دومین کنفرانس ملی تغییرات محیطی با استفاده از فناوری سنجش از دور و GIS
2nd National Conference on Environemental Changes Using Remote Sensing & GIS Technology
۴ اسفند ۱۴۰۰

بررسی روند تغییرات دمای هوا و سطح تراز آب دریاچه ارومیه با استفاده از تصاویر سنجش از دور

ابوذر کیانی شاهوندی[۱]، حمیدرضا غفاریان مالمیری [۲]*، مرتضی شریف[۳]

۱- دانشجو کارشناسی ارشد سنجش از دور و GIS، دانشکده جغرافیا، دانشگاه یزد
۲- استادیار گروه سنجش از دور و GIS، دانشکده جغرافیا، دانشگاه یزد،
۳- دانش‌آموخته سنجش از دور و GIS، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

*نویسنده مسئول: حمیدرضا غفاریان مالمیری(hrghafarian@yazd.ac.ir)

چکیده

دریاچه ارومیه یک از پیکره‌های آبی قدیمی و بسیار مهم در ایران است که امروزه به یک بحران زیست محیطی جدی در شمال غرب ایران دچار شده است. گردآوری اطلاعات در مورد تغییرات پوسته سطوح آبی و همچنین دمای هوا توسط روش‌های معمولی بسیار پرهزینه و نیاز به نیروی انسانی زیادی دارد. در این حالت استفاده از داده‌های ماهواره‌ای امکان مطالعهٔگسترده سطوح آبی و دما را فراهم می‌سازد. با استفاده از ویژگی‌های تکراری بودن داده‌های دور سنجی زمان‌های مختلف، امکان شناسایی و بررسی پدیده‌های متغیر و پویا در محیط وجود دارد. باتوجه به نوسانات و تغییرات خطوط ساحلی و همچنین کاهش سطح آب دریاچه ارومیه در این پژوهش، بررسی تغییرات زمانی و مکانی دما، تغییرات تراز و سطح آب دریاچه ارومیه و محیط پیرامونی آن با تلفیق سامانه اطلاعات مکانی و دورکاوی طی دوره زمانی ۲۰ سال پرداخته شده است. برای این منظور تصاویر سری ماهواره‌ای لندست ۷ و ۸ و همچنین داده‌های آلتیمتری سنجنده های جیسون مورد بررسی قرار گرفت. محاسبات نشان می دهد، طی این دوره زمانی ۲۰ ساله (۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹) هم مساحت پهنه آبی دریاچه و هم سطح تراز آب روند کاهشی گسترده‌ای را داشته است و همچین دمای منطقه مورد مطالعه یک روند ثابتی هم در طول روز و هم در طول شب داشته است.

واژگان کلیدی: تغییر اقلیم، تراز دریاچه ارومیه، لندست، داده‌های آلتیمتری

۱. مقدمه

امروزه داده‌های ماهواره‌ای به عنوان بهترین و کارآمدترین منبع اطلاعاتی برای مطالعات آشکارسازی تغییرات به شمار می روند [1]. با گسترش فناوری ماهواره، تصاویر ماهواره‌ای دسترسی به اطلاعات را از منابع زمینی به طور گسترده و سریع فراهم کردند. آشکارسازی تغیرات یکی از عوامل اصلی در بررسی ارتباط بین فعالیت‌های انسانی و محیط زیست می باشد [2]. فناوری سنجش از دور روشی موثر جهت اخذ داده‌های مورد نیاز است. این روش فاقد محدودیت‌های زمانی و مکانی معمول می باشد. تصاویر اپتیکی در میان داده‌های دور سنجی مزایای زیادی دارند که سهولت دسترسی از آن جمله‌اند به همین علت اکثر تحقیقات در خصوص استخراج خطوط ساحلی با استفاده از تصاویر اپتیک صورت می گیرد. از طرف دیگر مشخصه‌های طیفی آب به گونه ای است که در باندهای مادون قرمز انعکاسی نسبت به باندهای مریی تفاوت بارزی وجود دارد [7]. امروزه ارتفاع سنجی ماهواره‌ای به دلیل پوشش گسترده و دقت بالا، تصویری دقیق از تغییرات سطح آب دریاها و مطالعه جریانات سطحی دریا در مقیاس جهانی ارائه کرده است [3]. ماهواره‌های ارتفاع سنجی (آلتیمتری۱) مجهز به دستگاه رادار در مدار گردش خود به دور زمین با دوره‌های متناوب کوتاه، ارتفاع ماهواره تا سطح دریاهای آزاد و اقیانوس‌ها را اندازه‌گیری می کنند. که با احتساب موقعیت دقیق ماهواره در مدار گردشی خود، اندازه‌گیری‌های ماهواره با دقت قابل قبولی تبدیل به اندازه‌گیری‌های ارتفاع سطح آب دریاها نسبت به یک مرجع بین‌المللی می‌گردند [4]. ارتفاع سنجی ماهواره‌های راداری یک فناوری اساسی برای نظارت بر تغییر سطح جهانی دریاها و دریاچه‌ها، که به صورت غیر مستقیم، تغییر سطح

آب آنها را پایش و اندازه‌گیری می‌کند، می‌باشد [5]. ارتفاع سنجی ماهواره‌ای، روشی است که غالباً برای برآورد سطح آب دریاچه‌ها و دریاها مورد استفاده قرار می‌گیرد. پایگاه داده‌های اندازه‌گیری ماهواره به طور کلی در مطالعات منابع آب استفاده می‌شوند [6].

