

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و یک، شماره سه، خرداد ماه ۹۸

بررسی تغییرات زیست محیطی اطراف دریاچه حوض سلطان قم با استفاده از داده‌های هواشناسی و روش‌های سنجش از دور

الهام فروتن*

eliforootan@yahoo.com

مرضیه علی‌خواه اصل^۲

تاریخ پذیرش: ۹۴/۹/۱۵

تاریخ دریافت: ۹۴/۶/۶

چکیده

زمینه و هدف: بررسی تغییرات زیست محیطی برای حفظ و استفاده بهینه منابع طبیعی امری ضروری است. به این منظور از مطالعات صحرایی و نمونه‌برداری منطقه‌ای استفاده می‌شود که نیازمند صرف وقت و هزینه‌های گزاف است.

روش بررسی: در این تحقیق تغییرات میزان بارش، دما و سطح ایستابی در منطقه مورد بررسی قرار گرفت و میزان تبخیر و تعرق با استفاده از رابطه بلانی کریدل در ماه مورد نظر محاسبه گردید. سپس از شاخص آب MNDWI و شاخص گیاهی NDVI که از روش‌های سنجش از دور می‌باشند به منظور بررسی تغییرات زیست محیطی منطقه استفاده شد. منطقه مورد مطالعه اطراف دریاچه حوض سلطان قم در حاشیه بزرگراه تهران قم می‌باشد که با استفاده از تصاویر ماه آردیبهشت ماهواره‌ای لندست سنجنده‌ی ETM سال ۲۰۰۲ و OLI سال ۲۰۱۳ مورد بررسی قرار گرفته است.

یافته‌ها: استفاده از شاخص MNDWI در سال ۲۰۰۲ مساحت دریاچه را ۷۸۳۵/۸۵۷ هکتار و در سال ۲۰۱۳ مساحت را ۶۲۶۵/۰۶۲ هکتار برآورد نموده است که این نتایج بیان‌گر کاهش مساحت دریاچه در سال ۲۰۱۳ می‌باشد. استفاده از شاخص NDVI نیز بیان می‌دارد که پوشش گیاهی منطقه در سال ۲۰۰۲، ۶۵/۳۳ هکتار و در سال ۲۰۱۳، ۲۹۴۲/۶۱ هکتار بوده که مبین افزایش مساحت پوشش گیاهی می‌باشد. از طرفی بررسی میزان بارش، دما، تبخیر و تعرق پتانسیل و سطح آب زیرزمینی بیان‌گر روند کاهنده میزان بارش و افت سطح ایستابی در منطقه و افزایش دما و تبخیر و تعرق در ماه مورد نظر می‌باشد.

بحث و نتیجه گیری: نتایج تحقیق بیان می‌دارد در سال ۲۰۱۳ برخی مناطق اطراف دریاچه به علت افت سطح ایستابی حالت غرقابی نداشته و شرایط رویش برای گیاهان بیش‌تری فراهم شده و در برخی نقاط نیز کشت صورت پذیرفته است. افزایش پوشش گیاهی در منطقه و متعاقباً افزایش میزان تبخیر و تعرق، افت سطح آب زیرزمینی و روند نزولی سیر بارش در منطقه کاهش مساحت دریاچه در بازه زمانی مورد مطالعه را که با روش سنجش از دور نیز مشخص شده تأیید می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: دریاچه حوض سلطان، قم، سطح ایستابی، MNDWI، NDVI

۱- استادیار، گروه کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه پیام نور، قم* (مسوول مکاتبات)

۲- استادیار، گروه کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه پیام نور، تهران

Investigation of Environmental Changes around Hoze-Soltan Lake Using Meteorological Data and Remote Sensing techniques

Forootan Elham¹ *

eliforootan@yahoo.com

Alikhah Asl Marzieh²

Admission Date: December 6, 2015

Date Received: August 28, 2015

Abstract

Background and Objective: Investigation of environmental changes is a necessity for maintenance and optimized utilization of natural resources. For this purpose, field measurements and region sampling, which are time-consuming and expensive, are implemented.

Method: In this study, precipitation, temperature and water level variations were investigated in the study area and evapotranspiration rates were calculated using Blanney-Criddle method. Moreover, remote sensing techniques such as Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and water index, MNDWI, were used to investigate the environmental changes. The study area is located around Hoze Soltan Salt Lake beside Tehran-Qom highway. The Landsat ETM satellite images of 2002 and OLI of 2013 in May were prepared to be used in this study.

Findings: Using MNDWI, the Hoze-Soltan Lake area were estimated as 7835.857 and 6265.062 hectare in 2002 and 2013, respectively, indicating the reduction of lake area in 2013. NDVI index revealed that vegetation cover increased from 65.33 hectare in 2002 to 2942.61 hectare in 2013. Moreover; investigation of rainfall volume, temperature, evapotranspiration and water level using the available data revealed a declining trend of rainfall volume and water level and an increasing trend of temperature and evapotranspiration in the region.

