پژوهشی

بررسی وضعیت تروفی تالاب انزلی با استفاده از GIS

دکتر علی اصغر درویش صفت
مهندس فریبرز جمال‌زاد فلاح
دکتر شعبانعلی نظامی بلوچی

کلمات کلیدی:
تالاب انزلی، یوتروفیکاسیون، کلروفیل A، فسفات، ازت، داده‌های ماهواره‌ای GIS، شاخص تروفی (TSI)

چکیده:
ورود بارهای آلی و غیرآلی به میزان زیاد به تالاب انزلی موجب تشدید فرایند یوتروفیکاسیون تالاب شده است. به منظور تأمین بخشی از اطلاعات مورد نیاز جهت برنامه‌ریزی حفاظتی تالاب، وضعیت تروفی آن از نظر کلروفیل A ، فسفات کل و ازت کل با استفاده از نمونه‌برداری‌های انجام شده، داده‌های ماهواره‌ای و سامانه اطلاعات جغرافیایی تعیین شد. داده‌های حاصل از اندازه‌گیری‌های ۳ پارامتر لیمنولوژیک در طی سالهای ۷۰ تا ۷۴ از ۳۶ ایستگاه در تالاب، در یک سامانه اطلاعات جغرافیایی وارد شدند. نقشه گستر تالاب با استفاده از داده‌های رقومی سنجنده تی.ام ماهواره لندست تهیه شد. در این رابطه داده‌های ماهواره‌ای پس از بررسی کیفیت، مورد تطابق هندسی(۱) و بارزسازی(۲) قرار گرفته و سپس بصورت بصری بر روی صفحه نمایش رایانه تفسیر شد. مساحت تالاب براساس این نقشه معادل ۱۴۱ کیلومتر مربع می‌باشد. با مشخص نمودن موقعیت ایستگاههای ۳۶گانه و اندازه‌گیری پارامترها بر روی نقشه تالاب در GIS، هریک از پارامترها از طریق درون‌یابی وزنی در سطح تالاب تعمیم داده شدند. وضعیت تروفی از نظر کلروفیل A، فسفات کل و ازت کل همچنین شاخص‌های آنها (TSI) (۳) که براساس مدلهای Carlson محاسبه شده بودند،تعیین گردیدند. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که ۷۵٪ از تالاب یوتروف بوده و تنها ۲۵٪ از آن در دامنه مزوتروفی قرار دارد. مقایسه منحنی نرمال میزان فسفات کل در تالاب با استانداردهای OECD (۱۹۸۲) نشانگر گرایش تالاب از حالت یوتروفی به سوی هیپرتروفی می‌باشد. عوامل برون‌زای مختلفی موجب تشدید روند یوتروفی شده‌اند که ضرورت برنامه‌ریزی جهت کنترل و کاهش سرعت روند را مطرح می‌سازند.

این پژوهش با استفاده از اعتبارات پژوهشی مؤسسهٔ تحقیقات و آموزش شیلات ایران انجام شده است.
استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
کارشناس ارشد برنامه‌ریزی و مدیریت محیط‌زیست.
عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران.

سرآغاز:

تالاب انزلی دارای ویژگی‌های خاص و با ارزش زیست محیطی است. این تالاب بوم‌سازگان با اهمیتی برای پرورش و رشد ماهیان استخوانی و زیستگاه ویژه‌ای برای بسیاری از جانداران است. قسمتهایی از آن در جریان کنفرانس بین‌المللی رامسر در سال ۱۳۷۱ بعنوان منطقه حفاظت شده اعلام گردید. یکی از عوامل تهدیدکننده حیات تالاب، پدیده یوتروفیکاسیون یا غنی شدن محیط این تالاب از مواد مغذی و در نتیجه افزایش تولید گیاهی در آن می‌باشد. گستردگی حوزه آبخیز تالاب و تنوع کاربری در حوزه موجب وارد شدن بارهای آلی و غیرآلی زیادی به آن و تشدید فرآیند یوتروفیکاسیون (خوراکوری) و بروز مشکلات جدی در تالاب شده است. علیرغم مطالعات متعدد لیمنولوژیکی و زیست محیطی انجام شده در این تالاب (عمادی ۱۳۵۷، ملت‌پرست و ملکشمالی ۱۳۶۹، نظامی و خداپرست ۱۳۷۵، ولی‌پور ۱۳۷۶) مطالعات کمی در زمینه تعیین میزان و روند یوتروفی و آسیب‌پذیری تالاب انجام شده است.

از حدود دو دهه پیش استفاده از داده‌های ماهواره‌ای در زمینه‌های مختلف علوم دریایی رایج شده است. از جمله می‌توان بررسی تغییرات کلروفیل A در سواحل هند و تعیین درجه حرارت سطح آب جهت صید (Kapetsky, 1987) را نام برد. همچنین سامانه اطلاعات جغرافیائی به عنوان ابزار نیرومند جهت انجام تجزیه و تحلیل‌ها و مدیریت محیط‌های آبی قابلیت‌های فراوانی را به دست‌اندرکاران این بخش از علوم ارائه داشته است.

