و از رشد فیتوپلانکتون‌ها جلوگیری می‌کند.

اصل اکوهیدرولوژی: ۲- افزایش ظرفیت جذب اکوسیستم

مقدمه

دبی‌های محتوی ترکیبات نیتروژن و فسفر میتواند فرایند تغذیه‌گرایی را شتاب بخشد و رشد جلبک‌ها را تحریک کند. نسبت TN:TP می‌تواند یک پارامتر کارا و مفید در تعیین ماده غذایی محدود کننده احتمالی باشد. محدودیت رشد TN:TP می‌تواند در زمان کوچک بودن نسبت TN:TP رخ دهد (<۲۰) در حالی که محدودیت رشد فسفر در زمان زیاد بودن این نسبت اتفاق می‌افتد (>۵۰). به این دلیل، کنترل کردن هر دو ماده غذایی در مدیریت کیفیت آب، نقش و اهمیت والایی می‌یابد. اگرچه فسفر معمولا یک ماده غذایی بحرانی است، مخازن خصوصا در حوزه‌های آبی کم عمق معمولا به صورت منبع نیتروژن عمل می‌کنند. مدت زمان نگهداری و حفظ آب (WRT) یک عامل مهم در بهبود و اصلاح سرعت و میزان نیتروژن‌دهی است. افزایش WRT رسوب‌گذاری را در منابع ساحلی و کرانی مخازن بالا می‌برد و همچنین در افزایش نرخ نیتروژن‌دهی به وسیله افزایش میزان OM رسوبات سهیم است.

این باعث تجمع مواد آلی و ایجاد و تحریک شرایط غیرهوازدی در رسوبات می‌شود و این امر منجر به میزان نیتروژن‌دهی‌بالاتر می‌شود. افزایش نیتروژن دهی نسبت N/P را کاهش داده و از رشد فیتوپلانکتون‌ها جلوگیری می‌کند. خصوصا در بهار یعنی زمانی که درجه حرارت آب کم است و دیاتوم‌ها که قادر به ثبت نیتروژن از اتمسفر نیستند، در جوامع فیتوپلانکتونی برتری می‌یابند، این شرایط مورد انتظار است. به این علت عمدتا در فصل بهار با از بین رفتن میزان نیتروژن خارجی، فرآیند نیتروژن‌دهی افزایش می‌یابد.

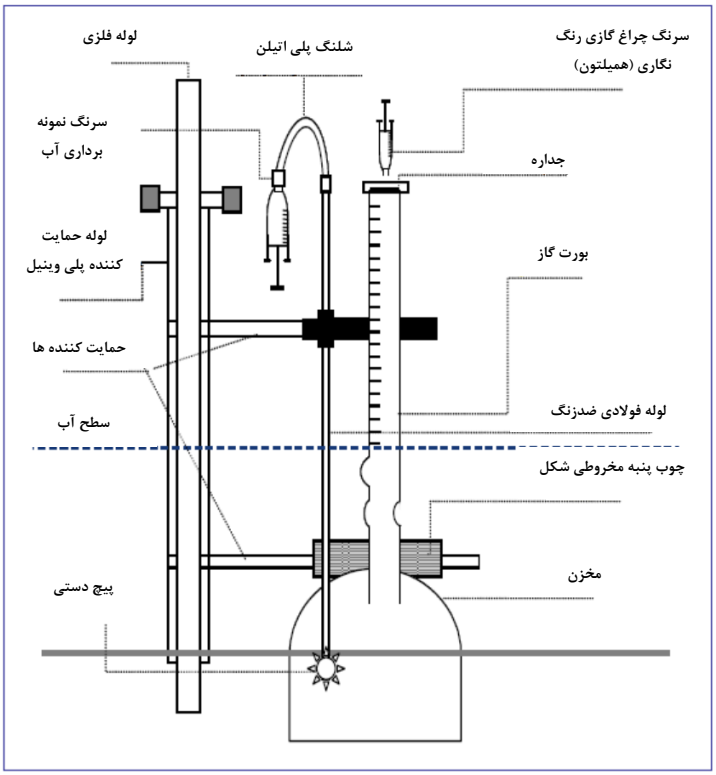
۱. شرح آزمایش

روش استفاده شده در آزمایش‌های ما بر پایه **اندازه‌گیری مستقیم تولید** N_2 از اتاق‌های در محل سایت است. این شیوه آسان و سریع است و نیازی به استفاده از ایزوتوپ‌ها ندارد، از بازدارنده‌ها جلوگیری می‌کند و رسوب از جهت عمودی دست نخورده باقی می‌ماند. نتایج حاصل نیز با روش فلاکس N_2 آزمایشگاهی سازگاری و مطابقت دارند. اگرچه، یکی از معایب این شیوه، نیاز به پیش مراقبت‌ها برای جلوگیری از آلوده شدن به وسیله نیتروژن اتمسفری می‌باشد. دیگر محدودیت‌های این روش، محدود بودن آن به مخازن کم عمق و لزوم محاسبه فلاکس N_2 آزاد شده به دلیل تغییرات در محلولیت‌پذیری گاز می‌باشد. روش اتاقک در محل یک روش مناسب برای مطالعه نیتروژن‌دهی در محیط‌های آبی است.

۲. طراحی آزمایش

نمونه‌های آب به منظور ارزیابی و بررسی نسبت N/P باید با دقت تمام به صورت هفتگی از مخزن گرفته شوند. اندازه‌گیری نرخ و میزان نیتروژن‌دهی در رسوبات باید در مناطق ساحلی انجام پذیرد. میزان نیتروژن‌دهی رسوبات باید با روش اتاقک در سایت به منظور اندازه‌گیری محصولات واکنش گازی انجام شود **(شکل ۱)**. اتاقک به میزان ده سانتی‌متر در رسوبات خروجی رود ۲۱/۵ دسی‌متر مکعب از آب رویی را برگرفته و مساحت سطح آن ۰/۰۷۳ مربع است. در آغاز اندازه‌گیری نرخ‌های نیتروژن‌دهی، هوا به بیرون از بورت کشیده می‌شود.

بعد از آنکه سیستم بسته شد و اتاقک پر از آب شد، اتاقک برای فواصل زمانی مشخص شده ترک می‌شود که این فواصل زمانی می‌تواند از چند ساعت تا چند روز متغیر باشد، تا گازها در بورت تجمع یابند. گازهای تولید شده در رسوبات، حباب‌هایی را درست می‌کند که از رسوبات بالا آمده و در بورتی که در بالای اتاقک یا محفظه انکباسیون قرار دارد تجمع می‌یابند.



شکل ۱- دیاگرام شماتیک از اتاقک به منظور اندازه‌گیری مستقیم دنیتریفیکاسیون در رسوبات (توماسزیک ۱۹۹۱)

N_2 در فضای بالای محفظه انکباسیون اندازه‌گیری می‌شود. این N_2 ترکیبی از نیتروژن‌دهی اتفاق افتاده در رسوبات و میزان N_2 ناشی از موازنه N_2 حل شده در آب است. بنابراین، نرخ نیتروژن‌دهی در مکان از طریق مجموع N_2 ناشی از رسوبات با در نظر گرفتن تصحیح N_2 آزاد شده به علت تغییرات در حلالیت گاز نیتروژن اندازه‌گیری می‌شود. نمونه‌های گاز باید بر روی کروماتوگراف گازی فیلیپس آنالیز شوند. میزان نیتروژن‌دهی در محل می‌تواند از طریق مجموع N_2 خروجی از رسوبات اندازه‌گیری شود.

هسته‌های رسوبی جمع‌آوری شده و محتوای کربن آلی آنها آنالیز خواهد شد. نتایج باید به عنوان درصد وزن خشک محاسبه شوند.

۳. مواد و تجهیزات

الف) تجهیزات میدانی

شما باید تجهیزات نمونه‌گیری آب و تجهیزات اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکی را با خود ببرید که شامل موارد زیر است

- نمونه‌گیر آب برای جمع‌آوری آب به منظور آنالیز شیمیایی
- بطری‌های پلی اتیلنی برای جمع‌آوری آب. برای هر ناحیه که نمونه‌برداری می‌شود، شما به یک بطری کوچک تمیز (حدودا ۲۵۰ میلی لیتری) شستشو شده با آب مقطر احتیاج دارید.
- ماژیک‌ها و برچسب‌های ضد آب برای بطری‌ها
- تجهیزات فیلترینگ سرنگ فیلترینگ یا فیلتر خلا
- محفظه برای حمل و نقل نمونه‌های آب در تایکی و درجه حرارت حدود ٤+ سانتی‌گراد

ب) تجهیزات آزمایشگاهی و اندازه‌گیری

آب

آب برای آنالیز شیمیایی باید مستقیما پس از نمونه‌گیری از طریق فیلتر GF/F واتمن فیلتر شود و مواد زیر در آن آنالیز شوند

- نیتروژن کل (TN) با استفاده از

Hach Test N' Tube (0do 25 mg/l)

- نیترات نیتروژن ($N\text{-}NO_3$) با استفاده از Hach test NitraVers بر اساس روش گولترمن (۱۹۸۸)
- آمونیوم نیترات ($N\text{-}NH_4$) و غلظت فسفر ($P\text{-}PO_4$) بر اساس روش گولترمن (۱۹۸۸).

اندازه‌گیری غلظت‌های DP، TP، نیاز به معدنی کردن نمونه دارد. برای این منظور شما به وسایل زیر احتیاج دارید: ماکروویو و به عنوان مثال معرف‌های آماده Merck. برای آنالیز دیگر غلظت‌های یون‌ها از کروماتوگراف می‌توان استفاده کرد.

رسوبات

- نمونه‌هایی تازه از رسوبات باید خشک شوند و تحت آنالیز شیمیایی قرار گیرند.
- در شعله با حرارت ۵۵۰ درجه سانتی گراد ماده آلی از طریق کاهش جرم تعیین می‌شود.
- کربن آلی به وسیله روش تیورین (Thiurin) تعیین می‌شود (Piper 1957).
- نیتروژن کل به وسیله روش kjeldahl اندازه‌گیری می‌شود.

گازها

نمونه‌های گازی باید بر روی کروماتوگراف گازی آنالیز شوند (Tomaszek 1991).

ج) تحلیل داده‌ها

- کاربرگ سازمان‌دهی داده‌ها
- کامپیوتری با نرم افزاری برای محاسبه داده، آنالیز آماری و رسم نمودار نتایج.

٤. سازمان‌دهی و آنالیز داده‌ها

سازمان‌دهی داده‌ها

مشاهدات پارامترهای فیزیکی و شیمیایی در برگه اطلاعات جمع‌آوری می‌شوند.

داده‌های مربوط به میزان نیتروژن‌دهی در برگه اطلاعات جمع‌آوری می‌شوند (جدول ۱ و ۲ در پیوست).

آنالیز آماری پایه

ضرایب همبستگی پیرسون (r) بین ترکیب رسوبات و نرخ نیتروژن‌دهی توسط برنامه Statistica محاسبه می‌شوند (اطلاعات از جدول ٤).

رسم نمودارها

نتایج به شکل نمودارها و جداول ارائه می‌شوند.

٥. آنالیز نتایج

تنظیم فرایندهای هیدرولوژیکی توسط افزایش WRT و مناطق کرانی و ساحلی خوب مدیریت شده می‌تواند منجر به حذف نیتروژن از طریق نیتروژن‌دهی و کاهش یوتریفیکاسیون شود.

با توجه به اطلاعات بدست آمده سوالات زیر باید پاسخ داده شوند

۱. چه پارامترهایی عمدتا فرایند نیتروژن‌دهی را در مناطق ساحلی و کرانی تعیین می‌کند ؟

۲. نسبت N/P و دمای آب چه اندازه بود ؟

۳. زمان یا بازه زمانی بهینه برای افزایش فرایند نیتروژن‌دهی کدام است ؟

٤. بیشترین بار ناشی از فعالیت‌های انسانی برای حوزه آبخیز چیست ؟

منابع

1. Bednarek A., Zalewski M. 2007. Potential effects of enhancing denitrification rates in sediments of the Sulejow reservoir. Environment Protection Engineering 33(2):3543.

2.Bednarek A. 2004. Surveys: How to assess and quantify specific issues in watersheds? Lakes & Reservoirs: What happens to nitrogen in a lake? In: M. Zalewski M., I. Wagner-Łotkowska (eds.) Integrated Management of the Watershed –Phytotechnology & Ecohydrology – Manual. UNDP/UNESCO.

3.Bednarek A., Zalewski M., Błaszczyk M., Dąbrowska E., Czerwieniec E., Tomaszek J. 2002. Estimation of denitrification rate in diversified bottom sediments of the Sulejow Reservoir. In: Proceedings of the Final Conference of the First Phase of the IHP-V Project 2.3,2.4 on Ecohydrology „ The Application of Ecohydrology to Water Resources Development & Management" Ecohydrology & Hydrobiology 2(1-4):297-304.

5. Golterman H.L., Clymo R.S., Ohstand M.A.M. 1988. Methods of Physical and Chemical Analysis of Fresh Waters. IBP Hand Book.

6. Guildford S. J., Hecky R.E. 2000. Total nitrogen, total phosphorus,, nutrient limitation in lakes and oceans: is there a common relationship? Limnology and Oceanography 45:1213–1223.

7. Hodgman C.D., Weast R.C., Selby S.M. (eds.) 1960. Handbookof Chemistry and Physics: A Ready-Reference Bookof Chemical and Physical Data, 41st ed. Chemical Rubber Publishing Co, Cleveland, OH.

8. Nielsen K., Nielsen L.P., Rasmussen P., 1995. Estuarine nitrogen retention independently estimated by the denitrification rate and mass balance methods: a study of Norsminde Fjord, Denmark. Marine Ecology Progress Series 119:275–283.

9. Nielsen K., Risgaard-Petersen N., Sḿod B., Rysgaard S., Berg˜ T. 2001. Nitrogen and phosphorus retention estimated independently by flux measurements and dynamic modelling in the estuary, Randers Fjord, Denmark. Marine Ecology Progress Series 219:25–40.

10. Piper C.S. 1957. Soil and Plant Analysis. PWN, Warsaw.

11. Tomaszek J. 1991. Biochemical transformation of nitrogen compounds in the bottom sediments of the superficial waters. Rzeszow Technical Univ. J. 13:1–155.

12. Tomaszek J. 1995. Problems of preservation and land reclamation of the man-made lake on the Wislok River in Rzeszow. The Conference of the Polish Academy of Science, November 14–15, 1995, Zabrze, Silesia, Poland. 133–150 pp.

13. Tomaszek J.A., Gardner W.S., Johengen T.H. 1997. Denitrification in sediments of a Lake Erie Coastal Wetland (Old Woman Creek, Huron, OH, USA). Journal of Great Lakes Research 23:403–415.

14. Tomaszek J. A., Czerwieniec E. 2000. In situ chamber denitrification measurements in reservoir sediments, an example from southeast Poland. Ecological Engineering 16:61–71.

ضمیمه

جدول ۱- کاربرگ اطلاعات پارامترهای آب سطحی

پارامترهای آب سطحی	مخازن			
	ماه؛ روز	ماه؛ روز	ماه؛ روز	ماه؛ روز
نیتروژن کل				
نیترات-نیتروژن				
نیتریت-نیتروژن				
آمونیوم-نیتروژن				
فسفر کل				
نیترات-نیتروژن				
نیتروژن کل به فسفر کل				
دمای کل				
pH				
اکسیژن محلول				

جدول ۲. کاربرگ اطلاعات پارامترهای رسوب کف

پارامترهای رسوب کف	مخزن			
	ماه؛ روز	ماه؛ روز	ماه؛ روز	ماه؛ روز
ماده آلی				
کربن آلی				
نیتروژن کل				

جدول ۳. نرخ دنیتریفیکاسیون

مخزن				
نرخ دنیتریفیکاسیون				
ایستگاه‌ها	نمونه‌گیری اول	نمونه‌گیری دوم	نمونه‌گیری سوم	میانگین
۱				
۲				
۳				
٤				
٥				

جدول ٤. اطلاعات دسته بندی شده به منظور آنالیزهای آماری

ایستگاه‌ها	ترکیب رسوبات (درصد توده خشک رسوبات)			دما	نرخ دنیتریفیکاسیون
	ماده آلی	کربن آلی	نیتروژن کل	میانگین	میانگین
۱					
۲					
۳					
٤					
٥					

۳. استفاده از نسبت نیتروژن به فسفات به عنوان یک ابزار پیش‌بینی برای تغذیه‌گرایی و محدودیت‌های غذایی

سیانوباکتری

هدف فصل

تعیین نسبت اتمی N/P در یک آکواریوم و افزودن نیترات یا فسفات به منظور بهبود کیفیت آب بوسیله کاهش رشد جلبک‌ها

اصل اکوهیدرولوژی: ۱- تعیین تهدیدها

مقدمه

تغذیه‌گرایی در سیستم‌های آبی به علت ازدیاد مواد غذایی رخ می‌دهد و ظهور می‌یابد. ازدیاد مواد مغذی نسبت اصلی ترکیبات غذایی را تغییر می‌دهد و رشد جلبک‌ها (به عنوان مثال سیانوباکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن) افزایش می‌یابد. بنابراین، نسبت فسفر/نیتروژن یک پارامتر مهم است زیرا فسفر و نیتروژن ممکن است جلوی پدیده تغذیه‌گرایی را در دریاچه‌ها و محیط‌های آبی بگیرند. نسبت عنصری نیتروژن به فسفر برای محدودسازی، که احتمالا از تغذیه‌گرایی جلوگیری می‌کند حدود ۱۶ است. این نسبت از ترکیب عنصری فیتوپلانکتون‌های دریایی گرفته شده است. نسبت اتمی N:P:C در فیتوپلانکتون‌های دریایی Ca ۱:۱۶:۱۰۶ است.

ورود نیتروژن و یا فسفر به وسیله آثار انسانی، نسبت نیتروژن به فسفر آب و سوبسترها را در محیط تغییر داده و بر رشد جلبک‌ها تاثیر می‌گذارد. از سوی دیگر، آثار انسانی می‌تواند باعث محدودیت غذایی شود. خصوصا احیای اراضی در مناطق ساحلی بر خصوصیات بیوشیمیایی سوبسترها به وسیله زهکش تاثیر می‌گذارد، که برای کاهش مقدار آب و شوری رسوبات برای تولید محصول زراعی بعدی لازم است. رسوبات سیلابی به طور مکرر یا دائم به میزان پایین از سطح کاهش می‌یابند زیرا آب رویی میزان ورودی اکسیژن به وسیله پدیده انتشار را کاهش می‌دهد و بنابراین فشار الکترون افزایش می‌یابد. اگر سولفیدهای آهن به وسیله کاهش سولفات تحت شرایط کاهش شکل گیرند، شکل اسید سولفوریک به وسیله اکسیداسیون این سولفیدها به نحو قابل ملاحظه‌ای pH رسوبات را کاهش می‌دهد، (زمانی که ظرفیت بافری، به عنوان مثال از طریق کربنات کلسیم ناکافی است). خصوصا، محتوای فسفری در رسوبات و خاک‌ها به شدت به مقادیر pH سوبسترا وابسته است. اسیدی شدن باعث حل شدن فسفات‌های کلسیم در دسترس می‌شود. و باعث رسوب کردن آلومینای غیر محلول و فسفات‌های آهن می‌شود. در نهایت اسیدی شدن باعث یک کمبود فسفری می‌شود و رشد محصولات زراعی و درختان محدود می‌شود. تغییرات خصوصیات ژئوشیمیایی سوبسترا ممکن است بر پایداری ماهیگیری تاثیر بگذارد. همبستگی بین میزان فسفر و نیتروژن در برگ‌ها و سوبستراها می‌تواند به عنوان یک شاخص ابتدایی برای محدودیت‌های غذایی استفاده شود. علاوه براین، نسبت نیتروژن به فسفر پوشش گیاهی ممکن است به طور مستقیم برای تعیین ماهیت محدودیت غذایی بر سطح یک جامعه استفاده شود. علاوه براین، فراوانی گونه‌های گیاهی در یک جامعه ممکن است تا حدودی تحت تاثیر نسبت نیتروژن به فسفر باشد. به عنوان نمونه، بعضی از گونه‌های گیاهی قادرند که از طریق همزیستی با باکتری، نیتروژن را از اتمسفر دریافت کنند و یا این که از طریق همزیستی میکوریزایی جذب فسفر گیاه افزایش می‌یابد. از این رو رشد این گونه‌ها به وسیله کمبود بالقوه مواد مغذی محدود نمی‌شود. بنابراین، نسبت نیتروژن به فسفر در آب، سوبسترا و پوشش گیاهی مکررا و به دفعات به وسیله مطالعات محیطی با هدف کسب اطلاعات در مورد وضعیت مواد غذایی و چرخه آنها و یا با هدف تشخیص تغییرات بیوشیمیایی به وسیله آثار انسانی و یا طبیعی تعیین می‌شود.

توضیح کامل از مایش

۱. توصیف کلی

نسبت نیتروژن به فسفر در یک آکواریوم به دست می‌آید و بر روی یک مقدار مطلوب تنظیم می‌شود (در صورتی که این

نسبت منجر به رشد جلبکی شود).

۲. طراحی آزمایش

تعیین نسبت اتمی نیتروژن به فسفر در یک محیط آبی و افزودن نیترات یا فسفات به منظور بهبود کیفیت آب به وسیله کاهش رشد جلبکی.

۳. مواد و تجهیزات

برای نمونه‌گیری از آب، یک آکواریوم که در آن رشد جلبکی قابل مشاهده باشد بسیار مناسب است. اگر تغییرات نامطلوبی در ترکیبات غذایی ایجاد شود رشد جلبک مکررا در آکواریوم‌ها افزایش می‌یابد. برای تعیین مقدار نیترات فسفات از یک کیت تعیین ماده شیمیایی استفاده کنید. تنظیم نسبت نیتروژن به فسفر به وسیله افزودن KNO_3، K_2HPO_4 انجام می‌شود و pH به وسیله یک pH سنج و یا یک نوار تعیین pH اندازه‌گیری می‌شود.

روش‌های تعیین و اندازه‌گیری نیتروژن و فسفر برای مطالعات تفصیلی محیطی

مقدار فسفر می‌تواند به صورت بسیار دقیق به وسیله روش فتومتری اندازه‌گیری شود و محتوا و مقدار نیتروژن به وسیله آنالیز عنصری کربن به نیتروژن تعیین می‌شود. تعیین مواد مغذی به وسیله احتراق و یا اکسیداسیون شیمیایی مواد گیاهی به منظور تبدیل فسفر آلی به ارتوفسفات و تبدیل نیتروژن آلی به نیترات قبل از آنالیز انجام می‌شود. برای تعیین فسفر در لایه‌ها تعدادی رویه‌های عصاره‌گیری برای تشخیص فسفر آلی و غیر آلی موجود می‌باشد. علاوه براین، روش‌های عصاره‌گیری متوالی ما را قادر می‌سازد تا کلسیم و آهن / آلومینا متصل به فسفر را اندازه‌گیری کنیم یا بتوانیم مینرال‌های فسفری خاص و فسفر جذب شده را اندازه‌گیری کنیم.

٤. توصیف آزمایش

بر طبق راهنما، مقدار نیترات و فسفات را تعیین کنید. محلول‌هایی از KNO_3، K_2HPO_4 تهیه کنید و توصیه می‌شود که محلول‌ها KNO_3، ۱۰۰ g/l و K_2HPO_4 ۲۰ g/l باشد. مقدار pH آب را اندازه‌گیری کنید و حجم آب در درون آکواریوم را اندازه بگیرید. توجه کنید دیگر مواد مغذی نیز می‌تواند یک عامل محدود کننده باشد مثل آهن. به عنوان مثال، فسفات آهن یا دیگر ترکیبات نسبتا غیر قابل حل آهن می‌توانند رسوب کنند. دیگر ترکیبات مواد غذایی می‌توانند اندازه‌گیری و افزوده شوند. البته اگر تجهیزات آن مهیا باشد و آهن به یک شکل قابل دسترس نگه‌داری می‌شود.

محاسبات

۱. محتوای مولی نیترات و فسفات به صورت زیر محاسبه می‌شود

- میزان فسفات/وزن مولی فسفات (۹٤/۹۷۲ میلی‌گرم بر مول)
- میزان نیترات/ وزن مولی نیترات (٦۲/۰۰٥)

۲. محتوای مولی نیترات و فسفات با محتوای مولی نیترات و فسفات برابرند.

۳. محتوای مولی نیتروژن به وسیله محتوای مولی فسفر تقسیم می‌شود.

با استفاده از جدول یک محاسبات را بررسی کنید.

جدول ۱. نسبت‌های عنصری نیترات به فسفات در غلظت‌های مختلف فسفات و نیترات

نسبت‌های عنصری نیترات به فسفات در غلظت‌های مختلف فسفات و نیترات						
فسفات (میلی گرم بر لیتر)	نیترات (میلی گرم بر لیتر)					
	٥	۱۰	۱٥	۲۰	۲٥	۳۰
۰/٥	۱٥	۳۱	٤٦	٦۱	۷۷	۹۲
۱	۸	۱٥	۲۳	۳۱	۳۸	٤٦
۱/٥	٥	۱۰	۱٥	۲۰	۲٦	۳۱
۲	٤	۸	۱۱	۱٥	۱۹	۲۳
۲/٥	۳	٦	۹	۱۲	۱٥	۱۸
۳	۳	٥	۸	۱۰	۱۳	۱٥

تنظیم نسبت نیتروژن به فسفر

بر اساس نسبت عنصری که برابر ۱٦ است، نسبت غلظت نیترات/فسفات Ca.۱۰ می‌باشد. اگر آب دارای سطوح افزایش یافته فسفات در مقایسه با نیتروژن باشد مثلا یک میلی‌گرم بر لیتر فسفر و پنج میلی‌گرم بر لیتر نیترات، محتوا و مقدار نیترات باید افزایش یابد. اگر میزان غلظت نیترات افزایش یافت میزان فسفر را افزایش دهیم. مقدار محلول ذخیره را که

برای تنظیم نسبت نیتروژن به فسفات لازم است را محاسبه کنید. بارور کننده را اضافه کنید و نسبت نیتروژن به فسفات را دوباره تعیین کنید. برای کاهش رشد جلبک نسبت نیتروژن به فسفات بین ۱۰ و ۲۰ توصیه می‌شود. نسبت نیتروژن به فسفات را بررسی و تنظیم کنید (در ماه آینده) و تاثیر تنظیم مقدار مواد غذایی را بررسی کنید.

۵. سازمان‌دهی داده‌ها

یک جدول تهیه کنید که شامل داده‌های اندازه‌گیری، مقادیر مواد غذایی اضافه شده و تغییرات در فراوانی جلبک‌های مرئی باشد.

جدول ۲. جدول آزمایش

	روز					
	۱	۲	۵	۱۰	۲۰	۳۰
قبل از اضافه کردن						
نیترات (میلی‌گرم بر لیتر؛ میلی‌مول بر لیتر)						
فسفات (میلی‌گرم بر لیتر؛ میلی‌مول بر لیتر)						
نسبت اتمی نیترات به فسفات						
اضافه کردن سهم محلول						
پس از اضافه کردن						
نیترات (میلی‌گرم بر لیتر؛ میلی‌مول بر لیتر)						
فسفات (میلی‌گرم بر لیتر؛ میلی‌مول بر لیتر)						
نسبت اتمی نیترات به فسفات						
pH						
فراوانی جلبک قابل روئیت						
نظرات بیشتر						

۶. آنالیز نتایج

یک نمودار از زمان‌های اندازه‌گیری شده شامل میزان مواد غذایی، نسبت‌های نیتروژن به فسفر و مقادیر pH تهیه کنید.

۷. بحث

در مورد تغییرات شیمیایی و فیزیکی شیمیایی در رابطه با ورودی‌های مواد مغذی و فراوانی‌های جلبکی مشاهده شده بحث کنید.

منابع

1. Anderson D.M., Glibert P.M., Burkholder J.M. 2002. Harmful algal blooms and eutrophication: nutrient sources, composition, and consequences. Estuaries 25:704-726.
2. Boesch D., Hecky R., O´Melia C., Schindler DW., Seitzinger S. 2006. Eutrophication of Swedish Seas. Final Report, Swedish Environmental Protection Agency, Stockholm, Schweden.
3. Dent D.L. 1986. Acid sulphate soils: a baseline for research and development. ILRI publications 39, Wageningen.
4. Hutchison GE. 1973. Eutrophication. American Scientist 61:269-279.
5. Koerselman W., Meuleman A.F.M. 1996. The vegetation N:P ratio: A new tool to detect the nature of nutrient limitation. Journal of Applied Ecology 33:1441-1450.
6. Koroleff F. 1983 Determination of phosphorus. In: K. Grasshoff, M. Ehrhardt and K. Kremling (eds). Methods of Seawater Analysis. Verlag Chemie, Weinheim, Deerfield Beach, FL, Basel. 125-139 pp.
7. Kurmies B. 1972. Zur Fraktionierung der Bodenphosphate. Die Phosphorsٰure 29:118-149.
8. Lake Winnipeg Stewardship Board. 2006. Reducing nutrient loading to Lake Winnipeg and its Watershed: Our Respective Responsibility and Commitment to Action. Report to the Minister of Water Stewardship December 2006.
9. Legg J.O., Black C.A. 1955. Determination of organic phosphorus in soils. 2. Ignition
method. Soil Science Society of America Proceedings 19:139-143.
10. Lindsay W.L. 1979. Chemical equilibria in soils. John Wiley and Sons, New York.
11. Lockaby B.G., Walbridge M.R. 1998. Biogeochemistry. In: M.G. Messina, W.H. Connor (eds). Southern forested wetlands -ecology and management. Lewis, Boca Raton. 149-172 pp.
12. Morgan M.F. 1941. Chemical Soil Diagnosis by the Universal Soil Testing System. Connecticut Agricultural Experiment Station Bulletin. 450 pp.
13. Murphy J, Riley JP (1962) A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Analytica Chimica Acta 27:31-36.
14. Purcell L. C., King C. A. 1996. Total nitrogen determination in plant mineral by persulfate digestion. Agronomy Journal 88:111-113.
15. Redfield A.C. 1934. On the proportions of organic derivations in sea water and their relation to the composition of plankton. In: R.J. Daniel (ed.). James Johnstone Memorial Volume. University Press of Liverpool.177-192 pp.
16. Oxmann J.F., Pham Q.H., Lara R.J. 2008. Quantification of individual phosphorus species in sediment: A sequential conversion and extraction method. European Journal of Soil Science DOI 10.1111/j.13652389.2008.01062. x.

٤. اثرات غنی‌سازی غذایی و نوری بر رشد فیتوپلانکتون

Leptocylindricus danicus

هدف فصل

نشان دادن آثار غنی‌سازی غذایی و نوری بر رشد جوامع طبیعی فیتوپلانکتون

اصل اکوهیدرولوژی: ۱- تعیین تهدیدها

مقدمه

تغییرات رژیم جریان آب شیرین و افزایش تغذیه‌گرایی منجر به تغییر در دسترس بودن نور و بارگذاری مواد غذایی در مجاورت مصب‌ها و مناطق ساحلی می‌شود. جامعه‌ی فیتوپلانکتون‌ها به این تغییرات با راه‌های بسیاری پاسخ می‌دهد. برای مثال شکوفایی مضر فیتوپلانکتون‌ها می‌تواند در نتیجه تغییرات در عرضه مواد غذایی و همچنین جایگزینی برخی گونه‌های فیتوپلانکتونی (مانند دیاتومه‌ها، که برای گسترش ماهی‌های بزرگ و جمعیت سخت‌پوستان مشارکت می‌کنند) و یا توسط دیگران (مانند سیانوباکتری‌ها، که ممکن است سمی و نشان دهنده یک منبع غذایی نامناسب برای سطوح تغذیه‌ای بالاتر باشند) باشند. آزمایش‌های غنی‌سازی غذایی و نور به ما اجازه درک و پیش‌بینی آثار تغذیه‌گرایی بر رشد فیتوپلانکتون‌ها را می‌دهد. این یک ابزار بنیادی در مسائل مربوط به مدیریت آب است، چرا که این مسئله پیش‌بینی تغییرات در جوامع فیتوپلانکتونی که ممکن است برای تمامی اکوسیستم مضر باشد را قادر می‌سازد و راهبردهای کاهش خطرات را طراحی می‌کند.

شرح آزمایش

۱. توصیف کلی آزمایش

نمونه‌های آب از سایت مورد مطالعه جمع‌آوری و درون بطری‌های پلی‌کربنات توزیع گردد. بطری‌های کنترل حاوی جوامع فیتوپلانکتونی طبیعی دستکاری نشده در یک مخزن پر شده با آب لوله‌کشی انکباتور خواهند شد تا از تغییرات شدید دمای آب جلوگیری شود و با سطوح مختلفی از پرده پوشش داده شود تا شدت نور متوسط در لایه‌های مختلط شده شبیه‌سازی شود. بطری‌های اضافی با نیتروژن غیرآلی حل شده، فسفر و سیلیکون و تحت لایه‌های مختلط انکباتور شده غنی خواهند شد. علاوه براین بطری‌ها در داخل مخزن دیگری انکباتور خواهند شد و دو مرتبه در معرض لایه‌های مختلط قرار خواهند گرفت. واکنش رشد فیتوپلانکتون‌ها در بطری‌های کنترل و غنی‌سازی غذایی و نور مقایسه خواهد شد. با استفاده از میکروسکوپ معکوس رشد از طریق تغییر در فراوانی فیتوپلانکتون‌ها ارزیابی خواهد شد. اگر یک یا چندین گونه پاسخ معنی‌داری به افزایش مواد غذایی یا نور داشتند، در رابطه با کنترل، این بدان معناست که رشد این گونه‌ها بوسیله این منابع محدود شده است.

۲. طراحی آزمایش

چهار مرتبه آزمایش‌های غنی‌سازی مواد غذایی و یک مرتبه آزمایش غنی‌سازی نور انجام خواهد شد. مواد غذایی که اضافه می‌شوند عبارتند از (جدول ۱)

نیتروزن بعنوان نیترات (NO_3^-)، با استفاده از پتاسیم نیترات (KNO_3)؛ فسفر بعنوان ارتوفسفات (PO_4^{3-})، با استفاده از پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات (KH_2PO_4)، سیلیسیوم بعنوان سیلیکات (Si(OH)4)، با استفاده از سدیم هگزا فلوئورو سیلیکات (Na_2SiF_6).

شدت نور با استفاده از سطوح مختلف پرده تنظیم خواهد شد. در صورت امکان هر آزمایش باید در دو تکرار انجام شود. آمونیوم (NH_4^+) منبع مهم دیگری از نیتروژن برای فیتوپلانکتون است، بنابراین می‌توان آن را نیز آزمایش کرد. مواد مغذی اضافی نیز می‌توانند در ترکیب‌ها بکار روند (مانند؛ نیتروژن بعلاوه فسفر، نیتروژن بعلاوه سیلیسوم، سیلیسیوم بعلاوه فسفر، نیتروژن بعلاوه فسفر بعلاوه سیلیسیوم). با توجه

به اینکه فیتوپلانکتون بعضی اوقات ممکن است توسط دو یا تعداد بیشتری مواد غذایی محدود شود.

جدول ۱- مثالی از افزودن مواد مغذی به منظور انجام آزمایش غنی‌سازی مواد مغذی

مواد مغذی	نیترات	ارتو سیلیکات	ارتوفسفات
کنترل	-	-	-
نیتروژن	۱/۵ میلی‌لیتر	-	-
فسفر	-	-	۱/۵ میکرولیتر
سیلیسیوم	-	۱/۵ میلی‌لیتر	-
نیتروژن فسفر	۱/۵ میلی‌لیتر	-	۱/۵ میکرولیتر
سیلیسیم نیتروژن	۱/۵ میلی‌لیتر	۱/۵ میلی‌لیتر	-
سیلیسیم فسفر	-	۱/۵ میلی‌لیتر	۱/۵ میکرولیتر
نیتروژن فسفر سیلیسیم	۱/۵ میلی‌لیتر	۱/۵ میلی‌لیتر	۱/۵ میکرولیتر

نمونه‌های آب از هر بطری در طول دوره کمون به منظور آنالیز فراوانی و ترکیب فیتوپلانکتونی جمع‌آوری می‌شوند. وسعت آزمایش (۱ تا ٦ روز) باید با توجه به فعالیت کل فیتوپلانکتون‌ها تنظیم شود.

۳) مواد و تجهیزات

الف) آزمایش‌های میدانی

- بطری‌های پلی‌کربنات یک لیتری، دیگر بطری‌های شفاف پلاستیکی غیر واکنشی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (مدت این آزمایش بستگی به حجم نمونه استفاده شده دارد).
- نمونه آب زیر سطحی (بطری‌های نیکسون یا ون دوران)، از یک سطح تمیز نیز می‌توانید استفاده کنید.
- صفحه سکچی
- دماسنج
- انکسارسنج یا کاوشگر شوری

ب) انکباسیون

- دو مخزن پر از آب لوله‌کشی (برای جلوگیری از تغییرات شدید درجه حرارت آب).
- چندین لایه پرده برای پوشش مخازن (ببینید شکل ۱).

ج) محلول‌های ماده مغذی

محلول‌های موجود به شرح زیر مهیا شده‌اند:

- ۱۰۰ Mm نیتروژن-محلول ۱/۰۱۱ گرم KNO_3 در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر
- ۱۰۰ Mm فسفر-محلول ۱/۳٦۱ گرم KH_2PO_4 در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر
- ۱۰۰ Mm سیلیس-محلول ۱/۸۸۱ گرم Na_2SiF_6 در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر
- اکنون هر محلول را به منظور تعیین محلول‌های کار که به بطری‌ها اضافه خواهند شد رقیق نمائید. غلظت محلول‌ها بستگی به غلظت محلول‌هایی دارد که پس از اضافه کردن انتظار دارید.

د) آنالیز فیتوپلانکتون

- میکروسکوپ معکوس
- اتاقک‌های تصفیه اوترمول (Utermohl)
- محلول
- بطری‌های کوچک شیشه‌ای به منظور جمع‌آوری نمونه و نگهداری

ه) نرم افزار آماری و گرافیکی

- کامپیوتر و برگه سازمان‌دهی داده‌ها

و) نکات ایمنی

از وضعیت آب و هوا قبل از انجام مطالعات میدانی مطلع شوید. لباس و پوشش مناسب داشته باشید. وارد آب‌های عمیق‌تر نشوید و در زمان ورود به قایق چکمه ضد آب بپوشید. در زمان استفاده از وسایل برقی، مراقبت‌های لازم را انجام دهید و در زمان لمس وسایل برقی با دستان خیس بسیار مراقب باشید.

٤) توصیف آزمایش

الف) کار میدانی

در سایت نمونه‌برداری، با نمونه‌بردار آب زیرسطحی از عمق مناسب آب جمع‌آوری شود. دمای آب، شوری و عمق دیسک سکچی اندازه‌گیری شود. عمق سکچی (Zs) یک اندازه‌گیری از کدورت آب است که به منظور تخمین استهلاک ضریب نور عمودی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بر اساس

معادلات ۱ یا ۲، در موارد بدون کدورت (Zs>۵ متر و Zs<۵ متر) و در سیستم‌های آبی کدر (Zs<۵ متر) می‌باشد.

ممکن است شما از یک توری به منظور حذف زئوپلانکتون‌ها استفاده کنید اما فیتوپلانکتون‌های بزرگ به احتمال زیاد حذف خواهند شد. بطری‌ها باید در شرایط تاریک و سرد در طول مدت انتقال به آزمایشگاه نگهداری شوند.

ب) غنی‌سازی مواد غذایی

مواد مغذی باید مازاد اضافه شوند، بدین معنی که غلظت نهایی در بطری‌ها باید بسیار بیشتر از غلظت اندازه‌گیری شده در منطقه نمونه‌برداری باشد (برای مثال جدول ۱ را ببینید). هر بطری را شناسایی (کنترل، نیتروژن، فسفر، سیلیسیوم) و محلول غذایی مربوطه را اضافه کنید.

ج) غنی‌سازی نور

میانگین شدت نور در لایه مختلط (Im) بعنوان یک درصد از شدت نور در لایه سطحی (Io) با استفاده از عمق لایه مختلط و ضریب استهلاک نوری تخمین زده خواهد شد (Zm)، و متعاقبا معادله (۳) ضمیمه را ببینید. عمق ستون آب می‌تواند بعنوان (Zm) در سیستم‌های ساحلی مختلط شده کم عمق استفاده شود. برای پیکره‌های آبی طبقه‌بندی شده، توزیع عمودی درجه حرارت آب و شوری باید در طول دوره کارهای میدانی به منظور تعیین لایه بسط داده شده مختلط (Zm) آنالیز شود. از ترکیب لایه‌های مختلف این جداره برای شبیه‌سازی Im و Im*2 درون تانک‌ها استفاده می‌شود. تضعیف نور در هر کدام از این لایه‌ها باید از قبل مشخص گردد (این اطلاعات معمولا بوسیله‌ی سازنده به اطلاع می‌رسد در غیر این صورت تضعیف نور در هر کدام از لایه‌ها را می‌توان بوسیله‌ی رادیومتر اندازه‌گیری کرد). به عنوان مثال اگر Im = 0.30*I0 آنگاه لایه‌های مختلف این جداره ۷۰ درصد از تابش را کاهش می‌دهد.

د) نمونه‌برداری برای فیتوپلانکتون‌ها

هر بطری یک لیتری برای چهار روز از آزمایش است. نمونه‌های آب از هر کدام از بطری‌ها باید هر ۲۴ ساعت گرفته شود. نمونه‌هایی که برای شمارش فیتوپلاکتون‌ها استفاده می‌شود باید در محلول لوگول، نگه‌داری شوند (۰/۸ میلی‌لیتر لوگول به اضافه‌ی ۱۰۰ میلی‌لیتر نمونه).

ه) شمارش فیتوپلانکتون‌ها

آب نمونه‌ها را با استفاد از سیلندر و لوله‌ی اوترمول تصفیه کنید. حجمی از سیلندر که مورد استفاده قرار می‌گیرد بستگی به حجم فیتوپلانکتون‌ها دارد نمونه‌هایی که تعداد کمتری فیتوپلانکتون دارند احتیاج به حجم بیشتری از سیلندر دارند. زمان مورد نیاز برای تصفیه به ارتفاع سیلندر بستگی دارد اما به صورت یک قاعده‌ی کلی می‌توانید برای هر سانتی‌متر ارتفاع سیلندر یک ساعت در نظر بگیرید (برای تصفیه سیلندری به ارتفاع پنج سانتی‌متر ۲۰ ساعت زمان نیاز است). از میکروسکوپ برای شناسایی و شمارش تعداد کلونی‌های فیتوپلانکتون استفاده کنید. شما می‌توانید تشخیص تفریقی بین فیتوپلانکتون‌ها، سیانو باکتری‌ها، جلبک‌های سبز، دو تاژکی‌ها و تاژک‌داران از یکدیگر از راهنمای تشخیص تفریقی فیتوپلانکتون‌ها استفاده کنید.

۵) سازماندهی داده‌ها

برای هر گروه از فیتوپلانکتون‌ها جدولی شامل n+۱ ستون تشکیل دهید که در آن n تعداد گروه‌های مختلف فیتوپلانکتون‌های آزمایش به اضافه‌ی گروه کنترل است. ستون اول مربوط به زمان (روز) نمونه‌برداری است و ستون‌های دیگر مربوط به فراوانی گروه‌های مشخص فیتوپلانکتونی تحت شرایط نگهداری متفاوت است. سپس یك نمودار xy برای هر کدام از ستون‌ها تشکیل دهید به شکلی که محور xx نمایانگر روز نمونه‌گیری و محور yy بیانگر گروه خاص فیتوپلانکتونی باشد. به این صورت شما با مقایسه‌ی نمودار این گروه‌ها با گروه کنترل به راحتی به میزان تاثیر تغذیه و غنی‌سازی نوری پی

خواهید برد.

سپس شما باید نمودار نمایی (معادله ٤، پیوست را مشاهده کنید) و خطی (معادله ٥، پیوست را مشاهده کنید) هر کدام از داده‌ها برای محاسبه‌ی میزان رشد خالص و همچنین انحراف معیار رسم کنید. اگر رشد نمایی باشد (در اکثر اوقات همینطور است) از بازه‌های رشد نمایی استفاده کنید. شما همچنین باید تست‌های آماری لازم را انجام دهید تا مطمئن شوید تفاوت رشد گروه‌های آزمایش و گروه کنترل معنی‌دار است.

