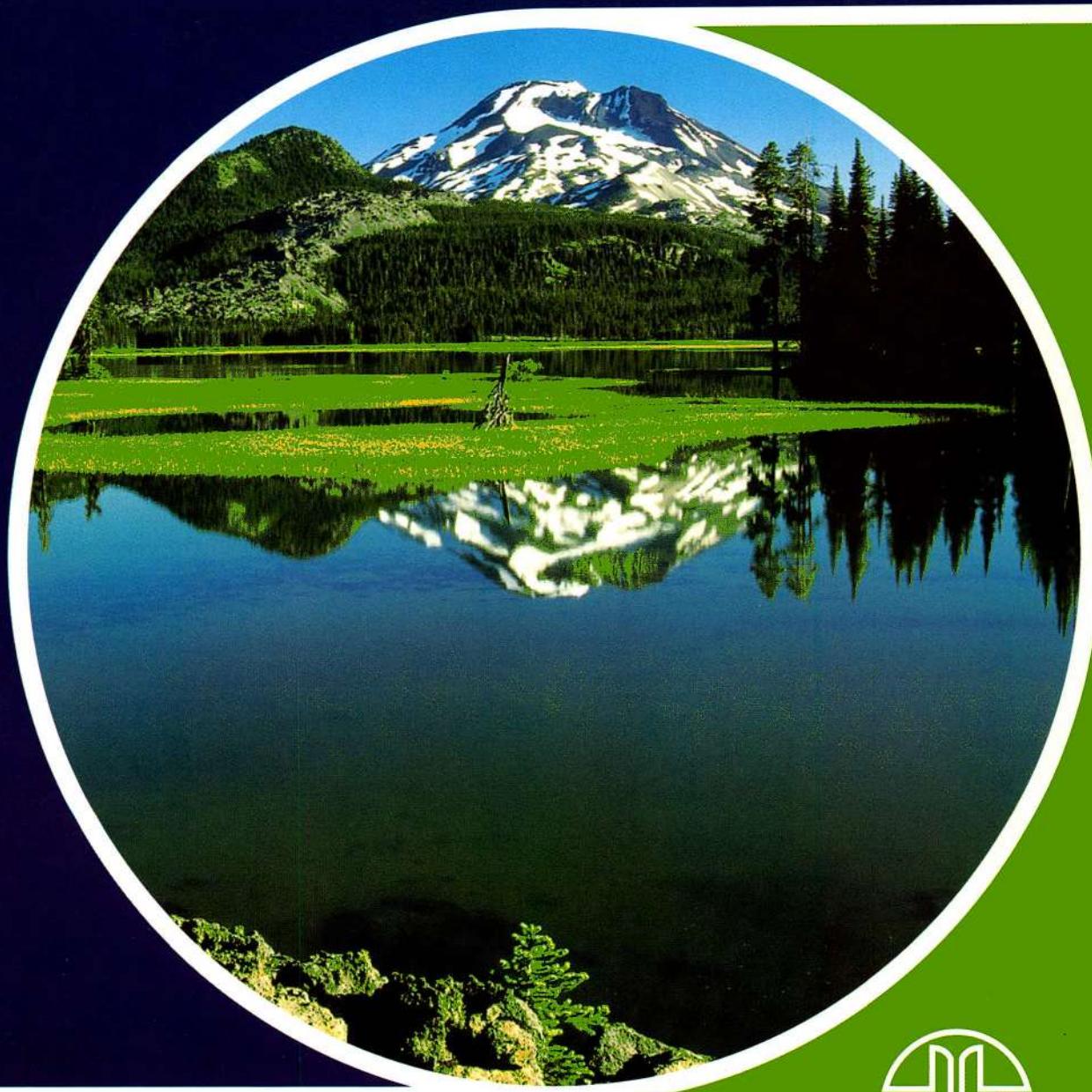


# راهنمای احیای دریاچه‌های کم عمق تغذیه‌گرا



ترجمه  
دکتر برهان ریاضی

سازمان حفاظت محیط زیست  
معاونت آموزش و پژوهش





تقدیم به

منجس عالم بشریت مهدوی موعود (عج)

# راهنمای احیای دریاچه های کم عمق تغذیه گرا

ترجمه: دکتر برهان ریاضی

سروشناسه: ماس، برایان، ۱۹۴۳ م

Moss, Brian

عنوان و نام پدیدآور: راهنمای احیای دریاچه های کم عمق تقدیه گرا / برایان ماس، جین مجوبیک، جفری فیلیپس؛ ترجمه برهان ریاضی  
مشخصات نشو: تهران: سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۸۶  
مشخصات ظاهری: ز ۱۴۰ صفحه، مصور (رنگی)، جدول، نمودار  
شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۶۰۶۵-۷  
وضعیت فهرست نویسی: فیپا  
یادداشت: عنوان اصلی:  
موضوع: دریاچه ها - اروپا - احیا - نمونه پژوهی  
شناسه افزوده: مجوبیک، جین  
شناسه افزوده: Madgwick, Jane  
شناسه افزوده: فیلیپس، جفری  
شناسه افزوده: Philips, Geoffrey  
شناسه افزوده: ریاضی، برهان، ۱۳۲۷ - مترجم  
شناسه افزوده: سازمان حفاظت محیط زیست  
ردۀ بنده کنگره: ۱۳۸۶ ۳ ۲۱۳۸۶ م/۴۰۹  
ردۀ بنده دیوبی: ۶۲۷/۱۴  
شماره کتابشناسی ملی: ۱۱۳۷۵۶۶

## انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست - معاونت آموزش و پژوهش

نام کتاب: راهنمای احیای دریاچه های کم عمق تقدیه گرا

مترجم: دکتر برهان ریاضی

ویراستار: اکرم کریمی

صفحه آرایی: حسن بابایی

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: راستین

کارشناسان چاپ و نشر: فرید علیایی، لیلا اسحاقی

چاپ اول: بهار ۱۳۸۷

شمارگان: ۳۰۰۰ نسخه

قیمت: ۵۲۵۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۶۰۶۵-۷

سایت سازمان حفاظت محیط زیست: [www.environment.ir](http://www.environment.ir)

کلیه حقوق چاپ برای سازمان حفاظت محیط زیست محفوظ است.

## فهرست مطالب

<table border="0"> <tbody> <tr> <td>۴۲</td> <td>تغذیه گرایی در دریاچه های کم عمق - حالتها جایگزین</td> <td>۶</td> <td>مقدمه مترجم</td> </tr> <tr> <td>۴۶</td> <td>محدوده مواد مغذی برای حالتها جایگزین</td> <td>۷</td> <td>پیشگفتار</td> </tr> <tr> <td>۴۷</td> <td>تغییر وضعیت های پیش برنده</td> <td>۹</td> <td>راهنمای استفاده از این کتاب</td> </tr> <tr> <td>۵۰</td> <td>تغییر وضعیت معکوس</td> <td>۹</td> <td>چه کسی به این راهنمای نیاز دارد؟</td> </tr> <tr> <td>۵۱</td> <td>نابودی نی های باتلاقی و لاله های آبی</td> <td>۱۰</td> <td>پیامدهای تغذیه گرایی</td> </tr> <tr> <td>۵۲</td> <td>پرشدن</td> <td>۱۰</td> <td>نقش و حدود کاربرد این راهنمای</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>۱۲</td> <td>ترتیب فصول این کتاب</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;"><b>فصل سوم</b></td> </tr> <tr> <td>۵۵</td> <td>بازسازی و ترمیم</td> <td></td> <td><b>فصل اول</b></td> </tr> <tr> <td>۵۵</td> <td>بازسازی</td> <td>۱۷</td> <td>چگونگی کارکرد دریاچه ها</td> </tr> <tr> <td>۵۷</td> <td>چرا بازسازی؟</td> <td>۱۷</td> <td>مواد محلول در آب</td> </tr> <tr> <td>۵۸</td> <td>چه چیزی باید بازسازی شود؟</td> <td>۱۸</td> <td>نیتروژن و فسفر</td> </tr> <tr> <td>۵۸</td> <td>تعیین تاریخچه دریاچه با استفاده از رسوبات</td> <td>۲۰</td> <td>حوزه های آبریز و حالتها غذایی</td> </tr> <tr> <td>۶۰</td> <td>تعیین اهداف</td> <td>۲۳</td> <td>ریخت سنجی</td> </tr> <tr> <td>۶۰</td> <td>به حداقل رساندن تنوع</td> <td>۲۳</td> <td>نور و رقابت بین فیتو پلانکتونها و گیاهان آبی</td> </tr> <tr> <td>۶۲</td> <td>دو اصل</td> <td>۲۴</td> <td>کناره های باتلاقی و منطقه ساحلی</td> </tr> <tr> <td>۶۲</td> <td>اهداف کنترل مواد مغذی</td> <td>۲۷</td> <td>رسوبات و چرخه مواد مغذی</td> </tr> <tr> <td>۶۳</td> <td>تعیین منابع مغذی موجود و امکان کنترل آنها</td> <td>۲۸</td> <td>چرخه مواد مغذی در بسترها گیاهی</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>۳۰</td> <td>کنترل رشد جلبکی</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;"><b>فصل چهارم</b></td> </tr> <tr> <td>۶۷</td> <td>استراتژی کلی برای بازسازی دریاچه های کم عمق تغذیه گرا</td> <td>۳۰</td> <td>جانورانی که از جلبک های پری فیتو پلانکتونی</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>۳۰</td> <td>تغذیه می کنند</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>۳۲</td> <td>تغذیه کنندگان از فیتو پلانکتونها</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>۳۳</td> <td>ماهیان تغذیه کننده از دافنی ها</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>۳۳</td> <td>مفهوم پناهگاه</td> </tr> <tr> <td>۷۱</td> <td>مراحل استراتژی</td> <td>۳۳</td> <td>در حال تعادل...</td> </tr> <tr> <td>۷۱</td> <td>(۱) کشف و حذف تغییر وضعیت پیش برنده</td> <td>۳۳</td> <td>چرا کنندگانی که از خود گیاهان تغذیه می کنند</td> </tr> <tr> <td>۷۱</td> <td>تجدید ساختار گذشته</td> <td>۳۳</td> <td>پرندگان، پستانداران و ماهیها</td> </tr> <tr> <td>۷۱</td> <td>طرح پرسشهایا</td> <td>۳۵</td> <td>تغییر و بی نظمی</td> </tr> <tr> <td>۷۲</td> <td>شوری</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>۷۲</td> <td>علف کشها</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>۷۳</td> <td>پرندگان و دیگر علفخواران معرفی شده</td> <td>۳۹</td> <td><b>فصل دوم</b></td> </tr> <tr> <td>۷۳</td> <td>ماهیان مخرب</td> <td></td> <td>چگونه دریاچه ها بوسیله فعالیتهای</td> </tr> <tr> <td>۷۴</td> <td>آفت کشها</td> <td>۳۹</td> <td>انسانی تغییر می یابند</td> </tr> <tr> <td>۷۴</td> <td>اطمینان از عدم وجود مکانیسمهای تغییر وضعیت</td> <td>۴۰</td> <td>فاضلاب</td> </tr> <tr> <td></td> <td>پیش برنده قبل از شروع عملیات بازسازی</td> <td>۴۲</td> <td>کشاورزی</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>تغذیه گرایی</td> </tr> </tbody> </table>	۴۲	تغذیه گرایی در دریاچه های کم عمق - حالتها جایگزین	۶	مقدمه مترجم	۴۶	محدوده مواد مغذی برای حالتها جایگزین	۷	پیشگفتار	۴۷	تغییر وضعیت های پیش برنده	۹	راهنمای استفاده از این کتاب	۵۰	تغییر وضعیت معکوس	۹	چه کسی به این راهنمای نیاز دارد؟	۵۱	نابودی نی های باتلاقی و لاله های آبی	۱۰	پیامدهای تغذیه گرایی	۵۲	پرشدن	۱۰	نقش و حدود کاربرد این راهنمای			۱۲	ترتیب فصول این کتاب	<b>فصل سوم</b>				۵۵	بازسازی و ترمیم		<b>فصل اول</b>	۵۵	بازسازی	۱۷	چگونگی کارکرد دریاچه ها	۵۷	چرا بازسازی؟	۱۷	مواد محلول در آب	۵۸	چه چیزی باید بازسازی شود؟	۱۸	نیتروژن و فسفر	۵۸	تعیین تاریخچه دریاچه با استفاده از رسوبات	۲۰	حوزه های آبریز و حالتها غذایی	۶۰	تعیین اهداف	۲۳	ریخت سنجی	۶۰	به حداقل رساندن تنوع	۲۳	نور و رقابت بین فیتو پلانکتونها و گیاهان آبی	۶۲	دو اصل	۲۴	کناره های باتلاقی و منطقه ساحلی	۶۲	اهداف کنترل مواد مغذی	۲۷	رسوبات و چرخه مواد مغذی	۶۳	تعیین منابع مغذی موجود و امکان کنترل آنها	۲۸	چرخه مواد مغذی در بسترها گیاهی			۳۰	کنترل رشد جلبکی	<b>فصل چهارم</b>				۶۷	استراتژی کلی برای بازسازی دریاچه های کم عمق تغذیه گرا	۳۰	جانورانی که از جلبک های پری فیتو پلانکتونی			۳۰	تغذیه می کنند			۳۲	تغذیه کنندگان از فیتو پلانکتونها			۳۳	ماهیان تغذیه کننده از دافنی ها			۳۳	مفهوم پناهگاه	۷۱	مراحل استراتژی	۳۳	در حال تعادل...	۷۱	(۱) کشف و حذف تغییر وضعیت پیش برنده	۳۳	چرا کنندگانی که از خود گیاهان تغذیه می کنند	۷۱	تجدید ساختار گذشته	۳۳	پرندگان، پستانداران و ماهیها	۷۱	طرح پرسشهایا	۳۵	تغییر و بی نظمی	۷۲	شوری			۷۲	علف کشها			۷۳	پرندگان و دیگر علفخواران معرفی شده	۳۹	<b>فصل دوم</b>	۷۳	ماهیان مخرب		چگونه دریاچه ها بوسیله فعالیتهای	۷۴	آفت کشها	۳۹	انسانی تغییر می یابند	۷۴	اطمینان از عدم وجود مکانیسمهای تغییر وضعیت	۴۰	فاضلاب		پیش برنده قبل از شروع عملیات بازسازی	۴۲	کشاورزی				تغذیه گرایی	<table border="0"> <tbody> <tr> <td>۶</td> <td>تغذیه گرایی در دریاچه های کم عمق - حالتها جایگزین</td> <td>۶</td> <td>مقدمه مترجم</td> </tr> <tr> <td>۷</td> <td>محدوده مواد مغذی برای حالتها جایگزین</td> <td>۷</td> <td>پیشگفتار</td> </tr> <tr> <td>۹</td> <td>تغییر وضعیت های پیش برنده</td> <td>۹</td> <td>راهنمای استفاده از این کتاب</td> </tr> <tr> <td>۹</td> <td>تغییر وضعیت معکوس</td> <td>۹</td> <td>چه کسی به این راهنمای نیاز دارد؟</td> </tr> <tr> <td>۱۰</td> <td>نابودی نی های باتلاقی و لاله های آبی</td> <td>۱۰</td> <td>پیامدهای تغذیه گرایی</td> </tr> <tr> <td>۱۰</td> <td>پرشدن</td> <td>۱۰</td> <td>نقش و حدود کاربرد این راهنمای</td> </tr> <tr> <td>۱۲</td> <td></td> <td>۱۲</td> <td>ترتیب فصول این کتاب</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;"><b>فصل سوم</b></td> </tr> <tr> <td>۱۷</td> <td>بازسازی</td> <td></td> <td><b>فصل اول</b></td> </tr> <tr> <td>۱۷</td> <td>چرا بازسازی؟</td> <td>۱۷</td> <td>چگونگی کارکرد دریاچه ها</td> </tr> <tr> <td>۱۸</td> <td>چه چیزی باید بازسازی شود؟</td> <td>۱۸</td> <td>مواد محلول در آب</td> </tr> <tr> <td>۲۰</td> <td>تعیین تاریخچه دریاچه با استفاده از رسوبات</td> <td>۲۰</td> <td>نیتروژن و فسفر</td> </tr> <tr> <td>۲۳</td> <td>تعیین اهداف</td> <td>۲۳</td> <td>حوزه های آبریز و حالتها غذایی</td> </tr> <tr> <td>۲۳</td> <td>به حداقل رساندن تنوع</td> <td>۲۳</td> <td>ریخت سنجی</td> </tr> <tr> <td>۲۴</td> <td>دو اصل</td> <td>۲۴</td> <td>نور و رقابت بین فیتو پلانکتونها و گیاهان آبی</td> </tr> <tr> <td>۲۷</td> <td>اهداف کنترل مواد مغذی</td> <td>۲۷</td> <td>کناره های باتلاقی و منطقه ساحلی</td> </tr> <tr> <td>۲۸</td> <td>تعیین منابع مغذی موجود و امکان کنترل آنها</td> <td>۲۸</td> <td>رسوبات و چرخه مواد مغذی</td> </tr> <tr> <td>۳۰</td> <td></td> <td>۳۰</td> <td>چرخه مواد مغذی در بسترها گیاهی</td> </tr> <tr> <td>۳۰</td> <td></td> <td>۳۰</td> <td>کنترل رشد جلبکی</td> </tr> <tr> <td>۳۰</td> <td></td> <td>۳۰</td> <td>جانورانی که از جلبک های پری فیتو پلانکتونی</td> </tr> <tr> <td>۳۰</td> <td></td> <td>۳۰</td> <td>تغذیه می کنند</td> </tr> <tr> <td>۳۲</td> <td></td> <td>۳۲</td> <td>تغذیه کنندگان از فیتو پلانکتونها</td> </tr> <tr> <td>۳۳</td> <td></td> <td>۳۳</td> <td>ماهیان تغذیه کننده از دافنی ها</td> </tr> <tr> <td>۳۳</td> <td></td> <td>۳۳</td> <td>مفهوم پناهگاه</td> </tr> <tr> <td>۳۳</td> <td></td> <td>۳۳</td> <td>در حال تعادل...</td> </tr> <tr> <td>۳۳</td> <td></td> <td>۳۳</td> <td>چرا کنندگانی که از خود گیاهان تغذیه می کنند</td> </tr> <tr> <td>۳۳</td> <td></td> <td>۳۳</td> <td>پرندگان، پستانداران و ماهیها</td> </tr> <tr> <td>۳۵</td> <td></td> <td>۳۵</td> <td>تغییر و بی نظمی</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;"><b>فصل چهارم</b></td> </tr> <tr> <td>۳۹</td> <td>پرندگان و دیگر علفخواران معرفی شده</td> <td>۳۹</td> <td><b>فصل دوم</b></td> </tr> <tr> <td>۳۹</td> <td>ماهیان مخرب</td> <td></td> <td>چگونه دریاچه ها بوسیله فعالیتهای</td> </tr> <tr> <td>۴۰</td> <td>آفت کشها</td> <td>۴۰</td> <td>انسانی تغییر می یابند</td> </tr> <tr> <td>۴۲</td> <td>اطمینان از عدم وجود مکانیسمهای تغییر وضعیت</td> <td>۴۲</td> <td>فاضلاب</td> </tr> <tr> <td></td> <td>پیش برنده قبل از شروع عملیات بازسازی</td> <td></td> <td>کشاورزی</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>تغذیه گرایی</td> </tr> </tbody> </table>	۶	تغذیه گرایی در دریاچه های کم عمق - حالتها جایگزین	۶	مقدمه مترجم	۷	محدوده مواد مغذی برای حالتها جایگزین	۷	پیشگفتار	۹	تغییر وضعیت های پیش برنده	۹	راهنمای استفاده از این کتاب	۹	تغییر وضعیت معکوس	۹	چه کسی به این راهنمای نیاز دارد؟	۱۰	نابودی نی های باتلاقی و لاله های آبی	۱۰	پیامدهای تغذیه گرایی	۱۰	پرشدن	۱۰	نقش و حدود کاربرد این راهنمای	۱۲		۱۲	ترتیب فصول این کتاب	<b>فصل سوم</b>				۱۷	بازسازی		<b>فصل اول</b>	۱۷	چرا بازسازی؟	۱۷	چگونگی کارکرد دریاچه ها	۱۸	چه چیزی باید بازسازی شود؟	۱۸	مواد محلول در آب	۲۰	تعیین تاریخچه دریاچه با استفاده از رسوبات	۲۰	نیتروژن و فسفر	۲۳	تعیین اهداف	۲۳	حوزه های آبریز و حالتها غذایی	۲۳	به حداقل رساندن تنوع	۲۳	ریخت سنجی	۲۴	دو اصل	۲۴	نور و رقابت بین فیتو پلانکتونها و گیاهان آبی	۲۷	اهداف کنترل مواد مغذی	۲۷	کناره های باتلاقی و منطقه ساحلی	۲۸	تعیین منابع مغذی موجود و امکان کنترل آنها	۲۸	رسوبات و چرخه مواد مغذی	۳۰		۳۰	چرخه مواد مغذی در بسترها گیاهی	۳۰		۳۰	کنترل رشد جلبکی	۳۰		۳۰	جانورانی که از جلبک های پری فیتو پلانکتونی	۳۰		۳۰	تغذیه می کنند	۳۲		۳۲	تغذیه کنندگان از فیتو پلانکتونها	۳۳		۳۳	ماهیان تغذیه کننده از دافنی ها	۳۳		۳۳	مفهوم پناهگاه	۳۳		۳۳	در حال تعادل...	۳۳		۳۳	چرا کنندگانی که از خود گیاهان تغذیه می کنند	۳۳		۳۳	پرندگان، پستانداران و ماهیها	۳۵		۳۵	تغییر و بی نظمی	<b>فصل چهارم</b>				۳۹	پرندگان و دیگر علفخواران معرفی شده	۳۹	<b>فصل دوم</b>	۳۹	ماهیان مخرب		چگونه دریاچه ها بوسیله فعالیتهای	۴۰	آفت کشها	۴۰	انسانی تغییر می یابند	۴۲	اطمینان از عدم وجود مکانیسمهای تغییر وضعیت	۴۲	فاضلاب		پیش برنده قبل از شروع عملیات بازسازی		کشاورزی				تغذیه گرایی
۴۲	تغذیه گرایی در دریاچه های کم عمق - حالتها جایگزین	۶	مقدمه مترجم																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۴۶	محدوده مواد مغذی برای حالتها جایگزین	۷	پیشگفتار																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۴۷	تغییر وضعیت های پیش برنده	۹	راهنمای استفاده از این کتاب																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۵۰	تغییر وضعیت معکوس	۹	چه کسی به این راهنمای نیاز دارد؟																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۵۱	نابودی نی های باتلاقی و لاله های آبی	۱۰	پیامدهای تغذیه گرایی																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۵۲	پرشدن	۱۰	نقش و حدود کاربرد این راهنمای																																																																																																																																																																																																																																																																																														
		۱۲	ترتیب فصول این کتاب																																																																																																																																																																																																																																																																																														
<b>فصل سوم</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
۵۵	بازسازی و ترمیم		<b>فصل اول</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۵۵	بازسازی	۱۷	چگونگی کارکرد دریاچه ها																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۵۷	چرا بازسازی؟	۱۷	مواد محلول در آب																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۵۸	چه چیزی باید بازسازی شود؟	۱۸	نیتروژن و فسفر																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۵۸	تعیین تاریخچه دریاچه با استفاده از رسوبات	۲۰	حوزه های آبریز و حالتها غذایی																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۶۰	تعیین اهداف	۲۳	ریخت سنجی																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۶۰	به حداقل رساندن تنوع	۲۳	نور و رقابت بین فیتو پلانکتونها و گیاهان آبی																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۶۲	دو اصل	۲۴	کناره های باتلاقی و منطقه ساحلی																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۶۲	اهداف کنترل مواد مغذی	۲۷	رسوبات و چرخه مواد مغذی																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۶۳	تعیین منابع مغذی موجود و امکان کنترل آنها	۲۸	چرخه مواد مغذی در بسترها گیاهی																																																																																																																																																																																																																																																																																														
		۳۰	کنترل رشد جلبکی																																																																																																																																																																																																																																																																																														
<b>فصل چهارم</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
۶۷	استراتژی کلی برای بازسازی دریاچه های کم عمق تغذیه گرا	۳۰	جانورانی که از جلبک های پری فیتو پلانکتونی																																																																																																																																																																																																																																																																																														
		۳۰	تغذیه می کنند																																																																																																																																																																																																																																																																																														
		۳۲	تغذیه کنندگان از فیتو پلانکتونها																																																																																																																																																																																																																																																																																														
		۳۳	ماهیان تغذیه کننده از دافنی ها																																																																																																																																																																																																																																																																																														
		۳۳	مفهوم پناهگاه																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۷۱	مراحل استراتژی	۳۳	در حال تعادل...																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۷۱	(۱) کشف و حذف تغییر وضعیت پیش برنده	۳۳	چرا کنندگانی که از خود گیاهان تغذیه می کنند																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۷۱	تجدید ساختار گذشته	۳۳	پرندگان، پستانداران و ماهیها																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۷۱	طرح پرسشهایا	۳۵	تغییر و بی نظمی																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۷۲	شوری																																																																																																																																																																																																																																																																																																
۷۲	علف کشها																																																																																																																																																																																																																																																																																																
۷۳	پرندگان و دیگر علفخواران معرفی شده	۳۹	<b>فصل دوم</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۷۳	ماهیان مخرب		چگونه دریاچه ها بوسیله فعالیتهای																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۷۴	آفت کشها	۳۹	انسانی تغییر می یابند																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۷۴	اطمینان از عدم وجود مکانیسمهای تغییر وضعیت	۴۰	فاضلاب																																																																																																																																																																																																																																																																																														
	پیش برنده قبل از شروع عملیات بازسازی	۴۲	کشاورزی																																																																																																																																																																																																																																																																																														
			تغذیه گرایی																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۶	تغذیه گرایی در دریاچه های کم عمق - حالتها جایگزین	۶	مقدمه مترجم																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۷	محدوده مواد مغذی برای حالتها جایگزین	۷	پیشگفتار																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۹	تغییر وضعیت های پیش برنده	۹	راهنمای استفاده از این کتاب																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۹	تغییر وضعیت معکوس	۹	چه کسی به این راهنمای نیاز دارد؟																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۱۰	نابودی نی های باتلاقی و لاله های آبی	۱۰	پیامدهای تغذیه گرایی																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۱۰	پرشدن	۱۰	نقش و حدود کاربرد این راهنمای																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۱۲		۱۲	ترتیب فصول این کتاب																																																																																																																																																																																																																																																																																														
<b>فصل سوم</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
۱۷	بازسازی		<b>فصل اول</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۱۷	چرا بازسازی؟	۱۷	چگونگی کارکرد دریاچه ها																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۱۸	چه چیزی باید بازسازی شود؟	۱۸	مواد محلول در آب																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۲۰	تعیین تاریخچه دریاچه با استفاده از رسوبات	۲۰	نیتروژن و فسفر																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۲۳	تعیین اهداف	۲۳	حوزه های آبریز و حالتها غذایی																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۲۳	به حداقل رساندن تنوع	۲۳	ریخت سنجی																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۲۴	دو اصل	۲۴	نور و رقابت بین فیتو پلانکتونها و گیاهان آبی																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۲۷	اهداف کنترل مواد مغذی	۲۷	کناره های باتلاقی و منطقه ساحلی																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۲۸	تعیین منابع مغذی موجود و امکان کنترل آنها	۲۸	رسوبات و چرخه مواد مغذی																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۳۰		۳۰	چرخه مواد مغذی در بسترها گیاهی																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۳۰		۳۰	کنترل رشد جلبکی																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۳۰		۳۰	جانورانی که از جلبک های پری فیتو پلانکتونی																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۳۰		۳۰	تغذیه می کنند																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۳۲		۳۲	تغذیه کنندگان از فیتو پلانکتونها																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۳۳		۳۳	ماهیان تغذیه کننده از دافنی ها																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۳۳		۳۳	مفهوم پناهگاه																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۳۳		۳۳	در حال تعادل...																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۳۳		۳۳	چرا کنندگانی که از خود گیاهان تغذیه می کنند																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۳۳		۳۳	پرندگان، پستانداران و ماهیها																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۳۵		۳۵	تغییر و بی نظمی																																																																																																																																																																																																																																																																																														
<b>فصل چهارم</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
۳۹	پرندگان و دیگر علفخواران معرفی شده	۳۹	<b>فصل دوم</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۳۹	ماهیان مخرب		چگونه دریاچه ها بوسیله فعالیتهای																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۴۰	آفت کشها	۴۰	انسانی تغییر می یابند																																																																																																																																																																																																																																																																																														
۴۲	اطمینان از عدم وجود مکانیسمهای تغییر وضعیت	۴۲	فاضلاب																																																																																																																																																																																																																																																																																														
	پیش برنده قبل از شروع عملیات بازسازی		کشاورزی																																																																																																																																																																																																																																																																																														
			تغذیه گرایی																																																																																																																																																																																																																																																																																														

## مقدمه مترجم

طی نیم قرن اخیر، گسترش کشاورزی متمرکز، همراه با رشد شهرنشینی و امور صنعتی ضمن فراهم آوردن رفاه مادی برای بشر، امکان پشتیبانی از جمعیت‌های عظیم انسانی را به وجود آورده است. یکی از اثرات جنبی این رشد سریع، سرازیرشدن پساب‌های شهری، صنعتی و به ویژه کشاورزی به آبهای جاری و در نهایت به دریاچه‌ها، که اغلب در پایین دست حوزه‌های آبریز قرار دارند، بوده است. ورود فزاینده پساب‌های سرشار از ترکیبات شیمیایی گوناگون به ویژه دو عنصر نیتروژن و فسفر، موجب تغذیه گرایی هر چه بیشتر پهنه‌های آبهای داخلی در تمام جهان شده است. در ایران بیشتر دریاچه‌های کم عمق به دلیل همین فرایند دچار تغییرات نامطلوب اکولوژیک شده‌اند. در برخی از این دریاچه‌ها روند تغذیه گرایی تا حدی پیش رفته است که عمق آنها به شدت کاهش یافته و به پیری زودرس گرفتار آمده‌اند.

کتابی که ترجمه آن را از نظر می‌گذرانید به صورت یک راهنمای مدیریت و کنترل پهنه‌های آبی و بازگردانیدن آنها به شرایط متنوع و طبیعی پیشین نگارش یافته است. این کتاب به عنوان بخشی از یک پژوهه با عنوان «برنامه زندگی» و زیرنظر «اتحادیه اروپایی» تهیه و تدوین شده است. آن اس محیط‌زیست انگلیس و تعدادی از سازمانهای پژوهشی در آن کشور به مولفین در تهیه این کتاب یاری رسانیده‌اند.

موضوع احیا و بازسازی دریاچه‌های کم عمق تغذیه گرا، امروزه به عنوان یکی از زمینه‌های اصلی حفاظت و بهسازی محیط‌زیست مطرح است. در نتیجه طرح‌ریزی و اقدام به منظور نجات این قبیل اکوسیستم‌های آبی، که اغلب در شرف نابودی می‌باشند، در تمام کشورهای پیشرفته به طور جدی در حال انجام است. هدف از ترجمه این کتاب آشناسختن کارشناسان و مدیران حفاظت از محیط‌زیست، شیلات، منابع آب و سایر علاقمندان در کشورمان، با این موضوع مهم و شیوه‌های مربوط به بازسازی دریاچه‌های کم عمق است. نظر به این که در این کتاب اصطلاحات فنی زیادی به کار رفته است، برای آسانی استفاده از آنها، زیرنویس‌های لازم در جای جای این ترجمه در نظر گرفته شده است.

نهایت سپاسگزاری خود را از خانم مهندس **لیلا گل آور** که در ترجمه این کتاب همکاری فرمودند، ابراز می‌دارد. از آقای Brian Moss مولف اول این کتاب، که اجازه چاپ و نشر این ترجمه را در پاسخ به نامه این‌جانب صادر فرمودند، قدرشناصی و تشکر می‌نماید.

دکتر برهان ریاضی

## پیشگفتار

دریاچه ها مکانهایی ارزشمند می باشند. آنها اغلب زیبا و آرام اند و در زندگی پر مشغله ما، فضایی برای تمدد اعصاب و استراحت فراهم می آورند. غنای حیات وحش دریاچه ها را هم در سطح و هم در عمق آن می توان یافت. با این وجود، دریاچه ها در شمار آسیب پذیرترین زیستگاهها هستند، به طوری که بسیاری از گونه های نادر و در معرض تهدید به انقراض، فقط در معدهای از آنها زیست می کنند. امروزه همراه با کاهش توان دریاچه ها، سودمندیهای بسیاری که مردم می توانند از آنها بهره مند شوند، از قبیل تأمین آب آشامیدنی و ایجاد فرصت‌های تفرج و ماهی گیری نیز به همان نسبت نقصان پذیرفته است.

متاسفانه پدیده تغذیه گرایی<sup>۱</sup>، گستردگی ترین و فراگیرترین تهدید برای پنهانه های آبی در اروپا به حساب می آید. این پدیده از برکه های کوچک روستایی تا دریاچه های پهناور را به طور یکسان، باز بین بدن ارزشها و تنوع آنها، مورد تأثیر قرار داده است. حتی برخی از دریاچه هارا با تهدید مضاعف ناشی از سمی شدن و شکوفایی بیش از حد جلبکهای سبز-آبی<sup>۲</sup> روبایروی ساخته است. بیشتر این تغییرات طی یک قرن اخیر خ داده و روندان طی پنجاه سال گذشته، با رواج نظام های کشاورزی مرکز سرعت گرفته است. باید دانست که در طول بیست سال اخیر، دانشمندان و نیز مدیران امور مربوط به دریاچه ها، به طور جدی بر روی شناخت فرایند تغذیه گرایی و توسعه روش هایی برای بازسازی نظام های دریاچه ای پایدار و نیز تأمین سلامت این محیط ها کار کرده اند.

این کتاب محصول همکاری طولانی مدت بین دانشمندان و مدیران در نورفوج برادز<sup>۳</sup>، واقع در بخش شرقی انگلستان است. نورفوج برادز نام یک تالاب حفاظت شده ملی است که وقوع دوره ای از تغذیه گرایی در آن، منجر به ایجاد تعهدی روبه رشد در راستای بازسازی مجموعه ای از دریاچه های مناطق پست، به منظور ایجاد شرایط مناسب اکولوژیک در آنها گردید. کمیسیون اروپا از طریق «برنامه حیات»<sup>۴</sup> خود، اقدامات انجام شده در برادز، طی سالهای ۱۹۹۳ تا ۱۹۹۶ را مورد پشتیبانی قرار داد. این موضوع سبب شد که فعالیتهای علمی و پژوهشی بیشتری در این زمینه صورت پذیرد و هیات اروپائی دست اندک کار بازسازی دریاچه های کم عمق نیز به انجام این مهم تشویق شود.

کتاب راهنمای حاضر، وضعیت کنونی دانش و تجربیات به دست آمده در خصوص بازسازی دریاچه های کم عمق تغذیه گرایا بر اساس تجربه اروپایی ها ارایه می کند. در این کتاب پیشنهادهایی به صورت گام به گام ارایه گردیده و پیچیدگی درونی اکوسیستم دریاچه نشان داده شده است تا با نگرشی بلند پروازانه، رهیافتی اجمالی برای هر نوع پروژه کوچک و یا بزرگ بازسازی دریاچه های تغذیه گرایا در اختیار قرار گیرد. این کتاب نتیجه بیش از پنجاه سال تجربه مولفان آن در بازسازی دریاچه ها است و در آن از علوم پایه تا علوم کاربردی و عملی سود جسته است. امیدواریم این کتاب با توسعه این علم به نسبت جدید و بازسازی دریاچه های بیشتر در اروپا، کاملتر شود.

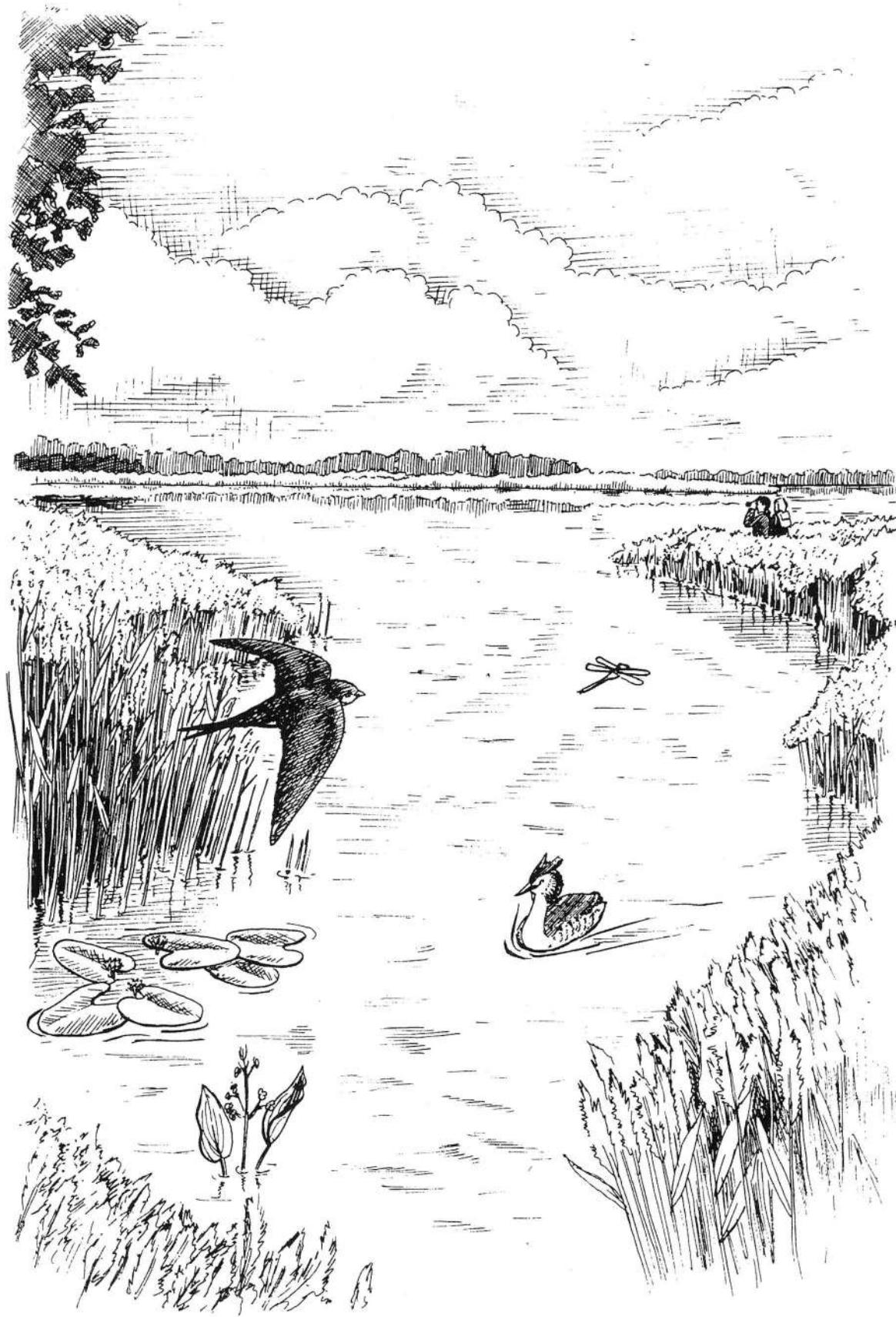
گراینگر دیویس<sup>۵</sup>  
مدیر کل منطقه ای،  
منطقه آنجلین، موسسه محیط زیست<sup>۶</sup>

آیتنکن کلارک<sup>۷</sup>  
رئیس اجرایی<sup>۸</sup>  
مدیریت منطقه برادز<sup>۹</sup>

1-eutrophication  
2-blue-green algal bloom  
3-Norfolk Broads  
4-Life Programme

5-Aitken Clark  
6-Chief Executive  
7-Broads Authority

8-Grainger Davies  
9 -Anglian Region, Environment Agency



کاملاً جدی رو برو باشند که امیدواریم این کتاب نسبت به درک موضوع و یافتن راه حل های مناسب به آنها کمک کند. یک بررسی جدید (۶۳)<sup>۱</sup> در مورد مکانهای دارای آب شیرینی که از توجه علمی ویژه<sup>۲</sup> در انگلستان برخوردارند، نشان داد که سه چهارم این قبیل مناطق بر اثر افزایش بیش از حد مواد غذی<sup>۳</sup> آسیب دیده اند. چنین نقاطی مورد توجه ویژه بوده و بیش از مکانهای دیگر مورد حمایت قرار دارند. وضعیت نسبی این مناطق به طور کلی در حومه شهرهای نامناسب تر به نظر می رسد. مشکلات مشابهی در سراسر اروپا توسط آزانس محیط زیستی اروپا گزارش شده است (۱۰۹).

توان تولید یک دریاچه و در نتیجه ارزش‌های تفرجگاهی و حفاظتی آن به طور عمده با میزان موجودی مواد غذی آن تعیین می گردد. این قبیل مواد از حوزه آبریز دریاچه سرچشم می گیرند و مقدار آنها در منطقه ای بکر و تخریب نشده به حاصلخیزی طبیعی کوهستان، یارسوبات یخچالی و خاکهای حاصل از آنهاستگی دارد. بنابراین یک وجه تمایز بارز دریاچه ها با یکدیگر، حاصلخیزی طبیعی آنها است. دریاچه هایی که در مناطق مرتفع واقع شده اند، نسبت به دریاچه هایی که در مناطق پست قرار دارند از حاصلخیزی کمتری برخوردارند. ولی دریاچه های بکر و غیرحاصلخیز را حتی در مناطق پست یخچال ها و ماسه زارها و صخره های نیز می توان یافت. دشواریهایی که این کتاب به آنها می پردازد ناشی از حاصلخیزی فراینده ای است که انسان در بروز آنها نقش داشته است.

مورد اشاره شده در بالا، در وله نخست ممکن است ناشی از پسماندانسانی باشد که در اثر انباستگی در شهرها بر میزان اثر آنها افزوده می گردد. در چنین شرایطی حذف ضروری مواد آلی از فاضلاب توسط روش های مرسوم تصفیه، منجر به ایجاد پسابی می شود که حاوی غلظت بالای نیترات، آمونیم و فسفات است و سریع تراز پساب

## راهنمای استفاده از این کتاب

«همان گونه که گیلاس، توکای سیاه<sup>۴</sup> را به خود جلب می کند، آب هم مرا به سوی خود فرامی خواند. من هر بار که آب رامی بینم، شیفته آن می شوم.»  
اج.ای.بیتس<sup>۵</sup> (۱۹۳۷)

### چه کسی به این راهنمای نیاز دارد؟

این کتاب برای کسانی نگارش یافته که وظیفه آنها بازسازی برکه ها و دریاچه های کم عمقی<sup>۶</sup> است که از پدیده تغذیه گرایی آسیب دیده اند. این پدیده عبارت از افزایش ترکیبات فسفر و نیتروژن، که منابع غذایی مهمی برای جلبکها و گیاهان محسوب می شوند، به مقداری بیش از حد طبیعی آنها است. تغذیه گرایی، برای جوامع زیستی، پیامدهای منفی در پی دارد و می تواند مشکلاتی نیز برای مردم ایجاد کند. یک مشکل جدی در دریاچه های کم عمق، تبدیل آب زلال آنها، که به طور معمول بجز در فصل سرد سال، از درشت رستنیهای آبزی<sup>۷</sup> فراگرفته شده است، به آب کدری است که تقریباً در تمام طول سال مملو از توده ای از جلبکها گردیده است و در نتیجه، گیاهان آبزی آن، از بین رفته اند.

برخی از کسانی که دست اندر کار مدیریت دریاچه ها می باشند، ممکن است نیازی به اجرای فنون شرح داده شده در این کتاب نداشته باشند. دریاچه های مورد نظر آنها احتمالاً به طور جدی زیر تأثیر آلودگیها قرار نگرفته و ممکن است هنوز دارای آب زلال، کناره های دارای لاله های آبی جذاب و اجتماع متنوعی از درشت رستنیهای آبزی، ماهیان و پرندگان آبزی باشد. در عین حال، ممکن است مدیران زیر ک دریاچه ها با استفاده از این کتاب در مورد چگونگی عملکرد نظامهای پیچیده دریاچه ها مطالبی بیاموزند و در نتیجه نسبت به تهدیدهای احتمالی برای نظامهای دریاچه تحت نظرارت خود آگاهی یابند. بعضی مدیران ممکن است با مشکلات

۱- پرندگان از تیره توکاها

۲- هربرت ارنست بیتس (H.E.Bates) رمان نویس انگلیسی (۱۹۰۵-۱۹۷۴)

3-shallow lakes

4-large aquatic plants

۵- شماره ترتیب فهرست منابع مربوط به تالیف که در پایان کتاب آمده است.

۶- منطقه ای در انگلستان که توسط آزانس قانونی حفاظت، دارای ارزش‌های حفاظتی قابل ملاحظه شناخته شده است.

(Site of Special Scientific Interest).

۷- موادی که موردنیاز شدید موجودات زنده هستند. در متن این کتاب اصطلاح مذکور به طور عمده به مواد دارای نیتروژن و فسفر محدود می شود.

مرگ و میر آنها شود. همچنین ممکن است جلبکهای سمی ایجاد شوند که در این صورت هزینه تصفیه آب برای مصارف خانگی افزایش خواهد یافت. زیرا باید تعداد زیادی جلبک و مقادیر بیشتری از مواد بودار و بد طعم ترشح شده از جلبک‌ها را از آب جدا کرد. دریاچه‌هایی که دارای آب شفاف هستند تیره رنگ خواهند شد، سنگهای موجود در کناره‌ها نیز ممکن است مملو از لجن گشته (لرج شوند) و در نتیجه مطلوبیت و ارزش‌های زیبایی شناختی دریاچه‌ایی آسیب بیند. گیاهان آبی بزرگ در ابتدا افزایش می‌یابد و این گیاهان به خطوط ساحلی می‌چسبند و پس از وزش بادهای شدید، به صورت توده‌ای در حاشیه‌ها بر روی آب می‌آیند، اما سرانجام تمام آنها از بین خواهند رفت. در نتیجه تنوع زیستی و در پی آن ارزش‌های حفاظتی و زیبایی شناختی زیستگاه کاهش خواهد یافت.

### نقش و حدود کاربرد این راهنمای راهنمای راهنمای

این بخش بهرسالت این راهنمایی پردازد. این کتاب پیرامون بازسازی<sup>۷</sup> ارزش‌های حفاظتی و زیبایی شناختی آبهای شیرینی نگارش یافته است که بر اثر پدیده تغذیه‌گرایی به شدت آسیب دیده‌اند. به‌طور مشخص تر این راهنمای مبتنی بر طراحی و اجرای برنامه‌هایی برای بازسازی دریاچه‌های به نسبت کم عمق است. این قبیل محیط‌ها با رشد مرکز فیتوپلانکتون‌ها مواجه هستند، در حالی که پیش از این با داشتن آب شفاف (زلال-پاکیزه)،<sup>۸</sup> قسمت عمده آنها پوشیده از جوامع پیچیده‌ای از گیاهان آبزی بود که جوامع متنوعی از بی مهرگان گوناگون، پرندگان و ماهیها را مورد پشتیبانی قرار می‌داد. بدیهی است که وضعیت قبلی از دیدگاه حفاظت از طبیعت، در مقایسه با وضعیت نامطلوب

ع-phytoplankton: جلبکهای ذره بینی که در آبهای طبیعی به صورت معلق یا شناور می‌باشند. بیشتر گونه‌ها سنگین‌تر از آب بوده و تمایل به نفوذ در بستر دارند. اما حالت معلق بودن آنها بوسیله جریانهای آبی حفظ می‌شود. برخی گونه‌ها دارای تازگی هستند و بوسیله آن حرکت کرده و به تمایل برای نفوذ در بستر غلبه می‌کنند. تنها تعداد کمی از گونه‌های دارای مکانیسم‌هایی برای شناوری بوده و عملاً غوطه ور هستند.

۷- restoration: این فرایندی به طور دقیق به معنی بازگرداندن کامل یک زیستگاه به وضعیت قبلی آن، تحت شرایط زیست محیطی جاری یا با وضعیت اولیه است. این کار معمولاً به دلایل نظری و عملی غیرممکن است. اگرچه این اصطلاح به طور گسترده‌ای به مفهوم اصطلاح rehabilitation نیز به کار می‌رود.

8- gin-clear

جمعیت‌های روستاوی، با همان تعداد نفرات که از سپتیک تانک‌ها<sup>۹</sup> یا گودال‌های زیرزمینی<sup>۱۰</sup> استفاده می‌کنند، به آبهای شیرین می‌رسد. زیرا امکان ایجاد تعییرات بر اثر فرایندهای مربوط به فعل و انفعالات خاک در این محدوده وجود دارد. علاوه بر این، مرکز شدن فعالیت‌های کشاورزی منتج به افزایش تراکم کشت و به همان اندازه فزونی کاربرد کودهای شیمیایی گردیده است. این امر به نوبه خود باعث افزایش بروز مشکلاتی در رابطه با غنی شدن نیترات می‌شود و با توجه به از بین رفتن توان خاک برای نگهداری فسفر، به طور بالقوه به غنی شدن فسفر در منابع آب نیز دامن می‌زند (۶۰، b۶۰ و a۱۰۹). غلظت فسفر کل و نیتروژن کل در مناطق روستاوی نشین انگلستان و لولز<sup>۱۱</sup> از سالهای پیش از جنگ جهانی دوم تا کنون دو برابر شده است (۹۹). به طوری که در شکل‌های ۱-۰ و ۲-۰ ملاحظه می‌شود، روابط آشکاری میان نسبت اراضی کشاورزی در حوزه آبریز و غلظت نیتروژن کل در رودخانه‌های دریافت کننده پسابها و نیز بین تراکم جمعیت و غلظت کل فسفر وجود دارد (۱۰۹).

### پیامدهای تغذیه گرایی

پیامدهای بسیاری، از تغذیه گرا شدن دریاچه‌ها و دیگر آبهای ساکن مشاهده شده است. نخستین علامت این پدیده افزایش رشد گیاهان شناور<sup>۱۲</sup> یا ایجاد لایه ضخیمی از جلبک‌ها در قسمت‌های حاشیه‌ای و رشد جلبکهای ذره بینی متعلق (فیتوپلانکتونها)<sup>۱۳</sup> در آبهای باز است. افزایش تولید این گیاهان ممکن است منجر به اکسیژن زدایی آبهای عمیق‌تر، ایجاد تغییرات نامطلوب در اجتماع ماهیان و گاهی اوقات

1- septic tank

2- ground seepage

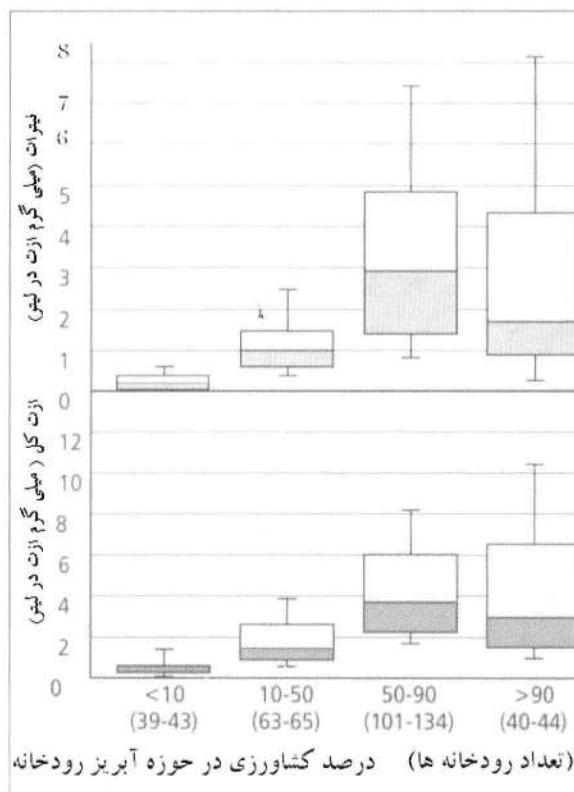
3- Wales

4- floating plants

۵-algae: اصطلاحی متدال که برای موجودات فتوسنتزکننده‌ای به کار می‌رود که عمدتاً آبزی هستند. این جانداران ممکن است ذره بینی و یا سیار بزرگ (علفهای دریایی) باشند. ممکن است دارای ساختار سلولی شبیه باکتریهای بوده و یا دارای کلوفیل<sup>۱۴</sup> و اغلب تنوعی از رنگانه‌های دیگر باشند که به آنها مشخصه رنگی (سبز، آبی، قرمز، زرد و غیره) می‌دهد. ویژگی دیگر آنها در زمان تولید مثال جنسی این است که سلولهای جنسی با ساختار ویژه‌ای تولید مثالی می‌کنند که به وسیله سلولهای عقيم (غیرتولید مثالی) محدود نمی‌شود. جلبکها به سرعت رشد می‌کنند.

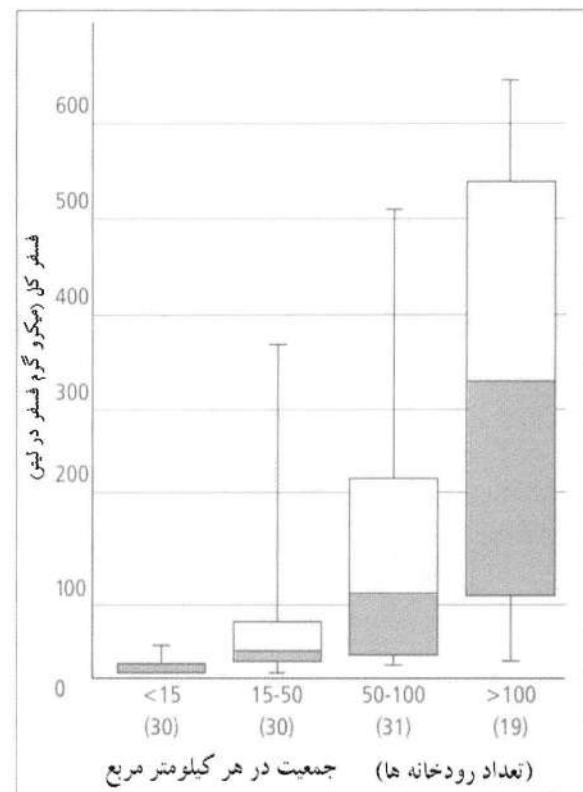
کنونی ارزش بسیار بیشتری داشت.

دریاچه های تغذیه گرا در گوش و کنار اروپا پراکنده اند. بسیاری از آنها که در ارتفاعات یا کوهستانها واقع شده اند، بر اثر فعالیت های یخچالها در دوران گذشته شکل گرفته اند و عمیق هستند. رفع معضل تغذیه گرایی در این قبیل دریاچه ها از طریق کاهش مقدار مواد غذایی که به آنها افزوده می شود امکان پذیرخواهد بود. کنترل فسفر بویژه در کارهای تصفیه فاضلاب بسیار موفق بوده است. دریاچه های کم عمق (با عمق متوسط ۱ تا ۳ متر) که در این کتاب به آنها پرداخته شده است، بیشتر در مناطق پست واقع شده اند. در این محیطها آبی، کنترل ماده غذایی فسفر به تنها یکی برای بازسازی ارزش حفاظتی و زیبایی شناختی قبلی آنها کافی به نظر نمی رسد. فرایندهای مربوط به دگرگونی در این قبیل محیطها



شکل ۲-۰: غلظت های نیتروژن کل و نیترات در نمونه بزرگی از رودخانه های اروپا به ازای درصدی از مساحت حوزه های آبریز آنها.

آنها که به فعالیت کشاورزی اختصاص دارند. اعداد داخل پرانتز نمایانگر تعداد حوزه های آبریز در هر نمونه است. مستطیل ها نشانگر میانه و انحراف معیار و خطوط عمودی نشان دهنده دامنه می باشند (Kristensen & Hanson ۱۹۹۵).



شکل ۱-۰: غلظت های فسفر کل در نمونه بزرگی از رودخانه های اروپا، به ازای تراکم جمعیت ساکن در حوزه های آبریز آنها. اعداد داخل پرانتز تعداد حوزه های آبریز در هر نمونه را نشان می دهد. مستطیل ها نمایانگر میانه و انحراف معیار و خطوط عمودی نمایانگر دامنه می باشند (Kristensen & Hanson ۱۹۹۵).

## ترتیب فصول این کتاب

آنکه حذف علل آشکار مسئله، به عنوان مثال کاهش مواد مغذی دریاچه‌ها، نمی‌تواند راه حل حتمی و کاملی را برای رفع مشکل بوجود آمده در اختیار بگذارد.

دوم اینکه دریاچه‌هایی که در حال حاضر پایدار به نظر می‌رسند می‌توانند با کوچکترین اشاره دگرگون شوند. مفهوم مراحل پایدار جایگزین<sup>۱</sup> که در برخی از موارد گیاهان در آنها غالب می‌باشد و در موارد دیگر جلبکهای ذره بینی غالب هستند، در فصل دوم میان شده است. دریاچه‌هایی که از درشت رستنیهای آبزی پوشیده‌اند از تنوع زیستی (بی‌مهرگان، ماهی‌ها و پرندگان) بیشتری نسبت به انواع فاقد گیاهان آبزی، برخوردارند. هدف از بازسازی، عموماً افزایش تنوع زیستی و بی‌بودارزش حفاظتی و در نتیجه تغییر وضعیت دریاچه‌ها از پوشش جلبکی غالب به پوشش گیاهان آبزی غالب است. در شرایط به نسبت غیرحاصلخیز و نیمه حاصلخیز (بوتروف)<sup>۲</sup> تنها وضعیتی که می‌تواند دوام بیاورد پوشش گیاهان غالب در آب زلال است. اما هنگامی که مقدار مواد مغذی (بارهای مواد مغذی) به اندازه کافی افزایش یابد، شرایط غلبه جلبکی یا غلبه گیاهی ممکن است در طیف وسیعی از این قبیل بارگذاری‌ها پدید آید. در این محدوده، مکانیسم‌های پایدار کننده (مکانیسم‌های ضربه‌گیر) تمایل به حفظ وضعیت موجود دارند و در نتیجه گاهی اوقات می‌باشد برای تغییر نظام دریاچه از حالتی به حالت دیگر تغییرات شدیدی اعمال شوند.

با افزایش تدریجی میزان مواد مغذی که از ویژگیهای باز اراضی پست با کاربری متصرف است، تغییر وضعیت از غلبه گیاهی (آب زلال) به حالت غلبه جلبکی صورت می‌گیرد. این وضعیت گاهی اوقات همراه با افزایش کدورت بر اثر برهم خوردگی رسوبات است. تغییر وضعیت همزمان با تخریب گیاهان بر اثر قطعی بی‌رویه آنها، خسارت ناشی از قایقها، چرای مهره داران غیربومی و استفاده از علف کشها<sup>۳</sup> رخ می‌دهد. این تغییرات که در اثر استفاده از آفت‌کشها، شوری یا تغییرات در اجتماع ماهیان حاصل می‌شوند، باعث

-۳: مواد شیمیایی که برای از بین بردن گیاهان به کار برده می‌شود.

-۴: موادی که به منظور از بین بردن جانوران زیانبار برای محصول گیاهی مصرف می‌شوند.

تهیه این کتاب تنها به منظور ارایه راه حل هایی ساده برای بازسازی دریاچه‌های کم عمق صورت نپذیرفته است و آن را نمی‌توان به عنوان نسخه ای واحد قلمداد نمود. بر این اساس چنین کتابی را نمی‌توان برای شناسایی حدود و شرایطی که در یک عملیات خاص بازسازی ضروری است، یا به منظور شناخت مسایل موجود در یک دریاچه به کار برد. در نتیجه این کتاب بیشتر به چگونگی عملکرد دریاچه‌ها می‌پردازد، تا از این رهگذر، کسانی که با این موارد در گیر هستند خود بتوانند مناسبترین راه را انتخاب نمایند.

افراد متعددی می‌توانند از این کتاب بهره جویند، برخی از این افراد ممکن است به طور مستقیم به سراغ بخششای عملی بروند که از فصل سوم آغاز می‌شود، برخی دیگر ممکن است نیاز به درک مطالب تئوری فصل‌های اول و دوم داشته باشند.

آگاهی از روابط کلیدی و مهم بین جانداران گوناگونی که در آب زندگی می‌کنند برای مدیریت موفق یک دریاچه امری ضروری است. برای درک چنین مفاهیمی این کتاب با شرح کلی از عملکرد دریاچه‌های کم عمق و بکر آغاز می‌شود و سپس به بیان اصطلاحات مورد نیاز پرداخته است و به اختصار به شرح ابعادات موجود در اطلاعات کنونی ما می‌پردازد (فصل اول).

یکی از مهمترین یافته‌های اکولوژیک در سالهای اخیر شناخت این موضوع بوده که تغییر وضعیت دریاچه‌های گوناگون (وشاید زیستگاههای دیگر) در پاسخ به فشارهای خارجی، یکنواخت و همسان نیست. دگرگونیها ممکن است بسیار ناگهانی بوده و منجر به ایجاد اختلالات در شبکه‌های پیچیده‌ای شوند که پیش از آن، باعث ثبت جامعه‌های زیستی دریاچه می‌شوند. در چنین حالتی تغییر در جوامع باعث ایجاد مکانیسم‌های ثبت کننده دیگری می‌شود که در مقابل بازگشت به وضعیت قبلی مقاومت می‌کنند. این موضوع برای مدیران از دو جنبه دارای اهمیت است. نخست

-۱: توان بالقوه برای وجود جوامع زیستی متفاوت تحت شرایط محیط زیستی خارجی مشابه

-۲: این اصطلاح به مفهوم توان تولید و حاصلخیزی است.

رقبات فیتوپلانکتونی غیرقابل کنترل از بین بروند. این مسئله به طور کامل حل نشده است، اما بی تردید هرچه پایداری وضعیت غلبه گیاهی بیشتر باشد، سطح مواد مغذی پائین تر خواهد بود.

فرایند بازسازی، فرایندی تسلسلی و زنجیروار است (شکل ۳-۰) و این کتاب مبتنی بر این استراتژی نوشته شده است که در وهله نخست با تعیین مشکل و تشخیص اقدامات ضروری یا غیر ضروری در جهت رفع آن کار آغاز می شود (فصل سوم). سپس در فصل چهارم به مراحل عملی می پردازد. فصول بعدی شامل هرگونه تغییر وضعیت های پیش برنده<sup>۲</sup> (فصل پنجم)، کنترل مواد مغذی (فصل ششم)، دخالت زیستی (فصل هفتم)، کاشت مجدد گیاهان (فصل هشتم) و تثبیت فرایند بازسازی (فصل نهم) است. تجربیات حاصل از مطالعات متعدد انجام شده، در سراسر کتاب درج گردیده است و در پایان چکیده ای از انتظارات واقع بینانه و معقول در خصوص برنامه های بازسازی آمده است. در انتهای کتاب فهرست منابع مورد استفاده درج شده است.

نابودی چراکنندگان بی مهره ای نظیر زئوپلانکتونها می شوند که می توانند جلبکهای فیتوپلانکتونی را از بین ببرند. تغییرات مورد نیاز برای بازسازی گیاهان در این گونه دریاچه های نیمه مغذی، شامل فرایند تنظیم اجتماع ماهیان به نفع چراکنندگان بی مهره است، فرایندی که دخالت زیستی<sup>۱</sup> نامیده می شود. این فرایند شامل معرفی و حمایت اولیه از گیاهان مناسب است. اگر سطوح مواد مغذی در محدوده مناسب این مواد در پایین ترین حد ممکن باشد فرایند دخالت زیستی مؤثرتر و نتایج آن پایدارتر خواهد بود. این فرایند در فاضلاب ها و دیگر خروجی هایی که غلظت آنها به حد کافی رقیق نشده است، ممکن است تأثیر کمتری داشته باشد. روش های کنترل مواد مغذی به دلیل موقیتی اکثر آنها، برای تمام دریاچه ها مناسب هستند و هدف کلی آنها کاهش غلظت فسفر کل به کمتر از ۱۰۰ میکرو گرم در لیتر است. ممکن است سطوح بالاتری از افزایش مواد مغذی یا شرایط دیگری وجود داشته باشد که در آن شرایط تنها یک جامعه فیتوپلانکتونی دوام بیاورد و گیاهان در برابر



### غلظت فسفر کل (میکروگرم در لیتر)

۲۵      ۵۰      ۱۰۰      ۱۰۰۰

حالتهای جایگزینی غلبه گیاهان یا پلانکتونها

آب زلال با  
انحصاری گیاهان

آب زلال، با غلبه گیاهان بلندتر، ثبیت شده به وسیله ضربه گیرها

### غلبه گیاهی

آب زلال همراه با  
گیاهان پراکنده

تغییر وضعیت‌های

پیش برنده

تغییر وضعیت‌های

معکوس

(دخالت زیستی)

آب کدر، با غلبه جلبک‌های فیتوپلانکتونی، ثبیت شده به وسیله ضربه گیرها

امکان غلبه انحصاری

فیتوپلانکتون در

### غلبه فیتوپلانکتونی

سطوح بسیار بالا

افزایش پایداری غلبه فیتوپلانکتون

افزایش پایداری غلبه گیاهی

شکل ۳-۰- تنوری کلی حالتهای پایدار جایگزین در نظامهای دریاچه‌ای کم عمق





## فصل اول

# چگونگی کارکرد دریاچه ها

### مواد محلول در آب

آب تقریباً تمام مواد را تا حدی در خود حل می کند. در نتیجه فرضیه آب خالص طبیعی افسانه‌ای بیش نیست. هنگامی که باران در هواشکل می گیرد ذرات گرد و غبار، گازها و بویزه‌دی اکسید کربن را جذب می کند. آب هنگام نفوذ در خاک تعداد زیادی از یونهای غیرآلی مشتق از سنگ‌های هوازده زیرین رانیز در خود حل می کند. مادامی که این آب در تماس با مواد آلی داخل خاک است انواع مواد آلی حاصل از تجزیه مواد گیاهی و حیوانی خاک و همچنین مواد دفعی حیوانات را در خود حل می کند.

هزاران ماده مختلف وجود دارند که در هر آب طبیعی حل شده اند و هنوز کسی نمونه‌ای را بطور کامل مورد تجزیه و تحلیل قرار نداده است. بیشتر این مواد هنگامی که آب به یک دریاچه بریزد باز هم تغییر شکل خواهد یافت، برخی از آنها ممکن است مواد مغذی باشند که به رشد موجودات آبزی

اگر در تابستان از بالای درختی در نزدیکی یک دریاچه کم عمق به پایین نگاه کنید دنیای کوچکی را خواهید دید که مثل تصویری است که یک فضانورد از داخل سفینه خود اقیانوسها و دریاها می بیند. آبی که از رودخانه‌ها به سمت اقیانوس جریان دارد حاوی مواد حاصل از فرایندهای تغییر دهنده ترکیب اولیه باران است که به این صورت در آمده است. برخی از این مواد در آب محلولند و بقیه ذرات معلقی هستند که در نهایت به رسوبات کف اقیانوس تبدیل می شوند. علاوه بر این، حوزه آبریزی<sup>۱</sup> که آب آن به دریاچه می ریزد دارای مواد محلول و ذرات ریز مواد آلی حاصل از تجزیه<sup>۲</sup> گیاهان و ذرات خاک است. البته مقایسه بین اقیانوس و سطوح اراضی به علت وسعت اقیانوسها دقیق نخواهد بود زیرا نوسانات رودخانه‌ها قبل از پیوستن به منابع عظیم آب تنها دارای تأثیرات محلی است. از طرف دیگر نوسانات محلی حوزه‌ها، تأثیرات بسیار مهمی بر روی ماهیت دریاچه‌ها دارد.

۱- catchment area: سرزمین (همراه با نهرها، رودخانه‌ها، تالابها و دریاچه‌های آن) که آب از آن به سمت مکانی خاص در نظام آب شیرین جاری می شود. بنابراین ممکن است کسی از حوزه آبریز مربوط به یک نقطه مشخص در طول یک رودخانه، یا در دهانه آن یا یک دریاچه بخصوص

آبریز مجاور است.

نامیده می شوند. تمامی اشکال محلول و ذره ای نیتروژن و فسفر ممکن است به طور مستقیم یا در پی واکنشهای ساده شیمیایی و یا پس از تغییر شکل یافتن توسط باکتریها، برای رشد جلبکها و گیاهان دریاچه ها در دسترس آنها قرار بگیرند. در مجموع همه اینها تحت عنوان نیتروژن کل و فسفر کل نامیده می شوند. به عبارت دیگر، کل موجودی این دو عنصر شامل تمامی اشکال محتمل آنها در حجم معینی از آب است (شکل ۱-۱). مؤسسهای ناظر و شرکت های آب در گذشته عموماً فقط یکی از ترکیبات ذخایر مواد مغذی شامل فسفات غیرآلی محلول و نیترات یا جانشین های آن یا نیتروژن کل اکسید شده را اندازه گیری می کردند. اندازه گیری چنین عناصری در زمستان انجام می شود زیرا نیتروژن و فسفر در این فصل برای رشد مورد استفاده قرار نمی گیرند. البته این روش اندازه گیری روشی مناسب برای پیش بینی حاصلخیزی است، اگرچه اغلب دقیق نبوده و میزان آن کمتر از حد واقعی تعیین می گردد. اما در صورتی که اندازه گیری ها از فصل بهار تا پائیز صورت بگیرد ممکن است بسیار گمراه کننده باشد و در برخی از موارد موجب بروز تناقض در مراحل پژوهش گردد، زیرا ممکن است در دریاچه های با حاصلخیزی بالا، به علت مصرف این مواد بوسیله جلبک ها و گیاهان، هیچ ماده مغذی محلولی در فصل رشد یافت نشود.

در آبهای با وضعیت نخستین (بکر)<sup>۴</sup> غلظت فسفر کل بین چند میکرو گرم تا دهها میکرو گرم در لیتر است و غلظت نیتروژن کل به حدود ۱۰ تا ۲۰ برابر بیشتر یعنی به دهها تا صدهای میکرو گرم در لیتر می رسد. لازم به یاد آوری است که در مقام مقایسه، یک دانه نمک خوراکی وزنی حدود چند میلی گرم دارد و یک میلی گرم برابر با ۱۰۰۰ میکرو گرم است. در نتیجه ما در دریاچه های بکر با غلظتهای بسیار پایین نیتروژن و فسفر روبه رو هستیم.

مواد یاد شده در بالا، دور از انتظار نیست. زیرا مواد مغذی مشابهی نیز برای توسعه اکوسیستم های خشکی مورد

کمک کنند و بعضی نیز ممکن است وارد واکنش های کاهش مواد مغذی محلول در آب شوند. در عین حال بعضی دیگر ممکن است فاقد اثرات شیمیایی باشند، ولی با جذب نوری که از آب عبور می کند، بر روی رشد جلبکها و گیاهان تأثیر بگذارند. با وجود این، در بین تمامی مواد، ترکیبات نیتروژن و فسفر دارای نقش کلیدی هستند.

### نیتروژن و فسفر

موجودات زنده برای رشد خود به حدود ۲۰ عنصر نیاز دارند. از میان این عناصر نیتروژن و فسفر دارای اهمیت ویژه ای هستند. زیرا آنها با توجه به نیاز موجودات زنده، ذخیره طبیعی کمتری نسبت به عناصر مورد نیاز دیگر دارند. نیتروژن برای تولید پروتئین ها و اسیدهای نوکلئیک (ترکیبات ژنهای) و فسفر برای اسیدهای نوکلئیک و مواد مورد نیاز برای تبدیل انرژی در سلولها مورد نیاز است.

با وجود این که ذخیره جهانی عظیمی از نیتروژن گازی در اتمسفر وجود دارد، این شکل از نیتروژن فقط برای تعداد کمی از باکتریهای ثبت کننده نیتروژن قابل استفاده است. موجودات زنده دیگر باید از ترکیبات نیتروژنی استفاده کنند که پیش از آن از اتمسفر به صورت یونهای نیترات یا آمونیم، ثبت شده باشند. عنصر فسفر در سنگها تقریباً کمیاب و به نسبت نامحلول است. این عنصر به آسانی با ذرات رس موجود در خاک ترکیب می شود و در نتیجه تنها میزان کمی از آن به صورت فسفات محلول یافت می شود. نیتروژن و فسفر هر دو به اشکال مختلفی وارد آب جریان یافته از اراضی به سوی دریاچه های شوند. این شکل ها شامل ترکیبات معدنی محلول نظیر یونهای نیترات، آمونیم یا فسفات و ترکیبات آلی محلول مانند نیتروژن موجود در اسیدهای آمینه<sup>۵</sup> یا فسفات های قندی هستند. همچنین ذرات کوچکی به نام کلوئید<sup>۶</sup> نظیر رسهای و کانی های آهن وجود دارند که حاوی فسفات جذب شده و ذرات ریزی از مواد آلی هستند که اصطلاحاً دتریتوس<sup>۷</sup>

۴-pristine state: اکوسیستمی که تحت تأثیر هیچ گونه فعالیت انسانی قرار نگرفته یا حداقل در آن فعالیت های بیچیده از لحاظ فن آوری انجام نگرفته باشد. در اکثر نقاط دنیا اثرات فعالیت های سنتی پایدار بر روی این نظام ها ممکن است به عنوان وضعیت بکر در نظر گرفته شود. م

۱-amino acid: ترکیبات پروتئینی که در آب محلول بوده و حاوی یک گروه آمینو (NH<sub>2</sub>) می باشند.

2-colloids

3-detritus

فسفر کل (دامنه نوسان آن تا حدود یک میلی گرم در لیتر است ولی معمولاً از این مقدار خیلی کمتر است).

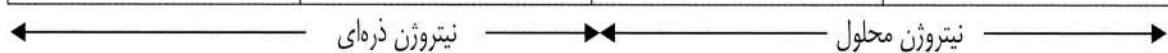
فسفر چسبیده به ذرات بی جان معلق در آب	فسفر چسبیده به باکتریها و جلبکهای معلق	فسفر به صورت فسفات آلی کلئوئیدی یا ذرات آهن غنی شده در حالت تعیق	فسفر محلول به صورت فسفات معدنی محلول
--	---	--	---



فسفری که ممکن است بر اثر فعالیت های شیمیایی و  
باکتریایی در دسترس جلبکها و گیاهان قرار گیرد.  
به طور آنی قابل دسترس است (SRP).

نیتروژن کل (مقدار آن ممکن است به چندین میلی گرم در لیتر برسد).

نیتروژن ترکیب شده با ذرات بی جان معلق در آب	نیتروژن ترکیب شده با ذرات جلبکی و باکتریایی زنده	نیتروژن آلی محلول به صورت اسید های آمینه و دیگر ترکیبات آلی	نیتروژن به صورت مواد معدنی محلول نظیر نیترات و آمونیم
--	---	---	--



نیتروژنی که ممکن است بر اثر فعالیت های باکتریایی و  
شیمیایی در دسترس گیاهان و جلبکها قرار گیرد.  
بطور آنی قابل دسترس است.

شکل ۱-۱: مفهوم اصطلاحات نیتروژن کل و فسفر کل. تمام موارد ذکر شده در این شکل بیانگر مقادیر کلی این عناصر در نمونه های آب است. مجموع مقدار نیترات و همچنین نیتریتی که به ندرت یافت می شود اغلب تو سط مو سسه محیط زیست، نیتروژن اکسید شده کل نامیده می شود و مجموع نیترات، نیتریت و آمونیوم، به عنوان نیتروژن غیر آلی محلول در نظر گرفته می شوند.

و سنگ ریزه ها بیشتر خواهد بود. ولی در حوزه های حاصلخیز با بستر صخره ای رسوبی به همراه دانه های ریز سنگهای پوسته ای، سنگهای آهکی، سنگهای گلی، نهشته های رسی منجمد و ماسه ای کمبود آنها کمتر است.

### حوزه های آبریز و حالت های غذایی

حوزه های آبریز تأثیر قابل توجهی بر روی آبی دارند که از آنها جاری می شود. آب جاری شده از یک حوزه با سنگ های هوازده ناقص و یک اکوسیستم طبیعی بکر، حاصلخیزی بسیار کمی خواهد داشت که معمولاً از اصطلاح اولیگوتروف<sup>۶</sup> برای آن استفاده می شود. آب جاری شده از حوزه آبریزی با خاکها و صخره های حاصلخیزتر دارای حاصلخیزی نسبی است ولی این آب هنوز به حاصلخیزی کامل نرسیده است و می تواند اکوسیستم طبیعی بکری را به وجود آورد. چنین آبهایی اغلب مزوتروف<sup>۷</sup> یا اوتروف نامیده می شوند. بنابر این تعریف کامل و دقیقی از این اصطلاحات ارائه نشده است و افراد مختلف آنها برای مفاهیم متفاوتی به کار می برند. در به این اصطلاحات حالت های غذایی<sup>۸</sup> گفته می شود. در حقیقت آنها طبقه بندی های مشخص جدا از یکدیگر نبوده، بلکه بخش هایی از یک چرخه مداوم و پیوسته را تشکیل می دهند. این اصطلاحات ممکن است تا حدودی گمراه کننده باشند و بهتر است کمتر مورد استفاده قرار گیرند. تفاوت اکوسیستم حاصلخیز با غیر حاصلخیز در فصل بعد نشان داده می شود. وضعیت حوزه ممکن است از طرق مختلف با تعیین ریخت و سیمای آن، بر دریاچه اثر بگذارد.

نیاز است (شکل ۱-۲). این مواد در اکوسیستم های خشکی نیز به اندازه اکوسیستم های آبی کمیاب هستند. با این وجود اکوسیستم ها مکانیسم های مشخصی برای حفظ این مواد مغذی دارند تا آنها را در چرخه دائمی و استفاده مجدد به کار گیرند. در نتیجه امکان وارد شدن این مواد به جریانات سطحی از یک اکوسیستم خشکی تکامل یافته طبیعی و بکر بسیار کم است و از آنجایی که ترکیبات فسفر نسبت به ترکیبات نیتروژن حلالیت کمتری دارند، میزان فسفر بسیار کمیاب تراست. این امر در بیشتر مواقع موجب محدود شدن رشد جلبک هایی می شود که یک دریاچه ظرفیت نگهداری آنها را دارد.