روش تحقیق:

اهداف این تحقیق عبارتند از:

الف: بررسی وضعیت تروفی در قسمتهای مختلف تالاب انزلی از نظر پارامترهای کلروفیل A، فسفات، ازت و نسبت فسفات به ازت و تهیه نقشه‌های تروفی مربوطه به منظور برآورد میزان آسیب‌پذیری و حساسیت مناطق مختلف تالاب.

ب: بررسی چگونگی امکان تعیین گستر دقیق تالاب با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای

ج: ارائه قابلیت‌های سامانه اطلاعات جغرافیائی در جهت انجام چنین مطالعاتی.

تشریح منطقه مورد مطاله:

تالاب انزلی در استان گیلان و در کنار دریای خزر قرار دارد. مساحت تالاب حدود ۱۴۰ کیلومتر مربع می‌باشد. حوزه آبخیز تالاب دارای مساحتی معادل ۳۷۴۰ کیلومتر مربع است که حدود ۵۴٪ آنرا جنگل و مرتع، ۲۳٪ اراضی کشاورزی، ۸٪ محیط‌های آبی و بقیه را مناطق انسان ساخت و تأسیسات زیربنائی تشکیل می‌دهد. آب و هوای منطقه معتدل نزدیک به حد مناطق سرد شمالی و بارندگی متوسط سالیانه حوزه آبخیز حدود ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ میلی‌متر و در منطقه تالاب حدود ۱۷۵۰ میلی‌متر می‌باشد (مشاور یکم ۱۳۶۷). تالاب از طریق ۲۵ رودخانه کوچک و بزرگ تغذیه می‌گردد و توسط ۵ رودخانه به دریایی خزر می‌پیوندد این رودها به ترتیب از شرق به غرب عبارتند از: سوسر روگار، پیر بازار روگا، راسته خاله، نهنگ روگا شنبه بازار روگا. تالاب از چهار بخش تشکیل شده است، بخشهای شرقی، غربی: مرکزی و سیاه کشیم. بخش غربی ژرف‌ترین قسمت و بخش شرقی کم‌عمق‌ترین بخش است. میزان گیاهان درون آبی در بخش کم‌عمق شرقی بسیار زیاد و در بخش غربی کم می‌باشد. در بخش مرکزی خشکی‌های متعددی وجود دارند. گیاهان شناور و پایاب بویژه نی در این بخش به وفور یافت می‌شوند. جنوبی‌ترین بخش تالاب (سیاه کشیم) که از طریق تنگه باریکی با دیگر بخش‌ها ارتباط دارد مأمن پرندگان مهاجر بوده و از این رو به عنوان منطقه حفاظتی اعلام شده است.

یوتروفیکاسیون:

روند غنی شدن یک محیط آبی از مواد مغذی (معدنی و آلی) و افزایش تولید گیاهی در آن، یوتروفیکاسیون (خوراکوری) نامیده می‌شود. ارزش تروفی یک محیط آبی بیان‌کننده استعداد تولید و باروری آن است. مواد مغذی یک محیط آبی می‌تواند منشأ خارجی (برون‌زا) و یا داخلی (درون‌زا) داشته باشد. در یک روند بیوسنتز متعادل در تالاب، مصرف و تجزیه مواد برابر با مجموع بارهای حاصل از عوامل برون‌زا و درون‌زا در تالاب می‌باشد. چنانچه میزان بارهای وارده افزون بر توان مصرف و تجزیه در تالاب شود، تولید این توده گیاهی شدیداً افزایش می‌یابد و تالاب بتدریج از موادآلی و قابل تخمیر اشباع و یوتروف می‌گردد. ادامه این روند موجب رسوب‌گذاری مواد، کاهش عمق و تبدیل تالاب به باتلاق می‌گردد.

یوتروفیکاسیون طبیعی بسیار کُند صورت می‌گیرد و می‌تواند در یک محیط حتی قرن‌ها بطول بیانجامد، در حالی که با دخالت انسان (یوتروفیکاسیون آنتروپیک) این روند شدت یافته و می‌تواند در طول چند دهه یک تالاب را تخریب نماید. محیط‌های آبی به لحاظ غنای آن از مواد مغذی به محیط‌های الیگوتروف، مزوتروف و یوتروف درجه‌بندی می‌شوند. جهت درجه‌بندی تروفی یک محیط از مواد مختلف (فسفات کل، کلروفیل A، و ...) آستانه‌های استانداردی تعریف شده‌اند. یک محیط آبی الیگوتروف دارای تولید اولیه ضعیف و توان کانی‌سازی قوی است، در نتیجه تمامی مواد زنده تولید شده کانی گشته و در چرخه بازیابی قرار می‌گیرند. در مقابل در محیط یوتروف تولید بسیار زیادو قابلیت کانی‌سازی ضعیف می‌باشد. در چنین شرایطی این توده تولید شده کانی نشده و به صورت لجن آلی ته‌نشین و متراکم می‌گردد. (Happer, 1992)

مهمترین منبع خارجی که موجب غنی‌سازی تالاب انزلی می‌گردد، لاشبرگ و هوموس کف جنگل است که توسط باران به آن وارد می‌شوند. این منبع با توجه به سهم ۴۳ درصدی جنگل از حوزه آبخیز تالاب، حائز اهمیت زیاد می‌باشد. علاوه براین، فاضلاب خانگی شهرها و مناطق مسکونی مجاور، پساب صنایع غذایی و دامداری‌ها که بدون هیچ‌گونه تصفیه‌ای وارد رودهای مرتبط با تالاب می‌گردند، سهم بالائی در تشدید روند یوتروفیکاسیون تالاب انزلی دارند.

