



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری
مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس



نشریه فنی

اهمیت و تأثیر سیلاب‌های موردی بهمن
۱۴۰۳ بر حیات تالاب مهارلو

شماره ثبت: ۶۷۷۰۳

۱۴۰۴

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری
مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس

نشریه فنی:

اهمیت و تأثیر سیلاب‌های موردی بهمن ۱۴۰۳ بر حیات تالاب مهارلو

نویسندگان:

حمید حسینی مرندي، مجتبی پاک پرور

شماره فروست:

۶۷۷۰۳

۱۴۰۴

وزارت جهاد کشاورزی

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس

عنوان: اهمیت و تأثیر سیلاب‌های موردی بهمن ۱۴۰۳ بر حیات تالاب مهارلو

نویسندگان: حمید حسینی مرنندی، مجتبی پاک پرور

ویراستار ادبی: سعید نبی‌پی لشکریان

صفحه‌آرایی و طراحی جلد: عباس صدیق

ناشر: پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

شمارگان: ۱۰ نسخه

تاریخ انتشار: تابستان ۱۴۰۴

این اثر در مورخه ۱۴۰۴/۰۵/۰۶ با شماره ۶۷۷۰۳ در مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی به ثبت رسیده است. حق چاپ محفوظ است. نقل مطلب، تصاویر، جداول، منحنی‌ها و نمودارها با ذکر مآخذ بلامانع است.

فهرست مطالب

چکیده.....	۱
۱ - مقدمه	۲
۲- ویژگی‌های عمومی تالاب و فیزیوگرافی آبخیز مهارلو	۶
۲-۱- معرفی تالاب و مشخصات فیزیکی حوضه	۶
۲-۲- زیرحوضه‌های حوزه آبخیز.....	۸
۲-۳- ویژگی‌های هیدرولوژیکی منطقه.....	۸
۲-۴- تغییرات کاربری اراضی در حوزه آبخیز مهارلو.....	۱۳
۲-۵- بارش‌های حوضه از نظر شدت و رخداد سیلاب.....	۱۵
۲-۶- کاربرد روش SCS در بررسی روند تغییرات رواناب.....	۱۶
۲-۷- روش مطالعه.....	۱۸
۳- نتایج و بحث	۱۹
۳-۱- تک رخداد بارشی ۲۵ و ۲۶ بهمن ۱۴۰۳.....	۱۹
۳-۲- روش شماره منحنی (CN).....	۲۲
۳-۲-۱- تعیین CN.....	۲۲
۳-۲-۲- محاسبه میزان پتانسیل بیشینه نگهداری آب (S).....	۲۲
۳-۲-۳- محاسبه رواناب (Q).....	۲۲
۳-۲-۴- محاسبه مقدار رواناب.....	۲۳
۳-۲-۵- محاسبه حجم رواناب زیر حوضه‌ی نهرا عظم.....	۲۳
۳-۲-۶- محاسبه حجم رواناب زیر حوضه چنار راهدار.....	۲۴
۳-۲-۷- محاسبه حجم رواناب زیر حوضه خشک.....	۲۵
۳-۳- تخمین کاهش دبی به دلیل نفوذ به بستر رودخانه.....	۲۷
۳-۴- تغذیه تالاب از سیلاب.....	۲۹
۴- نتیجه‌گیری	۳۰
۵- توصیه و پیشنهادها	۳۱
منابع	۳۱
ABSTRACT	۳۴

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱ - موقعیت تالاب مهارلو در جنوب شرقی شیراز در استان فارس..... ۹
- شکل ۲- موقعیت سه زیر حوضه، دریاچه مهارلو و نقاط مسکونی (شیراز) در حوزه آبخیز مهارلو (پاکپور و خسروشاهی، ۱۳۸۷)..... ۱۲
- شکل ۳- شبکه هیدرگرافی و موقعیت سه زیرحوضه‌ی نهراعظم، خشک و راهدار در غرب حوضه مهارلو (مشاور سامان آب سرزمین(۱۳۹۷)، با تصحیح)..... ۱۲
- شکل ۴- مقایسه مرتع، جنگل و کل پوشش آبخیز مهارلو در دو سال ۱۳۷۸ و ۱۳۹۱، (پاکپور و خسروشاهی، ۱۳۸۷)..... ۱۴
- شکل ۵- نمودار مقایسه سایر کاربری‌ها در دو مقطع زمانی ۱۹۹۰ و ۲۰۰۲ در حوزه آبخیز مهارلو..... ۱۵
- شکل ۶ - تصویری از دریاچه (تقریباً خشک) مهارلو- دی ماه ۱۴۰۳..... ۱۹
- شکل ۷- تصویری از رخداد سیلاب رودخانه خشک (شهر شیراز - بهمن ۱۴۰۳)..... ۲۱

فهرست جدول‌ها

- جدول ۱- کلاسه‌بندی شیب و مساحت کلاس‌ها در حوضه مهارلو (پاکپور و خسروشاهی، ۱۳۸۷) ۱۰
- جدول ۲- کلاسه‌بندی شیب زیرحوضه و مساحت هر کلاس (مشاور سامان آب سرزمین (۱۳۹۷)، با تصحیح) ۱۰
- جدول ۳ - مشخصات مورفومتری حوضه مهارلو و سه زیرحوضه‌ی موردبررسی (مشاور سامان آب سرزمین(۱۳۹۷)، با تصحیح)..... ۱۱
- جدول ۴- برآورد بارش بیشینه ۲۴ ساعته در دوره بازگشت‌های معین با توزیع‌های مختلف، میلی‌متر..... ۱۵
- جدول ۵-زمان تمرکز به روش‌های مختلف درسه زیرحوضه مهارلو (مشاور سامان آب سرزمین (۱۳۹۷)- با تصحیح..... ۱۶
- جدول ۶ - مقدار CN برای کاربری‌های مختلف با توجه به گروه‌های نفوذپذیری خاک..... ۱۷
- جدول ۷ - نتایج محاسبه CN زیر حوضه‌ها (پاکپور و خسروشاهی، ۱۳۸۷)..... ۱۷
- جدول ۸ - مقادیر بارش ماهانه سه زیرحوضه مهارلو (مشاور سامان آب سرزمین (۱۳۹۷)، با تصحیح)..... ۱۸
- جدول ۹ - میانگین بارش سالانه سه زیرحوضه مهارلو (مشاور سامان آب سرزمین (۱۳۹۷)، با تصحیح)..... ۱۸
- جدول ۱۰- مقدار بارش کل در برخی ایستگاه‌های غرب حوضه مهارلو در سال زراعی ۱۴۰۴ - ۱۴۰۳ (تا اول اسفند ۱۴۰۳)..... ۲۰
- جدول ۱۱- مقدار بارش در تک رخداد مورخ ۲۵ تا ۲۶ بهمن ۱۴۰۳ در زیرحوضه‌های غرب آبخیز مهارلو..... ۲۳
- جدول ۱۲-حجم رواناب زیرحوضه‌ها و کل سه زیر حوضه غرب مهارلو دررخداد بارشی ۲۶-۲۵ بهمن ۱۴۰۳..... ۲۵
- جدول ۱۳- دبی محاسباتی با روش رشنال و ارتفاع رواناب به روش SCS ناشی از رخداد بارش بهمن ۱۴۰۳..... ۲۶
- جدول ۱۴- برآورد آبدی و ضریب رواناب سه زیرحوضه غرب مهارلو با استفاده از روش دبی- سطح (مشاور سامان آب سرزمین (۱۳۹۷)، با تصحیح)..... ۲۷

چکیده

در این نشریه فنی نقش و اهمیت بارش‌های مقطعی و سیلاب‌های ناشی از آن، در شرایط خشکسالی و تغییرات اقلیمی، بر تغذیه تالاب مهارلو بررسی و تحلیل می‌شود. تالاب‌ها، از جمله مهارلو، به دلیل مدیریت نادرست و عوامل اقلیمی با تغییرات هیدرولوژیکی روبرو هستند. مهارلو با مساحت حدود ۲۷۵ کیلومترمربع، تحت تأثیر تبخیر بالا و شوری زیاد قرار دارد و اکوسیستم آن در معرض تهدید است. این مطالعه بر اهمیت نگهداری و احیای تالاب مهارلو و مدیریت صحیح منابع آبی، به‌ویژه با تأکید بر نقش سیلاب‌ها در زنده نگه داشتن این اکوسیستم، تأکید دارد و معتقد است هر طرحی که به اکوسیستم دریاچه آسیب برساند باید از اولویت خارج شود. حوزه آبخیز مهارلو با وسعت ۳۹۶۱ کیلومترمربع، دستخوش تغییرات کاربری اراضی شده و دارای ویژگی‌های جغرافیایی و زمین‌شناسی متنوعی است. میانگین سطح این دریاچه ۱۷۵ کیلومترمربع است و در سال‌های کم‌بارش، به شدت کاهش می‌یابد. بررسی مقادیر CN (شماره منحنی) برای کاربری‌های مختلف اراضی نشان می‌دهد که تغییرات قابل توجه در کاربری‌ها رخ داده است که تحت تأثیر عوامل اقلیمی و فشارهای انسانی قرار گرفته‌اند. بارش‌های بهمن ۱۴۰۳ منجر به سیلاب قابل توجه شد و دریاچه مهارلو را از خشکی نجات داد. براساس محاسبات انجام‌شده، حدود ۲,۳۸۴,۶۰۰ مترمکعب آب وارد تالاب شده است. این محاسبات نشان‌دهنده تأثیر مثبت بارش‌های اخیر بر وضعیت آبی دریاچه مهارلو و ضرورت مدیریت منابع آب و پایش شرایط هیدرولوژیکی است. دقت این تخمین به دقت تخمین ضریب CN وابسته است و استفاده از مدل‌های هیدرولوژیکی پیچیده‌تر و در نظر گرفتن توزیع زمانی بارندگی می‌تواند تخمین دقیق‌تری ارائه دهد. با وجود محدودیت‌ها، این تخمین نشان‌دهنده اهمیت رواناب به‌عنوان منبع حیاتی آب برای تالاب مهارلو در شرایط کم‌آبی است.

واژه‌های کلیدی: اکوسیستم، تغییرات اقلیمی، خشکسالی، رواناب، مدیریت سیلاب.

۱ - مقدمه

تالاب‌ها و اکوسیستم‌های آبی کشور سرمایه‌ای ارزشمند هستند که به شرط برقراری تعادل هیدرواکولوژیک آن‌ها، موجب پایداری منابع زیستی، اقتصادی و اجتماعی هر منطقه‌ای می‌شوند. وضعیت موجود تالاب‌های ایران نشان می‌دهد که بسیاری از آن‌ها بر اثر مدیریت نادرست آب و خاک درونی و پیرامونی و یا در اثر تغییرات اقلیمی و خشکسالی، دچار تغییرات مهم هیدرولوژیکی شده‌اند (احمدی، ۱۴۰۱). ورود سازه‌های آبی (دو سد ملاصدرا و سیوند طی سال‌های ۱۳۸۶) بالادست تالاب بختگان به چرخه بهره‌برداری و تأثیر کم‌بارشی منطقه موجب خشکی‌دگی تالاب در دهه اخیر شده است. نیاز آبی برای احیاء تالاب بختگان ۲۵۰ میلیون مترمکعب است؛ حتی حبابه ۶۰ میلیون مترمکعب در نظر گرفته شده در مطالعات سدها نیز طی سالیان اخیر تأمین نشده است. بنابراین شاید تنها بازمهندسی طرح‌های آبی (سدها) و میزان برداشت آب زیرزمینی حاشیه تالاب، می‌تواند تا حدودی بحران پیش‌آمده برای این محیط آبی را تغییر دهد (حسینی مرندي، ۱۳۹۷). بررسی در حوضه مهارلو نشان می‌دهد که خشکسالی هیدرولوژیکی دارای روند معنی‌دار افزایشی بوده، درحالی‌که خشکسالی هواشناسی در ابتدا کاهشی و سپس افزایشی بوده، و روند خاصی را دنبال نمی‌کند (امیری و پورقاسمی، ۱۳۹۸؛ قهرودی تالی و همکاران، ۱۳۹۸).

سالانه نزدیک به ۱۰ میلیون تن ذرات معلق از نقاط خروجی برخی حوزه‌های آبخیز کشور خارج می‌شود که معادل ۵۰۰۰ هکتار خاک زراعی با عمق ۱۵ سانتی‌متر در سال است که از دسترس بهره‌برداری خارج می‌شود (امیری و پورقاسمی، ۱۳۹۸؛ قهرودی تالی و همکاران، ۱۳۹۸). به دلیل شرایط زمین‌شناسی و حضور سازندهای مارنی، گچی و نمکی در حوزه آبخیز مارنی و قابلیت دامنه‌های مارنی برای ایجاد اشکال فرسایش خندقی و توده‌ای، آورد رسوبی رودخانه‌های حوضه غربی مهارلو نیز زیاد و قابل توجه است (حسینی مرندي، ۱۳۹۵).