در عین حال ترکیبات نیتروژنی هنگامی که در آب حل شوند نسبت به تغییرات آسیب پذیرترند. این ترکیبات می توانند طی فرایندی به نام شوره زدایی<sup>۹</sup> به گاز نیتروژن تبدیل شوند. باکتریهای عامل این فرایند، به ویژه در گلهای بستر تالاب و دریاچه که غلظت اکسیژن در آنجا بسیار پایین یا صفر است یا جایی که از نتیرات به عنوان یک عامل اکسید کننده استفاده می شود به وفور یافت می شوند. در نتیجه بخش عمده ای از نیتروژن ترکیبی قابل دسترس در آب دریاچه می تواند آزاد گشته و وارد اتمسفر شود.

بنابراین در آبهای باز دریاچه های بکر، فسفر اغلب کمیاب تر از نیتروژن است. در صورتی که در رسوبات به علت فرایند نتیرات زدایی ممکن است نیتروژن کمیاب تر از فسفر باشد. در هر دو حالت، هر دو عنصر اساساً کمیاب هستند. این کمبود در دریاچه های واقع در حوزه های آبخیز غیر حاصلخیز با صخره های دگرگونی<sup>۱۰</sup> یا آذرین<sup>۱۱</sup> که به طور ناقص دچار هوازدگی<sup>۱۲</sup> شده اند یا ماسه سنگهای زبر و یا نهشته های شنی منجمد

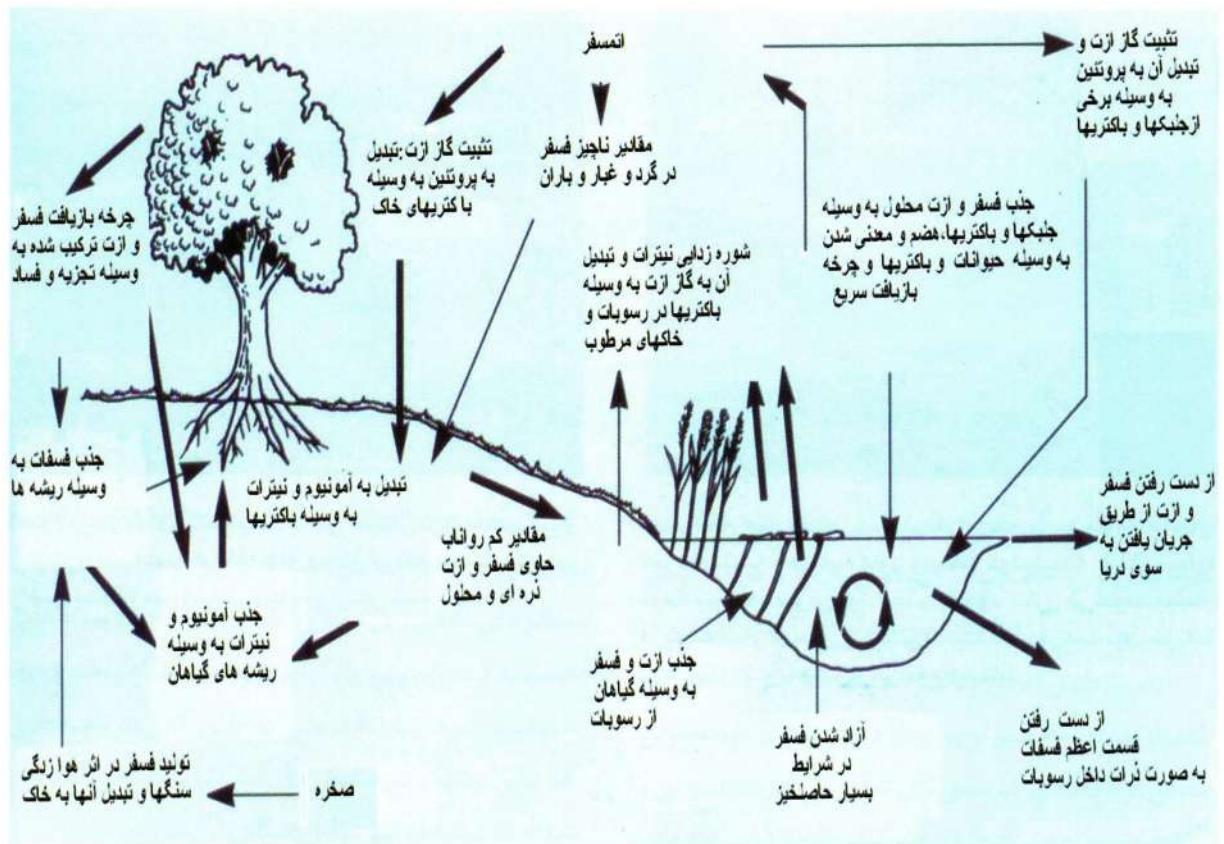
- ۱: شوره زدایی، به تبدیل یونهای نیترات به گاز نیتروژن بوسیله باکتریها گفته می شود. نتیرات در این فرایند به عنوان عامل اکسید کننده برای آزاد کردن انرژی از مواد آلی به کار می رود.
- ۲: metamorphic rocks: صخره هایی که از گرم شدن (غلب تحت فشار) و سپس سرد شدن سنگهای رسوبی شکل گرفته اند.
- ۳: igneous rocks: صخره هایی که از سرد شدن گازهای ذوب شده در داخل آتشفسان و یا روی سطح زمین شکل گرفته اند.
- ۴: weathering: فرایند تجزیه فیزیکی، شیمیایی و زیستی صخره ها.
- ۵: sedimentary rocks: این صخره ها از انباسته شدن، تراکم و گاهی

اوقات گرم شدن تدریجی بقایای صخره های دیگر نهشته های یا ته نشسته های آلی شکل گرفته اند. این نهشته های آلی در ابتداء به عنوان رسوبات در یک حوزه آبریز آب شیرین یا دریایی قرار داشته اند.

-۶: oligotrophic: این اصطلاح بیانگر مفهوم توان تولید کم و حاصلخیزی پایین است.

-۷: mesotrophic: این اصطلاح به معنای توان تولید و حاصلخیزی متوسط است.

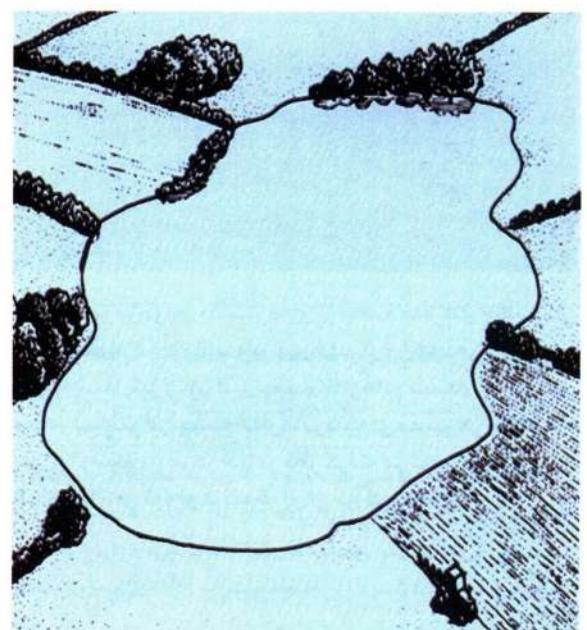
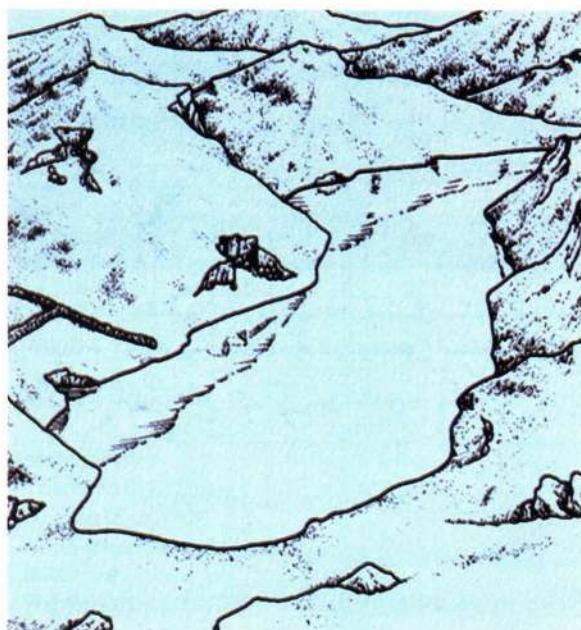
-۸: trophic states: این اصطلاح عموماً توصیف کننده درجه حاصلخیزی یا میزان نیروی تولید یک دریاچه است.



شکل ۱-۲: مسیرهای عمده فسفر و نیتروژن در حین انتقال بین اراضی و سیستمهای آب شیرین و چرخه‌های داخلی آنها. بردارهای ضخیم‌تر نشان دهنده اهمیت بیشتر فرایندها نسبت به بردارهای های نازک‌تر است.

۲۱

فصل اول - چگونگی کارکرد ریشه‌ها



شکل ۱-۳: چشم انداز غیرحاصلخیز (سمت چپ) و چشم انداز حاصلخیز (سمت راست)



معمول‌آدریاچه‌های مناطق پست به طور طبیعی دارای حاصلخیزی بیشتری نسبت به دریاچه‌های مناطق مرتفع هستند، زیرا در اراضی پست، زمین آسانتر دچار هوازدگی شده است.



صخره‌های مقاوم بسیاری از نواحی مرتفع، بوجود آورنده آبهای غیرحاصلخیز و دریاچه‌هایی هستند که تولیدات آنها شدیداً با توجه به فراهم نبودن مواد مغذی موجود کنترل می‌شوند. بیشتر دریاچه‌های شمالی و غربی ناحیه کامبرین لیک دیستریکت (انگلستان) نمونه‌هایی از این نوع هستند.



محصور نمودن نواحی گسترده‌ای از چشم اندازهای انگلستان بوسیله حصارها، دیوارها و پرچین‌هادر قرون هجدهم و نوزدهم، منجر به شکل‌گیری این قبیل چشم انداز هادریاچه‌ای بسیاری از مناطق شد. در بیشتر این چشم انداز هادریاچه‌ای مصنوعی و اغلب کم عمق، اما وسیع در مرکز آنها در نظر گرفته می‌شده است. دریاچه بیلینک هال<sup>۱</sup> در نورفوك نمونه‌ای از این گروه است.



نورفوك برادر مجموعه‌ای از دریاچه‌های انسان ساخت است که در فاصله قرنهای سیزدهم تا نوزدهم به منظور استخراج زغال سنگ حفر شده‌اند.

1- Blickling Hall

## ریخت سنجی<sup>۱</sup>

در قرن هجدهم در طراحی مناظر پارکهای انگلستان خلق شدند (به طور مثال دریاچه باشرستون<sup>۲</sup> در پمبراک شایر<sup>۳</sup>). نمونه های قدیمی زیادی مربوط به حفاری ذغال سنگ در قرون وسطی وجود دارد، که در شرق آنجلیا، حوزه های آبریز نورفوك و سافوک<sup>۴</sup> برادز<sup>۵</sup> و همچنین بسیاری از دریاچه های هلند را بوجود آورده است.

عمق و غیرحاصلخیزی یا حاصلخیزی دریاچه ارتباطی الزامی و همیشگی با قرار گیری آنها در نواحی مرتفع یا پست ندارد. برای نمونه دریاچه های کم عمقی را در ارتفاعات نیز می توان مشاهده نمود. همچنین صخره های با قابلیت هوازدگی ضعیف در نواحی پست قدیمی و کوههای جوان که از سنگ های آهکی قابل انحلال تشکیل شده است نمونه هایی هستند که به خوبی بیانگر این واقعیت اند که موضوع فوق همیشه عمومیت ندارد. ولی به طور کلی دریاچه های کم عمق بیشتر در مناطق حاصلخیزتر بوجود می آیند و در نتیجه نسبت به اثرات عوامل انسانی آسیب پذیرترند.

شكل و عمق، ویژگیهای بسیار مهمی به شمار می روند که تعیین کننده توان بالقوه بستر گیاهان آبزی برای رشد و برقراری تعادل بین گیاهان و فیتوپلانکتونهای ذره بینی در دریاچه های بکر هستند. اهمیت این موضوع به دلیل اثراتی است که عمق بر میزان نور رسیده به کف دریاچه دارد. همچنین تأثیری که شکل دریاچه در حفظ خلیج ها در مقابل عواملی نظیر باد، به ویژه در دریاچه های دارای حوزه های وسیع دارد، با اهمیت است.

نور و رقابت بین فیتوپلانکتونها و گیاهان آبی  
نوری که به سطح آبهای طبیعی می رسد به سرعت  
جذب می شود و پس از عبور از چند متر، فقط چند درصد از  
این نور باقی می ماند. یکی از روش های مهم اندازه گیری

ریخت سنجی ویژگیهای شکل، سطح، حداکثر و متوسط عمق، حجم و مقطع (پروفیل) یک دریاچه را به طور خلاصه بیان می کند. حوزه های آبریزی که به طور ناقص دچار هوازدگی شده اند در صورتی که دارای اراضی مرتفعی باشند که در دوره اخیر دچار یخ‌بندان گردیده اند، ممکن است دریاچه های بزرگ و عمیقی با شکل های خطوط ساحلی ساده و مقاطع پرشیب داشته باشند. حوزه های واقع در ناحیه کامبرین لیک دیستریکت<sup>۶</sup>، سرزمین های مرتفع اسکاتلنด<sup>۷</sup> یا رشته کوههای آلپ نمونه هایی از این حوزه ها هستند. این حوزه های آبریز اغلب بر اثر جدا شدن بخ ها از گردنه کوهها و بر اثر گودتر شدن دره های موجود شکل گرفته اند. در مناطق دارای صخره های نرم تریا فعال تر، ناهمواریهای ملایم تری ایجاد می شود. در نتیجه در آن مناطق دریاچه های کم عمق تری شکل می گیرند. همچنین، دریاچه ها ممکن است در آبگیرهای باقیمانده از ذوب کوههای یخی شکل گرفته باشند. در این رابطه نورت وست میرلندمیرز<sup>۸</sup> انگلستان و بسیاری از دریاچه های دشتی اطراف دریای بالتیک<sup>۹</sup>، مثالهای خوبی می باشند. چنین مناطقی دارای رودخانه هایی با مسیلهای عریض تر هستند که پیچ و خمهای بدون بریدگی آنها دریاچه های کم عمق و U شکل را بوجود می آورد. آنها ممکن است نزدیک به دریا باشند، که در این مکان سد شدن نهرها بوسیله توده های شنی یا سدهای چوبی (به طور مثال سلپتون لی<sup>۱۰</sup>) اغلب می تواند دریاچه های کم عميقي را با طرح های پیچیده بوجود آورد.

نواحی پست به دلیل آب و هوای یکنواخت تر و خاک حاصلخیز، جوامع انسانی بیشتری را به سوی خود جلب کرده اند. بنابراین حوزه های آبریز دریاچه های شکل گرفته بوسیله فعالیت های انسانی نیز فراوانند. بسیاری از این دریاچه ها

- 1- Morphometry
- 2- Cumbrian Lake District
- 3- Scottish Highlands
- 4- North West Midland Meres
- 5- Baltic Sea
- 6- Slapton Ley
- 7- Bosherston Lake
- 8- Pembrokeshire
- 9- Angelia
- 10- Norfolk and Suffolk

11-Broadland: گروهی در حدود ۵۰ دریاچه، معدتاً دریاچه های کم عمق ساحلی در انگلستان شرقی، که آبگیرهای آنها به بوسیله حفاری ذغال سنگ بین قرون نهم و سیزدهم شکل گرفته است. این ناحیه باید به صورت صریح برادلند نامیده شود ولی اصطلاح برادز (broads) امروزه به طور گسترده ای نه تنها به دریاچه های لکه به کل نظام اراضی و آب این منطقه اطلاق می شود.

ظرفیت جذب نور بوسیله پری فیتونها ممکن است برابر با چندین متر آب فوقانی حاوی فیتوپلانکتون باشد. این پدیده ممکن است در تمام دریاچه ها اتفاق بیافتد. بنابراین در مقایسه با فیتوپلانکتون، این قبیل لایه ها تا حدی موفقیت گیاهان آبزی را در دریافت نور کاهش می دهند. ولی در دریاچه های عمیق وجود آنها اهمیت چندانی ندارد. با این وجود، دسترسی آنها به مواد مغذی موجود در رسوبات، از طریق آبهای نفوذ کننده به داخل رسوبات، مزیتی مهم برای آنها محسوب می شود. زیرا این امر موجب غنی تر شدن این آبهای نسبت به آبهای فوقانی می گردد. بنابراین در یک دریاچه کم عمق بکر که فقط چند متر عمق دارد، گیاهان غوطه ور<sup>۵</sup> با کمک جوامع جانوری ممکن است غالب شوند اما شرایط همیشه برای آنها ناپایدار است. توضیح در خصوص این جوامع در ادامه می آید.

### کناره های باتلاقی و منطقه ساحلی<sup>۶</sup>

از نظر کسی که از بالای درختی در کنار یک دریاچه کم عمق بکر، در فصل گرم سال به آن نگاه می کند، آبی با گیاهان آبزی دیده می شود. فیتوپلانکتونها نیز در آب وجود دارند ولی بدون میکروسکوپ قابل مشاهده نیستند. در حاشیه پوشش گیاهی خشکی با شیبی جزیی به سمت آب قابل مشاهده است. جنگلهای بلوط، درختان بید یا زبان گنجشک در کنار درختان توسکا و غان در محل برخورد سطح آب با خاک و اراضی هم جوار قابل مشاهده است. علاوه بر درختان، نیزارهای باتلاقی<sup>۷</sup> بلند نیز در آب پیش روی می کنند.

بسته به مکان و نحوه تجمع تصادفی گیاهان، ممکن است جامعه گیاهی غالب شامل نی معمولی (*Phragmites*، *Schoenoplectus*)، یا علف بوریا (*Typha*)، یا علف مارلی (*Littoral zone*) تشکیل گردد.

یا یونهای بیکربنات را جذب می کند،  $H^+$  داخلی آن افزایش می بابد و این شرایط موجب تشکیل کربنات می گردد. در آبهای غنی از کلسیم، کربنات بر روی برگ تنشین می شود. سرانجام ممکن است پس از مرگ گیاه یک رسوب مارلی تشکیل گردد.

#### 5- submerged plants

۶- littoral zone: قسمتی کم عمق از یک دریاچه که امکان نفوذ نور کافی به بستر چهت کدک به رشد جلبکهای بستری یا گیاهان بزرگتر در آن وجود دارد. این قسمت نه تنها خود بستر بلکه آبهای فوقانی آن را نیز شامل می شود.

#### 7- Reedswamp

میزان نفوذ نور، اندازه گیری عمق منطقه نورانی<sup>۸</sup> است (شکل ۱-۴)، عمقی که در آن رشد جانداران فتوسنتز کننده امکان پذیر است. در مناطق معتدل شمالی در تمامی این عمق در حدود ۵٪ نور تابستانی موجود در سطح، برای گیاهان آبزی و کمتر از ۱٪ آن برای فیتوپلانکتونها باقی می ماند. بنابراین برای گیاهی که در حال جوانه زدن یا رشد و نمود در بستر دریاچه می باشد، عمق آب امری بسیار حیاتی است. رشد گیاهان در عمقهای بیش از ۳ تا ۴ متر در بسیاری از دریاچه ها غیرممکن است. این مسئله آسیبی به فیتوپلانکتونها نمی رساند، زیرا آنها در آب معلق هستند و با جریان باد در تمامی سطوح آب به حرکت در می آیند. در نتیجه فیتوپلانکتونها دارای برتری بالقوه ویژه ای در تمامی دریاچه ها هستند. دیسک سفید رنگی به قطر ۲۵ سانتی متر به نام دیسک سشی<sup>۹</sup> (این دیسک پس از استفاده مختروع ایتالیایی آن از یک بشقاب غذاخوری برای این کار، بدین عنوان نامیده شد) وقتی که در داخل آب به سمت پایین فرستاده شود، در نقطه ای که از نظر تاپدید شود، این عمق، عمق سشی خوانده می شود. عمق سشی معیار شفافیت آب بوده و تقریباً عمق ترین مکانی است که در آن گیاهان آبزی ریشه دار در خاک، می توانند رشد کنند.

گیاهان آبزی ممکن است در دریافت نور با مشکلات دیگری نیز مواجه شوند. آنها نه تنها ممکن است زیر سایه خود آب، مواد محلول و فیتوپلانکتونهای معلق در آب قرار بگیرند، بلکه رسوب بستر که بر اثر تعليق مجدد به صورت معلق در می آید نیز بویژه در دریاچه های بزرگ باعث تشدید این مسئله می گردد. پری فیتون<sup>۱۰</sup> که اجتماع ذره بینی پیچیده ای از جلبکها، باکتریها، مواد لزج و ذرات کربنات کلسیم (مارل<sup>۱۱</sup>) است (شکل ۱-۵)، روی سطح گیاهان را می پوشاند و لایه سایه اندازی به ضخامت چندین میلی متر را ایجاد می کند.

۱- euphotic zone: قسمتی از یک پهنه آبی که در آن رشد موجودات فتوسنتز کننده بوسیله دسترسی به نور محدود نمی شود.

۲- Secchi disc: صفحه ای دایره ای شکل به رنگ سفید که برای اندازه گیری شفافیت آب در داخل آن به سمت پایین فرستاده می شود.

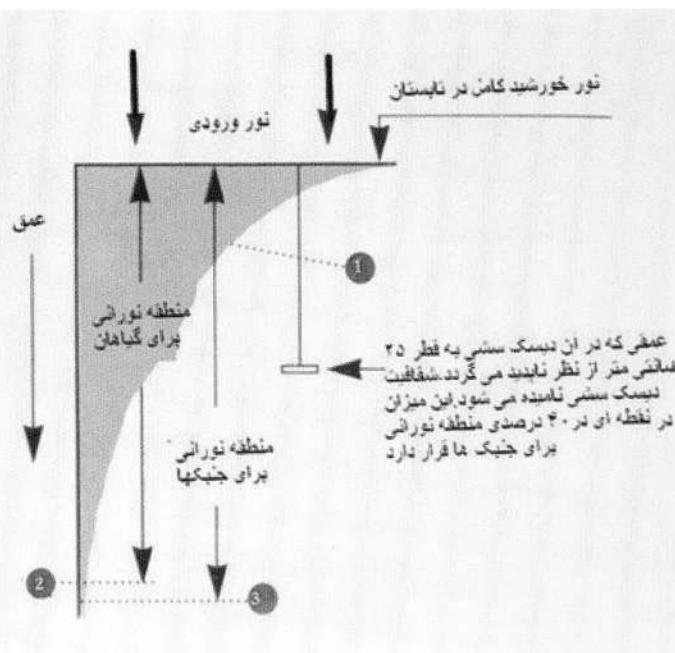
#### 3- Periphyton

۴- marl: ترکیب پیچیده ای است که عمدتاً از کربنات کلسیم، رسوبات غیرآلی دیگر و مواد آلی رسوب کرده بر روی سطح برگ (این مواد در نتیجه تغییرات شیمیایی برگ طی فتوسنتز بر روی سطح آن تنشین شده اند). تشکیل شده است. اساساً این فرایند بدین ترتیب است: هنگامی که برگ دی اکسید کربن

۱- بر طبق یک رابطه نمایی<sup>۱</sup>، میزان نور جذب شده در حین نفوذ به داخل ستون آب با درصدی یکسان در هر متر کاهش می یابد.

۲- حدود ۵٪ از نور سطحی، آستانه میزان نوری است که حداقل نیاز گیاهان بزرگ را جهت ادامه زندگی فراهم سازد بدون آنکه امکان رشد بیشتری را برای آنها فراهم سازد. این میزان پایین ترین حد منطقه نورانی برای گیاهان است.

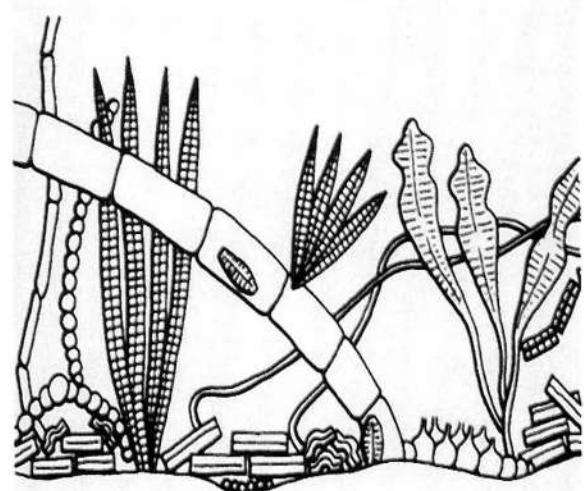
۳- کمتر از حدود یک درصد از نور سطحی، میزان نوری است که جلبکهای ذره بینی را با مشکل مشابه مشکل فوق مواجه می سازد.



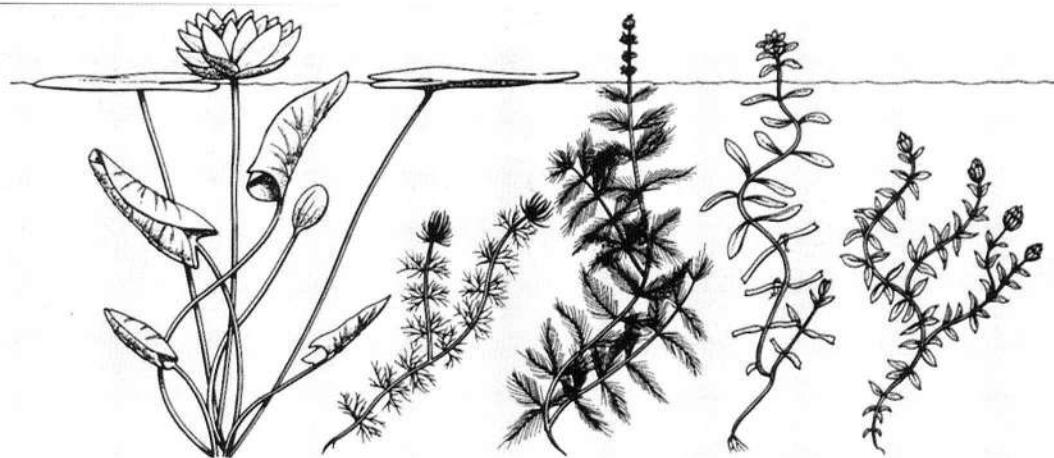
شکل ۱-۴: شکل های عمدۀ نفوذ نور در آبهای شیرین به همراه تعاریف برخی از اصطلاحات مهم



نیزارهایی که در حاشیه دریاچه‌ها روییده اند، ریستگاههایی را برای ماهیان و پرندگان ایجاد می‌کنند. آنها تامین کننده ذرات آلی برای دیگر نظامهای بوده و کناره‌ای جذاب برای دریاچه‌ها هستند.



شکل ۱-۵: پری فیتون ترکیب پیچیده‌ای از جلبکهای مختلف همراه با باکتریها و جانوران کوچک است. جلبکها ممکن است به صورت رشته‌ای، چسبیده به سطح گیاهان باشند یا به دور ساقه های بیرون زده گیاهان بپیچند (Lawn Jones) بر اساس طرحی از



که قسمتهایی از کف، کمتر از ۱٪ از میزان نور سطحی (یعنی مقداری که جهت تداوم رشد فیتوپلانکتونها لازم است) را دریافت می‌کند، این مناطق خالی از موجودات فتوسنتز کننده خواهد بود اما هنوز مملو از باکتری‌ها و جانوران بی‌مهره است. این موجودات از منابع عظیمی از ذرات آلی تغذیه می‌کنند که بر اثر سنگینی وزن، از مناطق بالادست به بستر منتقل شده‌اند. بخشی از دریاچه که رشد فتوسنتزی در کف آن امکان‌پذیر است، منطقه ساحلی نامیده می‌شود، این اصطلاح شامل بستر و آبهای فوقانی آن است. مناطق عمیق تر و آبهای فوقانی آنها نیز به همین ترتیب، منطقه پلاژیک<sup>۳</sup> نامیده می‌شود. به جز حرکات ذرات آلی، آبهای این دو منطقه تفاوتی با یکدیگر ندارند و جریان آب همراه با فیتوپلانکتونها معلق در آنها وجود دارد. جابه جایی ماهیان و پرندگان آبزی به منظور تولید مثل و تغذیه ارتباط بیشتری بین این دو منطقه ایجاد می‌کند.

زندگی گیاهانی که به طور کامل و یا بخشی از آنها در زیر آب غوطه‌ور می‌باشند، در معرض خطر است. ولی روند تکامل در دریاچه‌های بکر، نظامی را ایجاد کرده که موجب افزایش ثبات در ساختار پیچیده مناطق ساحلی گردیده است. در پناهگاه‌ها، شکافها، دهليزها و حفره‌های ایجاد شده بوسیله ساختارهای گیاهی، آشیان‌های اکولوژیک<sup>۴</sup> برای هزاران جانور بوجود آمده است. بسیاری از آنها بی‌مهرگان کوچکی

یا پیازین (Scirpus) و حتی جگن (Carex) باشد. به دلیل این که آنها در یک مکان مطلوب زیست می‌کنند تنها عوامل محدود کننده رشد آنها سایه اندازی و فضاست. آب و نور، محدود کننده نیستند و تازمانی که ساحل بوسیله باد مورد فرسایش قرار نگیرد رسوبات، غنی از ذرات خاک است و مواد مغذی جذب شده در آن انباشته خواهد شد که در نتیجه انبوهای از گیاهان بوجود خواهند آمد. تولیدات زیاد این گیاهان منجر به ته نشین شدن بقایای آنها به صورت تورب<sup>۵</sup> خواهد شد و مواد مغذی نیز به طور پیوسته از آنها آزاد می‌شوند. انتقال مواد مغذی از ساقه‌های عمودی در حال مرگ گیاهان به ریزومها در پاییز بیشتر نیازهای غذایی سال آینده آنها را فراهم می‌کند.

هرچه از ساحل دورتر می‌شویم لاله‌های آبی<sup>۶</sup> با برگهای شناور فراوان ترمی شوند. آنها با سایر گیاهان شناور و ریشه دار، نظیر عدسکهای آبی، تخت قورباغه،<sup>۷</sup> گیاه حشره خور<sup>۸</sup>، جلبک‌های رشته‌ای<sup>۹</sup>، علف شاخی<sup>۱۰</sup> و پوتاموگتونها<sup>۱۱</sup> مخلوط می‌شوند و در بستر دریاچه‌هایی که عمق آنها اجازه نفوذ نور به کف دریاچه را می‌دهد، تجمع می‌کنند. از طرف دیگر دسته‌ای از جلبکهای ذره‌بینی سطح رسوبات بستر را می‌پوشانند، به گونه‌ای که در یک دریاچه کم عمق تمام دارای توان برای فتوسنتز می‌گردد. در دریاچه‌های عمیق تر

#### 7- *Ceratophyllum demersum*

#### 8- *Potamogeton*

#### 9- pelagial zone

10- موقعیتی که بوسیله یک گونه در یک جامعه اشغال می‌شود. این موقعیت نه تنها مکان فیزیکی، بلکه فعالیت آن جاندار (به عنوان شکارگر، طعمه، انکل یا لاشخور) و محدودیت آن بوسیله گونه‌های دیگر را نیز در بر می‌گیرد.

۱- Peat: بقایای مواد آلی که عمدها از گیاهان هستند و در مقادیر زیاد تحت شرایط اشباع از آب حفظ شده‌اند.

2- water lilies

3- Lemna

4- Hydrocharis morsus

5- Utricularia vulgaris

6- Chara and Nitella

ممکن است در مورد علت حضور یا عدم حضور یک موجود در یک مکان یا مکانی دیگر توضیحاتی را ارایه دهد، بنابراین کم بودن اطلاعات ما عجیب نیست.

بر اساس دانسته‌های ما دو مطلب مهم وجود دارد، نخستین مطلب به فعالیت شیمیایی شدید در بسترها گیاهی ساحلی همراه با تولید مجدد مواد مغذی از مواد دفعی حیوانات و بر اثر تجزیه باکتریایی مواد آلی موجود در رسوبات، مربوط است. مطلب دوم در مورد جانورانی است که در آبهای مجاور یا بسترها گیاهی ممکن است از فیتوپلانکتونها تغذیه کنند. این جانوران شاید در شب در میان بسترها گیاهی به وفور یافت شوند ولی خود نسبت به شکارچیان بویژه ماهیان آسیب پذیر هستند. اگر قرار باشد چنین چراگرانی با شکارچیان همزیست باشند و وجود پناهگاههای ایجاد شده بوسیله گیاهان ضروری است. برای شناخت عملکرد دریاچه تک تک این مطالب دارای اهمیت و ضروری می‌باشند و با جزئیات کامل در زیر توضیح داده می‌شوند.

### رسوبات و چرخه مواد مغذی\*

ترکیب رسوب در فواصل کوتاه تغییرپذیر بوده و از جنبه‌های زیستی و شیمیایی سیار پیچیده است. نخست رسوبی را مجسم کنید که بدون گیاهان و شرایط پیچیده آنها بر روی بستر دریاچه قرار گرفته باشد. قبل از هر چیز رسوب توده‌ای متخلک از مواد ریز ذرات و لاشه‌های است که تمام این مواد برای تشکیل آن ضروری هستند. اما در مراحل بعدی ممکن است برخی از این مواد به طور انتخابی، طی فرایندهایی به آبهای فوقانی منتقل شوند. میلیاردها باکتری و جانداران تک یاخته<sup>۱</sup> در رسوبات وجود دارند که مواد آلی را تجزیه می‌کنند. طی این عمل آنها اکسیژن را مصرف می‌کنند که امکان جایگزینی آن از طریق اکسیژن انتشار یافته در آب آسان نیست. بنابراین رسوبات فقط از چند میلی متری زیر سطح بستر، بی هوایی<sup>۲</sup> می‌شوند و در این محل به طور موثری تشکیل یک کارخانه فراوری مواد شیمیایی در



سوسکهای چرخنده<sup>۳</sup> حشراتی راشکار می‌کنند که در لایه‌های سطحی آب در قسمتهای آرام منطقه ساحلی به دام افتاده‌اند.

هستند که از گیاهان یا پری فیتونهای چسبیده به گیاهان و یا از فیتوپلانکتونهای موجود در آبهای فوقانی و مجاور تغذیه می‌کنند. همچنین وجود شکارگران مهره‌دار و بی‌مهره در کنار یکدیگر، و مجموعه عوامل فوق به ثبات جامعه گیاهی کمک می‌کنند.

منظرهایی که ما از بالای درخت هم جوار با دریاچه کم عمق می‌بینیم، حتی با کمک دوربینهای دوچشمی، تنها می‌تواند کمی از این فعالیتها نظیر پرواز جفتگیری سنجاقکها، انبوهی از پشه‌ها که به تازگی از لاروهای زیر آب خارج شده‌اند، چرخش سوسکهای چرخنده تغذیه کننده از سطح و پرش اتفاقی یک ماهی کوچک که توسط ماهی بزرگتری تعقیب می‌شود را نمایان سازد. اما در واقع اتفاقات بیشتری در جریان است (۱۴۵). به علت حساسیت و شرایط ویژه منطقه ساحلی حتی اگر کار نمونه برداری باوسایل ویژه‌ای انجام گیرد باز هم مانند آن است که با ماشینهای حفاری زمین، در حال ویران کردن یک شهر هستیم. وقتی آب را با فشار وارد بطری‌ها می‌کنیم در حال نابود کردن شیوه‌های ملایم و ستونهایی از مواد مغذی هستیم که بوسیله حیوانات دفع شده و طول آنها فقط به چندین میلی متر می‌رسد و یا این که در حال ایجاد تغییر بسیار زیادی در میزان غلظت اکسیژن و دی‌اکسید کربن مجاور سطح گیاهان یا پری فیتونهای هستیم. با استفاده از تورهای ماهیگیری مافقط دید ناقصی نسبت به نحوه توزیع ماهیان و بی‌مهرگان دریاچه پیدامی کنیم، زیرا تمام انواع نمونه گیرهای گیاهی حتی با ساختار بسیار دقیق، گیاهان را بین می‌برد و اجتماع جانوری دارای توزیع مناسب را به طور بی‌رویه ای دچار بی‌نظمی می‌کند. چنین جزیاتی

1- Whirligig beetles

2- nutrient cycling

3- protzoa: جانوران تک یاخته ذره بینی که برخی اوقات بصورت دسته جمعی زندگی می‌کنند.

4- anaerobic: شرایطی که در آن اکسیژن حضور ندارد.

آنها منبع هستند، به استثنای حالتی از نیتروژن که به صورت گازی غیرقابل دسترس است. در عین حال، هنگامی که مقدار مواد آلی قابل تجزیه زیاد باشد، شرایط تغییر می کند و این وضعیت در رسوبات یک بستر گیاهی متراکم در منطقه ساحلی دیده می شود.

## چرخه مواد مغذی در بسترهای گیاهی

در بسترهای گیاهی متراکم، تمامی فرایندهای بالقوه به شکلی هستند که در بالا توضیح داده شد و هر چه به طرف پایان زمستان می رویم ممکن است وضعیت آنها به شکل شرح داده شده، نزدیک تر باشد. اما زمانی که گیاهان و بی مهرگان وابسته به آنها به تازگی استقرار یافته باشند ریزش موادآلی به بستر دریاچه تشیدید می گردد. هنگامی که ریشه های گیاهان در رسوبات نفوذ می کنند برخی از مواد داخل رسوبات را جذب کرده و آنها را به ساقه های عمودی در حال رشد خود منتقل می کنند. موادآلی اضافی به قدری فعالیت در سطح رسوبات را تشیدید می کنند که اکسیژن انتشار یافته از آب نیز کفایت نمی کند و حتی لایه سطحی به منطقه ای بی هوایی تبدیل می شود. بنابراین تمام آهن قابل دسترس ممکن است به شکل سولفید جذب شود و فسفات نیز امکان دارد به سمت آبهای فوقانی انتشار یابد. شکل گیری سولفید بستگی به مقدار سولفات موجود دارد و بویژه این مقدار زمانی قابل توجه می گردد که مقادیری هر چند انداز از آب دریا (که از نظر سولفات غنی است) از طریق مصب رود یا نفوذ آبهای زیرزمینی سور وارد دریاچه شود. بنابراین تحت چنین شرایطی که میزان اکسیژن کم است آمونیم نیز به آسانی تبدیل به نیترات نمی شود و این ماده نیز به آبهای بالای رسوبات منتقل می شود.

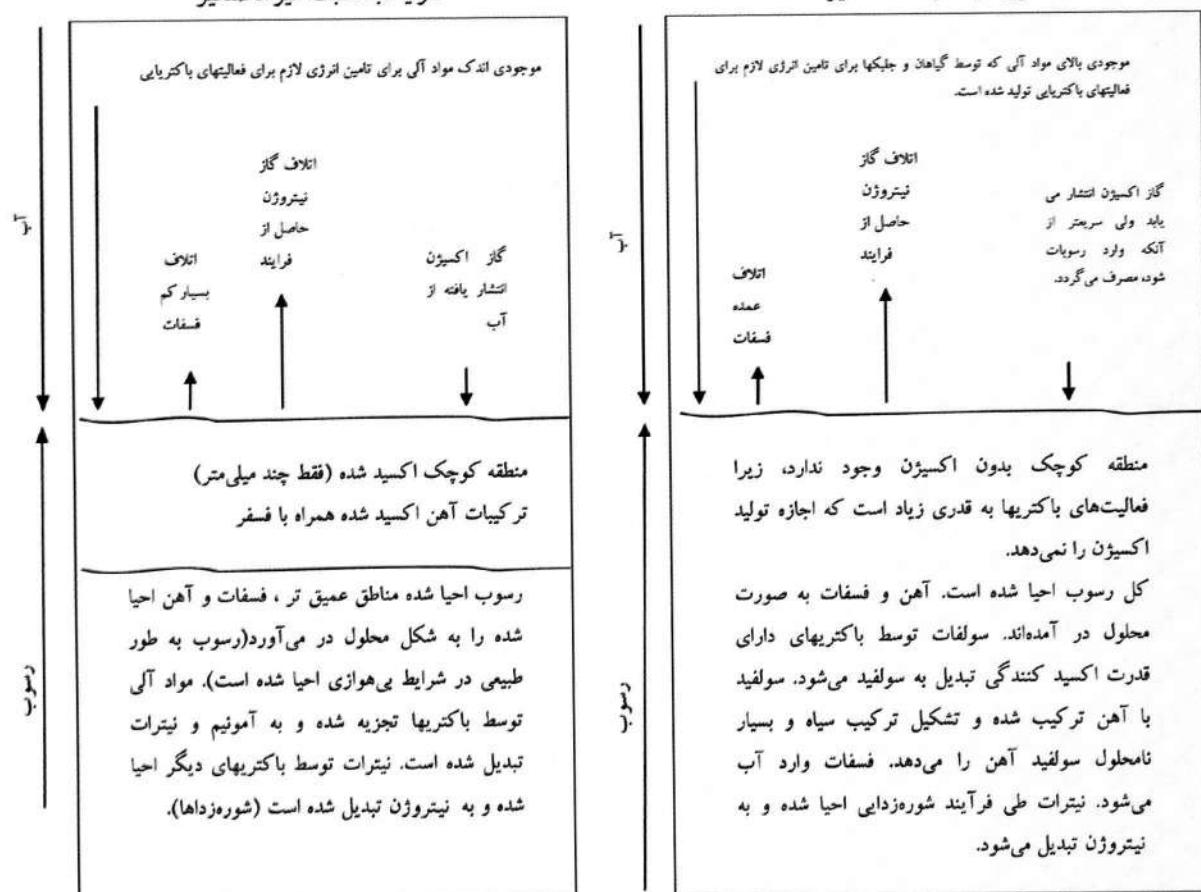
رسوباتی که نیتروژن و فسفر ترکیبی در ذرات ریز آلی<sup>۴</sup> را دریافت می کنند اکنون به منبع شکل های قابل دسترس این عناصر تبدیل شده اند. ریشه های گیاهان در رسوبات، که سازگاری بسیاری برای تحمل شرایط بی هوایی یافته اند، آمونیم و فسفات حاصل از منابع فاوان، این عناصر دارایهای،

درونو شرایط مختلف را می دهند شکل (۱-۶). در لایه  
بی هوایی پایینی، باکتریها به تجزیه مواد آلی ادامه می دهند.  
اما بدون حضور اکسیژن آنها باید از عوامل اکسید کننده دیگری  
نظیر سولفات و نیترات برای تکمیل فرایند استفاده کنند. برای  
انجام چنین فرایندی آنها تمام نیترات موجود را به گاز نیتروژن  
(طی فرایند شوره زدایی) و سولفات را به سولفید تبدیل می کنند.  
ترتیپ اول (گاز نیتروژن) احتمالاً به صورت گاز آزاد می شود و  
ترتیپ دوم (سولفید) معمولاً در رسوب با آهن ترتیپ می شود  
وسولفید آهن بسیار نامحلول را تشکیل می دهد، ترتیبی که  
تیرگی شدیدی به رسوبات بی هوایی می دهد. فسفات نیز از  
طریق تجزیه مواد آلی تولید می شود و تحت شرایط بی هوایی  
در غلظتهای کاملاً بالا به حالت محلول باقی می ماند (برحسب  
میلی گرم در لیتر، در مقایسه با مقادیر یک هزار برابر کمتر این  
ماده در آب دریاچه). آمونیم نیز از تجزیه پروتئین حاصل می شود  
و مشابه فسفات در غلظتهای بالا انباسته می گردد، در صورتی  
که برخی از مواد آلی به متان تبدیل می شوند.

در لایه نازک سطحی رسوب که از نظر دریافت هوا، از شرایط بهتری برخوردار است، انتشار اکسیژن از آبهای فوقانی موجب ادامه فرایند تجزیه هوایی را فراهم می‌کند. باکتریها مواد آلی را به دی اکسید کرین، آب و ترکیباتی نظیر آمونیم و فسفات تبدیل می‌کنند. آمونیم ممکن است به آبهای فوقانی منتقال یابد و یا بوسیله باکتریهای دیگر به نیترات تبدیل شود. این ترکیب در نهایت و به طور معمول قبل از آزاد شدن در رسوبات طی فرایند نیترات زدایی به نیتروژن تبدیل می‌شود. فسفات نیز وارد رسوبات نمی‌شود زیرا در حضور اکسیژن، بوسیله آهن به ترکیب قهوه‌ای رنگی شبیه زنگ زدگی تبدیل شده و رنگ قهوه‌ای به لایه سطحی (منطقه کوچک اکسیدی) در این گونه رسوبات می‌دهد.

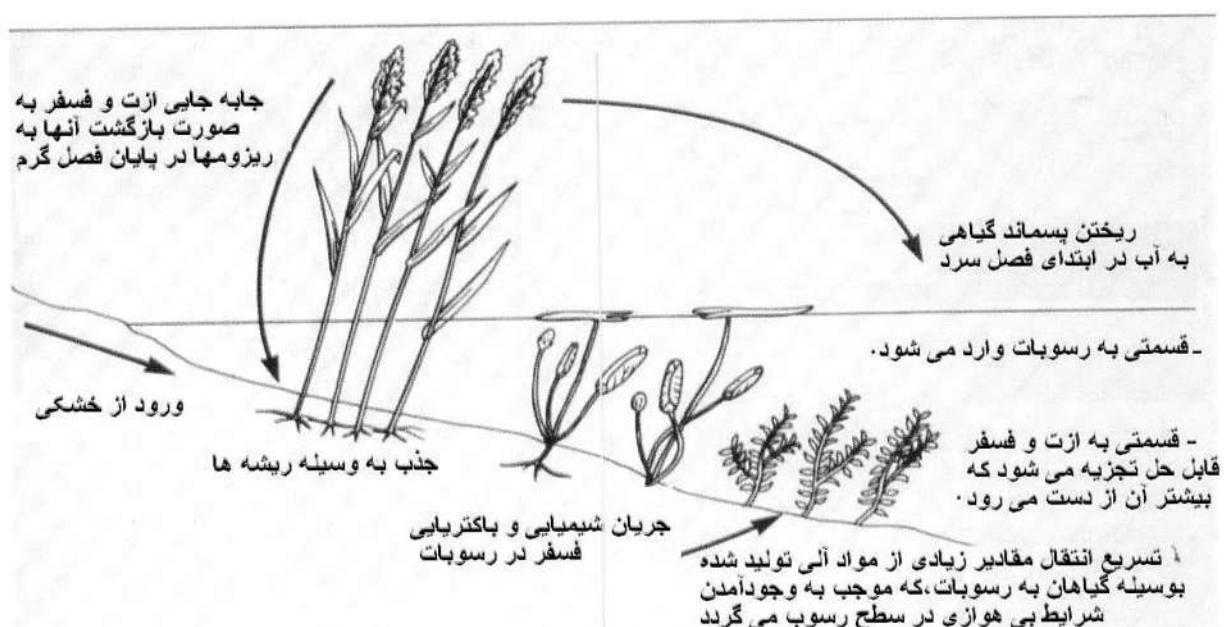
تحت چنین شرایطی، آنچه از رسوبات آزاد می‌شود شامل مقدار کمی آمونیم، دی‌اکسید کربن و احتمالاً مقداری متان حاصل از تجزیه بی‌هوایی در لایه‌های عمیق تر می‌باشد. برای فسفر، رسوبات به عنوان پذیرنده (چاه) و نهاده به عنوان منبع (حشممه)<sup>۳</sup> عما، کنند و باید نتیجه‌گیری شود.

## شرایط به نسبت حاصلخیز



۲۹

شکل ۱-۶- برخی از تبدیلهای شیمیایی مهم که بین رسوبات و آبهای شیرین تحت شرایط غیر حاصلخیزی نسبی (تولید کم) و حاصلخیزی نسبی (تولید زیاد) صورت می گیرد.



شکل ۱-۷: جابجایی مواد مغذی که بین بستر های گیاهی و آبهای آزاد در دریاچه ها رخ می دهد .

جانورانی که از جلبک های پری فیتونی تغذیه می کنند چراکنندگان از جلبک های پری فیتونی، اغلب حلوونها، لارو حشرات و سخت پوستان<sup>۱</sup> هستند. برخی از آنها کاملاً بزرگ (بیش از یک تا دوسانتی متر طول) و برخی دیگر، بوبیژه سخت پوستان، اندازه ای در حدود چندمیلی متر یا کمتر دارند. ممکن است چنین تصور شود که همانند ارتباط پیچیده ای که در مورد تقسیم غذای موجود بین آهو، گورخر، گاویش، موش و مخل های یک ساوانا<sup>۲</sup> در آفریقا وجود دارد، در اینجا نیز پیچیدگی به مراتب بیشتری در خصوص چگونگی تقسیم پری فیتونها و برخی از گیاهان میزبان بین جامعه چراکنندگان وجود دارد. ولی باید دانست که به طور تعجب آوری اطلاعات ما در این مورد اندک است. جوامع جانوری در جلوگیری از رشد پری فیتونهای پرزدار پوشاننده سطح گیاهان بسیار مؤثر هستند. این پری فیتونها در غیاب آنها رشد و گسترش می یابند. این موضوع به سهولت با انجام آزمایش هایی، به عنوان مثال با حذف حلوونها، قابل مشاهده است. بنابراین به طور کلی در یک محیط آبی اطلاعات بیشتری جهت درک پیچیدگی سازماندهی جوامع زیستی نیاز خواهد بود (۶۲ و ۶۳).

### تغذیه کنندگان از فیتوپلانکتونها

بر خلاف آنچه در قسمتهای قبل در خصوص پری فیتونها بیان شد، اطلاعات موجود در مورد تغذیه کنندگان از فیتوپلانکتونها کافی است. جانورانی که از فیتوپلانکتونها تغذیه می کنند، در مجموع زئوپلانکتون<sup>۳</sup> پلانکتونهای جانوری نامیده می شوند و از گروه عمدۀ جانوری سخت پوستان و گردان تنان<sup>۴</sup> منشأ می گیرند. گردان تنان بسیار کوچک بوده (اغلب کمتر از ۲۰۰ میکرومتر) و از آنجایی که عمدتاً تاثیر یک چراکنندۀ متناسب با مجدور یا مکعب اندازه بدنش می باشد، احتمالاً آنها نسبت به اندازه خود نقش نسبتاً

۵- Rotifers: گروهی از جانوران پرسلوی کوچک هستند که از نرات کوچک موجود در آبهای طبیعی تغذیه می کنند. تغذیه آنها اغلب بوسیله حلقه ای از مژه ها صورت می گیرد که حرکات آنها تاثیر یک چرخ دوار را دارد. جریانهایی که به وسیله این بخش ایجاد می شود منبعی از ذرات را به سمت دهان جانور هدایت می کنند.

موجود در داخل رسوبات را جذب می کنند. این گیاهان همچنین بیشتر آمونیم منتشر شده و مقداری از فسفات را از طریق برگهایشان جذب می نمایند. پری فیتونها نیز از چنین منابعی بهره مند می شوند. ممکن است مقدار فسفات موجود در بستر به قدری باشد که این فسفات کاملاً از بستر آزاد شده و در آبهای فوقانی و مجاور در دسترس فیتوپلانکتونها قرار بگیرند (شکل ۱-۷).

به یاد آورید که در زیر آب کمبود موادغذی از مسایل عمدۀ محدود کننده رشد فیتوپلانکتونهایی است که رشد آنها به طور بالقوه می تواند افزایش یابد. بنابراین، دریاچه کم عمقی با بسترها دارای گیاهان آبی خیلی غالب، مواد غذی وارد شده از حوزه آبریز را وارد چرخه مجدد می نماید. این مواد به خاطر ذخایر موجود خود دوباره در رسوبات ساخته می شوند و حتی بیش از ذخیره سال جاری می توانند در چرخه غذایی باقی بمانند. تا حدی جریان آب ممکن است مقداری از فسفر را به سمت خارج بشوید، ولی جریان آب معمولاً در فصل گرم سال یعنی در زمان حداکثر شدن آزادسازی مواد پایین است.

### کنترل رشد جلبکی

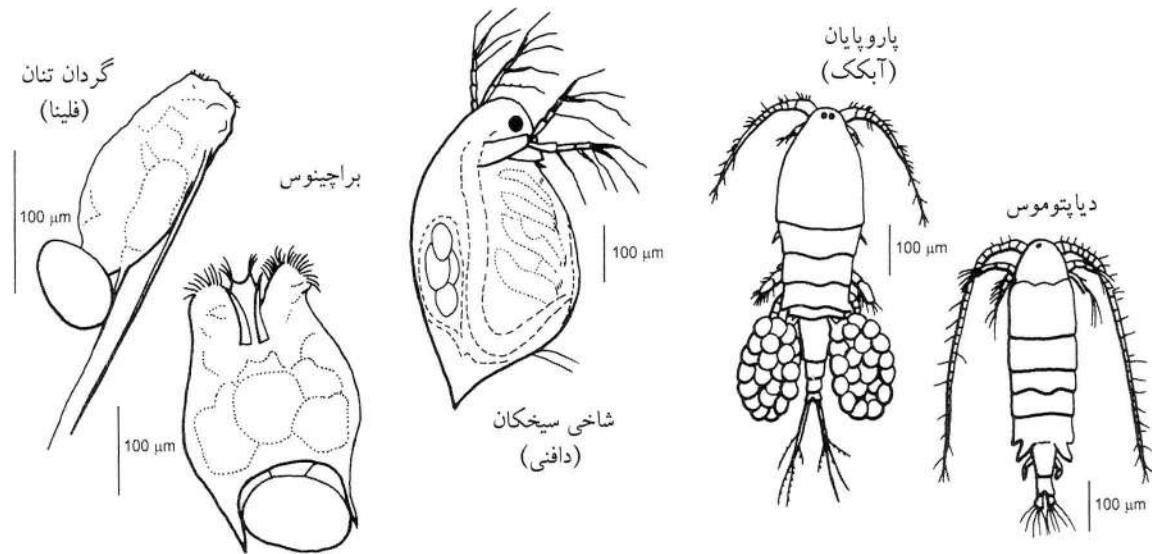
چنانچه رشد پری فیتونها و فیتوپلانکتونها در اثر استفاده از مواد غذی آزاد شده به قدری تقویت گردد که بر روی گیاهان سایه افکنده و رشد آنها را کاهش دهد، چنین شرایطی برای گیاهان کشنده خواهد بود. چنین مشکلی در یک دریاچه کم عمق اتفاق نمی افتد زیرا مکانیسمهای وابسته به گیاهان از رسیدن جلبکها به حداکثر رشد آنها جلوگیری می کنند. چنین مکانیسمهایی تغذیه جانوران بی مهره از جلبکها را نیز شامل می شود و یا اینکه ممکن است شامل تولید مواد شیمیایی بازدارنده رشد جلبکها توسط گیاهان نیز باشند.

۱- Crustaceans: این جانداران یک پوسته یا کاسه سنگ غنی از کلسیم دارند و اغلب آبری هستند. سخت پوستان شامل ککهای آبی، پاروپایان و مایسیدها هستند.

۲- Savannah: علفزار بادرختان و درختچه های اندک که معمولاً در مناطق آمریکای جنوبی یا آفریقا است.

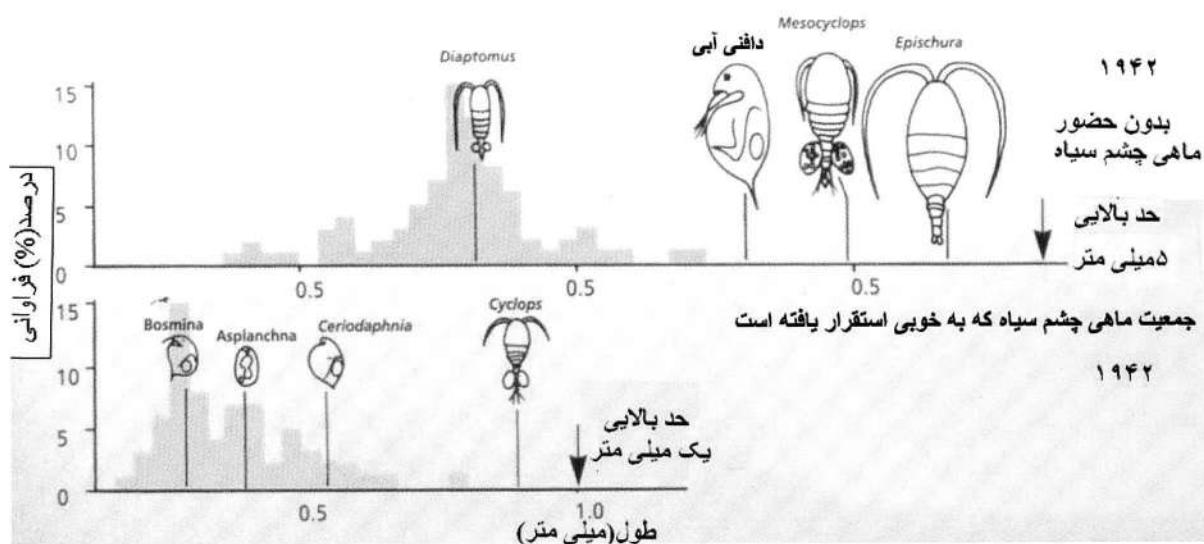
3- grazer community

۴- Zooplankton: جامعه جانوری که در آبهای باز، آزادانه شنا می کنند



تنوع جانوران کوچک ساکن آبهای باز دریاچه‌ها در مقایسه تنوع با جانوران ساکن دریا اندک است. ولی این جانداران از اهمیت زیادی برخوردارند. زئوپلانکتونهای آبهای شیرین دارای سه گروه عده هستند: ۱- گردن تنان (دو شکل سمت چپ) بسیار کوچک هستند (این جانوران تشکیل دهنده غذای کوچکترین ماهیان در زمان پایان وابستگی غذایی آنها به کیسه زرده داخل تخم می‌باشدند)، ولی ماهیان بزرگتر از آنها تغذیه نمی‌کنند. علاوه بر این، گردن تنان در تغذیه از فیتوپلانکتونها تأثیر چندانی ندارند. ۲- کلادوسرها یا ککهای آبی (شکل مرکزی) که اصلی ترین غذای ماهیان می‌باشند و چراکنندگانی با اهمیت به شمار می‌ایند. دافنی مهمترین جنس از این گروه است. ۳- پاروپایان که آنها نیز غذای عده ماهیان هستند، ولی آسانتر از ککهای آبی از به دام افتدان می‌گردند. آنها (دو شکل سمت راست) نسبت به ککهای آبی تغایل بیشتری نسبت به تغذیه از ذرات بزرگتر دارند ولی در فیلتر کردن آب نقش کمتری دارند.

۲۱



شکل ۸-۱: ماهیها و بعضی اوقات شکارگران دیگر اثرات مهمی در تعیین ماهیت اجتماع زئوپلانکتونها دارند. در یک مطالعه طبقه بندی شده که توسط جان بروکزو استنلی دارسون (1965)<sup>۱</sup> انجام شد معرفی ماهیان زئوپلانکتون خوار، نوعی شگ ماهی به نام *Alosa aestivalis* به دریاچه کریستال در کانکتیکات منجر به کاهش شدیدی در تعداد تمام گونه‌های زئوپلانکتونی (به طور عده شاخی سیخکان و پاروپایان) گردید و تغییراتی را در غالب بودن بیشتر گردن تنان و شاخی سیخکان کوچک ایجاد کرد. به طور کلی اجتماعی از جانوران کوچکتر، در تغذیه از جلبکهای فیتوپلانکتونی نسبت به جانوران بزرگتر تأثیر کمتری دارند.

کمی در کل فعالیتهای چرایی دارند. از طرف دیگر، سخت پوستان دههای بار بزرگتر از گردن تنان هستند و بنابراین هر سخت پوست تأثیری صد تا هزار برابر بیشتر در ازین بردن جلبکهای دارد. سخت پوستان دارای دو گروه اصلی هستند، گروه او پاروپایان<sup>۱</sup> که عمدتاً در دریاچه‌های کم عمق فراوان نمی‌باشند، اگرچه آنها جزو گونه‌های غالب آبهای بزرگ و عمیق به شمار می‌روند و گروه دوم که کهای آبی<sup>۲</sup> یا شاخی سیخکان هستند که در نظام دریاچه‌های کم عمق نقش کلیدی و مهمی دارند.

برخی از گونه‌های که های آبی در عمق بستری یافته می‌شوند و ممکن است از پری فیتونها، یا فیتوپلانکتونهایی که همراه با جریانهای آب وارد بستر گردیده و بواسیله پری فیتونها گرفتار شده‌اند تغذیه کنند. گونه‌های دیگر نظیر گونه شناخته شده دافنی<sup>۳</sup> آبهای باز را ترجیح می‌دهند. آنها با تکان دادن مجموعه شاخکهای جلویی خود، حجم فراوانی از آب را صاف می‌کنند و قبل از آنکه این توده بی‌شک را برای هضم وارد دهان و روده‌های خود بکنند، باکتریها، جلبکها و ذرات ریز حتی به اندازه یک میکرومتر را از آب جدا می‌کنند. جمعیتی از خاکشیهای آبی با تعداد متوسط (دههای عدد در هر لیتر) که در دریاچه‌ای پراکنده باشند، بیش از یکبار در روز قادر به صاف کردن کل حجم آب دریاچه می‌باشند.

چنین جاندارانی تنها در صورتی که غذای کافی در اختیار داشته باشند قادر به زندگی هستند. فعالیت آنها به سرعت باعث اتمام ذخیره جلبکی می‌شود، اما به نظر می‌رسد این جانداران قادرند در دوره پایین بودن وفور جلبکها با استفاده از منابع دیگر نظیر باکتریها و ذرات رسوبی ریز به رشد خود ادامه دهند. این منابع به آسانی در دریاچه‌های کم عمق یافت می‌شوند، بنابراین با داشتن این موقعیت دافنی می‌تواند به طور مؤثری از رشد و توسعه یک اجتماع فیتوپلانکتونی جلوگیری کند.

۱- Copepods: گروهی از سخت پوستان که حداقل چندین میلی متر طول دارند و برای تغذیه ذرات را از آب جدامی کنندیا از ذرات بزرگتر نظیر جانوران کوچک تغذیه می‌کنند. شناخته شده ترین گونه این گروه دافنی است.  
۲- warer fleas  
۳- Daphnia

## ماهیان تغذیه گننده از دافنی‌ها

فرصتی که در بالا به آن اشاره شده آسانی برای دافنی‌ها ایجاد نمی‌شود زیرا به همان سرعتی که دافنی‌ها جلبکهای از بین می‌برند، خود طعمه ماهیان می‌شوند. شاخی سیخکان برخلاف پاروپایان که هنگام تهاجم ماهیها می‌توانند با پرشهای سریع، به سرعت فرار کنند، نسبتاً به آرامی در آب حرکت می‌کنند. علاوه بر این، بزرگی جثه شاخی سیخکان بزرگتر، نظیر دافنی، امکان مشاهده آسان آنها را برای ماهیان، که قدرت دید آنها برای حمله به جانداران کوچک‌تر نظیر گردن تنان ناکافی است فراهم می‌کند. انرژی صرف شده در این حملات نیز با خوردن چنین طعمه‌های کوچکی جبران می‌شود.

بنابراین اگر مقداری از آب دریاچه در مخزنی بزرگ و خالی از گیاه قرار بگیرد، ماهیها به سرعت ترکیب اجتماع زئوپلانکتونی را از مخلوطی از جانوران بزرگ و کوچک (که در بین آنها دافنی‌ها غالباً بوده) و دارای توان چراگری بالا هستند) به ترکیبی از شاخی سیخکان کوچک‌تر، تعدادی از پاروپایان سریع حرکت کننده و بسیاری از گردن تنان کوچک دارای توان تغذیه‌ای پایین تبدیل می‌کنند (شکل ۸۶-۱). در نتیجه جلبکهای از گیاه یا برکه‌های باگی که دارای آبی مخازن اکواریومی خالی از گیاه یا برکه‌های باگی که دارای آبی کدر ولی پر از ماهیان طلایی و قرمز می‌باشند، این وضعیت را به خوبی نشان می‌دهند.

علاوه بر آنچه گفته شد ماهیان اثرات دیگری نیز دارند به طور مثال در دریاچه‌های بزرگ آنها در سطح گستردۀ ای مهاجرت می‌کنند و زمانی که از دریاچه‌های کم عمق پس از تولید مثل و رشد، به سمت آبهای باز حرکت می‌کنند، ممکن است باعث توزیع مجدد مواد مغذی شوند. مواد دفع شده توسط این ماهی‌ها در هنگام بلوغ ممکن است در آبهای آزاد میزان دسترسی فیتوپلانکتونها را به فسفر افزایش دهد. در نتیجه محصول فیتوپلانکتونی بیشتری را نسبت به میزان

ایجاد شده در سایر شرایط، به وجود آورند (۱۰۰).

## مفهوم پناهگاه

مشکلاتی است که در بی انتشار داخلی مواد مغذی بوجود می آید. اما گیاهان در حد توانایی خود در مقابل عواملی که به زیان آنهاست مکانیسم هایی برای جذب و نگهداری مواد مغذی دارند. آنها قادر به جذب تمام آمونیم موجود بوده و در بستر خود شرایطی را ایجاد می کنند که بیشتر نیترات در طی فرایند شوره زدایی از بین بود و در نتیجه جوامع جلبکی تهی از مواد مغذی گردند. در نتیجه با تأمین پناهگاه برای چراکنندگان بی مهره آسیب پذیر (به منظور افزایش تعداد آنها) بسترها گیاهی می توانند رشد فیتوپلانکتونها و پری فیتونهای زیانبار را محدود کنند. چنین استراتژیهای مجزایی اگرچه فراهم کننده امکان تقابل برای هر موجود است ولی در تشکیل یک نظام پیچیده در جهت منافع تمام موجودات شکل گرفته است (شکل ۹-۱).

چراکنندگانی که از خود گیاهان تغذیه می کنند علاوه بر آنچه مامی شناسیم، مولفه های دیگری نیز در این نظام وجود دارند. بی مهرگان از گیاهان نیز تغذیه می کنند، اگرچه این میزان در حد سیار کمی است. در عین حال، اثرات ترکیبی جمعیتهای بزرگ می تواند ویران کننده باشد (۱۰۸). مواردی از قبیل حاشیه دار شدن برگهای لاله های آبی بر اثر سوراخهای ایجاد شده بوسیله کرمها، غیرعادی نیستند. این گیاه با تولید مداوم برگها در طول سال این عارضه را جبران می کند و ساختار خود را در هر فصل گرم سال بیش از یکبار تغییر می دهد. ماهیانی که بزرگتر از انواع تغذیه کننده از دافنی ها هستند، از چراکنندگان گیاهی و شکارچیان بی مهرگان پری فیتون خوار تغذیه می کنند و جمعیت موجود را تشدید ترین سطح کاهش می دهند.

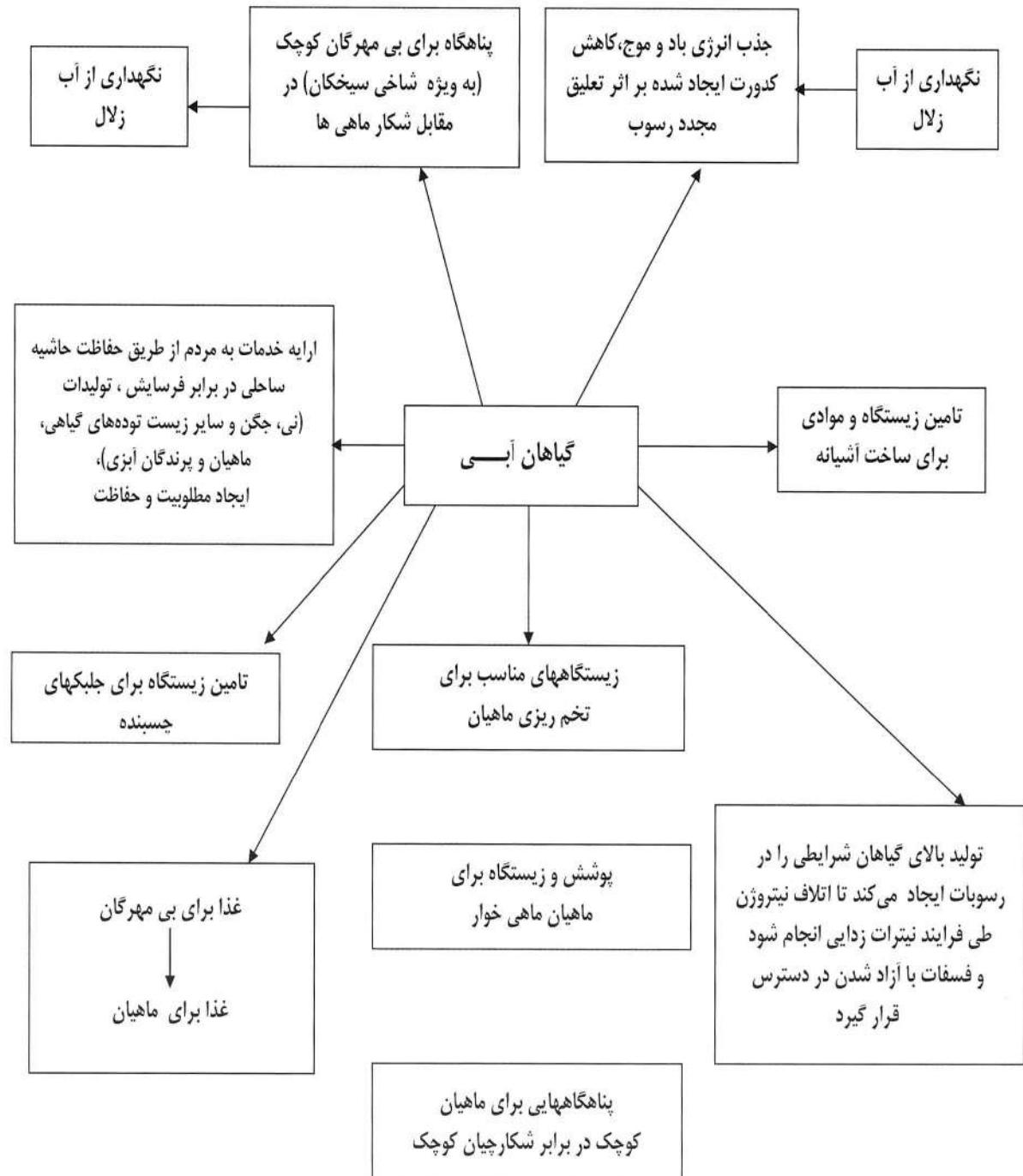
## پرندگان، ماهیان و پستانداران

پرندگانی نظریه چنگرهای اردکها، غازها و قوها از گیاهان تغذیه می کنند. اما مکانیسمهای دیگری مجددًا از رسیدن جمعیت به نسبتها مخرب به صورت دو جانبه جلوگیری می کند. به عنوان مثال اردک ماهی از جوجه های پرندگان تغذیه می کند و مکانهای مناسب برای آشیان سازی پرندگان محدود است. اتفاقات مثبتی نظریه مهاجرت، فشار چراگری را در زمانهای حساس برای رشد گیاهان کاهش می دهد.

بانگاه به دریاچه ای کم عمق بکر با بسترها گیاهی فراوان، آبی زلال بدون هیچ کمبودی از نظر ماهیان دارای توان تغذیه از دافنی ها، مشاهده می گردد. کناره های دارای بسترها علفی به ویژه بسترها لاله های آبی، انبوهی از این حیوانات را نمایان خواهند کرد (۲۰۴). ماهیان کوچکی در بین آنها هستند (۲۱۱ و ۱۹۱) ولی تعداد دافنیها اندک به نظر می رسد. چراکی گستردگی ممکن است تا هنگام شب ادامه یابد. که در این هنگام دافنی هادر سطح دریاچه پراکنده می شوند و ماهی ها دیگر قادر به دیدن آنها نیستند. در روز، بسته به سایه اندازی گیاهان ممکن است ماهیان به خوبی دافنی ها را نبینند و این ریسک را نکنند که در میان انبوهی از ساقه ها و برگها و برگچه های موجود در بسترها گیاهان به آنها حمله کنند یا از انجام حرکات آشکار و مخاطره آمیز در جایی پر هیزنده که امکان حضور و کمین شکارچیان خود آنها نظریه ماهی خاردار بزرگ و اردک ماهی وجود دارد. ویژگیهای شیمیایی آب نیز ممکن است آنها را از حمله در این نقاط باز دارد. زیرا جذب دی اکسید کربن بوسیله گیاهان،  $\text{H}_2\text{O}$  را می تواند به میزانی افزایش دهد که موجب عدم فعالیت ماهیهای کوچک گردد (۹). گیاهان آبی از این طریق پناهگاههایی را برای حفاظت چراکنندگان زئوپلانکتونی در برابر شکار شدن تأمین می کنند.

## در حال تعادل...

بنابراین گیاهان در برابر شرایط ناپایدار تقویت می شوند و در یک دریاچه کم عمق بکر، به تدریج تداوم یافته و پایدار می شوند. شرایطی که به نفع آنها عمل می کند شامل دسترسی به مواد مغذی موجود در داخل رسوبات و مکانیسمهای ذخیره مواد مغذی کمیاب توسط چرخه بازگشت مجدد آنها به داخل ریشه ها و ریزومها در فصل سرد سال است. شرایط نامناسب برای این گیاهان، سایه اندازی آبهای فوقانی بر روی آنها، جوامع پری فیتونی و فیتوپلانکتونی و اندازه های متفاوت این موجودات و



شکل ۱-۹: روابط بین گیاهان آبی و موجودات زنده دیگر که شامل انسان نیز می گردد.

بعضی از ماهیان مانند لای ماہی<sup>۱</sup> از گیاهان تغذیه می کنند ولی جمعیت آنها زیاد نیست که شاید علت این امر وجود شکارچیان آنها باشد. علاوه بر این، تأثیرات ماهیان بر روی گیاهان با خوردن بی مهرگان غنی از پروتئین، نسبتاً کاهش می یابد. ماهیان ماهیخوار، اردک ماہی، ماہی سوف<sup>۲</sup> و ماہی خاردار بزرگ ممکن است موجب کاهش سریع تعداد ماهیان نامطلوب<sup>۳</sup> تازه از تخم درآمده (مانند ماہی کلمه<sup>۴</sup>، ماہی سیم<sup>۵</sup>، ماہی سرخ باله<sup>۶</sup> و ماہی خاردار کوچک) یعنی ماهیانی که از زئوپلانکتونها تغذیه می کنند، شوند.

ماهی خورکها<sup>۷</sup>، باکلانهای<sup>۸</sup>، کشیم<sup>۹</sup> ها، حواصیل<sup>۱۰</sup> ها و شنگ<sup>۱۱</sup> ها در حفظ جمعیت های ماهیان نقش دارند، تأثیر آنها در حد همزیستی است و تهدیدی برای نظام دریاچه محسوب نمی شود (۲۱۷). اگرچه مطالعات مفیدی در مورد تاریخ طبیعی انجام شده است ولی به طور کلی هرچه موجودی بزرگتر باشد، اطلاعات مادر موردن تفاوت دقيق و روابط متقابل آن کمتر است. اما روابط پیچیده ای هم وجود دارد که کم اهمیت تراز روابط بین باکتریها، جلبکها و بی مهرگان نبوده و هنوز ماهیت آنها مشخص نشده است. در حقیقت مسایل بسیاری وجود دارد که باعث می شود مطالعات کاملی از چگونگی عملکرد این نظام، یا سایر نظامهای طبیعی بدست نیاوریم.

## تغییر و بی نظمی

ترکیب دو عامل بی نظمی دینامیکی و تغییرات اجتناب ناپذیر با یکدیگر، توانایی ما را در درک نظامهای پیچیده محدود می کند. بی نظمی دینامیکی به معنای قابل پیش بینی نبودن ترکیب نظام، به طور قطعی است. وجود یا عدم وجود جانداری خاص ممکن است به علت وجود شرایط زیست محیطی مناسب در گذشته، یا از جهت دیگر نامناسب بودن شرایط برای آن موجود باشد. اما این امکان نیز وجود دارد که هرگز شرایط مناسب برای زندگی آن جاندار فراهم نگردیده باشد، یا ممکن است قبل این

جاندار در منطقه وجود داشته ولی تغییرات ناگهانی آب و هوای گذشته موجب انقراض آن شده باشد (نظریه بروز خشکسالی تابستانی یا یخنیان که موجب مرگ ماهیان شده باشد). برخی انتظارات واقعی در مورد نوع گونه ای که ممکن است در یک منطقه مشخص یافت شود وجود دارد، ولی هنوز درجه ابهامات ما در این مورد زیاد است.

از آنجایی که هر گونه گیاهی یا جانوری نسبت به سایر گونه ها، با آشیان اکولوژیک تقریباً مشابه، تفاوت هایی دارد، ماهیت اثرات متقابل آن نیز متفاوت است. به عنوان مثال پنج گونه گیاه آبریز را زین ۳۰ گونه، صد جلبک را زین هزار جلبک، پنجاه بی مهره را زین صد بی مهره، ده ماہی را زین بین بیست ماہی و بیست پرنده را از بین چهل پرنده انتخاب کرده و تمام ترکیبات احتمالی ممکن بین آنها را متحان کنید. با در نظر گرفتن عدم امکان استفاده از باکتریها و تک یاخته ها، تعداد این ترکیبات احتمالی به طور غیرمنتظره ای زیاد است. چنین ترکیباتی تنها در مورد گیاهان آبریز رقمی بیش از هفده میلیون است. ما باید این گونه خود را راضی کنیم که اطلاعات مادر اکثر موارد بادر نظر گرفتن گروه های تأثیرگذار، نظری گیاهان غوطه ور، گیاهان برگ شناور، زئوپلانکتونها را چراکننده و پرنده گان ماهیخوار به عنوان مثال در مقایسه با اختلافات جزئی بین گونه های منفرد کافی است. اگرچه اطلاعات ما ممکن است تخمینی، یا براساس تمرکز ویژه بر روی تعدادی از گونه های مشخص یا گونه هایی باشد که تحقیقات به آسانی روی آنها قابل انجام است.

مشکل دیگری که وجود دارد تغییر غیرقابل اجتناب است. نظام دریاچه سریعتر از آن که ما بر روی وضعیت کنونی آن کار کنیم، گونه هایی را ز دست داده و یا به دست می آوردم. این مسئله به طور دقیق در مورد دریاچه های کم عمق صدق می کند. زیرا آنها مانند جنگل های برگ ریز نمی باشند که به وضعیت جامعه اوج<sup>۱۲</sup> برسند، بلکه در حال طی مراحل توالی<sup>۱۳</sup> قرار دارند. سرنوشت طبیعی دریاچه ها پرشدن آنها با رسوب و

1- tench

2- zander

۳- ماہیان وحشی که coarsefish  
اکثرًا گونه های غیر اقتصادی هستند.