داده‌ها و روشها:

داده‌های ماهواره‌ای و تهیه نقشه تالاب: لازمه اجرای این بررسی در اختیار داشتن نقشه‌ای از گستره تالاب بوده است. به دلیل عدم وجود نقشه بهنگام و دقیق از تالاب ، اقدام به تهیه آن با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای گردید. به این منظور داده‌های رقومی سنجنده تی‌ام ماهواره لندست مربوط به شهریور سال ۱۳۷۰ در هفت باند تهیه و پس از بررسی کیفیت هندسی و رادیومتری، مورد تطابق هندسی قرار گرفت. این عمل با استفاده از ۵ نقطه کنترل زمینی که مختصات آنها توسط GPS[۴] در منطقه خوانده شده بود با دقت قابل قبول (پیکس ۰/۸۴ = RMS)[۵] انجام گردید. جهت تفکیک هرچه بهتر تالاب از دیگر پدیده‌ها، عملیات بارزسازی گوناگونی برروی تصویر انجام و شیوه‌های مختلف طبقه‌بندی آزمایش شدند.

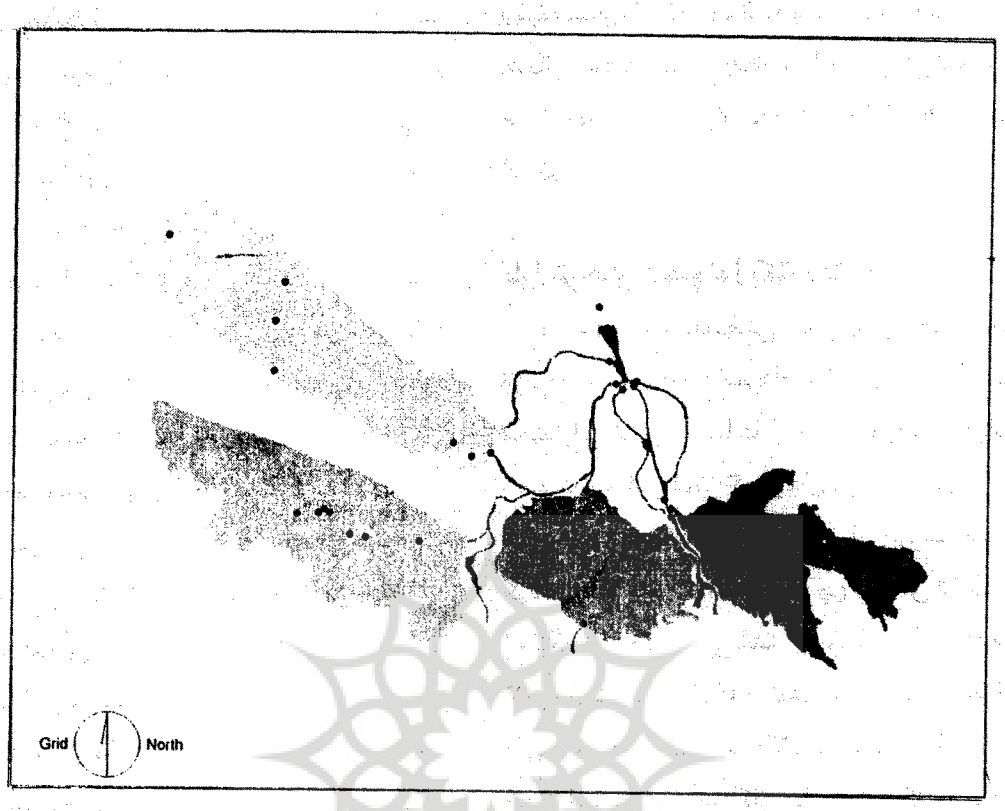
وجود پوششهای گیاهی در تالاب، تفکیک آنرا به روش خودکار (طبقه‌بندی‌های نظارت شده و نشده) را بصورت مطلوب دچار اشکال نمود. در نهایت محدوده تالاب به روش تفسیر بصری بر روی صفحه نمایش رایانه (on screen digitizing) انجام گردید.

پارامترهای لیمنولوژیک تالاب:

در قالب طرح تحقیقاتی هیدرولوژی و هیدروبیولوژی تالاب انزلی (عمادی ۱۳۷۰) پارامترهای مختلفی در ۳۶ ایستگاه ثابت در محیط آبی تالاب در سالهای ۷۰ تا ۷۴ بطور ماهیانه اندازه‌گیری شده‌اند. میانگین اندازه‌گیری‌ها برای هر پارامتر در هر ایستگاه در طول دوره اندازه‌گیری محاسبه و در این بررسی مورد استفاده قرار گرفت. شکل شماره ۱ نمایشگر چهار بخش تالاب و پراکنش ۳۶ ایستگاه اندازه‌گیری می‌باشد. در بررسی حاضر داده‌های مربوط به ۳ پارامتر لیمنولوژیک که به نوعی بتوانند معرف و شاخص وضعیت آسیب‌پذیری و حساسیت تالاب باشند، مورد استفاده قرار گرفتند. این پارامترها عبارتند از: کلروفیل A، ازت کل، فسفات کل.