تینگ پینگ سینگ (۱۹۹۸) به بررسی و تعیین نوار ساحلی دریاچه تونل ساپ در تایلند پرداختند، و از طریق پردازش تصاویر ماهواره‌ای خطوط ساحلی را در مواقع ترسالی و خشکسالی ترسیم کردند. آنها استفاده از فناوری سنجش از دور را در بررسی و استخراج خطوط ساحلی نشان دادند.. اف ال زوانیو و همکاران (۲۰۰۱) برای کشف تغییرات محیطی مناطق ساحلی کشور رومانی در دریای سیاه از سیستم سنجش از دور استفاده و فرایند پردازش تصویر را به عنوان ابزاری اساسی در مطالعات محیطی ارزیابی کردند. کورت و همکاران (۲۰۱۰) با استفاده از تصاویر ماهواره لندست به روش طبقه‌بندی نظارت شده به شناسایی تغییرات خطوط ساحلی در کرانه‌های شهر استانبول پرداختند، یافته‌های این پژوهش نشان داد در بین سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۷ سواحل استانبول با گسترش ۳۲ کیلومتری همراه بوده است [9]. احمدی و همکاران (۱۳۹۳) به بررسی روند تغییرات مکانی 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 [5]. عبادی و گلزار (۱۳۹۳) به بررسی تغییرات کمی تالاب پریشان با استفاده از سنجش از دور پرداختند و تغییرات مساحت آبی و گیاهی دریاچه 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 پوشش‌گیاهی دریاچه با توجه به خشکیدگی دریاچه و اشتغال بستر توسط گیاهان افزایش یافته است [5]. اکبری و ملکی (۱۳۸۹) ارزیابی تغییرات خط ساحلی دریاچه ارومیه را طی دوره ۲۰۰۵-۱۹۸۹ با استفاده داده‌های سنجش از دور انجام دادند. تصاویر مورداستفاده از ماهواره‌های لندست۷ لندست۵ و لندست۴ تهیه شده، فرایند تغییرات به وقوع پیوسته از سال ۱۹۸۵ لغایت ۲۰۰۵ در سطح دریاچه ارومیه مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرارگرفته است. نتایج به دست آمده حاکی از آن است که طی دوره یاد شده با کاهش روند بارش و نیز اثرات منفی ناشی از پدیده‌های انسان ساختی از قبیل ایجاد سدها و نیز بهره‌گیری بی مهابا از منابع آبی سطحی و زیرسطحی در سطح حوضه آبریز دریاچه ارومیه زمینه کامل بروز یک بحران زیست محیطی -اکولوژیکی با عقب نشست آب دریاچه شروع گردیده است [10]. سیما و تجریشی (۲۰۱۳) به استخراج روابط حجم - منطقه - ارتفاع برای دریاچه ارومیه با استفاده از داده‌های راداری پرداختند .آن ها با استفاده از تراز اندازه‌گیری شده توسط گیج اندازه‌گیری در بندر گلمان خانه (که بعد از کاهش سطح آب به روی روگذر شهید کالنتری منتقل شده است) بین سال‌های ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۰ و تصاویر رادار روابطی تجربی بین ارتفاع مساحت و حجم دریاچه را به دست آوردند [11]. قادری و همکاران (۲۰۱۳) با استفاده از تصاویر سنجنده MODIS و شاخص NDWI به پایش تغییرات سطح آب دریاچه ارومیه بین سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۲ پرداختند، آنها با استفاده از فن های سنجش از دور، پردازش تصاویر ماهواره‌ای سنجنده MODIS و اعمال شاخص آب تفاضلی نرمال شده (NDWI) میزان کاهش سطح آب دریاچه را از سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۲ مورد بررسی قرار دادند، نتایج مبین آن است که مساحت تحت پوشش آب دریاچه ارومیه در طی ۱۱ سال مورد مطالعه، روند کاهشی داشته و ۵۵/۴۷ درصد از مساحت آن نسبت به سال ۱۳۸۱ و به میزان ۲۳۸۲ کیلومتر مربع کاهش یافته است، نسبت کاهش مساحت سال ۱۳۹۲ به ۱۳۸۹ برابر ۴۵/۷۶ درصد بوده است که بیانگر این واقعیت است که بیشترین درصد کاهش در بین سه دوره زمانی انتخاب شده مربوط به سه سال اخیر بوده است [12]. احمدی و همکاران (۲۰۱۲) ارزیابی مساحت سطح دریاچه ارومیه را با تکنیک سنجش از دور انجام دادند. آن ها با استفاده از اطلاعات سطح تراز از داده‌های مرکز اسناد آب منطقه‌ای آذربایجان شرقی و استخراج تصاویر تهیه شده با مقیاس ۲۵۰ متر توسط دو ماهواره ترا و آکوا از بانک اطلاعات ناسا از ماه مارس ۲۰۰۵ تا دسامبر ۲۰۱۱ و انجام آنالیز تصویر توسط نرم افزار متلب مساحت سطح دریاچه را در تاریخ‌های معین محاسبه کردند. با استفاده از این داده‌ها رابطه‌ای میان سطح تراز دریاچه ارومیه و مساحت سطح آن استخراج گردید. نتایج نشان می‌داد که بیش از ۵۲ درصد مساحت سطح دریاچه به نمکزار تبدیل شده و از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۱، ۱۸۰۰ کیلومترمربع از مساحت سطح دریاچه ارومیه کاسته شده و بر نمکزارهای اطراف دریاچه ارومیه افزوده شده است [13]. سال ۱۹۹۸ دریاچه ارومیه بیشترین مساحت خود را داشته است و در سال ۲۰۰۵ میلادی نسبت به سال ۱۹۹۸ یک کاهش ۲۶ درصدی در مساحت دریاچه رخ داده است. در یک بازه زمانی کمتر از ۲۰ ساله پهنه آبی دریاچه حدود ۱/۴ از مساحت خود را از دست داده است [14]. تغییرات مرز پیرامونی دریاچه ارومیه بین ۸ تا ۱۲ کیلومتر در بخش جنوبی و حدود ۵ تا ۸ کیلومتر در بخش شرقی دریاچه در