Discussion and Conclusion: The results of this study indicated that some parts of the region around Hoze-Soltan lake were not inundated in 2013 because of the decreased water level. This has provided a good growth condition for more plants and for cultivation in some parts. The increase of vegetation covers and consequently the increase of evapotranspiration along with water level withdraw and precipitation declining trend emphasize the reduction of lake area during the study period as presented by the remote sensing techniques.

Keywords: Hoze-Soltan lake, Qom, Water level, MNDWI, NDVI

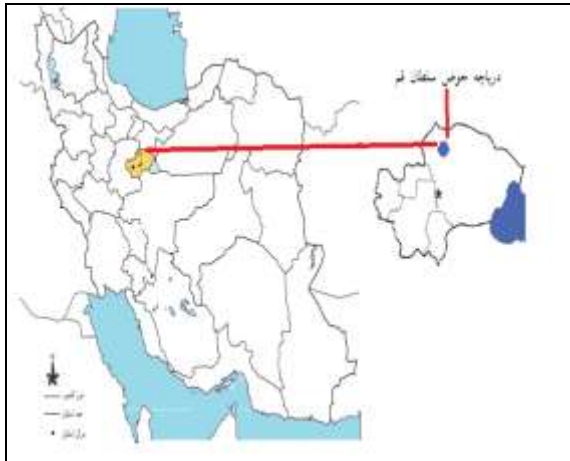
1- Assistant Professor, Department of Agriculture and National Resources, Payame Noor University (PNU), Qom, Iran. *(Corresponding Authors)

2- Assistant Professor, Department of Agriculture and National Resources, Payame Noor University (PNU), Tehran, Iran.

مقدمه

بر اساس انحراف معیار طبقه بندی نمودند و سپس شاخص گیاهی مناسب را برای هر طبقه تعیین کردند (۲). خواجه الدین برای تعیین تاج پوشش گیاهی منطقه‌ی جازموریان، داده‌های حاصل از سنجنده‌ی MSS لندست را به کار برد و یک سری از شاخص‌های گیاهی را محاسبه نمود که بر اساس نتایج به دست آمده، به جز شاخص‌های NDVI و ND6، سایر شاخص‌های گیاهی به کار رفته با درصد پوشش گیاهی رابطه داشتند (۳). علوی پناه و رفیعی تغییرپذیری طیفی پدیده‌های مختلف (پوشش گیاهی و آب) را با استفاده از داده‌های سنجنده‌ی TM مورد بررسی قرار دادند و قابلیت ۴۱ شاخص گیاهی شامل شاخص‌های انعکاسی و حرارتی را در تفکیک پدیده‌های مختلف پوشش‌های گیاهی مشخص نمودند. آن‌ها در انتهای کار خود نتیجه گرفتند که اگر چه نقش شاخص‌های گیاهی حاصل از دو باند قرمز و مادون قرمز نزدیک در مطالعات پوشش گیاهی غیر قابل انکار است ولی استفاده از دیگر ترکیب‌های باندی نیز می‌تواند در مطالعات پوشش مورد استفاده قرار گیرد، به خصوص باند حرارتی به دلیل ماهیت متفاوتی که با باندهای انعکاسی دارد می‌تواند مکمل اطلاعات حاصل از باندهای انعکاسی باشد (۴). تراهی و چاندرای روشی را برای نقشه نمودن و پایش کردن تغییرات پوشش زمین با استفاده از داده‌های چند طیفی TM و ASTER در منطقه زاگرس ایران بین سال‌های ۱۹۹۸، ۱۹۹۰، ۲۰۰۶ ایجاد نمودند (۵). هم‌چنین چاندرایم شاخص‌های پوشش گیاهی هم‌چون SAVI, TNDVI, NDVI را ارزیابی نمود و نتایج تحقیق وی تایید نمود که NDVI بهترین نتیجه و دقت را برای ارزیابی پوشش گیاهی دارا می‌باشد (۶). در سال ۲۰۱۳ در تحقیقی از شاخص‌های WI و SI و NDVI برای بررسی تغییرات مساحت دریاچه و شوری خاک و پوشش گیاهی منطقه استفاده شد (۷). در تحقیق دیگری شاخص‌های مختلف آب برای بررسی و مقایسه دقت آن‌ها در دریاچه ارومیه مورد استفاده قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد که شاخص MNDWI بیش‌تر از نتایج WI به نتایج طبقه بندی نظارت شده شباهت دارد. از سویی در