برآورد پارامترها در تمامی تالاب: با استفاده از مختصات جغرافیائی ۳۶ ایستگاه اندازه‌گیری، یک لایه‌برداری نقطه‌ای در سامانه Arc/Info ساخته شد و سپس به سامانه ایدریسی منتقل گردید.

ارزشهای هریک از پارامترها نیز بطور جداگانه در فایل ارزشی ثبت شدند. سپس این ارزشها به روش میانگین وزنی فواصل ایستگاهها از هم، درونیابی و در سطح تالاب تعمیم داده شد. نقشه‌های حاصل از درونیابی‌ها دارای ساختار رستری می‌باشند. با قرار دادن لایه محدوده تالاب که از داده‌های ماهواره‌ای استخراج شده است بر روی نقشه‌های حاصله از درون‌یابی‌ها، به ازاء هریک از پارامترها یک نقشه که نشان‌دهنده میزان آن پارامتر در کلیه نقاط تالاب است، تهیه گردید. شکل شماره ۲، نمونه‌ای از نقشه‌های حاصل از درونیابی (کلروفیل A) می‌باشد.



شکل شماره ۱. بخشهای مختلف تالاب انزلی و موقعیت ایستگاههای‌اندازه‌گیری پارامترها

شکل شماره ۲. نمونه‌ای از نقشه‌های حاصل از تعمیم پارامترها در تمامی تالاب به روش درون‌یابی (کلروفیل A)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

طبقه‌بندی تروفی تالاب:

(Carlson, 1996)، (Kerekes, 1980) و (Robert, 1996) براساس مطالعات متعدد در زمینه یوتروفیکاسیون، جهت طبقه‌بندی و تعیین وضعیت تروفی محیط‌های آبی از نظر کلروفیل A، ازت کل و فسفات کل، آستانه‌هایی را ارائه داده‌اند که در جدول شماره ۱ درج شده است.

جدول شماره ۱. آستانه وضعیت‌های مختلف تروفی پارامتر کلروفیل A، ازت کل و فسفات کل

پارامتر	واحد	الیگوتروف	مزوتروف	یوتروف	منبع
کلروفیل A	میکروگرم در لیتر	۲>	۲-۶	>۶	Robert, 1996
ازت کل	میکروگرم در لیتر	۶۶۱>	۶۶۱-۷۵۳	>۷۵۳	Kerekes, 1980
فسفات کل	میکروگرم در لیتر	۸>	۸-۲۶/۷	>۲۶/۷	Robert, 1996

Kerekes 1980

مدل تروفی برای کلروفیل A (Carlson, 1977):

$$TSI_{(chl)} = 9.81\ Ln_{(chl)} + 30.6$$

TSI = Trophic State Index شاخص بیانگر تروفی

(chl) = کلروفیل A

$Ln_{(chl)}$ لگاریتم نپرین کلروفیل A

مدل تروفی برای فسفات کل (Carlson, 1980):

$$TSI_{(tp)} = 14.42\ Ln_{(tp)} + 4.15$$

(tp) = فسفات کل

مدل تروفی برای ازت کل (Kratzer, 1980):

$$TSI_{(TN)} = 14.43\ Ln_{(TN)} + 54.45$$

(TN) = ازت کل

مدل تروفی برای نسبت فسفات به ازت (Carlson, 1992):

$$TSI_{(PN)} = 9.81\ Ln\ (10^{PN}) + 30.6$$

(PN) = نسبت فسفات به ازت

$$Log_{(PN)} = 1.25\ Log_{(XPN)}$$

$$(XPN) = [P^{-2} + [\frac{N - 150}{12}]^{-2}]^{-0.5}$$

P = فسفات کل برحسب میکروگرم بر لیتر

N = ازت کل برحسب میکروگرم بر لیتر

مدل‌های فوق در سامانه ایدریسی بر روی نقشه پارامترهای مربوطه اعمال شدند.

جهت طبقه‌بندی تروفی محیط‌های آبی براساس مدلهای تشریح شده در بالا حدود آستانه ذیل توسط (Carlson, 1996) ارائه شده است.

۳۰ > اولیگوتروف، ۵۰-۳۰ = مزوتروف، ۵۰ < یوتروف

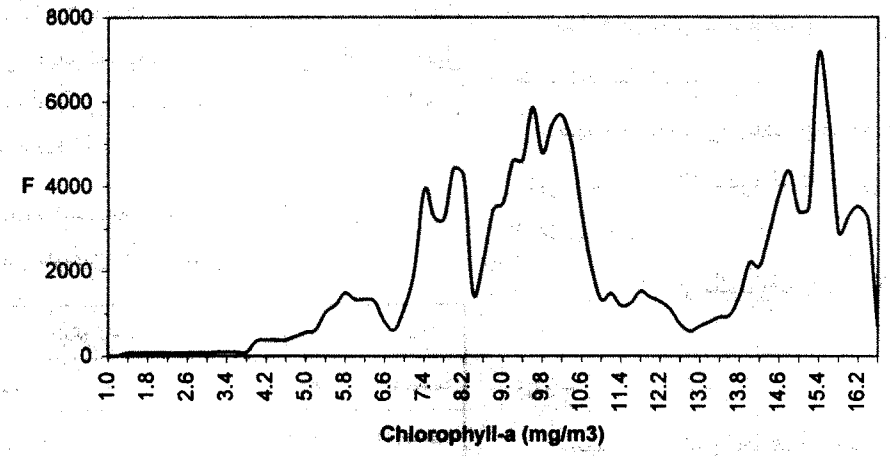
نتایج:

کمینه، بیشینه و انحراف از معیار پارامترهای مورد مطالعه به تفکیک در بخشهای مختلف تالاب در جدول شماره ۲ درج شده است.

