

هیدروژئومورفولوژی، شماره ۱۳، زمستان ۱۳۹۶، صص ۹۹-۱۲۰

وصول مقاله: ۱۳۹۶/۰۲/۱۹ تأیید نهایی مقاله: ۱۳۹۶/۱۰/۱۰

پایش تغییرات سطح آب دریاچه‌ی پریشان با استفاده از شاخص‌های سنجش از دور

مریم خسرویان^{۱*}

علیرضا انتظاری^۲

ابوفاضل رحمانی^۳

محمد باعقیده^۴

چکیده

گردآوری اطلاعات در مورد تغییرات پیوسته سطوح آبی و همچنین پوشش گیاهی توسط روش‌های معمولی بسیار مشکل و پرهزینه است، در این حالت استفاده از داده‌های ماهواره‌ای امکان مطالعه‌ی گسترده سطوح آبی و پوشش گیاهی را فرام می‌سازد. با استفاده از ویژگی تکراری بودن داده‌های دورسنجی زمان‌های مختلف، امکان شناسایی و بررسی پدیده‌های متغیر و پویا در محیط وجود دارد. بر این اساس روش‌های رقومی مختلفی جهت آشکارسازی و کشف تغییرات و تحولات پدیده‌های سطح زمین در سنجش از دور توسعه داده شده است. هدف از این تحقیق ارزیابی ۶ شاخص گیاهی در بررسی تغییرات دریاچه‌ی پریشان می‌باشد. سطح تغییرات دریاچه در طی دوره‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۴ در شاخص‌های مختلف و الگوریتم طراحی شده در محیط نرم‌افزار ENVI مورد ارزیابی و استخراج قرار گرفت. مرز دریاچه با استفاده از شاخص‌های فوق‌الذکر استخراج گردید و

۱- دانشجوی دکتری آب و هواشناسی- تغییرات آب و هوایی، دانشگاه حکیم سبزواری (نویسنده مسئول)
E-mail:m.khosravian69@gmail.com

۲- استادیار گروه ژئومورفولوژی و اقلیم‌شناسی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

۳- دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

۴- دانشیار گروه ژئومورفولوژی و اقلیم‌شناسی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

سطح تغییرات دریاچه طی دوره‌ی زمانی مورد مطالعه به دست آمد. نتایج نشان می‌دهد که شاخص NDMI ناتوان از استخراج سطح آب دریاچه‌ی پریشان بود (با کمترین میزان دقت کلی و ضریب کاپا)، شاخص NDMI به دلیل حساسیت بیش از حد به مناطق آبی، زمین‌های مرطوب کشاورزی را هم جزء محدوده‌ی دریاچه به حساب آورده بود. در حالی که شاخص NDWI و شاخص NDVI بالاترین نتایج دقت ارائه شده است.

کلمات کلیدی: شاخص‌های سنجش از راه دور، تصاویر لندست، تغییرات سطح آب، دریاچه‌ی پریشان.

مقدمه

شناخت ویژگی‌های پوشش‌های گیاهی و روابط موجود در بین گونه‌های گیاهی و نیز عوامل محیطی همواره مورد توجه بوم‌شناسان بوده است (الدویج و چن^۱، ۱۹۹۵؛ هرسچ و همکاران^۲، ۲۰۰۲). گردآوری اطلاعات در مورد تغییرات پیوسته پوشش گیاهی توسط روش‌های معمولی بسیار مشکل و پرهزینه است. در این حالت استفاده از داده‌های ماهواره‌ای امکان مطالعه‌ی گسترده پوشش گیاهی را فراهم می‌سازد (علوی‌پناه، ۱۳۸۲: ۱۲۰). با گسترش فناوری ماهواره، تصاویر ماهواره‌ای دسترسی به اطلاعات را از منابع زمینی به طور گسترده و سریع فراهم کرده‌اند (خواجه‌الدین، ۱۳۷۶). آشکارسازی تغییرات یکی از عوامل اصلی در بررسی ارتباط بین فعالیت‌های انسانی و محیط زیست می‌باشد (پراشنت و همکاران^۳، ۲۰۱۲). سنجش از دور به عنوان روشی برای کسب اطلاعات درباره‌ی حذف مورد نظر به

1- Eldvige and Chen

2- Hoersch et al.,

3- Prashant et al.,

وسیله‌ی ابزارهای ویژه بدون تماس فیزیکی با هدف تعریف می‌شود (دایکر^۱، ۱۹۹۸؛ سیهان^۲، ۲۰۰۴). سنجش از دور تکنولوژی بسیار مفیدی است که می‌توان آن را برای به دست آوردن لایه‌های اطلاعاتی از خاک و پوشش گیاهی به کار برد (آدامچوک و همکاران^۳، ۲۰۰۴). اغلب تولیدات سنجش از دور برای ارزیابی و تخمین پارامترهای بیوفیزیکی و بیوشیمیایی گیاهان از سنجنده‌هایی با باندهایی پهن همانند NOAA، AVHRR، SPOT و TM/ETM سنجنده لندست استفاده می‌کنند که اغلب از سه الی هفت باند تشکیل شده‌اند (چو^۴، ۲۰۰۷). شاخص‌های طیفی گیاهی از پرکاربردترین نمونه‌های عملیات حسابی روی باندهای ماهواره‌ای می‌باشند که به منظور محاسبه میزان پوشش گیاهی یک منطقه طی دوره‌های زمانی مختلف به کار می‌روند. شاخص‌های گیاهی تبدیلات ریاضی هستند که بر اساس باندهای مختلف سنجنده‌ها تعریف شده و برای ارزیابی و بررسی گیاهان در مشاهدات ماهواره‌ای چند طیفی طراحی شده‌اند (فاطمی و رضایی، ۱۳۸۵). مناسب‌ترین شاخص طیفی گیاهی شاخصی است که حساسیت بیشتری نسبت به مشخصه‌های کمی داشته باشد (هبودان^۵، ۲۰۰۴؛ گونگ^۶ و همکاران، ۲۰۰۲).

