دانشگاه آزاد اسلامی- واحد سنندج

معاونت پژوهشی

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی

گروه زراعت و اصلاح نباتات

گزارش پیشرفت (گزارش اولیه) طرح پژوهشی

عنوان طرح پژوهشی:

اوتریفیکاسیون دریاچه زریبار : بررسی علل و خصوصیات هیدروشیمی دریاچه

مجری یا مجریان:

محمد تحسین کریمی نژاد

همکار یا همکاران:

فردین میر احمدی

مرداد ماه ۱۳۹۱

فصل اول

مقدمه و کلیات تحقیق

اوتریفیکاسیون

واژه اوتروفیکاسیون یا اوتریفیکاسیون از واژه یونانی به معنی پروار مشتق شده است.کلمه Eutriphic به طور معمول معنی ارتقاء تغذیه را می دهد. از یک جهت ویتامین در پزشکی یک Eutriphic است. این واژه اوّل بار در اکولوژی دریاچه استفاده شد . این واژه بعداً جهت توصیف مواد مغذی آب های طبیعی به کار برده شد.(۱)

اتروفیکاسیون دلالت بر غنی شدن پیکره آبی به وسیله مواد آلی ورودی و یا رواناب سطحی حاوی نیترات و فسفات دارد که به طور مستقیم رشد جلبک ها و دیگر گیاهان آبزی را کنترل می کند. (۲). به بیان ساده تر اوتریفیکاسیون یک عکس العمل بیولوژیکی است که در پاسخ به ازدیاد ورود مواد مغذی به منابع آبی صورت می گیرد. (۳)

اوتریفیکاسیون مشکل مداوم و شایعی است که از جدی ترین تهدیدهای زیست محیطی محسوب می شود و بار اضافه مواد مغذی در سیستم های آبی است که منجر به افزایش تولید شده و هر چند وقت یک بار باعث ایجاد شکوفه های سمی بسیار زیاد آلگ و سبب کمبود اکسیژن در مناطق وسیع می گردد که این مسئله می تواند اشکال دیگر حیات دریایی که به اکسیژن محلول در آب وابسته هستند را از بین ببرد. (۴)

یکی از جدی ترین تهدیدهای زیست محیطی اکوسیستم های آبی پدیده اوتریفیکاسیون است که فقط در دریاچه ها ، خلیج ها، حوضچه های تثبیت و بعضی اوقات در رودخانه هایی که با سرعت کم در حرکت می باشند رخ می دهد. اتروفیکاسیون دلالت بر غنی شدن پیکره آبی به وسیله مواد آلی ورودی و یا روانآب سطحی حاوی نیترات و فسفات دارد که به طور مستقیم رشد جلبکها و دیگر گیاهان آبزی را کنترل میکند. پروسه اوتریفیکاسیون به طور طبیعی اما آهسته و با دورهٔ بالاتر از صد سال اتفاق می افتد اما فعالیتهای انسان فرایند اوتریفیکاسیون را تسریع می کند.

چهار فاکتور اصلی در این پدیده نقش دارندکه شامل نیتروژن ، فسفر، نور خورشید و گاز کربنیک است . عدم وجود هر یک باعث محدود شدن پدیده اوتریفیکاسیون میشود و رشد الگها را محدود می کند. اوتریفیکاسیون اثرات مخرب زیادی بر روی اکوسیستم های آبی و در نهایت بر روی انسان وحیوانات می گذارد که این اثرات را

می توان به صورت اثرات بیولوژیکی و فیزیولوژیکی تقسیم بندی نمود . یکی از اثرات بیولوژیکی اوتریفیکاسیون این است که کیفیت آب را برای مصارف خانگی، تفریحی و دیگر مصارف خراب می کنند . جلبک ها در روی سطح آب ایجاد کف می کنند که این کف مانع نفوذ اکسیژن به آب شده و باعث مرگ ماهی ها می شود.

دانشمندان علوم دریاچه شناسی 1 در هنگام مواجه با تغییراتی زیست محیطی نامطلوب که در یک دریاچه یا مخزن به وجود آمده است و آن را از شرایط طبیعی خارج کرده، با دو واژه متفاوت سر وکار دارند .این دو واژه عبارتند از مدیریت 2 و احیاء .3 احیاء یک دریاچه یا مخزن عبارت است از هر گونه تلاشی که اکوسیستم آبی را به وضعیت اول خود با توسل به هر وسیله ای یا تکنیکی برگرداند .احیاء شامل بازسازی آسیبهای اکولوژیکی و برگرداندن گونه هائی است که در طول زمان آسیب دیده اند .لازم به ذکر است که این فرایند بسیار وقت گیر و پر هزینه میباشد .اما مدیریت یک مخزن یا یک دریاچه هر گونه تلاشی را که سعی در بهبود توسعه وتغییر شرایط در یک سیستم آبی را دارد، شامل میشود .مدیریت دریاچه یا مخزن لزوما به معنی برگرداندن یک اکوسیستم به حالت اولیه نیست، بلکه سعی دارد که یک یا چند مشکل عمده زیست محیطی را در یک منبع آب بهبود ببخشد .[7]از جمله مشکلات زیست محیطی که معمولا دامنگیر هر مخزن یا دریاچه میشود، پدیده تغذیه گرائی است.

در تعریف این پدیده باید گفت که تغذیه گرایی یک پروسه طبیعی است که در آبهای ایستا اتفاق می افتد .تمام دریاچه ها به سوی این پروسه طبیعی پیش میروند که معمولا هزاران سال طول میکشد .در این زمان، رسوبات و مواد مغذی نیز اضافه میشوند و دریاچه ها کم عمقتر و پر محصولتر میگردند .[2]با تداوم اضافه شدن مواد مغذی، رشد سریع جلبکها آغاز شده، جمعیت و گونه ماهیها تغییر پیدا میکنند .انسان نیز با اضافه کردن مواد مغذی همچون نیتروژن و فسفر، پروسه تغذیه گرایی را تسریع میکند .فعالیت هایی همچون کشاورزی ، ساخت و ساز و دفع فاضلاب میتواند این روند را شتاب بخشد .[3] مواد مغذی از منابعی چون فضولات انسانی، شوینده های فسفری، پسابهای صنعتی و رواناب کشاورزی بدست می آیند.