4- roach

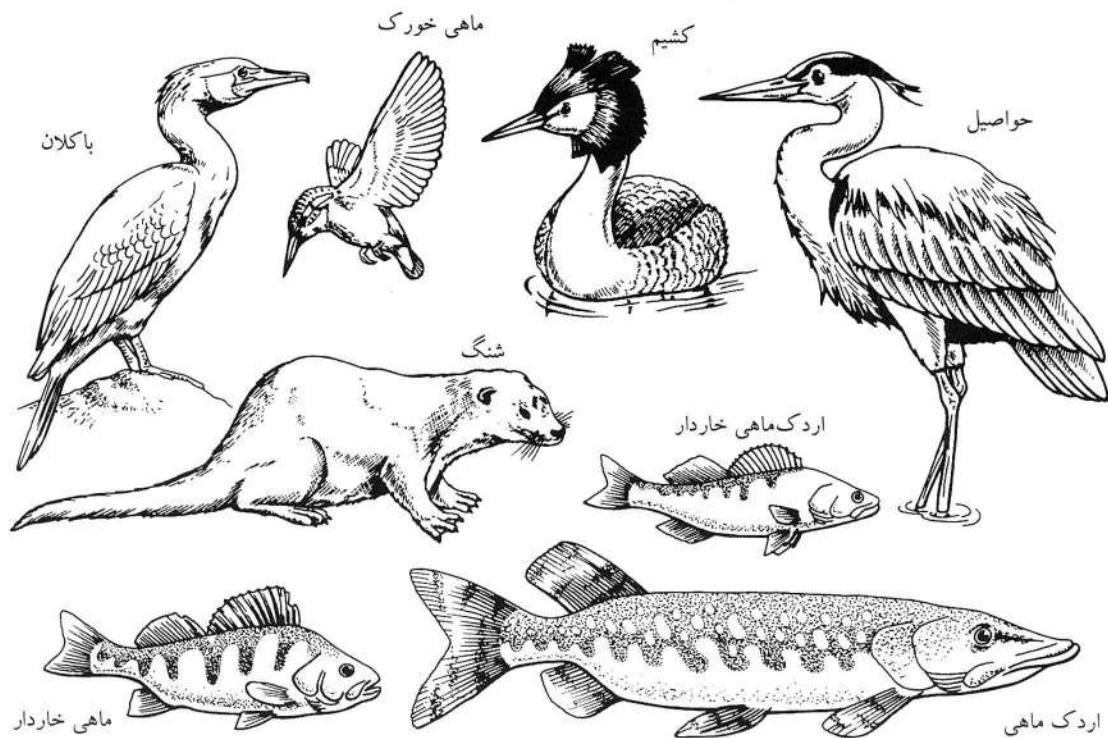
5- bream  
6- rudd

7-Alcedo

8- Phalacrocorax  
9- Otter  
10-chaos

11- Climax community

12- successional stages

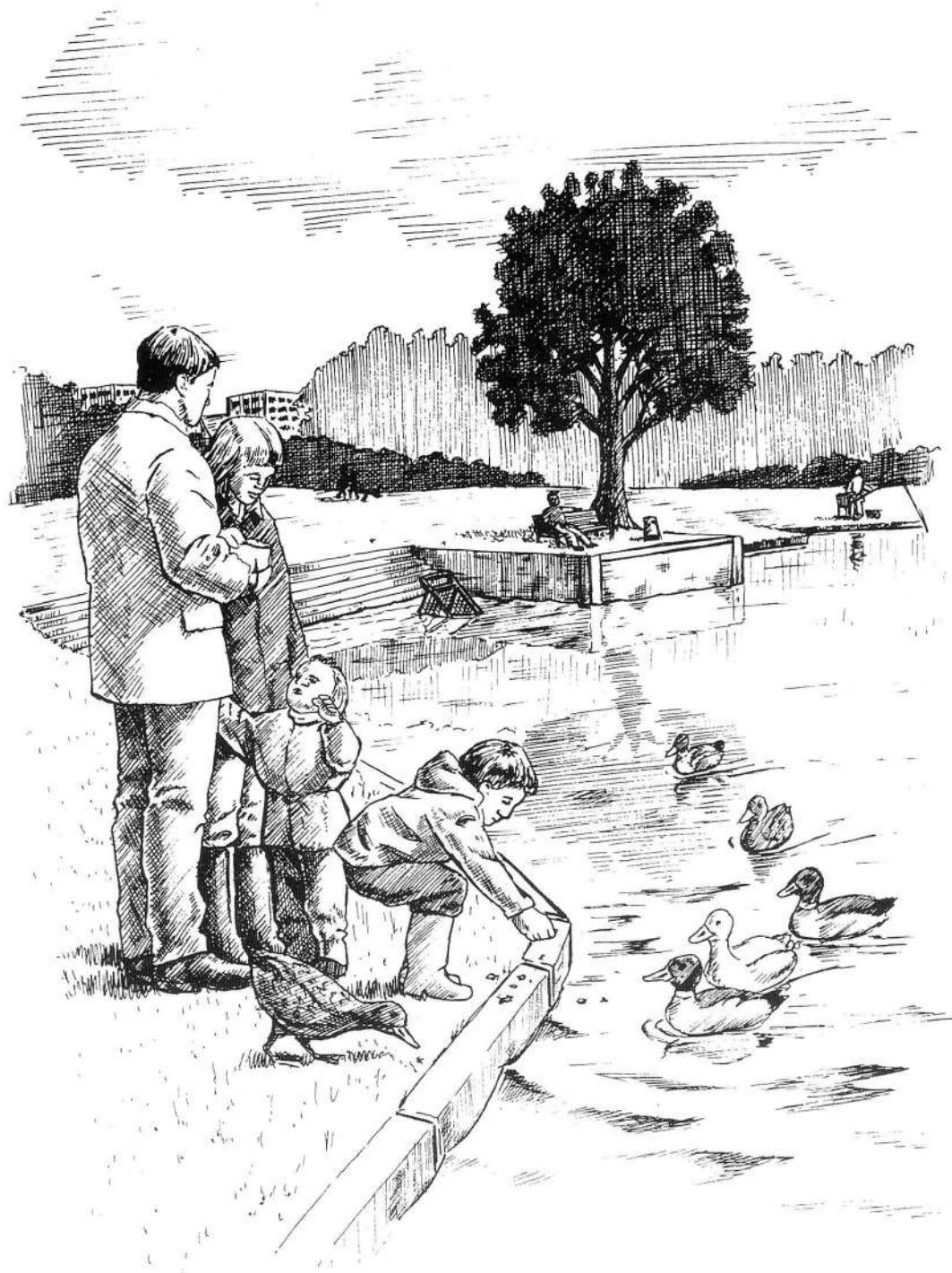


جدید شود. اما در روند طبیعی، در آینده دور دریاچه های کم عمق بکر، محکوم به فنا هستند.

با این وجود، ما در دوره ای از تاریخ زندگی می کنیم که بسیاری از دریاچه های کم عمق هنوز وجود دارند و ما باید سرنوشت دیگری برای آنها در نظر بگیریم. نظام دریاچه های کم عمق بکر، هیچ گاه مستثنی از تاثیر ما (هرچند جزیی) نبوده است. در گذشته ما پرندگان و ماهی ها را برای غذای خود صید می کردیم و شاید نی هارا برای درست کردن سرپناه جمع آوری می کردیم. چوبها را برای درست کردن آتش قطع می کردیم و علفها را برای مصارف دارویی می چیدیم ولی تأثیر ما به علت جمعیت کم و تکنولوژی ابتدایی آشکار نبود. اکنون تمام این شرایط تغییر یافته است. دریاچه های بکر دیگر وجود ندارند، اگرچه آثار اندکی از آنها در مناطق دور دست ترقاب مشاهده است. ماهیت دریاچه های کم عمق مناطق پست موضوع فصل دوم این کتاب است.

ورود بقایای مواد آلی در حاشیه ها است. جوامع منطقه ساحلی نیز به قدری توان تولید بالای دارند که تجزیه مواد در آنها نمی تواند با انباستگی مواد در آنها برابری کند.

سال به سال نی های باتلاقی و جوامع مردابی بیشتری وارد آبهای باز می شوند. این وضعیت تازمانی ادامه دارد که دریاچه پر شود و هیچ آب بازی باقی نماند. بسته به تنوع تغییرات اقلیمی، پوشش گیاهی منطقه ممکن است به صورت یک جنگل توسکا درآید. یا اینکه اگر سطح آب کاهش یابد و منطقه خشک شود، جنگلهای بلوط یا زبان گنجشک و یا انواع دیگری از جنگلهای رشد و گسترش یابند. اگر آب و هوا مطبوعتر شود ممکن است تشکیل توربهای روی سطح ایستابی آب ادامه یابد. در شرایط اسیدی که در سطح بر اثر عمل شستشوی باران ایجاد می شود، باتلاقی با خزه های اسفناگ نوم<sup>۱</sup> ایجاد می شود. اما در این صورت دریاچه نابود خواهد شد. تغییرات طبیعی نظیر، بیش صخره های مسدود شدن نهرها ممکن است باعث به وجود آمدن دریاچه های





## فصل دوم

# چگونه دریاچه ها بوسیله فعالیتهای انسانی تغییر می یابند

بقایای رنگ مانند شکوفایی جلبکی<sup>۱</sup> را مشاهده کنید. این جلبکها سومومی را ایجاد می کنند که قادرند حتی حیوانات اهلی را زیست ببرند<sup>(۱۵۵)</sup>. جوانان محلی که شاهدان این تخریب بی ملاحظه هستند، ممکن است با اندختن چرخهای دستی خرید، نیمکتهای پارک، لا ستیکهای چرخ و حتی یک تختخواب برنجی در تشید این امر سهیم باشند. اینها مسایل نامید کننده ای هستند که اکثر دست اندر کاران امر بازسازی دریاچه ها با آنها مواجه می شوند. در عین حال بیشتر این مسایل غیرقابل اجتناب است.

### فاضلاب

کلید تمام تغییرات بوجود آمده افزایش جریان نیتروژن و فسفر کشتزارها به سمت آب است، اگرچه این مسئله پیچیده تر از اینها است. تا قرن نوزدهم اکثر جمعیت اروپا در روستاهای تمرکز یافته بودند و فاضلاب آنها با ورود مستقیم به نزدیکترین رودخانه یا به داخل گودالهای<sup>۲</sup> تصفیه می شد. پس از انقلاب صنعتی و روی آوردن مردم به سمت

اگر دوباره از درخت فرضی در کناره دریاچه ای کم عمق بالا بروید و به طور اتفاقی پایین رانگاه کنید خواهید دید که منظره داخل آب تداعی کننده جهان کوچکی که از فضای دیده می شود نیست، بلکه یادآور سرزمینی بایر و یکنواخت است. بسیاری از دریاچه ها بکر نمی باشند، بلکه به صورت عمده بر اثر افزایش فعالیتهای جمعیت فراینده انسانی نسبت به گذشته و تقاضاهای بیشتر آنها از محیط زیست برای تامین آسایش خود، دگرگون شده اند. بجای دیدن نیزه های کناره ای و جنگلهای مردابی در مجاورت این دریاچه ها، انبوهی از بقایای زمینهای شخم زده را خواهید دید. آب دیگر پوشیده از گل های لاله آبی نخواهد بود و دیگر سنجاق کها برای تخم گذاری بر فراز آن پرواز نخواهد کرد. زیرا گیاهان غوطه وری که سنجاق کها برای قرار دادن تخم هایشان از ساقه های آنها بالا می رفتدند، از بین رفتند. چنگرهای و مرغابیها دیگر وجود ندارند، مگر آنها یکی که اهلی شده و از نان تغذیه می کنند. آب دیگر زلال نیست و پر از گل و جلبک شده است و در کناره های نیز ممکن است

نشان داده شده است. طی تصفیه فاضلاب فرایندی صورت می گیرد که آمونیم اکسید شده و به نیترات تبدیل می گردد، در نتیجه این فرایند، بیشتر نیتروژن موجود به صورت نیترات (نسبت به آمونیم) ظاهر می گردد. این وضعیت مطلوب است زیرا غلظت بالای آمونیم تحت شرایط معین بخصوص PH بالا می تواند برای ماهیان سمی باشد.

### کشاورزی

بیشترین نیترات موجود در رودخانه ها ناشی از اراضی کشاورزی و آمونیم حاصل از کشاورزی متمرکز است. این مسئله در بررسی وقایع تاریخی قابل درک نیز ثابت شده است. وقوع جنگ در دهه ۱۹۴۰ موجب شد تامرد مواد غذایی خود را در خانه تولید کنند و از آن زمان بر روی روشهای متمرکز<sup>۲</sup> و مؤثر تر تولید تاکید می گردید. کار بر روی زمین، سخت و از نظر اجتماعی کم ارزش بود. بنابراین این موضوع موجب شدت روشهای متمرکز متکی به ماشین آلات، افزایش یابند ولی در عوض اصلی ترین نیاز این روشها تخصصی شدن کشاورزی بود. در برخی نقاط تمرکز بر روی قابلیت کشت زمین و در مناطق دیگر بر روی پرورش دام بود و زمان پذیرش کشاورزی درهم<sup>۳</sup>، چرخش محصول<sup>۴</sup> و استفاده مجدد از فضولات حیوانی به عنوان کود، پایان یافته بود.

واریته های جدید و پرمحصول غلات، نیازمند کودهایی حاوی نیتروژن به میزان ۱۵ تا ۲۰ برابر میزان قبل از جنگ هستند. کشت سالیانه مزارع باعث کاهش مواد آلی خاک می شود در صورتی که پیش از آن، نیتروژن به حالت جذب در خاک باقی می ماند. در نتیجه افزایش قابل ملاحظه ای در میزان نیتروژن رودخانه های دریافت کننده آبهای کشاورزی ایجاد گردیده است (۱۷۹).

با افزایش حیوانات اهلی مواد دفعی آنها نیز به عنوان یکی از منابع اصلی مواد مغذی مطرح شد (شکل ۲-۲). اگرچه مقرارت و رهنمودهای مربوط به شیوه های عمل<sup>۵</sup> باید در جهت جلوگیری از ورود مستقیم این مواد به آبها به کار گرفته شوند، ولی نهایتاً کودهای باید تجزیه شوند. طی عمل تجزیه، آمونیم و فسفات

شهرها، گودالها، دیگر برای تصفیه استفاده نشدن دولی تخلیه فاضلاب به رودخانه ها همچنان ادامه داشت. گرچه این عمل موجب اکسیژن زدایی شدید از رودخانه ها شده بود، ولی نخستین بار با شیوع وبا و حصبه روشی جهت کنترل این مسئله از طریق انباشتن فاضلابها بر روی زمین های کشاورزی به کار گرفته شد. در اوخر قرن نوزدهم هنگامی که مشخص شد این روش پاسخگوی حجم بالای فاضلاب موجود نیست، اولین واحدهای مربوط به کارهای تصفیه فاضلاب احداث گردید.

در کارهای تصفیه فاضلاب (شکل ۱-۲) مواد آلی موجود در فاضلاب توسط باکتری ها، تک یاخته ها و دیگر بی مهرگان از بین می روند. این فرایند مشابه فرایند تجزیه مواد آلی در رسوبات است. امروزه فاضلابها حاوی ترکیبات بسیار پیچیده تری نسبت به ترکیبات فاضلابها قرن نوزدهم هستند. زیرا علاوه بر پسماندهای خانگی (که امروزه حاوی مواد شیمیایی و شوینده ها<sup>۶</sup> است) اغلب فاضلابهای صنعتی نیز به آن اضافه می شود. مشابه فرایند تجزیه مواد آلی در رسوبات، مواد حاصل از تصفیه فاضلابها شامل مواد غیرآلی نظیر دی اکسید کربن، متان، آمونیم، نیترات و فسفات است. فاضلاب خروجی که غنی از سه ماده آمونیم، نیترات و فسفات (با غلظتی در حددها میلی گرم در لیتر) است از محل تصفیه به نزدیکترین رودخانه یا نهر تخلیه شده و از آنجا وارد دریاچه ای می گردد که از رودخانه پذیرنده فاضلاب تغذیه می شود. در چنین حالتی درجه رقیق شدگی معمولاً<sup>۷</sup> پایین است. اما حتی اگر این میزان کاملاً<sup>۸</sup> بالا یعنی در حدود ۵۰ به یک، فرض شود غلظت فسفر ممکن است به ۱۰ تا ۱۰۰ برابر غلظت آن در دریاچه های بکر برسد. غلظت آمونیم و نیترات موجود در نهر نیز افزایش می یابد ولی افزایش غلظت آنها در مقایسه با افزایش غلظت فسفر چندان زیاد نیست. علت این امر حلالیت بالای این مواد است که همواره سبب زیادتر شدن غلظت این ترکیبات در آبهای جاری شده از اراضی، نسبت به فسفر می گردد و لذا افزایش غلظت آنها در نهر کمتر از فسفر است. کارهای تصفیه فاضلاب به صورت عملی در شکل (۱-۲)

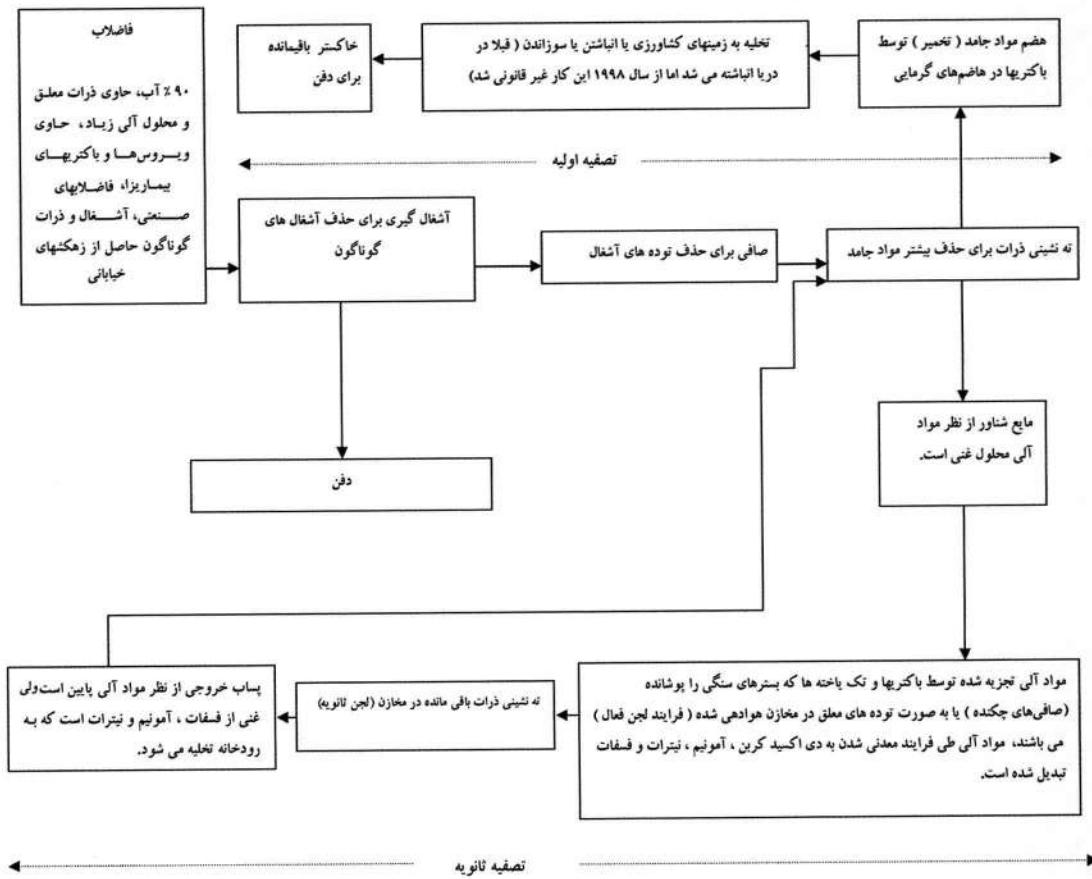
1- detergents

2- intensive methods

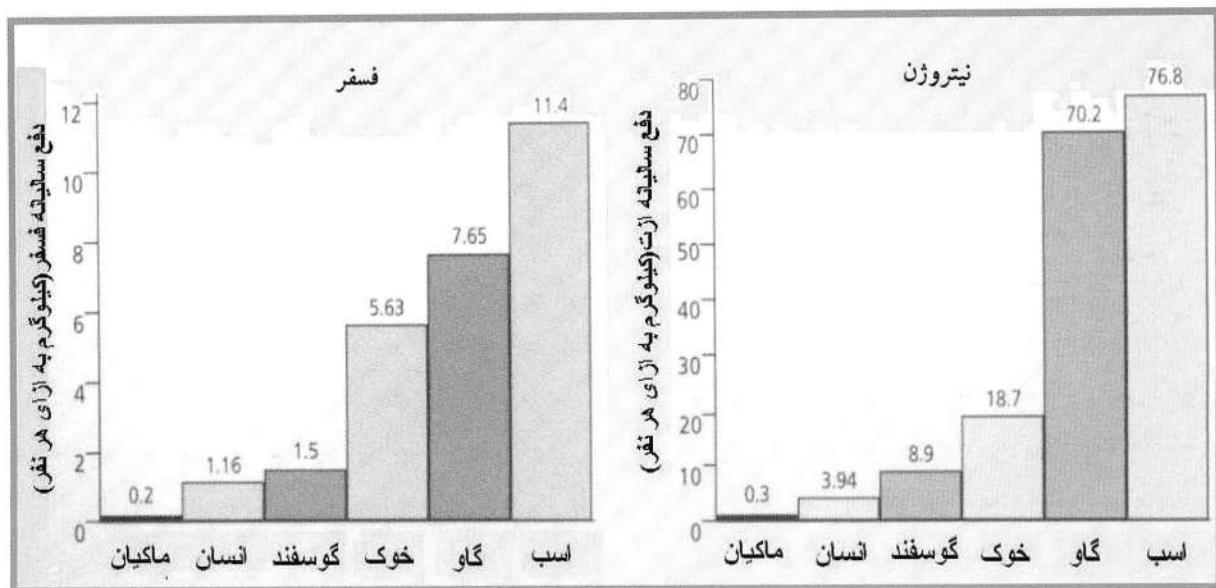
3- mixed farming

4- crop rotation

5- Regulations and Codes of Practice



شکل ۲-۱: این شکل نمودار اصلی تصفیه فاضلاب را نشان می‌دهد. این نمودار مراحل اضافی برای حذف فسفات و نیترات (تصفیه مرحله سوم)<sup>۱</sup> را در بر نمی‌کشد، ولی در برگیرنده شماشی تصفیه سنتی فاضلاب در انگلستان است.



شکل ۲-۲: این شکل، مواد دفعی سالیانه توسط انسان (شامل شوینده‌های مصرفی بوسیله مردم) و حیوانات اهلی را در کشورهای اروپای غربی نشان می‌دهد.

### تغذیه گرایی

تولید می شوند. این مواد وارد رودخانه ها می گردند، مگر آنکه برای استفاده برای آبیاری زمینها تاحدی با ذرات خاک ترکیب شوند. در هر حال شواهد نشان دهنده اشباع ظرفیت خاک از این مواد در برخی مناطق است (۷۵ و ۶۰ و ۵۶ و ۱۰۹). در مکانهای نگهداری دام، بارهای فسفری برابر با رفتار فسفر تولید شده بوسیله مردم در نواحی شهری است (شکل ۳-۲).

### تغذیه گرایی در دریاچه های کم عمق - حالت های جایگزین<sup>۱</sup>

وضعیت دریاچه های کم عمق دارای غلبه پوشش گیاهی، که موضوع مورد بحث در اینجا هستند، پیچیده تر و جالب تر است. در ابتدا، به وضوح رابطه ای میان رشد گیاهی فزاینده، مواد مغذی و رشد بیشتر فیتوپلانکتونها در آب وجود دارد. اما پس از مدتی گیاهان ناپدید شده، صحنه را برای جلبکها خالی می کنند و دریاچه را از بیشتر تنوعی که داشت تهی می نمایند. در مورد این تنوع در فصل اول مطالعی بیان شد. فعالیت های انجام شده در استخراهای تحقیقاتی برای نشان دادن از بین رفتن گیاهان در اثر افزایش بار مواد مغذی<sup>۲</sup> عموماً با شکست مواجه شده است (۷۰ و ۸۵ و ۹۰). حتی با وجود بار بسیار زیاد مواد مغذی در این قبیل محیط ها، گیاهان رشد می کنند و مواد مغذی افزوده شده در آب این استخراها جمع نمی شود. این مواد بوسیله گیاهان یا رسوبات جذب می گردند و تنها در صورتی اثرات مواد مغذی با رشد بیشتر فیتوپلانکتونها مشخص می گردد که گیاهان به طور آزمایشی از محیط خارج گردند. گذشته از این، نمونه برداری از تعداد بسیاری از دریاچه های کم عمق اروپایی و آمریکایی نشان داده است که حتی در طیف گسترده ای از غلظت های فسفر کل که به

رونده سریع تخریب پوشش گیاهی در حوزه آبریز باعث از بین رفتن مکانیسمهای نگهداری مواد مغذی است. کودها و سایر مواد لازم برای کشاورزی مدرن که مجبور به استفاده از آنها هستیم به داخل خاک نفوذ کرده و منابع بزرگتری از این عناصر را برای آبهای جاری به وجود می آورند. ورود این مواد همراه با فاضلاب تصفیه شده و دیگر خروجی های معنای ورود مقادیر بیشتر نیتروژن و فسفر به آبهای شیرین مورد استفاده انسان، بویژه در چند دهه اخیر است. تولیدات تمام جوامع فتوستنتزی، اعم از جلبکی و گیاهی در اکوسیستم های یک دریاچه بکر، در گذشته بر اثر کمیابی این مواد مغذی به شدت محدود می گردید، ولی امروزه این تولیدات در نتیجه افزایش مقادیر مواد مغذی، فزونی یافته است.

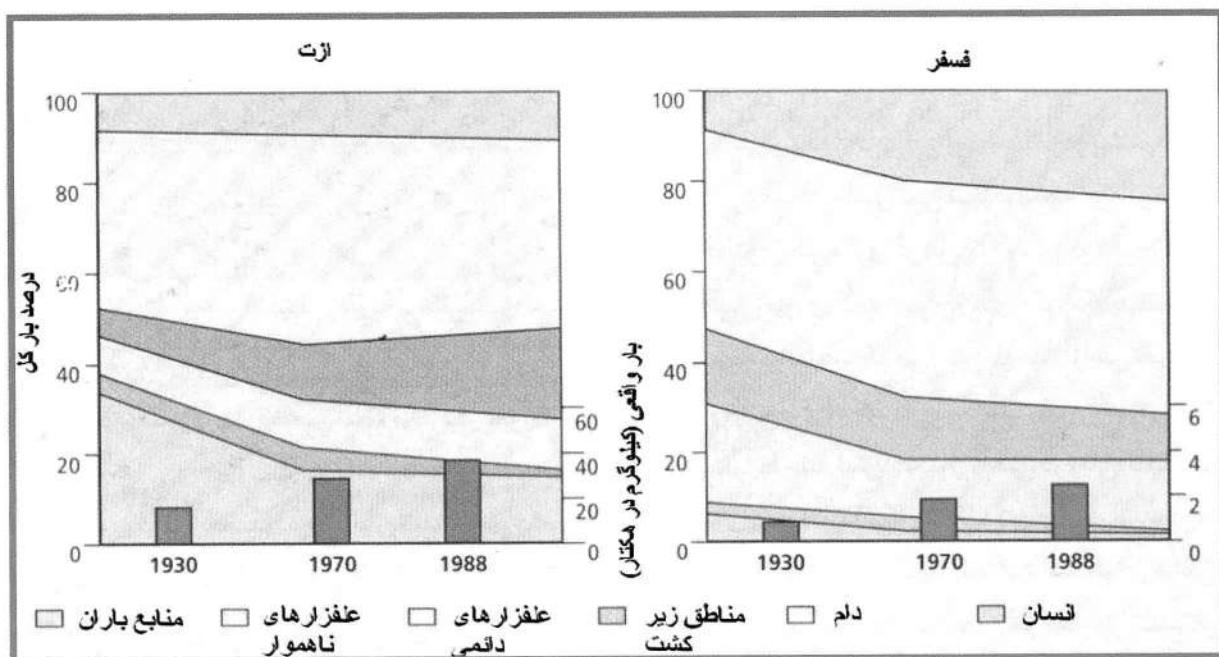
در گذشته مقدار فسفر تا حدی کمتر از نیتروژن بود (به دلیل حلالیت بالای ترکیبات نیتروژن) بنابراین ورود فسفر به تنها یکی از این برابری افزایش تولید، بویژه افزایش تولید جلبکها در آبهای باز شده است. در عین حال، افزایش کلان تولید، نیاز به وجود هر دو ماده مغذی دارد، به طوری که عامل محدود کننده در هنگام افزایش فسفر، از فسفر به نیتروژن تغییر می یابد. در دریاچه های بزرگی که گیاهان درشت، دارای اهمیت نبوده و فیتوپلانکتونها غالب هستند، مغذی شدن بوسیله فسفر پدیده ای عادی است و در نتیجه از دست رفتن شفافیت آب پدیده ای معمولی شده است. رابطه مستقیمی بین غلظت فسفر و میزان تولید جلبکها وجود دارد (۵۱ و ۱۵۹، ۱۸۶ و ۲۱۳). این رابطه با اندازه گیری میزان رنگیزه فتوسنتری کلروفیل<sup>۳</sup> در چنین آبهایی سنجش

۱- رنگیزه فتوسنتری اصلی جلبکها و گیاهان است که اغلب به عنوان مقیاس زیست توده اولیه به کار می رود.

2- domestic supply

3- alternative states

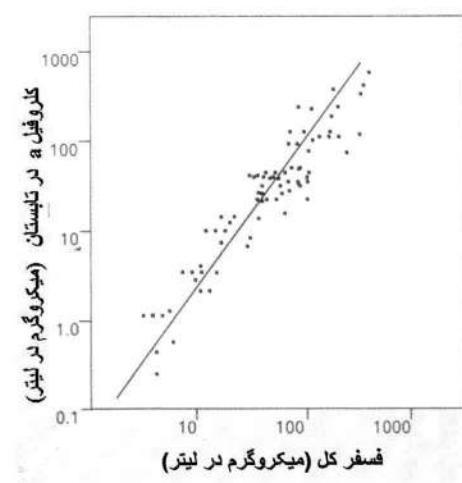
4- nutrient load



شکل ۲-۳: تغییر در منابع نیتروژن و فسفر ورودی به نهرها، بین سالهای ۱۹۳۰ و ۱۹۸۸ که به ده حوزه آبریز در انگلستان می‌رسیخته اند. داده‌های صورت درصدهای بار کل<sup>۱</sup> برای هر سال (نمودار اصلی) و بار مطلق<sup>۲</sup> انتقال یافته هستند که بصورت هیستوگرام نشان داده شده اند. بارهای مانگنی<sup>۳</sup> از سال ۱۹۳۰ تاکنون دو برابر شده است (از جوتز و همکارانش ۱۹۹۶).



نهایی (جویهای) ساخته شده در قرون گذشته در تالب‌های نورفوک برادراند رامی توان باشد های چوبی به حوضچه های مجایی تقسیم و از آنها برای تحقیقات استفاده کرد. در اوایل دهه ۱۹۸۰ این حوضچه ها در وودبیست و یک واقع در اندوختگاه طبیعی ملی مرداب های بیور<sup>۴</sup> استفاده می شد. این امر بدان جهت صورت می گرفت تا نشان داده شود افزوند مواد مغذی به جامعه گیاهی غالب که دارای استقرار مناسب باشد، به تنهایی باعث خروج گیاهان و غله جامعه فیتوپلانکتونی نمی شود. تنها زمانی که گیاهان بر اثر سوزانده شدن به شدت آسیب بینند، در این حوضچه ها (که بیشترین میزان مواد مغذی به آنها افزوده شده باشد) اجتماعی باشر ایط غلبه جامعه فیتوپلانکتونی رشد و توسعه می نماید.



شکل ۴-۲! این نمودار ارتباط بین محصول فیتوپلانکتون در فصل کرم سال (مشخص شده بالنداز هگری کلرووفیل a) را با غلظت فسفر کل در یک دریاچه نموده نشان می دهد. مقیاسها کاریتیمی هستند و این مسئله تاحدی موجب پنهان شدن تغییراتی می شود که با مقیاسها خطی مشخص ترند. مقادیر کاملابالایی از کلرووفیل a در غلظت معینی از فسفر یافت می شوند که به علت تاثیر چراکران در کاهش محصول جلبکی، پایین تر از میزانی است که در هنگام دسترسی به فسفر حاصل می شود (بر اساس دیلون و ریکلر ۱۹۷۴).<sup>۱</sup>

1- average loads  
6- dykes

6- dykes  
7- Woodbastwick

7- Woodastwick  
9- Dillon & Rigle

9- Dillon & Rigler (1974)

## 2-entry load

### 3- absolute load

4- Johnes et al 1996

### 5-ditches

## 8- Bure Marshes National Nature Reserve



سفر به خارج از رسوبات آلوده به مواد مغذی (حتی پس از کاهش یافتن منبع خارجی مواد مغذی) است (۱۲۶ و ۱۸۳). اما غالب علی رغم جابجای این رسوبات هیچ پیشرفتی در کاهش مواد مغذی حاصل نمی شود. نتیجه این امر، بیانگر وجود عوامل پیچیده تری در این کار است (۷۰ و ۸۷).

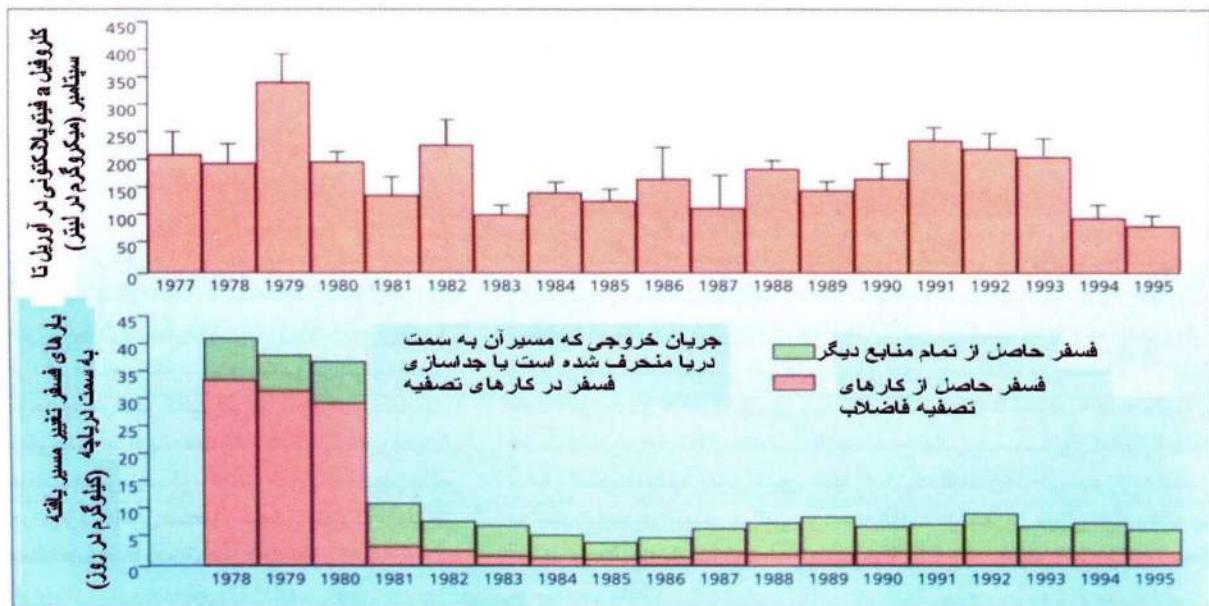
همان طوری که در دریاچه های بکر، مکانیسمهای جهت حفظ شرایط غلبه گیاهی (حتی با وجود افزایش مصنوعی بارهای مواد مغذی) وجود دارد، مکانیسمهای هم در جهت حفظ شرایط غلبه فیتوپلانکتونی (حتی در زمان کاهش بار مواد مغذی) وجود دارد (شکل ۲-۶). نکته اصلی در این میان، از بین رفتن ککهای آبی در آبهای باز فاقد پناهگاههای گیاهی، بوسیله ماهیان است. در نتیجه این امر فشار چراکنندگان از جلکها (در تعذیه از آنها) کاهش می یابد. این وضعیت همچنین بواسطه نسبت بیشتر ماهیان زئوپلانکتون خوار به ماهیان ماهیخوار تشدید می یابد. این پدیده در دریاچه های دارای شرایط غلبه فیتوپلانکتونی و مواد مغذی زیاد امری عادی است (۹۴ و ۱۷۱). این دلایل ممکن است شامل کاهش غلظت متوسط اکسیژن محلول در آب نیز باشد که این امر به زیان ماهیخواران فعل است.

غیبت گیاهان، امکان هرگونه رقابت برای نیتروژن و یا

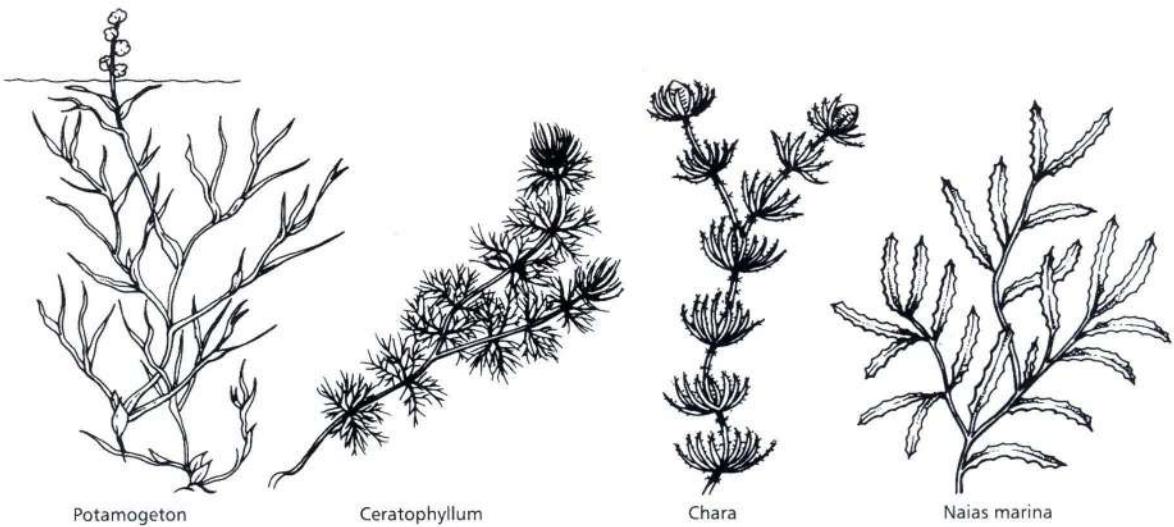
جستجوی غذا بوسیله ماهی سیم در رسوبات بستر، بوسیله توسط ماهیان بزرگ جهت ممکن است مقاییر قابل ملاحظه ای از رسوبات را جابجا کند. ماهیان سیم کوچک زئوپلانکتون خوار هستند ولی تمام گروههای سنتی این گونه ممکن است در افزایش دورت آب سهیم باشند.

میزان زیادی فراتر از محدوده مورد نیاز باشد، باز هم جمعیت های گیاهان آبی می توانند به بقای خود ادامه دهند و این در حالی است که دریاچه های دیگر در همین محدوده غلظت، تمام گیاهانشان را از دست داده و فیتوپلانکتونها را آنها غالباً شده اند (۹۴ و ۳۰).

عکس این حالت نیز می تواند رخدده درست همان گونه که افزودن مواد مغذی به دلیل قدرت مکانیسمهای نگهدارنده آنها در شرایط ناپایدار، به طور حتمی موجب جایگزینی و خروج گیاهان نمی گردد، کاهش بارهای مواد مغذی نیز همواره می تج به ایجاد آب زلال و بازگشت گیاهان نمی شود (شکل ۲-۵). علت این موضوع تا حدودی، نفوذ میزان زیاد



شکل ۲-۵: فسفر ورودی به بارتون برادر از سال ۱۹۸۱ تاکنون به مقدار زیادی کاهش یافته است ولی آب هنوز کدر بوده و همراه باشد گستردگی فیتوپلانکتونی باقی مانده است.



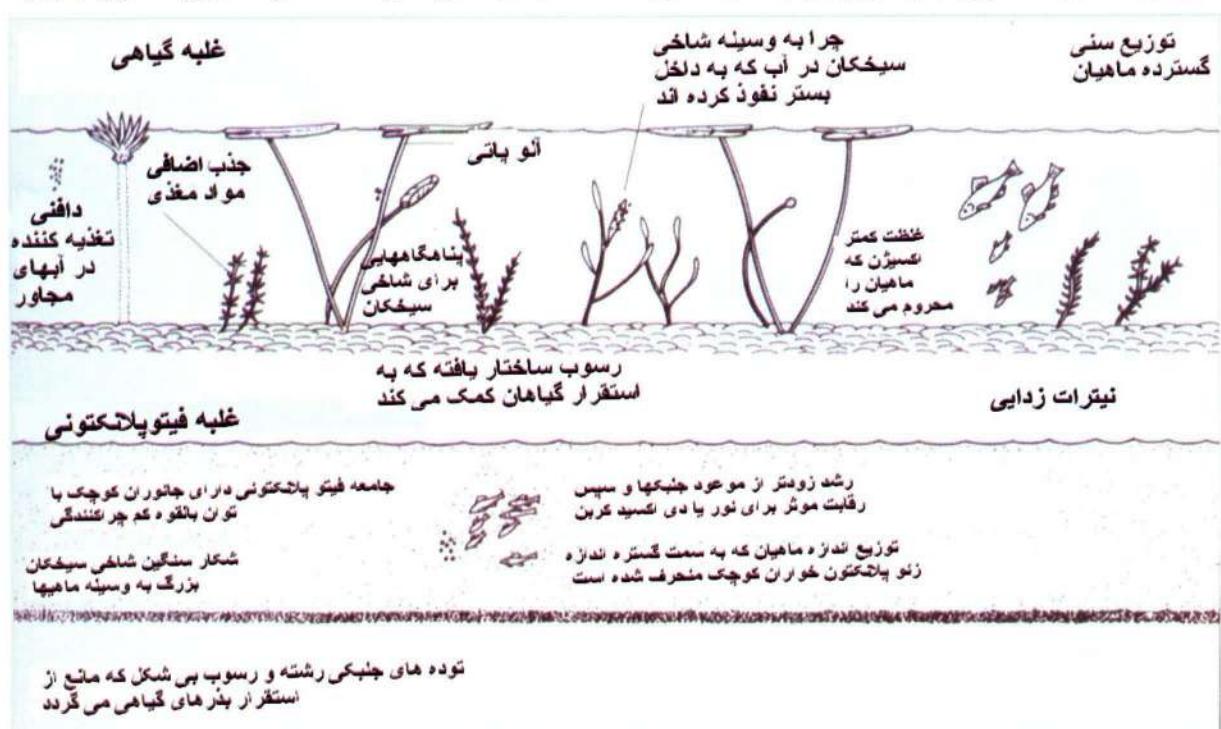
آنها بر روی رسوب مانع از هرگونه رشد بذرهای گیاهی می‌گردد.

رسوباتی که از ذرات فراوانی از جلبک‌ها تشکیل می‌شوند، بارسوبات‌تورب‌دار سازمان یافته‌تر که در بسترها گیاهی شکل گرفته‌اند، متفاوتند. در دریاچه‌های کم عمق بزرگ از بین رفتن گیاهان ممکن است باعث بر هم خوردگی بیشتر رسوب بوسیله باد شود که در این حالت دورت‌بیشتری نسبت به دورت ایجاد شده توسط فیتوپلانکتونها به وجود

امکان ایجاد بازدارنده‌های رشد جلبک‌های از بین می‌برد. تحت چنین شرایطی رشد جلبک‌های اوایل سال افزایش می‌یابد، این موقع از سال زمانی است که آنها قادر به رشد هستند. علاوه بر این، جلبک‌های نیازی به نگهداری بافت‌های ریشه و ریزوم ندارند. با توجه به اینکه این قسمت‌ها قادر توانایی تولید هستند، لذا به طور کامل تمام اجزایشان فتوسنتز کننده‌اند و می‌توانند تمام انرژی خود را صرف تولید سلولهای فتوسنتز کننده بیشتری نمایند. به محض استقرار جلبک‌های اوایل بهار سایه اندازی

۲۵

فصل دوم  
فعالیت‌های انسانی  
از کوئنده دریاچه‌ها  
به سبب



شکل ۲-۶- برخی از مکانیسمهایی که باعث تثبیت (ضربه گیری) شرایط غله گیاهان آبی و شرایط غله فیتوپلانکتونی می‌گردد.

3- peaty sediments

۴- میزانی که در آن وجود ذرات معلق موجب کاهش نفوذ نور از میان آبهای طبیعی می‌شود.

می‌آید. فعالیتهايی که ماهیان تغذیه کننده از بستر نظیر ماهی سیم برای جستجوی غذا انجام می‌دهند نیز ممکن است باعث جابجایی مقدار زیادی رسوب گردد (۲۵ و ۱۱۲). تمام این عوامل رشد گیاهان را مشکل یا غیرممکن می‌سازد. زمانی که گیاهان به دلیل پراکنده شدن بذر، جابجایی توسط باد، حرکات امواج یا خورده شدن بوسیله پرنده‌گان در بهار، به آسانی تخریب شده و امکان حفظ پوشش قبلی خود را نیافرند، ماهیت تغییر یافته‌ی هوازی رسوبات، دیگر توسط ریشه‌های آنها ثابت نخواهد شد.

بنابراین دو نظام جایگزین غلبه فیتوپلانکتونی و غلبه گیاهی وجود دارد که هر کدام پس از استقرار در طیف گسترده‌ای از شرایط مواد مغذی و تثبیت و حفاظت بوسیله مکانیسمهای گوناگون به بقای خود ادامه می‌دهند (شکل ۲-۶). پرسشهای کلیدی که در اینجا مطرح می‌شوند عبارتند از اینکه: آیا مامی توانیم کمیت این محدوده از شرایط مواد مغذی را تعیین کنیم؟ در خارج از این محدوده چه اتفاقی می‌افتد؟ و چگونه مکانیسمهای ضربه گیر و جلوگیری کننده از تغییر نظام‌ها از حالتی به حالت دیگر را می‌توان مغلوب نمود؟

### محدوده مواد مغذی برای حالت‌های جایگزین

با وجود اینکه تلاش‌های زیادی برای تعیین کیفیت آب شده است، توصیف ماهیت پدیده پیچیده‌ای مانند محیط آب با عددی ساده و منفرد مشکل است. در سالهای اخیر اتفاق نظر می‌تنی بر تعیین کیفیت آب‌های تغذیه گرها با استفاده از غلظت فسفر کل بوده است، هرچند که غلظت نیتروژن کل نیز لحاظ شده است. به نظر می‌رسد که در آبهای کم عمق (کمتر از ۳ متر) و در غلظت کمتر از ۲۵ تا ۵۰ میکروگرم در لیتر از فسفر کل، گیاهان آبی بدون تهدید ناشی از جانشینی فیتوپلانکتونها قادر به ادامه حیات خواهند بود. به نظر می‌رسد که به احتمال زیاد غلظت اولیه برای رسیدن به چنین شرایطی کمتر از ۲۵ میکروگرم در لیتر بوده است. غلظت معادل برای نیتروژن کل حدود ۲۵۰ تا ۵۰۰ میکروگرم در لیتر است که در این محدوده گونه‌های آبی کوچکتر رشد می‌کنند. قدرت رقابت این گیاهان

به خاطر کوتاهی قد پایین است. این گیاهان ممکن است شامل کاروفیتها باشند. کاروفیتها، جلبکهایی کاملاً بزرگ دارای شاخه‌های فرعی و اصلی هم پایه و اندامهای نگهدارنده لنگر مانند در رسوبات می‌باشند. همچنین در این خصوص می‌توان از تیزک (*Najas marina*) و برخی از گوشاب‌ها<sup>۱</sup> نام برد. برخی از کاروفیتها امروزه بسیار نادر هستند زیرا تعداد دریاچه‌های کم عمق با چنین غلظتی در مناطق پست کاهش یافته است. آبهای غیر حاصلخیز و غنی از بی کربنات که مناسب برای رشد این قبیل گیاهان باشند به سرعت در حال نابودی هستند.

در غلظتهای بالای ۵۰ میکروگرم در لیتر امکان دارد هر یک از شرایط غلبه گیاهی یا غلبه فیتوپلانکتونی به عنوان حالت‌های جایگزین وجود داشته باشند، البته هر چه سطح مواد مغذی بالاتر باشد، امکان تغییر نظام دریاچه از غلبه گیاهی به غلبه جلبکی افزایش می‌یابد. همچنین هر چه این سطح بالاتر باشد، احتمال دارد مقداری از زیست توده<sup>۲</sup> گیاهی بوسیله جلبکهای رشته‌ای دارای قدرت رقابتی زیاد پوشیده می‌شوند. با افزایش سطح مواد مغذی گونه‌هایی با قدرت رقابتی (*Ceratophyllum demersum*) بالاتر نظیر علف شاخی (*Potamogeton pectinatus*) غالباً و گوشاب شانه‌ای<sup>۳</sup> (Potamogeton pectinatus) شده و تنوع جوامع گیاهی کاهش خواهد یافت. لاله‌های آبی سفید و زرد بسیار مقاوم هستند و در شرایط افزایش سطوح مواد مغذی نیز باقی می‌مانند. اما به نظر می‌رسد افزایش غلظت مواد مغذی به نفع گونه‌هایی نظیر گیاه حشره خوار (*Utriculria vulgaris*), سرباز آبی<sup>۴</sup> (*Statiotes aloides*), تخت قورباغه (*Hydrocharis morsus-ranae*) و گسترده وسیعی از گوشابها (Potamogeton spp.) نباشد.

بالاترین میزان محدوده غلظت فسفر کل با امکان وقوع حالت‌های جایگزین، شناخته شده نیست، اما این میزان بسیار بالابوده و در حد چندین میلی گرم در لیتر است. لاله‌های آبی و گیاهان نیمه شناور<sup>۵</sup> مانند علف هفت بند دو زیست<sup>۶</sup> (*Polygonum amphibium*), هزار برگ سنبله‌ای<sup>۷</sup> (*Myriophyllum spicatum*) و عدسکهای آبی<sup>۸</sup> (*Limnaceae*) می‌توانند در خروجیهای

1- Carophytes

2- Pond weed: Potamogeton جنس

3- biomass

4- water soldier

5- semifloating plants

6- Amphibious bistort

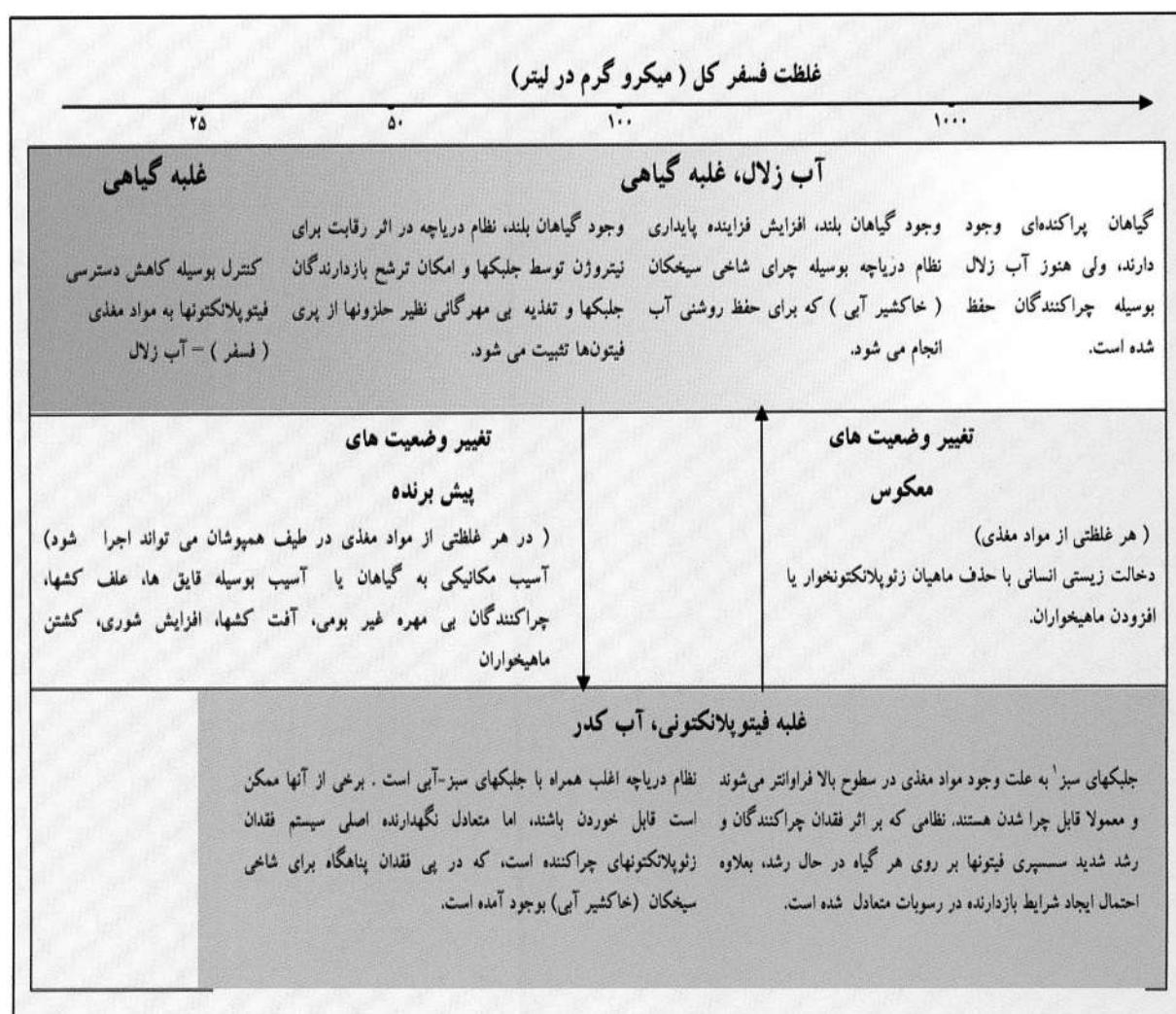
7 - Water milfoil

به طور قطع افزودن مواد مغذی ساده‌می تواند موجب تغییر شرایط نظام با غلبه گیاهی منحصر به فرد به سمتی شود که امکان تغییر به حالت‌های جایگزین ایجاد شود. با افزایش بارگذاری مواد مغذی، گونه‌های قویتر باعث خروج کاروفیتهای کوچکتر می‌شوند و بسترها علفی متراکمی را بوجود می‌آورند. سایه حاصل از پری فیتونهای رشد یافته نیز ممکن است موجب تشدید این امر شود (۱۶۹). علاوه بر این، پری فیتونهای بگسترش بروی این قبیل گیاهان دارای قدرت رقابتی تمایل دارند ولی به طور مداوم طعمه چراکنندگان می‌شوند. اگر تأثیر چراکنندگان در از بین بردن پری فیتونها کافی نباشد، روش‌های دیگری نظیر ریختن برگهای آسیب دیده از پری فیتونها، یا ایجاد تاج پوشش برگی به سمت سطح آب (به علت شدت بیشتر نور در این قسمت) ممکن است به

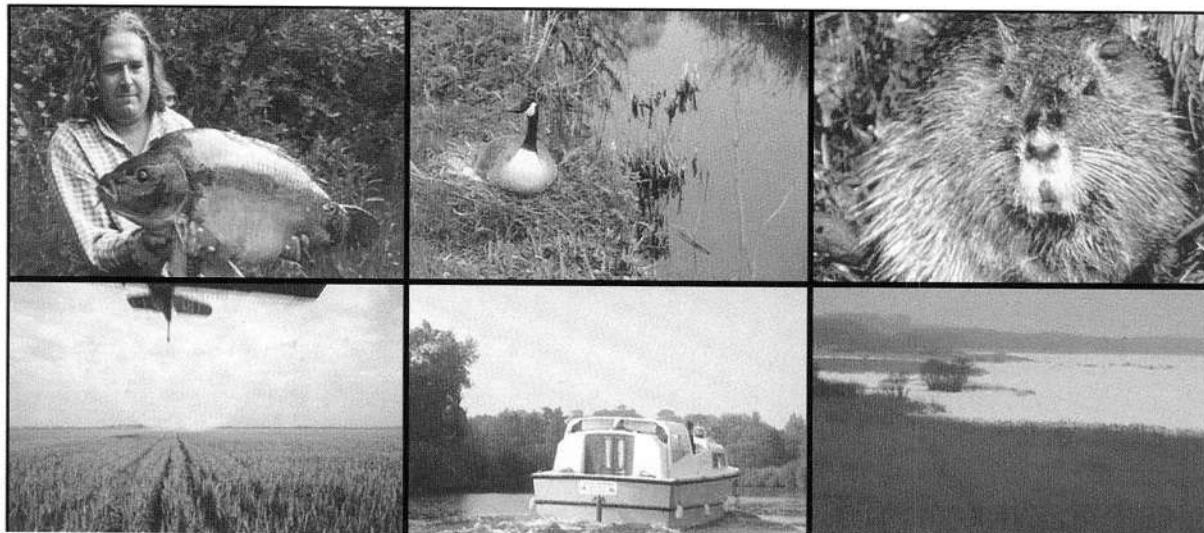
فاضلابهای به نسبت رقیق شده رشد کنند و جایگاههای پایداری را برای چنین توده‌های گیاهی به وجود آورند. بنابراین به احتمال زیاد هیچ حد بالایی به طور مؤثر وجود ندارد، اما پایداری اجتماع گیاهان آبی در چنین غلظتی پایین خواهد بود و شرایط به سمت حالت غلبه جلبکی گرایش دارد.

در نتیجه می‌توان در قالب طرحی (شکل ۷-۲) حالت غلبه گیاهی منحصر به فردی در پایین ترین غلظتها، همراه با جایگزینی حالت‌های غلبه گیاهی و غلبه فیتوپلانکتونی در تمام غلظت‌های بالا، را با در نظر گرفتن نوسانهای مواد مغذی، همراه با فرایندهای پایدار کننده چنین مراحلی نشان داد. پرسشی که باید به آن پاسخ داده شود این است که چه فرایندهایی باعث تغییر وضعیت میان این حالت‌های جایگزین می‌شوند.

**تغییر وضعیت‌های پیش‌برنده**



شکل ۷-۲: مدل حالت‌های پایدار جایگزین برای غلبه بوسیله گیاهان آبی یا فیتوپلانکتونها در دریاچه‌های کم عمق، در ارتباط با نوسانات غلظت‌های فسفر کل که در برگیرنده ارزش‌های مرحله نخستین دریاچه و یا مواجهه با شرایط آلوده است.



مکانیسمهای بسیاری می‌توانند به تنها یا همراه با مکانیسمهای دیگر در تغییر وضعیت یک دریاچه کم عمق از حالت غلبه گیاهی به غلبه جلبکی سهیم باشند. این عوامل ممکن است شامل معرفی ماهی کپور؛ تعداد زیادی از غازهای کاتادایی یا خاکستری، یا نوتریا؛ رواناب حاوی آفت کشها یا علف کشها؛ آسیب رسانی توسط قایق‌ها؛ کشتار انتخابی ماهیان، در زیر یخ زمستانی یا سکون تابستانی آب شود، که باعث تغییر توازن ماهیان ماهی خوار نسبت به زمین‌لختکن خواران می‌گردد.

هدف زیبایی شناختی یا ایجاد استخراهای باز ماهیگیری،

انجام شود. پروانه‌های حرکت دهنده قایق‌ها ممکن است تا حدی به زیست توده گیاهی آسیب برسانند که گیاهان قادر به جبران آن نباشند. کاربرد آگاهانه علف کشها برای کنترل گیاهان (۲۰۹) یا تأثیر روان آب ورودی به تالاب، حاوی علف کشها مورد استفاده در اراضی کشاورزی، ممکن است در این امر دخیل باشد. در برخی موارد، بالا آمدن سطح آب موجب تغییر گیاهان گردیده است که این امر احتمالاً با کاهش نور مورد نیاز قابل دسترس برای رشد بذرهای موجود در بستر بوجود آمده است (۱۹، ۲۰، ۲۱).

در نهایت، چراگری مهره داران نیز ممکن است باشد تسریع در تغییر وضعیت پیش بزنده شود. در اکثر موارد تأثیر گونه های خارجی <sup>۳</sup> بیشتر است. این گونه ها از نقاط دیگر معرفی شده و جمعیت های در حال رشد آنها بوسیله شکارگران طبیعی غیرقابل کنترل می باشند. به عنوان مثال، ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در ازین رفتن گیاهان و ایجاد آب کدن نقش دارد (۲۹، ۴۲، ۴۶، ۶۰، ۱۱۰، ۱۲۸).

ماهی کپور تو سطح رومیان طی قرون وسطی یا قبل از آن وارد انگلستان شده است. تازمان، که اندازه این ماهیان

برخی از گیاهان قویتر نظیر سرباز آبی (Stratiotes aloides)، در فصل گرم سال در لایه های سطحی آب شناور می شوند و در خصوص لاله های نیز داشتن برگهای شناور به کمک آنها می آید. از آنجایی که مواد مغذی با وجود امکان ایجاد تغییر در ترکیب جمعیت گیاهان نمی توانند تمام گیاهان آبزی را زیست ببرند، بنابراین باید یک فرایند اضافی برای تغییر وضعیت وجود داشته باشد تا موجب از بین رفتن گیاهان گشته و فیتوپلانکتون ها را جانشین آنها گرداند. چنین تغییر حالتهایی، تغییر وضعیت های پیش برنده نامیده می شوند.

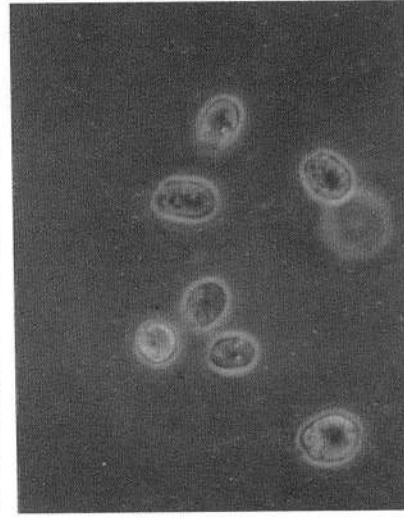
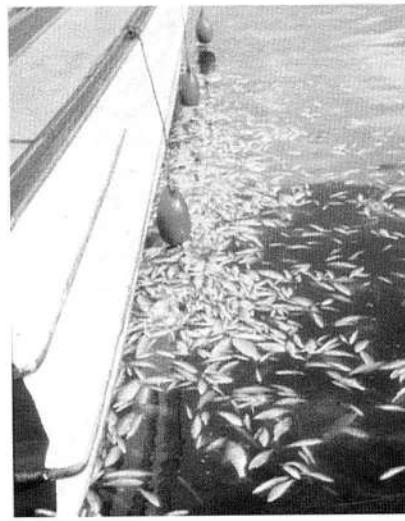
این نوع تغییر برخلاف تغییر وضعیت های معکوس<sup>۱</sup> هستند. تغییر وضعیت هایی که باعث تسریع در ایجاد شرایط غلبه فیتوپلانکتونی نسبت به شرایط غلبه گیاهی می گردند. دو گروه از تغییر وضعیت های پیش برنده شناخته شده یا در حال بررسی هستند<sup>(۲)</sup>. یک گروه به حدی به گیاهان صدمه می زند که باعث نابودی آنها می گردد و گروه دوم مانع از عملکرد فرایندهای ضربه گیر متعادل کننده بویژه از طریق ایجاد اختلال در فعالیت شاخی سیخکان<sup>۳</sup> چرا کننده می گردد. نابودی مستقیم گیاهان ممکن است بر اثر استفاده از حذف کننده گان مکانیکی<sup>۴</sup> ساده مانند دروی کامل گیاهان برای

### 1- reverse switch

## 2- Cladocera

### 3- mechanical removal

4 - exotic species



تصویر سمت چپ:

منظوره ای آرام که مشکلی جدی را پنهان میکند. زهکشی در قرون قبل وسعت کمتری داشته و با استفاده از نیروی باد انجام می گرفته است. پمپهای بادی قدیمی که اغلب خراب شده یا بعضی اوقات تعمیر شده و اوایل دهه ۱۹۷۰ امری عادی بود. احتمالاً وجود این جلبک در ارتباط با شوری فزاینده اند، امروزه جلوه های تحسین برانگیز چشم اندازه هاستند. نیروهای دیزلی و بخاری جایگزین نیز نسبتاً اثربودند. پمپهای الکتریکی مدرن قادر به جابجایی مقداری عظیم تری از آب تالابها هستند. در صورتی که منطقه نزدیک به دریا باشد، آب شور ممکن است به داخل نظام آب شیرین کشیده شود و تغییرات مهمی را در جوامع موجود دریاچه و رودخانه ایجاد کند.

تصویر میانی:

مرگ ماهی ها که بوسیله جلبک کوچکی به نام علمی *Prymnesium parvum* میکرو متر طول دارد و لی می تواند در تراکم بالای یک میلیون عدد در هر متر مکعب ظاهر شده است. مشاهده این امر در برآذ اطراف ریورترنسی در نورفولک در اوخر دهه ۱۹۶۰ آنها شناختی کند و مجهز به یک زایده اضافی کوتاه به نام هپتونما است که بین این دو تازک وجود این جلبک در ارتباط با شوری فزاینده قرار دارد. عملکرد این جلبک ها ناشناخته است. در منطقه همراد بامداد مغذی دفع شده از کاکایی های سرسیاه بوده که به آب وارد و لی ویژگی آن تولید سم بوسیله تعداد زیادی کاکایی های سرسیاه می شده است. تعداد مرگ ماهی ها حتی در سرسیاه از آب تالابها هستند. در صورتی که ماهیان نیز کمتر اتفاق می افتد.

تصویر سمت راست:

*Prymnesium parvum* فقط در حدود ده نام علمی *Prymnesium parvum* مشاهده این امر در هر متر مکعب ظاهر شود. این جلبک دارای دو تازک است که بوسیله آنها شناختی کند و مجهز به یک زایده اضافی کوتاه به نام هپتونما است که بین این دو تازک وجود این جلبک در ارتباط با شوری فزاینده قرار دارد. عملکرد این جلبک ها ناشناخته است. در منطقه همراد بامداد مغذی دفع شده از کاکایی های سرسیاه بوده که به آب وارد و لی ویژگی آن تولید سم بوسیله تعداد زیادی کاکایی های سرسیاه می شده است. تعداد مرگ ماهی ها حتی در سرسیاه از آب تالابها هستند. در صورتی که ماهیان نیز کمتر اتفاق می افتد.

**Ctenopharyngodon** (چینی<sup>۵</sup>) *idella* نیز در صورت معرفی، اثر تخریبی یکسانی خواهد داشت. این ماهیان به طور ویژه برای کنترل گیاهان در کانالها (تحت شرایطی که به دقت تعیین شده است) مورد استفاده قرار می گیرند (۵۴). در میان پرندگان، غاز کانادایی و تجمع تعداد زیادی از قوهای گنگ<sup>۱</sup> ممکن است اجتماعات گیاهی را زین برند. دسته های غازهای خاکستری هم با تردید باید در نظر گرفته شوند. از پستانداران به نظر می رسد تنها که نوتریا موجب تخریب شود (۲۳، ۵۶، ۱۹۸).

گروه دوم از تغییر وضعیت های پیش برند، به طور کلی از بین برندگان زئوپلانکتوهای چراکننده می باشند (۲۰۱).

کوچک و تعداد آنها کم است مشکلی ایجاد نمی کنند. تاکنون تولید مثل ماهیان کپور دائمی نبوده و تنها زمانی مشکل ساز شده اند که برای ماهیگیری بوسیله ماهیگیران در یک جا جمع شده اند. چنین وضعیتی ممکن است در صورت تغییر آب و هوای ایجاد تابستانهای گرمتر به نفع تولید مثل مجدد کپورها تغییر یابد. علاوه ذخیره سازی سیم ماهی همراه با کپور، گیاهان رامی خورد و فسفر را از داخل رسوب منتقل می کند، که هر دو مورد باعث ایجاد اختلال در رسوب می گردد. علاوه بر موارد ذکر شده، ماهیان سیم جوان تغذیه کنندگان سیری ناپذیری از دافنی ها می باشند.

در زمانی اتفاق می‌افتد که تنفس زیست توده عظیمی از گیاهان آبی ممکن است برای مصرف مقدار بیشتری از اکسیژن موجود در آب کافی باشد. این وضعیت بر روی ماهیخواران بیش از زئوپلانکتونخواران تأثیر می‌گذارد زیرا ماهیخواران، ماهیانی بسیار فعال و سریع هستند که نیاز زیادتر به اکسیژن دارند. زئوپلانکتونخواران که وابسته به شکاری کم تحرک تر هستند، خود نیز تحرک کمتری دارند. موارد ذکر شده، بی تردید ناقص هستند و ممکن است راههای دیگری نیز در خصوص مغلوب شدن ضربه‌گیرهای پایدار کننده جوامع گیاهی وجود داشته باشد.

### تغییر وضعیت معکوس

در تلاش برای بازسازی یک جامعه گیاهی، ضربه‌گیرهایی که فیتوپلانکتونها را ثبیت می‌کنند بایستی مغلوب شده و ضربه‌گیرهایی تثبیت کننده جوامع گیاهی غالب شوند. این فرایندها و گزینه‌های مدیریتی لازم برای پیشبرد آنها موضوعات اصلی این کتاب هستند و در فصول بعدی به جزئیات آنها پرداخته می‌شود. به طور اساسی هدف کلی، رسیدن به بازگشت جانوران ذره بینی چراکننده از فیتوپلانکتونها، از طریق دخالت انسانی<sup>۱</sup> در جامعه ماهیان و بازسازی گیاهان تحت شرایط مناسب برای رشد آنها است.

اولین فن، دخالت زیستی انسانی<sup>۲</sup> نامیده می‌شود (۱۹۴ و ۱۹۲) و شامل حذف کلیه ماهیان، یا حذف انتخابی زئوپلانکتون خواران و یا افزودن ماهیان ماهیخوار برای کاهش تعداد زئوپلانکتون خواران است. استقرار گیاهان نیز شامل حفاظت از آنها در برابر آسیبهای فیزیکی و تقدیمه پرندگان است. در عین حال، در آخرین مرحله بازسازی نظام غلبه گیاهی، بازگرداندن جوامع همزیست با ماهیان و پرندگان ضروری است. در غیر این صورت، آنچه بدست می‌آوریم بازسازی اکوسیستم نیست بلکه فقط نوعی مدیریت است.

3- Hickling Broad

4- manipulation

5- biomanipulation

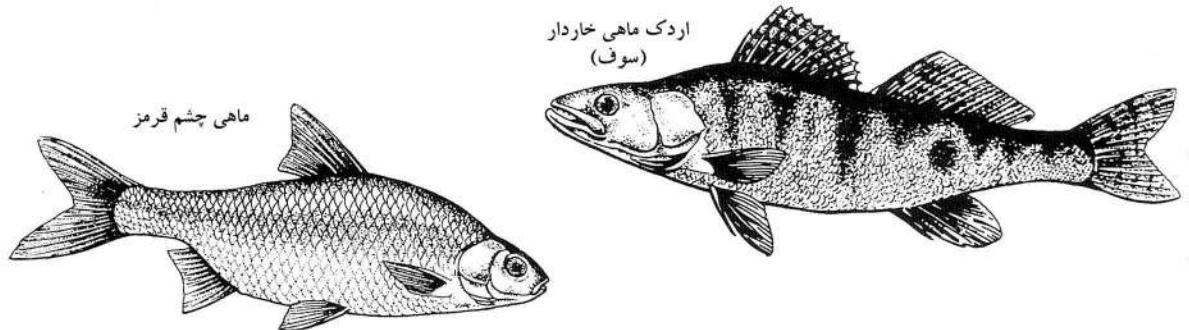
هنوز در این مورد مثالهای شناخته شده‌ای وجود ندارد، اما سومون شیمیایی که از اطراف حوزه وارد آب شده یا در دریاچه مورد استفاده قرار می‌گیرند و موجب از بین رفتن سخت پوستان و نرم تنان می‌شوند، می‌توانند به طور جدی تعداد چراگران پری فیتونی را کاهش دهند. علاوه بر این، ثابت شده است که آفت کشهای ارگانوکلر<sup>۳</sup> (از این آفت کشهای به طور گسترده‌ای در دهه های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ در جهان استفاده می‌شده است ولی امروزه مصرف آنها ممنوع است). باعث نابودی جمعیتهای دافنی می‌شده‌اند. شاخی سیخکان نسبت به جانوران آبی دیگر به چنین موادی حساس نرند (۱۸۱). علاوه بر این، افزایش شوری آب به میزان بیش از ۱۰۰۰ میلی گرم کلرید در هر لیتر یا حدود ۵٪ شوری آب دریا، می‌تواند باعث نابودی شاخی سیخکان گردد (۱۴۴، ۹۵۶).

چنین غلطی ممکن است خطر مهمی برای آبهای شیرین داخلی محسوب نشود، ولی تعداد زیادی از دریاچه‌های کم عمق نزدیک به ساحل در هلندا و اطراف دریای بالتیک در شرق انگلستان وجود دارند که این غلط طغیانهای منتج از بالا آمدن سطوح آب یا زهکشی‌های پمپی<sup>۴</sup> اراضی اطراف وارد دریاچه شود. عجیب این که در یک نمونه کاملاً مستند در هیکلینگ براد<sup>۵</sup> در انگلستان به نظر می‌رسد که افزایش شوری به نفع جلبک ویژه‌ای به نام علمی *Prymnesium parvum* (۷۹) بوده است. این جلبک سومومی را تولید کرده که باعث از بین رفتن ماهیان شده است. ممکن است چنین پنداشته شود که مرگ ماهیان به نفع افزایش جمعیت شاخی سیخکان است. ولی به دلیل تأثیر متقابل شوری بر این زئوپلانکتونها، به نظر نمی‌رسد که اثری خنثی کننده داشته باشد (۱۴۹، ۸۹۶).

تغییر مهم در اجتماع ماهیان، بویژه در برهم زدن تعادل بین ماهیان زئوپلانکتون خوار و ماهیخوار (۲۸) ممکن است منجر به افزایش تعداد شکارگران دافنی شود. اکسیژن زدایی آب، در یخندهان طولانی زمستان، یا طی شباهای تابستان

۱- ارگانوکلریدهای نوعی آفت کش هستند که تا حدود ۱۵ سال در محیط پایدار می‌مانند. نظری: د.د.ت. آلدین و دی آلدین.

۲- سیستم زهکشی اراضی بوسیله پمپهای فعال که اغلب برخلاف جهت جاذبه زمین (به سمت بالا) صورت می‌گیرد.



ماهی خوارانی نظیر اردک ماهی خاردار نسبت به طعمه های خود نظری ماهی کلمه، معمولاً دارای بدنه باریکتر و مقاومت کمتر در مقابل جریان آب هستند. علاوه بر این، آنها به منظور انجام فعالیتهای سریع شکارگری خود به غلظت بالاتری از اکسیژن در آب نیاز دارند و در نتیجه نسبت به فرایند کاهش اکسیژن در آب حساس تر هستند.

است به طور کامل مصرف شوند. در عین حال عدسکهای آبی هر قدر هم کوچک باشند، بزرگتر از جلبکهای ذره بینی هستند و بنابراین از مشکلات مربوط به انتشار آرام مواد مغذی به درون ریشه ها و پیوندگاههای<sup>۱</sup> خود آسیب می بینند.

لاله های آبی سفید و حتی نی های باتلاقی که بطور طبیعی بسیار قوی هستند، به آسانی از بین نمی روند. این گیاهان دارای ذخایر اساسی انرژی برای آغاز رشد در بهار و ایجاد شاخه های فرعی در بالای سطح آب می باشند. بدین ترتیب آنها از تأثیرات فیتوپلانکتونها و یا هرگونه آشفتگی و کدورت در آب در امان هستند. بنابراین از بین رفتن این گیاهان تنها می تواند به صدمه مکانیکی ایجاد شده بر اثر فرسایش آبی و بادی، یا به چراگری پستانداران یا پرندگان نسبت داده شود. از بین رفتن گیاهان غوطه ور در آب که دارای ظرفیت جذب انرژی امواج آب هستند ممکن است نی ها و لاله های آبی شکننده را آسیب پذیرتر سازد.

اگر آنها مستقیماً نشکنند، ممکن است از طریق فرسایش رسوبات و توربهای<sup>۲</sup> که در آن ریشه دوانده اند از بین بروند. کاهش گیاهان غوطه ور در آب که دارای مواد

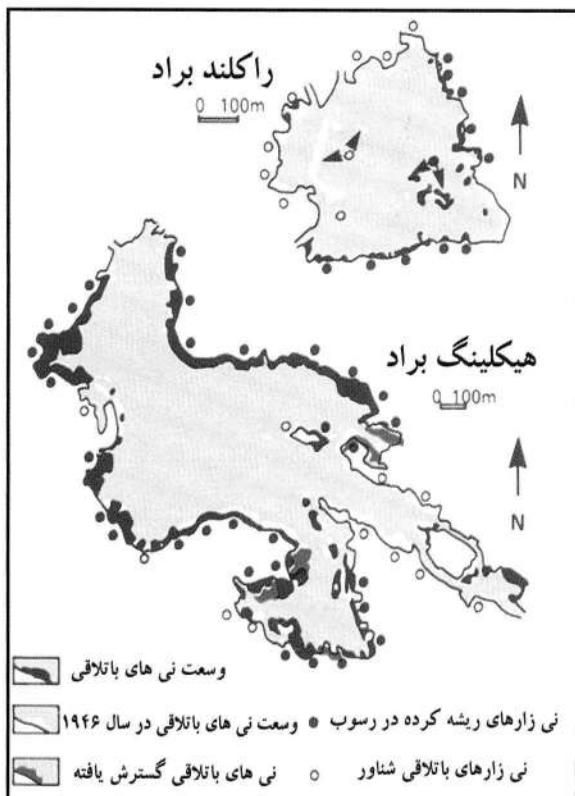
نی معمولی به نام علمی *Phragmites australis* یک گونه مهم گیاهی در مناطق پست شرق انگلستان است. از بین رفتن پوشش گیاهی کناره ای (مرگ نیزارها) گونه های زیادی را تحت تأثیر قرار می دهد و لی به طور مشخص این امر با این رفتن نی معمولی (به علت اهمیت و غلبه آن در مناطق دست نخورده) آشکارتر می گردد.

