

برنامه‌ریزی بلندمدت در راستای پایداری تالاب باشد.

کلید واژه: پایداری اکولوژیکی، مدیریت سیلاب، تغذیه، تالاب‌های شور، بارش‌های سنگین

کلید واژه

مقدمه

تالاب مهارلو، واقع در نزدیکی شهر شیراز، یکی از زیست‌بوم‌های ارزشمند جنوب ایران محسوب می‌شود که نقشی کلیدی در تعادل اقلیمی منطقه ایفا می‌کند (شکل ۱). این تالاب علاوه بر کاهش دمای محلی و جلوگیری از پراکنش گردوغبار، زیستگاه گونه‌های متنوع گیاهی و جانوری بوده و در حفظ پایداری اکوسیستم منطقه نقش دارد [۲۵]. در پژوهشی زیستگاه‌های تالاب مهارلو با استفاده از سیستم MedWet طبقه‌بندی شده و ۴۲ زیستگاه مختلف شامل بخش‌های ماندآب و دریاچه‌ای با پوشش گیاهی و سطح آب متفاوت شناسایی شده است [۱۴]. با این وجود، در سال‌های اخیر، عوامل متعددی از جمله کاهش بارندگی، برداشت بی‌رویه از منابع آبی و ممانعت از ورود سیلاب‌ها، موجب کاهش سطح آب این تالاب شده است.

رده‌بندی زیستگاهی تالاب مهارلو نشان می‌دهد که این تالاب دارای پهنه‌های زیستگاهی متفاوتی است که تحت تأثیر تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های انسانی قرار گرفته‌اند. بر اساس سامانه طبقه‌بندی زیستگاهی، کاهش سطح آب باعث تغییر در تنوع زیستی منطقه شده است [۲۷]. مطالعات انجام‌شده با داده‌های ماهواره‌ای نیز کاهش قابل توجه سطح این تالاب را در دو دهه اخیر تأیید می‌کنند. تحلیل تصاویر ماهواره‌ای در بستر گوگل ارث انجین نشان داده است که کاهش بارندگی و بهره‌برداری بیش‌ازحد از منابع آبی زیرزمینی حاشیه تالاب و منابع آب سطحی بالادست، از عوامل اصلی این تغییرات هستند [۲۵ و ۲۷].

مطالعه تغییرات سطح دریاچه مهارلو و کاربری اراضی اطراف آن نشان داده است که توسعه شهری و تغییرات کاربری زمین در حاشیه تالاب تأثیر مستقیمی بر میزان آب آن داشته است [۲۳]. این مطالعه تأکید می‌کند که حفاظت از مسیرهای تغذیه‌ای تالاب برای جلوگیری از خشکی کامل آن ضروری است. مطالعات نشان می‌دهد که تغییرات کاربری و پوشش زمین در حوضه مهارلو تأثیر قابل توجهی بر پارامترهای هیدرولوژیکی آن داشته است [۱۸]. بررسی تغییرات سطح دریاچه مهارلو، هم‌چنین، بررسی عوامل مؤثر بر خشک شدن

بررسی نقش سیلاب‌های موردی بهمن‌ماه ۱۴۰۳ در حفظ و حیات تالاب مهارلو

حمید حسینی‌مرندی^{۱*} و سید مسعود سلیمان‌پور^۲

تاریخ دریافت ۱۴۰۴/۰۷/۱۲ تاریخ پذیرش ۱۴۰۴/۱۱/۰۹

DOI:10.22034/WMI.2026.2073547.1130

چکیده

تالاب مهارلو، یکی از زیست‌بوم‌های مهم جنوب شرقی شیراز، در سال‌های اخیر به دلیل کاهش بارندگی، بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب و تغییرات کاربری اراضی، با افت شدید سطح آب مواجه شده است. این پژوهش باهدف بررسی نقش سیلاب‌های بهمن‌ماه ۱۴۰۳ در احیای تالاب و ارزیابی پایداری هیدرولوژیکی و زیست‌محیطی آن انجام شد. در این مطالعه، سه زیرحوضه غربی نهرا عظم، خشک و چنار اهدار مورد تحلیل قرار گرفتند. برای محاسبه رواناب، از مدل SCS-CN و برای تحلیل روند بارش و جریان، از روش‌های آماری و تجربی بهره گرفته شد. نتایج نشان داد که بارش ۸۳/۹ میلی‌متری در این رخداد موجب تولید بیش ۲/۳۸ میلیون مترمکعب رواناب شد که باعث افزایش ۸۰ سانتی‌متری تراز آب تالاب و گسترش سطح آن از ۱۵ به ۴۲ کیلومترمربع گردید. کاهش هدایت الکتریکی (EC) آب ورودی نیز نشان‌دهنده بهبود نسبی کیفیت آب بود. تحلیل‌های بلندمدت نشان دادند که تنها در سال‌هایی با سیلاب‌های قابل توجه، امکان احیای موقت تالاب فراهم شده است. با این حال، توسعه بی‌رویه باغ‌شهرها، انسداد مسیل‌ها و عدم مدیریت یکپارچه منابع، مانعی جدی برای بهره‌برداری مؤثر از سیلاب‌ها است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که رخدادهای سیلابی کوتاه‌مدت می‌توانند به حفظ موقت تراز آب و زیستگاه‌های تالاب مهارلو کمک کنند. این یافته‌ها بر اهمیت توجه به مدیریت رواناب و حفاظت از مسیرهای طبیعی جریان آب تأکید دارند و می‌تواند مبنایی برای بررسی‌های آتی و

۱- استادیار بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران، Email:hhmarand@gmail.com

۲- دانشیار بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران.

تالاب‌ها و دریاچه‌ها نشان می‌دهد که مهم‌ترین دلایل کاهش سطح آب در این اکوسیستم‌ها شامل کاهش بارندگی، سدسازی، برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی و تغییرات کاربری زمین است. احداث سد تنگ سرخ شیراز بر روی خشک‌رود تنگ سرخ در غرب حوضه تالاب و در زیرحوضه خشک، یکی از مهم‌ترین تهدیداتی است که می‌تواند جریان‌های ورودی تالاب را مسدود کرده و خطر خشک شدن کامل آن را افزایش دهد [۲۰، ۲۶، ۳۰ و ۳۳].

