



University of Tehran Press

Consequences analysis of hydro-climatic and land use changes on Bakhtegan Lake surface changes using Landsat satellite images

Zahra Nosarv¹ | Amirreza Keshtkar^{2*} | Saeid Hamzed³ | Hamidreza Keshtkar⁴ | Omid Kavooosi⁵

1 M.S. Graduated, International Desert Research Center, University of Tehran, Karaj, Iran

2. Associate Prof., International Desert Research Center, University of Tehran, Karaj, Iran. Email: keshtkar@ut.ac.ir

3. Associate Prof., Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran

4. Assistant Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

5. Elite Senior Expert, International Desert Research Center, University of Tehran, Karaj, Iran

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article type:
Research Article

Article History:
Received June 30, 2024
Revised August 12, 2024
Accepted September 15, 2024

Keywords:
Aquatic ecosystems,
Land use,
Climate change,
R.

Lakes, as one of the most important aquatic ecosystems, are a coherent and interconnected set of aquatics or water-dependent plants, and the interference of natural and unnatural factors can disrupt this coherence and quality. One of the efficient methods of monitoring the changes in these ecosystems is remote sensing, which helps to monitor the changes caused by nature and human activities on lakes. The current research was conducted to study the consequences of climate and land use changes on the surface of Bakhtegan Lake over 18 years (2000 to 2017). To monitor the surface fluctuations of Bakhtegan Lake, Landsat satellite images were used in the research period, in the months with the highest surface (May and June) and the lowest surface (August and September). Lake surface and various land use areas have been extracted through a multi-band classification method and using the Support Vector Machine (SVM) method. Then, statistical methods were used to determine of impact of each variable on changes in the lake's surface. Results indicated that the surface of Bakhtegan Lake has experienced periodic fluctuations during different years. Also, the results showed that the precipitation and evaporation variables have an effective impact on the fluctuations of the lake surface in the seasons with the highest and lowest surface.

Cite this article: Nosarv, Z., Keshtkar, A., Hamzed, S., Keshtkar, H., Kavooosi, O. (2024). Consequences analysis of hydro-climatic and land use changes on Bakhtegan Lake surface changes using Landsat satellite images. *ECOHYDROLOGY*. 11 (3), 301-320. Doi: doi.org/10.22059/IJE.2024.373629.1802



© Zahra Nosarv, Amirreza Keshtkar, Saeid Hamzed, Hamidreza Keshtkar, Omid Kavooosi.

Publisher: University of Tehran Press.

DOI: <http://doi.org/10.22059/IJE.2024.373629.1802>

تجزیه و تحلیل پیامدهای تغییرات هیدرواقليمی و کاربری اراضی بر سطح تالاب بختگان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست

زهرا نوسرو،^۱ امیررضا کشتکار،^{۲*} سعید حمزه،^۳ حمیدرضا کشتکار،^۴ امید کاوسی^۵

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مرکز تحقیقات بین‌المللی بیابان، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۲. دانشیار مرکز تحقیقات بین‌المللی بیابان، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: keshtkar@ut.ac.ir

۳. دانشیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۴. استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۵. سر باز نخبه مرکز تحقیقات بین‌المللی بیابان، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

چکیده

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

پژوهشی

تاریخ‌های مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۱۰

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۵/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۲۵

کلیدواژه‌ها:

اکوسیستم‌های آبی،

کاربری اراضی،

متغیرهای اقلیمی،

سنجش از دور.

دریاچه‌ها به‌عنوان یکی از مهم‌ترین اکوسیستم‌های آبی، مجموعه‌ای منسجم و به‌هم‌پیوسته از گیاهان آبی یا وابسته به آب هستند که دخالت عوامل طبیعی و غیرطبیعی می‌تواند این انسجام و کیفیت را بر هم زند. یکی از روش‌های نوین و کارآمد در زمینه پایش تغییرات این اکوسیستم‌ها علم سنجش از دور است که به کمک آن، پایش تغییرات ناشی از طبیعت و فعالیت‌های انسان در مدیریت دریاچه‌ها امکان‌پذیر است. تحقیق حاضر با هدف مطالعه پیامدهای ناشی تغییرات اقلیمی و کاربری اراضی بر سطح تالاب بختگان در بازه زمانی ۱۸ ساله (۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷) انجام شد. به‌منظور پایش نوسانات سطح تالاب بختگان از تصاویر ماهواره لندست در بازه زمانی فوق، در ماه‌های پربابی (می و ژوئن) و کم‌آبی (آگوست و سپتامبر) استفاده شد. به‌منظور استخراج سطوح آبی و نیز کاربری اراضی از روش طبقه‌بندی چندباندی به روش ماشین بردار پشتیبان استفاده شد. سپس به‌منظور تعیین میزان و نقش تأثیرگذاری هر یک از متغیرها بر نوسانات سطح دریاچه از آنالیز رگرسیون استفاده و مشخص شد که سطح دریاچه بختگان طی سال‌های مختلف دچار نوسانات دوره‌ای مشخص بوده و در شدیدترین وضعیت کاهش سطح، بیش از ۷۹/۸ درصد وسعت پهنه آبی تالاب بختگان کاملاً خشک شده است. همچنین بررسی‌ها نشان داد که طی ۱۶ سال از کل بازه زمانی، روند تغییرات بارندگی و سطح تالاب همسو بوده است.

استناد: نوسرو، زهرا، کشتکار، امیررضا، حمزه، سعید، کشتکار، حمیدرضا، کاوسی، امید. (۱۴۰۳). تجزیه و تحلیل پیامدهای تغییرات هیدرواقليمی و کاربری اراضی بر سطح

تالاب بختگان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای. *اگه هیدرولوژی*، ۱۱(۳): ۳۰۱-۳۲۰.

DOI: <http://doi.org/10.22059/IJE.2024.373629.1802>

© زهرا نوسرو، امیررضا کشتکار، سعید حمزه، حمیدرضا کشتکار، امید کاوسی. ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

DOI: <http://doi.org/10.22059/IJE.2024.373629.1802>



۱. مقدمه

لزوم حفظ محیط‌زیست و بهره‌برداری بهینه از منابع طبیعی، از جمله ضرورت‌های توسعه پایدار محسوب می‌شود. به این منظور حفاظت و پایش دائمی تغییرات تالاب‌ها که از سرمایه‌های طبیعی ملی هر کشوری محسوب می‌شوند، با هدف اتخاذ شیوه‌های مدیریتی مناسب و پیشگیری، از ادامه روند عوامل مخرب ضروری است.

قرار گرفتن ایران در کمربند خشک و نیمه‌خشک، روند رو به افزایش مصرف آب و همچنین وقوع خشکسالی‌های اخیر، سبب کاهش شدید منابع آب سطحی و زیرزمینی شده است [۱]. با توجه به حساسیت و ارزش تالاب‌ها و شدت تأثیرگذاری آن‌ها بر اکوسیستم و زیستگاه‌های مجاور، مدیریت و کنترل حیات تالاب‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که مدیریت و حفاظت آن، جز با همسویی دولت و نهادهای محلی میسر نخواهد شد [۲].

همواره پیش‌بینی سطح آب پهنه‌های آبی در سطح دنیا از مهم‌ترین و پیچیده‌ترین فرایندهای هیدرولوژیکی است که برآورد آن می‌تواند در راستای جلوگیری از بروز وضعیت نامطلوب و مدیریت صحیح این اکوسیستم‌های ارزشمند به کار گرفته شود [۳]. در همین راستا نیز تحقیقات گوناگونی در سراسر دنیا انجام شده است [۴ و ۵]. پایش پوشش و کاربری اراضی و پویایی سیمای سرزمین در مناطق حفاظت‌شده و تالاب‌ها با هدف درک چگونگی شرایط آن‌ها، تأثیرشان بر طبیعت، فرایندهای بازسازی و احیا برای حفاظت از آن‌ها در طولانی‌مدت بسیار مهم است. ارزیابی روند تغییرات در منابع و شرایط اکولوژیکی چنین مناطقی، مدیران را در اتخاذ تصمیمات مورد نیاز کمک می‌کند [۶ و ۷].

به‌منظور پایش مفید تغییرات پوشش اراضی، روش‌های نقشه‌برداری سریع و دقیق مورد نیاز است. علم سنجش از دور مزایای بسیاری از این جنبه را فراهم نموده و اغلب برای پایش تغییرات محیط‌زیستی در زمان طولانی مورد استفاده قرار گرفته است [۸]. اطلاعات سنجش از دور در مقایسه با روش‌های بررسی معمول که کار و زمان زیادی می‌طلبند، نه فقط در زمان صرفه‌جویی می‌کنند، بلکه دقت طبقه‌بندی را به‌واسطه تجزیه و تحلیل‌های دقیق افزایش می‌دهند [۹]. در دهه‌های اخیر، به‌کارگیری علم سنجش از راه دور به‌عنوان یکی از روش‌های نوین و کارآمد در جهت مطالعه تغییرات سطوح آبی از جمله تالاب‌ها در بسیاری از تحقیقات مورد توجه بوده است [۱۰-۲۳]. در همین راستا مطالعات قبلی تأثیر معنی‌دار تغییرات و نوسانات اقلیمی و کاربری اراضی را بر سطح تالاب‌ها و سطوح آبی گوناگون گزارش کرده‌اند [۲۴-۲۷].

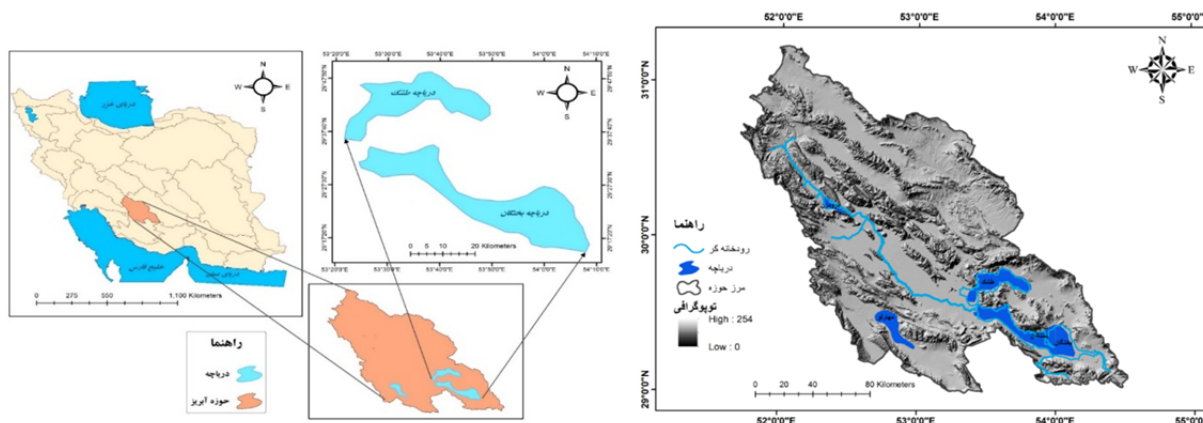
از آنجاکه تاکنون بررسی هم‌زمان میزان تأثیرگذاری متغیرهای هیدرواقليمی و کاربری اراضی بر روند تغییرات سطح دریاچه‌های فلات مرکزی ایران صورت نگرفته، پژوهش حاضر با به‌کارگیری تصاویر چندزمانه ماهواره لندست و روش‌های آنالیز تصویر در بازه زمانی ۱۸ ساله، با هدف تجزیه و تحلیل اثرگذاری نوسان‌ها و تغییرات متغیرهای اقلیمی و کاربری اراضی محیط پیرامون تالاب طشک-بختگان، با نوسانات سطح تالاب انجام شده است.

۲. مواد و روش‌ها

۲.۱. منطقه مطالعاتی

حوزه آبخیز تالاب‌های طشک-بختگان و مهارلو با وسعت $31451/9$ کیلومترمربع در محدوده جغرافیایی $42^{\circ} 51'$ تا $33^{\circ} 54'$ طول شرقی و $29^{\circ} 21'$ تا $31^{\circ} 15'$ عرض شمالی گسترش یافته است. این حوزه یکی از زیرحوزه‌های آبخیز فلات مرکزی ایران بوده و بخش‌هایی از مناطق شمال، مرکز و شرق استان فارس را تشکیل داده است (شرکت آب منطقه‌ای استان فارس، ۱۳۹۳). وسعت کل ارتفاعات موجود در حوزه آبخیز تالاب‌های طشک-بختگان و مهارلو $17/381$ کیلومترمربع ($26/55$ درصد از مساحت کل حوزه آبخیز) بوده و شیب متوسط حوزه، $13/2$ درصد است. تالاب بختگان در فرورفتگی نسبتاً بلند در کوه‌های زاگرس قرار گرفته (شکل ۱) و ارتفاع آن از سطح دریاهای آزاد 1558 متر است. حداکثر عمق تالاب بختگان در زمان پرآبی 2 متر و عمق متوسط آن بین $0/3$ تا $0/5$ متر است و حداکثر عمق تالاب طشک نیز در زمان پرآبی $1/3$ متر و عمق متوسط آن بین $0/3$ تا $0/5$ متر است.