### نابودی نی های باتلاقی و لاله های آبی

تا کنون بحث بر روی ناپدید شدن گیاهان غوطه ور مت مرکز شده است. در دریاچه هایی که شرایط آنها از غلبه گیاهان آبی به غلبه فیتوپلانکتونی تغییر یافته است، اغلب نی های باتلاقی کناره ای و گونه های بازگشت پذیر نظیر لاله های آبی سفید (*Nymphaea alba*) و عدسکهای آبی نظیر *Lemna minor* نیز از بین رفته اند. ولی میزان آسیب پذیری این دسته از گیاهان ناشی از افزایش فیتوپلانکتونها به اندازه گیاهانی که به طور کامل در آب غوطه ورند و یا گیاهان دارای برگهای هم غوطه ور و هم شناور نیست.

از بین رفتن عدسکهای آبی ممکن است به علت رقابت تغذیه ای بین آنها و فیتوپلانکتونها باشد. زیرا عدسکهای آبی کاملاً وابسته به مواد مغذی هستند که از آب جذب می کنند. رشد متراکم جلبکها، نیازهای قابل ملاحظه ای برای آنها (حتی با وجود منابع فراینده ای که ناشی از خروجیهای فاضلاب یا کشاورزی در فصل گرم سال است) ایجاد می کند، که تحت چنین شرایطی ترکیبات نیتروژنی ممکن





شکل ۲-۸: تغییرات ایجاد شده در مساحت نی های باتلاقی در منطقه نورفوک برادز بین سال ۱۹۴۶ و دهه ۱۹۸۰. نواحی سیاه نشان دهنده وجود نی های باتلاقی در سال ۱۹۴۶ است که هنوز هم این نی ها موجود است. نواحی سبزرنگ، نی هایی هستند که از سال ۱۹۴۶ رشد و توسعه یافته اند. نواحی روشن که با یک خط مشخص شده اند نی هایی هستند که از بین رفته یا تعداد آنها از سال ۱۹۴۶ به شدت کاهش پیدا کرده است. نقاط سیاه، نمایانگر نی هایی باریشه های محکم شده در رسوبات می باشند و نقطه های تخلی نشان دهنده نی های شناور هستند. این تابعیتی است که بیشتر سیر نزولی رشد نی هادر آن روی داده است (برگرفته از بوار و همکار اش ۱۹۸۹).

استفاده قرار می گرفت به طور جدی مورد تهدید واقع شد. در حالی که غلبه جلبکی مشکل را به سمت نابودی بستر لاله های آبی و نی ها سوق می دهد و باعث افزایش نواحی آبهای باز و جلوگیری از روند توالی می گردد (شکل ۹-۲). بازسازی مرحله غلبه گیاهی که مطلوبترین هدف مورد نظر است تمام مشکلات مربوط به مدیریت و حفاظت از طبیعت را حل نخواهد کرد ولی این مشکلات را به سمت بازگرداندن توالی طبیعی و کاهش پیامدهای آن سوق خواهد داد. حرکت به سوی اهداف، بیان فنون و تبیین اهداف مناسب، موضوع فصل سوم است.

و تغییر زیستگاه به طور تدریجی به ساختارهای تقریباً دایمی تحول می یابد.  
3- Boar et al 1989

غذایی بیشتر و قسمتهای نرم و غیر چوبی می باشد، کاهش بی مهرگان وابسته به آنها و نیز کاهش تولید دانه، ممکن است غازها و قوها را مجبور به تغذیه از نی ها و دیگر گیاهان تازه روییده کند. نوتروپا، پستندراری که به منظور تولید خر به چندین کشور معروف شده است، به سهولت باعث تخریب آن دسته از بسترها نی می گردد که ترجیحاً از آنها تغذیه می کند و این در صورتی است که به نیشکر و محصولات دلچسب دیگر دست پیدا نکند. بدین ترتیب، نابودی نی ها مسئله ای مجزاً از تغذیه گرایی آب است.

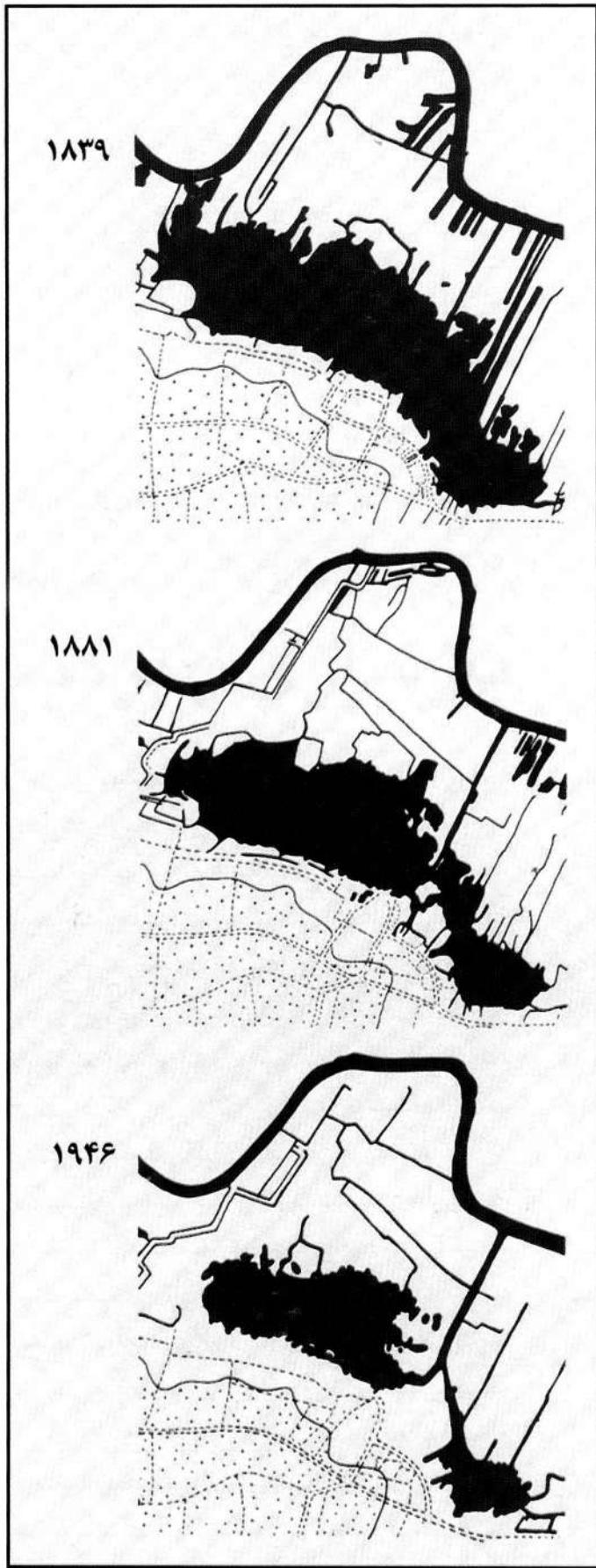
همانطور که برای رشد شدید نی ها در شرایط حفاظت شده علل مختلفی وجود دارد، در خصوص از بین رفتن این نی ها در نقاط تشکیل شده از نیزه های شناور نیز علی می توان یافت. اگر بار نیترات بالا باشد، نی گیاهانی را ایجاد می کند که از نظر مواد سبز در قسمت فوقانی خود غنی هستند، ولی انرژی کمتری را در ریشه ها و ریزوم ها نگه می دارند. چنین نی هایی در صورت آشفتگی آب ممکن است واژگون شوند و بنابر این امکان دارد شکسته شده و به سمت قسمت ساحلی دریاچه شسته شوند و یا در آبهای عمیق تر فرو روند. اغلب مناطق دارای نی های شناور در نورفوک برادرز دارای چنین حالتی بوده اند (شکل ۸-۲). علت دیگر از بین رفتن نی هایی پدیده تغذیه گرایی، عبارت از آسیب مکانیکی شاخه های فرعی بر اثر رشد قارچ های رشته ای است. این قارچ در اثر افزایش مواد مغذی رشد می کند (۱۰۶، ۱۰۷، ۱۲۵، ۱۲۸ و ۲۰۵).

### پر شدن

این موضوع ما را به سمت پایانی غیرقابل پیش بینی هدایت می کند. اگر نظام دریاچه های کم عمق بر اثر تغذیه گرایی و عملکرد تغییر وضعیت های پیش برنده آسیب نبیند، طی فرایند پوشیده شدن از نی زارها، توالی خود را به سوی جنگل پیش می برد. در واقع، منطقه نورفوک برادرز در دهه ۱۹۴۰ به حدی با سرعت از نی ها پوشیده شد که وسعت آبهای بازی که برای قایقرانی و ماهیگیری تفریحی مورد

### 1- Filling in

۲- فرایندی که بوسیله آن اکوسیستم از مراحل اولیه، باسکنی گزینی



1- Ranworth Broad

2- Ellis 1965

شکل ۹-۲: کاهش آبهای باز در رنورت برد<sup>۱</sup>  
نورفوك، بر اثر پوشیده شدن از نمای باتلاقی  
بین سالهای ۱۸۳۹ و ۱۹۴۶ رخداده است. از آن  
تاریخ به بعد تنزل رشد نمای باتلاقی وضعیت  
را در حد متعادلی بین وضعیت سالهای ۱۸۸۱ و  
۱۹۴۶ حفظ نمود (برگرفته از الیس ۱۹۶۵).<sup>۲</sup>



### فصل سوم

## بازسازی و ترمیم

آرمانگرایی<sup>۱</sup> این موضوع را احاطه کرده است. ولی این واژه به طور دقیق به چه معنا است و به طور مشخص امکان انجام چه کارهایی وجود دارد؟ بازدید از هر نوع منطقه نمایشی که ادعامی شود اکوسیستمی بازسازی شده است، معمولاً توقعات بالای شمارا برآورده نمی کند. در مقایسه با بازسازی اکوسیستمهای طبیعی مادر بازسازی ساختمانها و کارهای هنری کار آزموده تر هستیم، زیرا کنترل و شناخت کمتری نسبت به طبیعت داریم.

علاوه بر این، مشکل کوئنی ما تصویر روشن و خوشبینانه ای است که با وجود تخریب بیشتر قسمتهای سرزمین و چشم اندازها، با مطالعه کتابها، آرمانگرایی دوران کودکی، امیدها و آرزوها در ذهن ما ایجاد شده است. آدولوپلد در دهه ۱۹۴۰ (دوره طلایی حفاظت از طبیعت) مطلب می نوشت و معلوم نبود که در وضعیت کنونی، او قرن حاضر را چگونه ترسیم می کرد.

به دو دلیل یک اکوسیستم به طور دقیق بازسازی نمی شود، اول اینکه تعیین وضعیت اکوسیستم در گذشته،

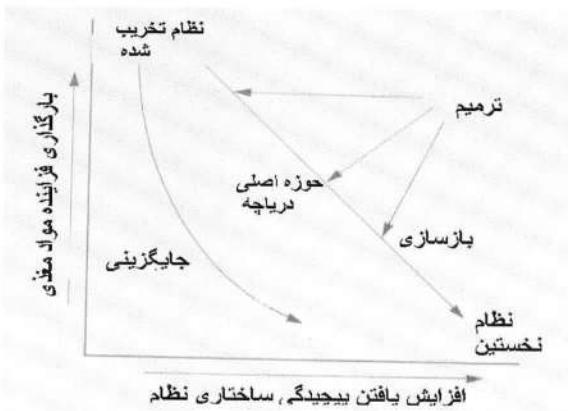
«یکی از پی آمدهای منفی آموزش بوم شناسی این است که انسان متوجه می شود در یک دنیاً آسیب دیده زندگی می کند. بسیاری از خسارتهای وارد شده به سرزمین برای عموم مردم عادی نامribی است. یک بوم شناس یا باید پوست کلفت شود و به این عقیده برسد که یافته های علوم به اوربیطی ندارد و یا باید مانند دکتری شود که عالیم مرگ را در جامعه ای می بیند که افراد آن به سلامتی خود اطمینان دارند و علاقه ای به تغییر حالت موجود ندارند.»

از کتاب راندربیور<sup>۱</sup>

اثر آدولوپلد<sup>۲</sup>

### بازسازی<sup>۳</sup>

بازسازی، واژه ای خوش آهنگ است. این واژه به معنای بازگرداندن گذشته با تمام شکوه آن است. حلقه ای از



شکل ۳-۱: این شکل رابطه بین شرایط بازسازی زیستگاه، ترمیم و جایگزینی را در حوضه های دریاچه ای نشان می دهد. خاک بستر از هرگونه رویش گیاهی جلوگیری می کند. مشاهده چنین برکه ای ممکن است قسمتی از عادت آرامش بخش روزانه گردد و از نظر بچه ها، غازها نسبت به گیاهان متنوع از جذابیت بیشتری برخوردار باشند.

دریاچه ای پرازماهی کپور معمولی<sup>۱</sup> ممکن است از نظر یک شخص دست اندر کار در امر حفاظت، وحشتاک به نظر برسد، اما برای مدیران شیلات قابل قبول باشد و برای ماهیگیران قلاب زن حریص در گرفتن ماهیان زیاد، جذاب باشد. به عنوان مثال به یک گروه بازدیدکننده دو دریاچه در چین نشان داده شده بود. در اولین دریاچه گونه های غالب جلبکها بودند، کپورهای علفخوار به دریاچه معرفی شده بودند،



در افراد مختلف از ساختار تشکیل دهنده وضعیت مطلوب متفاوت است. از میان این دو دریاچه (شکل های بالا)، دریاچه والنشوه<sup>۲</sup> در این فاصله (سمت چپ) دارای کیاهان آبزی، آب زلال و پرندگانی پر زاد و ولد است. در این دریاچه ماهیگیری به روشهای سنتی انجام می گیرد. دریاچه هاوایی (شکل راست) به دریاچه ای با غلبه جلبکی تبدیل شده است که با افزایش تعداد کپورهای علفخوار چینی مواجه است و ماهیگیری در آن بیشتر به روشهای مکانیزه انجام می شود. در این دریاچه حرکت جهانگردان بوسیله قایق های موتوری در اندازه های مختلف انجام می گیرد. بر طبق نظر افراد بومی وضعیت مطلوب در دریاچه هاوایی مشاهده می شود. در حالی که موضوع این کتاب بازسازی دریاچه ها برای رسیدن به وضعیت مشابه دریاچه والنشوه است.

حتی با وجود ترسیم تصویری کلی از آن با استفاده از اطلاعات مختلف، امكان پذیر نیست. دوم آنکه اکوسیستم به شکل یک محدوده مجزا و جدا از دیگر اجزای سرزمین، پایدار نمی ماند. اکوسیستم ها به هم مرتبط می باشند و قسمتی از چشم اندازهای ممتدی هستند که تحت تأثیر انسان و عوامل طبیعی تغییر می یابند و این دگرگونی به طور مداوم ادامه می یابد. آنها به خودی خود تغییر می یابند و در نتیجه هیچ وضعیت مطلوبی که بتواند به عنوان هدف بازسازی تعریف شود، وجود ندارد. همچنین یک درس مهم عبارت از لزوم حفاظت از دریاچه هایی است که به وضعیت بکر نزدیکترند. زیرا در صورت تخریب، ممکن است بازسازی آنها ممکن نباشد.

با وجود استفاده از واژه بازسازی، کار بازسازی به طور کامل امكان پذیر نیست. بلکه در عمل زیستگاه به صورت قابل قبول تری نسبت به وضعیت کنونی آن ترمیم<sup>۳</sup> خواهد شد (شکل ۱-۳). مشکل بعدی در رابطه با این موضوع این است که چنین وضعیتی برای چه کسی قابل قبول است؟ ممکن است از نظر مردم برکه ای پر از مواد مغذی دارای ارزش زیادی باشد. این وضعیت بر اثر تغذیه جمعیتهای بزرگ از قوها و غازها بوجود می آید که با دفع مواد مغذی موجود در غذاها موجب افزایش رشد جلبکها می شوند و با به حرکت در آوردن



<sup>۱</sup>- rehabilition: اصلاح ارزش حفاظتی یا زیبایی شناختی یک زیستگاه که با استفاده از حداقل امکانات بالقوه و در مدتی کوتاه انجام می گیرد.

جوامع گیاهی به میزان تنوع قابل حصول باید دوباره استقرار یابند. زیرا بیشتر تنوع بی مهرگان، ماهیها و پرندگان وابسته به این جوامع است.

به طور کلی هدف از حفاظت طبیعت حفظ تنوع زیستی است، اگرچه معیارهای دیگری نظری نادر بودن گونه‌ها و معرف و شاخص بودن آنها، در انتخاب مکانهایی برای حفاظت، بوسیله ارگانهای قانونی نظری «طبیعت انگلیسی»<sup>۱</sup> تحت تأثیر قرار می‌گیرد.

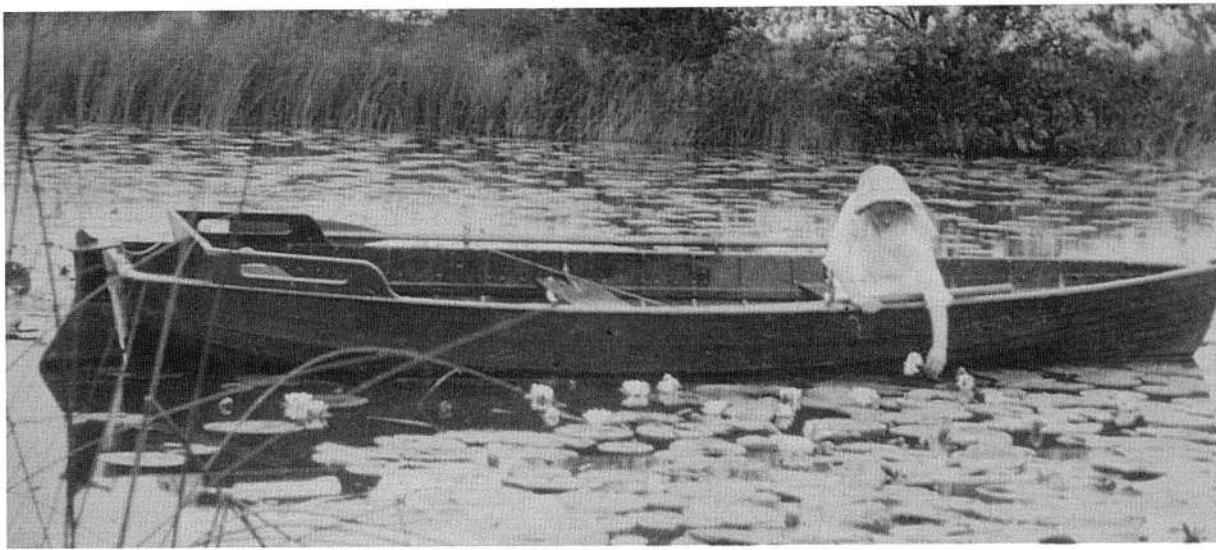
از طرف دیگر، امکان دارد گروههایی که ارزش زیبایی شناختی دریاچه، مورد نظر آنها است تا کید بیشتری بر روى لاله‌های کناره‌ای جذاب و شفافیت آب داشته باشند. آرزوی مسئولین بهداشت محلی رهایی از شکوفایی جلبکهای سمی است، به ویژه هنگامی که این مواد در کناره ساحل جمع می‌شوند. از نظر بسیاری از ماهیگیران قلاب زن تفریحی، تنوع ماهیان برای صید دارای ارزش خواهد بود. برای تمام این علاقمندان، اهمیت بازسازی شفافیت آب و شرایط غلبه گیاهی بدیهی است. برای ماهیگیران حرفة‌ای، صاحبان و دیگر متصدیان قایق‌های تفریحی ممکن است چنین نباشد و به طور کلی نظر عموم مردم متفاوت خواهد بود.

یک نکته مهم این است که رسیدن به کلیه اهداف مورد

قایق‌های سریع موتوری نیز با صدای بلند در طول دریاچه در حرکت بودند و جهانگردان با این قایقها گردش می‌کردند و صدای قایق‌ها با صدای ایجاد شده در میدان تیراندازی مشقی در کنار ساحل، آمیخته می‌شد. دریاچه دوم دارای آب زلال و پوشیده از گیاهان بود و این وضعیت تحقق کامل مناظر طبیعی و تنوعی را در ذهن تداعی می‌کرد که یک دریاچه باید شبیه به آن باشد. در ضمن این دریاچه دارای جمعیت زیادی از پرندگان و منظره‌ای زیبا از تورهای ماهیگیری بافت شده از نی بامبو بود که به چشم انداز آن جلوه‌ای خاص می‌بخشد. دریاچه دوم از نظر آنها نیز مطلوب بود ولی هدف آنها از بازسازی دریاچه رسیدن به حداقل برداشت محصول ماهیان با حداقل مشکلات و کسب درآمد آنکه نیز از طریق قایق‌های موتوری بود. بنابراین آنها در جهت معرفی کپورهای علفخوار تلاش کرده بودند.

### چرا بازسازی؟

واژه بازسازی علاوه بر اینکه از نظر علمی مطلوب است از نظر اجتماعی نیز مورد پسند است. دانستن علت مطلوبیت بازسازی و هدف از انجام آن در نخستین مرحله ضروری است. از نظر سازمانهای حفاظت کننده این موضوع روشن است که



عکسهای قدیمی بویژه کارت پستالها می‌توانند تصویری از وضعیت قبلی دریاچه‌های کم عمق را ارائه دهند. این عکس متعلق به دریاچه کم عمق سالهاؤس براد در نورفوك، است که در حدود ۶۰ سال پیش گرفته شده است. بسترها گسترشده‌ای از لاله‌های آبی و نی‌های با تلاقی کناره‌ای را نشان می‌دهد که امروزه دیگر وجود ندارند.

<sup>۱</sup>: سازمانی قانونی که مسئول حفاظت از طبیعت در انگلستان است.

نظر در یک دریاچه غیرممکن است. بدون وجود گیاهان آبی، جلبکها تمام دریاچه کم عمق را می پوشانند و بعيد به نظر می رسد که یک ملوان قایق تفریحی بدون خطر مواجه شدن با شکوفایی جلبکی، بتواند در آبی بدون گیاه قایقرانی کند. برکه های پارکهای شهری و روستایی با دسته هایی از ماهیان کپور وارد کهای ساکن در آنها که بانان و کیک تعذیه می شوند، هرگز آب بسیار شفاف نخواهد داشت. در شروع هر عملیات بازسازی، دلایل انجام آن باید به دقت یادداشت شود. اساس کار، باید توجیه مصرف سرمایه و در نظر گرفتن چیزهایی باشد که برای مردم قابل احترام است.

در کتب راهنمای توسعه زیستگاهها روش سومی نیز وجود دارد. این روش جایگزینی<sup>۳</sup> نام دارد و عبارت از ایجاد یک زیستگاه کاملاً جدید در زمانی است که امکان دارد زیستگاه قبلی به قدری آسیب دیده باشد که هزینه بازسازی آن بسیار گران باشد و مجبور به رها کردن آن شویم. در عین حال، در اجرای طرح، هر دلیلی که برای ایجاد یک دریاچه جدید وجود داشته باشد، گیاهان تالابی ارزشمند و متنوع ازین برده نخواهد شد. یک دریاچه ممکن است دارای زمینهای تاریخی نیز باشد به طور مثال نورفوک برادر دارای گودالهای بهره برداری از تورب (زغال سنگ نارس) مربوط به قرون وسطی است. برای بازسازی دریاچه هانه تنها باید تمام ارزشهای حفاظتی و زیبایی شناختی آنها را بازسازی کرد بلکه باید برای فرهنگ با اهمیت مردم نیز احترام قابل شد. همچنین لازم است بدانیم که حوزه های آبریز دریاچه ها تنها قسمتی از چشم انداز وسیع تر طبیعت هستند.

### چه چیزی باید بازسازی شود؟

مرحله بعدی تعیین چیزی است که باید بازسازی شود. به طور کلی، نظام جدید باید به چه نظامی شبیه باشد؟ طرح بازسازی دریاچه، باید شامل چه ویژگیهای باشد؟ تجربیات در بسیاری از زیستگاهها نشان می دهد که راه عاقلانه، تلاش برای بازسازی ساختار گیاهی نظام دریاچه است و در صورتی که زیستگاه مناسب باشد جوامع جانوری مرتبط نیز با سکنی

### تعیین تاریخچه دریاچه با استفاده از رسوبات

این فنون غیرمستقیم، فنون مربوط به لیمونولوژی دیرینه<sup>۴</sup> (۳۹) هستند که به وسیله آنها مطالعه تاریخچه دریاچه ها به صورتی انجام می شود که در محتويات شیمیایی و سنگواره ای رسوبات آنها نمایان شده است. رسوبات به صورت توالی تاریخی<sup>۵</sup> روی هم قرار گرفته اند. اگر چه ممکن است طی چندین سال سطح رسوبات دچار بهم خوردگی شده باشد، ولی به هر صورت رسوبات پیشین با پیش از چندین میلی متر از رسوبات جدید پوشیده شده اند و در نتیجه وضعیت پایداری دارند. بسته به نوع دریاچه و منطقه ای که در آن واقع شده است، هر لایه از رسوبات حاوی اطلاعات بسیاری است که تغییرات شیمیایی آب و ساختار جوامع موجود را

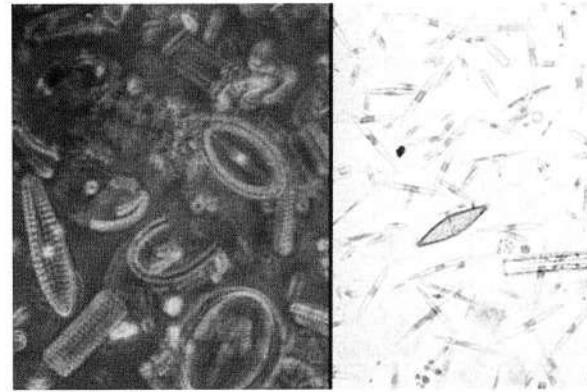
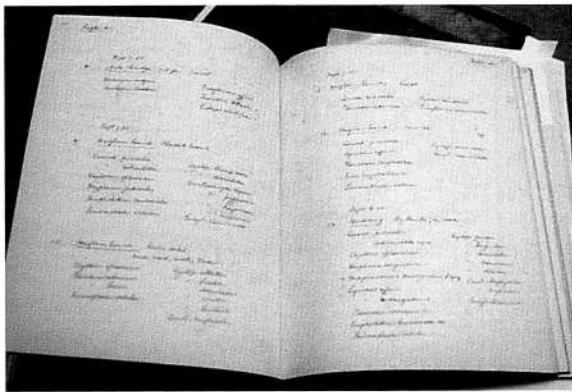
1-replacement

4-palaeolimnology

2-Peat Pits

5- chronological sequence

3- endangered species



گزارشات رسمی علمی از وضعیت دریاچه ها معمولاً به زمان خیلی دوری برترمی گردد. اما یادداشت‌های تاریخ طبیعی شناسان بومی (مربوط به اوایل قرن حاضر یا قدیمی تراز آن) دیدگاه‌های ارزشمندی را ارائه می‌دهند. در موزه کستل در نوروریج، انگلستان یادداشت‌های رابرت کارنسی، زمین دار و طبیعت شناس همراه با منابع مربوط به همان زمان در مورد گروههای زیادی از سخت پوستان وجود دارد. نوشته‌های او در مورد هیکل‌تکنیک برآ دروده اول قرن بیستم، به عنوان مکمل دلایل تغییرات اصلی بوجود آمده (پس از ۵۰ سال) در برآد، از اهمیت زیادی برخوردار است.

#### گونه‌های فیتوپلانکتونی شود.

با استفاده از روش‌های آماری پیشرفته و اطلاعات موجود در مورد رابطه کنونی بین تعداد گونه‌های موجود و اندازه گیری مواد شیمیایی آب، می‌توان فهرست گونه‌های تعریف شده در لایه رسوبی را به تخمینی از مقادیر مواد شیمیایی ویژه‌ای تبدیل نمود که در زمان تشکیل رسوب وجود داشته‌اند. در این روش تغییرات pH، فسفر کل، نیتروژن کل و شوری قابل محاسبه است (۲۰۳ و ۱۵۸). دقت این شیوه در اندازه گیری pH بالا است، ولی تاکنون برای فاکتورهای دیگر از دقت کمتری برخوردار بوده است. البته دقت این روش به طور مداوم در حال افزایش است.

تجزیه دانه‌های گردانی که در رسوبات حفظ شده اند نیز علاوه بر دادن اطلاعات بسیار سودمند از جوامع قبلی موجود در دریاچه، اطلاعاتی از جوامع گیاهی نواحی احاطه کننده دریاچه ارایه می‌کند. تحقیقات لیمنولوژی دیرینه نیاز مند آزمایشگاههای ویژه و تخصصی است. ایجاد این آزمایشگاهها به نسبت پر هزینه

دیاتومه‌ها که نام علمی آنها *BacillariopHyceae* است، جلبکهای قهوه‌ای رنگی هستند که دیواره سلولی آنها از سیلیس ساخته شده است. این دیواره به آسانی در رسوبات حفظ می‌شود. بطوری که نمایانگر تاریخچه این گیاهان از زمان ته نشینی رسوبات است. در این تصاویر دیاتومه‌های زنده‌ای که در سطح رسوبات حرکت می‌کنند و همچنین بقاوی‌گروهی از آنها نشان داده شده که از رسوبات موجود در استرالیا شاو برادر نورفوك به دست آمده‌اند. این دیاتومه‌هادر حدود دویست سال پیش می‌زیسته اند و به سطح گیاهان آبزی می‌چسبیده اند.

می‌توان از آن استنباط کرد.

بویژه بقاوی‌گروهی از جلبکها که دیاتومه‌ها نام دارند برای مطالعه مفید هستند. این جلبک‌ها در دریاچه‌ها به وفور یافت می‌شوند، به دلیل اینکه دیواره سلولی این جانداران از جنس سیلیس است، به خوبی در رسوبات حفظ شده است. اگرچه ممکن است دیواره آنها تحت شرایط قلایی حل شود و لی برخلاف دیواره‌های سلولی از جنس مواد آلی، به فوریت تجزیه نمی‌شود.

گونه‌های خاصی از دیاتومه‌ها بیانگر ویژگیهای زیستگاهی متفاوت در یک دریاچه هستند. به طور مثال این جانداران بیانگر ویژگیهای فیتوپلانکتونها، پری فیتونها یا جنس سطح رسوبات کف می‌باشند. بنابراین آگاهیهای مربوط به تعادل بین زیستگاههای گوناگون تاحدودی از طریق مطالعه آنها به دست خواهد آمد (شکلهای ۳-۲ و ۳-۳). به طور مثال کم عمق کردن یک دریاچه ممکن است باعث افزایش میزان پری فیتونها و دیاتومه‌های گلی و کاهش

1- Castle Museum

2- Norwich

3- Robert Gurney

4- Hickling Broad

5- Broad

علاوه طولانی مدت طبیعت شناسان به این گروه از جانداران، اکلولوژی آن شناخته شده است. به طوری که امروزه از دیاتومه‌های موجود در رسوبات سنگواره‌ای، جهت تفسیر دگرگونیهای محیط زیست در گذشت، می‌توان استفاده کرد.

۶- گروهی از جلبکهای زردیاقه‌های رنگ هستند که وجود آنها در آبهای طبیعی امری عادی است. دیواره سلولی این موجودات از سیلیکات‌های پلیمر ساخته شده است که از جنس نوعی شیشه است و پس از تجزیه قسمت آلی جاندار، دیواره سلولی به سهولت در رسوبات حفظ می‌شود. به دلیل

که حداکثر تنوع زیستی و در نتیجه بیشترین گوناگونی و پیچیدگی ساختار زیستی در یک دریاچه را بازسازی می کند. البته ممکن است تضادی بین تصمیم گیری جهت تلاش به منظور افزایش تنوع یا ارتقای شرایط مناسب برای گونه کمیاب ویژه ای وجود داشته باشد.

هزینه ها و عوامل زیست محیطی در تعیین اهداف تأثیرگذار خواهند بود، چون هر یک از این اهداف ممکن است نیازمند کنترل مواد مغذی و انواع متفاوتی از مدیریت های بعدی باشد. به طور کلی، جز در مواردی که جمعیتی از یک گونه نادر باقی مانده باشد و یا این که معرفی مجدد یک گونه در دریاچه های مشابه، با موفقیت انجام شده باشد، بازسازی گونه های کمیاب باید به عنوان یک فعالیت فرعی در بی افزایش کلی تنوع انجام گیرد.

تنوعهای ساختاری منجر به افزایش تنوع گونه ای می شوند. بنابراین دریاچه ای با نی های باتلاقی کناره ای، گیاهان شناور و غوطه ور، تاحدزیادی از نظر حفاظت از منابع طبیعی مطلوب است. همان طور که این دریاچه برای گروههای دیگر جانداران نیز مفید است. تنوع در ویژگیهای فیزیکی نظیر عمق، نوع و پروفیل رسوبات نیز مطلوب است. کناره های گلی و کم عمق مورد توجه اردکهای روی آب چر<sup>۱</sup> است در حالی که نواحی شنی یا ماسه ای بسترها مناسبی برای کاروفیتها هستند.

با این وجود، شرایط موجود نیز توان بالقوه دریاچه را تعیین خواهد کرد و ممکن است که آنچه مطلوب می باشد اهمیت کمتری پیدا کند. ایجاد ویژگیهای فیزیکی معین ممکن است با شرایط زیست محیطی محلی ناسازگار باشند. استفاده های تفریحی و انجام لا یروبی در دریاچه ممکن است باعث کاهش دامنه طیف ساختاری و در نتیجه کاهش تنوع زیستی آن گردد.

در عین حال، نظرات متناقضی مبنی بر این موضوع وجود دارد که در بعضی شرایط حتی تنوع، معیاری ضعیف برای ارزش حفاظتی طبیعت محسوب می شود. به طور مثال بسترها ی گسترهای از یک یا دو گونه کارا (chara) ممکن است مطلوب تراز جوامع متعدد گیاهان بلندتر در غلظتهاست

و وقت گیر است ولی در مقایسه با هزینه های طراحی بسیاری از پروژه های بازسازی، کم هزینه تر است.

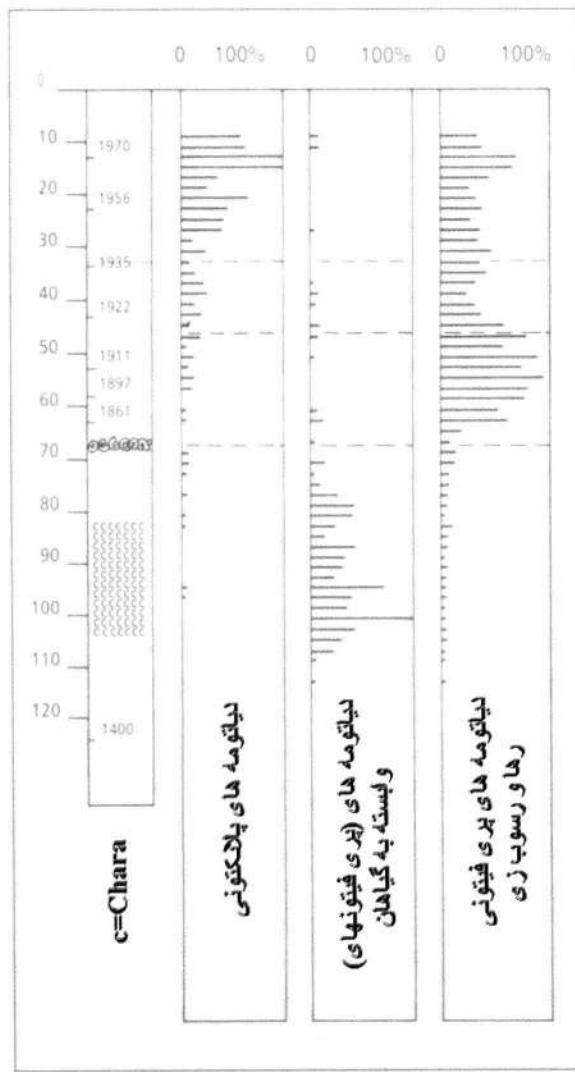
### تعیین اهداف

مدارک شفاهی، تصویری، مستند و مدارک مربوط به لیمنولوژی دیرینه به ساخت تصویری از دریاچه در مراحل مختلفی از گذشته کمک خواهد کرد و در طراحی یک پروژه بازسازی می توانند مفید باشند. اگرچه این مدارک نمی توانند جانشینی برای تصمیم گیری در مورد اهداف بازسازی باشند. تغییر محیط و محتویات دریاچه در راستای ایجاد وضعیت بکر به طور کامل، غیرممکن است. آنچه می بایست در مورد آن تصمیم گیری شود، هدف مناسب برای آینده است. استفاده ای که در آینده از دریاچه خواهد شد، هدف مورد نظر تعیین می کند. به طور مثال اگر دریاچه به عنوان مکانی برای شنا یا تنفس در نظر گرفته شود یا از آن به عنوان منبع آبی استفاده شود که باید پاکیزگی و زلال بودن آن بوسیله گیاهان آبی دچار اختلال نشده باشد و یا اینکه به طور مثال ارزش زیبایی شناختی دریاچه همراه با چشم اندازی از لاله های کناره ای زیبا مورد نظر باشد، همه این قبیل موارد باید مورد توجه قرار گیرند.

در تصمیم گیری برای کاربری آینده دریاچه باید ارزش حفاظتی طبیعی موجود آن در نظر گرفته شود. در اینجا گسترهای از مفهوم حفاظت وجود دارد که از اهمیت محلی آغاز گشته و تا اهمیت بین المللی ادامه می یابد که این موضوع باید مورد بررسی قرار گیرد. بازسازی جوامع و گونه های نادر<sup>۲</sup> موجود در گذشته ممکن است به عنوان هدف اولویت دار پیشنهاد شود. با این وجود، اهداف مکمل ممکن است برای مکانهای ویژه به طوری طراحی شوند که توازنی بین کاربریهای حفاظتی و زیبایی شناختی با اهداف مربوط به تنفس و ماهیگیری برقرار شود: جدول ۱-۳ چک لیستی از منابع کلی اطلاعات مفید در زمینه طراحی اهداف مربوط به کاربریهای دریاچه ها را ارایه می کند.

### به حداکثر رساندن تنوع

یکی از ضروری ترین اهداف، تعیین عملیاتی است



شکل ۲-۳: این شکل بعضی از جزئیات استوانه مغزی شکل ۲-۳ را نشان می‌دهد که متعلق به هاتون گریت براد در نورفوك است. عمق استوانه مغزی به سانتی متر همراه با زمان آن که توسط تعیین شده در سمت چپ نشان داده است. علامتهای قرسیم شده در حدود ۷۷ سانتی متری، نشان دهنده بالاترین حد لایه همراه با بقایای غنی از حلزونها است. این عالمیر مربوط به شرایط غلبه گیاهی بوده‌اند. اگر چه نبود گیاهان مانع از بود آمدن این شرایط نمی‌شود. در شرایط بسیار حاصلخیز صدفهای آنهایه آسانی حفظ نشده است. گیاهان تا دهه ۱۹۶۰ در براد وجود داشته‌اند. با افزایش مواد مغذی، کاروفیتها از بین اند و بویژه تعدادی از دیاتومهای اپی فیتی<sup>\*</sup> وابسته به آنهایه خاطر این موضوع کمیاب شده‌اند. دیاتومهایی که بر روی رسوبات ساکن هستند و یا اینکه آزادانه در سطح گیاهان حرکت می‌کنند پس از کم شدن کاروفیتها و جایگزین شدن گیاهان دیگر به جای آنها فراوانتر شده‌اند. در سالهای اخیر گیاهان نابود شده‌اند و دیاتومهای پلانکتونی جایگزین آنها گردیده‌اند (برگرفته از Moss ۱۹۸۸).

1- Sediment core

2- Hoveten Great Broad

3- man-made lake basin



شکل ۲-۴: این شکل استوانه مغزی رسوب رانشان می‌دهد که بوسیله لوله زهکشی از هاتون گریت براد در نورفوك خارج شده است. طول این ستون از رسوب کمی بیش از یک متر است و به طور مشخص طبقه طبقه است. لایه پایین تر (انتهای عکس) تورب است که در این حوضه دریاچه ای انسان ساخته در قرون سیزدهم یا چهاردهم شکل گرفته است. در بالای آن رسوبی بارنگ روشن قر باقیایی بسیاری از حلزون‌ها و کاروفیت‌ها مشاهده می‌شود. این مرحله از رسوب کذاری در اواسط قرن نوزدهم، در زمانی پایان یافته که روند غنی شدن بوسیله فاضلاب و پساب در حوالی دریاچه تغییر غلبه گیاهی را به سمت غلبه گیاهان بلندتر و گونه‌های پر محصول ترسوک داده است. این جوامع در داخل رسوبات تیره تر قرار دارند که تیرگی آنها به خاطر ترکیبات سولفید آهنه است که در شرایطی بی‌هوایی بوسیله فعالیت شدید باکتریها در زمانی شکل گرفته‌اند که مقدار زیادی از مواد آلی وارد رسوبات شده‌اند. در دهه ۱۹۶۰ جوامع جلبکی فیتوپلانتونی جایگزین این جوامع گیاهی شده‌اند. رسوبات بی‌شكل قهوه‌ای رنگ بالایی تا حدی از جلبکهای انشات گرفته و تا حدودی نیز از رسوبات حرکت کرده از جاهای دیگر این نظام منشاء گرفته اند به طوری که امروزه هم گیاهان کمی برای ثبت آنها وجود دارند.

\*- گیاهی که روی گیاه دیگر زندگی می‌کند، اما انکل نیست.

بالای مواد مغذی باشد، زیرا بسترهای کاروفیتی به طور فزاینده‌ای کمیاب شده است. بنابراین ایجاد نوع زمینه دریاچه در ارتباط با منطقه یا شرایط تالابی موجود در ناحیه مورد نظر نیز می‌تواند در تعیین هدف موثر باشد.

## دو اصل

هرچند اصل افزایش تنوع که معمولاً باید به پروژه و اهداف آن جهت بددهد به سختی قابل دست‌یابی است، ولی این اصل نتایج بهتری را نسبت به سایر اهداف به ظاهر مطلوب، خواهد داشت و بنابراین باید همواره مورد توجه قرار گیرد.

اصل دوم ترجیح بلندپروازی نسبت به ترس و احتیاط زیاد است. طرحهای بزرگتر اغلب مخاطره آمیزتر از طرحهای کوچک هستند. ولی اگر موفقیت آمیز باشند به همان نسبت اثر بیشتری دارند. حتی در پیشبرد اهداف و رسیدن به نتیجه رضایت‌بخش‌هایی، در اکثر موارد چنین طرحهایی موثرترند. قوانین پایه برای انجام چنین طرحهایی کدامند؟ این قوانین به طبقه بندیهای مربوط به عملکردهای مورد نظر، هزینه‌ها و امکان پذیری زیست محیطی تقسیم می‌شوند.

امکان پذیری<sup>۱</sup> بیش از هر چیز دیگر به معنای قابل انجام بودن پروژه است. به عنوان مثال اگر دریاچه مکانی برای ماهیگیری از تعداد زیاد ماهیان کپور، یا دارای مالکیت خصوصی و سودآور برای مالکین آن باشد، اجرای پروژه بازسازی امکان پذیر نخواهد بود، مگر اینکه در مرحله اول مکان مورد نظر خریداری شود. اگر اولین مرحله بازسازی یعنی جلوگیری از کلیه تغییر وضعیت‌های پیش‌برنده (به فصول چهارم و پنجم رجوع کنید) انجام نشود، انجام عملی پروژه غیرممکن می‌شود. بنابراین بدون تلاش قابل ملاحظه برای رسیدن به هدف بازسازی به طور مستقیم بوسیله انجمن‌ها و سازمانها و یا به طور غیرمستقیم از طریق جلب افکار عمومی، امکان پذیر بودن طرح منتفی خواهد بود.

با وجود تمام موارد ذکر شده، یک هدف عملی و قابل اجرا باید تعیین گردد. این هدف عبارت از بررسی عملکرد

بارهای مواد مغذی جریان ورودی به دریاچه است و محدوده‌ای را شامل می‌شود که در آن بتوان مقدار مواد مغذی را با استفاده از انواع امکانات موجود کاهش داد. از طرف دیگر مسئله مهمی که وجود دارد این است که هر چه کاربری پروژه بازسازی بیشتر در جهت توسعه فعالیتهای تفرجی و بهبود شرایط زیست محیطی باشد، سرمایه گذاری در این زمینه، بیشتر قابل توجیه است. تجزیه و تحلیل‌های اقتصادی هزینه-منفعت برای بهکرد کیفیت آب به طور فزاینده‌ای در انگلستان برای صرف اعتبارات در اولویت قرار می‌گیرد. در چنین حالتی طرحها هنوز باید جسورانه تر ارایه شوند ولی به تدریج و مرحله به مرحله اجرا شوند تا کارهای بعدی بوسیله نتایج بدست آمده در مراحل قبلی توجیه شوند.

## اهداف کنترل مواد مغذی

دستیابی به آبهای کاروفیتی متنوع که نیازمند کمتر از ۲۵ تا ۵۰ میکروگرم فسفر کل در لیتر هستند در نواحی پست انگلستان که کشاورزی متمرکز در آنها صورت می‌گیرد بسیار دشوار است ولی این امر غیرممکن نیست (۱۹۷). تنها حوزه‌های آبریزی که کمتر از ۱۰٪ آنها به زمینهای کشاورزی اختصاص یافته و هیچ فاضلابی وارد آنها نمی‌شود، قادر به حفظ چنین غلظت پایینی هستند. از طرف دیگر تا میزان ۱۰۰ میکروگرم در لیتر فسفر کل به جوامع گیاهی اجازه رشد معقولانه‌ای را خواهد داد. همراه با افزایش تدریجی غلظت فسفر کل، جوامع گیاهی می‌توانند بازسازی شوند، ولی تنوع آنها به طور فزاینده‌ای کاهش خواهد یافت و شرایط کلی بیشتر و بیشتر به سمت بازگشت به سوی غلبه فیتوپلانکتونی پیش خواهد رفت.

تعیین غلظت فسفر کل در آزمایشگاهی که به منظور انجام چنین تجزیه‌هایی تجهیز شده باشد، آسان است. مقدار به دست آمده طی یک سال ثابت نیست و حداقل در فاصله یک سال نیاز به انجام شش نمونه برداری برای بدست آوردن رقم تخمینی معتبر خواهد بود. به طور کلی تصمیم گیری در مورد کاری که برای کاهش میزان ورودی مواد مغذی تا رسیدن به غلظت مطلوب و مناسب در یک عملیات بازسازی باید انجام شود مشکل است.

طول چندین سال مقدار زیادی بار خارجی دریافت کرده باشد، در فصل گرم سال مقدار بارگذاری داخلی آن می‌تواند به اندازه بار خارجی باشد. فرض قابل قبول این است که غلظت در فصل گرم سال توسط بارهای داخلی دو برابر خواهد شد و غلظت متوسط سالیانه به میزان ۵۰٪ افزایش خواهد یافت. به منظور قابل اجرا شدن محاسبات بطوری که بر روی کاهش مواد مغذی در حوزه آبریز تأثیرگذار باشد، غلظت محاسبه شده باید تا ۵۰٪ افزایش یافته باشد.

غلظت محاسبه شده ممکن است، در بعضی مواقع انجام عملیات بازسازی را برای پایین ترین حد مواد مغذی همراه با تنوع جوامع کاروفیتی و تضمینی برای ایجاد آب زلال توصیه کند. در موارد دیگر ممکن است کاهش نسبی امکان پذیر باشد و یا هیچ کاهشی در غلظت ممکن نباشد. به هر حال اگر قرار باشد روند بازسازی به سمت متنوع شدن و پایداری پیش رود باید برای رسیدن به بیشترین کاهش ممکن میزان مواد مغذی تلاش شود. هر چه غلظت مواد مغذی بیشتر باشد، نظام دریاچه تمایل بیشتری به سمت بازگشت بسوی شرایط غلبه فیتوپلانکتونی خواهد داشت و خطر شکست نامید کننده ای عملیات بازسازی را تهدید خواهد کرد. هر چه غلظت مواد مغذی کمتر باشد نظام دریاچه پایدارتر خواهد بود و هزینه کمتری در آینده برای نگهداری آن صرف خواهد شد. علاوه بر این، مهمترین نتیجه این کاهش، شناس موقفيت فرایندهای در بازسازی خواهد بود. از طرف دیگر هر چه میزان تلاش برای رسیدن به کنترل مواد مغذی بیشتر باشد، هزینه ها و مشکلات سیاسی دستیابی به آن بیشتر خواهد بود. در هر یک از این موارد توجه ویژه ای به شرایط محلی باید انجام گیرد.

تعیین اهداف مناسب برای یک دریاچه مشکل است و نیازمند بررسی شرایط مطلوب مورد نظر است و همواره آنچه که از نظر شرایط اقتصادی و سیاسی قابل انجام است نیز باید مدنظر قرار داده شود. به دلیل اینکه بدون وجود اهداف توافق شده مشخص در مورد شرایط مطلوب و کاربری موردنظر برای یک دریاچه، ایجاد تغییرات در آینده انتقاد برانگیز خواهد بود، بنابراین باید تمام جوانب از ابتدا در نظر گرفته شوند.

## تعیین منابع مغذی موجود و امکان کنترل آنها

هر منبع مواد مغذی بار<sup>۱</sup> نامیده می‌شود و فهرست بارهای مختلف، قسمت درآمد را در بودجه مواد مغذی تشکیل می‌دهد. از تقسیم بارکل بر مقدار آبی که با آن انتقال یافته (تخلیه شده به دریاچه) غلظت مواد مغذی بدست می‌آید. تکنیکی که مدل سازی ضریب خروج<sup>۲</sup> (۹۹و۹۸) نامیده می‌شود امکان تخمين غلظت فسفر کل و نیتروژن کل را در جریان ورودی آب نهر می‌دهد. محاسبه این غلظت نیازمند اطلاعاتی در مورد وضعیت گغرافیایی حوزه آبریز و میانگین تخلیه نهر و محاسبه بارهای مربوط به زمینهای مورد استفاده، چهارپایان و جمعیت انسانی در حوزه آبریز است. جدول ۲-۳ تمام مراحل لازم برای محاسبات در یک دریاچه نمونه را ارایه می‌کند.

چنین محاسبات کتابخانه ای کم هزینه بوده و نشانه ای از امکان پذیری بازسازی را ارایه می‌دهد. این محاسبات نشان دهنده اهداف اولیه (با تأکید بر عدمه ترین منابع آلاینده) برای کنترل مواد مغذی است و تصمیم گیری در مورد اتخاذ تدابیر لازم برای دستیابی به چنین کنترلی بوسیله روشهایی را مکان پذیر می‌سازد که در فصل ششم مورد بحث قرار خواهد گرفت. ارزیابی واقعیت‌های اقتصادی و سیاسی مربوط به توسعه، حدود موارد امکان پذیر را معین می‌سازد. در حال حاضر در انگلستان و ولز<sup>۳</sup> آزانس محیط زیست<sup>۴</sup> در حال گسترش استراتژی ملی، برای هدایت چنین ارزیابی‌هایی است.

مدل ارایه شده در جدول ۲-۳ غلظتهاهی را نشان می‌دهد که از بارهای حوزه آبریز قابل انتظار است. این بارها، بارهای خارجی<sup>۵</sup> نامیده می‌شوند. علاوه بر این غلظت فسفر در یک دریاچه تحت تأثیر آزاد شدن درونی فسفر از رسوبات است. یکی از مجهولات دانسته‌های ماعجز بودن از در ک کامل این موضوع است که آیا این بار، محصول قسمتی از تغییرات دریاچه است و یا اینکه در نتیجه این بار، تغییرات حاصل می‌شود. به نظر می‌رسد که بار موجود در دریاچه در نتیجه افزایش بارگذاری خارجی حاصل شده است. اما برای مدتی طولانی، حتی پس از کاهش بارهای خارجی، بارگذاری داخلی<sup>۶</sup> قابل ملاحظه‌ای ممکن است وجود داشته باشد. اگر دریاچه در

جدول ۳-۱: چک لیستی از اطلاعات مفید در تعیین اهداف مربوط به عملکردهای مفروض برای یک دریاچه

کاربری	منابع اطلاعات	اطلاعات کلیدی	ارتباط با اهداف
حفظ از طبیعت	(۱)نهادهای قانونی و داوطلبانه (۲)مطالب منتشرشده و اطلاعات منتشر نشده مؤسسات تحقیقاتی و دانشگاهها (به ویژه پایش جاری و لیمنولوژی دیرینه) (۳)منابع غیررسمی نظری یادداشت‌های روایتی و تاریخی و شواهد تصویری	(۱)معرفی و بررسی اطلاعات (۲)گونه‌ها و جوامع دارای اولویت دریاچه و وضعیت قبلی آن بوده‌اند	اهداف مطلوب برای جوامع و گونه‌هایی که وابسته به اکولوژی دریاچه و وضعیت قبلی آن بوده‌اند
تفریح و تفرج	(۱)مالکین زمین (۲)انجمن‌های محلی (۳)باشگاههای قایقرانی و ماهیگیری	(۱)حقوق خصوصی و عمومی در مورد ناوبری، صید و لنگرگاه (۲)کاربری‌های سنتی نظیر شنا و اسکی روی آب (۳)استفاده‌های فصلی و هر گونه محدودیت قانونی نظیر مناطق و فصول ممنوعه ماهیگیری (۴)مدیریت‌های گذشته همچون نگهداری ماهی، لاپرواپی و قطع علفهای هرز	ایجاد محدودیتها برای اهداف حفاظتی و مدیریتها آتی، به طور مثال نیاز منطقه به پاک شدن از علفهای هرز و عمق مورد نیاز برای کاربری استقرار یافته، موقعیتها برای ایجاد پناهگاههای آبی و گونه‌های اولویت دار برای ماهیگیری
منبع آبرسانی عمومی و زهکشی اراضی	(۱)شرکتهای آب و ساختارهای تنظیمی (۲)ساختارهای زهکشی و سیل بندی (۳)منابع محلی	(۱)نیازهای کیفیتی و منبع آب، اثرات بر روی دریاچه (۲)شرط صدور پروانه (مجوز) (۳)هر گونه اهداف مورد توافق بطور مثال طرحهای مدیریتی سطح آب (۴)جاگاه ساختار کنترلی و قوانین اجرایی (۵)مسئلیت برای مشاهده و تنظیم سطوح آب	ایجاد محدودیتها موجود در تغییرات سطوح آب و کیفیت اهداف نظیر تراکم جلکها در آب مورد استفاده جهت آشامیدن (آب قابل شرب)

## جدول شماره ۲-۳- محاسبه نیتروژن کل و فسفر کل

به منظور محاسبه غلظت‌های نیتروژن کل و فسفر کل ورودی به یک دریاچه، باید نکات زیر را دانست:

۱- متوسط میزان آب ورودی به دریاچه در هر سال (تخیله متوسط سالانه نهرها به انضمام هر گونه ورودی آب زیرزمینی)

۲- تعداد هکتار اراضی که زیر کشت رفته است (غلات- چند مردانه های روغنی، گل، شلم، سبزیجات و...)، تعداد هکتار اراضی پوشیده شده از غلظت‌های داریعی و خودرو، جنگل یا دیگر زیستگاههای طبیعی و نیمه طبیعی در حوزه بالادست دریاچه

۳- تعداد دامها از قبیل گاو، گوسفند و ماکیان موجود در حوزه آبریز

۴- تعداد افراد ساکن در حوزه و نوع سیستم فاضلاب آنها که آیا به صورت کانالهای انتقال فاضلاب است یا پیشتر به صورت سپیک است.

تخیله را می‌توان بر اساس میزان بارندگی سالیانه منتهای تبخیر سالیانه تعیین زد (برابر با روان آب خالص) که هر یک بر حسب متر بیان می‌شوند. این مقادیر برای توازن عمده توسط سازمان هواشناسی قبلی دستیابی هستند و بر حسب میلی متر بیان می‌شوند، بنابراین تبدیل واحد الزامی است. اگر روان آب خالص بر حسب متر بیان شده و در مساحت حوزه بر حسب متر مربع ضرب شود، روان آب سالیانه بر حسب متر مکعب به دست خواهد آمد.

با بررسی میدانی می‌توان کاربری اراضی و تعداد چهارپایان را تعیین نمود، این بررسی لازم نیست کامل و جزو به جزو باشد و این اطلاعات از سازمانهای کشاورزی و خدماتی ذیرپی نیز

قابل دریافت است. اگر اطلاعات مربوط به حوزه آبریز، چندین بخش را در بر گیرد باید تقطیقهای انجام شود و نتایج به محدوده حوزه مورد بحث تعیین یابد.

با بررسی آمار بیشترین جمعیت دهستان اخیر، می‌توان تعداد افراد را معین کرد. این آمار از دفاتر دولتی محلی قابل دسترس هستند، که در هر بخش یا تقسیمات جغرافیایی دیگر باید مطابق با حوزه آبریز مورد بحث تنظیم گردد.

در اکثر موارد نوع سیستم فاضلاب مورد استفاده (جمع آوری با لوله انتقال فاضلاب یا روش‌های دیگر) مشخص است ولی در صورت مشکل بودن تشخیص این امر، سازمانهای آب و فاضلاب، اطلاعات لازم را خواهند داشت.

با داشتن این اطلاعات، بار کلی فسفر قابل محاسبه است. این میزان با ضرب کل مساحت کاربریهای اراضی مورد استفاده بر حسب هکتار، در تعداد کل هر نوع از حیوانات و تعداد افراد ساکن در منطقه بر اساس مقادیر داده شده در جدول ۲-۳ و جمع اینها با یکدیگر به دست می‌آید که بار کلی بر حسب کیلوگرم در سال را می‌دهد. میزان فسفر که ممیع آن انتقال (فسفر) موجود در گرد و غبار و باران) است نیز باید در نظر گرفته شود. با تقسیم بار کلی سالیانه بر حسب کیلوگرم بر تخلیه سالیانه نهر بر حسب متر مکعب و ضرب آن در یک میلیون، غلظت فسفر بر حسب میکروگرم در لیتر در نهر بدست می‌آید. این مقدار با مقادیر موجود در متن برای تعیین حدی که در آن کنترل مواد مخذلی مطلوب است قابل مقایسه است. این داده‌ها همچنین یانگک این موضوع هستند که در حال حاضر متابع اصلی فسفر ممکن است شامل جه چیزهایی باشند.

با تغییر و یا اصلاح کاربریهای اراضی و تعداد حیوانات یا جمعیت، اثرات تغییرات به سهولت قابل محاسبه است و اثرات تغییر مسیر خروجیهای فاضلاب و یا حذف آن (به فصل ششم مراجعه کنید) را می‌توان مشخص نمود. چنین محاسباتی برای نیتروژن نیز قابل انجام است.

مقدار سالیانه نیتروژن کل که از کاربریهای گوناگون اراضی و حیوانات منتقل شده است						
مقدار سالیانه فسفر کل که از کاربریهای گوناگون اراضی و حیوانات انتقال یافته است (کیلوگرم برای هر هکتار یا به ازای هر فرد)						
نوعی مرتفع (زراعت گسترده)	نواحی پست (زراعت متمرکز)	مناطق پست بسیار سطح	نواحی پست (زراعت گسترده)	نواحی پست بسیار (زراعت متمرکز)	نواحی مرتفع (زراعت گسترده)	اتمسفر(گرد و غبار و باران)
مقطع	(زراعت گسترده)	مقطع	مقطع	مقطع	نواحی پست	نواحی پست بسیار
۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲
۰/۶	۰/۹	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۶
۰/۶	۰/۸	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۶
۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۳
۱۲	۱۸	۹	۶	۶	۶	۶
۶	۶	۶	۱۹	۱۹	۱۹	۱۹
۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۰/۴	۰/۷	۰/۲	ماکیان	۰/۶	۰/۶	۰/۶
۱	۱	۱	جمعیت انسانی (استفاده از کانالهای انتقال فاضلاب)	۴	۴	۴
۰/۴	۰/۴	۰/۴	جمعیت انسانی (استفاده از سپیک تانک)	۲	۲	۲



## فصل چهارم

# استراتژی کلی برای بازسازی دریاچه های کم عمق تغذیه گرا

۶۷

بازسازی  
تغذیه گرای  
دسترسی  
آزادی  
امانی  
کیفیت  
محیطی  
دریاچه های  
کم عمق

معکوس (عموماً دخالت زیستی انسانی)

۴- استقرار و بازسازی گیاهان (از جمله نی های

باتلاقی کناره ای)

۵- ثبت و مدیریت نظام بازسازی شده

پشتونه استدلالی ارایه این مراحل، پیروی از مدل کلی تغییر در دریاچه های کم عمق وجود حالت های جایگزین پایدار است. مفهوم شرایط اکولوژیک پایدار جایگزین، در خصوص نوسانات غنی شدن مواد مغذی در فصول اول و دوم شرح داده شد و دو نتیجه مهم از این بررسیها گرفته شد. اولین نتیجه لزوم کنترل مواد مغذی ورودی در یک دریاچه تغذیه گرا برای رضایت بخش بودن عملیات بازسازی است. مورد دوم این است که علاوه بر آنکه ورودی مواد مغذی به پایین ترین حد ممکن بر سرده (که در اکثر مواقع بسیار دشوار است)، نتایج مطلوب حاصل نخواهد شد مگر آنکه عوامل دیگر (تغییر وضعیت های پیش برنده) عمل کننده در جهت نابودی گیاهان، حذف شوند.

«امکان ناپذیرهای محتمل برای مکان پذیرهای نامحتمل مقدم آند».

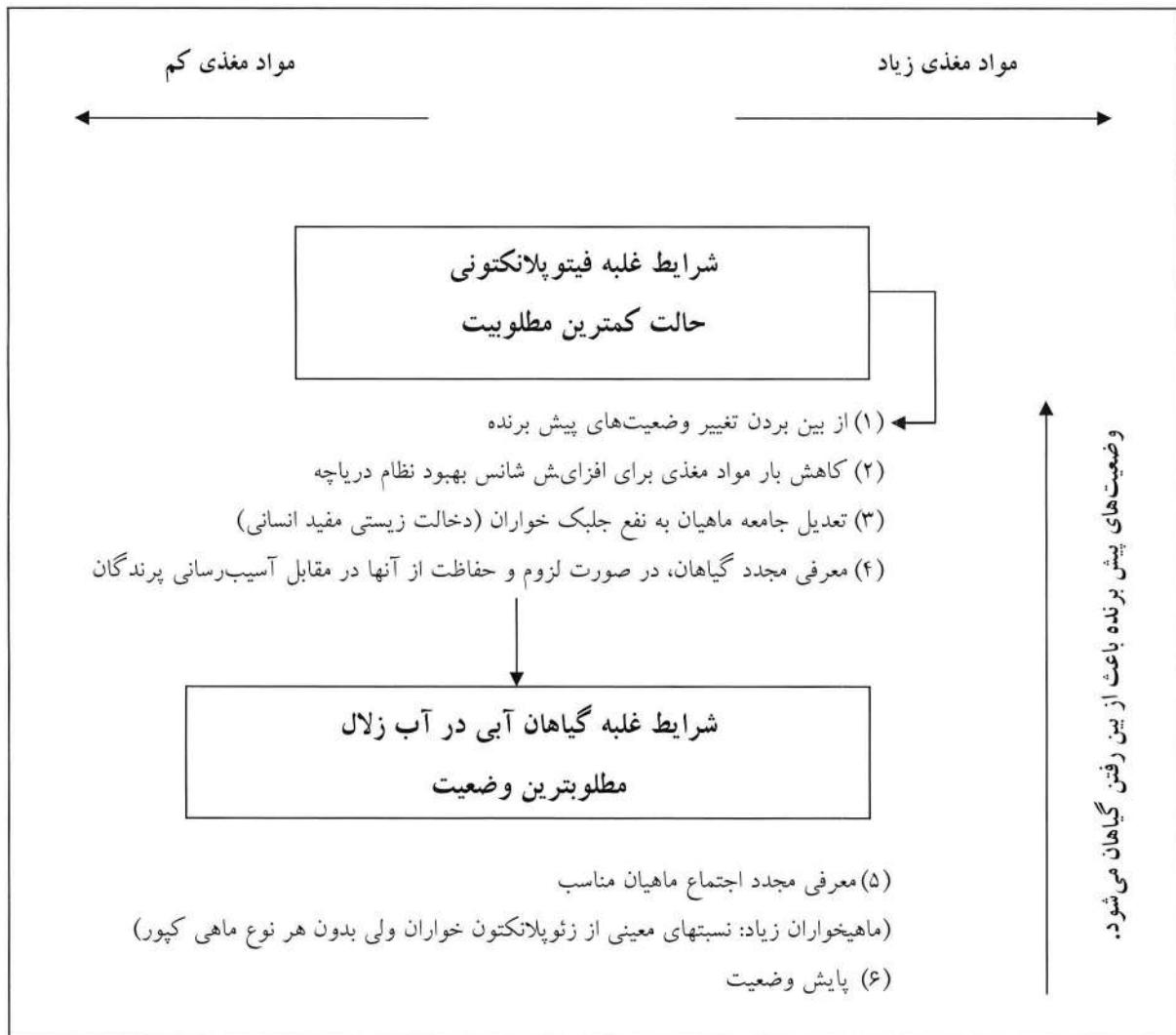
### دیوان اشعار اریستوتل<sup>۱</sup>

در فصل قبل در مورد امکان سنجدی عملیات بازسازی بحث گردید. سپس بعضی از نظرات به شکلی مطرح شد که یک دریاچه فرضی بازسازی شود و هدفی کلی برای آن تعیین گردد. تصمیم گیری به صورتی خواهد بود که جوامع گیاهی تا حدی بازسازی شوند که تنوع آنها به حداقل ممکن بر سرده و یا اینکه ممکن است هدفی با بلندپروازی کمتر مورد قبول واقع شود. هدف مورد نظر هرچه باشد به هر حال یک استراتژی فraigیر کلی رامی طلب که به صورت مجموعه ای از مراحل زیر طبقه بندی شده است (شکل ۱-۴):

۱- کشف و حذف تغییر وضعیت پیش برنده

۲- کنترل مواد مغذی داخلی و خارجی

۳- بازسازی مجدد اکوسیستم به وسیله تغییر وضعیت



شکل ۴: استراتژی لازم به منظور حرکت از شرایط غله فیتوپلانکتونی و آب کدر به سوی شرایط غله گیاهی در آب زلال، که مورد تایید این کتاب راهنمای است.

محیطی دیگری صورت گرفته باشد. این مطالب در فصل ششم مورد بحث قرار خواهد گرفت. به هر حال، باید کنترل مواد مغذی انجام شود زیرا پایدار شدن عملیات بازسازی در زمان زیادشدن میزان بارهای مواد مغذی بعید است. مرحله سوم یعنی دخالت زیستی مقید انسانی یا به کارگیری تغییر وضعیت‌های معکوس، موجب شفافیت آب خواهد شد و در صورتی که این کار انجام شود هیچ مشکلی در تلاش برای بازسازی مجدد گیاهان وجود نخواهد داشت (مرحله چهارم). اگرچه به طور معمول، گیاهان در چنین اکوسیستم‌آبی یافت نمی‌شوند ولی وجود دانه‌های باقی مانده و دیگر بذرهای گیاهی امکان پذیر است و در عمل به معرفی عمدی گونه‌های گیاهی نیازی نخواهد بود. بنابراین امکان دارد نیازی به مرحله چهارم نباشد. اما غالب مجبور به انجام آن هستیم.

طی مراحل اولیه طرح ریزی، باید مراحل اول و دوم اشاره شده در بالا بررسی و مورد توجه قرار گیرند. تازمانی که ماهیت تغییر وضعیت (وضعیت‌های) پیش برنده و تسریع کننده روند نابودی گیاهان تعیین نشوند، بررسی چگونگی کاهش مواد مغذی چنان مقید نخواهد بود. البته این فعالیت آسان نیست ولی حذف مرحله کنترل مواد مغذی و حرکت سریع به سوی فرایند دخالت زیستی انسانی (مرحله شماره ۳ بالا) امکان پذیر است، اگرچه این روش قابل توصیه نمی‌باشد.

برخی مباحثات در این مورد وجود دارد زیرا ممکن است شرایطی بوجود آید که اقدامات زیستی انسانی مؤثر واقع نشود مگر اینکه از غلظت مواد مغذی کاسته شده و یا تغییرات زیست

آخرین مرحله (مرحله پنجم) مرحله تثبیت و مدیریت نظام دریاچه است که بسته به درجه ای که در کنترل مواد غذی بدست آمده و محدوده ایکه در آن شرایطی محلی حوزه آبریز در حال تغییر هستند دارای اهمیت کمتر یا بیشتری است. هرچه شرایط بازسازی پایدارتر باشد نیاز کمتری به ادامه اقدامات مدیریتی است. مدیریت نظام دریاچه معمولاً پژوهنیه است و احتیاج زیاد و دائمی به آن، نشانگر شکست عملیات است. بنابراین هدف نهایی باید حذف نیاز به مدیریت باشد. با این وجود، باید چنین فرض شود که نظام دریاچه می‌تواند به طور کامل به حال خود رها شود تا از خود محافظت کند، گرچه این حالت ایده آل ترین وضعیت خواهد بود.

فنون کشاورزی هنوز در حال تغییر هستند، و رویدهای مواد غذی جدید یا خطرات ناشی از علف کشها و آفت کشهای جدید ممکن است در اثر استفاده از این فنون به وجود آید. همچنین امکان ساخته شدن مناطق مسکونی جدید وجود دارد و جریانهای تازه‌ای از مواد غذی ممکن است از این مناطق ایجاد شود. نظیر تمام موضوع‌های حفاظتی دیگر، به طور کلی هوشیاری مداوم در این موارد ضروری است. در فصول بعدی هر یک از این مراحل با تأکید بر جزیئات عملی ارایه می‌شوند. درختواره‌های تصمیم‌گیری در انتهای هر فصل ارایه شده است. و این درختواره‌ها خلاصه مطالب هر فصل هستند.



# مراحل استراتژی

## (۱) کشف و حذف تغییر وضعیت‌های پیش‌برنده

نهایی صدمه‌ای به نی‌های بستر تالاب وارد نمی‌کند، ولی اگر نی‌ها بوسیله حرکت قایق‌ها آسیب دیده باشند پرندگان ممکن است ضربه نهایی را به آنها وارد کنند.

### طرح پرسشهای

در مرحله اول باید به دنبال تغییرات آشکار گشت. آیا سطح آب افزایش یافته است، نظیر دریاچه سوئدی کرانکسجان<sup>۱</sup> (شکل ۱-۵) که در آن جایگزینی شرایط غلبه گیاهی و غلبه فیتوپلانکتونی با جایگزینی به نسبت جزیی بین سطوح پایین و بالای آب هم‌مان شده بود. آیا هیچ‌گونه مدیریت عمده در مورد جوامع گیاهی صورت گرفته است؟ اگر این رویدادها اخیراً رخداده باشند، باشگاه محلی ماهیگیران، ماهیگیران دریاچه و مالکین یا الجاره داران دریاچه و زمینهای هم‌جوار باید از آن اطلاع داشته باشند. اما ممکن است این رویدادها در گذشته ای از یاد رفته رخ داده باشند.

آیا در محیط آبی مورد نظر قایق‌های موتوری فعالیت می‌کنند؟ به عنوان مثال در بعضی از کانالهای شهرهای هلند

### تجددید ساختار گذشته

تعیین «وضعیت پیش‌برنده‌ای» که ممکن است در گذشته ایجاد شده باشد مشکل است. در واقع ساختن دوباره تاریخ به طور دقیق همیشه مشکل بوده است و به همین دلیل تفاسیر بسیار زیادی از تاریخ وجود دارد و تاریخ شناسان رقیب با یکدیگر نیز، چنین عقاید کج بینانه‌ای نسبت به هم داشته‌اند. اما تشخیص دگرگونی‌های ایجاد شده، یا حداقل اطمینان از اجرا نشدن هیچ یک از تغییرات شناخته شده، قبل از انجام فعالیتهای بازسازی ضروری است. بیشتر وقت‌های مدارک کافی نیست یا مدرکی وجود ندارد. ممکن است اشخاص مختلف با اطلاعات متفاوتی از منطقه، فکرها و نظرات متفاوتی داشته باشند. بهتر است که بررسی‌ها به طور مستقیم در مورد موضوع‌های ویژه‌ای مانند بقایای آفت‌کش‌ها و علف کش‌ها انجام گیرد. مطالعاتی در مورد لمینولوزی دیرینه نیز می‌تواند مؤثر باشد. با این وجود، درک عمومی از منطقه نیز می‌تواند مفید باشد. همچنین باید توجه داشت که ممکن است بیش از یک وضعیت پیش‌برنده وجود داشته باشد. از طرف دیگر اثرات تشدید کننده رانیز باید به خاطر داشت. به عنوان مثال تغذیه پرندگان به

ها، افزایش یا عدم افزایش در میزان غلظت کلرید را نشان خواهد داد. اگر آزمایشگاهی در دسترس باشد درجه شوری به آسانی قابل تعیین است و اگر نباشد با چند قطره از محلول نیترات نقره دودرصد می توان غلظت آن را تعیین کرد. رسوب سفید تیره رنگ نشان دهنده شوری بالا و در خطرناک است. اگر یک دستگاه قابل حمل اندازه گیری هدایت الکتریکی<sup>۴</sup> در دسترس باشد، ضریب هدایت ۴۰۰۰ میکروزیمنس<sup>۵</sup> در هر سانتی متر برابر با حدود ۱۰۰۰ میلی گرم کلرید در لیتر در آب شیرینی است که بوسیله آب دریا آلوود شده است.

### علف کشها

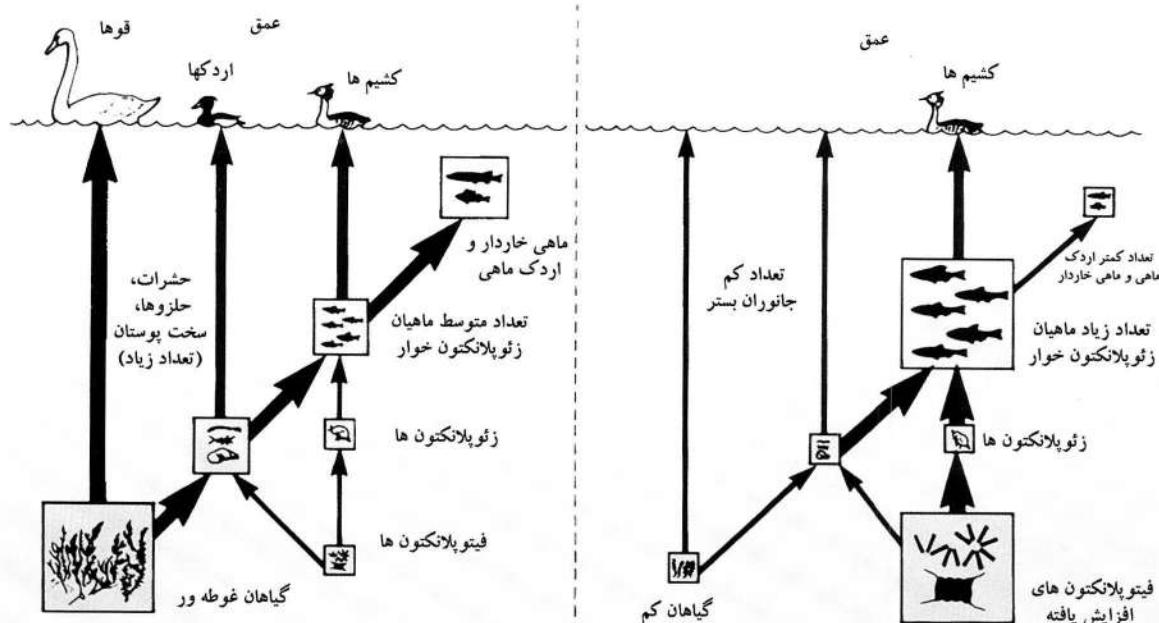
شناخت اثرات علف کشها مورد استفاده در گذشته مشکل تراست. به خصوص اگر از این علف کشها به طور نادرست استفاده شده باشد و یا اینکه اقدامات غیرقانونی در استفاده از علف کشها (برای از بین بردن علفها) صورت گرفته باشد. در هر حال، برای تمام این پرسشها انتظار جوابهای خیلی درستی را نمی توان داشت. با این وجود، در صورت انجام لا یروبی ها و زهکشی های گسترده برای از بین بردن علفهای نهرهای آب (در صورت ارتباط این نهرها با دریاچه)

اختلاف بارزی بین آب کدر مسیرهایی که قایق ها در آن حرکت می کنند و مسیرهایی که حرکت قایق ها در آن ممنوع است و دارای آب زلال و لاله های آبی هستند دیده می شود. یا اینکه آیا فعالیت قایقرانی افزایش یافته است؟ پرس و جواز افراد محلی امکان دستیابی به این اطلاعات را فراهم می کند.

### شوری

اگر دریاچه نزدیک به دریا باشد و زمینهای اطراف دریاچه برای انجام کشاورزی، زهکشی پمپی شده باشد، هنگامی که آب دریا به داخل لوله ها کشیده می شود نمک نیز ممکن است وارد دریاچه شود. قسمتی از برادراند<sup>۶</sup> در نورفوک<sup>۷</sup> بدین شکل تحت تأثیر قرار گرفته است. غلظت کلرید در ابتدای قرن بیستم که پمپاز کردن بوسیله باد یا بخار صورت می گرفته، در حدود ۶۰۰ میلی گرم در لیتر بوده است (شکل ۲-۵). پمپ های الکتریکی پرقدرت، امروزه غلظت این ماده را تا حدود ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر افزایش داده اند که این موضوع گونه های دافنی<sup>۸</sup> را تهدید می کند (۶).