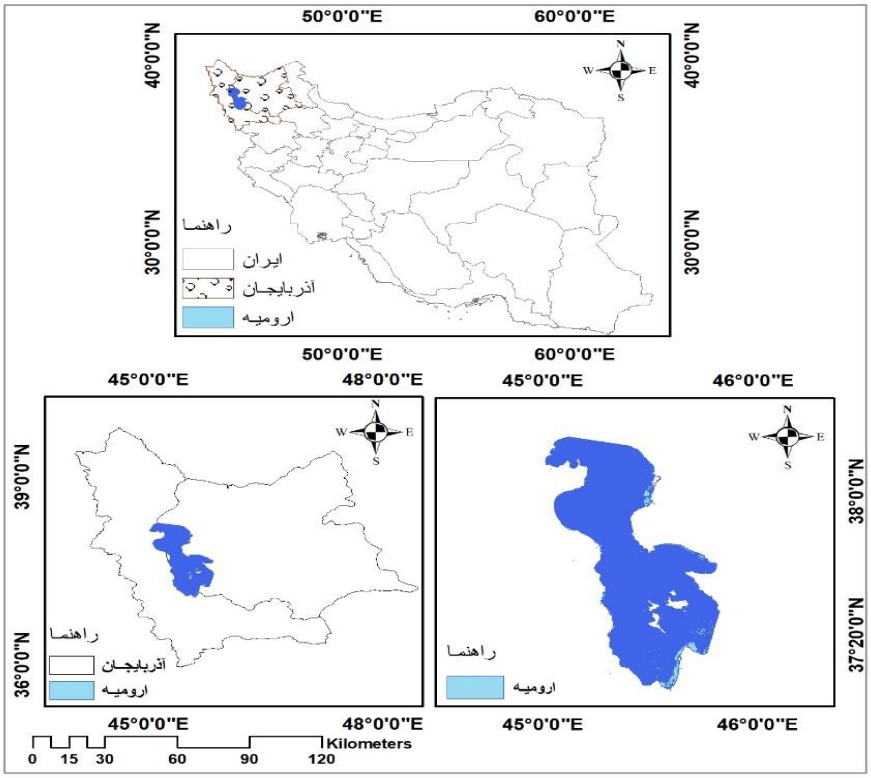
نوسان است. بنابراین به نظر می‌رسد که انجام پروژه‌های عمرانی و فعالیت‌های انسانی با ریسک پذیری بالای در این مناطق مواجه خواهد شد [15].

با توجه به آنچه بیان شد و نظر به موقعیت و اهمیت دریاچه ارومیه به عنوان یک میراث طبیعی در این مطالعه کلیه اطلاعات ماهواره-ای قابل دسترس اخذ و در روند پایش سطح تراز دریاچه ارومیه مورد استفاده قرار گرفت. هدف از این پژوهش ارزیابی و محاسبه روند تغییرات سطح تراز آب و مساحت دریاچه ارومیه طی ۲۰ سال (۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹) می‌باشد. و همچنین میانگین دما سالانه هم در طول روز و هم در طول شب در بازه زمانی ۲۰ ساله (۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹) مورد بررسی و تغییرات با کمک تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی بررسی می‌شوند.

۲. داده‌ها و روش تحقیق

منطقه مورد مطالعه

دریاچه ارومیه در ۲۱ کیلومتری شرق ارومیه، در شمال غرب ایران و در مرز دو استان آذربایجان‌غربی و شرقی قرار گرفته است. این دریاچه از نظر موقعیت جغرافیایی، بین ۳۷ درجه و ۴ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۱۷ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ درجه تا ۴۶ درجه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ واقع شده است. محیط دریاچه ارومیه حدود ۵۰۰ کیلومتر برآورد شده است. از نقطه نظر جغرافیایی، در حد گسترش نهایی خود حدود ۱۴۰ کیلومتر مربع طول، ۵۵ کیلومتر عرض و عمق آب دریاچه بین ۵ تا ۱۶ متر متغیر است ولی به طور متوسط ۶ متر گزارش شده است. این دریاچه در میان یک حوضه آبریز بسته واقع شده است و رودخانه‌های حوضه آبریز در نهایت وارد دریاچه می‌شوند. آب مورد نیاز دریاچه از طریق ۱۴ رودخانه دایمی و تعدادی آبراهه که به صورت فصلی و یا موردی آب در آن‌ها جاری می گردد، تامین می‌شود. حوضه آبریز دریاچه ارومیه، ۵۱۰۸۷۶ کیلومتر مربع است معادل بیش از 3 /۰ مساحت کل کشور ایران می‌باشد. این حوضچه توسط مجموع 60 رودخانه سیرآب می‌شود که ۲۱ رودخانه دایمی یا فصلی هستند و ۳۹ تای آن‌ها دوره‌ای می‌باشند



شکل ۱: منطقه مورد مطالعه تحقیق

داده‌های تحقیق

در این تحقیق به منظور آشکارسازی تغییرات سطح تراز آب دریاچه ارومیه و تحلیل دقیق آن و همچنین برای به دست آوردن میانگین دما دو استان آذربایجان‌شرقی و آذربایجان‌غربی، از تصاویر ماهواره لندست ، جیسون و مادیس در سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹ استفاده شده است. تصاویر مورد استفاده مربوط به آخر، ماه دی هر یک از سال‌های فوق الذکر بوده، که به توان در آن دما هوا و سطح تراز آب دریاچه را بررسی نمود. فرایند پردازش داده‌ها در سه مرحله پیش پردازش ، پردازش ، و پس پردازش انجام شده است. با توجه به ضرورت انجام تصحیحات هندسی در آشکارسازی تغییرات سطح آب دریاچه، تصاویر محدوده مورد مطالعه زمین مرجع گردید. با استفاده از از تابع زمین مرجع سازی در محیط نرم افزار PCI- Greomatica در روی هر تصویر نقاط کنترل پیاده شد.

برای تشخیص دمای سطح زمین از داده های سنجنده مودیس فرآورده Mod11 استفاده شده است. که برآوردهای آن روی ماهواره ترا می باشد، این فرآورده با سیستم تصویر سینوسی در اختیار کاربران قرار میگیرد. از نظر مکانی این فرآورده دارای توان تفکیکی یک کیلومتری است.داده‌های یاد شده از طریق سایت زمین شناسی آمریکا (usgs) به صورت رایگان برای منطقه مورد مطالعه تهیه شده است. اعداد به دست آمده را در عدد (0.02) ضرب کرده چون اعداد بدست آمده به کلوین بوده بنابراین ۲۷۳.۱۵ را از آن کم کرده تا کلوین را به درجه سانتی گراد تبدیل کرد. همچنین جهت تجزیه و تحلیل از نرم افزارهای ARC GIS10.6 و نرم افزار تخصصی ENVI 5.3 استفاده شده است.

