



پدیدوند به کراچی (اوترو فیکاسون) در منابع آب سطحی (والابل، ساید، و مدل سازی)

نویسنده:

دکتر محمد رضا سانی

(عضو هیئت علمی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی شیراز)

دکتر منصوره دهقان

(عضو هیئت علمی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی شیراز)

مهندس پیام محمدی



انتشارات آوای قلم

سرشناسه: سمایی، محمدرضا، ۱۳۵۸ -
 عنوان و نام پدیدآور: پدیده تغذیه‌گرایی (اوتروفیکاسیون) در منابع آب سطحی (دلایل، پیامدها و مدل‌سازی) / نویسندگان محمدرضا سمائی، منصوره دهقانی، پیام محمدی.
 مشخصات نشر: تهران: آوای قلم، ۱۳۹۳.
 مشخصات ظاهری: ۱۳۶ص: مصور، جدول، نمودار. شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۲۸۲۶-۹۴-۰
 وضعیت فهرست نویسی: فیفا
 موضوع: بارورشدگی آب
 شناسه افزوده: دهقانی، منصوره شناسه افزوده: محمدی، پیام، ۱۳۶۷ -
 رده بندی: ۱۳۹۳ س ۸ ب ۲ / QH۹۶۱۸
 رده بندی دیویی: ۵۷۷/۶۳۱۵۸

نام کتاب: پدیده تغذیه‌گرایی (اوتروفیکاسیون) در منابع آب سطحی
 (دلایل، پیامدها و مدل‌سازی)

نویسندگان: دکتر محمدرضا سمائی / آوازی روی جلد: مهندس مهدی خانی
 دکتر منصوره دهقانی / نوبت چاپ: اول - بهار ۹۳
 مهندس پیام محمدی / شمارگان: ۵۰۰ جلد
 ناشر: انتشارات آوای قلم / قیمت: ۸۵۰۰۰ ریال
 حروفچینی و صفحه‌آرایی: انتشارات خانیران / شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۲۸۲۶-۹۴-۰

ادرس: تهران - میدان انقلاب - خیابان کارگر شمالی - ابتدای خیابان نرس - کوچه باغ نو - کوچه داوود آبادی شرقی - پلاک ۴
 شماره تماس واحد فروش: ۶۶۵۷۱۸۷۱-۶۶۱۲۰۴۲۹ همراه: ۱۲۱۱۹۹۱۲۰ / فکس: ۶۶۹۵۰۷۷۲
 شماره تماس واحد تولید: ۶۶۵۹۱۵۰۴ / تلفکس: ۶۶۵۹۱۵۰۵

فروشگاه اینترنتی: www.khaniranshop.com

هرگونه چاپ و تکثیر از محتویات این کتاب بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع است.
 متخلفان به موجب قانون حمایت حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۷	مقدمه ناشر
۸	پیشگفتار
۱۰	مقدمه
	فصل اول: مقدمه
۱۱	مقدمه
	فصل دوم: تغذیه کربانی
۲۴	۱-۲ پیشگفتار
۲۵	۲-۲ تعریف تغذیه‌گرایی و تقسیم آن
۲۶	۳-۲ تقسیم‌بندی منابع آب از نظر تغذیه‌گرایی
۲۹	۴-۲ عوامل ایجادکننده و موثر بر تغذیه‌گرایی
۳۰	۱-۴-۲ مواد مغذی
۳۱	۱-۴-۲-۱ مفهوم مواد مغذی محدودکننده
۳۳	۲-۴-۲-۱ فسفر
۳۳	۳-۴-۲-۱ منابع ورود فسفر به پیکرهای آب
۳۳	۴-۴-۲-۱ شکل‌های گوناگون فسفر موجود در پیکرهای آبی
۳۷	۵-۴-۲-۱ اندازه‌گیری فسفر
۳۸	۶-۴-۲-۱ نیتروژن
۴۱	۷-۴-۲-۱ آمونیاک
۴۳	۸-۴-۲-۱ نیتريت و نترات
۴۴	۹-۴-۲-۱ نیتروژن آلی
۴۴	۱۰-۴-۲-۱ کربن
۴۶	۱۱-۴-۲-۱ سیلیسیوم
۴۷	۱۲-۴-۲-۱ منابع مواد مغذی موجود در مخزن
۴۹	۱۳-۴-۲-۱ استوکیومتری گیاه و چرخه‌ی مواد غذایی
۵۰	۲-۴-۲ تغذیه‌گرایی و موجودات آبزی

