Integrated Watershed Management, Winter, 2025, 4(4), 81-93 **Article Type: Research**

doi: 10.22034/iwm.2024.2026209.1146 **Online ISSN: 2783-4581**

Investigating the trend and explaining the key drivers of desertification and land degradation in Salehiyeh wetland and Qazvin salt plain

Hadi Eskandari Damaneh[1], Yaser Ghasemi Aryan[1]*

1- Desert Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

* **Corresponding author**: ghasemiaryan@rifr-ac.ir

(Received: 14 April 2024 Revised: 21 May 2024 Accepted: 10 Julay 2024)

Extended Abstract

Introduction: Today, due to human activities, climate change, and other factors, wetlands within the country are rapidly diminishing. Wetlands are critical ecosystems that support a vast array of biodiversity and provide valuable goods and services. They offer numerous economic and environmental advantages, such as carbon sequestration, groundwater replenishment, flood mitigation, and resources for food and fodder. Globally, wetlands are subjected to intense degradation pressures, primarily due to human-induced changes. These include expanding agriculture, urban development, inter-basin water transfers, and destroying natural habitats. Additionally, alterations in wetland catchment areas, resulting from land use changes that affect various surface processes, typically modify the condition of wetlands. Consequently, this study aims to examine the transformation of the Salehiyeh wetland from 1987 to 2023 using Landsat satellite imagery and to explore the factors contributing to the area's degradation and desertification through documentary and field surveys.

Materials and methods: Landsat 5 and 8 satellite images were utilized to study the changes in water bodies and saltlands in the Qazvin-Alborz region from 1988 to 2023. Following radiometric and atmospheric corrections, maps depicting the region's water bodies and vegetation cover were generated using ArcGIS Pro 2.8 and ArcGIS 10.8, respectively. These maps were derived using the Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI) and the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) for the years of study. Documentary research and survey methods also identified the primary factors influencing these changes.

Results and Discussion: The results indicated that the water abstraction area in the study area was approximately 8922.36,2844.02 and 1135.28 hectares in 1988, 1998, and 2009, respectively. This area decreased to 921.01, 409.38, and 167.54 hectares in 2019, 2022, and 2023, respectively. Correspondingly, the changes in the area's vegetation were consistent with the changes in its water. Before the construction of the drainage system, in 1988, 1998, and 2009, vegetation covered approximately 7196.56, 4293.62, and 2576.50 hectares, respectively. In the years following the construction of the drainage system, namely 2019, 2022, and 2023, the vegetation spanned 3337.12, 514.64, and 473.61 hectares, respectively. Investigations revealed that disruptions in the wetland's hydrological cycle due to the construction of dams on the main rivers, the development of drainage systems, communication lines, infrastructure, and the pressure of livestock grazing are the most significant factors affecting the current condition of the wetland**.** The results related to explaining the key drivers of desertification and land degradation in the Salehiyeh wetland and the saltland of the central Qazvin plain have shown the serious impact of human activities on the current state of the wetland. In the meantime, the loss of wetland rights due to the construction of Kinehwors Dam on the Abharroud River, the construction of a diversion dam on the Kordan River to Hashtgerd Plain recharge, and the construction of a diversion dam on the Ziyaran River played an important role in disrupting the hydrological cycle of the wetland. The implementation of construction projects in the wetland, including the construction of a drainage system, the construction of the Abyek-Charamshahr freeway, the establishment of Azadi Airport, and the development of agricultural lands, has contributed to the cause of a serious threat to the safety of the wetland's wildlife, its destruction, and its ecological and geographical isolation. Also, constructing the access road and overpasses to transfer water on the side and the drainage canal has provided more access to the herdsmen and hunters. It has increased the population of excess grazing animals in that area, especially camels.

Conclusion: Generally, the desertification and land degradation observed in the Salehiyeh wetland and the salt lands of the central Qazvin plain can be attributed to a neglect of sustainable land management principles. Additionally, climatic anomalies have exacerbated the destructive effects over the past two decades. Any measures aimed at correcting and enhancing the ecological condition of the wetland should prioritize controlling the primary sources of dust production. These measures should involve mitigating the impact of human activities as much as possible, regulating livestock grazing, restoring vegetation, and emphasizing organizational unity and the involvement of local communities.

Keywords: Vegetation cover, Water bodies, Dust hot point, Sustainable land management

Citation: Eskandari Damaneh, H. & Ghasemi Aryan, Y. (2025). Investigating the trend and explaining the key drivers of desertification and land degradation in Salehiyeh wetland and Qazvin salt plain. *Integrated Watershed Management*, 4(4), 81-93. doi: 10.22034/iwm.2024.2026209.1146

Copyrights:
Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Integrated Watershed Management. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/ by/4.0).

مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز، سال چهارم، شماره چهارم، صفحات (۹۳-۸۱) نوع مقاله: پژوهشی

شاپا الکترونیکی: ۴۵۸۱-۲۷۸۳ doi: 10.22034/iwm.2024.2026209.1146

بررسی روند و تبیین پیشران‌های کلیدی بیابان‌زایی و تخریب سرزمین در تالاب صالحیه و شوره‌زار دشت مرکزی قزوین

هادی اسکندری‌دامنه[1]، یاسر قاسمی آریان[1*]

۱- بخش تحقیقات بیابان، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: ghasemiaryan@rifr-ac.ir

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۲۶ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۳/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۲۰)

چکیده مبسوط

مقدمه: تالاب‌ها ازجمله اکوسیستم‌هایی هستند که از طیف وسیعی از تنوع زیستی پشتیبانی نموده و کالا و خدمات با اهمیت زیست‌محیطی را ارائه می‌نمایند. به‌طوری‌که مزایای اقتصادی و زیست‌محیطی زیادی مانند ترسیب کربن، تغذیه آب زیرزمینی، کنترل سیلاب، تولید غذا، فراهم کردن علوفه و غیره را به همراه دارند. در سراسر جهان، تالاب‌ها با فشار تخریب شدیدی مواجه هستند که عمدتاً تغییرات حاصل، ناشی از فعالیت‌های انسانی است. از جمله این فعالیت‌ها می‌توان توسعه اراضی کشاورزی، شهرسازی، تغییرات کاربری زمین، انتقال آب بین حوضه‌ای و تخریب زیستگاه‌های طبیعی را نام برد. از این رو مطالعه حاضر باهدف بررسی روند تغییرات تالاب صالحیه در بازه زمانی ۱۴۰۲-۱۳۶۶ با استفاده از تصاویر ماهواره لندست و همچنین بررسی عوامل مؤثر بر تخریب و بیابان‌زایی منطقه با استفاده از روش بررسی اسنادی و پیمایش صحرایی صورت گرفت.

مواد و روش‌ها: جهت بررسی روند تغییرات بستر آبی و شوره‌زار قزوین-البرز در دوره زمانی سال ۱۴۰۲- ۱۳۶۶ از تصاویر ماهواره لندست ۵ و ۸ استفاده شد. پس از اعمال تصحیحات رادیومتریک و اتمسفری، نقشه بستر آبی و پوشش گیاهی منطقه در محیط نرم‌افزارهای ArcGIS Pro 2.8 و Arc 10.8 GIS به‌ترتیب با استفاده از شاخص اصلاح شده آب تفاضلی نرمال شده (MNDWI) و شاخص نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI) برای سال‌های مورد مطالعه استخراج گردید. همچنین تبیین پیشران‌های اصلی با روش اسنادی و پیمایشی انجام گرفت.