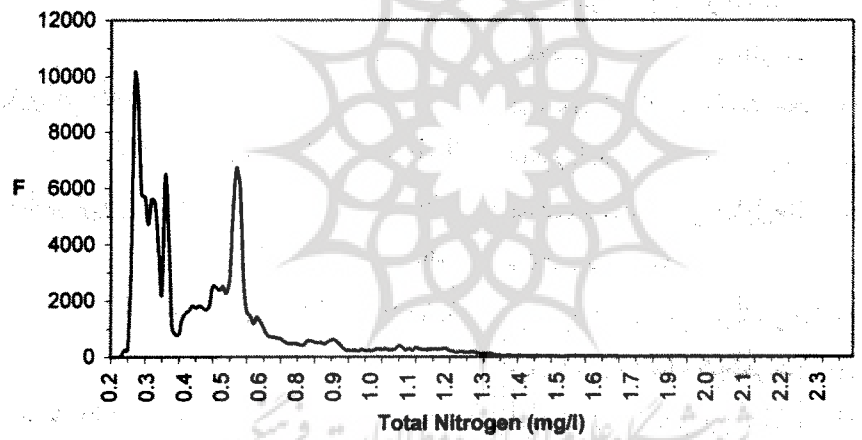
وضعیت تروفی کل تالاب نیز از نظر پارامترهای مورد مطالعه و همچنین از نظر شاخص‌های محاسبه شده براساس مدلهای تروفی در شکل ۳ ارائه شده است. محور x در این نمودارها نشان دهنده اندازه پارامتر و یا شاخص آن براساس مدل مربوطه و محور y نشان دهنده میزان فراوانی سلول‌های نقشه‌های رستری در ارزشهای مختلف می‌باشند.

درصد گسترش هریک از حالتهای سه‌گانه تروفی در تالاب به تفکیک پارامترها و شاخص‌های مورد بررسی در شکل شماره ۴ آمده است. براساس این شکل، به لحاظ کلروفیل A و شاخص آن بیش از ۸۵٪ از تالاب و به لحاظ فسفات کل و شاخص آن تمامی تالاب در وضعیت یوتروف می‌باشد. به لحاظ ازت کل ۸۵٪ از تالاب در وضعیت اولیگوتروف است، در حالی که از نظر شاخص آن به همین میزان در وضعیت مزوتروف قرار دارد. به لحاظ شاخص فسفات کل به ازت کل ۶۰٪ از تالاب در وضعیت یوتروف و بقیه مزوتروف می‌باشد.

مقایسه منحنی‌های توزیع نرمال کلروفیل A و فسفات کل (که براساس میانگین و انحراف از معیار این پارامترها در تالاب رسم شده‌اند) با نمودار استاندارد پارامترهای فوق (OECD,1982) نشان می‌دهد که تالاب به لحاظ کلروفیل A در انتهای مسیر مزوتروفی است و دارای حرکتی بسوی یوتروفی می‌باشد و به لحاظ فسفات کل در انتهای مسیر یوتروفی است و بسوی هیپریوتروف پیش می‌رود. (شکل ۵)