اوتریفیکاسیون در منابع آب

جلبکها معمولا به صورت طبیعی در منابع آب وجود دارند.در صورتی که مواد مغذی مورد نیاز آنها مثل فسفر وازت به مقدار زیاد وارد آب شود باعث رشد بیش از اندازه جلبکها می شود تا حدی که کل سطح آب را پوشانده واز عبور نور به لایه های پائینی جلوگیری می کند .این پدیده با عناوینی چون اوتریفیکاسیون، شکوفایی جلبکی یا Algal Bloom شناخته می شود.

مشکلات ناشی از اوتریفیکاسیون:

- جلبکها سطح اب را می پوشانند.
- طعم و بوی ناشی از جلبکها.
- محدود شدن دسترسی به اب.
- رفتن جلبکهای مرده به کف منبع اب .
- کاهش اکسیژن اب توسط باکتریها
- از بین رفتن ماهیها
- سمومی که جلبکها وارد منبع اب میکنند. این سموم معمولا" بر روی سیستم عصبی اثر می گذارند.اثر آنها نوروتوکسین میباشد. سیانوباکتریها می توانندااین سموم را وارد آب نمایند

عوامل موثر در به وجود آمدن اوتریفیکاسیون

چهار فاکتور اصلی در این پدیده نقش دارندکه شامل نیتروژن ، فسفر، نور خورشید و گاز کربنیک است . عدم وجود هر یک باعث محدود شدن پدیده اوتریفیکاسیون می شود و رشد الگها را محدود می کند . از میان فاکتورهای ذکر شده فقط نیتروژن و فسفر را می توان از طریق جلوگیری از دفع فاضلاب های تصفیه نشده به محیط کنترل نمود. (۳)

دو عنصر فسفر و نیتروژن عناصر مغذی جهت رشد گیاهان در دریاچه ها هستند. از بین این دو عنصر فسفر از نظر مغذی بودن بیشتر مورد توجه است و می توان از طریق کنترل فسفر رشد گیاهان را کنترل نمود. بدین لحاظ در اوتریفیکاسیون مخازن و دریاچه ها بسیار مورد اهمیت میباشد. (۵)

فسفر در دریاچه ها و مخازن از منابع خارجی ناشی شده و به شکل معدنی PO_4^{3-} جذب جلبک می گردد و وارد ساختار ترکیبات آلی می شود. وقتی جلبک ها می میرند در طول عمل تجزیه شدن آنها، فسفر به صورت معدنی آزاد می گردد. در بین همه نوترینت ها، تنها فسفر است که از طریق اتمسفر یا منبع طبیعی در دسترس نیست. به همین دلیل فسفر به عنوان نوترینت محدود کننده در دریاچه ها در نظر گرفته می شود. جهت کنترل اوتریفیکاسیون فسفر ورودی به دریاچه باید کنترل و کاهش داده شود. چناچه میزان فسفر در آب خروجی از دریاچه بیش از آب ورودی باشد میزان فسفر در دریاچه کاهش می یابد. (۷)

معمولاً فسفر به مقدار ۰/۱ تا 0/01 میلیگرم در لیتر برای تسریع اوتریفیکاسیون کافی است. پساب خروجی تصفیه خانه های فاضلاب اغلب حاوی ۱۰ میلی گرم در لیتر فسفر است. غلظت فسفر آب رودخانه ای که از میان چراگاه ها می گذرد ممکن است ۱-۴ میلی گرم در لیتر باشد.

چنین غلظتی در رودخانه های جاری مشکلی به وجود نمی آورد زیرا که مرتباً از آب خارج شده و آلگ ها وقت کافی برای استفاده از فسفر و تجمع آن را ندارد(۷).بنابراین، اوتریفیکاسیون فقط در دریاچه ها، خلیج ها، حوضچه های تثبیت و بعضی اوقات در رودخانه هایی که با سرعت کم در حرکت می باشند رخ می دهد. (۷)

انواع دریاچه ها

دو دانشمند به نامهای Sawyer و Vollenweider وضعیت تروفیک را براساس غلظت فسفر دسته بندی نموده اند: (۳)

نوع دریاچه	غلظت فسفر
الیگوتروفیک	غلظت فسفر کمتر از ۱۰ میکروگرم بر لیتر
مزوتروفیک	غلظت فسفر بین ۱۰-۲۰ میکروگرم بر لیتر
اوتروفیک	غلظت فسفر بیش از ۲۰ میکروگرم بر لیتر

نیتروژن در اثر بارندگی، ذرات گرد و غبار و تخلیه فاضلاب به آبهای سطحی وارد می شود. در محیط ای آبی، پدیده های آمونیفیکاسیون، نیتریفیکاسیون، جذب و دنیتریفیکاسیون ممکن است اتفاق افتد. فعالیت های انسانی باعث افزایش نیتروژن در محیط آبی شده و بر مقادیر نیتروژنی که به طور طبیعی به آن وارد می شود می افزاید. فاضلابهای شهری، صنعتی و کشاورزی علل مهمی در آلودگی آب به نیتروژن هستند.(۳)

سمیت

آمونیاک یونیزه شده برای ماهی ها سمی است. در pH خنثی ٪۹۹ آمونیاک به صورت NH_4^+ وجود دارد در حالیکه در pH>9 غلظت NH_3 افزایش می یابد. بنابراین سمیت آمونیاک بویژه پس از تخلیه فاضلاب های قلیایی یا پس از فتوسنتز جلبکی سریع که منجر به pH بالا می شود حائز اهمیت است.

نقصان اکسیژن در آب های پذیرنده

آمونیاک ممکن است منجر به مصرف اکسیژن در آبهای پذیرنده شود. (بخاطر داشته باشید که یک میلی گرم آمونیاک، معادل ۴/۶ میلی گرم O_2 را مصرف می کند) نقصان اکسیژن برای آبزیان تاثیر نامطلوب دارد.