نتایج و بحث: نتایج نشان داد بستر آبی تالاب در سال‌های ۱۳۶۶، ۱۳۷۷ و ۱۳۸۷ به‌ترتیب ۸۹۲۲/۳۶، ۲۸۴۴/۰۲ و ۱۱۳۵/۲۸ هکتار بوده است، که این مساحت در سال‌های بعد از احداث زهکش یعنی سال‌های ۱۳۹۷، ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ به ترتیب به ۹۲۱/۰۱، ۴۰۹/۳۸ و ۱۶۷/۵۴ هکتار کاهش یافته است. نتایج مربوط به تغییرات پوشش گیاهی سطح منطقه نیز منطبق بر تغییرات آبی آن است، به طوریکه پوشش گیاهی در سال‌های قبل از احداث زهکش یعنی سال ۱۳۶۶، ۱۳۷۷ و ۱۳۸۷ به‌ترتیب حدود ۷۱۹۶/۵۶، ۴۲۹۳/۶۲ و ۳۵۷۶/۵۰ هکتار از منطقه را در برگرفته و در سال‌های بعد از احداث آن یعنی سال‌های ۱۳۹۷، ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ به‌ترتیب ۳۳۳۷/۱۲، ۵۱۴/۶۴ و ۴۷۳/۶۱ هکتار کاهش یافته است. نتایج مربوط به تبیین پیشران‌های کلیدی بیابان‌زایی و تخریب سرزمین در تالاب صالحیه و شوره‌زار دشت مرکزی قزوین، گویای تأثیر جدی فعالیت‌های انسانی بر وضع موجود تالاب است. در این میان ضایع شدن حقابه تالاب در اثر احداث سد کینه‌ورس روی رودخانه ابهررود، احداث بند انحرافی روی رودخانه کردان جهت تغذیه مصنوعی دشت هشتگرد و احداث سد انحرافی روی رودخانه زیاران نقش مهمی در اختلال چرخه هیدرولوژیکی تالاب داشته است. همچنین اجرای پروژه‌های عمرانی در تالاب ازجمله احداث زهکش، احداث آزادراه آبیک - چرمشهر و تأسیس فرودگاه آزادی و توسعه اراضی کشاورزی، تهدیدی جدی در خصوص امنیت حیات وحش تالاب، تخریب و انزوای اکولوژیکی و جغرافیایی به همراه دارد. همچنین احداث مسیر دسترسی و روگذرهایی به‌منظور انتقال آب در حاشیه و روی کانال زهکش، دسترسی بیشتر دامداران و شکارچیان را باعث گردیده و بر جمعیت دام‌های مازاد چراکننده از قبیل شتر در آن محدوده افزوده است.

نتیجه‌گیری: به طور کلی بیابان‌زایی و تخریب سرزمین در تالاب صالحیه و شوره‌زار دشت مرکزی قزوین، محصول عدم توجه به اصولِ مدیریت پایدار سرزمین است. در این میان، ناهنجاری‌های اقلیمی نیز طی دو دهه اخیر باعث تشدید اثرات تخریبی شده است. بر این اساس هرگونه اقدام جهت اصلاح و بهبود وضعیت اکولوژیکی تالاب با تأکید بر کنترل کانون‌های بحرانی تولید گردوغبار، می‌بایست مبتنی بر تعدیل اثرات اقدامات انسانی فوق‌الذکر تا حد امکان، کنترل چرای دام و احیای پوشش گیاهی، با تأکید بر انسجام سازمانی و مشارکت اجتماعات محلی در فعالیت‌های مطلوب محیط‌زیست انجام گردد.

واژه‌های کلیدی: پوشش گیاهی، بستر آبی، کانون بحرانی گردوغبار، مدیریت پایدار سرزمین.

استناد: اسکندری‌دامنه، هـ؛ و قاسمی آریان، ی. (۱۴۰۳). بررسی روند و تبیین پیشران‌های کلیدی بیابان‌زایی و تخریب سرزمین در تالاب صالحیه و شوره‌زار دشت مرکزی قزوین. *مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز*، ۴(۴)، ۹۳-۸۱.

حق چاپ:

حق چاپ برای نویسنده (گان) این مقاله محفوظ است. بر اساس قوانین انتشارات با دسترسی آزاد، تمام مطالعات چاپ شده در این نشریه به‌صورت آزاد در وب‌سایت نشریه برای عموم بدون پرداخت هزینه قابل‌دسترس است.

مقدمه

مناطق خشک حدود ۴۱ درصد از سطح زمین را در برگرفته و بیش از ۳۳ درصد جمعیت جهان را در خود جای داده‌اند (Miao *et al.*, 2015). پوشش گیاهی کم، کمبود آب و فقر اجتماعی، از ویژگی‌های بارز این مناطق به حساب آمده و از عوامل اصلی آسیب‌پذیری و شکنندگی بالای آن شناخته می‌شوند (Li *et al.*, 2021). در این میان آسیای میانه و شرقی دارای خشک‌ترین مناطق در نیمکره شمالی زمین بوده که تا حد زیادی تحت تأثیر گرمایش زمین و فعالیت‌های روزافزون انسانی قرار گرفته‌اند (Darvand *et al.*, 2021; Berdugo *et al.*, 2022)؛ بنابراین، در این مناطق شدت تخریب اراضی و بیابان‌زایی روزبه‌روز در حال افزایش است. مطابق با تعریف کنوانسیون بین‌المللی مقابله با بیابان‌زایی (UNCCD) تخریب زمین به معنای کاهش مداوم تولید و عرضه محصولات بیولوژیکی ازجمله علوفه، غذا، فیبر و غیره است که منشاء انسانی و طبیعی دارد (Ibrahim *et al.*, 2015). خشکیدگی تالاب‌ها و تبدیل آن‌ها به کانون تولید گردوغبار یکی از مصادیق جدی بیابان‌زایی و تخریب زمین در عصر حاضر، به‌خصوص در کشورهای خاورمیانه (که در ۲۵ درصد تولید ذرات گرد و غبار جهان سهیم هستند) به حساب می‌آیند (Cimon-Morin & Poulin, 2018; Namdari *et al.*, 2018). این معضل زیست‌محیطی تأثیر منفی به‌سزایی بر کیفیت زندگی ساکنان، اکوسیستم، دید، حمل‌ونقل، خرد اقلیم و سیستم‌های ارتباطی دارد (Boroughani *et al.*, 2020; Rashki *et al.*, 2021).

تالاب‌ها ازجمله اکوسیستم‌هایی هستند که از طیف وسیعی از تنوع زیستی پشتیبانی نموده و کالا و خدمات با اهمیت زیست‌محیطی بالایی را ارائه می‌کنند. به‌طوری‌که مزایای اقتصادی و زیست‌محیطی زیادی مانند ترسیب کربن، تغذیه آب زیرزمینی، کنترل سیلاب و تولید غذا و فراهم کردن علوفه و غیره به همراه دارند (Konar *et al.*, 2013; Konar *et al.*, 2010). در سراسر جهان، تالاب‌ها با فشار تخریبی شدیدی مواجه هستند که عمدتاً به دلیل تغییرات حاصل از فعالیت‌های انسانی به وجود آمده است. ازجمله این فعالیت‌ها می‌توان توسعه کشاورزی، شهرسازی، انتقال آب بین‌حوضه‌ای و تخریب زیستگاه‌های طبیعی را نام برد. همچنین تغییرات در حوضه‌های آبریز تالاب به دلیل تغییرات کاربری زمین (به دلیل تأثیرگذاری بر فرآیندهای مختلف سطح آن)، به طور کلی وضعیت تالاب‌ها را تغییر می‌دهد (Xiong *et al.*, 2022). فرآیندهای هیدرولوژیکی در حفظ تنوع زیستی اکوسیستم‌های تالابی، حیاتی هستند. تنوع زیستی در اکثر مقیاس‌های تحقیقاتی به‌شدت تحت تأثیر برخی عوامل هیدرولوژیکی قرار می‌گیرد (Simioni *et al.*, 2017). مطالعات گزارش کرده‌اند که ناهنجاری‌های هیدرولوژیکی، ازجمله خشکسالی و سیل، نقش اساسی در حفظ تنوع زیستی آبزیان و تنوع پوشش گیاهی زمینی دارند. الگوهای هیدرولوژیکی تالاب و ارتباط آن‌ها شاخص‌های مهمی برای توصیف پایداری عملکردی آنان و مبنای عملکردی برای حفظ تنوع زیستی هستند (Konar *et al.*, 2010). این ناهنجاری‌های هیدرولوژیکی در بسترهای آبی مناطق خشک باعث کاهش شدید بستر آبی، خشک‌شدن کامل تالاب و تشدید پدیده گردوغبار می‌شوند (Darvishi Boloorani *et al.*, 2022; Darvishi Boloorani *et al.*, 2024). بررسی روند تغییرات بستر تالاب‌ها در مناطق خشک مستلزم تحلیل روند تغییرات این بسترها در درازمدت بوده، اما اطلاعات مربوط به این بسترها بسیارکم بوده و یا اطلاعات کافی برای تجزیه‌وتحلیل آنها وجود ندارد. در این راستا، علم و فناوری سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌تواند اطلاعات مفیدی را در مورد این مناطق با سرعت و دقت مناسب در اختیار کابران و محققان قرار دهد و به‌طور مؤثر شکاف‌های عدم وجود داده را پر نماید (Skndari Dameneh, 2019; Ge *et al.*, 2022). Amani و همکاران (۲۰۲۱) از تصاویر ماهواره لندست چهار دهه گذشته برای بررسی روند تغییرات تالاب در آلبرتا، کانادا استفاده کرد و اولین اطلاعات جامع را در مورد