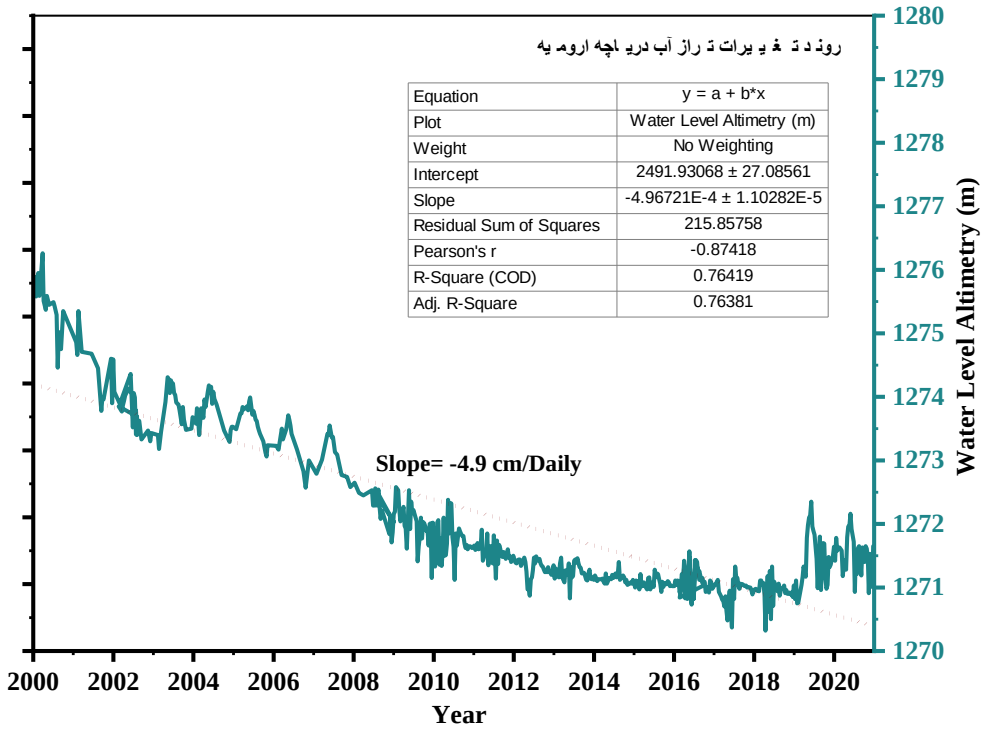
شاخص‌های گیاهی مورد استفاده تحقیق

شاخص آب تفاضلی نرمال شده (NDWI) برای اولین بار در سال ۱۹۹۶ معرفی گردید که انعکاس‌دهنده مقدار رطوبت در گیاه و خاک بوده تا حدودی شبیه به شاخص NDVI تعریف و تعیین می‌گردد. این شاخص توسط گائو ارائه گردید، که از نسبت باند NIR و SWIR استفاده می کند که بعدها توسط Xu تغییر یافت و از باندهای Green و SWIR استفاده می‌کند. حساسیتی که این شاخص به رطوبت دارد باعث شده است، افزون بر شناسایی منابع آب در مطالعات تنش پوشش گیاهی، مطالعات شاخص سطح برگ و مدل سازی محصولات کشاورزی نیز کاربرد داشته باشد. شاخص تفاوت نرمال شده آب برای ترسیم ویژگی‌های باز آب مطرح شده است که از طریق معادله (۲) بدست می‌آید.

$$NDWI = \frac{Green-NIR}{Green+NIR}$$ معادله(۲)

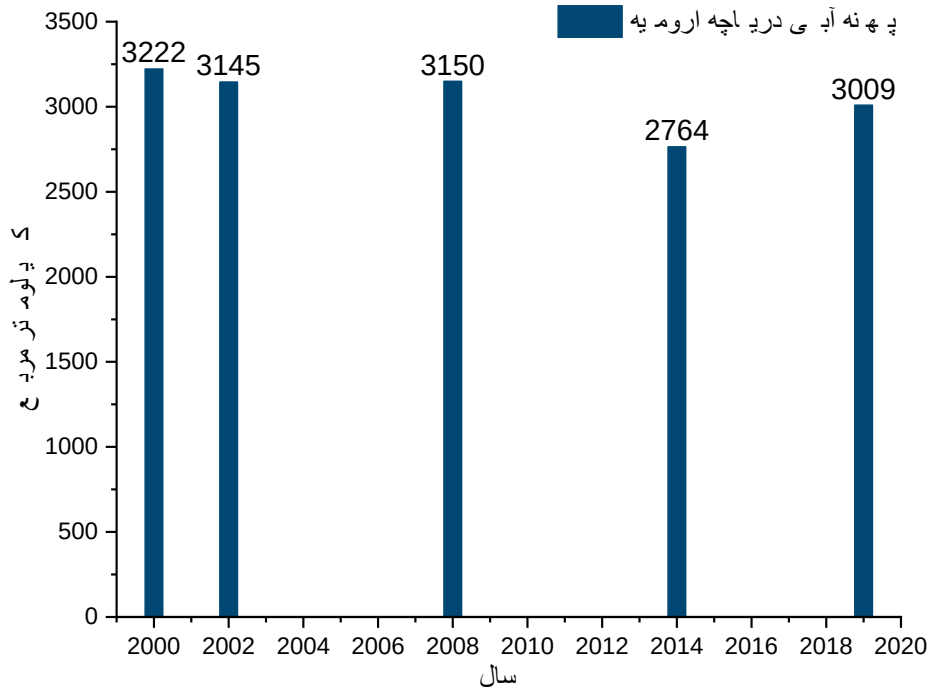
۳.نتایج و بحث

بررسی تغییرات در طی سال‌های مورد مطالعه (۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰) شکل‌ها (شکل ۲) و نقشه‌های خروجی نشان می‌دهد که روند تغییرات سطح تراز دریاچه ارومیه از ۱۲۷۶.۵ متر در سال ۲۰۰۰ به ۱۲۷۱ متر در سال ۲۰۲۰ رسیده که سطح تراز آب دریاچه تغییرات قابل ملاحظه‌ای را در یک دوره زمانی بلند مدت (۲۰ ساله) از روی این تصاویر می‌توان تشخیص داد که طی این ۲۰ سال کاهش ۵.۵ متری را در طول سال های مورد مطالعه داشته است. این نتایج نشان می دهد که شیب کاهش سطح تراز آب از سال ۲۰۰۰ تا سال ۲۰۲۰ یک کاهش بیش از ۴- سانتی‌متر را در طول سال‌های مورد مطالعه داشته است. دلایل مختلفی که برای خشک شدن دریاچه ارومیه ذکر شده عبارتند از: ۱) افزایش تقاضای آب زیرزمینی برای مصارف کشاورزی، ۲) کاهش بارندگی، ۳) احداث جاده در طول دریاچه، ۴) ساخت سدها در اطراف دریاچه و ۵) تغییرات آب و هوایی(تورین،۲۰۱۵)