سیلاب‌ها در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌عنوان یک منبع حیاتی برای تغذیه دریاچه‌ها و تالاب‌ها شناخته می‌شوند. این سیلاب‌ها می‌توانند باعث افزایش سطح آب دریاچه‌ها و جلوگیری از خشکی آن‌ها شوند. به‌ویژه در حوضه‌هایی که منابع آبی آن‌ها به دلیل کاهش بارش‌ها و مصرف بیش‌ازحد آب تحت‌فشار قرار دارند، ورود آب حاصل از سیلاب‌ها می‌تواند به حفظ اکوسیستم آبی کمک کند. برای مثال، در حوضه آبخیز دریاچه ارومیه، سیلاب‌های بهاری توانسته‌اند به‌طور موقت سطح آب دریاچه را افزایش دهند و به اکوسیستم آن کمک کنند [۲۱].

خشک شدن تالاب مهارلو می‌تواند پیامدهای زیست‌محیطی و اجتماعی گسترده‌ای به دنبال داشته باشد. مطالعه‌ای درباره تالاب بین‌المللی هامون و دریاچه ارومیه نشان داده‌اند که کاهش سطح آب باعث افزایش گردوغبار، از بین رفتن تنوع زیستی و افزایش شوری خاک می‌شود [۲۷]. این یافته‌ها در مورد تالاب مهارلو نیز صادق است، چرا که کاهش سطح آب آن می‌تواند باعث افزایش آلودگی هوا و کاهش کیفیت زندگی در شیراز و مناطق اطراف شود. بررسی اثرات خشکی دریاچه ارومیه نیز نشان داده است که کاهش سطح آب تالاب‌ها می‌تواند به افزایش شوری خاک، از بین رفتن تنوع زیستی و افزایش طوفان‌های نمکی منجر شود. این اثرات می‌توانند در تالاب مهارلو نیز رخ دهند، به‌ویژه اگر روند خشک شدن آن ادامه پیدا کند [۱۲].

با توجه به پیامدهای زیست‌محیطی و اجتماعی ذکرشده، اتخاذ سیاست‌های پایدار در مدیریت منابع آبی و جلوگیری از پروژه‌های توسعه‌ای مخرب ضروری است. مطالعه‌ای درباره تالاب هورالعظیم نشان داده است که توسعه میادین نفتی و کاهش سطح آب تالاب‌ها تأثیرات جبران‌ناپذیری بر محیط‌زیست و کیفیت هوا دارد [۲۸]. بر این اساس، مدیریت منابع آبی و جلوگیری از تغییرات انسانی مخرب برای بقای تالاب‌ها ضروری است. همین‌طور تغییر اقلیم می‌تواند تأثیر قابل‌توجهی بر جریان‌های هیدرولوژیکی حوضه مهارلو داشته باشد [۱۰]. در مورد تالاب مهارلو، احیای مسیرهای ورودی آب، مشارکت جوامع محلی در مدیریت منابع و بازنگری در سیاست‌های سدسازی می‌تواند نقش مهمی در جلوگیری از خشکی تالاب و بحران‌های زیست‌محیطی مرتبط با آن داشته باشد [۱۵]. تالاب‌ها و اکوسیستم‌های آبی کشور نقش حیاتی در حفظ تعادل هیدرواکولوژیکی و پایداری منابع زیستی و اقتصادی دارند. وضعیت تالاب‌های ایران نشان‌دهنده مشکلات ناشی از مدیریت نادرست

آب‌و‌خاک و تغییرات اقلیمی است [۶]. تالاب مهارلو که تحت تأثیر برداشت آب در بالادست و حاشیه خود و کاهش بارش‌ها قرار گرفته، در دهه اخیر با خشکی مواجه شده است. نیاز آبی برای احیای این تالاب ۲۵۰ میلیون مترمکعب است که تاکنون تأمین نشده است [۲۷].

مطالعات نشان داده‌اند که ورود جریان‌های مقطعی ناشی از بارش‌های شدید می‌تواند به‌صورت دوره‌ای موجب تجدید آب، کاهش شوری و افزایش زیستگاه‌های آبی تالاب‌ها شود [۴ و ۲۰]. در ایران، سیلاب‌های فصلی رودخانه‌های کر و سیمینه‌رود در تالاب‌های بختگان و طشک مهم‌ترین عامل پر شدن تالاب و تداوم زیست پرندگان مهاجر بوده است [۱۷] و در گاوخونی ورود سیلاب‌های زاینده‌رود سبب افزایش سطح آب و کاهش شوری خاک شده است [۱]. تالاب مهارلو به‌شدت به ورودی‌های مقطعی وابسته است و ممانعت از ورود رواناب‌ها می‌تواند خشکی و افزایش شوری را تسریع کند [۱۴]. نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که سیلاب‌های کوتاه‌مدت زمستانه نقش مهمی در تأمین آب و پایداری زیستگاه‌های تالاب‌های فلات مرکزی ایران دارند [۲]. بررسی تصاویر ماهواره‌ای اخیر نشان داده است که در سال‌های با رخدادهای سیلابی، وسعت آبی تالاب مهارلو ۴۰ تا ۶۰ درصد افزایش یافته و پوشش نمکی آن کاهش یافته است [۳۵].

در این مطالعه، به بررسی تأثیر تنها یک واقعه سیلاب در بهمن ۱۴۰۳ بر حیات تالاب مهارلو پرداخته شده و نشان داده می‌شود که ورود رواناب به تالاب برای بقای آن ضروری است. مطالعه با استفاده از داده‌های هواشناسی، هیدرولوژی و مشاهدات میدانی انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش باهدف بررسی نقش سیلاب ناشی از رخداد بارشی ۲۵ و ۲۶ بهمن ۱۴۰۳ در پایداری هیدرولوژیکی و زیست‌محیطی تالاب مهارلو و تحلیل کمی زیرحوضه‌های غربی این آبخیز انجام شده است. رویکرد پژوهش توصیفی - تحلیلی و مبتنی بر داده‌های مکانی، اقلیم و هیدرولوژیکی بوده است. مراحل انجام پژوهش به شرح زیر است:

معرفی منطقه بررسی

تالاب مهارلو در جنوب شرق شهر شیراز واقع شده و بخشی از پهنه آبرگیر فصلی استان فارس را تشکیل می‌دهد. مساحت تالاب حدود ۲۵۰ کیلومترمربع است و عمده آب آن از رواناب‌های ناشی از زیرحوضه‌های شمال غرب و غرب تأمین می‌شود. این زیرحوضه‌ها شامل نهرا عظم، خشک و چناراهدار هستند که بارش‌های فصلی - به‌ویژه رخدادهای بارشی شدید زمستانه - نقش اصلی در شکل‌گیری جریان سطحی در آن‌ها دارد.