روند تغییرات تالاب آلبرتا طی ۳۷ سال ارائه کردند. Eskandari Damaneh و همکاران (۲۰۲۰) در بررسی تغییرات دریاچه ارومیه از تصاویر ماهواره لندست در بازه زمانی ۱۳۹۷-۱۳۷۷ استفاده کردند. نتایج آنها آشکار ساخت که این تصاویر به‌خوبی روند تغییرات دریاچه ارومیه را نشان می‌دهد. Li و همکاران (۲۰۲۱) الگوهای تغییرات مکانی و زمانی تالاب ساحلی منطقه جینگ جین‌جی[1] چین را در بازه زمانی ۲۰۱۵-۱۹۸۰ بر اساس تصاویر چندزمانی ماهواره لندست تجزیه‌وتحلیل کردند، نتایج آنها روند کاهشی دریاچه را در بازه زمانی مدنظر نشان می‌دهد. Wang و همکاران (۲۰۲۳) در بررسی اثرات تغییرات اقلیمی بر خشک‌شدن تالاب‌های مناطق خشک شمال‌غربی چین بیان کردند که تصاویر ماهواره لندست به‌خوبی تغییرات دریاچه‌های مربوطه و روند کاهش بستر در طول زمان را نشان می‌دهد. Ghoochani و همکاران (۲۰۲۳) در بررسی تغییرات کاربری غرب تالاب جازموریان با استفاده از شاخص‌های به‌دست آمده از تصاویر ماهواره لندست بیان داشتند که روند تغییرات بستر آبی تالاب جازموریان کاهش یافته که این نتایج تأییدی بر دقت تصاویر ماهواره‌ای در پایش بسترهای آبی و سایر کاربری‌های دیگر می‌باشد. با توجه به بررسی منابع، بسیاری از تالاب‌ها مخصوصاً تالاب‌های مناطق خشک که وابسته به سیلاب بودند، در گذر زمان تحت تأثیر عوامل مختلف اقلیمی و انسانی بوده‌اند. با توجه به اینکه اقلیم خشک بر گستره وسیعی از سطح کشور ایران غالب می‌باشد این تغییرات در کشور ما به‌خوبی نمایان است. ازجمله تالاب‌های وابسته به سیلاب می‌توان تالاب صالحیه در مرز بین استان‌های البرز و قزوین را مثال زد که در گذر زمان به شدت دست‌خوش تغییرات اقلیمی و انسانی قرار گرفته است و تحقیق مناسبی در خصوص بررسی میزان و شدت تغییرات و همچنین عوامل موثر بر آن انجام نشده است. به همین دلیل تحقیق حاضر با هدف بررسی روند تغییرات تالاب صالحیه در بازه زمانی ۱۴۰۲-۱۳۶۶ با استفاده از تصاویر ماهواره لندست و همچنین بررسی عوامل مؤثر بر تخریب و بیابان‌زایی منطقه با استفاده از روش بررسی اسنادی و پیمایش صحرایی صورت گرفت.

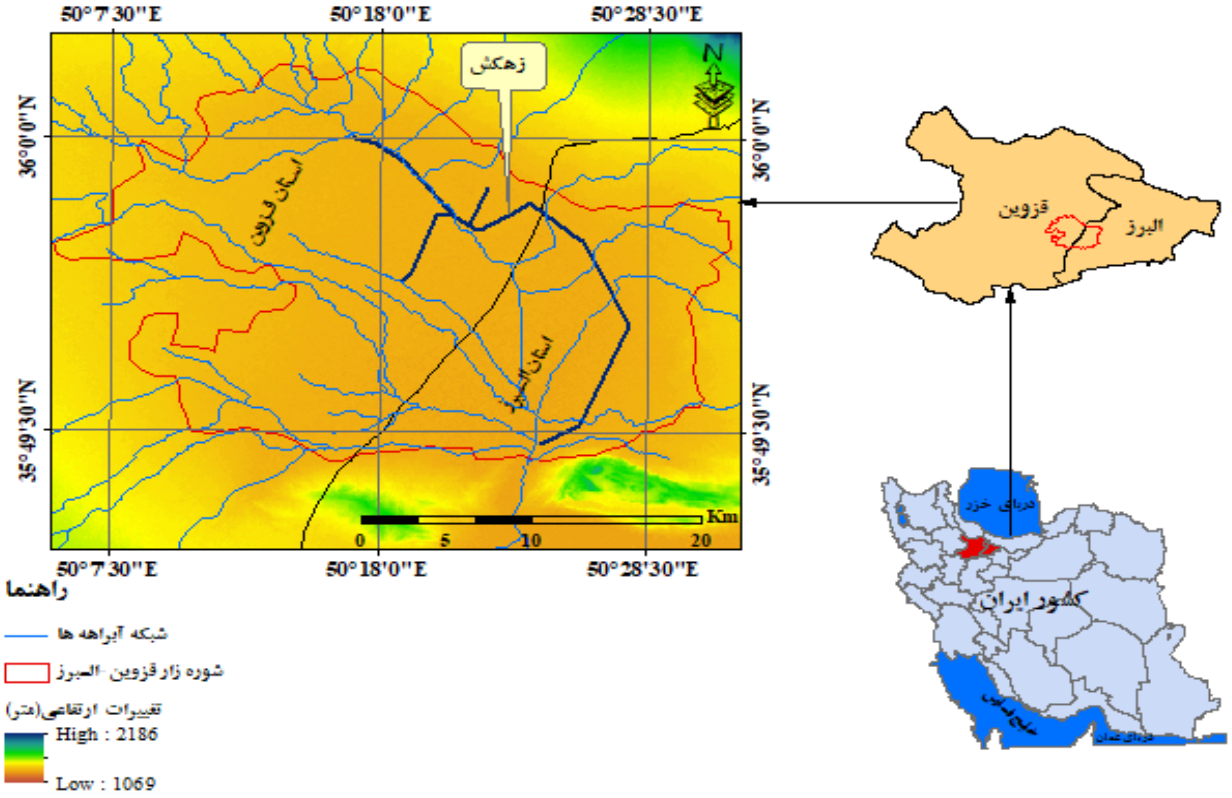
مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه

شوره‌زار قزوین-البرز با مساحتی بالغبر ۶۳۸۹۴ هکتار در غرب استان البرز (شهرستان نظرآباد) و شرق استان قزوین (شهرستان آبیک) واقع گردیده است. بیشتر مساحت تالاب در استان قزوین قرار گرفته که بیشتر با نام الله‌آباد و شوره‌زار مرکزی دشت قزوین شناخته می‌شود. محدوده مورد مطالعه در طول شرقی "۵۰°۷'۳۰ تا "۵۰°۲۸'۳۰ و عرض شمالی "۳۵°۳۰'۳۰ تا "۳۶°۰'۳۰ واقع شده است. دمای میانگین سالانه آن حدود C° ۱۲/۲ و میانگین بارندگی سالانه آن نیز ۳۲۰ میلی‌متر بوده که براساس طبقه‌بندی دومارتن دارای اقلیم نیمه خشک و سرد است. ارتفاع محدوده از ۱۱۳۵ تا ۱۰۶۹ متر از سطح دریا متغیر بوده و از نظر تقسیمات حوضه‌های آبریز کشور، در حوضه آبریز فلات مرکزی و زیرحوضه دریاچه نمک و رودخانه شور قرار دارد. شهرستان قزوین در شمال‌غربی، تاکستان در غرب، آبیک و نظرآباد در شمال‌شرقی و بوئین‌زهرا در جنوب‌غربی محدوده مورد مطالعه واقع گردیده است. ۹۵ درصد از اراضی این محدوده دارای هدایت الکتریکی بیش از ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر[2] و ۶۵ درصد از اراضی، هدایت الکتریکی بیش از ۱۰۰ دسی زیمنس بر متر دارند (Uossef Gomrokchi *et al.*, 2022). شکل ۱ موقعیت محدوده مورد مطالعه (شوره‌زار قزوین-البرز) را نشان می‌دهد. همچنین در این شکل کانال زهکش شوره‌زار مرکزی دشت قزوین که در سال ۱۳۸۸، به طول ۴۵ کیلومتر، با هدف تخلیه شورابهٔ موجود، احداث گردیده نشان داده شده است.

[1] Jing-Jin-Ji

[2] deciSiemens per metre (dS/m)



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و استان‌های قزوین و البرز

Figure 1- Location of the study area in Iran and Qazvin and Alborz provinces

روش تحقیق

داده‌های ماهواره‌ای و پردازش‌ها

در این پژوهش برای بررسی تغییرات بستر آبی و پوشش گیاهی شوره‌زار قزوین- البرز در دوره زمانی سال ۱۴۰۲- ۱۳۶۶ از تصاویر ماهواره لندست ۵ و ۸ استفاده شد این تصاویر و اطلاعات مربوط به‌ترتیب در شکل ۲ و جدول ۱ ارائه شده‌اند.

جدول ۱- مشخصات تصاویر استفاده شده

Table 1- Specifications of the images used

تاریخ میلادی	تاریخ خورشیدی	درصد ابرناکی (٪)	ماهواره	سنجنده	گذر / ردیف	قدرت تفکیک مکانی (متر)
1988.02.07	1366.11.18	10<	Landsat5	TM	35T/165	30
1998.03.22	1377.01.02	10<	Landsat5	TM	35/165	30
2009.03.22	1378.11.28	10<	Landsat5	TM	35/165	30
2019.01.11	1397.10.21	10<	Landsat8	OLI	35/165	30
2023.02.23	1401.12.04	10<	Landsat8	OLI	35/165	30
2024.01.17	1402.10.28	10<	Landsat9	OLI	35/165	30

همچنین برای تجزیه و تحلیل این داده‌ها از نرم‌افزارهای ArcGISPro 2.8، ArcGIS 10.8 و Excel استفاده گردید. این داده‌های چندطیفی سطح ۱- کالکشن۲ [3] از سایت زمین‌شناسی ایالات متحده آمریکا (earthexplorer.usgs.gov) دریافت و برای پیش‌پردازش و پردازش‌های لازم آماده شدند

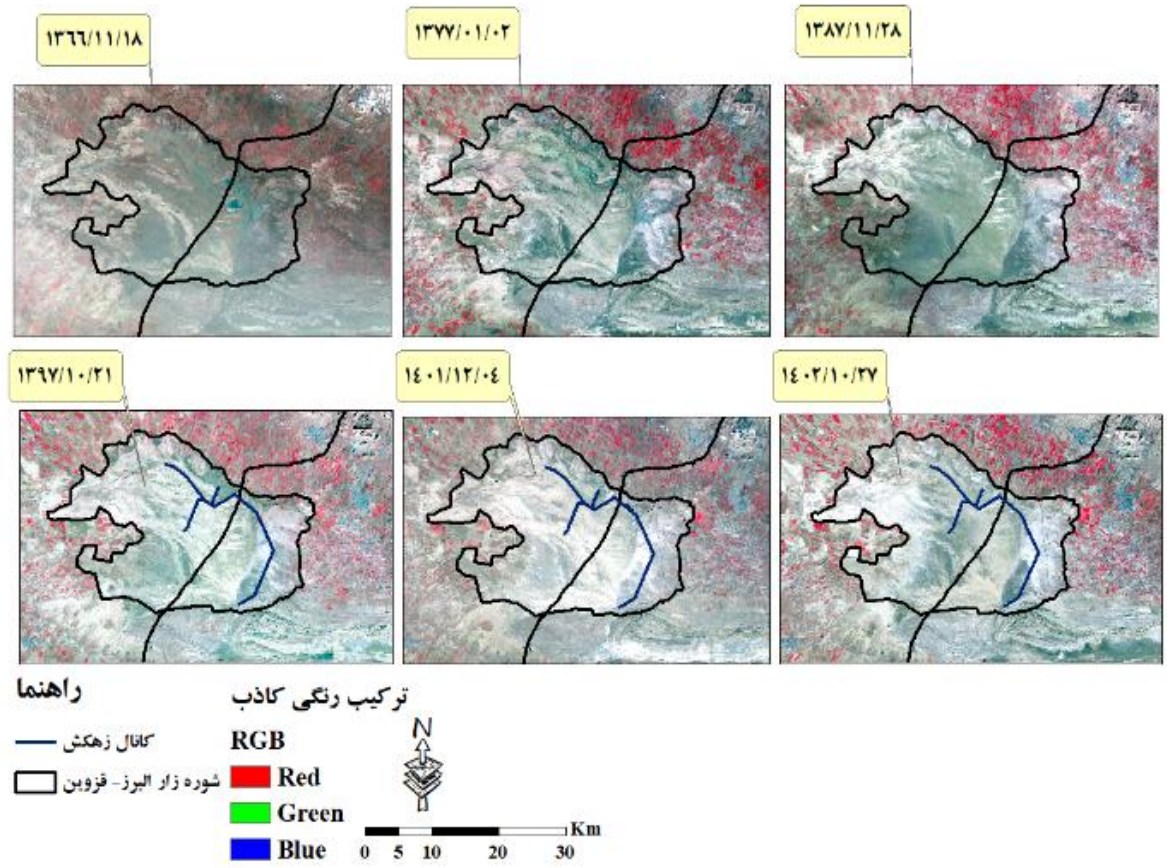
[3] Level1-collection2

Eskandari Damaneh *et al.*, 2020; Eskandari Damaneh *et al.*, 2022b). تصحیحات رادیومتریک و اتمسفری به ترتیب با ابزارهای رادیومتر کالیبریتد[۴] و الگوریتم فلش[۵] در نرم افزار ENVI5.3 انجام شد، سپس نقشه بسترهای آبی و پوشش گیاهی به‌ترتیب از شاخص اصلاح شده آب تفاضلی نرمال شده[۶] (MNDWI) و شاخص نرمال شده تفاصل پوشش گیاهی (NDVI)[۷] برای سال‌های مورد مطالعه با استفاده از روابط ۱ و ۲ محاسبه گردید (Arekhi *et al.*, 2019; Eskandari Damaneh *et al.*, 2022a, Eskandari Damaneh *et al.*, 2023).

$$\mathrm{MNDWI} = \frac{\mathrm{GREEN}-\mathrm{SWR1}}{\mathrm{GREEN}+\mathrm{SWR1}} \quad (1)$$

$$\mathrm{NDVI} = \frac{\mathrm{NIR}-\mathrm{R}}{\mathrm{NIR}+\mathrm{R}} \quad (2)$$

در این رابطه‌ها NIR[8]= باند مادون‌قرمز نزدیک، R[9]= باند قرمز و SWR1[10]= باند قرمزنزدیک موج کوتاه ۱ می‌باشند. مقدار این دو شاخص بین ۱- و ۱+ می‌باشد که مقادیر مثبت و منفی آن‌ها به‌ترتیب نشان دهنده مقادیر حداکثر و حداقل این شاخص می‌باشند (Eskandari damaneh et al., 2023).