٦) تحلیل داده‌ها

١- آیا رشد خالص فیتوپلانکتون در گروه‌های آزمایش با رشد در گروه کنترل تفاوت معناداری دارد؟

٢- آیا رشد خالص فیتوپلانکتون‌ها تحت تاثیر غنی‌سازی نور و تغذیه متفاوت است ؟

٣- آیا رشد در گروه کنترل اتفاق افتاده است؟

٤- بیشترین رشد نسبت به گروه کنترل در کدامیك از گروه‌های آزمایش رخ داده است ؟

٥- آیا رشد در همه‌ی گروه‌های آزمایش با هم برابر است؟

٧) بحث

١) چگونه غنی‌سازی بر رشد جمعیت‌های فیتوپلانکتون‌ها تاثیر می‌گذارد ؟

٢) غنی‌سازی با سیلیس چگونه بر رشد دیاتوم‌ها تاثیر می‌گذارد ؟

٣) اگر شواهدی مبنی بر رشد گونه‌هایی به جز دیاتوم‌ها پیدا کردید دلیل آن چیست ؟

٤) آیا رشد فیتوپلاتکتون‌ها بوسیله‌ی ماده‌ی مغذی محدود شده است ؟ اگر جواب بله است ماده‌ی غذایی محدود کننده کدام است ؟

٥) به جز غنی‌سازی با مواد مغذی کدام فاکتورها می‌توانند رشد فیتوپلانکتون‌ها را توجیه کند ؟

٦) اگر بخواهید دوباره این آزمایش را انجام دهید چه تغییراتی اعمال خواهید کرد ؟

منابع

1. Hasle G.R. 1978. Settling: the invertedmicroscope method. In: A. Sournia (ed.). Phytoplankton Manual. UNESCO. 88-96 pp.
2. Holmes R.W. 1970. The Secchi disc in turbid coastal waters. Limnology and Oceanography 15:688-694.
3. Jonh D.M., Whitton B.A., Brook A.J. 2002. The Freshwater Algal Flora of the British Isles. Cambridge University Press. 702 pp.
4. Poole H.H., Atkins W.R.G. 1929. Photoelectric measurements of submarine illumination throughout the year. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 16:297-325.
5. Tomas C.R. 1997. Identifying Marine Phytoplankton. Academic Press. 858 pp.
6. Zalewski M. 2000. Ecohydrology-the scientific background to use ecosystem properties as management tools toward sustainability of water resources. Guest Editorial in Ecological Engineering 16:1-8.

ضمیمه

فرمول‌ها

معادله ۱: $Ke = 1.7/Zs$

معادله ۲: $Ke = 1.4/Zs$

معادله ۳: $I_m = I_o.(1-e^{-Ke.Zm}).(1/K_e.Z_m)$

معادله ٤: $y = e^{ax}$

معادله ٥: $y = ax + b$

راهنما

Z_e= عمق سکچی (m)

K_e= ضریب انقراض (m^{-1})

I_m= متوسط شدت نور در لایه‌های مختلط ($\mu Einstein\ m^{-2}\ s^{-1}$)

I_o= شدت نور در سطح ($\mu Einstein\ m^{-2}\ s^{-1}$)

۵. آیا آنزیم‌ها می‌توانند باعث شکوفندگی سیانوباکتری شوند ؟

شکوفندگی سیانوباکتریایی

اهداف فصل

نشان دهیم که مکانیزم آنزیمی چرخه فسفری در آب چگونه عمل می‌کند.

بیان نقش منبع غذایی داخلی در رشد فیتوپلانکتون‌ها و شکوفندگی سیانوباکتری

اصل اکوهیدرولوژی: ۱- تعیین تهدیدها

مقدمه

توسعه و رشد سیانوباکتری در آب علاوه بر عوامل دیگر به وضعیت و شرایط مواد غذایی در آب بستگی دارد. مهمترین عناصر غذایی عبارتند از فسفر (P) و نیتروژن (N)، که فقط به شکل یون‌های غیرآلی NH_4^-، NO_3^-، PO_4^{-3}، در دسترس سیانوباکتری هستند. فسفر و نیتروژنی که وارد ترکیبات عالی می‌شوند تا به صورت غیر آلی آزاد شوند باید ابتدا به وسیله آنزیم‌های هیدرولیتیک مورد پردازش قرار گیرند.

آنزیم‌ها کاتالیزورهای واکنش‌های بیوشیمیایی هستند. آنها سوبستراهای تخصصی و خاصی دارند، به عبارت دیگر آنها فقط با گروه خاصی از ترکیبات واکنش نشان می‌دهند. یکی از آنزیم‌هایی که در انتقال فسفر آلی در آب نقش دارد آلکالین فسفواستراز است که معمولا فسفاتاز (APA) خوانده می‌شود. این آنزیم، هیدرولیز استرهای فسفات را به‌همراه آزادسازی یون‌های ارتوفسفات (PO_4^{-3}) از ترکیبات آلی، کاتالیز می‌کند. فسفاتاز عموما توسط باکتری‌ها و فیتوپلانکتون‌ها در واکنش به کمبود ارتوفسفات در آب، ترشح می‌شوند. کمبود ارتوفسفاتی که بتواند به آسانی در دسترس قرار گیرد در حین رشد و توسعه متراکم و فشرده فیتوپلانکتون‌ها مشاهده می‌شود.

خصوصا در حین شکوفندگی سیانوباکتری در این مورد، فسفاتاز به عنوان یکی از مکانیزم‌ها و سازگاری‌های باز تولید فسفر در آب عمل می‌کند که این امر به نفع رشد فیتوپلانکتون‌هاست. فعالیت شدید الکالین فسفاتاز می‌تواند به نحو قابل ملاحظه‌ای تشکیل عوامل تولید مثلی و گسترش سیانوباکتری را شتاب بخشد و ظهور آنها را به علت وجود منبع غذایی بهتر طولانی کند.

فعالیت فسفاتاز می‌تواند به دلایل زیر متوقف شود:

۱) عدم وجود سوبسترا به بیان دیگر نبود مونواسترهای فسفری برای آنزیم فسفاتاز

۲) وجود بازدارنده‌ها، از قبیل: آلفا فنیل آلانین، دیگر آمینو اسیدها، اوره

۳) شرکت در ساختارهای اسیدهای هیومیک

٤) اختلال‌های غیر زنده محیطی از قبیل شرایط هیدرولوژیکی شدید.

بنابراین کاهش فعالیت آلکانین فسفاتاز در آب برای جلوگیری از تکثیر سیانوباکتری به طور بالقوه امکان پذیر است که علت آن نیز دستکاری و تغییر ماهرانه بعضی عوامل هیدرولوژیکی و اکولوژیکی خاص می‌باشد.

شرح آزمایش

۱) توصیف کلی آزمایش

فعالیت آنزیم‌ها: آلکانی فسفات در واکنش به کمبود PO_4^{-3}، در سه گونه متفاوت فسفر در آب اندازه‌گیری خواهد شد. آب دریاچه با سه غلظت متفاوت ارتوفسفات با مقدار مشابهی از فیتوپلانکتون‌ها تحت انکباسیون قرار می‌گیرند. در گونه‌ها و نمونه‌هایی که مواد غذایی PO_4^{-3} نیاز به فیتوپلانکتون‌ها را برآورده نمی‌کند انتظار می‌رود که فیتوپلانکتون‌ها و باکتری‌ها آلکالین فسفاتاز در آب آزاد کنند. فعالیت آلکالین فسفاتاز با روش فلوئورمتری (MUFP) و یا با روش اسپکترومتری (با p-NPP) اندازه‌گیری می‌شود. فعالیت بالای آنزیم باعث افزایش غلظت PO_4^{-3} در آب می‌شود، که این غلظت نیز توسط اسپکترومتر اندازه‌گیری می‌شود. بالا بودن درجه فراهمی P می‌تواند باعث

تحریک رشد فیتوپلانکتون شود که میزان و مقدار این رشد می‌تواند بر حسب غلظت کلروفیل a بیان شود. کلروفیل a در بافت زنده می‌تواند به وسیله اسپکترومتر اندازه‌گیری شود و یا برای آنالیز اسپکترومتری آماده شود. تغییرات در غلظت اکسیژن حل شده در آب، pH و درجه حرارت آب با الکترود اندازه‌گیری می‌شود. تجزیه و تحلیل‌های تکمیلی میزان کل باکتری در آب می‌تواند به وسیله میکروسکوپ فلئورسنت در نمونه‌های نشان‌دار DAPI انجام شود.

۲. طراحی آزمایش

طراحی آزمایش سه گونه متفاوت از غلظت PO_4^{-3} را مورد بررسی قرار می‌دهد: گونه اول غلظت طبیعی آب دریاچه که به عنوان شاهد مورد استفاده قرار می‌گیرد، ۲۰ میکروگرم بر دسی‌متر و ۲۰۰ میکروگرم بر دسی‌متر. این برای نشان دادن این موضوع است که چگونه مکانیزم آنزیمی آزادسازی فسفر در سطوح متفاوتی از مقدار ارتوفسفات عمل می‌کند. هر نمونه در سه نسخه در یک ظرف شیشه‌ای با حجم حداقل ۱۰ ds-3 تهیه می‌شود (در مجموع با ۹ ظرف تهیه می‌شود). آب گرفته شده از دریاچه باید در ابتدا به وسیله یک صافی خاص، پلانکتون‌های با اندازه منافذ ۵۰ میکرومتر فیلتر شود تا زوپلانکتون‌ها از آن جدا شوند. زیرا این جانوران از پلانکتون‌ها تغذیه می‌کنند و می‌توانند دلیلی برای تخمین کمتر از مقدار واقعی کلروفیل a در طول آزمایش باشند سپس، آب را باید دوبار صاف کرد. آب را باید از صافی مخصوصی با اندازه منافذ ۲۰ میکرومتر عبور داد تا فیتوپلانکتون‌ها نیز از آن گرفته شوند. فیتوپلانکتون‌ها باید در محفظه قرار داده شوند زیرا در حین آماده‌سازی و تهیه گونه آزمایش از آنها استفاده می‌شود (تصویر ۱). بعد از فیلتر کردن، محاسبات اولیه برای تعیین ارتوفسفات در آب باید انجام شود. بعد از به دست آوردن غلظت، می‌توانیم تهیه ۳۰ ds-3 آب برای هر گونه را آغاز کنیم، که این کار می‌تواند توسط رقیق کردن آب دریاچه به وسیله آب مقطر تا رسیدن به غلظت پایینی از PO_4^{-3} (تقریبا ۲۰ میکروگرم بر دسی مترمکعب) انجام شود و یا با افزودن K_2HPO_4 به بیشترین غلظت (۲۰۰ میکروگرم بر دسی متر مربع) انجام بپذیرد. ظروف را از آب پر کنید و هر ظرف مقدار یکسانی از فیتوپلانکتون‌های جمع‌آوری شده را بیافزایید. در مرحله آزمایش، تمام پارامترها باید مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. ظروفی که قرار است انکباسیون روی آنها انجام شود، باید دو هفته به خوبی در معرض نور قرار گیرد و حداقل هر دو روز یکبار باید نمونه‌هایی برای آنالیز گرفت. پیش از شروع آنالیز فسفاتاز، $P\text{-}PO_4^{-3}$ و کلروفیل a، در صورت نیاز از آماده بودن منحنی‌های واسنجی اطمینان حاصل کنید. علاوه براین، ممکن است هفته‌ای یکبار از ترکیب گونه‌های

فیتوپلانکتون‌ها با روش میکروسکوپی استفاده شود.

۳) مواد و تجهیزات

الف) آزمایش‌های میدانی

شما در برداشت آب و اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکی_شیمیایی آب به مواد و تجهیزاتی نیاز خواهید داشت:

- قایق و نمونه‌گیر آب برای برداشت آب مورد نیاز.
- سبدها و محفظه‌هایی برای برداشت آب و انتقال آن به پالایشگاه.
- صافی مخصوص پلانکتون‌ها با اندازه منافذ ۵۰ میکرومتر برای حذف زوپلانکتون‌ها.
- صافی مخصوص پلانکتون‌ها با اندازه منافذ ۲۰ میکرومتر برای حذف فیتوپلانکتون‌ها.

نکته مهم: فیتوپلانکتون‌های گرفته شده از آب باید در یک محفظه جمع‌آوری شوند، زیرا از آنها در آزمایش‌های بعدی استفاده می‌شود.

- ظروفی برای نگهداری فیتوپلانکتون‌های جمع‌آوری شده و انتقال آنها به آزمایشگاه.
- میله مدرج برای اندازه‌گیری درجه حرارت، pH و گاز در آب
- پوشش، چکمه‌های ضد آب برای راه رفتن برروی کناره‌ها و روپوش‌های ضد آب

تصویر ۱- آماده‌سازی آزمایش

ب) آزمایش‌های درون آزمایشگاه

شما به یک آزمایشگاه با محیط آبی احتیاج دارید، ترجیحا آزمایشگاهی مجهز به سیستم‌های آبی و یا ظروف شیشه‌ای (تصویر ۱)

شما به مواد زیر احتیاج خواهید داشت:

- ۹ محفظه شیشه‌ای برای انکباسیون آب با فیتوپلانکتون، سه ظرف برای هر گونه.
- فلاسک واسنجی شده برای اندازه‌گیری میزان فیتوپلانکتون‌های اضافه شده به هرگونه آزمایش؛
- پمپ‌های خلا برای پیش فیلتر کردن؛
- فیلترهای فیبری Whamann (GF/F) برای آنالیز کلروفیل a، و پیش صافی آب برای آنالیز PO_4^{-3}؛
- پتیت، شیشه نمونه، شیشه آزمایشگاهی و غیره برای آنالیزهای شیمیایی؛
- فلئورومتر و اسپکترومتر برای تعیین میزان کلروفیل a و معرف‌های مناسب (که این بستگی به روش مورد استفاده دارد)؛
- اسپکترومتر و فلوئورمتر برای تعیین میزان فسفاتاز و همچنین معرف‌های مناسب (سوبسترا : p-NPP و MUFP، بافرها، استانداردها: p-NP و MUF، بسته به روش مورد استفاده) و منحنی کالیبراسیون برای محاسبه و اندازه‌گیری نتیجه؛
- میکروسکوپ و فلئوروسنت (حداقل بزرگنمایی ۱۰۰*۱۰) ، محلول DAPI، فیلترهای با غشای کربناتی سیاه (۲۵ mm ,dp ۰/۲ میکرومتر)، دستگاه صافی، پمپ خلا فشار ضعیف، روغن غیر فلئورسنی؛

علاوه بر موارد مورد نیاز ذکر شده، به منظور بررسی ترکیب گونه‌های فیتوپلانکتون به موارد زیر نیاز است: میکروسکوپ (با بزرگنمایی ۱۰*۴۰)، محفظه‌ای برای شمارش فیتوپلانکتون‌ها، دفتر راهنما طبقه‌بندی فیتوپلانکتون‌ها؛

- لباس مناسب آزمایشگاه برای جلوگیری از تماس مستقیم با مواد خطرناک.

ج) آنالیز داده‌ها

- کامپیوتر
- برگه‌های اطلاعاتی (که یک نمونه از آن در ضمیمه موجود است)
- محاسبات پایه‌ای و نرم افزار گرافیکی

• راهنمای آنالیز آماری داده‌های محیطی (در صورت نیاز)

د) نکات ایمنی

از وضعیت آب و هوا قبل از انجام مطالعات میدانی مطلع شوید. لباس و پوشش مناسب داشته باشید. وارد آب‌های عمیق‌تر نشوید و در زمان ورود به قایق لباس نجات را بر تن کنید. در زمان استفاده از وسایل برقی، مراقبت‌های لازم را انجام دهید و در زمان لمس وسایل برقی با دستان خیس بسیار مراقب باشید. در زمان کار در آزمایشگاه لباس‌های مناسب آزمایشگاهی برتن کنید. از برخورد و تماس مستقیم پوستتان با باکتری‌ها و سیانوباکتری‌ها خودداری نمایید.

٤) سازماندهی داده‌ها

برگه‌های اطلاعاتی

برگه‌های اطلاعاتی پیشنهاد شده در پیوست موجود است. چهار برگه محاسبه طراحی کنید. سه تا از آنها برای تعیین داده‌های مستقیما جمع‌آوری شده از آنالیز نمونه‌ها استفاده می‌شود (در حین انجام آزمایش) یعنی یک برگه برای هر گونه. این برگه‌ها برای آزمودن متغیرها بین تکرارهای هر آزمایش و برای محاسبه مقدار متوسط هر پارامتر، بر طبق قوانین زیر استفاده می‌شوند. سپس مقادیر متوسط به برگه چهارم منتقل خواهند شد که شامل داده‌های نهایی است (جدول ۱ و جدول ۲ را در پیوست مشاهده کنید). این برگه برای تجزیه و تحلیل‌های نهایی آماری، نشان دادن روندها در طول زمانی و مقایسه تغییرات بین پارامترهای متفاوت در طول زمان استفاده می‌شوند.

تجزیه و تحلیل آماری پایه

نتایج آزمایش به تجزیه و تحلیل آماری بسیار پایه احتیاج دارند.

آنالیز تغییرپذیری را در درون تکرارهای هر آزمایش در هر گونه انجام دهید، انحراف معیار را برای هر عملیات و واقعه در نمونه‌برداری برای هر پارامتر محاسبه کنید. اگر هر کدام از تکرارهای آزمایش، روند و یا مقادیری را نشان می‌دهد که به نحو معناداری متمایز از بقیه است (انحراف معیار بیش از مقدار خطای آماری شود) این تکرار نباید در محاسبات وارد شود و این گونه داده‌ها باید از تجزیه و تحلیل آماری حذف شوند و یا به طور جداگانه آنالیز شوند. مقادیر متوسط و انحراف معیار هر پارامتر از تکرارهای آزمایش را محاسبه کنید تا بتوانید روندها را نشان دهید و تغییرات بین گونه‌ها را مقایسه کنید.

مقدار انحراف معیار بیش از میزان خطای آماری وجود روندها را در طول یک دوره اثبات می‌کند. این آنالیز باید برای هریک از پارامترها تکرار شود.

مقدار متوسط فعالیت آلکالین فسفاتاز را با PO_4^{-3}، کلروفیل a، تعداد کل باکتری‌ها مقایسه کنید، همچنین PO_4^{-3} را با کلروفیل a و کلرفیل a و DO را در سه گونه آزمایش باهم مقایسه کنید. تمام متغیرها زمانی که با توزیع نرمال تقریبی مناسب هستند، باید تبدیل شوند. می‌توان از تبدیل لگاریتمی Log10 (x+1) استفاده کرد. برای آنکه بررسی کنید که آیا رابطه آماری معناداری بین متغیرهای محاسبه شده وجود دارد یا نه، ضریب همبستگی پیرسون (r) را بین :

۱) فسفاتاز و PO_4^{-3}
۲) فسفاتاز و کلروفیل a
۳) فسفاتاز و تعداد کل باکتری‌ها
٤) کلروفیل a و PO_4^{-3}
۵) کلروفیل a و DO

محاسبه کنید.

ترسیم نمودارها

برای تجزیه و تحلیل بیشتر داده‌ها و نتیجه‌گیری نهایی نمودارهای زیر را برای هر نمونه تهیه کنید:

۱) تغییرات غلظت‌های فسفاتاز، PO_4^{-3} و کلروفیل a، در یک طول دوره زمانی
۲) تغییرات pH، DO و درجه حرارت در طول یک دوره زمانی
۳) رگرسیون فسفاتاز در مقابل PO_4^{-3}
٤) رگرسیون فسفاتاز در مقابل غلظت کلروفیل a
۵) رگرسیون فسفاتاز در مقابل تعداد کل باکتری‌ها

برای تهیه نمودارها برای هر نمونه آزمایش از مقادیر متوسط محاسبه شده استفاده کنید.

۵) تجزیه و تحلیل نتایج

نتیجه‌گیری‌های نهایی آزمایشی را فرموله کنید و سوالات زیر را برا اساس داده‌های بدست آمده و نمودارهای تهیه شده پاسخ دهید:

۱) آیا تفاوت معنی‌داری در زمینه فعالیت فسفاتاز بین نمونه آزمایش وجود دارد ؟

۲) چه سطحی از PO_4^{-3} باعث آزاد شدن فسفاتاز در آزمایش می‌شود ؟

۳) در فعالیت‌های آنزیمی بیشتر، غلظت PO_4^{-3} چه پاسخی می‌دهد ؟

٤) آیا تفاوتی در افزایش فیتوپلانکتون و غلظت کلروفیل a، در میان نمونه آزمایش وجود دارد ؟

٥) آیا آنزیم باعث افزایش فیتوپلانکتون می‌شود ؟

٦) آیا فعالیت آنزیم به تعداد باکتری و کلروفیل a بستگی دارد ؟

۷) تا چه حدی و در چه بازه‌های زمانی، فعالیت آنزیمی از ایجاد تولید مثل و زایش سیانو باکتریایی حمایت می‌کند.

۸) راه‌حل‌هایی را پیشنهاد کنید که چگونه می‌توان فعالیت آلکالین فسفاتاز در آب را برای جلوگیری از تولید مثل سیانوباکتری‌ها کنترل کرد.

۹) آیا پارامترهای دیگری که می‌تواند برای تفاسیر بیشتری از نتایج آزمایش مفید باشد وجود دارند ؟

٦). بحث

در مورد نتایج به دست آمده و موارد موجود در مقالات و نوشته‌های دیگر مرتبط در این زمینه بحث کنید.

منابع

1. Chrost R.J. 1991. Environmental control of the synthesis and activity of aquatic microbial enzymes. In: R.J. Chrśt (ed.). Microbial enzymes in aquatic environments. Springer-Verlag, New York, Berlin, Heidelberg. 29-59 pp.
2. Chrśt R., Overbeck J. 1987. Kinetics of alkaline phosphatase and phosphorus availability for phytoplankton and bacteriopankton in Lake Plubsee (North German Eutrophic Lake). Microbial Ecology 13:229-248.
3. Golterman H.L. 1973. Vertical movement of phosphate in freshwater. In: E.J. Griffith, A.Betton, J.M. Spencer, D.T. Mitchell (eds).Environmental phosphorus handbook. John Wiley & Sons, New York, London, Sydney, Toronto: 509-538 pp.
4. Holm-Hansen O. 1978. Chlorophyll-a determination: improvements in methodology. Oikos 30:438-447.
5. Hoppe 1983. Significance of exoenxymatic activities in ecology of brackish waters: measurements by means of metylumelliferyl substrates. Marine Ecology Progress Series 11:299-308.
6. Huber A.L, Kindby D.K..1984. An examination of the factors involved in determining phosphatase activities in estuarine water: Analytical procedures. Hydrobiologia 11:3-11.
7. Jansson M., Olsson H., Petterson K. 1988. Phosphatases: origin, characteristics and function in lakes. Hydrobiologia 170:157175.
8. Madden C.J., Day J.W. 1992. An instrument system for high-speed mapping of chlorophyll-a and the physical-chemical variables in surface water. Estuaries 15:421427.
9. McComb R. B., Browers G. N., Posen S. 1979. Alkaline phosphatases. Plenum Press, NY. 986 pp.
10. Porter K.G., Feig Y.S. 1980. The use of DAPI for idententifying and counting aquatic microflora. Limnology and Oceanogrphy Limnology and Oceanography 25(5):943948.
11. Reynolds C.S. 1984. The ecology of freshwater phytoplankton. Cambridge University Press, Cambridge. 384 pp.
12. Siuda W. 1984. Phos [phatases and their role in organic phosphorus transformation in PRACTICAL natural waters. A review. Polish Archiv of Hydrobiology 31(3):207-233.
13. Trojanowska A., Tarczyńska M., Wagner I., Romanowska-Duda Z., Zalewski M. 2001.The importance of phosphatase activity as compensatory mechanism for phytoplankton
primary production in lowland reservoir (Polnad). Proceedings of the 9th World Lake Conference, Otsu Japan. 3C/D-P83, 572575.
14. Turpin D.H. 1988. Physiological mechanisms in phytoplankton ecology. In: C.D. Sandgren (ed.). Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton. Cambridge University Press, New York. 399-433 pp.
15. Zalewski M., Wagner-Lotkowska I., Tarczyńska M. 2000. Ecohydrological approach for elimination of toxic algal blooms in lowland reservoir. Verb. Internat. Vercin. Limnol. 27:3176-3183.

ضمیمه

جدول ۱. نمونه‌ای از برگه‌های اطلاعاتی (۱) برای آزمایش

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK
1	Experiment designed and conducted by:.....																																				
2	Date of start of the experiment																																				
3																																					
4	date of sampling	code of the sample	APA [µmol dm^{-3} h^{-1}]					PO_4^{-3} [µg dm^{-3}]					chlorophyll-a [µg dm^{-3}]					No. of bacteria [10^6 dm^{-3}]					DO [mg dm^{-3}]					temperature [°C]					pH				
5			1a	1b	1c	SD	Av	1a	1b	1c	SD	Av	1a	1b	1c	SD	Av	1a	1b	1c	SD	Av	1a	1b	1c	SD	Av	1a	1b	1c	SD	Av	1a	1b	1c	SD	Av
6–39																																					
40			1a, 2b, 3c - replicates of the controll variant in experiment																																		
41			SD - standard deviation																																		
42			Av - average																																		
43–45																																					

VARIANT 1 Controll / VARIANT 2 / VARIANT 3 / FIANL RESULTS

جدول ۲. نمونه‌ای از برگه‌های اطلاعاتی (۱) برای آزمایش

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
1	Experiment designed and conducted by:.....																								
2	Date of start of the experiment:																								
3	TYPE ONLY AVERAGE VALUES CALCULATED FOR EACH VARIANT OF THE EXPERIMENT																								
4	date of sampling	code of the sample	APA [µmol dm^{-3} h^{-1}]			PO_4^{-3} [µg dm^{-3}]			chlorophyll-a [µg dm^{-3}]			No. of bacteria [10^6 dm^{-3}]			DO [mg dm^{-3}]			temperature [°C]			pH					
5			V1	V2	V3	V1	V2	V3	V1	V2	V3	V1	V2	V3	V1	V2	V3	V1	V2	V3	V1	V2	V3			
6–39																									
40		SD																							
41		AV																							
42		V1 - VARIANT 1 (Controll)							SD - standard deviation																
43		V2 - VARIANT 2							Av - average																
44		V3 - VARIANT 3																							
45																									

VARIANT 1 Controll / VARIANT 2 / VARIANT 3 / FIANL RESULTS

۶. چه پارامترهایی می‌توانند رخداد شکوفندگی در تالاب‌ها را کنترل کنند ؟

تالاب کاستلا، یونان

اهداف فصل

هدف این فصل نشان دادن این است که چگونه تنوع پارامترهای متفاوت گسترش عوامل تولید مثل جلبکی را در تالاب‌ها کنترل می‌کند.

اصل اکوهیدرولوژی: ۱- شناسایی و تعیین فرایندها

مقدمه

تالاب‌های ساحلی اکوسیستم‌های طبیعی پیچیده‌ای هستند که به آسانی تحت تاثیر آلودگی و دیگر فعالیت‌های مضر انسانی قرار می‌گیرند، این فعالیت‌ها منجر به تخریب‌ها و آلودگی‌های محیطی می‌شود. پویایی فیتوپلانکتون‌های تالاب و نهایتا وقایعی که در تالاب رخ می‌دهد تحت تاثیر جابجایی‌های توده‌ای هوا، عوامل محیطی خارجی (مثل دمای آب و استهلاک نور در ستون آب) و سینتتیک بیوشیمیایی متقابل شامل مواد غذایی در دسترس می‌باشند. نسبت مولی مواد غذایی منتقل شده و رسیده به تالاب‌های ساحلی تعیین کننده عنصری است که تولید فیتوپلانکتون و گونه‌های اجتماع جلبکی که می‌توانند رشد و توسعه آنها را کنترل کنند. مطالعات بر روی سینتیک جذب ماده غذایی به این مطلب اشاره دارند که نسبت‌های مولی پیرامون نیتروژن حل شده به فسفر (نسبت N:P)، پتانسیل کمبود و محدودیت نیتروژن یا فسفر بر رشد فیتوپلانکتون را تعیین می‌کند. اگر N:P < ۱۶ باشد نیتروژن، محدود کننده مواد غذایی خواهد بود این در حالی است که N:P > ۱۶ باشد، فسفر، شکوفایی را محدود می‌کند. این فصل یک مجموعه کامل آزمایش‌هایی را برای ارزیابی اثر عوامل مختلف محیطی بر توسعه فیتوپلانکتون‌های تالاب‌های ساحلی ارائه می‌دهد.

۱. شرح آزمایش

هدف این آزمایش مقایسه شکوفایی جلبکی (افزایش تعداد سلول‌های جلبک) و نوسان و تغییرات در غلظت اکسیژن حل شده در آب، در آکواریوم در زمانی است که نمونه‌های متفاوت تحت میزان شوری‌های متفاوت، درجه حرارت‌های گوناگون و یا حتی تحت چرخه‌های متفاوت روشنی/تاریکی کشت شده‌اند می‌باشد. این آزمایش همچنین می‌تواند به منظور تغییر در یک یا چند مورد از پارامترهای بیان شده در بالا استفاده شود.

۲. طراحی آزمایش

۵۰ عدد آکواریوم ۱۰ تا ۲۰ لیتری برای این محیط‌های کشت مورد نیاز است. پنج دسته که هرکدام ۷ تا ۱۰ اکواریوم دارند باید تهیه شود (جدول۱). سپس در هر اکواریوم هر دسته نسبت‌های مولی تغذیه‌ای متفاوتی در نظر گرفته خواهد شد (N:P=10/1, 12/1, 14/1, 16/1, 18/1). دو دسته اول به عنوان محیط کشت دو گونه متفاوت استفاده خواهند شد و شوری و درجه حرارت ثابتی خواهند داشت (۲۰ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد). دسته سوم شرایط دمایی را ثابت نگه خواهند داشت و آزمایش با تغییر شوری از ۱۵ تا ۲۵ psu[1] انجام خواهد شد. در دسته چهارم، درجه حرارت آب از ۱۰ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد تغییر خواهد کرد. دسته پنجم به عنوان شاهد استفاده خواهد شد. این دسته شبیه به دسته اول خواهد بود با این تفاوت که هیچ گونه‌ای در آن کشت نخواهد شد. درجه حرارت نگه‌داری محیط‌های کشت باید تا جای امکان به درجه حرارت در زمان‌آوری در آن‌ها نزدیک باشد. برای کنترل درجه حرارت محیط‌های کشت ۵۰ ترموستات مورد نیاز است، یک عدد برای هر آکواریوم. جدایی از درجه حرارت آب محیط کشت ترجیحا درجه حرارت آزمایشگاه نیز باید ثابت نگه داشته شود، برای آزمایشگاه یعنی مکانی که آکواریوم‌ها در آن قرار دارند

1. Practical salinity unit

یک درجه حرارت اتاق عایق شده به منظور عملیات کشت مناسب است. به این دلیل یک سیستم تهویه هوا که برای ثابت نگه داشتن دمای آزمایشگاه کافی باشد لازم است نور طبیعی معمولا برای نگهداری محیط‌های کشت تحت شرایط آزمایشگاهی کافی و مناسب باشد. اگرچه قرار گرفتن در معرض نور خورشید به طور مستقیم ممکن است باعث تخریب سلول‌ها شود، نورپردازی مصنوعی به وسیله حباب‌های فلوئورسنت می‌تواند برای حفظ محیط‌های کشت و اهداف آزمایشی مورد استفاده شود. کیفیت نور به نوع حباب به کار رفته بستگی دارد، متداول‌ترین نوع حباب‌ها معمولا حباب‌های با نام «cool white» و «day light» هستند. از چرخه‌های متفاوت تاریکی/روشنایی، برحسب فصل، در طول آزمایش استفاده خواهد شد. به منظور حفظ و نگهداری چرخه‌های روشنایی/تاریکی ثابت و ایجاد توانایی در تغییر نسبت روشنایی به تاریکی به منظور شبیه‌سازی فصول مختلف، به نصب یک سیستم کنترل نور در آزمایشگاه احتیاج داریم. با استفاده از لامپ‌های هوا عملیات هوا دیدگی و ترکیب محیط‌های کشت انجام خواهد شد. این کار در طول آزمایش با سرعتی ثابت انجام خواهد پذیرفت (به تصویر یک نگاه کنید).

تصویر ۱- شرایط آزمایش

به یک سیستم uv[۲] برای استرلیزه کردن تجهیزات، جلوگیری از موجودات ناخواسته و کاهش مواد شیمیایی ناخواسته، احتیاج است.

دسته	گونه جلبک	شوری	دما	
۱	گونه A	۱۵	۲۰	۱۰-۷ آکواریوم با نسبت‌های مختلف هر غلظت از نیترات به فسفات
۲	گونه B	۱۵	۲۰	
۳	گونه A	۲۵	۲۰	
٤	گونه A	۱۵	۲۵	
۵	کنترل	۱۵	۲۰	

در نهایت به بررسی مداوم بر محیط‌های کشت یعنی نظارت بر اکسیژن محلول، شوری، درجه حرارت، pH، نور و غلظت مواد غذایی، نیاز داریم تا بتوانیم محیط مطبوعی را برای رشد جلبک فراهم کنیم (جدول ۲ پیوست را مشاهده کنید). برای بررسی و نظارت مداوم، تجهیزات و دستگاه‌های خود تنظیم کننده بر روی آکواریوم‌ها نصب می‌شود. به منظور کنترل توده زیستی جلبک در آکواریوم، غلظت کلروفیل اندازه‌گیری می‌شود.

۳) مواد و تجهیزات

الف) آزمایش‌های میدانی

شما به مواد و تجهیزاتی برای برداشت آب، جمع‌آوری فیتوپلانکتون‌ها و اندازه‌گیری پارامترهای آبی محیطی احتیاج دارید.

- سبدها و ظروفی برای برداشت و انتقال آب به آزمایشگاه؛
- تورهای مخصوص فیتوپلانکتون که از قایق کشیده می‌شوند برای نمونه‌گیری فیتوپلانکتون‌ها؛
- محفظه‌ها با پمپ اکسیژن، فیتوپلانکتون‌ها در آن قرار گیرند و جابجا شوند؛
- یک میله برای اندازه‌گیری پارامترهای محیطی آب؛
- پوشش یا لباس، چکمه‌های ضدآب، روپوش‌های ضدآب.

ب) آزمایش‌های درون آزمایشگاه

برای کشت فیتوپلانکتون‌ها و کنترل و نظارت بر پارامترهای متفاوت محیط‌های کشت به مواد و تجهیزاتی احتیاج دارید:

- ۵۰ عدد اکواریوم؛
- ۵۰ عدد ترموستات؛
- سستم تهویه هوا؛
- پمپ‌های هوا؛
- سیستم کنترل نور و حباب‌های فلئورسنت؛
- سیستم‌های ارزیابی (دستگاه اندازه‌گیری اکسیژن

2. UltraViolet

حل شده در آب، شوری سنج، دماسنج، pH سنج، و اندزه‌گیری میزان کلروفیل)؛

- فتومتر برای تعیین میزان مواد غذایی؛
- کیت‌های مخصوص تعیین مواد غذایی (به اولین آنالیز برای تعیین میزان کافی توجه شود)؛
- سیستم UV برای استرلیزه کردن؛
- میکروسکوپ؛
- پتری دیش برای شمارش سلولی؛
- شمارنده دستی.

ج) آنالیز داده‌ها

- کامپیوتر.
- برگه‌های اطلاعاتی.
- نرم افزار گرافیکی.

د) نکات ایمنی

قبل از آغاز عملیات میدانی وضعیت آب و هوا را بررسی کنید. لباس و پوشش مناسب بر تن داشته باشید. در آب‌های عمیق‌تر نروید و در زمان سوار شدن به قایق چکمه‌های ضد آب به پا کنید. در زمان تماس با و سایل برقی با دستان خیس دقت کنید. در زمان استفاده از تمام وسایل برقی دقت لازم را داشته باشید.

٤) شرح آزمایش

در طول آزمایش دو گونه متفاوت جلبک کشت می‌شود. این گونه‌ها در معرض شرایط متفاوت شوری، حرارتی، غلظت‌های متفاوت نیتروژن و فسفر قرار خواهند گرفت. به منظور شبیه‌سازی شرایط فیتوپلانکتون، شیبه‌سازی چرخه روشنایی/ تاریکی برای هر یک از فصول در طول آزمایش صورت خواهد پذیرفت. هر آزمایش سه هفته به طول خواهد انجامید و به بررسی و نظارت روزانه (دقیقا در یک ساعت مشابه در هر روز) بر روی هر یک از پارامترهای محیطی آورده شده در بالا احتیاج است.

٥)سازمان‌دهی داده‌ها

محاسبات داده‌ها

بعد از انجام هر سری آزمایش، یک دسته جدول تولید و ایجاد خواهد شد. این جداول باید وارد نرم افزار MS Excel و داده‌ها با یکدیگر به طور داخلی مقایسه شوند و نمودارها و گراف‌ها رسم شوند. مثالی از نحوه سازمان‌دهی در هر آزمایش در جدول شماره ۲ آورده شده است.

فرمول‌های آورده شده در پیوست به ما اجازه محاسبه نرخ رشد فیتوپلانکتون به عنوان تابعی از درجه حرارت (معادله ۱) و مواد غذایی (معادله ۲) را می‌دهد.

تجزیه و تحلیل‌های آماری پایه

۱. تفاوت را درون تکرارها آنالیز و بررسی کنید.

۲. نرخ‌های رشد فیتوپلانکتون را تحت شرایط متفاوت حرارتی، شوری و مواد غذایی باهم مقایسه کنید

از چه آزمون آماری استفاده کرده‌اید ؟

با تست‌ها و آزمون‌های پایه شروع کنید به عنوان مثال T-student

رسم نمودارها

ارائه نموداری نتایج را بررسی کنید.

٦) تحلیل نتایج

سوالاتی را مطرح کنید که سر نخهایی برای راهنمایی دانشجویان در یافتن مهمترین نتایج آزمایش، فراهم کند.

۱) چه نسبتی از نیتروژن به فسفر باعث رشد سریعتر جلبک می‌شود ؟

۲) تحت چه شرایط شوری و دمایی ؟

۳) چه میزان از شوری باعث تحریک رشد می‌شود ؟

٤) چه میزان درجه حرارت باعث رشد سریعتر می‌شود ؟

٥) چه گونه‌ای از جلبک به نظر می‌رسد حساسیت بیشتری نسبت به تغییرات در میزان شوری دارد ؟

٦) چه گونه‌ای از جلبک حساسیت بیشتری نسبت به تغییرات دمایی دارد ؟

۷) آیا نسبت به گونه‌های متفاوت، تفاوت قابل توجه و معناداری مشاهده شد ؟

۷. بحث

سوالاتی را مطرح کنید که منجر به بحث در مورد نتایج آزمایش شود تا پژوهشگر بتواند نتیجه‌گیری خودش را از آزمایش داشته باشد.

۱) به منظور کنترل جوانه‌زنی و رشد جلبک‌ها در شرایط

متفاوت شوری و حرارتی چه نسبت نیتروژن به فسفر را انتخاب می‌کنید ؟

۲) اگر مقدار شوری در مناطق آنالیز شده متفاوت باشد، به نظر شما نتیجه و اثر آن بر گونه‌های جلبک مطالعه شده چه خواهد بود ؟

۳) اگر شما آزمایش را دوباره انجام می‌دادید چه چیزی و کدام بخش را تغییر می‌دادید، چرا؟

منابع

1. Beck M.B. 2005. Environmental foresight and structural change. Environmental Modelling &Software 20(6):651-670.
2. Conley D.J. 1999. Biogeochemical nutrient cycles and nutrient management strategies, Hydrobiologia 289:87-96.
3. Miller J. M., Pietrafesa L.J., Smith N.P. 1990.Principles of hydraulic management of coastal lagoons for aquaculture and fisheries. In: FAO(ed.) Fisheries Technical Paper 314. Rome.88 pp.
4. Redfield A.C., Ketchum B.H., Richards F.A. 1963. The influence of organisms on the composition of sea water. In: M.N. Hill (ed.). The Sea. Wiley, New York. 12-37 pp.

ضمیمه

معادله ۱

$$k_{g,T} = k_{g,\mathrm{opt}} e^{-k_1 (\mathrm{T}-\mathrm{T}_{opt})^2} \qquad \text{when } \mathrm{T} \le T_{opt}$$

معادله ۲

$$k_{g,T} = k_{g,\mathrm{opt}} e^{-k_2 (\mathrm{T}_{opt}-\mathrm{T})^2} \qquad \text{when } \mathrm{T} > T_{opt}$$

راهنما

$k_{g,T}$ نرخ رشد فیتوپلانکتون‌های وابسته به دما

$k_{g,\mathrm{opt}}$ نرخ رشد بهینه فیتوپلانکتون‌ها

k_1, k_2 پارامترهای تعیین کننده روابط بین نرخ رشد و دما، زیر (۰/۰۲٦) و بالاتر از (۰/۲٦) برای دمای بهینه

فرمول مربوط به نرخ رشد فیتوپلانکتون بعنوان تابعی از مواد مغذی

راهنما

$d/dt\ P = r_{max}\ N/(K_N+N)P$

p - غلظت فیتوپلانکتون

r_{max} - حداکثر نرخ رشد پلانکتون‌ها (برابر $0/8\ d^{-1}$)

K_N - ثابت نیمه اشباع (برابر ۲ میکرومول بر مترمکعب)

N - غلظت ماده مغذی موجود

جدول ۱. ورقه داده‌های ارائه شده برای آزمایش

دسته ۱										
روز	دما	شوری	نیترات‌ها	نیتریت‌ها	آمونیوم	DIN	فسفرها	نسبت N:P	اکسیژن محلول	کلروفیل a
۱										
۲										
۳										
٤										
٥										
٦										
۷										
۸										
۹										
۱۰										

۷. اثر تغذیه میکروزوپلانکتون‌ها از فیتوپلانکتون‌ها

Thalassiosira rotuula

اهداف فصل

نشان دادن اهمیت میکروزوپلانکتون به عنوان تنظیم کننده توده زیستی فیتوپلانکتون و تولید مثل فیتوپلانکتون

اصل اکوهیدرولوژی: ۲- افزایش ظرفیت جذب اکوسیستم

مقدمه

تغییر رژیم‌های جریان آب تازه و افزایش تغذیه‌گرایی می‌تواند باعث تغییر در توده زیستی فیتوپلانکتون، ترکیب و رشد در مصب‌ها و آبهای ساحلی مجاور شود. به دلیل آنکه فیتوپلانکتون‌ها اولین سطح خوراکی بیشتر مجموعه‌های غذایی آبی هستند، این تغییرات می‌توانند به دیگر اجزاء بخش‌های زیستی نیز سرایت یابند و در نهایت بر کیفیت آب و اکوسیستم تاثیر گذارند. اگرچه، فیتوپلانکتون‌ها به تغییرات محیطی غیرزیستی مثل نور و عناصر غذایی به وسیله حذف فرآیندهایی مثل تغذیه، جابجایی افقی واکنش نشان می‌دهند. فرایند تغذیه‌ای حاصل و ناشی از میکروزوپلانکتون‌ها مرتبط‌ترین عامل مرگ و میر فیتوپلانکتون‌ها در محیط‌های آبی است. در واقع، اثر تغذیه‌ای میکروزوپلانکتون‌ها می‌تواند از تجمع فیتوپلانکتون‌ها در محیط‌های دریایی جلوگیری کند. ولی در هر حال باعث افزایش در میزان واکنش فیتوپلانکتون‌ها و درنتیجه به تغذیه میکروزوپلانکتون‌ها موجب می‌شود. بنابراین تغذیه میکروزوپلانکتون‌ها از فیتوپلانکتون‌ها یک فرآیند کلیدی را شامل می‌شود که برای فهم پیش‌بینی رابطه بین فرآیندهای هیدرولوژیکی در اکوسیستم‌های آبی و استفاده از خصوصیات اکوسیستم به منظور بهبود کیفیت آب و افزایش خدمات اکوسیستم و اصول کلی مفاهیم اکوهیدرولوژیکی، لازم است.

۱. توصیف کلی

یک سری از نمونه‌های رقیق شده آب طبیعی بدون ذرات از یک منبع مشابه (<۰/۲ µm) در محل تحت انکباسیون قرار می‌گیرند و با شرایطی مشابه شبیه‌سازی می‌شود. تغییرات در توده زیستی فیتوپلانکتون در رقت‌های متفاوت بررسی می‌شود و برای تخمین سرعت رشد بالقوه لحظه‌ای فیتوپلانکتون، سرعت رشد لحظه‌ای در مکان و سرعت تغذیه میکروزوپلانکتون‌ها استفاده می‌شود.

این راهکار آزمایشی، روش رقت (Landry, Hassett 1982, Landry 1993) فرض می‌شود که رشد لحظه‌ای فیتوپلانکتون، به غلظت وابسته نیست.

همچنین این روش دو مسئله را مفروض می‌دارد که اولا محدودیت رشد فیتوپلانکتون در میان همه رقت‌ها مشابه است و ثانیا افزایش رقت باعث کاهش در فشار تغذیه‌ای میکروزوپلانکتون‌ها به همان تناسب می‌شود. تخمین سرعت رشد لحظه‌ای بالقوه فیتوپلانکتون، سرعت رشد لحظه‌ای در مکان فیتوپلانکتون و سرعت و میزان تغذیه فیتوپلانکتون‌ها بر پایه ضرایب خط رگرسیون متناسب با سرعت‌های رشد ظاهری فیتوپلانکتون‌ها در برابر فاکتور رقت و همچنین بر پایه سرعت رشد ظاهری فیتوپلانکتون‌ها در نمونه آب دست نخورده می‌باشد.