در زمینه‌ی استفاده از شاخص‌های گیاهی آبی، به عنوان یکی از روش‌های تشخیص تغییر، برای تغییرات پوشش گیاهی و یا سطوح آبی مطالعات زیادی انجام شده است. در تحقیقی با استفاده از شاخص‌های گیاهی، اثرات زیانبار تغییرات پوشش و کاربری سطح زمین بر روی دمای سطح زمین از سه تصویر سنجنده TM

-
- 1- Diker
 - 2- Seyhan
 - 3- Adamchuk et al.,
 - 4- Cho
 - 5- Haboudane
 - 6- Hong et al.,

و ETM^+ بررسی گردید. برای این منظور جیانگ و همکاران^۱ (۲۰۱۰) شاخص پوشش گیاهی-دما (TVX^2) را از تصاویر استخراج نمودند. نتایج این تحقیق نشان داد که تغییر کاربری زمین یک عامل مهم برای افزایش دمای سطح زمین است. کورت^۲ همکاران (۲۰۱۰) با استفاده از داده‌های ماهواره لندست به روش طبقه‌بندی نظارت شده به شناسایی تغییرات خطوط ساحلی در کرانه‌های شهر استامبول پرداختند، یافته‌های این پژوهش نشان داد در بین سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۷ سواحل استامبول با گسترش ۳۲ کیلومتری همراه بوده است. یمانی و مزیدی (۱۳۸۵)، تغییرات سطح و پوشش گیاهی کویر سیاهکوه یزد را با استفاده از تصاویر TM و ETM^+ بررسی نمودند. آنها از ۵ شاخص PVI , $NRVI$, RVI , $NDVI$ و $SAVI$ استفاده کردند. نتایج نشان داد که شاخص $NDVI$ بهترین شاخص برای تهیه نقشه‌ی پوشش گیاهی می‌باشد. احمدی و همکاران (۱۳۹۳)، به بررسی روند تغییرات خط ساحلی در شهرستان بندر دیر با استفاده از تصاویر ماهواره لندست پرداختند، تغییرات مکانی خط ساحل در این پژوهش نشان داد که پیشروی آب به دریا به سمت خشکی و با کاهش محدوده‌ی ساحلی همراه بوده است. عبادی و گلزار (۱۳۹۵)، به بررسی تغییرات کمی تالاب پریشان با استفاده از سنجش از دور پرداختند و تغییرات مساحت آبی و گیاهی دریاچه‌ی پریشان را از سال ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۴ مورد بررسی قرار دادند، نتایج نشان داد که محدوده آبی دریاچه به طور مرتب کاهش یافته و در مقابل پوشش گیاهی دریاچه با توجه به خشکیدگی دریاچه و اشتغال بستر توسط گیاهان افزایش یافته است.

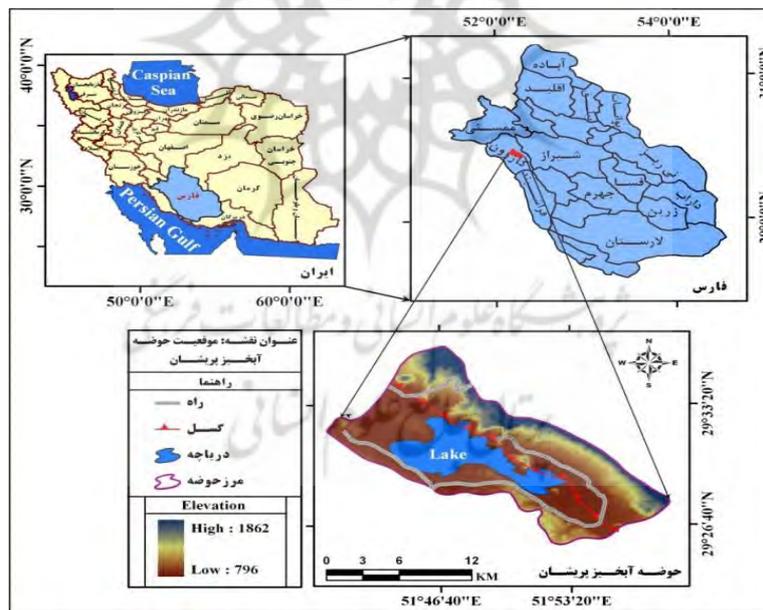
1- Jiang et al.,

2- Kurt et al.,

مواد و روش‌ها

معرفی محدوده‌ی مورد مطالعه

حوضه‌ی آبخیز دریاچه‌ی پریشان در مختصات جغرافیایی $29^{\circ}25'12''$ تا $29^{\circ}36'16''$ عرض شمالی و $51^{\circ}40'50''$ تا $51^{\circ}48'20''$ طول شرقی در استان فارس (شهرستان کازرون) قرار گرفته است. در سال‌های اخیر بسیاری از عوامل محیطی و انسانی بر اکوسیستم این دریاچه تأثیر نامطلوبی گذاشته‌اند. تداخل اراضی کشاورزی با اراضی حاشیه‌ی این دریاچه و دفع کودهای شیمیایی و جریان سموم آفات نباتی به دورن آب تالاب، سوزاندن نیزارها و بیشه‌زارهای اطراف به وسیله‌ی افراد سودجو به منظور گسترش اراضی کشاورزی از جمله عوامل تأثیرگذار بر اکوسیستم تالاب پریشان است (ثقفی و همکاران، ۱۳۸۷). شکل (۱) موقعیت حوضه‌ی آبخیز پریشان را نشان می‌دهد.



شکل (۱) موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه

داده‌ها و نرم افزارهای مورد استفاده

در این مطالعه داده‌های سنجنده چند طیفی از ماهواره لندست ETM⁺، ۱:۵۰۰۰۰ و داده‌های رقومی ارتفاعی^۱، به منظور انجام تصحیحات اتمسفری و ژئومتری بر روی داده‌های ماهواره‌ای استفاده شده است. داده‌های ماهواره‌ای در نرم‌افزار ENVI 4.8 مورد تفسیر و پردازش و سپس در نرم‌افزار ARC GIS 10.3 کارتوگرافی نقشه‌ها انجام شد.

مجموعه داده‌ها

مجموعه داده‌های این مطالعه از تصاویر ماهواره‌ای لندست سال‌های ۱۹۸۹ و ۲۰۰۴ می‌باشد. از سال ۲۰۰۴ به بعد روند خشک شدن دریاچه بسیار شدید بوده به گونه‌ای که در سال ۲۰۰۷ چیزی از آن باقی نمانده که بتوان به کمک تکنیک‌های سنجش از دور آن را بررسی نمود.