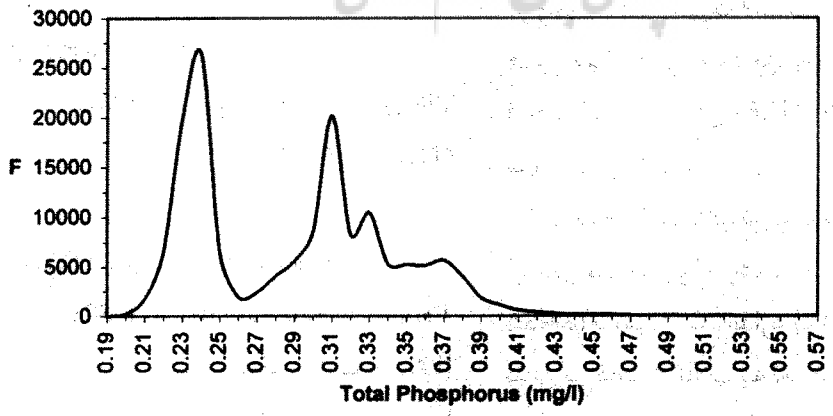


الف



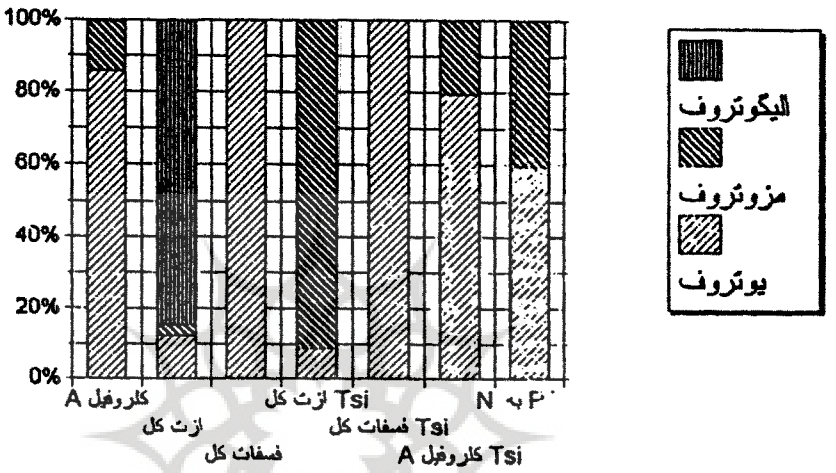
ب

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



ج

شکل شماره ۳. وضعیت تروفی تالاب از نظر کلروفیل (الف)، ازت کل (ب)، فسفات کل (ج)

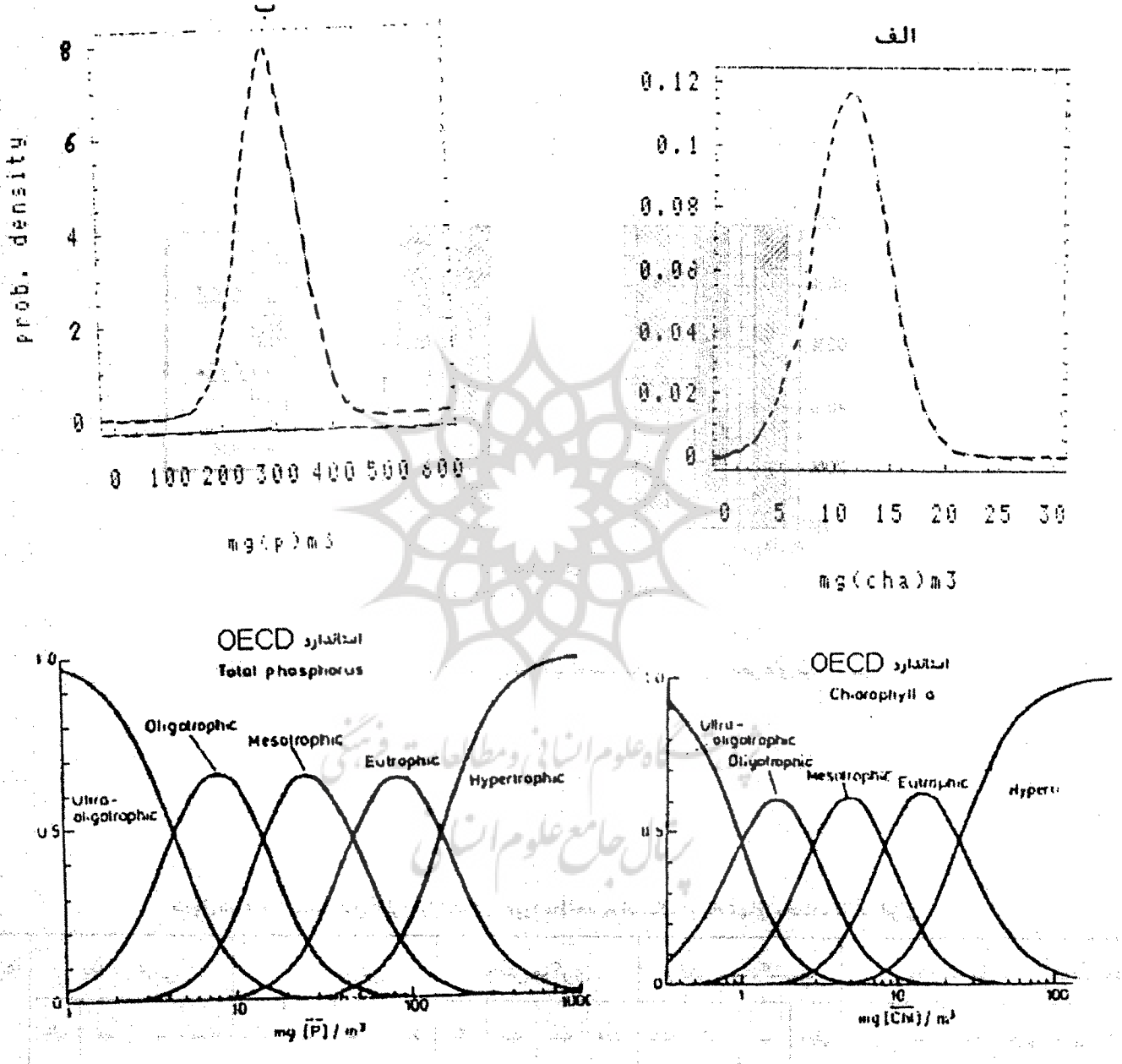


شکل شماره ۴. نسبت درصد حالتهای تروفی در تالاب به تفکیک پارامترها و شاخص‌های مورد بررسی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

جدول شماره ۲.کمّیت‌های آماری پارامترهای مورد مطالعه به تفکیک در بخشهای مختلف تالاب انزلی