۲. طراحی آزمایش

یک سری از پنج رقت نمونه آب که در یک مکان نگه‌داری می‌شوند، تهیه می‌شوند (رقت‌های ۰/۱۲۵، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵، ۱/۰) به رقت‌ها عناصر غذایی پر مصرف غیرآلی حل شده اضافه می‌شود (فسفر، سیلیسیوم، نیتروژن). علاوه بر این یک تیمار آزمایشی با آب دست نخورده نیز تهیه می‌شود. تمام تیمارهای آزمایشی به صورت دوتایی تهیه شده و به مدت ۲٤ تا ٤۸ ساعت در محل و یا شرایطی شبیه به مکان آزمایش انکباسیون می‌شود (برای ۲٤ تا ٤۸ ساعت). غلظت کلروفیل a در هر تیمار

آزمایشی در ابتدا و انتهای آزمایش اندازه‌گیری خواهد شد.

۳. مواد و تجهیزات

الف) اقدامات میدانی

- نمونه‌گیری از آب زیر سطحی (به عنوان مثال Niskin و یا بطری‌های VanDorn)؛
- ظروف و محفظه‌هایی برای انتقال نمونه به آزمایشگاه؛
- صفحه سکچی؛
- ترمومتر؛
- شورسنج و یا انکسارسنج.

ب) آماده‌سازی و تهیه تیمارهای میدانی

- بطری‌های ۲ لیتری پلی‌کربناتی (برای ۵ رقت غنی شده با مواد غذایی به ١٤ بطری احتیاج داریم، یک نمونه آب دست نخورده، تیماری از آب بدون ذرات، تمام این ذرات باید با تکراری دوتایی تهیه شوند)، از بطری‌های پلاستیکی شفاف نیز می‌توان استفاده کرد، بطری‌ها باید به اندازه کافی بزرگ باشند تا اثر دیواره در حین انکباسیون به حداقل برسد اما، بطری‌های با حجم کمتر مدت زمان لازم برای تهیه آب خالی از ذرات را کاهش می‌دهند؛
- فیلترهای ۰/۲ میکرومتری پلی کربناتی، از دیگر انواع فیلتر نیز می‌توان استفاده کرد؛
- پمپ خلا و وسایل فیلتراسیون؛
- قیچی یا انبرک؛
- استوانه مدرج اندازه‌گیری (برای جابجایی حجم‌های متفاوت از نمونه‌ها و نمونه‌های بدون ذرات)؛
- فلاسک‌های شیشه‌ای و یا پلاستیکی برای تهیه هر یک از تیمارهای رقیق شده؛
- غشای آزمایشگاهی؛
- محلول‌هایی از عناصر پر مصرف غیرآلی نیتروژن، سیلیسیوم و فسفات (به عنوان مثال پتاسیم نیترات، سدیم هگزا فلوئورو سیلیکات، پتاسیم هیدروژن فسفات).

ج) انکباسیون

- بلوک‌های مخصوص انکباسیون در محل؛
- مخازن پر شده با آب لوله‌کشی با لایه‌های صفحه برای شبیه‌سازی شدت نور متوسط در لایه مختلط (1m) در مواردی که انکباسیون در مکان مقدور نباشد.

د) آنالیز کلروفیل a

- فلوئورومتر یا اسپکترومتر با سلول‌های اسپکترومتر ۱ الی ۵ سانتی متری برای تعیین مقدار کلروفیل a
- فیلترهایGF/F (تنها برای آنالیز اسپکترومتریک عصاره‌ای)
- استون ۹۰ درصد (برای آنالیز اسپکترومتریک عصاره‌ای)
- سانتروفیوژ برای لوله‌های ۱۵ میلی لیتری (تنها برای آنالیز اسپکتروفتومتریک عصاره‌ای)
- پمپ خلا، سیستم فیلتراسیون و قیچی (تنها برای آنالیز اسپکترومتریک عصاره‌ای)

ه) نرم‌افزار آماری و گرافیکی

- کامپیوتر و برگه سازمان‌دهی داده‌ها.

ی) نکات ایمنی

قبل از رفتن به منطقه از پیش‌بینی آب و هوا مطلع شوید. از لباس مناسب استفاده کنید و در آبهای عمیق‌تر راه نروید و با چکمه‌های ضد آب وارد قابق نشوید. با دستان خیس به اشیاء برقی دست نزنید و به طور کلی در کار با وسایل برقی موارد ایمنی را در نظر بگیرید.

٤. شرح آزمایش

الف) اقدامات میدانی

در ناحیه‌ای که نمونه‌گیری انجام می‌شود، از عمق مطلوب و مناسب آب را به وسیله نمونه‌گیر از زیر سطح برداشت کنید، درجه حرارت آب را اندازه‌گیری کنید. همچنین شوری و عمق شفافیت را اندازه بگیرید. عمق شفافیت معیاری از کدری یا تیرگی آب است و برای تخمین ضریب جذب نور عمودی استفاده می‌شود (Ke معادلات ۲ و ۳ را نگاه کنید).

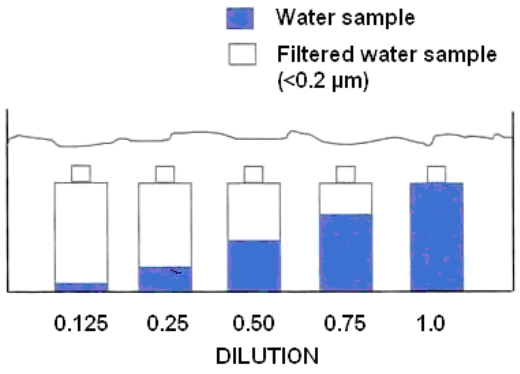
شما می‌توانید از یک الک برای حذف کردن زوپلانکتون به منظور رسیدن به میزان تغذیه شکارچیان فاگوتروپیک استفاده کنید. آب‌ها را برای جابجایی به ظرف‌ها انتقال دهید. در جابجایی نمونه‌ها باید از تغییر دمایی تغذیه و در معرض مستقیم نور بودن نمونه‌ها جلوگیری کرد. علاوه براین، تمام

مواد به کار برده شده در طول مراحل نمونه‌برداری و حمل نقل باید با مواد واکنش ندهند یعنی بازدارنده باشند و برای فیتوپلانکتون‌ها و میکروزوپلانکتون‌ها تحریک کننده نباشند. به علت اینکه آماده‌سازی نمونه‌های آب عاری از ذرات زمان‌بر است، باید نمونه‌برداری و فیلتر کردن آب در یک روز و برداشت مجدد آب و آغاز آزمایش در روز بعد انجام شود.

ب) تهیه و آماده‌سازی تیمارهای آزمایش (رقت‌ها)

حجم دلخواهی از نمونه آب عاری از ذرات را که برای رقیق کردن نمونه‌های آب دست نخورده استفاده می‌شوند را تهیه کنید. شما می‌توانید این فرایند را با استفاده از روش فیلتراسیون چند مرحله‌ای از طریق آهک‌های ۱۰۰ میکرومتری و ۱۰ میکرومتری به کار ببرید.

بعد از آن از پمپ خلاء و فیلترهای پلی‌کربنات برای تهیه نمونه آب بدون ذرات استفاده کنید. عملا می‌توان با اندازه منفذهای بزرگ‌تر (مثلا فیلترهای فیبری What man GF/F) یا کپسول‌های فیلتر Gelman استفاده کرد. این فرایند پالایش باید آبی عاری از ذرات بدون آلاینده‌های موثر بر موجودات زنده به ما بدهد. پنج رقت از نمونه تهیه کنید (مثلا ۰/۱۲۵، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵، ۱/۰). فاکتور رقت نسبتی از نمونه طبیعی است. شمایی از تیمارهای آزمایشی در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- نمایش شماتیک تیمارهای مختلف آزمایشی و یا رقت نمونه.

توجه داشته باشید که نمونه رقیق نشده بدون افزودن مواد مغذی و ذرات آب با افزودن مواد مغذی نیز باید استفاده شود.

از استوانه‌های مدرج مناسب برای تهیه احجام از نمونه‌های عاری از ذرات استفاده کنید. محلولی از عناصر غذایی پر مصرف غیرآلی پتاسیم نیترات، سدیم هگزا فلوئورو سیلیکات، پتاسیم هیدروژن فسفات به همه رقت‌ها اضافه کنید. برای شرح تهیه این محلول به (Domingues, Barbosa 2009) فصل ٤، مراجعه کنید. از آنجا که تراکم میکروزوپلانکتون‌ها که در حقیقت منابع بالقوه مواد غذایی معدنی هستند، در رقت‌ها متفاوت هستند، مواد غذایی غیرآلی به نمونه‌ها افزوده می‌شود تا از این مساله اطمینان حاصل کنید که محدودیت رشد پلانکتون‌ها در رقت‌های مختلف مشابه و یکسان است. مواد مغذی بیش از حد مورد نیاز و به طور مساوی به تمام تیمارهای آزمایشی افزوده شوند به این معنا که غلظت‌های نهایی باید با غلظت‌های بیشینه در نواحی نمونه‌گیری برابر باشند. علاوه بر موارد ذکر شده، تیماری با آب رقیق نشده بدون مواد غذایی اضافه شده تهیه کنید (آب دست نخورده با رقت ۱). هر یک از نمونه‌های آزمایشی را بصورت دوتایی تهیه کنید. غلظت کلروفیل a را در آب بدون ذرات و هریک از نمونه‌های آزمایشی اندازه‌گیری کنید. تمام تیمارهای آزمایشی را انکباسیون کنید. به علاوه، بطری‌های تکرار که آب عاری از ذرات دارند و مواد مغذی به آنها افزوده شده را در انکباسیون قرار دهید. مطمئن شوید که تمام ١٤ بطری به طور کامل انکباسیون شده‌اند بدون حباب هوا پر شده‌اند. در صورت نیاز سر بطری‌ها را با غشای آزمایشگاهی ببندید.

ج) انکباسیون

در صورت امکان، بطری‌های آزمایشی باید با استفاده از یک شناور متصل به مکان انکباسیون شوند. اگر انکباسیون به این صورت در مکان میسر نیست، تمام بطری‌ها را باید در معرض قرار دادن نوری معادل (Im) و دوره نوری طبیعی انکباسیون کنید. شدت متوسط نور در لایه مختلط (Im) درصدی از شدت نور در لایه سطحی است (IO). تخمین این درصد با استفاده از مقادیر عمق لایه مختلط (Zm) و ضریب نور عمودی (ke) بر اساس معادله شماره ۱ انجام می‌شود. مقدار (ke) بر اساس مقادیر عمق شفافیت سنج آب دریا (Zs) بر طبق معادله ۲ محاسبه می‌شوند (Poole, Atkins 1929 Zs>5m) و اگر سیستم آبی کدر و گل آلود باشد (5m Holmes 1970 >Zs)، عمق ستون آب در سامانه‌های ساحلی مخلوط کم عمق Zm (مساوی با ۲ متر) در نظر گرفته می‌شود. در مورد آبهای لایه

لایه توزیع عمودی درجه حرارت آب و شوری باید به منظور تعیین گستردگی لایه مختلط (۲ متر) در طول عملیات میدانی اندازه‌گیری شده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند. به منظور شبیه‌سازی (Im) در درون مخازن از ترکیب مختلف پرده استفاده می‌شود.

باید از سطح تضعیف نوری (میرایی یا افت قدرت امواج هر سطح پرده) از قبل اطلاع داشته باشیم (اطلاعات معمولا توسط کارخانه سازنده ارائه می‌شود، اگر نه قابلیت میرایی هر پرده می‌تواند توسط رادیومتر اندازه‌گیری شود). به عنوان مثال، اگر Im=0.30*IO باشد، سطوح متفاوت پرده باید ۷۰ درصد امواج و اشعه‌های ورودی را حذف کنید. در صفحه ٤، شکل ۱ ارائه‌ای تصویری و شماتیک از تنظیمات و چگونگی عملیات انکباسیون ارائه شده است. در طول انکباسیون باید درجه حرارت درون مخزن را کنترل کرد تا بتوان از اختلاف درجه حرارت‌های زیاد با شرایط در محیط جلوگیری کرد. طول مدت انکباسیون باید مطابق با فعالیت کلی پلانکتون‌ها و میکروزوپلانکتون‌ها تنظیم شود. در انتهای آزمایش غلظت کلرفیل a در هر تیمار آزمایش را اندازه‌گیری کنید.

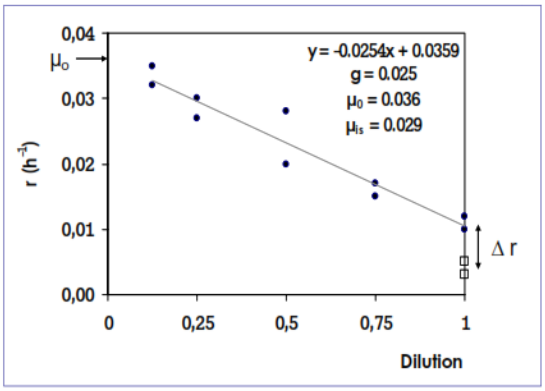
د) آنالیز کلروفیل a

غلظت کلروفیل a، به نوعی نشان دهنده زیست توده فیتوپلانکتون است، در ابتدا و انتهای آزمایش در تمام تیمارها و نمونه‌ها اندازه‌گیری می‌شود. کلروفیل a به صورت شبه کمی با استفاده از فلوئومتری در بافت زنده اندازه‌گیری می‌شود، در عین حال شما می‌توانید از یک روش عصاره‌ای مثل اسپکترومتری نیز به منظور اندازه‌گیری غلظت کلروفیل a نیز استفاده کنید. روش اسپکترومتری غلظت نمونه را به وسیله فیلترهای شیشه‌ای (GF/F)، استخراج رنگیزه‌ای با استون ۹۰ درصد در تاریکی نشان می‌دهد.

۵. سازمان دهی داده‌ها

الف) تخمین نرخ رشد فیتوپلانکتون‌ها و نرخ تغذیه میکروزوپلانکتون‌ها

نرخ‌های رشد فیتوپلانکتون‌ها (r) در هر رقت، بر طبق معادله شماره ٤ با استفاده از غلظت‌های کلروفیل a در ابتدای انکباسیون (chI_0) و انتهای آن (chI_t) با فرض رشد نمایی محاسبه خواهد شد. جدولی با دو ستون تهیه کنید که ستون اول آن مربوط به فاکتور رقت و ستون دوم ان مربوط به نرخ رشد فیتوپلانکتون باشد. یک نمودار پراکندگی از گراف xy رسم کنید که در آن محور xx نشان دهنده فاکتور رقت و محور yy نشان‌گر نرخ رشد فیتوپلانکتون (r) فقط در تیمارهای آزمایشی غنی شده با مواد غذایی باشد (+0.125, +0.25, +0.5, +0.75, 1.0). از یک نرم افزار آماری استاندارد استفاده کنید (معادله ٥ ضمیمه) و یک تابع رگرسیون خطی را برای این دسته داده تعیین کنید. نرخ رشد لحظه‌ای فیتوپلانکتون (MO) و میزان تغذیه میکروزوپلانکتون‌ها (g) به ترتیب عرض از مبدا و شیب رگرسیون خواهد بود. از یک نرم افزار آماری برای تخمین خطاهای استاندارد تمام متغییرها استفاده کنید. در مواردی که رقت‌های تهیه شده با رقت‌های مورد انتظار نزدیکی ندارند، خواه به علت اندازه‌گیری غیر دقیق حجم‌ها و یا افزایش غلظت کلروفیل a در آب عاری از ذرات مقادیر تصحیح شده رقت بر روی محور xx استفاده کنید.



شکل ۲- رابطه بین مقادیر رقت و نرخ رشد فیتوپلانکتون‌ها ظاهر شده (r) در یک آزمایش رقت معمولی، علامت جامد نشان دهنده رقت‌های غنی شده با مواد مغذی غیر آلی و مربع باز نشان دهنده آب رقیق شده بودن مواد مغذی

ب) تخمین تولید اولیه فیتوپلانکتون‌ها و اثرات تغذیه کردن از میکروزوپلانکتون‌ها

غلظت طبیعی اولیه کلروفیل a برای تخمین بیومس فیتوپلانکتون‌ها با فرض میانگین نسبت کلروفیل a، ۵۰ میلی‌گرم باشد. از بیومس فیتوپلانکتونی اولیه و رشد آنی فیتوپلانکتون‌ها در محل برای محاسبه‌ی میزان خالص تولید

فیتوپلانکتون‌ها استفاده می‌شود (معادله ٤، ضمیمه را ببینید). سپس از تجمیع میزان بیومس فیتوپلانکتون اولیه، میزان رشد آنی فیتوپلانکتون و میزان تغذیه از میکروزوپلانکتون برای تعیین درصد تولید روزانه فیتوپلانکتون تولید شده، با تغذیه از میکروزوپلانکتون‌ها استفاده کنید (معادله ۸، ضمیمه را ببینید).

٦) بررسی نتایج

۱. غلظت فیتوپلانکتون‌ها را در محلول‌های مختلف مقایسه کنید. آیا این مقایسه نشان می‌دهد که غلظت‌های آزمایشی به غلظت‌های پیش‌بینی شده نزدیك است ؟

۲. آیا میزان رشد فیتوپلانکتون‌ها در محلول‌های غنی سازی مختلف از نظر آماری متفاوت است ؟

۳. آیا ارتباط بین محلول و میزان رشد فیتوپلانکتون‌ها در محلول‌های غنی‌سازی مانند آنچه پیش‌بینی می‌شد خطی و معکوس است ؟

٤. آیا میزان رشد فیتوپلانکتون‌ها در نمونه‌های نامحلول و غنی نشده از نظر عددی متفاوت است ؟

۵. رابطه بین نرخ رشد لحظه‌ای بالقوه فیتوپلانکتون‌ها و نرخ رشد لحظه‌ای در مکان فیتوپلانکتون‌ها چیست ؟ (این دو چه رابطه‌ای باهم دارند).

٦. رابطه بین نرخ رشد لحظه‌ای فیتوپلانکتون‌ها و نرخ تغذیه میکروزوپلانکتون‌ها چیست ؟

۷. در مواقعی که مناطق مختلف و متفاوتی مورد بررسی قرار گرفته، آیا تفاوت‌های مکانی قابل توجهی از لحاظ نرخ رشد لحظه‌ای در مکان، نرخ تغذیه، تولید خالص اولیه فیتوپلانکتون‌ها و یا اثر تغذیه‌ای میکروزوپلانکتون‌ها وجود داشت ؟

۷. بحث

۱. افزودن مواد غذایی چه تاثیری بر نرخ رشد ظاهری فیتوپلانکتون‌ها در نمونه‌های آب رقیق نشده داشت ؟ در مورد سودمندی افزودن مواد غذایی در آزمایشات رقت بحث کنید.

۲. در موردی که انکباسیون تحت شرایط مشابه شده انجام شده، آیا درجه حرارت آب درون محفظه انکباسیون مقداری متفاوت از نظر آماری با مقادیر مشاهده شده در محیط داشته است ؟

در مورد راه حل‌های این مشکل بحث کنید (به عنوان مثال استفاده از مقادیر ضریب دمایی استاندارد Q10) برای سامانه‌های زیستی، که معمولا مقداری بین ۱/۵ تا ۲/۵ است).

۳. در مورد مزایا و معایب استفاده از تعداد رقت‌های کمتر و بیشتر بحث کنید.

٤. در آزمایشات رقت بین فاکتور رقت و نوع رشد ظاهری فیتوپلانکتون‌ها می‌تواند روابط مثبت و غیر خطی وجود داشته باشد. راجع به فرآیندهای فنی و بوم شناختی پدید آورنده این الگوها بحث کنید.

۵. در صورت استفاده از آزمایشات رقت در سامانه‌های آبی ائوتروفیک در مورد نتایج استفاده از این آزمایشات بحث کنید (در مواردی که نرخ تغذیه میکروزوپلانکتون‌ها اشباع شده است). در مورد راهکارها و روش‌های داده‌ای جبران و حل این مشکل بحث کنید.

٦. براساس مقادیر بدست آمده از اثر تغذیه‌ای میکروزوپلانکتون‌ها و تولید اولیه فیتوپلانکتون‌ها در مورد تغییرپذیری کوتاه مدت مورد انتظار در توده زیستی فیتوپلانکتون‌ها بحث کنید.

اطلاعاتی را در زمینه دیگر فرآیندهای منجر به نابودی فیتوپلانکتون‌ها در سیستم‌های آبی فراهم آورید.

۷. در طول این آزمایش، از غلظت کلروفیل a به عنوان نماینده یا معادل توده زیستی فیتوپلانکتون استفاده شده است. اگر چه، می‌توان از آنالیز میکروسکوپی برای اندازه‌گیری فراوانی گروه‌های خاص آغازی فیتوپلانکتون‌ها و بیگانه‌خوار، در رقت‌های متفاوت در اول و انتهای آزمایش بهره برد. در مورد مزایای در اختیار داشتن این نوع اطلاعات بر تفسیر داده‌ها با استفاده از آزمایشات رقت بحث کنید.

منابع

1. Hasle G.R. 1978. Settling: the inverted-microscope method. In: A. Sournia (ed.). Phytoplankton Manual. UNESCO. 88-96 pp.
2. Holmes R.W. 1970. The Secchi disc in turbid coastal waters. Limnology and Oceanography 15:688694.
3. Jonh D.M., Whitton B.A., Brook A.J. 2002.The Freshwater Algal Flora of the British Isles. Cambridge University Press. 702 pp.
4. Poole H.H., Atkins W.R.G. 1929. Photoelectric measurements of submarine illumination throughout the year. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 16:297-325.
5. Tomas C.R. 1997. Identifying Marine Phytoplankton. Academic Press. 858 pp.
6. Zalewski M. 2000. Ecohydrology-the scientific background to use ecosystem properties as management tools toward sustainability of water resources. Guest Editorial in Ecological Engineering 16:1-8.

ضمیمه

معادله ۱ $$I_m = I_o.(1-e^{-Ke.Zm}).(1/K_{e.}Z_s)$$

معادله ۲ $$K_e = 1.7/Z_s$$

معادله ۳ $$K_e = 1.4/Z_s$$

معادله ٤ $$r_i(d^{-1}) = (\ln\ Chl_{t-i} - \ln\ Ch_{o-i})/t\Delta$$

معادله ٥ $$y = ax + b$$

معادله ٦ $$r\Delta = r\ DIL\ 1.0 + -r\ DIL\ 1.0$$

معادله ۷ $$\mu = \mu o - \Delta\ r$$

معادله ۸ $$PP = (B_0.e^{\mu t}) - B_0$$

معادله ۹ $$I = 100\ [(B_0.e^{\mu t} - B_0) - (B_0.e^{(\mu - g)t} - B_0)]\ /\ (B_0.e^{\mu t} - B_0)$$

راهنما

Bo = بیومس اولیه فیتوپلانکتون در نمونه آب رقیق نشده

Chl_{o-i} = غلظت کلروفیل a در رقت نادر ابتدای آزمایش

Chl_{t-i} = غلظت کلروفیل a در رقت نادر انتهای آزمایش

g = نرخ چرایی میکروزوپلانکتون

I = تأثیر چرایی میکروزوپلانکتون بر تولید فیتوپلانکتون (درصد تولید روزانه فیتوپلانکتون)

I_0 = متوسط شدت نور در سطح ($\mu E.m^{-2}.s^{-1}$)

I_m = متوسط شدت نور در لایه مختلط ($\mu E.m^{-2}.s^{-1}$)

K_e = ضریب نور عمودی (m^{-1})

PP = تولید فیتوپلانکتون خالص ($\mu gC.L^{-1}.d^{-1}$)

r_i = نرخ رشد فیتوپلانکتون در رقت i (d^{-1})

$r_{DIL1.0+}$ = نرخ رشد فیتوپلانکتون در نمونه آب آشامیدنی رقیق نشده با مواد مغذی (d^{-1})

$r_{DIL1.0}$ = نرخ رشد فیتوپلانکتون در نمونه آب درون مواد مغذی (d^{-1})

t = زمان (d)

Δt = دوره انکباسیون (d)

μ = نرخ رشد لحظه‌ای فیتوپلانکتون در محیط (d^{-1})

Z_m = عمق دیسک سکچی (m)

Z_s = عمق لایه مختلط (m)

۸. تجزیه و تحلیل پویایی و توالی زوپلانکتون‌ها در شرایط هیدرولوژیکی متفاوت

گونه دافنیا

اهداف فصل

نشان دادن این مسئله که چگونه فرایندهای هیدرولوژیکی می‌تواند جانوران و گیاهان یک ناحیه را تعیین کند:

- تحلیل مقایسه‌ای رشد و تولید مثل و تکثیر زوپلانکتون‌های پالاینده در شرایط هیدرولوژیکی پایدار و ناپایدار
- بررسی اثر کیفیت مواد غذایی بر روی زوپلانکتون‌های پالاینده بوسیله مشخصه رژیم غذایی آنها در شرایط هیدرولوژیکی پایدار (جلبک) یا برای شرایط سیلابی (مخلوط معلقی از مواد آلی و معدنی)
- مقایسه بزرگی بازیافت مواد غذایی به وسیله زوپلانکتون‌ها بر پایه ترکیب غذا و شرایط هیدرولوژیک

اصل اکوهیدرولوژی: ۱- شناسایی و تعیین فرایندها؛ ۳- تنظیم دوگانه

مقدمه

آنتن منشعبان یا شاخه سرونیان[3] یکی از عناصر مهم بیشتر جوامع زوپلانکتون‌های دریاچه‌ای هستند که به علت ظرفیت آنها در فیلتر کردن تمام ذرات با یک گستره اندازه‌ای خاص شامل باکتری، آغازیان، دتیروها و جلبک می‌باشند. آنها بر ترکیب و فراوانی گونه‌های فیتوپلانکتون تاثیر می‌گذارند. خصوصا در حین شرایط هیدرولوژیکی ثابت. بر اساس مفهوم اکوهیدرولوژی، ناپایداری هیدرولوژیکی ممکن است اهمیت فعل و انفعالات زیستی را کاهش دهد. آزمایش پیشنهاد شده به این مساله می‌پردازد که تا چه اندازه فرآیندهای هیدرولوژیکی می‌توانند الگوی توالی زوپلانکتون‌ها را تغییر دهند و در نتیجه ساختار زنجیره غذایی آبی را تغییر می‌دهند.

مواردی که باید بصورت عملی توضیح داده شوند:

- مقایسه رشد و تولیدمثل شاخه سرونیان‌ها در شرایط خوب غذایی اما شرایط بد هیدرولوژیکی؛
- آشفتگی زیاد رسوبات و تغییرات رژیم غذایی چگونه بر نرخ رشد شاخه سرونیان و یا پارامترهای باروری آنها تاثیر می‌گذارد؛
- تخمین میزان دفع شاخه سرونیان‌ها در تمام تیمارهای آزمایشی

توضیح آزمایش

۱. شرح کلی آزمایش:

شیوه‌هایی برای ارزیابی فعالیت‌های تغذیه‌ای دافنی‌ها

الف) نرخ پالایندگی [ml-1 h-1] در تیمار با جلبک طبق فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$Fr = V\,[(\ln Chla0 - \ln Chla1) - (\ln Chla'0 - \ln Chla'1)] / t$$

که در این فرمول

V- حجم آزمایشی بر حسب [ml]

Chla0, $Chla^{1-}$ به ترتیب غلظت اولیه و نهایی کلروفیل [mg L-1]

Chla'0, Chla'1- به ترتیب غلظت اولیه و نهایی کلروفیل a در شرایط کنترلی [mg L-1]

t- زمان آزمایشی بر حسب ساعت

غلظت کلروفیل a یا به وسیله فلوئورمتر یا با استفاده از روش استخراج اتانول اندازه‌گیری می‌شود.

3. cladocerans

ب) میزان کل مواد معلق

به وسیله فیلتر کردن و صاف کردن آب با فیلترهای ۰/۴۵ میلی‌متری با وزن مشخص و سپس خشک شدن در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت، تعیین می‌شود. میزان ماده معلق معدنی به وسیله سوزاندن فیلترها در دمای ۵۰۰ درجه سانتی گراد در ۲۴ ساعته تعیین می‌شود.

میزان ماده معلق آلی، میزان تفاوت ماده کل معلق و ماده معدنی معلق خواهد بود.

شیوه‌هایی برای ارزیابی پارامترهای تولید مثلی

الف) اندازه متوسط نوزادان (CS) به صورت زیر محاسبه خواهد شد:

$$CS = E / Na$$

که در این رابطه

E- تعداد تخم‌ها

Na- تعداد دافنی‌های بالغ

ب) اندازه متوسط (Brood) (BS کلیه جوجه‌هایی که یکسره از تخم سر در می‌آورند) به روش زیر محاسبه خواهد شد.

$$BS = E / Nc$$

که در این رابطه

NC- تعداد دافنی‌های حامل تخم

ج) نسبت بالغین حامل تخم (Ad) به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$Ad = Nc / Na$$

د) نرخ تغییر فراوانی جمعیت دافنی‌ها (r) توسط معادله زیر محاسبه می‌شود

$$r = (\ln Nt - \ln N0) / Dt$$

در این معادله N0 و Nt به ترتیب فراوانی جمعیت ابتدایی و نهایی هستند و

t: مدت زمان بین دو مشاهده (بر حسب ساعت) در مورد آزمایشات کوتاه مدت و (بر حسب روز) برای آزمایشات دراز مدت

شیوه‌هایی برای ارزیابی بازیافت مواد غذایی

الف) آب مورد نیاز آنالیزهای شیمیایی به وسیله فیلترهای واتمن GF/F ، صاف و فیلتر می‌شود و غلظت $P\text{-}PO_4$ و $N\text{-}NH_4$ بر اساس روش کلرومتری تعیین می‌شود و میزان نیتریت و نیترات نیتروژن بر اساس روش گولترمن (۱۹۸۸) تعیین می‌شود. نمونه‌های فیلتر نشده آب برای آنالیز TP هضم خواهند شد. به عنوان مثال با سیستم هضم مایکرویو MERCH MW500 و به وسیله روش آسکوربیک اسید تعیین می‌شود. میزان جذب بر اساس اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری می‌شود.

۲. طراحی آزمایش

این آزمایش شامل ۲ تیمار است: A (جلبک) و SM (مواد معلق). این آزمایش در بیکرهای شیشه‌ای ۲ لیتری با ۵ تکرار برای هر تیمار انجام می‌شود (تیمارهای جلبک و SM).

تمام این بیکرها با آب فیلتر شده که از اکوسیستم‌های طبیعی گرفته شده است پر می‌شود. باید از دافنی با طول ۰/۸-۱/۲ میلی‌متر استفاده کنید. شما می‌توانید از محیط‌های کشت جلبک و یا ارگانیسم‌هایی از اکوسیستم طبیعی استفاده کنید. این آزمایش با یک رژیم نور/تاریکی ۱۲:۱۲ ساعتی در ۲۱ درجه سانتی‌گراد انجام خواهد شد.

تیمار A (جلبک) شامل:

الف) شاهد– ۲ لیتر آب + غلظت اولیه جلبک خوراکی + ۵۰ عدد دافنی (با ۵ تکرار)

ب) تیمار A ثابت – ۲ لیتر آب + غلظت اولیه جلبک + ۵۰ عدد دافنی (با ۵ بار تکرار)

ج) تیمار A ناپایدار- ۲ لیتر آب + غلظت اولیه جلبک + ۵۰ عدد دافنی (با ۵ بار تکرار) بیکرها باید روی یک همزن مغناطیسی قرار گیرند (80 ± 20 rpm).

تیمار SM شامل:

الف) شاهد– ۲ لیتر آب + ۶۵ میلی‌گرم DW L-1 از رسوبات زیرین و ۵۰ عدد دافنی (با ۵ بار تکرار)

ب) تیمار SM ناپایدار- ۲ لیتر آب + ۶۵ میلی‌گرم DW L-1 از رسوبات زیرین و ۵۰ عدد دافنی (با ۵ بار تکرار)

ج) تیمار SM ناپایدار- ۲ لیتر آب + ۶۵ میلی‌گرم DW L-1 از رسوبات زیرین و ۵۰ عدد دافنی (با ۵ بار تکرار)- بیکرها باید روی یک همزن مغناطیسی قرار گیرند.

شما می‌توانید این آزمایش را در بازه‌های زمانی متفاوت انجام دهید.

۱. آزمایش کوتاه مدت (۲٤ تا٤۸ ساعت) که در آن شما قادر به ارزیابی موارد زیر خواهید بود

- نرخ پالایش شدن گونه دافنی (غلظت اولیه و نهایی کلروفیل a)
- تغذیه گونه دافنی در مواد معلق (مقادیر اولیه و نهایی مربوط به مواد آلی و غیرآلی)
- آنالیز شیمیایی آب برای بررسی دفع دافنی‌ها (مقادیر اولیه و نهایی)
- نرخ رشد دافنی‌ها (مقادیر اولیه و نهایی)

۲. آزمایش بلند مدت (۱ تا ۷ روز) که در آن شما قادر به ارزیابی موارد زیر خواهید بود:

- نرخ پالایش شدن گونه دافنی (غلظت کلروفیل a اندازه‌گیری شده در هر دو روز)
- تغذیه گونه دافنی در مواد معلق (مقادیر اولیه و نهایی مربوط به مواد آلی و غیرآلی)
- آنالیز شیمیایی آب برای بررسی دفع دافنی‌ها (غلظت‌های TP، $N\text{-}NO_3$، $N\text{-}NH_4$، $P\text{-}PO_4$، باید در سه زمان اندازه‌گیری شوند)
- نرخ رشد دافنی‌ها (هر دو روز اندازه‌گیری شود)
- پارامترهای تولید مثلی

۳. مواد و تجهیزات

الف) عملیات میدانی

شما به وسایلی نیاز دارید تا بتوانید آب و پلانکتون‌ها را از اکوسیستم‌های آبی نمونه‌گیری کنید.

- ظرف‌هایی برای حمل آب و انتقال آن به آزمایشگاه
- تور صید پلانکتون‌ها با روزنه‌هایی به قطر ۵۰ میلی متر و بطری‌های ۲ تا ٤ لیتری برای حمل پلانکتون‌ها به آزمایشگاه.
- لباس. چکمه و پوشش ضد آب جهت تسریع در نمونه‌برداری

ب) آزمایش‌های تجربی

به صورت عمده شما نیاز خواهید داشت به

- ۳۰ شیشه آزمایش
- آکواریوم با حجم ۸۰ لیتر برای نمونه‌برداری آب از زیستگاه‌های طبیعی پلانکتون‌ها
- ۱۰ عدد همزن مغناطیسی
- پمپ برای فیلتر کردن آب جهت انجام آزمایش‌های شیمیایی روی آن
- سیستم تجزیه میکروویو برای تجزیه نمونه‌ها
- فتومتر، معرف‌ها یا اسپکتروفوتومتر برای اندازه‌گیری مواد مغذی در محیط
- رسوب دهنده و ظروف پلاستیکی برای حمل و نقل و رسوب‌سازی
- کوره برای رسوب سازی و خشک کردن نمونه
- محلول لوگول ٤ درصد برای نگهداری زئوپلانکتون‌ها
- میکروسکوپ برای آنالیز فعالیت‌های تولیدی
- پیپت

ج) آنالیز داده‌ها

- کامپیوتر
- برگه‌های ساماندهی به داده‌ها
- نرم‌افزارهای اولیه‌ی کشیدن نمودار

٤) ساماندهی و آنالیز داده‌ها

ساماندهی داده‌ها

شما می‌توانید از فرم اطلاعات پیشنهادی استفاده کنید (جدول۱، ضمیمه را ببینید)

آنالیزهای اولیه آماری

با اطلاعات چه کنیم؟

۱- تغییرات در جایگزینی را بررسی کنید.

۲- نتایج بدست آمده را در شرایط مختلف هیدرولوژی و غذایی مقایسه کنید.

از چه تست‌های آماری باید استفاده شود؟

پیشنهاد می‌شود از آزمون کروسکالوالیس استفاده شود.

کشیدن نمودار

شکل نموداری داده‌ها را امتحان کنید.

۵) آنالیز نتایج

شما باید برای آنالیز نتایج به تعدادی از سوالات جواب دهید:

۱. چه چیزهایی بر رشد دافنی‌ها و پارامترهای تولید مثلی در نتیجه تغذیه با رسوب دوباره معلق شده وجود دارد ؟

۲. تغییرات حرکت دافنی‌ها در اثر نور را بررسی کنید؟

۳. آب یا مواد غذایی کدامیک تاثیر بیشتری بر طول عمر دافنی‌ها دارند؟

٤. آیا شرایط مختلف آبی، برهم کنش غذایی را تغییر می‌دهد ؟ در چه وسعتی؟

۵. در مراحل حصول نتایج سعی کنید سلسله مراتب عوامل طبیعی و غیر طبیعی تاثیر گذار بر رشد اکوسیستم‌ها آبی را حدس بزنید؟

٦. اگر بخواهید این آزمایش را دوباره انجام دهید چه چیزهایی را عوض می‌کنید؟ چرا؟

منابع

1. Carney H.J., Elser J.J. 1990. Strength of zooplankton-phytoplankton coupling in relation to lake trophic state. In: M. M. Tizler, C. Serruya (eds.). Large Lakes: Ecological Structures and Funktions. Springer-Verlag, New York. 615-631 pp.

2. Greenberg A.E., Clesceri L.S., Eaton A.D. 1992. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, Washington.

3. Greenwood T.L., Green J.D., Hicks B.J., Chapman A. 1999. Seasonal abundance of small cladocerans in lake Mangakaware, Waikato, New Zeland. New Zeland Journal of Marine and Freshwater Research 33:399-415.

4. Golterman H.L., Clynio R.S., Ohnstad M.A.M. 1988. Methods of Physical and Chemical Analysis of Fresh Waters. IBP Hand Book.

5. Zalewski M. 2000. Ecohydrology the scientific background to use ecosystem properties as management tool toward sustainability of freshwater resources. Guest editorial Ecological Engineering 16:1-8.

ضمیمه

جدول ۱. کاربرگ داده‌ها جهت آزمایش

	Treatment A									Treatment SM									
	F_r [$mL^{-1}h^{-1}$]	Reproduction			r	Chemic analysis of water [$\mu mg\ L^{-1}$]				Grazing on susp. matter		Reproduction			r	Chemic analysis of water [$\mu mg\ L^{-1}$]			
		CS	BS	Ad		$P\text{-}PO_4$	$N\text{-}NH_4$	$N\text{-}NO_{2/3}$	TP	Mineral	Organic	CS	BS	Ad		$P\text{-}PO_4$	$N\text{-}NH_4$	$N\text{-}NO_{2/3}$	TP
C_1																			
C_2																			
C_3																			
C_4																			
C_5																			
Average																			
SD																			
Stable																			
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
Average																			
SD																			
Unstable																			
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
Average																			
SD																			

۹. آیا حضور صدف‌های دو کپه‌ای بر رسوب ذرات مواد معلق و دیگر آلاینده‌های مرتبط مانند هیدروکربن‌ها اثر می‌گذارد ؟

Dreissena polymorpha

اهداف فصل

برای نشان دادن اینکه چگونه حضور فیلتر فعالیت تغذیه‌ای صدف‌های دودکپه‌ای می‌تواند نرخ رسوب ذرات معلق به حالت تعلیق را در یک پیکره آبی تغییر دهد.

اصل اکوهیدرولوژی: ۲- افزایش ظرفیت جذب اکوسیستم

مقدمه

فیلتر صدف‌های فیتوپلانکتون، باکتری و ذرات مواد معلق (SPM) از ستون آب. براساس ویژگی‌های آب Limnoperna Fortunei می‌تواند ذرات مواد معلق را از ستون آب پاک کند و بیورسوب خود را سرعت دهد. از این رو بر اساس غلظت ذرات مواد معلق و تراکم صدف این فرایند می‌تواند به صورت قابل توجهی نرخ رسوبات را افزایش دهد. از آنجا که بسیاری از آلودگی‌ها با قابلیت انحلال پایین به ذرات مواد معلق جذب می‌شوند، بیورسوب ارتقا یافته می‌تواند بر دینامیک و وضعیت آنها در اکوسیستم‌های آبزی تاثیر بگذارد. برخی از صدف‌های پنهان شده هم چنین رسوب خوراک دهنده هستند و می‌توانند ستون آب و همچنین فرایندهای رسوبی را اصلاح کنند.

شرح آزمایش

۱. توصیف کلی

نرخ رسوبات طبیعی ذرات مواد معلق مورد مقایسه قرار خواهند گرفت. اثر فعالیت فیلترسازی صدف توسط پیکره‌های آبی با چهار غلظت ذرات مواد معلق مختلف مورد مطالعه قرار خواهد گرفت. نرخ فیلترسازی با غلظت‌های مختلف ذرات مواد معلق مورد بررسی قرار خواهد گرفت. موازنه در نسبت کربن به نیتروژن در آغاز و پایان آزمایش مورد مطالعه قرار خواهد گرفت. Feaceهای شکل گرفته در طول مدت آزمایش در پایان آزمایش جمع‌آوری و تحلیل می‌شوند. در مرحله دوم، یک مخلوط معرف هیدروکربن به سه تکرار یک گروه اضافه می‌شود و به منظور مطالعه تاثیر بیورسوب بر حذف ترکیب‌های مختلف از ستون آب، تجمع و ترکیب با Feaceها همچنین بر موازنه نسبت کربن به نیتروژن کنترل می‌شود.

۲. طرح آزمایش

نرخ بیورسوب‌ها

طرح آزمایش چهار غلظت مختلف از ذرات مواد معلق را در نظر می‌گیرد (۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰ میلی گرم/ مول). برای هر کدام از این شرایط آزمایش‌ها سه بار تکرار می‌شوند. دو کنترل برای گروه آزمایش در نظر گرفته شده است: یکی بدون حیوانات و دیگری با صدف‌های خالی بسته.

۳. مواد و تجهیزات

مواد نمونه‌گیری

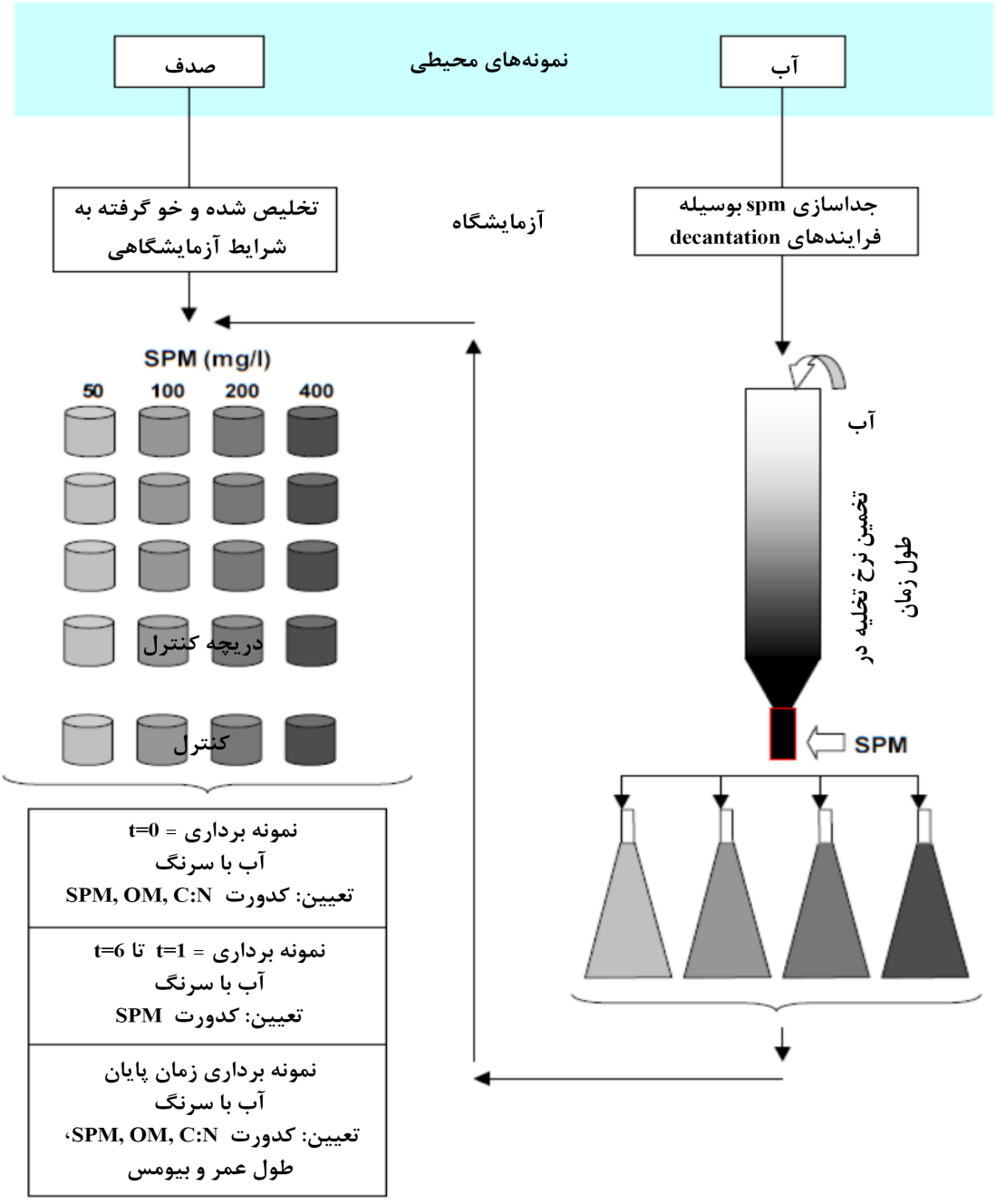
- مخزن‌هایی برای جمع‌آوری آب و انتقال
- تجهیزات تیز برای برش دادن لایه و viso صدف‌ها
- بیل کوچک برای به دست آوردن corbicula
- کیف‌های پلاستیکی برای انتقال حیوانات به آزمایشگاه در یک مخزن یخچالی
- مخزن‌هایی برای قرار دادن صدف‌های جمع‌آوری شده و نگهداری آن‌ها در شرایط آزمایشگاهی
- پوشاک: چکمه‌های ضد آب برای راه رفتن بر حاشیه‌ها یا راه رفتن در آب، ژاکت ضد آب

جمع‌آوری حیوان و آب

همگی آنها در طول شب در آب شیرین مصنوعی تصفیه خواهند شد.