دریاچه مهارلو در ۱۰ کیلومتری شیراز واقع شده، پهنای دریاچه ۱۵ - ۱۰ کیلومتر، طول آن ۲۸ کیلومتر و مساحت آن ۲۷۵ کیلومترمربع است که متشکل از دریاچه فعلی، پوشش نمکی و پوشش گلی است. این

دریاچه از طرف شمال غربی به شهرستان شیراز و از طرف جنوب شرقی به دشت سروستان محدود می‌شود (شکل ۱). مساحت حوزه آبخیز مهارلو ۴۲۶۶ کیلومترمربع است. بیشینه ارتفاع در این حوزه ۳۱۸۲ متر و کمینه آن نیز ۱۳۷۴ متر از سطح دریا است (شکل ۲). سری هرمز، گروه بنگستان، سازندهای پابده و گورپی، تاربور، آسماری، جهرم، بختیاری، ساچون، آغاچاری، و مخروطافکنه‌های کواترنری سازندهای زمین شناسی حوزه و پیرامون مهارلو هستند. کف دریاچه از سازند پابده گورپی تشکیل شده است. دریاچه مهارلو به‌صورت یک فرونشست زمین‌ساختی با روند شمال غرب- جنوب شرق تحت‌تأثیر عملکرد گسل‌های مهارلو و قره در جنوب شرق شهر شیراز تشکیل شده است. گسل قره از لحاظ میزان فعالیت زمین‌ساختی، فعال‌تر از گسل مهارلو است (قهرودی تالی و همکاران، ۱۳۹۸). نقش گسل قره بر ریختار کف حوزه بیشتر از گسل مهارلو بوده است. ژرف‌ترین بخش دریاچه در قسمت جنوب غرب دریاچه قرار دارد. این وضعیت می‌تواند نتیجه پویایی بیشتر گسل قره نسبت به گسل مهارلو باشد (عندلیبی و اویسی، ۱۳۷۸).

دریاچه مهارلو عملاً به‌سمت پلایا تحول پیدا کرده و از عمق ناچیزی برخوردار بوده که در دوره پرآبی نیز ژرفای آن کمتر از ۲ متر بوده و در دوره مرطوب ژرفای میانگین آن، ۱/۳ متر است. تبخیر در حوزه زیاد و سبب خشکی این تالاب کم ژرفا می‌شود در اثر تبخیر، ابتدا کانی‌هایی مانند کربنات کلسیم که انحلال‌پذیری کمتری دارند رسوب کرده‌اند. در مرحله بعد کانی ژئوپس و در مرحله سوم نیز نمک رسوب کرده که در حال حاضر نیز رسوب می‌کند. بنابراین از نظر پالئوکلیماتولوژی پهنه آهکی خارجی‌ترین و پهنه نمکی نیز داخلی و مرکزی‌ترین پهنه رسوبگذاری در پلایای مهارلو است. در حال حاضر نوسانات اقلیمی به‌صورت سال‌های خشک و مرطوب در دریاچه مهارلو به‌صورت سطوح نمکی و مرطوب و پهنه گچی خشک نمایان می‌شوند (قهرودی تالی و همکاران، ۱۳۹۸؛ علیزاده، ۱۳۸۱). 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 (زرین و بهروان، ۲۰۱۹).

بستر دریاچه ناهموار است که می‌تواند به دلیل تغییرات اقلیمی و عدم یکنواختی در انحلال و رسوب گذاری نمک باشد. در حاشیه‌های این دریاچه اراضی کشاورزی و باغاتی هستند که از آب زیرزمینی مشروب می‌شوند که جهت حرکت آب زیرزمینی به سمت دریاچه است. در این حواشی چشمه‌هایی نیز وجود داشته‌اند که در حال حاضر غالباً خشک شده‌اند. نمک ماده معدنی است که از این دریاچه استحصال می‌شود. در زمان‌هایی دریاچه مهارلو رنگ صورتی به خود می‌گیرد که ناشی از وجود جلبک‌های دونالیا سالینا است. این جلبک‌ها در آب شور رشد می‌کنند و رنگدانه قرمز تولید می‌کنند. شوری آب دریاچه و همچنین وجود مواد مغذی مانند فسفر و نیتروژن در آب آن، رشد جلبک دونالیا سالینا را افزایش می‌دهد.

آب دریاچه مهارلو فوق‌العاده شور است و مقدار شوری آن فراتر از ۲۰۰ گرم نمک در لیتر بیان شده است و از این نظر حیات موجود زنده در آن سخت بوده و تنها موجود زنده جانوری آن آرتمیا است که از ارزش اقتصادی مناسبی نیز برخوردار است. از دیگر آثار حیاتی در این دریاچه، وجود جلبک‌های دونالیا سالینا است. این جلبک‌ها در آب شور رشد و رنگدانه قرمز تولید می‌کنند. این ویژگی موجب ایجاد رنگ صورتی در دریاچه مهارلو می‌شود. دریاچه مهارلو و محیط پیرامونی آن به‌طور دائمی پناه‌گاه زیست برخی جانوران و پرندگان بومی و همچنین زیستگاه موقتی پرندگان مهاجر زیادی نیز هستند.

این دریاچه را می‌توان به مثابه یک باران‌سنج طبیعی از آن نام برد که در طول عمر زمین‌شناسی خود وقایع آب‌وهوایی از جمله دوره‌های سرد و پر باران و دوره‌های خشک و پرتبخیر در خود ثبت کرده است. سه عامل فصلی بودن رودخانه‌هایی که آب را به دریاچه می‌رسانند، وابستگی شدید دریاچه به بارش و کوچکی حوزه آبخیز آن، شرایط این دریاچه را حساس کرده است. در سال ۲۰۰۹ با کاهش ۱۰۷ کیلومترمربعی مساحت دریاچه نسبت به زمان مشابه خود در سال ۱۹۹۹ به دلیل کاهش ۲۰۰ میلی‌متری باران در سال آبی مشابه خود بوده است (مظفری و نارنگی‌فرد، ۱۳۹۳). تحلیل تصاویر ماهواره‌ای در پلتفرم گوگل نشان داده است که کاهش بارندگی و بهره‌برداری بیش از حد از منابع آبی زیرزمینی حاشیه تالاب و منابع آب سطحی بالادست، از عوامل اصلی این تغییرات هستند (زمان‌پور و همکاران، ۱۴۰۲؛ مظفری و نارنگی‌فرد، ۱۳۹۴).

با توجه به تغییر اقلیم منطقه‌ای و جهانی، هرکدام از این عوامل سه‌گانه و شاخص‌های جزئی‌تر آن‌ها شدیداً دستخوش تغییر می‌شوند و بنابراین دریاچه یا تالاب مهارلو را تغییر می‌دهند. از این‌رو تالاب مهارلو از نظر زیست‌محیطی بسیار حساس و نیازمند توجه است. مهارلو نبض آب‌وهوایی کلان شهر شیراز را در غرب خود و شهرستان کهن سروستان را در شرق خود در دست دارد. هر بلای کوچک و یا بزرگی که در این اکوسیستم آبی رخ دهد، دامنگیر این دو سکونت‌گاه نیز خواهد شد.

نوارهای نسبتاً پهنی در پیرامون این تالاب در مواقع زیادی از سال خشک می‌شود. هراندازه این خشکی بیشتر و تداوم یابد، استعداد حرکت و جابجایی توسط باد بیشتر می‌شود. جهت باد غالب به سمت جنوب شرق بوده و بنابراین زیست‌بوم شرقی این دریاچه از جمله شهر سروستان در معرض خطر ریزگرد قرار خواهد گرفت. در یک بررسی حدود ۱۷ هزار هکتار از اراضی خشک حاشیه تالاب را به‌عنوان کانون تولید ریزگرد معرفی شده است. سرعت باد آستانه فرسایش بادی در ایگاشتن اراضی ۸ متر بر ثانیه و در بررسی فرسایش از طریق تونل باد میزان بادبردگی رسوبات را از ۱ تا ۸ کیلوگرم در دقیقه در متر مربع (با توجه به میزان رطوبت و خشکی خاک) بدست آمده است (حسینی مرندي، ۱۳۹۷). از این‌رو حفظ رطوبت در تالاب برای پیشگیری از فرسایش بادی و تولید ریزگرد که می‌تواند برای زیست‌بوم منطقه مسأله‌ساز باشد، امری مهم است.

در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۰۹، که این تالاب تقریباً خشک بوده، عمده عناصر آب‌وهوایی در ایستگاه هم‌دید شیراز افزایش داشته‌اند. در سال ۲۰۰۰ کمینه دما نسبت به میانگین بلندمدت بیش از ۶ درجه و نسبت به روز مشابه خود در سال مرطوب (۱۹۸۷) بیش از ۳ درجه افزایش نشان داده است (مظفری و نارنگی فرد، ۱۳۹۳). بنابراین تالاب می‌تواند دمای هوا را به‌ویژه در بخش شرقی شهر شیراز، تحت‌تأثیر خود قرار دهد.

بررسی شواهد، اطلاعات و نتایج مطالعات نشان‌دهنده نقش حیاتی و زیست‌محیطی این دریاچه برای منطقه است. بنابراین حفاظت و پیشگیری از خشک‌شدن آن، احیاء و پایش‌های زیست‌محیطی مداوم و برنامه‌ریزی شده در این پیکره آبی اولویت نخست این منطقه بوده و هر گونه طرح و برنامه‌ای که اندک

اختلالی در پایداری زیست‌محیطی این دریاچه ایجاد کند باید ممنوع شود. بنابراین ورود روان‌آب و سیلاب حوضه‌ی بالادست به این تالاب واجب است و در نبود آن تالاب خشک می‌شود. در سال زراعی ۱۴۰۴ - ۱۴۰۳، تا اواسط بهمن‌ماه ۱۴۰۳ یک واقعه بارشی بیشتر در فارس رخ نداده و در بهمن‌ماه به لطف خداوند در تاریخ ۲۵ و ۲۶ بهمن یک واقعه بارش در استان فارس و البته در بیشتر نقاط کشور رخ داد. این واقعه منجر به بروز سیلابی غیرمخرب در رودخانه خشک شیراز و موجب حیات آبی تالاب مهارلو شد. البته که برای سیل تعاریف مختلفی وجود دارد، در پاره‌ای از موارد سیل به جریانی از آب گفته می‌شود که از ظرفیت عبور جریان مقطع رودخانه تجاوز کند و باعث خسارت شود. در این نوشتار هرگونه عکس‌العمل رودخانه نسبت به بارندگی و یا تغییرات کاربری حوضه که از سیل مبنا برای حوضه بیشتر باشد، سیل نامیده می‌شود. سیل مبنا در این نوشتار، سیلی با دوره برگشت ۲ سال در نظر گرفته شده است. از آن جایی که برخی طرح‌های پیشنهادی در حوضه بالادست تالاب در تعارض با منافع و حیات تالاب است و در صورت اجرای آن‌ها سیلاب ورودی به تالاب دچار انسداد شده و حیات تالاب را و فراتر از آن محیط زیست منطقه را به چالشی جدی می‌کشاند، در این نوشتار نوشتار، با هدف برجسته کردن نقش مهم سیلاب در حیات تالاب مهارلو، به جزئیات این واقعه بارشی و سیلاب ناشی از آن در غرب مهارلو پرداخته شده است.

۲- ویژگی‌های عمومی تالاب و فیزیوگرافی آبخیز مهارلو

۲-۱- معرفی تالاب و مشخصات فیزیکی حوضه

دریاچه مهارلو محل تخلیه تمام سیلاب‌ها و زه‌آب‌های دو رود خشک شیراز و راهداراز سمت غرب و مسیل‌های نظرآباد و میان جنگل از سمت شرق است. دریاچه مهارلو را به‌دلیل نبود تداوم در تغذیه و همچنین تبخیر فوق‌العاده زیاد آن، ناشی از عمق کم و سطح وسیع، نمی‌توان یک دریاچه دائمی به‌شمار آورد. در سال‌های کم‌باران، به‌علت کمبود سیلاب‌های سطحی و زه‌آب‌های دشت، میزان آب دریاچه به شدت کاهش می‌یابد، به‌طوری که گاهی این وضعیت به خشکی دریاچه منجر می‌شود. میانگین سطح دریاچه ۱۷۵

کیلومتر مربع بوده و در مواقع پرآبی به ۲۵۰ کیلومتر مربع می‌رسد. ارتفاع سطح دریاچه از سطح دریای آزاد ۱۴۵۶ متر و عمق متوسط آن ۰/۵۵ متر است. میانگین حجم دریاچه نسبت به عمق و سطح آن، حدود ۱۳۰ میلیون مترمکعب برآورد شده است (مرکز انفورماتیک مطالعات توسعه جنوب، ۱۳۷۱).

حوزه آبخیز مهارلو با وسعت ۳۹۶۱/۵۱ کیلومتر مربع (۳۹۶۱۵۱ هکتار) یکی از مهم‌ترین حوضه‌های استان فارس به شمار می‌رود. این حوضه، با ضریب شکل برابر با ۰/۶۶ و نسبت کشیدگی برابر با ۰/۴۵، یک حوزه آبخیز کشیده تلقی می‌شود که، طول بزرگ‌تر آن در جهت شمال غرب به جنوب شرق قرار دارد. ضریب گراویلیوس حوضه برابر با ۱/۹۶ است (پاکپور و خسروشاهی، ۱۳۸۷).

مرز شمال غرب آن از گردنه شول در مسیر شیراز- سپیدان، شروع شده و مرز جنوب شرق آن در دو راهی نظرآباد (بعد از سروستان) در مسیر سروستان- فسا به پایان می‌رسد. اهمیت این حوضه بیشتر به دلیل در بر گرفتن شهر شیراز و داشتن بیشترین تراکم جمعیتی در بین حوضه‌های استان است. این حوضه به دلیل روند رشد جمعیت، دستخوش تغییرات فراوانی در کاربری‌های خود شده است. که عمدتاً شامل تخریب باغ‌ها، جنگل‌ها، مراتع و تبدیل آنها به اراضی دیم، باغ‌شهر و مسکونی است.

از لحاظ جغرافیایی این منطقه بین عرض‌های جغرافیایی ۲۹ درجه و ۵۹/۳۵ ثانیه (۳۲۱۲۳۸۵/۸۱) UTM و ۲۹ درجه و ۵۷ دقیقه و ۳۶/۷۵ ثانیه (۳۳۱۵۱۲۲۵/۴۲) و طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۲۸ دقیقه و ۳۱/۶۲ ثانیه (۷۴۱۱۲۰/۷۲) و ۵۲ درجه و ۱۷ دقیقه و ۲۸/۲۲ ثانیه (۶۲۴۵۹۰/۷۶) واقع شده است. کمترین ارتفاع این حوضه به ۱۴۵۶ متر از سطح دریا آزاد، در نزدیکی دریاچه مهارلو می‌رسد و بیشترین ارتفاع آن از سطح دریای آزاد به ۳۰۰۳ متر، در ارتفاعات زیرحوضه نهراظم می‌رسد. بیشینه و کمینه دما در این حوضه با توجه به آمار ۴۰ ساله ایستگاه سینوپتیک شیراز (واقع در فرودگاه شیراز)، به ترتیب ۴۲/۲ و ۱۱- است.

۲-۲- زیرحوضه‌های حوزه آبخیز

براساس توپوگرافی حوضه و مسیر آبراهه‌های حوضه، قسمت غربی آبخیز مهارلو به سه زیرحوضه تفکیک می‌شود. زیرحوضه چنارسوخته (نهر اعظم) در شمال غرب حوضه که طول آبراهه اصلی آن ۴۳/۵۷ کیلومتر، با شیب آبراهه اصلی ۰/۴۴ درصد، زیرحوضه چنارسوخته (خشک) در غرب حوضه، با طول آبراهه اصلی ۳۵/۴۶ کیلومتر و شیب آبراهه اصلی آن ۲/۰۷ درصد، و زیرحوضه چنارراهدار (راهدار) در جنوب غرب حوضه که طول آبراهه اصلی آن ۲۴/۹۵ کیلومتر و شیب آبراهه اصلی آن ۳/۷ درصد است. تقریباً بخش اعظم آب ورودی به تالاب مهارلو از این سه زیرحوضه تأمین می‌شود. زیرحوضه‌های شرقی و جنوب شرقی و شمال شرقی این تالاب، نقش بسیار کمی در تأمین ورودی آب سطحی به این تالاب را به عهده دارند.

۲-۳- ویژگی‌های هیدرولوژیکی منطقه

حوزه آبخیز مهارلو با وسعت ۳۹۶۱/۵۱ کیلومتر مربع (۳۹۶۱۵۱ هکتار) یکی از مهم‌ترین حوضه‌های استان فارس به شمار می‌رود. این حوضه، یک حوزه آبخیز کشیده تلقی می‌شود که، طول بزرگ‌تر آن در جهت شمال غرب به جنوب شرق قرار دارد. مرز شمال غرب آن از گردنه شول در مسیر شیراز- سپیدان، شروع شده و مرز جنوب شرق آن در دو راهی نظرآباد (بعد از سروستان) در مسیر سروستان- فسا به پایان می‌رسد. اهمیت این حوضه بیشتر به دلیل دربرگرفتن شهر شیراز و داشتن بیشترین تراکم جمعیتی در بین حوضه‌های استان است. این حوضه به دلیل روند رشد جمعیت، دستخوش تغییرات فراوانی در کاربری‌های خود شده است. که عمدتاً شامل تخریب باغ‌ها، جنگل‌ها، مراتع و تبدیل آنها به اراضی دیم، باغ‌شهر و مسکونی است (پاکپور و خسروشاهی، ۱۳۸۷).

از لحاظ جغرافیایی این منطقه بین عرض‌های جغرافیایی ۲۹ درجه و ۵۹/۳۵ ثانیه (۳۲۱۲۳۸۵/۸۱) و ۲۹ درجه و ۵۷ دقیقه و ۳۶/۷۵ ثانیه (۳۳۱۵۱۲۲۵/۴۲) و طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۲۸ دقیقه و ۳۱/۶۲ ثانیه (۷۴۱۱۲۰/۷۲) و ۵۲ درجه و ۱۷ دقیقه و ۲۸/۲۲ ثانیه (۶۲۴۵۹۰/۷۶) واقع شده است. کمترین ارتفاع این حوضه به ۱۴۵۶ متر از سطح دریا آزاد، در نزدیکی دریاچه مهارلو می‌رسد

و بیشترین ارتفاع این حوضه از سطح دریای آزاد به ۳۰۰۳ متر، در ارتفاعات زیرحوضه نهراغظم می‌رسد. بیشینه و کمینه دما در این حوضه با توجه به آمار ۴۰ ساله ایستگاه سینوپتیک شیراز (واقع در فرودگاه شیراز)، به ترتیب ۴۲/۲ و ۱۱- است.



شکل ۱ - موقعیت تالاب مهارلو در جنوب شرقی شیراز در استان فارس

تشکیلات زمین‌شناسی این منطقه متنوع بوده و از دوره کامبرین، شروع و به دوره کنونی ختم می‌شود و شامل سازند آسماری- جهرم، سازند پابده-گورپی، سازند آغاچاری، سازند بختیاری، سازند رازک، سازند تاربور، سازند بنگستان و کواترنری هستند (درویش‌زاده، ۱۳۸۳). مساحت حوضه بالغ بر ۳۹۶۱/۵۱ کیلومتر مربع معادل ۳۹۶۱۵۱ هکتار است. شیب حوضه که با استفاده از مدل ارتفاعی رقومی منطقه استخراج شده است برابر با جدول ۱ است. کمترین ارتفاع حوضه ۱۴۵۶ متر از سطح دریای آزاد، در نزدیکی دریاچه مهارلو است و بیشترین ارتفاع این حوضه از سطح دریای آزاد به ۳۰۰۳ متر، در ارتفاعات زیرحوضه نهراغظم می‌رسد.

..... اهمیت و تأثیر سیلاب‌های موردی بهمن ۱۴۰۳ بر حیات تالاب مهارلو / ۱۰

طول آبراهه اصلی حوضه (طولانی‌ترین آبراهه حوضه) که از بلندی‌های زیرحوضه نهراظم شروع شده و تا کنار دریاچه مهارلو ادامه دارد، برابر با ۷۷۲۶۷/۰۳ متر معادل ۷۷/۲۷ کیلومتر است (پاکپور و خسروشاهی، ۱۳۸۷). برخی مشخصات مورفومتری حوضه مهارلو و سه زیرحوضه موردبررسی در جدول ۳ آمده است.

جدول ۱- کلاسه‌بندی شیب و مساحت کلاس‌ها در حوضه مهارلو (پاکپور و خسروشاهی، ۱۳۸۷)

شیب (درصد)	مساحت (هکتار)	درصد
<۱	۱۱۹۳۲۴/۴	۳۰/۱۲
۱-۳	۱۶۸۷۹/۵۴	۴/۲۶
۳-۵	۲۹۸۲/۱۴	۷/۵۳
۵-۱۰	۹۳۴۳۷/۶	۲۳/۵۹
۱۰-۱۵	۵۱۴۴۰/۹۷	۱۲/۹۸
۱۵-۳۰	۶۲۵۸۰/۷۷	۱۵/۸۰
۳۰-۵۰	۱۵۱۹۱/۴۴	۳/۸۳
>۵۰	۷۴۶۷/۱۵۸	۱/۸۹
جمع	۳۹۶۱۵۱	۱۰۰

جدول ۲- کلاسه‌بندی شیب زیرحوضه و مساحت هر کلاس (مشاور سامان آب سرزمین (۱۳۹۷)، با تصحیح)

شیب (درصد)	نهراظم		خشک		چنار راهدار	
	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	درصد
<۱	۵۵۵۵/۱	۱۴/۸۸	۰	۰	۷۸۶/۴۶	۴/۳۳
۰-۳	۱۴۹۹/۰۴	۴/۰۱	۸۹۰/۶۵	۵/۸۹	۳۱۶/۸۲	۱/۷۵
۳-۵	۱۳۶۳/۵	۳/۶۵	۳۰۹/۰۹	۲/۰۴	۴۰۱/۴۴	۲/۱۲
۵-۱۰	۷۹۹۷/۳۲	۲۱/۴۳	۱۵۶۳/۵۲	۱۰/۳۴	۲۰۳۸/۵	۱۱/۲۳
۱۰-۱۵	۳۶۸۹/۸۳	۹/۶۷	۱۲۷۱/۳۴	۸/۴	۱۷۸۷/۱	۹/۸۴
۳۰-۵۰	۱۳۲۴۲/۳۵	۳۵/۴۸	۷۴۵۹/۷۱	۴۹/۳۴	۹۷۹۰/۵۸	۵۳/۹۳
>۵۰	۴۰۴۷/۱۶	۱۰/۸۴	۳۶۲۴/۴۲	۲۳/۹۷	۳۰۳۱/۱	۱۶/۶۹

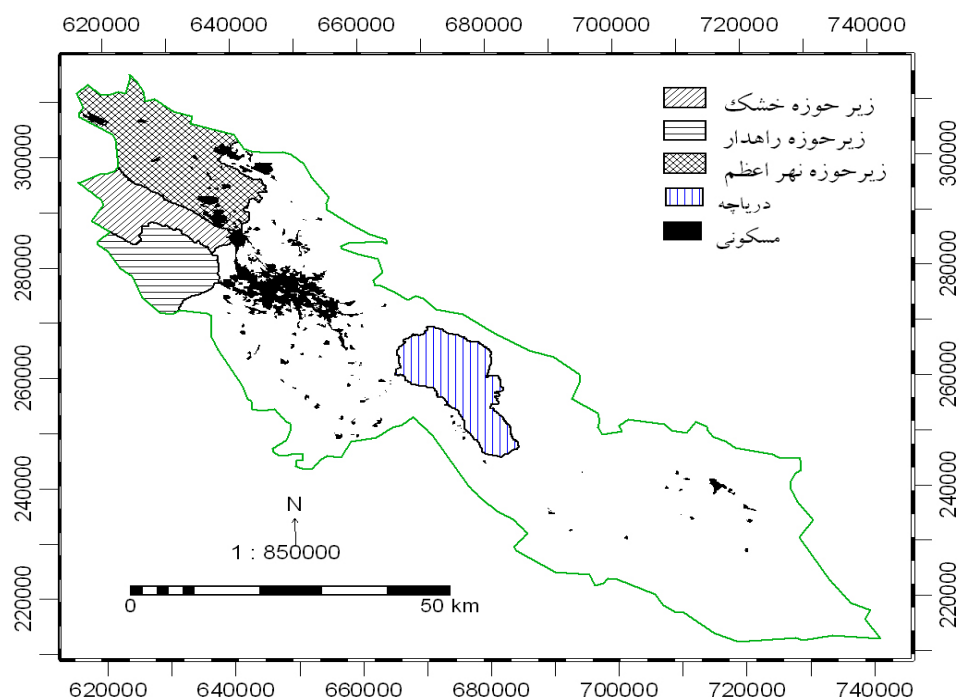
جدول ۳ - مشخصات مورفومتری حوضه مهارلو و سه زیرحوضه‌ی موردبررسی (مشاور سامان آب

سرزمین (۱۳۹۷)، با تصحیح)

زیرحوضه	مساحت		کمینه ارتفاع زیر حوزه (متر)	بیشینه ارتفاع زیر حوزه (متر)	طول آبراهه اصلی	شیب آبراهه اصلی (درصد)
	هکتار	کیلومترمربع				
چنار راهدار	۱۸۱۵۲	۱۸۱/۵۲	۱۶۱۵	۲۸۱/۷۲	۲۴/۹۵	۳/۷
خشک	۱۲۳۸۲/۱۳	۱۵۱/۱۸	۱۷۵۸/۶۶	۲۹۴۵/۸۶	۳۵/۴۶	۲/۰۷
نهر اعظم	۴۳۰۵۸/۳	۴۳۰/۵۸	۱۶۴۱/۳۸	۳۰۰۱/۶۶	۴۳/۵۶	۰/۴۴
سایر زیرحوضه‌ها	۲۶۴۹۸۲/۳	۲۶۴۹/۸۲	۱۳۶۰/۲۳	۲۹۳۴/۷۶	—	—
کل حوزه	۳۹۴۵۷۲۲	۳۹۴۵/۷۳	۱۳۶۰/۲۳	۳۰۰۱/۶۶	۷۷/۲۷	—

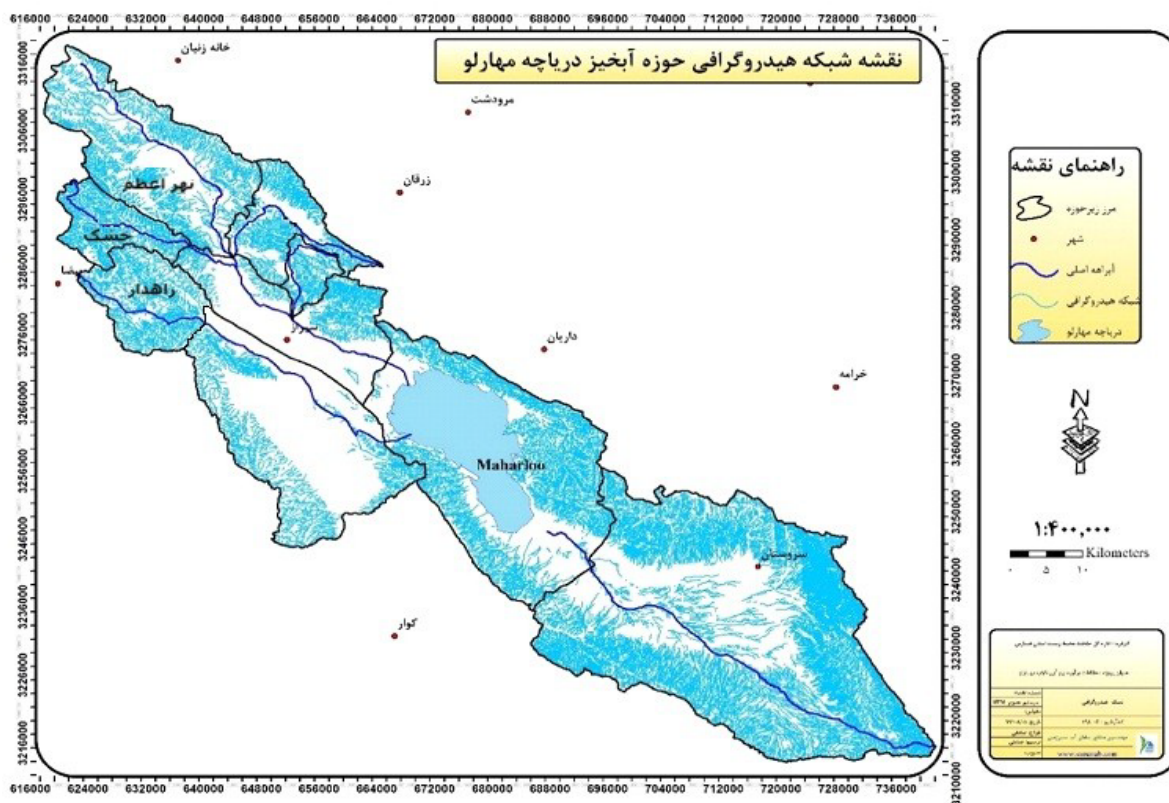
دریاچه مهارلو محل تخلیه تمام سیلاب‌ها و زه‌آب‌های دو رود خشک شیراز و راهدار و مسیل‌های نظرآباد و میان جنگل است. دریاچه مهارلو را به دلیل نبود تداوم در تغذیه و همچنین تبخیر فوق‌العاده زیاد آن، ناشی از عمق کم و سطح وسیع، نمی‌توان یک دریاچه دائمی به‌شمار آورد. در سال‌های کم‌باران، به علت کمبود سیلاب‌های سطحی و زه‌آب‌های دشت، میزان آب دریاچه به شدت کاهش می‌یابد، به‌طوری که گاهی این وضعیت به خشکی دریاچه منجر می‌شود (شکل ۵). میانگین سطح دریاچه ۱۷۵ کیلومترمربع بوده و در مواقع پرآبی به ۲۵۰ کیلومترمربع می‌رسد. ارتفاع سطح دریاچه از سطح دریای آزاد ۱۴۵۶ متر و عمق متوسط آن ۰/۵۵ متر است. میانگین حجم دریاچه نسبت به عمق و سطح آن، حدود ۱۳۰ میلیون مترمکعب برآورد شده است (مرکز انفورماتیک مطالعات توسعه جنوب، ۱۳۷۱).

با توجه به داده‌های هیدرومتری و باران‌سنجی موجود در حوضه و براساس توپوگرافی حوضه و مسیر آبراهه‌های آن، سه زیرحوضه مهم در غرب حوضه جدا شده است. زیرحوضه چنار سوخته (نهر اعظم) در شمال غرب حوضه که طول آبراهه اصلی آن ۴۳۵۶۵/۲۲ متر و کمترین، بیشترین و متوسط ارتفاع آن به ترتیب ۱۶۵۱، ۳۰۰۳ و ۲۳۲۶ متر و شیب آبراهه اصلی ۰/۴۴ درصد است. زیرحوضه چنار سوخته (خشک) در غرب حوضه که طول آبراهه اصلی آن ۳۵۴۶۱/۵۱ متر و کمترین، بیشترین و متوسط ارتفاع آن به ترتیب ۱۶۷۵، ۲۹۵۹ و ۲۳۱۵ متر و شیب آبراهه اصلی آن ۲/۰۷ درصد است. زیرحوضه چنار راهدار (راهدار) در جنوب غرب حوضه که طول آبراهه اصلی آن ۲۴۹۴۵/۸۳ متر و کمترین، بیشترین و متوسط ارتفاع آن به ترتیب ۱۶۱۵، ۲۹۴۴ و ۲۲۷۹/۶ متر و شیب آبراهه اصلی آن ۳/۷ درصد است. سه ایستگاه هیدرومتری دارای آمار بیش از ۲۰ سال نیز در حوضه فعال هستند.



شکل ۲- موقعیت سه زیر حوضه، دریاچه مهارلو و نقاط مسکونی (شیراز) در حوزه آبخیز مهارلو (پاکپور و

خسروشاهی، ۱۳۸۷)



شکل ۳- شبکه هیدروگرافی و موقعیت سه زیر حوضه‌ی نهر اعظم، خشک و راهدار در غرب حوضه مهارلو (مشاور

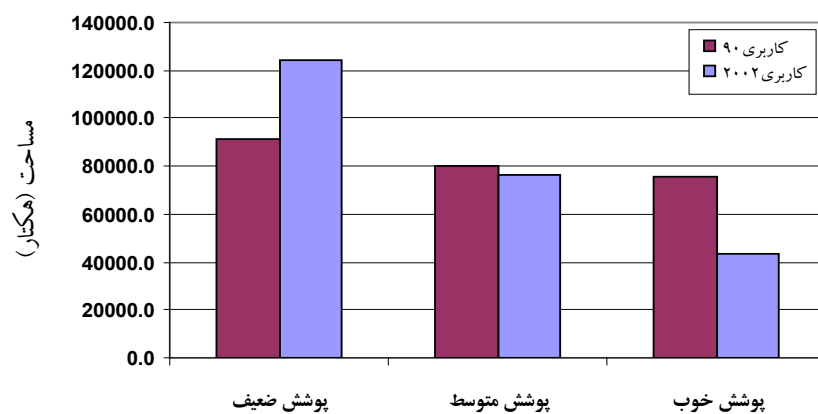
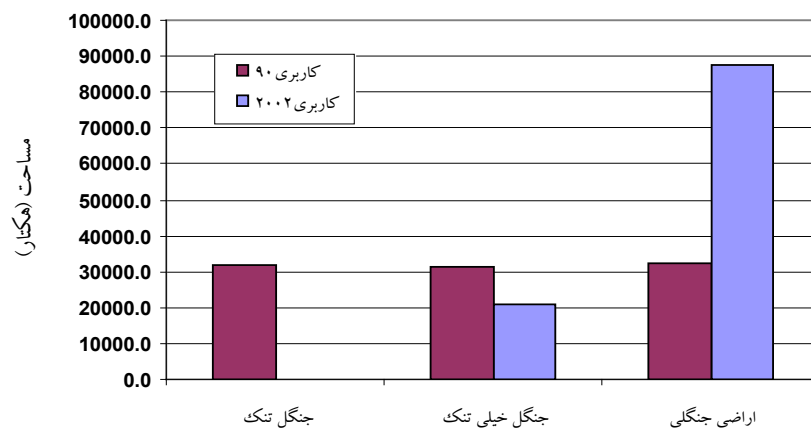
سامان آب سرزمین(۱۳۹۷)، با تصحیح)

۲-۴ - تغییرات کاربری اراضی در حوزه آبخیز مهارلو

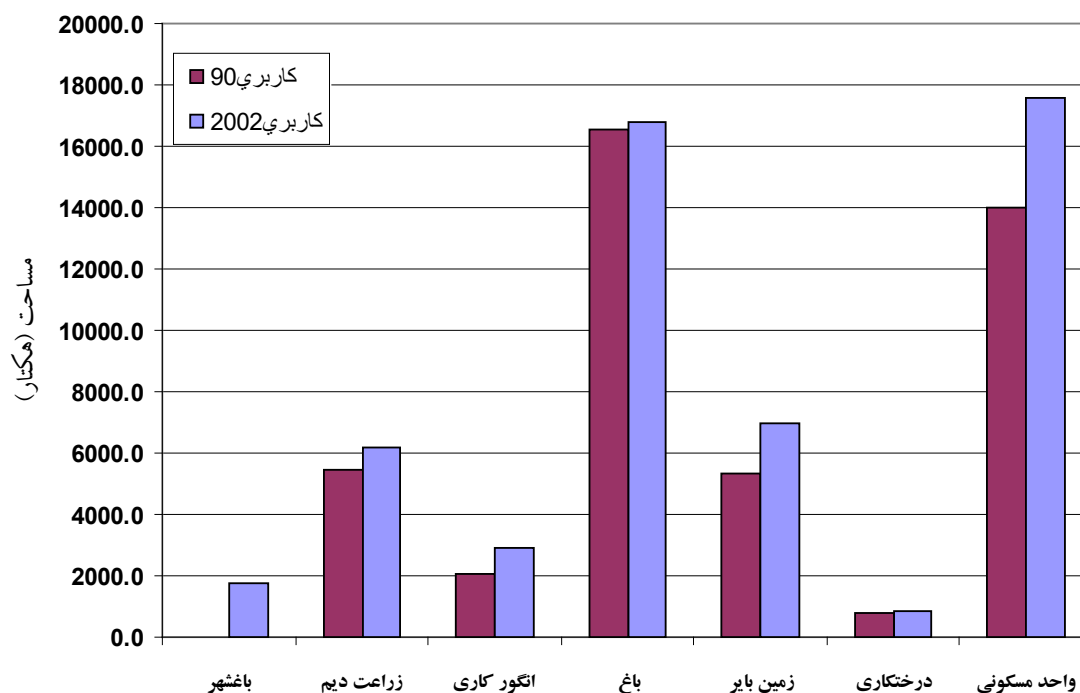
مستند به نقشه کاربری تهیه شده طی دهه ۷۰ و اوایل ۸۰ تغییرات قابل توجه در کاربری اراضی حوزه مهارلو مشاهده می شود (پاکپور و خسروشاهی، ۱۳۸۷). به دلیل موقعیت خاص زیرحوضه های مورد بررسی در غرب حوزه مهارلو و غرب شهرستان شیراز و روند رو به رشد توسعه شهری، روستایی و باغات (باغ شهرها)، در دهه های بعدی نیز هرچند با روند کندتر، ولی تغییرات کاربری کم و بیش وجود داشته است. بنابراین در طول دهه ۹۰ تا حال حاضر نیز می توان تغییرات کاربری را غالباً به نفع سیل خیزی بیشتر حوضه های مورد بررسی در نظر گرفت.

شکل ۴ نشان گر تغییرات کاربری جنگل، درصد مساحت جنگل تنک، جنگل خیلی تنک و اراضی جنگلی آبخیز مهارلو است. از کل مساحت حوزه آبخیز مهارلو به ترتیب ۸/۰۵، ۷/۹ و ۸/۲۵ درصد در سال ۱۳۶۹ بوده که به ۵/۲۹، ۰/۰۴ و ۲۲/۱۶ درصد در سال ۱۳۸۱ رسیده است. همچنین در خصوص کاربری مرتع، درصد مساحت مرتع خوب، مرتع متوسط و مرتع فقیر از کل مساحت حوزه آبخیز مهارلو به ترتیب ۱۱/۰۴، ۱۲/۳۸ و ۱۴/۹۸ درصد در سال ۱۳۶۹ بوده است که به ۱۱/۰۱، ۱۴/۰۶ و ۹/۲۱ درصد در سال ۲۰۰۲ رسیده است، با قرارداد مرتع فقیر و اراضی جنگلی در یک طبقه با نام پوشش ضعیف، مرتع متوسط و جنگل خیلی تنک در یک طبقه با نام پوشش متوسط و مرتع خوب و جنگل تنک در یک طبقه با نام پوشش خوب، نمودار تغییرات این طبقات در دو مقطع زمانی ۱۳۶۹ و ۱۳۸۱ به دست آمده است (پاکپور و خسروشاهی، ۱۳۸۷). تغییرات سایر کاربری های حوضه ی آبخیز مهارلو را می توان در شکل ۵ مشاهده کرد.

..... اهمیت و تأثیر سیلاب‌های موردی بهمن ۱۴۰۳ بر حیات تالاب مهارلو / ۱۴



شکل ۴ - مقایسه مرتع، جنگل و کل پوشش آبخیز مهارلو در دو سال ۱۳۷۸ و ۱۳۹۱، (پاکپور و خسروشاهی،



شکل ۵- نمودار مقایسه سایر کاربری‌ها در دو مقطع زمانی ۱۹۹۰ و ۲۰۰۲ در حوزه آبخیز مهارلو

۵-۲- بارش‌های حوضه از نظر شدت و رخداد سیلاب

به میزان بارشی که در ۲۴ ساعت ببارد و در طول سال بیشترین مقدار را دارد، بارش بیشینه روزانه گفته می‌شود. شدیدترین بارندگی‌های ۲۴ ساعته محدوده بررسی، بر مبنای آمار بارندگی روزانه ایستگاه ایستگاه سینوپتیک شیراز (با توجه به این که در طول دوره آماری ۱۳۴۵ تا ۱۳۹۵، توزیع پیرسون نوع ۳ با اشتباه معیار پایین‌تر، بهترین توزیع برای داده‌های بیشینه بارش ۲۴ ساعته این ایستگاه بوده است) مشخص و نتیجه در جدول ۴ درج شده است.

جدول ۴- برآورد بارش بیشینه ۲۴ ساعته در دوره بازگشت‌های معین با توزیع‌های مختلف، میلی‌متر

دوره بازگشت به سال	نرمال	لوگ نرمال ۲	لوگ نرمال ۳	پیرسون نوع ۳	لوگ پیرسون نوع ۳	گامبل
۲	۴۳/۲	۴۰/۵	۴۱/۱	۴۱/۲	۴۱/۱	۴۰/۷
۵	۵۶/۶	۵۵/۲	۵۵	۵۵/۳	۵۵/۲	۵۵/۳
۱۰	۶۳/۵	۶۴/۸	۶۳/۷	۶۳/۸	۶۳/۹	۶۵
۲۵	۶۹/۳	۷۴/۱	۷۱/۷	۷۱/۶	۷۱/۸	۷۴/۳
۵۰	۷۵/۸	۸۶/۱	۸۱/۸	۸۱	۸۱/۴	۸۶/۳
۱۰۰	۸۰/۱	۹۵/۲	۸۹/۲	۸۷/۷	۸۸/۲	۹۵/۳

..... اهمیت و تأثیر سیلاب‌های موردی بهمن ۱۴۰۳ بر حیات تالاب مهارلو / ۱۶

با توجه به بررسی‌های انجام‌یافته (مشاور سامان آب سرزمین، ۱۳۹۷)، مقادیر شدت- مدت- فراوانی بارندگی‌های کوتاه‌مدت حوضه به روش قهرمان- آب‌خضر، برآورد شده است. برای تعیین شدت بارندگی، از دسته منحنی‌های شدت- مدت- فراوانی استفاده می‌شود.

براساس مطالعات انجام‌شده در سه زیرحوضه مهارلو، زمان تمرکز به روش‌های مختلف کریچ، برانزی و چاو متفاوت است. زمان تمرکز در زیرحوضه چنار راهدار بین ۱.۴۳ تا ۴.۶۴ ساعت، در زیرحوضه خشک بین ۲.۶۱ تا ۵.۶۸ ساعت و در زیرحوضه نهراغظم بین ۴.۴۰ تا ۹.۸۲ ساعت تخمین زده شده است. این مقادیر نشان‌دهنده تنوع در ویژگی‌های هیدرولوژیکی زیرحوضه‌ها و اهمیت انتخاب روش مناسب برای برآورد زمان تمرکز در مطالعات هیدرولوژیکی است (جدول ۵).

جدول ۵- زمان تمرکز به روش‌های مختلف در سه زیرحوضه مهارلو (مشاور سامان آب سرزمین (۱۳۹۷) - با

تصحیح

زیرحوضه	کالیفرنیا	برانسی	کریچ	چاو
چنار راهدار	۴/۶۴	۱/۶	۱/۴۳	۳/۹۶
خشک	۳/۶۴	۵/۶۸	۲/۷۵	۲/۶۱
نهراغظم	۷/۴۷	۹/۸۲	۴/۶۵	۴/۴

۲-۶- کاربرد روش SCS در بررسی روند تغییرات رواناب

برای این که بتوان روند افزایشی سیلاب را با روش SCS نیز نشان داد، ابتدا باید شماره منحنی رواناب را برای هر زیرحوضه به دست آورد. برای این کار احتیاج به نقشه گروه‌های هیدرولوژیکی خاک و نقشه کاربری اراضی هر زیرحوضه است.

مقادیر CN برای کاربری‌های حوضه که از کتاب مرجع سرویس حفاظت منابع طبیعی آمریکا (Natural Resources Conservation Service) استخراج‌شده در جدول ۶ ارائه شده است. نتایج محاسبه CN برای زیر حوضه‌ها در دو مقطع زمانی در جدول ۷ ارائه شده است. میانگین بارش ماهانه و سالیانه سه زیرحوضه

موردبررسی نیز در جدول ۸ و ۹ درج شده است. زمان تمرکز مربوط به زیرحوضه‌های موردبررسی نیز در جدول ۷ مشخص شده است.

جدول ۶ - مقدار CN برای کاربری‌های مختلف با توجه به گروه‌های نفوذپذیری خاک

ردیف	کاربری	گروه‌های هیدرولوژیکی			
		D	C	B	A
۱	زراعت آبی	۸۸	۸۴	۷۶	۶۵
۲	زراعت دیم	۹۱	۸۳	۸۱	۷۲
۳	باغ‌شهر	۸۶	۸۲	۷۳	۵۷
۴	انگورکاری	۷۹	۷۳	۶۰	۳۶
۵	باغ	۷۹	۷۲	۵۸	۳۲
۶	اراضی بایر	۹۲	۸۹	۸۲	۷۱
۷	جنگل تنک	۷۷	۷۰	۵۵	۲۵
۸	جنگل خیلی تنک	۷۹	۷۳	۶۰	۳۶
۹	اراضی جنگلی	۸۱	۷۶	۶۵	۴۷
۱۰	بیرون زدگی سنگی	۹۱	۸۸	۸۱	۷۰
۱۱	مرتع خوب	۸۰	۷۴	۶۱	۳۹
۱۲	مرتع متوسط	۸۴	۷۹	۶۹	۴۹
۱۳	مرتع فقیر	۸۹	۸۶	۷۹	۶۸
۱۴	اراضی با شوری زیاد	۹۲	۸۹	۸۲	۷۱
۱۵	اراضی با شوری متوسط	۸۹	۸۶	۷۹	۶۸
۱۶	اراضی با شوری کم	۸۴	۷۹	۶۹	۴۹
۱۷	شوره زار	۹۲	۸۹	۸۲	۷۱
۱۸	درختکاری	۷۹	۷۲	۵۸	۳۲
۱۹	اراضی مسکونی	۸۴	۷۹	۶۸	۵۱

جدول ۷ - نتایج محاسبه CN زیر حوضه‌ها (پاکپور و خسروشاهی، ۱۳۸۷)

زیرحوضه	مساحت (کیلومتر مربع)	میانگین وزنی CN بدون اصلاح گروه هیدرولوژیکی	میانگین وزنی CN پس از اصلاح گروه هیدرولوژیکی
چنار راهدار	۱۸۱/۵۲	۶۷/۷	۸۰/۲
خشک	۱۵۱/۱۸	۶۶/۲	۱۹/۹
نهر اعظم	۴۳۰/۵۸	۷۴/۱	۱۶/۲

جدول ۸ - مقادیر بارش ماهانه سه زیرحوضه مهارلو (مشاور سامان آب سرزمین (۱۳۹۷)، با تصحیح)

واحد کاری	شهر یور	مرداد	مهر	فرورداد	شهر	اردیبه	ن	فرورداد	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	سالانه
راهدار	۰	۱/۳	۱/۲	۰/۴	۸/۹	۳۶/۶	۷۵/۱	۷۵/۱	۷۵/۱	۱۲۰/۸	۹۸/۸	۴۲	۷/۶	۴۴۲/۶	
خشک	۰	۱/۵	۱/۳	۰/۴	۹/۷	۳۹/۶	۸۱/۳	۸۱/۳	۸۱/۴	۱۳۰/۶	۱۰۷/۱	۴۵/۷	۸/۳	۵۰۶/۹	
نهر اعظم	۰	۱/۵	۱/۳	۰/۴	۹/۷	۳۹/۶	۸۱/۲	۸۱/۳	۸۱/۳	۱۳۰/۵	۱۰۷/۱	۴۵/۷	۸/۳	۵۰۶/۹	

جدول ۹ - میانگین بارش سالانه سه زیرحوضه مهارلو (مشاور سامان آب سرزمین (۱۳۹۷)، با تصحیح)

واحد کاری	ارتفاع متوسط وزنی	میانگین بارش سالانه (میلی متر)، دوره ۲۰ ساله	میانگین بارش سالانه (میلی متر)، دوره ۵۰ ساله
چنار راهدار	۲۲۷۹	۴۱۴/۴	۴۴۲/۶
خشک	۲۳۱۵	۴۶۷	۵۰۴/۲
نهر اعظم	۲۳۲۶	۴۷۷/۵	۵۰۳/۹

۲-۷- روش مطالعه

این گزارش با هدف بررسی و ارزیابی سیلاب ناشی از واقعه بارشی ۲۵ و ۲۶ بهمن ۱۴۰۳ در حوزه آبخیز مهارلو تدوین شده است. متدولوژی این مطالعه بر تحلیل تغییرات اقلیمی، تراز آب تالاب، کاربری اراضی، نقش تالاب در محیط زیست منطقه و بررسی ویژگی‌های تک رخداد سیلاب اخیر (بهمن ۱۴۰۳) در حوضه مهارلو متمرکز است. این مطالعه از رویکردی توصیفی و کمی بهره می‌برد. برای این منظور، ابتدا داده‌های بارندگی از ایستگاه‌های باران‌سنجی مستقر در حوضه و مناطق مجاور جمع‌آوری شد. سپس، با استفاده از روش شماره منحنی (CN)، میزان رواناب حاصل از این بارش برای سه زیرحوضه اصلی غرب حوضه مهارلو (نهر اعظم، چنار راهدار و خشک) محاسبه شد. در این روش، پس از تعیین مقادیر CN مناسب براساس نوع خاک و پوشش گیاهی هر زیرحوضه (با استفاده از منابع موجود و مطالعات پیشین)، پتانسیل حداکثر نگهداری آب (S) و آب تلف‌شده اولیه (Ia) محاسبه شدند. در ادامه، با استفاده از معادله مربوطه، میزان رواناب (Q) برای هر زیرحوضه برآورد شد. در نهایت، با ضرب میزان رواناب در مساحت هر زیرحوضه، حجم کل رواناب حاصل از واقعه بارشی در هر زیرحوضه و در کل منطقه مورد مطالعه (ناشی از این سه زیرحوضه) محاسبه شد. تخمین کاهش دبی آب ناشی از نفوذ به بستر رودخانه‌ای که از انتهای سه زیرحوضه غرب تالاب

مهارلو تا ورودی آن امتداد دارد، با توجه به طول این مسیر و عرض متوسط رودخانه، و با توجه به دبی متوسط جریان آب، انجام شده است. به منظور دقت بیشتر، از مدل جریان داری نیز استفاده شد. نهایتاً با توجه به چالش‌های جدی که تالاب مهارلو در اثر تغییرات اقلیمی و مدیریت نادرست منابع آب با آن مواجه است، رویکردهای لازم برای احیای پایدار آن متذکر خواهد شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- تک رخداد بارشی ۲۵ و ۲۶ بهمن ۱۴۰۳

در تاریخ‌های ۲۵ و ۲۶ بهمن ماه ۱۴۰۳، مناطق زیادی از استان فارس از نزولات آسمانی بهره‌مند شدند. حوزه آبخیز مهارلو نیز از جمله حوضه‌هایی بود که ایستگاه‌های باران سنجی نزدیک یا مستقر در آن از جمله ایستگاه‌های شیراز، شهرک گلستان شیراز، قلات، صدرا، بهاران، خانه زنیان، داریان مقادیر قابل‌توجهی از باران را در این تک‌واقعه ثبت کردند. مجموع بارش ثبت شده در این ایستگاه‌ها طی سال زراعی (۱۴۰۴-۱۴۰۳) تا اول اسفند ۱۴۰۳ در جدول ۱۰ آمده است. از مجموع بارش رخ داده تا این تاریخ که رخداد ۲۵ و ۲۶ بهمن‌ماه با ۸۳/۹ میلی‌متر طی ۳۰ ساعت، منجر به بروز سیلاب در رودخانه خشک شیراز شد. زیرحوضه‌های غربی دریاچه مهارلو درصد اصلی آب ورودی به دریاچه را تأمین می‌کنند. بنابراین رودخانه خشک و رودخانه چنار راهدار دو رودخانه فصلی تأمین کننده آب دریاچه از غرب وارد آن می‌شوند و در این میان نقش اصلی نیز به عهده رودخانه خشک شیراز است.



شکل ۶ - تصویری از دریاچه (تقریباً خشک) مهارلو- دی ماه ۱۴۰۳

جدول ۱۰- مقدار بارش کل در برخی ایستگاه‌های غرب حوضه مهارلو در سال زراعی ۱۴۰۴ - ۱۴۰۳
(تا اول اسفند ۱۴۰۳)

ردیف	نام ایستگاه ثبت بارش	مقدار بارش (میلی‌متر)
۱	قلات	۳۰۷
۲	شهرک گلستان	۲۶۶
۳	سیاخ	۲۶۱
۴	خانه زنیان	۳۲۴
۵	فرودگاه شیراز	۲۴۷
۶	داریون	۲۰۸
۷	صدرا	۲۳۸
۸	بهاران	۲۰۴

در رخدادهای بارشی بهمن ماه ۱۴۰۳ در ایستگاه شهرک گلستان که در بخش غرب حوضه مهارلو و در زیرحوضه نهرا عظم قرار دارد، ۸۳/۹ میلی‌متر باران به ثبت رسید. این مقدار بارش براساس مشاهدات میدانی سیلاب قابل‌توجه را در پی داشت و از این رو دریاچه مهارلو که رو به خشکی می‌رفت از این واقعه بهره‌مند شد و خوشبختانه سیلاب بدون هیچ‌گونه خسارتی وارد پهنه دریاچه مهارلو شد. شکل ۷ سیمایی از سیلاب بهمن ماه ۱۴۰۳ در رودخانه خشک شیراز را نمایش می‌دهد.

این مقدار بارش برای سه زیرحوضه غرب مهارلو مبنا قرار داده شد (شکل ۲) و براساس آن رواناب حاصل شده مورد محاسبه قرار گرفت (جدول ۵). فرمول‌های مختلفی برای محاسبه رواناب وجود دارد که هر کدام به پارامترهای خاصی وابسته هستند. از آنجایی که دسترسی مستقیم به اطلاعات زیادی نبود با استفاده از اطلاعات تقریبی و روش شماره منحنی (CN) تخمینی از میزان رواناب موردنظر بود. با توجه به مطالعات و منابع موجود برای محاسبه رواناب روش شماره منحنی (CN) که روش نسبتاً ساده‌ای است و به اطلاعات کمتری نیاز دارد، مورد استفاده قرار گرفت.



شکل ۷- تصویری از رخداد سیلاب رودخانه خشک (شهر شیراز - بهمن ۱۴۰۳)

۳-۲- روش شماره منحنی (CN)

۳-۲-۱- تعیین CN:

ابتدا باید یک مقدار مناسب برای شماره منحنی (CN) انتخاب می‌شود. CN عددی بین ۰ و ۱۰۰ است که نشان‌دهنده‌ی پتانسیل رواناب یک منطقه است. CN های بالاتر نشان‌دهنده رواناب بیشتر هستند. برای انتخاب CN، به نوع خاک و پوشش گیاهی منطقه توجه می‌شود. به عنوان مثال، برای یک منطقه با خاک لومی و پوشش گیاهی متوسط، می‌توان CN را حدود ۷۰ در نظر گرفت. برای خاک رسی و پوشش گیاهی کم، CN می‌تواند حدود ۸۵ باشد. این مقادیر تخمینی هستند و بسته به شرایط واقعی منطقه می‌تواند کمتر و یا بیشتر شود (علیزاده، ۱۳۸۱).

۳-۲-۲- محاسبه میزان پتانسیل بیشینه نگهداری آب (S):

قابلیت بیشینه نگهداشت آب را می‌توان از معادله زیر حساب کرد

$$S = (25400 / CN) - 254$$

در این معادله، S بر حسب میلی‌متر است.

۳-۲-۳- محاسبه رواناب (Q):

میزان رواناب را از طریق معادله زیر می‌توان محاسبه کرد.

$$Q = (P - I_a)^2 / (P - I_a + S)$$

در معادله بالا:

Q: میزان رواناب (میلی‌متر)

P: میزان بارندگی (میلی‌متر)

I_a: میزان آب تلف شده اولیه (Initial Abstraction) شامل آب نگهداری شده در سطح زمین، آب

جذب‌شده توسط گیاهان و تبخیر سطحی است. معمولاً I_a را برابر با $S / 2$ در نظر می‌گیرند.

۳-۲-۴- محاسبه مقدار رواناب:

در بخش غربی حوضه دریاچه مهارلو سه زیر حوضه خشک، نهر اعظم و چنار راهدار وجود دارند. با توجه به مقدار بارش، مساحت و CN در نظر گرفته شده (جدول ۱۱) مقدار سیلاب ناشی از هرکدام به روش فوق محاسبه می‌شود.

جدول ۱۱- مقدار بارش در تک رخداد مورخ ۲۵ تا ۲۶ بهمن ۱۴۰۳ در زیر حوضه‌های غرب آبخیز مهارلو

ردیف	نام زیر حوضه	مساحت (کیلومتر مربع)	مقدار بارش (میلی متر)*	CN
۱	نهر اعظم	۴۳۰/۵۸	۸۳/۸	۷۶
۲	چنار راهدار	۱۸۱/۵۲	۷۳/۵	۸۰
۳	خشک	۱۵۱/۱۸	۸۳/۸	۷۹
۴	جمع زیر حوضه	۷۶۳/۲۸		

* ایستگاه بارانسنجی خودکار شهرک گلستان شیراز (بهمن ۱۴۰۳)

۳-۲-۵- محاسبه حجم رواناب زیر حوضه‌ی نهر اعظم

۱. محاسبه S:

$$S = (25400 / 75) - 254 = 80.21 \text{ mm}$$

۲. محاسبه Ia:

$$Ia = 0.2 * S = 0.2 * 80.21 = 16.04 \text{ mm}$$

۳. محاسبه Q:

$$Q = (P - Ia)^2 / (P - Ia + S)$$

$$Q = (83.8 - 16.04)^2 / (83.8 - 16.04 + 80.21)$$

$$Q = 4591.42 / 147.97$$

$$Q = 31.03 \text{ mm}$$

بنابراین، با اطلاعات فوق میزان رواناب حاصل از این بارش تقریباً ۰۳ / ۳۱ میلی‌متر بدست می‌آید.

۴. محاسبه حجم رواناب:

..... اهمیت و تأثیر سیلاب‌های موردی بهمن ۱۴۰۳ بر حیات تالاب مهارلو / ۲۴

برای محاسبه حجم کل رواناب، میزان رواناب بدست آمده ($Q = 31 / 0.3$) در مساحت حوزه آبخیز نهر اعظم (۵۸ / ۴۳۰ کیلومترمربع) ضرب می‌شود.

$$\text{مترمکعب} = 13360890 / 40 = 336522.25 \times 10^6 \times 0.3103$$

بنابراین، حجم کل رواناب زیرحوضه‌ی نهر اعظم در این رخداد بارشی منجر به سیل تقریباً برابر ۱۳۳۶۰۸۹۰ مترمکعب بوده است.

۳-۲-۶- محاسبه حجم رواناب زیر حوضه چنار راهدار

۱. محاسبه S:

$$S = (25400 / 80) - 254 = 63.50 \text{ mm}$$

۲. محاسبه Ia:

$$Ia = 0.2 * S = 0.2 * 63.50 = 12.70 \text{ mm}$$

۳. محاسبه Q:

$$Q = (P - Ia)^2 / (P - Ia + S)$$

$$Q = (73.5 - 12.70)^2 / (73.5 - 12.70 + 63.50)$$

$$Q = 3696.64 / 124.30$$

$$Q = 29.74 \text{ mm}$$

بنابراین، با اطلاعات فوق میزان رواناب حاصل از این بارش تقریباً ۲۹ / ۷۴ میلی‌متر بدست می‌آید.

۴. محاسبه حجم رواناب:

برای محاسبه حجم کل رواناب، میزان رواناب بدست آمده ($Q = 29 / 74$) در مساحت حوزه آبخیز نهر

اعظم (۵۲ / ۱۸۱ کیلومترمربع) ضرب می‌شود.

$$\text{مترمکعب} = 5398404 / 80 = 674800.5 \times 10^6 \times 0.2974$$

بنابراین، حجم کل رواناب زیرحوضه‌ی چنار راهدار در این رخداد بارشی منجر به سیل تقریباً برابر

۵۳۹۸۴۰۴ مترمکعب بوده است.

۳-۲-۷- محاسبه حجم رواناب زیر حوضه خشک

۱. محاسبه S:

$$S = (25400 / 79) - 254 = 67.52 \text{ mm}$$

۲. محاسبه Ia:

$$Ia = 0.2 * S = 0.2 * 67.52 = 13.50 \text{ mm}$$

۳. محاسبه Q:

$$Q = (P - Ia)^2 / (P - Ia + S)$$

$$Q = (83.8 - 13.50)^2 / (83.8 - 13.50 + 67.52)$$

$$Q = 4942.09 / 137.82$$

$$Q = 35.86 \text{ mm}$$

بنابراین، با اطلاعات فوق میزان رواناب حاصل از این بارش تقریباً ۳۵/۸۶ میلی‌متر بدست آمد.

۴. محاسبه حجم رواناب کل

برای محاسبه حجم کل رواناب، میزان رواناب بدست آمده (۳۵ / ۸۶) (Q=) در مساحت حوزه آبخیز نهر

اعظم (۱۸ / ۱۵۱ کیلومترمربع) ضرب می‌شود.

$$\text{مترمکعب} \quad ۵۴۲۱۳۱۴ / ۸۰ = ۱۵۱ / ۱۸ * ۱۰^۶ * ۰.۳۵۸۶ = ۰ / ۰.۳۵۸۶$$

بنابراین، حجم کل رواناب زیرحوضه چنار راهدار در این رخداد بارشی منجر به سیل تقریباً برابر

۵۴۲۱۳۱۴ مترمکعب بوده است. حجم رواناب حاصل شده از این رخداد در زیر حوضه‌ها در جدول ۱۲ درج

شده است.

جدول ۱۲- حجم رواناب زیرحوضه‌ها و کل سه زیر حوضه غرب مهارلو در رخداد بارشی ۲۶- ۲۵ بهمن ۱۴۰۳

ردیف	زیرحوضه	مساحت (کیلومترمربع)	ارتفاع رواناب (میلی‌متر)	حجم رواناب (مترمکعب)
۱	نهر اعظم	۴۳۰/۵۸	۳۱/۰۳	۱۳۳۶۰۸۹۰
۲	چنار راهدار	۱۸۱/۵۲	۲۹/۷۴	۵۳۹۸۴۰۴
۳	خشک	۱۵۱/۱۸	۳۵/۸۶	۵۴۲۱۳۱۴
جمع سه زیرحوضه		۷۶۳/۲۸		۲۴۱۸۰۶۰۸

تخمین رواناب سطحی حاصل از بارندگی در سه زیر حوضه غرب تالاب، با در نظر گرفتن مساحت، شدت بارش و ضریب رواناب مربوط به هر زیرحوضه، و با استفاده از روش رشنال نیز انجام شد. نتایج نشان داد که میزان رواناب تولیدی در زیرحوضه‌های نهر اعظم، چنار راهدار و خشک به ترتیب برابر با ۲۰۷/۲۷، ۱۱۷/۸۹ و ۱۰۲/۵۹ مترمکعب بر ثانیه است (جدول ۱۳). این محاسبات به منظور درک بهتر از میزان ورودی آب به تالاب مهارلو و نقش سیلاب‌ها در تغذیه آن انجام شده‌اند. از آن جایی که این روش غالباً برای حوزه‌های کوچک کاربرد بیشتری دارد، نتایج نیز نشان داد که تخمین دبی از این روش منطقی به نظر نمی‌رسد و اعداد بدست آمده نسبتاً زیاد و دور از واقعیت است.

جدول ۱۳- دبی محاسباتی با روش رشنال و ارتفاع رواناب به روش scs ناشی از رخداد بارش بهمن ۱۴۰۳

ردیف	زیرحوضه	دبی رشنال (m^3/s)	ارتفاع رواناب scs (میلی‌متر)
۱	نهر اعظم	۲۰۷/۲۷	۳۱/۰۳
۲	چنار راهدار	۱۱۷/۸۹	۲۹/۷۴
۳	خشک	۱۰۲/۵۹	۲۵/۸۶

برای آگاهی بیشتر و استفاده داده‌های ایستگاهی در تحلیل‌ها، داده‌های هیدرومتری موجود در گزارشات نیز مورد توجه قرار گرفت. هر چند اطلاعات ثبت شده در ایستگاه هیدرومتری مربوط به رخداد سیلاب بهمن ۱۴۰۳ در دسترس نبود (به دلیل عدم اتمام سال آبی در حال حاضر، این داده‌ها توسط شرکت آب منطقه‌ای منتشر نشده است)، ولی اطلاعات بازه‌های زمانی گذشته در گزارشات (مشاور سامان آب سرزمین، ۱۳۹۷)، (۹۷) مورد استفاده قرار گرفته است. براساس اندازه‌گیری‌های دبی در ایستگاه‌های هیدرومتری مربوط به سه زیرحوضه مورد بررسی (دست کم ۲۰ سال) و همزمان، اطلاعات مربوط به بارش سالانه از ایستگاه‌های باران‌سنجی در سطح هر زیرحوضه، با استفاده از داده‌های بارش و دبی، ضریب رواناب محاسبه می‌شود (جدول ۱۴). این محاسبات نیز به منظور درک بهتر از میزان ورودی آب به تالاب مهارلو و نقش سیلاب‌های این سه زیرحوضه در تغذیه آن انجام شده‌اند. داده‌ها به‌طور کلی نشان‌دهنده تفاوت‌های قابل توجه در میزان رواناب بین این سه زیرحوضه هستند.

زیرحوضه نهر اعظم با بیشترین مساحت، بالاترین دبی را دارد. ضریب رواناب در این حوضه ۱۶/۰۲ درصد است. زیرحوضه چنار راهدار با مساحت نسبتاً کمتر از دبی رواناب کمتری برخوردار هستند. ضریب رواناب در این زیرحوضه کمی بیشتر از زیرحوضه نهر اعظم است. زیرحوضه خشک از ضریب رواناب بیشتری برخوردار است.

همچنین، بررسی داده‌های رواناب و بارش سالانه نشان می‌دهد که رابطه بین میزان بارش و رواناب می‌تواند متغیر باشد. به عنوان مثال، زیرحوضه نهر اعظم، با وجود بارش تقریباً مشابه با زیرحوضه خشک، دارای ضریب رواناب پایین‌تری است. این موضوع می‌تواند به دلیل نفوذپذیری بیشتر خاک یا پوشش گیاهی در زیرحوضه نهر اعظم باشد.

جدول ۱۴- برآورد آبدهی و ضریب رواناب سه زیرحوضه غرب مهارلو با استفاده از روش دبی-سطح (مشاور سامان آب سرزمین (۱۳۹۷)، با تصحیح)

واحد کاری	مساحت، کیلومتر مربع	دبی، مترمکعب در ثانیه	رواناب، میلی متر	میانگین بارش سالانه، میلی‌متر	ضریب رواناب، درصد	دبی، لیتر در ثانیه
چنار راهدار	۱۸۱/۵۲	۰/۴۵۷	۷۹/۳۶	۴۴۲/۶	۱۷/۹۳	۴۵۷
خشک	۱۲۳/۸	۰/۴۵۳	۱۱۵	۵۰۴/۲	۲۲/۸۷	۴۵۲/۷۲۴
نهر اعظم	۴۳۰/۶	۱/۱۰۲	۸۱	۵۰۳/۹	۱۶/۰۲	۱۱۰۲/۴۲۲

۳-۳- تخمین کاهش دبی به دلیل نفوذ به بستر رودخانه

از نقطه انتهایی سه زیرحوضه موردبررسی در غرب تالاب مهارلو تا ورودی تالاب، حدود ۳۳ کیلومتر است. طبیعتاً درصدی از این آب از طریق بستر رودخانه به درون زمین نفوذ می‌کند. مقدار این نفوذ نیز حدوداً قابل تخمین است. عرض متوسط رودخانه برابر ۴۵ متر و دبی متوسط جریان آب نیز ۹۰ مترمکعب بر ثانیه فرض شده است. مدت زمان جریان موردبررسی نیز برابر با ۴۰ ساعت بوده است.

نفوذ متوسط (۴ میلی‌متر در روز)، عمق نفوذ آب در مدت ۴۰ ساعت حدود ۶۷/۶ میلی‌متر تخمین زده می‌شود. بنابراین با ضرب این عمق در مساحت بستر رودخانه (طول ۳۳,۰۰۰ متر در عرض ۴۰ متر) حجم

..... اهمیت و تأثیر سیلاب‌های موردی بهمن ۱۴۰۳ بر حیات تالاب مهارلو ۲۸/

آب نفوذ یافته برابر حدوداً برابر ۹۹۵۰ مترمکعب به دست می‌آید. که معادل کاهش تقریبی ۰/۰۴ درصد از دبی کل رودخانه بود. این مقدار کاهش دبی بسیار کم و غیرواقع‌بینانه به نظر می‌رسد.

اگر برای تخمین واقعی‌تر، از مدل جریان داری (بستر رودخانه شن درشت و شیب هیدرولیکی برابر ۰/۰۵) استفاده شود، عمق نفوذ آب در ۴۰ ساعت برابر با ۰/۰۷۲ متر (۷/۲ سانتی‌متر) به دست خواهد آمد. با در نظر گرفتن این عمق نفوذ، حجم نفوذیافته حدود ۰/۴ درصد تخمین زده می‌شود. این عدد از نظر مهندسی و هیدرولوژیکی منطقی‌تر به نظر می‌رسد. بررسی‌های دیگر و تجربیات مختلف در مناطق خشک و نیمه خشک نیز گستره وسیع‌تری از درصد نفوذ از بستر رودخانه‌ها را نشان می‌دهد که به عوامل متعددی از جمله دانه‌بندی، درصد اشباع اولیه و سرعت جریان سیلاب و شیب بستر وابسته هستند. درصد نفوذ از بستر رودخانه‌های خشک فصلی را ۵ تا ۱۰ درصد نیز عنوان شده است. البته این اعداد نیز دور از ذهن نیستند و حتی گاهی بیشتر نیز ممکن است رخ دهد. ویژگی‌های رسوب‌شناسی بستر رودخانه‌های فصلی، به‌ویژه وجود دانه‌بندی‌های درشت مانند شن و ماسه، موجب افزایش نفوذپذیری و در نتیجه افزایش میزان نفوذ جریان‌های سیلابی به درون خاک و سفره‌های آب زیرزمینی می‌شود (Goodrich و همکاران، ۲۰۰۴).

مطالعه Sharma و Murthy (۱۹۹۰)، نیز نشان داد که در جریان‌های سیلابی، نرخ نفوذ در ابتدای وقوع سیلاب بسیار بالا بوده و با گذشت زمان کاهش می‌یابد. این پدیده تحت‌تأثیر عواملی مانند رطوبت اولیه خاک، دبی جریان و زمان ماند آب در بستر رودخانه است.

در ایران نیز، نیک‌زاد و همکاران (۱۳۹۳)، با استفاده از مدل‌های نفوذ، میزان نفوذ آب سیلاب در بستر رودخانه‌های فصلی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که جنس مواد تشکیل‌دهنده بستر، عمق اولیه سطح ایستابی، و شدت و مدت سیلاب از جمله مهم‌ترین عوامل مؤثر بر میزان نفوذ هستند.

بنابراین، کاهش دبی رودخانه در مسیر رسیدن به تالاب می‌تواند در بازه حدود ۰/۰۴ تا ۰/۴ درصد باشد که بسته به شرایط واقعی بستر و نفوذپذیری آن متغیر خواهد بود. اولاً این مقدار چندان زیاد و قابل‌توجه نیست و ثانیاً با توجه به شیب هیدرولیکی، بخشی از آن نیز از طریق نفوذ زیرقشری و زیرزمینی نهایتاً به

تالاب خواهد رسید. به منظور دقت بیشتر در مطالعات آینده، اندازه‌گیری‌های میدانی ضریب نفوذپذیری و شرایط بستر رودخانه توصیه می‌شود.

۳-۴- تغذیه تالاب از سیلاب

هدف از این گزارش، تخمین رواناب و برجسته‌کردن اهمیت سیلاب برای حیات دریاچه مهارلو در شرایط سخت تغییرات اقلیمی و خشکسالی‌های حاضر است. با توجه به محاسباتی که انجام شد تخمین زده می‌شود که حدود ۲۴۰۰۰۰۰۰ مترمکعب آب وارد تالاب مهارلو شده باشد. البته، باید توجه شود که این یک تخمین است و دقت آن به دقت اطلاعات ورودی (به‌ویژه CN) بستگی دارد. عوامل دیگری مانند توزیع زمانی بارندگی، نفوذپذیری خاک، و وجود یا عدم وجود سازه‌های کنترل سیلاب نیز می‌توانند بر میزان رواناب ورودی به تالاب تأثیر بگذارند. تخمین سیلاب ورودی به تالاب با استفاده از سایر روش‌ها ازجمله روش رشنال نیز احجام بسیار بیشتری را تا حدود دو برابر این رقم بدست می‌دهد که چندان واقعی به‌نظر نمی‌رسد. حجم ورودی با توجه به سوابق داده‌های هیدرومتری نیز ارقامی کمتر از حجم بدست‌آمده از طریق روش SCS نشان می‌دهد. با توجه به مشاهدات میدانی و تخمین دبی وردی به تالاب طی رخداد بارشی بهمن ۱۴۰۳ نیز ارقام بالایی ولی کمتر از ارقام روش SCS نشان می‌دهد. در جمع‌بندی، نتایج روش SCS برای تخمین سریع و نسبتاً صحیح‌تر حجم سیلاب، قابل‌پذیرش تر بوده و اگر این روش (حتی با ۱۵ درصد خطا) نیز مبنی قرار دهیم، طی رخداد بارشی بهمن ۱۴۰۳، که ازجمله بارش‌های شدید و با دور بازگشت بیش از ۲۵ سال می‌توان از آن نام برد، کمینه آب لازم برای حفظ رطوبت دریاچه یا تالاب را تأمین کرده است. مطالعات انجام شده در ارتباط با نیاز حفظ رطوبتی تالاب مهارلو را حدود ۱۶۰۰۰۰۰۰ مترمکعب در سال عنوان شده است (مشاور سامان آب سرزمین، ۱۳۹۷). بنابراین مدیریت سیلاب برای ورود به تالاب بسیار مهم بوده و کنترل و نگهداشت سیلاب‌های منتهی به تالاب، به‌ویژه حاصل سه زیرحوضه مورد بررسی بسیار مهم و قابل‌توجه است. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که این سیلاب‌ها نقش مهمی در حفظ تنوع زیستی و سلامت اکوسیستم تالاب دارند (موسوی و قهرمان، ۲۰۱۳). ورود آب حاصل از سیلاب‌ها می‌تواند به حفظ

..... اهمیت و تأثیر سیلاب‌های موردی بهمن ۱۴۰۳ بر حیات تالاب مهارلو / ۳۰

اکوسیستم آبی کمک کند. برای مثال، در حوزه آبخیز دریاچه ارومیه، سیلاب‌های بهاری توانسته‌اند به‌طور موقت سطح آب دریاچه را افزایش دهند و به اکوسیستم آن کمک کنند (موسوی و خزائی، ۲۰۲۰). مسدودکردن جریان‌های ورودی تالاب مهارلو، از مهم‌ترین تهدیداتی است که می‌تواند خطر خشک‌شدن کامل آن را افزایش دهد (زرین و بهروان، ۲۰۱۹).

۴- نتیجه‌گیری

تالاب مهارلو، همانند سایر تالاب‌های ایران، با چالش‌های جدی ناشی از تغییرات اقلیمی، مدیریت نادرست منابع آب، و توسعه ناپایدار مواجه است. تالاب‌ها به‌عنوان اکوسیستم‌های حساس و منحصربه‌فرد، در حفظ تنوع زیستی، تأمین آب شیرین، و کنترل سیلاب‌ها و کاهش کانون‌های گردوغبار نقش بسیار مهمی دارند. با وجود این‌که بارش‌های مقطعی و سیلاب‌های ناشی از آن به‌تنهایی نمی‌توانند ضامن احیای پایدار این اکوسیستم ارزشمند باشند، نباید از نقش حیاتی و مؤثر همین تکریدادها در تغذیه تالاب و حفظ حیات آن غافل شد. در واقع، جلوگیری از ورود سیلاب به تالاب با اجرای طرح‌هایی مانند سدسازی، می‌تواند اثرات منفی جبران‌ناپذیری بر اکوسیستم تالاب داشته باشد.

برای احیای واقعی و بلندمدت تالاب مهارلو، نیاز به یک رویکرد جامع و یکپارچه است که علاوه بر درنظرگرفتن چالش‌های موجود، بر اهمیت حفظ جریان‌های طبیعی آب به تالاب و ممانعت از انسداد مسیرهای ورودی آب تأکید داشته باشد. این رویکرد باید شامل بازنگری در سیاست‌ها و برنامه‌های توسعه با در نظر گرفتن اثرات زیست‌محیطی و هیدرولوژیکی، مدیریت یکپارچه منابع آب با تخصیص عادلانه و بهینه آب به مصارف مختلف و اجرای برنامه‌های حفاظت از آب، بهبود شیوه‌های کشاورزی با ترویج روش‌های آبیاری نوین و کاهش مصرف آب در بخش‌های مختلف، به‌ویژه در کشاورزی، مشارکت جوامع محلی با بهره‌گیری از دانش و تجربیات آن‌ها، استفاده از روش‌های دقیق‌تر برای تخمین رواناب با استفاده از مدل‌های هیدرولوژیکی پیچیده‌تر و داده‌های به‌روزرسانی شده، و توجه به دانش بومی و تجربیات موفق جهانی در زمینه مدیریت منابع آب و سازگاری با خشکسالی و احیای تالاب‌ها باشد. با اتخاذ این رویکرد جامع و با

همکاری و مشارکت تمامی ذینفعان، ضمن در نظر گرفتن اثرات مثبت و منفی هرگونه مداخله انسانی در اکوسیستم تالاب، می‌توان تالاب مهارلو را به‌عنوان یک سرمایه ارزشمند برای نسل‌های آینده حفظ کرد.

۵- توصیه و پیشنهادها

به‌منظور ارتقاء دانش و مدیریت مؤثرتر تالاب مهارلو و حوزه آبخیز آن، پژوهش‌های آتی باید بر ارزیابی جامع اثرات زیست‌محیطی و اقتصادی احیای تالاب، توسعه مدل هیدرولوژیکی جامع برای مدیریت منابع آب، و ارزیابی بهینه کاربری اراضی با تأکید بر مدیریت سیلاب متمرکز شوند. مطالعه اثرات سازه‌های آبی بر رژیم هیدرولوژیکی تالاب و ارائه راهکارهای جبرانی، همراه با ارزیابی دقیق اثرات تغییرات اقلیمی بر منابع آبی تالاب، ازجمله اولویت‌های حیاتی هستند. این پژوهش‌ها باید با استفاده از داده‌های دقیق و بلندمدت هواشناسی، توپوگرافی، خاک، و کاربری اراضی، و با بهره‌گیری از نرم‌افزارهای مدل‌سازی هیدرولوژیکی و اقلیمی انجام شوند. چند توصیه و نکات زیر در خصوص این گزارش نیز برای آگاهی قابل‌توجه و ذکر است.

الف) در این گزارش، محاسبات براساس تخمین CN انجام شده‌اند و دقت آن‌ها به دقت تخمین CN بستگی دارد. همان‌گونه که ذکر شد مبنای CN مورد استفاده مستندات موجود بوده که گاهی قدیمی هستند و بنابراین برای دقت بیشتر، بهتر است با استفاده از داده‌های به‌روزرسانی‌شده خاک و پوشش گیاهی حوضه، CN نیز به‌روزرسانی شود. البته براساس شواهد موجود، انتظار می‌رود CN به‌روزرسانی شده، دست‌کم عددی کمتر از آنچه در این گزارش استفاده شده است، نباشد.

ب) روش‌های دقیق‌تری مانند استفاده از مدل‌های هیدرولوژیکی پیچیده‌تر نیز وجود دارند که می‌توانند با در نظر گرفتن عوامل مختلف، تخمین دقیق‌تری از رواناب ارائه دهند.

منابع

- احمدی، ح. ۱۴۰۱. بررسی چاله‌های ایران. مطالعه موردی: چاله لوت. مجله پژوهش‌های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۲(۷): ۱۷۶ - ۱۵۹.

..... اهمیت و تأثیر سیلاب‌های موردی بهمن ۱۴۰۳ بر حیات تالاب مهارلو / ۳۲

- امیری، م. و پورقاسمی، ح. ۱۳۹۸. بررسی ارتباط بین خشکسالی‌های آب‌شناسی و هواشناسی حوزه آبخیز مهارلو، استان فارس. نشریه علمی-پژوهشی مهندسی و مدیریت آبخیز. ۳(۱۱): ۷۳۸ - ۷۲۵.
- پاکپور، م. خسروشاهی، م. ۱۳۸۷. بررسی تغییرات کاربری اراضی و فراوانی سیلاب در حوزه آبخیز مهارلو. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس. ۱۱(۴): ۱۱۳۹ - ۱۱۳۰.
- حسینی مرندی، ح. ۱۳۹۷. خشکیدگی تالاب بختگان و ایجاد کانون تولید گرد و غبار. ارائه‌شده در سومین همایش ملی اثرات خشکسالی و مدیریت آن (با رویکرد مدیریت عادلانه آب)، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، خرم‌آباد. ۱۰ صفحه. <https://civilica.com/doc/1458398>.
- حسینی مرندی، ح.، پیروان، ح.، مقیمی، ا.، مصباح، س. ح.، سلیمان‌پور، س. م.، کشاورزی، ح.، و عنایتی، ک. ۱۳۹۵. گروه‌بندی و تعیین شاخص‌های فرسایش‌پذیری مارن‌های غرب حوزه آبخیز مهارلو. تهران: پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری. ۶۰ صفحه.
- درویش‌زاده، ع. ۱۳۸۳. زمین‌شناسی ایران (چینه‌شناسی، تکتونیک، دگرگونی و ماگماتیسم)، انتشارات امیرکبیر تهران، ۴۳۴ صفحه.
- زمان‌پور، م.، پاک‌پور، م.، حاتمی، ا.، ظهیریان، ع. ۱۴۰۲. رده‌بندی زیستگاهی تالاب مهارلو در سامانه MedWet. مجله محیط زیست و مهندسی آب. ۹(۴): ۴۴۹-۴۶۶.
- علیزاده، ا. ۱۳۸۱. هیدرولوژی کاربردی. انتشارات آستان قدس رضوی، ۷۳۵ صفحه.
- عندلیبی. م. ج.، اویسی. ب. ۱۳۷۸. سائزمو تکتونیک مدرن. انتشارات تخت جمشید، شیراز. ایران. ۳۱۸ صفحه.
- قهرودی تالی، م.، لشگری، ح.، سادات حسینی، ز. ۱۳۹۸. شناسایی پهنه رسوبی ناشی از تحولات اقلیمی در پلایای مهارلو با به‌کارگیری تکنیک PCA و شاخص OIF. مطالعات جغرافیایی مناطق خشک. ۱(۳): ۳۶ - ۲۱.
- کاظمی، م.، فیض‌نیا، س.، خسروی، ح.، ناجی، ص.، مصباح، س. ح. ۱۳۹۸. بررسی تغییرات سطح دریاچه مهارلو و کاربری اراضی حاشیه آن با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای. مهندسی و مدیریت آبخیز، ۱۱(۴):

- مهندسین مشاور سامان آب سرزمین. ۱۴۰۰. شناسایی و ارزیابی شرایط اجرایی لایروبی آبراهه‌های منتهی به تالاب مهارلو. گزارش تهیه شده برای اداره کل محیط زیست فارس. شیراز. ۱۳۳ صفحه.
- مظفری، غ.، نارنگی‌فرد، م. ۱۳۹۳. بررسی میزان بارش بر تغییرات سطح دریاچه مهارلو بر میزان رطوبت و دمای شهر شیراز. فصلنامه علمی - پژوهشی اکولوژی تالاب. ۶(۹): ۸۲ - ۷۳.
- مظفری، غ.، نارنگی‌فرد، م. ۱۳۹۴. آثار تغییرات سطح آب دریاچه مهارلو با استفاده از داده‌های سنجش از دور. جغرافیا و آمایش شهری - منطقه‌ای. ۱۴: ۲۳۰-۲۱۵.
- نیک‌زاد، ع.، کمالی، م.، و دهقان، م. ۱۳۹۳. بررسی میزان نفوذ آب سیلاب در بستر رودخانه‌های فصلی با استفاده از مدل‌های نفوذ. مجله علوم و مهندسی آب ایران. ۶(۲): ۱۲۳-۱۳۲.
- Bahrami, M., Parvanehzadeh Shirazi, M. 2010. Microfacies and sedimentary environments of Gurpi and Pabdeh Formations and the type of Mesozoic - Cenozoic boundary in Fars Province, Iran, *Journal of applied geology*, 5(4): 330-335.
- Goodrich, D. C., Unkrich, C. L., Hogan, J. F., & Syed, K. H. 2004. Infiltration and percolation processes in ephemeral channels. In M. Taniguchi, Y. Fukushima, & D. D. Evans (Eds.). *Groundwater Recharge in a Desert Environment: The Southwestern United States* (pp. 137-157). Springer. https://doi.org/10.1007/978-4-431-54456-8_10.
- González, R., Vieira, M., & Almeida, T. 2021. Seasonal flooding and its role in maintaining biodiversity in the Albufera Lagoon, Portugal. *Journal of Wetland Ecology*, 48(3): 243-257.
- Moosavi, S. S., & Ghahraman, B. 2013. Impact of seasonal flooding on the hydrological balance of Urmia Lake. *Environmental Science and Policy*. 34(2): 220-229.
- Mousavi, S. Z., & Khazaei, M. 2020. Changes in the surface area of Lake Maharloo and surrounding land use. *Journal of Environmental Studies*. 24(3): 123-137.
- Sharma, M. L., & Murthy, T. S. 1990. Infiltration during floods in ephemeral streams. *Journal of Hydrology*. 120(1-4):185-197. [https://doi.org/10.1016/0022-1694\(90\)90147-H](https://doi.org/10.1016/0022-1694(90)90147-H).
- Sadeghi, F., & 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.
- Zarrin, M., & Behravan, S. 2019. Impacts of urban development and land use changes on the hydrology of Maharloo Wetland. *Environmental Impact Review*. 35(2): 77-89.

ABSTRACT

This report examines the impact of the intermittent rains of February 1403 (2025) on the nutrient inflow to the Maharloo Wetland and the significance of floods under drought conditions and climate change. Wetlands, including Maharloo, face hydrological changes due to improper management and climatic factors. Maharloo, with an area of approximately 275 square kilometers, is greatly affected by high evaporation rates and increased salinity, putting its ecosystem at risk. This study emphasizes the importance of maintaining and restoring the Maharloo Wetland and the proper management of water resources, particularly stressing the role of floods in sustaining this ecosystem. It argues that any project harmful to the lake's ecosystem should be deprioritized. The Maharloo watershed, covering 3,961 square kilometers, has undergone land-use changes and is characterized by diverse geographical and geological features. The average surface area of the lake is 175 square kilometers, which decreases significantly in dry years. The analysis of CN (Curve Number) values for various land uses shows that considerable land-use changes have occurred, influenced by climatic factors and human pressures. The February 1403 rains resulted in significant flooding, which saved the Maharloo Lake from desiccation. Based on calculations, it is estimated that approximately 2,384,600 cubic meters of water entered the wetland. These calculations highlight the positive impact of the recent rains on the water condition of Maharloo Lake and the need for water resource management and continuous hydrological monitoring. The accuracy of this estimate depends on the precise estimation of the CN coefficient, and utilizing more advanced hydrological models while considering the temporal distribution of rainfall could provide a more accurate estimate. Despite the limitations, this estimate underscores the importance of runoff as a vital water source for Maharloo Wetland under drought conditions.

Keywords: Drought, Runoff, Management, Climate Change, Ecosystem

Ministry of Agriculture-Jahad

Agricultural Research, Education and Extension Organization

Soil Conservation and Watershed Management Research Institute

Fars Agriculture and Natural Resources Research and Education Center

Title: The Significance and Impact of the February 2025 Flash Floods on the Ecosystem of Maharloo Wetland

Authors: Hamid Hosseini Marandi, Mojtaba Pakparvar

Editor: Saeed Nabipay Lashkarian

Page Layout: Abbas Seddigh

Publisher: Soil Conservation and Watershed Management Research Institute:

Circulation: 10 Copies

Date of publication: Summer 2025

This scientific work has been registered with the series number of **67703** at the date of **2025-07-28** in the Agriculture Information and Scientific Documents Center. All rights reserved. No part of this publication may reproduced or translated without the original reference.

Ministry of Agriculture-Jahad
Agricultural Research, Education and Extension Organization
Soil Conservation and Watershed Management Research Institute
Fars Agriculture and Natural Resources Research and Education Center

Technical Report:

The Significance and Impact of the February 2025 Flash Floods on the
Ecosystem of Maharloo Wetland

Authors:

Hamid Hosseini Marandi, Mojtaba Pakparvar

Series number:

67703

2025



Ministry of Agriculture - Jihad
Agriculture Research, Education and Extension Organization
Soil Conservation and Watershed Management Research Institute
Agriculture and Natural Resources Research and Education Center Fars Province



Technical Report

The Significance and Impact of the February 2025 Flash Floods on the Ecosystem of Maharloo Wetland

Series Number: 67703

2025