تصاویر مورد استفاده مربوط به ۱۵ مرداد ماه هر یک از سال‌های فوق‌الذکر بوده که بتوان در آن پوشش گیاهی و حجم خالص آب دریاچه را نیز بدون روندهای بارشی اضافه شده بر آن بررسی نمود. فرآیند پردازش داده‌ها در سه مرحله‌ی پیش - پردازش^۲، پردازش^۳ و پس - پردازش^۴ انجام شده است. با توجه به ضرورت انجام تصحیحات هندسی در آشکارسازی تغییرات سطح آب، بر پایه نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و نقاط کنترل برداشت شده با GPS، تصاویر محدوددهی مورد مطالعه زمین مرجع گردید. با استفاده از تابع زمین مرجع‌سازی^۵ در محیط نرم‌افزار PCI-Geomatica در روی هر تصویر، نقاط کنترل پیاده شد. برای نمونه‌گیری ارزش

1- Digital Elevation Model (DEM)

2- Pre-processing

3- Processing

4- Post-processing

5- Geo-Coding

مجدد پیکسل‌ها از روش نزدیک‌ترین همسایگی^۱ استفاده و تصاویر با خطای^۲ RMS ۰/۳۹ و ۰/۴۲ پیکسل زمین مرجع گردیدند. برای ارزیابی نسبت خطای اتمسفری در سطح تصاویر ماهواره‌ای، ارزش عددی پیکسل‌های تصویر در مناطق مربوط به توده‌های آبی محاسبه شد و با توجه به وجود خطای اتمسفری و ضرورت حذف آن از روش باقیمانده‌های لگاریتمی^۳ برای کاهش عددی پیکسل‌های تیره استفاده شد.

شاخص پوشش گیاهی با تنظیم انعکاس خاک (SAVI)^۴

SAVI به برجسته کردن ویژگی پوشش گیاهی با توجه به مزیت NDVI زمانی که در یک منطقه با پوشش گیاهی کم مانند مناطق شهری انجام می‌شود. SAVI با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود (هیوت^۵، ۱۹۹۸: ۲۹۵).

$$\text{SAVI} = (\text{NIR} - \text{RED}) * (1 + I) / (\text{NIR} + \text{RED} + I) \quad (۱) \quad \text{رابطه‌ی (۱)}$$

شاخص نرمال شده رطوبت (NDWI)^۶

این شاخص برای به حداکثر رساندن بازتاب آب با استفاده از طول موج سبز، به حداقل رساندن بازتاب کم NIR با ویژگی‌های آب، و بازتاب بالای NIR توسط ویژگی‌های پوشش گیاهی و خاک طراحی شده است.

مک فترز^۷ شاخص تفاوت نرمال شده آب (NDWI) را برای ترسیم ویژگی‌های های باز آب مطرح کرد، که به صورت زیر ارائه شده است (مک فترز، ۲۰۱۳: ۳۵۴۴).

- 1- Nearest Neighbor
- 2- Root Mean Square Error
- 3- Log residuals
- 4- soli-adjusted vegetation
- 5- Huete
- 6- Normalized Difference Water Index
- 7- McFeeters

$$\text{NDWI} = (\text{Green} - \text{NIR}) / (\text{Green} + \text{NIR}) \quad \text{رابطه‌ی (۲)}$$

شاخص آب اختلاف نرمال اصلاح شده^۱ (MNDWI)

MNDWI از NDWI مشتق شده است توسط (مک فترز، ۱۹۹۶: ۱۴۲۵) تعریف شده است. تعدیل شاخص آب تفاوت (NDWI) به منظور افزایش باز کردن ویژگی‌های آب در تصاویر سنجش از دور است. MNDWI می‌تواند مانع اختلاف ناشی از پوشش گیاهی، شهری و کوه شود، پس می‌توان از آن به خوبی اطلاعات آب را به دست آورد.

$$\text{MNDWI} = (\text{Green} - \text{MIR}) / (\text{Green} + \text{MIR}) \quad \text{رابطه‌ی (۳)}$$

شاخص اختلاف رطوبتی نرمال شده^۲ (NDMI)

شاخص رطوبت با اختلاف نرمال شده (NDMI) از باند ۴ و ۵ لندست مشتق شده و با استفاده از فرمول زیر محاسبه شده است (ویلسون، ۲۰۰۲: ۳۸۵).

$$\text{NDMI} = (\text{NIR} - \text{MIR}) / (\text{NIR} + \text{MIR}) \quad \text{رابطه‌ی (۴)}$$

شاخص برداشت آب خودکار^۳ (AWEI)

شاخص جدید (AWEI) برای افزایش کنتراست بین آب و سایر سطوح تیره می‌باشد. تأکید خاص به بهبود تفکیک سطوح آب و تاریک مانند سایه داشته، که با توجه به شباهت‌ها در الگوهای بازتاب اغلب به سختی تشخیص داده می‌شود (فیزا^۴، ۲۰۱۴: ۲۳).

$$\text{AWEI} = 4 \times (\text{Green} - \text{MIR}) - (0.25 \times \text{NIR} + 2.75 \times \text{SWIR}) \quad \text{رابطه‌ی (۵)}$$

1- Modified Normalized Difference Water Index

2- Normalized Difference Moisture Index

3- Automated Water Extraction Index

4- Feysia

شاخص گیاهی تفاضلی نرمال شده NDVI

این شاخص گیاهی از معروف‌ترین و ساده‌ترین شاخص‌های گیاهی مورد استفاده است بر حسب دو باند قرمز و مادون قرمز نزدیک به صورت زیر تعریف می‌باشد.

$$\text{NDVI} \cong \frac{\text{NIR} - \text{RED}}{\text{NIR} + \text{RED}} \quad \text{رابطه‌ی (۶)}$$

به منظور محاسبه ضریب کاپا ابتدا نقشه‌ی طبقه‌بندی شده‌ی هر یک از شاخص‌ها در نرم‌افزار ArcGis فراخوانی شد، سپس با استفاده از گزینه‌ی Extract by value to point سهم هر کدام از داده‌های اعتبارسنجی و کلاسی آن مشخص گردید. سپس با استفاده از رابطه‌ی (۷)، مقدار ضریب کاپا محاسبه گردید.

$$\text{Kappa Statistic} \cong \frac{\sum_{i=1}^k n_{ii} - \left(\sum_{i=1}^k n_{i.} \cdot n_{.i} \right)}{n^2 - \sum_{i=1}^k n_{i.} \cdot n_{.i}} \quad \text{رابطه‌ی (۷)}$$