اقلیم منطقه نیمه‌خشک تا خشک است و متوسط بارندگی سالانه

بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ میلی‌متر متغیر بوده و تبخیر سالانه بیش از ۲۵۰۰ میلی‌متر است. توپوگرافی حوضه عمدتاً شامل ارتفاعات متوسط در غرب و شمال غرب و دشت‌های پست در بخش‌های نزدیک به تالاب است که الگوی جریان سطحی را شکل می‌دهد. کاربری اراضی نیز ترکیبی از اراضی مرتعی، کشاورزی فصلی و توسعه‌های پراکنده انسانی است.

گردآوری داده‌های پایه و مشخصات حوزه آبخیز

اطلاعات فیزیوگرافی حوزه آبخیز مهارلو، شامل مساحت، شیب، ارتفاع، طول آبراه‌ها و زیرحوضه‌ها، با استفاده از نقشه‌های رقومی (DEM)، تصاویر ماهواره‌ای و داده‌های زمین‌شناسی استخراج شد. سه زیرحوضه غربی (نهر اعظم، خشک و چنارراهدار) به عنوان نواحی هدف برای تحلیل رواناب و سیلاب انتخاب شدند.

تحلیل بارش و رخداد سیلاب

داده‌های بارندگی روزانه از ایستگاه سینوپتیک شیراز و سایر ایستگاه‌های باران‌سنجی اطراف حوضه برای رخداد بهمن ۱۴۰۳ استخراج و بررسی شد.

مدل‌سازی رواناب به روش SCS-CN

برای برآورد رواناب تولیدی، از روش استاندارد سرویس حفاظت منابع طبیعی آمریکا (SCS-CN) استفاده شد. در این مرحله گروه‌های هیدرولوژیکی خاک و نقشه‌های کاربری اراضی برای هر زیرحوضه تعیین گردید.

تحلیل تغییرات کاربری اراضی

نقشه‌های کاربری اراضی حوضه مهارلو برای دو دوره زمانی ۱۳۶۹ و ۱۳۸۱ از مطالعات پیشین استخراج شده و به منظور تحلیل روند تغییرات کاربری، به‌ویژه در پوشش‌های جنگلی، مرتعی و اراضی با کاربری انسانی، مورد بررسی قرار گرفتند. این تحلیل امکان ارزیابی تأثیر تغییرات کاربری زمین بر پتانسیل رواناب و خطر سیل‌خیزی را فراهم کرد [۲۷]. شماره منحنی رواناب (CN) بر اساس منابع معتبر تعیین شد [۲۶] و معتبرترین نقشه‌های کاربری موجود که امکان استخراج CN از آن‌ها فراهم بود، مربوط به سال‌های ۱۳۶۹ و ۱۳۸۱ بودند [۲۷]؛ در این مطالعه، نقشه مربوط به سال ۱۳۸۱ به عنوان مرجع مورد استفاده قرار گرفت. هرچند داده‌های مورد استفاده نسبتاً قدیمی هستند، اما با توجه به هدف اصلی مطالعه—برجسته نمودن نقش سیلاب در حفظ اکوسیستم تالاب مهارلو—شواهد میدانی از کاهش نفوذپذیری ناشی از توسعه شهری و باغ‌شهری، انتظار افزایش CN در سال‌های اخیر منطقی است؛ بنابراین استناد به داده‌های سال ۱۳۸۱ از نظر علمی توجیه‌پذیر می‌باشد. پارامترهای پتانسیل نگهداری آب (S) و آب تلف‌شده اولیه (Ia) با استفاده از روابط تجربی مربوطه برآورد شد.

میزان رواناب (Q) بر پایه معادله SCS به دست آمد و با ضرب در مساحت هر زیرحوضه، حجم کل رواناب تولیدی محاسبه گردید. ارتفاع رواناب، پتانسیل نگهداری آب، آب تلف‌شده و حجم سیلاب، بر اساس معادلات ۱ تا ۳ محاسبه شد؛ که در آن‌ها: ارتفاع بارندگی (میلی‌متر)، S: عامل مربوط به نگهداشت آب در سطح زمین (میلی‌متر)، R: ارتفاع رواناب (میلی‌متر)، CN: نمایه شماره منحنی (بدون بعد)، A: مساحت حوضه (مترمربع) و Q، حجم رواناب (مترمکعب) است.

$$R = \frac{(P - 0.2S)^2}{(P + 0.8S)} \quad (1)$$

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (2)$$

$$Q = A * R \quad (3)$$

برآورد زمان تمرکز و تحلیل هیدرولوژیکی

زمان تمرکز برای هر زیرحوضه با استفاده از سه روش رایج هیدرولوژیکی شامل کریچ، برانزی و چاو محاسبه شد. برای تحلیل نهایی پویایی سیلاب و تخمین زمان ورود رواناب به تالاب، روش کریچ انتخاب شد؛ زیرا این روش برای حوضه‌های کوچک تا متوسط با شیب نسبتاً تند و مسیرهای کوتاه جریان دقت بالایی دارد [۳۱].

تحلیل کاهش دبی در مسیر انتقال و استفاده از مدل داریسی

حجم رواناب هر زیرحوضه بدون کسر تلفات تبخیر و نفوذ محاسبه شد؛ با این حال، تلفات نفوذ بین خروجی زیرحوضه‌ها و ورود به دریاچه در تحلیل نهایی لحاظ گردید. برای ارزیابی اتلاف جریان در مسیر رودخانه (خشکه‌رود فصلی) تا تالاب، با توجه به طول مسیر، عرض متوسط بستر و دبی متوسط جریان، میزان کاهش دبی ناشی از نفوذ محاسبه شد. هم‌چنین از مدل داریسی برای تخمین دقیق‌تر تلفات جریان در بسترهای نفوذپذیر استفاده شد. در نهایت، با تلفیق داده‌های هیدرولوژیکی، اقلیمی و پوشش زمین، نتایج به‌دست‌آمده برای بررسی نقش و اهمیت سیلاب‌های موردی در احیای تالاب مهارلو و ارائه راهکارهای مدیریت پایدار منابع آب منطقه مورد استفاده قرار گرفت.