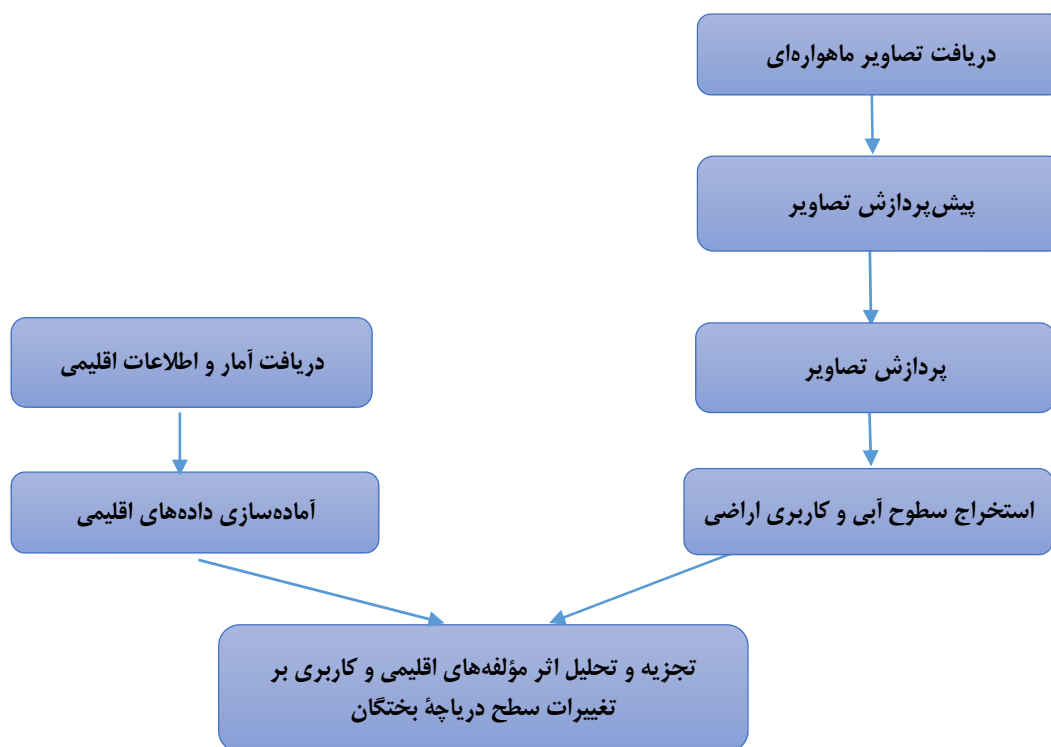
میانگین دمای سالانه برحسب ارتفاع از سطح دریا متغیر و از $+37$ تا -5 درجه سلسیوس در نوسان است؛ به‌گونه‌ای که در نقاط سردسیری با حداقل دمای -28 درجه سانتی‌گراد در مناطق شمال و شمال غربی حوزه آبخیز، تا مناطق گرمسیری با دمای بالاتر از 45 درجه سانتی‌گراد در نواحی جنوب و جنوب شرقی حوزه آبخیز مشاهده می‌گردد.



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران

۲.۲. روش پژوهش

مدیریت و برنامه‌ریزی با هدف حفاظت تالاب‌ها به پایش تغییرات آن در طول زمان نیازمند است. پایش تغییرات ناشی از عوامل طبیعی و فعالیت‌های انسان با به‌کارگیری علم سنجش از دور امکان‌پذیر شده است [۲۸]. در پژوهش حاضر نیز میزان تأثیرگذاری عوامل گوناگون از جمله متغیرهای هیدرواقليمی (شامل دبی، بارندگی، دما و تبخیر) و کاربری اراضی بر تغییرات سطح تالاب طشک- بختگان با به‌کارگیری علم سنجش از دور در طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ براساس گام‌ها و مراحل ذیل مورد بررسی قرار گرفته است (شکل ۲).



شکل ۲: نمودار جریان‌ی مراحل انجام تحقیق

۲.۲.۱. آمار و اطلاعات

به‌منظور تعیین ایستگاه‌های منتخب تحقیق، آمار و اطلاعات متغیرهای اقلیمی و هیدرولوژیک شامل بارش، دما، تبخیر و دبی از شرکت مدیریت منابع آب وابسته به وزارت نیرو دریافت گردید. سپس به‌منظور تعیین پایه زمانی مشترک ایستگاه‌های مورد استفاده، ایستگاه‌های فاقد آمار در بازه زمانی منتخب حذف شد. در نهایت تعداد ۳۷ ایستگاه باران‌سنجی، ۱۰ ایستگاه دما و تبخیرسنجی و یک ایستگاه هیدرومتری در محدوده حوزه آبخیز طشک- بختگان و مهارلو، تعیین و پس از انجام پیش‌پردازش‌های آماری، مورد استفاده قرار گرفته است (جدول ۱).

برای دستیابی به اهداف مطالعه و تعیین میزان تغییرات سطح دریاچه در طی سال‌های گذشته، از تصاویر مربوط به ماهواره لندست ۵، ۷ و ۸ ماه‌های می و سپتامبر معادل زمان‌های پرآبی و کم‌آبی دریاچه، در بازه زمانی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ استفاده شده است. تصاویر مورد نظر از طریق وبگاه سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده^۱ تهیه شد.

جدول ۱: مشخصات ایستگاه‌های منتخب مطالعه

ایستگاه‌های دما و تبخیرسنجی منتخب						
نام ایستگاه	کد ایستگاه	ارتفاع	نام ایستگاه	کد ایستگاه	ارتفاع	مرجع آماربرداری
مهرآباد رامجرد	۴۳۰۰۸	۱۶۱۶	فلات شیراز	۴۳۰۳۸	۲۰۵۰	شرکت مدیریت منابع آب
چمریز	۴۳۰۱۵	۱۸۴۰	دوبنه	۴۳۰۴۷	۱۴۹۰	شرکت مدیریت منابع آب
کافتز	۴۳۰۲۹	۲۳۵۰	مادرسلیمان	۴۳۱۰۵	۱۵۸۰	شرکت مدیریت منابع آب
جهان‌آباد بختگان	۴۳۰۳۰	۱۵۹۲	سده	۴۳۲۰۱	۲۰۹۲	شرکت مدیریت منابع آب
دشتبال	۴۳۰۳۵	۱۶۷۳	کمهر	۴۳۲۰۲	۲۳۷۷	شرکت مدیریت منابع آب
ایستگاه‌های باران‌سنجی منتخب						
مهرآباد رامجرد	۴۳۰۰۸	۱۶۱۶	خسروشیرین	۴۳۰۵۵	۲۳۴۰	شرکت مدیریت منابع آب
جمالینگ	۴۳۰۱۳	۲۰۱۰	گرده استهبان	۴۳۰۵۶	۱۶۹۸	شرکت مدیریت منابع آب
چمریز	۴۳۰۱۵	۱۸۴۰	دشمن زبیری	۴۳۰۶۰	۱۶۱۵	شرکت مدیریت منابع آب
خرامه	۴۳۰۲۲	۱۵۹۷	چوپخله	۴۳۰۶۱	۲۰۵۳	شرکت مدیریت منابع آب
کافتز	۴۳۰۲۹	۲۳۵۰	آباده طشک	۴۳۰۶۵	۱۶۰۴	شرکت مدیریت منابع آب
جهان‌آباد بختگان	۴۳۰۳۰	۱۵۹۲	شول بند امیر	۴۳۰۶۶	۱۶۲۳	شرکت مدیریت منابع آب
ارسنجان	۴۳۰۳۴	۱۶۴۸	احمدآباد چهاردانگه	۴۳۰۶۸	۲۲۳۳	شرکت مدیریت منابع آب
دشتبال	۴۳۰۳۵	۱۶۷۳	کتوری	۴۳۰۶۹	۲۰۱۷	شرکت مدیریت منابع آب
قلات شیراز	۴۳۰۳۸	۲۰۵۰	سهل‌آباد	۴۳۰۷۶	۱۵۸۵	شرکت مدیریت منابع آب
شیراز اداره مرکزی	۴۳۰۴۴	۱۵۶۱	دردزن	۴۳۰۸۰	۱۶۶۱	شرکت مدیریت منابع آب
دوبنه	۴۳۰۴۷	۱۴۹۰	دهبید	۴۳۰۹۵	۲۳۱۲	شرکت مدیریت منابع آب
دژکرد رئیسون	۴۳۰۵۴	۲۱۰۷	مادرسلیمان	۴۳۱۰۵	۱۵۸۰	شرکت مدیریت منابع آب
استهبان	۴۳۱۰۹	۱۷۵۵	حسین‌آباد سراب	۴۳۱۱۳	۱۶۱۶	شرکت مدیریت منابع آب
گشتگان	۲۲۰۳۱	۱۴۴۰	نیریز	۴۳۱۱۴	۱۶۱۵	شرکت مدیریت منابع آب
خلار	۴۳۱۸۰	۲۰۷۸	سروستان	۴۳۱۲۰	۱۵۱۷	شرکت مدیریت منابع آب
سده	۴۳۲۰۱	۲۰۹۲	امامزاده اسماعیل	۴۳۱۲۴	۱۵۷۰	شرکت مدیریت منابع آب
کمهر	۴۳۲۰۲	۲۳۷۷	دشتک	۴۳۱۳۴	۲۰۴۶	شرکت مدیریت منابع آب
پل تلخ	۴۳۵۲۰	۱۵۹۲	هرگان	۴۳۱۵۴	۱۸۹۴	شرکت مدیریت منابع آب
فنجان	۴۳۷۷۷	۲۳۸۴				شرکت مدیریت منابع آب
ایستگاه هیدرومتری منتخب						
نام ایستگاه	کد ایستگاه	ارتفاع	مساحت حوضه (کیلومتر مربع)	مرجع		
حسن‌آباد خرامه	۴۳۰۱۶	۱۵۷۱	۱۹۲۰۰	شرکت مدیریت منابع آب		

۲.۲.۲. به‌کارگیری سنجش از راه دور

در این مطالعه، تصاویر ماهواره لندست در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ با وضوح فضایی استاندارد ۳۰×۳۰ متر از آرشیو سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده (<http://earthexplorer.usgs.gov/>) به دست آمد. پس از آماده‌سازی تصاویر، داده‌های زمینی (آموزشی و اعتبارسنجی) با استفاده از تصاویر با وضوح بسیار بالا موجود در سامانه گوگل ارث (<http://earth.google.com/>) جمع‌آوری شد. در نهایت ۷۰٪ داده‌ها به‌عنوان نمونه آموزشی و مابقی برای ارزیابی صحت طبقه‌بندی مورد استفاده قرار گرفت.

1. <http://earthexplorer.usgs.gov>

ماشین بردار پشتیبان (SVM) یک طبقه‌بندی متمایزکننده است که طبقه‌بندی را براساس تئوری یادگیری آماری انجام می‌دهد. عملکرد الگوریتم SVM براساس برازش یک صفحه جداکننده است که بهترین جدایی را بین نمونه‌های آموزشی در یک فضای چندبعدی انجام می‌دهد. برای جداسازی کلاس‌های با مرزهای غیرخطی، می‌توان از انواع توابع هسته استفاده کرد که نمونه‌های آموزشی را به فضایی با ابعاد بالاتر منتقل می‌کنند؛ جایی که جداسازی کلاس‌های خطی امکان‌پذیر است و می‌توان مشکل را در فضای جدید حل کرد. در تحقیق حاضر، SVM با استفاده از تابع پایه شعاعی (RBF) پیاده‌سازی شد. این مدل دارای چهار پارامتر برای تنظیم است: عرض هسته «گاما (γ)»، پارامتر جریمه (C)، تعداد سطوح هرمی برای استفاده و مقدار آستانه احتمال طبقه‌بندی. آستانه احتمال طبقه‌بندی یک مقدار مهم برای طبقه‌بندی‌کننده SVM است، زیرا همه احتمالات کمتر از این آستانه طبقه‌بندی نخواهند شد. ما مقدار صفر را برای این آستانه تعیین کردیم که به این معناست که همه پیکسل‌ها باید در یک دسته طبقه‌بندی شوند. همچنین، مقدار صفر را برای پارامتر هرم تعیین کردیم که مدل را مجبور می‌کند تصویر را با وضوح کامل پردازش کند. مقدار پیش‌فرض گاما معکوس تعداد باندهاست که در این مطالعه هم میزان جریمه و هم گاما به صورت پیش‌فرض در نظر گرفته شد.

۲.۲.۳. تجزیه و تحلیل تغییرات اقلیمی و کاربری اراضی بر نوسانات سطح تالاب بختگان

به منظور بررسی تغییرات هم‌زمان دو متغیر، معیارهایی مانند ضریب همبستگی و ضریب رگرسیون استفاده می‌شود [۲۹]. در تحقیق حاضر به منظور بررسی میزان تأثیرگذاری نوسانات متغیرهای هیدرواقلیمی و کاربری اراضی بر تغییرات سطح دریاچه بختگان به‌طور هم‌زمان از آنالیز رگرسیون چندمتغیره استفاده شد. متغیرهای تحقیق در مقیاس زمانی متوسط سالیانه به‌عنوان متغیر مستقل و متغیر سطح دریاچه در بازه زمانی تحقیق به‌عنوان متغیر مستقل تعیین شدند. آنالیز آماری در محیط نرم‌افزاری R اجرا شد.