۵۰	۱-۲-۴-۲ جلبک‌ها و فیتوپلانکتون‌ها
۵۳	۲-۲-۴-۲ زئوپلانکتون‌ها و تغذیه‌گرایی
۵۴	۳-۲-۴-۲ تعامل شکار- شکارچی و زنجیره‌ی غذایی- مواد مغذی
۵۶	۴-۲-۴-۲ تعامل فیتوپلانکتون-زئوپلانکتون
۵۸	۳-۴-۲ ساختار اکوسیستم مخازن و دریاچه‌ها
۶۰	۴-۴-۲ فرایندهای فیزیکی موثر بر تغذیه‌گرایی
۶۱	۱-۴-۴-۲ نور
۶۲	۲-۴-۴-۲ ویژگی‌های حرارتی مخازن و اثرات لایه‌بندی بر کیفیت و رفتار مخزن
۶۵	۳-۴-۴-۲ جریان‌ها و امواج
۶۶	۴-۴-۴-۲ انتقال ناشی از پخشیدگی، پهن رفت و پخش
۶۷	۴-۲ ویژگی‌های زیستی مخازن
۶۸	۵-۲ پیامدها و اثرات تغذیه‌گرایی
۶۸	۱-۵-۲ مقدمه
۷۰	۲-۵-۲ پیامد تغذیه برای بر ریاخانه‌ها
۷۲	۳-۵-۲ اثرات اکولوژیکی (بوشناختی)
۷۳	۴-۵-۲ اثرات زیباشناختی
۷۴	۵-۵-۲ اثرات بر سلامتی انسان
۷۴	۱-۵-۵-۲ اثرات بهداشتی سایر فاکتورها در آب شیرین
۷۸	۲-۵-۵-۲ توکسین جلبکی در آب دریاها
۷۸	۳-۵-۵-۲ اثرات تغذیه‌گرایی بر آب آشامیدنی
۷۹	۶-۵-۲ اثرات تفریحی
۸۰	۷-۵-۲ اثرات اقتصادی
۸۱	۸-۵-۲ اثرات افزایش مواد مغذی بر تنوع زیستی
۸۲	۹-۵-۲ شکوفایی سیانوباکتری‌ها، فیتوپلانکتون‌ها و ماکرو جلبک‌ها
۸۳	۶-۲ مدیریت و پایش تغذیه‌گرایی
۸۳	۱-۶-۲ مقدمه
۸۴	۲-۶-۲ پایش و مدیریت رشد سیانوباکتری‌ها در آب شیرین به منظور حفظ بهداشت مردم
۸۴	۱-۲-۶-۲ مرحله‌ی آمادگی یا آماده‌باش
۸۵	۲-۲-۶-۲ مرحله‌ی هشدار ۱
۸۵	۳-۲-۶-۲ مرحله‌ی هشدار ۲
۸۵	۳-۶-۲ پیشگیری از تغذیه‌گرایی
۸۶	۴-۶-۲ تصفیه‌ی آب‌های اوتروفیک برای تهیه آب آشامیدنی

فصل سوم: مبانی مدل سازی فرایند تغذیه کربانی

۹۰	۱-۲ پیشگفتار
۹۱	۲-۲ فرایند توسعه مدل
۹۳	۱-۲-۲ تایید مدل
۹۳	۲-۲-۲ کالبراسیون
۹۴	۲-۲-۲ صحت سنجی
۹۵	۳-۲ مدل های مفهومی
۹۶	۴-۲ پویایی سیستم
۹۷	۴-۱ تاریخچه پویایی سیستم
۹۸	۲-۴-۲ سیستم های سیستمی
۱۰۱	۳-۴-۲ اجزای ساده ای یک مدل پویا
۱۰۲	۲-۴-۲ متغیر حالت
۱۰۲	۳-۴-۲ جریان ها، جریان ها، روندها با فرایندها
۱۰۳	۴-۳-۳ پیکان ها با ارتباطات
۱۰۴	۴-۳-۴ برگردان ها یا میخ ها
۱۰۴	۴-۴-۳ مفهوم بازخورد
۱۰۶	۵-۴-۲ استفاده از پویایی سیستم در سیستم های مخازن
۱۰۸	۶-۴-۲ Vensim تاریخچه
۱۰۹	۷-۴-۲ Vensim ویژگی های مدل
۱۱۰	۵-۲ مدل سازی مواد مغذی / زنجیره غذایی
۱۱۰	۱-۵-۲ فیزیک و قطعه بندی فضای
۱۱۱	۲-۵-۲ قطعه بندی سینتیک ها
۱۱۲	۳-۵-۲ مفهوم بارگذاری فسفر
۱۱۴	۴-۵-۲ زنجیره غذایی
۱۱۶	۵-۵-۲ اثر دما بر رشد جلبک ها
۱۱۷	۶-۵-۲ اثر مواد مغذی بر رشد جلبک ها
۱۱۸	۷-۵-۲ مواد مغذی چندگانه
۱۱۸	۸-۵-۲ جذب تجملی و استوکیومتری متغیر
۱۱۹	۹-۵-۲ اثر نور بر رشد جلبک ها
۱۲۱	۱۰-۵-۲ مدل نرخ رشد