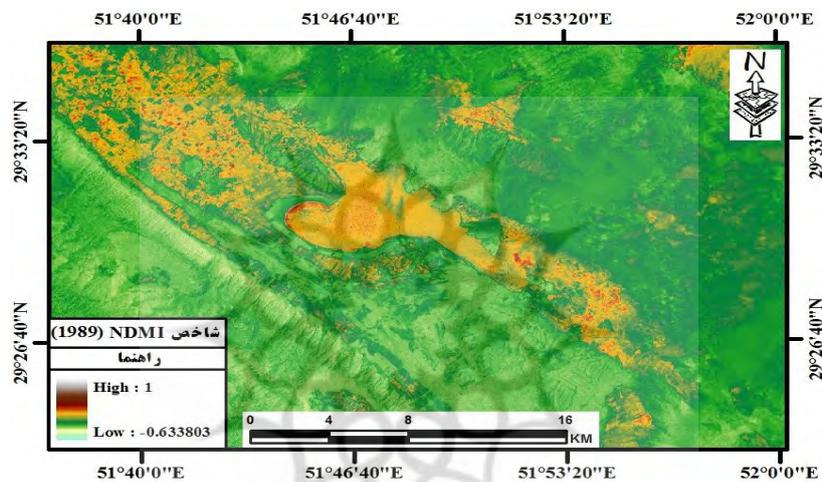
که در رابطه‌ی (۷)؛ n : تعداد کل نمونه‌ها؛ n_{ii} : تعداد نمونه به درستی طبقه‌بندی شده در دسته‌ی i ؛ n_{i+} : تعداد نمونه‌های دسته‌بندی شده به دسته‌ی i در تصویر طبقه‌بندی شده و n_{+i} : تعداد نمونه‌های دسته‌بندی شده به دسته‌ی i در مجموعه داده‌های مرجع می‌باشد.

بحث و نتایج

شاخص‌های مختلف برای استخراج آب‌های سطحی (SAVI)، (NDWI)، (NDMI)، (MNDWI)، (NDVI) و (AWEI) به منظور شناسایی تغییرات سطح دریاچه‌ی پریشان در دوره‌ی ۲۰۰۴-۱۹۸۹، سطح آب دریاچه در هر تصویر زمانی به صورت

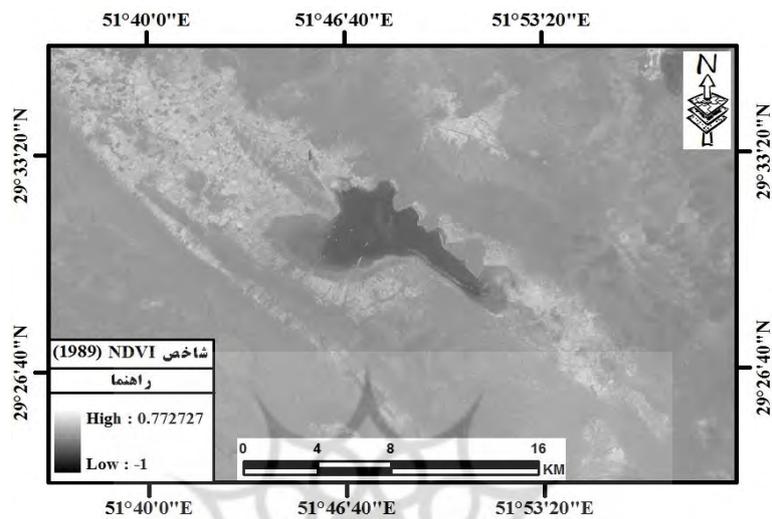
جداگانه استخراج گردید. استخراج مرز دریاچه با استفاده از شاخص‌های فوق‌الذکر در شکل‌های شماره‌ی (۲ تا ۲۵) دیده می‌شود. تشخیص و شناسایی سطح آب، در هر یک از شاخص‌های مربوطه استخراج و تغییرات سطح آب مورد بررسی قرار گرفت.

اعمال هر یک از شاخص‌ها بر روی تصاویر در سال ۱۹۸۹

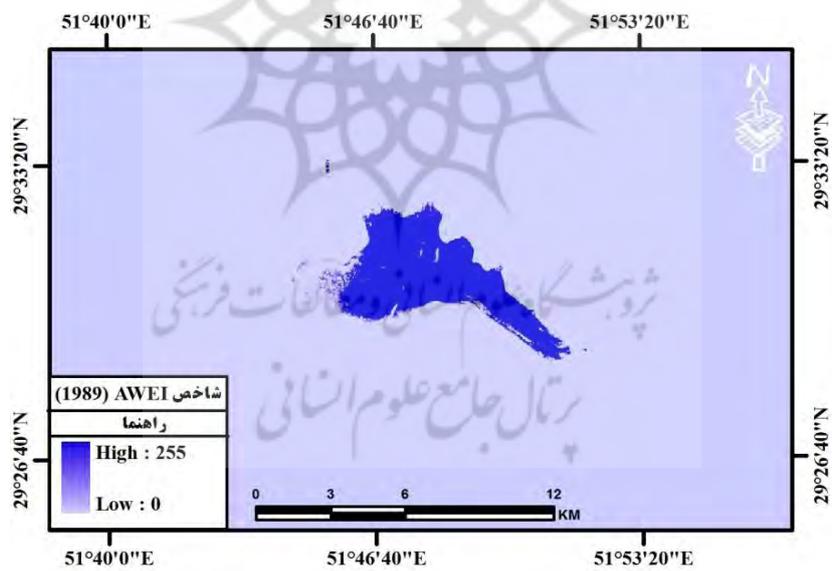


شکل (۳) شاخص NDMI برای استخراج مناطق آبی در سال ۱۹۸۹

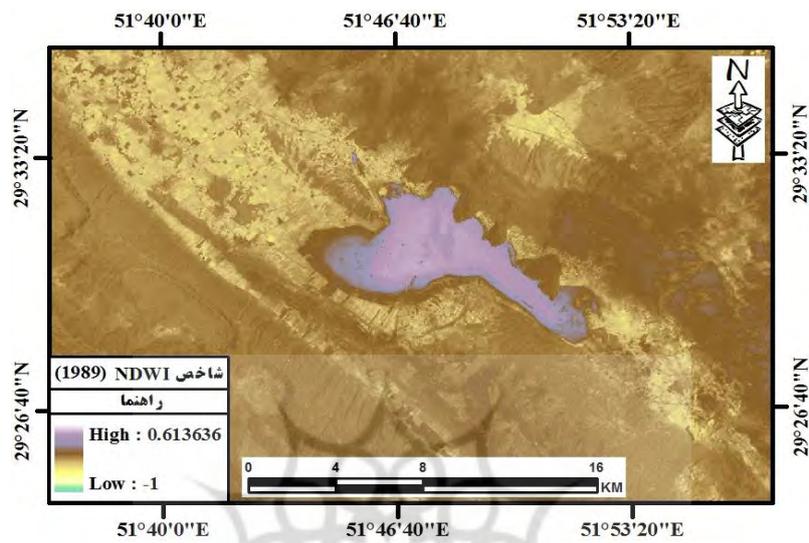
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