به منظور ارزیابی میزان تأثیرگذاری هر یک از عوامل منتخب تحقیق بر تغییرات سطح دریاچه بختگان، آمار و اطلاعات متغیرهای بارندگی، دما، تبخیر، دبی و نیز تغییرات کاربری محدوده مطالعاتی، برای ورود به نرم‌افزار R، آماده‌سازی، اجرا و در نهایت نتایج آن استخراج و تفسیر شد.

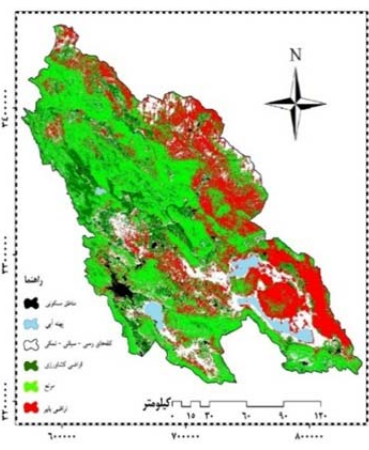
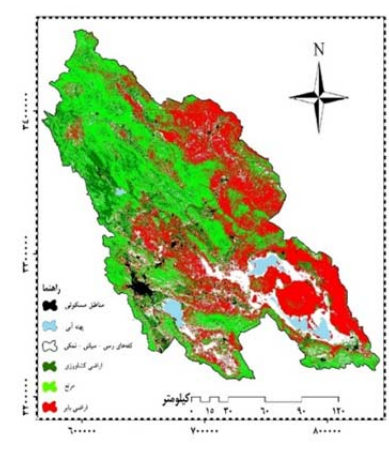
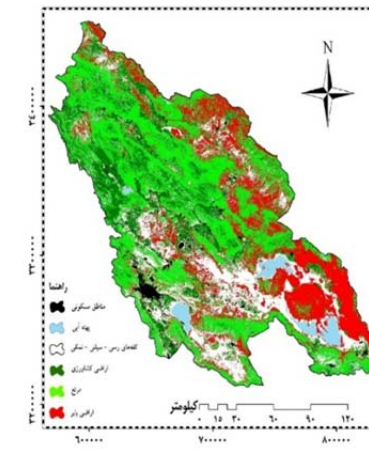
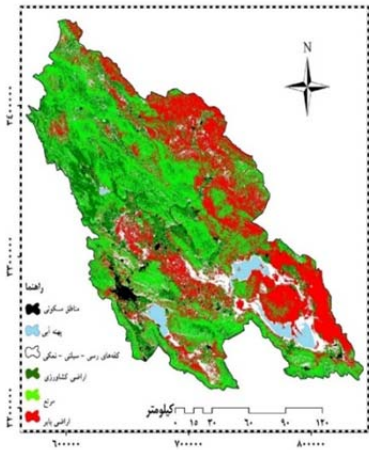
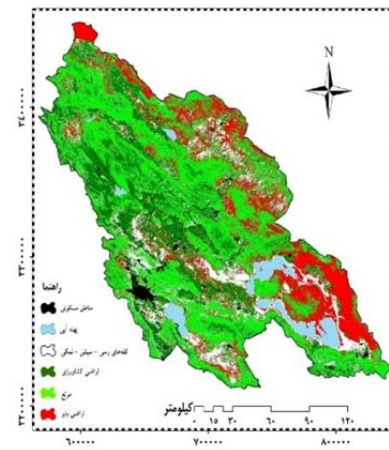
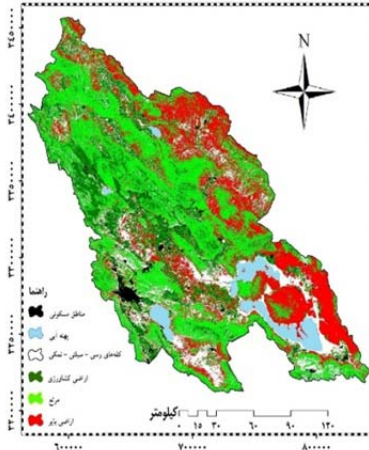
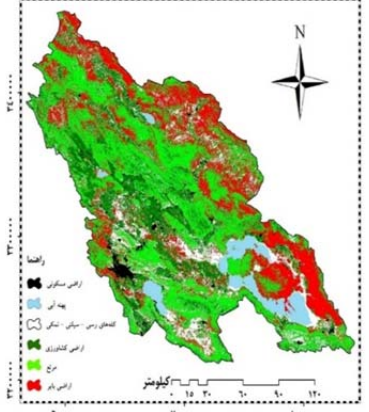
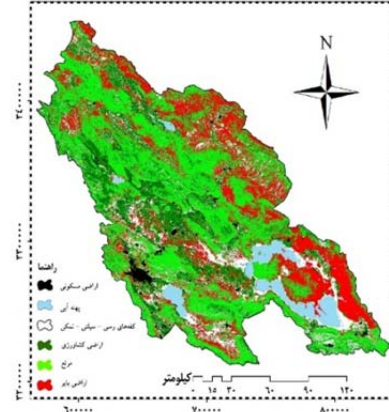
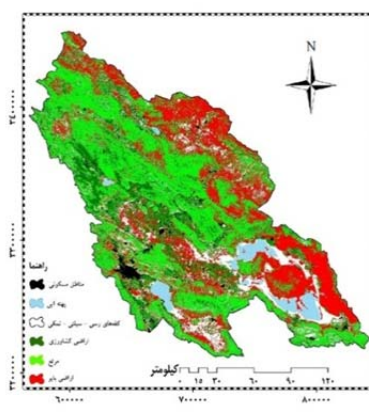
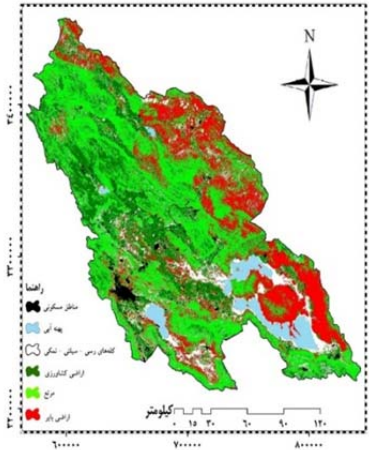
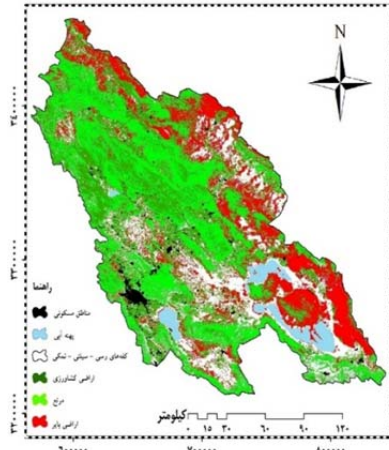
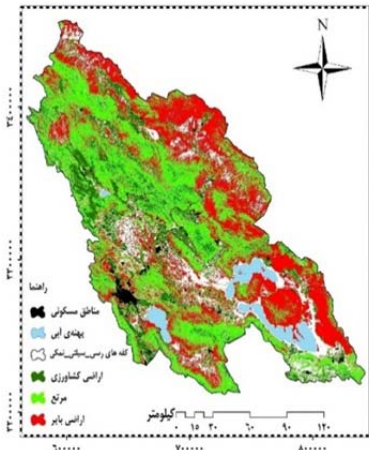
۳. نتایج و بحث

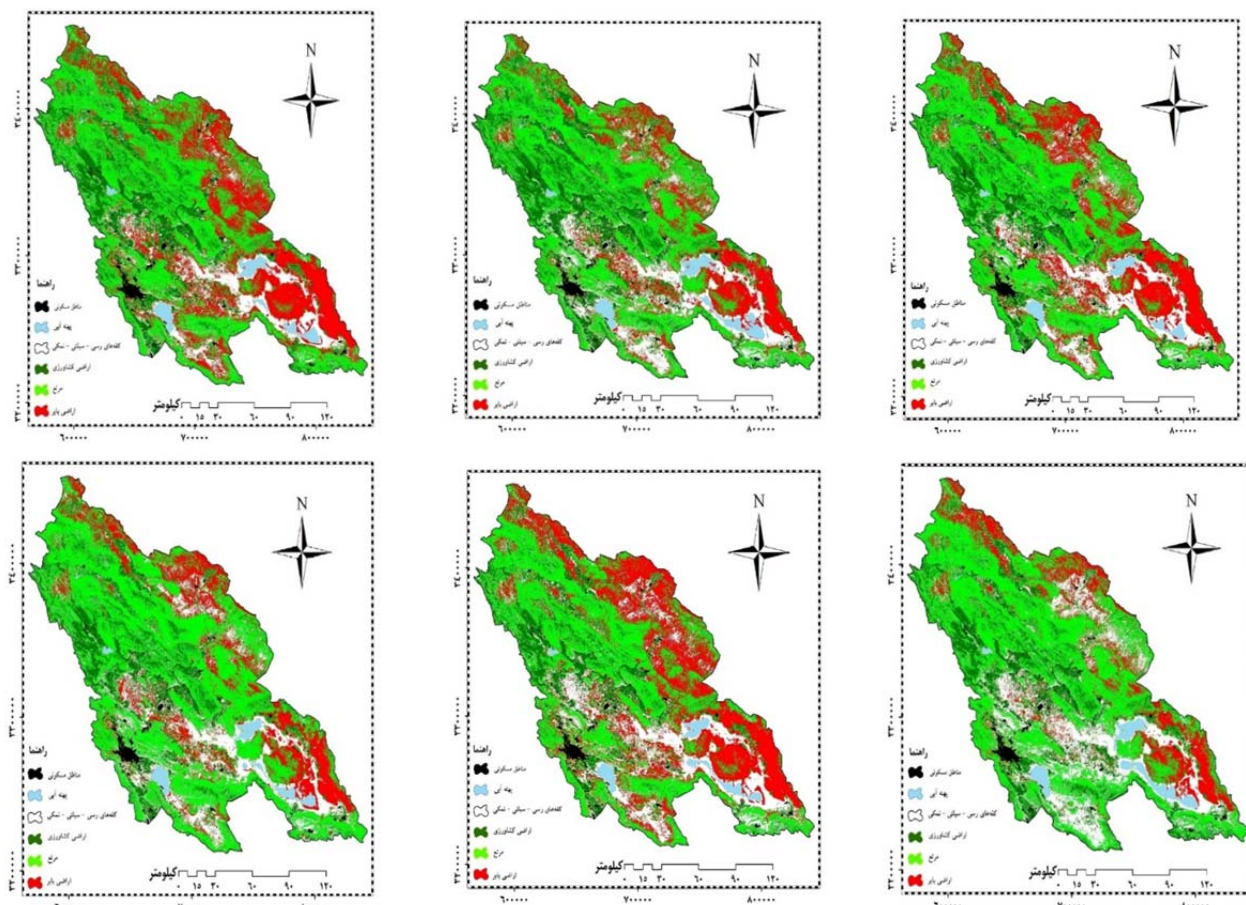
۳.۱. تغییرات کاربری در حوضه با استفاده از طبقه‌بندی روش ماشین بردار پشتیبان

به منظور استخراج کاربری‌های مختلف در حوضه مطالعاتی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست دریافت‌شده از سازمان زمین‌شناسی آمریکا در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ میلادی، از نرم‌افزار ENVI 5.3 استفاده شد. نتایج حاصل از تغییرات کاربری اراضی در بازه زمانی تحقیق در جدول ۲ و شکل ۳ ارائه شده است.