دو بررسی آزمایشگاهی برای حیوانات پیشنهاد شده

الف. Limnoperna fortune: از محیط ثابت جمع و به آزمایشگاه منتقل شود.



ب. Limnoperna fortune: از محیط برش viso جمع‌آوری شود و بعد از انتقال آن‌ها به آزمایشگاه آنها بر روی شیشه با سطح غیر منظم قرار گیرند تا خود را به صورت مجدد سنتز کنند. تمام حیوانات به صورت صحیح پیوست شوند و فعالیت فیلترسازی نشان داده شده برای آزمایش مناسب در نظر گرفته شود.

نمونه‌های آب جمع‌آوری شده در مخزن‌های با چهار درجه سانتی‌گراد به آزمایشگاه منتقل شوند و در ظرف تنگی به منظور به دست آوردن ذرات مواد معلق قرار گیرند تا به صورت فیزیکی مشخص شوند و تا زمان توقف کار کنند، و از آب شیرین نیمه سخت شروع شود.

تجزیه و تحلیل مجموع آب، ذرات مواد معلق و Feaces

پیمانه‌ها یا فیلترهایی که از قبل وزن شده‌اند برای تعیین ذرات مواد معلق با اندازه‌گیری وزن یا غلظت مورد استفاده قرار می‌گیرند، تعیین سختی یا مواد آلی با کاهش نمونه به خاکستر تخمین زده می‌شوند.

کل محتوای هیدروکربن توسط IR تعیین می‌شود.

ترکیب مخلوط با استخراج حلال‌ها

تصفیه و شناسایی و تعریف توسط GC-MS تعیین می‌شوند و در نهایت نسبت کربن به نیتروژن با تحلیل کننده عناصر تعیین خواهد شد.

آزمایش درون آزمایشگاهی

به یک آزمایشگاه مرطوب نیاز داریم، این آزمایشگاه با کنترل‌های فتوپرویدی و حرارتی ارجحیت دارد.

- ۲۰ مخزن شیشه‌ای برای گروه کنترلی و تیمار
- دستگاه‌های سرریز برای جداسازی ذرات مواد معلق
- دستگاه‌های همزن برای آماده‌سازی توقف ذرات مواد معلق
- کدری‌سنج، سرنگ، دارنده‌های فیلتر، پیمانه‌ها و فیلترهای پیش وزن برای به دست آوردن ارزیابی رسوب
- کولییس برای تعیین اندازه حیوانات
- اوون و صدا خفه کن برای تعیین ذرات مواد معلق و تعیین وزن بافت خشک و وزن بافت خشک خاکستر آزاد
- آنالیزور عناصر
- IR
- Gc-MS
- حمام فرا صوتی برای استخراج
- موازنه
- همزن مغناطیسی برای تعیین مخلوط هیدروکربن

آنالیز داده‌ها

- کامپیوترها
- سازمانده کاربرگ داده‌ها
- نرم افزار گرافیکی و استاتیکی ساده

٤. توصیف آزمایش

مرحله ۱: بعد از تمیز کردن حیوانات، آن‌ها را به صورت تصادفی گروه‌بندی می‌کنیم و در معرض هوا به مدت یک ساعت قرار می‌دهیم. کل آزمایش‌های آبزیان توسط ذرات مواد معلق متوقف و یا تحریک می‌شوند؛ یک نمونه آب قبل از اضافه شده به حیوان گرفته می‌شود و زمان صفر برای هر مخزن زمانی که حیوان شروع به نشان دادن فعالیت فیلتر می‌کند ثبت می‌شود. این نمونه‌های آبی برای آنالیز شیمیایی استفاده می‌شوند. نمونه‌های آب باید در ۰، ۰/۵، ۱، ۳، ٦، ۱۲، ۲٤ ساعت گرفته شوند و نرخ رسوب با فیلتر کردن و مشخص کردن کدورت مشخص شود.

آزمایش تا زمانی ادامه می‌یابد که مقدار کدورت در کنترل ثابت شود.

در پایان آزمایش، حیوانات حذف می‌شوند و دوباره اندازه‌گیری می‌شوند، سپس با برش عضلات ابداکتور دوباره وزن می‌شوند. بخش‌های نرم حذف می‌شوند تا زیست توده جدید تعیین شود، سپس وزن مرده و وزن خاکستر آزاد به منظور تخمین نرخ رسوب مربوط به زیست توده حیوان تعیین می‌شود.

مرحله ۲: مقایسه‌ای از کارایی بیورسوب در غلظت‌های مختلف ذرات مواد معلق باید انجام شود.

پلت‌ها و ذرات معلق باقی مانده در آبزی برای تعیین نسبت‌های کربن به نیتروژن استفاده خواهد شد.

غلظتی که باید استفاده شود از NOEC یا LD10 96 ساعت آزمایش انجام شده قبلی یا با استفاده از تخمین NOEC برای Dereena SP تخمین زده خواهد شد.

روند آزمایش با آزمایش انجام شده در بالا مشابه است.

در آغاز و پایان آزمایش تعیین هیدروکربن‌ها آمده است و تجمع حیوانات از ذرات مواد معلق هم چنین آنالیز خواهد شد.

منابع

1. Colombo, J.C., N. Cappelletti, J. Lasci, M.C. Migoya, E. Speranza & C.N. Skorupka. 2006. Sources, vertical fluxes and equivalent toxicity of aromatic hydrocarbons in coastal sediments of the Rio de la Plata Estuary, Argentina. Environmental Science and Technology, 40: 734-740.

2. Colombo, J.C., N. Cappelletti, E. Speranza, M.C. Migoya, J. Lasci & C.N. Skorupka 2007. Vertical fluxes and organic composition of settling material from the sewage impacted Buenos Aires coastal area, Argentina. -. Organic Geochemistry, 38: 1941-1952.

ضمیمه

کرونوگرام مرحله ۱

بررسی‌ها	زمان نمونه‌برداری (ساعت)
کدورت ذرات معلق، ماده آلی، نسبت کربن به نیتروژن	۰/۵
کدورت و ذرات معلق	۱
کدورت و ذرات معلق	۳
کدورت و ذرات معلق	٦
کدورت و ذرات معلق	۱۲
TURBIDITY SPM, OM, PELLETS, C:N AND INDIVIDUAL LENGTH AND BIOMASS	۲٤

کرونوگرام مرحله ۱

بررسی‌ها	زمان نمونه‌برداری (ساعت)
کدورت ذرات معلق، ماده آلی، نسبت کربن به نیتروژن، مجموع هیدروکربن و	۰/۵
کدورت و ذرات معلق	۱
کدورت و ذرات معلق	۳
کدورت و ذرات معلق	٦
کدورت و ذرات معلق	۱۲
TURBIDITY SPM, OM, PELLETS, C:N AND INDIVIDUAL LENGTH AND BIOMASS	۲٤

۱۰. آیا می‌توان از صدف‌های دو کفه‌ای برای جلوگیری از شکوفایی جلبک‌های سمی استفاده کرد ؟

Scrobicularia plana

اهداف فصل

نشان دادن استفاده از عملکرد فیلتر غذایی دو کفه‌ای‌ها برای جلوگیری از شکوفایی جلبک‌های سمی

اصل اکوهیدرولوژی: ۲- افزایش ظرفیت جذب اکوسیستم

مقدمه

پایه‌های تئوری آزمایش درباره‌ی عملکرد اکوهیدرولوژی در حل مشکلات کیفی و کمی آب می‌باشد:

- تا توضیح دهد آزمایش پیش رو به حل مشکلات مربوط به انحلال پذیری آب کمك می‌کند.
- از عملکرد فیلتر غذایی دو کفه‌ای‌ها برای جلوگیری از شکوفایی جلبک‌های سمی استفاده کند.

شرح آزمایش

۱. توضیح کلی

نرخ‌های فیزیولوژیکی فیلتراسیون، دفع و تعداد تنفس دو گونه صدف دو کفه‌ای در سه غلظت مختلف نمك مقایسه خواهد شد. هر کدام از صدف‌ها به صورت جداگانه در محیط آبی قرار خواهند گرفت. از آب محل زندگی صدف‌ها برای استفاده از سیستم گردش باز استفاده می‌شود. نرخ فیلتراسیون با کم کردن حجم بیومس فیتوپلانکتون‌ها از کلروفیل a انجام خواهد گرفت. کلروفیل در محیط زنده با فلورومتر اندازه‌گیری می‌شود یا برای آنالیز با اسپکتروفتومتر فرستاده می‌شود. نرخ دفع با استفاده از اندازه‌گیری میزان آمونیوم در محیط آبی بدست خواهد آمد. میزان آمونیوم با فتومتر اندازه‌گیری خواهد شد. برای اندازه‌گیری نرخ تنفس هر کدام از صدف‌ها به صورت جداگانه در محفظه‌ی بسته‌ای که از آب پر شده و تنها یك سوراخ در بالا دارد قرار می‌دهیم. میزان کم شدن اکسیژن آب را در بازه‌ی زمانی مشخص اندازه‌گیری می‌شود. (برای جزئیات بیشتر chicharo (همکاران ۲۰۰۹ را ببینید).

۲. طرح آزمایش

آزمایش در سه غلظت نمك (۰/۲، ۴/۲، ۱۰) انجام می‌شود. در هرکدام از این غلظت‌ها (تنفس، دفع و فیلتراسیون) اندازه‌گیری خواهد شد و یك کنترل برای هر کدام از وضعیت‌ها قرار داده می‌شود.

۳. مواد و تجهیزات

الف) آزمایش‌های میدانی

شما به وسایل و تجهیزاتی برای جمع‌آوری آب، صدف‌ها و اندازه گیری پارامترهای محیطی آب نیازمندید.

- سبدها و مخازنی برای نمونه‌گیری آب و انتقال آن‌ها به آزمایشگاه (در نظر داشته باشید که در آب و هوای گرم میزان حل شدن اکسیژن اتمسفری در آب کاهش می‌یابد لذا ممکن است به پمپ اکسیژن نیاز پیدا کنید).
- لایروب دستی برای نمونه‌برداری دوکفه‌ای‌ها و یا

لایروبی که به قایق متصل باشد.

- ظرف نگه‌داری که بتوان حداقل ۵۰ صدف دو کفه‌ای را در آن نمونه‌برداری کرد.
- کاوشگر برای اندازه‌گیری ویژگی‌های محیطی آب.
- چمکه و لباس‌های ضد آب برای نمونه‌گیری.

ب) آزمایش‌های تجربی

شما باید از یک آزمایشگاه مرطوب استفاده کنید ترجیحا آزمایشگاهی با سیستم آکواریومی، پمپ اکسیژن و سیستم چرخش آب مستقیم اگر این موارد در دسترس نیست می‌توانید میزی را برای انجام این آزمایش طراحی کنید.

به صورت عمده به موارد زیر نیاز خواهید داشت

- ۴۵ عدد محفظه نگهداری صدف‌ها
- آکواریوم بزرگ برای نگهداری آب‌هایی که از محل زندگی طبیعی دو کفه‌ای‌ها نمونه‌برداری کرده‌اید
- پمپ برای انتقال آب به درون محفظه‌هایی که عمل فیلتراسیون قرار است در آن‌ها صورت بگیرد
- رسپیرومتر برای اندازه‌گیری میزان تنفس صدف‌ها
- فلورومتر یا اسپکتروفوتومتر برای مشخص کردن کلروفیل‌ها
- فتومتر برای اندازه‌گیری مغذی‌ها
- کیت اندازه‌گیری میزان مغذی‌ها
- فیلترهای GF/C برای کلروفیل‌ها
- پرگار آهنی
- آون برای اندازه‌گیری خاکستر ماده‌ی خشک

ج) آنالیز داده‌ها

- کامپیوتر
- کاربرگ سازمان‌دهنده‌ی داده‌ها
- نرم افزارهای پایه رسم نمودار

د) اطلاعات مربوط به ایمنی

پیش‌بینی آب و هوا را قبل از رفتن به منطقه برای نمونه‌برداری چک کنید. از لباس مناسب استفاده کنید. در هنگامی که چکمه‌های ضد آب را به پا کرده‌اید وارد آب‌های عمیق یا قایق نشوید. مراقب لمس وسایل الکتریکی در حالی که دستتان خیس است باشید. در هنگام استفاده از کلیه وسایل الکتریکی مراقب باشید.

۴) شرح آزمایش

آب را فیلترهایی باریک‌تر از ۳۰ میکرومتر فیلتر کنید تا سایر ارگانیسم‌ها (زئوپلانکتون‌ها) که می‌توانند در تغذیه فیتوپلانکتون‌ها استفاده شوند (نرخ فیلتراسیون را دچار اشکال کنند) و اکسیژن را مصرف کنند (نرخ مصرف اکسیژن را دچار اشکال کنند) از بین بروند.

۵) سازماندهی داده‌ها

برگه‌های اطلاعات را تهیه کنید

آنالیزهای آزمون‌های آماری پایه

وابسته به اندازه

اثرات مربوط به اندازه را از نتیجه‌گیری‌های خود حذف کنید (برای مثال: در آزمایش دوکفه‌ای‌ها)

با این نتایج چه می‌توان کرد؟

تغییرپذیری در تکرارهای مختلف را بررسی کنید.

مقادیر اندازه‌گیری شده را در غلظت‌های مختلف نمک اندازه‌گیری کنید.

چه آزمون آماری مورد نیاز است؟

T- student.

کشیدن نمودارها

نمودار نشان دهنده‌ی اطلاعات را بررسی کنید.

۶) آنالیز داده‌ها

۱. کدام غلظت از نمک بهترین فعالیت فیزیولوژیک را نشان می‌دهد ؟

۲. اختلاف قابل توجهی در نتایج در گروه‌های فردی مختلف وجود دارد ؟

۳. کدام وضعیت فیزیولوژیک به تغییرات نمک بیشترین پاسخ را می‌دهد ؟

۴. موارد مورد آزمایش چگونه در تغییر اندازه‌ی دو کفه‌ای‌ها تغییر می‌کنند ؟

۷) بحث

۱. شما کدامیک از نرخ‌های فیزیولوژیک را برای

اندازه‌گیری تغییرات نمک در محیط انتخاب می‌کنید ؟

۲. اگر میزان نمک در آب منطقه‌ای که نمونه‌ها از آنجاست متفاوت باشد عواقب آن در گونه‌های مختلف دو کفه‌ای با توجه به پراکنش آن‌ها در محیط چگونه است؟

۳. اگر شما میخواستید این آزمایش را دوباره انجام دهید کدام فاکتورها تغییر می‌دادید ؟ چرا ؟

منابع

1. Bayne, B.L., Hawkins, A.J.S., Navarro, E., 1987. Feeding and digestion by the mussel Mytilus edulis L. (Bivalvia, Mollusca) in mixtures of silt and algal cells at low concentrations, J. Exp. Mar. Biol. Ecol 3: 1-22.
2. Chícharo L., Ben-Hamadou R., Amaral A., Range R., Mateus C., Piló D., Marques R., Chícharo M.A. 2009 Application and demonstration of the Ecohydrology approach for the sustainable functioning of the Guadiana estuary (South Portugal). Ecohydrology and Hydrobiology (in press).
3. Jorgensen, C.B., 1943. On the water transport through the gills of bivalves. Acta Physiol. Scand. 5, pp. 297–304

ضمیمه

فرمول‌هایی که شما به آن‌ها نیاز خواهید داشت: نرخ هضم و فیلتراسیون، که از تقسیم حجم آبی که از ذرات معلق کلروفیل پاک می‌شود بر واحد زمان در در یک سیستم بسته معین گردیده است بدست می‌آید. از یک محفظه‌ی ۲۵۰ میلی‌لیتری استفاده شود که از آب فیلتر شده‌ی دریا پر شده و غلظت ریز جلبک‌های آن مشخص است. اندازه‌گیری‌ها هر ۳۰ دقیقه یکبار صورت می‌گیرد. برای یک ساعت و نیم از فلوئورومتر 10 –AU استفاده شود (کلروفیل‌ها در محیط زنده باشند). نرخ هضم از طریق این فرمول به دست می‌آید. میزان دفع آمونیوم با گذاشتن صدف‌ها در محفظه‌ی ۲۵۰ میلی‌لیتری که از هوا و آب اشباع که از (صافی با روزنه‌های ۰/۲ میکرومتری عبور داده شده است) پر شده است. محفظه‌ی دیگری را به عنوان کنترل در نظر بگیرید. بعد از ۱۵۰ دقیقه ۱۰ میلی‌لیتر نمونه آب از هر کدام از لوله‌ها برداشت کنید. میزان دفع را اندازه‌گیری کنید.

$$e_{NH_4} = (V / AFDW\ t)((Cf_e - Ci_e) - (Cf_c - Ci_c))$$

در این فرمول v نشان دهنده‌ی حجم فلاسک. AFDW نشان دهنده‌ی خاکستر ماده‌ی خشک است. t نشان دهنده‌ی زمان است. cie و cfe نشان دهنده‌ی میزان غلظت آمونیوم ابتدایی و انتهایی در لوله‌ی آزمایش است. cic و cfc نشان دهنده‌ی غلظت آمونیوم ابتدا و انتها در گروه کنترل است.

این فاکتورها باید بر اساس اندازه استانداردسازی شود تا اثر اندازه از اندازه‌گیری‌ها حذف شود. وقتی که اندازه‌گیری فیزیولوژیکی به اتمام رسید هر کدام از صدف‌ها را که اندازه‌اش به ۰/۱ نزدیک‌تر بود در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ساعت خشک کنید و سپس آن را وزن کنید. سپس کل اندازه‌گیری‌ها را بر اساس این وزن توسط فرمول بایرن استانداردسازی کنید.

۱۱. چگونه اشکال مختلف رشد گیاهان آبزی بر غلظت اکسیژن در یک پیکره آبی تاثیر می‌گذارند ؟

ماکروفیت

اهداف فصل

برای نشان دادن اثرات شکل رشد ماکروفیت آبزی بر اکسیژن و شرایط توصیف شده پیکره آبی.

اصل اکوهیدرولوژی: ۱- تعیین فرایندها

مقدمه

آزمایش یک دید پایه برای نقش مایکروفیت‌های آبزی پیکره‌های آبی و کاربردشان در مدیریت اکوهیدرولوژی جلبک ارائه می‌دهد. مایکروفیت‌ها منبعی از کربن جا به جا نشده و اکسیژن می‌باشند و با زندگی گیاهان شناور بر روی آب برای مواد غذایی رقابت می‌کنند. هتروتروف‌های آبزی (حیوانات، قارچ، اکثر باکتری‌ها) به صورت حیاتی به اکسیژن برای تنفس نیاز دارند. انتشار اکسیژن از اتمسفر به درون آب نیز مهم است. اما رشد گیاه درون آب و بر سطح آب بر در دسترس بودن اکسیژن تا حد زیادی تاثیر می‌گذارد. سوال اصلی در این جا این است کدام شکل رشد ماکروفیت‌ها بهترین دنبال کننده اصل اکوهیدرولوژی در خواص اکوسیستم برای ناچیز کردن گسترش توده ناشی از جلبک فیتوپلانکتونی است.

شرح آزمایش

۱. توصیف کلی

تولید اکسیژن مخفی شده و گیاهان آبزی شناور آزاد در یک آزمایش ساده مقایسه شده‌اند.

۲. طرح آزمایش

توصیه می‌شود تا این آزمایش را به صورت یک نمایش کمی اجرا نمود که به هیچ تکراری نیاز ندارد. به طور متناوب، تعیین تولید اکسیژن می‌تواند از طریق ارزیابی توده گیاه فتوسنتز کننده پیکره آبی، پیاله شیشه‌ای آزمایشگاهی، زمان در معرض نور قرار گرفتن، شروع و پایان محتوای اکسیژن نهایی انجام شود.

۳. مواد و تجهیزات

دو لیوان آزمایشگاهی شیشه‌ای. فویل آلومینیوم به اندازه کافی بزرگ برای این که مجاری را به صورت کامل پوشش دهد. دو فرم رشد متفاوت گیاهان آبزی: یک گونه مخفی شده و یک گونه شناور آزاد. برای تعیین اکسیژن از یک الکترود اکسیژن یا یک کیت تعیین اکسیژن شیمیایی استفاده می‌کنیم.

٤. توصیف آزمایش

بهترین نتایج با آب شامل اکسیژن کم یا بدون اکسیژن انجام می‌شود. این می‌تواند به دو روش انجام شود

الف) روش بیولوژیکی: دو لیوان آزمایشگاهی را با آب و مواد گیاه پر کنید. کل سطح لیوان‌های آزمایشگاهی را با فویل آلومینیوم در تاریکی کامل قرار دهید.

شکل ۱- بشر، پیچیده شده در پوشش آلومینیومی به منظور حفظ گیاهان در تاریکی

تمام یا حداقل بیشتر اکسیژن اصلی در آب باید توسط مخزن بافت گیاه استفاده شود. بعد از دوره تاریکی: محتوای

اکسیژن را اندازه‌گیری کنید.

ب) روش فیزیکی: مقدار کافی از آب را برای پر کردن دو لیوان آزمایشگاهی حداقل ۱۵ دقیقه بجوشانید. تا ۱۵ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد اجازه دهید خنک شود. لیوان‌ها را با مواد گیاهی پر کنید. سپس آب را با تحمل ممکن برآب لیوان‌ها خنک کنید. لیوان‌ها را با فویل آلومینیوم پوشش دهید. بعد از دوره تاریکی: محتوای اکسیژن را اندازه‌گیری کنید.

پوشش لیوان‌ها را بر دارید و در معرض نور خورشید مستقیم قرار دهید.

شکل ۲- چپ Ceratophyllum demersum راست Pistia stratiotes

بعد از ۲ تا ۵ ساعت محتوای اکسیژن را دوباره اندازه‌گیری کنید.

۵. سازماندهی داده‌ها

یک جدول با نتایج اندازه‌گیری‌های خود به وجود آورید:

نظرات	Pistia (شناور)	Hydrilla (غوطه ور)	زمان	غلظت اکسیژن
				اکسیژن شروع (میلی گرم بر لیتر)
				اکسیژن (میلی گرم بر لیتر)
				اکسیژن (میلی گرم بر لیتر)
				... ...
				اکسیژن پایان (میلی گرم بر لیتر)

اگر یک سری زمانی از دیاگرام رسم شود افزایش غلظت اکسیژن را نشان خواهد داد.

۶. آنالیز نتایج

می‌توانید توسعه اکسیژن مربوط به تعداد گیاهان یا طول ساقه‌های آنها یا تعداد برگ‌ها را محاسبه کنید. توجه: این تنها تاثیر واقعی گیاهان را در محیط طبیعی تخمین می‌زند.

۷. بحث

۱. چه اتفاقی می‌افتد ؟

۲. چگونه شکل رشد بر محتوی اکسیژن آب تاثیر می‌گذارد ؟

۳. درباره موقعیت پیکره‌های آبی طبیعی با تسلط گیاهان شناور آزاد یا مستغرق بحث کنید.

٤. چگونه ممکن است شکل‌های زندگی دیگر به چنین شرایطی واکنش نشان دهد ؟

زمانی که رویکرد اکوهیدرولوژی را به کار می‌گیریم، برای پیدا کردن شکوفه‌های جلبک :

۱. کدام شکل رشد کارایی بیشتری نسبت به نور مورد نیاز جلبک فیتوپلانکتون خواهد داشت ؟

۲. کدام شکل رشد با توجه به مواد مغذی و اشغال جایگاه فضایی و با توجه به مزایای اضافی دیگر برای biocenosis آبزی می‌تواند رقابت کند ؟

منبع

1. Bayne, B.L., Hawkins, A.J.S., Navarro, E., 1987. Feeding and digestion by the mussel Mytilus edulis L. (Bivalvia, Mollusca) in mixtures of silt and algal cells at low concentrations, J. Exp. Mar. Biol. Ecol 3: 1-22.
2. Chیcharo L., Ben-Hamadou R., Amaral A., Range R., Mateus C., Pil´D., Marques R.,
Chیcharo M.A. 2009 Application and demonstration of the Ecohydrology approach for the sustainable functioning of the Guadiana estuary (South Portugal). Ecohydrology and Hydrobiology (in press).
3. Jorgensen, C.B., 1943. On the water transport through the gills of bivalves. Acta Physiol. Scand. 5, pp. 297–304

۱۲. استفاده از گیاهان نمکزار برای حذف و زدودن کادمیوم از رسوب مصب‌ها

مصب گواریانا

اهداف فصل

برای نشان دادن چگونه استفاده کردن از گیاهان نمکزار برای حذف و زدون کادمیوم از رسوب مصب‌ها

اصل اکوهیدرولوژی: ۲- ارتقای ظرفیت جذب اکوسیستم

مقدمه

چندین آلاینده از جمله فلزهای سنگین می‌توانند به محیط زیست آبزی معرفی شوند و در ته نشینی از راه‌های مختلف جمع‌آوری شوند، از جمله فعالیت‌های انسانی در سواحل و بالادست رودخانه‌ها. گیاهان می‌توانند گونه‌های شیمیایی را از محیط زیست بگیرند و آلاینده‌ها را کم کنند.

شرح آزمایش

۱. تعریف کلی

مواد و معرف‌ها

برای جلوگیری از آلایندگی همه نمونه‌ها و مواد آزمایشگاهی باید در محلول ۲۰٪ HNO_3 به مدت حداقل ۲۴ ساعت خیس شوند و چندین بار با آب مقطر شستشو داده و خشک شوند. تمام معرف‌های استفاده شده باید در درجه تجزیه و تحلیل حرفه‌ای یا معادل شوند. محلول‌های استاندارد برای آنالیز کادمیوم باید به صورت روزانه از نوع انبار شده آنها در لوله‌های پلی اتیلن با محلول ۱٪ HNO_3 آماده شوند.

جمع‌آوری نمونه

باید یک گیاه و دو مصب، یکی استعمار شده با گونه‌های گیاهی و دیگری بدون گیاه انتخاب شود. در مکان اول، گیاهان و رسوب ریزو مربوط به عمق ریشه‌ها باید جمع‌آوری شود. به طور همزمان رسوب بدون گیاه باید با عمق یکسان جمع‌آوری شود. هر نمونه باید در یک کیف پلاستیکی قرار داده شود و فورا به آزمایشگاه انتقال داده شود.

تیمار نمونه

بعد از رسیدن به آزمایشگاه، ریشه‌های گیاه و ساقه زیرین باید حذف شوند، با آب مقطر شستشو شوند، و در یک آون در دمای ۴۹ درجه سانتی‌گراد برای خشک شدن قرار گیرند، تا به یک وزن ثابت برسند. رسوب ریشه و رسوب خشک شده برای حذف آب خالص، باید خشک شوند، تا به یک وزن ثابت برسند. سنگ‌های بزرگ و ریشه‌های مرده باید از رسوبات حذف شوند.

برای تعیین محتویات فلز، سه بافت گیاهی مساوی مجزا، رسوب و ریزورسوب باید در مجاری PTFE بسته در فشار بالا، با ۶ میلی لیتر HNO_3 (۶۵ درصد) ۶۰ درصد + ۱ میلی لیتر HCIO4 (۶۵ درصد) خلاصه شود، و تنها برای بافت‌های گیاهی یک میلی‌لیتر H2O2 (۳۰ درصد) از سیستم مایکرویو استفاده کنید.

محلول‌های سفید باید برای هر نوع نمونه آماده شوند، و تیمار نمونه را به ترتیب ادامه دهند.

برای بررسی دقت، روندهای تحلیلی استفاده شده برای گیاهان و رسوبات، مواد مرجع، برای محتوی فلز قابل استخراج مشخص می‌شوند، باید با ادامه دادن تیمار نمونه مشابه آنالیز شوند.

تعیین محتوی کادمیوم

محتوی فلز کل در نمونه‌های مختلف توسط طیف‌سنج

جذب اتمی با اتمی کردن وابسته به حرارت الکتریکی فراهم شده با اصلاح مناسب تعیین شود. استانداردهای تطبیقی آبی باید برای کالیبره کردن خارجی استفاده شود.

۲. آنالیز و بحث

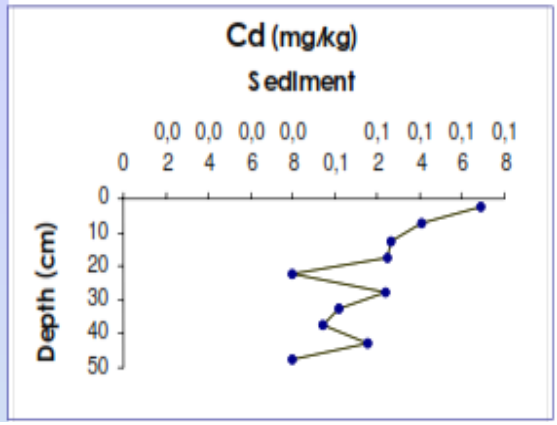
باید یک آنالیز گرافیکی از نتایج برای نمونه‌های مختلف آماده کنید، مثلا در حالت رسوب بدون گیاهان (شکل ۱ را ببینید):

سوالات زیر باید پرسیده شوند

۱. آیا اختلافات قابل توجهی در رسوب و ریزورسوب وجود دارد ؟

۲. آیا اختلافات قابل توجهی در گیاه و ریزورسوب وجود دارد ؟

۳. آیا این گونه گیاهی می‌تواند کادمیوم را از رسوب مصب‌ها حذف کند ؟



شکل ۱- غلظت کادمیوم در پروفایل رسوب

شکل ۲- چندین گیاه نمکزار (عکس، لویس چیچارو)

مقاله

1. Zalewski M. 2000. Ecohydrology – the scientific background to use ecosystem properties as management tools toward sustainability of water resources. Guest Editorial in Ecological Engineering 16:1-8.

۱۳. مدل‌سازی واکنش اکولوژیکی مصب‌ها به الگوهای هیدرولوژیکی گوناگون؛ کنترل پایین به بالا

سد آکونوا، پرتقال

اهداف فصل

مدل‌سازی کنترل پایین به بالا شکوفه‌های جلبک در مصب انتهایی رودخانه به عنوان تابعی از رژیم‌های جریان.

اصل اکوهیدرولوژی: ۳- تنظیم دوگانه

مقدمه

در پرتو روش اکوهیدرولوژی به عنوان راه‌حلی برای کیفیت و کمیت آب بافت‌های مربوطه، رژیم‌های هیدرولوژیکی در جریان‌ها، رودخانه و مصب می‌تواند جابجایی مجموعه فیتوپلانکتون‌ها و محدودیت بر حسب فراوانی را هدایت کند.

در واقع، مجموعه پلانکتونی به شدت به ورودی‌های غذایی از رهاسازی سدها حساس هستند. نسبت‌های N:P:Si ویژگی ساختاری مجموعه‌های فیتوپلانکتونی هستند، که در مقایسه با گونه‌های cyanobacterial یا dinoflagellate توسط این سه ماده مغذی در دسترس محدودند. کاهش در دسترسی به سیلیس نسبت به نیتروژن و فسفر ممکن است منجر به تغییر در مجموعه فیتوپلانکتونیک از دیاتوم‌ها به شکل‌های دیگر فیتوپلانکتونیک مانند سیانوباکتری شود.

مدل‌ها به صورت یک ابزار مناسب برای شبیه‌سازی دینامیک‌های اکوسیستم به عنوان نتیجه‌ای از بازیابی اکولوژیکی یا تغییرات طبیعی پدید می‌آیند. در این مطالعه، آب تازه «pulses» می‌تواند به وسیله ساختارهای هیدروتکنیکی (مانند سدها) برای جلوگیری از شکفتن سیانوباکتری رها شود.

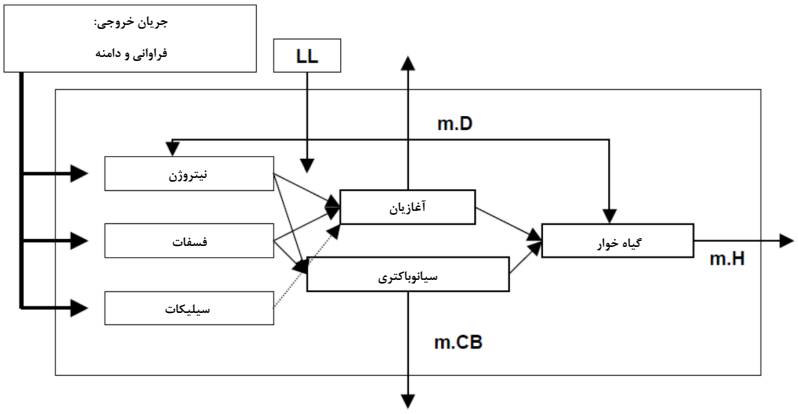
شرح آزمایش

۱. توصیف کلی

یک مدل اکوهیدرولوژیکی برای مصب گادیانا توسعه داده شد و زیر مدل‌های اضافی نیز اضافه شدند. این زیر مدل‌ها در این فصل مورد مطالعه و استفاده قرار خواهند گرفت تا رژیم‌های جریان رودخانه را به صورت یک شرط قبلی برای جوامع فیتوپلانکتونی شبیه‌سازی کند.

۲. طرح آزمایش

طرح فرضی مدل در شکل ۱ نشان داده شده است. مدل از سه محفظه مواد غذایی (نیتروژن N، فسفات P، و سیلیس Si)، دو محفظه فیتوپلانکتون (دیاتوم D و سیانوباکتری CB) و یک محفظه چرایی، H تشکیل شده است. ورودی‌های غذایی توسط یک سد تخلیه جریان مشروط می‌شوند. هر دو گروه فیتوپلانکتون نیتروژن و فسفات را جذب می‌کنند، سیلیکا تنها توسط دیاتوم‌ها جذب می‌شود. جذب مواد غذایی توسط محدودیت نور «LL» شرطی می‌شود و به صورت یک تابع سینوسی مدل سازی می‌شود. گیاه‌خوار هر دو فیتوپلانکتون را در نظر می‌گیرد، ترجیحا از میان دیاتوم‌ها. محفظه نیتروژن توسط انتشار گیاه‌خوار دوباره تولید می‌شود. تمام متغییرهای حالت بیولوژیکی توسط فرایند مرگ و میر آسیب می‌بینند و نسبت بیومس را از سیستم حذف می‌کنند. پارامتری کردن مدل یک مرحله کلیدی برای یک اجرای موفق مدل مکانیکی و ارزیابی قابلیت پیش‌بینی آن است. پارامترهای بیولوژیکی اساسا از آزمایش‌های میدانی انجام شده بر مصب گادیانا به دست می‌آیند، اندازه‌گیری داده‌های موجود برای منطقه و همچنین داده‌های مربوطه دیگر را شکل می‌دهند.



شکل ۱-مدل مفهومی مطالعه شده در این مطالعه. ساختار مدل با متغییرهای حالت و فرایندهای بین آنها

۳) مواد و تجهیزات

الف) نیازمندی‌های سخت افزاری و نرم افزاری

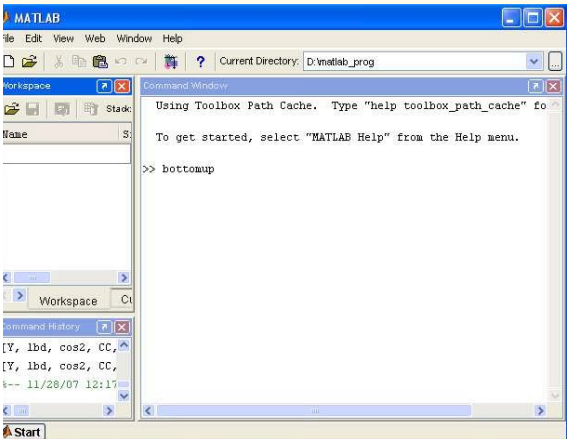
شما به یك كامپیوتر شخصی كه نرم‌افزار متلب (نسخه‌ی ۵/۱ به بالا) بر رو آن نصب باشد نیازمندید. انواع روش‌های مدل‌سازی و مدل‌های مورد نیاز بر روی این نرم افزار موجود می‌باشد.

ب) نکات ایمنی

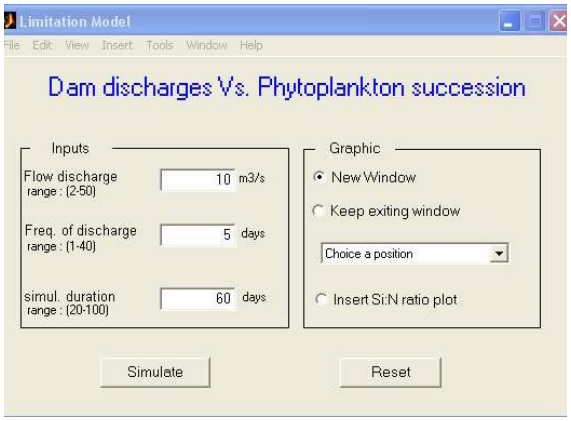
از لمس وسایل الکتریکی با دست‌های مرطوب اجتناب کنید. در استفاده از تمام وسایل برقی نکات ایمنی را رعایت کنید.

٤) شرح آزمایش

مرحله‌ی اول: در نرم افزار متلب پنجره‌ی دستوری ویندوز را مانند شکل ۲ انتخاب کنید. با زدن این دکمه نرم افزار مدل حدی مربوط را مانند شکل ۳ در اختیار شما قرار خواهد داد.



شکل ۲- پنجره دستور نرم افزار متلب در گام اول



شکل ۳- رابط مدل

مرحله‌ی دوم

میزان نوسانات جریان را مانند جدول ۱ جای‌گذاری کنید. مدت زمان شبیه‌سازی را می‌توانید ٦۰ روز انتخاب کنید. برای اینکه هر چهار مدل شبیه‌سازی را در کنار هم داشته باشید از منو گزینه‌ی keep existing window را انتخاب کنید.

جدول ۱-تنظیم مقادیر برای گام اول شبیه‌سازی

تنظیم اول	دبی جریان	فراوانی دبی
۱/۱	۵	۱
۲/۱	۲۰	٤
۳/۱	٤۰	۸
٤/۱	٦۰	۱۲

مرحله‌ی سوم

میزان جریان و نوسان آن را از جدول ۲ وارد کنید. مدت زمان

شبیه سازی می‌تواند ٦٠ روز باشد. مانند آن‌چه در مرحله‌ی دو گفته شد می‌توانید پنجره‌ها را در کنار یکدیگر باز بگذارید.

جدول ۲. تنظیم مقادیر برای گام دوم شبیه‌سازی

تنظیم اول	دبی جریان	فراوانی دبی
۱/۲	۲	۱
۲/۲	۲	۲
۳/۲	۱	۱
٤/٤	۱	۲

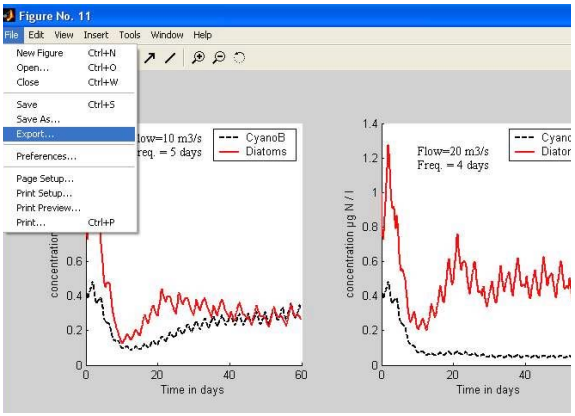
مرحله‌ی چهارم

میزان جریان و نوسان آن را از جدول ۳ وارد کنید. مدت زمان شبیه‌سازی می‌تواند ٦٠ روز باشد. مانند آنچه در مرحله‌ی دو گفته شد می‌توانید پنجره‌ها را در کنار یکدیگر باز بگذارید.

جدول ۳.تنظیم مقادیر برای گام سوم شبیه‌سازی

تنظیم اول	دبی جریان	فراوانی دبی
۱/۳	٥٠	۳٠
۲/۳	٥٠	۱٥
۳/۳	٥٠	۷
٤/۳	٥٠	۱

می‌توانید برای گزارش‌ها و دیدن بهتر نمونه‌های شبیه‌سازی شده را در فرمت تصویر ذخیره کنید. مانند شکل ٤.



شکل ٤-خروجی شبیه‌سازی شده در تصویر

٥) سازماندهی داده‌ها-

هیچ داده و آماری وجود ندارد و نمودارها کشیده شده‌اند.

۷) بررسی نتایج

در مرحله‌ی دوم میانگین جریان در کل مدت پنج متر مکعب بر ثانیه بوده است.

۱-آیا تفاوت قابل توجهی در تغییرات تنظیمات مختلف وجود دارد ؟

۲- در کدام مورد سیانو باکتری‌ها بیشترین تقسیم و تزاید را داشتند ؟

۳-آیا نسبت سیلیس به نیتروژن همواره بیشتر از یک است ؟ چرا ؟

٤-آیا پاسخ دیاتوم‌ها نسبت نیتروژن به سیلیسیم را تغییر می‌دهد ؟

٥-در مرحله‌ی سوم شما اثر فیتوپلانکتون‌ها بر کاهش میزان جریان آب را شبیه سازی کرده‌اید ؟

٦-وقتی سیانوباکترها غالب باشند چه مشکلاتی ممکن است رخ دهد ؟

۷-کدام یک از حداقل جریان‌ها کم‌ترین ریسک را به دنبال خواهد داشت ؟

در مرحله‌ی چهارم شما تغییرات جمعیت فیتوپلانکتونی ناشی از بیشترین میزان جریان ٥٠ متر مکعب بر ثانیه را در مدت زمان ۳٠،۱٥،۷و ۱ روز را شبیه‌سازی می‌کنید. با توجه به این نکته به نظر شما کدام مهم‌تر است حجم جریان یا نوسان آن ؟

۷) بحث

۱. توالی و توراث فیتوپلانکتون‌ها به یک ماده‌ی غذایی خاص بستگی دارد یا به رابطه‌ی بین عناصر مغذی ؟

۲. با توجه به مدل تصمیم‌گیری، کدام دو دامنه‌ی جریان، برتری تعداد دیاتوم‌ها نسبت به سیانوباکتری‌ها را در پی خواهد داشت ؟

۳. تنظیمات جریان رودخانه علاوه بر مقدار آب به زمان تخلیه شدن آن نیز بستگی دارد. عواقب این یافته‌ها در صورت وجود جریانات طبیعی در رودخانه چه خواهد بود (در صورت بروز شکوفایی جلبکی) ؟

منابع

1. Carlsson P., Granéli E. 1999. Effects of N:P:Si ratios and zooplankton grazing on phytoplankton communities in the northern Adriatic Sea. II. Phytoplankton species composition. Aquatic Microbial Ecology. 18: 55-65.
2. Chícharo L. Chícharo M. A., Ben-Hamadou R. 2006. Use of a hydrotechnical infrastructure (Alqueva Dam) to regulate planktonic assemblages in the Guadiana estuary: basis for sustainable water and ecosystem services management. Estuarine Coastal and Shelf Science. 70 (1-2):3-18.
3. Chícharo L., Ben-Hamadou R., Amaral A., Range R., Mateus C., Piló D., Marques R., Chícharo M.A. Application and demonstration of the Ecohydrology approach for the sustainable functioning of the Guadiana estuary (South Portugal). Ecohydrology and Hydrobiology (in press).
4. Rocha C., Galvao H., Barbosa A. 2002. Role of transient silicon limitation in the development of cyanobacteria blooms in the Guadiana estuary, south-western Iberia. Marine Ecology Progress Series 228:35-45.
5. Wolanski E., Chicharo L., Chicharo M., Morais P. 2006. An ecohydrology model of the Guadiana Estuary (South Portugal). Estuarine, Coastal and Shelf Science 70(12):132-143.
6. Zalewski M. 2000. Ecohydrology-the scientific background to use ecosystem properties as management tools toward sustainability of water resources. Guest Editorial in Ecological Engineering 16:1-8.

۱۴. تنظیم بازخوردهای زیستی توسط هیدرولوژی. آثار بالا به پایین

مخزن سولجو

اهداف فصل

ارزیابی نقش هیدرولوژی در تنظیم بازخوردهای بین سرخ ماهی، زئوپلانکتون و شکوفه جلبکی

اصل اکوهیدرولوژی: ۱- شناسایی فرایندها ۳- تنظیم دوگانه (موجودات زنده و هیدرولوژی)

مقدمه

سوال کلی در مورد فرموله کردن مفهوم اکوهیدرولوژی در چگونگی تنظیم فرایندهای بیولوژیکی با استفاده از هیدرولوژی و بالعکس، چگونگی استفاده از خواص اکوسیستم به عنوان ابزار در مدیریت آب بود. هر دو باید به عنوان یک سیستم مرجع برای ارتقای ظرفیت جذب اکوسیستم نسبت به تاثیر انسان با استفاده از خواص اکوسیستم به عنوان ابزار مدیریتی به کار گرفته شوند. این به نوبه خود به توسعه انتشار و اجرای دانش میان رشته‌ای مبنی بر روند اخیر در علوم زیست محیطی بستگی دارد. حل تغذیه‌گرایی مخازن و اثر شکوفه جلبک سمی به دلیل الگو و بازخوردهای پیچیده یکی از دشوارترین مشکلات می‌باشد.