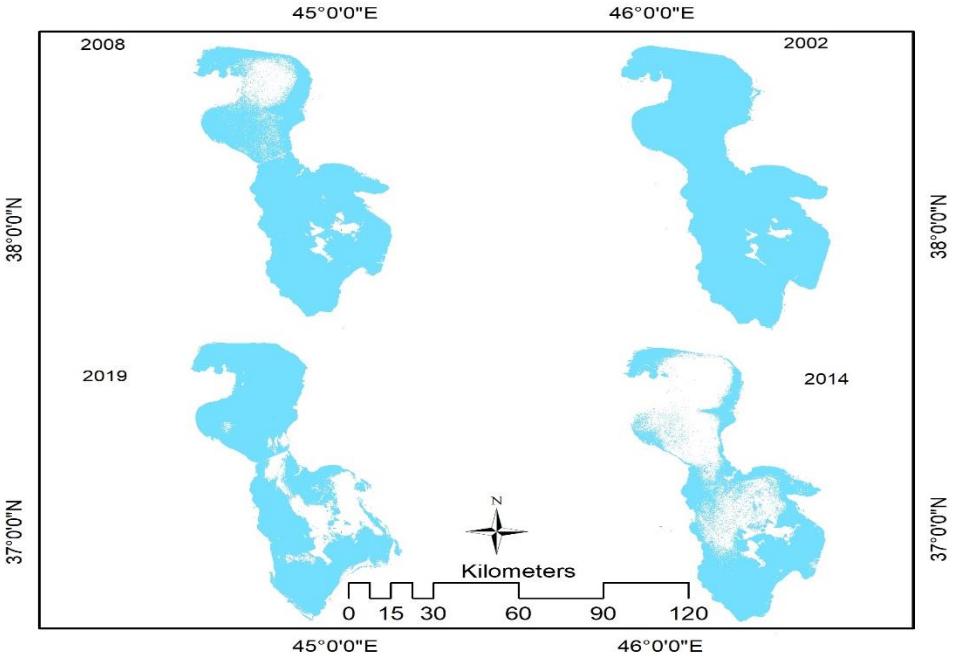
شکل ۲: نمودار تغییرات سطح تراز آب دریاچه ارومیه به وسیله ماهواره جیسون

برای بدست آوردن مساحت دریاچه، سال‌های ۲۰۰۰ ، ۲۰۰۲ ، ۲۰۰۸ ، ۲۱۴ و ۲۰۱۹ مورد استفاده قرار گرفته‌اند. نتایج این تحقیق با توجه به شکل ۳ نشان می‌دهد که درسال ۲۰۰۲ مساحت دریاچه ۳۲۲۲ کیلومتر مربع بوده است، درحالی که سال ۲۰۰۸ مساحت دریاچه به ۳۱۵۰ کیلومتر مربع کاهش یافته که این روند کاهشی ۷۲ هزار متر مربع بوده و سال ۲۰۱۴ این مساحت ۲۷۶۴ کیلو متر مربع شده که در این سال ها باز هم روند کاهشی ۳۸۶ هزار متر مربع را نشان می‌دهد اما سال ۲۰۱۹ مساحت دریاچه ۳۰۰۹ کیلومتر مربع شده که نسبت به سال ۲۰۱۴ افزایش ۲۴۵ هزار متر مربع را در منطقه مورد مطالعه داشته است.



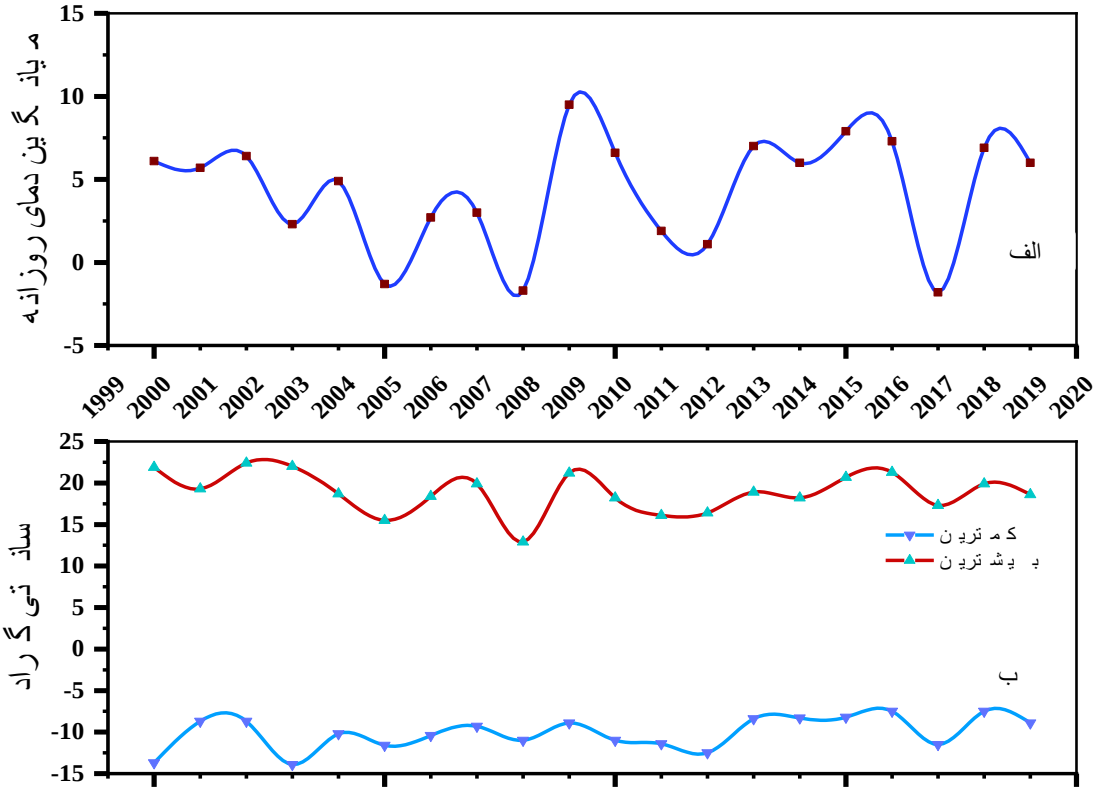
شکل ۳- مساحت پهنه آبی دریاچه ارومیه بدست آمده از شاخص NDWI