جدول ۲: مساحت کاربری‌های گوناگون در حوضه طشک - بختگان (کیلومتر مربع)

سال	مناطق مسکونی	پهنه آبی	پهنه نمکی	کشاورزی	مرتع	بایر
۲۰۰۰	۳۲۲/۷	۱۱۸۶/۲	۴۳۶۲/۳	۴۳۶۹/۲	۱۱۵۷۲/۹	۹۶۷۷/۵
۲۰۰۱	۳۲۲/۸	۱۲۱۹/۳	۵۵۵۲/۱	۵۴۱۵/۶	۱۱۶۱۲/۳	۷۳۶۸/۷
۲۰۰۲	۳۲۲/۷	۱۳۴۰/۴	۳۰۶۲/۳	۶۶۵۵/۶	۱۲۶۱۶/۵	۷۵۲۹/۵
۲۰۰۳	۳۲۲/۸	۱۰۲۵/۴	۳۶۴۷/۶	۳۳۳۵/۵	۱۱۵۶۰/۵	۸۶۷۴/۱
۲۰۰۴	۳۲۳/۱	۱۲۶۳/۵	۳۷۶۵/۵	۶۰۲۶	۱۲۱۲۳	۷۹۸۹/۶
۲۰۰۵	۳۲۹/۹	۱۴۷۲/۱	۳۹۵۲/۹	۵۶۷۸/۳	۱۱۷۹۴	۸۲۷۰/۶
۲۰۰۶	۳۲۳/۲	۱۳۱۲/۹	۴۵۹۳/۲	۵۵۳۱/۱	۱۱۷۳۲/۵	۷۹۹۷/۱
۲۰۰۷	۳۲۳/۵	۱۲۱۹/۲	۳۸۸۸/۳	۷۱۵۵/۵	۱۲۷۰۸/۴	۶۱۹۶
۲۰۰۸	۳۲۳/۳	۸۰۵/۴	۳۸۶۹/۹	۴۳۷۶/۲	۱۲۹۲۸/۴	۹۱۸۷/۲
۲۰۰۹	۳۲۳/۵	۷۶۷/۵	۶۱۹۸/۳	۵۴۷۲/۱	۱۱۳۹۰/۹	۷۳۳۸/۴
۲۰۱۰	۳۲۳/۸	۷۱۰/۹	۴۳۳۹/۲	۳۵۲۳/۲	۱۱۲۸۰/۱	۱۱۳۱۳/۵
۲۰۱۱	۳۲۳/۶	۷۲۵/۷	۴۴۹۷/۵	۴۵۱۲/۴	۱۲۶۰۷/۹	۸۸۲۳/۸
۲۰۱۲	۳۲۴/۶	۶۵۱/۳	۳۶۶۶/۹	۵۳۸۴/۴	۱۲۷۹۰/۴	۸۶۷۳/۲
۲۰۱۳	۳۲۴/۳	۸۱۱/۵	۵۰۵۸/۴	۶۵۸۶/۵	۱۲۷۱۷/۹	۵۹۹۲/۲
۲۰۱۴	۳۲۴/۶	۵۶۵/۸	۴۷۴۷/۵	۵۳۴۹/۳	۱۲۸۲۸/۷	۷۶۷۴/۹
۲۰۱۵	۳۲۴/۷	۵۹۵/۹	۵۱۰۲/۲	۵۰۷۹/۲	۱۴۷۶۹/۲	۵۶۱۹/۷
۲۰۱۶	۳۲۴/۹	۶۰۷/۵	۵۳۶۴/۵	۳۲۶۰	۱۰۴۲۵/۴	۸۵۸۳/۸
۲۰۱۷	۳۲۵/۰	۷۹۰/۶	۶۳۳۴/۲	۵۵۰۴/۳	۱۳۸۰۳/۶	۴۷۳۳/۱



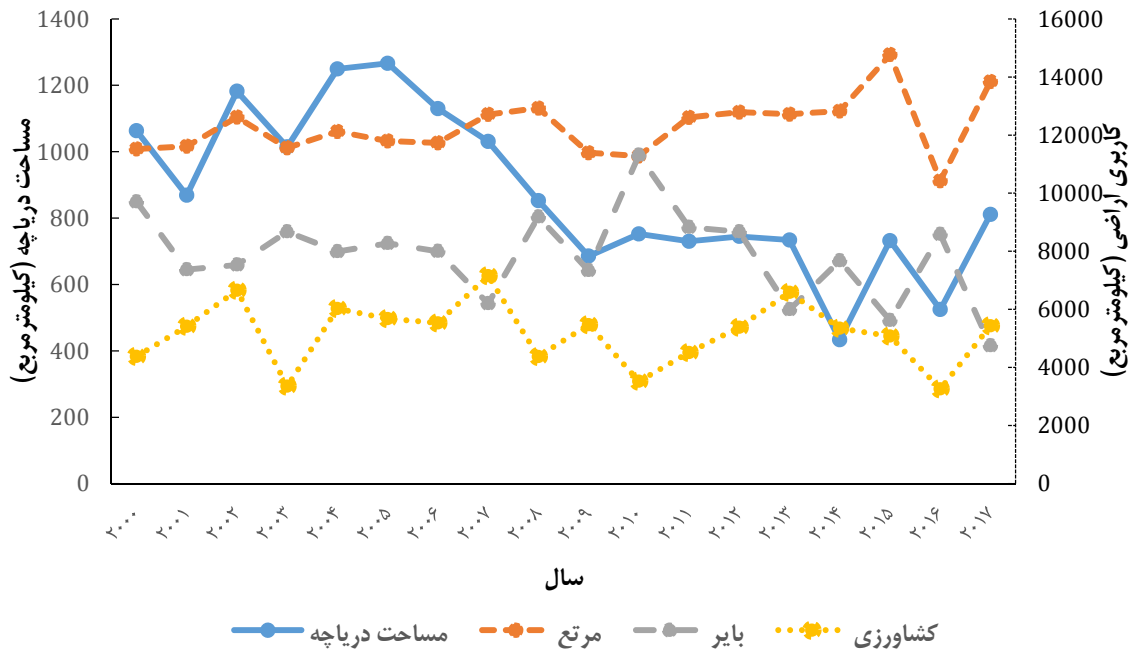


شکل ۳: کاربری اراضی حوضه تاشک-بختگان

بررسی روند تغییرات سطح تالاب و سه کاربری اصلی اراضی مرتعی، کشاورزی و بایر در محدوده مطالعاتی بیانگر این مطلب بود که بیشترین تطابق روند تغییرات مربوط به اراضی مرتعی و کشاورزی بوده است. چنان که براساس نتایج به دست آمده طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۶ و سپس از سال ۲۰۰۹ تا پایان دوره، افزایش سطح اراضی مرتعی، با افزایش سطح تالاب به طور هم‌زمان مشاهده شده است که این روند از تأثیر احتمالی سطح اراضی مرتعی بر میزان نفوذپذیری و تغذیه تالاب از بستر داشته است (شکل ۴). همچنین طی سال‌های ۲۰۰۶ تا پایان دوره، هم‌زمان با افزایش سطح اراضی کشاورزی و کاهش سطح اراضی مرتعی، بیانگر این مطلب بوده که در طی این سال‌ها، این اراضی به زراعت در اراضی مرتعی به صورت دیم تخصیص داده شده است.

در خصوص اراضی کشاورزی نیز روند تغییرات سطح این اراضی به طور هم‌زمان با سطح تالاب در بازه زمانی، نشان داد که تقریباً در تمام دوره دارای روند معکوس بوده و با افزایش سطح اراضی کشاورزی، سطح تالاب کاهش یافته است و برعکس. این موضوع حاکی از آن است که با افزایش سطح اراضی کشاورزی میزان برداشت از منابع آب سطحی و زیرزمینی و همچنین ریزش‌های جوی افزایش یافته و به دنبال آن، میزان منابع آب ورودی به تالاب کاهش و سطح آن نیز کوچک‌تر شده است.

نتایج تحقیقات مشابه در کارایی مطلوب به کارگیری تصاویر ماهواره‌ای لندست و روش به کار گرفته شده در استخراج کاربری اراضی، از جمله آرخی و ادیب‌نژاد [۳۰] و مددی و بابایی اولم [۳۱]، با نتایج تحقیق حاضر مطابقت داشته است.



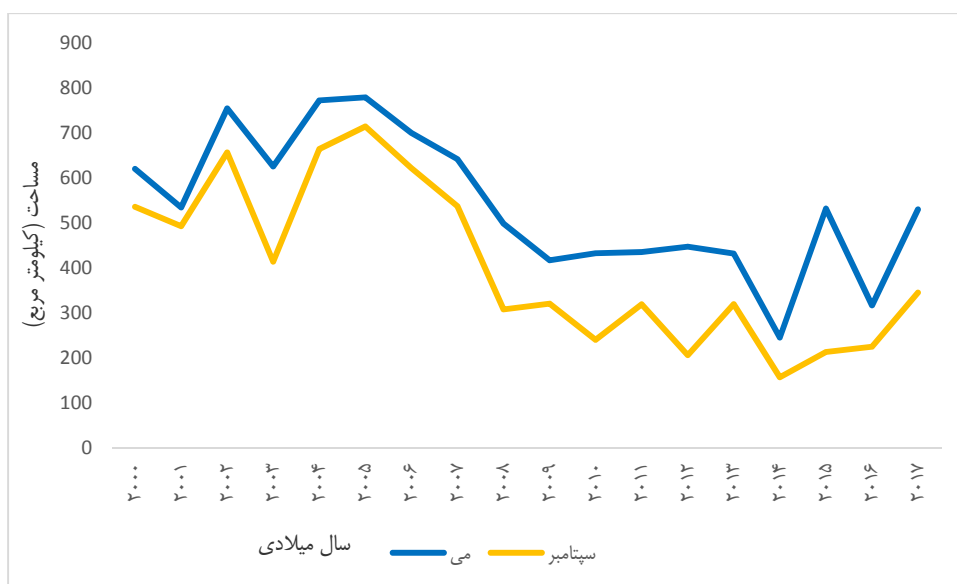
شکل ۴: بررسی روند تغییرات سطح تالاب و کاربری اراضي محدوده مطالعاتی در بازه زمانی تحقیق

۲.۳. تغییرات سطح تالاب در زمان‌های کم‌آبی و پرآبی در بازه زمانی ۲۰۱۷ تا ۲۰۰۰

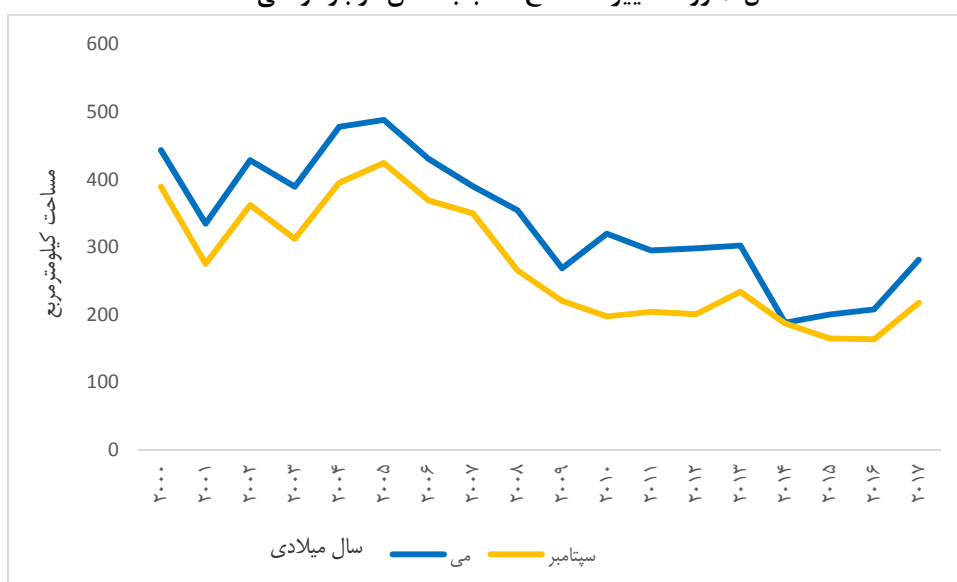
مساحت پهنه آبی تحقیق حاضر با استفاده از تصاویر ماهواره لندست در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ میلادی، در محیط نرم‌افزار ENVI 5.3 و روش ماشین بردار پشتیبان محاسبه و برآورد شده است. نتایج حاصل از این بخش در جدول ۳ و همچنین نمودار تغییرات مذکور طی سال‌های متوالی ۱۸ ساله، در شکل‌های ۵ و ۶ ارائه شده است.