اوتریفیکاسیون آب های سطحی

تخلیه نیتروژن به آب های پذیرنده ممکن است رشد جلبک ها و گیاهان آبی را تهدید کند. این مسئله به نوبه خود موجب مصرف بالای اکسیژن در زمان تاریکی می شود که تاثیر نامطلوبی بر ماهی ها و سایر موجودات آبزی داشته و بر استفاده بهینه منابع آب مورد مصرف آشامیدن یا مصارف تفریحی تاثیر منفی دارد. نیتروژن و فسفر، اغلب مواد مغذی محدود کننده در محیط های آبی هستند. (۶)

در دریاچه ها نیتروژن معمولاً به صورت نیترات وجود دارد. وقتی که نیتروژن برای رشد جلبک مورد استفاده قرار می گیرد به آمینونیتروژن($-NH_2$) احیا و سپس در ترکیبات آلی وارد می شود. جلبک پس از مرگ تجزیه شده و نیتروژن آلی در آب به صورت آمونیاک (NH_3) آزاد می گردد. بعضی از ارگانیسم های فتوسنتز کننده می تواند گاز نیتروژن را از اتمسفر گرفته و با تبدیل آن به نیتروژن آلی آن را تثبیت نمایند. مهمترین میکرو ارگانیسم های تثبیت کننده نیتروژن در دریاچه ها جلبک های سبزـ آبی (سیانوباکتری ها) هستند.

انواع اوتریفیکاسیون

فرایند اوتریفیکاسیون میتواند در دو مقوله بحث شود:

الف) اوتریفیکاسیون طبیعی

ب) اوتریفیکاسیون شدت یافته

اوتریفیکاسیون طبیعی

اوتریفیکاسیون طبیعی، فرآیندی است که طی آن توده های آبی نظیر دریاچه ها، خلیج ها یا جریانات آبی کم سرعت، به تدریج پیر می شوند و تولیدات اولیه (عمدتاً فیتو پلانگتونها) آن بیشتر می شود. این فرآیند بطور طبیعی طی هزاران سال اتفاق می افتد ولی انسان از طریق فعالیت های خود این فرایند را تسریع می کند. (۳) به طور معمول در دریاچه های الیگوتروفیک مقدار مواد مغذی کم است که این بستگی به شکل گیری و ترکیبات معمول رسوبات دارد. در این مرحله مواد مغذی خود دریاچه وجود دارند و معمولا سیکل کامل است و هیچ مادای از خارج وجود ندارد. همه تولیدات بیولوژیکی به طور کامل بعد از مرگ تجزیه می شوند. با ورود نوترنیت ها فرآیند اوتریفیکاسیون شروع می شود. هنگامی که جلبک ها می میرند و تجزیه می شوند مواد مغذی وجود دارد و دوباره جلبک های جدیدی رشد می کنند. در طول هر سیکل نوترنیت ها در پیکره آبی بیشتر از سیکل قبلی می شود. با افزایش مواد مغذی تعادل بین تولید و تجزیه به هم می خورد و اوتریفیکاسیون ایجاد میشود. (۳)

اوتریفیکاسیون شدت یافته

این فرآیند تحت تاثیر افزایش مواد مغذی در اثر فعالیتهای انسانی و تخلیه فاضلاب خانگی، فاضلاب صنعت، فاضلاب کشاورزی و رواناب های سطحی ایجاد می شود . این افزایش مواد مغذی باعث افزایش سریع رشد جلبکها می شود و اوتریفیکاسیون ایجاد می شود. (۳)

کنترل اوتریفیکاسیون

روشهای متعددی جهت متوقف ساختن اوتریفیکاسیون پیشنهاد می شوند که عبارتند از:

الف) حذف مواد مغذی از فاضلاب

معمولاّ تصفیه ثانویه فقط مواد آلی را حذف می کند و در کنترل اوتریفیکاسیون موثر نیست. روش های تصیفه پیشرفته همه مواد مغذی را حذف می کند (به طور جزئی). مقدار بالای مواد مغذی می تواند به وسیله لایروبی رسوبات دریاچه حذف شود.(کارگر، ۱۳۸۳)

ب) حذف مواد مغذی محبوس

مواد مغذی فقط در فاضلاب باقی نمی مانند. ممکن است در بافت های ماهی ها و دیگر ارگانیسم های اکوسیستم محبوس شوند. ماهی ها و میکروارگانیسم ها هنگامی که سطح آب پایین بوده می توانند در حذف مقداری از آنها کمک کنند.

ج) غیر فعال سازی مواد مغذی

مواد مغذی می توانند بعد از سیکل طبیعی پیکره های آبی به وسیله واکنش های مختلف شیمیایی حذف شوند. برای مثال هیدروکسید کلسیم یا سولفات آلومینیم می تواند فسفر را رسوب دهد. (کارگر، ۱۳۸۳)

د) حذف مواد مغذی از جریان دریاچه

حذف مواد مغذی از جریان دریاچه می تواند دریاچه را عاری از نوترنیت ها کند. این مسئله زمانی قابل دست یابی است که منابع ورودی نقطه ای باشد مثل فاضلاب خانگی یا صنعتی.

ه) اکسیژن دهی و اختلاط

اختلاط ستون لایه بندی شده آب دریاچه و مخازن، حذف شرایط بی هوازی در لایه هیپولیمینون باعث ایجاد حالت یکنواخت اکسیژن محلول، درجه حرارت، فسفر و دیگر پارامترها در دریاچه می شود. اکسیژن دهی توسط اختلاط، شرایط بی هوازی را حذف کرده و آزاد سازی نوترینت ها از رسوبات را به حداقل می رساند. (۳)

ی) مدیریت مناسب کاربری زمین

الگوی کاربری زمین در حوضچه آبریز تعیین کننده ماهیت زه کشی است. صاف بودن محل و عدم فرسایش، بار مواد مغذی روی پیکره آبی را کاهش خواهد داد. انتخاب مکانهای مناسب برای صنایع، کشاورزی و توسعه شهری نیز به کنترل کیفیت آب کمک می کند.