با توجه به نتایج به دست آمده از شکل ۴ مشخص می‌شود که مساحت دریاچه در مقیاس سالانه دستخوش تغییرات زیادی شده است. همچنین بررسی تغییرات آب دریاچه نشان می‌دهد که این تغییرات، بیشتر در سال ۲۰۱۴ دریاچه پسروی بسیار مشخصی داشته است.

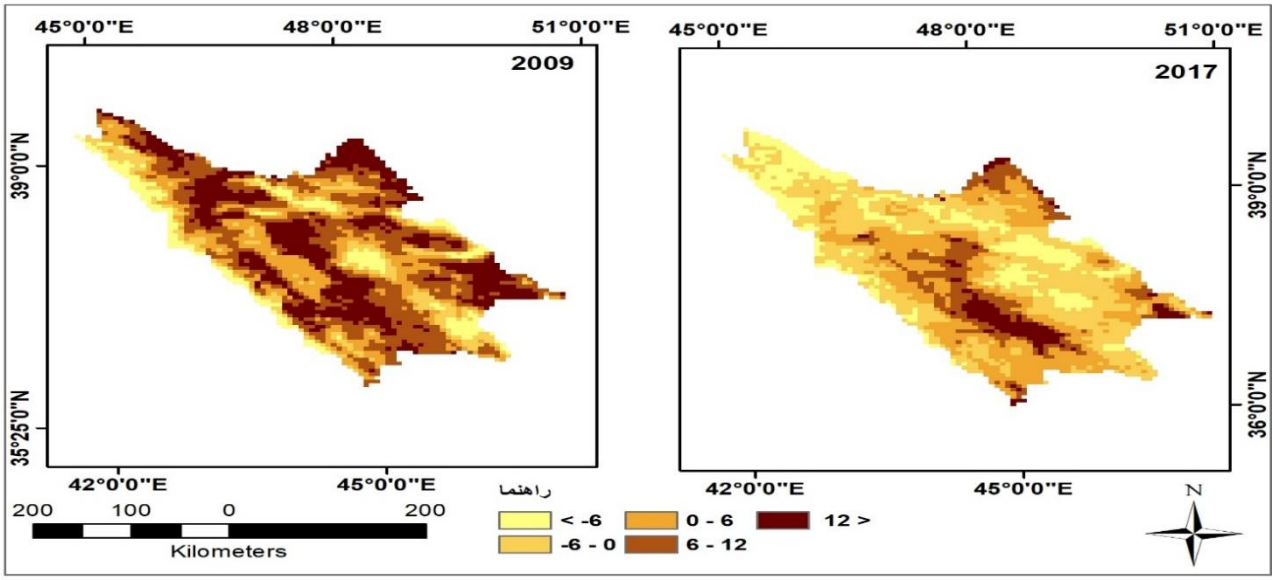


شکل۴: تغییرات دریاچه ارومیه

در ادامه میزان دمای سطح زمین با استفاده از تصاویر مودیس برای منطقه مورد مطالعه محاسبه شد. شکل ۴ میانگین دمای روزانه استان آذربایجان‌شرقی و آذربایجان‌غربی را نشان می-دهد. با توجه به نتایج این تحقیق میانگین دما سالانه در منطقه مورد نظر در طول سال‌های تحقیق (۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹) روند افزایشی و کاهشی زیادی را دارد به طوری که بیشترین تغییر میانگین دما سالانه مربوط به سال‌های ۲۰۰۸ با دمای ۱.۳- درجه سانتی‌گراد با دمای سال ۲۰۰۹ با میانگین ۹.۵ درجه سانتی‌گراد (شکل ۴، الف) بوده است. این تغییر ۱۰.۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. بیشترین دما را سال ۲۰۰۲ با دمای ۲۲.۴ درجه سانتی‌گراد و همچنین کمترین دما هم مربوط به سال ۲۰۰۳ با دمای ۱۳.۹- درجه سانتی‌گراد (شکل ۴، ب) می باشد. میانگین دما هوای روزانه در سال‌های مورد مطالعه(۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹) ۴.۳ درجه سانتی‌گراد بوده است. همانطور که در شکل ۵ نیز مشخص می‌باشد، کمترین میانگین دما سالانه مربوط به سال ۲۰۱۷ و بیشترین میانگین دما سالانه مربوط به سال ۲۰۰۹ می باشد. این تغییر دما در کل دو استان مشاهده می‌شود.



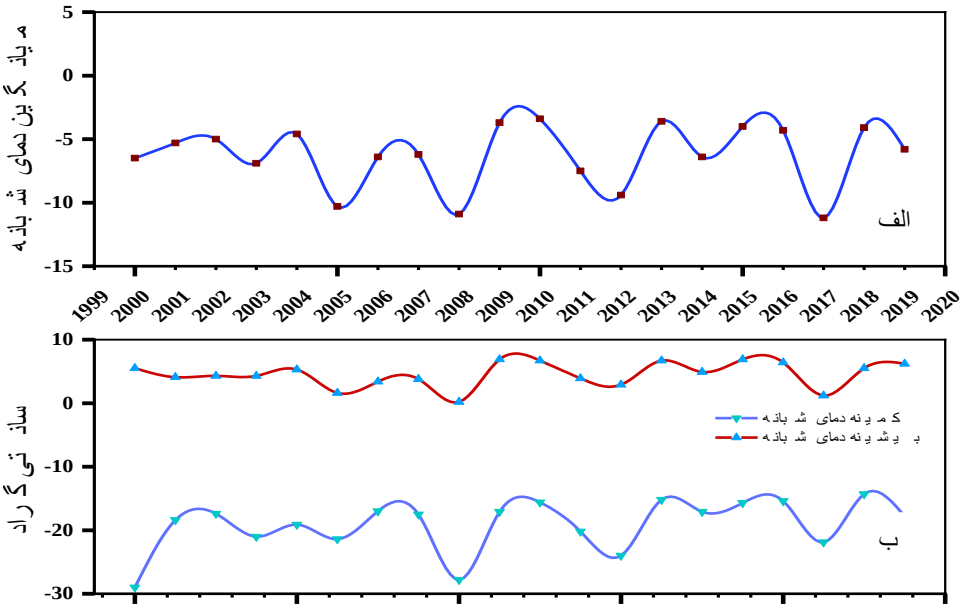
شکل ۴: نمودار دمای هوا روزانه (الف) میانگین دمای هوا ؛ (ب) بیشترین و کمترین دمای هوا



