تعیین نیاز آبی زیست‌محیطی تالاب بوجاق و ارائه راهکارهای مناسب جهت تأمین آب تالاب در شرایط مختلف آب و هوایی

مرتضی کریمی[۱]
هادی مدبری[۲*]

۱. کارشناس پژوهشی گروه پایش منابع آب، پژوهشکده محیطزیست جهاد دانشگاهی، رشت، ایران.
۲. عضو هیئت‌علمی گروه پایش منابع آب، پژوهشکده محیطزیست جهاد دانشگاهی، رشت، ایران.

***مسئول مکاتبات:**
modaberi8@gmail.com

کد مقاله: ۱۴۰۰۰۲۰۸۷۵
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۵/۲۹
این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی است.

چکیده

تالاب بوجاق، پهنه آبی وسیع با عمق آب مناسب در مجموعه تالاب بین‌المللی پارک ملی بوجاق در استان گیلان واقع‌شده است. با توجه به اهمیت این تالاب در حفظ حیات زیستگاه‌های متنوع گونه‌های در معرض خطر، مطالعه حاضر، باهدف محاسبه نیاز آبی زیست‌محیطی تالاب بوجاق و ارائه راهکارهای مناسب برای تأمین آن در شرایط مختلف آب و هوایی، بر اساس یک روش جامع در سال ۱۳۹۸ انجام شد. مطالعات جامعی از کلیه شاخص‌های هیدرومورفولوژیکی، اکولوژیکی، بیولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی صورت گرفت و درنهایت با تحلیل پرسشنامه‌ها و ارزش‌گذاری شاخص‌ها و انتخاب شاخص‌های موردنظر برای هر بخش، اردک سرحنایی با اختصاص بالاترین درجه اهمیت به‌عنوان شاخص نهایی اکولوژیکی و گردشگری به‌عنوان شاخص نهایی اقتصادی-اجتماعی انتخاب گردید. به‌منظور برآورد مساحت پهنه آبی تالاب، تصاویر ماهواره‌ای LandSat با استفاده از نرم‌افزارهای ENVI و ArcGIS طبقه‌بندی و تفسیر شدند. جهت محاسبه نیاز آبی زیست‌محیطی تالاب، ارتباط بین تعداد اردک سرحنایی با مساحت تالاب در شرایط هدف‌گذاری شده در سه سطح بررسی و نتیجه شد که حجم آب موردنیاز جهت رسیدن به شرایط مطلوب، قابل‌قبول و حداقل به ترتیب برابر با ۳۴۰، ۲۸۵ و ۲۳۵ هزار مترمکعب می‌باشد. همچنین به‌منظور بررسی میزان کمبود آب در سناریوهای خشک‌سالی، نرمال و ترسالی در مقیاس ماهانه، کلیه اجزای معادله بیلان جهت رسیدن به ترازهای اکولوژیک مطلوب و حداقل به‌صورت میانگین بلندمدت در نظر گرفته و نتیجه شد که در شرایط نرمال و خشک‌سالی حجم تالاب با شرایط حداقل اکولوژیکی فاصله دارد. به‌طوری‌که سالانه به ترتیب حدود ۵۳۹/۴ و ۹۳۳/۹ هزار مترمکعب کمبود آب در مقایسه با شرایط متناظر وجود خواهد داشت. لذا به‌عنوان راهکار مدیریتی می‌توان با ایجاد منابع آب ورودی جدید به تالاب، آب موردنیاز تالاب را بدون لطمه به سایر مصرف‌کنندگان از رودخانه‌های سفیدرود و اشمک تأمین کرد و تراز آب تالاب را به تراز اکولوژیکی هدف‌گذاری شده رساند.

واژگان کلیدی: نیاز زیست‌محیطی، تالاب بوجاق، شرایط اکولوژیکی، گونه شاخص، کمبود آب.

مقدمه

تالاب‌ها از ارزشمندترین بوم‌سازگان‌های کره‌ی زمین هستند که با توجه به ساختار آبی محصور در خشکی و ارتباط فرآیندهای حیاتی موجودات زنده در هر دو بخش خشکی و آبی، از تنوع زیستی و گونه‌ای بالایی برخوردار هستند، به‌نحوی‌که در یک پهنه‌ی آبی و حواشی آن، طیف وسیعی از گونه‌ها از همه مهره‌داران و گیاهان آبزی زیست می‌کنند و ارتباط غذایی، بوم‌شناختی و غیره میان آن‌ها، پایداری این بوم‌سازگان‌های آبی را تضمین می‌کند (Ramsar convention, 2012). ارزش‌های گوناگون تالاب‌ها و اهمیت آن‌ها در تأمین نیازهای بشر از یک‌سو و اثرات سوء احتمالی ناشی از تخریب آن‌ها از سوی دیگر سبب شده است که مؤسسات بین‌المللی متعددی در ارتباط با ویژگی‌های آن‌ها به تحقیق بپردازند. در دهه‌های اخیر نیز تلاش‌های زیادی به‌منظور حفظ تالاب‌ها صورت گرفته است. مقادیر بهینه کیفیت و کمیت آب از عوامل تعیین‌کننده برای حفظ

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-08]

مطلوبیت این بوم‌سازگان‌ها بوده و سبب کاهش خطر از بین رفتن آن‌ها می‌گردد (Gibbs *et al*., 2016). امروزه پراکنش انواع آلودگی‌ها سبب تهدید امنیت اکولوژیکی منطقه‌ای که تالاب در آن قرار دارد شده (Fan and Miguez-Macho, 2011) و همچنین بهره‌برداری گسترده از منابع آبی منجر به عدم تأمین حقابه‌های زیست‌محیطی گشته (Yang *et al*., 2016) که نقش توأمان این دو مسئله سبب تخریب و ناپدید شدن اکوسیستم‌های آبی به‌ویژه تالاب‌ها می‌گردد. یکی از مهم‌ترین کارها برای کاهش آسیب‌های زیست‌محیطی و حفظ و احیای تالاب‌ها، آگاهی از نیاز آبی زیست‌محیطی آن‌ها برای تأمین پایداری کارکردها و خدمات می‌باشد (Ayeni *et al*., 2019). همچنین شناسایی میزان کمبود آب در تالاب‌ها نسب به شرایط اکولوژیکی خاص تعریف‌شده و ارائه راهکار مناسب جهت رسیدن به شرایط مطلوب در شرایط آب و هوایی مختلف نیز بسیار مهم می‌باشد (Zhao *et al*., 2020). دامنه تغییرات میزان کمبود آب در تالاب‌ها آستانه‌هایی را برای حفظ مطلوبیت زیستگاه معین می‌سازد که آگاهی از آن سبب می‌گردد تا دست‌اندرکاران، تصمیمات مناسب‌تری را برای پایداری اکوسیستم‌ها اتخاذ نمایند (Iwanaga *et al*., 2020). به‌منظور تعیین نیاز آبی تالاب‌ها روش‌های بسیار محدودی توسعه‌یافته و نمی‌توان تقسیم‌بندی خاصی را به‌صورت مشخص برای انواع تالاب‌ها در نظر گرفت اما به‌طورکلی می‌توان روش‌های تعیین نیاز آبی تالاب‌ها را به سه روش هیدرولوژیکی، اکولوژیکی و جامع‌نگر طبقه‌بندی نمود (Brock, 1998). در این بخش از مقاله برای محاسبه نیاز آبی اکوسیستم‌های تالابی به بررسی دقیق‌تر برخی از روش‌های مورداستفاده در مطالعات موردی مختلف پرداخته شد. Roberts و همکاران (۲۰۰۰) با استفاده از رهیافت اکولوژیکی برای تعیین نیاز آبی زیست‌محیطی دشت‌های سیلابی از هدف‌گذاری پوشش گیاهی استفاده کردند. اگرچه تالاب‌های دشت سیلابی نسبت به تالاب‌های دریاچه‌ای متفاوت بوده اما بررسی این مطالعات به‌عنوان نمونه‌ای از روش‌های اکولوژیک حائز اهمیت بود. یافته‌های این پژوهش نشان داد که در هدف‌گذاری گونه شاخص گیاهی، گونه‌های چندساله و چوبی اثر رژیم آبی تاریخی را نسبت به گیاهان علفی که واکنش سریعی نسبت به تغییرات آبی دارند را بهتر منعکس می‌کنند. همچنین رژیم آبی موردنیاز برای حصول اهداف مدیریتی بر اساس ارتباط آن با پوشش گیاهی مشخص گردید. Yang و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه‌ای به بررسی استراتژی‌های مدیریتی جریان زیست‌محیطی بر اساس یکپارچگی کمیت و کیفیت آب بر روی تالاب Baiyangdian در چین پرداختند و یک مدل هیدرولوژیکی–اکولوژیکی دوبعدی را برای بررسی اثرات تغییر جریان در اکوسیستم‌ها توسعه دادند. این مدل با ۲۱ سناریو برای درک ویژگی‌های اکوسیستم در پاسخ به جریان‌های مختلف زیست‌محیطی اعمال شد. نتایج نشان داد که جریان زیست‌محیطی باید حداقل ۲ مترمکعب بر ثانیه باشد تا از تخریب تالاب جلوگیری گردد و حداکثر جریان زیست‌محیطی باید در سال‌های مختلف بین ۹–۱۳/۵ مترمکعب بر ثانیه حفظ شود. Zou و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای به تعارض بین آب مصرفی در کشاورزی و تالاب‌ها و یافتن عوامل طبیعی و انسانی مداخله‌گر و ارائه راه‌حل‌هایی جهت بهبود وضعیت منابع آبی در مقیاس محلی و منطقه‌ای در حوضه رودخانه آمور پرداختند. نتایج نشان داد که از سال ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۵ مصارف بخش کشاورزی از ۷۲ درصد به ۸۸ درصد افزایش‌یافته و درنتیجه آن کل ذخیره آب سطحی تالاب به دلیل خشک شدن و کاهش سطح تالاب، کاهش چشمگیری داشته است. Meng و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعاتی به بررسی رابطه بین ذینفعان و تغییرات هیدرولوژیکی تالاب واقع در حوضه آبریز رودخانه ننجیانگ در کشور چین پرداختند. بدین منظور یک شبکه منظم زیست‌محیطی با در نظر گرفتن شاخص‌های اجتماعی–اقتصادی به نمایندگی از سیستم منابع آب در حوضه رودخانه ننجیانگ از سال ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۵ درنظرگرفته شد و چندین سناریو مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت و تأثیر فعالیت‌های انسان بر هیدرولوژی تالاب و منابع آبی موجود منعکس شد. نتایج مطالعه نشان داد که راندمان ساختاری شبکه آب در حوضه رودخانه ننجیانگ رو به کاهش بوده و تضاد بین تأمین آب و تقاضای آب به‌طور فزاینده‌ای جدی شده و مصارف کشاورزی عمده‌ترین مصرف‌کننده منابع آب است. Talukdar و Pal (۲۰۱۹) در مطالعه‌ای به بررسی اثرات سدسازی روی رژیم هیدرولوژیکی یک حوضه آبریز در هند پرداختند. نتایج نشان داد که سدسازی بر روی رودخانه سبب کاهش مقدار جریان آب‌رسیده به پایین‌دست حوضه آبریز، دامنه تغییرات زیاد در دامنه سیل‌ها و اختلال در شاخص‌های اکولوژیکی مانند پوشش گیاهی و تنوع زیستی در تالاب‌های پایین‌دست می‌گردد. همچنین این تغییرات اکو هیدرولوژی اثرات مخربی را بر زیستگاه جانوران و مشاغل مرتبط با آن مانند ماهیگیری به وجود آورده است. Yang و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه‌ای به‌منظور برآورد تراز اکولوژیک در دریاچه‌های کم‌عمق، ویژگی‌های توپوگرافی و خصوصیات رشد گیاهان آبزی دریاچه Tangxum

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-08]

چین را موردبررسی قراردادند و رابطه‌ای بین سطح آب و پوشش گیاهی به دست آوردند. نتایج نشان داد که با افزایش تراز سطح آب در دوره جوانه‌زنی گیاهان آبزی، پوشش گیاهی کاهش می‌یابد. برای رسیدن به پوشش گیاهی هدف در سطح ۳۰ و ۵۰ درصد، تراز سطح آب باید به ترتیب به ترازهای ۱۷/۱ و ۱۶/۸ متر برسد. همچنین نتیجه شد که رویکرد پیشنهادی می‌تواند مرجعی قابل‌اطمینان برای تنظیم سطح آب دریاچه‌های کم‌عمق به‌ویژه دریاچه‌هایی که داده‌های کافی ندارند، باشد.