راههای پیشگیری از اتروفیکاسیون

مواد مغذی اصلی مورد نیاز برای رشد موجودات با منشأ گیاهی عبارتند از: CO_2 ، نیتروژن غیر آلی و فسفات، مجموعـه ای از مواد شیمیایی با مقادیر جزئی نیز مورد نیاز می باشد که می توان به آهن و منگنز اشاره نمود. راه اصلی کنترل رشد در دریاچه های اوتروفیک، کنترل ورود مواد مغذی به دریاچه می باشد البته آب های رودخانه های غیر آلوده به فاضلاب هم مقادیر قابل توجهی از کربن به شکل بیکربنات می باشند که می توان منبع تولید CO_2 محسوب گردد لذا بسیاری از محققان معتقدند که عامل محدود کننده ی رشد در دریاچه های مذکور معمولاً فسفات می باشد زیرا کربن به مقدار کافی جهت استفاده موجودات گیاهی وجود دارد و با توجه به این که آلگ های سبز- آبی قادر به فیکسه کردن نیتروژن اتمسفری و استفاده از آن می باشند لذا حتی اگر قادر به کنترل نیتروژن ورودی به رودخانه باشیم هرگز نخواهیم توانست مسئله استفاده از نیتروژن اتمسفری را کنترل نماییم با تفاسیر فوق به نظر می رسد بهترین را محل کنترل رشد در دریاچه ها و رودخانه های اوتروفیک، ممانعت از ورود فسفات به آب باشد.

میزان ورود نیتروژن و فسفات از زمین های کشاورزی بدون استفاده از کودهای شیمیایی به آبهای سطحی رقم قابل توجهی نخواهد بود ولی اگر همین زمین ها با استفاده از کودهای شیمیایی تقویت شوند و یا آلودگی بصورت غیر طبیعی در منطقه وجود داشته باشد (مانند فاضلاب های حاوی دترجنت و ...) مقدار مواد مذکور در آب های سطحی بشدت افزایش خواهد یافت. (۹)

مطالعات مختلف نشان می دهد که حداکثر مقدار قابل قبول مواد مغذی موجود درآب دریاچه ها در هنگام چرخش بهاره آب که نمی تواند باعث رشد سریع آلگ و سایر گیاهان هرزه شود عبارتند از :0/3 mg/l برای مجموع آمونیاک و نیترات و۰/۰۲ میلی گرم در لیتر برای اورتوفسفات در دریاچه های با میانگین سالیانه غلظت

کلی نیتروژن برابر با0/8 mg/lو فسفات 0/1 mg/l محیط بسیار مناسبی برای رشد موجودات گیاهی مذکور در فصول بهار و تابستان خواهد بود.

گاهی استفاده از میکرواسترینرها ((microstrainers که نوعی فیلتر می باشند برای فیلتراسیون آب و حذف فیتوپلانگتون ها پیشنهاد می شود که البته این کار پرهزینه و جمعاً نا ممکن است. میکرواسترینرها نمونه پیشرفته غربال ((screen می باشند که از رشته های بسیار نازی استیل با قطر منافذ ۲۰ تا ۴۰ میکرون ساخته می شوند که برای حذف مواد و ذرات نسبتا ریز از جمله فیتوپلانگنون ها کار برد دارند . به لحاظ داشتن منافذ بسیار ریز، امکان clogging (گرفتگی) آنها بسیار بالاست لذا برای کاهش احتمال گرفتگی معمولاً این وسیله به پایه های متصل گردیده و با سرعت ۰/۵ متر بر ثانیه به چرخش در می آید و ضمن چرخش مرتبا آب با فشار زیاد بر روی آن اسپری می شود معمولاً میزان دبی تصفیه شده به وسیله میکرواسترینرها معادل 'm2.day/750 2500 m3 در نظر گرفته می شود. (۹)

استفاده از مواد شیمیایی برای کنترل جلبک ها به عنوان آخرین راه حل می باشد که در این راستا اصلی ترین ماده مورد استفاده، سولفات مس میباشد. افزایش غلظت سولفات مس در آب باعث ایجاد سمیت برای ماهی ها گردیده و همچنین در صورت کار برد آن برای مدت های متمادی می تواند در رسوبات کف منبع آبی تجمع پیدا کند در صورت استفاده از این ماده بایستی آن را در فواصل زمانی مشخص به آب اضافه نمود و استفاده یک بار از آن در فصل رشد آلگ نمی تواند کمک موثری برای کنترل جمعیت آلگ ها بنماید. (۹)

وارد ساختن آب تمیز با دبی بالا به منابع آبی آلوده به مواد مغذی و مواد آلی در ابتدای ورود این مواد به منظور کاهش زمان ماند آب و خروج سریعتر مواد مغذی و ترقیم آنها نیز بعنوان یک راه برای پیشگیری از اوتروفیکاسیون مطرح باشد که برای مخازن پشت سد و دریاچه های کوچک عملی است. برای کاهش اوتریفیکاسیون می توان به ندات زیر نیز توجه داشت:

(۱ کنترل آلودگی غیر نقطه ای که از منابع مبهمی وارد اکوسیستم های آبی می شوند سبب کاهش اتروفیکاسیون می شود.

(۲ ایجاد مناطق بافر در کنار رودخانه ها به منظور ته نشینی مواد مغذی و رسوبات در این مناطق و جلوگیری از ورودشان به آب.

(۳ ایجاد مناطق بافر نزدیک زمین های کشاورزی و جاده ها، دیگر راه ممکن برای جلوگیری از مواد مغذی به داخل آب است.

(۴ کنترل استفاده از کود های کشاورزی به وسیله نیتروژن خاک که روشی برای بهینه سازی مصرف کودهای کشاورزی که از مصرف زیادی آن جلوگیری می کند.

(۵ تصفیه فاضلاب های شهری و صنعتی.

(۶ کنترل مزارع پرورش ماهی. به عنوان مثال در اسکاتلند با تغییر دادن محل قفس ماهی در فواصل زمانی از تجمع مواد مغذی در یک نقطه جلوگیری می شود.

(۷ اقدامات تنظیمی مطلوب در رساندن شکوفایی به فراوانی اصلی اشک و نه حذف کامل آن.

(۸ اقدامات پاکسازی انجام شود که شامل حذف فسفر است.

(۹ کاهش ورودی ها که منشا آنتروپوژنیک دارند.