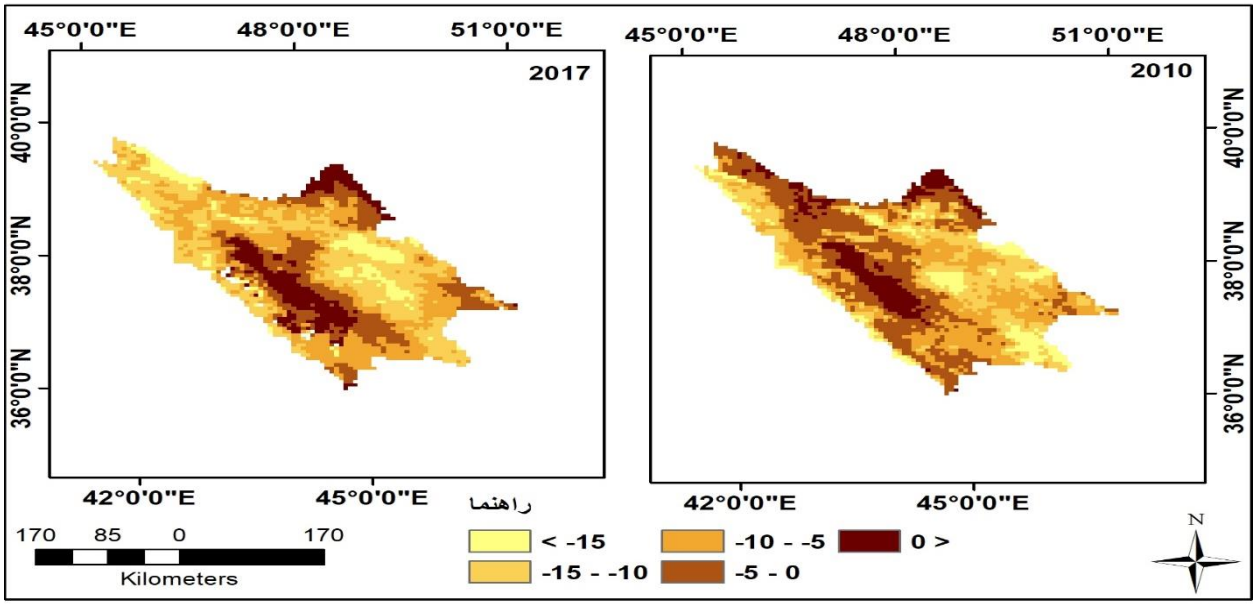
شکل ۵: تصویر دمای سطح زمین LST روزانه در طول سال الف) گرمترین دمای هوا ؛ ب) سردترین دمای هوا در سال

شکل ۶ میانگین دمای شبانه در طول سال (الف)، بیشترین و کمترین میانگین دمای هوا (ب) در طول سال‌های مورد مطالعه منطقه را نشان می‌دهد، این نتایج نشان می‌دهد که میزان تغییرات میانگین دما سالانه در طول شب نیز مانند میانگین دما سالانه در طول روز متغیر بوده است. یعنی با تغییر میانگین دما سالانه در طول روز میانگین دما سالانه در طول شب نیز تغییر می‌کند، که نشان از ارتباط میانگین دمای هوا در طول روز و شب می‌باشد. اما بیشترین و کمترین میانگین دما (شبانه و روزانه) کاملا با یک دیگر متفاوت می‌باشد، بطویکه میانگین دمای شبانه، کمترین دما مربوط به سال ۲۰۰۰ با دما ۲۹- درجه سانتی گراد و بیشترین دما مربوط به سال ۲۰۱۵ با دمای شبانه ۶.۹ درجه سانتی‌گراد (شکل ۶، ب) است. میانگین دمای شبانه در طول سال ۶.۲- درجه سانتی‌گراد می-

باشد که اختلاف میانگین دمای شبانه با روزانه ۱۰.۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. همانطور که در شکل ۷ نیز مشخص می‌باشد، کم ترین دما شبانه سالانه مربوط به سال ۲۰۱۷ و بیشترین آن هم مربوط به سال ۲۰۱۰ می‌باشد. بیشترین این تغییرات در حاشیه و شمال دریاچه ارومیه رخ داده است.



شکل ۶- دمای هوای شبانه در طول سال (الف) میانگین دمای هوا ؛ (ب) کمینه و بیشینه دما ی هوا



شکل ۷- تصویر دمای سطح زمین LST شبانه در طول سال الف) گرمترین دمای هوا ؛ ب) سردترین دمای هوا در سال

۴.نتیجه‌گیری

دریاچه ارومیه به عنوان یک ثروت عظیم طبیعی و یکی از ارکان پایدارکننده‌ی محیط زیست در شمال غرب کشور و یکی از بزرگترین زیستگاه‌های طبیعی جهان محسوب می‌شود و ارزش اقتصادی و زیست محیطی فراوانی دارد که در سال‌های اخیر به دلیل مداخلات نسنجیده و منفعت‌طلبی دچار آسیب جدی و جبران‌ناپذیر شده است. در این تحقیق با استفاده از اطلاعات آماری، نقشه‌ها و تصاویر ماهواره‌ای از طریق روش‌های سنجش از دور و سامانه اطلاعات مکانی آشکارسازی تغییرات سطح تراز دریاچه ارومیه از سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹ میلادی مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که دریاچه ارومیه به ویژه در سال‌های اخیر در معرض تغییرات قابل