آب و خاک و متعاقب آن پوشش گیاهی که به منظور تامین غذا، تولید علوفه، تولید اکسیژن و پاک‌سازی هوا، تولید سوخت و ایجاد مناطق تفرج‌گاهی و به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک به جهت کنترل فرسایش آبی و بادی خاک دارای اهمیت فراوان می‌باشد، از عوامل موثر در تشکیل زیست بوم‌ها و اکوسیستم‌های مختلف می‌باشند. خشک‌سالی‌های اخیر و بحران آب در کشور ما منجر به کاهش میزان پوشش گیاهی و مساحت تشکیلات آبی در برخی نقاط شده است که آگاهی از میزان تغییرات پوشش گیاهی و مساحت تشکیلات آبی و بررسی تغییرات آن‌ها، به منظور حفظ، توسعه و استفاده بهینه از آن‌ها و هم‌چنین بررسی اثرات مختلف‌شان بر محیط زیست امری ضروری است. از آنجایی که بررسی‌های میدانی برای شناخت خصوصیات پوشش گیاهی و تشکیلات آبی به طور مستمر و نیز مطالعه‌ی تغییرات پوشش گیاهی و مساحت تشکیلات آبی در طولانی مدت، نیازمند صرف وقت و هزینه‌های گزاف است لذا استفاده از روش‌های دقیق که دارای هزینه کم‌تری می‌باشند مد نظر قرار گرفته است. در سال ۱۹۷۲ با ارسال ماهواره لندست ۱ ارزیابی زمین از طریق فضا آغاز شد و تصاویر ماهواره‌ای به دست آمد. تصاویر سنجش از دور دارای سهولت در دسترسی بوده و با هزینه کمی اطلاعات مورد نیاز را در اختیار محققان قرار می‌دهند، لذا یکی از کاربردهای اصلی سنجش از دور، شناخت الگوی پراکنش پوشش گیاهی و تشکیلات آبی بر روی زمین و ارزیابی آن در طی دوره‌های زمانی می‌باشد. روش‌های مختلفی برای پردازش تصاویر وجود دارد که یکی از مهم‌ترین آن‌ها آنالیز و بهبود طیفی می‌باشد که بر مبنای بررسی و پردازش انعکاس عوارض مختلف در طول موج‌های مختلف شکل گرفته است. از جمله آنالیزهای مرتبط در این زمینه می‌توان به اندکس‌های مختلف در خصوص برآورد تاج پوشش هم‌چون NDVI, SAVI, TNDVI و ... اشاره نمود (۱). سپهری و فتحی ۶۹ شاخص گیاهی را توسط داده‌های سنجنده‌ی TM لندست ۵ به منظور برآورد درصد پوشش گیاهی مراتع حفاظت شده‌ی جهان نما-گرگان، به کار بردند. آن‌ها داده‌های میدانی را



شکل ۱- موقعیت منطقه مطالعاتی در کشور

Figure1. The study area situation in country

در این تحقیق از تصاویر ماه می (اردیبهشت) سنجنده های ETM+ سال ۲۰۰۲ و OLI سال ۲۰۱۳ استفاده شد. از آن جایی که منطقه مورد مطالعه دارای ناهمواری کمی می باشد، روش معادلات چند جمله ای درجه اول به کار گرفته شد و از آن جایی که روش نزدیک ترین همسایه نسبت به روش های دیگر مقادیر DN را کمتر تغییر می دهد از این روش برای بازنویسی درجه روشنایی پیکسل ها استفاده گردید. پس از طی مراحل مذکور شاخص NDVI بر روی تصاویر اجرا شده و محاسبه مساحت پوشش گیاهی در بین عرض های جغرافیایی $50^{\circ} 48' 10''$ تا $51^{\circ} 8' 20''$ و طول های جغرافیایی $34^{\circ} 51'$ تا $35^{\circ} 7' 10''$ در نرم افزار ARC-GIS انجام پذیرفت. سپس از شاخص MNDWI برای محاسبه مساحت دریاچه در سال ۲۰۰۲ و ۲۰۱۳ استفاده شد. هم چنین در این تحقیق از آمار بارش و دمای ایستگاه کوشک نصرت که در موقعیت جغرافیایی $53^{\circ} 50' 56''$ شرقی و $05^{\circ} 35' 28''$ قرار دارد و آمار برداری از آن از سال ۲۰۰۶ موجود می باشد استفاده شد. در مورد دما بازسازی آماری با استفاده از ایستگاه های اطراف صورت پذیرفت و میزان تبخیر و ترقق با استفاده از معادله بلانی کریدل محاسبه گردید و در مورد بارش بازسازی با استفاده از ایستگاه معرف و ضریب همبستگی مد نظر قرار گرفت. به منظور بررسی تغییرات سطح آب زیرزمینی نیز اندازه گیری های انجام شده در نزدیک ترین چاه های پیژومتری مورد استفاده قرار گرفت.

تحقیق دیگری از شاخص MNDWI برای بررسی تغییرات منابع آب سطحی استفاده شد (۸). تحقیق مشابه برای مقایسه شاخص های تشکیلات آبی نشان داد که NDWI بهتر از شاخص های MNDWI و AWEI می باشد (۹).