(۱۰ انجام ارزیابی یک پارچه زیست محیطی. انتشار تخلیه آسیب ها ورودی ها به محیط زیست دریابی و تمرکز و اثرات مواد مغذی در محیط زیست آبی.

(۱۱ کنترل بخش های مختلف کشاورزی و همیاری نزدیک و تبادل تجربیات با دیدگاه عمل کشاورزی _ محیط زیست سالم، در بخشهای کنترلی ایجاد شود.

(۱۲ استفاده از سولفات مس برای مبارزه با تولید جلبک های ذره بینی و الیاف دار.

(۱۳ اتخاذ روشی برای تقویت عمل دنیتریفیکاسیون دریاها به منظور خلاصی از نیتروژن مازاد.

(۱۴ استفاده کمتر از کودهای معدنی با بنیان فسفات و نیترات.

(۱۵ استفاده از روش sand bar opening به منظور کنترل شکوفایی جلبک ها.

(۱۶در بخش نیروگاه ها : کاهش دمای پساب حاصل از نیروگاه ها قبل از تخلیه به دریا.

فصل دوم

پیشینه تحقیق

هیچ تعریف خاصی برای پاک یا آلوده بودن مطلق آب وجود ندارد .در واقع آب پاک بنا به کاربرد آن بایستی دارای شرایط خاصی باشد . مثلاً برای مصرف – کشاورزی – یا صنعت نیازمند استاندارد های کیفیت خاص خود است .

معمولاً آبی را آلوده می گویند که مقدار اکسیژن محلول در آن از مقداری که برای زندگی آبزیان ضروریست کمتر باشد . هرگاه مواد آلی از طریق تخلیه فاضلاب به آبها وارد شوند به علت خاصیت اکسید شوندگی شدید این مواد که با مصرف اکسیژن محلول در آب صورت می گیرد اکسیژن محلول در آب به صفر میرسد و می گویند آب بشدت آلوده است .

آلوده کننده های آب

هر جسم خارجی که به آب افزوده شده و باعث شود کیفیت فیزیکی ، شیمیایی ، یا بیولوژیکی آن طوری تغییر نماید که برای مصرف انسان و سایر موجودات و کشاورزی مضر باشد و انسان نتواند حتی با تصفیه عادی آن را برای اشامیدن مناسب سازد جزء آلوده کننده های آب منظور می شود .

آلوده کننده های عمده آب بشرح ذیل طبقه بندی می شوند :

۱. زباله های متقاضی اکسیژن
۲. عوامل بیماری زا
۳. مواد غذائی گیاهی
۴. ترکیبات آلی سنتز شده (مصنوعی)
۵. نفت
۶. مواد شیمیائی معدنی و کانی ها
۷. رسوبات
۸. مواد رادیو اکتیویته
۹. گرما

امروزه با ورود انواع پساب ها و رواناب ها به منابع آب، فرایند اوتریفیکاسیون یا غنی شدن منابع آبی به شدت تسریع شده است. چنین است که نیاز به مدیریت دریاچه های طبیعی و مصنوعی، به منظور پیش گیری یا به تعویق انداختن این مشکل، به وجود آمده است.

اثرات نامطلوب غنی شدن (اوتریفیکاسیون)

الف) اثرات فیزیکوشیمیایی

در پیکره اوترفیک میزان فتوسنتز بیشتر از فعالیت سوخت و ساز است . آن به وسیله تشدید تجمع جلبکها مشخص می شود که نهایتاJ منجر به اضافه شدن بار عالی می شود . در عمق دریاچه لایه بندی شده تولیدات بیشتر از سطح آب است به دلیل افزایش تنفس سلولی اکسیژن محلول خیلی سریع مصرف شده و اکسیژن موجود در مواد شیمیایی داخل دریاچه مثل CO_3^{-2}, SO_4^{-2} ,مصرف شده و تبدیل به N_2, NH_4^+ , و CH_4 می شود و تولید بوی نا مطبوع می کند که برای گونه های آبی مضر است . افزایش فتوسنتز منجر به مصرف بیشتر مقدار بیکربنات می شود در نتیجه pH افزایش می یابد . در پیکره های آبی اوترفیک دو سیکل اکسیژن محلول و دی اکسید کربن وجود دارد و آن افزایش اکسیژن و کاهش CO_2 در روز و بر عکس آن شب است . (کارگر، ۱۳۸۳)

ب) اثرات بیولوژیکی

اوتریفیکاسیون منجر به افزایش رشدگیاهان آبزی و اغلب باعث شکوفایی جلبکها می شود . مهمترین جلبکهای شکوفاشده جلبکهای سبزـ آبی هستند که شامل گونه های میکروسیستیس, آنابنا,اوسیلاتوریا و آفانیزومنون هستند . جلبکهای گروه دیگر مثل کلرید, سندموس و... نیز شکوفا می شوند . الگلهای سبز رشته ای مثل اسپروژیرا ,کلادوفورا و زیگنما روی سطح شناور می شوند . هنگامی که دانسیته جلبکها به حد کافی رسید شدت تابش نور خورشید به زیر سطح کم می شود و در روی سطح پتو ایجاد می شود که اینها پناهگاه حشرات و پشه های مضر می شود.(کارگر، ۱۳۸۳)

بعضی جلبکها مواد سمی آزاد می کنند که باعث از بین رفتن ماهی ها ، حیوانات خانگی و پرندگان می شوند . همچنین شکوفا شدن جلبک ها در استفاده های تفریحی دریاچه و مخازن مثل شنا کردن ، قایق سواری و ماهیگیری اختلال ایجاد می کند . بنابراین اوتریفیکاسیون کیفیت آب را برای مصارف خانگی، تفریحی و دیگر مصارف خراب می کنند . جلبک ها در روی سطح آب ایجاد کف می کنند که این کف مانع نفوذ اکسیژن به آب شده و باعث مرگ ماهی ها می شود . در ابتدا به علت فتوسنتز اکسژن زیادی تولید می شود اما پس از مرگ جلبک های شکوفا شده اکسیژن توسط باکتری ها جهت تجزیه جلبکهای مرده مصرف می شود که این بیشتر از تنفس جلبک ها است و اکسیژن محلول کاهش یافته و این کاهش باعث مرگ ماهی ها و ارگانیسم ها می شود . (کارگر، ۱۳۸۳)