- ۱۲۲..... ۱۱-۵-۳ افت‌های غیرشکاری
- ۱۲۳..... ۱۲-۵-۳ مدل‌های کلروفیل - متغیر
- ۱۲۴..... ۱۳-۵-۳ زئوپلانکتون‌های گیاه‌خوار و گوشت‌خوار
- ۱۲۷..... ۱۴-۵-۳ کربن آلی غیرزنده
- ۱۲۷..... ۱۵-۵-۳ کربن ذره‌ای (POC)
- ۱۲۸..... ۱۶-۵-۳ کربن محلول (DOC)
- ۱۲۸..... ۱۷-۵-۳ مواد مغذی
- ۱۲۸..... ۱۸-۵-۳ نیتروژن آمونیاکی
- ۱۲۸..... ۱۹-۵-۳ نیتروژن نیتراتی
- ۱۲۹..... ۲۰-۵-۳ فسفر واکنشگر محلول (SRP)
- ۱۲۹..... ۲۱-۵-۳ شاخص‌های فصلی
- ۱۳۰..... ۲۲-۵-۳ دستورالعمل‌های آبی
- ۱۳۲..... منابع

www.ketab.ir

تقدیم به

انسانهایی که

به فردایی بهتر

میانداشند.

مقدمه ناشر

سپاس بیکران پروردگار را که به انسان قدرت اندیشیدن بخشید، قدرتی که در مقایسه با سایر موجودات باعث شده است که انسان هرگز به امکانات محدود خود اکتفا نکند. مکاتب الهی، انسان را موجودی کمال طلب و پویا می دانند که جهت گیری او به سوی خالقش می باشد.

از جهت راهی تقرب به خداوند علم است. علمی که زیبایی عقل است. علمی که در دریای بیکران علم همواره نشانی از آفریدگار است و هر چه علم انسان افزون گردد، تقریبش بیشتر می شود. از این روست که به علم اندوزی و دانش آموزی توجهی بی نظیر مبذول گردیده است. اما علم آموزی به ابزاری نیاز دارد که به وسیله آن کتاب است و انتشار نتیجه مطالعات پژوهشگران و اندیشمندان پاسخگوی این نیاز خواهد بود.

جهت تحقق این امر و هم پرورش و گسترش در جهت ارتقای پایدهای علم و دانش و رشد و شکوفایی استعدادها انتشار کتاب روشی است که به انسان خود قرار داده و انتظار داریم با حمایت های معنوی هموطنان گرامی بتوانیم گامهای مؤثر و ارزشمندی را برداریم. گرچه تلاش خواهد شد در حد دانش و تجربه اندکمان کارهایی بدون اشکال تقدیم خدمت شود. ولی اذعان داریم که راهنماییهای شما عزیزان می تواند ما را در ارتقای کیفی کتاب را گسترش دهد. لذا مشتاق منتظر پیشنهادات و راهنماییهای شما خواهیم بود.

در پایان از همه عزیزانی که در مراحل مختلف تهیه، تدوین و چاپ کتاب از همفکری و همکاری آنها برخوردار بوده ام به خصوص آقایان دکتر محمد رضا مانی، مهندس پیام محمدی و خانم دکتر منصوره دهقانی (نویسندگان) و مهندس علی محمد خانی (بازویش) سپاسگزاری نموده و موفقیت روزافزونشان را آرزو مندم.