بررسی مشاورین زهکشی محلی یا وزارت کشاورزی، یا مؤسسات مشابه در دیگر کشورها، در هنگام تعویض پمپ



شکل ۱-۵: ایجاد تفاوت در سیستم های جایگزین در دریاچه کرانکسجان<sup>۹</sup>، سوئد (مطابق طرح ۱۹۹۰ Andersson et al)

1- Broad land

2- Norfolk

3- Daphnia

۴- مقیاس اندازه گیری کل محتویات یونی حل شده در آب که به شکل توانایی آن در انتقال جریان الکتریسیته نمایان می شود.

5- microsiemens

6- Kerankesjon

احتمال آلوگی وجود خواهد داشت.

می شد به تالابهای شرق انگلستان فرار کرد. این پستاندار از نی هابه طور دائمی و زیادواز گیاهان غوطه ور در آب به مقدار کمتر تغذیه می کرده است. ولی فقط تاندازه ای می توان آن را مسئول از بین رفتن گیاهان، همراه با دیگر عوامل تغییر در نورفوك برادرز قلمداد کرد. به دلیل اینکه امروزه نوتریا به عنوان آفت کشاورزی محسوب می شود لذا در انگلستان بالته گذاری کامل (با هزینه بسیار بالا) این جانور از حیات وحش حذف شده است.

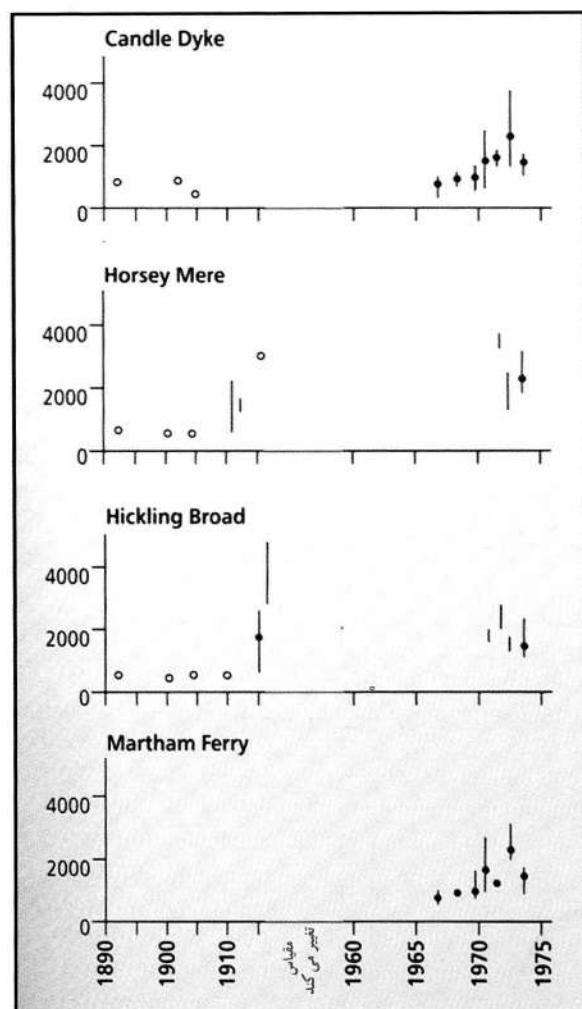
علاوه بر این، قوهای نیمه اهلی شده، غازهای کانادایی، غازهای خاکستری، اردکهای وحشی اهلی شده، اردکهای سرسبز اهلی و احتمالاً غازهای مصری به نظر می رسد جمعیت خود را به طور مصنوعی افزایش داده و به پوشش گیاهی صدمه بزنند. در صورت وجود غازها، نیها در مرتبه بعد گیاهان غوطه ور آسیب می بینند، اما در صورتی که تعداد آنها به میزان متناسبی باشد این خدمات جبران خواهد شد. شرایط مشابهی نیز در زمانی به وجود خواهد آمد که تجمع زیادی از انواع پرندهان آبری در مناطق تحت حفاظت و یا پناهگاهها نگهداری شده و یا به این قبیل مناطق جلب شده باشند. حفظ شرایط غلبه گیاهی در هنگام تغذیه جمعیتهای بزرگی از غازها و قوهای علت خدمات فیزیکی، غیرممکن است. به نظر می رسد که چنین تجمعاتی بیش از پیش مشهود خواهند بود.

### ماهیان مخرب

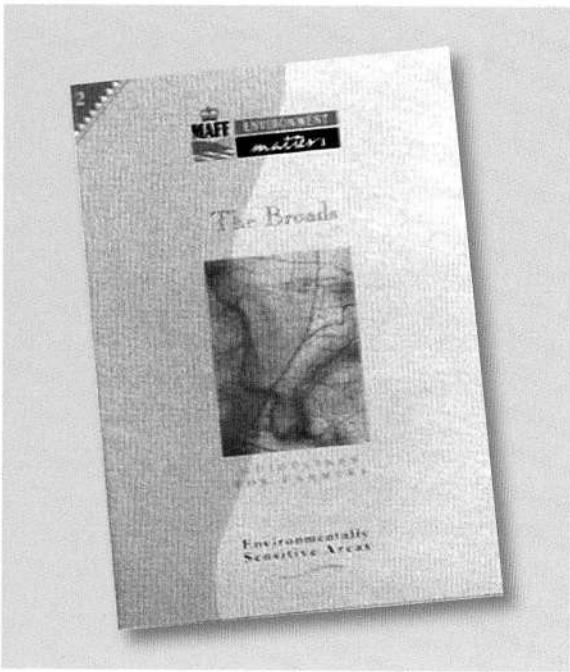
ماهیان کمتر در معرض دید هستند، ولی در صورت عدم امکان بررسی با تور، ماهیگیران محلی از نوع گونه های موجود در منطقه آگاه هستند. حضور ماهی کپور معمولی همیشه باید یک علامت هشدار دهنده باشد. زیرا حتی جمعیت کمی از کپورها نیز که در جستجوی گیاهان و کندن و خورد آنها هستند رسوبات را ب هم می زند و موجب انتقال فسفر از رسوبات می گردد (به فصل دوم مراجعه کنید). گونه های غیربومی نظیر کپور علفخوار به نظر نمی رسد که وجود داشته باشند، مگر اینکه به طور غیرقانونی به منطقه وارد شده باشند. علاوه بر این، کمبود شدید ماهی خواران نظیر

### پرندهان و دیگر علفخواران معرفی شده

در صورت وجود تعداد زیادی از مهره داران غیربومی، عموماً اطلاعات محلی در مورد آنها موجود است. در واقع چنین جانواری هنوز هم یافت می شوند مگر آنکه به عنوان آفت تلقی شده و مورد کنترل قرار گرفته باشند. نوتریا<sup>۱</sup> در دهه ۱۹۳۰ از مکانهایی که برای استفاده از خزان نگهداری



شکل ۲-۵- میزان شوری در برخی از نقاط نورفوك برادرز که نزدیک به دریا هستند، در نتیجه ورود آب در ریا به میان تنه شسته های ماسه ای جدا کننده دریا چه از دریا، افزایش یافته است. این افزایش در نتیجه انجام زهکشی فزاینده با استفاده از پمپهای پرقدرت در دهه اخیر است که آب در ریا را به داخل نظام آبهای شیرین می کشد و آن را به داخل رودخانه و منطقه برادرز پمپ می کند. در دهه ۱۹۵۰ به علت نقص استحکامات دریایی در حین طوفانهای شدید فقط افزایش موقعی در شوری این مناطق حاصل می شد. (برگرفته از Holdway et al ۱۹۷۸)



اجرای طرح مناطق حساس زیست محیطی می تواند ضمن آنکه به طور بالقوه به انجام اصلاحات بر جسته در آبهای طبیعی بیانجامد، فعالیتهای کشاورزی در زمینهای مورد نظر را نیز توسعه دهد.

سریع این مواد در اثر گذاری بر روی دریاچه بدون تحقیقات گسترده امری غیرممکن است ولی باید مشکلات احتمالی شناسایی شوند. این مشکلات بویژه زمانی رخ می دهد که زمینهای کشاورزی شخم زده که بسیار نزدیک به حاشیه مسیرهای آبی هستند، سمپاشی می شوند.

هنگامی که تمام احتمالات آزمایش شود، فهرستی از چندین مورد تغییر وضعیتها قبلى جمع آوری می گردد، ولی دستیابی به نتیجه بسیار قطعی ممکن نخواهد بود. البته برای اهداف بازسازی این موضوع چندان دارای اهمیت نیست. این احتمالات راهنمای مفیدی برای مرحله بعدی خواهد بود و بدین معنا است که اطمینان یابیم که هیچ یک از مکانیسمهای تغییر وضعیت شناخته شده، دیگر به کار گرفته نمی شود.

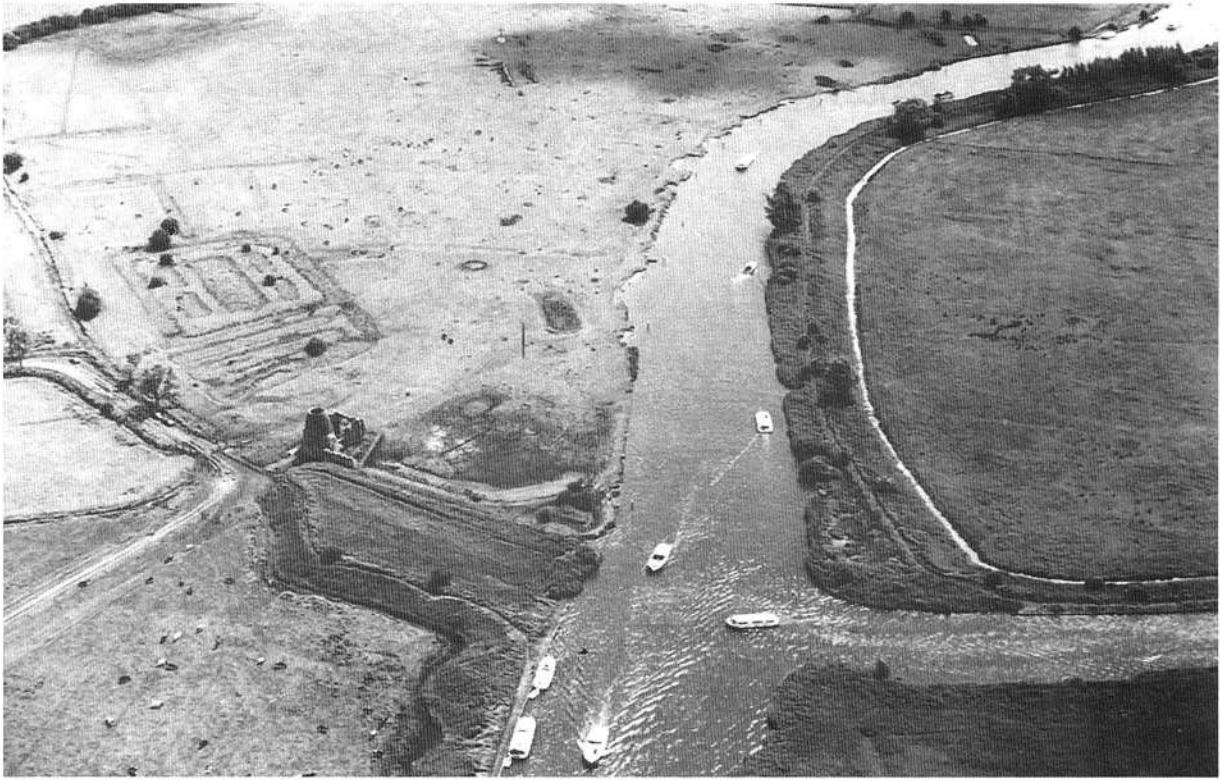
اطمینان از عدم وجود مکانیسمهای تغییر وضعیت پیش برنده قبل از شروع عملیات بازسازی در به دست اوردن چنین اطمینانی مشکلات بالقوه ای وجود دارد. در نخستین اقدام بایستی مالکین، زارعین، مسئولین

ماهی خاردار وارد که ماهی نیز باید به عنوان نشانه ای از وجود شرایط جایگزین نامطلوب برای ماهیان تلقی شود که ممکن است باعث تغییر نظام دریاچه شود.

تحقیقات آژانس محیط زیست<sup>۱</sup> (آژانس حفاظت محیط زیستی اسکاتلند<sup>۲</sup>) در مورد پروانه های صادر شده برای انتقال و ذخیره مجدد ماهیان ممکن است گونه های جدید معرفی شده را مشخص کند. بر اساس بخش ۳۰ قانون شیلات آبهای شیرین و ماهی آزاد انگلستان مصوب سال ۱۹۷۵<sup>۳</sup> آن آژانس باید مجوز ذخیره مجدد ماهیان را به عنوان یکی از وظایف خود به منظور محدود کردن گسترش بیماریهای ماهیان صادر کند. علاوه بر این، ماهیگیران محلی و مدیران شیلات در مؤسسه محیط زیست در مورد مرگ و میرهای اخیر ماهی ها اطلاع دارند ولی آگاهی از آنچه که در گذشته دورتر رخ داده برای آنها الزامی نیست. اطلاعات در مورد کشتار ماهیان در اسناد عمومی آن سازمان ثبت نشده از این رو بدست آوردن این اطلاعات مشکل و پرهزینه است.

### آفت کشهای

شناخت اثرات دقیقی که ممکن است بقایای آفت کشهای ارگانوکلر<sup>۴</sup> بر روی دافنی ها و دیگر چراکنندگان سخت پوست داشته باشند، بسیار مشکل است. این اثرات ممکن است مربوط به ۳۰ سال پیش یا قبل از آن باشد که خطرات این مواد به درستی شناخته نشده بود و آنها با آزادی نسبی مصرف می شدند. ترتیب مدارک از نظر اهمیت، شامل اثرات ثبت شده از آنها و کشف بقایای آفت کشهای در نمونه بردار استوانه ای رسوبات<sup>۵</sup>، همزمان با تغییرات در ترکیب جوامع زئوپلانکتونی است. چنین موادی در بیشتر نقاط اروپا دیگر استفاده نمی شود. اما همیشه ممکن است تغییراتی بوسیله آفت کشهای جدید و مواد صنعتی ایجاد شود. هر ساله هزاران ماده شیمیایی به دلیل پیشرفت های صنعتی به محیط زیست معرفی می شوند. بعضی از این مواد محصولات جانبی هستند و تولید کنندگان صنعتی شناختی از آنها ندارند. شناخت ارتباط



در بسیاری از صومعه ها و دیرهای قرون وسطی برکه های پرورش ماهی به منظور ایجاد مکانی برای نگهداری کپورهای معمولی معرفی شده به محیط ساخته شدند. در گذشته این ماهی ها به عنوان منبع غذایی به کار می رفتهند و تعداد کمی از آنها هنوز در صومعه سنت بنتس ابی<sup>1</sup> در نورفوك باقی مانده‌اند. اما طرح مستطیلی شکل این برکه های قدیمی پرورش ماهی هنوز مشخص است.

اجرایی، باشگاههای ماهیگیری و در بعضی موارد عموم مردم را تا حد امکان در مورد لزوم بازسازی دریاچه مقاعد کرد.  
عده ای مایل به حفظ کپورها، اردکها و زهکشی تراوashi نمک<sup>6</sup> هستند. توافق برای کاستن از خطر تغییر وضعیت های نامطلوبی که اجرای آنها همچنان ادامه دارد، امکان پذیرتر از حذف کلی فعالیتهای مشخصی است.

بنابراین باید موافقت نامه ای براساس راهکارهای پذیرفته شده مربوط به شیوه های اقدام برای استفاده از علف کشها و آفت کشها تنظیم شود. احتمال دستیابی به چنین توافقی بیشتر از احتمال دستیابی به موافقت نامه توقف استفاده از این مواد است. منطقه بندی دریاچه برای حرکت قایق ها به منظور حفاظت از مناطق خاصی از دریاچه که با توافق عده ای از قایقرانان صورت می گیرد می تواند در کاهش آسیبهای مکانیکی مناسب باشد.

توافق در مورد مدیریت علفها و یا تغییر دادن سطح آب در صورتی که پیش از آن در مورد اصول بازسازی توافق شده

1 - salt-seeping drainage

3 - EC (European Community) Regulation 797/85

2 - Hickling Broad

4 - Agriculture Act 1986

ماهیان بر سطوح پایین شبکه های غذایی است مورد تردید قرار گرفته است (۱۲، ۳۳، ۸۱، ۷۶، ۵۳، ۱۷۰).

با این وجود، علی رغم شواهد در حال افزایش در مورد برخی تأثیرات منفی ماهیها بر روی اکو سیستم، در استراتژی مدیران شیلات که شامل ذخیره سازی نیز می شود، معمولاً اهمیتی به این موضوع داده نمی شود. وظیفه مؤسسه محیط زیست در مورد حفاظتها را آتی، مندرج در قانون محیط زیست انگلستان (۱۹۹۵)<sup>۲</sup> ممکن است به اطمینان یافتن از این موضوع کمک کند که اثرات انجام ذخیره سازی ماهیها در روند حفاظت آیا قابل قبول است یا خیر.

در عین حال، برای مت怯اعده کردن ماهیگیران و مشاوران آنها در مورد نامناسب بودن شرایط مطلوب از نظر آنها، که شامل تعداد زیادی از ماهیان بزرگ و کپورهای گرسنه در یک جامعه متنوع و زیبا است، نیاز به کمی زمان خواهد بود. ناسازگاری برخی از چنین اشکال مدیریتی شیلات با بازسازی یک دریاچه باید به تدریج شناخته شده و بر طرف گردد. پیشنهاد پرداخت غرامت به ماهیگیران برای جرمان فقدان کپورها ممکن است مفید باشد و ترجیحاً این امر بایستی با فراهم کردن گونه های مطلوب ماهیان دیگر مانند لای ماهی و امکانات متنوع ماهی گیری در محیطی دلپذیر و مطبوع تحقق یابد.

### انتقال پرندگان

موضوع حذف و یا انتقال پرندگان به نسبتی برابر با این موضوع برای ماهی ها در انگلستان و به میزان کمتری در قاره اروپا مورد بحث و اختلاف است. قوهای گنج<sup>۳</sup> تحسین برانگیزتر از اردکهایی هستند که با کیک و نان تعذیبه می شوند. تا چندی پیش، جمعیت قوهای گنج بر اثر مسمومیت ایجاد شده بوسیله وزنه های سربی سنگین کننده قلاطه های ماهیگیری کاهش یافته بود (۱۰۹)، ولی اکنون به میزان قبلی بازگشته است (۱۴). با اینحال اردکهای بسیار فراوان هستند. برطبق تجربیات قبلی اگر این پرندگان برای تعذیبه و همچنین زیست در مکانهای تولید مثل وابسته به منابع

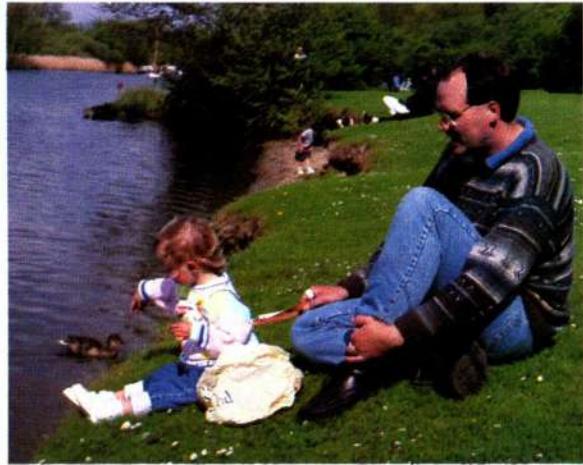
کاهش شوری) به عنوان روش جایگزین برای حالت قبلی، نیز مشکل ساز است. معمولاً علت این وضعیت کمبود منابع کافی آب دارای کیفیت مناسب است.

### مشکلات ماهی کپور

مهره داران غیر بومی مشکلات مشابهی را بوجود می آورند. از دیدگاه عملی، حذف آنها از دریاچه چندان مشکل نیست، ولی چنین کاری، بویژه در مورد کپورها، ممکن است نتیجه عکس دهد. از زمان شناخته شدن ماهی کپور، این ماهی مشکل جدی را تا این اواخر به وجود نیاورده بود. در حقیقت این ماهیان از گونه های رایج جوامع ماهیان قاره اروپا هستند. تغییر به وجود آمده حاصل از روش های رقابتی در ماهیگیری است که در این روش ها صید ماهی بزرگ (که معمولاً صید آن آسان نیست) به طور فزاینده ای تحسین برانگیز شده است. ماهی کپور به طور منظم در آبهای انگلستان، که تاکنون در فصل گرم سال بسیار سرد بوده است، تخم ریزی نمی کند. با این حال گرایش کنونی برای معرفی تعداد بیشتری از آنها به منظور حمایت از ورزشهای رایج، اثرات منفی آنها را زیادتر کرده است. افزایش جهانی دما نیز ممکن است به معنای افزایش تولید مثل کپورها باشد. این ماهیها عمر طولانی دارند و کپور بزرگ نیز به خاطر صدماتی که با ریشه کن کردن گیاهان و بر هم زدن رسوبات کف بوجود می آورد به بولوزر شبیه شده است.

در انگلستان بسته به خواسته های متفاوتی که از یک طرف ماهیگیران و مدیران شیلات و از طرف دیگر حافظین محیط زیست دارند سوء تفاهماتی به وجود آمده است. دسته اول معتقدند تازمانی که ماهیان زیادی برای صید وجود دارند و ضعیت اکو سیستم مطلوب است. ماهیان به عنوان دریافت کننده منابعی تلقی می شوند که زیستگاه آنها تولید می کند. ولی به عنوان کنترل کنندگان بالقوه کیفیت آن محسوب نمی شوند. ضمناً ماهیانی که برای وارد کردن به دریاچه، تهیه می شوند از سلامت برخوردارند. این نظریه به طور فزاینده ای به دلیل تحقیقاتی که نشان دهنده اثرات معکوس<sup>۱</sup> قابل توجه

۱- مکانیسمهای top-down effects که بوسیله آنها موجودات زنده ای که در سطوح غذایی بالاتر شبکه غذایی (شکارگران) اقرار دارند تعیین کننده ماهیت و تولید سطوح پایین تر (فتلوسترنزی) او سطوح میانی هستند.



ممکن است اردکها، قوها و غازهای جلب شده بوسیله نان و کیک جمعیت بزرگی را بوجود آورند. این جمعیت می تواند صدمه شدیدی را به پوشش کیاهی (با تغذیه از آن، حرکت بر روی آن یا آسیب‌های دیگر) وارد کند.

در جهت لزوم کاهش جمعیت این پرندگان، تعداد آنها همچنان در قاره اروپا در حال افزایش است.

معمولًاً گرفتن مجوز یا پروانه از مراجع ذیصلاح قبل از انجام هرگونه کنترل حیات وحش ضروری است. این مطلب به ویژه در مورد مکانهای دارای اهمیت علمی ویژه<sup>۱</sup>، مناطق ویژه حفاظتی<sup>۲</sup>، یا مناطق حفاظت شده ویژه<sup>۳</sup> نیز مورد توجه قرار گرفته است.

در هر شرایطی، کنترل غازها مشکل است. اولین روش، دخالت انسانی در کنترل زیستگاه آنها است. صید تخم‌ها و جوجه‌های آشیانه به طور معمول در اراضی اطراف بیشتر از جزایر هر دریاچه است. بنابراین انتقال از جزایر ممکن است مفید باشد. علاوه بر این، از بین بردن پوشش آشیانه، کشیدن حصارهای کوتاهی به دور دریاچه و افزایش مزاحمت‌های محلی (تفنگهای بادی، مترسکها، استفاده از بادبادکها در هوا، استفاده از نور در شب، فشنجه، سیمهای وزوز کننده و بادکنهای مهار شده) ممکن است مؤثر باشد. غازها از تغذیه در مناطق محصور و دارای مخفیگاه اجتناب می‌کنند. زیرا ممکن است شکار کنندگان آنها در آنجا پناه گرفته باشند. بنابراین، در دریاچه‌های دارای ارزش زیبایی شناختی نیز ممکن است بوته‌هایی به منظور ایجاد مخفیگاه و مناطق

طبیعی باشند، بعید به نظر می‌رسد که مشکلی ایجاد کنند. اما ایجاد لانه‌های مصنوعی یا تغذیه آنها به طور غیرطبیعی امکان خسارات را افزایش می‌دهد. کسب موافقت برای انتقال و حذف این پرندگان و یا منع مردم از غذا دادن به آنها تقریباً غیرممکن است. به این ترتیب بازسازی دریاچه‌های کم عمق واقع در پارکهای عمومی در عمل امکان پذیر نخواهد بود. در بررسی دریاچه‌های دورتر و یا از خاکستری یا کانادایی نظر می‌رسد مشکل آنها غازهای خاکستری کشور انگلستان به عنوان گونه‌های غیرمهاجر شناخته شده اند. اثرا تخریبی غازهای خاکستری و کانادایی بر روی گیاهان آبزی دریاچه‌های کم عمق کاملاً شناخته شده نیست. منبع غذایی اصلی این جانداران علفهای خشکی است، اما آنها از نیازی کارهای جوان هم تغذیه می‌کنند و ممکن است صدمات فیزیکی به آنها ایجاد کنند.

با وجود اینکه امروزه معرفی غازهای کانادایی به حیات وحش تحت قانون حیات وحش و حومه (۱۹۸۱)<sup>۴</sup> غیرقانونی است، اما این کار همچنان ادامه دارد. این غاز متعلق به منطقه آمریکای شمالی است و اولین بار بوسیله یکی از کارگزاران پادشاه انگلستان (چارلز اول)<sup>۵</sup> در حدود سال ۱۶۶۵ به انگلستان آورده شد. تا دهه ۱۹۵۰ جمعیت آن به حدود ۳۰۰۰ عدد رسید. بعد از آن زمان این غازها به منظور شکل گیری جمعیت‌های کوچکتر و کنترل شدن بوسیله شکارچیان غازهای وحشی در مناطق گوناگون توزیع شدند. با این وجود، این غاز یک گونه نسبتاً اهلی شده است و مورد توجه شکارچیان غازهای وحشی قرار نمی‌گیرد. گوشت این غاز که در هزاران نقطه از انگلستان یافت می‌شود قابل فروش هم نیست. امکان جمع آوری این پرندگان در زمان پر ریزی سالیانه و شکار آنها وجود دارد. ولی رام بودن این جانوران و حضور آنها در دریاچه‌های کشور و بعضی از نقاط پارکهای آزاد برای عموم مردم، اعتراضات عمومی را در بعضی نقاط در مقابل حذف آنها بوجود آورده است. علیرغم تلاشهای بی وقفه برای آموزش عمومی

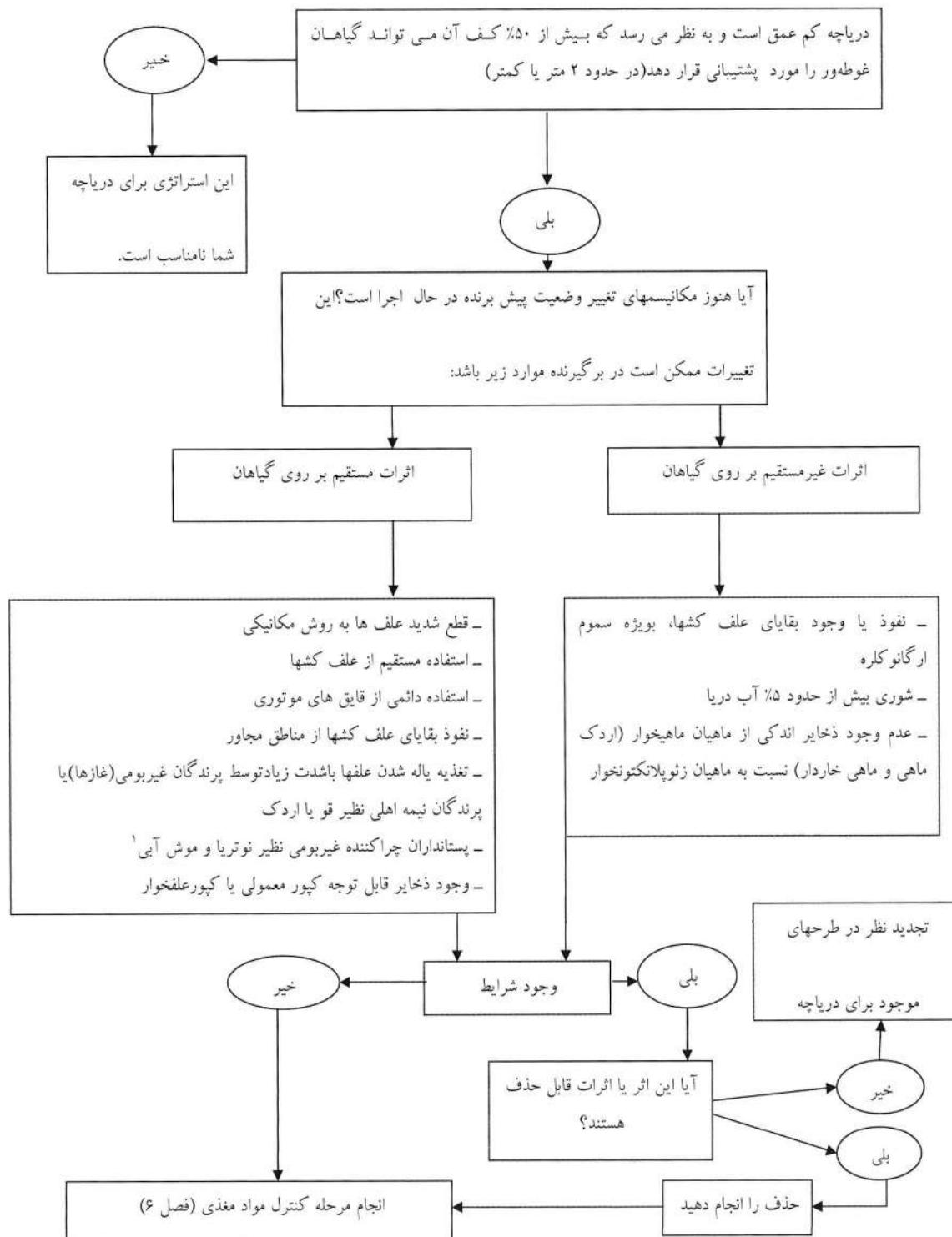
محصور کاشته شود.

استفاده از فنون ذکر شده در بالا هر ساله باید انجام شود. ولی ممکن است این روشها به گونه‌های جانوری مطلوب نیز صدمه بزنند. تعیین فصول زمستانی شکار، احتمالاً راه مؤثرتری در کنترل جمعیت خواهد بود (حذف سالانه حداقل ۲۰٪ از متوسط موجود طی چندین سال برای کاهش جمعیت هاضم‌وری است). کنترل تخمها به صورت انتقال آنها از لانه‌ها و تعویض آنها با تخم‌های مصنوعی و سوراخ کردن یا پوشاندن آنها با روغن معدنی سبک نیز می‌تواند به طور محلی مؤثر باشد.

و اما بعد ...

در این مرحله، احتمالاً پروژه بازسازی وادار به توقف می‌شود. زیرا عامل وضعیت پیش برنده بالقوه ای وجود دارد که قابل حذف نیست. اگر چنین موانعی وجود نداشته باشد، استراتژی به سمت مرحله بررسی در مورد قابل اجراترین درجه کنترل مواد متذی، حرکت می‌کند.

در ختواره تصمیم‌گیری تغییر وضعیت‌های پیش‌برنده





## فصل ششم

# مراحل استراتژی (۲) کنترل مواد مغذی

جلبکهای رشد خود نیازمند فسفر و نیتروژن به نسبت یک به ده هستند و در صورتی که هر یک از این مواد مغذی کمیاب گردد، رشد آنها محدود خواهد شد. با این وجود، کمیابی نسبی فسفر در مقایسه با نیتروژن، در دریاچه‌های بکر، سبب شده است که فسفر در فرایندهای کنترل پدیده مغذی شدن موثر باشد و در نتیجه در آن نقاط، موجودی نیتروژن را می‌توان به صورت منابع مازاد فرض کرد.

بر طبق نظر دیوید شیندلر<sup>۳</sup> (۱۸۵) پدیده تغذیه گرایی در هر شرایطی با افزایش فسفر به تنها یی، ادامه می‌یابد. زیرا شرایط کمیابی که برای نیتروژن ترکیب شده بر اثر افزایش فسفر ایجاد شود، باعث افزایش رشد جلبکهای تثبیت کننده نیتروژن<sup>۴</sup> می‌گردد. این جلبکها جزء آن دسته از جلبکهای سبز آبی هستند که قادر به جذب گاز نیتروژن محلول و نهایتاً تبدیل آن به ترکیبات پروتئینی نیتروژن می‌باشند.

فعالیت این جلبکها بدون بهره گیری از افزایش منابع خارجی<sup>۵</sup> آمونیم یا نیترات، موجودی مواد مغذی را دوباره

به جز شمالی ترین نواحی و مناطق کوهستانی، که با اسیدی شدن خاک روبرو می‌باشند، امروزه، سرزمینهای اروپایی و چشم اندازهای آبی آنها پر از مواد مغذی شده‌اند. کود دهی بیش از حد به زمینهای شایع ترین مشکل را در نظام حفاظت از مناطق طبیعی و نیمه طبیعی سرزمین و همچنین در نظامهای آبی<sup>۶</sup> که جریانهای آب حاصل از زهکشی این زمینهای آبی درون آنها سرازیر می‌شود به وجود آورده است.

### کنترل فسفر یا نیتروژن، یا هر دو؟

در دهه ۱۹۴۰ مشکل افزایش فسفر برای اولین بار به شکل کنونی شناخته شد (۷۳) و سپس با افزایش بیش از حد مواد مغذی این مشکل فراگیر گردید. عوامل متعددی که موجب فراگیری این مشکل شدند شامل کشاورزی متمرک، ایجاد مجاري فاضلاب برای جمعیت در حال افزایش شهرهای بزرگ و کوچک و ساخت انواع مواد شوینده بود، که در آنها تری پلی فسفات سدیم<sup>۷</sup> به عنوان ترکیب اصلی و بسیار مؤثر به کار برده می‌شد.

متعادل می کند. این مطلب از نظر تئوری صحیح است ولی در عمل رشد جلبکهای سبز آبی ثبت کننده نیتروژن در دریاچه کنداست و در نتیجه امکان دارد فیتوپلانکتونها در طول فصل گرم سال با محدودیت شدید نیتروژن مواجه شوند (۱۴۶ و ۱۵۰ و ۱۶۸ و ۱۷۴ و ۱۷۵ و ۱۷۶).

بنابراین تصور اینکه فقط فسفر در ایجاد پدیده تغذیه گرایی مؤثر است، پنداری اشتباه است. در بسیاری از دریاچه ها به جز در مراحل اولیه، نیتروژن و فسفر دارای اهمیت یکسانی هستند. در بعضی از دریاچه ها ممکن است بر اثر افزایش دسترسی به ترکیبات نیتروژن که آغاز گرفرایند هستند، میزان نیتروژن افزایش یابد و به دلیل امکان تولید دوباره فسفر که به طور طبیعی بوسیله رسوبات بسترها مترآکم گیاهی، در دریاچه های کم عمق عملی است (۱۶۴ و ۲۰۲)، امکان دارد که پدیده تغذیه گرایی در دریاچه ها در ابتدا بوسیله نیتروژن ایجاد شده باشد.

### سه اصل عملی مهم در بازسازی

تعادل بین نیتروژن و فسفر ورودی به دریاچه و اثر مقابله این عناصر با ثبت کننده های نیتروژن هرگونه که باشد، سه اصل عملی در بازسازی دریاچه دارای اهمیت هستند. اولین اصل این است که محدودیت شدید موجودی فقط یکی از این دو عنصر، باعث کاهش شدید رشد می گردد. این مسئله مشابه این موضوع است که چون وسایط نقلیه برای حرکت به روغن و بتزین احتیاج دارند، عدم وجود هر یک از این دو موجب عدم حرکت آنها خواهد شد.

دومین اصل این است که کنترل فسفر در منابع خارجی آسان تر از کنترل نیتروژن است. فسفاتها تا حدودی نامحلول بوده، به راحتی رسوب می کنند و فقط از چند منبع متمرکز نظیر منابع نقطه ای<sup>۱</sup>، پروسه تصفیه فاضلاب و واحدهای ذخیره متمرکز<sup>۲</sup> حاصل می شوند. آمونیم و نیتراتها بسیار محلول هستند و به راحتی رسوب نمی کنند و این ترکیبات از راه صدها هزار زهکشیهای اراضی و تراویشات طبیعی وارد می شوند.

سومین اصل این است که در یک دریاچه دریافت کننده مواد مغذی، پس از سالهای متمادی، مقدار فسفر نسبت به نیتروژن بسیار بیشتر می شود و این فسفرها ممکن است از رسوبات آزاد شده باشند. به طور کلی نیتروژن در اثر شوره زدایی آزاد می شود و یا به علت حلالیت بالای ترکیبات آن آسانتر از فسفر شسته می شود. نتیجه عملی حاصل شده از این سه اصل، عاقلانه تر بودن کنترل فسفر در آغاز فرایند کنترل مواد مغذی است.

با این وجود، چون در اکوسیستمهای طبیعی هیچ چیز همیشه به این آسانی نمی باشد، عاقلانه است که به خاطر داشت که در عین حال کنترل نیتروژن نباید فراموش شود. به عنوان مثال از این رفتن نی های باتلاقی شناور کنارهای<sup>۳</sup>، ممکن است نتیجه مستقیم افزایش نیترات باشد (۲۲). چون گیاهان از طریق ریشه های خود قادر به جذب فسفر از رسوبات هستند، به احتمال زیاد افزایش نیتروژن باعث کاهش تنوع جوامع گیاهان آبزی می گردد. این وضعیت در زمانی که جوامع گیاهی خشکی زی کوده هی می شوند، به صورت یک الگوی کلی مطرح است به طوری که گونه های نیرومند تر و رقابتی تر، از مزایای افزایش منابع بهره برده و گونه های دیگر را تحت فشار قرار می دهند. در نهایت، کنترل هم فسفر و هم نیتروژن مطلوب است، اگرچه در ابتدا روش عملی تری که در پیش رو قرار دارد، کنترل فسفر خواهد بود.

برای کاهش بارگذاری مواد مغذی<sup>۴</sup> طیف گسترده ای از گزینه ها وجود دارد (۱۸۰ و ۱۷۲). تازمانی که اقدامی برای کاهش بارهای خارجی (که نهایتاً مسئول بارهای داخلی فراینده هستند)، انجام نشده باشد معمولاً کار بر روی بارهای داخلی حاصل از رسوبات بیهوده است. در میان بارهای خارجی، بر اساس مهمترین استفاده از فنون بودجه ای مواد مغذی (در فصل سوم توضیح داده شده است) باید یک روش قابل اجرا تعیین گردد و سپس به ترتیب اهمیت، برای به کارگیری روش ها اقدام شود. البته به کارگیری این شیوه همیشه ممکن نخواهد بود. اما در بازسازی دریاچه های کم عمق، هر کاهش مهمی احتمالاً دارای ارزش است، زیرا

۱- متابعی از مواد مغذی یا آلاینده های دیگر که از مناطق تعیین شده مشخص حاصل می شوند.

پدیده تغذیه گرایی آسیب می بینند. همچنین در تابستان کاهش آبی که مواد را حل و رقیق می کند ممکن است برای هیدرولوژی دریاچه مهم باشد. کاهش جریان ورودی به دریاچه می تواند باعث افزایش رشد گونه های جلبکی نظیر جلبکهای سبز-آبی گردد، که مشکل تر مورد تغذیه قرار می گیرند (۱۵۶ و ۴۸ عو۵۴).

گزینه دوم حذف فسفر از پساب قبل از تخلیه آن است، روشی که ته نشینی یا عریان سازی<sup>۵</sup> نامیده می شود. این روش یکی از بخش های معمول تصفیه فاضلاب در بسیاری از قسمتهای قاره اروپا نظیر سوئیس، سوئد، نروژ، دانمارک و هلند است. اما در نقاط دیگر نظیر انگلستان این فعالیت به طور پراکنده صورت می گیرد. رایج ترین فن، برای حذف فسفر از فاضلاب خام<sup>۶</sup> یا معمولاً از پساب خروجی نهایی، ته نشین کردن آن بوسیله نمکهای آهن، هیدروکسید کلسیم و یا سولفات آمونیم است. این روش مانند لجن<sup>۷</sup> خارج می شود، و همراه بالجن تولید شده بوسیله کارهای تصفیه، انباسته شده و یا در روی زمین پهنه می شود و یا اینکه در محل تخلیه زباله ها دفن می گردد. بازدهی این فرایند با کترل دقیق و طرحهای مناسب می تواند تابیش از ۹۵٪ باشد، اما معمولاً بین ۸۵٪ تا ۹۰٪ است. غلظت فسفر کل در پساب خروجی نهایی می تواند تا میزان یک میلی گرم در لیتر یا کمتر کاهش یابد.

تاكيد بيشتری برای نصب جداگننده های فسفر در قاره اروپا و به ويزه کشورهای اسکانديناوی و کشورهای جذب کننده جهانگردان (با دریاچه های وسیع خود) وجود دارد. امروزه حجم فسفر در بسیاری از دریاچه ها و رودخانه های قاره اروپا با استفاده از این روش کاهش یافته است. دستور العمل تصفیه فاضلاب شهری اتحادیه اروپا<sup>۸</sup>، استانداردهای فسفر را برای آبهایی که فاضلابی معادل جمعیت ۱۰۰۰۰ نفری به داخل آنها تخلیه می شود و یا خطر تغذیه گرایی آنها را تهدید

هرچه مقدار مواد مغذی کمتر شود، احتمال ثبت شرایط بازسازی دریاچه مهیاتر خواهد بود. به ترتیب ذکر شده فنون قابل دسترس بررسی خواهد شد. این ترتیب عبارت از: منابع نقطه ای خارجی فسفر، منابع پراکنده<sup>۱</sup> خارجی فسفر، منابع نقطه ای خارجی نیتروژن، منابع پراکنده خارجی نیتروژن و منابع داخلی فسفر هستند. در بررسی هر یک از این شرایط به اثرات نسبی آنها، هزینه های نسبی مربوط به هر یک و مقررات وضع شده اشاره خواهد شد.

### منابع نقطه ای فسفر

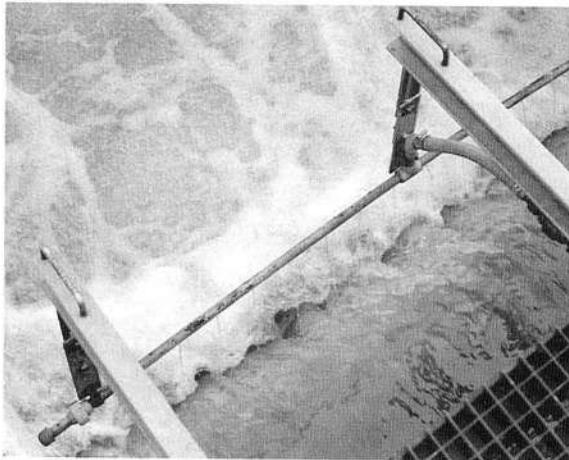
گاهی اوقات منابع صنعتی (نظیر کارخانجات مواد غذایی) تولید کننده فسفر هستند، ولی منابع نقطه ای اصلی فسفر کانالهای فاضلابهای انسانی هستند و علاوه بر آنها گاوداریها به علت اینکه هر راس گاو ده برابر یک انسان فسفر تولید می کند، واحدهای ذخیره ای بزرگی از فسفر را تشکیل می دهند. گواناتروفی<sup>۲</sup> (استفاده از فضله پرندگان دریایی به عنوان کود) منبع فسفر ناشاخته ای نیست ولی در عمل مشکل حاصل از آن زیاد جدی نیست (۱۱۷ و ۱۴۹).

### پساب فاضلاب انسانی<sup>۳</sup>

پساب های فاضلاب معمولاً حاوی ۱۰ تا ۳۰ میلی گرم فسفر کل در لیتر هستند و دو گزینه برای رفع این مشکل وجود دارد. اولین گزینه تغییر مسیر فاضلاب به پایین دریاچه یارودخانه و در نقطه ای است که تامین کننده آب دریاچه نباشد و یا هدایت کردن فاضلاب به سمت دریا است. این کار فقط در صورت نزدیک بودن محل فعالیتهای تصفیه به چنین پذیرنده هایی<sup>۴</sup> امکان پذیر است. زیرا هزینه لوله کشی گران است. اگرچه راه حلی که در آن به جای بر طرف شدن مشکل، مشکل دیگری جایگزین آن شود، راه حل مناسبی نیست. زیرا رودخانه های بزرگ و آبهای ساحلی نیز در اثر

-۲: مغذی شدنی که بوسیله فضولات آن دسته از پرندگان ایجاد می شود که از خارج دریاچه تغذیه می کنند. ولی مواد دفعی خود را در هنگام استراحت و نشستن در کنار دریاچه به داخل آن می ریزند.

-۱: منابع مواد مغذی یا دیگر آلاینده ها که از هزاران نقطه کم مساحت حاصل می شوند، به طوری که اندازه هر یک از این مکانها نسبت به یک منبع کاملاً معین (به طور مثال یک تصفیه خانه فاضلاب شهری) که معمولاً به تنهایی نسبتاً وسیع است، کوچک تر است.



فیضات به راحتی با افزودن محلول غلیظی از سولفات آمونیم آهن دار ته نشین می شود. در این فرایند فیضات آهن به شکلی ته نشین می گردد که امکان ساکن شدن و سپس دفع آن در اراضی یا محل دفن مواد زائد جامد وجود دارد. علاوه بر این، ماده حاصل ممکن است به طرز مفیدی در چرخه مجدد به صنایع شیمیایی درگردانده شود.

برای آبهای پذیرنده است، ولی در هیچکدام از این استانداردها برای فسفر معیاری دیده نمی شود. با این حال پیشنهادات مربوط به مکانهای جالب حفاظتی<sup>۴</sup> (اکوسیستم های ویژه) در این استانداردها مورد توجه قرار گرفته است. در هر حال، در ک ما از پدیده تغذیه گرایی بیانگر لزوم به حداقل رسیدن افزایش فسفر است و اینکه به کار گیری استاندارد کیفیت زیست محیطی (EQS) ممکن است برای نظامی با مراحل پایدار جایگزین نامناسب باشد. توضیح آنکه در حوزه های آبریز بسیاری از مناطق پست، منابع پراکنده فسفر غلظت بالاتری از فسفر را نسبت به آنچه در استاندارد کیفیت زیست محیطی مناسب (۱۰۰ میکرو گرم در لیتر) پیشنهاد شده است تولید می کنند.

بنابراین ممکن است به حداقل رسانیدن ورودی فسفر، روش بهتری باشد که برای آن می‌توان از شیوه<sup>۷</sup> BATNEEC (بهترین فن آوری قابل دسترس بدون هزینه بالا) در منابع قابل کنترل استفاده کرد. در خلال مدت‌های اندیاعی، روش منجر به میزانات طولانی، دمواد

#### 5-Environmental Quality Standard (EQS)

### **6-Sites of Conservation Interest**

7- BATNEEC (best available technology not entailing):  
روشی جهت حل مشکلات زیست محیطی که با استفاده از قابل دسترس ترین و کم هزینه ترین و سایل انجام می شود. این روش شامل دو عامل به ظاهر ناسازگار (بهترین فن و کنترل من هزینه) است.

می کند تعیین نموده است. مشکل موجود، ارائه نشدن تعریفی روش از مناطق «حساس به پدیده تغذیه گرایی»<sup>۱</sup> در این دستورالعمل ها است و این امر به دولتها اجازه می دهد که در انجام چنین اموری انعطاف نشان دهند.

در انگلستان، تاکنون این دستورالعمل فقط در برخی از سی و سه منطقه حساس نسبت به تغذیه گرایی<sup>۲</sup>، به کار گرفته شده است. بیشتر این مناطق دریاچه های بزرگی هستند که غالباً مخازن آب آشامیدنی می باشند. اگر چه فاضلاب ناشی از جمعیتهای شهری بوسیله کارهای تصفیه فاضلاب بر اساس استانداردهای این دستورالعمل، تحت پوشش قرار می گیرند، با این حال مناطق بسیاری که دارای تاسیسات تصفیه کوچکتر هستند تحت پوشش این دستورالعمل نمی باشند. یک برسی جدید در مورد «مکانهای دارای اهمیت حفاظتی»<sup>۳</sup> نشان داد که تعداد بسیار کمی از دریاچه ها به طور بالقوه از وضع این قانون بهره برده اند و در سراسر انگلستان وضع این قانون سود قابل ملاحظه ای برای دریاچه های کم عمق در پی نداشته است. دیدگاههای جامع تری در دیگر نقاط، ولی نه تمام نقاط قاره اروپا، رواج دارند به طوری که برخی از کشورها تمام مناطق خود را به عنوان مناطق مغذی شده، مشخص کرده اند (این عمل از نظر علمی کاملاً صحیح است).

اگر چه دستورالعمل تصفیه فاضلابهای شهری مکانیسم مفیدی برای شروع فرایند کنترل فسفر است، ولی ممکن است استاندارد ثابت آن برای فاضلاب خروجی (یک یا دو میلی گرم در لیتر) برای کاهش بار فسفر در دریاچه ناکافی باشد. زیرا تخلیه های کم حجم تربه همان دریاچه توسط این دستورالعمل قابل کنترل نیستند. در چنین شرایطی، کنترل فسفر تنها می تواند از طریق تصویب نامه‌ای تحت قانون منابع آب<sup>۴</sup> مصوب ۱۹۹۱ انجام شود.

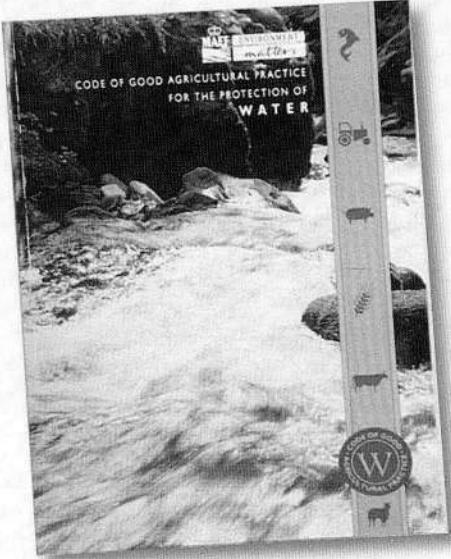
استاندارد کفیت؛ سمت محیط<sup>۵</sup> (EQS) تعیین شده

#### 1- sensitive to eutrophication

-۲- عناوی که دولت انگلستان تحت Sensitive Areas (Eutrophication) دستور العمل اروپایی تصفیه فاضلابهای شهری به مناطق تعریف شده‌ای اختصاص دهد که بوسیله پدیده تغذیه گرایی آسیب دیده اند و یا احتمال آسیب دینگ، آنها بر اثر این پدیده وجود دارد.

### 3 - sites of conservation significance

#### 4- Water Resource Act 1991



وزارت کشاورزی، شیلات و غذاراهکارهایی را در مورد روش‌های کشاورزی مناسب ارائه کرده است. این راهکارها کشاورزان را از خطايف قانوني خود آگاه می‌کند و پيشنهاداتی نيز در مورد راههای کاهش رواناب حاوی کودها ارایه می‌نماید.

آزانس زیست محیطی برای بررسی سودو هزینه مربوط به هر پیشنهاد ارائه شده، تصمیم برای ارجاع موضوع فسفر به تصویب نامه‌ها را تحت تأثیر قرار خواهد داد.

روش جايگزين ديجير برای كنترل‌های قانوني ذكر شده در بالا، تمرکز بر روى نقاط ويزه باستن قراردادهای با شرکتهای آب است. به دليل اينکه حذف فسفر به طور اجتناب ناپذيری هزینه‌های تصفیه فاضلاب را فزيانش می‌دهد، به نظر می‌رسد اين روش بيشترین احتمال موفقیت را در مواردي داشته باشد که شرکت مورد نظر بتواند اين هزینه‌ها را به عنوان هزینه‌های احتياطي در طرح مدیريتي سرمایه گذاري پنج ساله خود به حساب آورد.

#### مواد زايد دامي<sup>۷</sup>

مشكل مواد زايد دامي پيچide ترا است. بهترین روش برای دفع کودهای دامي وارد کردن آنها به داخل زمين بوسيله

#### 4- English Nature

5- potentially damaging operations: انجام فعالiteایی بوسیله اجاره داران یا مالکین که ممکن است از نظر مرکز قانونی حفاظت محیط زیست، ارزش حفاظتی یک مکان دارای اهمیت علمی ویژه را در معرض خطر قرار دهد.

#### 6- Asset Management plan

#### 7- Stock wastes

مفهوم کلمات بهترین و بالا، شده بود، اين روش در مدیريت ملی رودخانه‌ها<sup>۱</sup> در انگلستان به کار گرفته شد تا تصفیه اضافی مربوط به فسفر در محدوده ای از کارهای تصفیه فاضلابی که به نورفوک برادرز<sup>۲</sup> تخلیه می‌گردید، نشان داده شود. ضرورت انجام اين تصفیه اضافی در قانون منابع آبی نيز آمده است و بر اساس آن ميانگين اندازه گيري شده، حد تخلیه ای به ميزان يك ميلی گرم در لیتر تعیین گردیده است. اگر چه اين استاندارد، به نظر می‌رسد که چندان استاندارد دلخواهی نیست، ولی يك اصلاح اساسی را در ميزان ۲ ميلی گرم در لیتر استاندارد UWWTD در مورد کارهای کوچکتر تصفیه فاضلاب نشان می‌دهد.

قانون حیات وحش حومه (۱۹۸۱)<sup>۳</sup>، مجدد آنگلستان به انجمان طبیعت انگلیسی<sup>۴</sup> و مراکز قانونی حفاظت از محیط زیست این اختیار را داد تا بهره برداریهای تخریبی بالقوه (PDO)<sup>۵</sup> را در نقاط دارای اهمیت علمی ویژه (SSSI) کنترل کنند. در مواردی که تعذیه گرایی، تمامیت یک منطقه آبی دارای اهمیت علمی ویژه را تهدید می‌کند، چنین اقتداری ممکن است به طور بالقوه برای کنترل مواد معدنی مورد استفاده واقع شود. دستورالعمل زیستگاهها (SAC) که امکان معرفی مناطق ویژه حفاظتی (SAC) را (مناطقی که در آنها گونه‌ها و زیستگاههای در معرض تهدید به انقراض و کمیاب باید تحت حفاظت قرار گیرند) فراهم می‌سازد، چنین قدرتی را در حد معیارهای اروپایی گسترش می‌دهد. علاوه بر این، تازمانی که اجرای دستورالعمل کیفیت اکولوژیکی آبهای (C۲۲۲/۰۶/EC)<sup>۶</sup> اجباری نشده است، حذف رشد گیاهی مفرط (که شامل جلبکهای نیز می‌شود) در آبهای سطحی نیازمند شرایط ویژه ای است.

در هر مورد، اگر طرح بازسازی یک دریاچه در نظر باشد، الحق موضوع فسفر به تصویب نامه‌ها توجیه پذیرتر خواهد شد. ضمناً در انگلستان نیاز جدید اعلام شده توسط

۱- National Rivers Authority: موسسه‌ای که تا ۱۹۹۶ در انگلستان و لزم مسؤول آین نامه استفاده از آب بود. این موسسه در همان سال با موسسات نظارتی آلدگی و دفع مواد زايد ادغام گردید و یک موسسه محیط زیست واحد به وجود آید.

2- Norfolk Broads

3- Wildlife Countryside Act 1981-114 Water Act

## شوینده‌های فسفردار

بحثهای قابل توجهی در مورد فسفات موجود در مواد شوینده لباسشویی خانگی وجود داشته است. از دهه ۱۹۵۰ تا دهه ۱۹۸۰ نیمی از فسفر موجود در فاضلابهای انسانی مربوط به مواد پاک کننده و بقیه ناشی از مواد زاید دفعی بوده است. در بسیاری از کشورهای برای جانشینی عناصر دیگر به جای فسفر فشارهایی اعمال شد و در برخی از آنها تحریم‌هایی نیز به مورد اجرا گذاشته شد. در بقیه موارد هم درباره امضای موافقت نامه‌ای داوطلبانه برای کاهش میزان فسفر مذاکراتی انجام پذیرفت. مسئولین صنایع شیمیایی و شوینده‌ها مانع از انجام اقداماتی به منظور تحریم قانونی این نوع شوینده‌ها در سراسر اروپا شدند و در این کار نیز تا به حال موفق بوده‌اند، زیرا فسفر در خیلی از موارد (به صورت فسفات) ترکیب ایده آلی برای استفاده از شوینده‌ها است.

فسفات به صورت تری فسفات سدیم به عنوان عاملی جهت ترکیب با کلیسم و منیزیم ایجاد کننده سختی آب، به کار می‌رود. از طرف دیگر این ماده با سورفاکtant<sup>۱</sup> ترکیب می‌شود تا کف را بوجود آورد. فسفات‌سمی نیست، خورنده و فرساینده هم نیست و رطوبت را به خود جذب نمی‌کند، یعنی پودری که با آن ساخته می‌شود دارای خاصیتی مطلوب و بی نیاز از کترل است. ذرات آن بهم نمی‌چسبند، باعث گرفتگی لوله‌های ماشین‌های لباسشویی نمی‌شوند و اگر به طور اتفاقی توسط کودکان خورده شود، باعث مسمومیت آنها نمی‌گردد.

بیشتر هزینه حذف فسفات از فاضلاب مربوط به مواد شیمیایی استفاده شده برای این کار است. از نظر تئوری، اگر در شوینده‌ها سهمی به فسفات اختصاص داده شود (قبل‌در حدود ۴۰٪، امروزه احتمالاً در حدود ۰٪) درصدی یکسان با آن، صرف هزینه‌های تصفیه می‌گردد. در عمل این موضوع کاملاً صدق نمی‌کند، زیرا هر قدر هم غلظت فسفات کم باشد مواد شیمیایی معینی برای جدا کردن فسفر مورد نیاز است. لذا

به عنوان کود مصرف می‌شود.

6- Water Act

7- traditional mixed farming

مواد فعال در سطح که تشکیل دهنده موادی با خواص شویندگی، کف کنندگی، ترکنندگی، امولسیون و پراکنده سازی هستند.<sup>۸</sup>

شخم زدن زمین و یا پهن کردن آنها بر روی سطح زمین در هنگام بارش بارانهای سبک است تا این امر موجب تسريع ادغام آنها با خاک گردد. وزارت کشاورزی، شیلات و غذا<sup>۱</sup> و دفتر ولش<sup>۲</sup> «راهکار شیوه‌های کشاورزی مناسب برای حفظ آب»<sup>۳</sup> را برای بکارگیری در انگلستان و ولز تنظیم کرده است. تأکید این راهکار بر روی کشاورزانی است که طبق قانون آبها (۱۹۸۹)، قانون منابع آبی (۱۹۹۱) و مقررات مشتق شده از آنها، آلوه نکردن آبها وظیفه قانونی آنها است.

با این وجود، تعریف آلوهگی بر حول دو محور «مواد زائد جامد یا مواد زیان آور»<sup>۴</sup> استوار است و به صورت مواد زاید آلی خالص بیان می‌شود. بنابراین بیشتر این راهکارها به نگهداری از کود گاوی<sup>۵</sup> (برای جلوگیری از نفوذ این مواد به داخل نهرها و اکسیژن زدایی آب) واستفاده و نگهداری از آفت کشها می‌پردازد. فسفر جزء این مواد محسوب نمی‌شود و در راهنماییز به آن اشاره‌ای نشده است. در کشاورزی، مواد مغذی از قدیم به عنوان مواد تصور شده اند و با وجود تغییر شرایط، هنوز نقش این مواد به عنوان آلاینده کاملاً مورد قبول نیست. بر اساس قانون آبها<sup>۶</sup> هیچ پیش نویس قانونی در مورد زیبانبار بودن روان آب حاوی مواد مغذی حاصل از کشاورزی تنظیم نشده است. در عین حال، پیرو راهکارهای موجود باید حرکتی به سوی کاهش راهیابی فسفر به آبها انجام شود. با این حال تولید فسفر بوسیله واحدهای بزرگ از این جهت بسیار قابل توجه است که روش‌های دفع پساب که همانند روش‌های مربوط به مزارع فاضلاب انسانی قرن نوزدهم است، دیگر نمی‌تواند به عنوان راه حل تلقی شود. در بسیاری از حوزه‌های آبریز روسستایی، به خصوص در مناطق کوهستانی و مرطوبتر، دام‌ها منبع اصلی فسفر هستند. در چنین مناطقی، به جز مواردی که فسفر دوباره به اراضی بر می‌گردد، ادامه روش‌های کشاورزی درهم سنتی<sup>۷</sup> برای کاهش خسارات ناشی از مواد مغذی اراضی می‌تواند مورد تردید قرار گیرد.

1- Ministry of Agriculture, Fisheries and Food

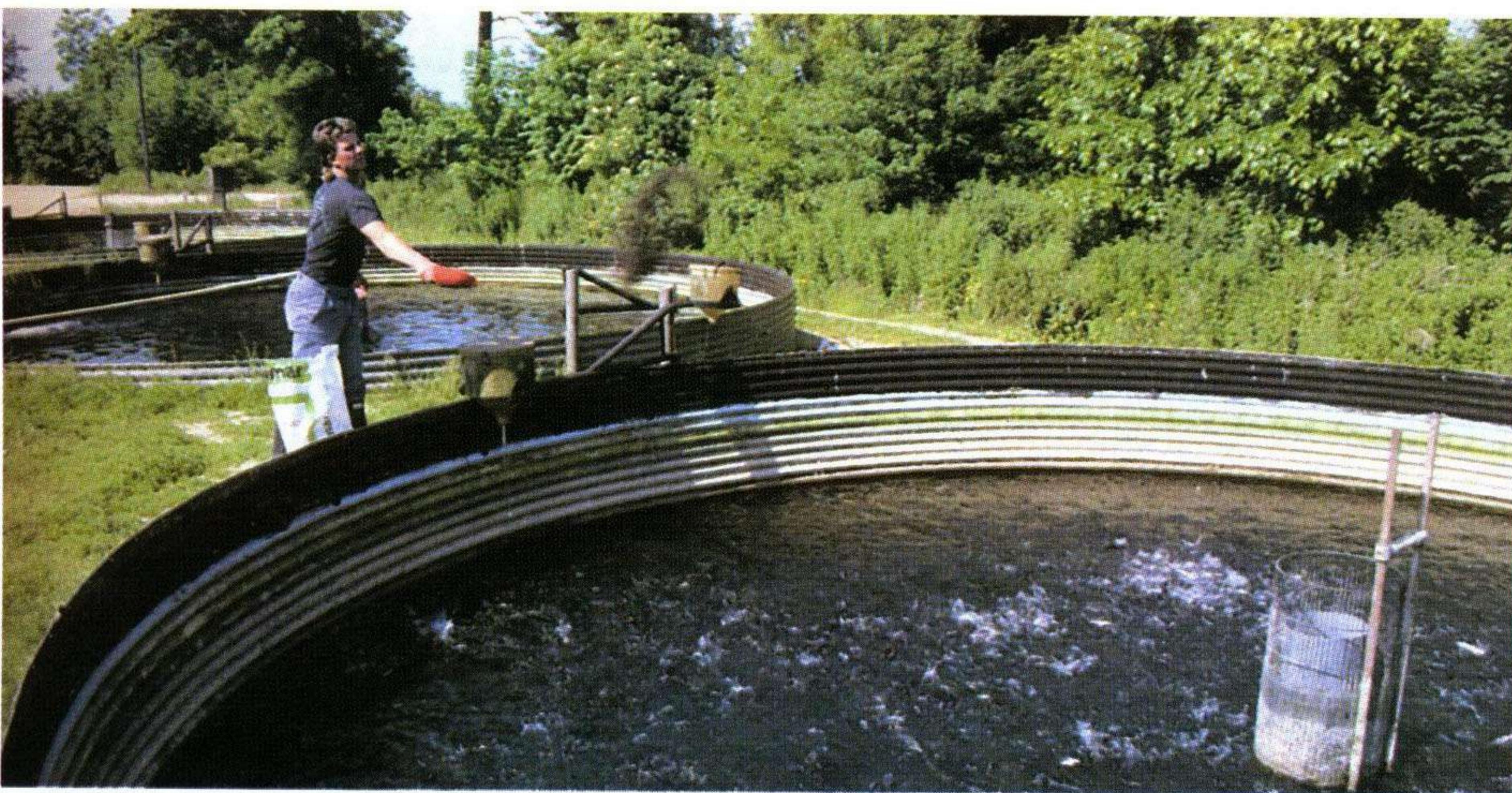
2- Welsh office

3- Code of Good Agricultural Practice for the Protection of Water

4- noxious matter or solid waste

5- مواد زائد مایع بدست آمده از دام که در مخازن ذخیره شده و

پساب حاصل از مزارع پرورش ماهی، که در آن (ماهیان) به روش متراکم نگهداری و تغذیه می‌شوند، ممکن است حاوی مقدار بسیار زیادی از مواد مغذی باشد. این مواد سپس به یک نهر هم جوار رهایی شود.



داشت. در غیر این صورت نصب کامل جداکننده‌های فسفر در واحد‌های تصفیه فاضلاب، همراه با فروش دوباره فسفر رسوی به کارخانه‌های مواد شوینده، می‌تواند مزایایی برای صنایع، مصرف کنندگان و محیط زیست در بر داشته باشد.

### مزارع پرورش ماهی

یکی از منابع نقطه‌ای فسفر که ممکن است در آینده از اهمیت بیشتری برخوردار شود، فاضلابهای مزارع پرورش ماهی است. رشد فزاینده‌ای در تأسیس مزارع پرورش قزل آلای رنگین کمان در رودخانه‌های جنوب انگلستان بوجود آمده است. بعید به نظر می‌رسد که چنین مزارعی به دلیل وجود خطر کمبود اکسیژن در شباهی آرام فصل گرم سال در دریاچه کم عمق ایجاد شوند. این ماهی‌ها با غذاهایی تغذیه می‌شوند که از نظر فسفر و نیتروژن غنی هستند و فاضلاب برکه‌های نگهداری آنها نیز از نظر این عناصر غنی هستند. در جایی که این قبیل خروجی‌های فاضلاب قسمت مهمی از بودجه غذایی دریاچه‌های کم عمق را تامین کند، کنترل آن ضروری است. با کسب موافقتنامه‌هایی برای محدود کردن افزودنی‌های مواد غذایی، ممکن است کاهش مشکلات امکان پذیر باشد. به جز در نظر گرفتن برخی جداکننده‌های مواد جامد از آب، در برکه‌هایی که پساب آنها به دریاچه‌ها تخلیه می‌شود، هنوز هیچ فن آوری ویژه‌ای برای تصفیه فاضلابهای مزارع پرورش ماهی وجود ندارد. اگرچه در اصل مواد موجود در این پسابها تفاوتی با فاضلاب جانوران دیگر ندارند.

جدا کردن چند میلی گرم باقی مانده فسفات نیازمند هزینه بیشتری نسبت به حجم اولیه است. بنابراین حذف فسفات از شوینده‌های تاحدی، البته نه به طور کامل به همان نسبت، هزینه تصفیه را کاهش خواهد داد.

مواد جایگزین فسفات مطرح شده است و بیشتر شامل نیتریلوتریاستیک اسید<sup>۱</sup> و زئولیت‌ها<sup>۲</sup> هستند. ماده اخیر مطلوب‌تر است و مشکلات کمتری ایجاد می‌کند ولی به اندازه فسفات برای حجم‌های زیاد مؤثر نیست. ممکن است برخی از جایگزین‌ها باعث مسمومیت بی مهرگان در آبهای شیرین شوند، گرچه این امر در غلظت‌های زیست محیطی مورد انتظار بعید به نظر می‌رسد. در نتیجه، در نبود مفهومی مورد توافق درباره خطرات زیست محیطی عناصر جایگزین، در خواست برای جمع آوری قانونی شوینده‌های فسفردار در انگلستان با مقاومت رو برو شد. با این وجود، کارخانه‌های مواد شوینده در انگلستان برای مدتی هر دو نوع محصول را، برخی با فسفات و برخی دیگر با زئولیت، وارد بازار می‌کردند و احتمالاً اکنون سهم فسفات ناشی از شوینده‌ها در فاضلاب به نصف میزان قبلی رسیده است.

توانایی حذف فسفر از فاضلاب مزیتی است که به نفع ادامه استفاده از فسفات است. ولی به استناد «دستورالعمل تصفیه فاضلابهای شهری» بیشتر تصفیه خانه‌های در انگلستان مرحله حذف فسفر را نخواهند داشت. بنابراین متقابلاً، جایگزینی کامل فسفر در شوینده‌ها مزایایی را در پی خواهد

۱-Zeolites: مواد مصنوعی رس که مانند که به منظور حذف یونهای فلزی و حذف سختی آب در شوینده‌های خانگی به کار می‌روند. بنابراین از ترکیب این یونها با سورفاکтанات جلوگیری می‌شود تا کف تشکیل شود.

۲-Nitrilotriacetic acid: یک عامل کمپلکس‌های پایداری به ویژه با Zn<sup>2+</sup> تولید می‌کند. فرمول آن  $\text{N}(\text{CH}_2\text{COOH})_3$  است.

منابع پرآکنده فسفر

تاكثون اعتقاد بر این بوده است که منابع پراکنده خارجی  
فسفر در مقایسه با منابع نقطه‌ای اهمیت کمتری دارند.  
بیشتر این منابع مربوط به فسفرهای جذب شده به ذرات  
حاصل از فرسایش خاکهای زمینهای کشاورزی می‌باشند و  
ممکن است در زمان استفاده از مواد زاید حیوانی یا کودهای  
غیرآلی، شسته شده باشند. امروزه این موضوع آشکار شده  
است که مناطقی که کشاورزی به صورت متتمرکز در  
آنها انجام می‌شود دارای مازاد فسفر هستند و مکانیسمهای  
نگهداری آنها به صورت اشیاع شده است. همچنین در مقایسه  
با گذشته بیشتر فسفر به صورت فسفر محلول جاری می‌شود  
و (۱۹۶۷ و ۱۹۷۷)، افزایش آگاهی درباره این مشکلات، منجر  
به افزایش فشار بر روی توسعه بیشتر روشهایی به منظور  
ایجاد هماهنگی بین نیاز محصول و استفاده از کود شده  
است. ضمناً پیرو راهکار «شیوه کشاورزی مناسب»، به ویژه  
در رابطه با نیاز به تجزیه خاک برای تعیین میزان واقعی مواد  
مورد نیاز، باید چنین هدر رفتهایی را کاهش داد. ولی به هر  
صورت، بیشتر فسفر موجود، زمانی به روان آب وارد خواهد  
شد. مطالعات مفصل در مورد حوزه‌های آبریز نشان دهنده  
وجود عدم تجانس در منابع فسفر است. بعضی اوقات حجمی  
قابل ملاحظه از بار فسفر فقط از یک منطقه کوچک ناشی  
می‌شود، که می‌تواند به عنوان هدف اصلاح معین گردد.  
در تلاش برای کاهش اثرات منابع پراکنده، باید یک منطقه  
حایل پیرامونی در کنار جریان ورودی نهر یا گردآگرد دریاچه  
به عنوان حفاظه، مستقیم ایجاد شود.

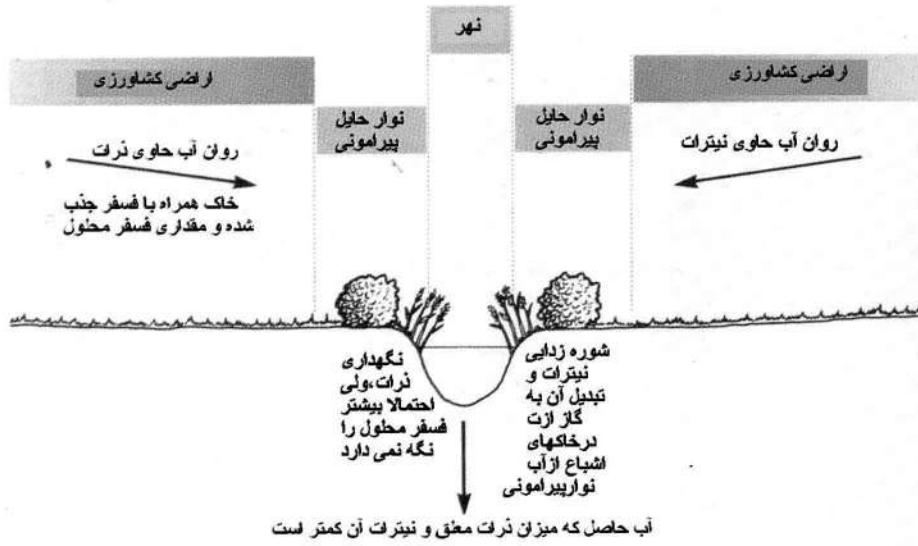
مناطق پیرامونی<sup>۱</sup>

مناطق ضربه گیر پیرامونی، مناطقی از اراضی کشت نشده یا چرانشده (بوسیله دام) هستند که پوشش گیاهی طبیعی یا نیمه طبیعی در آنها دیده می شود. اصولاً این مناطق فسفر را به صورت ذره ای نگه می دارند. بنابراین یکی از روش‌های تصفیه فاضلاب‌ها هدایت آنها از میان ستری

از تالاب پیرامونی است. تاکنون از چنین مناطقی به عنوان صافی های نیتروژن به علت افزایش دادن نیترات زدایی<sup>۲</sup>، استفاده شده است و این موضوع به خوبی جاافتاده است. دلیل این امر گستردگی کافی و پیوستگی چنین منطقه پیرامونی با دریاچه است. این مناطق ترکیبات فسفر محلول را به طور دائمی در خود نگه نمی دارند، و ممکن است در فصل گرم سال به منابعی از این ترکیبات تبدیل شوند. با این وجود، مباحثات بسیاری در مورد کاربری مناطق پیرامونی برای نگهداری رسوب، کاهش بارگذاری نیتروژن، ایجاد مجدد کریدورهای حیات وحش<sup>۳</sup>، تأمین زیستگاههای آشیانه سازی برای پرنده‌گان، تأمین برخی حفاظتها در برابر جریان ریزشی آفت کشها و ایجاد مطلوبیت و زیبایی کلی محیط در جریان است.

گفتگوهایی در مورد وسعت موردنیاز برای چنین مناطقی و بهترین نوع پوشش گیاهی در برگیرنده آنها نیز وجود دارد. «نوار صافی گیاهی»<sup>۴</sup> تا پهنه‌ای ۲۶۲ متر در آمریکا در حذف ۸۰٪ نیتروژن کل و فسفر کل از فاضلاب غلیظ شده ناشی از گله‌های دام متتمرکز، مؤثر بوده اند. همچنین تشخیص داده شده است که نسبت یک به یک منطقه پیرامونی به منطقه منبع برای زمینهایی که در آنها کود مرغی به کار گرفته شده، لازم است. تأمین چنین نسبتهاستی در عمل به تدریج غیرممکن خواهد شد ولی اگر همراه با دیگر وسایل و روش‌های کنترل مواد مغذی به کار گرفته شود مساحت‌های کوچکتر نیز کافی خواهد بود. جداسازی منطقه پیرامونی تا پهنه‌ای ۹ متر به منظور کنترل مواد مغذی ناشی از کشت محصولات غله‌ای نیز مورد آزمایش قرار گرفته است. به طور خلاصه این مناطق در حذف رسوب مؤثرتر از حذف مواد مغذی هستند؛ بعد از باران سنتگین اثر کمتری دارند؛ برای مناطق بزرگ بی تأثیر هستند؛ در زمانی که جدید هستند بیشترین تأثیر را دارند؛ در حذف نیتروژن مؤثر هستند ولی در حذف فسفر تا حدودی بی تأثیرند و فقط برای فواصل نسبتاً کوتاه مفید می باشند (۵۰ و ۱۲۱).

هارپر و پاسینی<sup>۵</sup> حداقل ۵ متر را برای هر طرف



شکل ۱-۶: مکانیسمهای نگهداری مواد مغذی در نوارهای حائل پیرامونی نهرهای زهکشی اراضی کشاورزی

مؤثرتر از حذف فسفر است و نسبت یک درصدی تالابها به مناطق منبع، حدائق در دوره‌ای کوتاه مدت، مؤثر به نظر می‌رسد. تالابها ممکن است شامل آن دسته از دشت‌های سیلابی نهرها باشند که خشک شده و نیاز به تثبیت مجدد دارند و یا اینکه برای هدایت نهر از میان آنها ساخته شده باشند. سطوح آب در چنین مواردی به کنترل نیاز دارند، به طوری که تمام مراحل نگهداری مواد مغذی نیازمند ارتباط بین آب، پوشش گیاهی و بستر است.

چنین تالابهای احداث شده‌ای به سرعت از رسوب و تورب انباسته می‌شوند و ممکن است تبدیل به منابع فسفری شوند که پیش از آن، از منابع ذره‌ای جریان یافته اند (۶۱). این مناطق تازمانی که مرتبط بمانند و سطح آب در آنها قادر به نوسان باشد به عنوان صافی‌های مؤثر برای جذب نیتروژن عمل می‌کنند. راهنمای طراحی «تالابهای احداث شده» در منابع شماره ۳۷، ۷۰، ۷۴ و ۱۳۳ در پایان این کتاب ارایه شده است.

سیستم ایده‌آل برای غلات و محصولات زراعی دیگر در امریکا بدین شرح درنظر گرفته می‌شود: در حدود ۲۵ متر تالاب طبیعی که دو سوی کanal نهر را فرامی‌گیرد و ۴۵ متر دیگر تالاب برای مدیریت جنگل در هر طرف تالاب طبیعی و ۵ متر دیگر نوار فیلتر پوشش گیاهی دارای علفزار چرانشده که از ورود بقایای رسوبات ریز به داخل تالاب جلوگیری می‌کند. بنابراین عرض کل سیستم ۱۲۵ متر

جریان کanal براساس منابع و مأخذ موجود پیشنهاد کرده اند، اما این موضوع در حد یک نظریه است. به نظر می‌رسد عرض ۲ متری در نگهداری ذرات فرسایش یافته در برخی نقاط مؤثر باشد. در عین حال به نظر می‌رسد که وجود نوارهایی به طول حدود ۵۰ متر با ۲ متر پهنای که طی کیلومترهای امتداد نهر در حوزه آبریزی که کشاورزی به صورت متصرف در آن انجام می‌شود تکرار گردد لازم است. البته انجام چنین کاری نیاز به برنامه‌ریزی جامع تری خواهد داشت. ضمناً اگر زهکشی سفالی زیر سطحی که آب را به جریان هدایت کند، وجود داشته باشد ایجاد هر مقدار از منطقه پیرامونی می‌تواند کافی تلقی شود.