ملاحظه‌ای قرار گرفته است. ارتفاع سطح آب این دریاچه در این بازه زمانی بیش از ۵.۵ متر پایین آمده است. به طوری که مساحت دریاچه از ۳۲۲ کیلومتر مربع در سال ۲۰۰۰ به مساحت ۲۷۶۴ کیلومتر مربع در سال ۲۰۱۴ رسید، که این روند کاهشی ادامه داشته تا اینکه سال ۲۰۱۹ هم سطح تراز آب و هم مساحت دریاچه افزایش داشته و به مساحت ۳۰۰۹ کیلومتر مربع رسیده است. میانگین دما سالانه در دو استان آذربایجان‌شرقی و آذربایجان‌غربی در طول سال‌های مورد مطالعه یک روند ثابت افزایشی و کاهشی را داشته که با کاهش یا افزایش دما در طول روز دما در طول شب نیز تغییر کرده است. با توجه به نتایج به دست آمده، نشان می‌دهد که دو استان آذربایجان شرقی و استان آذربایجان غربی با میانگین دما روزانه در طول سال ۴.۳ درجه‌سانتی‌گراد و میانگین دما شبانه در طول سال با میانگین ۶.۲- درجه سانتی‌گراد از یک هوای سرد برخوردار می‌باشند. همچنین بیشترین میانگین دما هوا در این دو استان ۱۲ درجه‌سانتی‌گراد و کمترین میانگین دمای هوا نیز منفی ۱۵ درجه‌سانتی‌گراد می‌باشد.

۵.منابع

[1] کاظمی و *همکاران* تحلیل ناهنجاری های حرارتی گسل ها و ارتباط آن با منابع زمین گرمایی بااستفاده از داده های حرارتی لندست ۸-مطالعه موردی: گسل های شهداد و نایبند،" *فصلنامه علمی-پژوهشی اطلاعات جغرافیایی «سپهر* », vol. 27, no. 106, pp. 5–20, 2018.

[2] "شایان، س. و جنتی، م.، ۱۳۸۶ - شناسایی نوسانات مرز پیرامونی و ترسیم نقشه پراکنش مواد معلّق دریاچه ارومیه با استفاده از تصاویر ماهواره ای".

[3] "ایمانی، مسلم؛بنازاده ماهانی، محمدرضا؛ آزموده اردلان،علیرضا. 'بررسی تغییرات مکان-زمان تراز دریای خزر با استفاده از مشاهدات ارتفاع سنجی ماهواره ای'، (پایان نامه کارشناسی ارشد)،دانشگاه تربیت مدرس،۱۳۸۸".

[4] "لاری،کامران؛ ابره دری،مجید. تلفیق اطلاعات ارتفاع سنجی ماهواره های T/P و Jason1 برای تعیین توپوگرافی سطح دریا در خلیج فارس و دریای عمان، مجله علوم و فنون دریائی، ۱۳۹۱".

[5] "عبادی، عباس و ابراهیم گلزار بررسی تغییرات کمی تالاب پریشان با استفاده از سنجش از دور یازدهمین همایش ملی علوم مهندسی آبخیز ایران ۱۳۹۵".

[6] "Yang, Lei et al. 2017. 'First Calibration Results of Jason-2 and SARAL / AltiKa Satellite Altimeters from the Qianli Yan Permanent Cal / Val Facilities , China.' Advances in Space Research. http://dx.doi.org/10.1016/j.asr.2017.02.044."

[7] "Tourian, M.J., Elmi, O., Chen, Q., Devaraju, B., Roohi, S. and Sneeuw, N., 2015. A spaceborne multisensor approach to monitor the desiccation of Lake Urmia in Iran. Remote Sensing of Environment, 156, pp.349-360. https://doi.org/10.1016/j.rse.2014.10.006."

[8] M. Ariken, F. Zhang, K. Liu, C. Fang, and H.-T. Kung, "Coupling coordination analysis of urbanization and eco-environment in Yanqi Basin based on multi-source remote sensing data," *Ecol. Indic.*, vol. 114, p. 106331, 2020.

[9] "-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."

[10] "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."

[11] "زمانی اکبری ا، ملکی س، ارزیابی تغییرات خط ساحلی دریاچه ارومیه طی دوره ۱۱۲۱ -۵۲۲۲ با استفاده از دادههای GIS و RS ،همایش ملی ژئوماتیک، ۱".

[12]. "S. Sima , M. Tajrishy, Using satellite data to extract volume–area–elevation relationships for Urmia Lake, Iran, Journal of Great Lakes Research, 2013, 90-99."

[13] "قادری ک، سلیمانی ع، جوادی م، غالمی ش، پایش تغییرات سطح آب دریاچه ارومیه با استفاده از تصاویرسنجنده MODISو شاخص NDWI از سال ۱۵۲۱ تا ۱۵۱۵ ،پنجمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، تهران، ۱".

[14] "احمدی ج، کاه فروشان د، فاتحی فر ا، حضوری ا، ارزیابی مساحت سطح دریاچه ارومیه با تکنیک سنجش از راه دور، همایش

بینالمللی دریاچه ارومیه ، چالشها و راهکارها، ارومیه، ۱".

[15] "5 DeWitt H., JR. Weiwen Feng, 'Semi-Automated Construction of the Louisiana Coastline Digital Land-Water Boundary Using Landsat TM Imagery', Louisiana's Oil Spill Research and Development Program, Louisiana State University, Baton Rouge, LA 70803, 2002."

[16] "زمانی احمدی، ا. و ملکی، س.، ۱۳۸۹ - ارزیابی تغییرات خط ساحلی دریاچه ارومیه طی دوره ۲۰۰۵ - ۱۹۸۹ با استفاده از داد ههای RS و GIS ، همایش ملی ژئوماتیکی".

[17] "Lin, L., J. Chen and C. Cai. 2012. High rate of nitrogen fertilization increases the crop water stress index of corn under soil drought. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 22: 2865- 2877."

[18] "Hashemi Darebadami, S., A. Noraei Sefat, S. Karimi and S. Nazari. 2015. Analysis of trend of urban thermal islands development in relation to land use cover change using time series of Landsat images. Remote Sensing and Natural Geosciences and Bushehr Nat."