پارامترها	بخش غربی				بخش شرقی				بخش مرکزی				بخش سیاه کشیم				رودخانه‌ها				تمامی تالاب	
	میانگین	کمینه	بیشینه	انحراف معیار	میانگین	کمینه	بیشینه	انحراف معیار	میانگین	کمینه	بیشینه	انحراف معیار	میانگین	کمینه	بیشینه	انحراف معیار	میانگین	کمینه	بیشینه	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
کلروفیل mg/m3.A	۱۲/۲۲	۷/۱۰	۱۶/۶۳	۲/۲۸	۹/۹۲	۱/۳۷	۱۷/۲۲	۲/۱۶	۷/۵۸	۳/۸۹	۱/۷۲	۱/۹۲	۹/۵۰	۶/۸۱	۱۲/۳۲	۱/۷۰	۹/۶۹	۵/۶۲	۱۳/۷۰	۱/۵۱	۱۱/۱۹	۲/۳۱
فسفات‌کل mg/L	۰/۲۲	۰/۲۱	۰/۲۹	۰/۰۱	۰/۴۶	۰/۲۸	۰/۵۲	۰/۰۲	۰/۴۲	۰/۲۳	۰/۴۵	۰/۰۳	۰/۴۰	۰/۲۲	۰/۲۳	۰/۰۱	۰/۲۸	۰/۱۹	۰/۵۲	۰/۰۷	۰/۲۹۲	۰/۰۵۳
ازت کل mg/L	۰/۲۱	۰/۲۳	۰/۲۸	۰/۰۲	۰/۶۲	۰/۴۲	۲/۱۲	۰/۴۰	۰/۷۵	۰/۴۸	۱/۵۸	۰/۲۷	۰/۵۵	۰/۲۹	۰/۸۳	۰/۰۷	۰/۲۴	۰/۲۰	۲/۳۹	۰/۲۵	۰/۵۰۲	۰/۵۰۴



شکل شماره ۵ . مقایسه منحنی نرمال پارامترها با نمودار استاندارد OECD

الف : کلروفیل A ب : فسفات کل

بحث و نتیجه گیری :

براساس نتایج بررسی حاضر، قسمت اعظم تالاب در وضعیت‌های مزوتروف و یوتروف بوده و از نظر فسفات کل و شاخص آن تماماً یوتروف می‌باشد. مقایسه وضعیت تروفی تالاب به لحاظ فسفات کل با منحنی استاندارد OECD گرایش تالاب را به سوی هیپرتروفی نشان می‌دهد.

مقایسه وضعیت تروفی تالاب به لحاظ پارامترهای مورد مطالعه و شاخص‌های آنها به جز فسفات کل همخوانی مناسبی را نشان نمی‌دهد. همخوانی کامل در مورد پارامتر فسفات کل و شاخص آن احتمالاً به دلیل یوتروفی بسیار شدید و گرایش تالاب بسوی هیپرتروفی به لحاظ این دو پارامتر باید باشد. عدم همخوانی مناسب در بقیه موارد ضرورت تحقیقات بیشتر در این زمینه را ایجاب می‌نماید.

وضعیت کلی متمایل به تروفی تالاب تأییدکننده نتایج بررسی‌های کیمبال در سال ۱۹۷۳ که برای اولین بار وضعیت یوتروفی تالاب را از نظر رویش گیاهی سطح تالاب مطرح ساخته بود، می‌باشد (جمالزاد فلاح، ۱۳۷۷).

نتایج دیگر بررسی‌ها نیز نشان می‌دهد که تالاب به لحاظ باکتریوپلانکتون‌ها نیز دارای وضعیت یوتروفی است (نظامی، ۱۳۷۴). نقش عوامل برون‌زا و همچنین تراکم رویش‌های گیاهی و ته‌نشینی این گیاهان در بستر (عوامل درون‌زا) در وضعیت تروفی تالاب در مطالعات Nezami (۱۹۹۲) روشن شده است. بررسی‌ها همچنین نشان می‌دهند که با شناخت حوزه آبخیز تالاب‌ها و بررسی روند تغییرات کاربری تا حد زیادی می‌توان برنامه‌های اجرایی جهت کنترل و کاهش روند یوتروفیکاسیون اعمال نمود.

پیشنهادات :

عدم همخوانی بین وضعیت تروفی تالاب به لحاظ بعضی از پارامترهای لیمنولوژیک و شاخص‌های حاصله از مدلسازی آنها، ضرورت ادامه تحقیقات و یافتن شاخص و مدلهای مناسب مبتنی بر مجموعه‌ای از پارامترها در مقابل هریک از پارامترها بطور جداگانه را ایجاب می‌نماید. گرایش تالاب انزلی به سوی یوتروفی و هیپرتروفی، همچنین ضرورت اتخاذ روشهای مدیریتی مناسب جهت کنترل و کاهش سرعت روند یوتروفیکاسیون را مطرح می‌سازد. پیشنهاد می‌گردد که ایستگاههای اندازه‌گیری موجود بطور یکنواخت در تمامی تالاب توزیع گردند.

یادداشتها:

1. Geometric registration
2. Image enhancement
3. Trophic State Index
4. Global positioning system
5. Root mean square

منابع :

۱ـ جمالزاد فلاح، فریبرز ـ ۱۳۷۷ . تعیین میزان حساسیت مناطق مختلف تالاب انزلی با استفاده از GIS، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران.