در منطقه پیرامونی، پوشش کامل سطح خاک توسط گیاهان لازم است و پوشش گیاهی که به طور مؤثر باعث ایجاد زیست توده‌ای نظیر جنگلهای جوان گردد به نظر می‌رسد بیشترین اثر را در جذب رسوبات داشته باشد. در این خصوص کاهش نیتروژن تا میزان ۵۰۰ کیلوگرم و فسفر تا ۴۰ کیلوگرم در هر هکتار در شرایط ایده‌آل ثبت شده است. برای خروج حدود ۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از زمینهای کشاورزی، نسبت مناطق پیرامونی به مناطق منبع، حدائق ۰.۸٪ برآورد می‌گردد (۲۱۴ و ۲۱۵).

منطقه پیرامونی که بوسیله پوشش گیاهی طبیعی کنار رودخانه ای بویزه نی‌های باتلاقی یا جنگل ایجاد شده باشد، دارای تأثیر بیشتری است. این روش در جذب نیتروژن و رسوبات



نهرهای طبیعی مناطق معنده دارای پوششی کثراهای (کنار ساحلی) هستند. پوشش غالب در این مناطق شامل درختان یا انواع دیگر پوشش کیاهی تالابی است. چنین پوششی به عنوان صافی رسوبات عمل می‌کند و با افزایش فرایند شوره زدایی در خاکهای مرطوب تبدیل نیترات را به نیتروژن کازی (بویزه) در نقاطی که سطوح آب دارای نوسان است) تسريع می‌کند.علاوه بر این، پوشش مذکور زیستگاههای متفووعی را برای حیات وحش ایجاد می‌نماید. بتایران ایجاد این مناطق حفاظتی (در نقاطی که از بین رفته باشند) به دلیل های بسیار، مطلوب است. تصویر بالا ز نیوزیلند است.

آنها ایجاد شده است. طرح داوطلبانه «طرح زیستگاه کنار آبی»<sup>۴</sup> بوسیله انجمن «طبیعت انگلیسی» به منظور تشویق کشاورزان برای ایجاد چنین مناطقی در کنار رودخانه هایی که جزو مکانهای جالب علمی ویژه<sup>۵</sup> قرار دارند ترویج شده ولی هنوز این طرح به طور گسترده مورد قبول واقع نگردیده است. احتمالاً موقفيت اجرایی آتی طرحهای نوار پیرامونی به طور عمده به وضع مقررات ویژه یا پرداخت مبالغ غرامت جبرانی بستگی خواهد داشت.

### منابع نقطه ای نیتروژن

بیشتر منابع نیتروژن به صورت پراکنده هستند. با این وجود، ترکیبات نیتروژنی به هیچ وجه کاملاً از خروجی فاضلابها حذف نمی گردد و ممکن است در هر لیتر، دهها میلی گرم نیتروژن وجود داشته باشد. اساساً نیتروژن باید به صورت نیترات باشد اما در فعالیتهای تصفیه ای که باراندمان بالا اداره نمی شوند، امکان دارد فاضلاب، به نسبت یکسانی غنی از آمونیم نیز باشد. دستورالعمل تصفیه فاضلابهای شهری برای حذف نیتروژن و فسفر از واحدهای تصفیه فاضلاب تهیه شده است. ولی به دلایلی که در بالا به آن اشاره شد، بعید است که این دستورالعمل کمک زیادی را در بعضی از قسمتهای اروپا ارایه دهد که این امر شامل انگلستان نیز می شود.

و پنهانی نهرها فقط چند متر خواهد بود. در انگلستان هیچ قانونی مالکین را مستقیماً ملزم به ایجاد مناطق پیرامونی نمی کند، اگر چه از نقطه نظر حفاظتی و زیبایی شناختی چنین قوانینی یک پیشرفت محسوب خواهد شد. برنامه های تخصیصی (EC ۹۲/۱۴۷۵۶ و EC ۸۵/۷۹۷) مربوط به سالهای اخیر مقررات تخصیصی انگلستان<sup>۶</sup>)<sup>۷</sup> مربوط به سالهای اخیر به سادگی بر اساس محصول زدایی از اراضی کشاورزی و نه برای استفاده مناسب و مثبت از آنها طراحی شده است. در این مقررات اجازه ایجاد «زیستگاه حاشیه آبی»<sup>۸</sup> داده شده و حتی چنین طرحهایی در تعداد کمی از مناطق اجرا گردیده است. الگوهای مناطق حساس زیست محیطی<sup>۹</sup> (مقررات اتحادیه اروپا EC ۸۵/۷۹۷، بخش کشاورزی ۱۹۸۶)<sup>۱۰</sup> می تواند بازدهی بیشتری در مورد نوارهای پیرامونی داشته باشد. برخی از این موارد رها کردن نوارهای باریک پوشش گیاهی علفی مجاور نهرها را در مناطق قابل کشت توصیه می کنند. امکان اجرای طرح دیگری نیاز از طریق برنامه نظارتی حومه<sup>۱۱</sup> در انگلستان بوسیله انجمن حومه شهر تنظیم گردیده و اکنون به وزارت کشاورزی منتقل شده است. این طرح مستقیماً منافع زیست محیطی را در نظر می گیرد، در صورتی که طرح مناطق حساس زیست محیطی (ESA) بیشتر بر مبنای حفظ سیستم کشاورزی سنتی و کیفیت چشم اندازهایی است که بوسیله

4- (EC Regulation 797/85, Agricltre Act 1986)

5 - Countryside Stewardship scheme

6 - waterside habitat scheme

7 - Sites of Special Scientific Interest

۱ - UK Set Aside Regulations: قواعدی در جهت تغییر وضعیت اراضی از تولید محصولات دارای ارزش تجاری در اروپا به نحوی که از تولید مازاد جلوگیری می شود.

2 - water – fringe habitat

3 - Enveronmentally Sensitive Area Schemes



در صورت وسیع بودن بسترهای نی که آب به میان آنها جاری می شود این بسترهای می توانند برای بهبود بخشیدن به کیفیت آب مورد استفاده قرار گیرند. نیترات طی فرایند نیترات زدایی به نیتروژن تبدیل می شود و ذرات فرسایش یافته زمین نیز بوسیله این بسترهای جذب می شوند. ولی بسترهای نی که کم از تورب پوشیده می شوند و هر چه بالاتر آمده و خشک تر شوند، تأثیر آنها کمتر می گردد. در نتیجه سطح آنها باید طی فوائل زمانی معینی برداشته شود، بویژه اگر این بسترهای را یافت کننده بارهای سنگینی از لای باشند. البته تأثیر طولانی مدت این بسترهای را نگهداری فسفر هنوز مورد تردید است.

بالایی دارد و به سادگی شسته شده و وارد نهرها می گردد. هر چه منبع بزرگتر، کشت و زرع متمن کتر، شیب زیادتر و مقدار باران جاری شده از زمین های بیشتر باشد، میزان راه یابی نیتروژن به آبهای سطحی بیشتر خواهد بود. در حدود ۵۸۰۰۰ تن نیتروژن به صورت نیترات هر ساله در انگلستان و ولز از طریق کاربریهای گوناگون در پاییز و زمستان وارد نهرها می شود (۶۷).

### آزاد شدن نیترات از طریق شخم زدن علفزارها

استراتژیهای کاهش هدر رفتگی نیترات باید افزودنیهای حاصلخیز کننده (کودها) را کاهش دهد و از منابع نیتروژنی استفاده کند که نیترات را در هنگام نیاز محصول، به تدریج آزاد می کنند. کشاورزان باید کود را در هوای نیمه مرتبط (نه در هوای بسیار مربوط) به کاربرند و آن را شخم بزنند و تا حدی که امکان دارد باید پوشش کاهنی<sup>۳</sup> روی زمین را حفظ کنند. این کار فرسایش زمین مورد آیش را در زمان بدون حفاظت بودن خاک فاقد پوشش، در مقابل عوامل طبیعی کاهش می

1- ion exchange resins

2- stubble: بخشی از ساقه و برگ غلات یا علوفه یا گیاهان دیگر که پس از برداشت قسمت فوقانی گیاه در زمین باقی می ماند.

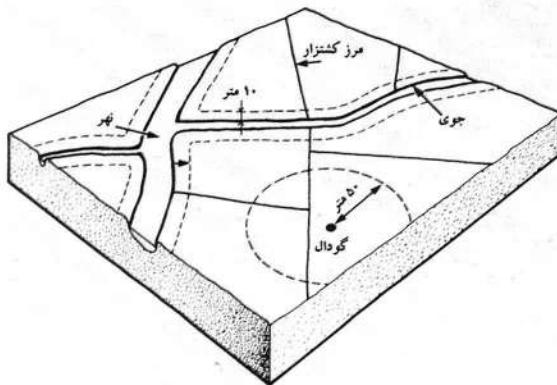
حذف نیتروژن از فاضلاب گرانتر از حذف فسفر است و نیاز به استفاده از رزین های تبادل یونی<sup>۱</sup> دارد. اگرچه هنگامی که اراضی کافی در دسترس باشد نیتروژن بیشتری بوسیله فرایند نیترات زدایی نظامهای تالابهای مصنوعی، می تواند حذف گردد. در عین حال، در واحدهای بزرگ، اراضی مورد نیاز برای انجام این کار باید بسیار گسترش داشد (دها هکتار). سهم نسبی بارگذاری مواد مغذی در دریاچه از نیتروژن ناشی از مجاری ورودی فاضلاب عموماً کمتر از مقداری است که از منابع کشاورزی حاصل می شود. بنابراین هنگامی که اولویت ها مشخص می گردد، سرمایه گذاری در زمینه کنترل فسفر در فاضلابها باید در الیت اول قرار بگیرد.

### منابع پراکنده نیتروژن

منابع اصل نیتروژن دریاچه ها، کشاورزی و به طور فراینده ای اتمسفر است. هر دو این منابع پراکنده هستند و بنابراین کنترل آنها مشکل است. منبع اتمسفری نیتروژن، نیتراتی است که بر اثر اکسید شدن (اکسیدهای نیتروژنی که به ویژه بوسیله موتورهای وسائط نقلیه و برخی فعالیت های صنعتی تولید شده اند) در اتمسفر بوجود می آید. در موارد بسیاری، بارندگی ممکن است حاوی چندین میلی گرم نیتروژن در هر لیتر باشد. کاهش این منبع یک موضوع ملی است که نیاز به سیاستهای حمل و نقلی جدید دارد و به نظر نمی رسد به روشی در طرحهای ضربتی و فوری مربوط به پروژه های بازسازی دریاچه ها قبل انجام باشد. منابع اتمسفری محلی موجود که ناشی از تبخیر آمونیاک از محل ذخیره سازی کودها است نیز دارای اهمیت می باشند. میزان نیتروژن حاصل از این مورد را تا حدی می توان با نگهداری کود در گودالهای سرپوشیده و افزودن آب به آن در مخازن کاهش داد.

در مناطق پست و حوزه های آبریز کشاورزی واقع در مناطق مرتفع، منابع زمینی نسبت به اتمسفر دارای اهمیت بیشتری هستند. مشکل اصلی نیتراتی است که به عنوان کود اضافه می شود و یا اینکه بوسیله تجزیه یا معدنی شدن مواد آلی موجود در خاک، تولید می شود. این نیترات قابلیت حل

2- silt



توصیه‌های ارائه شده در راهکار شیوه کشاورزی مناسب که در مورد پخش کودآلی و لجن بر روی زمین در ارتباط با نهرها یا گودالهای مورد استفاده برای تصفیه آب آشامیدنی است. کود نباید در نواحی بین خط چین‌ها و آب نهر پخش گردد.

(برابر با  $11/3$  میکروگرم در لیتر نیتروژن) هستند. در این قبیل مناطق میزان و نسبت استفاده از کودها و فضولات حیوانی محدود شده است ولی از نظر زیست محیطی میزان نیترات هنوز زیاد است ( $210$  کیلوگرم در هر هکتار برای چهار سال اول، پس از آن  $170$  کیلوگرم در هر هکتار) و هیچ خسارati در این اراضی قابل جبران نیست زیرا چنین سطوحی فقط برای تأمین محصول تولیدی و نه بیشتر از آن، در نظر گرفته می‌شوند.

تاکنون در انگلستان چنین مناطقی برای حل مشکل تغذیه گرایی در اکو سیستمهای آبی ایجاد نشده و تنها برای حفظ آب آشامیدنی بوجود آمده است. لازم به توضیح است که غلظتهای نیترات که در تغذیه گرایی اکو سیستمهای آبی مؤثر هستند بسیار پایین تراز غلظت‌هایی است که به نظر می‌رسد مسئول مشکلات سلامتی انسان باشد.

مفادی در قانون منابع آب ۱۹۹۱ انگلیس وجود دارد که برای محدود کردن شدید استفاده از کود «نواحی حساس نیتراتی» ایجاد شود. اگرچه این دستورالعمل فقط طرحی کلی را برای اجرای آن پیشنهاد می‌کند. در بازسازی یک دریاچه بهترین موقعیت برای کاهش روان آب نیتراتی منتشر شده در مناطق مندرج در ماده  $۱۹$  یعنی مناطق حساس زیست محیطی (ESA) در انگلستان، جایی است که استفاده

دهد. شخم زنی باید عمود بر شیب و نه در امتداد سرشاریهای باشد، تا میزان روان آب را کاهش دهد. کشت نواری<sup>۱</sup> نوارهای متناوب یونجه و غلات نیز چنین روان آبی را کاهش می‌دهد. در مجموع، کنترل مقدار و زمان بندی پخش کود، تبدیل زمینهای قابل کشت به علفزارهای دائمی و استفاده هرچه بیشتر از محصولات پوششی سبز برای جلوگیری از ایجاد اراضی بدون پوشش در فصل پاییز، مؤثرترین اقدامات در کاهش انتقال نیترات هستند (۶۷). «راهکار شیوه کشاورزی مناسب» در انگلستان در این زمینه پیشنهاداتی را ارائه نموده است.

مشکل فرد بازسازی کننده دریاچه، کسب اطمینان از دنبال شدن همیشگی این شیوه مناسب است. اقداماتی که برای کاهش پساب خروجی حاوی نیترات انجام می‌شود به این دلیل برای کشاورزان سودمند خواهد بود که هزینه کوددهی کاهش می‌یابد و در هزینه‌های کارگری با کاهش عملیات کشت صرفه جویی می‌شود. وضع مقررات تا کنون کمک زیادی به کاهش هدر رفتگی نیترات نکرده است. یک دستورالعمل اتحادیه اروپائی در مورد نیترات<sup>۲</sup> (EEC/۶۷۶/۹۹۱) وجود دارد که ویژه حفاظت از منابع آب آشامیدنی است. زیرا نیترات در ایجاد برخی بیماریهای انسانی می‌تواند موثر باشد. این دستورالعمل ممکن است برای کنترل استفاده از نیترات در جاهایی به کار رود که آبهای مغذی هستند و یا در صورت انجام نشدن این کار دچار پدیده تغذیه گرایی شوند. در هردو حالت ایجاد منطقه آسیب پذیر نیتراتی<sup>۳</sup> (NVZ) پیش‌بینی شده است. مناطق آسیب پذیر نیتراتی به طور عمده در نواحی خشک تر و در خاکهای صخره‌ای متخخل که بدون محدودیت زهکشی شده و تأمین کننده سفره‌های آبهای زیرزمینی هستند، ایجاد می‌شوند. این مناطق همچنین ممکن است در خاکهای سنگین تر که به سوی نهرهایی زهکشی می‌شوند که برای تصفیه مورد استفاده قرار می‌گیرند، بوجود آیند. ایجاد این مناطق در نقاطی الزامی است که تصفیه کننده‌های آب آشامیدنی دارای غلظتهای بیش از  $50$  میلی گرم نیترات

<sup>۱</sup>- strip cropping: کشت غلات و دیگر محصولات به صورت ردیفی و نواری اطلاق می‌شود.

از کودهارامی توان به سهولت از طریق مکانیسم جبران خسارتها جایگزین نمود. نظر به اینکه کاربرد کودها در ۵۰ سال گذشته در بیشتر کشتزارهای متصرف اروپای غربی بیست برابر شده است، بنابراین، نسبتهای کاربری کاهش یافته اخیر در آنها هنوز از نظر بارگذاری منطقی در یک دریاچه، بالا هستند.



رسوب در رنورت براد<sup>۱</sup> بوسیله نمک های آهن تصفیه می گردد.

دارای فسفر پایین، به علت کمبود مقدار مناسب از این ماده، غیر اصولی به نظر می رسد، اگرچه از نظر تئوری این کار، جریان هدر رفتگی نهایی فسفر ذخیره شده در دریاچه را تسريع می کند. حذف مواد مغذی بوسیله جابجایی و حذف زیست توده تنها برای گیاهان آبی عملی است. اگرچه این روش ممکن است در زمانی مفید باشد که گیاهان ذخیره شده اند و یا احتمالاً با سرعتی در حال رشد هستند که دریاچه را مسدود می کنند. در نتیجه این فن به روشنی برای شرایط ویژه ای از مدیریت دریاچه ممکن است مناسب باشد و برای بازسازی فوری مناسب نیست. در ضمن این روش خطرناک است زیرا می تواند باعث ایجاد تعییر وضعیت پیش برنده ای شود که مجدداً پوشرش گیاهی را از بین ببرد.

### جداسازی رسوب

این روش شامل جداسازی و جابه جایی رسوب است. جداسازی رسوب به معنای جدا کردن فیزیکی یا شیمیایی رسوب از آب است. روش اول با استفاده از صفحه های پلاستیکی یا دفن لایه نسبتاً کلفت پودر خاکستر (مواد اائد جامد حاصل از مراکز سوزاندن زغال سنگ) انجام شده است. چنین فنونی برای کاهش مشکلات ناشی از شکوفایی جلبکی در دریاچه هایی به کار برده شده است که برای تفریحات پرهیاه و نظیر قایق های موتوری یا منابع آبهای صنعتی استفاده می شدند.

### بررسی مجدد مناطق پیرامونی

با توجه به همه این مسائل، جدا کردن دریاچه و تمام نهرهای ورودی به آن از اراضی کشت شده بوسیله مناطق پیرامونی تالابی همیشه مطلوب خواهد بود. چنین نواحی گستردگی تالابی دارای ارزش ویژه ای هستند زیرا نسبتهای نیترات زدایی در خاکهای اشباع شده از آب در آنها بالا است. تعیین دقیق وسعت و پهنه ای چنین مناطق پیرامونی در موارد ویژه هنوز امکان پذیر نیست. درک عمومی و اطلاعات تجربی بیانگر این است که هر چه این مناطق وسیع تر باشند، بهتر است و بعید به نظر می رسد که سایر ممنوعیت های معین شده تا این اندازه مفید باشند.

### منابع داخلی فسفر

در انجام هرگونه اقدامی در مورد منابع داخلی مواد مغذی تازمان کاهش منابع خارجی نکته کوچکی مطرح است و آن اینکه باید دانست در نهایت منابع خارجی تأمین کننده ذخایر منابعی هستند که به طور داخلی آزاد شده اند. ممکن است بحثی نیز در مورد به تأخیر انداختن کنترل داخلی یا به طور کلی انجام ندادن آن وجود داشته باشد که بعد از آرایه می گردد. به طور کلی چهار روش اساسی برای کاهش اثرات بارگذاری داخلی فسفر وجود دارد که عبارتند از: شستشو<sup>۲</sup>، جداسازی رسوب<sup>۳</sup>، حذف و خارج کردن رسوب<sup>۴</sup> و جابجایی و حذف زیست توده<sup>۵</sup> (۱۸۰ و ۵۵).

اولین و آخرین روش، روش هایی هستند که به سرعت می توان از آنها صرف نظر کرد. جریان ناگهانی دریاچه با آب

1- wash out (یک کانی) در اثر عبور جریان :

3 - sediment removal

5- Ranworth Broad

2 - sediment sealing

4 - biomass removal

لازم برای توقف آزاد شدن آن از رسوب در نظر گرفته می‌شود. نمکهای آهن صنعتی ممکن است به فلزات دیگری آلوده شده باشند و افزودن آنها به آبها نیازمند تصویب مراجع قانونی (در انگلستان، آرانس محیط زیست) است. در عمل استفاده از نمکهای آهن برای جداسازی فسفر در کارهای تصفیه فاضلاب با مشکلات کمتری مواجه است.

مشکلاتی نیز در مورد اطمینان از بقای آهن در سطح رسوب وجود داشته است. رسوبات بستر دریاچه‌هایی که گیاهان آبزی خود را زدست داده اند ممکن است در سطح، متحرک تراز رسوبات آبهایی باشند که بوسیله ریشه‌ها و بقایای گیاهی ثبت شده اند. نمکهای آهن ممکن است سپس باسطوح زیرین رسوب مخلوط شده و به صورت سولفید ترکیب شوند، یا مکان مبادله آهن با سهولت بیشتری با آب فوکانی نیز وجود دارد. در دریاچه‌های دارای جریانات آبی قابل توجه، جلوگیری از رقیق شدن غیر ضروری بوسیله آب فوکانی مشکل است. در دریاچه‌های نزدیک به دریا، با غلظت‌های سولفیدی قابل توجه که در نتیجه جریانات جزر و مدی یا حتی پاشیده شدن قطراتی از آب دریاطی وضعیت طوفانی ایجاد شده است، ممکن است مقدار کافی از سولفید برای ترکیب با مقادیر بسیار زیاد آهن وجود داشته باشد.

به عنوان مثال با وجود اینکه سولفید آهن بوسیله لوله‌های آب در ناحیه نورفوک برآذب رسوبات تریق شده بود، ولی کاربرد فن مذکور در آنجا نتایج نامیدکننده‌ای داشت (شکل ۶-۲). تقریباً تمام عوامل در آنجا باعث کاهش موقیت می‌گردید، زیرا رسوبات متحرک بوده و آن مکانها تحت تأثیر آب دریا هستند و گستردگی تغذیه گرایی نیز قابل توجه است.

### روش ریپلکس<sup>۲</sup>

تحت شرایط مطلوبتر و با استفاده از فنون متفاوت، جداسازی شیمیایی در برخی نقاط، امیدبخش تر بوده است. روش مشخصی وجود دارد که به خاطر نام مختربخش و یا هلم ریپل<sup>۳</sup>، ریپلکس نامیده می‌شود(۱۷۸). در این روش تلاش بر اکسید کردن سطح رسوب است، بنابراین تشکیل فسفات آهن

اما این روش‌ها برای اهداف حفاظتی بویژه در نقاط نیازمند به گیاهان آبزی نگهدارنده بستر رشد، مناسب نیست.

جداسازی شیمیایی زمانی موقیت آمیز بوده که زاج سفید به منظور تشکیل اتصال فسفری در سطح رسوب به آب اضافه شده است. هزینه‌های این کار قابل توجیه هستند ولی به نظر می‌رسد که زاج سفید برای ریشه‌های گیاهان آبزی سمی باشد و در نتیجه، استفاده از آن در مکانهای دارای اهمیت حفاظتی و زیبایی شناختی نامناسب است. تاکنون استفاده از این ماده در انگلستان مورد قبول واقع نشده است. در عین حال، زمانی که تلاش برای تقلید از فرایندهای طبیعی افزایش دهنده حفظ فسفر در رسوب مورد نظر باشد، چنین روشی مناسب خواهد بود.

سولفات آهن ممکن است به صورت یک محلول غلیظ به آب نزدیک به سطح رسوب اضافه گردد یا با جریان ورودی آمیخته شود(۴۷). در محیط زیست دریاچه به طور معمول کمبود کامل آهن وجود ندارد، اما در دریاچه‌هایی که به سختی دچار پدیده تغذیه گرایی گردیده‌اند، بیشتر یا تمام منابع ورودی آهن ممکن است در رسوبات تبدیل به سولفات آهن نامحلول گشته و قادر به ترکیب با فسفر نباشد. اصل افزودن نمکهای آهن پذیرفته شده است (اگرچه در شرایط معین، نمکهای آهن به عنوان مواد خطرناک در فهرست شماره ۲ مواد تحت دستورالعمل مواد خطرناک اتحادیه اروپایی<sup>۱</sup> محسوب می‌شوند). ولی در عمل این فن کاملاً رضایت بخش نیست. برای تأثیر کامل، مقدار آهن مورد استفاده باید قابل توجه باشد، که در این صورت رسوبات نارنجی رنگ بد منظره‌ای در اطراف گیاهان کناره‌ای تشکیل خواهد شد. امکان کاهش تنوع بی مهرگان نیز وجود دارد و به نظر می‌رسد پوشش توده‌ای آهن اثر زیانباری بر تنوع گیاهی نیز داشته باشد. گرچه اطلاعات تأیید کننده این مطلب بسیار اندک است.

از فن مذکور در مورد مخازن آب آشامیدنی بدون پیش نیازهای ضروری کاهش بارگیری فسفر خارجی استفاده شده است. در ضمن مقدار آهن مصرف شده باید قابل توجه باشد، زیرا مقدار آهن جهت تهذیب کردن فسفر از آب ورودی به علاوه‌اندازه

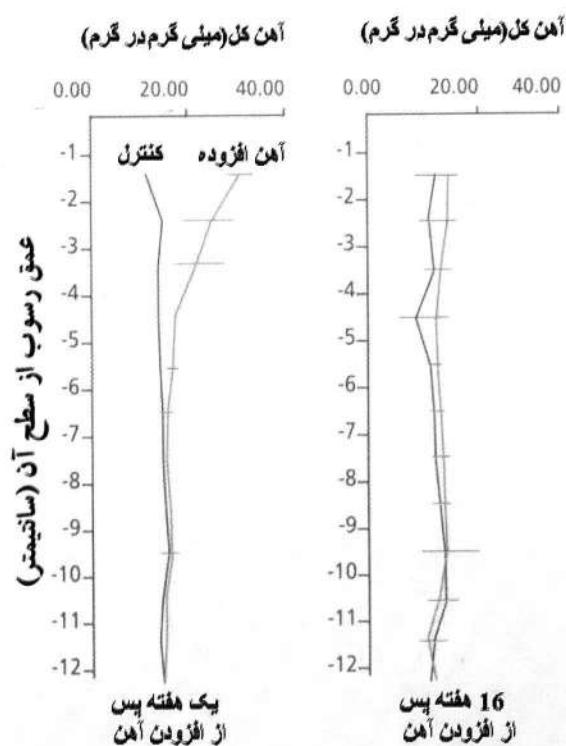
۱- EU Dangerous Substances Directive

۲- Riplox: فرایند جداسازی رسوبات از طریق آزادشدن فسفرکه بوسیله تزریق مواد شیمیایی به داخل رسوب انجام می‌شود.

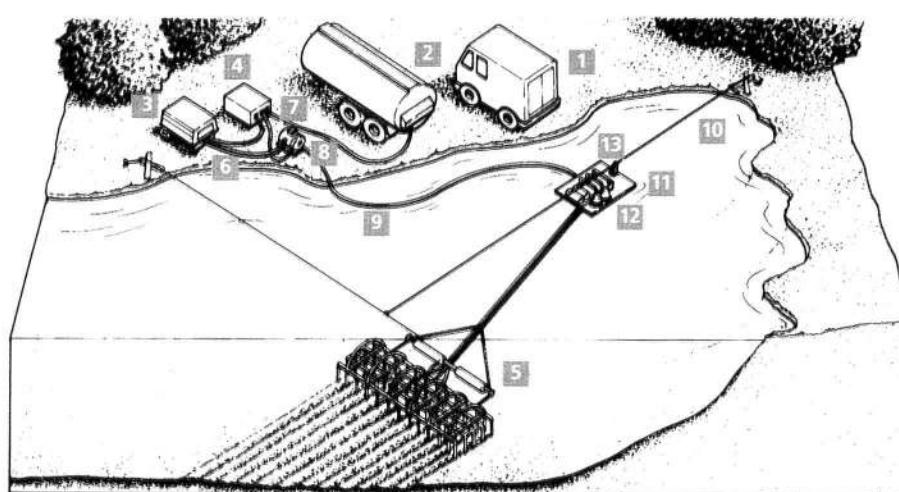
۳- Wilhelm Ripl

را مورد توجه قرار می دهد (فصل اول). عامل اکسیدکننده ای که در این روش به کار می رود نیترات است و توسط تجهیزاتی که به طور ویژه طراحی شده است محلول نیترات غلیظی به داخل رسوب تزریق می شود. این روش خطر افزایش غلظت نیتروژن را در آب کاهش می دهد (شکل ۶-۳). نمکهای کلسیم و آهن نیز ممکن است به ترتیب به منظور بهبود شرایط برای نیترات زدایی و افزایش ظرفیت اتصال فسفری رسوب مورد استفاده قرار گیرند.

از نظر تئوری این یک فن ایده آل است زیرا نیترات عامل اکسیدکننده ای است که به طور طبیعی در رسوبات عمل می کند. نیترات در رسوبات دوام نمی آورد زیرا طی تجزیه باکتریایی مواد آلی در سطح رسوب دچار پدیده نیترات زدایی می گردد. این فرایند فعالیت باکتریایی بعدی را کاهش می دهد و منطقه کوچک<sup>۱</sup> اکسید شده در سطح رسوب فرصت تشکیل مجدد می یابد. روش ریپلکس با موفقیت در تعدادی از دریاچه های کوچک سوئد به کار گرفته شده است. تمام این دریاچه ها به طور نسبی با رسوبات پایدار و درجه متوسطی از تغذیه گرایی مواجه بودند (شکل ۶-۴). نتایج خوبی در دریاچه لیسلجان<sup>۲</sup> (۴/۲ هکتار) در سوئد بدست آمدولی در دریاچه ترکانتن<sup>۳</sup> (۳۱ هکتار) با وجود استفاده از آهن و علی رغم صرف هزینه زیاد نتایج خوبی حاصل نشد.

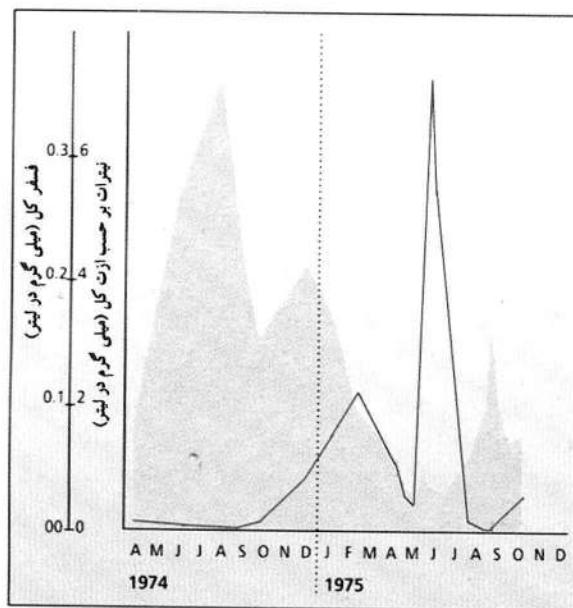


شکل ۶-۲: تغییرات در تراکم آهن موجود در نمونه بردار استوانه ای مغزی رسوب که پس از تزریق سولفات آهن از رنورت براد بدست آمده است. نتایج حاصل از متوجه سه استوانه مغزی هستند و انحراف معیار نیز در شکل نشان داده شده است. اگرچه مقدار آهن افزوده شده، در مناطق آمیخته شده با آهن بعد از یک هفته قابل مشاهده است ولی پس از ۱۶ هفته ملاحظه می گردد که مناطق آمیخته شده به طور عمده فرقی با مناطق کنترل شده نخواهند داشت (Madgwiik and philips ۱۹۹۵).



هوا: ۹- مسیر تامین مواد شیمیایی؛ ۱۰- خطوط هدایت کشیدن تزریق کننده های شیمیایی از میان دریاچه؛ ۱۱- پمپهای رقیق کننده فشاری هوا برای مخلوط کردن مواد شیمیایی با آب و مواد مخلوط تزریقی به رسوب؛ ۱۲- مکنده آب رقیق کننده؛ ۱۳- سیم نقاله هوایی چنگک مانند برای نرم کردن رسوب با کمپرسور هوا و تزریق مواد شیمیایی؛ ۶- مسیر تغذیه هوا برای مخزن اختلاط و توزیع هوا برای مخزن مخلوط کن شیمیایی؛ ۷- مسیر مواد شیمیایی (نیترات کلسیم، کلرید آهن)؛ ۸- سیله چنگک مانند برای نرم کردن رسوب با کمپرسور هوا و تزریق پمپهای رانش؛ ۱- microzone

شکل ۶-۳: تجهیزات مورد استفاده در روش ریپلکس برای آمیختن کلرید آهن با رسوبات برای کاهش میزان آزاد شدن فسفات؛ ۱- آزمایشگاه میدانی؛ ۲- مخزن مواد شیمیایی؛ ۳- کمپرسور قابل حمل به منظور هوا دهی به مخزن مخلوط کن شیمیایی؛ ۴- مخزن مخلوط کن برای مواد شیمیایی (نیترات کلسیم، کلرید آهن)؛ ۵- سیله چنگک مانند برای نرم کردن رسوب با کمپرسور هوا و تزریق مواد شیمیایی؛ ۶- مسیر تغذیه هوا برای مخزن اختلاط و توزیع هوا برای مخزن مخلوط کن شیمیایی؛ ۷- مسیر



شکل ۶-۴: نتایج تصفیه ریپلیکس در یاچه لیلسجان، سوئد. تزریق نیترات در سال ۱۹۷۴، مقداری از آن که در آب ظاهر شده منجر به کاهش غلخت فسفات در سال بعد گردیده است (اقتباس شده از (۱۹۷۶ Ripple).

از فسفر دارای مزیت است.

این کار نباید به آهستگی انجام شود. این روش پر هزینه است زیرا رسوب مرتبط حجمی است و اگرچه به راحتی از بستر مکیده شده و بواسیله لوله کشی به خارج از دریاچه انتقال می یابد، ولی روندانجام آن کند است و این رسوب باید در جایی دیگر مصرف شود. به عنوان مثال جابجایی متواتی سانتی متر به سانتی متر رسوب حاصل از یک دریاچه پانزده هکتاری به معنای مصرف حداقل هزاران تن رسوب مایع است که به صورت هزاران تن از رسوب مرتبط تصفیه و سپس خشک نشده و مقدار آن به حدود پانصد متر مکعب مواد می رسد.

رسوب در مقایسه با آب فوقانی از نظر فسفر به نسبت غنی تر است، و دلیل آن فقط نامحلول بودن فسفر و تمایل آن به اتصال به رسوبات است. زیرا سطح رسوبات بی هوازی هستند و فسفر به راحتی در داخل آن هادر حرکت است. با وجود مکانیسمهای اتصال و سطوح اکسید شده، همیشه بوسیله انتشار، مقداری هدر رفتگی فسفر از سطح رسوب وجود خواهد داشت. به دلیل امکان وجود انتشار رو به بالا در رسوب، حتی پس از برداشت رسوبات سطحی که غنی از فسفر بوده اند، رسوبات عمیق، تراز طربه، انتشار فسفر ممکن است

معایب روش ریپلکس، نیازمندی این روش به تجهیزات تخصصی، مجریان متخصص و هزینه مواد شیمیایی است. نظری تمام تلاش‌های انجام شده برای کاهش بارگذاری داخلی، این امر در صورت عدم کاهش بارگیری خارجی در مرحله نخست و تحت کنترل نبودن محدوده ای که در آن مواد آلی به بستر منتقل می‌شوند، تنها به طور موقتی مناسب خواهد بود.

جابجایی و انتقال رسوب

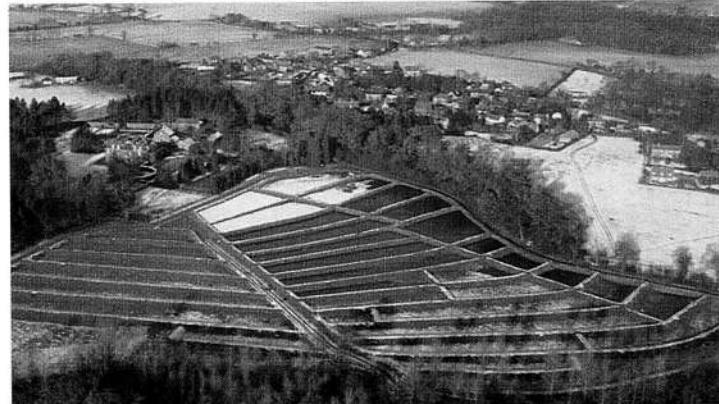
به کارگیری هر روش شیمیایی به خاطر نیاز به مواد مصرفی، پرهزینه به نظر می‌رسد و موفقیت یا شکست آن تازمان مصرف سرمایه و تمام نشدن کار مشخص نخواهد شد. بنابر این نظریه مربوط به برداشت بیشتر لایه‌های غنی



در طراحی یک پروژه بازسازی دریاچه آزمایش استوانه های مغزی رسوب مطلوب بوده و مورد استفاده است. استوانه های مغزی دارای سطح کوچک رامی توان بانمونه گیر های مختلفی بدبست آورده. رسوب تاعمیک مترا بای بشتر رادر دریاچه هایی با بستر های توربی می توان با استفاده از لوله های توخالی به طور کامل برداشت نمود. این لوله ها به طور طولی از وسط بریده شده و بانوارهای ضدآب بهم بسته شده اند. لوله در داخل رسوب فرو می رود و پیش از بیرون کشیدن از آب با یک چوب ینه پلاستیکی، بالای آن بسته می شود.



این تصویر لایروب مکنده ای رانشان می دهد که برای خشک کردن رسوب متعلق به بارتون براد آماده شده اند. این کار قبل از احیای اراضی برای کاربریهای کشاورزی انجام گرفته است.



این تصویر لایروب مکنده ای رانشان می دهد که در هاوتن لیتل براد مشغول کار است. لایروب در طول خطی کار می کند که به طور سیستماتیک در عرض دریاچه حرکت داده می شود. کل رقیق شده از طریق لوله هایی در پشت لایروب به خارج پمپ می شود.

که پری فیتون هستند لایه هایی را مشخص خواهد کرد که در شرایط غلبه گیاهی رسوب کرده اند. هر تلاشی برای جابجایی رسوب باید حداقل تا عمق چنین لایه هایی باشد.

#### دفع رسوب

دفع رسوب یک مشکل اساسی است. حتی برای دریاچه های نزدیک به دریا، دفن دریایی<sup>۴</sup> رسوب ممکن است براساس دستورالعمل تصفیه فاضلابهای شهری، غیرقانونی باشد. زیرا این دستورالعمل بعد از سال ۱۹۹۸ دفن لجن فاضلاب را در دریا منع کرده است. البته ممکن است چنین تعبیر گردد که لجن دریاچه ای نهایتاً ماهیتی مشابه خود دریاچه خواهد داشت. ولی به هر حال دفن رسوب در اراضی به نظر می رسد که قانونی خواهد بود.

روش معمول، ایجاد حوضچه ای<sup>۵</sup> از طریق احداث خاکریز گردآگرد اراضی مسطح نزدیک به دریاچه است و دوغ آب رسوب بوسیله لوله ای به سمت این حوضچه هدایت می شود. محل لوله گاهگاهی به منظور پخش یکنواخت رسوب در حوضچه حرکت داده می شود. آب اضافی بازهکشی خارج می شود و رسوب ته نشین می گردد. زمانی که حوضچه تا بالا با رسوب آب گرفته شده پر شد، در خلال مدتی که حوضچه دوم در صورت نیاز پر می شود، به رسوب آبدار فرصت خشک

دوباره لایه های سطحی غنی شده ای ایجاد کند. شواهد رو به رشدی وجود دارد که تحت برخی از شرایط، به طور مثال دمای بالا، اشکال معینی از اختلاط بوسیله حیوانات نقب زن، یا افزایش pH ایجاد شده بوسیله فتوسنتز، ممکن است آزاد شدن هوایی فسفر بوجود آید. به جز مقوله هزینه، به طور کلی برداشت رسوب بیشتر، تا هر مقدار که مقدور باشد منطقی است.

در هر صورت جابجایی و دفع رسوب هزینه های زیادی را در پی خواهد داشت. هزینه های برداشت هر واحد رسوب، با افزایش مقادیر آن کاهش خواهد یافت. نمونه برداری از رسوب توسط استوانه مغزی<sup>۶</sup> در طول طراحی چنین عملیاتی باید انجام شود و تجزیه جزء به جزء آن برای فسفر و دیگر شاخص ها به دقت انجام گیرد. به طور مثال، در نوروفک برادرز، تغییرات اکولوژیک متوالی در این دریاچه ها غالب در لایه های متوالی رسوب نمایان شده است. همچنین رسوبی که بوسیله جوامعی با غلبه کاروفیتها و دارای وضعیت بکر، در بستر آن ایجاد شده به سهولت قابل رویت و تشخیص است و در نتیجه لایه های جدید بیشتری برای برداشت شناسایی می شوند.

در رسوبات بی شکل ترویکنواخت تر، بررسی محتويات دیاتومه ای آنان ضروری خواهد بود. غالباً بودن جنس هایی

1 - Hoveton Little Broad

3 - Barton Broad

5-lagoon

2- cores

4-marine dumping

باشند. حالاتی که به کار برده می شوند اغلب پیچیده هستند و به هر حال تمام طرح های لا یروی باید با مؤسسه محیط زیست مورد مذاکره قرار گیرد. در رسوبات دریاچه های واقع در مناطق شهری دریافت کننده فاضلابهای صنعتی ممکن است غلظت های قابل توجهی از فلزات سنگین، هیدروکربنها و یا دیگر مواد سمی باشند. زمانی که یک برنامه لا یروی طراحی می شود، رسوب باید در مراحل آزمایش تجزیه شود. زیرا اگر ماده ای سمی در غلظتهای قابل توجه یافته شود، امکان با مشکل مواجه شدن دفع آن در اراضی وجود دارد و لذا رسوب مذکور باید به مکان دارای مجوز ویژه انتقال یابد.

در نقاطی که رسوب نهایتاً می تواند بر روی اراضی کشاورزی پهنه شود (همانطور که در بارتون برادنورف) انجام می شود، بسیاری از مشکلات درازمدت حوضچه ها قابل احتساب است. اگر پراکنند رسوب در منطقه وسیعی انجام شود، سریعتر خشک شده و سپس می توان آن را سخنم زد. رسوب نباید به میزان زیادی بر روی سراشیبی ها (که رگبار ممکن است آن را به سمت دریاچه بشوید) یا بر روی اراضی مجاور با دریاچه قرار گیرد، مگر اینکه این اراضی بوسیله مناطق پیرامونی تالابی از دریاچه جدا شده باشند. وسعت زمین مورد نیاز به جنس خاک آن و نوع رسوب ورودی بستگی خواهد داشت و توصیه های تخصصی باید از «توسعه کشاورزی و خدمات مشاوره ای»<sup>۱</sup> یا رگانهای مشابه در این مورد گرفته شود. مشکلات قانونی نیز نظری گرفتن مجوز برای زمین، جهت دفن بهداشتی و یا پرداخت مالیات مربوط به دفن ممکن است وجود داشته باشد که باید آنها را مورد توجه قرار داد. البته برای چنین مشورت هایی باید با مؤسسه محیط زیست نیز ارتباط برقرار کرد.

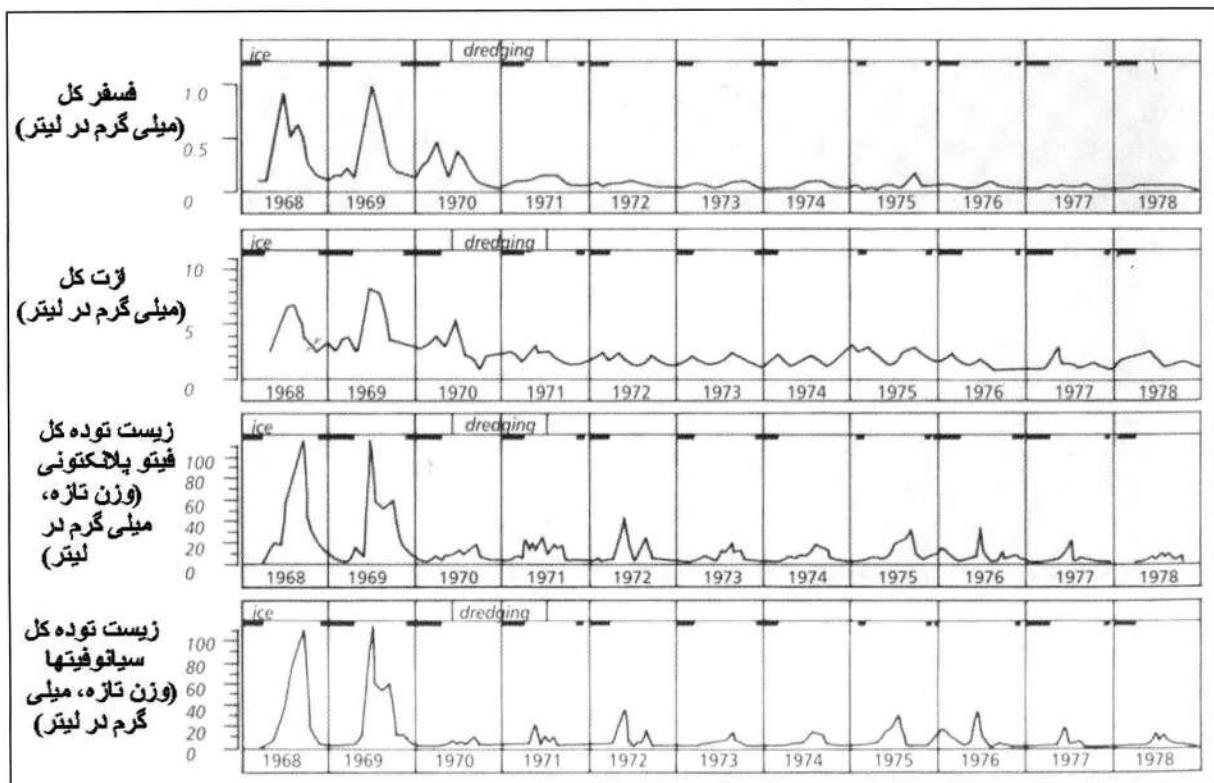
### آیا در هر صورت رسوب باید جابجا شود؟

هر فنی که برای کاهش بار داخلی به کار رود، بسیار گران خواهد بود. علاوه بر این، برخی از برنامه های بزرگ، نظری آنچه در دریاچه بربرنت<sup>۲</sup> در دانمارک انجام شد، باید کاهش بیشتری را در غلظت فسفر در آب نشان دهد. از طرف

شدن می دهن. پس از خشک شدن، رسوب بیشتری ممکن است بر روی حوضچه اول قرار گیرد. حوضچه ها بد منظمه هستند و اگر ممکن باشد باید با جنگل مصنوعی پوشانده شوند. چنین حوضچه هایی نباید اراضی دارای ارزش حفاظتی بالا را اشغال کنند، زیرا اگرچه رسوب خشک شده با سرعت نسبتاً بالایی بوسیله برخی گیاهان پوشیده خواهد شد، ولی این قبیل گیاهان (نظیر بید و گزنه) دارای طبیعت مهاجمی هستند و در نتیجه باعث کم شدن تنوع می گردند.

مکان گزینی حوضچه ها باید با دقت انجام گیرد زیرا آب زهکشی شده که از آنها سازیر می شود ممکن است به مقدار بسیار زیادی غنی از فسفات و گاهی آمونیم یا نیترات باشد. در نتیجه این آب نباید به طور مستقیم به سمت دریاچه هدایت شود. البته مواد مغذی که در طی این روند آزاد می شوند نهایتاً شسته خواهند شد (اگرچه برخی از آنها ممکن است دوباره وارد رسوب شوند). طراحی الگوی زهکشی در داخل سیستم حوضچه به منظور افزایش طول مسیر عبور آب، منجر به افزایش حفظ جامدات معلق در آن خواهد شد. علاوه بر این، استفاده از نظام بستر گیاه نی در مرحله نهایی باعث تصفیه خروجی برخی از مواد باقی مانده و ترکیبات نیتروژنی می گردد. در برخی برنامه ها، نظری آنچه در دریاچه ترومون<sup>۳</sup> در سوئد انجام شد (۱۰، ۱۷، ۱۸، ۳۴ و ۳۵)، آب بوسیله نمکهای سولفات موجود در حوضچه اضافی (قبل از برگرداندن به دریاچه)، تصفیه می گردید، اما این روش باعث افزایش هزینه هاشد. حوضچه های رسوب به طور بالقوه تا قبل از خشک شدن خطرناک هستند زیرا ممکن است گوزنها، پستانداران وحشی دیگر و بویژه حیوانات جوانتر، بی پروا به سمت آنها آمده و گرفتار شوند و در این حالت اغلب وحشت زده شده و غرق می شوند. البته ممکن است ملزمومات قانونی لازم برای حصار کشی و تهیه تجهیزات نجات زندگی این جانوران نیز پیش بینی می شود.

دفع فاضلاب معمولاً باید با دریافت مجوز از مؤسسه محیط زیست صورت گیرد ولی موادی که از دریاچه های رودخانه ها لا یروی شده اند، می توانند از این قاعده مستثنی



شکل ۵-۶: تغییرات در دریاچه ترولمن سوئد که در پی برداشت رسوبات در سالهای ۱۹۷۰ و ۱۹۷۱ رخ داد. در سالهای قبل، حذف فسفات از فاضلاب و رودی انجام شده بود. با این حال در دریاچه تغییر کمی بوجود آمده بود. جابجایی رسوب منجر به کاهش میزان فسفر کل، نیتروژن کل، زیست توده فیتوپلانکتونی و زیست توده جلبک سبز - آبی (سیانوفیت ها) گردید. این موقعیت آشکار در جابجایی رسوب تا حدودی غیر عادی است و ممکن است به رسوبات قبلی غیر حاصلخیز ناشی از یک حوزه آبریز غیر حاصلخیز باقی مانده در دریاچه، از زمان گذشته بستگی داشته باشد. برخی شواهد بیانگر این است که این کاهش بیانگر این است در نتیجه مرگ ماهیان یا دخالت های زیستی مفید انسانی در دریاچه روی داده باشد (برگرفته از بنتکستون و همکارانش ۱۹۷۵).<sup>۱</sup>

مذکور در پی لایروبی مکشی<sup>۲</sup> در سالهای ۱۹۷۰ و ۱۹۷۱ رخ داد، ممکن است بیشتر در نتیجه چنین تغییر زیستی طبیعی به حساب آید تا اینکه مربوط به انتقال گل ها باشد. در پی سکنی گزینی مجدد ماهیان از یک دریاچه دیگر، از طریق نهر پایینی، ذخیره ماهیان بهبود یافته و به رغم انتقال مواد رسوی و جداسازی مداوم فسفر در کارهای تصفیه فاضلاب مربوط به حوزه بالادست، دریاچه به وضعیت سابق خود باز گشته است، اگرچه رشد جلبکی به اندازه قبلاً از انحراف مواد مغذی نیست (۴۳).

اگرچه، اطلاعات موجود برای کسب اطمینان کافی نیست، ولی این مطلب امکان پذیر است که بارگذاری داخلی با فسفر، باعث دگرگونی ویژگی طبیعی بسیاری از دریاچه های کم عمق حتی در زمان پوشیده شدن آنها از گیاهان آبی

دیگر، به نظر می رسد که دریاچه ترولمن در سوئد به تنها بوسیله کنترل بار خارجی احیانگردید و انتقال رسوبی در مقیاس نسبتاً بزرگ در بهبود شرایط آن نقش داشت (۱۸ و ۱۷) (شکل ۶-۵).

توجهی معقول برای احیای دریاچه ترولمن می تواند شامل کاهش سطوح مواد مغذی به طور کافی و محدود کردن شدید رشد فیتوپلانکتونی باشد، گرچه اطلاعات موجود بیانگر غلطی بالغ بر ۱۰۰ میکرو گرم در لیتر در تابستان است. در عین حال، این غلظتها در بهار و زمستان کمتر از نصف این مقدار بر هستند و توضیح کامل این موضوع ممکن است پیچیده تر باشد. زمستان بسیار سختی در سالهای ۱۹۷۰-۱۹۶۹ رخ داد که باعث مرگ تعداد بسیار زیادی از ماهیان در زیر یخ گردید (۴۳ و ۴۴). بنابراین تغییرات عمده ای که در دریاچه

افزایش زیادی پیدا کند و در نتیجه برداشت رسوب نیز دارای اهمیت باشد.

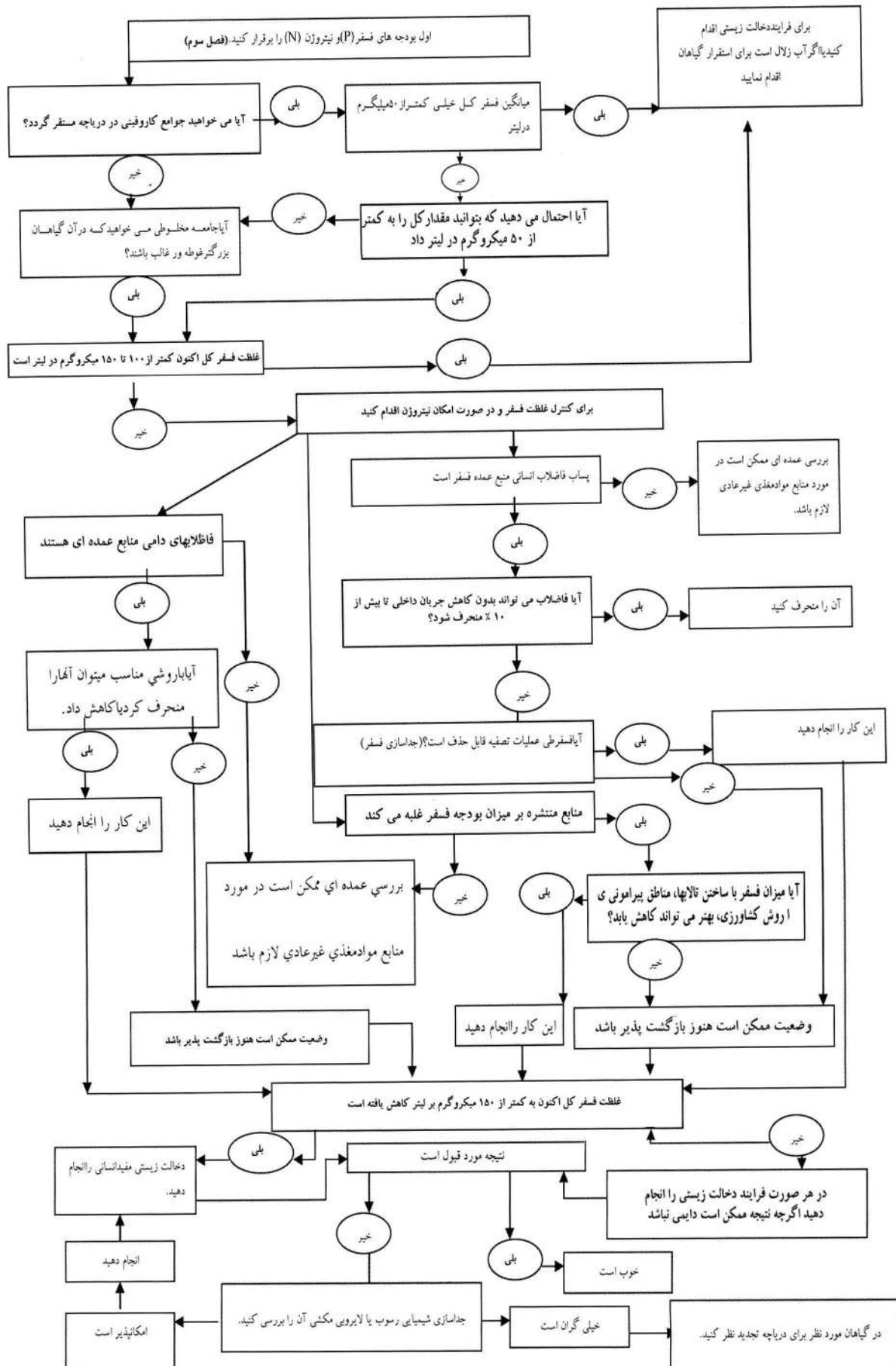
توصیه کلی این است که جابجایی و برداشت رسوب باید تا زمان ثابت شدن شکست کنترل بارگذاری خارجی همراه با مراحل توضیح داده شده در دو فصل آینده (دخلات زیستی انسانی و استقرار گیاهان)، به تأخیر انداخته شود. اگر دو مرحله مذکور بدون برداشت رسوب موفقیت آمیز باشند، باعث خشنودی است و پول بسیار زیادی صرفه جویی خواهد شد. ولی اگر این روش‌ها به دلیل ماهیت یا فعالیت رسوب با شکست رو برو شوند، در این صورت تنها یک یا دو سال زمان و هزینه‌های جابجایی ماهیان تلف شده است. لازم به یادآوری است که برداشت رسوب حتی اگر برای کنترل مواد مغذی ضروری نباشد، به هر حال زیان آور نخواهد بود. اگر دریاچه به میزان زیادی از رسوبات پر شده است، به حدی که فقط چند دسی متراز آب باقی مانده باشد، برهمن خوردن رسوب بوسیله باد ممکن است مانع از استقرار گیاهان و استفاده‌های مورد نظر از دریاچه نظیر قایقرانی شود.

بنابراین برداشت رسوب به دلایل ذکر شده مطلوب است، ولی در بسیاری از موارد، این روشی است که باعث برهمن خوردگی بیشتر و ایجاد هزینه زیاد می‌گردد و بنابراین باید با دقت زیاد مورد بررسی قرار گیرد.

شده باشد. این وضعیت بویژه زمانی رخ می‌دهد که بارگذاری مواد مغذی خارجی غلظتی ایجاد کند که در آن غلظت مراحل پایدار جایگزینی به صورت غلبه گیاهی یا غلبه فیتوپلانکتونی بتواند ایجاد شود. طی فصل رشد، گیاهان مقدار زیادی از مواد آلی را زدست می‌دهند و مقدار بسیار بیشتری از آن رانیز هنگام مرگ در پاییز از دست می‌دهند. حرکتهای آب نمی‌تواند آرامش بستر را برم زند، بنابراین انتشار اکسیژن در مجاورت بستر آهسته تر شده و سطح رسوب به علت سایه اندازی بوسیله گیاهان، تاریک می‌شود و نمی‌تواند از شرایط غنی از اکسیژن تولید شده بوسیله جلبکهای ساکن بر روی آن بهره ببرد. به ویژه در هنگام شب تنفس خود گیاهان، کسری اکسیژنی اساسی را در داخل بستر بوجود می‌آورد.

بنابراین سطوح رسوبی زیر بسترها گیاهی تمام شرایطی را تجربه می‌کنند که برای آزاد شدن فسفر در سطحی غیرهوازی لازم است. میزان آزاد شدن فسفر در دریاچه‌ای با غلبه گیاهی ممکن است حداقل به میزانی برابر با یک دریاچه مغذی شده با غلبه جلبکی باشد (۲۰۲). در عین حال، آزاد شدن نیتروژن به صورت آمونیم نیز ممکن است در دریاچه‌ای با غلبه جلبکی بیشتر باشد، زیرا توده گیاهی قابل ملاحظه‌ای برای جذب آن در دسترس نیست. اگر چنین باشد، ممکن است رشد جلبکی با بارگذاری داخلی

#### درختواره تصمیم گیری برای کنترل مواد مغذی





فصل هفتم

## مراحل استراتژی (۳) دخالت زیستی

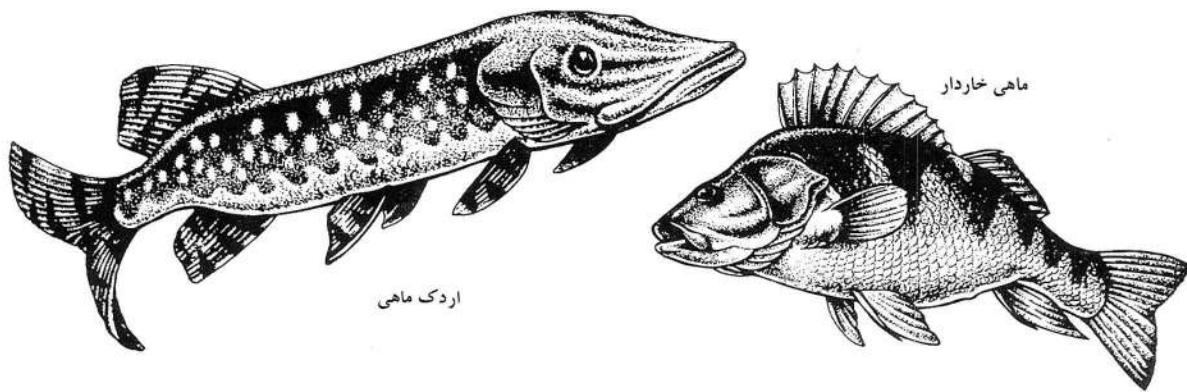
فسفر از قسمتهای کم عمق به آبهای باز دریاچه رانیز در برداشته باشد. در دریاچه‌های بزرگ، ماهیها پس از بالغ شدن به آبهای باز رفته و فسفر را به شکل قابل دسترس آن دفع می‌کنند (۱۰۰).

افزودن ماهی خواران

دو گونه ماهی خوار مورد استفاده در قاره اروپا اردک ماهی (Exos lucius) و ۶۸ و ۷۸ و ۱۹۹) و سوف (Stizostedion lucioperca) یا اردک ماهی خاردار هستند (شکل ۱۲ و ۲۴). نوع اخیر ماهی خوار ایده‌آل است چون با تعقیب گروههای ماهیان کوچک زئوپلانکتون خوار نظیر ماهی کلمه، ماهی خاردار و ماهی سیم از آنها تغذیه می‌کند. این ماهی به ویژه در موقع تخم ریزی (ماه‌های می و زوئن) فراوان می‌باشد و آبهای کدر رانیز می‌تواند تحمل کنند. اردک ماهی یک شکارگر است و بصورتی مخفی (در حال کمین) در بستر گیاهان آبزی انتظار شکارش را می‌کشد تا نزدیکتر بیاید، این موضوع در آبهای زلال بیشتر به چشم می‌خورد. اگر دریاچه فاقد بسترها فراوان گیاهی باشد (البته در مرافق اول پروژه بازسازی چنین خواهد بود) اردک ماهی با این وجود، به خاطر کمبود زستگاه گرسنه نخواهد ماند.

فرایند دخالت زیستی انسانی به معنای ایجاد هرگونه انطباق و سازگاری در جامعه زیستی یک اکوسیستم، برای رسیدن به نتیجه مورد انتظار است. این فعالیت بوسیله دست اندر کاران بازسازی وضعیت دریاچه ها به کار گرفته می شود تا غیر اجتماع ماهیان را در جهت افزایش تعداد زئپلانکتونهای چراکننده بویژه دافنی عملی سازد (۱۹۲ و ۱۹۴ و ۱۹۹).

این منظور باضافه کردن ماهیان ماهی خوار<sup>(۴)</sup> به منظور کاهش تعداد ماهیهای زئوپلانکتونخوار و حمایت از گونه‌های دافنی امکان پذیر می‌گردد (۳۲ و ۳۱ و ۱۴ و ۱۲ و ۱۱). این کار به طور بالقوه بوسیله تعییر هیدرولوژی سیستم درجهت افزایش تجمع ماهیان ماهی خوار در حوزه دریاچه یا با جابجایی و یا حذف جامعه ماهیان (۳۸ و ۵۹ و ۱۰۵) و ۱۱۳ و ۱۴۳ و ۷۰۷ و ۲۰۷ و ۲۰۹) انجام می‌شود. آمیزه‌ای از این روشها ممکن است بکار گرفته شوند، ولی موفقیت آمیزترین اقدام زیستی انسانی که تابه حال انجام شده، حذف تمام ماهیها بوده است (۱۷۷). این امر در مقایسه با افزایش ذخیره ماهی خواران بسیار پرهزینه تر است (گرچه در مقایسه با اکثر جنبه‌های بازسازی دریاچه ارزان و کم هزینه است). حذف ماهیان ممکن است فواید غیرمستقیمی نظیر کاهش انتقال



شکل ۱- اردک ماهی و ماہی خاردار، ماهیان ماهی خور عمده در انگلستان هستند. در عین حال، ماہی خاردار یک زئوپلانکتونخوار است (در دو سال اولیه زندگی خود یا بیشتر) ولی اردک ماهی برای کمین و انتظار به زیستگاهی پر علف نیاز دارد.

پناهگاههای طعمه‌ای<sup>\*</sup> حاصل می‌شود. افزایش ماهیخواران اگرچه ممکن است تأثیرات فوری داشته باشد، ولی این اثرات برای مدتی طولانی باقی نمی‌ماند مگر اینکه ذخیره مجددی در هر سال وجود داشته باشد. جدا از هزینه‌های این امر، مشکل عملی فراهم کردن مقدار کافی ماهی و مشکل اخلاقی ذخیره آگاهانه آن در شرایطی است که دوام نیاوردن ماهی برای مدت طولانی در آن شرایط مشخص شده است. در آزمایشات انجام شده در دانمارک (۱۹۹۹) مشخص شد که ذخیره سازی و وارد کردن بچه‌های اردک ماهی<sup>\*</sup> (به طول ۲۰ تا ۱۰ سانتی متر) به میزان ۱۰۰۰ عدد ماهی در هر هکتار در سال برای تأثیرگذاری قابل توجه بر روی جمعیت زئوپلانکتونها مورد نیاز است.

**دخالت انسانی در تنظیم سطح آب**  
برای جمع کردن ماهیخواران در دریاچه‌های کم عمق در طول فصل گرم سال، فرایند دخالت مفید انسانی در تنظیم سطح آب مقبول ترین شیوه‌ای است که باید به کار گرفته شود. نکته اصلی در کنار این موضوع، تشکیل تعداد زیادی از دریاچه‌های کم عمق در نظامهای دشت‌های سیلانی رودخانه‌ای یعنی در جایی است که طغیانهای زمستانی پهنه‌های بزرگ آبهای کم عمق را در دشت‌های سیلانی بوجود آورده اند (شکل ۲-۷). بسیاری از ماهیهای از جمله اردک ماهی به پهنه‌های گسترده آبهای نقل مکان کرده و در اوخر بهار در آنجا تخم ریزی می‌کنند و تعداد زیادی بچه ماهی بوجود می‌آورند. زمانی

مشکل استفاده از این ماهی در انگلستان غیربومی بودن آن است زیرا ماهی مذکور به این منطقه معرفی شده است. بر طبق قانون حیات وحش و حومه (۱۹۸۱)<sup>†</sup> و اصلاحیه آن (۱۹۸۵) معرفی آگاهانه این گونه، بدون دارابودن گواهی معتبر، به محیط آبی جدید غیرقانونی است. با وجود این که مؤثر بودن این گونه تحت شرایط انگلستان ثابت شده است، استفاده از آن به سختی امکان پذیر است. این برخورد جدی در برابر سایر گونه‌های غیربومی نظیر خورشید ماهی باله کوچک Amerikaii به نام علمی *Micropterus salmoides* نیز اعمال می‌شود. این ماهی به طور وسیعی در فرایند دخالت زیستی مفید انسانی نظامهای آبی در امریکای شمالی مورد استفاده قرار می‌گیرد و بوسیله این کار تعداد زیادی از آنها را می‌توان به سهولت در سالنهای تکثیر ماهی<sup>\*</sup> پرورش داد.

در هر حال، فن معرفی گونه ماهی خوار نسبت به فن انتقال ماهی‌ها از مطلوبیت کمتری برخوردار است که این امر دلایل متعددی دارد. اولین دلیل این است که: هرگاه ماهی خواران اضافه شوند، برای مدت طولانی زنده نخواهند ماند زیرا حالت حمله دارند و به زودی ممکن است ذخیره غذایی خود یعنی ماهیان زئوپلانکتون خوار را مصرف کرده و تمام کنند. ماهیان زئوپلانکتونخوار تعداد از دست رفته را جبران می‌کنند ولی هیچ تضمینی وجود ندارد که ماهی خواران در این فاصله زنده بمانند. همزیستی شکار و طعمه در پی نیاز به تولید طعمه بیشتر نسبت به تولید شکارچی (اصل اولیه‌ای که زنجیره‌های غذایی بوسیله آن کار می‌کنند) و به علت نیاز به



باکلان ها پرندگانی ماهیخوار هستند که به نظر می رسد رفتار آنها، باعث هدایت آنها از دریاها به آبهای داخلی شده است. جمعیت بزرگی از آنها در نادر میر هلند زاد و ولد می کنند.



شکل ۷-۲: این شکل قسمتهایی از هلند را نشان می دهد. بخش‌های سیالابی را در اواسط قرن نوزدهم نشان می دهد. بخش‌های آبی نشان دهنده قلل را دریاچه هایی هستند که هنوز از بین فرقه اند. کاهش قابل توجه این مناطق و پایدار نبودن آنها کاملاً مشخص است (بر طبق کلینگ و همکارانش ۱۹۹۵).

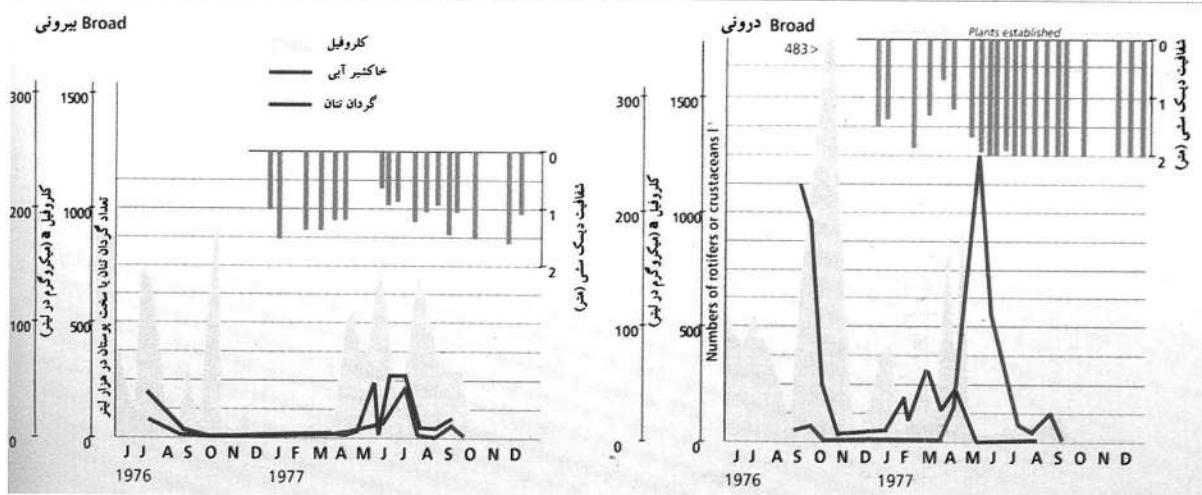
### پوندگان ماهیخوار

در مورداهیای تصادفی آب زلال بوسیله فعالیت ماهیخواری باکلان ها حداقل یک مثال وجود دارد (۱۱۸). یک باکلان به تنها یی قادر است گروهی از ماهیان ذخیره شده در یک هکتار از یک دریاچه کم عمق را طی یک زمستان نابود کند. این امر در صورتی رخ می دهد که این باکلان تنها مجبور به استفاده از این دریاچه به عنوان منبع غذایی باشد. مثال شناخته شده ای در مورد باکلانی وجود دارد که به طور تصادفی آسیب دیده و قادر به پرواز نبود و وجود این باکلان باعث جلب همنوعان این پرنده به دریاچه شده بود (شکل ۳-۷). از نظر تئوری کنترل جمعیت ماهیان (جهت حفظ ذخیره زوپلانکتونها) بوسیله باکلانها و پس از پایان فرایند بازسازی امکان پذیر است. این کار بوسیله باکلانهای صورت می گیرد که بال آنها چیده شده و می توان آنها را از یک دریاچه به دریاچه ای دیگر انتقال داد. مشکلات قانونی

که سیالابها در تابستان فروکش می کنند، ماهیها در نقاط عمیق تر و دائمی سیالابها ( محل تعذیه اردک ماهیهای جوان از ماهیان سیم و کلمه) تجمع یافته و به دنبال آن تأثیر آنها بر زوپلانکتونها کاهش می یابد.

بسیاری از دشت‌های سیالابی اروپا خشکانده شده اند و رودخانه ها به سمت کانالهای عمیق تر و مستقیم تر هدایت شده اند تا از بروز سیل جلوگیری شود. اما امروزه یک بازنگری نشان می دهد که این کار اشتباه بوده و دشت‌های سیالابی باید به وضع اولیه خود بازگردانده شوند. بنابراین در آینده بسادگی امکان دخالت زیستی مفیدانسانی بوسیله اجازه ورود به مسیلهای زمستانی و عقب نشینی تابستانی طبیعی وجود دارد. این فن هنوز اعمال نشده است ولی کاربرد آن برای کمک به روند بازسازی مفید است و روشنی با مطلوبیت زیاد برای ثبت نظام دریاچه خواهد بود (فصل هشتم).

۱- مناطق مردابی، باتلاقی، غلزارهای مرتبط و آبهای باز که بوسیله افزایش و کاهش جریان آب رودخانه حفظ می شوند. این روند در زمانی صورت می گیرد که رودخانه پس از فصل خشک یا از کانالهای تابستانی برای اشغال تمام سستر طبیعی (دشت سیالابی خود) حرکت می کند. م ۲- Kling et al 1995



شکل ۷-۳: نمودارهای فوق اثرات شکار توسط باکلان را بر روی ماهیان یک دریاچه کوچک نشان می‌دهد. نمودار سمت چپ توسعه گستردگی داشت و ماهیان جلبکی درشت (که بر حسب کلروفیل a اندازه کیری شده است) را در دریاچه ای نشان می‌دهد که به رودخانه‌ای در نزدیکی خود راه داشت و ماهیان می‌توانستند آزادانه از رودخانه به داخل آن بیایند. در سالهای ۱۹۷۶ و ۱۹۷۷ را رشد جلبکی در این دریاچه بالا بود. نمودار سمت راست نشان دهنده اطلاعاتی از رودخانه مجاور است که از رودخانه جدا شده است. وسعت این دریاچه حدود یک هکتار است و در این دریاچه باکلان فلنجی در زمستان ۱۹۷۶-۱۹۷۷ ساکن شده بود. این پرنده باکلانهای دیگر را به طرف دریاچه جذب کرد و به همین دلیل بیشتر ذخیره ماهیان از بین رفت و دیگر جایگزین نکرد. تعداد دافنی‌ها به مقدار زیادی نسبت به دریاچه باز (آتربراد<sup>۱</sup>) افزایش یافت و برای مدتی طولانی این وضعیت باقی ماند، آب زلال گردید (درجه شفافیت دیسک شسمی را بینند) و گیاهان آبی استقرار یافتند. در آتربراد هیچ گیاهی وجود نداشت (برگرفته از لی و همکارانش ۱۹۸۰).<sup>۷</sup>

آبها باشد نقل و انتقال تعداد کافی از ماهیان مشکل تر خواهد بود و جلوگیری از سکنی گزینی مجدد (در جایی که دریاچه ها با سایر نقاط در ارتباط بوده و برای اهداف متعددی نظیر قایق رانی یا ماهیگیری بکار گرفته شود) مشکلاتی را نیز ایجاد می کند. کاربرد سم روتون در انگلستان منمنع است (استفاده از این سم مستلزم موافقت نامه ویژه از طرف آژانس محیط زیست است). اما در برخی از کشورهای اروپایی چنین نیست. این سم ماده ای است که در اصل از ریشه های گیاه دریس آفریقایی استخراج می شود و می توان آن را برای کشتن فوری ماهیان و یا بی هوش کردن آنها بکار برد. این ماهیان به کمک پرمنگنات پتابسیم به هوش می آیند اما معمولاً تعداد زیادی از آنها تلف می شوند. انتقال هر نوع ماهی نیازمند دریافت مجوزهای متعددی است. این مجوزهادر صورتی که مکان مورد نظر دارای شرایط حفاظتی رسمی باشد، باید از مالک زمین، آژانس محیط زیست [که طبق قانون آزاد ماهیان و شیلات آب شیرین ۱۹۷۵] (بخش ۳۰) موظف به جلوگیری از انتقال، احتمال، انگلهای

در این زمینه وجود دارد که باید بر طرف شود. بر طبق قانون  
حیات و حش و حومه شکار با کلان‌ها غیرقانونی است. اما استفاده  
از پرندگانی که از ذخایر گرفته شده موجود تولید شده اند یا با  
کسب گواهی‌های مخصوص بلا منع است. علاوه بر این،  
امکان بروز اعتراضات اخلاقی نیز وجود دارد. در اینجا لازم به  
تذکر است که شواهد بر این موضوع دلالت دارند که هر گونه  
اقدام برای حذف پرندگان ماهیخوار به نفع ماهیگیری باقلاب  
(به طور مثال)، یک گام معکوس خواهد بود.

انتقال ماهیّها

راه دوم برای انجام اقدامات زیستی مفید انسانی انتقال تمام ماهیان ذخیره شده در دریاچه و نگهداری تعدادی از آنها در تعداد پایین برای چندین سال بوده است. اگر سوم ماهیها مانند روتونو<sup>۳</sup> مورد استفاده قرار گیرد (۱۷۳ و ۱۸۲)، این امر آن گونه که به نظر می‌رسد ساده نبوده و یک فعالیت قابل انجام طی چند روز نیست. هر قدر دریاچه بزرگتر و مرتبط تر با سایر

ماهیان است، انجمن طبیعت انگلیسی<sup>۱</sup>، انجمن حومه ولز<sup>۲</sup>، اداره میراث طبیعی اسکاتلند<sup>۳</sup> و یا سازمانهای حفاظتی ذیربطة در کشورهای دیگر گرفته شود.



به هنگام عملیات دخالت زیستی، ماهیها نیاز متند مراقبت و ذخیره سازی بادقت زیاد می باشند. در این تصویر ماهیانی که در حال اندازه گیری شدن و انتقال به آبهای نزدیک هستند، در مخازنی نگهداری می شوند که از جبابهای هوا پر شده است.