ویژگی‌های حوضه و زیرحوضه‌های مورد بررسی

حوزه آبخیز مهارلو با مساحت ۳۹۶۱/۵۱ کیلومترمربع یکی از حوضه‌های مهم استان فارس است. این حوضه به شکل کشیده‌ای است که طول بزرگ‌تر آن در جهت شمال غرب به جنوب شرق قرار دارد. مرز شمال غربی آن از گردنه شول در مسیر شیراز-سپیدان آغاز شده و مرز جنوب شرقی آن در دوراهی نظرآباد در مسیر سروستان-فسا به پایان می‌رسد. به دلیل وجود شهر شیراز و تراکم جمعیتی بالا، حوضه مهارلو اهمیت زیادی دارد و تحت تأثیر رشد جمعیت قرار گرفته است.

جدول ۱: اطلاعات کلی زیرحوضه‌های غرب حوضه مهارلو

| ردیف | نام زیر حوضه | مساحت (کیلومتر مربع) | مقدار بارش تک رخداد (میلی‌متر) | CN |
|------|--------------|----------------------|--------------------------------|----|
| ۱ | نهر اعظم | ۳۷ / ۱۵۹ | ۸۳ / ۸ | ۷۶ |
| ۲ | چنار اهدار | ۱۸ / ۲۵۱ | ۸۳ / ۸ | ۸۰ |
| ۳ | خشک | ۱۵ / ۲۳۰ | ۸۳ / ۸ | ۷۹ |

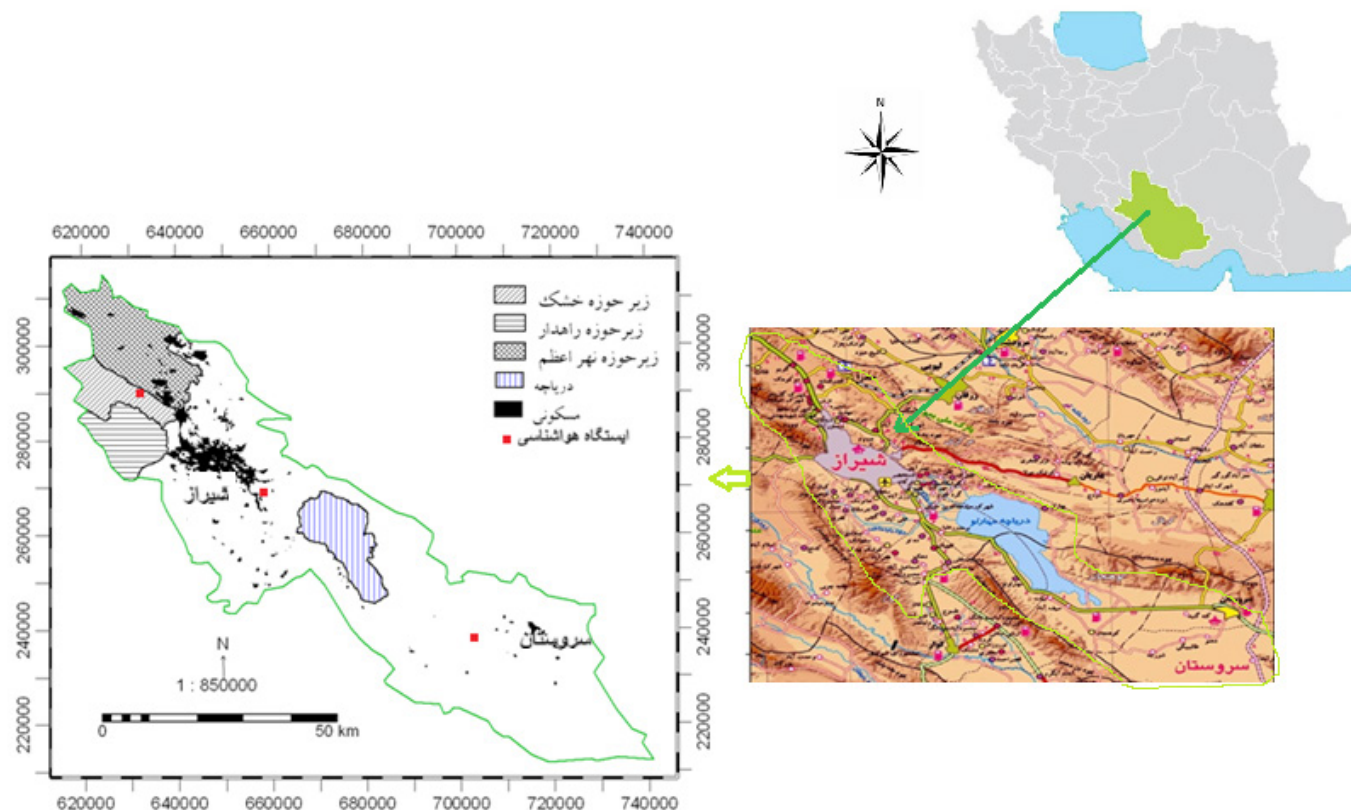
نتایج و بحث

در تاریخ‌های ۲۵ و ۲۶ بهمن ۱۴۰۳، بارش قابل توجهی در حوزه آبخیز مهارلو و دیگر نواحی استان فارس رخ داد. ایستگاه‌های باران‌سنجی اطراف حوضه مهارلو، شامل شیراز، شهرک گلستان، قلات، صدرا، بهاران، خانه زنیان و داریان، مقادیر بالایی از بارش را گزارش کردند. بارش ثبت شده در ایستگاه شهرک گلستان، ۸۳/۹ میلی‌متر به‌ویژه در مناطق غربی حوضه که به رودخانه‌های فصلی خشک و رودخانه چنار اهدار متصل است، موجب تولید رواناب قابل توجهی شد. تحلیل حجم رواناب در زیرحوضه‌ها با استفاده از فرمول شماره منحنی (CN) که به‌عنوان یکی از روش‌های رایج برای تخمین رواناب در مناطق مختلف شناخته می‌شود، حجم رواناب برای هر یک از زیرحوضه‌های حوضه مهارلو محاسبه گردید. نتایج نشان داد که با توجه به بارش شدید ۸۳/۹ میلی‌متر، در