۲ـ سجادی، م. ـ ۱۳۷۴ . مقدمه‌ای برکاربرد تکنولوژی‌های سنجش از دور و GIS در زمینه شیلات و آبزی‌پروری. سمینار کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۳ـ عمادی، ح. ـ ۱۳۵۷ . آلودگی مرداب انزلی، مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان.

۴ـ عمادی، ح. ـ ۱۳۷۵ . هیدرولوژی و هیدروبیولوژی تالاب انزلی ۱۳۷۰. طرح تحقیقاتی در دست اجرا در مرکز تحقیقات شیلات ایران.

۵ـ کیمبال، د. ۱۳۵۳ . مطالعات لیمنولوژی تالاب انزلی. ترجمهٔ سازمان حفاظت محیط زیست.

۶ـ ملت‌پرست، ع. ـ ملک‌شمالی، م. ـ ۱۳۶۰ . اثرات نفوذ آب دریا در تالاب انزلی. مرکز تحقیقات شیلاتی انزلی.

۷ـ مهندسین مشاور یکم ـ ۱۳۶۷ . مطالعات گام اول طرح جامع احیاء تالاب انزلی (جلد هفتم). لیمنولوژی. کمیته امور آب، وزارت جهاد سازندگی.

۸ـ نظامی، ش. ـ ۱۳۷۴ . بررسی تعداد باکتریوپلانکتون‌های تالاب انزلی. مجله علمی شیلات ایران، شماره ۱، سال چهارم.

۹ـ نظامی، ش ـ خداپرست، س ح. ـ ۱۳۷۵ . بررسی تجمع مواد آلی در رسوبات تالاب انزلی. مجله علمی شیلات ایران، شماره ۲، سال پنجم.

۱۰ـ ولی‌پور، ع. ـ ۱۳۷۶ . پراکنش و فراوانی لاروهای شیرونومیده در تالاب انزلی. مجله علمی شیلات ایران، شماره ۴، سال ششم.

11- Carlson, R.E., 1977. Atrophic state index forlakes. limnology and Oceanography. 22:361-369.

12- Carlson, R.E., 1980 More complications in the chlorophyll - Secchi disk relationship, limnology and Oceanography. 25: 361 - 369.

13- Carlson, R. et.al. 1996. A coordinators guide to Volunteer lake monitoring methods.

14- Happer, d., 1992. Eutrophication of freshwaters, Chapman, and Hall. Nitrogen in Florida lakes. Water.Res. Bull. 17: 713-715.

15- Kapetsly, J. et al. 1987. A geographical information system and satellite remote sensing to plan for Aquaculture development: a FAO - UNEP/GRID cooperative study in costa Rica. FAO fish. Tech. Pap. (187): 51 pp.

16- Kerekes, W., 1980. Background and summary results of the OECD cooperative programe on eutrphiction. In: 25-36.

17- Kratzer, C.R., 1980. A Carlson-type trophic state index for nitrogen in Florida lakes. Water, Res. Bull. 17: 713-715.

18- Nezami, Sh.A., 1992. Comparison of Hungarian and Iranian Riverian standing water ecosystems.

19- OECE., 1982. Eutrophication of waters - Monitoring and Assessment.

20- Robert D.D., 1996. Ohio Water Resource Inventory. State of Ohio Environmenal Protection Agency.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Investigation of trophic state of Anzali Lagoon, using GIS

Darvishsefat, A. A (Ph. D.)*

Jamalzad Fallah, F (MSc.)**

Nezami Balouchi, Sh (Ph. D.)***

Abstract:

The discharge of large amounts of organic and inorganic materials accelerates the eutrophication process of the lagoon. In order to provide some of the required information for restoration programs of the lagoon, its trophic state, from the stand of chlorohyll - A, total phosphorus and total nitrogen have been studied, applying remotely sensed data and GIS. The results of a study on 3 limnological factors through 1991 - 1994 in 36 stations in Anzali lagoon were entered in a GIS. A map of this lagoon is prepared by means of digital Landsat TM - data. After examining their goemetric and radiometric qualities, geometric registration and suitable enhancement were done. The satellite images were interpreted visually on computer display. According to this interpretation the area of lagoon measures to 141 square kilometers. After locating all 36 stations on a layer, all factors were interpolated to the entire lagoon area weighted interpolation.

The trophic states concerning to chlorophyll - A, total phosphorus, total nitrogen and their indices (Carlson, 1996) were determined. The results have shown that about 75% of the lagoon is eutrophic and 25% lies in mesotrophic range. The comparison between the OECD (1982) standards and the normal distribution curve of total phosphorous indicates that this lagoon is passing the end stages of eutrophy and tends to turn into hypertrophy.

Several internal and external factors have caused the accleration of eutrophic process. Therefore, the monitoring programs within the aquatic environments and the control of eutrophic factors within the catchment area are necessary for decreasing the nutrient load of the lagoon.

Key words:

Anzali Lagoon, Eutrophication, Chlorophyll - A, Total Phosphorus, Total Nitrogen, Landsat - TM, GIS, Trophic State Index (TSI).

*. Assit. Prof. Faculty of Natural Resources, University of Tehran.

**. MSc. in Environmental Management and Planning, Faculty of Environment, University of Tehran.

***. Member of the Scientific Board of the Iranian Fisheries Research and Training Organization.