شرح آزمایش

۱. توصیف کلی

راه‌حل اکوهیدرولوژی دستکاری منطقه هیدرولوژی در تنظیم بازخوردهای زیستی به منظور تغییر در تخصیص فسفر اضافی فراهم شده برای مخزن از حوضه، در مخزن غذایی آبشاری استفاده می‌شود. این مربوط به فرضیه اکوهیدرولوژی است:

۱: تنظیم پارامترهای هیدرولوژیکی در یک اکوسیستم یا حوزه آبخیز می‌تواند به منظور کنترل فرایندهای بیولوژیکی استفاده شود.

اصل اول از سه اصل کلیدی اصلی روش هیدرولوژیکی- تنظیم بیولوژیکی آبشاری توسط دستکاری هیدرولوژیکی در مخزن سولجو توصیف شده است (شکل ۱).

در مدت یوتریفیکاسیون، ماهی برای غذا به ناحیه وابسته به آب شیرین وابسته است. بنابراین در مخازن یوتریفیکاسیون شده‌ای که غذای پلانکتونی محدود نشده است، موفقیت فرآوری percids، cyprinids و centrarchids بیشتر به تخم‌ریزی سوبسترا وابسته است، مخصوصا تا حدی که پوشش گیاهی ساحل آب گرفته شود. جاری شدن سیل پوشش گیاهی خط ساحلی، بقای سرخ ماهی بالا، زئوپلانکترها به شدت کاهش یافته، بیومس جلبک پلانکتونی به شدت افزایش و کیفیت آب کاهش یافت. ازدحام بیش از حد داخلی و رقابت میان تخم‌ها بسیار بالا، منجر به مهاجرت خط ساحل شد، ۳۰٪ تاخیر رشد داشتند، و مقدار کمی در زمستان باقی ماندند. کمیابی زئوپلانکتون‌های بزرگ رشد را بسیار در تخم‌های پایک-سوف کاهش داد. کمبود متوالی یک نسل چنین گونه‌هایی بیش از بهره‌برداری ممکن است منجر به کاهش جمعیت آنها برای سال‌های زیادی شود. بنابراین در مخزن‌های تالاب‌ها فراوری گونه‌های ماهی غالب می‌تواند توسط دست‌یابی آنها به اکوتون خط ساحلی با تنظیم هیدرولوژی بر سد تنظیم شود. با ارتقای piscivores برای کاهش آلودگی‌های ماهی‌های پلانکتیورها، چگالی زئوپلانکتون‌های فیلتر شده بزرگ موثر و کیفیت آب راکد افزایش یابد.

۲. مواد و تجهیزات

الف) آزمایش‌های میدانی

- تور ماهی ۱۰ متر طول و ۱۵۰ متر ارتفاع

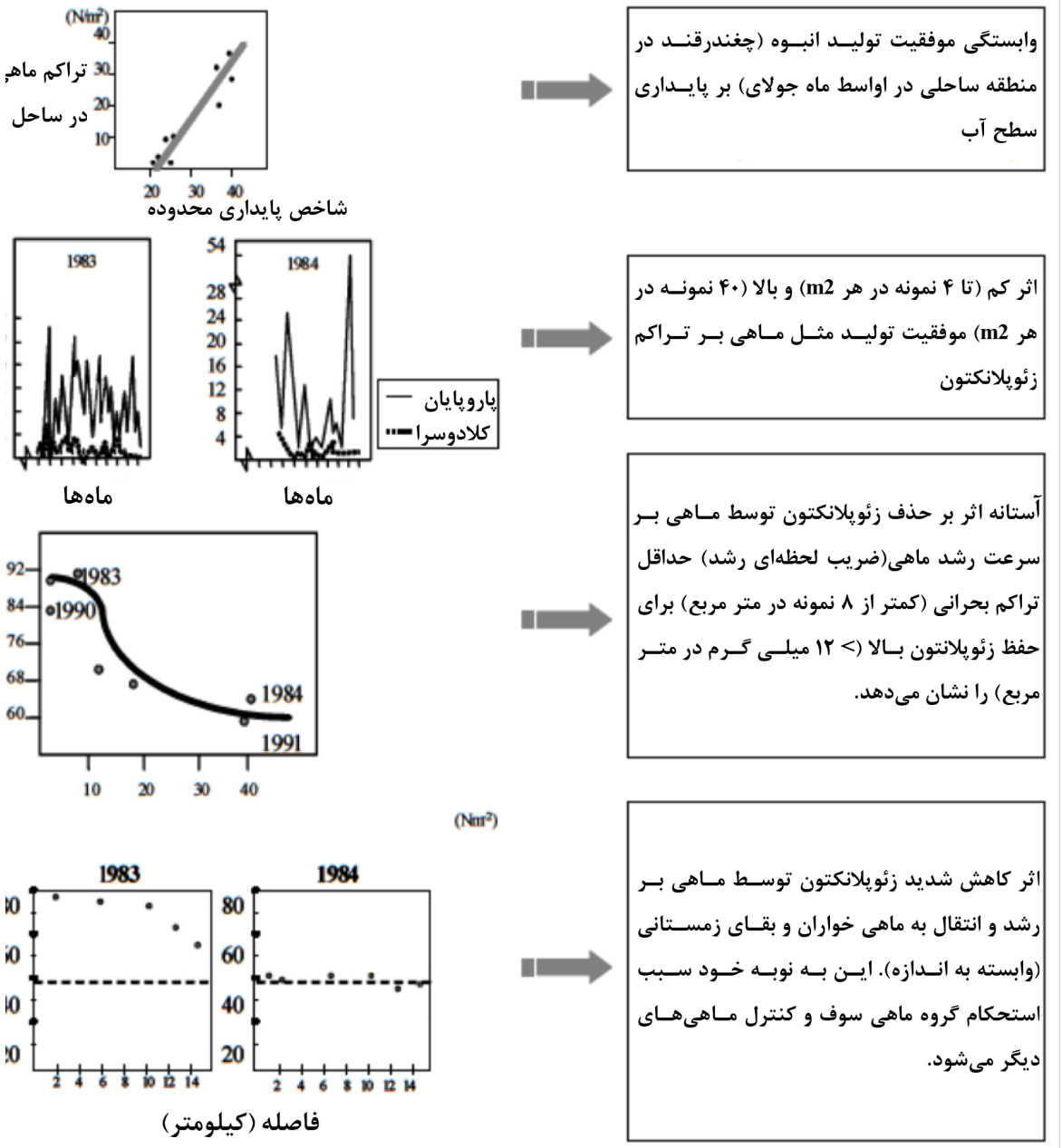
- مواد و تجهیزات برای جمع‌آوری نمونه‌های ماهی و نمونه‌های زئوپلانکتون
- لباس: چکمه‌های ضد آب و ژاکت ایمنی.

ب) آنالیز داده‌ها

- کامپیوتر
- کاربرگ سازماندهی داده‌ها
- نرم افزار گرافیکی

اطلاعات ایمنی

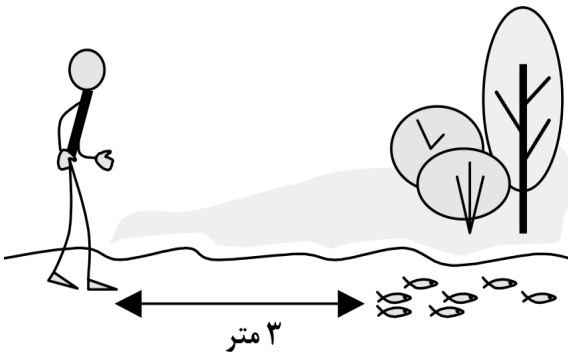
از وضعیت آب و هوا قبل از انجام مطالعات میدانی مطلع شوید. لباس و پوشش مناسب داشته باشید. وارد آبهای عمیق‌تر نشوید و در زمان ورود به قایق جلیقه نجات را بر تن کنید. در زمان استفاده از وسایل برقی، مراقبت‌های لازم را انجام دهید و در زمان لمس وسایل برقی با دستان خیس بسیار مراقب باشید.



شکل ۵- منطقه مورد مطالعه مخازن سولجو، اثرات سیلاب بر ماهی‌ها و زوپلانکتون ها

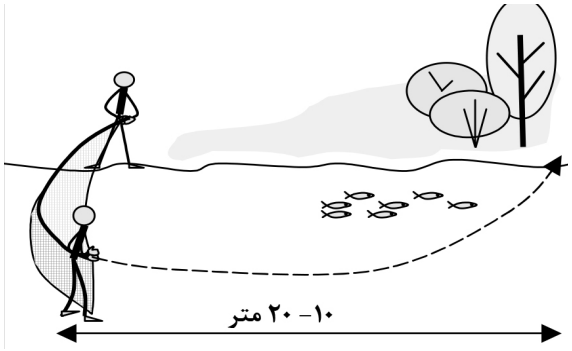
۳) شرح آزمایش

مرحله اول: فرد ماهیگیر را آموزش دهید که چگونه به آرامی گام بردارد و آموزش ببینند که چگونه فاصله مجاز خود را با ماهی‌هایی که در اعماق زیر ۳ متر تخم‌ریزی می‌کنند کم کند (تصویر ۲)



شکل ۲

مرحله ۲: نمونه‌های ماهی‌ها را با استفاده از تورهای بزرگ ماهی‌گیری به صورتی که در تصویر ۳ و عکس شماره یک نشان داده شده است از امتداد ساحل جمع‌آوری کنید، این نمونه‌برداری باید از مناطق ساحلی متفاوتی انجام پذیرد (به عنوان مثال از نزدیک مخزن سد و بخش میانی آن و منطقه میانی یک سد).

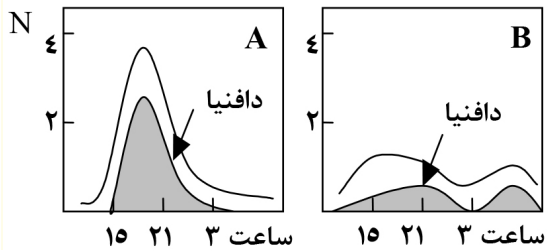


شکل ۳-

تصویر ۱- ساحل سینینگ

مرحله سوم: تا آنجایی که انرژی اصلی جریان در اکوسیستم ناشی از نمونه‌های غالب می‌باشد، ۳ زیر نمونه از ماهی‌های تخم‌ریز به منظور تجزیه و تحلیل محتویات شکمی آنها باید برداشته شود و بعد از شمارش، بقیه ماهی‌ها باید آزاد شوند.

مرحله چهارم: آنالیز و تحلیل الگوی فشاری ۲٤ ساعتی در زوپلانکتون‌ها هر چهار ساعت، از ایستگاه‌های گزینش شده‌ای نمونه‌های ماهی باید برداشت شوند. کاهش زوپلانکتون‌ها در سال‌هایی که جمعیت ماهی‌های تخم‌ریز کاهش یافته است (A) و یا سال‌هایی که تراکم و جمعیت آنها فزونی یافته است (B) در محتویات شکمی و روش جستجو در پی غذای آنها بازتاب می‌یابد.



شکل ٤-

مرحله پنجم: از نمونه‌ها برای تخمین تراکم زوپلانکتون‌ها استفاده می‌شود.

٤) سازماندهی داده‌ها

سازماندهی داده‌ها

باید معلوم شود در هر نمونه چه گونه‌هایی وجود دارند. تعداد موجود از هر گونه باید شمارش شود و وزن (w)، طول کل (Lt) و طول بدن (LC) آنها باید اندازه‌گیری شود (جدول ۱).

جدول ۱-نمونه گونه‌های ماهی

شماره	وزن (g)	طول کل (mm)	طول بدن (mm)
۱			
۲			
...			
میانگین	...	...	...

آنالیز محتویات شکمی برای هر زیر نمونه باید انجام شود (جدول ۲)

جدول ۲-محتویات غذایی ماهی

شماره نمونه / دسته غذایی	۱	۲	...	میانگین
	٪	٪	٪	
برای نمونه گونه دافنی				
برای نمونه گونه				
پری معده یا شکم				

آنالیزهای آماری پایه طول بدن، طول کل

باید وزن متوسط، Lt، LC و انحراف معیار این مقادیر محاسبه شود. برای هرگونه باید پری شکم (وزن غذا) محاسبه شود و باید مقادیر و اعداد حاصل از مناطق متفاوت در دوره ۲٤ ساعتی با تراکم زوپلانکتون‌ها از همان مناطق مقایسه شود. حال باید مقایسه آماری روی این داده‌ها انجام شود.

رسم نمودار

برای هر نمونه یک نمودار تصویری از محتویات غذا در دوره ۱٤ ساعتی برروی هر منطقه ساحلی باید تهیه شده و این نمودارها باید حداقل برای دو ایستگاه باهم مقایسه شوند.

تحلیل نتایج

مقایسه داده‌های حاصل از این آزمایش و داده‌های موجود در بانک داده باید انجام شود (به تصویر ٥ نگاه کنید).

٦) بحث

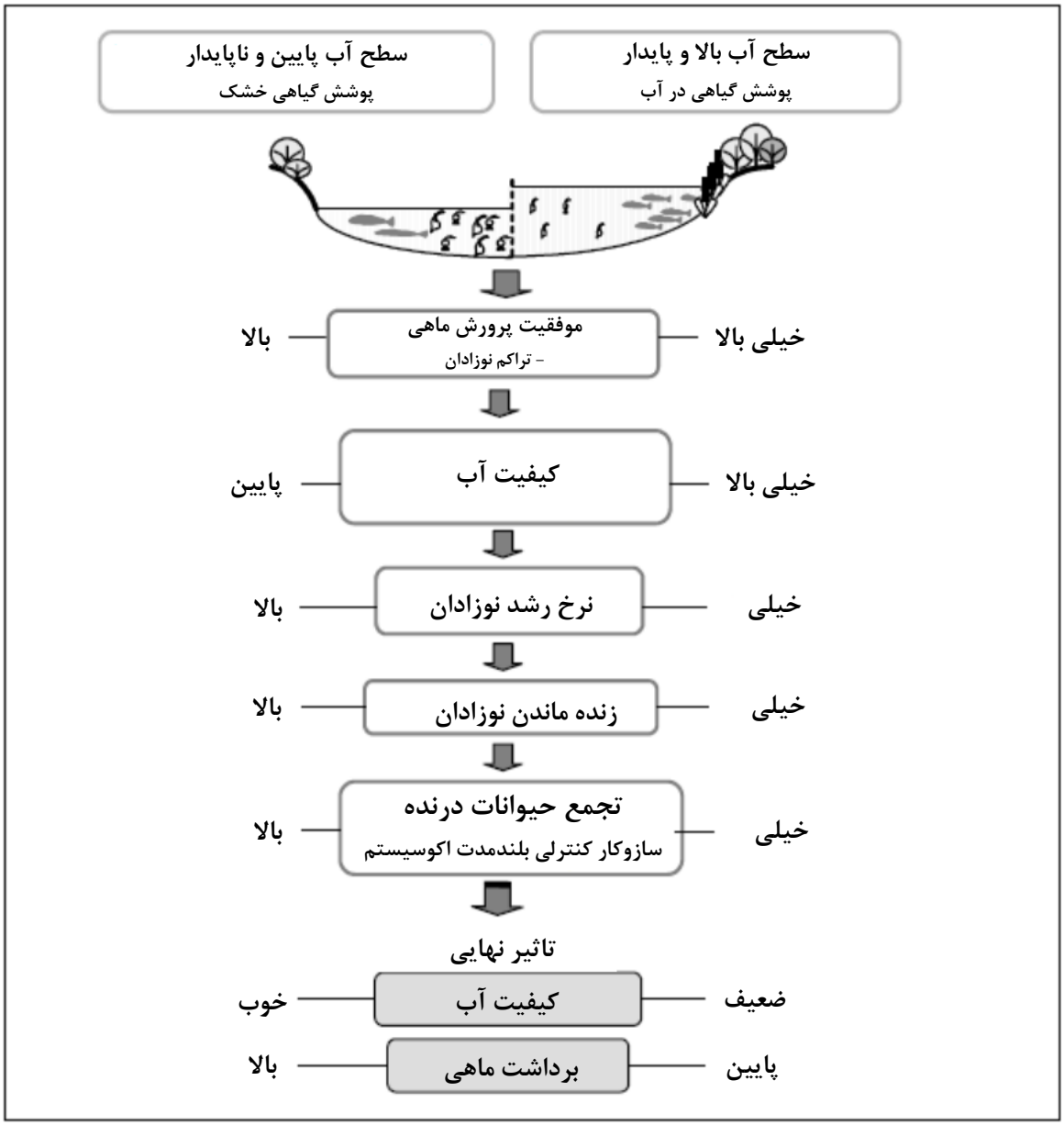
۱) چگونه فرضیه مبنی بر مهاجرت ماهی‌ها در دوره زمانی ۲٤ ساعتی را تایید می‌نمایید ؟

۲) چه نوع تفاوت‌هایی در الگوی پری شکم و محتویات نشانگر شدت فشار بر زوپلانکتون‌های از صافی عبور داده شده است.

۳) اگر بخواهید یک مرتبه دیگر آزمایش را انجام دهید، چه چیزی را در آن تغییر می‌دادید چرا ؟

منابع

1. Hrbacek J., Dvorakova M., Korinek V., Prochazkova L. 1961. Demonstration of
the effect of the fish stock on the species composition of zooplankton and the intensity of metabolism of the whole plankton
association. Verh. Internat. Verein. Limnol.14: 192-195.
2. Shapiro J., La Marra V., Lynch M. 1975. Biomanipulation: An ecosystem approach to lake restoration. In: P.L. Brezonik, J.L. Fox (eds.). Water Quality Management through Biological Control. Gainesville, FL: Dept. of Env. Eng. Sciences, Univ. Florida. 85-96 pp.
3. Zalewski M., Brewinska-Zaras B., Frankiewicz P. 1990a. Fry communities as a biomanipulating tool in a temperate lowland reservoir. Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. 33:763-774.
4. Zalewski M., Brewinska-Zaras B., Frankiewicz P., Kalinowski S. 1990. The potential for biomanipulation using fry communities in a lowland reservoir: Concordance between water quality and optimal recruitment. Hydrobiologia 200/201:549-556.
5. Zalewski M. 1992. Percid fish as a tool for restoration of reservoir ecosystem, improvement of water quality and optimalization of fishery yield. In: Aquaculture and Schistosomiasis. Proceedings of a Network Meeting, Manila, Phillipines, 6-10 Aug 1991, National Academy Press, Washington, D.C. 148-157 pp.
6. Zalewski M. 1999. Minimising the risk and amplifying the opportunities for restoration of shallow reservoirs. In: D. M. Harper, B. Brierley, A.J.D. Ferguson, G. Phillips (eds.). The Ecological Bases for Lake and Reservoir Management. Hydrobiologia 395/396:107-114.
7. Zalewski M. 2000. Ecohydrology - the scientific background to use ecosystem properties as management tools toward sustainability of water resources. Guest Editorial in Ecological Engineering 16:1-8.



شکل۵- اثرات سیلاب بر ماهیان، زوپلانکتون‌ها و کیفیت آب (داده‌های زالووسکی و همکاران ۱۹۹۰)

۱۵. تجزیه و تحلیل رفتار ماهی جوان در شرایط هیدرولوژیکی مختلف

Perca fluviatilis, perch

اهداف فصل

برای نشان دادن اینکه چگونه شرایط هیدرولوژیکی (جریان کم آبی یا پر آبی) ممکن است بر موارد زیر تاثیر بگذارد

- توزیع مکانی ماهی جوان بین زیستگاه‌های مختلف
- نرخ رشد ماهی جوان به دلیل تغییرات در استراتژی‌های غذایی و در خروجی رقابت‌های خاص درونی و بیرونی

اصل اکوهیدرولوژی: ۱- شناسایی فرایندها ۳- تنظیم دوگانه

مقدمه

رژیم هیدرولوژیکی ممکن است به شدت بر رفتار ماهی تاثیر بگذارد آن‌ها را مجبور کند تا هر دو انتخاب زیستگاه و استراتژی‌های غذایی خود را توسط الگوی دبی جریان تنظیم کنند. هزینه‌های فعالیت اضافی روبرو شدن با شرایط نامطلوب ممکن است برای بقای ماهی حیاتی باشد، مخصوصا ماهی‌های نوجوان. مخازن ساخته شده توسط انسان از ترکیب خاصی از گونه‌های ماهی، ویژگی‌هایی برای دو محیط‌های سواحل رودخانه و دریاچه تشکیل شده است. از این رو، بسته به دبی آب ممکن است انتظار رود توانایی رقابتی مختلف این گونه‌ها ماهی بر ساختار نهایی اجتماع آن‌ها تاثیر بگذارد. دانش درباره ماهی پاسخگو به شرایط هیدرولوژیکی مختلف ممکن است برای آلوده کردن ساختار اجتماع و اثر کنترلی آن‌ها بر پیکره‌ی آبی تاثیر بگذارد.

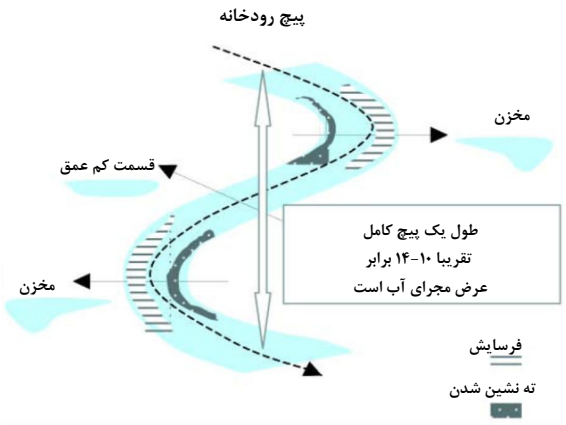
شرح آزمایش

۱. تعریف کلی

انتخاب زیستگاه و/یا حالت تغذیه ماهی نوجوان درون نمونه جریان‌های مصنوعی شیشه مشاهده خواهند شد، موقعیت ماهی در رودخانه و بهره‌وری از غذای پیشنهادی توسط سیستم ویدئو ضبط می‌شود یا/و به صورت مستقیم توسط ناظران مشاهده خواهد شد.

۲. طرح آزمایش

حداقل سه نوع اندازه یکسان از دو/سه گونه ماهی: مانند پرچ[4]، ماهی ریز قنات[5] و بلیک[6] به جریان مصنوعی معرفی می‌شود. رفتار ماهی نوجوان توسط تفاوت‌ها در هر دو توزیع مکانی و فعالیت غذایی به سرعت آب تخمین زده می‌شود. مشاهدات بر مکان ماهی تمرکز دارد: تقسیم کننده یا استخر (شکل ۱ را مشاهده کنید) (اگر تنها یک تقسیم کننده و یک استخر تقسیم کننده وجود داشته باشد باید نزدیک ورودی آب باشد).



شکل ۱- توالی در رودخانه

تناسب زمان گذرانده در زیستگاه معین در مدت مشاهده برای هر ماهی محاسبه شود. بین دوره‌ها، زمانی که ماهی با غذای شناور و زمانی که هیچ غذایی پیشنهاد نمی‌شود تمییز قائل شوید. به طور همزمان، تعداد حملات بر شکار غذای شناور توسط ماهی مورد توجه قرار می‌گیرد و با تقسیم آن با تعداد دفعات مشاهده استاندارد می‌شود.

4. perch
5. roach
6. bleak

برای ایجاد شرایطی که رقابت غذایی باید بر اساس نسبت‌های بهینه مطلوب باشد.

به عنوان یک تفاوت بین وزن ابتدایی و انتهایی ماهی، عامل محیطی (K) (معادله شماره یک در پیوست را ببینید) و میزان رشد باید بین دبی آبهای گزینش شده برای هر نمونه مقایسه شود. علاوه بر این، محتویات شکمی (برای شارچیان) و محتویات قسمت بالای شکم برای Cyprinid (نوعی ماهی آبهای آزاد) برای درک تفاوت‌ها در تعداد شکارهای مصرف شده (تعداد شکار هریک از شکارچیان)، باید در ابتدا و انتهای آزمایش بررسی شوند.

مواد و تجهیزات

الف) آزمایش‌های میدانی

شما به وسایل و موادی به منظور جمع‌آوری ماهی‌ها و زوپلانکتون‌ها احتیاج دارید (مگر آنها که در منطقه پرورش ماهی موجود باشند)

- یک تور ماهیگیری کوچک و یک جفت چکمه مخصوص پیاده روی در آب
- تور مخصوص پلانکتون‌ها با اندازه سوراخ‌های ۱۰۰ میلی متر
- داروهای بیهوشی
- سبدها و محفظه‌هایی برای آب، زوپلانکتون‌ها و ماهی‌ها و انتقال آنها به آزمایشگاه (شما ممکن است به یک پمپ اکسیژن احتیاج داشته باشید اگر آب گرم و یا زمان انتقال ماهی‌ها طولانی مدت باشد).

ب) آزمایش‌های درون آزمایشگاه

شما باید در آزمایشگاهی کار کنید که دارای پمپ‌های آب و پمپ اکسیژن باشد.

- دوربین فیلم‌برداری و نمایشگرهای فیلم
- کرنومتر
- غذا برای تغذیه ماهی‌ها، غذای طبیعی که از محیط ماهی‌ها گرفته‌ایم (زوپلانکتون‌ها) و یا آرتمیسیا سالینا که در بازار موجود است. برای آنالیز کردن غذای ماهی‌ها به موارد زیر احتیاج داریم:
- مواد بیهوشی
- وسایل تشریح ماهی و دوربین دو چشمی برای شمردن محتویات شکم ماهی.

ج) آنالیز داده‌ها

- کامپیوتر
- کاربرگ سازماندهی داده‌ها
- نرم افزار گرافیکی

٤) سازمان‌دهی داده‌ها و آنالیز

تمام مشکلات باید وارد کاربرگ داده‌ها شوند (به جداول ۱ تا ٤ در پیوست نگاه کنید).

آنالیز پایه آماری

آزمون T-test و یا نمونه‌های بدون پارامتر این آزمون برای مقایسه نحوه توزیع مکانی ماهی‌ها، حجم تغذیه و میزان رشد آنها استفاده می‌شود.

رسم نمودار

نتایج در قالب شکل‌ها و جداولی ارائه می‌شود.

٥) آنالیز نتایج

با توجه به داده‌های بدست آمده از آزمایش به سوالات زیر باید پاسخ داده شود:

۱) آیا تفاوت‌های درون گونه‌ای و بین گونه‌ای در مورد نحوه توزیع مکانی ماهی‌ها بسته به نحوه دبی آب تغذیه وجود دارند ؟

۲) آیا تفاوت‌های درون گونه‌ای و بین گونه‌ای در مورد حجم تغذیه ماهی بسته به دبی آب وجود دارد ؟

۳) آیا این تفاوت‌ها را می‌توان با استفاده از عامل محیطی ماهی و یا میزان رشد آن دریافت ؟

٤) چه قسمتی از آزمایش باید در آینده تغییر یابد و چه سوالات دیگری می‌توان در رابطه با این آزمایش مطرح کرد ؟

منابع

1. Bunt C.M., Cooke S.J., Katopodis C., McKinley R.S. 1999. Movement and summer habitat of brown trout (Salmo trutta) below a pulsed discharge hydroelectric generating station. Regulated Rivers: Research and Management 15:395- 403.
2. Fernando C.H., Holcik J. 1991. Fish in Reservoirs. Int. Revue ges. Hydrobiol. 76: 149-167.
3. Zalewski M., Brewińska-Zaraś B., Frankiewicz P., Kalinowski S. 1990. The potential for biomanipulation using fry communities in a lowland reservoir: concordance between water quality and optimal recruitment. Hydrobiologia 200/201:549-556.

ضمیمه

معادله شماره ۱: فرمول عامل طبیعی $K=wLt^{-3}$

که در این معادله:

K= عامل طبیعی

W= وزن ماهی برحسب گرم

Lt= طول کل بدن ماهی بر حسب سانتی متر

جدول ۱- کاربرگ اطلاعات موقعیت ماهی

Tr – time [min] spent in riffle during a giving trail
Tp – time [min] spent in pool during a giving trail

دبی / نمونه‌ها		سرعت آب کم			سرعت آب زیاد		
		گونه‌های ماهی			گونه‌های ماهی		
		۱	۲	۳	۱	۲	۳
۱	Tr						
	Tp						
۲	Tr						
	Tp						
۳	Tr						
	Tp						
٤	Tr						
	Tp						
٥	Tr						
	Tp						
٦	Tr						
	Tp						
۷	Tr						
	Tp						
میانگین	Tr						
	Tp						
انحراف معیار	Tr						
	Tp						

جدول ۲-برگه اطلاعات نرخ غذایی ماهی

N att – number attacks

دبی / نمونه‌ها		سرعت آب زیاد			سرعت آب زیاد		
		گونه‌های ماهی			گونه‌های ماهی		
		۱	۲	۳	۱	۲	۳
۱	N att						
۲	N att						
۳	N att						
٤	N att						
٥	N att						
٦	N att						
۷	N att						
میانگین							
انحراف معیار							

جدول ۳- کاربرگ اطلاعات وزن ماهی‌ها

W – fish weigh [g]

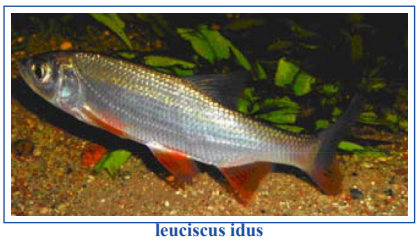
دبی / نمونه‌ها		سرعت آب زیاد			سرعت آب زیاد		
		گونه‌های ماهی			گونه‌های ماهی		
		۱	۲	۳	۱	۲	۳
۱	W_1						
۲	W_2						
۳	W_3						
٤	W_4						
٥	W_5						
٦	W_6						
۷	W_7						
میانگین							
انحراف معیار							

جدول ٤- کاربرگ محتویات گرفته شده

N p – number of pray

نمونه‌ها / دبی		سرعت آب زیاد گونه‌های ماهی			سرعت آب زیاد گونه‌های ماهی		
		۱	۲	۳	۱	۲	۳
۱	N p						
۲	N p						
۳	N p						
٤	N p						
٥	N p						
٦	N p						
۷	N p						
میانگین							
انحراف معیار							

۱۶. جامعه ماهی به‌عنوان ابزاری برای ارزیابی کیفیت‌محیطی


leuciscus idus

اهداف فصل

برای نشان دادن چگونه ارزیابی کردن وضعیت کیفیت اکوسیستم رودخانه با استفاده از روش مبتنی بر ماهی (شاخص ماهی اروپایی-EFI)

اصل اکوهیدرولوژی: ۱- استفاده از بیوتا به عنوان شاخص تأثیر

مقدمه

عناصر کیفیت بیولوژیکی، توسط عناصر هیدرومرفولوژیکی، شیمیایی و فیزیکی - شیمیایی پشتیبانی شده است، در حال حاضر ارزیابی گسترده‌ای از کیفیت اکولوژیکی اکوسیستم‌های آبی در سراسر جهان صورت می‌پذیرد. مدیریت پایدار پیکره‌های آبی همچون روش اتحادیه اروپا در سیاست آب، اعضای ایالت‌ها را مجبور می‌کند که پیکره‌های آبی را با هدف رسیدن به وضعیت شیمیایی اکولوژیکی خوب ارتقا دهند و حفظ کنند.

برای رودخانه‌ها پنج عنصر کیفیت بیولوژیکی ممکن است به عنوان شاخص‌هایی از وضعیت اکولوژیکی به کار گرفته شود: فیتوپلانکتون، ماکروفیت‌ها، فیتوبنتوس، جانوران بی‌مهره دریایی و ماهی‌ها.

ماهی به عنوان اجتماعی در بالاترین سطح تغذیه‌ای در اکوسیستم‌های آبی هم منعکس کننده شرایط آبی و هم حوضه اطراف آن می‌باشد. از این رو اهداف مدیریتی گسترده‌تر در راستای دیدگاه حوضه رودخانه در WFD[7] لازم است. استفاده از زندگی گیاهان و جانوران یک ناحیه، مخصوصا ماهی، به عنوان تشخیص و ابزار مدیریتی موثر در مدیریت یکپارچه منابع آب (IWRM[8]) به صورت گسترده‌ای توسط رویکرد اکوهیدرولوژی اشاعه یافته است. درک یکپارچه آب و موجودات زنده در مقیاس حوضه آبخیز اثر متقابل دارد.

شرح آزمایش

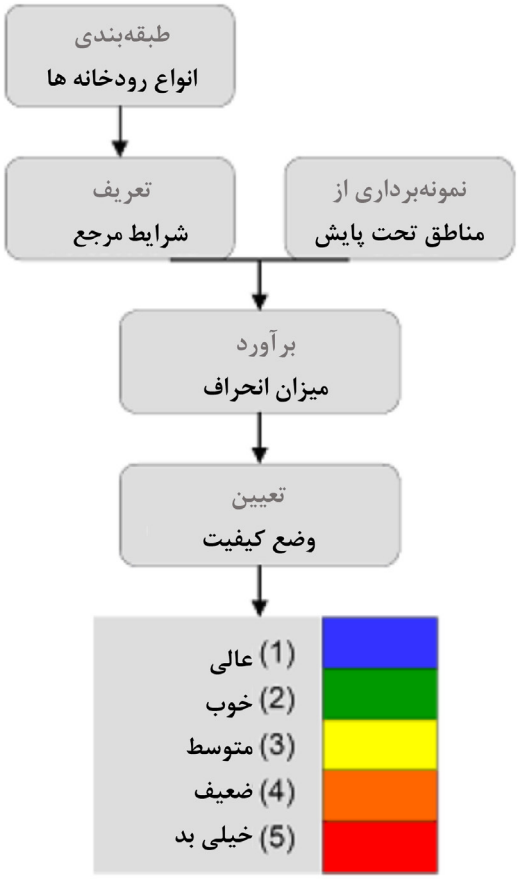
۱. توصیف کلی

ویژگی‌های ماهی‌ها در ارزیابی وضعیت اکولوژیکی رودخانه‌ها لازم است (پروژه FAME):

- حضور تقریبا کامل در پیکره‌های آبی
- طبقه‌بندی شناخته شده
- طبقه‌بندی نیازهای اکولوژیکی
- اطلاعات تاریخی موجود
- ارجحیت‌های زیستگاهی بالا نشان‌گر کیفیت زیستگاه
- رفتار مهاجرت کننده نشان دهنده زنجیره رودخانه/ شرایط اتصال رودخانه
- مانند شکارچیان برتر در شرایط تروفیک در زنجیره غذایی قرار می‌گیرد
- به عنوان اعضای یک اتحادیه تروفیک خاص، اطلاعات جزیی درباره سطوح تروفیک فراهم می‌کند.
- طول عمر شاخص برای دوره‌های زمانی بلند مدت
- سابقه طولانی ماهیگیری و ورزش ماهی‌گیری که در آن ماهی‌ها به عنوان شاخص‌هایی برای کیفیت آب استفاده می‌شدند.
- اقتصاد بالا و ارزش علمی مفید بالا در حفاظت رودخانه و برنامه‌ریزی محافظه‌کارانه

7. Warer frame work directive
8. Integrated warer resouurces management

اصل ارزیابی بیولوژیکی وضعیت اکولوژیکی پیکره‌های آبی برای اندازه‌گیری انحراف از شرایط مرجع رودخانه توزیع نشده است مانند اجتماع ماهی و برای اختصاص دادن سطح کیفیت فعلی در یک طرح ۵ لایه‌ای فرموله شده در WFD است.



شکل ۱-ارزیابی شرایط اکولوژیکی از رودخانه‌های WFD

۲) طراحی آزمایش

شاخص ماهی اروپایی (EFI) یک روش بر پایه یک مدل پیش‌بینی کننده است که شرایط مرجع برای هر یک از سایت‌ها را به ما می‌دهد و تفاوت‌های بین شرایط پیش‌بینی شده و مشاهده شده در منطقه برای ماهی‌ها را مشخص می‌کند. شرایط اکولوژیکی به عنوان یک نمایه یا شاخص یک (به معنای شرایط اکولوژیکی خوب) تا صفر (به عنوان شرایط اکولوژیکی بد) ارائه و بیان می‌شود. EFI در قالب یک پروژه EU EC FAME به وجود آمده و به عنوان یکی از روش‌های ارزیابی جهانی اروپایی پیشنهاد شده است که در حال حاضر در حال گسترش و آزمون‌های متفاوت است.

الف) مراحل روش شناسی EFI:

۸ مرحله روش شناسی شاخص EFI در تصویر ۲ آورده شده است.

مرحله ۱: محاسبات متریک

در اولین گام EFI از اطلاعات مربوط به ماهی‌ها برای انجام ارزیابی‌های متریک بهره می‌برد. EFI از ۱۰ شاخص متریک متعلق به گروه‌های بوم شناختی زیر استفاده می‌کند: ساختار تغذیه‌ای، رسته تولید مثلی، شرایط زیستگاهی، رفتار مهاجرتی و توانایی تحمل مزاحمت‌ها به طور کلی (جدول شماره یک).

واکنش معیار	معیار EFI
↓ ↑	**مرحله استوایی** ۱. تراکم گونه‌های حشره خوار ۲. تراکم گونه‌های همه چیز خوار
↑ ↓	**استراتژی تولید مثل** ۳. تراکم گونه‌های گیاهی ۴. وفور نسبی گونه‌های سنگی
↓ ↓	**اسکان فیزیکی** ۵. تعداد گونه‌های دریایی ۶. تعداد گونه‌های رودخانه ای
↓ ↑	**قدرت تحمل کلی** ۷. تعداد نسبی گونه‌های کم مقاومت ۸. تعداد نسبی گونه‌های مقاومت بالا
↓ ↓	**رفتار مهاجرتی** ۹. تعداد گونه‌هایی که مسافت‌های طولانی مهاجرت می‌کنند ۱۰. تعداد گونه‌هایی که مهاجرت محدودی انجام می‌دهند

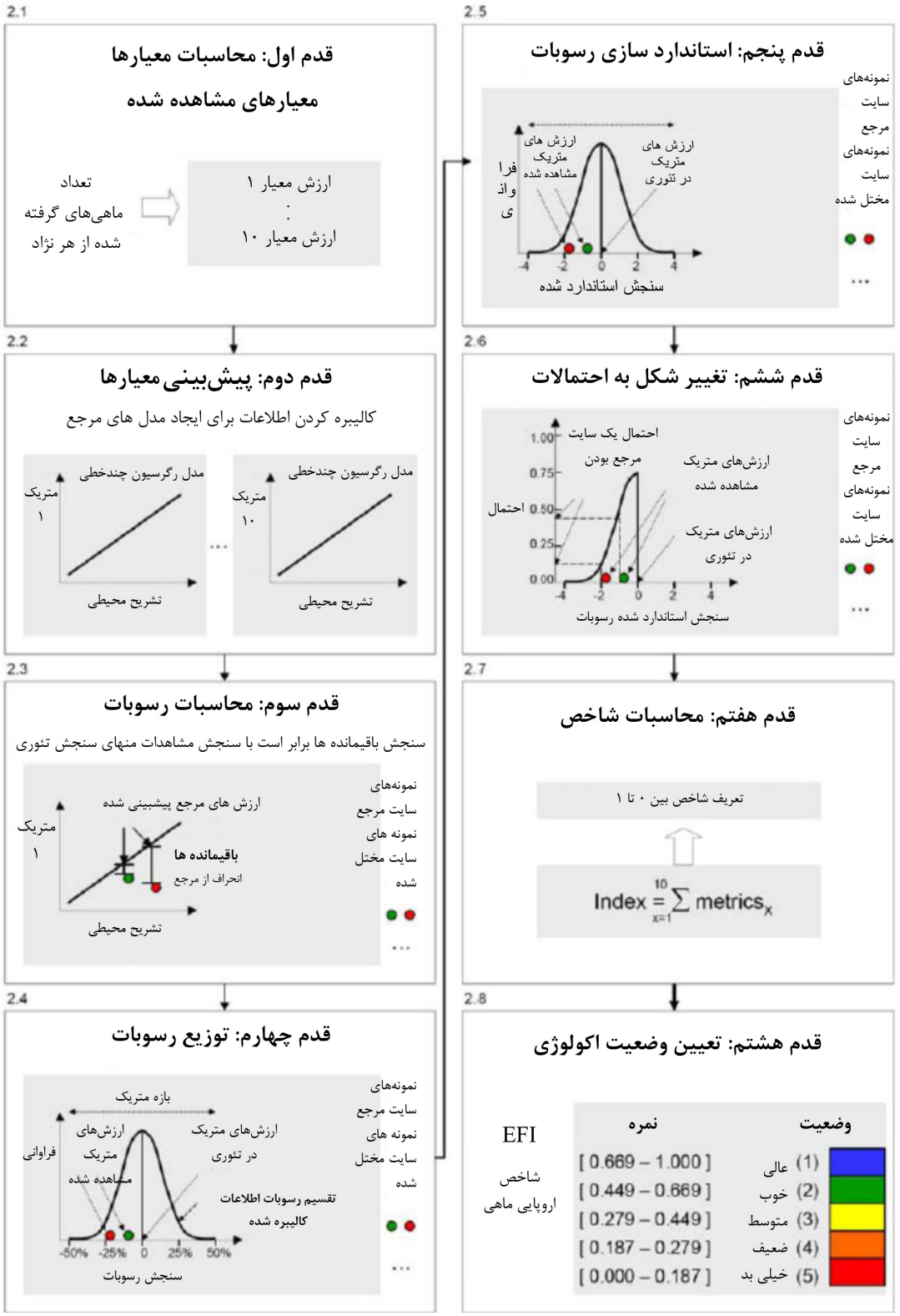
مرحله ۲: پیش بینی‌های متریک

در گام دوم یک عدد مرجع تئوری که نشان دهنده دخالت‌های انسانی بسیارکم و یا هیچ دخالت انسانی نیست، با استفاده از متغیرهای محیطی پیش‌بینی می‌شود که این کار به وسیله مدل رگرسیون چند خطی که با استفاده از داده‌های مرجع کالبیره شده است انجام می‌شود. ۱۰ عامل محیطی، سه متغیر نمونه‌برداری و اطلاعات مربوط به روش نمونه‌برداری که برای آنالیز لازم است در جدول ۲ نشان داده شده است.