کم‌ترین ارتفاع ۱۴۵۶ متر از سطح دریا در نزدیکی دریاچه مهارلو و بیش‌ترین ارتفاع ۳۰۰۳ متر از سطح دریا در ارتفاعات زیرحوضه نهر اعظم است. طولانی‌ترین آبراهه حوضه به طول ۲۷/۷۷ کیلومتر از بلندی‌های زیرحوضه نهر اعظم شروع شده و تا دریاچه مهارلو ادامه دارد. تالاب مهارلو محل تخلیه تمام سیلاب‌ها و زه‌آب‌های دو رود خشک شیراز و راهدار است. این تالاب به دلیل تبخیر زیاد و عمق کم، نمی‌تواند یک دریاچه دائمی به شمار آید. حوضه مهارلو به سه زیرحوضه تقسیم شده است:

زیرحوضه چنارسوخته (نهر اعظم)، در شمال غرب حوضه با طول آبراهه ۴۳/۵۷ کیلومتر، زیرحوضه چنارسوخته (خشک)، در غرب حوضه با طول آبراهه ۳۵/۴۶ کیلومتر و زیرحوضه چنار اهدار (راهدار) با طول آبراهه ۲۴/۹۵ کیلومتر در جنوب غرب حوضه قرار دارد [۳۱]. در این پژوهش، با توجه به گستره محدود حوضه مهارلو و همگنی نسبی الگوهای بارش، داده‌های ایستگاه شهرک گلستان شیراز به‌عنوان نماینده بارش منطقه به کار گرفته شد. تغییرات مکانی بارش در مقیاس حوضه ناچیز ارزیابی گردید و اثر تفاوت‌های محلی از طریق ضرایب شماره منحنی (CN) مرتبط با نوع خاک و کاربری اراضی در مدل لحاظ شد.

خلاصه‌ای از اطلاعات زیر حوضه‌ها در جدول (۱) و شکل (۱) ارائه شده است.



شکل ۱: موقعیت تالاب مهارلو و سه زیر حوضه مورد بررسی و نقاط مسکونی (شیراز) در حوزه آبخیز مهارلو

جدول ۲: حجم رواناب زیرحوضه‌ها و کل غرب مهارلو در
رخداد بارشی بهمن ۱۴۰۳

| ردیف | زیر حوضه | مساحت (کیلومتر مربع) | ارتفاع رواناب (میلی متر) | حجم رواناب (مترمکعب) |
|------|----------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| ۱ | نهر اعظم | ۳۷ / ۱۵۹ | ۳۱ / ۰۳ | ۱۱۵۳۰۰۰ |
| ۲ | چنار اهدار | ۱۸ / ۲۵۱ | ۳۷ / ۵۶ | ۶۸۵۴۰۰ |
| ۳ | خشک | ۱۵ / ۲۳۰ | ۳۵ / ۸۶ | ۵۶۴۲۰۰ |
| | جمع سه زیرحوضه | ۷۰ / ۶۴ | | ۲۳۸۴۶۰۰ |

بررسی آماری بارش‌ها و وقوع سیلاب‌ها در سال آبی ۱۴۰۴-۱۴۰۳، به‌ویژه سیلاب‌های موردی ماه بهمن ۱۴۰۳ (۲۵ و ۲۶ بهمن) حاکی از نقش مهم سیلاب‌های فصلی در تغذیه تالاب مهارلو است. داده‌های ایستگاه‌های باران‌سنجی نشان می‌دهد که در بهمن‌ماه، مجموع بارش در زیر حوضه‌های غربی مهارلو ۸۳/۹ میلی‌متر ثبت شده که در مقایسه با میانگین بلندمدت منطقه، افزایش چشمگیر

زیرحوضه نهر اعظم با مساحت ۱۵۹/۳۷ کیلومتر مربع، ۱,۱۵۳,۰۰۰ مترمکعب رواناب تولید شده است. زیرحوضه چنار اهدار با مساحت ۲۵۱/۱۸ کیلومتر مربع و بارش مشابه، حجم رواناب کم‌تری در حدود ۶۸۵,۴۰۰ مترمکعب داشت. زیرحوضه خشک با مساحت ۲۳۰/۱۵ کیلومتر مربع و بارش مشابه، حجم رواناب ۵۶۴,۲۰۰ مترمکعب تولید کرد که این کاهش حجم رواناب نسبت به دیگر زیرحوضه‌ها به ویژگی‌های خاص این زیرحوضه نظیر پوشش گیاهی کم‌تر و شرایط خاکی آن وابسته است. هرچند چنار اهدار بیش‌ترین ارتفاع رواناب را نشان می‌دهد، اما نهر اعظم به دلیل مساحت بزرگ‌تر، حجم رواناب کلی بیش‌تری تولید کرده است. تفاوت در ارتفاع رواناب ناشی از ترکیب عوامل فیزیوگرافی (شیب، زمان تمرکز) و مقادیر CN است. مجموع حجم رواناب از این سه زیرحوضه برابر با ۲,۳۸۴,۶۰۰ مترمکعب محاسبه شد که این میزان رواناب، تأثیرات زیادی بر سطح آب دریاچه مهارلو داشت. (جدول ۲). شکل ۲ نمونه‌ای از جریان سیلاب در زمان فروکش رخداد سیلاب بهمن ۱۴۰۳ در رودخانه فصلی خشک شیراز را نشان می‌دهد.



شکل ۲: نمایی از تالاب مهارلو در شرایط خشک‌سالی و کمبود آب (بالا) و سیلاب ۲۶ بهمن‌ماه ۱۴۰۳ (پایین)

و حدوداً دو برابری دارد [۱۷].