خانقلی و همکاران (۱۳۹۷)، در مطالعه‌ای به‌منظور تحلیل پایداری اکولوژیکی تالاب میقان و برآورد نیاز آبی زیست‌محیطی آن از بررسی تصاویر ماهواره‌ای و رویکرد تلفیقی اکولوژیکی-هیدرولوژیکی بهره گرفتند. نتایج این پژوهش حاکی از روند کاهشی میزان آب ورودی به تالاب می‌باشد به‌طوری‌که سطح تالاب در سال ۱۳۷۷ از ۱۰۸/۳۳ کیلومترمربع به ۸۹/۵۴ کیلومترمربع در سال ۱۳۹۵ کاهش‌یافته است. تحلیل نیازهای زیستی درنای خاکستری و میزان پوشش گیاهی حاکی از آن بود که در شرایطی که سطح تالاب حداقل وسعتی معادل ۱۱۳ کیلومترمربع داشته باشد قادر به ارائه خدمات زیستگاهی خواهد بود و این مسئله علاوه بر ایجاد یک کلان زیستگاه تالابی، باعث شکل‌گیری خرد زیستگاه‌های متعدد شده و بقای بوم‌شناختی تالاب را تضمین خواهد کرد. گرجی و بارانی (۱۳۹۶) در تحقیق خود به برآورد حداقل آب موردنیاز تالاب‌ها به‌منظور جلوگیری از انتشار ریزگردها در تالاب هویزه بر اساس روش جامع و با استفاده از مشاهدات میدانی، داده‌های هیدرولوژیکی، سیستم اطلاعات جغرافیایی و تصاویر ماهواره‌ای تحت دو سناریو پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد، تحت سناریو اول، مساحت قانونی تالاب‌های هویزه حدود ۳۲۷۹ کیلومترمربع و نیاز آبی آن‌ها حدود ۱۵/۶ میلیارد مترمکعب در سال می‌باشد. همچنین تحت سناریو دوم مساحت تالاب‌ها ۱۶۱۹ کیلومترمربع و نیاز آبی تالاب‌ها ۱۲/۴ میلیارد مترمکعب محاسبه گردید. مدبری و شکوهی (۱۳۹۸) در مطالعه‌ای به تعیین نیاز آبی زیست‌محیطی تالاب انزلی با استفاده از روش‌های اکو هیدرولوژیکی پرداختند که در آن نیاز آبی تالاب بر اساس یک رویکرد جامع با هدف‌گذاری شرایط حداقل و مطلوب برای اکوسیستم تالاب و جوامع محلی که با آن در ارتباط هستند، به دست آمد. در این راستا با برقراری رابطه عمق و تراز آب تالاب با آشیانه سازی و جوجه آوری پرنده پرستوی دریایی تیره روی گیاه آبزی سه کوله خیز در سال‌ها و بخش‌های مختلف تالاب، تراز اکولوژیکی تالاب در دو سطح حداقل تراز اکولوژیکی با مقدار ۲۶- متر و تراز اکولوژیکی مطلوب با مقدار ۲۵/۷- متر تعیین گردید و درنهایت با استفاده از منحنی سطح-حجم-ارتفاع محاسبه‌شده برای تالاب انزلی، دو حجم ۱۸۲ میلیون مترمکعب و ۲۳۷ میلیون مترمکعب به ترتیب به‌عنوان دو حد جریان حداقل و جریان مطلوب زیست‌محیطی تعیین گردیدند. روش‌های مورداستفاده در همه این مطالعات را می‌توان در زمره روش‌های هیدرولوژیکی، اکولوژیکی و جامع دانست. مطالعات دیگری ازاین‌دست نیز موجود است که به علت پیمودن مسیری متفاوت از آنچه که پژوهش حاضر می‌پیماید از ذکر آن‌ها خودداری می‌شود.

تالاب بوجاق یکی از مهم‌ترین بخش‌های زیستگاهی پارک ملی بوجاق می‌باشد و گونه‌های متنوعی از مهره‌داران ازجمله گونه‌های درخطر انقراض جهانی را در خود دارد و به‌نوعی زیستگاه و پناهی برای بخشی از فون جانوری ایران است به‌طوری‌که برای پرندگان آبزی (عاشوری و عبدوس، ۱۳۹۱) و برای ماهیان (خارا و همکاران، ۱۳۹۰) از اهمیت بیشتری برخوردار است. این تالاب با پهنه آبی وسیع در امتداد دریای خزر است که از غرب به شرق از عمق آب آن کاسته می‌شود. این بوم‌سازگان آبی عمیق و کم‌عمق علیرغم کاهش کیفیت و کمیت آن نسبت به دهه گذشته، همچنان برای تعداد زیادی از گیاهان و مهره‌داران وابسته به آب به‌ویژه پرندگان آبزی غواص و ماهیان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (کارگر و همکاران، ۱۳۹۶)؛ بنابراین به‌منظور حفظ تنوع‌گونه‌ای و زیستی پارک ملی بوجاق، احیاء و بهبود وضعیت این تالاب و برگشت به وضعیت مطلوب گذشته ضروری و لازم می‌باشد. ازآنجایی‌که نقش و اهمیت آب در احیا و بهبود وضعیت تالاب‌ها بر کسی پوشیده نیست لذا این مقاله در نظر دارد به تعیین نیاز آبی تالاب بوجاق به‌عنوان یک چالش مهم مدیریت منابع آب در سطح منطقه، ملی و بین‌المللی بپردازد. در این راستا ابتدا سعی می‌شود با شناسایی گونه حساس گیاهی یا جانوری به‌عنوان گونه شاخص، شرایط زیست‌محیطی مناسب برای ادامه حیات گونه و در راستای آن تضمین سلامت اکولوژیکی تالاب بوجاق تعیین گردد و در ادامه مهم‌ترین فعالیت‌های اقتصادی اجتماعی مرتبط با تالاب توسط شاخص‌هایی که مرتبط با فعالیت‌های انسانی است، شناسایی شود. سپس با تلفیق اطلاعات مرحله قبل و بر اساس مشخصات مورفولوژیکی تالاب، حجم آب مناسب

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-08]

برای تخصیص به تالاب در شرایط مختلف هدف‌گذاری شده به دست آورده می‌شود. در انتها با تجزیه‌وتحلیل معادله بیلان، میزان کمبود آب برای تالاب بوجاق در شرایط خشک‌سالی، نرمال و ترسالی برای رسیدن به شرایط هدف‌گذاری‌شده مشخص‌شده و راهکارهای مدیریتی مناسب جهت تأمین آب تالاب در ماه‌های مختلف پیشنهاد می‌گردد.

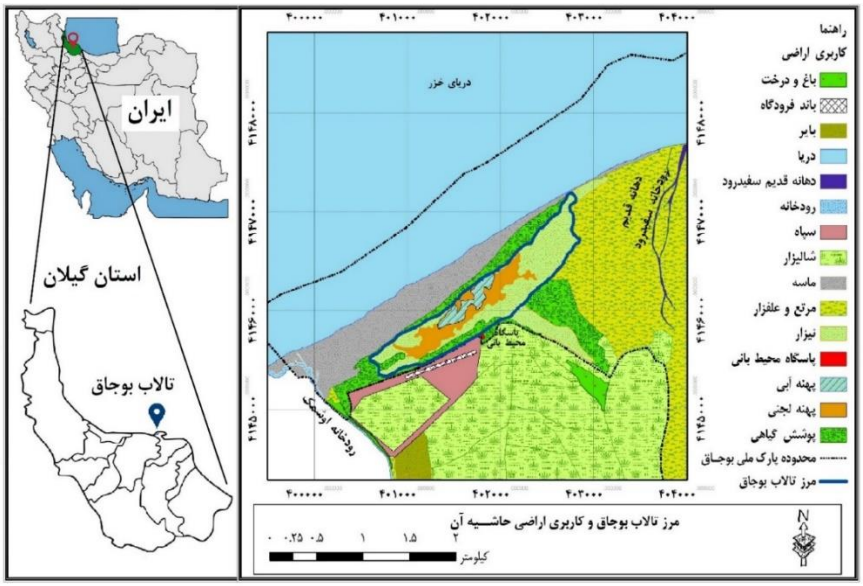
مواد و روش‌ها

تالاب بوجاق در استان گیلان و در مختصات ۳۷ درجه و ۲۶ دقیقه و ۳۶ ثانیه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۵۲ دقیقه و ۷ ثانیه طول شرقی در ۶ کیلومتری شمال غربی بخش کیاشهر واقع‌شده است و از شمال به ساحل دریای خزر، از غرب به رودخانه زیباکنار (اشمک)، از شرق به رودخانه سفیدرود و از جنوب به کهنه رودخان و کانال آب و اراضی بندر علی‌آباد ارتباط دارد. این تالاب از نوع تالاب‌های ساحلی و لب‌شور بوده و در حال حاضر تیغه‌ای ماسه‌ای ارتباط آبی منطقه را با دریا قطع کرده است (عاشوری و عبدوس، ۱۳۹۱). منابع تأمین‌کننده آب تالاب علاوه بر آب دریای خزر، نزولات جوی و آب‌های زیرزمینی است. این تالاب پهنه آبی وسیع با عمق آب مناسب در مجموعه پارک ملی بوجاق می‌باشد که با داشتن خصوصیات منحصربه‌فرد، زیستگاه‌های متفاوتی مانند محلی برای زندگی جانوران اعم از پرندگان، ماهی‌ها و پستانداران و زیستگاه گیاهان تالابی فراهم آورده است به‌طوری‌که هرساله هزاران پرنده آبزی آبچر مانند خوتکا و اردک سرسبز در پهنه‌های آبی کم‌عمق و گونه‌های آبزی غواص مانند اردک سرحنایی، اردک بلوطی و اردک تاجدار در پهنه‌های آبی عمیق این تالاب زیست می‌کنند (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۲). پرندگان آبزی غواص وابسته به اکوسیستم‌های آبی عمیق بوده و برای تهیه غذا در آب غوطه می‌زنند. با توجه به کاهش کمیت و کیفیت زیستگاه‌های مناسب و امن برای پرندگان آبزی غواص در استان گیلان و کشور ایران و همچنین قرارگیری تعداد زیادی ازاین‌گونه‌ها در فهرست پرندگان درخطر انقراض و تهدید جهانی، این تالاب حفاظت‌شده می‌تواند علاوه بر حفظ تنوع‌گونه‌ای و زیستی پارک ملی بوجاق، در حفاظت از نسل این قبیل پرندگان نیز بسیار مؤثر باشد (عاشوری، ۱۳۹۲). شکل ۱ بخش‌های مختلف تالاب بوجاق و کاربری نواحی داخل و حاشیه‌ای آن را نشان می‌دهد.