شکل ۲- تصاویر ماهواره لندست ۸ و ۵ از منطقه مورد مطالعه در تاریخ‌های مختلف

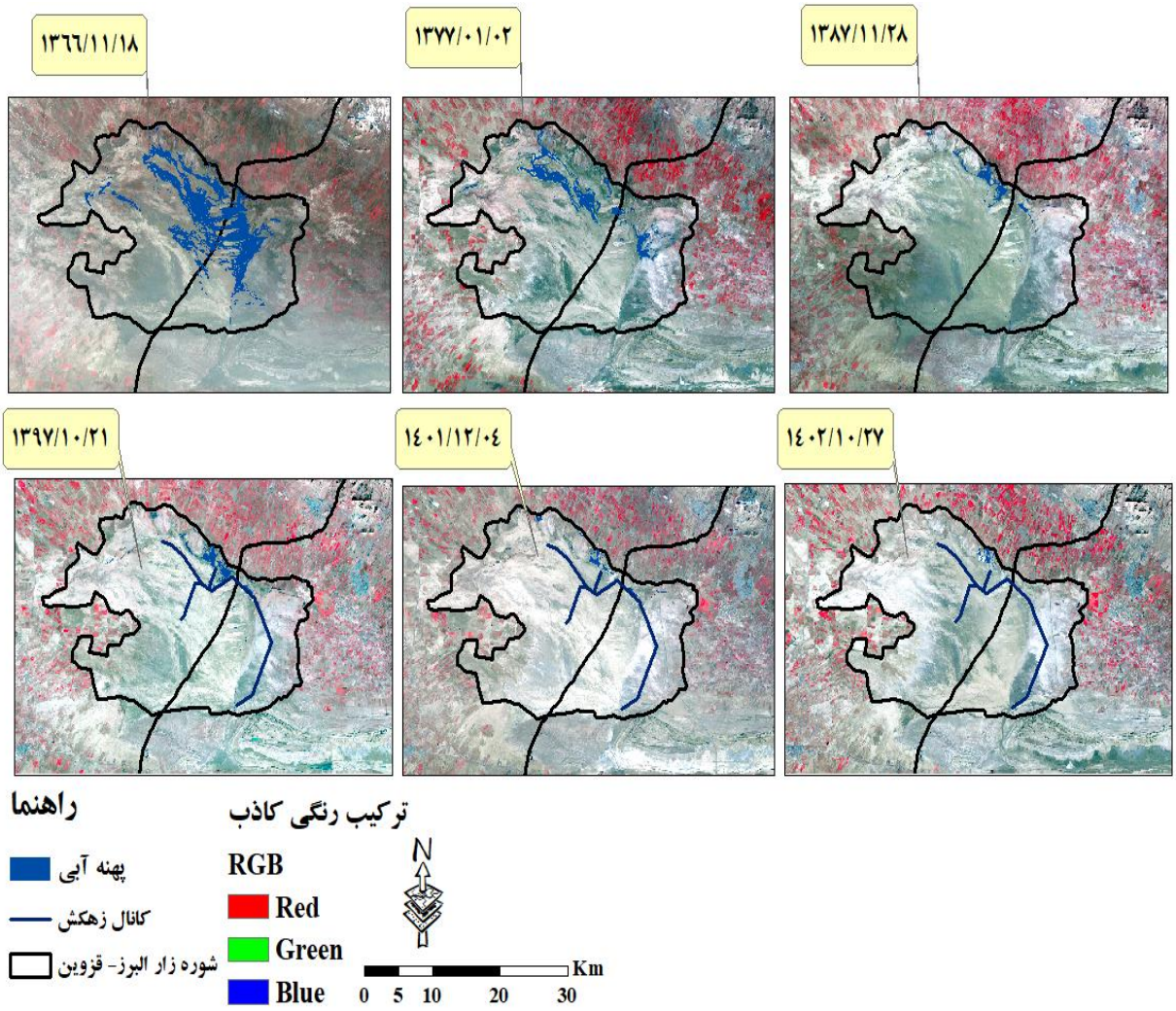
Figure 2- Landsat 8 and 5 satellite images of the studied area on different dates

[4] Radiometer Calibrated
[5] FLAASH
[6] Modified Normalized Difference Water Index
[7] Normalized Difference Vegetation Index
[8] Near Infrared Red (NIR)
[9] Red
[10] Short-Wave infrared (SWIR)

نتایج

بررسی تغییرات بستر آبی شوره‌زار قزوین-البرز در بازه زمانی ۱۴۰۲-۱۳۶۶

بررسی تغییرات سطح بستر آبی شوره‌زار قزوین - البرز (۶۳۸۹۴ هکتار) نشان می‌دهد (شکل ۳ و جدول ۳) که در سال‌های قبل از احداث زهکش (۱۳۸۸) که شامل سال‌های ۱۳۶۶، ۱۳۷۷ و ۱۳۸۷می‌باشد، مساحت بستر آبی به‌ترتیب ۸۹۲۲/۳۶، ۲۸۴۴/۰۲ و ۱۱۳۵/۲۸هکتار بوده که این مساحت در سال‌های بعد از احداث زهکش یعنی سال‌های ۱۳۹۷، ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ به ترتیب به ۹۲۱/۰۱، ۴۰۹/۳۸ و ۱۶۷/۵۴ هکتار کاهش یافته است. همچنین نتایج نشان داد درصد مساحت بستر آبی (از کل منطقه مورد مطالعه) که در سال‌های ۱۳۶۶، ۱۳۷۱ و ۱۳۸۷ به ترتیب ۱۳/۱۹، ۴/۴۵ و ۱/۷درصد بوده، در سال‌های ۱۳۹۷، ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ به ترتیب به ۱/۴۴، ۰/۶۴ و ۰/۲۶ درصد کاهش یافته است. در همین راستا احداث زهکش منجر به تجمع آب در محل سرریزهای عبوری تعبیه‌شده، گردیده است. این در حالی است که این محل در سال‌های قبل از احداث زهکش، قسمت‌های شمالی و مرکزی منطقه مورد مطالعه بوده است.



شکل ۳-تغییرات بستر آبی شوره‌زار قزوین-البرز در بازه زمانی ۱۴۰۲-۱۳۶۶

Figure 3- Changes in the water bodies of Qazvin-Alborz salt land between 1987 and 2023