مرحله ۳: محاسبات باقی مانده

باقیمانده بقیه مدل‌های رگرسیون چند خطی به منظور

تعیین سطح و میزان تخریب محیطی استفاده می‌شود. میزان باقیمانده به عنوان مقادیر متریک مشاهده شده منهای مقادیر متریک تئوری (پیش‌بینی) شده محاسبه می‌شود (شکل شماره ۲/۳)



شکل ۲- گام‌هایی از روش شاخص EFI

متغیرهای محیطی که محل نمونه‌برداری را توصیف می‌کنند	
۱. ارتفاع	ارتفاع سایت سطح دریا به متر (منبع داده ها: نقشه ها).
۲. دریاچه بالادست	آیا دریاچه‌های طبیعی موجود در بالادست سایت وجود دارد؟ پاسخ بله یا نه. فقط در صورتی که دریاچه روی ماهی این سایت تأثیر بگذارد قابل اعمال است. برای مثال با تغییر رژیم حرارتی، رژیم جریان یا ارائه سستون.
۳. فاصله از منبع	فاصله از منبع در کیلومتر تا محل نمونه گیری در طول رودخانه اندازه گیری می‌شود. در مورد منابع متعدد، اندازه گیری باید به مبدا بالاترین منبع ساخته شود. (منبع داده ها: نقشه ها)
٤. رژیم جریان	دائمی: هرگز خشک شدن نیست تابستان خشک: خشک شدن در طول تابستان (منبع داده: سنجش ایستگاه یا گزارش هیدرولوژیکی).
۵. عرض خیس شده	عرض مرطوب در متر به طور معمول به عنوان میانگین چند بخش در سراسر جریان محاسبه می‌شود. عرض خیس در حین نمونه برداری از ماهی‌ها اندازه‌گیری می‌شود (معمولا در پاییز در شرایط جریان کم انجام می‌شود) (منبع داده: اندازه گیری میدان).
٦. زمین شناسی	سیلیکن یا آهک (بر اساس طبقه‌بندی حاکم) (منبع داده: نقشه‌های زمین شناسی).
۷. میانه دمای هوا	میانگین دمای هوا سالانه (حداقل ۱۰ سال) است. به درجه سانتیگراد (°C) (منبع داده: سایت اندازه گیری نزدیک)
۸. شیب	شیب جریان در امتداد جریان، بیان شده به ازای هر میل، متر یا کیلومتر. شیب تغییر ارتفاع تقسیم بر طول بخش جریان است. بخش جریان باید برای جریانهای کوچک تا ۵ کیلومتر برای جریانهای متوسط و ۱۰ کیلومتر برای جریانهای بزرگ باشد (منبع داده: نقشه با مقیاس ۱:۵۰ ۰۰۰ یا ۱: ۱۰۰۰۰۰).
۹. سایز حوضچه	اندازه حوضه (حوضه آبریز) در بالای سایت نمونه برداری. کلاس‌ها عبارتند از: <10، <100، <1000، <10 000، > 10 000 km2.
۱۰. محدوده رودخانه	برای تعریف جدول استفاده از این نقشه استفاده کنید: FAME CONSORTIUM – Manual (p.60-61)
متغیرهای توصیف روش نمونه‌گیری	
۱۱. استراتژی نمونه برداری	تعریف نحوه نمونه برداری: از کل عرض رودخانه (کل) یا تنها قسمتهای رودخانه (جزئی).
۱۲. متد	تعریف که ماهیگیری الکتریکی توسط چه چیزی انجام شده
۱۳. منطقه ماهیگیری	منطقه ای که نمونه برداری شده است (طول نمونه * عرض نمونه) داده شده در m2.
متغیرهایی که محل، نام سایت و تاریخ ماهیگیری را شرح می‌دهند	
١٤. کد سایت	شماره مرجع منحصر به فرد در هر سایت نمونه برداری. تعریف شده توسط کاربر طرح‌ها
۱۵. تاریخ	روز/ماه/سال
١٦. عرض جغرافیایی	عرض جغرافیایی در درجه به همراه یک نقطه اعشار داده می‌شود و از دقیقه و ثانیه، هر دو، دو رقمی است. به همراه N (به عنوان مثال 51.1927N) (منبع داده: GPS، نقشه‌های دیجیتال)
۱۷. طول جغرافیایی	طول جغرافیایی به ترتیب به ترتیب با یک نقطه اعشار و از دقیقه و ثانیه و دو رقمی هر کدام است. همیشه E یا W (به عنوان مثال E 4.5509) (منبع داده: GPS، نقشه‌های دیجیتال)
۱۸. X	X هماهنگ کننده واحد اعشاری WGS84 (به عنوان مثال ٥٢/٥٣١٤) (منبع داده: GPS، نقشه‌های دیجیتال)
۱۹. Y	Y هماهنگ کننده اعشاری WGS84 (به عنوان مثال ٠٠/٥٢١٩) (منبع داده: GPS نقشه‌های دیجیتال).
۲۰. نام رودخانه	نام رسمی مورد استفاده در کشور شما.
۲۱. نام سایت	نام مکان به عنوان مثال، نشان دادن یک شهر یا روستای نزدیک

جدول ۲- متغیرهای ابیوتیک و متغیرهای نمونه‌گیری مورد نیاز برای روش EFI به منظور پیش‌بینی شرایط مرجع

مرحله ٤. توزیع باقیمانده

مقادیر متریک باقیمانده در اطراف مقادیر نظری پراکنده می‌شود. مکان‌های توزیع شده انحراف بزرگتری از مقدار نظری نسبت به توزیع نشده دارند و بدین ترتیب کمتر به نظر می‌رسد که به توزیع باقیمانده مرجع تعلق داشته باشد. (شکل ٤-٢)

مرحله٥. استانداردکردن باقی مانده

متریک‌ها در EFI (جدول ١) بر اساس واحدهای متفاوت (مانند تعداد گونه‌ها، تعداد افراد، تراکم) می‌باشند از این رو، آنها را از طریق تفریق و تقسیم توسط متوسط و انحراف استاندارد باقی مانده‌های مکان‌های مرجع به ترتیب استاندارد کنیم.

مرحله ٦- احتمالات انتقال

برخی از مقادیر باقی مانده‌های استاندارد شده تمایل به افزایش اختلال دارند (مانند تراکم گونه‌های همه چیز خور)، در حالی که مابقی کاهش می‌یابند (یعنی تراکم گونه‌های حشره خوار، جدول ١)، بنابراین آنها به احتمالات تبدیل می‌شوند. بعد از تبدیل تمام متریک‌ها پاسخ یکسانی به اختلال خواهند داشت. این مقدار متریک نهایی احتمال برای یک سایت را تعریف می‌کند تا یک سایت مرجع باشد. سایتی که به صورت کامل با پیش‌بینی متناسب می‌شود (مقدار نظری) مقدار متریک احتمال نهایی ٠/٥ دارد، و اگر بیشتر از ٠/٥ باشد مرجع کیفیت بالایی دارد. مقدار احتمال برای سایت توزیع شده (متوسط، ضعیف، بد) زمانی که شدت اختلال افزایش می‌یابد، کاهش خواهد یافت.

مرحله ٧. محاسبه شاخص

شاخص نهایی ماهی اروپایی (EFI) با جمع صفر متریک به دست می‌آید و سپس با دوباره مقیاس‌بندی کردن امتیاز از ٠ تا ١ به دست می‌آید.

مرحله ٨. تخصیص به کلاس وضعیت اکولوژیکی

مرحله نهایی تخصیص امتیازهای شاخص به کلاس‌های وضعیت اکولوژیکی بر اساس WFD است. مرزهای کلاس بر اساس مقایسه مجموعه داده‌ها با درجه‌های مختلف فشارهای انسانی تعریف شده است. مرز کلاس‌ها برای ٥ وضعیت کلاس‌ها در شکل ٢/٨ نشان داده شده است.

ب. مراحل برای کاربرد EFI

مراحل برای کاربرد شاخص EFI در شکل ٣ نشان داده شده است.

مرحله ١. انتخاب مکان

مکان انتخاب شده نمایشی باشد، در بخش رودخانه باشد، بر حسب انواع زیستگاه و تنوع باشد، استفاده عرضی و تحت فشارهای انسانی باشد.

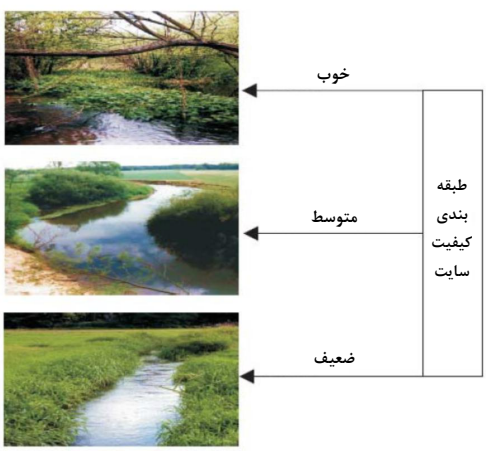
بخش رودخانه به صورت زیر تعریف می‌شود

- ١ کیلومتر برای رودخانه‌های کوچک (آبخیز کمتر از ١٠٠ کیلومتر مربع)
- ٥ کیلومتر برای رودخانه‌های با اندازه متوسط باشد (بین ١٠٠ تا ١٠٠٠ کیلومتر مربع)
- ١٠ کیلومتر برای رودخانه‌های بزرگ (بزرگتر از ١٠٠٠ کیلومتر مربع)

یک بخش برای یک رودخانه کوچک از این رو ٥٠٠ متر جریان رو به بالا و ٥٠٠ متر جریان رو به پایین مکان نمونه‌برداری خواهد داشت.

برای مدل کردن مکان مرجع برای مکان نمونه‌برداری متغییرها از جدول ٢ باید در برگه‌های داده معلوم در جدول ٦ ثبت شوند.

در این روش حداقل ٣ مکان از تاثیر انسانی مختلف باید برای آنالیز انتخاب شود. توصیه می‌شود تا یک کیفیت خوب، یک متوسط و یک ضعیف از نمونه‌های به دست آمده از رودخانه با استفاده از یک قضاوت ماهرانه انتخاب شود، و بر اساس مشاهدات بر مکان هیدروژئولوژی باشد. مثال‌هایی از هر مکان کیفیتی در شکل ٤ نشان داده شده است. رودخانه با اندازه کوچک، wadable با دست‌یابی خوب به زیستگاه برای پیاده‌سازی روش نمونه‌برداری و برای ارزیابی شاخص بهترین است.

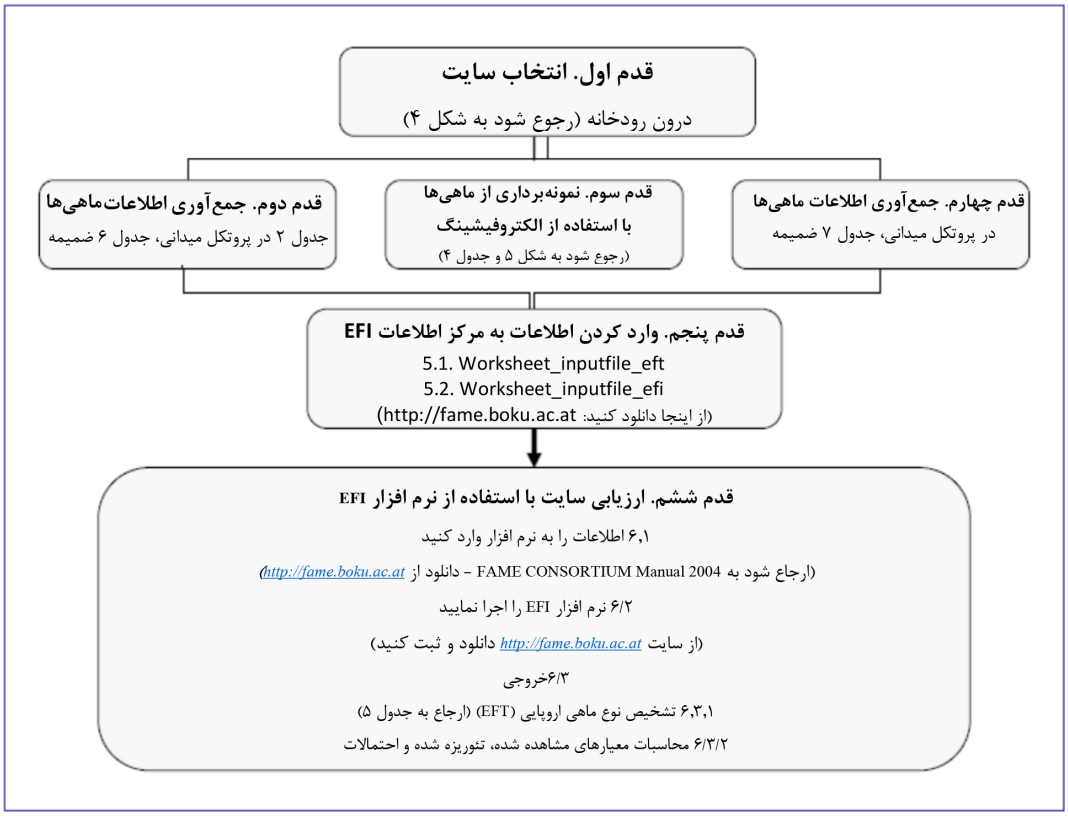


شکل ٤-نمونه‌ای از سایت‌های نمونه‌گیری استفاده شده در آزمایش

مرحله سوم: نمونه‌گیری ماهی‌ها

برای محاسبه شاخص فقط داده‌های گرفته شده از روش electro fishing می‌تواند استفاده شود. مرحله و روال روش استاندارد شده electro fishing در دستورالعمل CEN: «آنالیز آب-ماهیگیری با استفاده از الکترسیته» هم برای رودخانه‌های که می‌توان به راحتی در آنها راه یافت (با عمق متر ۰/۷ متر) و هم رودخانه‌هایی که نمی‌توان در آنها راه یافت (با عمق بیشتر از ۰/۷ متر) ابزار آلات روش electro fishing استاندارد در شکل ٥ آورده شده است. انتخاب نوع و شکل موج، جریان مستقیم و یا جریان PDC به رسانشی آب، ابعاد (بدنه آبی) و گونه‌های ماهی مورد انتظار بستگی دارد. جریان AC برای ماهی‌ها مضر است و نباید در این کار استفاده شود. ابزار آلات و وسایل ماهیگیری باید برای جمع‌آوری و نمونه‌گیری ماهی‌های کوچک (کوچکترین ماهی‌های سال) مناسب باشد. زمان توجیه شده برای نمونه‌گیری اواخر تابستان یا اوایل پاییز است.

شکل ٤-تجهیزات Electrofishing equipment



شکل ۳- گام‌های پیاده سازی شاخص EFI

مرحله چهارم جمع‌آوری اطلاعات مربوط به ماهی‌ها

برای محاسبه EFI ، هر ماهی باید از نظر گونه شناسایی شود (توسط مشخصات ظاهری‌اش) و تعداد ماهی‌های هر گونه باید وارد کاربرگ شود (جدول ۷ پیوست را مشاهده کنید).

مرحله پنجم وارد کردن اطلاعات به پایگاه اطلاعاتی EFI

برای آغاز کار برروی داده و فایل‌های ورودی: باید inputfile_eft و inputfile_efi را از سایت http://fame.boku.ac.at دانلود کنید.

۵/۱ worksheat.inputfile_eft :

برای محاسبه EFI برای یک سایت یا منطقه گزینش شده، داده‌های میدانی از پیوست یک و داده‌های جدول ۲ باید وارد inputefile.eft شوند.

۵/۲ worksheat-inputfie_efi :

برای محاسبه EFI برای یک منطقه گزینش شده، داده‌های میدانی از پیوست شماره ۱ و پیوست ۲ و داده‌ها از جدول شماره ۲ باید وارد inputefile.efi شوند.

مرحله ٦: ارزیابی منطقه با نرم افزار EFI

نرم افزار EFI و دستورالعمل FAME Consortium برای توضیح روش و روش نصب نرم افزار باید از وب سایت http:// fame.boku.ac.at دانلود شود.

٦/١- وارد کردن داده‌ها در نرم افزار:

برای محاسبه EFT برای یک منطقه گزینش شده، Inputfile_eft کامل شده باید وارد نرم افزار EFI شود. برای محاسبه EFI برای یک منطقه انتخاب شده inputefile_eft باید وارد نرم افزار EFI شود.

٦/٢- نرم افزار را اجرا کنید

اول EFT و سپس EFI را برای هر سایت محاسبه کنید.

٦/٣- خروجی

٦/٢/١ شناسایی EFT:

برای پشتیبانی و بهبود راهکار WFD ، شناسایی EFT مربوط به منطقه گزینش شده با برنامه کاربردی EFI یکی شده است. بر پایه گونه‌های ماهی غالب ۱۵ گونه ماهی اروپایی تعیین و مشخص شده‌اند که هر منطقه ارزیابی شده ممکن است مربوط به یکی از این گونه‌ها باشند.

٦/٣/٢_ محاسبه متریک‌های مشاهده شده، نظری و احتمالی برای EFI

نتایج متریک‌های مشاهده شده در برگه اطلاعاتی به نام result به طور اتوماتیک و خودکار نوشته می‌شوند و برای محاسبات بعدی در کاربرگ metrics از آن استفاده می‌شود. بر روی صفحه اطلاعاتی metrics مقادیر شاخص EFI، متریک‌های احتمال و نظری محاسبه می‌شوند.

٦/٣/٣_ محاسبه میزان عددی EFI و تعیین کلاس وضعیت مربوطه به آن

EFI نهایی برای یک منطقه به وسیله جمع کردن مقادیر بدست آمده و انتقال آن به EQR که از صفر تا یک می‌باشد بدست می‌آید. مقادیر بیش از ۰/٦٦٩ به معنای بالاترین کیفیت منطقه و مقادیر کمتر از ۰/۱۸۷ به معنای کمترین کیفیت منطقه می‌باشد.

۳) نتایج و بحث

نتایج باید به شکل ارائه شده در جدول ۸، ارائه شوند. و عدد آنها بحث شود. سوالات مهم برای پاسخ دادن و بحث به قرار زیر هستند.

۱) آیا شاخص EFI نشان دهنده وضعیت کیفیت بوم شناختی یک منطقه معینی است که آن شرایط را از هیدروژئومورفولوژیکی و یا جمعیت ماهی‌های نمونه‌گیری شده از منطقه حدس زد.

۲) آیا شاخص EFI به طور واضح و مشخص مناطق با کیفیت بوم شناختی بد، متوسط و خوب را از هم جدا می‌کند؟

۳) مناطق بررسی شده به کدام نوع ماهی‌های اروپایی تعلق دارند؟

منابع

1. CEN document. 2003. Water quality – Sampling of fish with electricity. CEN/TC 230, Ref. No. EN 14011:2003 E. 16 pp.
2. de Leeuw J.J., Buijse A. D., Haidvogl G., Lapinska M., Noble R., Repecka R., Virbickas T., Wiśniewolski W., Wolter C. 2007. Challenges in developing fish-based ecological assessment methods for large floodplain rivers. Fisheries Management and Ecology 14(6):483-494.
3. FAME CONSORTIUM. 2004. Manual for the application of the European Fish Index – EFI. A fish-based method to assess the ecological status of European rivers in support of the Water Framework Directive. Version 1.1., January 2005. 92 pp. (to download from http://fame.boku.ac.at).
4. http://fame.boku.ac.at. 2001-2004. Develop- ment, Evaluation and Implementation of a Standardized Fish-based Assessment Method for the Ecological Status of European Rivers (A Contribution to the Water Framework Directive) - contract no.: EVK1-CT-2001 00094. Grant of European Union, Key Action 1: Sustainable Management and Quality of Water (1.2.1. Ecosystem functioning, 1.7. Pre normative, co-normative research and standardization); coordinator: Stefan Schmutz, University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna, Austria; number of countries involved: 12. Project acronym: FAME. Project website.
5. Karr J.R. 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. Fisheries 6:21-27.
6. Lapinska M., Kaczkowski Z., Zalewski M. 2002. Restoration of streams for water quality improvement and fishery enhancement. In: M. Zalewski (ed.) Guidelines for the Integrated Management of the Watershed – Phytotechnology and Ecohydrology. 113-125 pp. United Nations Environment Programme, Division of Technology, Industry and Economics. Freshwater Management, Series No.5. 188 pp.
7. Lapinska M., Zalewski M., Trojanowska A. 2004a. Chapter 6: STREAMS & RIVERS: Defining their Quality & Absorbing Capacity. Pp. 75-90. In: M. Zalewski, I. WagnerŁotkowska (eds) Integrated Watershed anagement-Ecohydrology and Phytotechnology. Manual. UNESCO Regional Bureau for Science in Europe ROSTE. 246 pp.(http://www.unep.or.jp/ietc/Publications/ Fre shwater/ watershedmanual)
8. Lapinska M., Krauze K. , Kaczkowski Z. 2004b. Chapter 11: MANAGEMENT OF STREAMS & RIVERS: How to Enhance Absorbing Capacity against Human Impacts. pp. 169-184. In: M. Zalewski, WagnerŁotkowska I. (eds) Integrated Watershed Management - Ecohydrology and Phytotechnology. Manual. UNESCO Regional Bureau for Science in Europe ROSTE. 246 pp. (http://www.unep.or.jp/ietc/Publications/ Fresh water/watershedmanual).
9. WFD EU, Water Framework Directive. 2000. Directive of the European parliament and of the council 2000/60/EC establishing a framework for community action in the field of water policy. Official Journal of the European Communities 22.12.2000 L 327/1.
10. Winter H.V., Lapinska M., de Leeuw J.J. 2007. The river Vecht fish community after rehabilitation measures: a comparison to the historical situation by using the river Biebrza as a geographical reference. River Research and Applications. Published online in Wiley InterScience. (www.interscience.wiley.com) DOI: 10.1002/rra.1081
11. Verdonschot P.F.M., Lapinska M., Zalewski M. 2006. RIVER ECOSYSTEMS REHABILITATION. In: Fresh Surface Water, J.C.I. Dooge (ed.) Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS). Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford ,UK. [Retrieved January 4, 2007]. (http://www.eolss.net)
12. Zalewski M. 2000. Ecohydrology - the scientific background to use ecosystem properties as management tools toward sustainability of water resources. Guest Editorial in Ecological Engineering 16:1–8.
13. Zalewski M. (ed.). 2002. Guidelines for the Integrated Management of the Watershed - Phytotechnology and Ecohydrology. United Nations Environment Programme, Division of Technology, Industry and Economics. International Environmental Technology Centre. Freshwater Management Series no.
5. 188 pp. (http://www.unep.or.jp/ietc/ Publications/ Freshwater/FMS5/).
14. Zalewski M., Wagner-Łotkowska I. (eds) 2004. Integrated Watershed Management - Ecohydrology and Phytotechnology. Manual. UNESCO Regional Bureau for Science in Europe ROSTE. 246 pp. (http://www.unep.or.jp/ietc/Publications/ Freshwater/watershedmanual).

ضمیمه

جدول ۱- روش‌های متداول جمع‌آوری داده‌ها

تاریخ (روز/ماه/سال)	
اطلاعات سایت	
نام رودخانه	
طول و عرض جغرافیایی	
نام سایت	
کد سایت	
مختصات GPS	
متغییرهای غیر جاندار	
طول جغرافیایی	
دریاچه‌های بالادست اثرگذار بر سایت	
فاصله از منبع	
رژیم جریان	
عرض محیطی	
تیپ زمین شناسی	
متوسط دما	
شیب	
رتبه حوضه	
متغییرهای توصیف شده روش‌های نمونه‌گیری	
روش	
استراتژی نمونه‌گیری	
ناحیه ماهی‌گیری	
تصویر سایت	

۱۷. آیا گونه‌های نر برای آشکار کردن اثرات انسانی مناسب‌تر هستند ؟

نمونه برداری میدانی

اهداف فصل

برای نشان دادن اثرات جنسیتی برروی گونه‌های آبزی مختلف و استعداد آنها برای تاثیرات مربوط به برخورد و تماس بشر با طبیعت

اصل اکوهیدرولوژی: ۱- استفاده از بیوتا به عنوان شاخص‌های تأثیرگذار

مقدمه

برآوردهای شرایط ارکانیزم‌های آبزی می‌تواند برای نظارت بهداشت یا بهبود مناطق آبزی تحت روش اکوهیدرولوژیک استفاده شود. قابلیت ارگانیزم‌های آبزی برای کنترل استرس محیطی ممکن است بر حسب انرژی گران باشد و این هزینه در رشد، تولید مثل، استعداد برای بیماری، شکار و اختلال فیزیکی تاثیر منفی داشته باشد. عوامل وابسته به تراکم مانند رقابت و تجاوز می‌تواند بر رشد، تولید و بقا تاثیر بگذارد. شاخص شرایط ارگانیزم‌ها برای مدیران اکوسیستم‌های آبزی به منظور ارزیابی وضعیت بهداشت جمعیت‌ها با ارزش می‌باشد.

توصیف آزمایش

۱. توصیف کلی

رابطه بین شرایط بزرگسالان در مدت ماه‌های قبلی برای تخم‌ریزی قابل توجه و برای برخی از گونه‌های آبزی مثبت است. این رابطه قوی‌تر است زمانی که تنها شرایط نر بودن در نظر گرفته شده است، پیشنهاد می‌دهد که نرها به صورت مجزا در نظر گرفته شده‌اند. هم چنین محققی نشان داد که نرهای سه گونه دریایی مختلف برای تغییرات زیست محیطی آماده پذیرش هستند.

با این وجود، داده‌های کمی درباره تاثیر بر رشد، انرژتیک بودن، و شرایط ارگانیزم‌های آبزی وجود دارد. چندین روش برای تعیین شرط ارگانیزم‌های آبزی وجود دارد، برخی از مهم‌ترین آنها به صورت زیر هستند: شاخص شرایط مورفومتریک، یک شاخص به طور کلی خوب، این شاخص فرض می‌کند که ارگانیسم‌های سنگین‌تر برای یک طول معین در شرایط بهتری هستند. هدف این کار تعیین اختلاف بین نر و ماده ماهی و گونه‌های بی‌مهره آبزی با استفاده از آنالیز بیوشیمیایی بیومتریک می‌باشد.

۲. طرح آزمایش

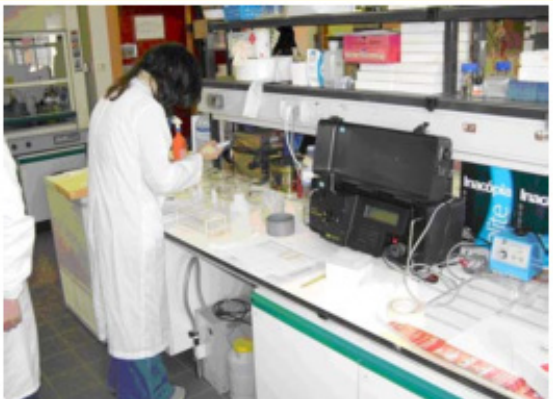
باید گونه‌های با زیستگاه‌ها و عادت‌های غذایی مختلف برای کم کردن اثر مخدوش کننده فیزیولوژیکی، موفومتریک و تغییرات رفتاری بر اختلافات بین نرها و ماده‌ها انتخاب شود. گونه‌هایی با توزیع وسیع مانند ماهی‌های قباد، سخت‌پوستان، و صدف‌ها می‌تواند پیشنهاد شود. ارگانیزم‌های بزرگسال زنده می‌توانند نمونه‌برداری شوند یا در بازارهای محلی خریداری شوند. تمام گونه‌ها باید برای فشار تجمعی ثبت شوند.

الف) آنالیزهای آزمایشگاهی

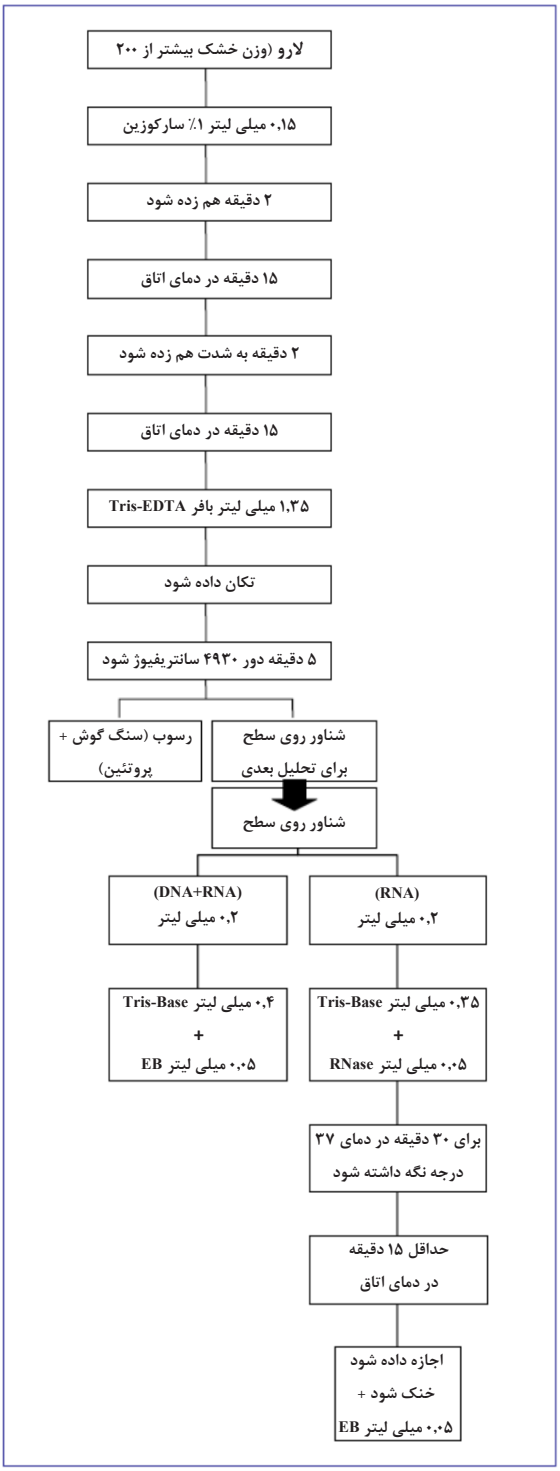
گونه‌های ماهی، میگو و صدف دو کپه بررسی شدند، بعد از آب شدن یخشان، به وسیله میکروسکوپ تشریح، جنسیت آنها تعیین، طول کل آنها اندازه‌گیری و وزن خشک و تر آنها تعیین می‌شود.

عامل محیطی بر اساس فرمول $K=W/L3$ تعیین می‌شود که در این فرمول W جرم بدن (بر حسب میلی گرم) و L طول استاندارد (میلی‌متر) است. محتوای RNA و DNA می‌تواند بر اساس روش‌های فلئوریمتریک آنالیز شود. اسیدنوکلئیک‌ها از

یک قسمت ۲۰۰ میلی‌گرم بافت در نمونه‌های ماهیچه سفید استخراج شد. که این کار با افزودن ۱۵۰ میلی‌لیتر سارکوزین یک درصد و خورد کردن نمونه‌ها به تکه‌های یخ انجام می‌شود. بعد از سانتریفیوژ، نمونه‌ها تا رسیدن به غلظت ۰/۱ درصد رقیق می‌شوند (با استفاده از بافر Tris). فلوئور سنی با روش فتومتری با استفاده از اتیدیوم برمید اندازه‌گیری می‌شود. میزان فلئورو سنی بعد از تیمار ریبونوکلئاز A می‌باشد. که از DNA گرفته می‌شود. میزان فلئورسنی به وسیله تهییج در ۳۶۵ نانومتر و آشکارسازی در ۵۹۰ نانومتر با استفاده از اسپکترو فلوئورمتر تعیین می‌شود. این محورها به صورت روزانه با استفاده از غلظت یکی از Lambada DNA و RNA ریبوزومی تولید می‌شوند.



تصویر ۱- تعیین فلوئورسنس با استفاده از اسپکتروفلوئورومتر



۳- مواد و تجهیزات

الف) جمع‌آوری میدانی

شما به مواد و ابزاری برای برداشت و جمع‌آوری آب، ماهی‌ها، میگوها و صدف‌ها احتیاج دارید:

- مسیرها و ظروفی برای جمع‌آوری و انتقال آنها به آزمایشگاه
- ابزار کوچکی برای نمونه‌برداری صدف‌ها، خانواده خرچنگ‌ها و ماهی‌ها در برکه‌ها
- پوشش: چکمه‌های ضد آب برای قدم زدن در لبه رودخانه‌ها و برکه‌ها و روکش ضد آب

ب) آزمایش‌های درون آزمایشگاه

- کولیس
- میکروسکوپ تشریح و میکروسکوپ عادی
- حرارت و کوره موضعی (با حرارت غیر مستقیم) برای تعیین وزن خشک بدون خاکستر موجودات و ارگانیسم‌ها
- فلوئورمتر
- سانتریفیوژ
- حمام آب
- پیپیت‌های اتوماتیک

ج) آنالیز داده‌ها

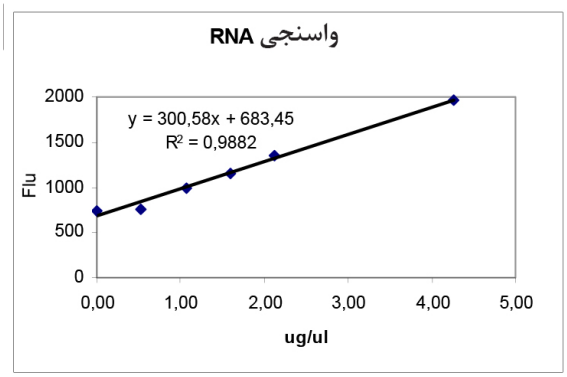
- کامپیوتر
- کاربرگ‌های اطلاعاتی به منظور مرتب کردن و سازماندهی اطلاعات بدست آمده

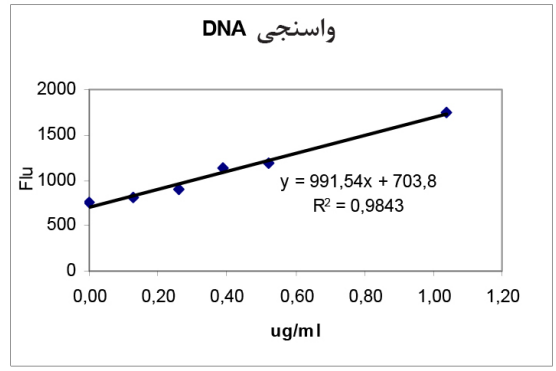
٤) سازماندهی داده‌ها

آنالیز آماری پایه: برای تعیین شاخص شرایط مرفومتریک (روش اندازه‌گیری اندازه) لازم است که داده‌ها بر اساس مثال آورده شده از جدول یک سازماندهی شوند.

جدول ۱- شاخص مرفومتریک تعیین شده در *Carcinus maenas*

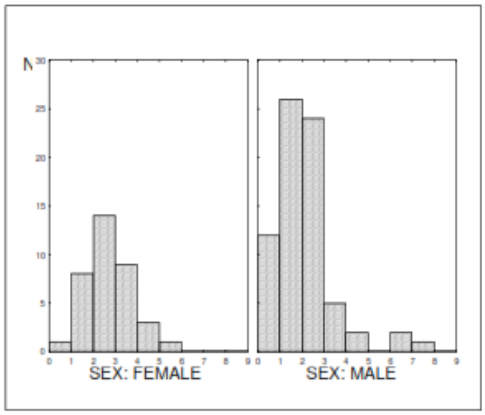
وزن تر (میلی‌گرم)	طول کل (میلی‌متر)	جنسیت	وزن/طول مکعب
۲۱۲۰	۱٦/۷۲	ماده	۰/٤٥
۳٥۸۰	۱۹/۳۷	ماده	۰/٤۹
٤۰٥۰	۱۹/٤۸	ماده	۰/٥٥
٤٥۱۰	۲۰/۸٤	ماده	۰/٥۰
٥۷۸۰	۲۲/۳۸	ماده	۰/٥۲
٦۰٥۰	۲٤/۹۳	ماده	۰/۳۹
٦٥۷۰	۲۳/٥۲	ماده	۰/٥۰
٦۸۸۰	۲۳/۹۷	ماده	۰/٥۰
۷۳٥۰	۲٥/۷۲	ماده	۰/٤۳
۳٦۳۰	۱۹/۸٦	نر	۰/٤٦
۳٦٥۰	۱۹/۸۷	نر	۰/٤۷
٦۰۲۰	۲۳/٦۳	نر	۰/٤٦
۸۷۰۰	۲٦/۲۷	نر	۰/٤۸
۱۰٤٥۰	۲۹/٤۰	نر	۰/٤۱
۱۱۹۹۰	۲۸/۳٦	نر	۰/٥۳
۱۳٦۰۰	۳۱/۰۳	نر	۰/٤٦





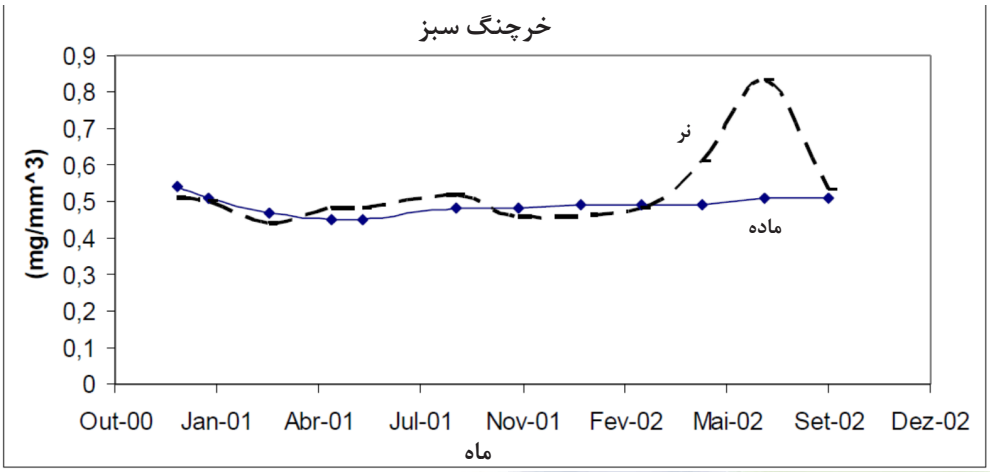
تصویر ۲- ارتباط بین غلظت اسیدهای نوکلئیک استاندارد و قرائت نسبی فلوئورسنس

برای آنالیز تفاوت‌های جنسی در نمایه‌های وضعیت لازم است که آزمون T-Student اجرا شود (P< ۰/۵) ، مثال‌های نتایج در جدول ۲ و شکل ۳ و شکل ٤ را مشاهده کنید.



تصویر ۳- نتایج نسبت‌های RNA/DNA بین نرها و ماده‌های ماهی گوبی (چیچارو و همکاران، ۲۰۰۷)

گونه	n	طول	P	وزن خشک	P	RNA/DNA	P
ماهی گوبه	126	45.41 ± 8.28	0.052	0.086±0.174	0.004	2.25 ± 1.27	0.006
ماده	42	43.38 ± 8.96		0.086±0.141		2.68 ± 1.05	
نر	84	45.41 ± 7,78		0.081±0.19		2.03 ± 1.33	
میگو قهوه ای	155	29.25 ± 8.1	0.037	0.037± 0.013	0.01	8.06 ± 5.55	0.156
ماده	135	29.75 ± 8.21		0.044±0 .014		8.3 ± 5.65	
نر	18	25.56 ± 4.71		0.035±0.012		6.28 ± 4.66	
صدف فرشی	38	33.4 ± 1,33	0.485	0.286±0.019	0.85	0.24 ± 0.257	0.009
ماده	18	33.24 ± 1.51		0.285±0.012		0.33 ± 0.258	
نر	20	33.55 ± 1.16		0.29±0.01		0.16 ± 0.092	



۵) آنالیز نتایج

برای آنالیز نتایج همیشه در خاطر داشته باشید که داده‌های شما احتمال دارد ناشی از دو شکل جنس، تفاوت‌های بیوشیمیایی و یا فیزیولوژیکی بین جنس‌ها یا تفاوت‌های رفتاری بین جنس‌ها باشد. تلاش کنید توجه خاص خود را به تولید بین جنسیت گونه‌های آنالیز شده معطوف نمایید.

در طول آنالیز تلاش کنید به سوالات زیر پاسخ دهید:

۱) کدام شاخص حساسیت بیشتری به اثر مربوط به پیدایش و تکامل انسان یا اثر آنتروپوژنیک دارد ؟

۲) چگونه این نسبت‌ها با توجه به جنسیت گونه‌های متفاوت تغییر می‌کند ؟

۳) آیا گونه‌های با جنسیت نر برای تشخیص اثرهای آنتروپوژنیک مناسب‌تر هستند ؟

٤) اگر تکرار جنسیت در نمونه‌ها نمایان‌گر تعداد آن جنسیت خاصی در جمعیت واقعی نباشد چه اتفاقی برای آنالیز جمعیت می‌افتد ؟

۷. بحث

در مورد نتایج به دست آمده در این آزمایش و مقالات مربوطه به این موضوع بحث کنید.

منابع

1. Brokordt K.B., Guderley H.E., Guay M., Gaymer C.F., Himmelman J.H. 2003. Sex differences in reproductive investment: maternal care reduces escape response capacity in the whelk Buccinum undatum. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 291:161–180.
2. Brown M.L., Austin D.J. 1996. Data management and statistical techniques. In: B.R. Murphy, D.W. Willis (eds). Fisheries Techniques. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. 17–61 pp.
3. Bulow F.J. 1970. RNA–DNA ratios as indicators of recent growth rates of a fish. Journal of The Fisheries Research Board of Canada 27:2343–2349.
4. Carbonell A., Lloret J. Demestre M. (in press). Relationship between condition and recruitment success of red shrimp (Aristeus antennatus) in the Balearic Sea (Northwestern Mediterranean). Journal of Marine Systems 0:000-000.
5. Chىcharo M. A., Chىcharo L., Galvمo H., Barbosa A., Marques M. H., Andrade J. P., Esteves E., Miguel C., Gouveia C., Rocha C. 2001. Status of the Guadiana estuary (South Portugal) during 1996-1998: an ecohydrological approach. Aquatic Ecosystem Health and Management 4:73-90.
6. Chىcharo M. A., Chىcharo L., Morais P. 2007. Sex effect on ratios and concentrations of DNA and RNA three in marine organisms. Marine Ecology Progress Series 332:241-245.
7. Chىcharo M.A., Chىcharo L., Amaral A., Condinho S., Gaspar M. 2003. Chronic effects of dredging-induced stress on the clam (Spisula solida): nucleic acid and lipid composition. Fisheries Research 63:447–452.
8. Esteves E., Chىcharo M.A., Pina T., Coelho M.L., Andrade J.P. 2000. Comparison of RNA/DNA ratios obtained with two methods for nucleic acid quantification in gobiid larvae. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 245:43–55.
9. Gerritsen H.D., McGrath D. 2007. Significant differences in the length–weight relationships of neighbouring stocks can result in biased biomass estimates: Examples of haddock (Melanogrammus aeglefinus, L.) and whiting (Merlangius merlangus, L.). Fisheries Research 85(1-2):106-111.
10. Hensor E., Couzin I.D., James R., Krause J. 2005. Modelling density-dependent fish shoal distributions in the laboratory and field. Oikos 110:344–352.
11. Jackson A.C., Rundle S.D., Attrill M.J. 2002. Fitness consequences of prey depletion for the common goby Pomatoschistus microps. Mar Ecol Progress Series 242:229–235.
12. Leitمo R., Martinho F., Neto J.M., Cabral H., Marques J., Pardal M.A. 2006. Feeding ecology, population structure and distribution of Pomatoschistus microps (Krٍyer, 1838) and Pomatoschistus minutus (Pallas, 1770) in a temperate estuary, Portugal. Estuarine Coastal Shelfish Science 66:231–239.
13. Lloret J., Planes S. 2003. Condition, feeding and reproductive potential of white seabream Diplodus sargus as indicators of habitat quality and the effect of reserve protection in the northwestern Mediterranean. Marine Ecology Progress Series 248:197–208.
14. Nash R. D. M., Valencia A.H., Geffen A.J. 2006. Essay: Fisheries History. The Origin of Fulton's Condition Factor - Setting the Record Straight. Fisheries 31(5):236-238.
15. Norkko J., Pilditch C.A., Thrush S.F., Wells R.M.G. 2005. Effects of food availability hypoxia on bivalves: the value of using multiple parameters to measure bivalve condition in environmental studies. Marine Ecology Progress Series 298:205–218.
16. Oliva-Paterna F.J., Vila-Gisbert A., Torralva M. 2003. Condition of Barbus sclateri from semiarid aquatic systems: effects of habitat quality disturbances. Journal of Fish Biology 63:1–11.
17. Paon L.A., Kenchington E.L.R. 1995. Chan ges in somatic and reproductive tissues during artificial conditioning of the sea scallop, Placopecten magellanicus (Gmelin, 1791). Journal of Shellfish Research 14:53–58.
18. Regnault M., Luquet P. 1974. Study by evolution of nucleic acid content of prepubertal growth in the shrimp Crangon vulgaris. Marine Biology 25:291–298.
19. Zalewski M. 2000. Ecohydrology-the scientific background to use ecosystem properties as management tools toward sustainability of water resources. Guest Editorial in Ecological Engineering 16:1-8.

۱۸. چگونه ویژگی‌های پوشش گیاهی تالاب به هیدرولوژی، توپوگرافی و لایه بیوژئوشیمی بستگی دارد ؟

اهداف فصل

درک و تعیین دینامیک انباشت خاک و خواص پوشش گیاهی در تالاب‌های خلیجی و چگونگی ارتباط آن با فسفر به دام افتاده

اصل اکوهیدرولوژی: ۱- تعیین فرایندها

مقدمه

بیومس پوشش گیاهی در تالاب‌های خلیجی تا حد زیادی به تحمل نمک گونه‌های مختلف گیاهی و به مواد غذایی در دسترس رسوب‌ها یا خاک بستگی دارد که در آن گیاهان رشد می‌کنند. غلظت و توزیع نمک‌های حفره‌های آب، pH و مقدار فسفر در سوبسترا به شدت به فراوانی سیل بستگی دارد. پس از آن به جذر و مد و دینامیک مصب‌ها در ترکیب با توپوگرافی آبخیز بستگی دارد. ظرفیت گونه‌های گیاهی محلی برای گرفتن فسفر از محیط زیست تحت تنظیمات زیست محیطی مختلف مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت. آزمایش‌های عملی ارائه شده در این جا استرس تعیین این عوامل و تفسیر آنها را تحت یک رویکرد جامع هیدرولوژیکی نشان می‌دهند.

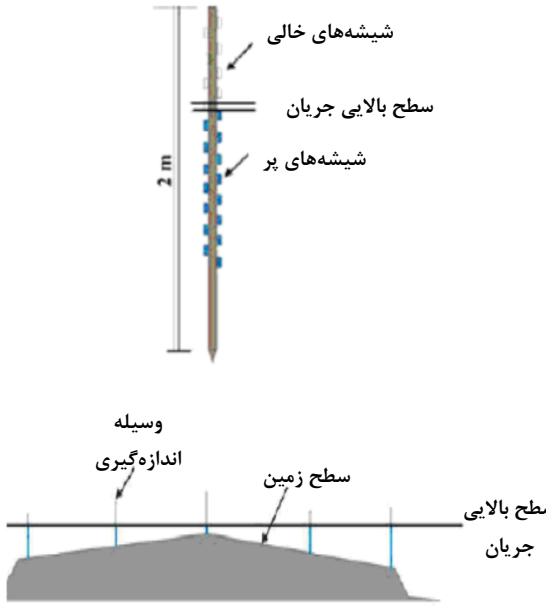
شرح آزمایش

۱. توصیف کلی

توپوگرافی یک تالاب جزر و مدی با در نظر گرفتن حداکثر جزر و مد در راستای برش عرضی در یک اکوتون تعیین می‌شود. در این برش عرضی، ویژگی‌های اصلی پوشش گیاهی مانند ترکیب، چگالی، ارتفاع و قطر درخت در ارتفاع برابر سینه ثبت خواهد شد. نمونه‌های رسوب برای تعیین شوری آب، pH و فسفر کل گرفته خواهد شد. نمونه‌های برگ از گونه‌های مربوطه برای تعیین فسفر کل گرفته خواهد شد.