بارش‌های شدید باعث تحریک جریان‌های سطحی و افزایش میزان رواناب در این منطقه شد که از عوامل کلیدی در ایجاد سیلاب‌ها و تأثیرات آن بر دریاچه مهارلو به شمار می‌رود. این نتایج نشان می‌دهند که بارش‌های فصلی در حوزه آبخیز مهارلو می‌توانند باعث تغییرات سریع در شرایط هیدرولوژیکی و منابع آبی این منطقه شوند، به‌ویژه در مواقعی که سیستم‌های طبیعی نتوانند جریان آب را به‌طور مؤثر مدیریت کنند.

بر اساس مدل‌سازی هیدرولوژیکی انجام‌شده، مجموع حجم سیلاب ورودی به تالاب در این بازه زمانی بالغ بر ۲/۵ میلیون مترمکعب برآورد گردید. از این مقدار، حدود ۴۸ درصد از زیرحوضه نه‌راعظم، ۳۵ درصد از زیرحوضه چناراهدار و ۲۱ درصد از زیرحوضه خشک وارد تالاب شده‌اند. این تحلیل نشان می‌دهد که زیر حوضه‌های غربی که مناطق مرتفع غرب و شمال غرب شیراز را زهکشی سطحی می‌کنند، نقش کلیدی در تأمین رواناب ورودی دارند.

پایش‌های میدانی انجام‌گرفته در اواخر بهمن و اوایل اسفند سال ۱۴۰۱، افزایش تراز سطح آب در تالاب را به میزان حدودی ۸۰ سانتی‌متر نسبت به ماه قبل نشان داد. با مقایسه داده‌های تصویری ماهواره‌ای (Sentinel-2) بین بازه ۱۵ دی تا ۱۵ اسفند، سطح تالاب از حدود ۱۵ کیلومترمربع به ۴۲ کیلومترمربع افزایش یافته است. این گسترش سطحی نه‌تنها نشان‌دهنده تأثیر مستقیم سیلاب‌های ورودی است، بلکه بازتابی از ظرفیت پذیرش آب و احیای اکولوژیک تالاب در بازه‌های کوتاه‌مدت نیز می‌باشد [۸].

تحلیل روندهای بلندمدت نیز نشان می‌دهد که تنها در سال‌هایی که سیلاب‌های زمستانه با حجم قابل‌توجه رخ داده‌اند، سطح تالاب به‌طور موقت احیاء شده است. یافته‌های پژوهش حاضر نیز تأیید می‌کند که ورود رواناب‌های اخیر موجب افزایش سطح آب و کاهش بخشی از پوشش نمکی تالاب شده و این نتیجه با گزارش‌های پیشین درباره نقش سیلاب‌ها در پایداری اکوسیستم مهارلو هم‌راستا است [۱۰].

در ارزیابی کیفیت آب ورودی، داده‌های نمونه‌برداری از سیلاب‌های بهمن ۱۴۰۳ در سه ایستگاه ورودی حاکی از هدایت الکتریکی پایین‌تر (EC کم‌تر از $3000 \mu\text{S/cm}$) در مقایسه با آب داخل دریاچه (EC بیش از $9000 \mu\text{S/cm}$) است. این فرآیند با یافته‌های دیگر محققان مبنی بر کاهش تنش‌های زیستی در پی ورود آب با شوری کم‌تر همسو است [۶ و ۷]. در صورت مدیریت صحیح رواناب و جلوگیری از انحراف مسیرهای طبیعی سیلاب، تداوم تغذیه تالاب امکان‌پذیر خواهد بود. از مهم‌ترین چالش‌های موجود می‌توان به مداخلات انسانی در مسیر سیلاب (مانند توسعه باغ‌شهرها، انسداد مسیل‌ها و احداث جاده‌های بدون پل) اشاره کرد که باعث تأخیر، کاهش و حتی قطع ارتباط بین زیرحوضه‌ها و بستر اصلی تالاب می‌شود.

با جمع‌بندی اطلاعات موجود، مشخص می‌شود که سیلاب‌های طبیعی در منطقه مهارلو علی‌رغم تهدیدات بالقوه، ظرفیت قابل‌توجهی

برای احیای تالاب دارند، به شرط آن‌که به‌درستی مدیریت شوند. این مدیریت باید شامل مواردی چون آزادسازی مسیرهای طبیعی سیلاب، پیش‌بینی و مدل‌سازی سیلاب‌ها، آموزش بهره‌برداران محلی و همکاری بین‌بخشی میان نهادهای اجرایی باشد.

سیلاب‌های حوضه مهارلو منبع مهم و اصلی ورود آب به تالاب هستند و از خشکی آن جلوگیری می‌کنند. این وضعیت در دیگر دریاچه‌های مناطق خشک نیز دیده می‌شود، به‌ویژه در مناطقی که با چالش‌هایی مانند کاهش منابع آب طبیعی و تبخیر زیاد روبرو هستند. این سیلاب‌ها می‌توانند باعث بازسازی اکوسیستم‌های آبی و افزایش تنوع زیستی، به‌ویژه در تالاب‌های در معرض خشکی و تغییرات اقلیمی، شوند. به‌عنوان مثال، در تالاب‌های آبی اسپین در پرتغال، سیلاب‌های فصلی به تأمین منابع آبی کمک کرده و سطح آب این اکوسیستم‌های حساس را تقویت می‌کنند. پژوهش‌های گزنالس و همکاران [۱۲]، نشان داد که این سیلاب‌ها نقش مهمی در حفظ تنوع زیستی و سلامت اکوسیستم تالاب دارند. دیگر مطالعات نیز نشان می‌دهد که خشک‌سالی هیدرولوژیکی در حوضه مهارلو روند افزایشی دارد و شدیدترین دوره‌های خشک‌سالی و ترسالی در بخش‌های مختلف حوضه متفاوت است [۵]. دیگر مطالعات در خصوص مهارلو نیز نشان می‌دهند که سیلاب‌های فصلی تأثیر قابل‌توجهی بر هیدرولوژی دریاچه مهارلو دارند [۳۲]. هم‌چنین، تحقیقات اخیر در تالاب آلتامیرا در مکزیک که یکی از بزرگ‌ترین تالاب‌های خشکی‌زده جهان است نشان داده که ورود آب حاصل از سیلاب‌ها می‌تواند باعث رشد گیاهان آبی و تأمین آب موردنیاز برای بسیاری از گونه‌های جانوری بومی شود [۹].