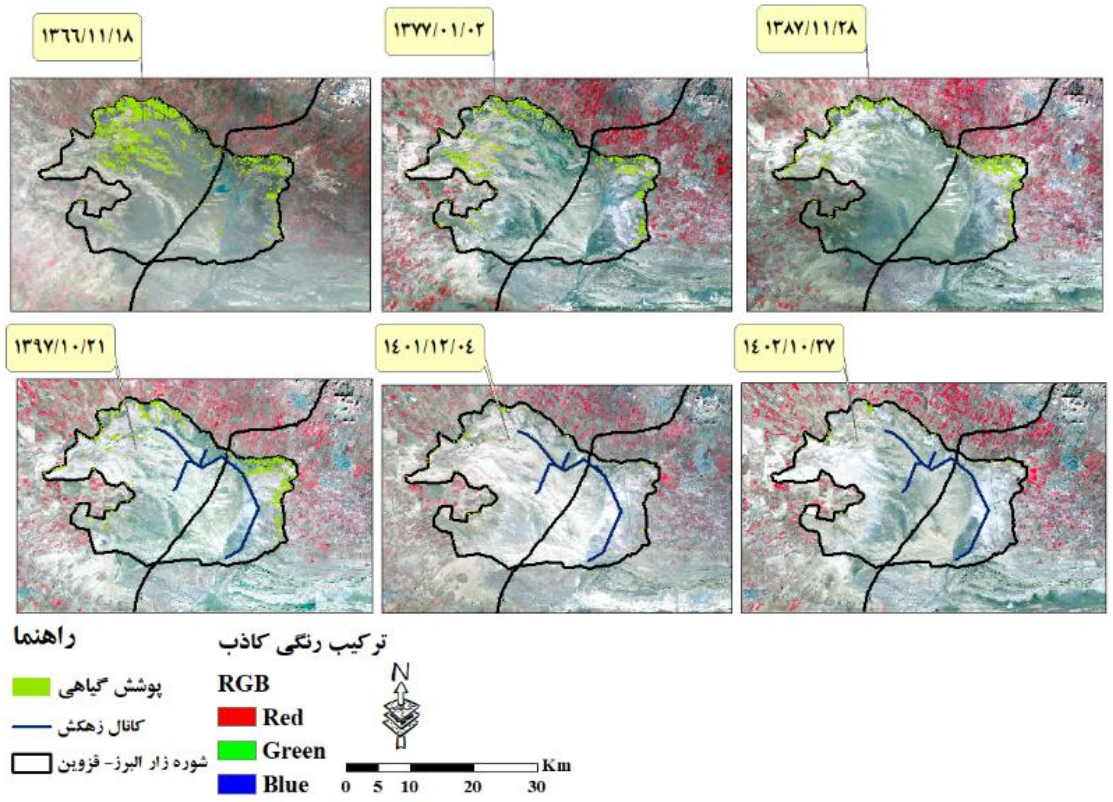
جدول ۲- تغییرات بستر آبی شوره‌زار قزوین-البرز در بازه زمانی ۱۴۰۲-۱۳۶۶

Table 2- Changes in the water bodies of Qazvin-Alborz between 1987 and 2023

تاریخ خورشیدی	مساحت بستر آبی (هکتار)	مساحت آبگیری شده از کل منطقه (٪)
1366.11.18	8922.36	13.19
1377.01.02	2844.02	4.45
1378.11.28	1135.28	1.78
1397.10.21	921.01	1.44
1401.12.04	409.38	0.64
1402.10.28	167.54	0.26

بررسی تغییرات پوشش گیاهی شوره‌زار قزوین-البرز در بازه زمانی ۱۴۰۲-۱۳۶۶

بررسی روند تغییرات پوشش گیاهی شوره‌زار قزوین - البرز با استفاده از شاخص پوشش گیاهی NDVI در بازه زمانی ۱۴۰۲-۱۳۶۶ در شکل ۴ و جدول ۳ آورده شده است. بر اساس این نتایج روند تغییرات پوشش گیاهی نشان داد که در سال‌های قبل از احداث زهکش یعنی سال ۱۳۶۶، ۱۳۷۷ و ۱۳۸۷ به‌ترتیب حدود ۷۱۹۶/۵۶، ۴۲۹۳/۶۲ و ۳۵۷۶/۵۰ هکتار از سطح منطقه مورد مطالعه را در برگرفته است که این مساحت‌ها به ترتیب حدود ۱۱/۲۶، ۶/۲۳ و ۵/۶ درصد از این منطقه را شامل می‌شود. در سال‌های بعد از احداث زهکش یعنی سال‌های ۱۳۹۷، ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ به‌ترتیب ۳۳۳۷/۱۲، ۵۱۴/۶۴ و ۴۷۳/۶۱ هکتار از سطح منطقه را در برگرفته است که به ترتیب حدود ۵/۲۲، ۰/۸۱ و ۰/۷۴ درصد از سطح منطقه را شامل می‌شود.



شکل ۴: تغییرات پوشش گیاهی شوره زار قزوین-البرز در بازه زمانی ۱۴۰۲-۱۳۶۶

Figure 4- Changes in the vegetation cover Qazvin-Alborz salt land between 1987 and 2023

جدول ۳- تغییرات پوشش گیاهی شوره زار قزوین-البرز در بازه زمانی ۱۴۰۲-۱۳۶۶

Table 3- Changes in the vegetation cover of Qazvin-Alborz between 1987 and 2023

تاریخ خورشیدی	مساحت پوشش گیاهی (هکتار)	مساحت پوشش گیاهی از کل منطقه (٪)
1366.11.18	7196.56	11.26
1377.01.02	4293.62	6.72
1378.11.28	3576.50	5.6
1397.10.21	3337.12	5.22
1401.12.04	514.64	0.81
1402.10.28	473.61	0.74

نتایج مربوط به تبیین پیشران‌های کلیدی بیابان‌زایی و تخریب سرزمین در تالاب صالحیه و شوره‌زار دشت مرکزی قزوین که به روش بررسی اسنادی و پیمایش صحرایی صورت پذیرفت نشان از تأثیر جدی فعالیت‌های انسانی بر وضع موجود تالاب داشته که در این میان ضایع‌شدن حقابه تالاب و پروژه‌های عمرانی نقش مهمی در تخریب سیمای سرزمینی و اکوسیستم تالاب دارند.

بحث

تالاب‌ها با توجه به شرایط خاص خود، بر اساس مدیریت مناطق بالادست و فعالیت‌های انسانی در گذر زمان دستخوش تغییرات زیادی شده‌اند. ظهور علم و فناوری سنجش از راه دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی محققین را قادر می‌سازد تا اطلاعات موردنیاز خود را با سرعت و دقت مناسب در اختیار داشته باشند. ازاین‌رو در این مطالعه از داده‌های ماهواره لندست جهت بررسی تغییرات بستر آبی و پوشش گیاهی شوره‌زار قزوین-البرز با تأکید بر پیمایش میدانی و بررسی اسناد موجود، برای روندیابی و تبیین پیشران‌های کلیدی بیابان‌زایی و تخریب سرزمین استفاده گردید. نتایج بررسی تغییرات سطح آبگیری تالاب نشان داد که این سطح در گذر زمانی روند کاهشی داشته به طوری که این مساحت در سال ۱۳۶۶ حدود ۸۹۲۲/۳۶ هکتار بوده که در سال ۱۴۰۲ به حدود ۱۶۷/۵۴ هکتار کاهش یافته است. این روند کاهشی در مساحت آبگیری شده سطح تالاب نشان می‌دهد که این تالاب ازجمله تالاب‌های تحت تأثیر سیلاب و طغیان رود در بالادست است. با توجه به تغییرات اقلیمی اتفاق افتاده که به دنبال آن دما افزایش، بارندگی کاهش و خشکسالی زیادتر و شدیدتر بوده (Bagherpour *et al.*, 2023)، همچنین آب ورودی به این مناطق اغلب به دلیل رقابت با سایر مصارف آبی مانند کشاورزی، مصرف انسان و دام و استفاده صنعتی تحت تنش شدید هستند. از طرفی دیگر، احداث زهکش در محدوده بالایی این تالاب باعث شده که سیستم هیدرولوژیکی این تالاب از حالت تعادل خود خارج شود و آبی که قبلاً در مسیر خود وارد قسمت کم ارتفاع تالاب می‌شده به‌وسیله زهکش، مسدود و تخلیه شود (Uossef Gomrokchi *et al.*, 2022). از آنجایی که در قسمت‌هایی از زهکش سریزهایی تعبیه شده است، در سال‌های همراه با وقوع سیلاب، مانند سال ۱۳۹۷، آب از سرریزها عبور کرده و به قسمت‌های میانی تالاب تخلیه شده است. نتایج مربوط به تغییرات پوشش گیاهی سطح تالاب نیز منطبق بر تغییرات آبی آن است. به طوری‌که در سال ۱۳۶۶ یعنی قبل از احداث زهکش پوشش گیاهی حدود ۷۱۹۶/۵۶ هکتار و در سال ۱۴۰۲ یعنی بعد از احداث زهکش حدود ۴۷۳/۶۱ هکتار از سطح منطقه را در برگفته است. بررسی این نتایج نشان می‌دهد که پوشش گیاهی حاکم در این منطقه وابسته به سیلاب می‌باشد که به شدت تحت تأثیر تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های انسانی بوده است. نتایج گویای این است که با افزایش بارندگی و وقوع سیلاب آب موردنیاز برای رشد گیاهان وابسته به این شرایط افزایش یافته و با کاهش آن نیز این پوشش روند کاهشی را طی خواهد

کرد. از طرفی دیگر تغییرات بالادست تالاب ازجمله سدسازی‌های موجود و تغییر مسیر آب و همچنین ایجاد زهکش در تالاب که مانع رسیدن آب به قسمت‌های مختلف تالاب شده است، که باعث کاهش و یا حذف پوشش گیاهی در این منطقه شده است.