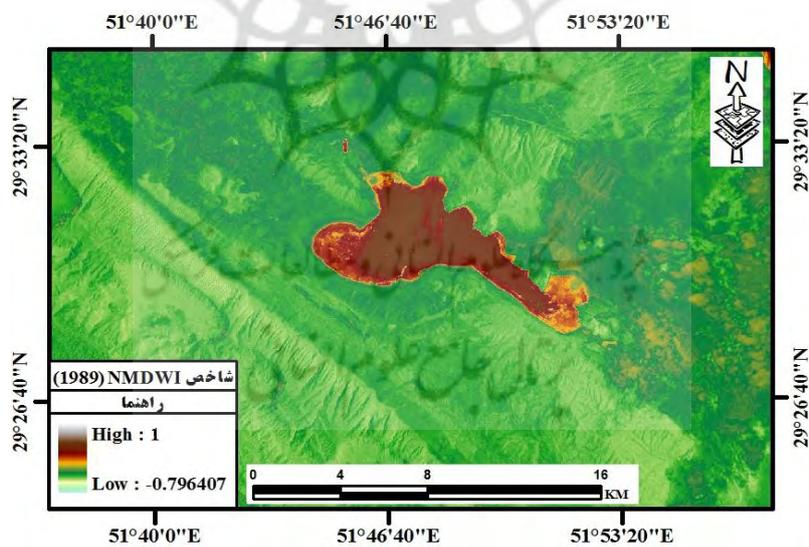
شکل (۴) شاخص NDVI برای استخراج مناطق آبی در سال ۱۹۸۹



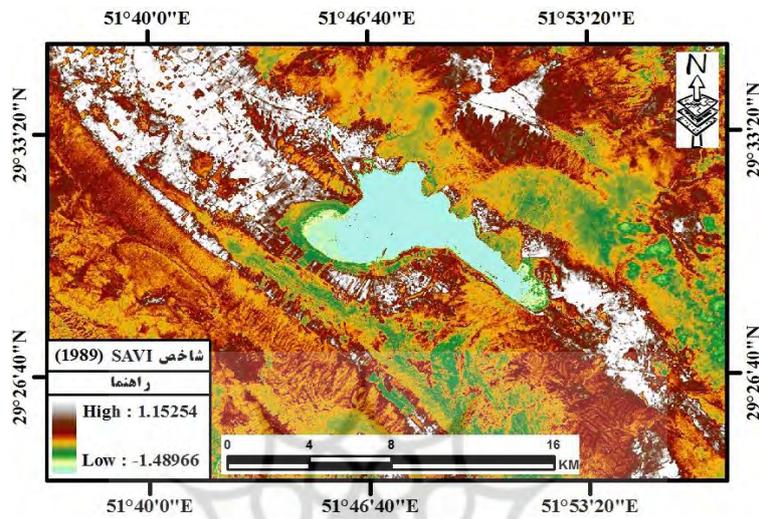
شکل (۵) شاخص AWEI برای استخراج مناطق آبی در سال ۱۹۸۹