مهدی خانی

مدیر مسئول انتشارات آوای قلم

* جهت اطلاع از میزان تخفیف و نحوه همکاری، کتابفروشی ها و مراکز و مؤسسات محترم، خواهشمند است با شماره تلفن های انتشارات خاتیران تماس یا با آدرسهای این مرکز مکاتبه نمایند.

* جهت خرید جزئی خواهشمند است قیمت عناوین درخواستی را به اضافه ۱۵٪ هزینه پستی محاسبه نموده و کل مبلغ به شماره حساب یاد شده در زیر واریز و اصل فیش بانکی را به همراه عناوین درخواستی به نشانی: تهران - میدان انقلاب - خیابان کارگر شمالی - ابتدای خیابان نصرت - کوچه باغ نو - کوچه داوود آبادی شرقی - پلاک ۴ ارسال فرمایید.

☒ حساب جاری ۵۴۱۵۱۵۳۵ بانک تجارت - شعبه فخررازی - ۱۶۷ به نام مهدی خانی

حساب سیبا ۰۱۰۵۱۸۲۸۲۳۰۰۱ بانک ملی - شعبه جمهوری - ۶۵۲ به نام مهدی خانی

پیشگفتار

در چند دهه‌ی اخیر، به علت رشد سریع جمعیت، نیازهای آبی و به دنبال آن بار آلودگی ورودی به منابع آب افزایش یافته است. محدودیت منابع آب تجدیدپذیر از طرفی و افزایش مصرف آب از سوی دیگر باعث شده است تا بهره‌برداری بهینه و پایدار از منابع آب موجود و برنامه‌ریزی برای شرایط توسعه مورد توجه تصمیم‌گیران، کارشناسان و پژوهشگران قرار گیرد. افزایش قابل توجه بار آلودگی و تنوع آلاینده‌های مختلف شهری، کشاورزی و صنعتی، نیاز به مدیریت تلفیقی کمی و کیفی سیستم‌های منابع آب را بیش از پیش ضروری ساخته است. غنی شدن اکوسیستم‌های آبی از مواد مغذی، منجر به تولید زیستی بالا شده و ممکن است اثرات نامطلوبی نظیر شکوفایی جلبکی^۱ و کاهش اکسیرن محلول آب‌های نزدیک بستر ایجاد کند.

تغذیه‌گرایی^۲ عبارت علمی برای نشان دادن بیش‌باروری^۳ آب‌های سطحی است که می‌تواند موجب شکوفایی بیش از حد جلبکی شود. از نظر کلی اکوسیستم‌های آب شیرین به میزان زیادی به غنی شدن فسفر حاصل می‌شود. در سال‌های اخیر غلظت بالای جلبک در چند دریاچه‌ی ایران گزارش شده است. این زیست‌تولید جلبکی، یک تهدید جدی زیست‌محیطی در مورد مخازن ایران مطرح می‌کند. اهداف اصلی مخازن یعنی تامین آب شهری، آبیاری و تولید برق، می‌تواند بر اثر تداوم این پدیده به مخاطره بیفتد.

طبق گزارش وزارت نیرو، ایران از چند دهه‌ی گذشته سومین کشور سدساز جهان است. در این میان توجه به مسائل زیست‌محیطی و کیفیت آب از اهمیت بسیاری برخوردار است و باید در برنامه‌ریزی‌های کلان کشور لحاظ شود. یکی از مهم‌ترین مشکلاتی که ممکن است برای دریاچه‌ی پشت یک سد به‌وجود آید پدیده‌ی اوتروفیکاسیون یا تغذیه‌گرایی^۴ است که منجر به کاهش کیفیت آب برای مصارف گوناگون می‌شود.

باید توجه داشت که شناخت فرایندهای طبیعی و مهندسی آب‌سازی، مستلزم آشنایی با واکنش‌های شیمیایی و بیولوژیکی موجود در این فرایندها است. از این رو لازم است داشتن اطلاعات کافی در زمینه‌ی ریاضی، فیزیک و علوم مهندسی، مهندس محیط‌زیست باید در زمینه‌ی شیمی و میکروبیولوژی نیز اطلاعات کافی داشته باشد.

متغیرهای اصلی که نشان‌دهنده‌ی تغذیه‌گرایی مخازن می‌باشند، شامل جلبک، فسفر و نیتروژن به عنوان مهم‌ترین پارامترها و زئوپلانکتون‌های گیاهخوار و گوشتخوار، کربن محلول و ذره‌ای به عنوان عوامل تاثیرگذار می‌باشد. در این کتاب به بررسی هر کدام از این عوامل پرداخته و روابط ریاضی مربوط به هریک آورده می‌شود. از این روابط می‌توان برای پیش‌بینی تعداد یا غلظت هر کدام از پارامترهای

موثر در تغذیدگرایی استفاده کرد.

در سال‌های اخیر کتاب‌هایی در مورد مدیریت کیفیت آب در مخازن تالیف و ترجمه شده است، اما هیچ‌کدام به‌طور اختصاصی به پدیده‌ی اوتروفیکاسیون نپرداخته‌اند. لذا بر آن شدیم تا کتابی جامع در این مورد گردآوری و تالیف کنیم. امیدواریم که این کتاب بتواند نیازهای تخصصی کشور در این مورد را پاسخگو باشد و اساتید و دانشجویان رشته‌های گوناگون مانند مهندسی محیط زیست، مهندسی بهداشت محیط و مهندسی آب نیز استفاده‌ی لازم را از آن ببرند.

محمدرضا سمائی

گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی شیراز

منصوره دهقانی

گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی شیراز

پیام محمدی

گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی شیراز

www.ketab.ir

در سالیان اخیر همه جهان درگیر مساله صیانت از منابع آب به خصوص منابع آب سطحی بوده است. قرن بیستم قرن پیشرفت صنعتی و تکنولوژیکی بشر بوده است و همواره در طول تاریخ تمدن بشر خودنمایی خواهد کرد اما متأسفانه در همین قرن هم بیشترین فشار به محیط زیست و به خصوص منابع آب سطحی وارد آمد. آلوده شدن منابع آب سطحی در طی چند دهه اتفاق افتاد اما جبران این حجم از خسارت به تلاشی بی‌وقفه و موثر در طول چندین قرن نیاز دارد. از این رو بهترین رویه، جلوگیری و در واقع پیشگیری از آلوده شدن منابع آب سطحی به انواع آلاینده‌ها است. پیشرفت رفاه بشر در ایلام و بسیاری از مکاتب امری مطلوب برشمرده شده است اما این پیشرفت نباید به قیمت نابودی محیط زیست و بهر حال بشر و دیگر ساکنان کره زمین باشد. بسیاری از کشورها در زمینه کنترل پدیده تغذیه‌گرایی در قرن حاضر به موفقیت‌های بزرگی رسیده‌اند تا جایی که توانسته‌اند با اجرای برنامه‌های دقیق زیست‌محیطی منابع آب سطحی با وضعیت تغذیه‌گرایی حاد و غیر قابل مصرف برای مصارف گوناگون را به منابعی مطلوب حتی برای مصارف آشامیدنی تبدیل کنند.

این کتاب بر روی مساله تغذیه‌گرایی در منابع آب سطحی جهان و به خصوص کشور عزیزمان ایران تمرکز دارد و تکیه اصلی بر بررسی حذف آلاینده‌های عامل تغذیه‌گرایی (نیترژن و فسفر) از منبع است. حفاظت از منابع آب سطحی در مخازن سدها، دریاچه‌ها و رودخانه‌ها بسیار اهمیت دارد زیرا ایران در ناحیه نیمه خشک و خاک حاصلخیز و بارش‌های جوی قرار دارد. متأسفانه تعدادی از سدهای کشور سالیان طولانی است که دچار پدیده تغذیه‌گرایی هستند و کیفیت آب خروجی از آن‌ها برای مصارف شهری و صنعتی تحت تاثیر قرار گرفته است. امید است که کتاب حاضر بتواند گره از این مشکل بگشاید و جای پای گامی به جلو را برای متدیان منابع آب سطحی کشور بنمایاند. گروه تحقیقات کاربردی شرکت مادر تخصصی منابع آب ایران، متأسفانه کتاب حاضر را برای همه متصدیان امور آب کشور و دانشجویان و پژوهشگران توصیه می‌کند و کتاب حاضر توسط گروه مولفان را ارج می‌نهد.

گروه تحقیقات کاربردی

شرکت مادر تخصصی مدیریت منابع آب ایران