۲. طرح آزمایش

طرح آزمایش از یک برش عرضی شامل ۱۲ ایستگاه توزیع شده در راستای پوشش‌گیاهی شیب‌دار تشکیل شده است. در این حالت ترکیب پوشش گیاهی مشابه است، ویژگی‌های دیگر که به صورت سیستمی در راستای توپوگرافیکی تغییر می‌کند باید در نظر گرفته شوند، مانند ارتفاع پوشش گیاهی و چگالی. ایستگاه‌ها به صورت تصادفی توزیع نشده‌اند، اما توزیع خواص گیاه‌شناسی جغرافیایی را دنبال می‌کنند. برش عرضی باید تقریبا عمود بر ایزولاین‌های توپوگرافی باشد، یعنی، باید از جلوی آب گرفتگی برش داده شود. قبل از ایجاد ایستگاه‌های نمونه، توپوگرافی توسط ایجاد یک شبکه تقریبا با ۵۰ گره که ساده هستند مشخص می‌شود، دستگاه‌های خود ساختار برای اندازه‌گیری حداکثر ارتقای جزر نصب می‌شوند. مکان هر گره توسط GPS مشخص می‌شود، اما هم چنین فاصله به منبع مختصاتی که قبلا ایجاد شده را در یک نقطه که به سادگی قابل تشخیص است مشخص می‌کند. هدف از این آشنا کردن پژوهشگران با سیستم‌های مکان‌یابی ماهواره‌های دقیق در مقایسه با اندازه‌گیری‌های با دقت بالا می‌باشد. علاوه بر این، در یک مرحله پیشرفته‌تر این امر، تعیین اکوتون احتمالی یا دیگر تغییرات زیست محیطی مانند فرسایش یا رسوبات را ممکن می‌سازد.



تصویر ۱- تعیین توپوگرافی تالاب

در اطراف هر ایستگاه، چهار نقطه نمونه‌برداری بنا خواهد شد (برای ارزیابی تغییرپذیری درونی). ارتفاع جذر و مدی می‌تواند به داده‌های توپوگرافی تبدیل شود و آنها را به مقدار محلی متوسط سطح دریا مرتبط می‌کند.

۳. مواد و تجهیزات

الف) آزمایش‌های میدانی

- شیشه‌های نمونه، کیسه‌های پلاستیکی و وسایل بسیار ساده برای جمع‌آوری رسوب‌های سطحی و مواد گیاهی (مثل قاشق‌های فلزی تمیز و قیچی‌ها)
- ابزار GPS برای موقعیت‌یابی
- نوار اندازه‌گیری (۲۰ متر) برای تعیین فاصله گره‌های توپوگرافی
- یک رساناسنج برای اندازه‌گیری شوری در محیط طبیعی آبهای کناری پیکره آبی
- pH سنج با الکترود SensoLyt SE و یا چیزی مشابه و مناسب برای اندازه‌گیری pH، در تالاب‌ها
- پوشش: چکمه‌های ضد آب برای قدم زدن در لبه‌های برکه یا رودخانه، روپوش ضد آب
- چوب‌های بامبو یا معمولی، محفظه پلاستیکی ۱۰-۲۰ میلی‌متری و نوار ضد آب برای ساتن ابزارهایی مانند شکل ٦.

ب) آزمایش‌های درون آزمایشگاهی

شما به یک آزمایشگاه خیس احتیاج دارید یعنی جایی که بتوان بر روی مواد کثیف مثل نمونه‌های گل کار کرد. از سوی دیگر شما باید مکانی از آزمایشگاه را کامل تمیز نگه دارید یا این کارها را در آزمایشگاه دیگری انجام دهید.

- یک اون خشک کننده
- اسپکتروفتومتر
- ظروف شیشه‌ای
- معرف‌ها برای تعیین میزان فسفر
- فر
- الک
- رسانایی سنج برای تعیین میزان شوری

ج) آنالیز داده‌ها

- کامپیوتر
- کاربرگ اطلاعاتی
- نرم‌افزار نمایش گرافیک‌های سه بعدی با الگوریتم‌های درون‌یابی
- پرینتر

د) اطلاعات ایمنی

قبل از رفتن به منطقه از پیش‌بینی آب و هوا مطلع شوید. از پوشش مناسب استفاده کنید. در درون آب‌های عمیق‌تر وارد نشوید و یا با پوشیدن چکمه‌های ضد آب وارد قایق شوید. با دستان خیس وسایل الکتریکی و برقی را با لمس نکنید. در زمان استفاده از ابزار آلات الکتریکی بسیار دقت کنید.

٤) شرح آزمایش

بعد از نمونه‌برداری و جمع‌آوری نمونه‌ها، مواد گیاهی به گونه‌ای مختلف تقسیم شوند. مواد گیاهی به ریشه، ساقه، و برگ تقسیم می‌شوند با آب لوله‌کشی شسته شوند تا گل ولای آنها از بین رفته و سپس با آب مقطر شسته می‌شوند. به تمام مواد گیاهی با دستکش‌های پلاستیکی دست بزنید. این مواد برروی صفحات کاغذی گذاشته شده و به وسیله هوای آزاد خشک می‌شوند. روز بعد این مواد در کیسه‌های پلاستیکی گذاشته می‌شوند و تا رسیدن به وزنی ثابت در درجه حرارت ٦٠ درجه خشک می‌شوند. بر روی هر کیسه نوع ماده و وزن

خشک آن را یاداشت کنید، به منظور به دست آوردن میزان فسفر آنها، این مواد آسیاب شده و توزین می‌شوند.

نمونه‌های رسوب در سه نسخه جمع‌آوری شده (به وسیله قاشق‌های فلزی از عمق ۱۰-۲۰ سانتی متری) که این بستگی به توزین زیست توده ریشه دارد، رسوبات همگون‌سازی شده با یک میله شیشه‌ای به چند قطعه مساوی برای تجزیه و تحلیل‌های مناسب تقسیم‌بندی شده‌اند. آماده‌سازی نمونه‌ها عبارت است از: با دقت حذف کردن از ریشه‌ها، خشک کردن در دمای ٦٠ درجه سانتی‌گراد و آسیاب کرد به ذرات کوچکتر از ۳۰۰ میکرومتر.

آب (۲۵۰ میلی‌لیتر) از پیکره آبی اطراف جمع‌آوری می‌شود و از طریق فیلتر واتمن GF/C یا فیلترهای GF/F فیلتر خلاء می‌شود.

pH رسوب ناشی از اتصال الکترود به رسوب در عمق نمونه‌برداری اندازه‌گیری می‌شود و تا زمانی که مقادیر به مقدار مطلوب برسند منتظر می‌مانند. شوری آب در آزمایشگاه توسط اندازه‌گیری هدایت/ شوری در یک محلول روی آب ۱/۵ وزن: گنجایش رسوب آب اندازه‌گیری می‌شود، بعد از تکان دادن رسوب و اجازه دادن تا در کل شب ته‌نشین شود. تبدیل شوری‌های آب با استفاده از فرمول در ضمیمه انجام می‌شود. اندازه دانه توسط غربال کردن خیس تعیین می‌شود. محتوای رسوب آب با اختلاف وزن‌های قبل و بعد از خشک کردن در ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد تعیین می‌شود. مقادیر یکسان برای آنالیز شیمیایی خشک خوانده و وزن می‌شوند.

نمونه‌برداری جزئی و فرآیند نمونه‌برداری از گام‌های زیر تشکیل شده است. در هر ایستگاه، یک نمونه برگ ترکیبی از یک درخت یا بوته نزدیک به مکانی که نمونه رسوب برداشته شده است گرفته می‌شود و یک نمونه برگ مخلوط دیگر از سه گیاه دیگر در اطراف این مکان برداشته می‌شود. برگ‌ها به زیر نمونه‌هایی با جدا کردن آن‌ها در سه کلاس تقسیم می‌شوند: کمتر از ۲/۵ سانتی متر (کلاس ۱)، بین ۲/۵ تا ٤ سانتی متر (کلاس ۲)، و کمتر از ٤ سانتی متر (کلاس ۳) است. برگ‌ها و ورقه بافت با آب مقطر به منظور دور کردن نمک‌های چسبیده و دیگر ذرات شست و شو می‌شوند. برگچه برگ حذف می‌شود و برگ‌ها به یک وزن ثابت ٦٠ درجه سانتی گراد خشک می‌شوند سپس تا کمتر از ۸۰ میکرومتر دفن می‌شوند. پودر باید در dessicator تا زمان آنالیز حفظ شود.

برای تعیین فسفر کل در برگ‌ها، ۵۰ میلی‌گرم از هر نمونه در بوته‌ها وزن خواهد شد و در دمای ۸۱۰ درجه سانتی‌گراد برای دو ساعت نگهداری می‌شود. بعد از خنک کردن، ۱۰ میلی لیتر از HNO_3 به دقت به نمونه‌های اضافه خواهد شد. بوته دوباره بر روی حمام شن تا زمانی که مایع شروع به جوش خوردن کند گرم می‌شود. بعد از خنک کردن، تعلیقات به صورت کمی به فلاسک‌های با حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر فیلتر می‌شوند، بوته‌ها و فیلترها به صورت کامل با آب مقطر شستشو داده شده، و فلاسک را تا دقیقا ۱۰۰ میلی‌لیتر پر می‌کنند.

غلظت فسفات در فیلترهای رسوبی و برگ‌های hydrolistate و هم چنین از نمونه‌های آب تعیین خواهد شد. غلظت‌های زیست محیطی دوباره با میلی‌گرم فسفر در هر گرم از رسوب یا نمونه برگ یا در هر لیتر در حالت نمونه‌های آبی اندازه‌گیری خواهد شد. به عنوان مثال، مقدار فسفر همچنین باید بر اساس مول بیان شود.

ضریب تجمع فسفر نسبت به غلظت فسفر در رسوب و برگ‌ها با استفاده از فرمولی که در ضمیمه آمده است محاسبه خواهد شد.

۵. سازماندهی داده‌ها

محاسبه داده‌ها

۱. تشکیل یک کاربرگ اطلاعاتی

۲. انتقال ارتفاع آب تعیین شده در فیلد کاری به ارتفاع بالای سطح دریا با توجه به ارتفاع داده برای ارتفاع جذر

۳. محاسبه پراکندگی طغیان رود از توپوگرافی و رژیم جزر، (توزیع فراوانی حداکثر ارتفاع جزر)

آنالیزها

۱. آنالیز تغییرپذیری در تکرارها

۲. انجام رگرسیون و آنالیز همبستگی بین آنالیز شیمیایی رسوبات و مواد گیاهی و شوری آب، pH و پراکندگی طغیان رود.

آزمایش‌های آماری

۱- آزمون t مستقل

۲. رگرسیون، همبستگی

رسم نمودارها

۱. آزمایش نمایش‌های گرافیکی نتایج

۲. رسم نمودارهای شمارنده و نمایش سه بعدی توپوگرافی تالاب

۳. قرار دادن واحدهای پوشش گیاهی در نمودارهای کنتور ارتفاع

٦. تجزیه و تحلیل نتایج

۱. ارزیابی این که در کدام دامنه از شوری یا پراکندگی‌های طغیان رودخانه رنج گیاهان از فسفر بیشتری در مقایسه با فسفر محتوی رسوب تشکیل شده است.

۲. موارد ذکر شده در بالا مانند تاثیر شوری، فیلتر شود و ارزیابی شود که آیا تمایلات خاصی در آن‌ها وجود دارد یا نه.

۳. آیا هیچ تفاوت درون گونه‌ای با توجه به محتوای فسفری گیاه در هر ایستگاه وجود دارد؟

٤. چگونه محتوای فسفر ماده گیاهی با تخمین زننده زیست توده مثل ارتفاع گیاه و یا dbh متفاوت بود.

۷. بحث

۱) کدام گونه گیاهی برای استخراج فسفر از آب‌های آلوده مناسب‌تر است ؟

۲) با در نظر گرفتن زیستگاه‌های توپوگرافی این گیاه، شما چگونه این تالاب را مدیریت می‌کنید تا کاهش میزان فسفر به حداکثر برسد ؟

۳) اگر بخواهید مجددا این آزمایش را انجام دهید، چه تغییراتی در آن ایجاد می‌کنید ؟

منابع

1. Cohen M.C.L., Lara R.J. 2003. Temporal changes of mangroves vegetation boundaries in Amazonia: application of GIS and remote sensing techniques. Wetlands Ecology and Management 11(4):223-231.
2. Cohen M., Lara R.J., Szlafsztein C.F., Dittmar T. 2004. Mangrove inundation and nutrient dynamics under a GIS perspective. Wetlands Ecology and Management 12:81-86.
3. Murphy J., Riley J.P. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Analytica Chimica Acta 27:31-36.
4. Zalewski M. 2000. Ecohydrology-the scientific background to use ecosystem properties as management tools toward sustainability of water resources. Guest Editorial in Ecological Engineering 16:1-8.

ANNEX

Formulas

1. Calculation of porewater salinity (**Ke** ‰)

$\mathbf{K_g}$ [‰] = $\mathbf{K_g}$ $\mathbf{(V_p+V_s)/v_p}$

Legend:

$\mathbf{K_g}$ [‰] - salinity of 1:5 extract

$\mathbf{V_p}$ [mL] - volume of water in fresh sample calculated out of %humidity and fresh weight of sample

$\mathbf{V_s}$ [mL] - volume of water which is added to fresh sample

$\mathbf{K_e}$ [%o] - calculated/true salinity of extract

2. Phosphorus accumulation coefficient (PAC).

$\mathbf{P_{AC}}$ in vegetation, **PACV = PL/PS**

PL = P in leaves or other vegetation parts

P S = P in sediments near the roots

P AC in sediment, **P ACS = PS/PW**

P S = P in sediments near roots and in vegetation free areas (compare)

PW = P in water flooding the station or in nearby creek

۱۹. آیا پوشش اراضی حوزه آبخیز می‌تواند به عنوان یک شاخص اثر انسانی بالقوه بر روی منابع آب مورد استفاده قرار گیرد؟

حوزه رودخانه ویستولا، لهستان

اهداف فصل

برای نشان دادن چگونگی استفاده از داده‌ها بر فعالیت‌های انسانی در حوضه برای مدیریت منابع آب.

اصل اکوهیدرولوژی: ۱- استفاده از بیوتا به عنوان شاخص‌های تأثیرگذار

مقدمه

موجودیت آب و کیفیت آب تابعی از فعالیت‌های انسانی در حوضه می‌باشد. افزایش شهری شدن، شیوه‌های کشاورزی متمرکز و صنعتی شدن برخی از فاکتورهای تشکیل دهنده برای کاهش کیفیت آب و تنوع زیستی می‌باشند. هر راه‌حلی برای مدیریت آب باید بر اساس دانش عمیق از فرایندهای اکوسیستم باشد و در مقیاس حوزه آبخیز از جمله محیط‌های خشکی و آبی کارایی داشته باشد.

به منظور اجرای مدیریت یکپارچه یک حوضه لازم است تا بیشتر حوضه‌های طبیعی را به منظور استفاده به عنوان شاخص شرایط آب مطلوب در یک ناحیه خاص شناسایی کنیم. استفاده از اطلاعات سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی انجام یک آنالیز مقایسه‌ای از زیر حوضه‌ها با استفاده از پوشش اراضی و دیگر منابع اطلاعاتی یا فعالیت‌های انسانی به عنوان شاخص‌هایی از تاثیر آنتروپوژنیک امکان‌پذیر است. متغییرهای شاخص بسیاری وجود دارد که می‌تواند برای آنالیز تاثیر فعالیت‌های انسانی بر منابع طبیعی یا شرایط زیست محیطی استفاده شوند. برخی از آنها حالت یا شرایط حوضه را سنتز می‌کنند در حالی که دیگر نقاط در راستای فشار انسانی بر منابع آب هستند. بسیاری از متغییرها در این راهنما برای نشان دادن یا آنالیز کیفیت آب یا شرط، محتوای کلروفیل، گونه‌های بیومس یا تنوع زیستی استفاده شده‌اند. در این فصل از متغییرهای مربوط به فعالیت‌های انسانی در حوضه‌هایی که فشار انسان بر منابع طبیعی است استفاده می‌کنیم. مهم است که اشاره کنیم که فشار انسانی مشابه ممکن است بر کیفیت آب بر اساس اکوسیستم‌های آبزی تاثیر بگذارد.

این آزمایش به نشان دادن ایده‌های اکوهیدرولوژی پایه کمک می‌کند: آنالیز اکولوژیکی یک حوضه، درک الگوی اکوسیستم و فرایندهای مربوط به در دسترس بودن آب و کیفیت آب بستگی دارد. برنامه‌ریزی بلند مدت برای کشاورزی، توسعه شهری و زیرساختی، باید در مقیاس‌های منطقه‌ای مورد ملاحظه قرار می‌گیرد.

شرح آزمایش

۱. تعریف کلی

برای آزمایش یک روش برای آنالیز اطلاعات سنجش از دور و دیگر منابع پیشنهاد شده و توسط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) پردازش شده است. ما از نرم افزار عمومی مانند اکسل و نرم افزار رایگان QGIS برای انجام محاسبات استفاده می‌کنیم. هدف مقایسه پوشش زمین و شدت فعالیت‌ها در مناطق مختلف به منظور شناسایی بخش‌های کم تاثیر گذارتر توسط فعالیت‌های انسانی مبنی بر پوشش زمین است. برای انجام آن، شاخص‌های زیست محیطی برای ترکیب کردن اطلاعات موجود برای هر منطقه توسعه داده و به کار برده شده است. این امر به ما اجازه می‌دهد تا درجه‌بندی حوضه را بر اساس تاثیر انسانی ارتقا دهیم. ویژگی‌های آب حوضه کمتر آسیب دیده ممکن است بعدا به عنوان استاندارد پارامترهای شرایط آب طبیعی استفاده شود.

ابتدا باید حوضه مطالعه و واحدهای آنالیز را تعیین کنیم، سپس باید شاخص‌های استفاده شده زمین را شناسایی کنیم و این اطلاعات را برای هر واحد به دست آوریم. بعد از

سازماندهی و استاندارد کردن داده‌ها، می‌توانیم شاخص‌های ترکیبی را محاسبه کنیم که به ما اجازه می‌دهند آنالیز مکانی را انجام دهیم.

۲. طرح آزمایش

روند با استفاده از یک مثال بر اساس اطلاعات الصاق شده در این راهنما بیان خواهند شد.

مرحله ۱. تعریف حوزه مورد مطالعه و واحدهای آنالیز

حوضه مطالعه می‌تواند یک ناحیه بزرگ تشکیل شده از چند زیر حوضه یا مناطق مشابه باشد که به عنوان واحدهای آنالیز استفاده می‌شوند. شکل ۱ یک منطقه بزرگ در مثال ما را نشان می‌دهد. سطحی حدود ۱۰۰۰۰۰ هکتار با بیش از ۱۰۰ واحد آنالیز دارد. روش زیر به ما اجازه می‌دهد تا یک درجه‌بندی از این واحدها را بر اساس درجه متاثر پتانسیل انسانی با استفاده از شاخص‌های زیست محیطی نشان دهیم.

مرحله ۲. تعریف شاخص‌های کاربری اراضی

کاربری اراضی یا شاخص‌های فعالیت‌ها متغییرهایی هستند که به استفاده‌های انسانی مربوط می‌شوند. متغیرهای بالقوه‌ی بسیاری وجود دارد که می‌تواند به عنوان شاخص‌هایی از فعالیت معین یا کاربری اراضی بر اساس اطلاعات موجود و دسترسی انتخاب شود. توصیفی از اهمیت آن در زیر آمده است.

کشاورزی، مزرعه‌داری و جنگلداری: تغییر پوشش اصلی زمین به دلیل افزایش سطح اختصاص داده شده به تولید محصولات، گاوداری یا گیاهان جنگلی می‌باشد. آن‌ها ممکن است مصرف آب یا رواناب را افزایش دهند و دینامیک‌های آب و موجودیت آن‌ها را اصلاح کنند. علاوه بر این، آن‌ها می‌توانند بر کیفیت آب به دلیل استفاده وسیع محصولات سموم گیاهی مانند قارچ‌کش‌ها یا آفت‌کش‌ها تاثیر بگذارند. برخی از شاخص‌های بالقوه به صورت زیر هستند:

- فعالیت کشاورزی: تناسب سطح زمین پوشش داده شده با محصولات یا تولید محصولات
- ترکیب سیستم کشاورزی و مزرعه‌داری: تناسب سطح زمین پوشش داده شده با مراتع یا محصولات یا تعداد گاوها/ تولید محصولات
- فعالیت مزرعه‌داری: تناسب سطح زمین پوشش داده شده با کشت و زرع درخت یا محصولات همیشگی یا تولید چوب/محصولات

تصویر ۱- کشاورزی فشرده (مزرعه سویبین) می‌تواند بر کیفت آب اثر بگذارد (عکس پریرا)

- جمعیت انسانی: تعداد و نرخ رشد جمعیت شاخص‌های مهمی از فشار انسانی مستقیم بر منابع طبیعی در یک منطقه معلوم هستند، هر دو به دلیل در خواست آب یا مخزن آب می‌باشند. شدت فشار انسانی به تعداد جمعیت و توزیع آن‌ها در منطقه بستگی دارد. برخی از شاخص‌های بالقوه به صورت زیر هستند:
- جمعیت کل: تعداد کل سکونتگاه‌ها در یک منطقه معین
- جمعیت روستایی: تعداد یا تناسب کل جمعیتی که در مناطق روستایی زندگی می‌کنند
- جمعیت شهری: تعداد یا تناسب کل جمعیتی که در مناطق شهری زندگی می‌کنند
- مراکز شهری، صنایع و زیرساخت‌ها: اکوسیستم‌های ساخته شده توسط بشر آنهایی هستند که توسط شهرها، جاده‌ها مناطق زندگی و صنعتی، زیر ساخت حمل و نقل، کانال‌های آب و... و حکفرما هستند. برخی از شاخص‌های بالقوه عبارتند از:
- مراکز شهری: کل مساحت (بر حسب هکتار) و یا نسبتی از زمین که با ساختمان و امکانات زیربنایی شهری و ساختمانی پوشیده شده است.
- تراکم جاده‌ای: طول سیستم راه‌ها به ازای مساحت سطح (کیلومتر بر کیلومتر مربع)

تصویر ۲- مراکز شهری (جمعیت شهری نزدیک به نواحی طبیعی) تصویر: ساراندون

تصویر ۳- توسعه زیرساخت‌ها می‌تواند بر دینامیک آب اثر بگذارد (تصویر: ساراندون)

• پوشش گیاهی طبیعی: پوشش گیاهی طبیعی شاخصی از ساختار اکوسیستم طبیعی و فرایندهای حفظ شده می‌باشد که عموما شاخص مهمی می‌باشند زیرا کار کردهایی از قبیل تغذیه کافی آبهای زیر زمینی، نگهداری ساختمان و خصوصیات خاک، حفظ آلاینده‌ها و مواد مغذی، تعدیل اثرات بارش‌های شدید، حفاظت از زیستگاه‌های حیات وحش و تنوع زیستی و غیره در اکوسیستم دارا هستند.

بعضی از شاخص‌های بالقوه موارد زیر می‌باشند:

مناطق حفاظت شده طبیعی: سطح یا نسبتی از زمین که جزو مناطق حفاظت شده طبیعی می‌باشند.

• پوشش جنگلی بومی: سطح زمینی یا بخشی از آن که توسط جنگل‌های طبیعی پوشیده شده‌اند.

تصویر ۴- علفزار طبیعی و پوشش گیاهی مدیریت شده در محیط‌های مرطوب (تصویر: ساراندون)

• آب و تالاب‌ها: اکوسیستم‌های آبی (مثل دریاچه‌ها و مرداب‌ها) و تالاب‌ها از عناصر مهم در کارکرد اکوسیستم‌های آبخیزی هستند. مخازن آب طبیعی، تغذیه آب زیرزمینی، حفظ مواد غذایی و عناصر غذایی، زیستگاهی برای ماهی‌ها و حیات وحش، حفظ تنوع زیستی، استفاده به عنوان مناطق تفریحی و تفرجگاهی و غیره.

بعضی از شاخص‌های بالقوه به شرح زیر هستند: تالاب‌ها و دیگر مناطق آبی (حوزه‌های آبی): سطح (مساحت بر هکتار) یا قسمتی از سطوح پوشیده شده به وسیله آب، تالاب‌ها و دیگر اکوسیستم‌های آبی

تصویر ۵- مخازن آبی برای دینامیک آب مهم هستند (تصویر: ساراندون)

تصویر ۶- تالاب محاط شده توسط پوشش طبیعی (تصویر: ساراندون)

برای این آزمایش دسته شاخص‌های زیر تعریف گردیده‌اند، جدول شماره یک از کد متغیر برای نام شاخص استفاده می‌کند، همچنین واحدها و اطلاعات را نشان می‌دهد.

جدول ۱- مجموعه‌ای از شاخص‌های مورد استفاده در آزمایش

ردیف	کد	نام	واحد	منبع
۱	AGR	فعالیت کشاورزی	نسبت	داده‌های سنجش از دور
۲	FAR	فعالیت زراعی	نسبت	داده‌های سنجش از دور
۳	TPOP	مجموع جمعیت	تعداد (ضرب در هزار)	داده‌های آمار برداری
٤	RDEN	تراکم جاده	کیلومتر بر کیلومتر مربع	داده‌های سنجش از دور
٥	IND	فعالیت صنعتی	تعداد	داده‌های آمار برداری
٦	NPA	نواحی طبیعی حفاظت شده	نسبت	داده‌های سنجش از دور

مرحله سوم: سازماندهی داده‌ها

اطلاعات گردآوری شده برای هر شاخص باید به شکلی که در فایل اکسل پیوست شده نشان داده شده است سازماندهی شوند (ejemplo.xls. Row Data)، که در این فایل هر ردیف مربوط می‌شود به یکی از ۱۱٤ واحد آنالیز و هریک از ستون‌ها نشانگر ٦ شاخص انتخاب شده‌اند. تمام این‌ها می‌توانند به عنوان شاخصی از فشار عوامل انسانی بر منابع طبیعی در نظر گرفته شوند (به عنوان مثال می‌توان با یک جمع ساده مقادیر هر واحد آنالیز این موضوع را نشان داد) هرکدام از این شاخص‌ها رابطه مثبتی با میزان فشار ناشی از عوامل و اقدامات انسانی دارند. مقادیر کم AGR، و یا TPOP به مقادیر کم عوامل تخریبی انسانی مربوط شده و برعکس. تنها استثناء NPA می‌باشد که در مورد آن مقادیر بالای NPA بیانگر آن است که نسبت بالاتر از سطوح منطقه تحت حفاظت می‌باشند. به منظور دیفرانسیل گرفتن از هرکدام از مقادیر هر واحد آنالیز، مقادیر NPA باید تبدیل شوند که این به آسانی با محاسبه نسبتی از مساحت که تحت حفاظت نیست انجام می‌گیرد. (1-NPA). این کار انجام شده و وارد ستون آخر فایل اکسل گردیده است.

ejemplo. Xls= NO-NPA

مرحله چهارم: استانداردسازی داده‌ها

به منظور بیان متغیرها یا واحدهای مشابه تا بتوان از مقادیر محاسبه شده دیفرانسیل گرفت، ما باید داده‌های خام را به داده‌های استاندارد تبدیل کنیم. ما از معادله یک استفاده کردیم.

معادله ۱

در اینجا

مقدار متغییر

مقدار حداقل

مقدار حداکثر

مثال : ردیف اول از شاخص کشاورزی (ستون دوم)

$\mathbf{X_i = (R_i - R_{min}) / (R_{max} - R_{min})}$
Where:
$\mathbf{R_i}$ - variable value
$\mathbf{R_{min}}$ - minimum value
$\mathbf{R_{max}}$ - maximum value
Example: 1th row of AGR indicator (second column)
$\mathbf{R_i}$ = 0,090
$\mathbf{R_{min}}$ = 0,012
$\mathbf{R_{max}}$ = 0,420
Xi = (0,090 – 0,012) / (0,420 – 0,012) = **0.191**

مرحله‌ی پنجم: محاسبه‌ی شاخص

X_1 برای مقدار معین برای هر کدام از واحدهای آنالیز که تحت تاثیر فعالیت انسانی است، می‌توان یك شاخص که از جمع مقدار همه‌ی شاخص‌ها می‌باشد را تعریف کرد. همچنین می‌توان این مقدار به دست آمده را به تعداد شاخص‌ها (تعداد=٦) تقسیم کرد تا میزانی بین ۰ و ۱ بدست آید (بیشینه و کمینه‌ی تاثیرات انسانی) از معادله عمومی دو استفاده شود.

معادله ۲

در اینجا

PHII شاخص اثر بالقوه انسانی

Wi وزن

Xi مقدار متغیر استاندارد شده

مثال : ردیف اول از ماتریس داده‌های استاندارد شده
$\mathbf{PHII=\Sigma w_i x_i}$
Where:
PHII - Potential Human Impact Index
$\mathbf{w_i}$ - weight
$\mathbf{x_i}$ - standardized variable value
Example: (first row in **ejemplo1.xls**;Standardized Data matrix)
(AGR + FAR + TOTPOP + RDENS + IND + NO-NPA)/ 6 = PHI (SIM W) (0.191 + 0.631 + 0.018 + 0.030 + 0.00 + 0.333) / 6 = 0.201

در این معادله ما از ضریب وزنی یکسان برای همه‌ی شاخص‌ها استفاده کردیم در صورتی که می‌توان به جای تقسیم بر شش برای هر کدام از شاخص‌ها ضریبی را در نظر گرفت.

اگر بخواهیم ترکیب متفاوتی از شاخص‌های مختلف را داشته باشیم می‌توانیم ضریب وزنی‌های مختلفی به هر کدام از شاخص‌ها بدهیم و در آخر بعد از ضرب شدن هر شاخص در ضریبش جمع داده‌ها تقسیم بر تعدادکل وزن‌ها یا ضریب‌ها می‌شود. همچنین می‌توانیم ضریب میزان فعالیت‌ها را ضریب بیشتری محاسبه کنیم

(TOTPOP = 0,25; RDENS = 0,20; and IND =0,25),
to obtain PHI (ACTIV) in column 10 of **ejemplo1.xls**
using the following equation:
0.191*0.10 + 0.631*0.10 + 0.018*0.25 + 0.030*0.20 +0.00*0.25 + 0.333*0.10 = **0,222**

شما می‌توانید ضرایب وزنی متفاوتی را برای هر کدام از شاخص‌ها در نظر بگیرید تا مقادیر متفاوتی از میزان تاثیرات فعالیت‌های انسانی را به دست بیاورید.

مرحله‌ی ششم: تحلیل مکانی

تحلیل مکانی یکی از مهمترین قسمت‌های این تمرین است. این کار به راحتی با تهیه‌ی نقشه‌ای که میزان فعالیت‌های انسانی بر روی آن مشخص باشد قابل انجام است.

ما به شما نشان می‌دهیم چگونه می‌توان چنین نقشه‌هایی را با استفاده از نرم‌افزار (Q-GIS) تهیه کرد. شما باید فایل EJEMPLO.XLS را بر روی رایانه شخصی خود کپی کنید. برای این‌که نتایج مربوط به محاسبات خود را بر روی نرم افزار به صورت تصویری در بیاورید می‌بایست فایل .WATERSHED DBF را باز کنید. مقدار محاسبه شده برای فی را از .ejemplo xls کپی کنید. مقادیر مشخص شده برای فی در این ستون باید به شکل مقدار ساده باشد. اگر میخواهد فی‌های (PHI) مختلفی را به شکل تصویری در آورید باید این مرحله را تکرار کنید.

٦/۱- دانلود و نصب نرم افزار Q-GIS برای رایانه شخصی

این نرم افزار را می‌توانید از سایت www.qgis.org دانلود و بر روی رایانه شخصی نصب کنید. بعد از نصب بر روی آیکون آن کلیك کنید تا پنجره‌ی نرم افزار برای شما باز گردد.

٦/۲- باز کردن و ذخیره‌ی پروژه‌ی کاری

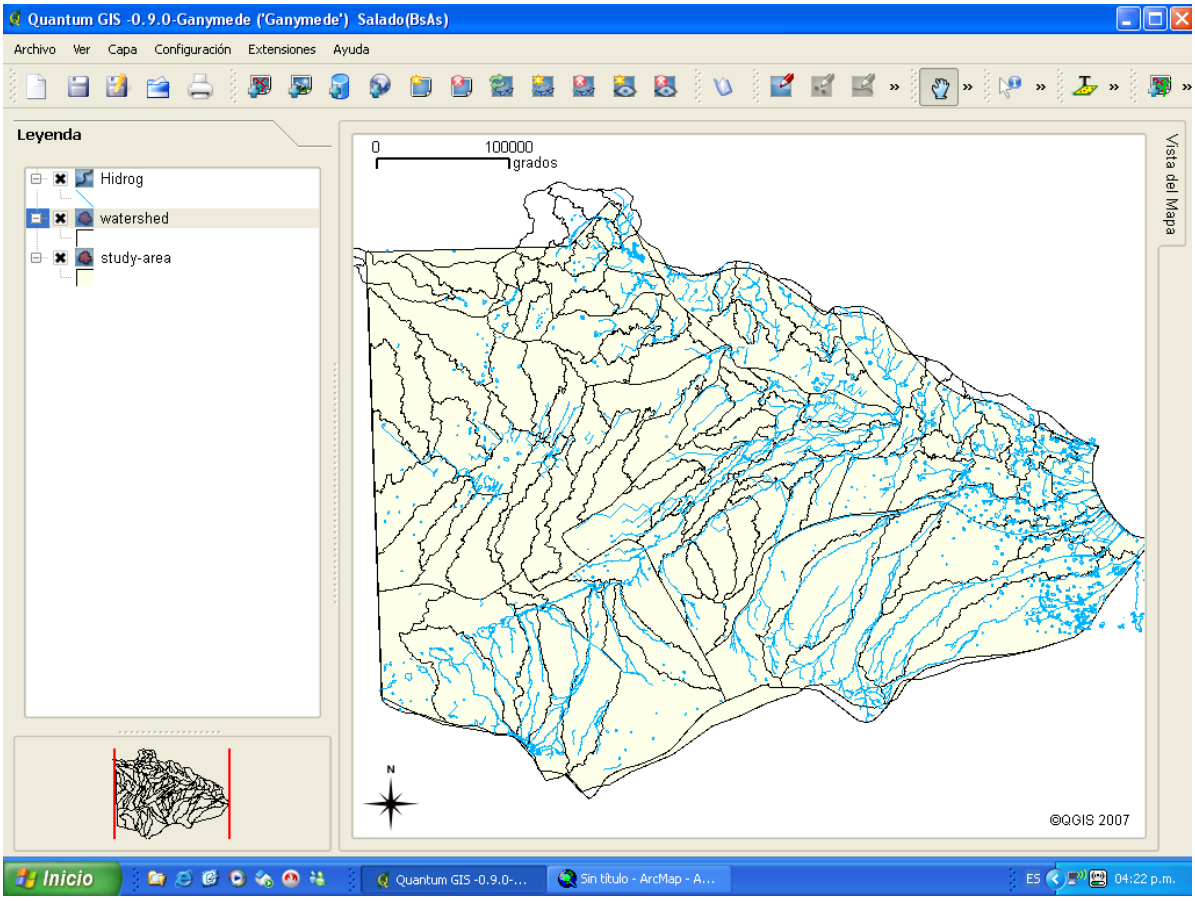
در پنجره‌ی نرم افزار گزینه‌ی open project را فشار

دهید. بعد از باز شدن salado.qgs را در پوشه‌ی ejemplo جستجو کنید.اگر با خطایی مواجه شدید گزینه‌ی ok را فشار دهید و فرآیند را از اول آغاز کنید.

۶/۳- نمایش دادن نقاط مورد مطالعه روی نقشه

شما می‌توانید نقشه‌ی هر قسمت با میزان حضور آب در آن منطقه و آنالیز سایر داده‌ها بر روی نقشه می‌بینید (شکل یك را مشاهده کنید).

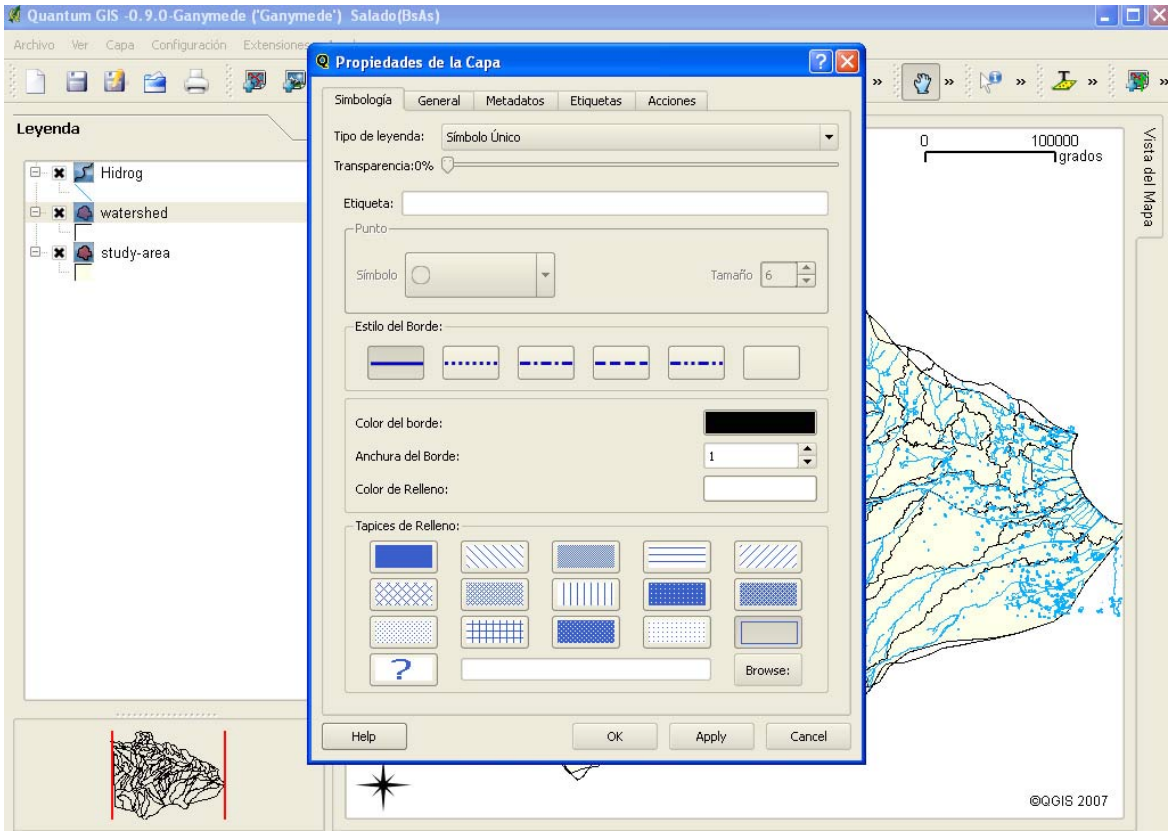
شما می‌توانید لایه‌ها و برچسب‌های سمت چپ را جابه جا کنید تا ترکیب نمایش دادن اطلاعات متفاوت شود.



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه؛ حوزه و زیر حوزه رودخانه سالادو (استان بوینس آیرس آرژانتین)

۶/۴- نمایش دادن شاخص PHI بر روی نقشه

شما می‌توانید اطلاعات مربوط به میزان تاثیر انسان‌ها در هر منطقه را نیز به صورت تصویری به نمایش در بیاورید (تصویر۲). برای به نمایش در آوردن اطلاعات روی نام watershed دو بار کلیك کنید. منوی خصوصیات باز خواهد شد. در آن بر روی graduated symbol کلیك کنید. طبقه‌بندی فی را در شماره‌ی پنج انتخاب کنید و گزینه‌ی classify را انتخاب کنید. رنگ مور نظر خود را برای هر کدام از کلاس بندی‌ها انتخاب کنید. نقشه‌ی جدید با واحدهای جدید و رنگ‌های جدید بر روی نمایشگر ظاهر خواهد شد.



شکل ۲- تجزیه و تحلیل مکانی از اثر بالقوه انسانی در حوزه و زیر حوزه رودخانه سالادو (بوینس آیرس آرژانتین)

۳) آنالیز نتایج و بحث

۱. با توجه به اندازه‌گیری شاخص فی (PHI)، کدام یك از واحدهای آنالیز شده بیشترین و کم‌ترین پراکنش را دارند ؟

۲. آیا آن‌ها با ضرایب وزنی مختلف، تفاوت خاصی را ایجاد می‌کنند ؟

۳. مهمترین اطلاعات تاثیرات انسانی، که بر روی کیفیت آب تاثیر می‌گذارد کدام است ؟

٤. یك یا دو متغیر را که بتوان به عنوان شاخص فعالیت‌های انسانی در نظر گرفت را بیابید.

٥. مهمترین تاثیر منطقه در نتیجه‌ی استفاده از آن کدام است (اطلاعات مربوط به توسعه روستاها و همچنین جمعیت شهری و گسترش صنایعرا بررسی کنید) ؟

منابع

1. Cendrero U. A. 1997. Indicators of sustainable development for decision making. Naturzale. 12:5-25.
2. Eastman J. R. 2001. IDRISI: Guide to GIS and Image processing. Vol.2. Clark Univrsity.
3. Gabellone N. A, Sarandón R., Claps C. 2003. Caracterización y zonificación ecológica de la cuenca del río Salado. In: Maiola et al. (eds). Inundaciones en el área pampeana. Editorial de la Universidad de La Plata Cap. 5:36.
4. Gallopin C. G. 1997. Indicators and their use: information for decision-making. In: B.
Moldan, S. Billharz (eds). Sustainability Indicators: report of the project on indicators of sustainable development. SCOPE, John Wiley & Sons, Ltd. 13-27 pp.
5. Hammond A. Adriaanse A., Rodenburg E., Bryant D., Woodward R. 1995. Environmental Indicators: A Systematic Approach to Measuring and Reporting on
Environmental Policy Performance in the Context of Sustainable Develop-ment. World Resource Institute. 43 pp.
6. Hunsaker C.T., Carpenter D.E. (eds.). 1990. Ecological Indicators for the Environmental Monitoring and Assessment Program. EPA 600/3-90/060. US Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Research Triangle Park, NC.
7. Mckenzie D. H., Hyatt D.E., McDonald V.J. (ed.). 1992. Ecological Indicators. Vol. 1 & 2.
Elsevier Applied Science, London, New York. 1565 pp.
8. Moldan B., Billharz S., Matravers R. (eds). 1997. Sustainability Indicators: A report on the project on indicators of sustainable development. SCOPE 58. John Wiley & Sons. England. 415 pp.
9. Quantum GIS Project. 2004. User and Installation Guide. Version 0.9.0 'Ganymede'. Internet: http://www.qgis.org.
10. Treweek J. 1999. Ecological Impact Assessment. Blackwell Science LTD., Oxford. 351 pp.
11. Zalewski M. 2000. Ecohydrology-the scientific background to use ecosystem properties as management tools toward sustainability of water resources. Guest Editorial in Ecological Engineering 16:1-8.

ضمیمه

۱- پوشه ejemplo1

۲- فایل ejemplo.xls

۳- برنامه (Q- GIS qgis_setup0.9.0.26_10_2007.exe http://www.qgis.org)

۲۰. یک آزمایش برای ارزیابی اکولوژیکی مصب‌ها یا آب‌های دریایی

مصب گواریانا، پرتغال

اهداف فصل

برای تشریح یک برنامه پایش اکولوژیکی ساده برای آب‌های ساحلی و مصبی. تشکیل گروه‌های اندازه سلولی جلبک مختلف برای مجموع بیومس فیتوپلانکتونیک کلی از اندازه‌گیری‌های دوره‌ای مواد مغذی و غلظت‌های پیگمنت فتوسنتیک در آب‌های سطحی به دست می‌آید.

اصل اکوهیدرولوژی: ۱- استفاده از بیوتا به عنوان شاخص‌های مؤثر

مقدمه

تغییر جریان‌های آب شیرین در مناطق مصبی و ساحلی بر متغییرهای مانند شوری و زمان‌های ماندگاری مواد غذایی تاثیر می‌گذارد و می‌تواند بر عملکرد اکوسیستم‌های دریایی و موجودیت منابع تاثیر بگذارد. در این زمینه اکوهیدرولوژیکی، کوپلینگ محیط زیست-فیتوپلانکتون نزدیک انجمن‌های فیتوپلانکتونی خلیجی را یک شاخص خوب از اختلالات انسانی یا نوسانات طبیعی در شرایط زیست محیطی رودخانه و آب‌های خلیجی می‌کند. غلظت‌های مواد غذایی و برآوردهای بیومس‌های فیتوپلانکتون متغییرهای پایه برای ارزیابی رژیم اکولوژیکی اکوسیستم‌های ساحلی می‌باشند. علاوه بر این، طیف اندازه فیتوپلانکتون به صورت نزدیکی به سطوح چایگاه غذایی بالاتر بستگی دارد. از این رو این متغییرها می‌توانند برای ایجاد وضعیت اکولوژیکی توده‌های آب دریایی استفاده شوند.