شکل (۶) شاخص NDWI برای استخراج مناطق آبی در سال ۱۹۸۹

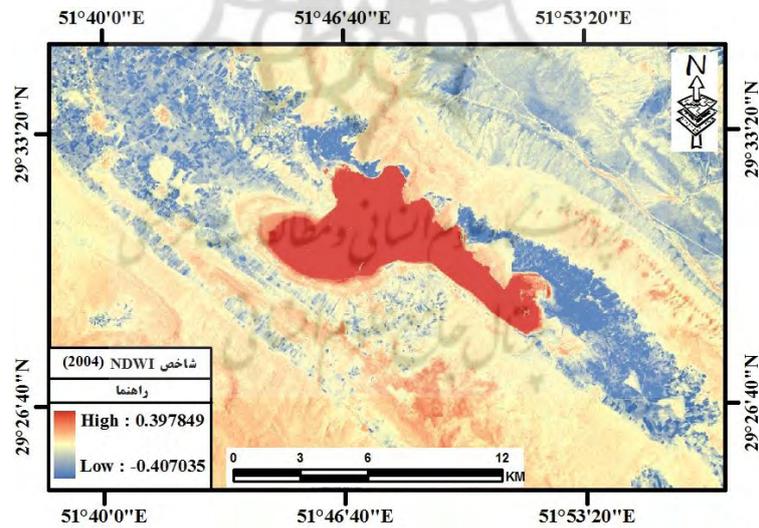


شکل (۷) شاخص NMDWI برای استخراج مناطق آبی در سال ۱۹۸۹

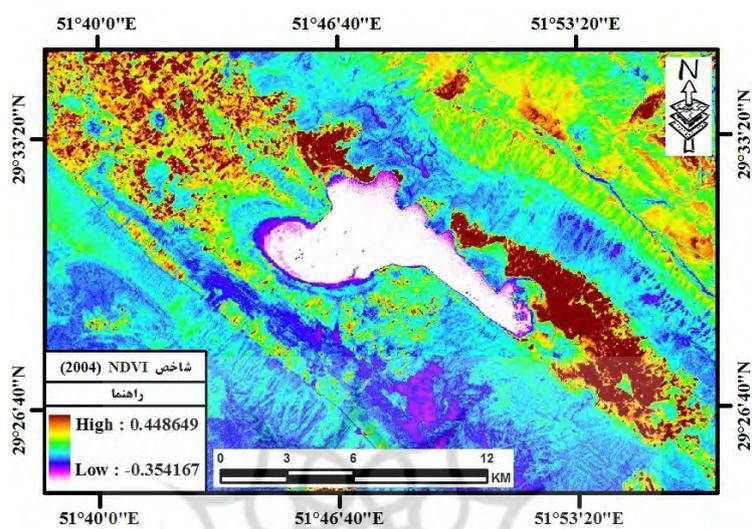


شکل (۸) شاخص SAVI برای استخراج مناطق آبی در سال ۱۹۸۹

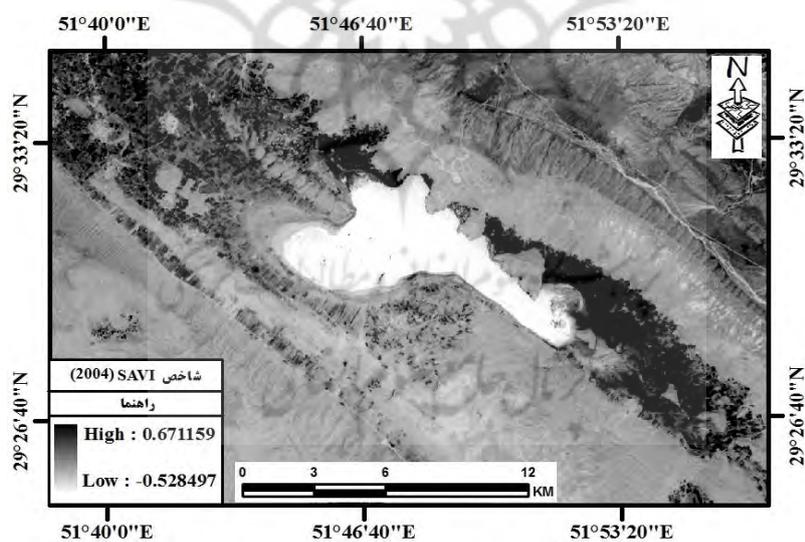
اعمال هر یک از شاخص‌ها بر روی تصاویر در سال ۲۰۰۴



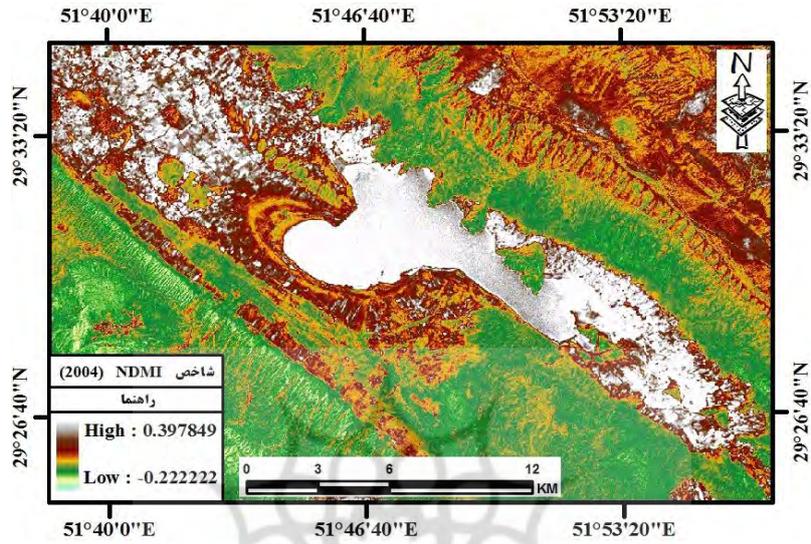
شکل (۹) شاخص NDWI برای استخراج مناطق آبی در سال ۲۰۰۴



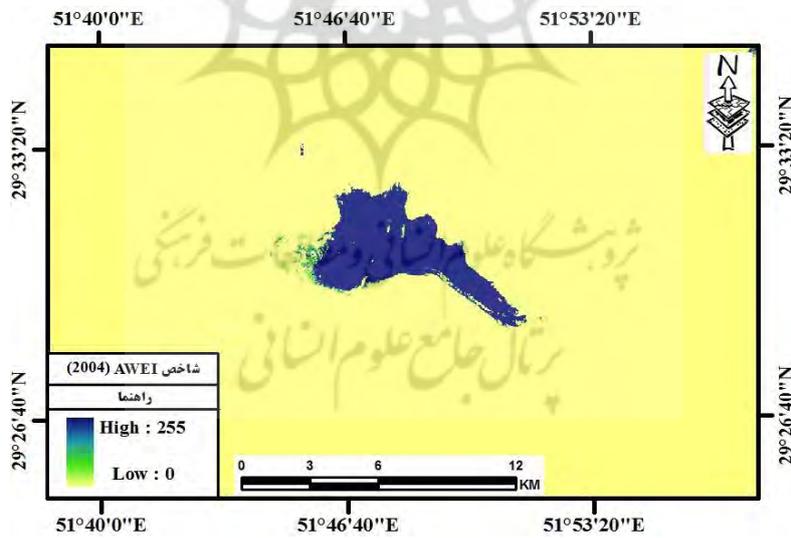
شکل (۱۰) شاخص NDVI برای استخراج مناطق آبی در سال ۲۰۰۴



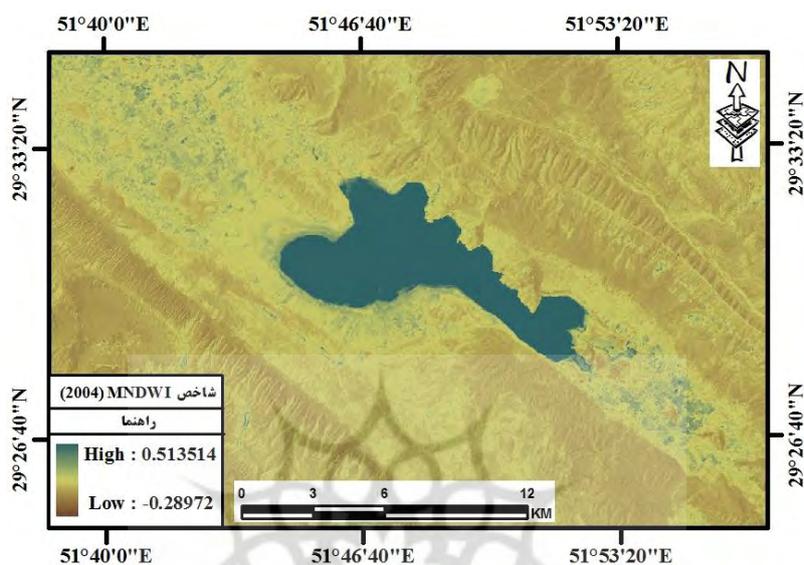
شکل (۱۱) شاخص SAVI برای استخراج مناطق آبی در سال ۲۰۰۴