نتایج مربوط به تبیین پیشران‌های کلیدی بیابان‌زایی و تخریب سرزمین در تالاب صالحیه و شوره‌زار دشت مرکزی قزوین نشان از تأثیر جدی فعالیت‌های انسانی بر وضع موجود تالاب داشته که این ظرفیت طبیعی ارزشمند را به کانونی برای تولید گردوغبار و به یک تهدید جدی برای استان‌های هم‌جوار تبدیل کرده است. در این میان ضایع‌شدن حقابه تالاب در اثر احداث سد کینه‌ورس روی رودخانه ابهررود، احداث بند انحرافی روی رودخانه کردان جهت تغذیه مصنوعی دشت هشتگرد و احداث سد انحرافی روی رودخانه زیاران نقش مهمی در اختلال چرخه هیدرولوژیکی این تالاب داشته است. همچنین، اجرای پروژه‌های عمرانی درون (احداث زهکش) و حاشیه تالاب (احداث آزادراه آبیک - چرمشهر و تأسیس فرودگاه آزادی و توسعه اراضی کشاورزی)، مزید بر علت، تهدیدی جدی بر امنیت حیات وحش تالاب، تخریب و انزوای اکولوژیکی و جغرافیایی آن می‌باشند. احداث زهکش به طول ۴۵ کیلومتر در سال ۱۳۸۸ با هدف جمع‌آوری زهاب و کاهش سطح آب زیرزمینی و آزادسازی اراضی کشاورزی و جلوگیری از پیشروی نمک اجرا گردیده است، اما در نهایت به کانالی برای خروج آب از تالاب تبدیل گردیده است. همچنین احداث مسیر دسترسی و همچنین روگذرهایی به منظور انتقال آب در حاشیه و روی کانال زهکش، دسترسی بیشتر دامداران و شکارچیان را باعث گردیده و بر جمعیت دام مازاد چراکننده در آن محدوده به ویژه شتر افزوده است. ورود پساب شهرک صنعتی نظرآباد نیز در سال‌های گذشته عامل مخرب دیگر محسوب می‌گردد. در همین زمینه مطالعات Qu و همکاران (۲۰۲۳) در تالاب دشت سانجیانگ چین نشان داد تغییرات کاربری زمین و در نتیجه آن، اختلال در چرخه هیدرولوژیکی تالاب، تنوع زیستی آن را با خطر جدی مواجه ساخته است.

Konar و همکاران (۲۰۱۳) نیز در مطالعات خود به این نتیجه دست یافتند که چرخه هیدرولوژیکی مهمترین نقش را در حفاظت از تنوع زیستی دشت‌های سیلابی بر عهده دارند. هرچند نباید از این نکته غافل بود که جدا از فعالیت‌های انسانی، نقش تغییرات اقلیمی در رابطه با آورد آبی تالاب معنی‌دار بوده و می‌تواند هدف مطالعه‌ای مجزا قرار گیرد. در همین زمینه مطالعات Wang و همکاران (۲۰۲۳) نقش معنی‌دار تغییرات اقلیمی در خشکیدگی دو تالاب ابینور و بوستن در شمال و جنوب سین کیانگ چین به اثبات رسانده‌اند.

در کنار مسائل مطرح‌شده در خصوص فعالیت‌های انسانی، موضوع بهره‌برداری بیش از حد مجاز از سفره آب زیرزمینی محدوده تالاب، افت ۲۸ متری تراز آبی دشت و افزایش شوری آن را در ۴۰ سال گذشته به همراه داشته است. در این میان عدم خروج آب از دشت به علت کمی آب رودهای خررود، حاجی عرب و ابهررود نیز، سبب بالا آمدن سطح آب و باتلاقی شدن سطح تالاب در بخش جنوب‌شرقی آن شده است. در ادامه آبیاری اراضی کشاورزی با استفاده از آب‌های شور منجر به شوری خاک شده است.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که بررسی روند و تبیین پیشران‌های کلیدی مؤثر در وضعیت پیشروی تالاب صالحیه، لازمه هرگونه برنامه‌ریزی آتی برای مدیریت و نجات تالاب در آینده خواهد بود. همچنین اختلال در چرخه هیدرولوژیک تالاب بر اثر احداث سد روی رودخانه‌های اصلی منتهی به تالاب، احداث زهکش، توسعه خطوط مواصلاتی، احداث تأسیسات، فشار چرای دام و در یک کلام عدم رعایت اصول مدیریت پایدار سرزمین به عنوان پیشران‌های کلیدی وضع موجود تالاب شناخته می‌شوند. در این میان، ناهنجاری‌های اقلیمی نیز طی دو دهه اخیر، مزید بر علت، بر شدت اثرات تخریب افزوده است؛ بنابراین پیشنهاد می‌گردد هرگونه مطالعه،

تحقیق یا اقدام در جهت مهار و کنترل کانون بحرانی گردوغبار تالاب صالحیه و شوره‌زار دشت قزوین مبتنی بر تعدیل اثرات اقدامات انسانی فوق‌الذکر تا حد امکان، کنترل چرای دام و احیای پوشش گیاهی تالاب، با تأکید بر انسجام سازمانی و مشارکت اجتماعات محلی صورت پذیرد. همچنین برای بررسی دقیق‌تر در خصوص تغییرات بسترهای آبی و پوشش گیاهی تالاب پیشنهاد می‌گردد از تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیکی مناسب‌تر مانند تصاویر سنتینل ۱ و ۲ استفاده گردد.

References

Amani, M., Mahdavi, S., Kakooei, M., Ghorbanian, A., Brisco, B., DeLancey, E.R., Toure, S., & Reyes, E.L. (2021). Wetland change analysis in Alberta, Canada using four decades of landsat imagery. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 14, 10314-10335. https://doi.org/.1109/JSTARS.2021.3110460

Arekhi, M., Goksel, C., Balik Sanli, F., & Senel, G. (2019). Comparative evaluation of the spectral and spatial consistency of sentinel-2 and landsat-8 oli data for igneada longos forest. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, *8*(2), https://doi.org/10.3390/ijgi8020056

Bagherpour, M., Tabatabaie, F., Zare, S., Nazari Samani, A.A., & Ghoohestani, G. (2023). Evaluating the changes in the water body of Salehiyeh wetland caused by the construction of drainage. *Journal of Arid Biome*, 13(2), 107-123. https://doi.org/10.29252/aridbiom.2024.20315.1942 (In Persian)

Berdugo, M., Gaitán, J.J., Delgado-Baquerizo, M., Crowther, T.W., & Dakos, V. (2022). Prevalence and drivers of abrupt vegetation shifts in global drylands. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119(43), e2123393119. https://doi.org/doi:10.1073/pnas.2123393119