تعیین شود. عموماً ماهیگیران محلی قلاب زن، بیش از منابع رسمی در این زمینه اطلاعات دارند. همچنین ممکن است بررسی هایی در این مورد به وسیله آژانس محیط زیست و یا به عنوان بخشی از پژوهه های تحقیقاتی صورت گرفته باشد. به ویژه اطلاعاتی در مورد جایه جایی فصلی در داخل دریاچه و مناطق دارای شرایط مناسب برای تخم ریزی مفید است. راهنمای ماهیگیری می تواند به تعیین گونه های موجود در منطقه و انتخاب روش های مناسب ماهیگیری کمک کند. انواع روش هایی که به وسیله ماهیگیران تجاری در برخی از مناطق به کار برده می شوند، در صورت قابل دسترس بودن باید انتخاب گردیده و به کار گرفته شوند. این روشها با توجه به تجربیات به دست آمده طی چندین سال توسعه یافته و اصلاح شده اند.

به سه دلیل فعالیت ماهیگیری باید در زمستان صورت گیرد. دلیل اول این که، مرگ و میر طبیعی ماهیان کوچکی که در آن سال از تخم بیرون آمده اند طی تابستان پیشین اتفاق افتاده است و بنابراین تعداد باقیمانده در زمستان به

ساده ترین مورد، بررسی یک دریاچه کوچک به مساحت چند هکتار است که به وسیله یک کanal مصنوعی آب آن کشیده و کاملاً خالی شده است. ماهی ها را می توان به تدریج جمع کرده و برای فروش به سایر آبهای منتقل کرد. به دلیل اینکه ماهی ها برای مدت زمانی طولانی در حال انتقال و تحت فشار هستند، سازمان دهی مطلوب لازم است و ماهیان باید فوری به داخل مخزن های نگهداری پر از هوا و اکسیژن منتقل شوند. به دلیل اینکه کسب اطلاعات درباره جوامع ماهیان بسیار مشکل است، ماهی ها باید شناسایی توزین و اندازه گیری شود. علاوه بر این، در جهت افزایش آگاهی درباره اجتماع ماهیان دریاچه و چرخه های ایجاد کننده تغییرات در راستای بازسازی آنها، نمونه هایی باید برداشته شود و این موضوع باید به زمان نقل و انتقال اضافه شود. ترجیح دارد که این کار بر طبق توصیه های آژانس محیط زیست طراحی شود. گودالهای آب باقی مانده که معمولاً پس از کاهش سطح آب رها می شوند (بخصوص در صورت وجود ماهی کپور) باید به طور دقیق تورکشی شوند. این ماهیان می توانند ساعتهاي متمادی به صورت مدفون در گل و لای زنده بمانند.

در چنین شرایطی احتمالاً نیازی به اضافه کردن ماهی به دریاچه برای سالهای متمادی وجود نخواهد داشت. در صورتی که دریاچه هایی در بالا دست با کانالهای مرتبط با این دریاچه وجود داشته باشد، باید تعداد زیادی موانع محکم در جهت مخالف جریان آب کanal قرار داده شود به طوری که آب قادر به عبور باشد ولی ماهیان نتوانند از آن عبور کنند. وجود جمعیتهای طبیعی ماهیخواران نظیر اردک ماهی، در پشت نرده های کشیده شده بسیار مطلوب است.

در عین حال آب تعداد کمی از دریاچه هارامی توان به آسانی تخلیه کرد. بنابراین برای حذف ماهیان باید به روش های گوناگون ماهیگیری متولّ شد. اولين گام اين است که تا حد ممکن با استفاده از اطلاعات موجود جمعیت ماهیان



در ماهیگیری اغلب بوی بدی متصاعد می شود حتی زمانی که ابزار دقیق الکتروفیشینگ مورد استفاده قرار گرفته باشد.



استفاده از تورهای محاصره ای نیاز مند کار سخت و فشرده است. اما هنگامی که سواحل دارای شبیب ملایم باشند، استفاده از آنها بسیار مؤثر است.

به طور سیستماتیک در امتداد مسیرهای<sup>۳</sup> انجام می گیرد. این مسیرهای وسیله تورهای بلندی ایجاد می شوند که ساحل به ساحل کشیده می شوند و در حین ماهیگیری به طور مداوم جابه جامی گردند. اگر گستردگی مسیر مورد نظر به قدری باشد که بتوان از قایق استفاده کرد می توان ماهیان را به روش الکتروفیش صید کرد. ماهیان ریز سخت تر از ماهیان درشت به وسیله روش الکتروفیش صید می شوند و هرگز انتقال همه ماهی ها با فنون الکتروفیش یا توراندازی امکان پذیر نخواهد بود. فن ایجاد مسیرهای برای دریاچه های بزرگ تراز ۵ تا ۱۰ هکتار عملی نیست. در دریاچه های بزرگ تراستفاده مکرر از تورهای گوشگیر<sup>۴</sup> (۳) با بکرگیری دسته هایی از تورها با اندازه های چشم های مختلف امکان پذیر است. ولی مشکلی جدی در این مورد وجود دارد زیرا این فن باعث کشته شدن ماهیان می گردد ولذا استفاده از آن در انگلستان ممنوع است. اما در تمام نقاط دیگر اروپا این ممنوعیت وجود ندارد. برای استفاده از تور گوشگیر یا بقیه تورهادر آبهای شیرین عمومی، در انگلستان باید مجوز لازم از آژانس محیط زیست گرفته شود. راههای باقیمانده برای صید ماهیان، استفاده از تورهای تراال<sup>۵</sup> در دریاچه های بزرگ و کاربرد تورهای محاصره ای<sup>۶</sup> در تمام دریاچه ها است. این روشها نسبت به تورهای گوشگیر و سم روتونون کارایی کمتری دارند و در صورتی که قرار باشد اکثر ماهیان انتقال یابند نیاز به

حدائق خود خواهد رسید. دلیل دوم این که در آبهای سرد اکسیژن محلول در آب به بالاترین مقدار خواهد بود و فشار نیز به حدائق مقدار خود خواهد رسید.

دلیل سوم اینکه ماهیگیری قبل از تخم ریزی سالانه ضروری است زیرا گرفتن ماهیهای تازه از تخم درآمده بسیار دشوار است و آنها برای تورهای با چشمehای<sup>۷</sup> قابل استفاده، بسیار کوچک هستند.

گام اول کار گذاشتن تورهای متوقف کننده<sup>۸</sup> در طول حتی جریانهای داخلی و خارجی و در طول هر کanal کوچک کناری ویالولههای زهکشی (در صورت وجود ماهی در داخل این لوله ها این ماهیان هنگام بازگشت آب به سمت عقب مجدداً وارد دریاچه خواهد شد) است. در یک دریاچه بزرگ تقسیم حوزه به بخش های قابل کنترل به وسیله تورهای متوقف کننده مفید است اما عملکرد باد و موج ممکن است مانع از این امر شود یا آن را بی اثر کند. در کانالهای کناری با به کار گیری فنون الکتروفیش ماهی گیری صورت می گیرد. این مسئله به طور بالقوه پر مخاطره است و باید به وسیله مجریان واجد شرایط که یک دوره آموزشی را براساس رهنمودهای ملی گذرانده اند انجام گیرد.

فنون مناسب برای ماهی گیری در یک دریاچه به اندازه آن بستگی خواهد داشت. در دریاچه های کوچک، ماهیگیری

#### 1- mesh sized net

#### 2- stop net

#### 3- lane

**۴-Gill nets:** تورهایی که به صورت معلق در آب قرار دارند و ماهی به سمت آنها شتاب می کند و زمانی که سرش از میان آن رد می شود به دام می افتد. بدن ماهی پهن است و از تور رد نمی شود و هنگامی که برای بازگشت به عقب تلاش می کند آبیش آن در تور گیر می کند. بیشتر ماهیانی که بوسیله این تور به دام می افتد به طور طولی آسیب می بینند.

**۵-trawling:** روش ماهیگیری که در آن تورهای کیسه مانندی بوسیله قایق از میان آب یا بر بالای بستر برای صید ماهیان کشیده می شوند.

**۶-seining:** فن ماهیگیری که در آن یک تور به صورت معلق در سطح آب قرار می گیرد و در جایی که سنگین است به سمت بستر گستردگی می شود. تور در یک قوس بزرگ رها می شود و بیس به منظور جمع کردن ماهیان به طرف ساحل کشیده می شود. این ماهیان به صورت زنده جای خواهد شد.

اطلاعات محلی برای شناسایی مناطق خاصی که ماهیان در طول فصل سرد سال در آنجا تجمع می کنند مفید است تا این مکانها به سادگی با الکتروفیش یا توروها احاطه شوند.

علاوه بر این به کارگیری روش‌های غیرستنتی برای انتقال برخی گروههای پراکنده ماهیها مفید است. سیم ماهی‌های بزرگ اغلب از زیر تورهای فرار می‌کنند اما چون آنها پرزاد و ولد هستند باید دوباره انتقال یابند. در نورفوک برادران پس از استقرار مشهود گله‌های این ماهی با هدایت آنها به سمت تورهای ثابت ۷ شکل و ضمن به کارگیری چند ردیف طناب که تکه پارچه‌های اویزان به آنها گره زده شده بود، این ماهیان انتقال یافته‌اند. جدول ۱-۷ روش‌های انتقال ماهی مورد استفاده در نورفوک برادران را نشان می‌دهد. در یاچه‌های مورد نظر کوچک هستند (حداکثر وسعت آنها ۵۴ هکتار است) و بسترهای هموار و با عمق کم (در حدود ۲۰ متر) دارند.

## چه مقدار باید برداشت شود؟

حداکثر ممکن زیست توده ماهی ها در یک دریاچه که با وجود تغذیه از گروههای دافنی هنوز تعداد آنها به منظور

استفاده مجدد و کامل از این تورها (تال و محاصره ای) است. تله های غیربرگشتی<sup>۱</sup> و تورهای کیسه ای<sup>۲</sup> غیرقابل بازگشت ممکن است برای گونه های مخصوصی بکار روند. برآورد کل تلاش صید<sup>۳</sup> مورد نیاز مشکل است ولی به طور تقریبی برابر با کار پنج تا شش نفر در هفته در هر هکتار است.

انتقال همه ماهیهای بندرت امکان پذیر است و برخی از  
ماهیهای برای تخم ریزی در اوخر بهار در محل باقی  
می‌مانند. اطلاعاتی در مورد محلهای مناسب تخم ریزی ماهیان  
نیز ضروری است چون در این مکانها می‌توان تورهارا کار  
گذاشت. این کار بیشتر در حاشیه نیزارها انجام  
می‌گیرد زیرا ممکن است ماهیان کلمه، سیم ماهیان خاردار در  
آن نقاط تخم بگذارند. پس از آن می‌توان تورهای را جابجا کرد. در  
صورت شناسایی این مکانها می‌توان ماهیان تخم گذار را در حین  
تخم ریزی صید کرد. با این وجود، برخی از ماهیان جوان در نقاط  
دیگری از تخم بیرون می‌آیند و ماهیان دیگری نیز ممکن است  
به همراه سیلابها در زمستان بعدی وارد دریاچه شوند. کاهش  
شدت عملیات ماهی گیری در سالهای بعدی (پس از ماهیگیری  
اصلی) در حین اجرای عملیات بازسازی معقول به نظر می‌رسد.

جدول ۷-۱: فنون انتقال که در نورفوك برای جابجایی و حذف ماهیان به کار گرفته شده است (۸۰)

**(۱) الکتروفیش سیستماتیک:** این کار از داخل یک قایق پارویی سه متری با یک پاروزن و یک اپراتور، بابکار گیری یک فرکانس بالا (تا  $2000$  هرتز)  $300$  ولت،  $21$  آمپر و با سیستم تولید جریان برق مستقیم، توسط ژنراتورهای  $1/7$  یا  $3$  کیلوولت تامین انجام شده است. در این روش ماهیان بیهوش شده و به سمت آندی که در دست نگه داشته شده کشیده می‌شوند و بوسیله تورهای سبک وزن به داخل قایق حمل می‌گردند. این فن به ویژه برای فضاهای کوچک و محدود نهرها و کناره‌های ساحلی مناسب است.

(۲) روش الکتروفیش برای ماهیان بزرگ جدا شده یا گله های کوچکی از این ماهیان:

ماهیان بوسیله یک قایق ۴ متری پرقدرت تعقیب می شوند. به انتهای این قایق یک کاتند متصل شده و آندی نیز در جلوی آن قرار دارد. انجام این امر مستلزم شرایط آب زلال و آرام است و یک عملیات مکمل به دنبال صید با الکتروسیستمه به حساب می آید.

(۳) تورهای محاصره‌ای: تورهایی به طول ۱۲۰-۱۵۰ متر که به ویژه برای محاصره ماهیان بکار گرفته شده اند و چون برادر افاقت

کناره های شیب دار است، به طور سنتی از یک پل موقت شناور و قابل حمل برای کشیدن ماهیان بداخل تور استفاده شده است.  
**(۴) تورهای جداگانه:** تورهای سبک وزن، عمرتی تک رشته ای که از پشت قایق رها می گردید تا گله های ماهی را برای انتقال

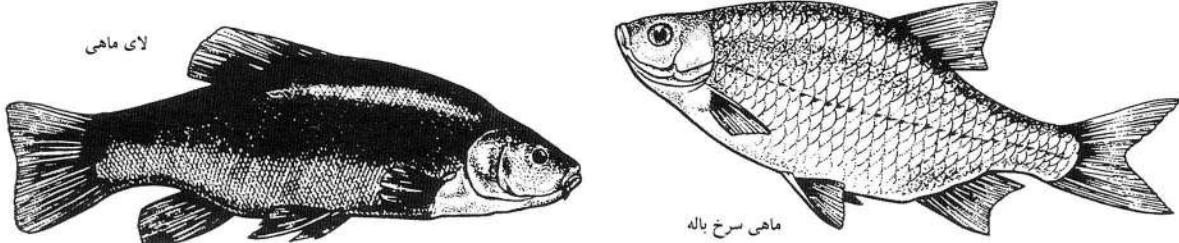
(۵) دامهای ماهیگیری ساکن (توهاء، کیسه‌ای)، این توهاء که تله‌های غرب گشته هستند به طور سنتی به سلیمان صدای:

مارماهی موده استفاده قرار می گرفته است. این تور برای مدت ۱۲ تا ۲۴ ساعت برای گرفتن ماهیان بزرگی به کار می روند که با سایر رو شهابه دام نیافتداده اند. آنها در ۵ متري ساحل یا در رودخانه هایی با عمق بیش از ۵ متر (در حدود صد متري ساحل) کار گذاشته می شوند.

(۶) خطوط ترس و تله های ماهیگیری: طنابهایی که از تکه پارچه هایی به رنگ روشن تشکیل شده است و به وسیله قایق کشیده می شود. این طنابها، ماهیها را ترسانیده و به سمت تورهای متوقف کننده هدایت می نمایند تا آنها به وسیله تورهای محاصره ای گرفتار و منتقل شوند.

(۷) جلوگیری از تخم ریزی موفق: اگر تور در مناطق سنتی تخم ریزی قرار بگیرد، ماهیان سیم، کلمه، لای ماهیها و احتمالاً ماهیهای

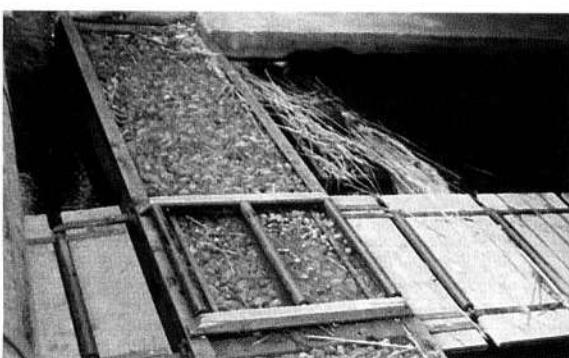
دیگر بر روی تور تخم ریزی می کنند. سپس می توان تور را به مکانی خشک انتقال داد. این کار تضمیمه را زیبین می برد.



لای ماهی و ماهی سرخ باله (*Scardinius erythrophthalmus*) با وجود مصرف برخی از قسمتهای گیاهان آبی، گونه‌های مطلوب تر جامعه ماهیان نسبت به کپور و سیم ماهی هستند. این ماهیان بیشتر عمر خود را پلانکتون خوار نیستند و در تراکم‌هایی که به طور معمول ظاهر می‌شوند مخرب نمی‌باشند.

بلغ ماهی خوار و در زمان قبل از بالغ شدن زئوپلانکتون خوار است. در ضمن سلامت ماهیها باید پس از برگرداندن به طور دائمی کنترل شود.

تردیدی که وجود دارد در مورد بازگرداندن ماهیان کف زی خوار<sup>۱</sup> مانند لای ماهی (*Tinca tinca*) و ماهی بال سرخ (*Scardinius erythrophthalmus*) است ولی به هر حال ماهی کپور هرگز نباید برگردانده شود. اغلب وقتی که آب صاف و زلال می‌شود و رشد گیاهان آبزی آغاز می‌گردد کف دریاچه با جلبک‌های ریسه‌ای یا رشتہ‌ای شکل<sup>۲</sup> مانند اینترومورفا پوشیده می‌شود. این جلبک‌ها زیستگاه‌های کوچکی را بوجود می‌آورند که ممکن است رشد سایر گیاهان بزرگتر و مطلوب تر را متوقف کنند. با این حال همیشه این حالت پیش نمی‌آید (۱۸۹). ممکن است ناآرامی کف دریاچه و تعذیه مستقیم برخی از ماهیان کف زی خوار از جلبک‌های



حرکت آب و ایجاد مسیری برای قایق‌ها بر روی یک رودخانه کوچک را می‌توان به کمک سدهای شنی ایجاد کرد. این سدها از بازگشت ماهیان، در طول فرایند دخالت زیستی جلوگیری می‌کنند.

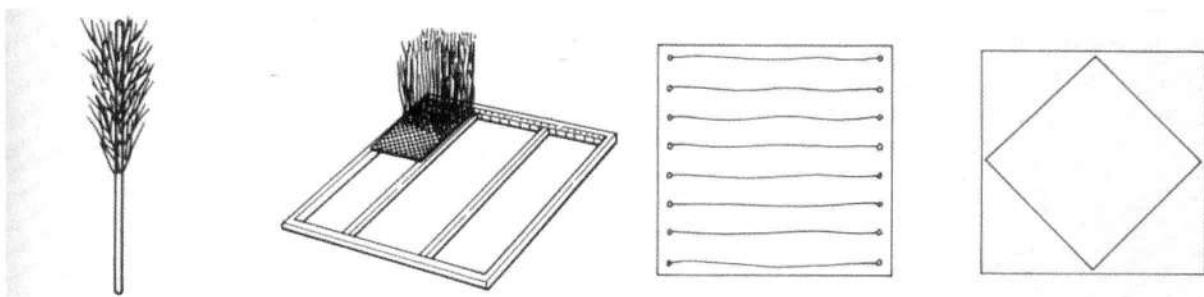
کنترل فیتوپلانکتونها کافی باشد، دقیقاً مشخص نیست. مقدارهای ذکر شده در متون مربوطه شامل ۲۳۰ تا ۴۵۰ گرم در هر مترمربع است (۹۶). در نبود پناهگاه برای دافنی‌ها نظیر فقدان گیاهان آبزی، می‌توان این مقدار را در پایین ترین سطح این طیف یعنی شاید ۱۴۰ گرم وزن زنده در هر مترمربع یا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار دانست. البته این مقدار به نسبت ماهیهای زئوپلانکتون خوار در این توده زنده و نسبت ماهیان ماهی خوار به زئوپلانکتون خوار در آن، بستگی زیادی دارد.

اطلاعات موجود بیانگر این است که در دریاچه‌هایی با غلبه فیتوپلانکتونی، همه توده زنده ماهیها بین ۲۰۰ تا ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار است. جایی که فقط نیمی یا کمی بیشتر، از توده زنده انتقال یافته باشد (اگرچه حجم عظیمی به نظر میرسد) پیشرفت واقعی در بازسازی صورت نگرفته است.

بالاتکلیفی بیشتر زمانی بوجود می‌آید که ماهی گیری انتخابی باید انجام شود یا ماهی خواران به دریاچه برگردانده شوند. انجام این کار ضرورتی در پی نخواهد داشت، اگرچه ممکن است به حذف پلانکتون خواران باقی مانده کمک کند. در این صورت با وجود آنکه ماهی گیری به شکل منطقی موفقیت آمیز بوده است، ولی با این کار بسیاری از ماهی خواران دچار گرسنگی شده و یا بالا جبار همجننس خواری می‌کنند که این موضوع قابل قبول به نظر نمی‌رسد. در صورتی که کار بازگرداندن ماهی خواران به هر دلیلی لازم باشد، باید ماهی خاردار جزء آنها باشد. زیرا این گونه در زمان

### 1- bottom-feeding fish

thalloid algae - ۲: این جلبک‌ها ساختاری سه بعدی را شکل می‌دهند که معمولاً به آسانی با چشم غیر مسلح قابل مشاهده است.



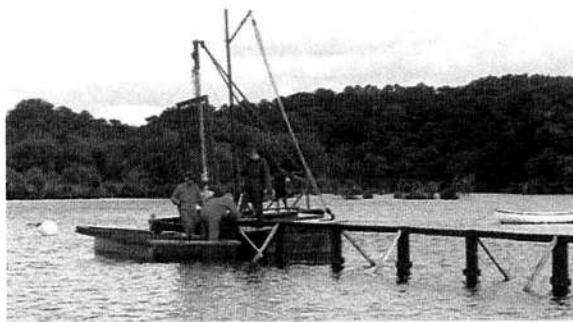
شاخه بوته های چوبی

طناب پروپیلینی

تور گذاری

تور گذاری

شکل ۴-۷: این شکل طرحهای متنوعی از پناهگاه را نشان می‌دهد. دسته‌هایی از شاخه‌های کوچک که دور یک تیرک چوبی پیچیده شده و در عمقهای ۱تا ۲ متر در هر مترمربع از بسقیر دریاچه فرو برده شده است. طناب پلی پروپیلن که دور یک حصار فیبری یا قابهایی پیچیده شده و در بستر قرار داده می‌شود. تورهایی به شکل جعبه میوه که می‌توان آنها را به صورت معلق یا به شکل جعبه‌هایی در آب قرار داد. تأثیر تورهای پلاستیک مطالعه شده ضعیف بوده است ولی نسبت به ابزارهای دیگر مؤثرer هاستند. اگرچه تأثیر آنها کامل نیست و پرهزینه نیز هاستند (ازاروین و همکارانش ۱۹۹۰).



در این تصویر ساختمان سدی نشان داده شده که در برابر حرکت ماهیها در آندرفون براد ساخته شده است. همه ماهیان انتقال یافتند ولی لای ماهیان به عنوان بخشی از آزمایش، باقی گذاشته شدند.



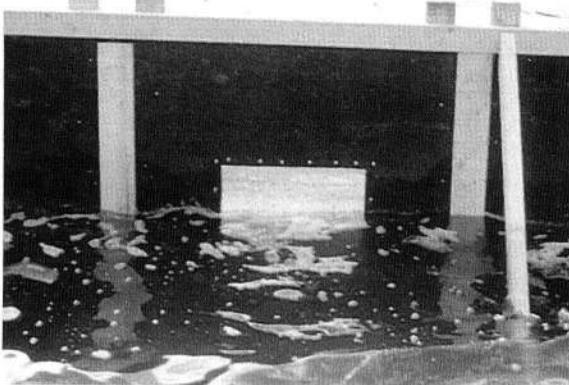
منطقه محصور آزمایشی بدون ماهی (در حدود یک هکتار) که در هاوتون گریت براد احداث شده است. آب این منطقه که ماهیان آن جابه جا و حذف شده‌اند شفاف گردیده است و گیاهان شروع به رشد و تجمع کرده‌اند. مناطق دایره‌ای شکل، زیر مجموعه مناطق محصور هستند که به تحقیقات بر روى اثرات امواج و تغییر پرندگان بر روی رشد گیاهان، اختصاص دارند.

رشته‌ای و ریسه‌ای شکل برای رشد گیاهان عالی تر آشیان‌های اکولوژیکی را به وجود بیاورد اما در این باره عملاً اطلاعات مشخصی وجود ندارد.

### جایی که دخالت زیستی دشوار است

حتی پس از آنکه تمام مراحل جابه جایی و حذف تعییر وضعیتها بیش برنده و کنترل مواد مغذی انجام شده باشد ممکن است تعدادی از شرایط موجب شوند که دخالت زیستی انسانی در همه بخش‌های یک دریاچه بسیار مشکل و حتی غیرممکن شود. نخستین علت، مشکل جداسازی دریاچه جهت جلوگیری از سکنی گزینی مجدد ماهیان است. این وضعیت به ویژه برای دریاچه‌های مرتبط با جریانهای ورودی و خروجی یک رودخانه دائمی وجود دارد. این جریانها حاوی اجتماعات ماهیانی هستند که انتقال آنها غیرممکن است و تمهداتی که برای ممانعت از عبور ماهیها در نظر گرفته می‌شود موانع مطمئنی نیستند. همواره کافی است که تعداد کمی از ماهیان به منظور تخم‌ریزی به دریاچه باز گردند تا جمعیت قابل توجهی را در مدت نسبتاً کوتاهی به وجود آورند.

در این خصوص، استفاده از طرحهای دقیق نظری سدهای متحرک طراحی شده، همراه با افزودن سم روتون در هر بار مصرف، غیرااقتصادی به نظر می‌رسد. در دریاچه بروکلین<sup>۲</sup> واقع در هلند، از یک دریچه توری کنترل شونده



مناطق محصور هاوتون کریت براد از صفحات پلاستیکی باز یافت شده ای ساخته شده است که بواسیله تیرهای عمودی نگه داشته می شوند. دریچه های با شبکه یک میلی متری هم اندازه فولادی خردمند به منظور مخلوط شدن آب و یکسان نمودن سطوح آب در این دریاچه جذر و مدب تعبیه شده اند. چنین اختلاطی جهت کاهش رکود آب و جلوگیری از رشد جلکه های سیز - آبی مطلوب است. جلکه های چسبنده و رسوبات مارلی، مشکل انسداد دریچه ها را بوجود می آورند. دریچه ها باید به وسیله یک برس سیمی در قواصل زمانی معین تمیز شوند.

گرچه در ابتدا مؤثر بودند ولی پس از غوطه ور شدن در آب تنها برای حدود یکسال کارایی داشتند. پناهگاهها اگر با گستردگی کافی به کار روند کارآمد خواهند بود، اما هزینه مانع از استفاده از آنها برای تمام دریاچه‌ها، به جز دریاچه‌های کوچک خواهد شد.

پناهگاههای محصور

یک راه جایگزین، ایجاد مناطق محصور خالی از ماهی در دریاچه، در پناه حصارهای محکم است (۱۴۱). این کار به طور موفقیت آمیزی در هاوتن گریت براد و هاوتن لیتل براد<sup>۳</sup> (دو دریاچه از نورفولک برادز) اجرا شده است. در صورت موفقیت آمیز بودن بازسازی در چنین منطقه محصوری، مناطق محصور بیشتری را می توان ساخت. تازمانی که نسبت متناسبی از دریاچه بوسیله این مناطق تحت پوشش قرار بگیرد. در مرحله بعدی سدها باید برداشته شوند و بسترهای گیاهی آبزی تازه ایجاد شده باید بتوانند برای کل دریاچه به عنوان یนาهگاه عمل نمایند.

یکی از مشکلاتی که در این راه وجود دارد انتخاب مواد

با جریان برق استفاده شد، این دریچه برای عبور قایقها به طور موقت پایین آورده می شد (۲۰۷). کارآیی این وسیله قابل ارزیابی نبود زیرا طی فرایند دخالت زیستی مفید انسانی در این دریاچه تنها ۴۰٪ ماهیان انتقال یافته اند و هیچگونه پیشرفتی که حاصل این عمل به تنها یکی باشد مشاهده نشد. به طور کلی تنها در جایی که جریان آب بتواند تغییر یابد و مشکلات عبور و مرور وجود نداشته باشد، جدا کردن به وسیله سدها، راه مقرون به صرفه و قابل انجام است. این اقدام در کاکشوت براد نورفوک، در جایی انجام گرفت که اتصال نهرهای ناچیز بوده و عبور قایقها فقط به قایقهای پارویی محدود است. در آن منطقه تلی از شنها در طول رودخانه به جریان آب اجازه عبور داده و از عبور ماهیان جلوگیری می کند و مسیری نیز برای قایقهای پارویی به وجود می آورد.

در صورت غیرممکن بودن جداسازی، دو راه حل وجود دارد. اولین راه حل حمایت مداوم یا غیرمداوم از فعالیتهای ماهیگیری است تا ماهی ها سریع تر از تجمع مجدد خود، حذف و یا منتقال یابند. این اقدام پرهزینه است اما تا حدودی می تواند با فروش ماهی برای ذخیره شدن در آبهای خصوصی جبران شود. این کار ممکن است فقط طی چند سال برای استقرار مجدد گیاهان لازم باشد.

دومین راه به وجود آوردن پناهگاههای مصنوعی شبیه به پناهگاههایی است که نهایتاً پس از کامل شدن بازسازی بوسیله گیاهان آبزی به وجود می‌آید. آزمایش‌های زیادی پناهگاههای ممکن را مورد آزمون قرار دادند که شامل خطوط موازی شبیه جعبه‌های میوه و تعداد زیادی از طنابهای پلی پروپیلن شناور و بالارونداز حصیرهایی است که در ته دریاچه استقرار می‌یابند. این حصیرها از بافته شدن شاخه‌های کوچک بید و توسکا تشکیل شده‌اند (شکل ۴-۷). اطلاعات موجود بیانگر این است که اگر ماهی به دریاچه دسترسی داشته باشد نواحی قابل توجهی از پناهگاهها مورد نیاز خواهند بود و باید نیمی از دریاچه از این پناهگاهها پوشیده شوند. البته این موضوع فقط در حد یک گمان است زیرا هیچ آزمایشی تاکنون به این نتیجه نرسیده است.

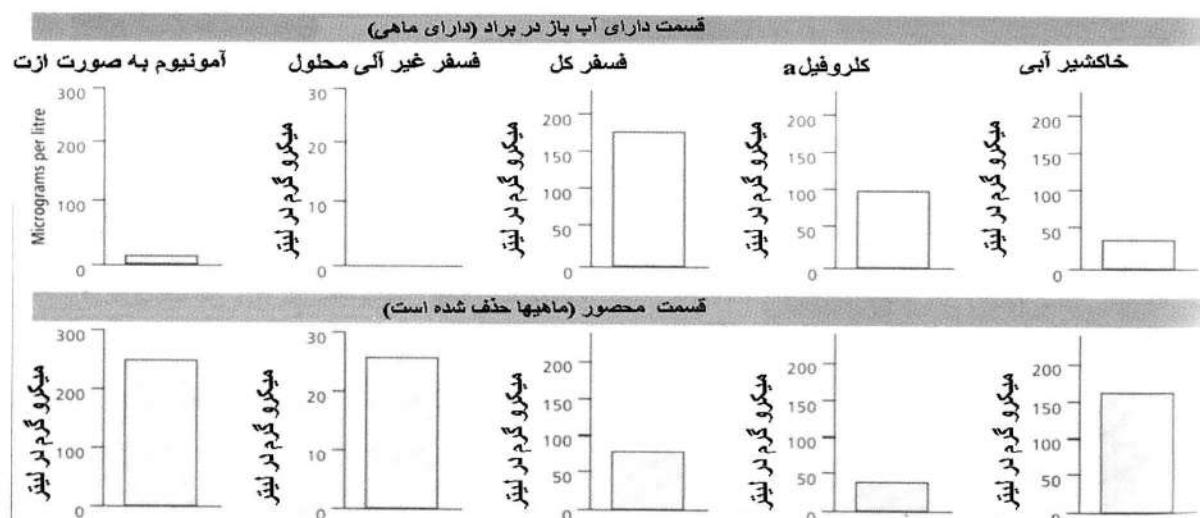
طناب پلی پروپیلن مؤثر ولی خیلی گران است. تورهای آویزان کارآمد نبوده است و رشته های شاخه های کوچک

مثل صفحات فولادی متراکم برای هنگام شدیدتر بودن جزر و مد مورد نیاز خواهد بود.

توجه به جریان دائمی آب اهمیت دارد. زیرا هرچه مدت زمان نگهداری رکود و سکون آب طولانی تر باشد احتمال رشد جلبکهای سبز-آبی در تابستان بیشتر خواهد بود. رشد جلبکهای سبز آبی می‌تواند بوسیله چراکننده‌ها کنترل شود (۳۸)، که البته همیشه هم این طور نیست (۱۵۲ و ۴۸)، به ویژه زمانی که جمعیتهای قابل توجهی از این جلبکها رشد و تکثیر پیدا کرده باشند. کلونی‌ها و رشته‌های این موجودات زنده کاملاً بزرگ‌نحوه سهولت اندام صاف کننده دافنی را مسدود می‌کنند. این جلبکها ممکن است موادی ترشح کنند که مانع از تغذیه شود و رژیم غذایی فقیری را برای این حیوانات بوجود آورند. بنابراین باید از آنها اجتناب کرد. سست شدن دیواره‌های منطقه محصور طی حرکات جزر و مد آب پدید می‌آید و این موضوع در ابتدا با مسدود شدن دریچه‌های فولادی ضدزنگ بوسیله پری فیتونها آغاز می‌شود. انسداد دریچه‌های برابر سزدن شدید کاهش می‌یابد. البته پس از غلبه بر مشکلات، این فنون به طور کامل موفقیت آمیز خواهد بود (شکل ۷).

برای ایجاد منطقه محصور است. این حصارها باید از موادی ساخته شوند که ضمن عبور آب از آنها، مانع از ورود ماهیان (حتی لارو آنها) شوند. حصار باید بتواند در برابر اثرات جابجا کننده (سست کننده) جریانهای آب مقاومت کند، به ویژه زمانی که نظام دریاچه به یک رو دخانه جزر و مدی متصل باشد و تغییرات چندین سانتی متری آب به طور منظم رخ دهد. البته ما هنوز نمی‌دانیم که تحت چه شرایطی، برداشتن موانع (سد) و اجازه ورود به گله‌های ماهی، خطری در پی خواهد داشت. تنها پیشنهادی که می‌توان کرد توصیه به صبر است و نیز تا جایی که امکان دارد باید پوشش انتخابی وسیع تر باشد.

در هاوتن گریت براد دو مشکل اولیه با استفاده از نرده ای از جنس پلاستیک متورق بازیافت شده و صفحات چوبی در شکافهای چوبی عمودی (که تقریباً به اندازه یک متر در بستر دریاچه نفوذ کرده‌اند) بر طرف گردید. دریچه‌هایی به ابعاد یک متر در نیم متر به منظور هم تراز کردن سطوح و جریان ناگهانی آب بمناطق محصور شده وجود دارد. این دریچه‌ها از جنس فولاد ضدزنگ با روزنگ باروزنگ‌هایی یک میلی متری هستند که در فواصل ۱۵ متری برای عبور آب در نظر گرفته شده‌اند. لازم به توضیح است که مواد مقاوم تری



شکل ۷-۵: این نمودار اثرات انتقال و حذف ماهیان از درون یک منطقه محصور در هاوتن گریت براد را در سال ۱۹۹۲ نشان می‌دهد. در مقایسه با رودخانه بازی که ماهیان به آن دسترسی دارند، تعداد دافنی‌ها افزایش یافته و تعداد فیتوپلانکتونها کاهش یافته است. از طریق دریچه‌های مشبک از جنس فولاد ضدزنگ، به آب امکان حرکت به داخل و خارج داده می‌شود. به هر حال اثرات شیمیایی تغییر در رژیم غذایی هنوز نمایان نشده است.

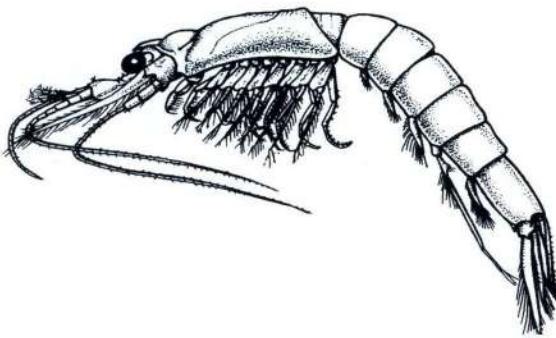
زمانی که ماهی در آب نیست مقادیر بیشتری از فسفر معدنی محلول و آمونیم در آب وجود دارد. این موضوع به خاطر این است که از یک جهت جذب کمتری به وسیله جلبکها صورت گرفته و از طرف دیگر دفع این مواد به وسیله دافنی‌ها انجام گرفته است. البته در صورت وجود جمعیتهای بزرگ‌تری از دافنی‌ها، مقدار فسفر کل کمتر می‌شود. احتمالاً علت این موضوع جذب و در نتیجه از دسترس خارج شدن مقداری از فسفر در کل و لای از طریق مدفوع دافنی‌ها است.

## دشواریهای شکارگران بی مهره

اتفاق دیگری که ممکن است رخداد فرا ایش شکارگران بی مهره تغذیه کننده از دافنی است که در هنگام انتقال ماهیان شکارچی آنها، ممکن است جایگزین شده باشند. این شکارگران ممکن است شامل سخت پوستانی نظری پلیفموس (پالپتودورا) (از اعضای معمولی گروه زئوپلانکتونها) باشند. شکار عمده آنها زئوپلانکتونهای ریزتر نظیر پاروپایان جوان (نابالغین و بالغین)، گردان تنان و گونه های ریز که های آبی مانند بوسمینا هستند. دافنی ها معمولاً برای شکار شدن بوسیله آنها بسیار بزرگ هستند و بی مهرگانی مانند سوسکهای آبی که قابلیت شکار دافنی هارا دارند معمولاً محدود به مناطق محصور شده می باشند. البته شکار توسط بی مهرگان نباید یک مشکل به حساب آید.

دو مثال در مورد چنین مشکلی وجود دارد. اولین مورد در دریاچه های خیلی بزرگتر واقع در شمال آمریکا رخ داد که یک شکارگر سخت پوست معرفی شده به این منطقه به نام بیتروترفس<sup>۱</sup>، باعث کاهش جمعیت دافنی شده است (۱۱۹ و ۱۲۰). در عین حال این مسئله در دریاچه های کم عمق<sup>۲</sup> مشکلی به حساب نمی آید. دومین نگرانی میگوهای مایسید<sup>۳</sup> است. بخصوص جنس های میسیس<sup>۴</sup> و نئومیسیس<sup>۵</sup> که آنها نیز از دافنی ها تغذیه می کنند و در دریاچه های آمریکای شمالی، تجربه نشان داده است که باعث کاهش جمعیت دافنی شده اند (۱۱۴ و ۱۵۸ و ۱۵۹). این مشکل مربوط به دریاچه های سردو عمیق بوده است ولی در بازسازی پهنه های آبی کم عمق نیز جنس نئومیسیس مشکل بزرگتری را ایجاد می کند که در زیر به آن اشاره می گردد.

این موضوع به ویژه در مورد گونه *Neomysis integer* بیشتر خود را نشان می دهد. این جاندار یک میگوی آب شور با آستانه تحمل شوری کمتر از ۱۵۰ میلی گرم کلراید در هر لیتر و شاید کمتر است، اگرچه مدت زمانی که تحت چنین شرایطی زنده می ماند هنوز مشخص نشده است. این گونه در آبهای شور که اجتماعات گیاهان آبزی مستقرند مشکلی محسوب نمی شود. این سخت



*Neomysis integer* یک میگوی کوچک است که در آبهای به نسبت شور، رشد و نمو می کند و از شاخی سیخکانی نظیر دافنی و همچنین پری فیتوون ها و ذرات ریز تغذیه می کند. این میگو در مصبهای اروپای شرقی و رودخانه های بالادست آنها (که تحت تأثیر جزر و مد هستند) وجود دارد.

پوست همه چیز خوار است و از پری فیتوونها و جانوران دیگر نیز تغذیه می کند (۹۲ و ۹۹). هنگامی که این جانور در نتیجه مدهای بلند (که برای مدتی باعث افزایش شوری می گردد) به آبهای رودخانه ای نزدیک دریا آورده می شود، شواهدی وجود دارد که این امر برای مدتی باعث کاهش جمعیت بسیار زیادی از دافنی ها گردیده است (۱۵۳). این مسئله بخصوص ممکن است دریاچه های ساحلی و دریاچه های مرتبط با رودخانه های دشتی سیلانی مناطق پست را تحت تأثیر قرار دهد. لازم به توضیح است که در این دریاچه ها، افزایش سطح آب دریا، عملیات کنترل سیل در رودخانه های پایین تر، جریانهای رودخانه ای کاهش یافته در تابستانهای خشک و افزایش انحراف مسیر جریانهای بالادست آب برای آبیاری، تماماً تابیری هستند که ممکن است شوری را به حد افزایش دهنده در آن حد، جنس نئومیسیس بتواند زیست کند. در حال حاضر افاق مت کوتاه مدت این جانور دارای مشکل موقتی است زیرا نهایتاً جریانهای آب شیرین، شوری را تا زیر آستانه تحمل این موجود کاهش می دهد.

### کدورت ناشی از باد

در دریاچه های بزرگ کم عمق که باد و موج ممکن است دارای قدرت کافی برای جابجایی مقادیر زیادی از رسوب کف دریاچه باشند مشکل بیشتری بوجود می آید. بنابراین، اگرچه دخالت زیستی انسانی ممکن است باعث حذف کدورت ایجاد

1- Polyphemus

5- Mysid shrimps

6- Mysis

2- Leptodora

7- Neomysis

3- Bosmina

4- Bythotrephes

۷

قرار نمی دهد و بنابراین پیش‌بینی موفقیت در جایی که چنین سنجش‌هایی انجام گرفته است محتاطانه به نظر می‌رسد.

### یادآوری

درنهایت یک یادآوری مهم‌این است که مشکل اصلی در انجام دخالت زیستی، متقادع کردن جوامع محلی در مورد عاقلانه بودن این فرایند است. زیرا نقل و انتقال ماهی در نگاه اول به نفع روند حفاظت به نظر نمی‌رسد. روی هم رفتہ برای مدت زمان طولانی تصور می‌شود که وجود تعداد زیاد ماهی نشانه سالم بودن آب است. بعضی از این مسائل در فصل سوم مورد بحث قرار گرفته است. اما در اینجا دوباره باید تأکید شود که روابط عمومی خوب سازگاری برای شروع فرایند دخالت زیستی است. باید تأکید شود که اگرچه ماهیان باید انتقال نیابند ولیکن این فقط برای چند سال اول مناسب و درست است. پس از آن اجتماع ماهیان در تنوعی وسیع تر و جذاب تر استقرار خواهد یافت و ساختار سنی ماهیان نیز گسترش دارد. در دریاچه‌هایی که از فیتوپلانکتونها نباشند، وجود ماهیانی نظیر ماهی کلمه که سن آنها بیشتر از سه سال باشد، غیرعادی است زیرا بی مهرگانی که این ماهیان از آنها تعذیب می‌کنند (همراه با گیاهان مرتبط با آنها) به مقدار کافی وجود ندارند. هرگاه طی فرایند دخالت زیستی، اردک ماهی یا شاید لای ماهی در دریاچه باقی گذاشته شده باشد ماهی‌گیری هنوز امکان‌پذیر است. در عین حال بعید به نظر می‌رسد که ماهی‌گیران رقابتی کپور تحت چنین شرایطی راضی باشند. در ضمن علت معمول عدم موفقیت دخالت زیستی، فقط نقل و انتقال ناکافی ماهیان است و تکرار این نکته، بالرغم این که انتقال میزانی در حدود یک دوم تا یک سوم (که از نظر مردم بخش وسیعی است) کافی نخواهد بود. ماهیان پرزاد و لدهستند و در طول مدت یک فصل مجدد تکثیر می‌یابند و اگر به طور کامل انتقال نیابند می‌توانند جمعیت را به میزان اولیه برسانند. در جایی که ماهی‌گیران نسبت به ارزش اقدامات صورت گرفته واقف نشوند تمایل پیدامی کنند تا به طور غیرقانونی ماهیان را در نیمه‌های شب به دریاچه برگردانند. بعید به نظر می‌رسد که این موضوع به جز دریاچه‌های کوچک، بتواند در فرایند دخالت زیستی، اختلال جدی ایجاد کند، ولی نشان‌گر

شده بوسیله جلبک‌ها شود، اما هنوز ممکن است کدورت قابل ملاحظه‌ای بوسیله رسوبات ایجاد گردد که باعث تیرگی رنگ آب شود. در این خصوص، انتقال سیم ماهی و کپور مفید خواهد بود زیرا این ماهیان هنگام جستجوی غذا در کف باعث بر هم خوردگی بستر می‌گردد. این شرایط در فصل بعدی کتاب (مربوط به استقرار مجدد گیاهان) مطرح شده است. راه حل مشکل وزش باد و آشفتگی حاصل از موج، تهیه موج شکن و ایجاد مناطق آرام به عنوان «پناهگاه» برای گیاهان به همان صورتی است که برای دلفین‌ها نیز ممکن است. در حقیقت هر دو مسئله ممکن است به وسیله ایجاد یک منطقه محصور قابل حل باشد. در دریاچه‌های کوچک فروافتگی‌های موجود در کناره نیزارها ممکن است سایبانی را به این منظور ایجاد کنند.

### بالاخره، انگل‌ها!

یکی از آخرین مسایل، مشکلاتی است که ممکن است با انتقال ماهیان بوجود آید. زیرا ممکن است ماهیان دارای انگلهای غیرمعمول باشند. در این صورت آنها باید از بین برده شوند. یک مورد در دریاچه لیاندرینداد ولز<sup>۱</sup> اتفاق افتاد که در آنجا ماهی کپور از دریاچه آلوده به کرم ترماتود<sup>۲</sup> انتقال یافته بود. این مورد نیز قبلاً یک بار در انگلستان گزارش شده بود. این کرم یک گونه آسیایی / اروپای شرقی بود که دوره زندگی آن در کرم‌های کم تار<sup>۳</sup> کامل می‌شد. اینها اعضای طبیعی و معمول اجتماع بی مهرگان رسوبات هستند. با این وجود، انواع بزرگ این کرم‌ها به ویژه به عنوان طعمه برای قلاب ماهی‌گیران به وسیله آنها وارد دریاچه می‌شود و این راهی است که انگل ممکن است به دریاچه راه یابد.

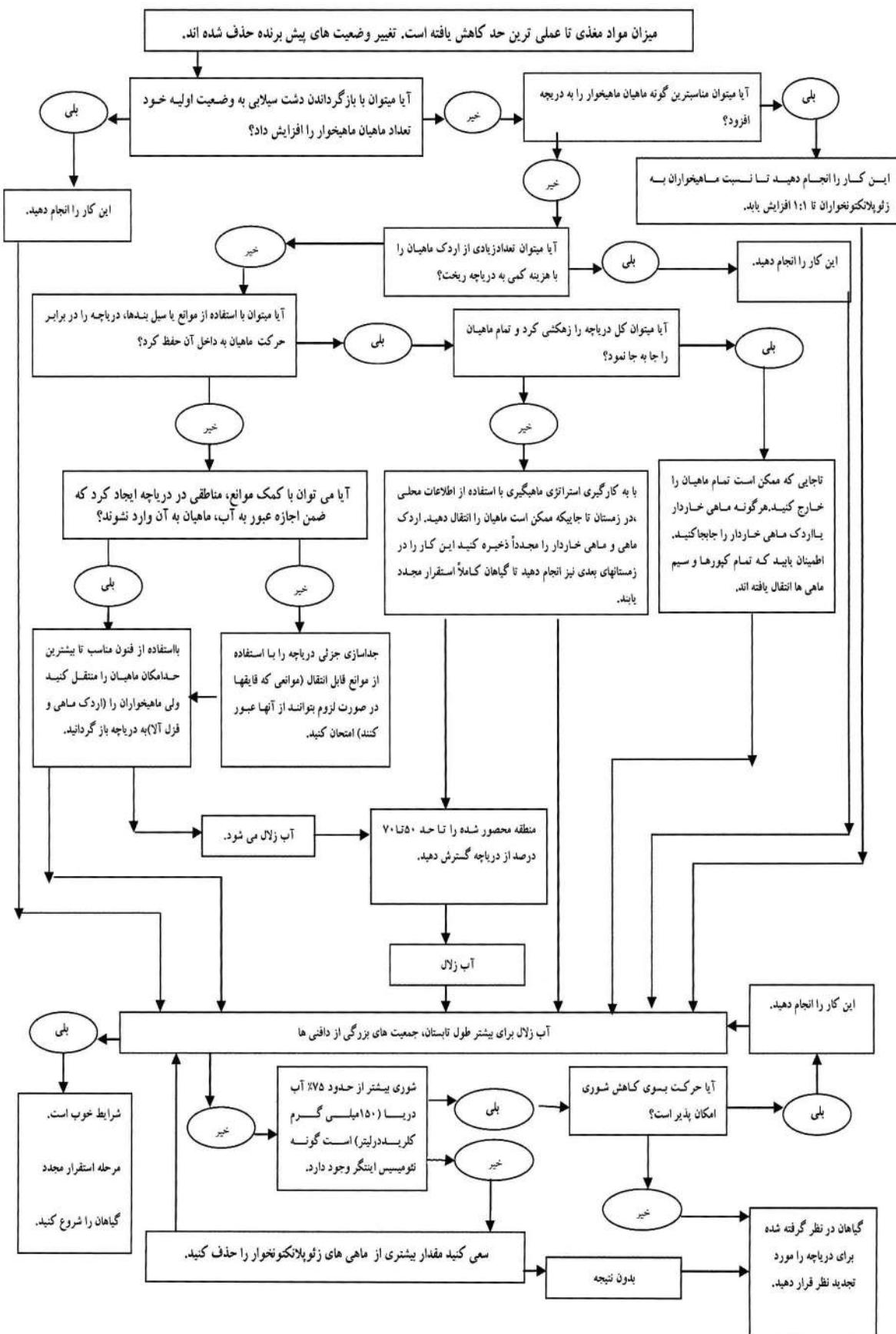
### پیش‌بینی میزان موفقیت دخالت زیستی

دانشمندان هلندی پرسشنامه‌ای را طراحی و تکثیر کردند (۸۴) تا مدیران دریاچه‌ها امکان تعیین احتمال موفقیت فرایند دخالت زیستی را در دریاچه تحت مدیریت خود ارزیابی کنند. این طرح (جدول ۲-۷) فرض را بر انجام شدن معیارهای مواد مغذی

جدول ۷-۲: این جدول طرحی (۸۴) را جهت پیش‌بینی موققیت احتمالی فرایند دخالت زیستی انسانی برای رسیدن به آب زلال (حتی در صورت عدم کنترل مواد مغذی) ارایه می‌کند. امتیازات به دست آمده از جوابهایی که به سوالات داده شده در هر بخش باید با هم جمع شوند تا امتیاز کل به دست آید. این امتیاز معیار موققیت احتمالی دستیابی به آب زلال است. مفهوم امتیازات در انتهای جدول توضیح داده شده است.

امتیاز	امکان زلال بودن آب	حرکت به	پاسخ	پرسش
<b>بخش اول</b>				
+1	زیاد		بلی	۱- آیا دافنی های بزرگ قبل و وجود داشته‌اند.
		پرسش دوم	خیر	در کمتر از ۱۰ لیتر
-۲	کم		بیش از ۱۰۰۰۰ عدد در هر میلی لیتر	۲- آیا قبل جلبکهای سبزآبی رشته‌ای وجود داشته‌اند؟
.	متوسط		بین ۵۰ تا ۱۰۰۰۰ عدد در هر میلی لیتر	
		پرسش سوم	کمتر از ۵۰۰۰ عدد در هر میلی لیتر	۳- آیا جنس نئومیسیس قبل وجود داشته است؟
-۲	کم		بلی	
+1	زیاد		خیر	
<b>بخش دوم</b>				
+1	زیاد		بلی	۴- آیا در پنج سال گذشته بیش از ۵۰ کیلوگرم در هکتار ماهی سیم و کپور معمولی در دریاچه ذخیره شده است؟
		پرسش پنجم	خیر	
-۱	کم		کمتر از ۵۰ کیلوگرم در هکتار	۵- زیست توده تخمینی برای ماهی سیم و کپور معمولی چقدر بوده است؟
.	متوسط		بین ۵۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	
+1	زیاد		بیش از ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	
<b>بخش سوم</b>				
-۱		پرسش هفتم	بلی	۶- آیا خطر تعليق مجدد رسوب در دریاچه کم است (دریاچه‌های محصور، کوچکتر، عمیق‌تر)؟
			خیر	
		پرسش هشتم	بلی	۷- آیا خطر تعليق مجدد رسوب در دریاچه زیاد است. (دریاچه‌های محصور نشده کم عمق بزرگ)؟
.		پرسش نهم	خیر	
-۱			بلی	۸- آیا بستر دریاچه ماسه‌ای است؟
+1			خیر	
.			بلی	۹- آیا خطر تعليق مجدد رسوبات در حد متوسط است و بستر دریاچه ماسه‌ای است؟
			خیر	
در جمع امتیازات: امتیاز کمتر از ۲- به معنای ضعیف بودن امکان زلال بودن آب، امتیاز بین ۱- تا +۱ وضعیت به طور نسبی خوب و برای امتیاز بیشتر از ۲ خوب است.				

## درختواره تصمیم‌گیری برای دخالت زیستی انسانی





## فصل هشتم

# مراحل استراتژی (۴) برقراری دوباره گیاهان

شیمیایی یا ساختاری در لابه‌لای گیاهان وجود دارد. با وجود این پناهگاهها، به احتمال زیاد از خورده شدن توسط ماهیان جوان جلوگیری می‌شود.

برهم خوردگی رسوبات بوسیله باد یا امواج منجر به افزایش مشکل دورت می‌گردد. بدین جهت وجود گیاهان برای تثبیت رسوبات ضروری است. آنها با جذب موثر انرژی امواج باعث تثبیت رسوبات می‌گردند. بنابراین برای اصلاح دائمی یک دریاچه کدر، استقرار مجدد بسترها گیاهی در سطحی گسترده ضروری است. تازمانی که گیاهان به طور کامل استقرار نیافته‌اند ماهیان نباید به طور مجدد معرفی گردند. علاوه بر این، استقرار مجدد گیاهان به خودی خود یک هدف حفاظتی مطلوب است.

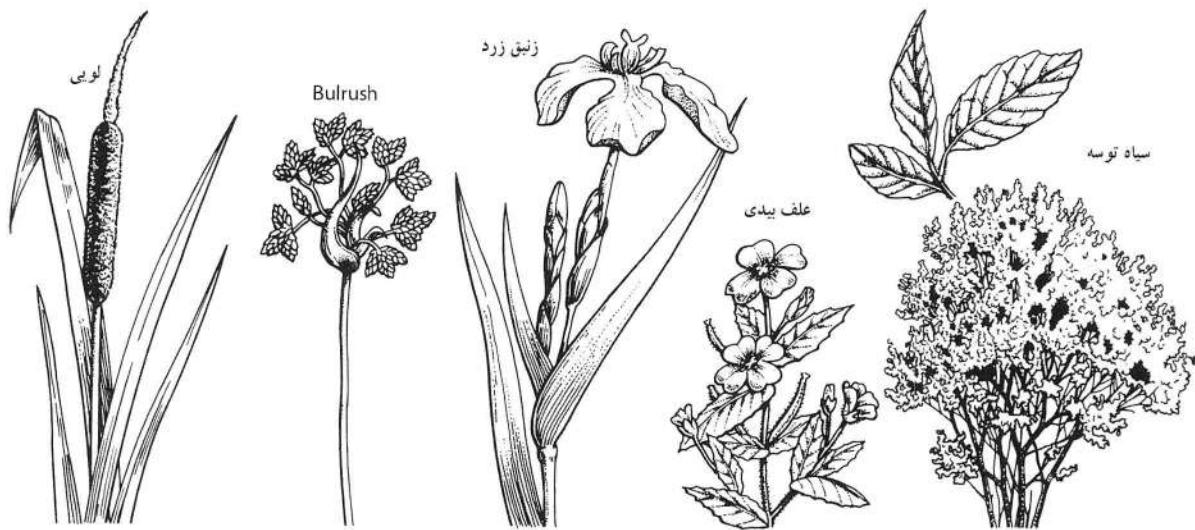
### مشکلات استقرار مجدد گیاهان

استقرار مجدد گیاهان زمانی اتفاق می‌افتد که پیش از این، برای مدت طولانی شرایط دورت آب رخ نداده باشد و بذرها هنوز وجود داشته باشند. اما اغلب دانه‌ها از مدتها پیش از بین رفته و یا در اعمق مدفون شده‌اند، بنابراین باید معرفی آگاهانه گیاهان انجام گیرد. با این وجود، دستیابی به مواد مناسب بسیار مشکل است. پس از فراهم شدن شرایط مناسب، عاقلانه ترین راه صبر برای یکسال یا بیشتر است تا

### نیاز به پناهگاههای گیاهی

در شروع دخالت زیستی انسانی، ماهیان تا حدی انتقال می‌یافند و شکارچیانی نیز به عنوان تعديل کننده به آب اضافه می‌شوند تا آب رازلال نموده و جلبکهای سمی رشد یافته در دریاچه را زین ببرند (۱۱ و ۱۲ و ۸۳ و ۱۳۰). شاید این امید وجود داشت که اثرات دخالت زیستی مفید انسانی دائمی باشد. ولی بررسی دقیق و مرور برخی از نظریات اکولوژیک پایه که اینک ثابت شده است، بیانگر بعيد بودن چنین ثباتی است. دلیل دائمی نبودن اثرات دخالت زیستی، غیرممکن بودن حفظ تعادل تعریف نشده بین شکارچی و طعمه است (در این مثال ماهی و دافنی) مگر اینکه طعمه بتواند به سمت پناهگاهی عقب نشینی کند که در آنجا ضمن اینکه خطر کمتری از نظر خورده شدن تهدیدش کند، تولید مثل نیز انجام دهد.

در یک دریاچه عمیق، آبهای تاریکتر و عمیق‌تر چنین پناهگاهی را ایجاد می‌کنند و خاکشیهای آبی (دافنیها) به سمت آبهای عمیق تر مهاجرت می‌کنند. این جانوران روز رادر آنجا سپری کرده و شبها برای تغذیه به سطح آب می‌آیند (۵۲ و ۲۱۹). بنابراین این موجودات از تاریکی به عنوان پناهگاه استفاده می‌کنند. در دریاچه‌های کم عمق سایه اندازی گیاهان آبزی باعث ایجاد تاریکی می‌شود و امکان ایجاد پناهگاههای مکمل نیز براثر وجود شرایط



در رویش مجدد گیاهان باشد. این موضوع نباید بی اهمیت و جزئی تلقی شود، زیرا در صورت از بین رفتن کامل گیاهان، معرفی مجدد آنها به طور مصنوعی، نیاز به هزینه بالای خواهد داشت. مقادیر زیادی از گیاهان ممکن است مورد نیاز باشد و امکان احتیاج به مراقبتهای فیزیکی از آنها در مقابل پرندگان چراکتنه نیز وجود دارد. کاشتن و مراقبت از گیاهان نیاز به زحمت زیادی دارد و ساختارهای مورد نیاز برای حفاظت از آنها اغلب زیبانمی باشند. هنگامی که در نظر است رسوبات جابجا و خارج شوند باید توده های لاله آبی را محصور کرده و محفوظ داشت.

### مشکلات رسوبات مضر

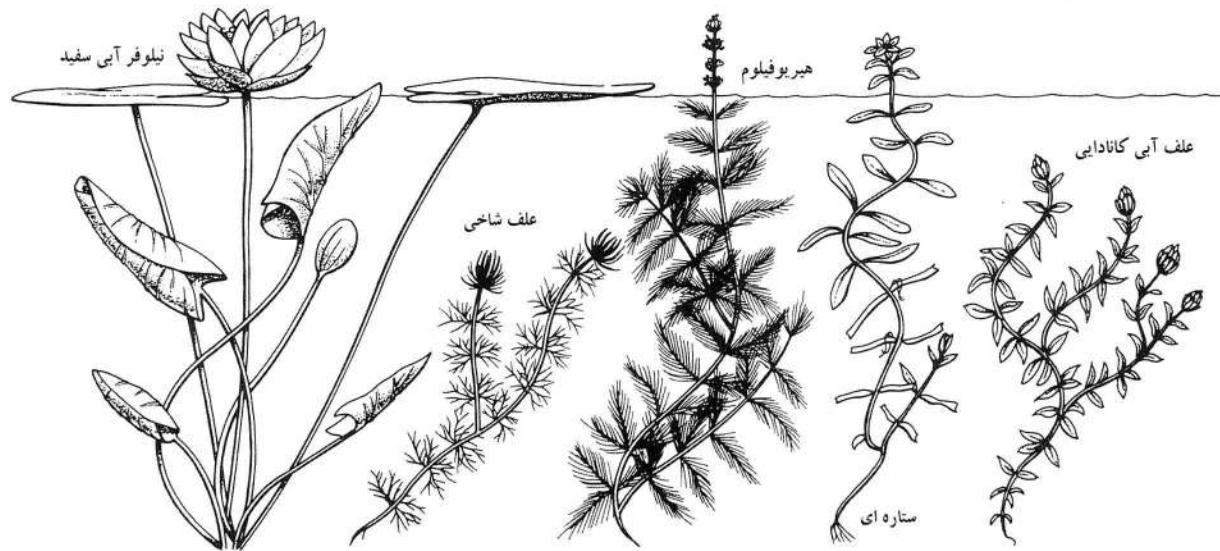
اگر گیاهان به طور طبیعی رشد نکنند در وله اول رسوبات نباید مضر تلقی شوند. اگرچه شواهدی وجود دارد که نشان می دهد اغلب رسوبات بستر کاملی برای رشد گیاهان نبوده اند. رسوب دارای موادی شامل سولفید و غلظت بالایی از آهن و منگنز احیا شده است که به طور بالقوه سمی می باشند. در واقع آنها فاقد اکسیژن هستند، گرچه این موضوع نیز صحیح است که گیاهان آبزی طی میلیونها سال خود را با این شرایط وفق داده اند، مگر در مواردی که آلوودگی بوسیله آلاینده هایی نظیر فلزات سنگین سمی ایجاد شده باشد. در این صورت رسوبات دریاچه به طور طبیعی به رشد گیاهان کمک نمی کنند. مسئله ای که ممکن است مشکل آفرین شود کم بودن عمق آب در بالای رسوب است که منجر به جابجایی بیش از اندازه رسوب بوسیله آب و باد می گردد.

شاید پوشش گیاهی به طور طبیعی به وجود آید. ولی اگر چنین اتفاقی نیفتد، باید احتمالات زیر در نظر گرفته شود:

- (۱) بذرافشانی و بازگشت طبیعی گیاهان انجام گرفته ولی آسیب رسانی پرندگان مانع از تشکیل گیاه شده است.
- (۲) بازگشت طبیعی گیاهان انجام گرفته ولی شرایط رسوبات (ماهیت فیزیکی آنها، میزان برهم خوردگی و حتی ترکیبات شیمیایی) از رشد گیاه جلوگیری کرده است.
- (۳) بازگشت طبیعی گیاهان انجام نشده است و باید معرفی مجدد گیاهان صورت بگیرد.

اگر پس از معرفی باز هم رشد صورت نگیرد مشکلات مربوط به پرندگان و رسوبات باید دوباره مورد بررسی قرار بگیرد. تجربیاتی که تاکنون در این زمینه بدست آمده بسیار متنوع هستند. در بسیاری از دریاچه ها سکنی گزینی طبیعی گیاهان به سرعت انجام می شود و هیچ مشکلی وجود ندارد. در نوروفک برادر این موضوع باعث بروز مشکل قابل توجهی شده است. در یکی از دریاچه ها به نام کاکشوتوت براد<sup>۱</sup> رویش مجدد گیاهان به طور طبیعی در یک منطقه نسبتاً حفاظت شده اتفاق افتاد و لی به طور کلی این روند در بیشتر دریاچه ها ابتدا به کندی صورت می گیرد. در جایی که رویش گیاهان به سرعت انجام گرفته باشد معمولاً مقداری از توده های گیاهی، حتی در وضعیت کدرشدگی آب، وجود داشته است. لاله های آبی اغلب باقی می مانند و به صورت مکانی برای پرورش سایر گیاهان عمل کرده و شرایط آرامی را برای رشد آنها فراهم می کنند.

جابجایی رسوبات هرگونه بقایای گیاهی را زیین می برد و انجام این کار ممکن است به معنای ایجاد تأخیر



هستند. از طرف دیگر بوته‌ها و درختان دولپه‌ای نیز در این گروه وجود دارند. گیاهان برآمده از آب چوبی شامل بیدها و توسکاها (*Alnus*) است. به طور کلی این گیاهان نیازمند بنیانهای ریشه‌دار محکم هستند و پهنه‌های آبی احاطه کننده آنها در تابستان، اشکال گوناگون آبهای سطحی هستند و در زمستان عمق آب بالای آنها بیش از یک متر نیست (این میزان برای گیاهان چوبی، باز هم کمتر است).

گروه دوم گیاهان برگ شناور می‌باشد که نمونه آنها لاله‌های مردابی یا نیلوفرهای آبی<sup>۱</sup> هستند. این دسته از این گیاهان ریشه‌دار هستند و گل آذینهای آنها از سطح آب بیرون آمده است ولی برگهای آنها در سطح آب شناور است. علاوه بر این، آنها ممکن است دارای برگهایی با ساختار ریخت شناسی و ظاهری کاملاً متفاوت باشند و بعضی از برگهایشان غوطه‌ور بماند. هر دو گروه گیاهان دارای برگهای شناور و برآمده از آب، معمولاً به آبهای کم عمق و با عمق پایین تراز ۳ تا ۳۰ متر محدود می‌شوند ولی تحمل گیاهان برآمده از آب در زمانی که سطح سفره‌های آبی به پایین تراز سطح خاک می‌رسد در برابر خشکسالی بیشتر است. گیاهان برگ شناور معمولاً تحت چنین شرایطی (خشکسالی) از بین می‌روند مگر اینکه این شرایط برای مدت بسیار کوتاهی تداوم یابد.

گروه عملکردی سوم شامل گیاهان کاملاً غوطه‌ور است. این گیاهان معمولاً ریشه‌دار هستند اما ضرورتاً همه آنها دارای ریشه نیستند. اگرچه عملکرد نظام ریشه‌ای این گیاهان جذب مواد مغذی از خاک و رسوبات نیست و در صورت

بنابراین بذرهای گیاهی قبل از دفن در رسوبات نمی‌توانند ریشه دار شوند، یا در غیر این صورت بر اثر آسیبهای مکانیکی، به عنوان مثال توسط پرنده‌گان از بین می‌روند. لاپوبی رسوبات به منظور افزایش عمق آب به میزان یک یا دو متر می‌تواند این مشکلات را بطرف کند. استفاده از ساختارهای فیزیکی (بطور مثال، حصارهای چپری) در صورت عمیق تر نشدن آب، می‌تواند به آرام کردن زیستگاه کمک کند.

### راهکارهای عملی

برای انجام این کار سوالهایی پیش خواهد آمد. این سوالها عبارتند از: چه گیاهانی باید معرفی شوند، به چه شکلی باید کاشته شوند، چه مقدار باید بکاریم، این کار کجا و چگونه باید انجام شود و چگونه باید بعد از کاشت از آنها حفاظت کنیم.

گیاهان آبزی از لحاظ شکل زندگی بسیار متنوع هستند و هر گروه و بیشتر گیاهان و نیازهای متفاوتی دارد. این موضوع باید قبل از معرفی گیاهان مورد بررسی قرار گیرد. نخستین گروه، گونه‌های برآمده از آب است که ریشه‌های آنها به طور ثابت در خاکهای زیر آب رشد می‌کند. این گیاهان در زیر آب قرار دارد، اما آنها با ساقه خود به سمت سطح آب رشد می‌کنند. برگ و ساختار گل آنها شبیه به گیاهان خشکی زی است که بواسیله آنها این گیاهان نسبتاً سریع رشد می‌کنند.

نمونه‌های این گیاهان عبارتند: از نی (Phragmites)، لوئی، علف بوریا، ترک و انواع مختلفی از چمن‌ها، جگن‌ها و علفهای بلند، که بیشتر آنها تک لپه‌ای

۱- گیاهان آبی هستند که در بستر دریاچه ریشه می‌کنند و برگهای شناور، دایره‌ای شکل و بزرگ دارند. علاوه بر این، آنها ممکن است دارای برگهای کاملاً غوطه‌ور نیز باشند. بارزترین آنها لاله‌های آبی هستند.



توریونز نامیده می شوند تولید مثل کرده و پراکنده می شوند. این موضوع به احتمال زیاد یک پیامد تحولی در برابر مشکلات گرده افشاری و تولید مثل جنسی در زیر آب است.

### چه گیاهانی باید معرفی شوند؟

اگر نیاز به معرفی گیاهان باشد اغلب بقایایی از جوامع گیاهی برگ شناور یا برآمده از آب (بویژه در نقاطی که کناره هاشدیداً فرسایش یافته اند) مناسب است. البته اطلاعات تاریخی نیز می تواند مفید باشد. گیاهان غوطه ور نیاز به معرفی فعال ندارند، زیرا این گیاهان به هر صورت همراه با گیاهان دیگر وارد می شوند. تصمیم اصلی مورد نیاز، بررسی گونه های گیاهی است که باید معرفی شوند. این شناس ممکن است بوسیله دسترسی به گونه های معینی تعیین شود ولی هیچ نکته ای در معرفی گونه های فاقد قابلیت برای استقرار در شرایط شیمیایی حاکم، وجود ندارد. جدول ۱-۸ برخی راهنمایی ها را در این مورد ارائه می کند.

معرفی گیاهان می تواند به شکل بذرهای رویش باشد. این شکل از معرفی به علال گوناگونی نظری تولید دانه ای پایین، مشکلات مربوط به جمع آوری دانه ها در شرایط آبی و گاهاً قابلیت زیستن پایین (عمر کوتاه) دانه، دارای دشواری هایی است. از طرف دیگر، به طور معمول دسترسی کلی به اندامه ای رویشی به شکل ریزوم برای گونه های برگ شناور یا برآمده از آب وجود دارد. این حالت برای تمام گونه های غوطه ور به شکل توریونز<sup>۳</sup> یا بقايا و قطعاتی از آنها ایجاد شده است و اين روش می تواند مورد استفاده قرار گيرد.

ريشه دار بودن، ريشه های گسترده ای ندارند. برگ های گیاهان غوطه ور نسبت به برگ های گیاهان شناور یا برآمده از آب بسیار متفاوتند. زیرا عموماً بسیار باریک و همراه با شره ای نازک بر روی سطح آنها و اغلب به صورت متقطع است. به نظر می رسد این ویژگیها، برای غلبه بر مشکل عدمه گیاهانی که در زیر سطح آب رشد می کنند یعنی کمتر از حد متوسط بودن میزان انتشار مواد مغذی و دی اکسید کربن مفید است (۱۲۴).

نازکی برگ طول مسیر انتشار را کاهش می دهد و به افزایش دسترسی به انرژی نورانی توسط گیاه نیز کمک می کند. زیرا محیط زیر آب به دلیل وجود مواد با توان جذب بالای نور (مواد محلول و مواد معلق) محیط سایه ای است.

در نهایت گیاهانی نظیر عدسکهای آبی (Wolffia)، Spirodela، Lemna و آزو لا<sup>۱</sup>، در سطح آب شناور هستند و تمام مواد مغذی مورد نیاز خود را از آب جذب می کنند و برای دسترسی به نور مشکلی ندارند. اما این گیاهان نسبت به اثرات تخریبی عملکرد موج آسیب پذیر هستند و بنابراین به زیستگاههای محصور، محدود می شوند.

بعلاوه این گیاهان به علت تفاوت اندازه با فیتوپلانکتونها، در رقابت با آنها برای جذب مواد مغذی موجود در آب زیان می بینند. اگر چه این گیاهان می توانند با سایه اندازی از رشد فیتوپلانکتونها جلوگیری کنند.

بسیاری از گیاهان آبزی غوطه ور یا شناور، بویژه در تکثیر رویشی خود قوی هستند. به عبارت دیگر آنها بیشتر بوسیله قطعاتی از اندامه ای خود یا جوانه های جانی که

۱- در سالهای اخیر گونه ای از آزو لا به نام علمی *Azolla filiculoides* به ایران وارد و در مناطق شمالی کشور به صورت آفت برای مناطق تالابی در آمده است. این سرخس با ایجاد پوششی مترکم در سطح آب مانع از رسیدن نور خورشید و رشد دیگر ارگانهای حیاتی آبزی می گردد.

۲- ساقه های زیرزمینی که اغلب مواد مغذی و انرژی را در خود ذخیره می کنند و بسیاری از گیاهان دایمی پس از رشد کم خود در دوره فصل خشک یاز مستان بوسیله آنها تکثیر می یابند.

۳- Turions: جوانه های غیر جنسی (ساقه بعلاوه برگ های نخستین) گیاهان غوطه ور آبزی که به وسیله آن انتشار می یابند یا زمستان را سپری می کنند.

جدول ۱-۸: این جدول راهنمایی را برای احتمال استقرار گیاهان تحت شرایط غذایی متفاوت ارائه می‌کند. فهرست های جداگانه‌ای برای گونه‌های شناور، برگ شناور، غوطه ور و برآمده از آب، داده شده است که در هر مورد، گیاهان بر طبق نظم تقریبی از دیاد ارزش غذایی ثبت شده اند. این فهرست ها در برگیرنده تمام آبهای اروپایی نیست بلکه تا حدی براساس مکانهای موجود در انگلستان طراحی شده است (براساس منبع شماره ۱۶۵ با تغییراتی جزئی).

گونه‌های غوطه ور، برگ شناور و شناور	گونه‌های برآمده از آب	شرایط برای استقرار گیاهان
<i>Sphagnum spp; Potamogeton polygonifolius; Sparganium angustifolium; Juncus bulbosus; Scirpus fluitans; Utricularia minor.</i>	هیچ گونه‌ای	به طور کلی این گیاهان مناسب مکانهای مرتفع و خلنگزارهای <sup>۱</sup> شنی با pH پایین و بسیار کم (کمتر از ۲۵ میکرو گرم در لیتر فسفر کل) هستند. این گیاهان برای مکانهای کم ارتفاع گلی احاطه شده بوسیله اراضی زراعی نامناسب هستند.
<i>Subularia aquatica; Utricularia intermedia; Lobelia dortmanna; Isoetes lacustris; Callitriches hamulata; Myriophyllum alterfolium; Nitella spp other than N. flexilis; Utricularia vulgaris; Sparganium minimum; Potamogeton alpinus; Nuphar pumila; Elatine hexandra.</i>	<i>Eriophorum angustifolium; Sphagnum spp; Carex limosa; Lythrum portula; Baldellia ranunculoides; Carex rostrata; Carex nigra.</i>	به نظر می‌رسد این گیاهان فقط در محدوده ای از غلظت فسفر کل (از ۲۵ تا ۱۰۰ میکرو گرم در لیتر) رشد می‌کنند که جوامع جایگزین فیتوپلانکتونی غالب وجود ندارد. کنترل شدید موادغذی برای حفاظت از این گیاهان باید انجام بگیرد.
<i>Fontinalis antipyretica; Glyceria fluitans; Littorella uniflora; Potamogeton natans; Nymphaea alba; Apium inundatum; Potamogeton obtusifolius; P. paelongus; P. perfoliatus; P. berchtoldii; P. gramineus; Hippurus vulgaris; Callitriches stagnalis; Ranunculus peltatus; Callitriches hermaphroditica; most Chara spp; Potamogeton pusillus; P. crispus; Ranunculus trichophyllus; R. aquatilis; R. hederaceus; Callitriches obtusangula; Elodea canadensis; Nuphar lutea; Eleocharis acicularis; Polygonum amphibium; Lemna minor; Sparganium emersum; Elodea nuttallii; Lemna trisula; Ranunculus circinatus; Potamogeton lucens; Stratiotes aloides; Ceratophyllum demersum.</i>	<i>Menyanthes trifoliata; Ranunculus flammula; Juncus effusus; Potentilla palustris; Carex lasioscarpa; Carex aquatilis; Agrostis stolonifera; Veronica scutellata; Equisetum fluviatile; Hydrocotyle vulgaris; Equisetum palustre; Eleocharis palustris; Caltha palustris; Phragmites australis; Galium palustre; Scirpus lacustris; Myosotis secunda; Carex vesicaria; Oenanthe crocata; Myosotis laxa; Mentha aquatica; Phalaris arundinacea; Sparganium erectum; Typha latifolia; Alisma plantago aquatica; Carex elata; Cicuta virosa; Cladium mariscus; Iris pseudacorus; Myosotis scorpioides; Glyceria maxima; Typha angustifolia; Polygonum hydropiper; Carex pseudocyperus; Apium nodiflorum; Scirpus tabernaemontani; Veronica anagallis-aquatica; Carex paniculata.</i>	به نظر می‌رسد این گیاهان در آبهای قادر به زیستن هستند که از نظر موادغذی در حد متوسطی هستند. ولی در جایی که غلظت فسفر کل در زمستان به چند صدمیکرو گرم در لیتر برسد، نمی‌توانند دوام بیاورند.
<i>Potamogeton filiformis; Ranunculus baudotii; Potamogeton pectinatus; Myriophyllum spicatum; Zannichellia palustris; Potamogeton friesii; Oenanthe aquatica; Potamogeton trichoides</i>	<i>Carex riparia; Solanum dulcamara; Veronica becabunga; Carex acutiformis; Ranunculus sceleratus; Rumex hydrolapathum; Berula erecta; Carex acuta; Lythrum salicaria; Butomus umbellatus.</i>	این نوع گیاهان در غلظت های بالای موادغذی رشد می‌کنند و دوام می‌آورند، شرایط دیگر نیز برای آنان یکسان است. اکثر این گیاهان در مناطقی با شرایط غذایی پایین تر نیز خوب رشد می‌کنند.

-۱: ناحیه وسیعی با خاک شنی و اسیدی و بوته‌های کوتاه است.

## چه مقدار باید کاشته شود؟



برای ثابت نمودن رُتُوتکس تایله بر روی کناره های فرسایش یافته (به منظور استقرار مجدد نی ها) ممکن است نیاز به استفاده از ماشین آلات باشد.