بررسی تعیین نیاز آبی زیست‌محیطی تالاب بوجاق در شرایط مختلف آب و هوایی در ۳ مرحله صورت پذیرفت. در مرحله اول نیاز آبی زیست‌محیطی تالاب بوجاق با استفاده از یک رویکرد جامع‌نگر در شرایط حداقل و مطلوب تعیین گردید. در این مرحله مطالعات در چهار گام در زمینه مسائل اقتصادی–اجتماعی، فاکتورهای هیدرومورفولوژیکی، بیولوژیکی، تنوع زیستی و روابط اکولوژیکی بین این فاکتورها و انتخاب مناسب‌ترین شاخص در هر بخش و تعیین نیاز آبی زیست‌محیطی تالاب بوجاق انجام گردید. در گام اول به‌منظور مطالعه در زمینه مسائل اقتصادی–اجتماعی، تمامی خدمات و کارکردهای مرتبط با تالاب با انجام مصاحبه حضوری، مشاهده و مرور منابع شناسایی گردید. در گام دوم، ابتدا فاکتورهای هیدرومورفولوژیکی شامل داده‌های هواشناسی بخصوص بارش، آب زیرزمینی، عمق تالاب، سطح و حجم آب در بخش‌های مختلف بررسی شد. سپس مطالعات بیولوژیکی و اکولوژیکی مربوط به گونه‌های حفاظت‌شده اعم از گونه‌های گیاهی و جانوری، گونه‌های فیتوپلانکتون، ماهی‌ها و ارتباط مستقیم بین گونه‌ها و سطح (حجم) آب در دسترس صورت پذیرفت. انتخاب گونه‌های شاخص گیاهی و جانوری به‌منظور تعیین نیاز آبی تالاب بوجاق در این بخش با استفاده از تجزیه‌وتحلیل پرسشنامه‌هایی که توسط کارشناسان خبره پاسخ‌داده‌شده بود، انجام گرفت. برای این کار با توجه به منابع، تجربیات موجود و نظرات کارشناسان خبره، برای ارزش‌گذاری از ضرایب ۱ تا ۹ استفاده شد. در انتخاب گونه‌ی شاخص از ۵ محدوده‌ی ارزشی مطابق جدول ۱ استفاده گردید. درنهایت عدد شاخص برای هرگونه از رابطه ۱ (Shokoohi and Amini, 2014) به دست آمد.

رابطه ۱: عدد شاخص گونه = (ارزش حفاظت بین‌المللی (۰ یا ۱) ×۹) + (ارزش حفاظت ملی (۰ یا ۱) ×۷) + (ارزش ژنتیکی (۰ یا ۱) ×۵) + (ارزش اکولوژیکی (۰ یا ۱) ×۵) + (ارزش اقتصادی (۰ یا ۱) ×۳) + (ارزش شکار و صید (۰ یا ۱) ×۱)

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-08]



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی، بخش‌های مختلف و کاربری نواحی داخل و حاشیه‌ای تالاب بوجاق.

جدول ۱: محدوده‌ی ارزشی و ضرایب آن‌ها در ارزش‌گذاری گونه‌ها

محدوده ارزشی	ضریب ارزش
ارزش حفاظت بین‌المللی	۹
ارزش حفاظت ملی	۷
ارزش اکولوژیکی	۵
ارزش اقتصادی	۳
ارزش صید و شکار	۱

در گام سوم با تحلیل اطلاعات‌پایه موجود در هر بخش شاخص‌هایی انتخاب شدند و درجه اهمیتی از ۱ تا ۴ برای هر یک از آن‌ها در نظر گرفته شد. درجه ۱ درواقع به شاخصی تخصیص یافت که نقش کلیدی در اکوسیستم تالاب داشته و در حقیقت حضور یا عدم حضور آن برای سلامتی تالاب دارای اهمیتی ویژه بود. به‌عنوان‌مثال گونه‌ای که دارای سطح حفاظتی بالا بوده، یا در بالای هرم غذایی تالاب قرار داشته و سلامت اکولوژیکی‌اش نشان‌دهنده وجود سایر گونه‌ها در زنجیره پایین باشد، شاخصی با رتبه ۱ قلمداد گردید. همچنین درجه ۴ به شاخص‌هایی اطلاق شد که وجودشان اهمیت کمتری در سلامتی تالاب داشت. در گام چهارم، به‌منظور برآورد مساحت پهنه آبی تالاب، تصاویر ماهواره‌ای با استفاده از نرم‌افزار ENVI5.3 به روش شاخص گیاهی NDVI طبقه‌بندی و در محیط ArcGIS10.5 پردازش شدند. سپس به‌منظور حفظ مطلوبیت زیستگاه برای شاخص منتخب، تراز اکولوژیکی تالاب جهت حفظ شرایط اکولوژیکی حداقل، قابل‌قبول و مطلوب بر اساس مقایسه فراوانی گونه شاخص و مساحت پهنه آبی حاصل از تفسیر تصاویر ماهواره‌ای تعیین گردید. لازم به ذکر است هریک از شرایط هدف‌گذاری‌شده به‌صورت زیر تعریف شد:

شرایط مطلوب اکولوژیکی: نیاز آبی در سطحی تعیین گردد که گونه انتخابی موردنظر در بهترین شرایط باقی بماند و هیچ‌گونه کاهش جمعیتی برای حضور آن‌گونه در تالاب اتفاق نیفتد.

شرایط قابل‌قبول اکولوژیکی: نیاز آبی در حالتی که جمعیت و حضور گونه انتخابی در تالاب در شرایط بین حداقل و مطلوب باقی بماند.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-08]

شرایط حداقل اکولوژیکی: نیاز آبی در کمترین میزانی که اگر حجم یا سطح یا عمق آب از آن کمتر شود، گونه موردنظر دچار انقراض شده و یا به آن تالاب مراجعت ننماید. در این حالت نیاز آبی کمترین مقدار است و حجم آب به‌دست‌آمده نسبت به شرایط طبیعی کاهش قابل‌توجهی پیدا می‌کند.

در مرحله دوم، با در دست داشتن تراز اکولوژیکی تالاب و دیاگرام حجم–سطح–ارتفاع، حجم آب متناظر جهت تعیین نیاز آبی تالاب بوجاق در سطوح مختلف تخمین زده شد. با توجه به کمبود دیاگرام حجم–سطح–ارتفاع در مطالعات قبلی، این چارت نیز استخراج گردید. در مرحله سوم با تجزیه‌وتحلیل معادله بیلان و اجزای تشکیل‌دهنده آن، میزان کمبود آب برای تالاب بوجاق در شرایط خشک‌سالی، نرمال و ترسالی برای رسیدن به شرایط هدف‌گذاری‌شده مشخص گردید. در این مرحله کلیه مقادیر پارامترهای بیلان آبی اعم از جریان ورودی، جریان خروجی و تغییرات حجم تالاب موردبررسی قرار گرفت. شکل کلی معادله بیلان آب در تالاب بوجاق با توجه به اینکه تنها عامل ورودی معادله شامل مقدار بارندگی بر سطح تالاب و جریانات خروجی نیز شامل تبخیر از سطح آب، آب مصرف‌شده برای تبخیر–تعرق گیاهان تالابی و نفوذ آب زیرزمینی از تالاب می‌باشد، از رابطه ۲ پیروی می‌کند.

رابطه ۲:	$V_0+P=V+E+ET+V_G$

که در آن:

V: نیاز آبی اکولوژیکی

V_0: حجم ذخیره‌شده اولیه

ET: تبخیر–تعرق گیاهان تالابی برحسب مترمکعب

E: حجم حاصل از تبخیر از سطح آب

V_G: حجم حاصل از تخلیه به آب زیرزمینی

P: حجم حاصل از بارندگی

به‌منظور تعیین دوره‌های ترسالی، نرمال و خشک‌سالی از شاخص بارش استاندار SPI استفاده شد. این شاخص از رابطه ۳ محاسبه و بر اساس جدول ۲ طبقات خشک‌سالی تعیین می‌شود.

رابطه ۳:	$SPI=\frac{P_i-\overline{P}}{S}$

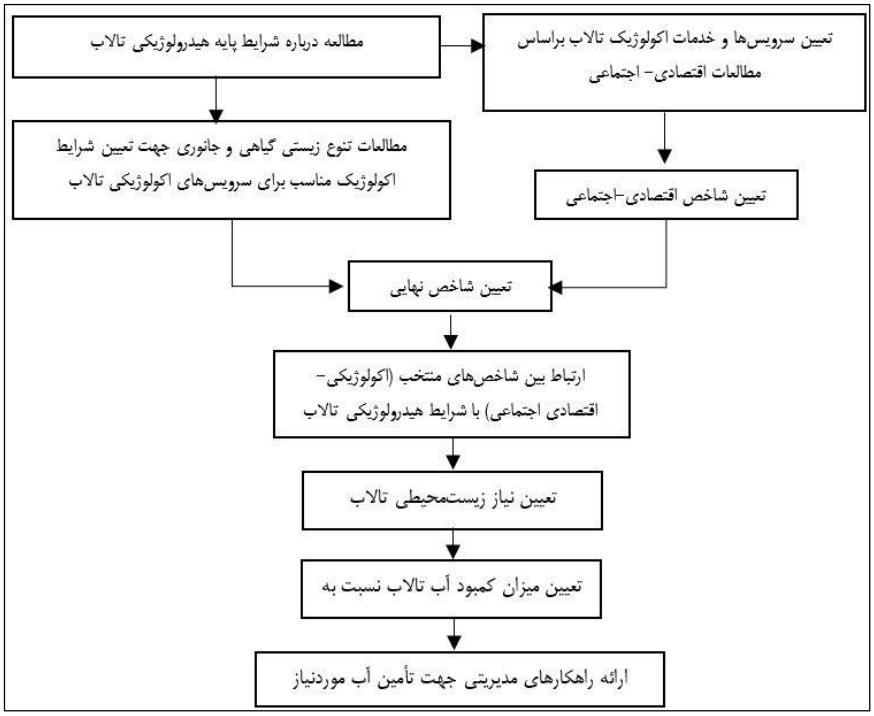
که در آن، P_i بارندگی سالانه ایستگاه موردنظر، $\overline{P}$ میانگین بارندگی در دوره بلندمدت و S انحراف معیار سری بارندگی است. پس از تعیین دوره‌های ترسالی، نرمال و خشک‌سالی می‌توان میانگین بلندمدت پارامترهای بارندگی و تبخیر را در هر دوره محاسبه نمود.

شکل ۲ مراحل انجام کار در تحقیق حاضر برای تعیین نیاز آبی زیست‌محیطی تالاب بوجاق و ارائه راهکارهای مناسب جهت تأمین آب تالاب در شرایط مختلف آب و هوایی را نشان می‌دهد.

جدول ۲: طبقات مختلف شاخص بارش استاندارد SPI

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-08]

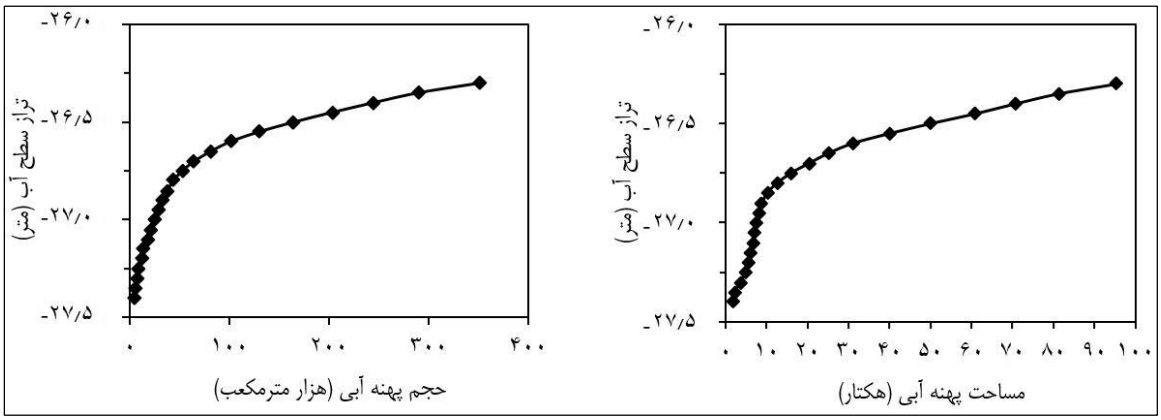
طبقات خشک‌سالی	SPI
ترسالی بسیار شدید	بیشتر از ۲+
ترسالی شدید	۱/۵+ تا ۲+
ترسالی متوسط	۱+ تا ۱/۵+
نرمال	۱- تا ۱+
خشک‌سالی متوسط	۱/۵- تا ۱-
خشک‌سالی شدید	۲- تا ۱/۵-
خشک‌سالی بسیار شدید	کمتر از ۲-



شکل ۲: مراحل تعیین حقابه تالاب بوجاق.