شکل (۱۲) شاخص NDMI برای استخراج مناطق آبی در سال ۲۰۰۴



شکل (۱۳) شاخص AWEI برای استخراج مناطق آبی در سال ۲۰۰۴



شکل (۱۴) شاخص MNDWI برای استخراج مناطق آبی در سال ۲۰۰۲

تشخیص تغییر سطح آب

تشخیص و شناسایی سطح آب، در هر یک از شاخص‌های مربوطه استخراج و تغییرات سطح آب مورد بررسی قرار گرفت. سطح تغییرات دریاچه در طی دوره‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۴ در شاخص‌های مختلف و الگوریتم طراحی شده در محیط نرم‌افزار ENVI مورد ارزیابی و استخراج قرار گرفت. و عملکرد شاخص‌های ماهواره‌ای به دست آمده مختلف از جمله NDWI، MNDWI، NDVI، AWEI، NDMI و برای استخراج آب‌های سطحی از داده‌های لندست مورد بررسی قرار گرفت. سپس ضمن ارزیابی دقت مشخص شد میزان دقت NDWI در مقایسه با سایر شاخص‌ها، از میزان دقت بالاتری برخوردار است (جدول ۱). خطای مطلق، دقت کلی و ضریب کاپا برای ارزیابی دقت و صحت نتایج محاسبه شد. ارزیابی دقت هر یک از شاخص‌ها در جدول (۱) نشان داده شده است.

جدول (۱) تجزیه و تحلیل و ارزیابی دقت هر یک از شاخص‌ها

شاخص	برای سال ۱۹۸۹			برای سال ۲۰۰۴		
	خطای مطلق (km ²)	دقت کلی (%)	ضریب کاپا	خطای مطلق (km ²)	دقت کلی (%)	ضریب کاپا
NDWI	۱۰	۹۱	۰/۹۹	۳	۹۸/۹۹	۰/۹۶
MNDWI	۴۰	۶۰/۱۹	۰/۷۸	۱۳۰	۸۰/۱۰	۰/۷۵
NDVI	۲۲	۹۰/۱۳	۰/۹۲	۳۰	۹۸/۹۱	۰/۹۴
AWEI	۳۰	۸۷/۰۷	۰/۸۹	۴۸	۸۱/۲۵	۰/۸۳
NDMI	۴۵	۶۰/۴۴	۰/۶۸	۳۹	۵۲/۲۳	۰/۵۴
SAVI	۳۲	۶۸/۴۴	۰/۳۱	۵۷	۳۲/۲۳	۰/۴۷

نتایج نشان می‌دهد که شاخص NDMI ناتوان از استخراج سطح آب دریاچه‌ی پریشان بود (با کمترین میزان دقت کلی و ضریب کاپا)، شاخص NDMI به دلیل حساسیت بیش از حد به مناطق آبی، زمین‌های مرطوب کشاورزی را هم جزء محدوده‌ی دریاچه به حساب آورده بود. در حالی که شاخص NDWI و شاخص NDVI بالاترین نتایج دقت ارائه شده است (جدول ۱).

نتایج نشان می‌دهد شاخص NDWI در مقایسه با شاخص‌های دیگر برای استخراج آب‌های سطحی از داده‌های لندست از دقت بالاتری برخوردار است. بر این اساس شاخص NDWI برای مدل تغییرات فضایی و زمانی از دریاچه‌ی پریشان در دوره‌ی ۱۹۸۹-۲۰۰۴ استفاده گردید. سطح دریاچه در هر سال از طریق طبقه‌بندی تصاویر با استفاده از شاخص NDWI استخراج شد و در نهایت، چند دوره‌ی نقشه‌های تغییرات سطح دریاچه در دوره‌ی ۱۹۸۹-۲۰۰۴ به دست آمد.

نتیجه‌گیری

دریاچه‌ها از حساس‌ترین سامانه‌های محیطی به‌شمار می‌روند که تحت تأثیر فرآیندهای هیدرودینامیکی حاکم، تغییر و تحول در آن‌ها نسبتاً سریع بوده و شاید از این نظر قابل مقایسه با سایر سامانه‌های ژئومورفولوژی نباشند. بنابراین بررسی و پایش نوسانات مساحت این دریاچه‌ها و میزان تأثیرگذاری این تغییرات بر محیط پیرامونی خود با توجه به آستانه‌ی بالای حساسیت زیست محیطی در این‌گونه زیستگاه‌ها دارای اهمیت به‌سزائی است. نتایج این تحقیق نشان داد که شاخص اختلاف نرمال شده‌ی رطوبت (NDMI) ناتوان از استخراج سطح آب با کمترین میزان دقت کلی و ضریب کاپا، در حالی که شاخص اختلاف نرمال شده‌ی آب (NDWI) بالاترین نتایج دقت را برای استخراج تغییرات سطح آب دریاچه دارد بر این اساس شاخص اختلاف نرمال شده‌ی آب (NDWI) برای مدل‌سازی تغییرات فضایی و زمانی سطح دریاچه‌ی پریشان در دوره‌ی زمانی ۲۰۰۴-۱۹۸۹ استفاده گردید. نتایج آماری، این پژوهش نشان می‌دهد که سطح دریاچه در سال ۱۹۸۹، برابر ۴۹۰۶۸۹۰ مترمربع، در سال ۱۹۹۱ برابر ۳۵۶۲۸۸۰ مترمربع، در سال ۲۰۰۰، برابر با ۳۴۳۱۵۸۰ مترمربع، در سال ۲۰۰۴، برابر با ۳۴۱۲۴۴۲۰ مترمربع بوده است که کاهش سطح آب دریاچه برابر با ۱۹۱۶۰ مترمربع، بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۴، کاهش ۱۳۱۳۰۰۰ مترمربع بین سال‌های ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۰ و کاهش ۱۳۴۴۰۱۰ مترمربع بین سال‌های ۱۹۸۹ تا ۱۹۹۱ اتفاق افتاده است و کل تغییرات سطح آب دریاچه بین سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۴ حدود ۱۴۹۴۴۷۰ مترمربع برآورد شد. بررسی‌ها نشان‌دهنده‌ی روند کاهش شدید تغییرات سطح آب دریاچه‌ی پریشان در دوره‌ی زمانی ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۰ می‌باشد که بیشترین تغییرات در اطراف مناطق غربی و جنوب شرقی دریاچه قابل مشاهده است. همانگونه که نتایج نشان می‌دهد دریاچه‌ی پریشان بیش از نیمی از مساحت خود را در دوره‌ی ۲۰۰۱-۱۹۸۹ از دست داده است که با ادامه این روند، به احتمال بسیار زیاد دریاچه همه‌ی