شرح آزمایش

۱. توصیف کلی

ویژگی‌های شیمیایی یا بیوشیمایی آب دریایی حداقل انتظار می‌رود برای دو نقطه/ایستگاه برای شرایط محیطی مختلف مقایسه شود. متغییرهای آب‌های دریایی که باید اندازه‌گیری شوند از جمله غلظت‌های ریز مغذی و اندازه سلول فیتوپلانکتون گروه‌بندی شده به دست آمده از غلظت‌های پیگمنت علامت زده شده می‌باشد. غلظت‌های فسفات، سیلیکات، نیترات و آمونیوم می‌تواند با استفاده از واکنش مناسب کیت یا آنالیزور خودکار و تکنیک‌های طیف سنجی تعیین شود. بعد از فیلترسازی نمونه کلروفیل a استخراج می‌شود و به صورت طیفی اندازه‌گیری می‌شود. در نهایت HPLC برای جداسازی و اندازه‌گیری پیگمنت‌های بازاری لازم است.

۲. طرح آزمایش

اولین مرحله انتخاب دو ایستگاه نمونه‌برداری مجزا از توده‌های آب است. ایستگاه‌های نمونه‌برداری که باید در فواصل مختلف منابع غذایی قرار گیرند، آزمایش می‌تواند در طول یک سال با حداکثر فیتوپلانکتون انجام شود، مثلا در بهار.

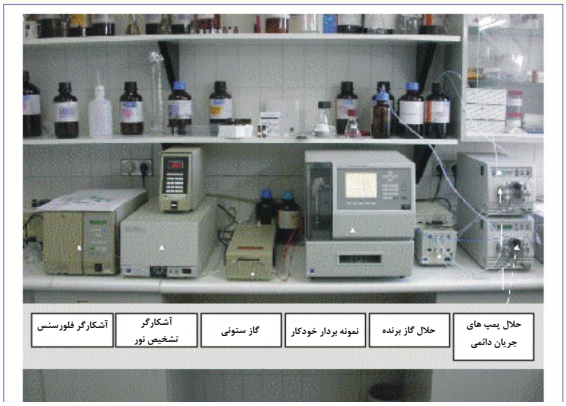
روش دیگر، یک ایستگاه خلیجی تنها می‌تواند در چندین عمق در مدت بهار اندازه‌گیری شود. نمونه‌های آب ۲/۵ باید ۲ تا ۳ بار در هفته، و در یک زمان مشخص برای تمام روزهای نمونه برداری جمع‌آوری شوند.

از یک بطری نمونه‌برداری اقیانوس شناسی برای جمع‌آوری نمونه‌های آب سطحی و/ یا نمونه‌ها از عمق‌های مختلف استفاده کنید. نمونه‌ها را تحت شرایط خنک و تاریک تا زمان رسیدن به آزمایشگاه نگهداری کنید. بعد از نمونه‌برداری از آب اولین مرحله قبل از آنالیزهای آب فیلتر کردن نمونه‌ها از طریق یک فیلتر مناسب است. چون تمام روش‌های شیمیایی و بیوشیمیایی متداول به مواد لازم درخواست همیاری یک آزمایشگاه شیمیایی دریایی برای روش‌های آنالیز و موانع ایمنی آزمایشگاهی نیاز دارد. غلظت مواد مغذی. تعیین غلظت‌های

ریز مواد غذایی در آب دریای فیلتر شده، به طور عمده نیترات، آمونیوم، فسفات و سلیکات ساخته می‌شود. تعدادی از روش‌های مکانیزه یا دستی می‌تواند برای آنالیز ریز مواد غذایی استفاده شود. مهم است که در نظر داشته باشیم که برخی از روش‌ها و مواد برای آب زیر زمینی مناسب نیست، اما تنها برای تحلیل آب‌های شیرین مناسب است.

کلروفیل a. تعدادی روش برای اندازه‌گیری Ch a وجود دارد. می‌تواند در داخل بدن با متوسط یک فلومتر کالیبره کافی انجام شود، یا می‌تواند با فیتوپلانکتون در فیلتر فیبر شیشه‌ای از یک گنجایش آب دریای مشخص، استخراج کلروفیل و اندازه‌گیری Chl تعیین شود. روش دو محقق اندازه‌گیری جذب در چندین طول موج از هر دو استخراج کلروفیل را نشان داد. استخراج با اضافه کردن دو قطره از HCL 0.1 N به cuvette طیف سنج اسیدی شد. اندازه‌گیری جذب بعد از نمونه اسیدی شده یک مرحله لازم برای اصلاح انحراف به دلیل حضور فئوپیگمنت است. این روش برای آب‌های رودخانه و دریایی پیشنهاد شده است. برای اندازه‌گیری کلروفیل a معادله ۱ در ضمیمه را مشاهده کنید.

پیگمنت‌های تشخیصی (DP، معادله ۳ و ٤ ضمیمه را ببینید). پیگمنت استخراجی از یک فیلتر تلفون ۰/۲ میکرومتری فیلتر کنید. جداسازی پیگمنت‌های فتوسنتیک به HPLC نیاز دارد. در این نقطه لازم است برای کالیبره کردن یک آزمایشگاه شیمی دریایی را درخواست کنیم، زیرا روش‌های HPLC به مهارت شخصی نیاز دارد. تحلیل خروجی HPLC یک کروماتوگرام گرافیکی است که در آن تعدادی پیک برای پیگمنت‌های مختلف قرار می‌گیرد، غلظت‌های پیگمنت از طول و عرض چنین پیگمنت‌هایی به دست می‌آید. SI (شاخص اندازه سلول) می‌تواند برای هر نمونه با استفاده از فرمول بریساد به دست آید.



۳. مواد و تجهیزات

الف) مواد و تجهیزات برای نمونه‌برداری آب و آنالیز

- پوشش: چکمه‌های ضد آب، ژاکت ضد آب، استفاده از دستکش‌های مناسب و عینک‌های محافظ برای تمام کارهای آزمایشگاهی. دستکاری مواد به دقت
- مجرای مناسب برای به دست آوردن ایستگاه‌های نمونه‌برداری
- بطری نمونه‌برداری اقیانوس شناسی
- سردخانه
- لوازم تجهیزات پمپ و خلا برای فیلتر کردن آب دریا
- فیلترهای GF/C
- لوله‌های آزمایش و لوله‌های سانتریفیوژ
- مواد لازم برای آنالیز مواد مغذی ریز به در دسترس بودن تجهیزات و روش انتخابی بستگی دارد.
- مانند مورد آنالیزهای ریز مغذی، مواد لازم برای تعیین کلروفیل به روش انتخابی بستگی دارد، به عنوان مثال، برای اندازه‌گیری در داخل بدنیک فلورمتر کالیبره شده لازم است، به بیان دیگر اگر کلروفیل a باید استخراج شود، موادی مانند فیلترها، حلال‌ها و غیره لازم است.
- HPLC برای مواد لازم است و برای کمک به آزمایشگاه شیمی دریایی درخواست می‌شود.

ب) آنالیز داده‌ها

- رایانه
- نرم افزار
- نرم افزار کشیدن نمودار
- نرم افزارهای آماری

ج) اطلاعات ایمنی

قبل از رفتن برای نمونه‌گیری حتما پیش بینی‌های آب و هوا را چک کنید. وقتی که چکمه‌های ضد آب به پا ندارید وارد آب-های عمیق یا قایق نشوید. با دست‌های مرطوب وسایل الکتریکی را لمس نکنید. در هنگام استفاده از کلیه وسایل برقی نکات ایمنی را رعایت کنید.

٤) سازماندهی داده‌ها

داده‌ها را در جدولی ساده مانند آنچه که در ضمیمه آمده‌است دسته‌بندی کنید.

آنالیزهای پایه آماری

تمام داده‌ها شامل ۱۰ آب مختلف است که در هر کدام ۱۲ فاکتور اندازه‌گیری شده است. نکته‌ی اصلی این آنالیز این است که بدانیم کدام آب‌ها از نظر کمیت و کیفیت متفاوتند. و همچنین سایر فاکتورهای تاثیر گذار را نیز بیابیم تا بتوانیم با کمک آن‌ها نمودارهای مختلفی رسم کنیم. آزمون آماری همبستگی برای یافتن ارتباط بین فاکتورهای شیمیایی، بیو شیمیایی و اکولوژیکی مناسب است.

رسم نمودارها

سه دسته نمودار مختلف می‌تواند شرح آزمایش را نشان دهد. دو نمودار اول تفاوت و ارتباط فاکتورهای آزمایش را در همه نمونه‌ها نشان می‌دهد. نمودار همبستگی می‌تواند به کشف رابطه‌ها بیشترین کمک را بکند.

٥) آنالیز نتایج و بحث

۱. آیا تغییراتی در غلظت مواد مغذی یا کلروفیل در طول زمان آزمایش مشاهده شد ؟

۲. آیا می‌توان نمونه‌ها را بر اساس محل نمونه‌گیری یا عمق آب گروه‌بندی کرد ؟

۳. مهمترین فاکتورهای که باعث تشکیل دو نمودار اول می‌شوند چیست ؟

٤. رابطه‌ی بین مواد مغذی و کلروفیل چیست ؟

٥. رابطه‌ی بین مواد مغذی و جمعیت فیتوپلانکتون‌ها چیست ؟

٦. آیا ارتباطی بین اندازه‌ی فیتوپلانکتون‌ها و غلظت ماده‌ی مغذی در محیط وجود دارد ؟

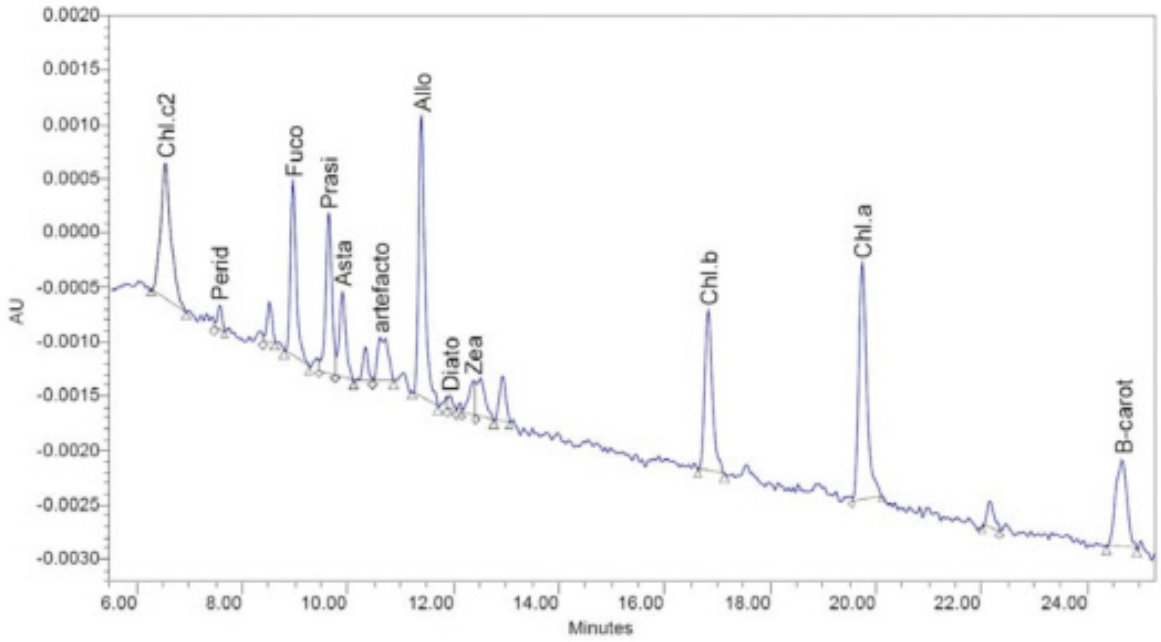
منابع

1. Aminot A., Rey F. 2000. Standard procedure for the determination of chlorophyll a by spectroscopic methods. ICES TIMES. 17 pp.
2. Bricaud A., Claustre H., Ras J., Oubelkheir K. 2004. Natural variability of phytoplanktonic absorption in oceanic waters: Influence of the size structure of algal populations. Journal of Geophysics Research 109:. C11010, doi: 10.1029/2004JC002419.
3. Estevez. E.D. 2002. Review and assessment of biotic variables and analytical methods used in estuarine inflow studies. Estuaries 25: 1291-1303.
4. Grasshoff K., Ehrhardt M., Kremling K. (eds). 1983. Methods of Seawater Analysis 2nd edition. Verlag Chemie, Weinheim. Germany..
5. Mueller J.L., Bidigare R.R., Trees C., Dore J., Karl D., van Heukelem L. 2003. Ocean optics protocols for satellite ocean color sensor validation, Revision 4, Volume V: Biogeochemical and bio-optical measurements and data analysis protocols. NASA/TM-2003-211621 / Rev4-Vo l.V.
6. Sieburth J., Smetacek V., Lenz J. 1978. Pelagic ecosystem structure: Heterotrophic compartments of the plankton and their relationship to plankton size fractions. Limnology and Oceanography 23:1256-1263.
7. Vidussi F., Claustre H., Manca B.B., Luchetta A., Marty J-C. 2001. Phytoplakton pigment distribution in relation to upper thermocline circulation in the eastern Mediterranean sea water during winter. Journal of Geophysics Research 106:19939-19956.

ضمیمه

SAMPLE INFORMATION

Sample Name:	27516 RPAP(B) 27.04.07 1L	Acquired By:	System
Sample Type:	Unknown	Date Acquired:	5/22/07 9:08:04 AM
Vial:	2	Acq. Method Set:	Fluorescencias mas Diadino
Injection #:	1	Date Processed:	5/22/07 9:38:21 AM
Injection Volume:	100.00 ul	Processing Method:	450b
Run Time:	30.0 Minutes	Channel Name:	Extract 450.0
Sample Set Name:	220507	Proc. Chnl. Descr.:	PDA 450.0 nm



PDA	واحدها	مقدار	ارتفاع	درصد مساحت	مساحت	RT		
Ch.c2 (Std.13)	میلی‌گرم/لیتر	۰/۰۱٤	۱۲٤۷	۱۱/٥٤	۱٦۷۹۷	٦/٥۲٤	Ch.c۲	۱
	میلی‌گرم/لیتر	۰/۰۰۳	۲۱۸	۰/۹۳	۱۳٦۰	۷/٥٥۸	Perid	۲
Fucoxanthin	میلی‌گرم/لیتر	۰/۰۱۷	۱٦۰٥	۸/٦۷	۱۲٦۲٦	۸/۹٤۳	Fuco	۳
	میلی‌گرم/لیتر	۰/۰۱٦	۱٤۷٦	۸/۱۷	۱۱۸۹۷	۹/٦۲۲	Prasi	٤
Violax	میلی‌گرم/لیتر	۰/۰۱۲	۷۷۸	٤/٦۲	٦۷۳۰	۹/۸۸۰	Asta	٥
	میلی‌گرم/لیتر		۳۹۳	۳/۸٥	٥٦۳۰	۱۰/٥۹۹	artefacto	٦
Alloxanthin	میلی‌گرم/لیتر	۰/۰۱٦	۲٥۸۳	۱٤/۷۷	۲۱٥۱۱	۱۱/۳۷٤	Allo	۷
	میلی‌گرم/لیتر	۰/۰۰۲	۱۳۲	۰/٤۹	۷۰۸	۱۱/۹۲۰	Diato	۸
	میلی‌گرم/لیتر	۰/۰۰٤	۳۲٦	۲/۲۷	۳۳۰۱	۱۲/۳٦۸	Zea	۹
Chl b	میلی‌گرم/لیتر	۰/۰٥٦	۱٤۷۷	۱۰/٤۱	۱٥۱٥۲	۱٦/۸۰۷	Chl.b	۱۰

۲۱. سیتوژنتیک صدف‌ها به عنوان شاخص احتمالی فاجعه زیست محیطی

Ruditapes decussatus

اهداف فصل

برای نشان دادن اینکه ناهنجاری‌های سیتوژنتیکی در گونه‌های صدف می‌تواند به عنوان شاخص‌سلامت محیط زیست در نظر گرفته شود.

اصل اکوهیدرولوژی: ۱- تبیین و تعریف فرایندها و تهدیدها

مقدمه

درصد زیادی از آلاینده‌های انسانی آزاد شده در محیط زیست دریایی از gentoxic، سرطان‌زا و ماده جهش زا تشکیل شده‌اند. قرار گرفتن در معرض چنین آلاینده‌ها ممکن است منجر به پدیده‌ای به نام اختلالات کاریوتایپ مانند آنیوپلوییدی شود. استفاده از ارگانیزم‌های آبزی، مانند صدف‌ها به عنوان گونه‌های سنتینل، برای ارزیابی زیست محیطی محل، یک روش قابل قبول گسترده برای شناسایی خطرات اکوسیستم و بهداشت انسان می‌شود. در DNA و سطوح کروموزم‌ها، بی‌مهرگان دریایی انواع مشابه لازم آسیب ناشی شده را بیان می‌کنند به طوری که در ارگانیزم‌های بالاتر یافت شده است. یک علاقمندی جدید در وضعیت کروموزومال یا سیتوژنتیک گونه‌های مختلف صدف‌ها توسط اهمیت آسیب اکولوژیکی موارد مطالعه شده به وجود آمده است. اختلالات کارئوتایپ لازم مانند آنیوپلوییدی در صدف‌های در معرض شیمیایی قرار گرفته مشاهده شده است چه این مواد شیمیایی توسط انسان باشد یا به صورت طبیعی. یک محقق نشان داد که سطح آنیوپلییدی در جنین ساعتی میتیلوس فرود از نسل پدر مادر از یک داک آلوده شامل مخزن‌های ارگانیک و فلزهای سنگین بیشتر است. آنالیز سیتوژنیک هم چنین حضور نئوپلازی در بافت گوشت ماهی با غلظت‌های بافت جمع شده فلز دنبال شده را نشان داد. Polyploidy هم چنین اخیرا در سیژن Anodonta صدف ماهی تازه در معرض محیط زیست آلوده قرار گرفته شده نشان داده شده است. در مطالعه اخیر یک شکاف کروموزمی در صدف‌ها برای اولین بار، در cockle Cerastoderma edule در آلودگی‌های از خلیج گالیسیایی، مشاهده شده است که از آلودگی هیدروکربن‌ها بعد از نشت نفت prestige رنج می‌برد.

شرح آزمایش

۱. توصیف کلی

هدف از این کار تعیین نقش هنجاری‌های کروموزومی بعنوان شاخص هشدار سلامت محیط‌زیست با استفاده از تعداد اندکی گونه صدف انتخاب شده می‌باشد. به این منظور نمونه‌هایی از یک گونه صدف محلی باید حداقل از دو مکان نمونه‌برداری مجزا جمع‌آوری شود: الف) یک نوع دست نخورده ب) نوع دوم شواهدی از حضور انسان و یا دیگر آلودگی‌ها وجود داشته باشد. به منظور انتخاب هر دو سایت نمونه‌برداری باید مرور کتابخانه‌ای کامل از داده‌های زیست محیطی موجود انجام شود.

۲. مواد و تجهیزات

الف) تجهیزات نمونه‌برداری

- ابزارهای جمع‌آوری صدف و انتقال آن به آزمایشگاه
- پوشاک: چکمه‌های ضد آب، ژاکت ضد آب

ب) آزمایش‌های درون آزمایشگاه

- آکواریوم
- پمپ پریستالیک
- مواد کالبد شکافی
- پیپت

- صفحه‌ی گرما دهنده
- میکروسکپ و دوربین فیلم‌برداری
- اسلاید
- مواد رنگ‌آمیزی
- معرف‌ها: کلشیسین، سدیم سیترات، استیک اسید و اتانول و گیمسای خالص

ج) آنالیز داده‌ها

-کامپیوتر

-نرم افزار ویرایش عکس

۳) شرح آزمایش

آماده‌سازی کروموزوم

کلیه حیوانات نمونه‌گیری شده از محل A و B (از هر گونه‌ای از صدف‌ها) باید یك شب ۸ الی ۹ ساعت در کلشیسین ۰/۰۰۵ درصد در آب دریا نگهداری شوند (تصویر ۱).

تصویر ۱- انکوباسیون در کلشیسین شبانه

سپس دستگاه تنفسی بیرون آورده می‌شود و به مدت ۳۰ دقیقه در سدیم سیترات ۰/۰۹ درصد قرار می‌گیرد. سپس مواد باید در محلول تازه آماده‌ی الکل و استیك اسید (نسبت ۱ به ۳) با سه غلظت متفاوت و هرکدام بیست دقیقه فیکس شوند. آبشش‌های فیکی شده سپس در استیك اسید ۵۰ درصد قرار می‌گیرند. تهیه‌ی اسلاید باید در محیط مناسب و تحت تکنیك هوای خشك انجام بپذیرد (تصویر شماره ۲).

تصویر ۲- تکنیک خشک کردن هوا برای آماده‌سازی اسلایدهای کروموزمی با استفاده از گرمایش پلاک

در همه‌ی محلول‌های به دست آمده توسط تجزیه قبلی در ارتفاع تقریبا ۳۰ سانتی متری صفحه‌ی داغ قرار داده شوند. مواد روی اسلاید به هم خواهند چسبید و سپس آب اضافی را به آرامی تخلیه کنید.

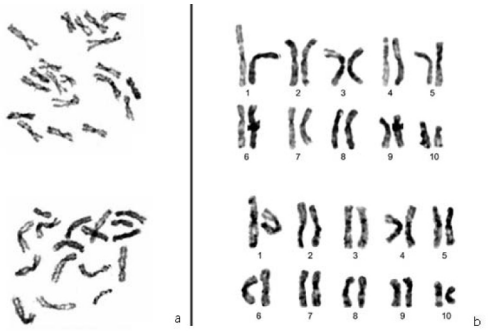
مشاهده زیر میکروسکپ و تصویر نگاری

اسلایدی که قرار است زیر میکروسکپ دیده شود می‌بایست با گیمسای ٤ درصد، اسیدیته ٦/٩ به مدت ده دقیقه رنگ‌آمیزی شود. وقتی که اسلاید آماده شد ما قادر خواهیم بود هسته‌های اینترفیز و متافیز را مشاهده کنیم. مرحله‌ی متافیز دو گونه جدا شده از محل A و B می‌بایست جداگانه توسط دوربین تصویربرداری شود (تصویر شماره ۳).

تصویر ۳- مشاهده میکروسکپی اسلایدها با دوربین جفت شده

٤) سازماندهی داده‌ها

عکس‌های گرفته شده می‌بایست به نرم افزار ویرایش عکس‌ها منتقل شود. ابتدا کروموزوم‌ها باید شمرده شوند تا تعداد دوگانه هر متافیز به دست آید. کاریوتایپ متافیز کروموزوم‌های هر دو نمونه‌ی گرفته شده از دو محل می‌بایست با مرتب کردن کروموزوم‌ها بر اساس اندازه و ویژگی‌های شکل شناسی صورت بگیرد (شکل ۱).



شکل ۱- نمونه‌ای از متافاز (الف) و کاریوتیپ (ب) دو گونه صدف

٥) آنالیز داده‌ها

آنالیز کاریوتیپ دو گانه‌ی گونه‌های مختلف جمع‌آوری شده از دو محل به این منظور صورت می‌گیرد که به سوالات زیر جواب دهد:

- آیا تعداد کروموزوم‌های دوگانه پیدا شده درست و مناسب بود و یا اینکه شاهد کم یا زیاد بودن تعداد کروموزوم‌ها بودیم ؟
- سعی کنید بفهمید که کدام جفت کروموزوم‌ها کم شده‌اند و وجود ندارند.
- سعی کنید ترتیب دیگری برای قرار گرفتن کروموزوم‌ها پیدا کنید از نمونه‌های قبلا انجام شده استفاده کنید.
- سعی کنید رابطه‌ی کروموزوم‌ها از نظر شکل و اندازه با محیطی را که از آن نمونه‌گیری شدند بیابید

٦) بحث

نتایج بدست آمده از این آزمایش را با سایر آزمایش‌ها مقایسه کنید.

منابع

1. Barsiene, J., Lovejoy, D.B. 2000. Environmental Genotoxicity in Klaipeda Port Area. Internat. Rev. Hydrobiol. 85, 663-672.
2. Baršiene, J., 1994. Chromosome set changes in molluscs from highly polluted habitats. In: Genetics and evolution of aquatic organisms (AR Beaumont, ed) Chapman and Hall, London, 344-447.
3. Bouilly, K., Leitão, A., McCombie, H., Lapègue, S., 2003. Impact of atrazine on aneuploidy in Pacific oysters, Crassostrea gigas. Environmental Toxicology and Chemistry 22, 219-223.
4. Bouilly, K., McCombie, H., Leitão, A., Lapègue, S. 2004. Persistence of atrazine impact on aneuploidy in Pacific oysters, Crassostrea gigas. Marine Biology 145, 699-705.
5. Carrilho J., Leitão A., Vicente C. and Malheiro I. 2008. Cytogenetics of Anodonta cygnea (Mollusca:Bivalvia) as possible indicator of environmental adversity. Estuarine Coastal and Shelf Science, 80: 303–306
6. Dixon, D.R., 1982. Aneuploidy in mussel embryos Mytilus edulis L..originating from a polluted dock. Mar. Biol. Lett. 3, 155–161.
7. Leitão A., Chaves R., Santos S., Guedes-Pinto H. and Boudry P. 2004. Restriction Enzyme Digestion Chromosome banding in Crassostrea gigas, Crassostrea angulata, Ostrea edulis and Ostrea conchaphila. Comparative karyological analysis within Ostreidae. Genome 47: 781-788.
8. Leitão A., Chaves R., Joaquim S., Matias D., Ruano F. and Guedes-Pinto H. 2008. Supernumerary chromosomes on Southern European populations of the cockle Cerastoderma edule: Consequence of environmental pollution? Estuarine Coastal and Shelf Science, 79: 152-156.
9. Sokolowski, A., Wolowicz, M., Hummel, H., Smolarz-Gorska, K., Fichet, D., Radenac, G., Thiriot-Quiévreux, C., Namiesnik, J., 2004. Abnormal features of Macoma balthica (Bivalvia) in the Baltic Sea: alerting symptoms of environmental adversity? Marine Pollution Bulletin 49 (1-2), 17-22.
10. Thiriot-Quiévreux, C., Ayraud, N., 1982. Les caryotypes de quelques espèces de bivalves et gastéropodes marins. Marine Biology 70, 165-175.

ضمیمه

فرهنگ لغات

ALGAE: میکروسکپی، معمولا بی‌هسته، گیاهان

ALLOCHTHONOUS : جاندار ارگانیك جاندارانی که از محیط مجاور به اکوسیستم آبی وارد می‌شود.

ANAEROBES: جانداری که در محیط بی‌هوازی زندگی میکند و واکنش‌های انرژی‌زایی در بدنش نیاز به اکسیژن ندارد.

AUTOCHTHONOUS: ساخته شده از پیکره آبی.

BIOASSESSMENT: استفاده از جانداران و گیاهان منطقه برای ارزیابی شرایط محیطی و مشاهده‌ی کیفیت منطقه.

IODEGRADATION: تخریب تدریجی یک ماده ناشی از فعل و انفعالات طبیعی یا دستکاری‌های بیولوژیکی.

BIOMANIPULATION: تغییرات بیولوژیکی انجام شده در اکوسیستم به منظور افزایش کیفیت آب منطقه.

BIOMASS: تعداد جاندار زنده در یك سطح یا یك حجم. مواد ارگانیك همچنین گیاهانی که برای سوخت استفاده می‌شوند.

BIOTOPE: جمعیت کل گونه‌هایی که در یك منطقه زندگی می‌کنند.

BLOOMS: غلظت زیاد بیومس فیتوپلانکتونی.

BUFFER: منطقه‌ی شعاعی اطراف یك پهنه جغرافیایی (نقطه، خط، ناحیه).

CASCADING EFFECT: انتقال تغییرات از مرحله‌ی بال به پایین‌تر

CHELATING: توانایی تشکیل ساختار مولکولی حلقه‌ای و به دام انداختن یك یون فلزی در آن و در نتیجه‌ی آن کم شدن فعالیت.

CYANOBACTERIA: گروهی از فیتوپلانکتون‌ها، گروهی از آن‌ها که توانایی تولید سم را دارا می‌باشند.

CYANOTOXINS: سم‌هایی که توسط سیانو باکتری‌ها ترشح می‌شوند، هپاتو توکسین، نوروتوکسین، درماتو توکسین و ال پی اس باکتری.

DATA MODEL: دستوری برای سازماندهی اطلاعات محیطی.

DATABASE: فایل رایانه‌ای شامل اطلاعات.

DENITRIFICATION: فرایند بیولوژیکی تبدیل نیتروژن اکسیژن‌دار به نیتروژن گازی.

DENITRIFYING BACTERIA: باکتری‌هایی که از مسیرهای متابولیسمی مختلف از نیترات محیط استفاده می‌کنند.

DIATOMS: گروهی از جلبك‌ها که دیواره‌ی سیلیکاتی دارند.

DIGITIZE: وارد کردن اطلاعات جغرافیایی به نرم افزارهای رایانه‌ای.

DINOFLAGELLATES: گروهی از فیتوپلانکتون‌ها که دارای تاژك می‌باشند.

ECOLOGICAL INTEGRITY: وضعیت جانداران زنده و غیر زنده موجود در آب.

ECOREGIONS: محدوده‌ای که بر اساس اقلیم، شکل زمین، پتانسیل طبیعی پوشش گیاهی، خاك هیدرولوژی و دیگر متغییرهای اکولوژیکی مرتبط یکسان دسته‌بندی شده است.

ECOTONE: محلی که یك اکوسیستم به اکوسیستم دیگر تبدیل می‌شود.

EFFICIENT INFILTRATION: میزان آبی که از محل غیر اشباع به آب‌های زیر زمینی می‌پیوندد.

EH: اکوهیدرولوژی

ELISA: آزمایشات دقیقی برای شناسایی مکمل‌های مخصوص یك آنتی بادی.

EUTROPHICATION: افزایش غلظت شیمیایی ماده‌ای در اکوسیستم و یا پاسخ اکوسیستم به افزایش بیش از حد مواد طبیعی یا مصنوعی در یک محیط آبی.

GEOREFERENCE: ارتباط بین داده‌های رستری و مختصات جغرافیایی.

GREEN ALGAE: گروهی از جلبک‌ها که معمولا غذای خوبی برای زئوپلانکتون‌ها می‌باشند.

HPLC: روشی برای اندازه‌گیری میزان مواد مختلف موجود در محلول.

IN SITU: واقع در محل اصلی یا واقع در محیط.

IN VIVO: واقع در جاندار زنده.

INFILTRATION: محلی که در آن سرعت آب به مقدار قابل توجهی کم می‌شود لذا مقداری از مواد محلول در خود را به جا می‌گذارد.

INTERPOLATION: پیش‌بینی بر اساس اطلاعات جمع‌آوری شده در یك منطقه‌ی خاص.

KRIGING: یک تکنیک درون‌یابی بر پایه تئوری سمیواریوگرام.

MODEL: خلاصه و نمونه‌ای از واقعیت

MULTIMETRIC APPROACHES: آزمایشاتی که از نتایج و ویژگی‌های مختلفی برای نتیجه‌گیری استفاده می‌کند.

NON-POINT SOURCE POLLUTION: آلودگی وارد شده به محیط‌های آبی از منابع مختلف و غیر نقطه‌ای.

NUTRIENT CONCENTRATION: مقدار ماده‌ی مغذی موجود در محیط که جاندار زنده قادر به استفاده از آن است.

NUTRIENT LOAD: مقدار ماده‌ی مغذی که از طریق رودخانه وارد آب می‌شود.

NUTRIENTS: ماده‌ی شیمیایی که برای نیازهای رشد متابولیسم و نگه‌داری یك موجود زنده مورد نیاز است.

PHOSPHATASE: گروهی از آنزیم‌ها که فسفات را از ترکیبات شیمیایی جدا می‌کنند.

PHYCOCYANIN: رنگدانه ساخته شده از نور که در درون سیانو باکتری‌ها وجود دارد.

PHYTOEXTRACTION: از بین رفتن یك ماده‌ی شیمیایی توسط گیاهان.

PHYTOPLANKTON: مواد جلبکی پلانکتون‌ها.

PHYTOREMEDIATION: از بین رفتن آلودگی توسط سیستم طبیعی گیاهان.

PLANKTON: همه‌ی ارگانیسم‌های شناور در همه‌ی محیط‌های آبی.

POINT SOURCE POLLUTION: آلودگی وارد شده به آب‌ها توسط ریزش‌های غلیظ.

RETENTION TIME: میانگین حجم و جریان توده‌ی آبی.

SHOAL: تعداد زیادی از ماهی‌ها که در یك گروه با هم شنا می‌کنند.

STABILIZATION: فرآیندی که طی آن حرکت یك سم شیمیایی کم می‌شود.

SURFACE RUNOFF: جریان سطحی ناشی از بارندگی، حمل ذرات خاک، مواد مغذی و آلودگی‌ها به یک سیستم آبی.

WATER BALANCE: حد تعادل کلیه آب‌هایی که به درون اکوسیستم راه پیدا می‌کنند یا از آن خارج می‌شوند.

WATER DEFICIT: تفاوت بین میزان تبخیر و میزان کل آب ذخیره شده.

WETLAND: محلی که به صورت طبیعی وجود دارد یا به شکل مصنوعی ساخته می‌شود، به صورت دائمی یا موقتی تحت تاثیر سیل قرار میگیرد که می‌تواند به عنوان یك محل تخلیص آب یا تغذیه شناخته شود. خالص شدن آب توسط انجام فرایندهای بیولوژیکی و همچنین توسط جانداران زنده موجود در آب صورت می‌گیرد و براساس میزان گیاهان موجود و آب شناخته می‌شوند.

BOOK STRUCTURE

The chapters of this book present 21 experiments dealing with the major and more frequent causes of degradation of aquatic ecosystems, as eutrophication, toxic algal blooms, chemical contamination, removal of native vegetation and biodiversity loss, occurring at the entire river basin, from upstream riverine systems until downstream estuarine and coastal ecosystems.

Each experiment is assigned to one of the three Ecohydrology principles: eg, to Principle I - chapter on the "Effects of nutrient and light enrichment on phytoplankton growth"; to Principle II – "May bivalves be used to control toxic algae blooms?" and to Principle III – "Regulation of biotic feedbacks by hydrology: top-down effects".

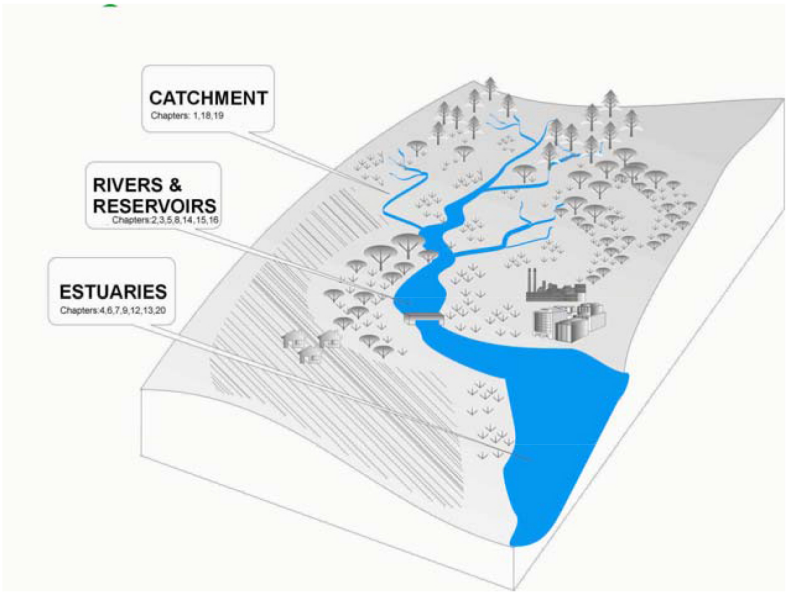


Figure 1- *Chapters distribution according to different aquatic ecosystems: catchment, reservoirs, rivers and estuaries.*

Each chapter is organized in an introduction – explaining how the proposed experiment may contribute, in practical terms, for solving the degradation of aquatic ecosystems, in the light of the EH approach; a general description of the experiment – indicating the materials and equipments needed to develop the experiment, in the field (sampling material), laboratory and data analysis required; an experimental design section – providing a detailed description of the experiment and indicating and explaining all steps needed for the development of the experiment; a data organization section –guiding in the organization of the data in formats to be used in statistical analysis and graphical design; a data analysis section – guiding the students in the analysis of the clues to find the most relevant outcomes from the experiment; and a discussion section – formulating the questions for students to reply based on the analysis of the results and in the light of the Ecohydrology approach.

INTRODUCTION

Aquatic ecosystems are under increasing pressure worldwide. Increasing urbanization, intensive agriculture practices and industrialization are some of the factors contributing to water quality degradation and biodiversity loss.

Cumulatively, climate changes are affecting hydrologic cycles and will pose in the near future more problems to water quantity and quality, in different world regions.

Aquatic ecosystems are very dynamic and are changing fast. Alien species are spreading very fast and threatening biodiversity. Rivers, estuaries and coastal areas are affected by reservoirs and dams. Consistent trend of human migration toward coastal regions increase stress and degradation on estuaries and coastal areas.

All the existing facts and the forecast scenarios call for integrated solutions for water quality and quantity sustainability. Solutions must be based on a deep knowledge of ecosystem processes and functioning. Ecohydrology is a scientific concept applied to environmental problem-solving. It quantifies and explains the relationships between hydrological processes and biotic dynamics at a catchment scale. The concept, developed by the UNESCO International Hydrologic Programme (IHP) and the Man and Biosphere Programme (MAB), is based upon the assumption that sustainable development of water resources is dependent on the ability to restore and maintain evolutionary established processes of water and nutrient circulation and energy flows at the basin scale. Using ecosystem properties as a management tool enhances carrying capacity of ecosystems against human impact. This approach is supported by a profound knowledge of ecosystems functioning, as a basis for twinning the interplay between hydrologic and ecological factors, in order to increase ecosystems robustness and resilience to anthropogenic impacts.

The notion that water quality and biodiversity can be controlled by managing hydrologic parameters, as residence times or freshwater discharge volumes, or biological parameters, as the presence of riparian vegetation or filter feeders, an that integration with existing infrastructures can be made in a synergetic way, are novel approaches to water sciences.

The Ecohydrology approach considers three principles that are expressed in sequential components:

1. **Hydrological**: The quantification of the hydrological cycle of a basin, should be a template for functional integration of hydrological and biological processes.

2. **Ecological**: The integrated processes at river basin scale can be steered in such a way as to enhance the basin's carrying capacity and its ecosystem services.

3. **Ecological engineering**: The regulation of hydrological and ecological processes, based on an integrative system approach, is thus a new tool for Integrated Water Basin Management and Integrated Costal Management.

This book provides suggestions of practical experiments for addressing different water problems and demonstrates that long-lasting Ecohydrology solutions - based on a deep understanding of the contribution of hydrological and ecological variables to a healthy ecosystems functioning - can be implemented successfully with low costs interventions, in different aquatic ecosystems.

PREFACE

Aquatic ecosystems are under increasing pressure due to human activities and changing natural phenomena. Addressing water quality and quantity issues is a crucial matter for human existence and biodiversity conservation. Water ecosystems are used as sources and sinks by a large number of similar activities occurring worldwide. Thus, similar water problems and degradation can be related to similar causes, having similar consequences in different world aquatic ecosystems.

Ecohydrology provides the tools to deal with aquatic ecosystems degradation. Ecohydrology is based on a holistic approach to aquatic ecosystems that integrates hydrology and biology for finding the most adequate solutions for the benefit of society and ecosystems. Ecohydrology is a recent science and its application worldwide is growing particularly since "Ecohydrology for Sustainability" was established as one of the five pillars of the 7th Phase of the International Hydrologic Program of UNESCO.

Aiming to contribute to the dissemination of the Ecohydrology concept in different types of aquatic ecosystems, this book proposes a series of practical experiments, mostly requiring non-sophisticated laboratory equipment and conditions. The experiments proposed will provide to the water science students a practical knowledge of the methods to identify, analyse and design solutions to water and biodiversity degradation. The student will be guided to analyse and discuss the results of the experiment and draw her/his own conclusions. For further discussion, questions or suggestions readers may use the book webpage www.icce.com.pt/ehstudents.guide

We are most grateful to the many colleagues that, from around the world, contributed with their knowledge and experience to make this book possible.

Special acknowledgment is due to Dr. Philippe Pypaert, from UNESCO-BRESCE, who enthusiastically supported the development and dissemination of the Ecohydrology concept since its beginning.

By doing this book we hope to contribute to the creation of a broad vision of the processes occurring at the river basin including coastal regions, mastering the linkage between systems and comprising all the aspects of the water cycle that will allow students and water professionals to develop the integrated ecohydrology based solutions to restore, sustain and improve water quality and biodiversity in OUR aquatic ecosystems.

The Editors

PREFACE

Ecohydrology as an interdisciplinary science emphasizes the interaction between ecosystems and hydrological processes. One of the most important aims of this field in dry ecosystems and watersheds is to provide new theoretical frameworks and practical approaches to understand the complex interactions and feedbacks between vegetation and hydrological flow at different scales from a single species to different vegetation types and different landscapes. Ecohydrology is an approach to understanding how hydrological and ecological processes relate to each other and subsequently how ecological components of the ecosystem affect hydrological processes and their trends.

Ecohydrology studies typically focus on understanding the relationship, interaction and feedbacks between hydrological flows and ecosystem processes and how they emerge. In dry ecosystems (such as savanna, forests, and rangelands) is emphasized on the interactions between vegetation, land surface, ventilation area, and groundwater. Whereas in water ecosystems (such as rivers, lakes and wetlands), ecohydrology study highlights the chemical properties of water, geomorphology and hydrology. As the plant is a key component in the hydrology cycle, therefore, the investigation of the relationship between water and plant is the main focus of this science. On the other hand, we know that plants need water for their survival, so the distribution, composition, and structure of plant communities are directly affected by spatial patterns of access to water.

In order to sustainable water management and solving the multidimensional issues around it, the solution cannot be limited to one scientific method. Therefore, the development of ecohydrology science is a new approach in environmental science that promotes the integration of hydrology and ecology for the sustainable management of water resources. The development of the ecohydrology concept reflects the urgent need to develop and implement new and cost-effective methods to improve water sustainability in the face of increasing pressure on freshwater resources. In general, ecohydrology should provide appropriate ways to obtain positive feedbacks between the environment, water resources and society. A key element of this science is the use of a «low-cost and high-tech» solution to improve the carrying capacity of ecosystems against human stresses to implement technical solutions in order to achieve sustainable watershed management of the river.

The translators of this book have tried to provide comprehensive and practical information on ecohydrology to audiences including undergraduate, postgraduate, and doctoral students, faculty members of universities, institutes and research centers, experts and specialists who work in executive and management institutions and organizations of the Ministry of Energy, Ministry of Agriculture, Ministry of Interior, Meteorological Organization, Department of Environment and other relevant government agencies and consulting engineers companies.

Ali Arvahi

National Project Manager at Conservation of Iranian Wetlands Project

Luis Chícharo
Iwona Wagner
Maria Chicharo
Małgorzata Łapińska
Maciej Zalewski

PRACTICAL EXPERIMENTS GUIDE FOR ECOHYDROLOGY

University of Algarve
Faculty of Marine and Environmental Sciences
Campus de Gambelas
8005-129 - Faro, Portugal
www.ualg.pt

Centro de Ciências do Mar do Algarve
University of Algarve
Campus de Gambelas
8005-129 - Faro, Portugal
www.ccmar.ualg.pt

ICDE
INTERNATIONAL CENTRE FOR COASTAL ECOHYDROLOGY
University of Algarve
Campus de Gambelas
8005-129 - Faro, Portugal
www.icce.com.pt

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
ERCE
European Regional Centre for Ecohydrology
Under the auspices of UNESCO
International Institute
Polish Academy of Sciences
European Regional Centre for Ecohydrology
under the auspices of UNESCO
3, Tylna Street, 90-364 Lodz, Poland
www.erce.unesco.lodz.pl

University of Lodz
Department of Applied Ecology
12/16, Banacha Street, 90-237 Lodz, Poland
www.biol.uni.lodz.pl/~kes

UNESCO Regional Bureau for Science and Culture in Europe
(BRESCE)
Palazzo Zorzi, Castello 4930 30122, Venice, Italy
veniceoffice@unesco.org
http://portal.unesco.org

UNESCO International Hydrological Programme
Division of Water Sciences
1, rue Miollis 75732, Paris Cedex 15, France
http:// www.unesco.org/water/ihp/
IHP