با انجام عملیات میدانی شامل بتیمتری کف تالاب و نقشه‌برداری در سطح و حاشیه آن، نقشه DEM تالاب بوجاق استخراج گردید و رابطه‌ی بین سطح، حجم و تراز آب مخزن این تالاب در محیط ArcGIS10.5 محاسبه شد. شکل ۳ منحنی سطح-حجم-ارتفاع تالاب را نشان می‌دهد. هندسه مخزن تالاب بوجاق به‌گونه‌ای است که با افزایش تراز سطح آب، پارامترهای مساحت و حجم تالاب با شیب تقریباً ثابتی تغییر می‌کنند.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-08]



شکل ۳: منحنی سطح-حجم-ارتفاع تالاب بوجاق.

اطلاعات مربوط به شناسایی گیاهان و جانوران موجود در تالاب جهت انتخاب شاخص اکولوژیکی از داده‌های موجود در سازمان محیط‌زیست دریافت شد. داده‌های هیدرولوژیکی موردنیاز برای این تحقیق در حوضه تالاب بوجاق شامل اطلاعات مربوط به دبی رودخانه اشمک و سفیدرود از شرکت سهامی آب منطقه‌ای و اطلاعات مربوط به داده‌های هواشناسی جهت تجزیه‌وتحلیل بارش و تبخیر-تعرق از اطلاعات سازمان هواشناسی استان گیلان در دوره آماری ۳۰ ساله (۱۳۶۸ تا ۱۳۹۷) دریافت گردید. ازآنجاکه آب زیرزمینی تالاب بوجاق با دریای خزر ارتباط دارد و از آن تأثیر می‌پذیرد لذا بررسی رابطه تغذیه-تخلیه ورودی و خروجی‌های آب زیرزمینی با توجه به نوسانات تراز سطح آب دریای خزر موردبررسی قرار گرفت. با توجه به اینکه گرادیان هیدرولیکی جریان تخلیه آب تالاب به تراز دریای خزر (تراز سطح آب زیرزمینی) و تراز آب در پهنه تالاب وابسته است، نیاز است که نوسانات تراز دریای خزر بررسی شود. بدین منظور داده‌های مربوط به تراز سطح دریا در ایستگاه انزلی نیز از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۷ از اداره کل بنادر و کشتیرانی استان گیلان دریافت گردید.

در بخش سنجش‌ازدور نیز به‌منظور تفسیر تصاویر ماهواره‌ای و بررسی تغییرات رخ‌داده در تالاب بوجاق، تصاویر ماهواره‌ای سنجنده‌های TM، ETM و OLI از سری ماهواره‌های LandSat باقدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر در محدوده پارک ملی بوجاق از پایگاه USGS دریافت شد؛ اما به دلیل پایین بودن قدرت تفکیک مکانی و در دسترس نبودن تصاویر مربوط به قبل از سال ۱۳۸۳ در محدوده موردنظر، تصاویر در بازه زمانی ۱۵ ساله در خلال سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۷ موردبررسی قرار گرفتند.

نتایج

در مرحله اول، آنالیز داده‌های پایه در بخش تنوع زیستی در ۲ کلاس گیاهان آبزی و جانوران بررسی گردید. استقرار جوامع گیاهی در تالاب بوجاق تحت تأثیر خصوصیات اکولوژی قرار دارد. با توجه به اینکه در کل منطقه شرایط اقلیمی مشابه بوده و خصوصیات توپوگرافی نیز یکسان است لذا از میان عوامل اکولوژیکی مختلف، ویژگی‌های خاک و سطح ایستایی آب می‌توانند نقش مؤثرتری داشته باشند. در تالاب بوجاق با توجه به خصوصیات مورفولوژی (برگ‌های مستحکم و پهن) و فیزیولوژی (سرعت رشد و قدرت رقابت) گیاهان حاشیه‌ای و شناور بالأخص لاله مردابی، جای گیاهان غوطه‌ور را اشغال و مانع نفوذ نور در آب و رشد فیتوپلانکتون‌ها و زئوپلانکتون‌ها (غذای ماهیان و پرندگان) شده و نهایتاً در زنجیره و شبکه غذایی اختلال ایجاد می‌نمایند (مقصودی و همکاران، ۱۳۹۴). همچنین باقیمانده این گیاهان به دلیل غنی بودن آنان از سلولز و عدم تجزیه کامل در طول رشد، در کف تالاب روی‌هم انباشته‌شده، باگذشت زمان موجب بروز حالت دیستروفیکاسیون و بالاخره تبدیل تالاب به مرداب شده‌اند. نی فراوان‌ترین گیاه آبزی در تالاب بوجاق بوده و در آب‌های کم‌عمق تا عمیق رشد می‌کند. پناهگاه و زیستگاه مناسب برای آشیانه سازی

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-08]

و تخم‌گذاری پرندگان، محلی برای تخم‌ریزی ماهیان و برخی حشرات مانند سنجاقک‌ها است. شنگ‌ها نیز از نی‌ها و علف‌های دراز به‌عنوان پناهگاه استفاده می‌کنند. گونه شاخص گیاهی دیگر در تالاب بوجاق، لاله تالابی می‌باشد. نحوه رشد لاله مردابی به‌عنوان یک‌گونه آبزی برگ شناور رابطه عکس با تغییرات عمق آب تالاب دارد به‌طوری‌که با کاهش عمق آب، در پهنه آبی رشد و گسترش می‌یابند. رشد بی‌رویه و گسترش آن در پهنه آبی تالاب باعث کاهش مطلوبیت زیستگاهی برای برخی از گونه‌ها می‌شود. همچنین پارک ملی بوجاق، غنای گونه‌ای پرندگان آبزی غواص خود را مدیون این پهنه تالابی است و بی‌شک با حذف یا کاهش کمیت و کیفیت این بخش از تالاب، غنا گونه‌ای و تنوع زیستی بخش مهمی از این تالاب بین‌المللی نابود خواهد شد. اردک سرخنایی به‌عنوان فراوان‌ترین اردک غواص در ایران که در سال‌های اخیر از جمعیت جهانی‌اش به‌شدت کاسته شده است از تالاب بوجاق برای زمستان گذرانی استفاده می‌نماید. این‌گونه شاخص اکولوژیکی، تالاب‌های عمیق با عمق بیش از ۶۰ تا ۸۰ سانتی‌متر که با نیزارها احاطه‌شده باشند را نسبت به سایر زیستگاه‌ها ترجیح می‌دهد. از سوی دیگرگونه‌های ماهیان استخوانی زیادی در این تالاب شناسایی و گزارش‌شده است که نشان‌دهنده ارزش و اهمیت این بخش از تالاب برای ماهیان می‌باشد. گونه شاخص کپور معمولی باارزش اقتصادی بالا به‌عنوان مصرف‌کننده و در سطوح میانی زنجیره غذایی تالاب قرار دارد اما صید زیاد، بروز برخی خشک‌سالی‌ها و افزایش آلاینده‌ها سبب قرار گرفتن این‌گونه در میان گونه‌های درخطر انقراض جهانی و آسیب‌پذیر می‌باشد. همچنین، تالاب بوجاق با توجه به عمق و وسعت مناسب از گذشته تا حال، یکی از مهم‌ترین زیستگاه‌های پستاندار آبزی و شاخص شنگ در منطقه بوده است. با توجه به وجود مشاهدات زیادی از سرگین و شنگ در حواشی و داخل این تالاب، به نظر می‌رسد جمعیت مناسبی ازاین‌گونه در این تالاب زیست می‌کنند. این‌گونه شاخص، آب‌های عمیق با عمق بیش از ۵۰ سانتی‌متر را ترجیح می‌دهد.

در مرحله دوم توابع اکولوژیکی مهم برای تالاب بوجاق شناسایی شد. جدول ۳ نتایج حاصل از بررسی توابع اکولوژیکی را نشان می‌دهد.

جدول ۳: چک‌لیست توابع اکولوژیکی مهم برای تالاب بوجاق.

ردیف	توابع اکولوژیکی	گونه‌های مرتبط	توضیحات
۱	زیستگاه حیات‌وحش و مکانی برای تغذیه	اردک سرخنایی و سایر پرندگان آبزی، شنگ، عقاب دریایی دم‌سفید، اردک‌ماهی، کپور معمولی و نی	وجود پناه، آب، غذا و درنهایت امنیت سبب حضور حیات‌وحش در این تالاب می‌شود. آب نقش کلیدی و مهم‌تری در بین این فاکتورها دارد و در صورت فراهم بودن زیستگاه‌های آبی متنوع، گونه‌های متنوعی در این تالاب دیده می‌شوند.
۲	پناهگاه جانوران بخصوص پرندگان، ماهیان و پستانداران	وجود پهنه آبی مناسب به همراه گیاهان آبزی، پناه مناسب برای حیات‌وحش تالاب به‌ویژه شنگ و پرندگان قابل شکار فراهم می‌آورد.	پهنه آبی بیش از ۱۰ هکتار با عمق آبی مناسب (بیش از ۵۰ سانتی‌متر) به همراه وجود توده پوشش گیاهان آبزی بن در آب در حواشی تالاب می‌تواند پناه مناسب برای پرندگان آبزی فراهم آورد.
۴	تخم‌ریزی ماهیان	اردک‌ماهی، کپور معمولی و سایر ماهیان تالاب	ماهی‌ها در محیط آبی تخم‌ریزی می‌کنند. عمق آب مناسب (۵۰ سانتی‌متر به بالا) به همراه وجود توده‌های مناسب از گیاهان آبزی غوطه‌ور، شرایط ایده آلی برای تخم‌ریزی و پرورش بچه ماهیان فراهم می‌آورد
۵	مکان جوجه آوری پرندگان مکان زادآوری پستانداران، دوزیستان و خزندگان	شنگ، قورباغه مردابی، لاک‌پشت برکه‌ای اروپایی و غیره	تالاب‌هایی با خصوصیات بوجاق با داشتن شرایط مناسبی مانند وجود دائمی آب با عمق مناسب همراه با پوشش گیاهان آبزی متنوع و مناسب، زمینه زادآوری حیات‌وحش و عدم دسترسی آسان مهاجمین را فراهم می‌آورد.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-08]

در انتخاب شاخص نهایی در تالاب بوجاق به موارد زیادی ازجمله واکنش نشان دادن شاخص انتخابی به تغییرات در میزان آب تالاب، قرار گرفتن در بالای زنجیره غذایی تالاب، قابل‌اندازه‌گیری و پایش بودن در مرور زمان، موجود بودن داده‌های سرشماری در انتخاب شاخص اکولوژیکی و وابستگی معیشت ذینفعان تالاب و وابستگی آن‌ها به تالاب در انتخاب شاخص اقتصادی اجتماعی توجه گردید. به‌منظور تعیین گونه شاخص و انتخاب آن از روی ارزش گونه به‌نحوی‌که توانایی ارائه تصویری بهتر از تالاب را داشته باشد از روش ارزش‌گذاری add-hoc استفاده گردید. این امر بدان مفهوم است که ارزش‌گذاری با توجه به منابع، تجربیات موجود و نظرات کارشناسان خبره انجام گرفت. سعی شد شاخص انتخابی در هر بخش تا حد امکان، بااهمیت‌ترین پارامتر باشد به‌طوری‌که با توجه به داده‌های موجود نتوان انتخاب دیگری انجام داد. همان‌طور که در جدول ۴ ملاحظه می‌گردد برای هریک از شاخص‌ها درجه اهمیتی از ۱ تا ۴ در نظر گرفته شد و بر اساس اطلاعات‌پایه موجود ۸ شاخص در ۲ بخش انتخاب گردید.