Boroughani, M., Pourhashemi, S., Hashemi, H., Salehi, M., Amirahmadi, A., Asadi, M.A.Z., & Berndtsson, R. (2020). Application of remote sensing techniques and machine learning algorithms in dust source detection and dust source susceptibility mapping. *Ecological Informatics*, 56, 101059. https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2020.101059

Brahim, Y.Z., Balzter, H., Kaduk, J., & Tucker, C.J. (2015). Land Degradation Assessment Using Residual Trend Analysis of GIMMS NDVI3g, Soil Moisture and Rainfall in Sub-Saharan West Africa from 1982 to 2012. *Remote Sensing*, 7(5), 5471-5494. https://doi.org/10.3390/rs70505471

Cimon-Morin, J., & Poulin, M. (2018). Setting conservation priorities in cities: approaches, targets and planning units adapted to wetland biodiversity and ecosystem services. *Landscape Ecology*, 33(11), 1975-1995. https://doi.org/10.1007/s10980-018-0707-z

Darvand, S., Eskandari Damaneh, H., Eskandari Damaneh, H., & Khosravi, H. (2021). Prediction of the change trend of temperature and rainfall in the future period and its impact on desertification. *Water and Soil Management and Modelling*, 1(1), 53-66. https://doi.org/10.22098/mmws.2021.1181

Darvishi Boloorani, A., Najafi, M.S., Soleimani, M., Papi, R & ,.Torabi, O. (2022). Influence of Hamoun Lakes' dry conditions on dust emission and radiative forcing over Sistan plain, Iran. *Atmospheric Research*, 272, 106152. https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2022.106152

Darvishi Boloorani, A., Soleimani, M., Papi, R., Nasiri, N., Neysani Samany, N., Mirzaei, S., & Al-Hemoud, A. (2024). Assessing the role of drought in dust storm formation in the Tigris and Euphrates basin. *Science of The Total Environment*, 921, 171193. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171193

Eskandari Damaneh, H., Barkhori, S., Azhdari, Z., Navaki, A., Eskandari Damaneh, H., & Khosravi, H. (2023). Monitoring the spatial and temporal changes of floods and water bodies using indicators extracted

from the Landsat satellite (Case study: Southwest Iran). *Integrated Watershed Management*, *3*(3), 49-62. https://doi.org/10.22034/iwm.2023.2007585.1094 (In Persian)

Eskandari Damaneh, H., Gholami, H., Khosravi, H., Mahdavi Najafabadi, R., Khoorani, A., & Li, G. (2020). Modeling spatial and temporal changes in land-uses and land cover of the Urmia Lake Basin applying Cellular Automata and Markov Chain. *Geography and Environmental Sustainability*, 10(2), 57-72. https://doi.org/10.22126/ges.2020.5303.2238

Eskandari Damaneh, H., Khosravi, H., Habashi, K., Eskandari Damaneh, H., & Tiefenbacher, J.P. (2022a). The impact of land use and land cover changes on soil erosion in western Iran. *Natural Hazards*, 110(3), 2185-2205. https://doi.org/10.1007/s11069-021-05032-w

Eskandari Damaneh, H., Zehtabian, G., Khosravi, H., Azarnivan, H., & Barati, A. (2022b). Investigating the Influence of Drought on Trend of Vegetation Changes in Arid and Semiarid Regions, Using Remote Sensing Technique: A Case Study of Hormozgan province). *Desert Ecosystem Engineering*, *9*(28), 13-28. https://doi.org/10.22052/deej.2020.9.28.11 (In Persian)

Ge, X., Ding, J., Teng ,D., Wang, J., Huo, T., Jin, X., Wang, J., He, B., & Han, L. (2022). Updated soil salinity with fine spatial resolution and high accuracy: The synergy of Sentinel-2 MSI, environmental covariates and hybrid machine learning approaches. *CATENA*, 212, 106054. https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106054

Ghoochani, O.M., Eskandari Damaneh, H., Eskandari Damaneh, H., Ghanian, M., Cotton, M. (2023). Why Do Farmers Over-Extract Groundwater Resources? Assessing (Un)sustainable Behaviors Using an Integrated Agent-Centered Framework. *Environments*, 10(12), 216. https://doi.org/10.3390/environments10120216

Konar, M., Jason Todd, M., Muneepeerakul, R., Rinaldo, A., & Rodriguez-Iturbe, I. (2013). Hydrology as a driver of biodiversity: Controls on carrying capacity, niche formation, and dispersal. *Advances in Water Resources*, 51, 317-325. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2012.02.009

Konar, M., Muneepeerakul, R., Azaele, S., Bertuzzo, E., Rinaldo, A., & Rodriguez-Iturbe, I. (2010). Potential impacts of precipitation change on large-scale patterns of tree diversity. *Water Resources Research*, 46(11), W11515. https://doi.org/10.1029/2010WR009384

Li, B., Hu, Y., Chang, Y., Liu, M., Wang, W., Bu, R., Shi, S., & Qi, L. (2021). Analysis of the factors affecting the long-term distribution changes of wetlands in the Jing-Jin-Ji region, China. *Ecological Indicators*, 124, 107413. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107413

Li, C., Fu, B., Wang, S., Stringer, L. C., Wang, Y., Li, Z ,.Liu, Y., & Zhou, W. (2021). Drivers and impacts of changes in China's drylands. *Nature Reviews Earth & Environment*, 2(12), 858-873. https://doi.org/10.1038/s43017-021-00226-z

Miao, L., Ye, P., He, B., Chen, L., & Cui, X. (2015). Future climate impact on the desertification in the dry land Asia using AVHRR GIMMS NDVI3g data. *Remote Sensing*, 7(4), 3863-3877. https://doi.org/10.3390/rs70403863

Namdari, S., Karimi, N., Sorooshian, A., Mohammadi, G., & Sehatkashani, S. (2018). Impacts of climate and synoptic fluctuations on dust storm activity over the Middle East. *Atmospheric Environment*, 173, 265-276. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.11.016

Qu, Y., Zeng, X., Luo, C., Zhang, H., & Ni, H. (2023). Prediction of wetland biodiversity pattern under the current land-use mode and wetland sustainable management in Sanjiang Plain, China. *Ecological Indicators*, 147, 109990. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.109990

Rashki, A., Middleton, N. J., & Goudie, A. S. (2021). Dust storms in Iran – Distribution, causes, frequencies and impacts. *Aeolian Research*, 48, 100655. https://doi.org/10.1016/j.aeolia.2020.100655

Simioni, J.P.D., Guasselli, L.A., & Etchelar, C.B. (2017). Connectivity among wetlands of EPA of Banhado Grande, RS. *Rbrh*, *22* .

Skndari Dameneh, H., Khosravi, H., & Abolhasani, A. (2019). Assessing the effect of land use changes on groundwater quality of Zarand Plain using satellite images and geostatistical. *Journal of Natural Environmental Hazards*, 8(20), 67-82. https://doi.org/10.22111/jneh.2018.22276.1324

Uossef Gomrokchi, A., Hassanoghli, A., Akbari, M., Mostashari mohasses, M., & Amini, D. (2022). Prediction of Soil Salinity Using Neural Network and Multivariate Regression Based on Remote Sensing Indices and Comparison: A Case Study of Qazvin plain's Salt Marsh. *Desert Ecosystem Engineering*, *9*(28), 73-88. https://doi.org/10.22052/deej.2020.9.28.51 (In Persian)

Wang, R., Ding, J., Ge, X., Wang, J., Qin, S., Tan, J., Han, L., & Zhang, Z. (2023). Impacts of climate change on the wetlands in the arid region of Northwestern China over the past 2 decades. *Ecological Indicators*, 149, 110168. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110168

Xiong, J., Sheng, X., Wang, M., Wu, M., & Shao, X. (2022). Comparative study of methane emission in the reclamation-restored wetlands and natural marshes in the Hangzhou Bay coastal wetland. *Ecological Engineering*, 175, 106473. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2021.106473