مساحت خود را در آینده‌ی نزدیک از دست بدهد که این حادثه تقریباً در سال ۲۰۰۶ رخ داد و تمام آب دریاچه خشک شد. در برابر این تغییرات، بسیاری از عوامل مانند تغییرات اقلیمی و عوامل انسانی دخیل می‌باشد. استفاده بیش از حد از منابع آب‌های زیرزمینی، ایجاد سد بر روی رودخانه‌های منتهی به دریاچه، گرم شدن زمین و کاهش بارش و افزایش تبخیر از اهم دلایل خشک شدن دریاچه‌ی پریشان می‌باشد. احیای این دریاچه بسیار مهم است، زیرا این دریاچه مزایای بسیاری برای جامعه و زندگی مردم اطراف آن فراهم می‌کند، بنابراین، اقدامات مناسب باید توسط سیاست‌گذاران برای بازگرداندن دریاچه به حالت اصلی خود مورد توجه قرار گیرد.

منابع

- ثقفی، مهدی، و حمید علیزاده (۱۳۸۷)، ارزیابی اثرات مسئله‌ی بحران آب بر توسعه‌ی سکونتگاه‌های روستائی با استفاده از GIS (منطقه‌ی مورد مطالعه: دریاچه‌ی پریشان، اولین کنفرانس بین‌المللی بحران آب، اسفند، دانشگاه زابل، صص ۲۰-۲۲).
- خواجه‌الدین، سیدجواد (۱۳۷۶)، نقش سنجش از دور در توسعه کشاورزی و منابع طبیعی پایدار و استفاده از این داده در برنامه‌ریزی کشاورزی صنعت، مجموعه مقالات سمینار نقش صنعت در توسعه‌ی کشاورزی، انتشارات شهرک علمی و تحقیقاتی با همکاری انتشارات مانی، اصفهان.
- عبادی، عباس و ابراهیم گلزار (۱۳۹۵)، بررسی تغییرات کمی تالاب پریشان با استفاده از سنجش از دور، یازدهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، ۳۱ فروردین لغایت ۲ اردیبهشت ۱۳۹۵، تهران، صص ۶۴۱-۶۳۳.
- علوی‌پناه، سیدکاظم؛ رفیعی‌امام، عمار؛ حسینی، زین‌العابدین و منصورجعفر بیگلو (۱۳۸۵)، بررسی تغییرپذیری طیفی پدیده‌های مختلف پوشش گیاهی و آب با استفاده از سنجش از دور، مجله‌ی پژوهش‌های جغرافیائی، شماره ۵۸، صص ۸۱-۹۷.
- یمانی، مجتبی و احمد مزیدی (۱۳۸۵)، بررسی تغییرات سطح و پوشش گیاهی کویر سیاهکوه با استفاده از داده‌های سنجش از دور، مجله‌ی پژوهش‌های جغرافیائی شماره ۶۴، صص ۱-۱۲.
- Elvidge, C.D., and Chen, Z., (1995), **Comparison of broad-band and narrow-band red and near-infrared vegetation indices**, Remote Sensing of Environment, 54(1), PP.38-48.
- Feyisa, G.L., Meilby, H., Fensholt, R., Proud, S.R., (2014), **Auto mated water extraction index: A new technique for surface water mapping using Landsat imagery**, Remote Sens, Environ, 140, PP.23-35.

- Gong, P., Pu, R., Biging, G.S., and Larrieu, M.R., (2003), **Estimation of forest leaf area index using vegetation indices derived from Hyperion hyper spectral data**, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 40, PP.1355-1362.
- Goward, S.,N.,G.,D., Cruickshanks, and A.,S., Hope (1985), **Observed relation between thermal emission and reflected spectral radiance of a complex vegetated landscape**, Remote Sensing of Environment, 18, PP.137-146.
- Goward, S.N., Xue, Y., and Czajkowski, K.P., (2000), **Evaluating land surface moisture conditions from the remotely sensed temperature/vegetation index measurements an exploration with the simplified simple biosphere model**, Remote Sensing of Environment, 79, PP.225– 242.
- Haboudane, D., Miller, J.R., Pattey, E., Zarco-Tejada, P.J., and Strachan, I.B., (2004), **Hyper spectral vegetation indices and novel algorithms for predicting green LAI of crop canopies: Modeling and validation in the context of precision agriculture**, Remote Sensing of Environment, 90, PP.337-352.
- Hoersch, B.G., Braun and U., Schmidt., (2002), **Relation between landform and vegetation in alpine regions of Wallis, Switzerland, A multiscale remote sensing and GIS approach**, Computers, Environment & Urban Systems, 26, PP.113-139.
- Huete, A.R. (1988), **A Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI)**, Remote Sensing of Environment, 25(3), PP.295-309.
- Jiang, J., Tian, G. (2010), **Analysis of the impact of land use/land cover hange on land surface temperature with remote sensing**, Procedia Environ, Sci., 2, PP.571–575.
- Kurt, S., Karaburun, A, and Demirci, A. (2010), **Coastline changes in Istanbul between 1987 and 2007**, Scientific Research and Essays, Vol.5 (19), PP. 3009-3017.

- McFeeters, S.K., (1996), **The use of normalized difference water index (NDWI) in the delineation of open water features**, International Journal of Remote Sensing, 17(7), PP.1425–1432.
- Prashant K., Srivastava, Dawei Han, Miguel A., Rico-Ramirez, Michaela Bray, Tanvir Islam, (2012), **Selection of Classification Techniques For Land Use/Land Cover Change Investigation**, Advances in Space Research, 50, PP.1250–1265.
- Rondeaux, G., M. Steven, & F., Baret. (1996), **Optimization of soil-adjusted vegetation indices**, Remote Sensing of Environment, 55, PP.98-107.
- Wilson, E.H., Sader, S.A. (2002), **Detection of forest harvest type using multiple dates of Landsat TM imagery**, Remote Sens, Environ, 80, PP.385–396.
- Xu, H., (2006), **Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery**, Int. J. Remote Sens, 27, PP.3025–3033.