گیاهان غوطه ور است. یادآور می شود که این مقدارها تنها برای یک دریاچه کوچک است.

هزینه های خرید چنین مقادیری، نجومی هستند و در هر حالتی تامین کنندگان تجاری باید با احتیاط به کار گرفته شوند (به متن بعدی مراجعه کنید). استراتژی بهتر کاشت گیاهان در مناطق محدود است تا گیاهان بیشترین شانس استقرار را داشته باشند، و از گیاهان کاشته شده به دقت محافظت شود. آنگاه با صبر به گیاهان اجازه انتشار بوسیله عوامل طبیعی داده شود. اصل کلی، آوردن گیاهان به اندازه ای است که دوام بیاورند. اما مشکلات عملی، تعیین کننده مقدار واقعی لازم در شرایط متفاوت است زیرا همواره برخی ضایعات نیز وجود دارد.

### منابع گیاهان

منابع گیاهان در تمام نقاط فراوان نیستند. تخریب عمومی زیستگاههای کم ارتفاع دلیل اصلی نیاز به بازسازی دریاچه های کم عمق است. جنبه دیگر این مطالب، کمیابی اجتناب ناپذیر مکانهایی برای به دست آوردن گیاهان و نیاز به حفاظت از آنها در مقابل تخریب است. جایی که گیاهان فراوان هستند ممکن است گونه های در درسترس نیرومندترین گونه ها باشند و بنابراین در صورتی که استقرار یک جامعه گیاهی متنوع مورد

برای گونه های غوطه ور، حد مطلوب عبارت از بیشترین حد ممکن برای کاشت است. این موضوع به دلیل رشد کند بذرها پس از استقرار نیست بلکه به خاطر آسیب پذیر بودن آنها نسبت به تخریب به طرق مختلف، از جمله به وسیله پرنده گان چراکننده نظیر چنگر، قوها و اردکها است. این مطلب در مورد لاله های آبی و دیگر گونه های برگ شناور نیز صادق است. ولی برای گونه های برآمده از آب که حجمی ترند، کمتر صادق است. به عنوان یک راهنمای بسیار کلی، گونه های برگ شناور و برآمده از آب باید در تراکمی چهار ریزومی استقرار یابند به طوری که هر یک از آنها حداقل یک گره با جوانه ای سالم در هر مترمربع داشته باشند. در مورد گیاهان غوطه ور آنها باید در تراکم هایی دارای ده قطعه (هر کدام به طول ۱ سانتیمتر) یا توریونیز در هر مترمربع استقرار یابند، اگرچه این شرایط ایده آل به آسانی حاصل نمی شود. این تراکم های برای قسمتهای دارای عمق های مناسب در دریاچه ای به کار می روند که احتمال رشد گیاهان در آن وجود دارد. برخی محاسبات ساده مقادیر انواع مورد نیاز را مشخص خواهد کرد.

به طور مثال اگر یک دریاچه چهار هکتاری با محیطی تقریباً دایره ای شکل و دارای شبیه تا عمق  $3\text{ متر}$  با ناحیه برابر: دارای عمق کمتر از یک متر، ۱ تا  $2\text{ متر}$  و ۳ تا  $3\text{ متر}$  در نظر گرفته شود. چنین دریاچه ای، دارای نواری به عرض  $230\text{ متر}$  و مساحت  $23000\text{ مترمربع}$  با عمق زیریک متر است که به طور بالقوه، مناسب برای کشت گیاهان برآمده از آب است.  $13000\text{ مترمربع}$  دیگر با عمق  $1\text{ تا }2\text{ متر}$  وجود دارد که لاله های آبی و دیگر گیاهان برگ شناور در آن قابل کشت هستند.  $4000\text{ مترمربع}$  دیگر با عمق  $2\text{ تا }3\text{ متر}$  و دارای توانایی سکنی گزینی به وسیله گیاهان غوطه ور است. کاشت کامل در این دریاچه تقریباً شامل یک صد هزار قطعه از ریزوم های گیاهان برآمده از آب،  $16000\text{ لاله آبی}$  یا قطعات ریزومی گیاهان شناور و  $4000\text{ توریونز}$  یا جوانه های



چنگرهای وقوه‌ای گنگ علی‌رغم جذابیتی که دارند می‌توانند جزو تخریب کنندگان گیاهان آبی، بویژه در هنگام آغاز رشد آنها محسوب شوند. بنابراین گیاهان کاشته شده باید تازمان سخت شدن بسترهای در مقابل آسیب رسانی پرندگان تحت حفاظت قرار بگیرند.



پل گنال «کاروسسلز»<sup>۱</sup> به منظور بررسی اثرات پرندگان چراکننده بر روی گیاهان آبی استقرار یافته در نواحی تحت پوشش فرایند دخالت زیستی انسانی مورد استفاده قرار گرفته است. کناره‌ها از فردهای چوبی ساخته شده است. این فردها بسیار نزدیک بهم قرار داده شده اند تا چنگرهای انتوانندوارد دریاچه شوندوی آب قادر به حرکت و جابه جایی باشد. قسمت بالایی بوسیله توری مرغی سیمی مورد حفاظت قرار گرفته است. گیاهان کاشته شده در کاروسسلهای زیادی کرده اند. در این منطقه لاله‌های آبی سفید (Nymphaea alba)، سرباز آبی (Stratiotes aloides) و علف (Ceratophyllum demersum) قابل مشاهده است.



وجود مناطق محصور به منظور حفاظت از گیاهان در مقابل آسیب رسانی پرندگان طی مراحل اولیه کاشت دوباره گیاهان می‌تواند یک کار اساسی باشد.

نظر باشد این گونه‌ها جزو نامطلوبترین گونه‌ها محسوب می‌شوند. منابع اصلی مورد نظر در راه آبهای و کانالهای زهکشی قرار دارند که مورد پاکسازی قرار می‌گیرند و به طور معمول طی این عمل گیاهان از بین می‌روند و یاد رکابهایی قرار دارند که از تراکم پوشش گیاهی به منظور احداث حوضچه‌هایی در دریاچه‌های مختص ماهیگیری کاسته می‌شود. ایجاد یک شبکه هوشمند محلی در میان سازمانهای حفاظتی ضروری است تا بتوانند در فرصت‌های مقتضی از آن بهره گیرند. گیاهان باید با بالاترین سرعت ممکن انتقال یابند. اگرچه آسیب پذیری آنان به مراتب کمتر از ماهیهای است اما با این حال اگر بیش از چند ساعت در معرض هوای خشک قرار بگیرند قابلیت زیستی آنها کاهش خواهد یافت.

بهترین زمان برای کاشت گیاهان اواخر فصل بهار است زیرا آنها می‌توانند سریع رشد کنند و تا پاییز جمعیت‌های را تولید کنند که به راحتی زمستان را سپری کنند. البته هنگامی که بتوان از این گیاهان در مقابل پرندگان چراکننده یا آسیبهای ناشی از باد حفاظت کرد هیچ دلیلی برای عدم انتقال آنها در زمستان وجود ندارد. کشت گیاهان در اواسط فصل تابستان مشکلات زیادی دربر دارد، از جمله کوتاه بودن مدت این فصل برای استقرار کامل گیاهان و نیز امکان آسیب پذیری آنها در هنگام انتقال. مهم تر از آن خطر جابجایی تخم‌های ماهی چسبیده به آنان نیز وجود دارد. اما از طرفی احتمال قرار گرفتن در معرض آسیب پرندگان چراکننده بسیار کم خواهد بود. به هر حال باید از موقعیت‌های موجود استفاده شود. همچنین باید مواد گیاهی متعلق به دریاچه‌های آلوده به گونه‌های غیربومی نظیر *Crassula helmsii* مورد استفاده قرار نگیرد. بقایای بسیار کوچکی از این گونه‌ها می‌توانند به سرعت جوانه زده و سرتاسر یک دریاچه کوچک را پوشانند.

استفاده از تامین کنندگان تجاری گیاهان معمولاً حتی اگر از آنها تخفیف گرفته شود باز هم از لحاظ هزینه قابل توجه خواهد بود. باید توجه داشت که تامین کنندگان

تجاری مشکل به دست آوردن مجوز از سازمانهای حفاظتی را دارند و روند مراقبت از مواد در حین انتقال برای آنها نیز دشواریهای ذی ربط دارد. علاوه منشاً ژنتیکی این قبیل گیاهان اغلب مورد تردید است. تامین کنندگان با غی انواع گوناگونی از لاله‌های آبی انتخاب شده برای زیباسازی برکه‌های با غی رامی فروشنده، اما این گیاهان در مجموعه‌های طبیعی به طور ضعیفی به رقابت می‌پردازند. برخی از آنها گونه‌های غیربومی هستند و از نظر قانونی نباید در طبیعت رهاشوند. مراقبت بسیار اندکی نیز به وسیله دلالان تجاری جهت اطمینان از آلوده نشدن گونه‌ها توسط گونه‌های غوطه ور نامطلوب انجام می‌گیرد. گونه (Crassula helmsii) که یک علف بسیار سمی است و از استرالیا معرفی شده است جدیداً بوسیله عوامل تجاری انتشار یافته است. در جایی که سازمانهای ذی‌ربط بتوانند به طور دقیق مواد و لوازم مورد نیاز را با قیمتی مناسب تهیه کنند، هیچ دلیلی برای انجام ندادن این کار وجود ندارد.

### کاشتن

اگر گیاهان با نهایت دقیقت کاشته شوند و از آنان مراقبت گردد. احتمال بقای آنها زیاد است. در عین حال، مراقبت از آنان نیاز به زمان و نیروی کار دارد که هزینه زیادی را در بر می‌گیرد. گیاهان برآمده از آب نظیر نی معمولی (Phragmites) و Scirpus در صورت استفاده از قطعات ریزومی بزرگتر احتمال گرفتن واستقرار بیشتری دارند. در صورتی که بخش‌های بریده شده ریزوم‌های نی ها زیر آب کاشته شوند ممکن است با آب شسته شده یا پوسیده شوند. این گیاهان هرچه تحت مراقبت بیشتری نگهداری شوند یا به رسوب، خاک یا تورب بچسبند، بهتر است. اگرچه در وضعیتها فرسایش یافته در مکانهایی که هنوز تخریب بوسیله قایق یا محل فرسایش بوسیله موج در آنجا وجود دارد، بکار بردن چنین مراقبتهایی

به سختی امکان پذیر است.

انواع مختلفی از حصیرهای پلاستیکی به نام «ژئوتکستایلها»<sup>۱</sup> وجود دارند که می‌توان آنها را در ساحلی فرسایش یافته پهن کرد و با گیره‌های فلزی ثابت نمود. به این ترتیب، قطعات ریزومی که ابتدا در ساحل کاشته شده‌اند، بوسیله حصیرهایی که دارای یافته‌های باز هستند پوشانده می‌شوند. سوراخهای حاصل از این یافته‌های باز برای امکان رشد گیاهان در هنگام استقرار یافتن آنها تعییه شده است. بهترین نوع این پوشش‌ها از فیبرهای طبیعی نظیر الیاف نارگیل یا کتان ساخته می‌شوند ولی در شرایطی که خطر فرسایش وجود دارد استفاده از الیاف مصنوعی محکم تر و ضخیم‌تر بهتر است. استفاده از چنین فنونی برای مکانهای حفاظت شده کوچک، ارزان و مقرر به صرفه است، اما در مورد نواحی که وسعت زیادی دارند و بدون حفاظت هستند هزینه زیادی را در بر می‌گیرد. زیرا برای کاربرد این پوشش باید از ماشین آلات استفاده کرد.

در دریاچه‌های کوچک فن مشابهی برای لاله‌های آبی و گیاهان برگ شناور می‌تواند به کار گرفته شود. بدین صورت که قطعه ریزومی بوسیله یک قسمت از آجر ساختمانی، سنگین می‌شود (با استفاده از آجرهایی که دارای سوراخ هستند و به آسانی به ریسمان متصل می‌شوند) سپس آن قطعه به سمت بستر فرستاده می‌شود. آجر نه باید آنقدر بزرگ باشد که قطعه هارا کاملاً به داخل کف دریاچه ببرد و نه آنقدر کوچک که آنها را در سطح آب شناور نگه دارد (این قطعه‌های دارای حفره‌های پریچ و خم فضاهای هوایی هستند). جوانه‌های گیاهان غوطه ور می‌توانند با فشار زیاد در بین دو لایه از تور پلاستیکی قرار داده شود و دوباره به پاره سنگهای کوچکی بسته شود تا وزن آنها سنگین‌تر شده و بتوانند در سطح خاک بستر دریاچه بمانند. تکه آجر کوچکی می‌تواند به عنوان حاصل به آن بسته شود تا از تکان خوردن و جابجایی آن جلوگیری کند.

## حفظ در طول استقرار

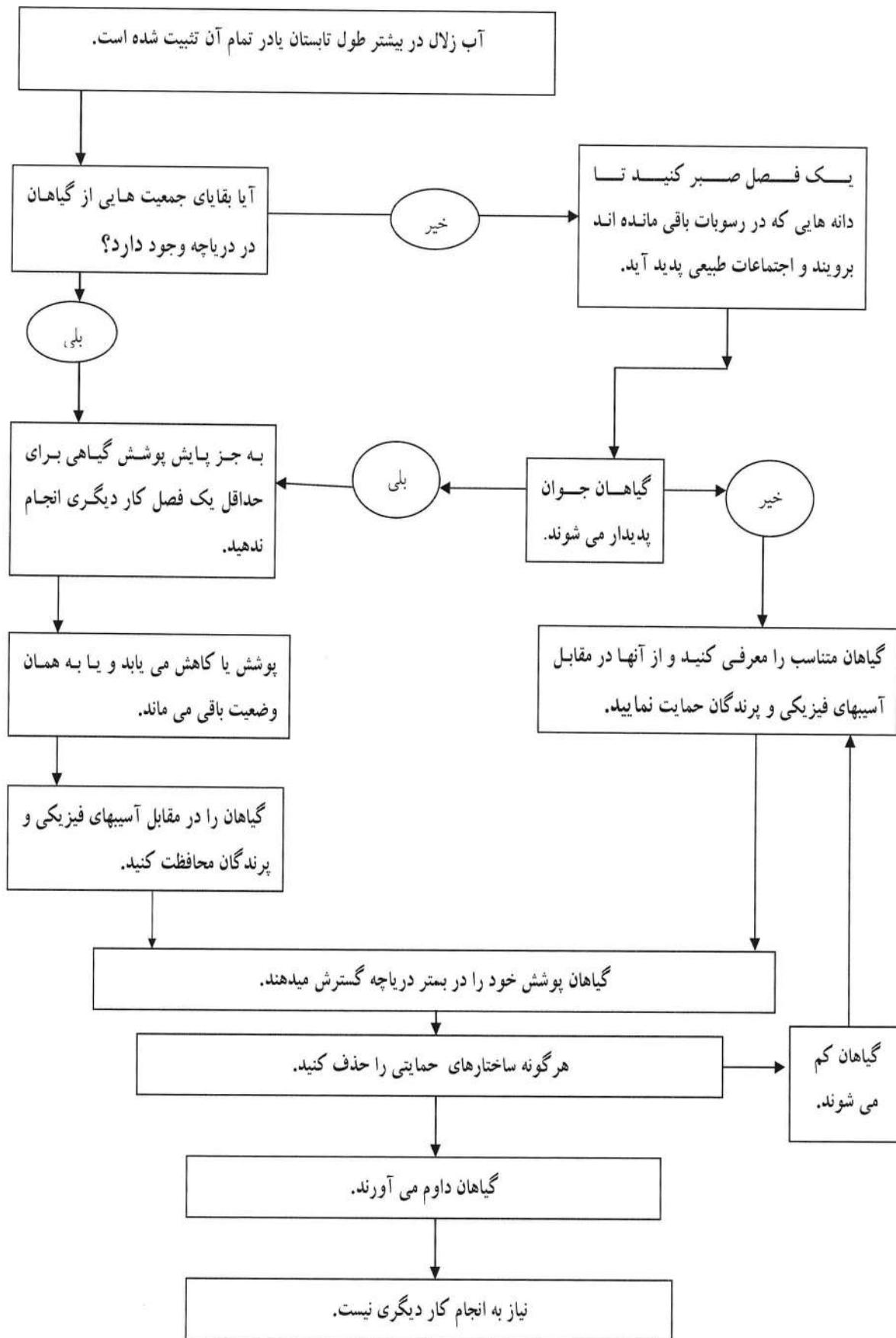
می‌دهد. در عین حال، اگر پرنده‌گان گیاهان را بایابند، ممکن است باعث ویرانی آنها شوند. به طور مثال، قوها و چنگرهای ممکن است نقاط در حال رشد گیاه Stratiotes را جدا کنند و طرقهای شناور آن را واژگون نمایند.

گیاهان ممکن است بوسیله قفسه‌های توری محافظت شوند. این قفسه‌ها باید به شکلی باشد که از شیرجه زیر آبی پرنده‌گان و حرکت آنها به سمت گیاهان جلوگیری کنند. این روش به همان اندازه‌ای که باید از به دام افتادن پرنده‌گان شیرجه رونده در زیر آب کارآیی داشته باشد، باید باعث حفظ گیاهان نیز بشود. آنها باید از فرود آمدن پرنده‌گان از هوابروی این مکانها جلوگیری کنند و قدرت پرواز را در فضای محدود شده از آنها بگیرند. طرحهایی که تاکنون مورد استفاده قرار گرفته است بیشتر برای اهداف آزمایشی بوده‌اند و از قفسه‌های چشم‌های ریز پلاستیکی یا فلزی تشکیل شده‌اند که صدها متر مربع در منطقه گسترده‌اند و به دقت با ساختارهای میله‌ای چوبی (دهها متر مربع در منطقه) و بوسیله سیم خاردارها پوشیده شده‌اند. در دانمارک، موانعی که به بالای یک متر از سطح آب می‌رسند مؤثرتر بوده است، حتی بدون اینکه به طور کلی با چشم‌های ریز پوشانده شده باشند. هیچ کدام از این موانع جنبه زیبایی شناختی ویژه‌ای ندارند و در هنگام جابجایی موجب تخریب می‌گردند. به همین دلایل نیاز به توسعه یک پوشش محافظ کاملاً غوطه‌ور، شفاف، ارزان و از نظر زیستی کاهنده عمل چرا برای این هدف لازم است. اما دشواری و غیرقابل حل بودن این مشکل ثابت شده است. در بیشتر فرایندهای بازسازی، تحمل آسیب رسانی پرنده‌گان و جلوگیری از توسعه گیاهی موجب تاخیر (اغلب برای چندین سال)، در استقرار گیاهان گردیده است.

هنگامی که گیاهان شروع به استقرار دارند امر حفاظت از آنها دشوارتر است. ابتدا باید فرورفتگی‌ها یا مکانهای کوچکی در دریاچه برای کاشت گیاهان انتخاب شود. گیاهان هنگامی که استقرار می‌یابند به علت انرژی که زیست توده آنها جذب می‌کند مقدار زیادی از حرکت موج رانگه می‌دارند. تا زمانی که توده گیاهان استقرار نیافته باشند، آنها بسیار آسیب پذیر هستند. زمانی که به طور کامل ریشه کردند، به تدریج به سمت مناطق غیرمحصور گسترش می‌یابند. اگر چنین حالتی رخ ندهد، برای حفاظت از آنها در برابر حرکت موج، حصارهای یا موانعی می‌توان نصب کرد. چنین موانعی که از شاخه‌های کوچک تووسکا یا بید ساخته شده اند به صورت چارچوبهایی بافته می‌شوند، حصارهای چپری یا چوبی، یا پایه‌های پلاستیکی باز یافته شده به عنوان مواد اولیه این کار مورد نیاز خواهد بود و بنابراین نسبتاً گران هستند. در یک دریاچه بزرگ (۱۰۰ هکتار یا بیشتر) ساختارهای چوبی یا فلزی مورد نیاز خواهد بود.

پس از آن، مشکل حفاظت از گیاهان در زمانی که تراکم پایینی دارند، در مقابل چرای پرنده‌گان و سایر آسیب‌ها حتمی است. حفاظت ممکن است بیشتر در بهار لازم باشد که پرنده‌گان به مواد غذایی و آشیانه نیاز دارند و منابع در این فصل کم است. پرنده‌گان در مکانهایی تجمع می‌کنند که مواد لازم در دسترس باشند، بویژه اکنون که تالابهای دشتی سیلانی گسترده که قبل از استگاه آنها بوده و جمعیت‌های آنها در آنجا پراکنده بودند، تا حد زیادی نابود شده است. پرنده‌گان شانس زیادی در یافتن گیاهان کاشته شده دارند. شرایطی نظیر کاشت متراتکم گیاهان و فرار سیدن بهاری زودرس و گرم به نفع رشد گیاهی است و خطر تخریب را کاهش

در ختواره تصمیم‌گیری برای استقرار گیاهان





جامعه گیاهی که به خوبی استقرار یافته باشد، بدون نیاز به مدیریتی با فعالیت زیاد، می تواند اثرات ملایم عوامل محیطی را تحمل کند. در عین حال هرچه اثرات تخریبی شدیدتر باشند، احتمال بازگشت دریاچه به وضعیت غلبه فیتوپلانکتونی بیشتر است.

## فصل نهم

# مراحل استراتژی (۵) تثبیت نظام

۱۲۹

فصل نهم - مرحله - برنامه انتقال

- مقدار و در قابل اجراترین حد ممکن باید حفظ شود.
- باید دائمی از ورود ماهی کپور معمولی جلوگیری کرد.
- ماهیخواران بومی همواره باید در جامعه جدید قرار بگیرند و ماهیان دیگری که معرفی می گردند باید متناسب باشند.
- حداقل برای چندین سال به دنبال تکمیل فرایند بازسازی باید وضعیت دریاچه پایش شود.
- فعالیت هادر حوزه آبریز نیز به جهت تغییراتی که ممکن است بازسازی را مختل کند، باید به طور دائمی پایش شوند.

### اجتماع ماهیان جدید

برخی از مطالب فهرست شده در بالا به شرح بیشتری نیاز دارند. نخستین کار انتخاب اجتماع ماهیان جدید و راههای عملی گرفتن ماهیان است. جدول ۱-۹ خلاصه ای از خصوصیات گونه های ماهیان معمولی در انگلستان را به ترتیب خاستگاه، زاد و ولد، تغذیه، استفاده آنها از بستر و آسیبی که به گیاهان آبزی می رسانند ارایه می نماید. این جدول همچنین احتمال ارتباط با روش های ماهیگیری باقلاب که به طور غیر مجاز انجام می شود، نظری روش های

در مورد دریاچه های کم عمق، نامطمئن ترین جنبه برنامه های بازسازی مربوط به پایداری نظام دریاچه است. در چه مرحله ای برداشتن حصارهای ماهیان یا پناهگاههای مصنوعی مجاز است؟ چه خطراتی نظام دریاچه را از نظر بازگشت به حالت غلبه فیتوپلانکتونی در غلظت معینی از فسفر کل تهدید می کند؟ چه موقع ماهیها باید دوباره به نظام دریاچه معرفی شوند و ترکیب جامعه ماهیان چگونه باید باشد؟ جواب دادن به تمام این سوالات به دلیل کم بودن تعداد برنامه هایی که از نظر مسلم بودن پایداری دارای پیشینه کافی هستند، مشکل است. بهترین راهی که می توان پیشنهاد نمود تنظیم راهنمایی است که احتمال صحیح بودن آنها بیشتر وجود داشته باشد.

### برخی رهنمودهای برای تثبیت استقرار یک پروژه بازسازی

- رشد زیاد گیاهان به طور آشکار باید حداقل یک فصل قبل از عملیات انتقال ماهیها و معرفی شدن جامعه جدید ماهیان، در سراسر بستر عمیق تر از ۲ متر، ظاهر گردد.
- بارگذاری خارجی نیتروژن و فسفر کل با کمترین

حدود ۱۹- خلاصه ای از «تکلم» محمد شریعت اخلاقی که مبنی بر این است که عده مانسی اشده به ام کاشه مبنیه آنها باشد.

۱۰۷

طبیعی (N) / معرفی شده (I)

۱۷۰

زاد و ولد فراوان

زیورپیلانکتون خوارهای پلاژیک  
زئوپیلانکتون خوارهای علف های بستر

卷之三

二  
二

مکار

مکتبہ رضا

آن‌عمر فی شدہ از جنوب انگلستان. ۲: به علت تقدیمی از اینی فیت های تقدیمی کننده حلوون ها. ۳: در مرحله پس از لازوی. تروضیح: پلاریک به معنای آبھا براز یا میانی در پاچه است.

متمرکز و طعمه دهی زمینی سنگین (که احتمالاً منجر به تخریب زیستگاه ها می گردد) را بیان می کند. امتیازات زیاد در این جدول به خصوصیاتی داده شده است که منجر به حفظ آب زلال، زیست توده و تنوع گیاهی بالا و زیست توده فیتوپلانکتونی پایین می گردد. بنابراین حاصل جمع امتیازها درجه مطلوبیت گونه های ویژه ای از ماهیان را در این مورد ارائه می کند.

درجه بندی ماهیان از حداقل تا حداقل مطلوبیت عبارت است از: ماهی کپور معمولی، ماهی سیم، لای ماهی، ماهی کلمه، ماهی حوض نقره ای، ماهی سرخ باله، ماهی خاردار، ماهی سرمهroxطی، اردک ماهی، مارماهی و قزل آلای قهوه ای. ماهیان غیربومی نظیر قزل آلای رنگین کمان در دریاچه های بازسازی شده در جهت اهداف حفاظتی، به عنوان گونه نامطلوب محسوب می شوند. در مورد قاره اروپا گونه های اضافی دیگری نیز نظیر سیم ماهی سفید و اردک ماهی خاردار وجود دارند که باید در جهت رسیدن به نتیجه مطلوبتر به این فهرست اضافه شوند.

از معرفی ماهیانی که بیشترین نمره منفی به آنها تعلق گرفته است باید اجتناب شود. در صورتی که قبل از دریاچه ماهی سیم وجود نداشته باشد، باید به آن معرفی گردد. اگرچه آنها ماهیان بومی هستند و معمولاً با درشت رستنی های آبزی زندگی همزیستی دارند. از طرف دیگر این ماهیان به سهولت می توانند از تغییر وضعیت های پیش برند تجدید شده بهره برداری کنند و به تثبیت وضعیت غلبه فیتوپلانکتونی کمک نمایند. ذخیره سازی شکارگرانی نظیر مارماهی، قزل آلای قهوه ای و اردک ماهی باید تقویت شود. نوع اخیر برای کنترل زئوپلانکتون خواران مفید است، و قزل آلای قهوه ای نیز در صورت فراهم بودن شرایط برای بقای آن، مورد توجه ماهیگیران است ولذا برای امکان حذف کپور معمولی مناسب است. مارماهی ها به طور طبیعی در منطقه ای سکنی گزینی مجدد می کنند که از آن انتقال یافته اند زیرا آنها می توانند در نیمه شب از بین چمنزارهای مرطوب و حصارها عبور کنند.

### کاربری ها و دشواری ها

چنین جدول قراردادی روشنی عمومی را ارائه می دهد. اما به این دلیل کامل نیست که براساس اولویت ها و تجربیات انجیلیسی ها و گسترهای از ماهیان موجود در انگلستان تنظیم

شده است. حذف اردک ماهی خاردار توجیهی ندارد زیرا این ماهی بومی قاره اروپا است و باید در جدول به عنوان یک شکارگر بالقوه بالرزش در نقاطی که بومی است لحاظ شود. بعلاوه، این جدول ابزاری به طور بالقوه مشکل ساز است. زیرا انجام آن برخلاف درک و مشاهده ماهیگیران قلاب زن انگلیسی است.

ماهیگیران به تعداد زیادی ماهی گرسنه نیاز دارند که ترجیحاً با تقلادر مقابل به دام افتادن، مقاومت کنند. این نیازها تا حدودی با یکدیگر ناسازگار هستند، اما تأمین آنها موضوع اصلی مدیریت سنتی شیلات است. نیاز دیگر به صورت علاقه گسترده ماهیگیران جوان برای صید کپور ماهیان بویژه در مناطق پست بیان می شود که ممکن است نظیر صید گسترده ماهیان آزاد در مناطق مرتفع باشد (۱۳۴). اولویت هایی که توسط ماهیگیران در تحقیق اخیر از ۱۲۱۱ نفر از آنها، بیان شد شامل ماهی کپور، ماهی کلمه، سیم ماهی، لای ماهی، ماهی سرمهroxطی، اردک ماهی، سس ماهی و ماهی خاردار است.

مدیران شیلات تمایل دارند تولید حداکثر و تراکم بالای توده زنده ماهیان را مطلوب تلقی کرده و فرایندهای پایین به بالا<sup>۱</sup> را کنترل کننده نظام های آبی فرض کنند. فرایندهای پایین - بالا آن دسته از فرایندهایی هستند که تعیین کننده وضعیت جوامع فیتوپلانکتونی بواسطه عوامل فیزیکی و غذایی و در نتیجه تأثیرات آن بر روی شبکه غذایی می باشند.

تاكنوون مفهومی که در آن فرایندهای بالا به پایین (فرایندهای وارد شده در قسمتهای بالایی شبکه های غذایی) نظیر شکار و صید توسط پرندگان و ماهی ها و عملکردهای آنها بر روی سطوح پایینی زنجیره های غذایی، که دارای اهمیت زیادی می باشند، به طور گسترده درک نشده است. علت این موضوع شاید اهمیت دادن به صید ماهیان آزاد و ماهیگیری در رودخانه و دریاچه های عمیق بزرگ در گذشته باشد که به درستی تأیید کننده لزوم کنترل فرایندهای پایین به بالا در چنین مناطقی است.

در انگلستان، استراتژی رسمی ماهیگیری تغییر این روش را پیشنهاد کرده است. اخطاری نیز در مورد اثرات ذخیره سازی مجدد و لزوم پایش اثرات آن و نیز در مورد معرفی گونه های غیربومی ماهیان داده شده است. اگرچه تأکید بیشتر

-۱ bottom-up effects: مکانیسمهایی که به وسیله آن موجودات زنده در پایین ترین سطوح شبکه های غذایی (فتوسترنزی) ماهیت و میزان تولید موجودات سطوح میانی و بالایی را تعیین می کنند.

سازی دوباره ماهیان نخواهد بود. زیرا حتی پس از گستردگی ترین عملیات حذف ماهیان، برخی از آنها باقی می‌مانند. در صورت لزوم بهتر است که عملیات جایه جایی اجتماع ماهیان شامل تهییه ماهیان مناسب از انواع مورد نیاز گردد. ایجاد هماهنگی با مدیران شیلاتی شاغل در آژانس محیط زیست مفید است زیرا در پاره‌ای از موارد، زمین داران تصمیم به انتقال جوامع ماهیان از دریاچه‌های را می‌گیرند و گونه‌های خاصی را به منظور اهداف تجاری در دریاچه خود ذخیره می‌کنند. در ضمن سازماندهی مناسب ممکن است انتقال ماهیان از یک دریاچه را بدون به خطر انداختن جامعه آنها امکان پذیر سازد.

علاوه بر این، برخی از کارپردازان تجارتی در این معاملات به عنوان دلال عمل می‌کنند. براساس قانون آبهای شیرین و ماهی آزاد، ۱۹۷۵، کلیه نقل و انتقالات ماهیان نیازمند موافقت آژانس محیط زیست است و کسب این موافقت تا قبل از آزمایش ماهیان از نظر بیماری‌های مسری، ممکن نخواهد بود.

انتقال ماهیان نیازمند مراقبت مشابهی نظیر مراقبتهای ذکر شده در فصل هفتم است. برای این منظور مخازن پر از اکسیژن بویژه برای مسیرهای طولانی تر، مطلوب است. تعدادی که باید اضافه شوند زیاد نخواهد بود و احتمالاً در این شرایط نیازی به ذخیره سازی مجدد برای رسیدن به سطح مطلوب نخواهد بود. قابلیت دریاچه تنها در افزودن تعدادی جفت ماهی تولید مثلی از ماهیان مطلوب بالقوه در اولین مرحله و انتظار از جامعه طبیعی برای ایجاد ساختار خود است. اگر اطلاعات موجود برای شروع برنامه ریزی کافی نباشد، ماهی نامطلوب به سرعت تولید مثل می‌کند و بسترهاي گیاهی ایجاد شده پناهگاه‌های را برای این ماهیان جوان (در مقابل شکارچیان آنها) تامین می‌کنند. ماهیان مناسب باید در اوخر زمستان به دریاچه افزوده شوند تا کمترین آسیب به آنها برسد و به محض افزوده شدن برای زاد و ولد و استقرار یک فصل فرصت داشته باشند.

### پاییش

موضوع پاییش وضعیت دریاچه پس از بازسازی به نکات جزئی تری نیاز دارد. پاییش به معنای ثبت جزئیات مربوط به یک دریاچه براساس یک روش نظام یافته است. این کار باید در سالهای قبل و در حین فرایند بازسازی شروع شود و نیز در پی آن ادامه یابد. اگر این کار به طور

در این استراتژی، بر روی تجدید جامعه ماهیان نسبت به زیستگاه آنها است. در عین حال شناخت دقیقی از ماهی کپور معمولی به عنوان گونه معرفی شده، وجود ندارد. بررسی‌های قابل ملاحظه‌ای در مورد احیای زیستگاهها وجود دارد که در آنها هیچ اشاره‌ای به حمایت از عدم برداشت شکارچیانی نظیر اردک ماهی (یکی از پرتقاضات ترین گونه‌های محبوب باشگاه‌های ماهی گیری با قلاب در گذشته) نشده است.

آنچه مورد نیاز است ایجاد ارتباطی بهتر بین سازمانهای مختلف، برای توافق در مورد ایجاد خط مشی مشترک و مدیریت اصولی شیلات درباره مکانهای حفاظتی، در برابر مدیریتهای منحصرأ طراحی شده برای ماهیگیران است. به منظور تکمیل چنین خط مشی‌هایی این موضوع با یاد موردنیزیرش قرار گیرد که اطلاعات موجود هنوز کم است. به طور مثال آیا در منطقه زیست توده ای از ماهی کپور وجود دارد که بتواند با جوامع گیاهان آبی در تعادل باشد؟ تاچه حدی اثرات ماهیان کپور بر اثر حضور سیم ماهیان یا ماهیان کلمه برای دریاچه تخریبی تر می‌شود؟ آیا وجود لای ماهیان موضوع را پیچیده تر می‌کند و در چه زیست توده‌ای این حالت اتفاق می‌افتد؟ ابهامات موجود بی حد هستند و بعيد به نظر می‌رسد که بدون وجود تجربیات زیاد حتی در مقیاس یک بر که قابل حل باشد.

علاوه بر این، فقدان اطلاعات زیست توده‌ای و جمعیتی، در مورد جوامع ماهیان در بیشتر دریاچه‌ها تا حدی مشکلات بدست آوردن چنین اطلاعاتی رانیز منعکس می‌کند. نمونه گیری از جمعیتهای ماهیان برای اعلام نتایج قطعی مشکل است. دشواری دیگر تأثیر آب و هوا بر روی دمای آب در روند اصلاح تعداد ماهیان نامطلوب است که تعداد آنها را به میزان زیادی تغییر می‌دهد. عدم در کار این موضوع تقاضاهای زیادی را از باشگاه‌های ماهیگیری برای ذخیره سازی دوباره باعث می‌شود. در عین حال، امروزه تعیین محدوده ای از زیست توده متعلق به یک گونه معین در یک دریاچه آسان نیست. آسیب‌های منتج از ذخیره سازی مجدد و نیز معرفی گونه‌ها، این موضوع را پیچیده تر نموده است. تعیین دقیق جامعه قبلی ماهیان طبیعی دریاچه‌های مناطق پست انگلستان غیرممکن است، مگر اینکه فنون زیست شناسی ملکولی در مورد DNA سنگواره‌های موجود در رسوبات قابل استفاده باشند.

**تهییه ماهیان به منظور جایگزینی جوامع  
معمول اپس از فرایند دخالت زیستی، نیازی به ذخیره**



نمونه‌گیری‌های مداوم از منطقه و تجزیه آن در آزمایشگاه‌طی انجام یک پروژه بازسازی ضروری است. حوادث غیرقابل پیش‌بینی اغلب اتفاق می‌افتد و بنابراین دریاچه‌های نیاز به پایش دارند. در نتیجه این فعالیت‌ها مطالبی آموخته می‌شود که برای پژوهش‌های آتی نیز مفید خواهد بود.

نابرابری رشد گیاهی با ورودی بارهای مواد مغذی) و غلظت کلروفیل فیتوپلانکتونی بیش از ۲۰ میکروگرم در لیتر است. چنین علایمی بیانگر نیاز دریاچه به پایش مفصل تری است. آزمایشات باید در هر مورد یک یادو هفت‌تۀ بعد دوباره انجام شوند. گاهی ممکن است نوساناتی رخ دهد که این نوسانات بیانگر وضعیت کلی دریاچه نمی‌باشند.

### پایش جزئی تر

برنامه پایش جزئی تر باید حداقل به صورت ماهانه (و ترجیحاً هفتگی) انجام گیرد و شامل این موارد باشد: مواد شیمیایی دریاچه و آبهای ورودی به آن، جمعیت فیتوپلانکتونی (به تفکیک زیست توده و ترکیب جامعه) و اجتماع زئوپلانکتونی (دامنه اندازه و ترکیب آنها). در نیمه تابستان باید از جوامع گیاهی آبزی نقشه برداری شود و در اوایل پائیز باید میزان موجودی ماهیان، ضمن تعیین گونه‌های آنها مورد ارزیابی قرار گیرد. روشهای مورد استفاده باید هرساله استاندارد شود و ممکن است شامل استفاده از تعدادی از تورهای محاصره‌ای و یا دسته‌ای از تورهای گوشگیر باشد ولی برخلاف بیشتر نقاط دیگر اروپا، گرفتن مجوز برای این کار در انگلستان مشکل است. چنین مطالعاتی نیازمند نظارت و

مناسب و منظم طراحی شده باشد نیازی به فعالیت متمرکز ندارد. چنین پایش اندکی، اطلاعاتی شامل این موارد را ارایه می‌کند: آیا نظام دریاچه هنوز در وضعیت قابل قبولی است یا نه؟ و آگاهسازی از این که آیا ممکن است نظام دریاچه به وضعیت غلبه فیتوپلانکتونی برگردد یا خیر و یا اینکه اکنون به وضعیت مذکور برگشته است یا خیر.

این اطلاعات به طور دقیق بیانگر علت پایداری یا ناپایداری بازسازی نیست. برنامه‌های پایشی مفصل تر شناسی بیشتری را برای درک این موضوع فراهم می‌کند، ولی ممکن است یک مدیر دریاچه حتی با صرف هزینه‌های بسیار نیز موفق به یافتن علت رخ دادن برخی اتفاقات نشود. باید دانست که تنها برنامه‌های جزئی تر همراه با تحقیقات تجربی چنین امکانی را فراهم می‌کند. این برنامه‌ها به طور اجتناب ناپذیری پرهزینه هستند ولی از طرف دیگر نوعی سرمایه گذاری برای موقفيت‌های آتی پژوهش‌های بازسازی دیگر محسوب می‌شوند. هزینه‌های تحقیقات معمولاً به این طریق جبران می‌شوند. کارهای عملی همیشه گران‌تر از تحقیقات هستند و کاری که با شکست روبرو شود ضرری کامل محسوب می‌گردد.

### پایش حداقل

در برنامه‌های پایشی بنیادی نیازی به وجود افراد بسیار آموزش دیده نیست، این برنامه‌ها شامل بازدیدی به احتمال زیاد یک روزه در جولای یا آگوست همراه با کارهای آزمایشگاهی است که می‌توان این کار را به یک موسسه دیگر نیز محلول کرد. زمینه کاری می‌باید در برگیرنده نقشه برداری از پوشش گیاهی دریاچه در مقیاس کوچک و قابل استفاده باشد و نیز باید میزان شفافیت آب بوسیله دیسک سشی اندازه گیری شود. همچنین باید از آب دریاچه نمونه گیری شود و سپس کلروفیل، نیترات و آمونیم، فسفر محلول و فسفر کل مورد بررسی قرار گیرد. نمونه باید در جای خنک نگهداری شود و تجزیه آن باید طرف چندین ساعت انجام گیرد.

شاخص‌هایی که باید در دریاچه به آنها توجه بیشتری شود شامل رو به کاهش بودن تنوع، گستردگی پوشش گیاهی، قابل مشاهده بودن دیسک شسی (به علت کدورت بالا) در عمق ۲ متری در زمان پایین فرستاده شدن از قایق و ناچیز بودن فسفر واکنشی محلول (به علت جذب بوسیله فیتوپلانکتون‌ها) است. عالیم دیگر شامل قابل ملاحظه بودن مقدار نیترات، وجود آمونیم به میزان بیش از دهها میکرو گرم در لیتر (به علت

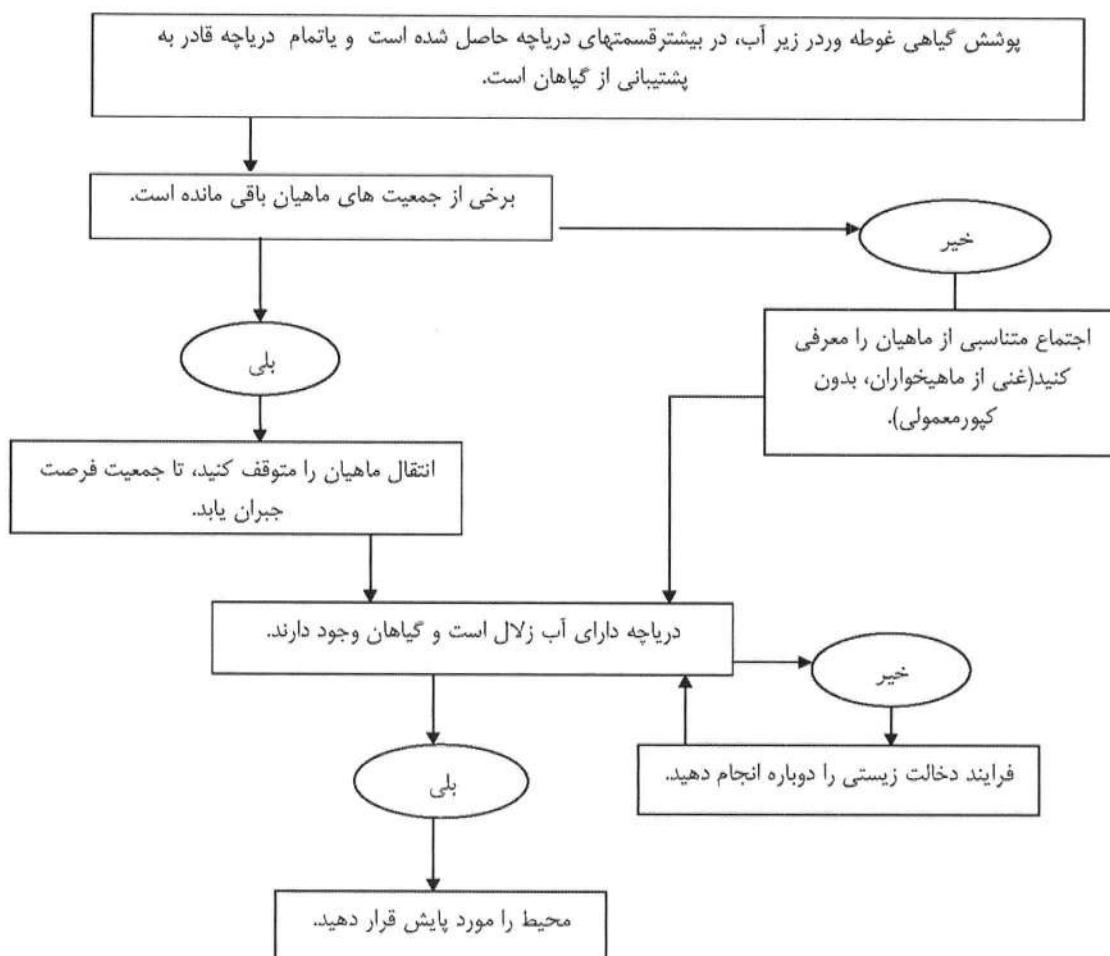
که دریاچه راتحت تاثیر قرار می دهد. این یک موضوع کلی است که در مدیریتهای حفاظتی و مراقبت از چشم اندازها لحاظ می گردد. تمام جنبه های استفاده ای و عملکردی چشم اندازها به یکدیگر مربوطند. پیامدهای تغییر در روش های کشاورزی، ایجاد مکانهای جدید سکونت، فرایندهای صنعتی جدید، تغییرات آب و هوایی یا حتی شکلهای جدید تفرج، عاقبت ممکن است به وضعیت های غیرقابل انتظار منتهی شوند. یک مدیر دریاچه در صورت تحقق هدف بازسازی نمی تواند انتظار داشته باشد که دیگر تغییری رخ ندهد. تغییراتی که در اثر استفاده از اراضی تشدید می گردد، معمولاً سبب بروز تغییرات دیگر در جهت افزایش بارهای مواد مغذی برندگی شود. بنابراین پایش منظم کاربری طرح های محلی، همراه با مراقبت آزادسازی محیط زیست برای کنترل بروز مشکلات ناشی از آلودگی، ارزشمند خواهد بود.

تفسیر توسط افراد آموزش دیده است که باید بتوانند نظراتی در مورد تغییرات مشهود در دریاچه و علل آنها ارایه دهند. در مورد هر تغییری اگر به طور روشن قابل توضیح نباشد، نیاز به برنامه تحقیقاتی خواهد بود و پیش ایش نمی توان ماهیت مشکل را مشخص کرد. تنها توصیه در این موارد لزوم انجام این کار همراه با تحقیقات تجربی و ثبت وضعیت دریاچه به طور متواال است. باید تا جایی که ممکن است به منظور استفاده از آزمایش های تخصصی، زمان کافی در نظر گرفته شود. تجربیات به دست آمده، در انتهای راه طرح های بازسازی آینده نیز سودآور خواهد بود. ابهاماتی که در شناخت مالز نظامهای دریاچه ای کم عمق باقی مانده است، بیانگر این است که ادامه تحقیقات اساسی بر روی عملکرد دریاچه ها، در کنار اجرای برنامه های پایش جدید در خصوص بازسازی دریاچه ها بسیار مطلوب و لازم است.

### پایش تغییر خارجی

آخرین مطلب پایش آن دسته از تغییرات خارجی است

در ختواره تصمیم گیری برای تثبیت نظام دریاچه:



## References

1. Andersson,G., Bergren,H., Cronberg,G., & Gelin,C. (1978) Effects of planktivorous and benthivorous fish on organisms and water chemistry in eutrophic lakes. *Hydrobiologia*, 59, 9-15.
2. Andersson,G., Berggren,H. & Hamrin,S. (1975) Lake Trummen restoration project III Zooplankton, macrobenthos and fish. *Verhandlungen internationale der Vereinigung theoretische und angewandte Limnologie* 19, 1097-1106.
3. Andersson,G., Blindow,I., Hargeby,A. & Johansson,S. (1990) The recovery of Lake Kranksjön. *Anser* 29, 53-62 (Swedish, English summary.)
4. Annadotter,H., Cronberg,G., Aagren,R., Jönsson,L., Lundstedt,B., Nilsson,P.A & Ströbeck,S. (1997) Multiple techniques for the restoration of a hypertrophic lake. In Harper,D., Brierley, W., Phillips,G. & Ferguson,A. (eds) *The Ecological Basis for Lake and Reservoir Management*. Wiley, Chichester, in press.
5. Annadotter,H., Nilsson,P.A., Lundstedt,B. & Ströbeck,S. (1995) Ny vatmarksanläggning för kombinerad reduktion av fosfor och kväve. (A new constructed wetland for combined reduction of phosphorus and nitrogen.) *Vatten* 51, 103-106.
6. Bales,M., Moss,B., Phillips,G., Irvine,K. & Stansfield,J. (1993) The changing ecosystem of a shallow, brackish lake, Hickling Broad, Norfolk.ii Long term changes in water chemistry and ecology and their implications for restoration of the lake. *Freshwater Biology* 29, 141-165.
7. Balls, H.R., Moss,B., & Irvine,K. (1989) The loss of submerged plants with eutrophication I Experimental design, water chemistry, aquatic plant and phytoplankton biomass in experiments carried out in ponds in the Norfolk Broadland. *Freshwater Biology* 22, 71-87.
8. Battarbee,R.W., Mason,J., Renberg,I. & Talling,J.F. (1990) *Palaeolimnology and Lake Acidification*. The Royal Society, London.
9. Beklioglu,M. & Moss,B. (1995) The impact of pH on interactions among phytoplankton algae, zooplankton and perch (*Perca fluviatilis*) in a shallow, fertile lake. *Freshwater Biology* 33, 497-509.
10. Bengtsson,L., Fleischer,S., Lindmark,G. & Ripl,W. (1975) Lake Trummen restoration project.I Water and sediment chemistry. *Verhandlungen der internationale Vereinigung theoretische und angewandte Limnologie* 19, 1080-1087.
11. Benndorf,J. (1987) Food web manipulation without nutrient control: A useful strategy in lake restoration? *Schweizerische Zhurnal der Hydrologie* 49, 237-248.
12. Benndorf,J. (1988) Objectives and unsolved problems in echotechnology and biomaniulation:a preface. *Limnologica (Berlin)* 19, 5-8.
13. Benndorf,J., Kneschke,H., Kossatz,K. & Penz,E. (1984) Manipulation of the pelagic food web by stocking with predacious fishes. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie* 69, 407-428.
14. Benndorf,J., Schultz,H., Benndorf,A., Unger,R., Penz,E., Kneschke,H., Kossatz,K., Dumke,R., Hornig,U., Kruspe,R. & Reichel,S. (1988) Food web manipulation by enhancement of piscivorous fish stocks: long term effects in the hypertrophic Bautzen reservoir. *Limnologica* 19, 97-110.
15. Bennion,H. (1994) A diatom-phosphorus transfer function for shallow, eutrophic ponds in southeast England. *Hydrobiologia* 275/276, 391-410.
16. Berg,S., Jeppesen,E. & Søndergaard,M. (1997) Pike (*Esox lucius* L.) stocking as a biomaniulation tool. 1. Effects on the fish population in Lake Lyng (Denmark). *Hydrobiologia* (in press).
17. Björk,S. (1972) Swedish lake restoration program gets results. *Ambio* 1, 153-165.
18. Björk,S. (1994) Restoration of lakes through sediment removal - Lake Trummen, Sweden. 130-140 in Eiseltova, M. (Editor) *Restoration of Lake Ecosystems, a Holistic approach*.
19. Blindow,I. (1991) *Interactions between submerged macrophytes and microalgae in shallow lakes*. Doctoral Dissertation, University of Lund, Sweden.
20. Blindow,I. (1992) Long and short term dynamics of submerged macrophytes in two shallow lakes. *Freshwater Biology* 28, 15-27.
21. Blindow,I., Andersson,A., Hargeby,A. & Hansson,S. (1993) Long-term pattern of alternative stable states in two shallow eutrophic lakes. *Freshwater Biology* 30, 159-167.
22. Boar,R.R., Crook,C.E. & Moss,B. (1989) Regression of *Phragmites australis* reedswamps and recent changes of water chemistry in the Norfolk Broadland, England. *Aquatic Botany* 35, 41-55.
23. Boorman,L.A. & Fuller,R.M. (1981) The changing status of reedswamp in the Norfolk Broads. *Journal of Applied Ecology* 18, 241-269.
24. Brabrand,Å. & Faafeng,B.A. (1993) Habitat shift in roach (*Rutilus rutilus*) induced by pikeperch (*Stizostedion lucioperca*) introduction:predation versus pelagic behaviour. *Oecologia* 95, 38-46.
25. Breukelaar,A.W., Lammens,E.H.R.R., Klein Breteler,J.G.P. & Tatral,I. (1994) Effects of benthivorous bream (*Abramus brama*) and carp (*Cyprinus carpio*) on sediment resuspension and concentrations of nutrients and chlorophyll a. *Freshwater Biology* 32, 113-121.
26. Brönmark,C. (1989) Interactions between epiphytes, macrophytes and freshwater snails: a review. *Journal of Molluscan Studies* 55, 299-311.
27. Brönmark,C., Klosiewski,S.P. & Stein,R.A. (1992) Indirect effects of predation in a freshwater, benthic food chain. *Ecology* 73, 1662-1674.
28. Brönmark,C. & Weisner,S.E.B. (1992) Indirect effects of fish community structure on submerged vegetation in shallow, eutrophic lakes: an alternative mechanism. *Hydrobiologia* 243/244, 293-301.
- 28a Brooks,J.L. & Dodson,S.I. (1965) Predation, body size and composition of plankton. *Science* 150, 28-35.
29. Cahn,A.R. (1929) The effect of carp on a small lake: the carp as a dominant. *Ecology* 10, 271-274.
30. Canfield,D.E. Jr, Shireman,J.V., Colle,D.E., Haller,W.T., Watkins,C.E.II & Maceina,M.J. (1984) Prediction of chlorophyll a concentrations in Florida lakes:importance of aquatic macrophytes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 41, 497-501.
31. Carpenter,S.R. (1988) *Complex Interactions in Lake Communities*. Springer Verlag, New York.
32. Carpenter,S.R., Christensen,D.L., Cole,J.C., Cotttingham,K.L., He,X., Hodgson,J.R., Kitchell,J.F., Knight,S.E., Pace,M.L., Post,D.M., Schindler,D.E. & Voichick, N. (1995) Biological control of eutrophication in lakes. *Environmental Science & Technology* 29, 784-786.
33. Carpenter,S.R. & Kitchell,J.F. (eds) (1994) *The Trophic Cascade in Lakes*. Cambridge University Press, Cambridge.
34. Carvalho,L. (1994) Top-down control of phytoplankton in a shallow hypertrophic lake: Little Mere, (England). *Hydrobiologia* 275/276, 53-63.
35. Carvalho,L., Beklioglu,M. & Moss,B. (1995) Changes in Rotherne Mere following sewage diversion - a challenge to the orthodoxy of external phosphorus control as a restoration strategy. *Freshwater Biology* 34, 399-410.
36. Carvalho,L. & Moss,B. (1995) The current status of a sample of English Sites of Special Scientific Interest subject to eutrophication. *Aquatic Conservation* 5, 191-204.
37. Chescheir,G.M., Skaggs,R.W. & Gilliam,J.W. (1992) Evaluation of wetland buffer areas for treatment of pumped agricultural drainage water. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers* 35, 175-182.

38. Christoffersen,K., Reimann,B., Klysner,A.K. & Søndergaard,M. (1993) Potential role of fish predation and natural populations of zooplankton in structuring a plankton community in eutrophic water. *Limnology and Oceanography* 38, 561-573.
39. Clarke,K.B. (1973) The unusual clarity of the Ormesby Broads during 1971. *Transactions of the Norfolk & Norwich Naturalists Society*, 22, 254-260.
40. Cooke,G.D., Welch,E.B., Peterson,S.A. & Newroth,P.R. (1993) *Restoration and Management of Lakes and reservoirs*. Lewis publishers, Ann Arbor, Michigan.
41. Cranswick,P.A., Waters,R.J., Evans,J., Pollitt,M.S. & Stroud,D.A. (1995) *The Wetland Bird Survey 1993-94: Wildfowl and Wader Counts*. BTO/WWF/RSPB/JNCC, Slimbridge.
42. Crivelli, A.J. (1983) The destruction of aquatic vegetation by carp. *Hydrobiologia* 106, 37-41.
43. Cronberg,G. (1982) Phytoplankton changes in Lake Trummen induced by restoration. *Folia Limnologica Scandinavica*, 18, 1-119.
44. Cronberg,G. (1996). Personal communication.
45. Cronberg,G., Gelin,C. & Larsson,K. (1975) Lake Trummen restoration project II Bacteria, phytoplankton and zooplankton productivity. *Verhandlungen internationale der Vereinigung theoretische und angewandte Limnologie* 19, 1088-1096.
46. Crowder,A. & Painter,D.S. (1991) Submerged macrophytes in Lake Ontario: current knowledge, importance, threats to stability and needed studies. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 48, 1539-1545.
47. Daldorph,P. & Price,R. (1994) Long term phosphorus control at three eutrophic reservoirs in south-eastern England. *Archiv für Hydrobiologie Beih.* 40, 231-243.
48. De Bernardi,R. & Giussani,G. (1990) Are blue green algae a suitable food for zooplankton? An overview. *Hydrobiologia* 200/201, 29-44.
49. De Nie,H.W. (1987) The decrease of aquatic vegetation in Europe and its consequence for fish populations. EIFAC/CECP Occasional paper 19.
50. Dillaha,T.A., Renneau,R.B., Mostaghimi,S. & Lee,D. (1989) Vegetative filter strips for agricultural non-point source control. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers* 32, 513-519.
51. Dillon,P.J. & Rigler,F.H. (1974) The phosphorus-chlorophyll relationship in lakes. *Limnology & Oceanography* 19, 767-773.
52. Dini,M.L. & Carpenter,S.R. (1991) The effects of whole lake fish community manipulations on *Daphnia* migratory behaviour. *Limnology and Oceanography* 36, 370-377.
53. Duigan,C. & Haycock,B (1995) Reserve focus-The Bosherston lakes. *British Wildlife* 6, 231-234.
54. Eaton,J.W., Best,M.A., Staples,J.A. & O'Hara,K. (1992) *Grass Carp For Aquatic Weed Control. A User's Manual*. National Rivers Authority, Bristol.
55. Eiseltova, M. (Editor) (1994) *Restoration of Lake Ecosystems, a Holistic Approach*. International Waterfowl and Wetlands Research Bureau, Publication 32, Slimbridge.
56. Ellis,E.A. (1965) *The Broads*. Collins, London.
57. ENDS (Environmental data services) (1996) Eutrophication threat from agricultural sources. No 254, 12-13.
58. ENTEC UK Ltd (1995) *A Review of Eutrophication-Related Legislation in England and Wales*. National Rivers Authority, Peterborough.
59. Faafeng,B.A. & Brabrand,Å. (1990) Biomanipulation of a small, urban lake - removal of fish excludes blue green algal blooms. *Verhandlungen internationale der Vereinigung theoretische und angewandte Limnologie* 24, 597-602.
60. Fletcher,A.R., Morison,A.K., & Hulme, D.J. (1985) Effects of carp, *Cyprinus carpio* L. on communities of aquatic vegetation and turbidity of water bodies in the lower Goulburn river basin. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 36, 311-327.
- 60a. Foy,R.H. & Withers,P.J.A. (1995) The contribution of agricultural phosphorus to eutrophication. *Proceedings of the Fertilizer Society* 365, 1-32.
- 60b Foy,R.H., Smith,R.V., Jordan,C. & Lennox,S.D. (1995) Upward trend in soluble phosphorus loadings to Lough Neagh despite phosphorus reduction at sewage treatment works. *Water Research* 29, 1051-1063.
61. Gehrels,J. & Mulamoottil,G. (1989) The transformation and export of phosphorus from wetlands. *Hydrological Processes* 3, 365-370.
62. George,M. (1992) *The Land Use, Ecology and Conservation of Broadland*. Packard Publishing, Chichester.
63. Giles,N. (1992) *Wildlife after Gravel: Twenty Years of Practical Research by the Game Conservancy and ARC*. Game Conservancy, Fordingbridge.
64. Gliwicz,Z.M.(1975) Effect of zooplankton grazing on photosynthetic activity and composition of phytoplankton. *Verhandlungen internationale der Vereinigung theoretische und angewandte Limnologie* 19, 1490-1497.
65. Gliwicz,Z.M. (1990) Why do cladocerans fail to control algal blooms? *Hydrobiologia* 200/201, 83-97.
66. Gosling,L.M. (1972) The coypu in East Anglia. *Transactions of the Norfolk and Norwich Naturalists Society* 23, 49-59.
67. Grimble,P. (1994) Water quality and agriculture: pollution and nitrate leaching. *Agricultural Development and Advisory Service*, Norwich, UK.
68. Grimm,M.P. (1989) Northern pike (*Esox lucius* L.) and aquatic vegetation, tools in the management of fisheries and water quality in shallow waters. *Hydrobiological Bulletin*, 23, 59-65.
69. Hameed,H.A. (1989) *Studies on the Limnology of the Trinity Broads, Norfolk*. PhD Thesis, University of East Anglia, Norwich.
70. Hammer,D.A. (Ed) (1989) *Constructed Wetlands for Wastewater Treatment*. Lewis Publishers, Chelsea, Michigan.
71. Hamrin,S.F., Annadotter,H., Linge,H., Persson,A., Romare, P. Soler,T. & Strand,J. (1993) *Sjörestaurering genom mörtfiskreduktion: en förstudie*. (English translation available by R.Aagren, Dept of Limnology, Lund & Inst of Freshwater Research of the Swedish National Board of Fisheries, Lund and Drottningholm).
72. Harper,D. & Pacini,N. (1995) *Practical Manual of Eutrophication Control Methodologies*. National Rivers Authority, Peterborough.
73. Hasler,A.D. (1947) Eutrophication of lakes by domestic drainage. *Ecology* 28, 383-395.
74. Hawke,C.J. & José,P.V. (1996) *Reedbed Management for Commercial & Wildlife Interests*. Royal Society for the Protection of Birds, Sandy.
75. Haycock,B. & Duigan,C. (1994) Saving stoneworts at Bosherston. *Enact* 2, 21-23.
76. He,X., Scheurell,D., Soranno,P.A. & Wright,R.A. (1994) Recurrent response patterns of a zooplankton community to whole lake fish manipulation. *Freshwater Biology* 32, 61-72.
77. Hedley,M.J., Mortvedt,J.J., Bolan,N.S. & Syers,J.K. (1995) Phosphorus fertility management in agroecosystems. 59-92 in H.Tiessen (editor) *Phosphorus in the Global Environment*, J.Wiley, Chichester.
78. Hessen,D. (1986) Introduction of pike (*Esox lucius*) to a small pond: effects on planktivorous fish, zooplankton and algae. *Fauna* 36, 119-124.
79. Holdway,P.A., Watson,R.A. & Moss,B. (1978) Aspects of the ecology of *Prymnesium parvum* (Haptophyta) and water chemistry in the Norfolk Broads, England. *Freshwater Biology* 8, 295-311.
80. Holzer,T.J. & Perrow,M.R. (1996). *Practical Methods for Broads Restoration*. LIFE report, Vol 6, Broads Authority, Norwich.

81. Horppila,J. & Kairesalo,T. (1992) Impacts of bleak (*Alburnus alburnus*) and roach (*Rutilus rutilus*) on water quality, sedimentation and internal nutrient loading. *Hydrobiologia* 243/244, 323-331.
82. Hosper,H. (1989) Biomanipulation, a new perspective for restoring shallow, eutrophic lakes in the Netherlands. *Hydrobiological Bulletin* 23, 11-19.
83. Hosper,S.H. & Jagtman,E. (1990) Biomanipulation additional to nutrient control for restoration of shallow lakes in the Netherlands. *Hydrobiologia* 200/201, 523-534.
84. Hosper,H. & Meijer,M.L. (1993) Biomanipulation, will it work for your lake? A simple test for the assessment of chances for clear water, following drastic fish-stock reduction in shallow, eutrophic lakes. *Ecological Engineering* 2, 63-72.
85. Howard Williams,C. (1981) Studies on the ability of a *Potamogeton pectinatus* community to remove dissolved nitrogen and phosphorus compounds from the water. *Journal of Applied Ecology* 18, 619-637.
86. 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. *Verhandlungen internationale der Vereinigung theoretische und angewandte Limnologie* 14, 192-195.
87. Irvine,K., Bales,M., Moss,B. & Snook,D. (1993) Trophic relationships in the ecosystem of a shallow, brackish lake - Hickling Broad, Norfolk, with special reference to the role of *Neomysis integer* Leach. *Freshwater Biology* 29, 119-139.
88. Irvine,K. Balls,H., & Moss, B. (1990) The entomostracan and rotifer communities associated with submerged plants in the Norfolk Broadland - effects of plant biomass and species composition. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie* 75, 121-141.
89. Irvine, K., Moss,B., Bales,M.T. & Snook, D. (1993) The changing ecosystem of a shallow brackish lake, Hickling Broad, Norfolk, U.K. I Trophic relationships with special reference to the role of *Neomysis integer* (Leach). *Freshwater Biology* 29, 119-139.
90. Irvine, K., Moss,B., & Balls,H.R. (1989) The loss of submerged plants with eutrophication II Relationships between fish and zooplankton in a set of experimental ponds, and conclusions. *Freshwater Biology* 22, 89-107.
91. Irvine,K., Moss,B. & Stansfield,J. (1990) The potential of artificial refugia for maintaining a community of large-bodied Cladocera against fish predation in a shallow eutrophic lake. *Hydrobiologia* 200/201, 379-389.
92. Irvine,K., Snook,D. & Moss,B. (1995) Life histories of *Neomysis integer*, and its copepod prey, *Eurytemora affinis*, in a eutrophic and brackish shallow lake. *Hydrobiologia* 304, 59-76.
93. Jeppesen,E., Jensen,J.P., Kristensen,P., Søndergaard,M., Mortensen,E., Sortkjaer,O. & Olrik,K. (1990a) Fish manipulation as a lake restoration tool in shallow, eutrophic, temperate lakes 2: threshold levels, long-term stability and conclusions. *Hydrobiologia* 200/201, 219-227.
94. Jeppesen,E., Kristensen,P., Jensen,J.P., Søndergaard,M., Mortensen,E. & Lauridsen,T. (1991) Recovery resilience following a reduction in external phosphorus loading of shallow, eutrophic Danish lakes: duration, regulating factors and methods for overcoming resilience. *Memoria del Istituto Italiano di Idrobiologia* 48, 127-148.
95. Jeppesen,E., Søndergaard,M., Kanstrup,E., Eriksen,R.B., Hammershoj, M., Petersen,B., Mortensen,E., Jensen,J.P., & Have, A. (1994) Does the impact of nutrients on the biological structure and function of brackish and freshwater lakes differ? *Hydrobiologia* 275/276, 15-30.
96. Jeppesen,E., Søndergaard,M., Mortensen,E., Kristensen,P., Riemann,B., Jensen,H.J., Müller,J.P., Sortkjaer,O., Jensen,J.P., Christoffersen,K., Bosselmann,S. & Dall,E. (1990b) Fish manipulation as a lake restoration tool in shallow, eutrophic temperate lakes 1: cross-analysis of three Danish case studies. *Hydrobiologia* 200/201, 205-218.
97. Jeppesen,E., Søndergaard,M., Sortkjaer,O., Mortensen,E., & Kristensen,P. (1990c) Interactions between phytoplankton, zooplankton and fish in a shallow, hypertrophic lake: a study of phytoplankton collapses in Lake Søbygård, Denmark. *Hydrobiologia* 191, 149-164.
98. Johnes,P.J. (1996) Evaluation and management of the impact of land use change on the nitrogen and phosphorus load delivered to surface waters: the export coefficient modelling approach. *Journal of Hydrology*, 183, 323-349.
99. Johnes,P.J., Moss,B. & Phillips,G. (1996) The determination of total nitrogen and total phosphorus concentrations in freshwaters from land use, stock headage and population data-testing of a model for use in conservation and water quality management. *Freshwater Biology* 36, 451-473.
100. Kairesalo,T., Horppila,J., Luokkanen,E., Malinen,T. & Peltonen,H. (1997) Direct and indirect mechanisms behind a successful biomanipulation of Lake Vesijärvi. In Harper,D., Brierley,W., Phillips,G. & Ferguson,A. *The Ecological Basis for Lake and Reservoir Management*. Wiley, Chichester, in press.
101. Kennison,G.C.B. (1990) *Aquatic macrophyte surveys of the Norfolk Broads 1989*. Broads Authority, Norwich.
102. Kennison,G.C.B. & Prigmore,D. (1994) *Aquatic macrophyte surveys of the Norfolk Broads 1993*. Broads Authority, Norwich.
103. Keskitalo,J. (1990) Occurrence of vegetated buffer zones along brooks in the catchment area of Lake Tuusulanjärvi, South Finland. *Aqua Fennica* 20, 55-64.
104. Keto,J. & Sammalkorpi,I. (1988) A fading recovery: a conceptual model for Lake Vesijarvi management and research. *Aqua Fennica* 18, 193-204.
105. Klinge, M., Grimm,M.P. & Hosper,S.H. (1995) Eutrophication and ecological rehabilitation of Dutch lakes: presentation of a new conceptual framework. *Water Science & Technology*, 31, 207-218.
106. Klötzli, F. (1971) Biogenous influence on aquatic macrophytes especially *Phragmites communis*. *Hydrobiologia* 12, 107-111.
107. Klötzli,F. & Zust,S. (1973) Nitrogen regime in reed beds. *Polske Archivum Hydrobiologie* 20, 131-136.
108. Kornijow,R., Gulati,R.D. & Ozimek,T. (1995) Food preference of freshwater invertebrates: comparing fresh and decomposed angiosperm and a filamentous alga. *Freshwater Biology* 33, 205-212.
109. Kristensen,P. & Hansen,H.O. (eds) *European Rivers and Lakes. Assessment of their Environmental State*. European Environmental Agency, Environmental Monographs 1. Copenhagen.
- 109a. Krug,A. (1993) Drainage history and land use pattern of a Swedish river system- their importance for understanding nitrogen and phosphorus load. *Hydrobiologia* 251, 285-296.
110. Lamarra,V.A. (1975) Digestive activities of carp as a major contributor to the nutrient loading of lakes. *Verhandlungen der internationale Vereinigung theoretische und angewandte Limnologie* 19, 2461-2468.
111. Lambert,J.M., Jennings,J.N., Smith,C.T. & Hutchinson,J.N. (1960) *The Making of the Broads: a reconstruction of their origin in the light of new evidence*. Royal Geographical Society, London.
112. Lammens,E.H.R.R. (1988) Trophic interactions in the hypertrophic lake Tjeukemeer; top-down and bottom-up effects in relation to hydrology, predation and bioturbation during the period 1974-1985. *Limnologica (Berlin)* 19, 81-85.
113. Lammens,E.H.R.R., Gulati,R.D., Meijer,M.L. & Van Donk,E. (1990) The first biomanipulation conference: a synthesis. *Hydrobiologia* 200/201, 619-628.
114. Lasenby,D.C., Northcote,T.G. & Furst,M (1986) Theory, practice and effects of *Mysis relicta* introductions to North American and Scandinavian lakes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 43, 1277-1284.





- 194. Shapiro,J., Lamarra, V. & Lynch,M. (1975)** Biomanipulation: an ecosystem approach to lake restoration. 85-96. In Brezonik,P.L & Fox,J.L. (eds) *Water Quality Management through Biological Control*. Report Env 07-75-1, Univ of Florida, Gainsville.

**195. Shapiro,J. & Wright,D.J. (1984)** Lake restoration by biomanipulation:Round lake, Minnesota, the first two years. *Freshwater Biology* 14, 371-383.

**196. Sharpley,A.N., Hedley,M.J., Sibbesen,E., Hillbricht-Ilkowska,A., House,W.A. & Ryszkowski,L. (1995)** Phosphorus transfers from terrestrial to aquatic ecosystems. 171-200 in H.Tiessen (editor) *Phosphorus in the Global Environment*, J.Wiley, Chichester.

**196a Sharpley,A.N., Chapra,S.C., Wedephol,R., Sims,J.T., Daniel,T.C. & Reddy,K.R. (1994)** Managing agricultural phosphorus for protection of surface waters: issues and options. *Journal of Environmental Quality* 23, 437-451.

**197. Simons,J., Ohm,M., Daalder,R., Boers,P. & Rip,W. (1994)** Restoration of Botshol (The Netherlands) by reduction of external nutrient load: recovery of a characean community with *Chara connivens*. *Hydrobiologia* 275/276, 243-253.

**198. Smith,S. (1995)** The coypu in Britain. *British Wildlife* 6, 279-285.

**199. Søndergaard,M., Jeppesen,E. & Berg,S. (1997)** Pike (*Esox lucius L.*) stocking as a biomanipulation tool 2. Effects on lower trophic levels in Lake Lyng (Denmark). *Hydrobiologia* (in press).

**200. Søndergaard,M., Jeppesen,E., Mortensen,E., Dall,E., Kristensen,P. & Sortkjaer,O. (1990)** Phytoplankton biomass reduction after planktivorous fish reduction in a shallow, eutrophic lake; a combined effect of reduced internal P-loading and increased zooplankton grazing. *Hydrobiologia* 200/201, 229-240.

**201. Stansfield,J.H., Moss,B. & Irvine,K. (1989)** The loss of submerged plants with eutrophication III Potential role of organochlorine pesticides: a palaeoecological study. *Freshwater Biology* 22, 109-132.

**202. Stephen,D., Moss,B. & Phillips,G.L (1997)** Do rooted macrophytes increase sediment phosphorus release. *Hydrobiologia* (in press).

**203. Stevenson,A.C., Juggins,S., Birks,H.J.B., Anderson,D.S., Anderson,N.J., Battarbee,R.W., Berge,F., Davis,R.B., Flower,R.J., Haworth,E.Y., Jones,V.J., Kingston,J.C., Kreiser,A.M., Line,J.M., Munro,M.A.R. & Renberg,I. (1991)** *The Surface Waters Acidification Project Palaeolimnology Programme: Modern Diatom/Lake-water Chemistry Data-sets*. ENSIS Ltd., London.

**204. Timms,R.M. & Moss, B. (1984)** Prevention of growth of potentially dense phytoplankton populations by zooplankton grazing, in the presence of zooplanktivorous fish, in a shallow wetland ecosystem. *Limnology & Oceanography* 29, 472-486.

**205. Ulrich,K.E. & Burton,T.M. (1985)** The effects of nitrate, phosphate and potassium fertilization on growth and nutrient uptake patterns of *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steudel. *Aquatic Botany* 21, 53-62.

**206. Van Donk,E., De Deckere,E., Klein Breteler,G.P. & Meulemans,J.T. (1994)** Herbivory by waterfowl and fish on macrophytes in a biomanipulated lake:effects on long term recovery. *Verhandlungen internationale der Vereinigung theoretische und angewandte Limnologie*, 25, 2139-2143.

**207. Van Donk,E., Grimm,M.P., Gulati,R.D., Heuts,P.G.M., De Kloet, W.A. & van Liere,L. (1990)** First attempt to apply whole lake food-web manipulation on a large scale in the Netherlands. *Hydrobiologia* 200/201, 291-301.

**208. Van Donk,E. & Gulati,R.D (1995)** Transition of a lake to turbid state six years after biomanipulation: mechanisms and pathways. *Water Science & Technology* 32, 197-206.

**209. Van Donk,E., Gulati,R.D. & Grimm,M.P. (1989)** Food web manipulation in Lake Zwemlust:positive and negative effects during the first two years. *Hydrobiological Bulletin* 23, 19-34.

**210. Van Donk,E., Gulati,R.D., Iedema,A. & Meulemans,J.T. (1993)** Macrophyte-related shifts in the nitrogen and phosphorus contents of the different trophic levels in a biomanipulated shallow lake. *Hydrobiologia* 251, 19-26.

**211. Venugopal, M.N. & Winfield,I.J. (1993)** The distribution of juvenile fishes in a hypereutrophic pond: can macrophytes potentially offer a refuge for zooplankton? *Journal of Freshwater Biology* 8, 389-396.

**212. Vijverberg,J. (1982)** Production, population biology and diet of *Neomysis integer* (Leach) in a shallow Frisian lake (The Netherlands). *Hydrobiologia* 93, 41-51.

**213. Vollenweider,R.A. (1968)** *The scientific basis of lake and stream eutrophication, with particular reference to phosphorus and nitrogen as eutrophication factors*. Technical Report of the OECD, Paris DAS/CSI 68.

**214. Vought,L.B.-M., Dahj,J., Lauge Pedersen,J. & Lacoursiere,C. (1994)** Nutrient retention in riparian ecotones. *Ambio* 23, 342-348.

**215. Vought,L.B.-M., Pinay,G., Fuglsang,A. & Ruffinoni,C. (1995)** Structure and function of buffer strips from a water quality perspective in agricultural landscapes. *Landscape & Urban Planning* 31, 323-331.

**216. Wilson,H.M., O'Sullivan,P.E. & Gibson,M.T. (1995)** Analysis of current policies and alternative strategies for the reduction of nutrient loads on eutrophicated lakes:the example of Slapton Ley, Devon. *Aquatic Conservation* 3, 239-252.

**217. Winfield,I.J. (1990)** Predation from above: observations on the activities of piscivorous birds at a shallow eutrophic lake. *Hydrobiologia* 191, 223-231.

**218. Wium-Andersen,S.U., Anthoni,C., Cristophersen,C. & Houen,G. (1982)** Allelopathic effects on phytoplankton by substances isolated from aquatic macrophytes (Charales). *Oikos* 39, 187-190.

**219. Zaret,T.M. & Suffern,J.S. (1976)** Vertical migration in zooplankton as a predator avoidance mechanism. *Limnology and Oceanography* 21, 804-813.

**215. Vought,L.B.-M., Pinay,G., Fuglsang,A. & Ruffinoni,C. (1995)** Structure and function of buffer strips from a water quality perspective in agricultural landscapes. *Landscape & Urban Planning* 31, 323-331.

**216. Wilson,H.M., O'Sullivan,P.E. & Gibson,M.T. (1995)** Analysis of current policies and alternative strategies for the reduction of nutrient loads on eutrophicated lakes:the example of Slapton Ley, Devon. *Aquatic Conservation* 3, 239-252.

**217. Winfield,I.J. (1990)** Predation from above: observations on the activities of piscivorous birds at a shallow eutrophic lake. *Hydrobiologia* 191, 223-231.

**218. Wium-Andersen,S.U., Anthoni,C., Cristophersen,C. & Houen,G. (1982)** Allelopathic effects on phytoplankton by substances isolated from aquatic macrophytes (Charales). *Oikos* 39, 187-190.

**219. Zaret,T.M. & Suffern,J.S. (1976)** Vertical migration in zooplankton as a predator avoidance mechanism. *Limnology and Oceanography* 21, 804-813.





Department of the Environment  
Islamic Republic of IRAN

**A Guide to the  
Restoration  
of Nutrient-enriched  
Shallow Lakes**

**Brian Moss, Jane Madgwick, Geoffrey Phillips**

**Translated by:  
Borhan Riazi**

ISBN: 978-964-8065-85-7

9 789646 065857