جدول ٤: خلاصه داده‌های پایه تالاب بوجاق جهت تشخیص بخش و گونه شاخص.

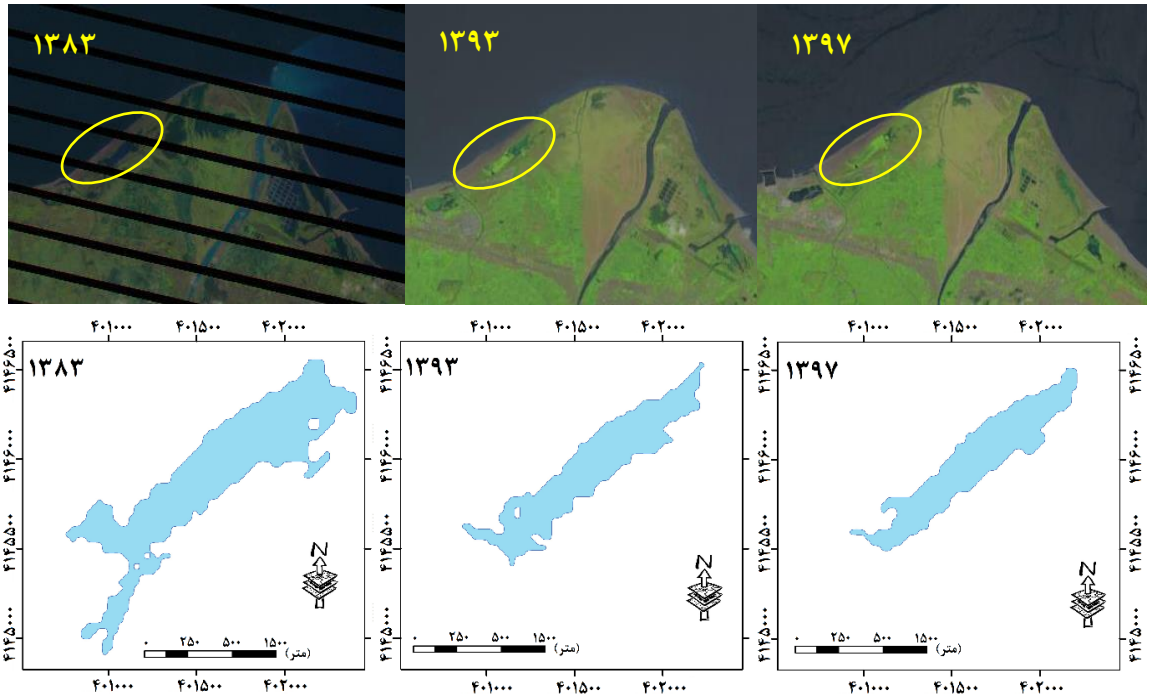
ردیف	بخش	شاخص	درجه اهمیت	ارتباط با نیاز آبی تالاب	توضیحات
۱	اقتصادی اجتماعی	گردشگری	۲	عمق و مساحت	محل مناسبی برای گردشگری و توریست می‌باشد.
		ماهیگیری	۲	عمق و کیفیت	ماهیگیری در داخل تالاب به مقدار خیلی کم اما به‌صورت غیرقانونی انجام می‌گیرد.
		شکار	۲	مساحت و عمق	از پرندگان داخل تالاب شکار به‌صورت غیرقانونی انجام می‌گیرد اما شکار از پرندگانی که از محوطه حفاظت‌شده خارج‌شده‌اند، جزئی از درآمد حاشیه‌نشینان می‌باشد.
		برداشت علوفه و چوب	۴	عمق	جهت تأمین علوفه دام و مواد اولیه برای صنایع‌دستی به کار می‌رود.
۲	بیولوژی و اکولوژی	پرندگان آبزی مهاجر زمستان گذر	۱	عمق یا تراز آب	اردک سرخایی
		گیاهان	۲	عمق یا تراز آب	در بعضی از ایام سال گیاه شناور لاله مردابی سرتاسر پهنه آبی را می‌پوشاند.
		پستانداران	۳	مساحت	شنگ
		ماهی	۳	کیفیت و عمق	کپور معمولی

نتایج حاصل از جداول ۳ و ۴ نشان داد که بهترین گونه‌ای که بتوان آن را به‌عنوان گونه شاخص اکولوژیکی معرفی نمود تا با تأمین مطلوبیت زیستگاه برای آن‌گونه، سلامت اکولوژیکی تالاب بوجاق تأمین گردد، اردک سرخایی می‌باشد. اگرچه شنگ به‌عنوان تنها پستاندار آبزی آب‌های شیرین به همراه برخی از دوزیستان و خزندگان برای ادامه حیات به آب و تالاب‌ها نیاز دارند (کرمی و همکاران، ۱۳۹۱) اما ارزش و اهمیت تالاب‌ها برای پرندگان آبزی و ماهیان همچنان که در کنوانسیون رامسر نیز ذکرشده است، بیشتر است. در این میان، پرندگان آبزی با توجه به تنوع‌گونه‌ای و نیازهای زیستگاهی متنوع نسبت به ماهیان در اولویت قرار دارند و با تأمین نیازهای آبی برای پرندگان آبزی به‌ویژه اردک‌های غواص نیاز آبی برای ادامه حیات و زیست سایر گونه‌ها نیز فراهم می‌آید. با توجه به موارد ذکرشده، اردک سرخایی به دلیل اینکه یک پرنده آبزی غواص، درخطر انقراض جهانی، فراوان‌ترین اردک غواص و مهاجر منظم سالیانه است را می‌توان به‌عنوان گونه شاخص عملکردی تالاب بوجاق در نظر گرفت. به‌طوری‌که هرگونه تغییر در عمق و مساحت تالاب می‌تواند روی تعداد و حضور مهاجرین زمستان گذران این‌گونه مؤثر باشد و با شمارش و مقایسه تعداد مهاجرین زمستان گذران این‌گونه، متوجه وضعیت تالاب شد. در انتخاب گونه اردک سرخایی به‌عنوان شاخص اکولوژیکی، علاوه بر در نظر

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-08]

گرفتن ارزش‌های حفاظتی بین‌المللی، ملی، اکولوژیکی و اقتصادی، عوامل دیگری نیز در نظر گرفته شد که می‌توان به واکنش نشان دادن شاخص انتخابی به تغییرات در میزان آب تالاب، قرار گرفتن در بالای زنجیره غذایی تالاب، قابل‌اندازه‌گیری و پایش بودن در مرور زمان و موجود بودن داده‌های سرشماری سالانه نسبت به سایر گونه‌ها، اشاره نمود؛ بنابراین می‌توان اردک سرخابی را به‌عنوان یک‌گونه چتر در تالاب بوجاق انتخاب نمود که در صورت تأمین نیازهای آبی و زیستگاهی آن، از سایر گونه‌های تالاب نیز در زیر چتر حمایتی و حفاظتی آن حمایت خواهد شد.

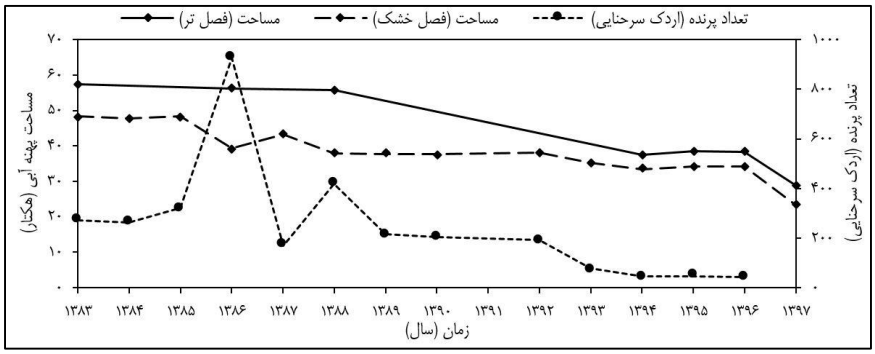
ازآنجاکه در ماه دی کوچ پرندگان زمستان گذر به پایان می‌رسد و تقریباً همه آن‌ها در تالاب بوجاق مستقر می‌شوند لذا سرشماری پرندگان تالاب (اردک سرخابی) در دی‌ماه صورت می‌گیرد که این امر سبب اهمیت ماه دی برای تعریف شرایط اکولوژیکی حداقل، قابل‌قبول (خوب) و مطلوب شد. تفسیر تصاویر ماهواره‌ای دریافت شده از تالاب بوجاق نشان داد که در طی ۱۵ سال گذشته (۱۳۸۳ تا ۱۳۹۷) مساحت پهنه آبی این تالاب در طول سال‌های مختلف کاهش‌یافته است. این کاهش مساحت هم در فصل تابستان (خشک) و هم در فصل زمستان (تر) رخداده است. در شکل ۴ نمونه‌ای از نتایج تفسیر تصاویر ماهواره‌ای در محدوده تالاب بوجاق و پهنه آبی تالاب در سال‌های مختلف نشان داده‌شده است.



شکل ٤: نمونه‌ای از نتایج تفسیر تصاویر ماهواره‌ای در محدوده تالاب بوجاق.

با توجه به شکل ۵ تغییرات مساحت نسبت به زمان در فصول سرد سال با شیب کمتری کاهش‌یافته و تغییرات مساحت پهنه آبی در فصول گرم سال با شیب بیشتری تغییر کرده است. به‌طوری‌که از سال ۱۳۹۲ تاکنون اختلاف مساحت پهنه آبی در فصول خشک و تر دچار کاهش معناداری شد. از دلایل این امر می‌توان به شرایط آب و هوایی مناسب منطقه در فصول گرم جهت رشد حداکثری انواع گیاهان و پوشش گیاهی باشد.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-08]

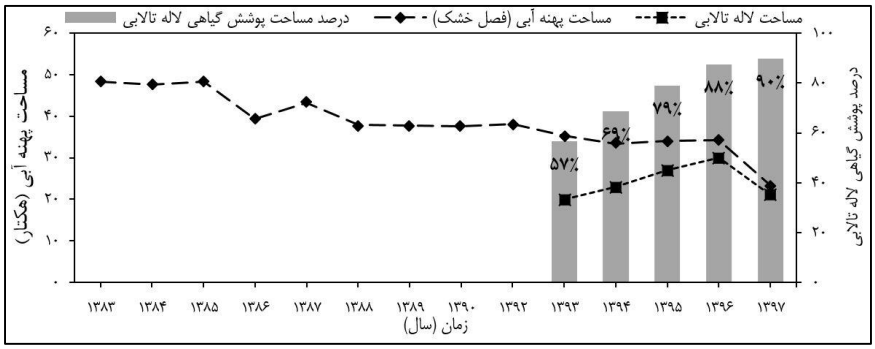


شکل ۵: تغییرات زمانی ارتباط مساحت پهنه آبی فصول گرم و سرد سال با حضور اردک سرخایی (Aythya ferina) در تالاب بوجاق.

طبق شکل ۵، تغییرات مساحت پهنه آبی تالاب در مقابل فراوانی حضور اردک سرخایی در طول سال‌های مختلف نشان داد که رابطه مستقیمی بین عمق و مساحت و فراوانی این پرنده وجود دارد. با کاهش عمق آب و درنتیجه آن کاهش مساحت تالاب در طی سال‌های متفاوت تعداد اردک سرخایی نیز کاهش‌یافته است. ازآنجاکه هدف‌گذاری طرح بر اساس شرایط حداقل، قابل‌قبول (خوب) و مطلوب در این تالاب می‌باشد لذا وضعیت تالاب برای این سه شرایط موردبررسی قرار گرفت. سال ۱۳۹۲ به‌عنوان سال مبنا جهت تعیین حداقل شرایط اکولوژیکی مناسب برای تالاب در نظر گرفته شد به‌طوری‌که ادامه این روند سبب کاهش چشمگیر حضور این پرنده در تالاب شده است. در سال ۱۳۹۲ مساحت پهنه آبی تالاب حدود ۴۱ هکتار و تعداد پرنده ۱۹۲ عدد می‌باشد. با توجه به منحنی سطح–حجم–ارتفاع به‌دست‌آمده در مراحل قبل، حجم معادل این مساحت برابر ۲۳۵۰۰۰ مترمکعب می‌باشد.

همچنین با توجه به شکل ۵ و تعریف شرایط اکولوژیکی مطلوب، سال ۱۳۸۸ به‌عنوان سال مبنا جهت تعیین شرایط مطلوب اکولوژیکی تالاب بوجاق انتخاب گردید. در سال ۱۳۸۸ مساحت پهنه آبی تالاب حدود ۵۵/۷ هکتار و تعداد پرنده اردک سرخایی ۴۱۷ عدد می‌باشد. با توجه به منحنی سطح–حجم–ارتفاع تالاب، حجم معادل این مساحت برابر ۳۴۰۰۰۰ مترمکعب می‌باشد. همچنین با در نظر گرفتن میانگینی از شرایط مطلوب و حداقل، شرایط قابل‌قبول (خوب) با حدود ۴۸ هکتار مساحت پهنه آبی و ۲۸۵۰۰۰ مترمکعب حجم آب تالاب تعیین شد. نکات دیگری نیز از شکل ۵ قابل دریافت است که باید به آن توجه گردد. علت بالا رفتن و اوج گرفتن نمودار آمار پرندگان در سال ۱۳۸۶ به دلیل بارش برف سنگین در مناطق مرکزی و غربی استان گیلان بود. شرایط مساعدتر تالاب بوجاق نسبت به تالاب انزلی سبب شد تا حدود ۹۲۵ عدد اردک سرخایی به تالاب بوجاق مهاجرت کند که این آمار در طول سالیان متمادی بی‌سابقه بوده است. نکته حائز اهمیت دیگر این است که از سال ۱۳۹۳ تعداد پرنده اردک سرخایی در تالاب بوجاق روند کاهشی محسوس داشته است. بر اساس تصاویر ماهواره‌ای، از سال ۱۳۹۳ به بعد گیاه لاله تالابی بر روی پهنه آبی تالاب شروع به رشد کرده و افزایش‌یافته است و باعث کاهش مطلوبیت زیستگاهی برای پرنده اردک سرخایی شده است به‌طوری‌که این‌گونه گیاهی قبل از سال ۱۳۹۳ گسترش چشمگیری نداشته و تنها در برخی سال‌ها در حاشیه تالاب رشد کرده است و به دلیل کم بودن مساحت پوشش آن، قابل‌طبقه‌بندی در تصاویر ماهواره‌ای نمی‌باشد. شکل ۶ تغییرات سالیانه مساحت پهنه آبی تالاب بوجاق در مقایسه با پوشش گیاه لاله تالابی را نشان می‌دهد.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-08]



شکل ٦: تغییرات سالیانه مساحت پهنه آبی تالاب بوجاق در مقایسه با پوشش گیاه لاله تالابی (Nelumbo nucifera var. Capsicum).

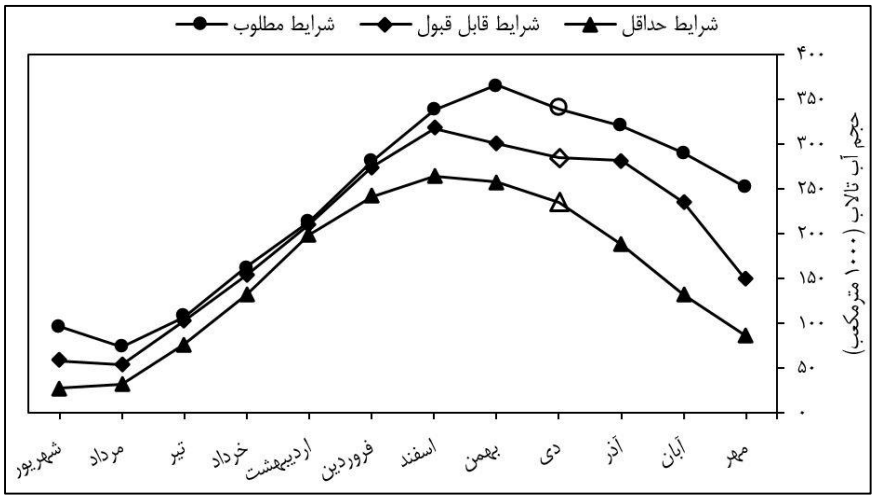
از سال ۱۳۹۳ با کاهش مساحت پهنه آبی، درصد پوشش این گیاه بر روی سطح آب افزایش پیداکرده و در تابستان سال ۱۳۹۷ به حدود ۹۰ درصد رسیده است. با کاهش عمق آب، شرایط رشد و افزایش تراکم این گیاه مساعد شده و روند کاهشی مساحت پهنه آبی با شدت بیشتری انجام‌گرفته است. علت کاهش عمق آب تالاب بوجاق را می‌توان به تغییر در بیلان منابع آب و رسوب‌گذاری در بستر تالاب ربط داد. تغییر در بیلان منابع آب شامل کاهش بارندگی، افت تراز سطح آب زیرزمینی و افزایش تبخیر و تعرق بوده به‌طوری‌که عمق آب و وسعت پهنه آبی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. همچنین با توجه به اینکه هیچ رودخانه و یا زهکشی به این تالاب وارد نمی‌شود، نوع رسوبات انباشته‌شده در بستر تالاب شامل مواد آلی حاصل از تجزیه بقایای گیاهی است. این رسوب‌گذاری در بستر تالاب سبب کاهش عمق آب می‌گردد؛ بنابراین از سال ۱۳۹۳ به بعد در تابستان هرسال با کاهش عمق آب، گیاه لاله مردابی شروع به رشد کرده و در زمستان با افزایش عمق آب و تغییر شرایط آب و هوایی، این گیاه از بین رفته و بقایای آن به‌صورت رسوب در بستر تالاب انباشته می‌گردد و در هرسال تراز کف بستر به ازای مقدار رسوب‌گذاری، افزایش می‌یابد. حال با تکرار این چرخه، از طرفی پوشش گیاهی بر روی سطح آب وسیع‌تر شده و مقدار رسوب‌گذاری ناشی از تجزیه آن‌ها نیز افزایش می‌یابد و از طرف دیگر کاهش منابع آبی ورودی و افزایش خروجی، تالاب بوجاق را به سمت نابودی سوق می‌دهند. جدول ۵ تراز، مساحت و حجم تالاب را در شرایط اکولوژیکی حداقل و مطلوب نشان می‌دهد.

جدول ۵: مقایسه حجم و مساحت تالاب در شرایط اکولوژیکی حداقل و مطلوب.

سال	وضعیت اکولوژیکی	تراز آب تالاب (متر)	مساحت پهنه آبی (هکتار)	مساحت کل (هکتار)	حجم کل (مترمکعب)
۱۳۸۸	مطلوب	-۲۶/۳۱	۵۵/۷	۹۲/۸	۳۴۰۰۰۰
۱۳۹۲	حداقل	-۲۶/۴۱	۴۱	۶۸	۲۳۵۰۰۰

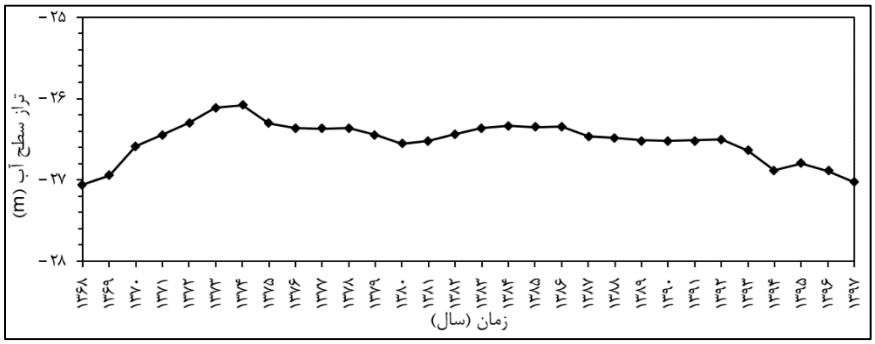
شکل ۷ تغییرات حجم تالاب بوجاق در شرایط حداقل، قابل‌قبول و مطلوب اکولوژیکی را به‌صورت ماهانه نشان می‌دهد. باوجوداینکه سال ۱۳۸۸ در طبقه خشک‌سالی متوسط و سال ۱۳۹۲ در طبقه نرمال قرار دارند اما مقادیر مساحت، حجم و تراز سطح آب در سال ۱۳۹۲ (شرایط حداقل) کمتر از سال ۱۳۸۸ (شرایط مطلوب) است؛ بنابراین نتیجه می‌شود که کاهش تراز آب دریای خزر در طی سالیان اخیر توانسته است تراز سطح ایستابی در تالاب بوجاق را تحت تأثیر خود قرار داده و در پی آن تخلیه تالاب به آب زیرزمینی افزایش و حجم تالاب حتی در شرایط ترسالی نیز کاهش یابد.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-08]



شکل ۷: نمودار حجم آب تالاب بوجاق در شرایط اکولوژیکی حداقل، قابل‌قبول و مطلوب.

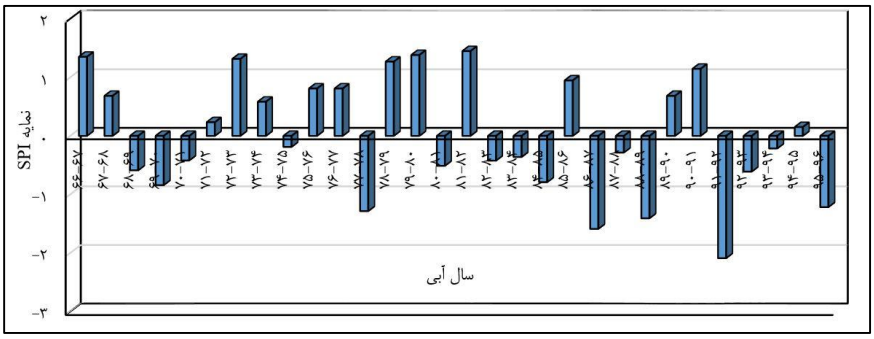
به‌منظور محاسبه کمبود آب موجود در تالاب در شرایط مختلف خشک‌سالی، نرمال و ترسالی نسبت به حجم آب در شرایط هدف‌گذاری‌شده اکولوژیکی، دو فاکتور مهم بارش و آب زیرزمینی در معادله بیلان تالاب بوجاق موردبررسی قرار گرفت. ازآنجایی‌که تراز سطح آب زیرزمینی در محدوده تالاب بوجاق تحت تأثیر بارندگی نمی‌باشد و از تراز سطح آب دریا تأثیر می‌پذیرد، نمی‌توان تغییرات آن را به‌عنوان پارامتر مرتبط با شرایط خشک‌سالی، نرمال و ترسالی در حوضه آبریز تالاب در نظر گرفت، بنابراین برای محاسبه تبادل آب زیرزمینی با تالاب، تراز سطح آب زیرزمینی برای هر سه سناریو بر اساس تغییرات تراز سطح دریا اعمال شد. در شکل ۸ نوسانات تراز دریای خزر در طی دوره آماری ۳۰ ساله نشان داده‌شده است.



شکل ۸: داده‌های مربوط به تراز سطح دریا در ایستگاه انزلی از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۷.

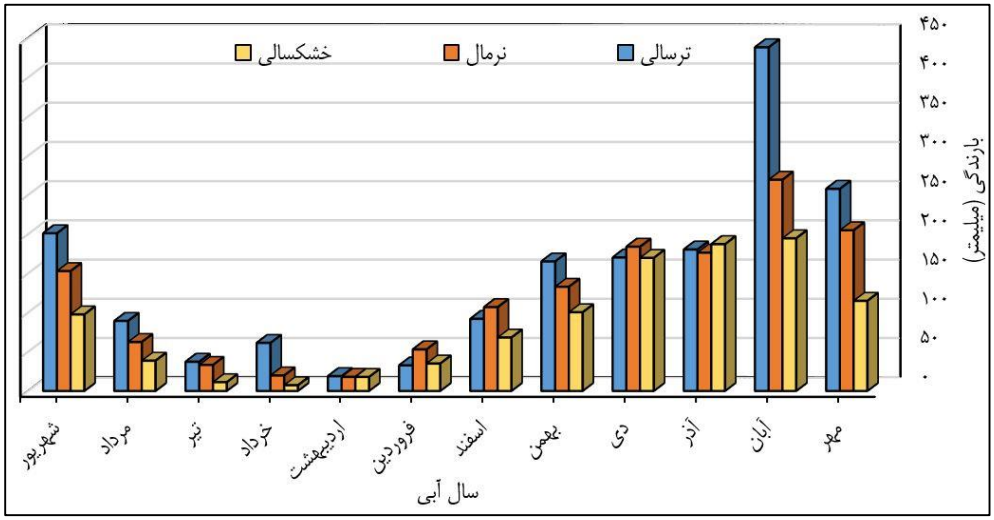
در مرحله بعد، به‌منظور بررسی سال‌های خشک‌سالی، نرمال و ترسالی از شاخص SPI استفاده گردید. شکل ۹ میزان شاخص مذکور را برای هر یک از سال‌های دوره آماری نشان می‌دهد. میزان این شاخص در سال آبی ۹۲-۹۱ و ۸۷-۸۶ در منفی‌ترین وضعیت خود قرار دارد؛ که به ترتیب در طبقات خشک‌سالی خیلی شدید و شدید قرار دارند. طی دوره ۳۰ ساله موردنظر، فقط در پنج سال آبی ۷۸-۷۷، ۸۷-۸۶، ۸۹-۸۸، ۹۲-۹۱ و ۹۶-۹۵ خشک‌سالی مشاهده‌شده است و در بقیه سال‌ها وضعیت نرمال یا درجاتی از ترسالی اتفاق افتاده است. در این دوره ۳۰ ساله حدود ۶۳ درصد مواقع در طبقه نرمال، ۲۰ درصد در طبقه ترسالی و ۱۷ درصد در طبقه خشک‌سالی قرارگرفته‌اند.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-08]



شکل ۹: شاخص SPI در ایستگاه کیاشهر.

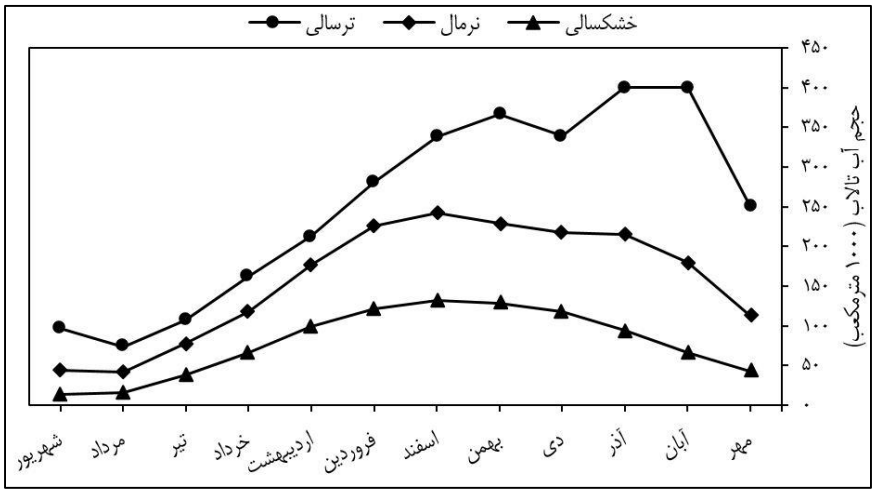
بر اساس طبقه‌بندی‌های صورت گرفته با استفاده از شاخص SPI برای هرسال آبی، میانگین بلندمدت بارندگی در طی سال‌های خشک، نرمال و تر به‌صورت ماهانه در شکل ۱۰ نشان داده‌شده است. بدین ترتیب میانگین بلندمدت بارندگی سالانه ۱۰۴۲، ۱۴۱۳ و ۱۷۴۴ میلی‌متر در شرایط خشک‌سالی، نرمال و ترسالی به دست آمد.



شکل ۱۰: میانگین ماهانه بارندگی در دوره‌های خشک‌سالی، نرمال و ترسالی در ایستگاه کیاشهر.

حال به کمک معادله بیلان، حجم آب موجود در تالاب به‌صورت میانگین بلندمدت در طول یک سال در سناریوهای خشک‌سالی، نرمال و ترسالی به دست آورده شد. شکل ۱۱ مقادیر حجم آب را در شرایط مختلف آب و هوایی نشان می‌دهد.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-08]



شکل ۱۱: روند تغییرات حجم آب تالاب بوجاق در سه سناریوی خشک‌سالی، نرمال و ترسالی در ماه‌های مختلف.

با توجه به بیلان آب تالاب بوجاق و منابع آب در دسترس در شرایط ترسالی، نرمال و خشک‌سالی، می‌توان یکی از شرایط اکولوژیکی موردنظر را جهت تأمین نیاز آبی تالاب در نظر گرفت. بدیهی است که در شرایط خشک‌سالی تأمین نیاز آبی تالاب برای رسیدن به شرایط اکولوژیکی مطلوب به دلیل کمبود منابع آب با چالش‌هایی روبه‌رو خواهد شد؛ بنابراین می‌توان گفت در سه سناریوی ترسالی، نرمال و خشک‌سالی باید نیاز آبی تالاب را با توجه شرایط اکولوژیکی متناسب با آن به ترتیب برای شرایط مطلوب، قابل‌قبول و نرمال تأمین کرد. حال با در نظر گرفتن سه سناریوی ترسالی، نرمال و خشک‌سالی و بارندگی متناظر با آن‌ها و تأثیر تغییرات تراز دریا در شرایط مختلف، میزان کمبود آب تالاب بوجاق برای تأمین نیاز آبی آن در سناریوهای موردنظر به‌صورت ماهانه و سالانه محاسبه شد که نتایج آن در جدول ۶ آمده است. مقایسه مقادیر حجم تالاب در هر یک از سناریوها نشان می‌دهد که در ترسالی شرایط اکولوژیکی مطلوب تأمین‌شده است؛ اما در شرایط نرمال و خشک‌سالی حجم تالاب حتی با شرایط حداقل اکولوژیکی فاصله دارد.

جدول ٦: میزان کمبود آب تالاب بوجاق برای تأمین نیاز آبی سناریوهای ترسالی، نرمال و خشک‌سالی (برحسب ۱۰۰۰ مترمکعب).

سناریو	شرایط اکولوژیکی قابل تأمین	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	سالانه
ترسالی	مطلوب	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
نرمال	قابل‌قبول (خوب)	۳۵/۰	۵۵/۴	۶۶/۳	۶۷/۰	۷۰/۶	۷۴/۷	۴۹/۴	۳۴/۲	۳۶/۳	۲۴/۱	۱۲/۸	۱۳/۷	۵۳/۴۹
خشک‌سالی	حداقل	۴۳/۰	۶۵/۷	۹۴/۰	۱۱/۳۷	۱۲/۵۸	۱۳/۰۲	۱۲/۶۰	۹۹/۲	۶۵/۶	۳۸/۱	۱۶/۰	۱۳/۸	۹۳/۹۳

به نظر می‌رسد با ادامه این روند و عدم مدیریت مناسب در آینده‌ای نزدیک باید شاهد خشک شدن تالاب بوجاق بود. یکی از راه‌های احیای تالاب بوجاق و رسیدن به شرایط مطلوب، ایجاد منابع آب جدید ورودی به‌منظور افزایش جریان ورودی به تالاب است. این منابع ورودی می‌توانند به‌صورت شاخه‌هایی از آب رودخانه اشمک در غرب تالاب و یا آب رودخانه سفیدرود در شرق تالاب تأمین شوند. نحوه برداشت از این رودخانه‌ها

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-08]

مستلزم رعایت حقابه‌های مربوط به سایر مصرف‌کنندگان می‌باشد. بر اساس اطلاعات دریافتی از شرکت آب منطقه‌ای گیلان، مقادیر آب قابل‌برداشت از دو رودخانه اشمک و سفیدرود برآورد گردید (جدول ۷). مقایسه مقادیر آب موردنیاز برای تأمین نیاز آبی تالاب با مقادیر آب قابل‌برداشت نشان می‌دهد که اگر نحوه دسترسی به جریان به‌صورت روزانه در طول ماه در نظر گرفته شود، آنگاه دبی رودخانه‌های سفیدرود و اشمک حتی در ماه‌هایی که کمترین دبی را دارد، بسیار بیشتر از میزان آبی است که قرار است به تالاب هدایت گردد و احیای تالاب بوجاق جهت رسیدن به شرایط هدف‌گذاری‌شده هیچ‌گونه لطمه‌ای به حقابه سایر مصرف‌کنندگان این رودخانه‌ها نخواهد زد. این مقدار جریان را می‌توان از طریق کانال‌کشی و یا استفاده از پمپاژ آب در محل ورود رودخانه سفیدرود به داخل پارک ملی بوجاق و یا از طریق کانال آبیاری موجود در ساحل راست بخش انتهایی رودخانه اشمک تأمین کرد.

جدول ۷: مقادیر دبی موردنیاز برای تأمین نیاز آبی تالاب و میانگین دبی قابل‌برداشت از رودخانه‌های اشمک و سفیدرود (مترمکعب در ثانیه).

سناریو	شرایط اکولوژیکی قابل تأمین	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
ترسالی	مطلوب	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
نرمال	قابل‌قبول (خوب)	۰/۰۱۳	۰/۰۲۱	۰/۰۲۵	۰/۰۲۶	۰/۰۲۷	۰/۰۲۹	۰/۰۱۸	۰/۰۱۲	۰/۰۱۳	۰/۰۰۹	۰/۰۰۴	۰/۰۰۵
خشکسالی	حداقل	۰/۰۱۷	۰/۰۲۵	۰/۰۳۶	۰/۰۴۵	۰/۰۴۷	۰/۰۵۳	۰/۰۴۵	۰/۰۳۷	۰/۰۲۴	۰/۰۱۴	۰/۰۰۶	۰/۰۰۵
میانگین دبی قابل‌برداشت از رودخانه سفیدرود		۱۳۸	۱۵۲	۴۱/۹	۳۲/۵	۳۳/۹	۵۳	۷۰	۹۵	۱۰۰	۶۷	۶۸	۹۳
میانگین دبی قابل‌برداشت از رودخانه اشمک		۰/۴۵	۰/۴۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۴۰	۰/۴۵	۰/۵	۰/۶	۰/۶۵	۰/۷۰	۰/۶۵	۰/۶۰

بحث و نتیجه‌گیری

محاسبه نیاز آبی تالاب‌ها در صورتی معنا پیدا می‌کند که اولاً میزان کمبود آب از رسیدن به شرایط اکولوژیکی مطلوب مشخص گردد و ثانیاً نحوه تأمین آب در برنامه‌ریزی منابع آب حوضه وارد شود به‌طوری‌که وزارت نیرو پس از بررسی فرآیندهای مختلف، مقدار آب تخصیصی به هر بهره‌بردار را به‌صورت حقابه ثبت نماید. همان‌طور که ذکر شد یکی از مهم‌ترین مراحل تعیین نیاز آبی زیست‌محیطی تالاب‌ها، انتخاب شاخص اکولوژیکی مناسب جهت برقراری سلامت اکولوژیکی تالاب است بنابراین پرنده آبزی مهاجر (اردک سرخایی) به‌عنوان گونه شاخص اکولوژیکی و ارتباط فراوانی یا مطلوبیت زیستگاه پرنده با شاخص‌های هیدرومورفولوژیکی تالاب مانند عمق، مساحت و حجم، جهت تعیین نیاز آبی تالاب بوجاق انتخاب شد. در این مطالعه علاوه بر تعیین نیاز آبی زیست‌محیطی تالاب بوجاق به‌صورت سالانه، جزییات نحوه تأمین آب در شرایط هدف‌گذاری‌شده اکولوژیکی برای تالاب به‌صورت ماهانه و در سناریوهای ترسالی، نرمال و خشک‌سالی محاسبه گردید. نتایج نشان داد که حجم آب موردنیاز جهت رسیدن به شرایط مطلوب، قابل‌قبول و حداقل به ترتیب برابر با ۳۴۰، ۲۸۵ و ۲۳۵ هزار مترمکعب می‌باشد. همچنین مقایسه مقادیر حجم تالاب در هر یک از سناریوها نشان می‌دهد که در شرایط نرمال و خشک‌سالی حجم تالاب با شرایط حداقل اکولوژیکی فاصله دارد. ازآنجاکه هیچ‌گونه آبراهه یا رودخانه‌ای به تالاب بوجاق وارد نمی‌شود لذا تالاب آب موردنیاز خود را جهت تأمین شرایط اکولوژیکی هدف‌گذاری‌شده از طریق بارش و یا ارتباط آب زیرزمینی با دریا تأمین می‌نماید. روند تغییرات تراز آب دریای خزر در سال‌های اخیر به‌صورت نزولی بوده و باعث کاهش تراز سطح ایستابی در محدوده تالاب شده است، درنتیجه تبادل آب زیرزمینی با تالاب به‌صورت تخلیه از تالاب انجام می‌شود. انتخاب پرنده آبزی مهاجر به‌عنوان گونه شاخص اکولوژیکی و ارتباط فراوانی یا مطلوبیت زیستگاه پرنده با شاخص‌های هیدرومورفولوژیکی تالاب جهت

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-08]

تعیین نیاز آبی تالاب‌ها با مطالعات مدبری و شکوهی (۱۳۹۸)، پیری (۱۳۸۹) و خانقلی و همکاران (۱۳۹۶) در این خصوص مطابقت دارد؛ اما در برخی از مطالعات مانند Roberts و همکاران (۲۰۰۰) و Yang و همکاران (۲۰۲۰) از گونه گیاهی به‌عنوان شاخص و از ارتباط بین گیاه شاخص و رژیم هیدرولوژیکی تالاب جهت تعیین نیاز آبی تالاب استفاده‌شده است. در سایر پژوهش‌های مشابه (Haghighi ؛Sajedipour *et al.*, 2017 and Klove, 2016) در خصوص تعیین نیاز آبی زیست‌محیطی تالاب‌ها، غالباً عدد نهایی به‌صورت یک حجم آب و در مقیاس سالانه صورت می‌پذیرد درحالی‌که در این مطالعه علاوه بر تعیین نیاز آبی سالانه، مقیاس ماهانه نیز در سناریوهای مختلف اقلیمی در نظر گرفته شد. همچنین مواجهه با کمبود آب تالاب در سناریوهای خشک‌سالی و نرمال نسبت به شرایط حداقل اکولوژیکی با مطالعات مشابه (Sarhadi and Soltani, 2013; Sharifikia, 2013) مطابقت دارد. راه‌حل مدیریتی پیشنهادی جهت احیای تالاب بوجاق ازنظر تأمین منابع آبی می‌تواند استفاده از منابع ورودی جدید به‌صورت شاخه‌هایی از آب رودخانه اشمک در غرب تالاب و یا آب رودخانه سفیدرود در شرق تالاب به‌عنوان گزینه‌های منابع آب در دسترس باشد. اگر نحوه دسترسی به جریان به‌صورت روزانه در طول ماه در نظر گرفته شود، مقدار جریان آب برای رسیدن به شرایط حداقل و مطلوب بسیار ناچیز خواهد شد و احیای تالاب بوجاق هیچ‌گونه لطمه‌ای به حقابه سایر مصرف‌کنندگان نخواهد زد.

منابع

پیری، ح.، ۱۳۸۹. برآورد نیاز آبی زیست‌محیطی تالاب هامون، مجله تالاب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، سال دوم، شماره ۶، صفحات ۶۹-۵۷.

خارا، ح.، ستاری، م.، نظامی، ش.، میرهاشمی نسب، س.، موسوی، ع. و احمدنژاد، م.، ۱۳۹۰. انگل‌های بعضی از ماهیان استخوانی تالاب بوجاق در جنوب غربی دریای خزر، مجله علوم محیطی خزر. دوره ۹. شماره ۱. صفحات ۵۳-۴۷.

خانقلی، ا.، نادری، م.، هادی‌پور، م. و عالی‌پور، م.، ۱۳۹۷. برآورد حداقل نیاز آبی محیط زیستی تالاب کویری میقان، فصلنامه اکو بیولوژی تالاب. دوره ۱۰، شماره ۳: صفحات ۱۰۲-۹۱.

عاشوری، ع. و عبدوس، ا.، ۱۳۹۱. زیستگاه‌های تالابی مهم پرندگان آبزی گیلان، انتشارات کتیبه گیل، ۲۶۰ ص.

عاشوری، ع.، ۱۳۹۲. بررسی تنوع و تراکم پرندگان آبزی تالاب بین‌المللی کولاب کیاشهر و دهانه سفیدرود به‌منظور مقایسه با معیارهای کنوانسیون رامسر، فصلنامه اکو بیولوژی تالاب، دوره ۵، شماره ۱۵: صفحات ۶۲-۵۳.

کرمی، م.، دهدار، م. و حمزه پور، م.، ۱۳۹۱. مدل نمایه مطلوبیت زیستگاه (HSI) برای شنگ معمولی (Lutra Lutra) در منطقه شکارممنوع دیلمان-درفک، مجله محیط‌زیست طبیعی، دوره ۶۵، شماره ۱: ۱۳۷-۱۲۷.

کارگر، ف.، زرکامی، ر.، ترکمن، ج. و فرمانده بحری، ع.، ۱۳۹۶. بررسی تنوع زیستی پرندگان زمستان گذران در زیستگاه‌های مختلف پارک ملی بوجاق، مجله پژوهش‌های جانوری (مجله زیست‌شناسی ایران)، دوره ۳۰، شماره ۳: صفحات ۱۲-۱.

گرجی، ر. و بارانی، غ.، ۱۳۹۶. برآورد نیاز آبی تالاب‌های هویزه با رویکرد کنترل ریزگردها و بهبود شرایط زیست‌محیطی، مجله هیدرولیک، دوره ۱۲، شماره ۳: ۲۷-۱۳.

مدبری، ه. و شکوهی، ع. ر.، ۱۳۹۸. تعیین نیاز زیست‌محیطی تالاب انزلی با استفاده از روش‌های اکو هیدرولوژیکی، مجله تحقیقات منابع آب ایران، دوره ۱۵، شماره ۳، صفحات ۱۰۴-۹۱.

مقصودی، م.، سعیدی مهرورز، ش.، نقی‌نژاد، ع. و روانبخش، م.، ۱۳۹٤. بررسی عوامل مؤثر بر پوشش گیاهی در رویشگاه‌های آبی و مرطوب پارک ملی بوجاق، کیاشهر، استان گیلان، مجله یافته‌های نوین در علوم زیستی، دوره ۲، شماره ۳: صفحات ۱۸۵-۱۷۶.

یوسفی، ا.، بهمن‌پور، ه.، سلاجقه، ب. و دشتی، س.، ۱۳۹۲. شناسایی و بررسی پرندگان در زیستگاه‌های خرد پارک ملی بوجاق، فصلنامه اکو بیولوژی تالاب، دوره ۵، شماره ۱۶، صفحات ۳۲-۱۹.

Ayeni, A., Ogunsesan, A. and Adekola, A., 2019. Provisioning ecosystem services provided by the Hadejia Nguru Wetlands, Nigeria –Current status and future priorities, Scientific African, 5: 00124.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-08]

Brock, M.A., 1998. Are temporary wetlands resilient? Evidence from seed banks of Australian and South African wetlands, In Wetlands for the Future, ed. McComb, A.J. & Davis, J.A., Gleneagles Press, Adelaide, Australia, pp. 193–206.

Fan, Y. and Miguez-Macho, G., 2011. A simple hydrologic framework for simulating wetlands in climate and earth system models. Climate Dynamics, 37: 253-278.

Fang, D. and Chen, B., 2015. Ecological network analysis for a virtual water network. Environmental Science Technolgy, 49 (11): 6722-6730.

Gibbs, M.S., Clarke, K. and Taylor, B., 2016. Linking spatial inundation indicators andhydrological modelling to improve assessment of inundation extent. Ecological Indicators, 60: 1298–1308.

Haghighi, A.T. and Klove, B., 2016. Design of environmental flow regimes to maintain lakes and wetlands in regions with high seasonal irrigation demand, Ecological Engineering, 100: 120-129.

Iwanaga, T., Partington, D., Ticehurst, J., Croke, B. and Jakeman, A., 2020. A socio-environmental model for exploring sustainable water management futures: Participatory and collaborative modelling in the Lower Campaspe catchment, Journal of Hydrology: Regional Studies Volume 28April 2020Article 100669.

Meng, B., Liu, J., Bao, K, and Sun, B., 2019. Water fluxes of Nenjiang River Basin with ecological network analysis: Conflict and coordination between agricultural development and wetland restoration, Journal of Cleaner Production, 213: 933-943.

Ramsar convention, 2012. Water allocation and management. Ramsar handbooks for the wise use of wetlands, 4th edition, vol. 10. Ramsar convention secretariat, Gland, Switzerland. www.Ramsar.org.

Roberts, J., Young, W. J. and Marston, F., 2000. Estimating the water requirements for plants of floodplain wetlands: A guide", CSIRO Land and Water, Report No. 99/60, Canberra.

Sajedipour, S., Zarei, H. and Oryan, S., 2017. Estimation of environmental water requirements via an ecological approach: a case study of Bakhtegan Lake, Iran. Ecological Engineering 100: 246-255.

Sarhadi, A. and Soltani, S., 2013. Determination of water requirements of the Gavkhuni wetland, Iran: a hydrological approach. Journal of Arid Environments, 98: 27–40.

Sharifikia, M., 2013. Environmental challenges and drought hazard assessment of Hamoun Desert Lake in Sistan region Iran, based on the time series of satellite imagery. Natural Hazards, 65: 201–217.

Shokoohi, A. and Amini, M., 2014. Introducing a new method to determine rivers' ecological water requirement in comparison with hydrological and hydraulic methods. International Journal of Environmental Science and Technology 11(3): 747-756.

Talukdar, S. and Pal, S., 2019. Effects of damming on the hydrological regime of Punarbhaba river basin wetlands. Ecological Engineering, 135: 61–74.

Yang, W., Xu, M., Li, R., Zhang, L. and Deng, Q., 2020. Estimating the ecological water levels of shallow lakes: a case study in tangxun Lake, China. Scientific Reports, 10, 5637. https://doi.org/10.1038/s41598-020-62454-5.

Yang, Y., Yin, X. and Yang, Z., 2016. Environmental flow management strategies based on the integration of water quantity and quality, a case study of the Baiyangdian Wetland, China, Ecological Engineering, 96: 150-161.

Zhao, C., Yang, Y., Yang, S., Xiang, H., Ge, Y., Zhang, Z., Zhao, Y. and Yu, Q., 2020. Effects of spatial variation in water quality and hydrological factors on environmental flows, Journal of Science of the Total Environment, Volume 728, 1 August 2020, 138695.

Zou, Y., Duan, X., Xue, Z., Mingju, E., Sun, M., Lu, X., Jiang, M. and Yu, X., 2018. Water use conflict between wetland and agriculture, Journal of environmental management, 224:140–6.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-08]

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-06-08]