هدف از انجام این تحقیق آن است که از شاخص NDVI و شاخص آب MNDWI برای بررسی تغییرات پوشش گیاهی منطقه اطراف دریاچه حوض سلطان قم و مساحت دریاچه استفاده شود و با استفاده از برخی داده های ایستگاه هواشناسی، تغییرات برخی مولفه های تاثیرگذار بر آب ورودی به دریاچه مورد بررسی قرار گیرد.

شاخص NDVI^۱ روس و همکاران (۹): شاخص نرمال شده اختلاف پوشش گیاهی می باشد که در تفکیک مناطق پوشش گیاهی ضعیف از خاک های لخت و نیز تعیین میزان نسبی پوشش گیاهی دارای کاربری موثر می باشد و رابطه آن به صورت زیر می باشد:

$$NDVI = \frac{IR - R}{IR + R} \quad (1)$$

IR = مادون قرمز و R = قرمز می باشد.

به منظور محاسبه مساحت دریاچه از شاخص MNDWI استفاده شد که به شرح زیر می باشد (۱۰):

$$MNDWI = (Green - MIR) / (Green + MIR) \quad (2)$$

که در آن MIR مادون قرمز میانی و Green باند سبز می باشد.

مواد و روش ها

دریاچه نمک حوض سلطان در موقعیت جغرافیایی 50° درجه و 56° دقیقه شرقی و 34° درجه و 59° دقیقه شمالی در 40 کیلومتری شمال شهرستان قم و 85 کیلومتری جنوب تهران و در حاشیه بزرگراه تهران قم قرار دارد. این دریاچه که به دریاچه ساوه قم و دریاچه شاهی هم معروف است، در مواقع بارندگی و ذوب برف های ارتفاعات اطراف چون بر میزان آب ورودی افزوده می شود، وسعت آن زیاد و در غیر از این ایام وسعت آن کاهش می یابد. بدین ترتیب سطح آب دریاچه پیوسته در نوسان است.

1- Normalized Difference Vegetation Index

یافته‌ها

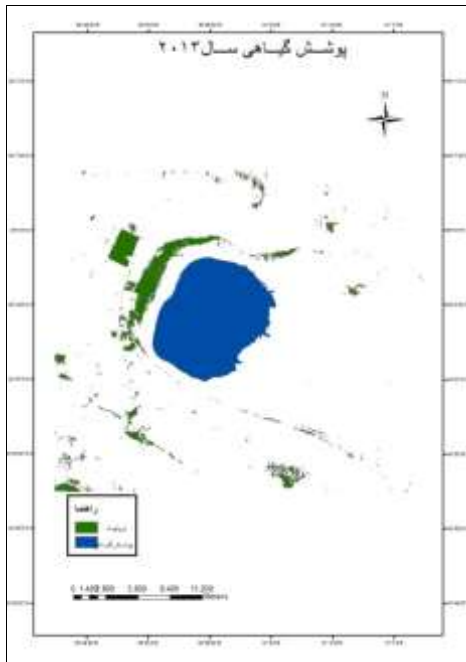
۲۰۱۳ مساحت را ۶۲۶۵/۰۶۲ هکتار برآورد نموده است که این نتایج بیان‌گر کاهش مساحت دریاچه در سال ۲۰۱۳ می‌باشد. استفاده از شاخص NDVI نیز بیان می‌دارد که پوشش گیاهی منطقه در سال ۲۰۰۲، ۶۵/۳۳ هکتار و در سال ۲۰۱۳، ۲۹۴۲/۶۱ هکتار بوده که مبین افزایش مساحت پوشش گیاهی می‌باشد.

نتایج استفاده از شاخص NDVI در اشکال (۲) و (۳) مساحت آن در جدول (۱) قابل مشاهده می‌باشد و نتایج استفاده از شاخص MNDWI در اشکال (۴) و (۵) و مساحت آن در جدول (۲) آورده شده است. استفاده از شاخص MNDWI در سال ۲۰۰۲ مساحت دریاچه را ۷۸۳۵/۸۵۷ هکتار و در سال

جدول ۱- مساحت پوشش گیاهی در سال‌های ۲۰۱۳ و ۲۰۰۲

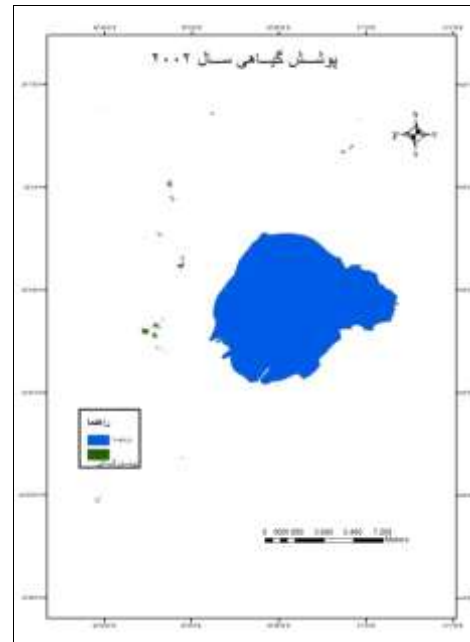
Table1. Vegetation area in 2002 and 2013