جدول ۳: مساحت تالاب‌های طشک و بختگان در بازه زمانی تحقیق

سال میلادی	تالاب بختگان ماه می (کیلومتر مربع)	تالاب بختگان ماه سپتامبر (کیلومتر مربع)	تالاب طشک ماه می (کیلومتر مربع)	تالاب طشک ماه سپتامبر (کیلومتر مربع)
۲۰۰۰	۶۱۹/۷	۵۳۵/۳	۴۴۳/۲	۳۸۸/۸
۲۰۰۱	۵۳۴/۱	۴۹۲/۳	۳۳۴/۴	۲۷۵/۲
۲۰۰۲	۷۵۳/۸	۶۵۶/۱	۴۲۸/۱	۳۶۲/۱
۲۰۰۳	۶۲۵/۱	۴۱۳/۷	۳۸۹/۱	۳۱۱/۹
۲۰۰۴	۷۷۱/۵	۶۶۳/۶	۴۷۷/۸	۳۹۴/۹
۲۰۰۵	۷۷۸/۲	۷۱۳/۸	۴۸۷/۹	۴۲۴/۲
۲۰۰۶	۶۹۹/۴	۶۲۱/۵	۴۳۰/۳	۳۶۸/۷
۲۰۰۷	۶۴۱/۲	۵۳۶/۷	۳۸۹/۷	۳۴۹/۶
۲۰۰۸	۴۹۸/۳	۳۰۷/۷	۳۵۴/۲	۲۶۵/۱
۲۰۰۹	۴۱۶/۷	۳۲۰/۷	۲۶۸/۵	۲۲۰/۱
۲۰۱۰	۴۳۲/۵	۲۴۰/۴	۳۱۹/۵	۱۹۷/۲
۲۰۱۱	۴۳۵/۱	۳۱۹/۳	۲۹۴/۸	۲۰۴/۱
۲۰۱۲	۴۴۶/۸	۲۰۶/۳	۲۹۷/۷	۲۰۰/۳
۲۰۱۳	۴۳۱/۷	۳۱۹/۴	۳۰۲/۱	۲۳۳/۶
۲۰۱۴	۲۴۵/۲	۱۵۷/۴	۱۸۷/۹	۱۸۶/۸
۲۰۱۵	۵۳۱/۶	۲۱۳/۵	۲۰۰/۲	۱۶۴/۶
۲۰۱۶	۳۱۶/۷	۲۲۵/۲	۲۰۷/۶	۱۶۳/۴
۲۰۱۷	۵۲۹/۸	۳۴۵/۱	۲۸۱/۱	۲۱۷/۲

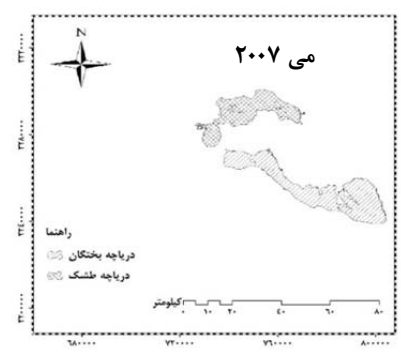
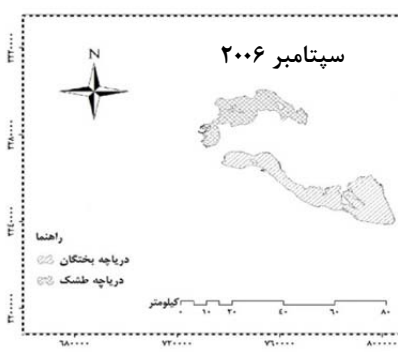
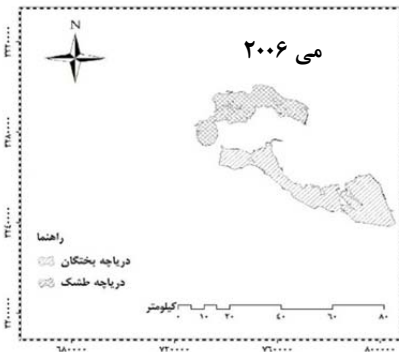
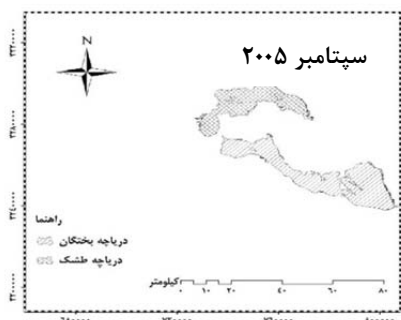
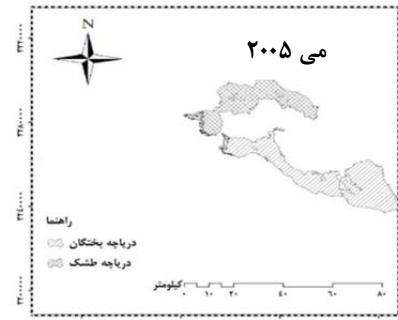
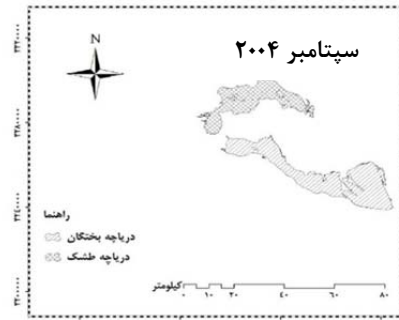
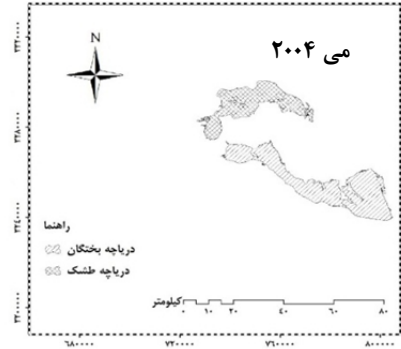
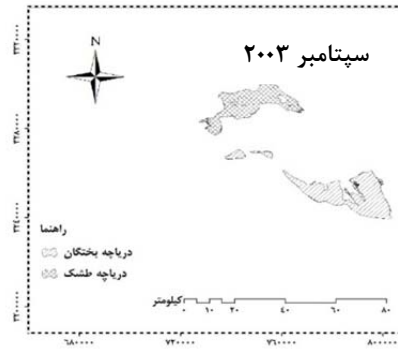
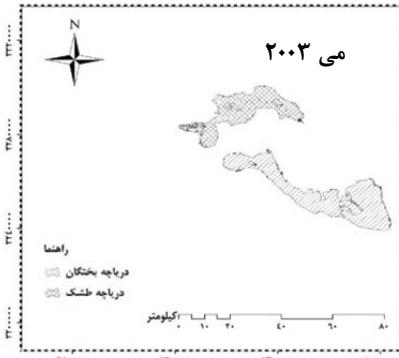
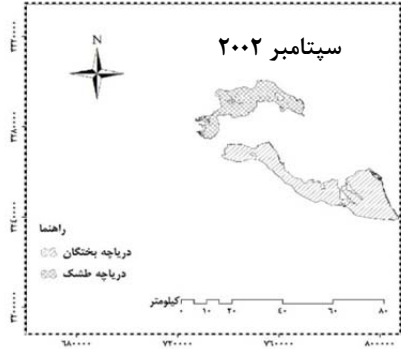
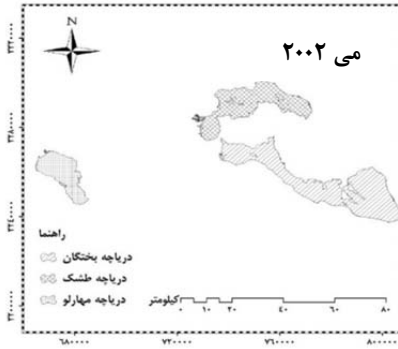
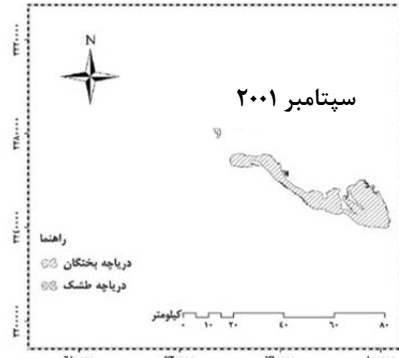
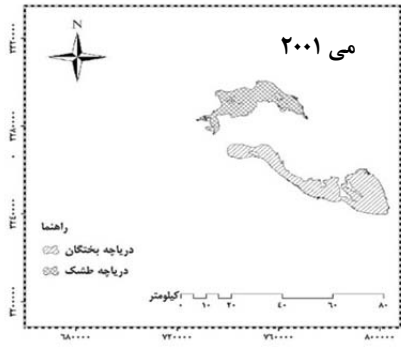
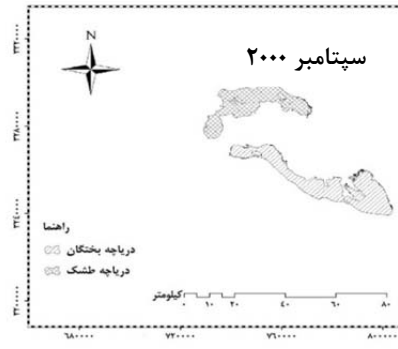
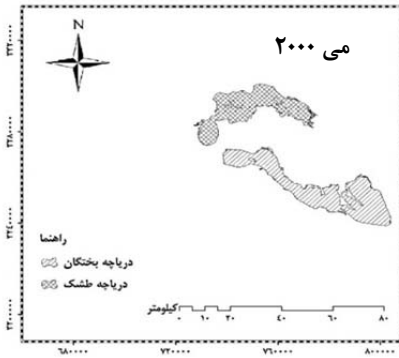


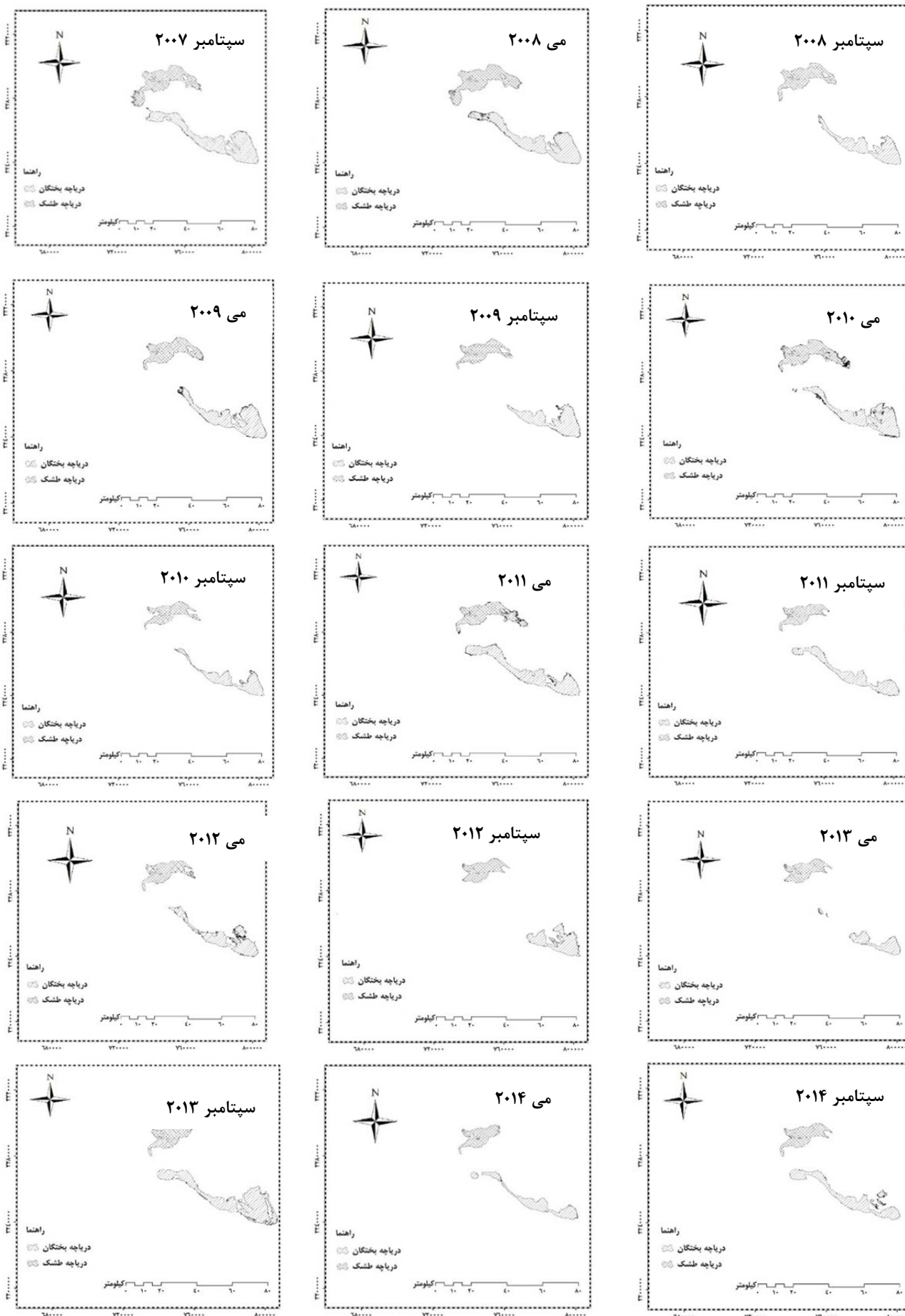
شکل ۵: روند تغییرات سطح تالاب بختگان در بازه زمانی مطالعه