اتروفیکاسیون در رودخانه:

ورود فاضلاب های شهری , صنعتی و کشاورزی تصفیه نشده به رودخانه ها باعث افزایش غلظت مواد آلی و کاهش شدید غلظت اکسیژن محلول گردیده و به وجود آمدن حالت Anoxic احتمال افزایش غلضت آمونیاک و نیترات در پایین دست رودخانه افزایش می یابد البته میزان تاثیرات فاضلاب ورودی به نسبت بار ورودی و دبی جریان رودخانه بستگی خواهد داشت کاهش غلظت اکسیژن حتی تا۱۰۰ کیلومتری محل تخلیه فاضلاب نیز مشاهده گردیده است. کلا با ورود فاضلاب به رودخانه مقادیر قابل توجهی از مواد مغذی بخصوص ترکیبات نیتراته و فسفات نیز به آب رودخانه می گردد. اوتریفیکاسیون در رودخانه های کوچک با رشد ماکروفیت ها همراه است در حالی که در رودخانه های بزرگ فیتوپلانگتونها غلبه بیشتری نسبت به ماکروفیت ها دارند در چنین وضعیتی غلظت کلروفیل به مقدار بیشتر از mg/m ۲۰۰می رسد . سد سازی و احداث مخازن مختلف در مسیر رودخانه می تواند باعث کاهش سرعت آب در رودخانه گردیده و بوجود آمدن حالت اوتریفیکاسیون را تشدید می کند . (۹)

اوتریفیکاسیون می تواند باعث تغییرات قابل توجهی در مقادیر Do وpH در ساعات مختلف شبانه روز گردد. در یک رودخانه عادی در ساعات روز میزان تولید اکسیژن بیشتراز اکسیژن مصرفی برای تجزیه مواد آلی می باشد و

pH به بیش از ۱۰ می رسد در شب غلظت Do و pH هر دو کاهش می یابد وقتی که فاضلاب وارد همین رودخانه شود، Do بحدی کاهش خواهد یافت که می تواند حالت Anoxic نیز کدورت های بالا ایجاد شود. (۹)

با توجه به تغییرات شدید Do وpH در رودخانه ها در طی ساعات مختلف شبانه روز اگر نمونه برداری از آب رودخانه در یک ساعت مشخص صورت گیرد می تواند اطلاعات غلطی در خصوص پارامترهای مذکور ایجاد نماید ولی مقادیر مواد مغذی و کلروفیل در ساعات مختلف شبانه روز تغییرات قابل توجهی نخواهد داشت . (۹)

نگرانی درمورد غلظت های نامطلوب نیتروژن درآب دارای جنبه های مستقیم بهداشتی و بوم شناختی است (Krapac et al., 2002; Lundberg et al., 2004). نیتروژن به شکل نیترات درغلظت های بالا دارای زیان بهداشتی بوده که از دو جنبه حائز اهمیت است.

جنبه اول رابطهٔ با غلظت نیترات در آب آشامیدنی و بروز مت هموگلوبینمیا و سیانوسیس درکودکان کاملاً شناخته شده است. جنبهٔ دوم نگرانی از افزایش غلظت نیترات درآب، ترس از غنی شدن آبهای سطحی است که موجب رشد سریع گیاهان آبزی می شود و شناخته شده ترین جنبهٔ آن، رشد زیان آور پلانکتون هاست .

غنی شدن را باید فرایندی طبیعی دانست که به وسیلهٔ فعالیت های بشر از قبیل تخلیه فاضلابهای شهری و صنعتی پساب های کارخانه های، رواناب و آبشویی اراضی کشاورزی با کوددهی فراوان تشدید می شود (Dorgham et al., 2004; Lucassen et al., 2004).

به هر حال به دنبال فرایند غنی شدن، مسائل و مشکلاتی مثل ایجاد مانع در قایقرانی و کشتیرانی به واسطهٔ رشد پرتراکم علف های هرز ، مسدود شدن کانال های آبیاری به وسیلهٔ جلبک ها و علف های هرز ، بوی زیان آور حاصل از رشد الگ ها، تولید توکسین به وسیلهٔ الگ های مشخص ، کاهش اکسیژن آبها، بویژه پس از تثبیت جوانه زنی الگ ها و به دنبا ل آن از بین رفتن ماهی ها و رکود اقتصادی به واسطه جایگزین شدن ماهی های مرغوب به وسیلهٔ گونه های ماهی با مرغوبیت کمتر به وجود خواهد آمد(Fei, 2004; Shimura et al., 2002).

افزایش جمعیت انسانی، باعث افزایش انتظارات از استانداردهای زندگی شده است و کمیابی منابع طبیعی باعث شده است تخریب خاک به عنوان یک موضوع اصلی و عمده در عصر مدرن امروزی مطرح باشد زیرا این امر

تهدیدات متعددی را متوجه حیات انسانی کرده است. مدیریت گذشته کشاورزی و اکوسیستم های خاکی به منظور دستیابی به نیازهای جمعیت انسانی رو به رشد،فشار زیادی را به ظرفیت خاک وعملکرد های محیط زیست به منظور حفظ تعادل جهانی ماده و انرژی وارد آورده است.(Doran (1999. از این رو تغییر کاربری اراضی می تواند یک تأثیر عمیق را درون خاک و محیط زیست نشان دهد (Xiao et al., (2003. مکان هایی که کشاورزی تراکم فراوان دارد ، خطر زیادی برای آلودگی آبهای سطحی و زیرزمینی وجود دارد (MacIntyre et al., 2003; McIntyre and Wheater, 2004).

تاکنون پژوهش های زیادی در مورد اوتریفیکاسیون منابع آبی صورت گرفته است. در ایران نیز چند پژوهش در این رابطه انجام شده است، که یکی از آنها پژوهشی است که در مورد غنی شدن مخزن سد دروردزن فارس انجام شده است (Geenen, 1996). در پژوهشی دیگر در دانشگاه علم و صنعت ایران، اوتریفیکاسیون مخزن کرخه بررسی و مدل سازی شده است(Samaei 2004). الکساندروف و بلوئش ۲۰۰۹ پدیده اوتریفیکاسیون دریاچه Tasaul در رومانی را بررسی کرده و نشان دادند که بدلیل ورود مقادیر قابل توجهی از فسفر و ازت به دریاچه ۳ تن فسفر در سال و ۶۶۰ تن ازت در سال جمعیت سیانوفیت ها به شکل انفجارگونه در دریاچه تکثیر شده اند.

استفاده از گسترده از مدلهای اکولوژیکی در مدیریت محیط زیست از سال ۱۹۷۰ آغاز شد(Jorgensen 2001). از این دست میتوان به بررسی اوتریفیکاسیون دریاچه Atawapaskat و خلیج فنلاند(Inakala 2001) اشاره کرد. کار دیگری که به طور اختصاصی با رویکرد پویایی سیستم انجام شده است، مدل سازی اوتریفیکاسیون دریاچه گلوم سو در ترکیه می باشد. در آلمان افزایش جمعیت سیانوباکترها در نواحی ساحلی کم عمق بررسی شده است(Hense and Burchard 2010).

در قرن اخیر همراه با صنعتی شدن و پیشرفت های کشاورزی در سطح جهانی بیشتر دریاچه ها با مشکل یوتریفیکاسیون و پیر شدن دچار شدند .از سال 1960 به بعد افراد زیادی برای بررسی سطح تغذیه ای دریاچه ها و به صورت کمی در آوردن آن از پارامترهای مختلفی استفاده کردند .به طور کلی این پارامترها، شامل پارامترهای زیستی) موجودات زنده و پارامترهای غیر زنده می باشند .پارامترهای غیر زنده مانند مواد مغذی (نیترات و

فسفات)، اکسیژن خواهی (BOD, COD) و شفافیت (Alvarz Cobelas et al., 1992; Boers et al.,1993) و پارامترهای زیستی موجودات حساسی از جمله جلبک ها، فیتوپلانکتون ها و کلروفیل a می باشند که برای تعیین سطح تروفی به کار برده می شوند(Canosa and Pinilla, 1999; Danilv and Ekelund, 2000) . با توجه به اینکه استفاده از این پارامترها و چگونگی دسته بندی آن ها و شاخص های بکار گرفته شده بسیار مهم می باشند .تلاش های زیادی در این راستا صورت گرفته است (Carlson, 1977; yoshimi, 1987; Cruzado,1987)

شاخص سطح تغذیه ای (TSI) با مقیاس ۰ تا ۱۰۰ بر پایه ی چندین پارامتر فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی قرار داشته و به صورت جهانی برای بررسی دریاچه ها کاربرد دارد (Carlson, 1977). روش های ریاضی نقش مهمی در ارزیابی یوتریفیکاسیون دریاچه ها خصوصاً در انتخاب پارامترها، وزن پارامترها و دسته بندی نمونه ها دارند . محققان با بکار بردن چندین پارامتر برای ارزیابی دریاچه ها از نظر یوتریفیکاسیون از روش های مختلفی مانند تجزیه و تحلیل رگرسیونی ،(Ciecka et al., 1980; Ahlgren et al, 1998) ، تحلیل خوشه ای ،(Ekelund, 2000) ، منطق فازی (Zitko, 1994)، تجزیه و تحلیل مؤلفه اصلی (Zitko, 1994)، و شبکه عصبی (Lu and Zhu., 1998) استفاده کرده اند.

استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) با توجه به توانایی آن در همپوشانی چندین لایه برای بررسی سطح تغذیه ای دریاچه ها بسیار مفید می باشد .با توجه به مشکل اساسی دریاچه ها و سدهای ایران از نظر یوتریفیکاسیون هدف از این تحقیق ارائه راهکار مناسب برای بررسی سطح تغذیه گرایی دریاچه ها با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی می باشد.

فصل سوم

مواد و روش های تحقیق

موقعیت منطقه مورد مطالعه و نقاط نمونه برداری:

دریاچه زریبار در ۳ کیلومتری شمال غرب شهرستان مریوان در استان کردستان واقع شده که جزء دریاچه های آب شیرین می باشد. این دریاچه با ارتفاع ۱۳۹۰ متر از سطح دریا، در بین ″31 ′30 °35 و ″06 ′37 °35 عرض جغرافیایی و بین ″52 ′06 °46 و ″47 ′10 °46 طول جغرافیایی واقع شده است. اطراف دریاچه به استثنای قسمتی از شرق آن که در دامنه کوه قرار گرفته، پوشیده از نی زارها و رویش های گیاهی عمدتاً شامل نی و لوئی بوده و میانگین عمق آن ۳ متر است.

حداکثر طول دریاچه ۴/۸ کیلومتر (با رویش های اطراف دریاچه ۸/۷ کیلومتر) و عرض آن ۲/۱ کیلومتر (با پوشش گیاهی ۴/۴ کیلومتر) می باشد. دریاچه از ریزش های جوی، رودخانه های فصلی و نشت آب زیرزمینی به داخل آن تغذیه می شود. دشت مریوان اطراف دریاچه را در بر می گیرد که با توجه به خاک حاصلخیز آن برای کشاورزی به کار می رود و استفاده از کودهای حیوانی و شیمیایی ارتباط مستقیمی با یوتریفیکاسیون دریاچه دارد . شهر مریوان و تعداد ۸ روستا در اطراف آن قرار گرفته اند که نزدیک ۱۰۰۰۰۰ نفر در اطراف دریاچه زندگی می کنند و با توجه به توپوگرافی منطقه و نبود تصفیه خانه در روستاها اغلب فاضلاب های تولید شده در منطقه بعد از مدتی وارد دریاچه می شوند.

زمین شناسی دریاچه

همزمان با آخرین دوره چین خوردگی زاگرس و بالا آمدن توده های درونی در شمال غربی شهر مریوان، بخشی از زمینهای این ناحیه دگرگونی یافته و بصورت طبقات شیستی در آمده است.

این تحولات همچنین موجب تشکیل دره تکتونیکی زریوار در مجاورت روراندگی بزرگ زاگرس شده است، بطوریکه این دره از مغرب بوسیله توده های بزرگ بازالت و در مشرق بوسیله برجستگی های چین خورده شیستی و آهکی محدوده شده است.

آبرفت حاصل از فرسایش طبقات شیستی در انتهای دره جای گرفته و باعث ایجاد سدی شده است که دریاچه زریوار در شمالی ترین قسمت دره و در پشت این سد قرار دارد که بصورت تشتکی، محل تجمع آبهای نفوذی

شده است. وجود گل و لای دریاچه ای در شعاع چند کیلومتری اطراف آن مبین وسعت زیاد دریاچه در گذشته می باشد که به تدریج رسوبات آبرفتی از اطراف آن را پر کرده و سرانجام محدوده دریاچه به حد کنونی رسیده است. با توجه به ضخامت رسوبات، سابقه پیدایش و تکوین آن به حدود ۱۰ هزار سال قبل برمی گردد (**Geological Survey of Iran, 1971**).

کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه

نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه ، با استفاده از تصویر ماهواره **Landsat ETM+** با استفاده از روش طبقه بندی نظارت شده(**Supervised Classification**) تهیه گردید و در آنالیزهای مربوطه مورد استفاده است.

روش تحقیق

۱- مطالعات کتابخانه‌ای (بررسی منابع موجود در کتابخانه‌ها دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی)

۲- مطالعات صحرایی (بازدید صحرایی و نمونه برداری از خاک منطقه و برداشت نقاط کنترل زمینی)

۳- استخراج داده‌ها از تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌های مختلف

۴- کنترل مجدد اطلاعات استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای با نقاط کنترل زمینی

۵- آنالیز و تجزیه داده‌های زمینی و ماهواره‌ای با استفاده از نرم‌افزارهای **ERDAS Imagine 8.5**، **GS+ 5.3.2** ، **SPSS 15 , ArcGIS 9.3**

کاربرد سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی

سیستم اطلاعات جغرافیایی قادر است چهار قابلیت اساسی را در رابطه با داده‌های مرجع زمینی فراهم سازد که لزوم استفاده از این سیستم را بیان می‌دارد:

- پذیرش ورودی داده‌ها
- مدیریت داده‌ها (ذخیره و بازیابی داده‌ها)
- پردازش و تجزیه و تحلیل داده‌ها
- ارائه خروجی داده‌ها

به طور کلی یک سیستم اطلاعات جغرافیایی برای جمع آوری، ذخیره، تجزیه و تحلیل داده‌هایی استفاده می‌شود که موقعیت جغرافیایی آنها یک مشخصه اصلی و مهم محسوب می‌شود.

اسکن، تصحیح هندسی و ژئورفرنس نمودن تصاویر و نقشه‌ها

در اصل تبدیل مختصات فرضی تصاویر به مختصات جغرافیایی و زمین مبنا است. تحلیل داده‌های چند زمانه از هم مختصات کردن دقیق هندسی حاصل می‌شود چون هم مختصات نبودن تصاویر منجر به کاهش دقت بازیابی تغییرات رقومی می‌گردد. به نظر میلر در سال ۱۹۹۸ دو سری از تصاویر بایستی با دقت کمتر از یک پیکسل با همدیگر هم مختصات شوند و گرنه هرگونه اشتباه و یا خطاهای ناشی از هم مختصات نبودن دو تصویر می‌تواند به طور بالقوه به عنوان تغییر کاربری تفسیر شود. ژئورفرنس کردن می‌تواند به صورت زیر انجام پذیرد.

۱- ژئورفرنس تصاویر ماهواره‌ای براساس نقشه‌های توپوگرافی ژئورفرنس شده

۲- ژئورفرنس براساس تصویر ماهواره‌ای ژئورفرنس شده برای تصویر ماهواره‌ای دیگر

۳- ژئورفرنس با استفاده از نقاط **GPS**

در ابتدای کار به منظور ژئورفرنس نمودن تصاویر ماهواره‌ای از نقشه‌های توپوگرافی ۵۰۰۰۰: ۱ که توسط سازمان نقشه‌برداری ژئورفرنس گردیده‌اند استفاده می‌گردد. تمامی نقشه‌ها براساس سیستم تصویر **UTM** و مبنای مسطحاتی **WGS84** بایستی مورد استفاده قرار گیرند .برای ژئورفرنس نمودن در این تحقیق از نرم‌افزار به ترتیب برای تصحیح هندسی معمولاً از چند جمله‌های درجه ۱ ، ۲ ، ۳ استفاده می‌شود که به ترتیب حداقل ۴ ، ۶ و ۹ نقطه کنترل زمینی لازم دارند. تعداد و نحوه توزیع نقاط کنترل زمینی بر صحت تصحیحات هندسی مؤثر است.

فاکتورهای کمی وکیفی مورد اندازه‌گیری در خاک و آب

پارامترهایی که معمولاً در بررسی کیفیت خاک قابل توجه هستند فراوانند ولی در خیلی از کشورها همه خصوصیات سه گانه خاک در هنگام بررسی اندازه‌گیری نمی‌شوند. اصول کار این است که بر اساس اهمیت مساله و توان فنی و اقتصادی در مناطق مختلف، پاره ای از این پارامترها مورد اندازه‌گیری قرار می‌گیرند. پارامترهای مورد اندازه گیری در این تحقیق عبارتند از:

- درصد کربنات کلسیم خاک(**TNV**)،
- اسیدیته (**pH**)،
- درصد ماده آلی (**O.M**) ،
- ظرفیت تبادل کاتیونی خاک(**CEC**)
- فسفر و نیترات خاک (NO_3^-).

پارامترهای در دست اندازه گیری یا اندازه گیری شده آب

- نیتروژن (TN) و فسفات (TP) کل آب،
- کدورت آب (Turbidity)،
- اکسیژن محلول (DO)،
- نیترات آب،
- دمای آب،
- pH آب
- کلروفیل a
- شاخص Secchi disk
- هدایت الکتریکی آب (EC)
- بررسی وضعیت بهداشتی آب از لحاظ باکتریهای مدفوعی (کلیفرم)

تنوع پوشش گیاهان آبزی دریاچه، از مطالعات و گزارش های انجام شده قبلی، گردآوری و در آنالیز نهایی مورد استفاده خواهد بود.