شاخص	مساحت پوشش گیاهی در سال ۲۰۰۲ (هکتار)	مساحت پوشش گیاهی در سال ۲۰۱۳ (هکتار)
NDVI	۶۵/۳۳	۲۹۴۲/۶۱



شکل ۳- نتایج شاخص NDVI در سال ۲۰۱۳

Figure 3. The result of NDVI index in 2013



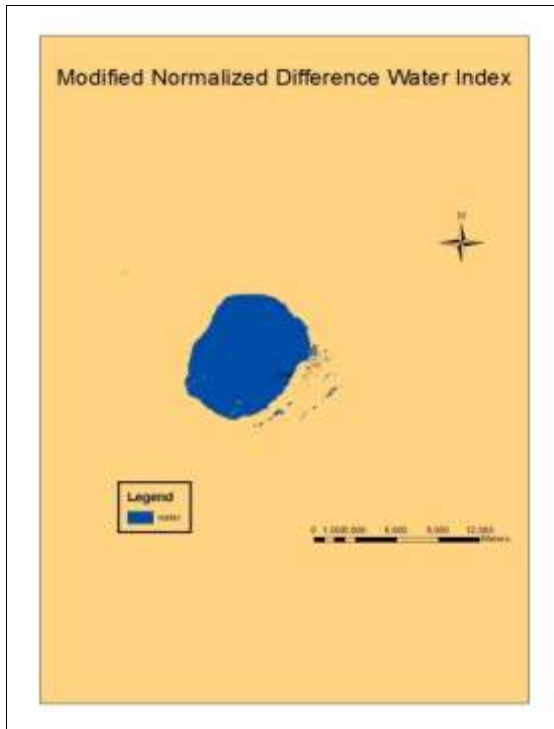
شکل ۲- نتایج شاخص NDVI در سال ۲۰۰۲

Figure 2. The result of NDVI index in 2002

جدول ۲- مساحت دریاچه در سال‌های ۲۰۱۳ و ۲۰۰۲

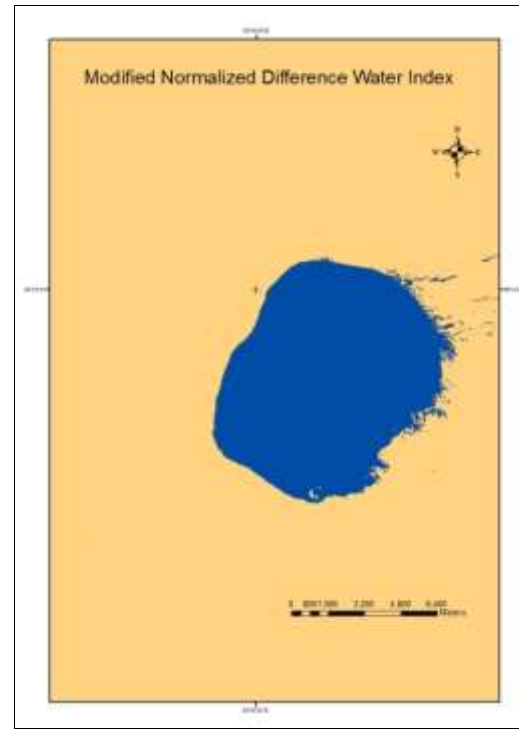
Table2. Lake area in 2002 and 2013

شاخص	مساحت دریاچه در سال ۲۰۰۲ (هکتار)	مساحت دریاچه در سال ۲۰۱۳ (هکتار)
MNDWI	۷۸۳۵/۸۵۷	۶۲۶۵/۰۶۲



شکل ۵- شاخص MNDWI در سال ۲۰۱۳

Figure 5. The result of MNDWI index in 2013



شکل ۴- شاخص MNDWI در سال ۲۰۰۲

Figure 4. The result of MNDWI index in 2002

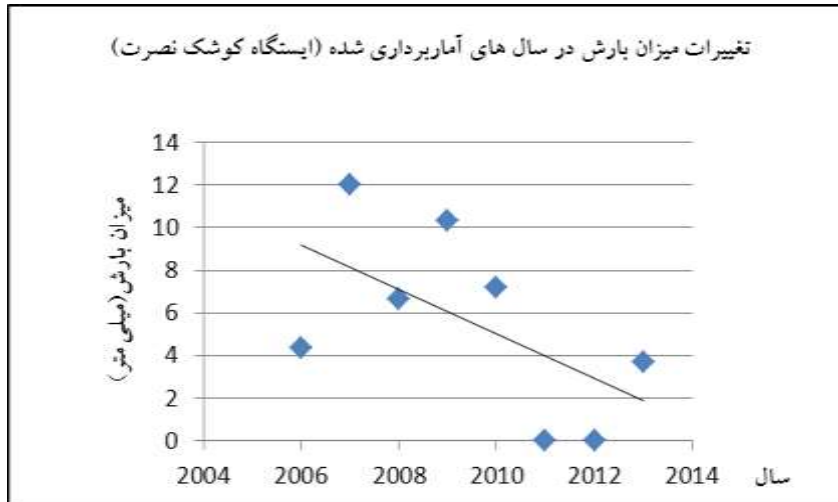
بارش هیچ یک از ایستگاه‌ها در محدوده ده درصد تغییرات میانگین بارش ایستگاه کوشک نصرت نبود (جدول ۳) از سویی به علت پایین بودن ضریب همبستگی با سایر ایستگاه‌ها آمار هیچ یک از ایستگاه‌های اطراف قابلیت استفاده برای بازسازی آمار ایستگاه کوشک نصرت را نداشت، لذا فقط تغییرات میزان بارش ماه مورد نظر در طول دوره آماربرداری شده مورد بررسی قرار گرفت.

هم‌چنین به منظور بررسی آمار ایستگاه هواشناسی منطقه، بازسازی آمار ایستگاه کوشک نصرت در سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۶ با استفاده از روش ایستگاه معرف و روش همبستگی با سایر ایستگاه‌ها (ایستگاه قم، کهک، سلفچگان) انجام پذیرفت. در روش ایستگاه معرف میانگین هم‌زمان سه ایستگاه مذکور از سال ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۳ گرفته شد و با میانگین بارش ایستگاه کوشک نصرت مورد مقایسه قرار گرفت که متاسفانه مقادیر میانگین

جدول ۳- میانگین هم‌زمان بارش (سال ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۳) ایستگاه‌های دارای آمار استان قم

Table 3. simultaneous rainfall average (2006 to 2013) in Qom province stations with statistic data

میانگین بارش سالانه (میلی‌متر)	ایستگاه
۶۵/۷۳	کوشک نصرت
۱۲۵/۶۶	قم
۱۶۶/۴۵	کهک
۱۶۴/۸۲	سلفچگان

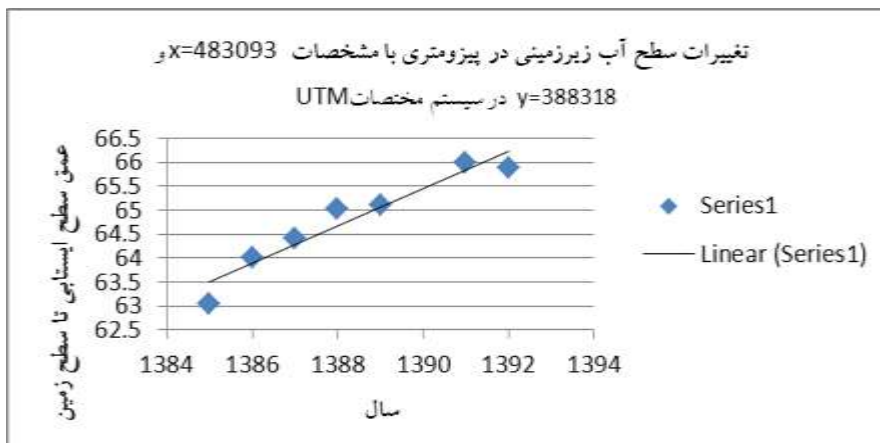


شکل ۶- تغییرات میزان بارش ماه اردیبهشت در ایستگاه کوشک نصرت

Figure 6. The rainfall volume variations of Ordibehesht month in Kooshk Nosrat station

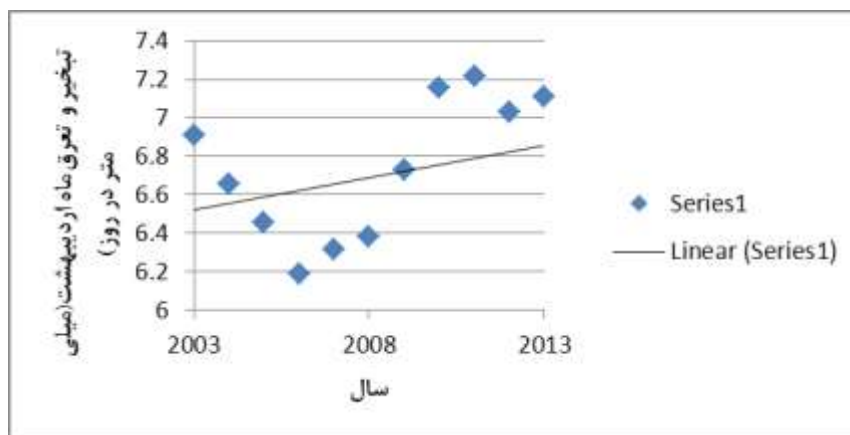
تبخیر و تعرق روزانه در ماه اردیبهشت در اشکال (۸) و (۹) آورده شده است.

همچنین تغییرات سطح آب زیرزمینی در نزدیک ترین ایستگاه به دریاچه حوض سلطان قم در سال هایی که آمار آن موجود بوده در شکل (۷) نشان داده شده است و تغییرات میزان دما و



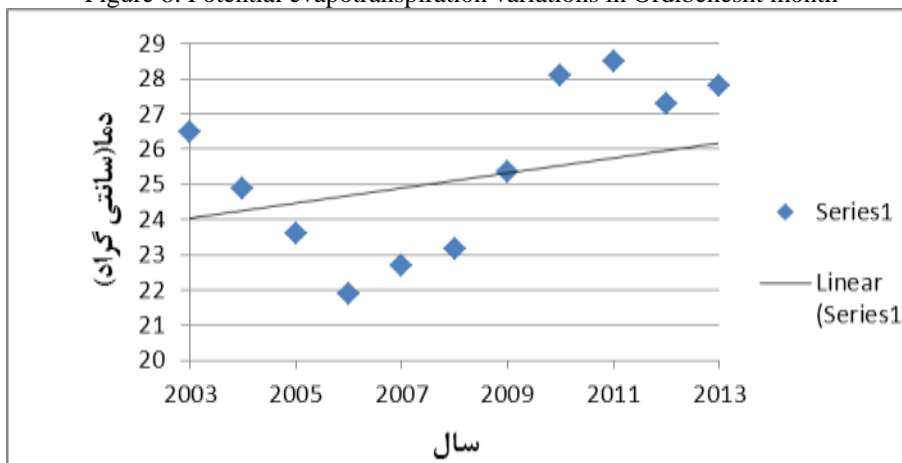
شکل ۷- تغییرات عمق آب زیرزمینی

Figure 7. Water table variations



شکل ۸- تغییرات میزان تبخیر و تعرق پتانسیل ماه اردیبهشت

Figure 8. Potential evapotranspiration variations in Ordibehesht month



شکل ۹- تغییرات میزان دما در ماه اردیبهشت

Figure 9. The temperature variations in Ordibehesht month

بحث و نتیجه گیری

پرنندگان با وجود شرایط اقلیمی چشم گیر است)، حضور برخی خزندگان و پستانداران در اکوسیستم منطقه و نوع گیاهان منطقه که دارای خواص دارویی و مواد موثره می باشند بیان گر اهمیت توجه و حفاظت زیست محیطی دریاچه و مناطق اطراف آن می باشد (۱۱). لذا در تحقیقی توان اکولوژیک دریاچه حوض سلطان به منظور استحصال نمک مورد بررسی قرار گرفته است (۱۲). در این تحقیق نیز از شاخص NDVI و شاخص آب MNDWI به منظور بررسی تغییرات پوشش گیاهی اطراف دریاچه و مساحت دریاچه استفاده گردید. پردازش تصاویر در سال های ۲۰۰۲ و ۲۰۱۳ بیان گر آن است که پوشش گیاهی منطقه در سال ۲۰۱۳ نسبت به سال ۲۰۰۲ افزایش و مساحت دریاچه کاهش داشته است. لذا آمار بارش، دما و عمق آب زیرزمینی در نزدیک ترین ایستگاه موجود مورد بررسی قرار گرفت. بررسی تغییرات میزان بارش و سطح آب زیرزمینی با استفاده از آمار موجود بیان کننده روند کاهنده میزان بارش و نیز افت سطح ایستابی در منطقه بوده و بررسی تغییرات دما و تبخیر و تعرق نشان دهنده افزایش دما و تبخیر و تعرق در منطقه می باشد که از دلایل کاهش مساحت دریاچه حوض سلطان است. هم چنین از آن جایی که در مناطق اطراف دریاچه حوض سلطان قم سطح ایستابی نزدیک سطح زمین می باشد لذا در اردیبهشت ماه سال ۲۰۰۲ که مساحت دریاچه بیش تر بوده است، در مکان های بیش تری شرایط غرقابی حاکم بوده و