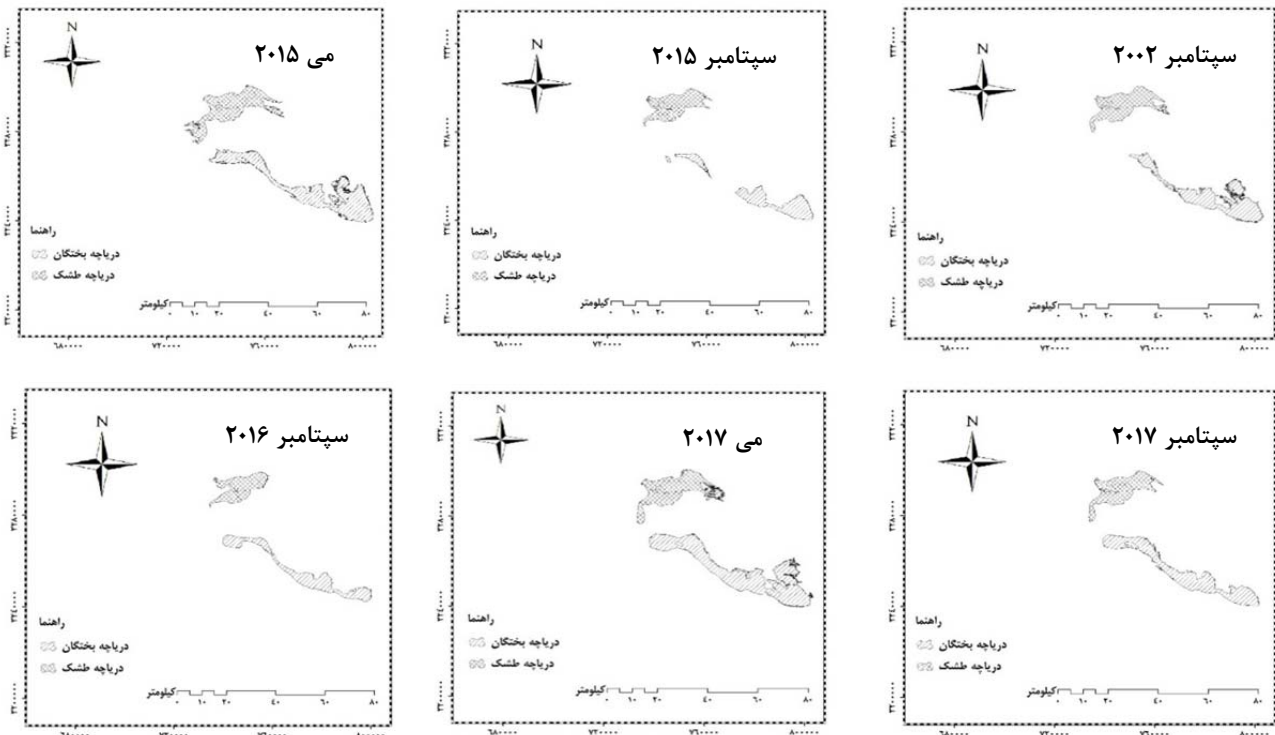


شکل ۶: روند تغییرات سطح تالاب طشک در بازه زمانی تحقیق

همان‌طور که در اشکال ۵ و ۶ مشاهده شد، بیشترین مساحت تالاب بختگان در هر دو ماه می (پرآبی) و سپتامبر (کم‌آبی)، در سال ۲۰۰۵ بوده است که معادل $778/22$ کیلومتر مربع در ماه می و $713/85$ کیلومتر مربع در ماه سپتامبر بوده که مساحت آن در ماه پرآبی بیشتر از ماه کم‌آبی بوده است. بررسی‌ها نشان داد که از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۵ تغییرات سطح دارای نوسانات زیادی بوده، اما از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۴ کاهش یافته و به $245/28$ کیلومتر مربع در ماه می و $157/43$ کیلومتر مربع در ماه سپتامبر رسیده است. در سال‌های ۲۰۱۵ و ۲۰۱۷ در ماه می نسبت به سال ۲۰۱۴ افزایش چشمگیری داشته و به‌دنبال آن در ماه سپتامبر سال ۲۰۱۷ نسبت به ۲۰۱۴، مساحت افزایش یافته است. در مجموع سطح تالاب بختگان از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ در هر دو ماه می و سپتامبر کاهش یافته و از $619/73$ کیلومتر مربع در ماه می و $535/39$ کیلومتر مربع در ماه سپتامبر به $529/82$ کیلومتر مربع در ماه می و $345/1$ کیلومتر مربع در ماه سپتامبر رسیده است (شکل ۷).





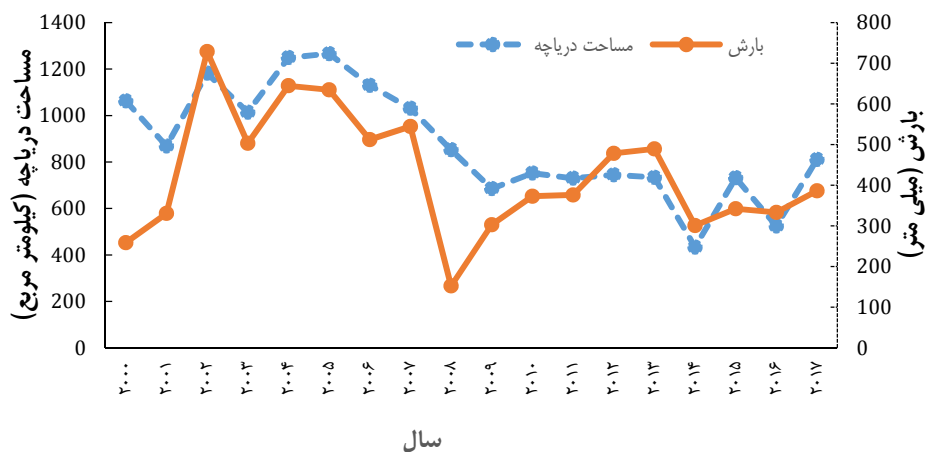


شکل ۷: استخراج تغییرات سطح دریاچه بختگان و تاشک با استفاده از تصاویر ماهواره لندست

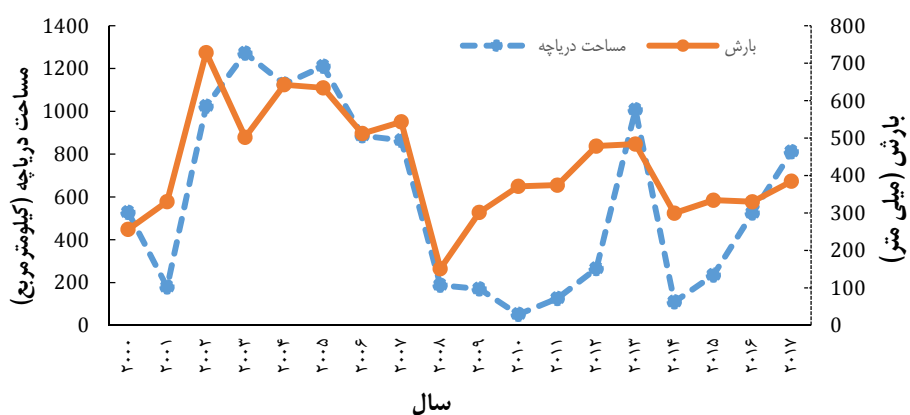
تالاب تاشک نیز از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ نوسانات زیادی داشته است. از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۴ مساحت تالاب در هر دو ماه نوسان داشته است و بیشترین مساحت در سال ۲۰۰۵ مشاهده شد که معادل $487/94$ کیلومتر مربع در ماه می و $424/22$ کیلومتر مربع در ماه سپتامبر است. از سال ۲۰۰۵ در هر دو ماه مساحت تالاب با کاهش روبه‌رو شده و به دنبال آن در سال ۲۰۱۰ مساحت تالاب افزایش یافته، ولی این افزایش به میزان سال‌های قبل نبوده است و به دنبال آن از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۷ دوباره نوسانات مشاهده شد. در مجموع مساحت تالاب تاشک از ابتدا تا انتهای بازه زمانی تحقیق در هر دو ماه می و سپتامبر، کاهش یافته و از $443/2$ کیلومتر مربع در ماه می و $388/89$ کیلومتر مربع در ماه سپتامبر، به $217/25$ کیلومتر مربع در می و $281/09$ کیلومتر مربع در سپتامبر رسیده است.

سطح تالاب طی سال‌های متوالی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ متحمل نوسانات پی‌درپی شده است که در شدیدترین وضعیت کاهش سطح در سال ۲۰۱۴، نسبت به بیشترین سطح دریاچه در سال ۲۰۰۵، بیش از $79/8$ درصد وسعت پهنه آبی تالاب بختگان کاملاً خشک شده و فقط در حدود $20/2$ درصد از مساحت آن (کیلومتر مربع)، آب وجود داشته است. این تالاب طی سال‌های گذشته متأثر از پیامدهای عوامل گوناگون طبیعی و انسانی، دچار نوسانات فراوان شده و در صورت ادامه روند کنونی، دچار کاهش چشمگیر سطح آبی خواهد شد. با توجه به اینکه بررسی متغیرهای اقلیمی از جمله بارندگی، بخشی از تحقیق حاضر بوده است، به منظور یافتن دلایل احتمالی تغییرات سطح تالاب در بازه زمانی تحقیق، به تجزیه و تحلیل هم‌زمان روند تغییرات متوسط بارش در بازه زمانی منتهی به پرآبی (ماه می یا اردیبهشت) و بازه زمانی منتهی به کم‌آبی تالاب (ماه سپتامبر یا شهریور) پرداخته شده است. مقایسه تغییرات سطح تالاب با میزان متوسط سالیانه بارندگی در بازه‌های زمانی ذکر شده در ایستگاه‌های منتخب تحقیق در شکل ۸، بیانگر این مطلب بود که در کل بازه زمانی، روند تغییرات بارندگی و سطح تالاب به‌جز سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۰۷ همسو بوده است. همچنین براساس شکل ۹، در بازه زمانی منتهی به پرآبی و کم‌آبی تالاب، این روند حاکی از عدم همسویی روند تغییرات سطح دریاچه با میزان بارش در بازه زمانی بیان شده در سال‌های ۲۰۰۱، ۲۰۰۳، ۲۰۰۵، ۲۰۰۸، ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰ و سال‌های ۲۰۰۳، ۲۰۰۷، ۲۰۰۹، ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷ به ترتیب برای بازه‌های زمانی پرآبی و کم‌آبی بوده است. بررسی این نتایج نشان داد که روند تغییرات در بازه‌های زمانی پرآبی و کم‌آبی نسبت به روند تغییرات سالیانه، دارای روند معکوس بیشتری بوده که علاوه بر دلایل اصلی و مهم کاهش و یا افزایش استفاده از منابع آب سطحی و عدم تخصیص حقابه و برعکس، یکی دیگر از دلایل احتمالی این عدم همسویی، مربوط به طول بازه زمانی (۸ ماهه منتهی به اردیبهشت و ۴ ماهه منتهی به شهریور) بوده باشد. بررسی این روند در بازه زمانی سالیانه بیانگر این مطلب بود که در بیشتر سال‌ها هم‌زمان با افزایش میزان بارش، افزایش سطح دریاچه به‌طور هم‌زمان مشاهده شده و تأثیر متغیر بارندگی به‌عنوان یکی از دلایل اصلی

این افزایش، معنی دار بوده است. حال آنکه در برخی سال‌ها مانند ۲۰۰۱ که تغییرات تالاب با تغییرات بارش همسو نبوده است، دلایل دیگری از جمله پیامدهای عوامل انسانی مانند برداشت شدید منابع آبی در بالادست و عدم تخصیص حقایق محیط زیستی، می‌توانند عوامل احتمالی این تغییرات بوده باشند. چنانچه براساس روند تغییرات ارائه شده در شکل ۱۰ مشاهده گردید که طی سال‌های ۲۰۰۶، ۲۰۰۹، ۲۰۱۰، ۲۰۱۱، ۲۰۱۵، ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷ به‌رغم افزایش بارندگی، دبی ورودی به تالاب کاهش یافته و حتی در برخی از سال‌ها صفر بوده که بیانگر عدم تخصیص حقایق دریاچه از سد ملاصدرا، در طی این سال‌ها بوده است.

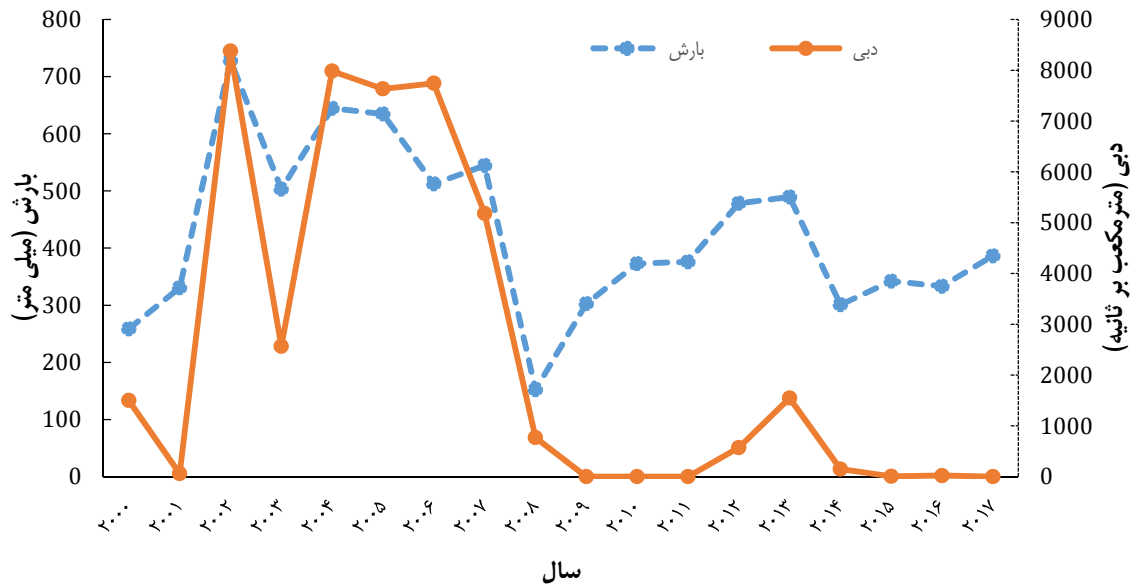


شکل ۸: بررسی روند تغییرات سالیانه سطح تالاب و متوسط بارندگی ایستگاه‌های محدوده مطالعات



شکل ۹: بررسی روند تغییرات سطح تالاب و میزان متوسط بارندگی ایستگاه‌های محدوده در بازه زمانی:

الف) منتهی به ماه می (پربابی)؛ ب) منتهی به ماه سپتامبر (کم‌آبی)



شکل ۱۰: بررسی روند تغییرات دبی و میزان متوسط بارندگی سالیانه ایستگاه‌های محدوده مطالعاتی

۳.۳. ارزیابی دقت طبقه‌بندی به روش SVM در جداسازی سطح تالاب

به منظور ارزیابی دقت روش فوق، مقادیر دقت کلی^۱ و ضریب کاپا^۲ با استفاده از نرم‌افزار Envi 5.3 تعیین گردید که نتایج حاصل در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ۴: مقادیر دقت کلی و ضریب کاپا طبقه‌بندی با استفاده از روش SVM طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷

سال	دقت کلی (درصد)	ضریب کاپا	سال	دقت کلی (درصد)	ضریب کاپا
۲۰۰۰/۰۵	۹۸/۶۶	۰/۹۷	۲۰۰۹/۰۵	۹۹/۳۷	۰/۹۸
۲۰۰۰/۰۹	۹۹/۵۳	۰/۹۸	۲۰۰۹/۰۹	۹۷/۵۹	۰/۹۳
۲۰۰۱/۰۵	۹۸/۸۲	۰/۹۷	۲۰۱۰/۰۶	۹۹/۳۶	۰/۹۸
۲۰۰۱/۰۹	۹۸/۳۹	۰/۹۵	۲۰۱۰/۰۸	۹۶/۹۵	۰/۹۲
۲۰۰۲/۰۶	۹۹/۸۳	۰/۹۹	۲۰۱۱/۰۵	۹۸/۴۴	۰/۹۶
۲۰۰۲/۰۹	۹۹/۷۱	۰/۹۹	۲۰۱۱/۰۹	۹۸/۴۳	۰/۹۶
۲۰۰۳/۰۵	۹۹/۲۹	۰/۹۸	۲۰۱۲/۰۵	۹۹/۰۱	۰/۹۷
۲۰۰۳/۰۸	۹۹/۱۶	۰/۹۷	۲۰۱۲/۰۹	۹۷/۰۶	۰/۹۴
۲۰۰۴/۰۵	۹۹/۸۳	۰/۹۹	۲۰۱۳/۰۵	۹۹/۴۰	۰/۹۸
۲۰۰۴/۱۰	۱۰۰	۱/۰۰	۲۰۱۳/۰۹	۹۸/۶۹	۰/۹۶
۲۰۰۵/۰۵	۹۹/۹۲	۰/۹۹	۲۰۱۴/۰۶	۱۰۰	۱/۰۰
۲۰۰۵/۰۹	۹۸/۹۸	۰/۹۷	۲۰۱۴/۰۹	۹۸/۷۲	۰/۹۶
۲۰۰۶/۰۵	۹۹/۵۸	۰/۹۹	۲۰۱۵/۰۵	۹۷/۵۹	۰/۹۴
۲۰۰۶/۰۹	۱۰۰	۱/۰۰	۲۰۱۵/۰۹	۹۸/۷۸	۰/۹۷
۲۰۰۷/۰۵	۹۹/۷۱	۰/۹۹	۲۰۱۶/۰۵	۹۸/۳۲	۰/۹۷
۲۰۰۷/۰۹	۹۹/۰۳	۰/۹۷	۲۰۱۶/۰۹	۹۸/۴۵	۰/۹۶
۲۰۰۸/۰۵	۹۸/۳۶	۰/۹۶	۲۰۱۷/۰۵	۹۹/۲۱	۰/۹۸
۲۰۰۸/۰۹	۹۸/۵۱	۰/۹۵	۲۰۱۷/۰۹	۹۷/۶۳	۰/۹۵

1. Overall Accuracy
2. Kappa Coefficient

۴.۳. تجزیه و تحلیل آثار متغیرهای هیدروکلیماتولوژی و کاربری اراضی بر تغییرات سطح تالاب

- ماه می (پرآبی)

براساس نتایج ارائه شده در جدول ۵ می توان بیان نمود که تأثیر متغیر اقلیمی باران در سطح ۰/۰۰۰۱ معنی دار بوده است. براساس نتایج حاصل، به ازای هر واحد افزایش بارندگی باران (میلی متر)، ۲/۲۱ واحد (کیلومتر مربع) سطح دریاچه افزایش داشته است. اثر سایر متغیرهای اقلیمی و کاربری های مرتعی، بایر، کشاورزی و نیز دبی رودخانه، معنی دار نبوده است.

جدول ۵: تجزیه و تحلیل تأثیر متغیرهای هیدروکلیماتولوژی و کاربری اراضی بر سطح تالاب بختگان ماه می

متغیر	ضریب رگرسیون	خطای استاندارد	سطح معنی داری
باران	۲/۲۱	۰/۴۶	***
تبخیر	۰/۰۲	۲/۱۷	NS
دما	۲۴	۱۲/۴۰	NS
دبی	۰/۰۶	۰/۰۵	NS
مرتع	-۰/۰۶	۰/۱۳	NS
اراضی بایر	-۰/۰۷	۰/۱۰	NS
اراضی کشاورزی	-۰/۰۰۳	۰/۱۸	NS

- ماه سپتامبر (کم آبی)

نتایج نشان داد که تأثیر متغیر اقلیمی تبخیر در سطح ۰/۰۰۱ معنی دار بوده است (جدول ۶). براساس نتایج حاصل، به ازای هر واحد افزایش تبخیر (میلی متر)، ۴/۰۶ واحد (کیلومتر مربع) سطح تالاب کاهش داشته است. سایر متغیرها نیز تأثیر معنی داری بر تغییرات سطح تالاب نشان ندادند.

جدول ۶: تجزیه و تحلیل تأثیر متغیرهای هیدروکلیماتولوژی و کاربری اراضی بر سطح تالاب بختگان ماه سپتامبر

متغیر	ضریب رگرسیون	خطای استاندارد	سطح معنی داری
باران	۶/۰۳	۳۴/۸۹	NS*
تبخیر	-۴/۰۶	۱/۲۴	۰/۰۱**
دما	-۵۱/۶۰	۱/۰۲	NS*
دبی	۰/۰۶	۰/۳۰	NS*
مرتع	-۰/۱۶	۰/۱۱	NS*
اراضی بایر	-۰/۰۳	۰/۰۶	NS*
اراضی کشاورزی	-۰/۱۱	۰/۰۹	NS*

- مجموع داده ها (کم آبی و پر آبی)

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل مجموع داده های مربوط به کلیه ماه های کم آبی و پر آبی کل دوره تحقیق، بیانگر معنی دار بودن متغیر دبی در سطح ۰/۰۰۰۱ معنی دار بوده است (جدول ۷). براساس نتایج حاصل، به ازای هر واحد افزایش دبی رودخانه (مترمکعب بر ثانیه)، ۰/۰۸ واحد (کیلومتر مربع) سطح تالاب افزایش داشته است. اثر سایر متغیرهای اقلیمی و کاربری اراضی نیز معنی دار نبوده است.

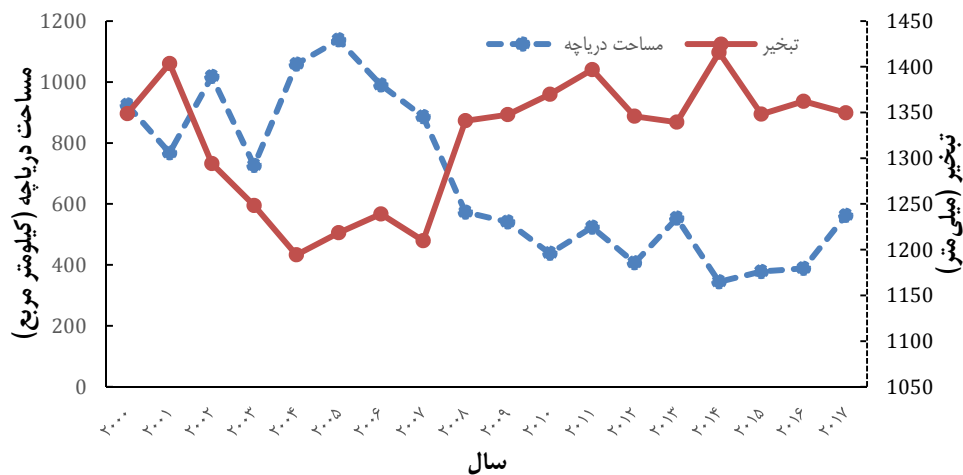
جدول ۷: تجزیه و تحلیل تأثیر متغیرهای هیدروکلیماتولوژی و کاربری اراضی بر سطح تالاب بختگان

متغیر	ضریب رگرسیون	خطای استاندارد	سطح معنی داری
باران	۰/۷۴	۰/۸۷	NS
تبخیر	-۱/۲۳	۰/۹۲	NS
دما	۶۷/۷۹	۶۰/۰۰	NS
دبی	۰/۰۸	۰/۰۲	***
مرتع	-۰/۰۱	۰/۰۷	NS
اراضی بایر	-۰/۰۳	۰/۰۵	NS
اراضی کشاورزی	-۰/۰۲	۰/۰۸	NS

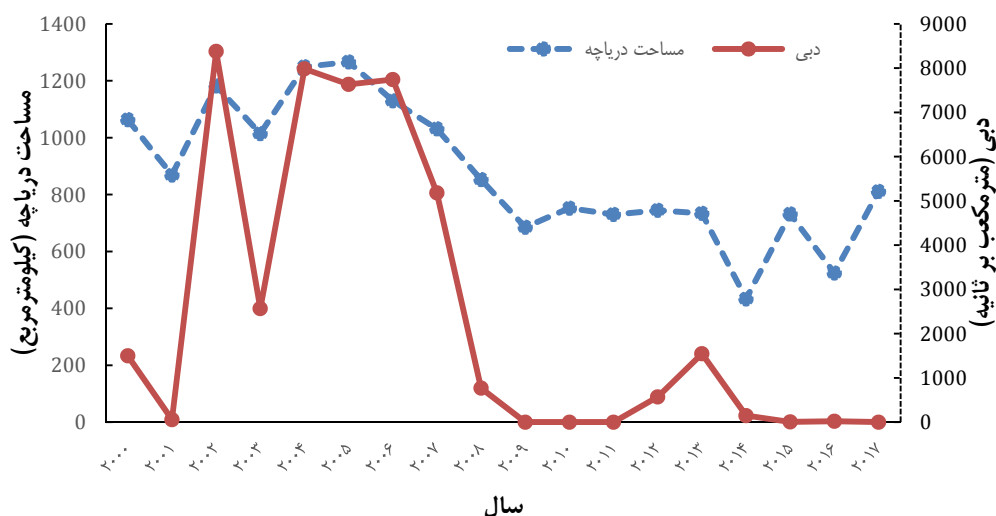
پایش تأثیر تغییرات متغیرهای هیدروکلیماتولوژی و کاربری اراضي بر سطح تالاب

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل آماری در سه گروه ماه می (پربابی)، ماه سپتامبر (کم‌آبی) و مجموع آمار سالیانه آمار و اطلاعات، بیانگر این مطلب بود که تغییرات سطح تالاب ناشی و پیامد متغیرهای اقلیمی باران و تبخیر به ترتیب برای ماه‌های پربابی و کم‌آبی، و متغیر دبی برای مجموع داده‌های سالیانه بوده است. بررسی روند تغییرات متغیرهای اشاره‌شده حکایت از تأثیر و معنی‌دار بودن این سه متغیر نسبت به تغییرات سایر متغیرها از جمله دما و انواع کاربری اراضي داشته است. همچنان‌که روند تغییرات بارش در ماه‌های می در طی بازه تحقیق نشان داد که با توجه به اقلیم حاکم بر محدوده مطالعاتی، حداکثر ریزش‌های جوی سالیانه در بازه زمانی منتهی به اردیبهشت‌ماه (ماه می) رخ داده و نسبت با سایر متغیرها بیشترین تأثیر را در تغییرات این بازه زمانی داشته است. در ادامه نیز با کاهش روند ریزش‌های جوی، افزایش دما و به تبع آن، افزایش تبخیر در ماه‌های گرم سال و منتهی به پایان فصل تابستان و ماه کم‌آبی دریاچه (ماه سپتامبر)، متغیر تبخیر بیشترین تأثیر را بر روند تغییرات سطح دریاچه در ماه‌های سپتامبر بازه زمانی تحقیق داشته است (شکل ۱۱).

همان‌طور که بیان شد، نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل سالیانه متغیرهای مؤثر بر تغییرات سطح تالاب، بیانگر معنی‌داری متغیر دبی بود که تأثیر این متغیر پیامد ناشی از مدیریت رهاسازی آب از سدهای ایجادشده در مسیر رودخانه اصلی بوده است؛ چنان‌که در برخی سال‌ها این مقدار صفر بوده و هیچ حبابه‌ای برای دریاچه لحاظ نشده است؛ لذا نقش و تأثیر منفی متغیر دبی در قیاس با سایر متغیرها، معنی‌دار و کلیدی بوده است (شکل ۱۲).



شکل ۱۱: بررسی روند تغییرات سطح تالاب و میزان متوسط تبخیر از سطح آزاد در ایستگاه‌های محدوده در زمان منتهی به ماه سپتامبر (کم‌آبی)



شکل ۱۲: بررسی روند تغییرات سالیانه سطح تالاب با میزان متوسط دبی در ایستگاه هیدرومتری حسن‌آباد خرامه

نتایج مطالعات [۳۲]، [۳۳] و [۳۴] نیز همگی بر تأثیرگذار بودن متغیرهای گوناگون اقلیمی از جمله بارش، تبخیر و دما داشته است. همچنین نتایج تحقیق حاضر دلالت بر مطلوبیت کارایی به کارگیری تصاویر ماهواره‌ای لندست در پایش و ارزیابی اکوسیستم‌های آبی و کاربری اراضی داشته و با نتایج تحقیقات مشابه از جمله یوسفی و همکاران [۳۵] و فیض‌الله‌پور [۳۶] مبنی بر استفاده از تصاویر ماهواره لندست به منظور استخراج پهنه آبی با استفاده از طبقه‌بندی روش حداکثر احتمال و ماشین بردار پشتیبان، مطابقت داشته است.

۴. نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به دست آمده سطح تالاب بختگان نیز مانند سایر تالاب‌ها و پیکره‌های آبی فلات مرکزی ایران و نیز سایر مناطق خشک و نیمه‌خشک خشکی‌های زمین، طی سال‌های مختلف دچار نوسانات دوره‌ای مشخص بوده است که در سال‌های منتهی به اواخر دوره مطالعاتی و حال حاضر به دلایل گوناگون با کاهش شدید مواجه شده است. اگرچه نتایج حاصل، حاکی از تأثیر متغیرهای اقلیمی بارش و تبخیر بر نوسانات سطح تالاب در فصول پرآبی و کم‌آبی است، سایر متغیرها و عوامل نیز در این تغییرات نقش مؤثر احتمالی داشته‌اند. در همین راستا عواملی از قبیل بهره‌برداری غیراصولی از منابع آب‌های سطحی، از طریق احداث سدهای مخزنی نظیر درودزن، ملاصدرا و سیوند، بندها، شبکه‌های آبیاری و زهکشی بر روی رودخانه‌های کر و سیوند که به تالاب بختگان جاری می‌شوند، در جهت مصارف صنعتی، شرب و به خصوص کشاورزی، به دلیل تمرکز تصمیم‌گیرندگان تنها بر ابعاد اقتصادی، یعنی توجه به نیاز منطقه به منابع آبی، بدون در نظر گرفتن عواقب ژئومورفیک و محیط‌زیستی، از جمله عوامل انسانی مؤثر بر تالاب محسوب می‌شوند. در نهایت با کاهش سطح و به دنبال آن تشدید پسروری تالاب، پیشروی شوره‌زارهای پیرامون آن شدت یافته که به دنبال آن موجب تبدیل اکوسیستم آبی به سطوح نمکی در اطراف تالاب بختگان شده است. گذشته از این، با وزش باد بر اراضی پیرامون تالاب بختگان، نمک‌ها به روی اراضی کشاورزی اطراف تالاب حمل و د نتیجه موجب آسیب به این اراضی خواهد شد. از این رو در صورت عدم مدیریت جامع بموقع تالاب بختگان، انتظار از زوال کامل اکوسیستم منطقه، دور از انتظار نیست.

سپاسگزاری

تحقیق حاضر با حمایت مالی صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور (با شماره ۹۶۰۰۸۵۵۴) انجام شده است؛ بدین وسیله از حمایت صورت گرفته تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

- [1] Saatsaz M. A historical investigation on water resources management in Iran. *Environment, Development and Sustainability*. 2020 Mar; 22(3): 1749-85. <https://doi.org/10.1007/s10668-018-00307-y>
- [2] Bataille CY, Malinen SK, Yletyinen J, Scott N, Lyver PO. Relational values provide common ground and expose multi-level constraints to cross-cultural wetland management. *People and Nature*. 2021 Aug; 3(4): 941-60. <https://doi.org/10.1002/pan3.10244>
- [3] Refsgaard JC, Stisen S, Koch J. Hydrological process knowledge in catchment modelling—Lessons and perspectives from 60 years development. *Hydrological Processes*. 2022 Jan; 36(1): e14463. <https://doi.org/10.1002/hyp.14463>
- [4] Rasouli AA, Abbasian S, Jahanbakhsh S. Monitoring of Urmia Lake water surface fluctuations by processing of multi-sensors and multi-temporal imageries. *The Journal of Spatial Planning*. 2008 Jun 10; 12(2): 53-71. [Persian]
- [5] Radman A, Akhoondzadeh M. Monitoring and modeling of Urmia Lake area variations using Artificial Neural Network. *Journal of Environmental Studies*. 2020 Aug 23; 46(2): 295-317. [Persian]
- [6] Jones DA, Hansen AJ, Bly K, Doherty K, Verschuy JP, Paugh JI, et al. Monitoring land use and cover around parks: A conceptual approach. *Remote sensing of environment*. 2009 Jul 15; 113(7): 1346-56. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2008.08.018>
- [7] Wang Y, Mitchell BR, Nugranad-Marzilli J, Bonyng G, Zhou Y, Shriver G. Remote sensing of land-cover change and landscape context of the National Parks: A case study of the Northeast Temperate Network. *Remote sensing of environment*. 2009 Jul 15; 113(7): 1453-61. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2008.09.017>
- [8] Coulibaly L, Goïta K. Evaluation of the potential of various spectral indices and textural features derived from satellite images for surficial deposits mapping. *International Journal of Remote Sensing*. 2006 Oct 1; 27(20): 4567-84. <https://doi.org/10.1080/01431160600857394>

- [9] Roberts DA, Keller M, Soares JV. Studies of land-cover, land-use, and biophysical properties of vegetation in the Large-Scale Biosphere Atmosphere experiment in Amazônia. *Remote Sensing of Environment*. 2003 Nov 15; 87(4): 377-88. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2003.08.012>
- [10] Araghinejad S, Karamouz M. Long-lead streamflow forecasting using artificial neural networks and fuzzy inference system. *Iran-Water Resources Research*. 2005 Jun 22; 1(2): 29-41. [Persian]
- [11] Rasouli AA, Abbasian S, Jahanbakhsh S. Monitoring of Urmia Lake water surface fluctuations by processing of multi-sensors and multi-temporal imageries. *The Journal of Spatial Planning*. 2008 Jun 10; 12(2): 53-71. [Persian]
- [12] Zomorrodian, M. J., Khakpour, M., Velayati, S. Analysis of hydro-geomorphic landforms of Lake Maharlu basin, based on interactive relation of morphotectonic, morphoclimatic and hydro-morphic processes. *Journal of Geography and Regional Development*, 2013 July; 10(2). doi: 10.22067/geography.v0i0.23234 [Persian].
- [13] HashemiTangestani M, Beyranvand S, Tayyebi MH. Change Detection of Bakhtegan Lake, Fars Province, During 1956-2007. *Journal of environmental studies*. 2013 Sep 23; 39(3): 189-99. doi: 10.22059/jes.2013.35902 [Persian].
- [14] Delavar M, Babaee O, Fattahi I. Evaluation of climate change impacts on Urmia Lake water level fluctuations. *Journal of Climate Research*. 2014 Sep 23; 1393(19): 53-65. [Persian]
- [15] Dastranj H, Tavakoli F, Soltanpour A. Investigating the water level and volume variations of Lake Urmia using satellite images and satellite altimetry. *Scientific-Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR)*. 2018 Nov 22; 27(107): 149-63. doi: 10.22131/sepehr.2018.33569 [Persian]
- [16] Khedmatzadeh A, Najafzadeh A, Azimi F. Monitoring Urmia Lake Water Level Changes Using Satellite Images. *Journal of Science and Engineering*, 2020; 5(1): 43-50. [Persian]
- [17] Tukieh, A., Elmizadeh, H. Monitoring changes in water level and land use of Zarivar Lake Using remote sensing and SVM Technique. *Journal of Marine Science and Technology*, 2022 December 10. doi: 10.22113/jmst.2022.334879.2474 [Persian]
- [18] Hui F, Xu B, Huang H, Yu Q, Gong P. Modelling spatial-temporal change of Poyang Lake using multitemporal Landsat imagery. *International Journal of Remote Sensing*. 2008 Oct 20; 29(20): 5767-84. <https://doi.org/10.1080/01431160802060912>
- [19] Kurt S, Karaburun A, Demirci A. Coastline changes in Istanbul between 1987 and 2007. *Scientific Research and Essays*. 2010 Oct 4; 5(19): 3009-3017. <https://doi.org/10.5897/SRE.9000274>
- [20] Duan Z, Bastiaanssen WG. Estimating water volume variations in lakes and reservoirs from four operational satellite altimetry databases and satellite imagery data. *Remote Sensing of Environment*. 2013 Jul 1; 134: 403-16. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.03.010>
- [21] Tourian MJ, Elmi O, Chen Q, Devaraju B, Roohi S, Sneeuw N. A spaceborne multisensor approach to monitor the desiccation of Lake Urmia in Iran. *Remote Sensing of Environment*. 2015 Jan 1; 156: 349-60. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2014.10.006>
- [22] Tomar S, Saha A, Kumari M, Somvanshi S. Land Use and Land Cover change monitoring of sujapur wetland, Uttar Pradesh: using GIS and Remote sensing techniques. In 17th Esri India User Conference 2017 (pp19-20).
- [23] Shan Q, Xie L, Liang X. Long-Term Water Level Prediction of Hongze Lake Based on ICEEMDAN-AdaBoost-GRU-LSTM. In 2023 6th International Conference on Information Communication and Signal Processing (ICICSP) 2023 Sep 23 (pp. 884-891). IEEE.
- [24] Mozafari G, Narangifard, M. The Study of rainfall impact on Maharloo Lake water surface change using remote sensing data. *Journal of Wetland Eco biology*. 2014; 6(1): 73-82. [Persian]
- [25] Aaji S, Didari S. Satellite-Based Analysis of Maharloo Lake's Surface Area Trends and Influencing Factors. *Watershed Management Research Journal*. 2023 Dec 21. doi: 10.22092/wmrj.2023.363213.1549 [Persian]
- [26] Salas JD, Shin HS. Uncertainty analysis of reservoir sedimentation. *Journal of Hydraulic Engineering*. 1999 Apr; 125(4): 339-50. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9429\(1999\)125:4\(339\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9429(1999)125:4(339))
- [27] Urabe A, Tateishi M, Inouchi Y, Matsuoka H, Inoue T, Dmytriev A, Khlystov OM. Lake-level changes during the past 100,000 years at Lake Baikal, southern Siberia. *Quaternary Research*. 2004 Sep; 62(2): 214-22. <https://doi.org/10.1016/j.yqres.2004.06.002>
- [28] Papastergiadou ES, Retalis A, Apostolakis A, Georgiadis T. Environmental monitoring of spatio-temporal changes using remote sensing and GIS in a Mediterranean wetland of Northern Greece. *Water Resources Management*. 2008 May; 22: 579-94.
- [29] Atashi H., Zamiri M.J. An Introduction to biostatistics in R Environment. *Shiraz University Press*, 2016; 416 P. [In Persian]
- [30] Arokhi S., Adibnejad M. Efficiency assessment of the of Support Vector Machines for land use classification using Landsat ETM + data (Case study: Ilam Dam Catchment). *Iranian journal of Range and Desert Research*, 2011; 18(3): 420-440. [In Persian]
- [31] Madadi A., Babaie Olam T. Comparison of various methods for land use classification. *Geography and Human Relationship*, 2024; 6(4): 382-409. [Persian]
- [32] Mahsafar H., Maknoon R., Saghafian B. The Impact of Climate Change on Urmia Lake Water Level. *Iran-Water Resources Research*, 2010; 7(1): 47-58. [Persian]

- [33] Azizi G, Nazif S, Abbasi F. An Assessment of the Influence of Climate Change on Urmia Lake's Water Level Reduction. *Interdisciplinary Studies in the Humanities*. 2017 Sep 23; 9(4): 1-21. [Persian]
- [34] Samiei M, Ghazavi R, Pakparvar M, Vali AA. The effect of climate change on Maharlo lake level change using satellite image processing. *Journal of RS and GIS for Natural Resources*. 2017 May 31; 8(1): 1-8. [Persian]
- [35] Yousefi H, TorabiPoudeh H, Haghizadeh A, Samadi A, Arshya A, Yarahmadi Y. Monitoring the changes of Lake Zaribar in Kurdistan using normalized difference spectral indices and Landsat satellite images in Google Earth Engine. *Hydrogeology*. 2021 March 6(2): 30-41. [Persian]
- [36] Feyzolahpour M. Detecting the changes in the Miqan lagoon zone by using NDWI, MNDWI, AWEI and supervised SVM models in the period of 1994 to 2022. *Journal of Arid Regions Geographics Studies*. 2024 Feb; 14(54): 104-119. [Persian]