نتیجه‌گیری

یافته‌های این مطالعه نشان داد که بارش‌های شدید و سیلاب‌های فصلی مهم‌ترین منبع تأمین آب تالاب مهارلو بوده و نقش تعیین‌کننده‌ای در پایداری هیدرولوژیکی و زیست‌محیطی آن دارند. بررسی رواناب زیرحوضه‌های غربی و شمال غربی حوضه نشان داد که سه زیرحوضه نه‌راعظم، خشک و چناراهدار بیش‌ترین سهم را در تغذیه تالاب داشته‌اند و تنها در رخداد سیلابی اخیر، بیش از ۵/۲ میلیون مترمکعب رواناب وارد تالاب کرده‌اند. این ورودی، علی‌رغم تداوم خشک‌سالی‌های طولانی‌مدت و نرخ بالای تبخیر، موجب احیای موقت تالاب، بهبود نسبی کیفیت آب و فعال شدن بخشی از فرآیندهای اکولوژیکی شد.

با این حال، نتایج تحلیل روندهای بلندمدت نشان می‌دهد که بقای تالاب مهارلو به‌شدت وابسته به تداوم این ورودی‌های سیلابی است و هرگونه کاستن از جریان‌های طبیعی سطحی می‌تواند روند خشکیدگی را تشدید کند. مداخلات انسانی نظیر توسعه باغ‌شهرها، انسداد مسیرهای آبراهه‌ها، برداشت‌های بی‌رویه و نبود رویکرد مدیریت یکپارچه حوضه، ظرفیت تالاب برای بهره‌گیری از رواناب را محدود کرده است؛ بنابراین، مدیریت پایدار تالاب مستلزم حفظ و

tools. European Space Agency. Retrieved from: <https://sentinel.esa.int>

9. Faraji, M., and Sadeghi, M. 2018. Hydrological and climatic factors leading to the drying of wetlands in Iran. *Water Resources Management Journal*, 32(4): 487–499.

10. Farahmand, M., Hosseini, N., and Moradi, B. 2023. Trend analysis of surface and water quality changes in Maharloo wetland using satellite imagery. *Iranian Journal of Remote Sensing and GIS*, 15(1): 11–26. (In Persian)

11. Gheysari, M., Fallah, H., and Ahmadi, H., 2022. Hydrological responses of Maharloo watershed under climate change scenarios. *Journal of Watershed Management Research*, 13(1): 45–60.

12. González, R., Vieira, M., and Almeida, T. 2021. Seasonal flooding and its role in maintaining biodiversity in the Albufera Lagoon, Portugal. *Journal of Wetland Ecology*, 48(3): 243–257.

13. Hatami, E., Pakparvar, M., Zohirian, A., and Zamanpour, M. 2023. Habitat classification of Maharloo wetland in MedWet system. *Journal of Environment and Water Engineering*, 9(4): 449–466. (In Persian)

14. Hosseini, H., Mozaffari, S., and Narangifard, M. 2022. Hydrological and ecological impacts of flood events on endorheic saline wetlands in southern Iran. *Wetlands Ecology and Management*, 30(5), 789–802. (In Persian)

15. Hosseinimarandi, H., and Keshavarzi, H. 2018. Desiccation of Lake Bakhtegan and creation of a dust source center. In *Proceedings of the 3rd National Conference on Drought Impacts and Management Solutions* (pp. 1–10). Khorramabad, Iran. (In Persian). <https://civilica.com/doc/1458398>

16. Iran Meteorological Organization. 2024. Precipitation data from Shahrak Golestan rain gauge station, Shiraz, Iran.

17. Jafari, S., Hosseini, M., and Khalili, R. 2020. Investigation of the role of Kar River floods in the restoration of Bakhtegan Wetland. *Iranian Journal of Hydrology*, 15(2), 85–96

18. Karami, O., Alavi Panah, S.K., and Masoudi,

بازگشایی مسیرهای طبیعی سیلاب، جلوگیری از تجاوز به آبراهه‌ها و بازنگری در اقدامات کنترل سیلاب است تا جریان‌های ورودی سودمند به تالاب مختل نشوند.

پیشنهادها

با توجه به نقش حیاتی سیلاب‌ها در پویایی و تداوم حیات تالاب مهارلو، پیشنهاد می‌شود که برنامه‌ای جامع برای پایش کمی و کیفی ورودی‌های سیلابی، ارزیابی نقش آن‌ها در کارکردهای هیدرولوژیکی و اکولوژیکی تالاب و تدوین سناریوهای سازگار با تغییر اقلیم تدوین و اجرا شود. این رویکرد می‌تواند زمینه مدیریت سیلاب محور و تالاب‌محور را فراهم کرده و به حفظ پایداری زیست‌بوم مهارلو در افق‌های میان‌مدت و بلندمدت کمک کند.

منابع

1. Abbasi, M., and Naderi, S. 2021. Effect of water inflow variations on water level and salinity status of Gavkhouni Wetland. *Iranian Environmental Research Journal*, 19(3), 44–58

2. Ahmadi, H., Mousavi, M., and Naderi, A. 2023. Analysis of flood event impacts on the dynamics of central Iranian plateau wetlands. *Iranian Journal of Earth Sciences*, 35(4): 512–528

3. Ahmadi, H. 2022. A study of Iran's depressions, case study: Lut Depression. *Strategic Research in Agricultural and Natural Resources Sciences*, 2(7): 159–176. (In Persian)

4. Al-Khafaji, A. H., Saidi, F., and Abdullah, N. 2019. Floodwater contribution to wetland restoration in arid zones of the Middle East. *Ecohydrology & Hydrobiology*, 19(3): 321–331

5. Amiri, M., and Poorghasemi, H. 2019. Analysis of the relationship between hydrological and meteorological droughts in Maharloo watershed, Fars Province. *Journal of Watershed Engineering and Management*, 11(3): 725–738. (In Persian)

6. Ebrahimi, K., and Sadeghi, S.H. 2020. Environmental impacts of drying lakes in Iran: A case study of Lake Maharloo. *Iranian Journal of Natural Resources*, 72(2): 115–130.