سنجش از دور و فناوری سیستم اطلاعات جغرافیایی از جمله تکنولوژی های برتر و کارآمد در بررسی تغییرات محیطی و مدیریت منابع هستند که اطلاعات به روز را برای اهداف مدیریتی فراهم می آورند. تصاویر سنجش از دور با تفکیک مکانی بالا در علوم زیست محیطی کاربرد بسیاری دارد. داده های ماهواره ای دارای کاربرد وسیعی در امور کشاورزی و منابع طبیعی در زمینه ای اوضاع کمی و کیفی محصولات کشاورزی، تشخیص برخی انواع محصولات، شناسایی درختان، برآورد سطح زیر کشت، رشد و نمو محصولات و تولید، آفات و امراض می باشد. مطالعه ای جنگل ها و مراتع و تفکیک آن ها بر اساس تراکم، گونه های جنگلی و مرتعی، تعیین تنش های شوری، کم آبی، شناسایی هالوفیت ها و تهیه نقشه های کاربری اراضی، از دیگر کاربردهای داده های ماهواره ای است (۱). دریاچه حوض سلطان یکی از جاذبه های گردشگری و طبیعی استان قم است که نوع خاصی از میگوی آب های شور، (آرتمیا) را به صورت اختصاصی حفاظت می کند. این میگو از ارزش بیولوژیک و ژنتیکی بسیار مهمی برخوردار بوده و ثبت شده به نام دریاچه حوض سلطان است. وجود انواع دیاتوم ها (جلبک های تک سلولی) به عنوان اولین تولیدکنندگان غذا در اکوسیستم های آبی در آب های شور منطقه قابل تامل است. این گونه جلبک ها در صورت تولید انبوه می توانند در تغلیف دام مورد استفاده قرار گیرند. هم چنین وجود انواع پرنندگان بومی و مهاجر (تنوع

- from reflection band in ground source studies, geomechanical congress.
5. Torahi, A.A., Chand Rai, S. Land Cover Classification and Forest Change Analysis, Using Satellite Imagery-A Case Study in Dehdez Area of Zagros Mountain in Iran, Journal of Geographic Information System, 3,1-11. 2011 .
 6. Prem Chandra,J. Performance evaluation of vegetation indices using remotely sensed data, International Journal Of Geomatics And Geosciences, Vol.2, N.1. 2011 .
 7. Ahmed M, Al-Khafaji A. Assessment Environmental Changes in Al-Habbaniya Lake and Surrounding Areas in the Central Part of Iraq, Journal of Natural Sciences Research, Vol.3, No.4, 8-15. 2013.
 8. Rokni,K., Ahmad.A., Selamat.A., Hazini.Sh. Water Feature Extraction and Change Detection Using Multitemporal Landsat Imagery. 6, 4173-4189pp. 2014. doi:10.3390/rs6054173
 9. Rouse, J. W., Hass, R. H., Schell, J. A and Deering, D. W. Monitoring vegetation systems in the great plains with the ERTS, Proceeding, third ERTS symposium Vol. 1. Pp. 48-62. 1973
 10. Xu, H. Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. *Int. J. Remote Sens.* 27, 3025–3033. 2006.
 11. Mehdi Nia Mojtaba, 2010, Introduction of Tourism Area of Lake Hoze- Soltan Qom. <http://www.mehrmg.ir>

امکان رویش پوشش گیاهی کمتری وجود داشته است. در سال ۲۰۱۳ افت سطح آب زیرزمینی در منطقه بیش‌تر شده و شرایط عبور و مرور هوا به درون خاک فراهم شده است. لذا برخی مناطق اطراف دریاچه حالت غرقابی نداشته و شرایط رویش برای گیاهان بیش‌تری فراهم شده و در برخی نقاط کشت نیز صورت پذیرفته است. نتایج این تحقیق که از مقایسه دو تصویر مربوط به ماه اردیبهشت و با فاصله زمانی ۱۱ سال و با استفاده از آمار منطقه به دست آمده است، بیان‌گر اهمیت پایش مداوم مساحت دریاچه حوض سلطان به‌منظور حفظ اکوسیستم آبی و محیط زیست موجودات ساکن در منطقه می‌باشد که باید در برنامه‌های مدیریتی مد نظر قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از دانشگاه پیام نور مرکز قم که انجام این تحقیق را مورد حمایت مالی قرار داده‌اند تشکر و قدردانی می‌شود.

Reference

1. Alavi Panah. Sayed Kazem, 2004. Application of Remote Sensing in Earth Sciences (Soil Science). Tehran University Press.
2. Sepehri. Adel and Fathi. Mohammad Reza, 2008, Application of Landsat TM Satellite Data in Estimating Soybean Dry Crop in Protected Rangelands of Jahanaman, Journal of Agricultural Science and Natural Resources, Vol. 8, No. 1.
3. Khaje Din. Seyed Jamaloddin, 1996, Use of satellite data of MSS- 5 Landsat in studying plant communities and determination of saline lands in Jazmurian region, Second National Conference on Desertification and Different Methods of Desertification, Kerman.
4. Alavi Panah. Sayed Kazem and Rafiei Imam, Amar, 2004, Comparison of vegetative indices based on each thermal band with indices derived

Environmental Management, Islamic
Azad University, 90Pp.

12. Kakayi Kazem, 2007, Estimation of
Ecological Capacity of Lake Hoze-
Soltan (for extraction of salt from the
lake), Master thesis, Department of