7. Ebrahimi, R., Karimi, S., and Ghanbari, F. 2022. The impact of seasonal floods on water quality in Maharloo Lake. *Iranian Journal of Water and Environment*, 14(3): 75–88. (In Persian)

8. ESA, 2024. Sentinel-2 imagery and analysis

reservoir of Hour-Al-Azim wetland aiming to develop Azadegan oil-field using TOPSIS method. *Journal of Irrigation Science and Engineering*, 40(1-1), 139-152.

29. Saidi, F., Dashti, M., and Al-Khafaji, A. 2021. Flood management for wetland restoration in arid regions: Case of Hoor al-Azim wetland. *Journal of Arid Environments*, 185, 104322

30. Sadeghi, F., and Rezaei, A. 2017. Effects of dams on wetland water inflows: A case study of Tang Sorkh Dam. *Iranian Journal of Water and Climate Change*, 29(1): 35-47.

31. Saman Ab Sarzamin Consulting Engineers. 2021. Identification and evaluation of dredging feasibility in waterways leading to Maharloo Wetland. Fars Department of Environment. (In Persian)

32. Shahsavari, H., Tavousi, T., and Moazami Goudarzi, M. 2021. Investigating the effects of seasonal floods on Lake Maharloo hydrology. *Iranian Journal of Hydrology*, 9(3): 67-78.

33. Tasnim News Agency. 2025. Four Disastrous Consequences of Constructing the Tang-Sorkh Dam. Retrieved from <https://www.tasnimnews.com>

34. Zamanpour, M., Pakparvar, M., Hatami, E., and Zohirian, A. 2023. Habitat classification of Maharloo Wetland in the MedWet system. *Journal of Environment and Water Engineering*, 9(4): 449-466. (Duplicate, merged above)

35. Zare, M., Karimi, H., and Pakparvar, M. 2024. Monitoring seasonal flood impacts on Maharloo Lake using remote sensing and GEE platform. *Environmental Monitoring and Assessment*, 196(2): 112-125

36. Zarghami, M., Moghaddam, M., and Karamouz, M. 2018. Integrated water resources management in arid and semi-arid regions: The case of Lake Maharloo basin. *Water Resources Management*, 32(11): 3451-3466.

37. Zarrin, M., and Behravan, S., 2019. Impacts of urban development and land use changes on the hydrology of Maharloo Wetland. *Environmental Impact Review*, 35(2): 77-89.

M. 2019. Analysis of land use/cover changes in the Maharloo basin and their hydrological impacts using remote sensing. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(5): 292.

19. Kazemi, M., Feyznia, S., Khosravi, H., Naji, S., and Mesbah, S.H. 2019. Study of changes in Maharloo lake surface area and surrounding land use using satellite images. *Watershed Engineering and Management*, 11(4): 1130-1139. (In Persian)

20. Karimzadeh, S., Rahimi, M., and Etemad-Shahidi, A. 2020. Hydrological role of flash floods in sustaining endorheic wetlands: A case study from central Iran. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 28, 100678.

21. Moosavi, S.S., and Ghahraman, B. 2013. Impact of seasonal flooding on the hydrological balance of Urmia Lake. *Environmental Science and Policy*, 34(2): 220-229.

22. Moreno-Mendoza, N., Valenzuela, J., and Pérez, L. 2022. Flood events and ecological restoration in the Altamira Wetlands, Mexico. *Ecological Engineering*, 105(5): 230-240.

23. Mousavi, S.Z., and Khazaei, M. 2020. Changes in the surface area of Lake Maharloo and surrounding land use. *Journal of Environmental Studies*, 24(3): 123-137.

24. Mozaffari, G., and Narangifard, M. 2014. The effects of water level changes in Maharloo Lake using remote sensing data. *Urban and Regional Planning Geography*, 14: 215-230. (In Persian)

25. Mozaffari, G., and Narangifard, M. 2013. The impact of precipitation changes on Maharloo Lake level, humidity, and temperature of Shiraz. *Wetland Ecology Quarterly*, 6(9): 73-82. (In Persian)

26. Natural Resources Conservation Service (NRCS). 2004. National Engineering Handbook, Part 630 Hydrology, Chapter 9: Hydrologic Soil-Cover Complexes. U.S. Department of Agriculture

27. Pakparvar, M., and Khosroshahi, M. 2017. Land use changes and flood frequency in Maharloo watershed. *Fars Agricultural and Natural Resources Research Center*, 11(4): 1130-1139. (In Persian)

28. Saeedi, Y., and Dashti, S. S. 2017. Environmental risk assessment of drying the 4th and 5th



Abstract

Assessment of the Role of Flood Events in February 2025 on the Conservation and Vitality of Maharloo WetlandH. Hosseinimarandi^{1*} and S.M. Soleimipour²

Received: 2025/10/04 Accepted: 2026/01/29

Maharloo Wetland as one of the important ecosystems in southeastern Shiraz, has experienced a severe decline in water levels in recent years due to reduced precipitation, overexploitation of water resources, and land-use changes. The present study aimed to investigate the role of the February 2025 flood events in wetland restoration and to assess its hydrological and environmental sustainability. Three sub-basins—West Nehrazam, Khoshk, and Chenarrahdar—were analyzed. The SCS-CN model was applied to estimate runoff. Also, statistical and empirical methods were used to analyze rainfall and streamflow trends. Results indicated that the 83.9 mm precipitation event generated over 2.38 MCM of runoff, raising the wetland water level by 80 cm and expanding its area from 15 to 42 km². A decrease in the electrical conductivity (EC) of inflowing water also indicated a relative improvement of water quality. Long-term analyses revealed that wetland restoration is possible only in years with significant flood events. However, unplanned urban expansion, blockage of natural channels, and lack of integrated resource management remain major obstacles to effective flood utilization. The findings highlight the need for comprehensive planning, revising runoff management strategies, protecting natural flow paths, and enhancing local community participation to ensure the sustainability of Maharloo Wetland.

Keywords: Ecological sustainability, Flood management, Recharge, Saline wetlands, Heavy rainfall

1.*Corresponding Author: Assistant Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran – Email:hhmarand@gmail.com

2. Associate Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran.