نشریه علمی

علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management
Science & Engineering

سال هفدهم- شماره ٦٠- بهار ١٤٠٢

Vol. 17, No. 60, Spring 2023

مروری بر پایش اقدامات مدیریتی و پاسخ هیدرولوژیکی در آبخیزهای معرف و زوجی کشور- بخش دوم

زینب حزباوی[1]، مرضیه پارسازاده کلوانق[2]، محمود عرب‌خدری[3]، یحیی پرویزی[4] و فریدون سلیمانی[5]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۱۶

چکیده

پژوهش مروری حاضر با هدف پایش اقدامات مدیریتی و پاسخ هیدرولوژیکی در ۱۲ آبخیز معرف و زوجی کشور شامل تنگ شول (فارس)، خامسان (کردستان)، دهگین (هرمزگان)، زیدشت (البرز)، شوش (خوزستان)، کاخک (خراسان رضوی)، کچیک (گلستان)، کسیلیان (مازندران)، گنبد (همدان)، گوربند (سیستان و بلوچستان)، هریس (آذربایجان شرقی)، و طاحونه (یزد) تدوین شده است. بدین‌منظور، حدود ۱٦۱ منبع مطالعاتی مورد استفاده و تحلیل قرار گرفت. در این میان، فقط ٤٠ منبع به‌طور ویژه به بررسی و مقایسه آبخیزهای شاهد و نمونه پرداخته‌اند. بنابراین می‌توان جمع‌بندی نمود که قابلیت کاربرد نتایج حاصل از اقدامات و مطالعات صورت گرفته در آبخیزهای زوجی به‌طور مناسب تشریح و یا مستندسازی نشده‌اند. اولین پژوهش‌ها در سال ۱۳۸۰ در آبخیزهای زوجی شوش و کسیلیان و بیش‌ترین آن‌ها در آبخیزهای زوجی کسیلیان (٤٤ مطالعه) و کچیک (۲۸ مطالعه) انجام شده است. وجود کم‌ترین پژوهش‌ها در آبخیزهای زوجی هریس، گوربند و طاحونه (کم‌تر از چهار مطالعه) را می‌توان به تازه تأسیس شدن و کم‌بودن داده‌های استحصالی از آن‌ها نسبت داد. بیش‌ترین پژوهش‌های آبخیزهای زوجی کشور مربوط به سال‌های ۱۳۹٤، ۱۳۹۵ و ۱٤۰۰ با ۱۸، ۱۷ و ۱۹ مورد بوده است.

کلیدواژه‌ها: ***برنامه‌ریزی، حوضه‌های تحقیقاتی، سرمایه طبیعی، مدل‌سازی، مدیریت آبخیز***

مقدمه

چندین دهه از تلاش محققان و دست‌اندرکاران در تجهیز آبخیزهای معرف و زوجی به ابزارهای جدید و نوین می‌گذرد و نتایج قابل توجهی در سطح جهان با هدف مدیریت منابع و خدمات بوم‌شناختی آبخیزها به‌دست آمده است [۵۲، ۱۰۳، ۱٤۹، ۱٦۳]. در ایران نیز آبخیزهای معرف و زوجی توسط سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور (نام قدیم: سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور)، به‌عنوان بالاترین سازمان مرتبط با حفاظت منابع آب و خاک، تأسیس، نگهداری و بهره‌برداری می‌شوند. در حال حاضر این آبخیزها به‌سبب داشتن پتانسیل‌های ویژه خود و بهره‌مندی از امکانات تحقیقاتی مناسب برای سایر اهداف مدیریتی و حفاظتی در حال استفاده هستند.

بی‌شک، بدون داشتن داده‌های مقایسه‌ای حاصل از رویکرد آبخیزهای زوجی، تعیین روابط علت و معلولی تغییرات محیطی و بزرگی اثرات آن‌ها در برخی از شرایط خاص دشوار است. هر چند مرور آزمایش‌های حاصل از آبخیزهای زوجی در سطح جهان توسط محققان مختلفی انجام شده، متاسفانه به‌سبب انتشار مقالات داخل کشور به زبان فارسی، مرور مطالعات آبخیزهای زوجی از دید مطالعات مروری جهانی مغفول مانده است. از طرفی در این زمینه تاکنون بررسی و پژوهشی مروری و جامع که تمام آبخیزهای زوجی کشور را در نظر گرفته باشد، در داخل کشور منتشر نشده است. بر همین اساس، مقاله حاضر برای اولین بار با هدف مرور مطالعات منتشر شده در پایگاه‌های اطلاعاتی داخلی و خارجی مربوط به آبخیزهای معرف و زوجی انجام شده است.

مواد و روش‌ها

۱٦۱ منبع مطالعاتی شامل ٦٤ مقاله پژوهشی، ۸٦ مقاله کنفرانسی، یک پایان‌نامه، چهار طرح پژوهشی، یک گزارش و یک مقاله مروری به زبان فارسی و ٤ مقاله انگلیسی در دسترس قرار گرفت. از این

۱- نویسنده مسئول و استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری، پژوهشکده مدیریت آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل پست الکترونیک: z.hazbavi@uma.ac.ir
۲- دانشجوی دکتری، علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه
۳- استاد، معاون پژوهشی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
٤- دانشیار، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه
۵- استادیار، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز

تعداد، فقط ٤٠ منبع به‌طور ویژه به مطالعه آبخیزهای شاهد و نمونه پرداخته‌اند که خود بیان‌گر فقر مطالعات یا مستندسازی است و کم‌رنگ بودن قابلیت کاربردی نتایج حاصل از اقدامات مطالعات صورت گرفته در آبخیزهای زوجی را نشان می‌دهد. بر اساس سوابق موجود، اولین پژوهش‌ها در سال ۱۳۸۰ در آبخیزهای زوجی شوش و کسیلیان انجام شده است. شکل ۱ توزیع منابع مطالعاتی جمع‌آوری شده به تفکیک ۱۲ آبخیز معرف و زوجی را نشان می‌دهد. مطابق این شکل، بیش‌ترین بررسی‌ها در آبخیزهای زوجی کسیلیان (٤٤ مطالعه) و کچیک (۲۹ مطالعه) و کم‌ترین آن‌ها در آبخیزهای زوجی هریس، گوربند و طاحونه (کم‌تر از چهار مطالعه) به‌دلیل تازه تأسیس شدن آن‌ها انجام شده است. اوج مطالعات آبخیزهای زوجی در کشور در سال‌های ۱۳۹٤، ۱۳۹۵ و ۱٤۰۰ به‌ترتیب با ۱۸، ۱۷ و ۱۹ منبع مشاهده شد (شکل ۱). در ادامه، ضمن معرفی کوتاه هر یک از آبخیزهای معرف و زوجی، بررسی‌های انجام شده در آن‌ها مرور و میزان اثربخشی اقدامات صورت گرفته یا پایش پاسخ‌های هیدرولوژیکی خلاصه شده است.

نتایج حاصل از پایش اقدامات مدیریتی و پاسخ هیدرولوژیکی

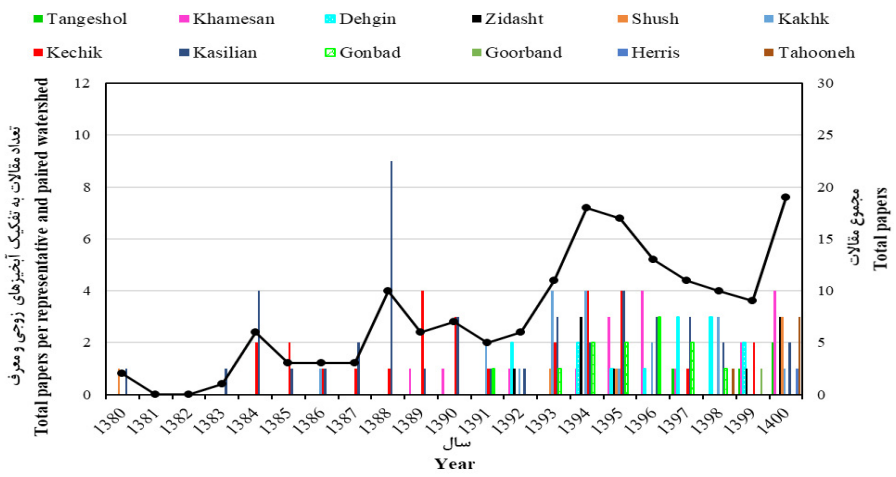
– آبخیز معرف و زوجی تنگ‌شول، فارس

با بررسی اثر درصدهای مختلف پوشش جنگلی (صفر تا بیش‌تر از ۵۰ درصد) و اقدامات قرق در زیرآبخیزهای مختلف از آبخیز زوجی تنگ‌شول مشخص شد که با افزایش درصد پوشش گیاهی شاخص کیفیت آب نیز بهبود پیدا می‌کند. به‌نحوی‌که امتیاز شاخص کیفیت آب از ۷۸/۲٦ در طبقه بدون پوشش گیاهی به ۳۸/۵۹ در طبقه با بیش از ۵۰ درصد پوشش گیاهی تغییر پیدا کرده و کاهش این شاخص نشان‌دهنده بهبود کیفیت آب است. علاوه بر درصد پوشش گیاهی، اثر عوامل دیگری از جمله مساحت زیرآبخیزها، مدیریت، نوع خاک، سازند زمین‌شناسی و نفوذپذیری خاک بر میزان تغییر کیفیت آب مورد تأیید قرار گرفت [۱۳۷]. با افزایش هر یک درصد تاج پوشش جنگلی، شاخص کیفیت در این آبخیز زوجی به میزان هشت درصد بهبود [۱۳۷] و هزینه تصفیه آب به‌میزان ۰/۱۱ درصد کاهش می‌یابد [۷۲]. سلیمان‌پور و همکاران [۱٦۱] به وجود بانک اطلاعاتی جامع در ابعاد مختلف آب و هوا و اقلیم، فرسایش، رواناب، خاک و پوشش گیاهی آبخیز تنگ‌شول اشاره کرده‌اند. عدم انجام عملیات مدیریتی و آبخیزداری خاص به‌جزء قرق (از سال ۱۳۸۵) در این آبخیزها نیز گزارش شده است. استفاده از ابزارها و رویکردهای اندازه‌گیری جدید، مشابه بودن روش نمونه‌برداری‌ها، ثبت و تحلیل اطلاعات در آبخیزهای زوجی کشور از جمله نکات مورد تأکید بوده است. سلیمان‌پور و همکاران [۱٦۲] نیز مقدار دبی رسوب طی دوره ۲۰۰٦ تا ۲۰۱۹ در آبخیز نمونه را کم‌تر از شاهد بیان کرده‌اند. به‌طور کلی مقادیر پایین فرسایش در سطح کل آبخیز تنگ‌شول ثبت شده است. به‌نحوی‌که حداکثر مقدار دبی رسوب در این دوره حدود ۰/۸۳ تن در هکتار در سال گزارش شده است (جدول ۱).

آبخیز معرف و زوجی خامسان، کردستان

این آبخیز با نصب ایستگاه‌های مورد نیاز در ثبت فرسایش خاک و تولید رسوب از سال ۱۳۸۵ مورد بهره‌برداری قرار گرفته است. زمان اعمال قرق در کرت‌های آبخیز نمونه و عدم اعمال آن در کرت‌های آبخیز شاهد از سال ۱۳۸٦ بوده است [۹۳]. چهار نوع کاربری زمین اصلی شامل باغ، زراعت دیم، زراعت آبی و مرتع وجود دارد که سطح مرتع با حدود ٤۸ درصد و باغ با حدود یک درصد به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مساحت را به خود اختصاص داده‌اند. عمدتاً کاربری اراضی دامنه‌های آبخیز به‌صورت مرتع بوده و در نواحی مجاور روستاها و یا در کنار مسیرهای آب، به‌صورت زمین‌های زراعی درآمده است [۱۵۱].

مطالعات صورت گرفته در این آبخیز حدود ۱۸ مورد بوده که ۱۲ مورد از آن‌ها به‌طور ویژه در آبخیزهای نمونه و شاهد صورت گرفته است. مطالعات صورت گرفته در مقیاس آبخیز معرف عمدتاً متمرکز بر مدل‌سازی فرسایش و رسوب بوده که نتایج آن‌ها دلالت



شکل ۱- تعداد کل منابع مطالعاتی به‌تفکیک آبخیزهای معرف و زوجی تا سال ۱٤۰۰

Fig. 1. Total number of study sources for each representative and paired watershed up to 2021

جدول ۱- خلاصه‌ای از مرور منابع پژوهشی آبخیز معرف و زوجی تنگ‌شول

Table 1. A summary of the literature review of Tangeshol representative and paired watershed

پژوهش‌گران (سال) Researchers (Year)	هدف پژوهش Research goal	روش کار Methodology	نتایج Results
روستا و همکاران (۱۳۹۷) [۱۳۷]*ج	تعیین نقش جنگل‌های بلوط در حفاظت از کیفیت آب بر پایه تولید خدمات بوم‌سازگان	• برآورد کمی شاخص کیفیت آب (WQI)	• مناسب بودن شاخص کیفیت آب در تاج پوشش بیش‌تر از ۲۰-۳۰ درصد • بهبود هشت درصدی شاخص کیفیت آب با افزایش هر یک درصد تاج پوشش جنگلی • اثر منفی سازند آغاجاری نسبت به آسماری و اثر مثبت خاک شنی لومی نسبت به خاک‌های لومی و رسی بر کیفیت آب
حشمت‌الواعظین و همکاران (۱۳۹۹) [۷۲]*ج	برآورد ارزش اقتصادی تولید کیفیت آب در جنگل‌های بلوط	• واسنجی مدل WEPP و برآورد تابع هزینه تصفیه آب به کمک تابع ترانس لوگ	• تولید سالانه آب با کیفیت (۲۵۷۳ مترمکعب در هکتار) در جنگل‌های بلوط • کاهش ۰/۱۱ درصدی هزینه تصفیه هر مترمکعب آب با هر یک درصد افزایش تاج پوشش جنگلی • برآورد ۶۰۵ میلیون ریال در هکتار با در نظر گرفتن کمینه ارزش اقتصادی تولید کیفیت آب در جنگل‌های بلوط فارس با نرخ خالص تنزیل دو درصد و به قیمت‌های جاری سال ۱۳۹۶
سلیمان‌پور و همکاران (۱۴۰۰الف) [۱۶۱]*ج	بررسی سیمای کلی فرسایش، رواناب، خاک و پوشش گیاهی	• گزارش مطالعات و بانک اطلاعاتی داده	• نزدیک بودن مقادیر رواناب و فرسایش هر دو آبخیز • نسبت داده شدن تفاوت جزئی نتایج به‌دست آمده در دو آبخیز به اختلافات جزئی در وضعیت توپوگرافی، خاک و پوشش گیاهی به‌دلیل عدم انجام اقدامات مدیریتی خاص در آبخیز نمونه
سلیمان‌پور و همکاران (۱۴۰۰ب) [۱۶۲]*ج	بررسی سیمای کلی با تاکید بر تحلیل داده‌های بلندمدت بانک اطلاعاتی داده	• گزارش مطالعات و	• متوسط تولید ۱۵/۷۲ تن رسوب در هکتار در آبخیز نمونه و ۲۹/۸۱ تن رسوب در هکتار در آبخیز شاهد در یک دوره آماری نه ساله (۱۳۹۳-۱۳۸۵) • نسبت داده شدن کاهش رسوب در آبخیز نمونه به اثر اقدامات قرق

*ج بیان‌گر محل پژوهش در آبخیزهای زوجی است.

بر همبستگی کم ولی معنادار داده‌های غلظت رسوب معلّق و دبی جریان [۱۳۸]، عدم امکان تعیین الگوی مشخصی از حلقه‌های سنجه رسوب در مقیاس فصلی [۱۱۳] و حساسیت بالای مدل RUSLE نسبت به عامل مدیریت زراعی [۹۹] است. هم‌چنین، مهدی‌نژادیانی و همکاران [۱۰۵] غلظت کم‌تر از حداکثر غلظت مجاز در آب آبیاری را برای فلزات سرب و روی تخمین زدند. در ادامه نیز محمدی و همکاران [۱۱۴] حدود ۳۹/۶۱ و ۴۳/۶۳ درصد از کل مساحت آبخیز را دارای توان نسبتاً مطلوب تا کاملاً مطلوب به‌ترتیب برای توسعه کشت آبی و دیم‌کاری معرفی نمودند. نتیجه استفاده از روش سزیم ۱۳۷ در تهیه نقشه توزیعی فرسایش و رسوب نشان داد که در کاربری‌های باغ، زراعت آبی و مرتع حفاظت شده، در همه شیب‌ها رسوب‌گذاری غالب است، در حالی‌که تقریباً کل فرسایش در کاربری زراعت دیم در شیب‌های۲ تا۲۰ درصد و مرتع در شیب‌های بیش‌تر از ۳۰ درصد است [۱۵۰]. هم‌چنین محققان مختلفی به ارزیابی اثرات قرق بر درصد تاج پوشش گیاهی [۱۰۷]، متغیرهای رواناب، غلظت رسوب و هدررفت خاک [۶۵، ۶۶، ۹۳] و ویژگی‌های فیزیکی خاک [۱۱۰] در آبخیزهای زوجی خامسان پرداخته‌اند. نتایج آن‌ها بیان‌گر وضعیت بهتر آبخیز نمونه نسبت به آبخیز شاهد از نظر متغیرهای مورد بررسی بوده است. با وجود این، میزان معنی‌داری نتایج در این تحقیقات به‌سبب تفاوت در شرایط حاکم بر مطالعه کاملاً مشابه نیست. کارائی مناسب مدل WEPP در پیش‌بینی میزان رواناب و هدررفت خاک ناشی از رخدادهای طبیعی توسط خالق پناه و همکاران [۹۵] و کارائی قابل قبول مدل‌های RUSLE و RUSLE2 نیز در پیش‌بینی هدررفت خاک تک‌رخدادها، به‌ویژه بارندگی‌هایی که شاخص فرسایندگی پایین‌تری دارند توسط خالق‌پناه و همکاران [۹۶] و خالدی درویشان و همکاران [۹۴] گزارش شده است (جدول ۲).

آبخیز معرف و زوجی دهگین، هرمزگان

آبخیز معرف و زوجی دهگین معرف اقلیم خشک ایران و یکی از بخش‌های بزرگ آبخیز سد استقلال میناب واقع در استان هرمزگان است. هم‌چنین، به‌عنوان یک واحد هیدرولوژیکی خلیج فارس در نظر گرفته می‌شود. شیوه بهره‌برداری از مراتع آن، روستایی بوده و دام در تمام طول سال در مرتع حضور دارد [۷۸]. در حدود ۱۴ مطالعه با اهداف ارزیابی وضعیت پوشش گیاهی (۵ مورد)، ارزیابی اثر اقدامات آبخیزداری (۷ مورد) و پیش‌بینی و شبیه‌سازی رواناب (۲ مورد) در آبخیز معرف و زوجی دهگین صورت پذیرفته است (جدول ۳). اقدامات زیستی شامل درختکاری، بذرپاشی، کپه‌کاری، کنتورفارو و بانکت به‌ترتیب به‌میزان ۲۰ هکتار، ۲۰ هکتار، ۱۰/۸ هکتار، ۲۰ هکتار و ۳ کیلومتر در آبخیز نمونه انجام شده که نقش مؤثری در بهبود شرایط هیدرولوژیکی آبخیز نمونه داشته و موجب کاهش دبی اوج

جدول ۲- خلاصه‌ای از مرور منابع پژوهشی آبخیز معرف و زوجی خامسان

Table 2. A summary of the literature review of Khamesan representative and paired watershed

پژوهش‌گران (سال) Researchers (Year)	هدف پژوهش Research goal	روش کار Methodology	نتایج Results
مهران و همکاران (۱۳۹۰) [۱۰۷]*ز	اثر قرق بر درصد تاج پوشش گیاهی کل	اندازه‌گیری تصادفی سیستماتیک و تحلیل آماری	● متفاوت بودن میانگین مطلق داده‌های آبخیز نمونه (قرق) با آبخیز شاهد (غیرقرق) ● غیرمعنی‌دار بودن اثر قرق پنج ساله بر درصد تاج پوشش گیاهی کل در سطح اعتماد ۹۵ درصد
اوسطی (۱۳۹۵) [۲۵]*ز	بررسی میزان تشابه شبکه زهکشی، شکل آبخیز و تغییرات ارتفاعی	سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)	● وجود تشابه بسیار بالا بین دو آبخیز شاهد و نمونه از نظر معیارهای مورد بررسی به‌ویژه در مورد خصوصیات ارتفاعی آبخیز ● رتبه سه بودن آبراهه هر دو آبخیز طبق سیستم رتبه‌بندی استرالر ● به‌دست آوردن نسبت‌های انشعاب به‌ترتیب ۳/۵ و ۳/۱۷ در آبخیزهای نمونه و شاهد ● بالا بودن تراکم زهکشی و ضریب ناهمواری در آبخیز شاهد نسبت به آبخیز نمونه
خالق پناه و همکاران (۱۳۹۶) [۹۵]*ز	بررسی کارایی مدل WEPP	اندازه‌گیری رواناب و رسوب حاصل از ۲۴ رگبار در ۱۸ کرت استاندارد فرسایش	● پیش‌بینی قابل قبول رواناب و هدررفت خاک ناشی از رخدادهای طبیعی در دامنه‌های مرتعی دارای مقادیر قابل توجهی جزء سنگی توسط مدل WEPP ● برآورد بهتر هدررفت خاک تا حدودی نسبت به رواناب ● مؤثر بودن تغییرات شدت بارندگی در طول هر رخداد بر تولید رواناب و رسوب و تخمین‌های مدل علاوه بر ویژگی‌های دامنه‌های مورد بررسی
خالدی درویشان و همکاران (۱۳۹۶) [۹۳]*ز	بررسی اثر عملیات قرق بر متغیرهای رواناب و رسوب	نصب کرت‌های استاندارد فرسایش در دامنه‌های مختلف و ثبت داده ۵۲ رگبار	● وجود اختلاف معنی‌دار بین متغیرهای مورد بررسی در دو آبخیز نمونه (قرق) و شاهد (غیر قرق) ● کاهش ۱۵/۶۸، ۶/۱۳، ۱۶/۶۷، ۲۴/۳۷ و ۲۱/۴۳ درصدی متغیرهای حجم رواناب، ضریب رواناب، غلظت رسوب، هدررفت خاک و رسوب‌دهی پس از اعمال قرق
هادی قورقی و اوسطی (۱۳۹۶) [۶۵]*ز	بررسی اثر قرق و جهت دامنه بر مقادیر رواناب و رسوب	تحلیل رواناب و رسوب ۵۱ رگبار طبیعی در ۱۸ کرت استاندارد فرسایش دارای شرایط متفاوت از نظر قرق و جهت دامنه	● متوسط ضریب رواناب رگبارهای مورد بررسی برابر با ۴/۲۱ درصد و ۴/۷۱ درصد به‌ترتیب در آبخیزهای نمونه و شاهد ● افزایش ۱۷ درصدی رسوب تولیدی کرت‌های آبخیز شاهد نسبت به آبخیز نمونه ● اثر معنی‌دار قرق و جهت دامنه بر تولید رواناب ● معنی‌دار بودن اثرات متقابل قرق و جهت دامنه بر میانگین حجم رواناب، ضریب رواناب و مقدار رسوب در سطح یک درصد معنی‌داری ● مشاهده بیش‌ترین رواناب تولیدی در کرت‌های شاهد نصب شده در دامنه شمالی
هادی قورقی و همکاران (۱۳۹۶) [۶۶]*ز	مقایسه رواناب و رسوب ناشی از رخدادهای متعدد در کرت‌های صحرایی دارای شرایط متفاوت قرق	اندازه‌گیری‌های میدانی رواناب و رسوب	● برآورد متوسط کل رسوب کرت‌ها در رگبارهای ثبت شده در آبخیز نمونه برابر با ۰/۰۵۹ و در آبخیز شاهد برابر با ۰/۰۶۸ تن در هکتار ● برآورد رسوب‌دهی متوسط آبخیز نمونه ۶/۳۰۶ و آبخیز شاهد ۷/۴۹۲ تن در سال ● وجود تفاوت در رواناب و رسوب به‌دلیل اثر مثبت قرق و افزایش پوشش گیاهی در آبخیز نمونه و به هم ریختگی و تخریب خاک بر اثر حرکت دام در آبخیز شاهد ● بیش‌تر بودن حجم رواناب و رسوب به‌ترتیب در کرت‌های واقع در دامنه‌های شرقی، غربی و شمالی آبخیز نمونه و به‌ترتیب در کرت‌های واقع در دامنه‌های شمالی، شرقی و شمال غرب آبخیز شاهد
امینی و همکاران (۱۴۰۰) [۱۵] *ز	اندازه‌گیری میزان فرسایش و تعیین ارتباط آن با رواناب تولید شده	اندازه‌گیری رواناب و رسوب از ۱۸ کرت فرسایش	● برآورد متوسط میزان رواناب به‌ترتیب برابر ۲۶۶۶/۲۹ و ۱۹۵۳/۰۹ مترمکعب در آبخیزهای نمونه و شاهد ● تولید رسوب ۴۵۷/۰۱ و ۳۶۳/۱۳ کیلوگرم به‌ترتیب در آبخیزهای نمونه و شاهد

*ز بیان‌گر محل پژوهش در آبخیزهای زوجی است.

ادامه جدول ۲- خلاصه‌ای از مرور منابع پژوهشی آبخیز معرف و زوجی خامسان

Continued Table 2. A summary of the literature review of Khamesan representative and paired watershed

پژوهش‌گران (سال) Researchers (Year)	هدف پژوهش Research goal	روش کار Methodology	نتایج Results
امجدی و خالدی درویشان (۱۳۹۹) [۱۷]*ژ	ارزیابی اثر منطقه مسکونی بر ویژگی‌های ژئوشیمیایی رسوبات بستر	نمونه‌برداری و اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی	• وجود بیش از ۲۰ درصد تغییر در ۱۱ عنصر بریلیم، کادمیم، مس، ایندیم، پتاسیم، نیوبیم، آنتیموان، روی، توریم، قلع و زیرکونیم • افزایش غلظت عناصر بریلیم، کادمیم، پتاسیم، سدیم، نیوبیم، سلنیم، قلع و روی توسط کاربری مسکونی که احتمالاً ناشی از اضافه شدن فاضلاب‌های خانگی و به‌ویژه کودهای دامی به رودخانه است. •کاهش غلظت عناصر سزیم، مس، ایندیم، انتیموان، تربیم، توریم و زیرکونیم توسط کاربری مسکونی که می‌تواند با عوامل مختلفی مانند وجود پوشش گیاهی فشرده در بازه رودخانه در داخل منطقه مسکونی و نیز شیب کم رودخانه مرتبط باشد.
صدیقی و همکاران (۱٤۰۰) [۱۵۱]*ژ	تغییرات مکانی نسبت تحویل رسوب	تهیه نقشه توزیعی فرسایش و رسوب با استفاده از روش سزیم ۱۳۷ و استخراج اجزای بودجه رسوب	• تعیین زمین‌های کشاورزی دیم (۹۰/۱ درصد) و مراتع (۹/۹ درصد) به‌عنوان منابع اصلی رسوب •غالب بودن رسوب‌گذاری بر فرسایش در سایر کاربری‌ها/پوشش‌های اراضی • مشارکت زمین‌های کشاورزی آبی، مراتع، باغات، مراتع همراه با عملیات بانکت‌بندی و زمین‌های کشاورزی دیم به‌ترتیب ٤۳/۵، ۲۳/۲، ۱۱/٦، ٤/۹ و ٤/۲ درصد در توزیع مجدد رسوب در کل آبخیز
میرزایی و همکاران (۱٤۰۰) [۱۱۰]*ژ	بررسی اثرات مختلف چرای دام بر ویژگی‌های فیزیکی خاک در سال ۱۳۹٦	احداث ترانسکت و نصب کرت به‌صورت تصادفی- سیستماتیک و نمونه‌برداری از خاک	• تغییر ترکیب گیاهی به‌سمت گراس‌های یکساله *Bromus danthoniae* و *Bromus tomentellus* توسط چرای دام • تعیین اثر کاهشی تیمار چرای دام بر میزان رس خاک •وجود اختلاف معنی‌دار کربن تا عمق ۵۰ سانتی‌متری خاک در دو منطقه قرق و چرا شده

*ژ بیان‌گر محل پژوهش در آبخیزهای زوجی است.

نکته: به‌منظور صرفه‌جویی در تعداد صفحات مقاله، از ذکر برخی منابع که توضیح آن‌ها در متن ارائه شده، خودداری شده است.

سیل از ۱/۲ به ۱/٦ مترمکعب بر ثانیه شده‌اند [٥٤]. هم‌چنین، اقدامات مکانیکی شامل ۱٦ بند ملاتی و ٦۰۰ بند خشکه‌چین به‌ترتیب با حجم ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ مترمکعب انجام شده که اثر نسبتاً خوبی در افزایش زمان تمرکز و در نتیجه کاهش دبی اوج سیل داشته‌اند [۵۵].

جعفری تختی و همکاران [۷۷] گزارش کردند که سازه‌های کنتور فارو، هلالی آبگیر، هلالی ابرویی، سازه لاستیکی و چکدم سبز در ۳۳ درصد موارد موجب جلوگیری از وقوع سیل و در ٦۷ درصد موارد باعث کاهش حجم سیل شده‌اند. علاوه‌براین، بررسی تأثیر شیوه‌های مختلف ذخیره نزولات باران بر رطوبت خاک و خصوصیات رویشی نهال توسط مصلحی و حسن‌زاده خانکهدانی [۱۱۸] نشان داد که سامانه هلالی شرایط بهتری را در راستای ذخیره نزولات، کاهش هدررفت آب و در نتیجه افزایش رطوبت خاک و قطر یقه و ارتفاع نهال‌ها نسبت به سامانه‌های لوزی و پیتینگ و آبخیز شاهد فراهم آورده است (جدول ۳).

جدول ۳- خلاصه‌ای از مرور منابع پژوهشی آبخیز معرف و زوجی دهگین

Table 3. A summary of the literature review of Dehgin representative and paired watershed

پژوهش‌گران (سال) Researchers (Year)	هدف پژوهش Research goal	روش کار Methodology	نتایج Results
Ghonchepour and Bahremand (2018) [۵۹] *ز	شبیه‌سازی رواناب	کاربرد مدل KINEROS2	• عملکرد مناسب مدل برای شبیه‌سازی هیدروگراف‌های با حجم جریان زیاد و دبی اوج • عملکرد نامناسب مدل برای شبیه‌سازی هیدروگراف‌های با حجم جریان کم
غفاری گوشه و جمالی (۱۳۹۲الف) [٥٤] *ز	ارزیابی اثر اقدامات زیستی بر کاهش دبی اوج سیل	کاربرد HEC-HMS، تحلیل حساسیت و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر مدل	• تعیین شماره منحنی به‌عنوان تاثیرگذارترین عامل بر مدل • اثرگذار بودن اجرای اقدامات بر کاهش دبی اوج سیل • کاهش دبی اوج سیل از ۲/۱ به ۱/٦ متر مکعب بر ثانیه
غفاری گوشه و جمالی (۱۳۹۲ب) [٥٥] *ز	بررسی اثر اقدامات مکانیکی بر کاهش سیل‌خیزی	کاربرد مدل HEC-HMS، تحلیل حساسیت برای اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر مدل، محاسبه عوامل اولویت‌دار در شرایط قبل و پس از اجرای اقدامات مکانیکی	• وجود اختلاف بین دبی‌های مشاهده‌ای و شبیه‌سازی شناسایی شماره منحنی به‌عنوان عامل حساس • اثرگذار بودن اجرای اقدامات بر کاهش دبی اوج سیل • وابسته بودن میزان تاثیر سازگاری نوع اقدامات مکانیکی با شرایط حاکم بر منطقه و تعداد اقدامات به کار رفته
آباده و همکاران (۱۳۹٤الف) [۱] *ز	بررسی اثر قرق بر تغییرات پوشش گیاهی و لاشبرگ سطح خاک	نمونه‌برداری به روش تصادفی سیستماتیک در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹٤	• اختلاف معنی‌داری بین درصد پوشش گیاهی منطقه قرق و شاهد در دو سال مورد مطالعه در سطح ۰/۰۱ و بین درصد لاشبرگ منطقه قرق و شاهد در سطح ۰/۰۵ معنی‌داری • بیش‌تر بودن درصد پوشش گیاهی و لاشبرگ منطقه قرق در سال ۱۳۹٤نسبت به ۱۳۹۰ در سطح ۰/۰۱ معنی‌داری
آباده و همکاران (۱۳۹٤ب) [۲] *ز	بررسی اثر قرق بر تغییرات کربن آلی خاک سطحی	نمونه‌برداری به روش تصادفی در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹٤	• عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین درصد کربن آلی خاک دو منطقه قرق و شاهد در هر کدام از سال‌های مورد بررسی • بیش‌تر بودن درصد کربن آلی خاک منطقه قرق و شاهد در سال ۱۳۹٤ نسبت به سال اول اجرای تحقیق در سطح ۰/۰۱ معنی‌داری
عرفانی و همکاران (۱۳۹۵) [٤۰] *ز	اثر قرق بر کربن آلی خاک	جمع‌آوری نمونه خاک از دو منطقه قرق شده و نشده	• عدم وجود اختلاف معنی‌دار میانگین محتوای ماده آلی خاک در شرایط چرای دام و قرق • افزایش واریانس تغییرات محتوای ماده آلی خاک در نمونه‌های مورد اندازه‌گیری در منطقه قرق تا حدود ۲۱ درصد نسبت به واریانس نمونه‌های منطقه تحت چرای دام
غلام‌پور و همکاران (۱۳۹٦) [۵۸] *ز	پیش‌بینی رواناب	مدل هوش مصنوعی و SWAT	• وجود میانگین مربعات خطا در شبکه ۰/۰۰۳ و خطای مربعات پیش‌بینی ۰/۰۵۵ • کم‌ترین میانگین مربعات خطا مربوط به معماری شبکه با لایه‌های مخفی ۹-۷-۲-۵-۳
جعفری تختی‌نژاد (۱۳۹۷) [۷۸] *ز	بررسی مراحل حیاتی گونه کلاجوک (Platychaete aucheri)	اندازه‌گیری مراحل فنولوژی ده پایه بالغ و سالم در مقاطع زمانی ۱۰ روزه به‌مدت سه سال	• وجود تفاوت بین زمان شروع، خاتمه و طول دوره‌های رویشی و زایشی در سال‌های مورد بررسی بر اساس تغییرات مقدار و پراکنش بارندگی • وابسته بودن مراحل فنولوژی گونه به زمان شروع بارندگی و شرایط آب وهوایی منطقه
جعفری تختی و همکاران (۱۳۹۷) [۷۷] *ز	بررسی اثرات فعالیت‌های آبخیزداری در پیش‌گیری و مهار سیل	احداث سازه‌های کنتورفارو، هلالی آبگیر (چاله فلسی)، هلالی ابرویی، سازه لاستیکی و چکدم سبز	• کاهش میزان کل حجم آب خروجی از آبخیز زوجی به نسبت ۱/۷ برابر نسبت به آبخیز شاهد • ضریب رواناب آبخیز نمونه برابر ۰/۲۱ و آبخیز شاهد برابر با ۰/۲٤ در سال‌های ۲۰۱۳-۲۰۰۷ • مؤثر بودن فعالیت آبخیزداری به‌طور متوسط در ۳۳/۳ درصد از موارد در پیش‌گیری از وقوع سیل و در ٦٦/۷ درصد دیگر در کاهش مقادیر سیل • کاهش هفت برابر دبی اوج سیل، کاهش ۵۰ درصدی در حجم سیل و تاخیر ۱۸ دقیقه‌ای در زمان تمرکز

*ز بیان‌گر محل پژوهش در آبخیزهای زوجی است.

ادامه جدول ۳- خلاصه‌ای از مرور منابع پژوهشی آبخیز معرف و زوجی دهگین

Continued Table 3. A summary of the literature review of Dehgin representative and paired watershed

پژوهش‌گران (سال) Researchers (Year)	هدف پژوهش Research goal	روش کار Methodology	نتایج Results
جعفری تختی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۸الف) [۷۹] *ز	بررسی مراحل فنولوژی گونه ریش زرد (*Chrysopogon aucheri*)	نشانه‌گذاری ۱۰ پایه بالغ و سالم از گونه در سال اول اجرای طرح و اندازه‌گیری اطلاعات مراحل فنولوژی در مقاطع زمانی ۱۰ روزه	●وجود تفاوت بین فعالیت‌های زیستی این گونه در سال‌های مورد مطالعه با توجه به تقدم و تاخر بارندگی و نیز میزان و نحوه پراکنش آن ●بیش‌تر شدن طول دوره بقاء گیاه با تداوم بارندگی در فصل بهار
جعفری تختی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۸ب) [۸۰] *ز	بررسی مراحل فنولوژی گونه *Helianthemum lippii(L.)Pers*	اندازه‌گیری مراحل فنولوژی ده پایه بالغ و سالم در مقاطع زمانی ۱۰ روزه به‌مدت سه سال	●شروع یک ماه زودتر رشد گیاه در سال‌های با بارندگی بیش‌تر و توزیع مناسب‌تر ●طول دوره رویشی طولانی‌تر از مراحل زایشی ●متوقف شدن فعالیت حیاتی این گیاه با شروع افزایش دما و عدم تحمل گرما
ذاکری و همکاران (۱۳۹۸) [۱۶۷] *ز	بررسی مراحل فنولوژی گونه *Taverniera cuneifolia*	اندازه‌گیری مراحل فنولوژی ده پایه بالغ و سالم در مقاطع زمانی ۱۰ روزه به‌مدت سه سال	● وابسته بودن مراحل فنولوژی گونه به زمان شروع بارندگی و شرایط آب و هوایی منطقه ●بیش‌تر شدن طول دوره بقاء گیاه با تداوم بارندگی در فصل بهار ● اوایل و اواسط آذر بهترین زمان شروع چرا و اواسط خرداد بهترین زمان جمع‌آوری بذر این گونه
سلطانی‌پور و اسدپور (۱۳۹۹) [۱۵۷] *ز	بررسی فلور، شکل زیستی و پراکنش جغرافیایی گیاهان	بازدید میدانی و جمع‌آوری ۱۹۰ گونه	●مهم‌ترین تیره‌ها شامل تیره‌های کاسنی، پروانه‌آساها و گندمیان ●مهم‌ترین جنس‌ها شامل جنس‌های پیچک و مریم‌گلی ● فراوان‌ترین شکل‌های زیستی شامل تروفیت‌ها با ۴۱ درصد و همی‌کریپتوفیت‌ها با ۱۸ درصد فراوانی
مصلحی و حسن‌زاده خانکهدانی (۱۳۹۹) [۱۱۸] *ز	بررسی تأثیر شیوه‌های اندازه‌گیری ویژگی‌های رویشی مختلف ذخیرهٔ نزولات و کیفی نهال‌ها و به‌کارگیری باران بر رطوبت خاک سامانه‌های هلالی، لوزی و پیتینگ و خصوصیات رویشی نهال		● وجود اختلاف معنی‌داری در درصد رطوبت سامانه‌های هلالی، لوزی، پیتینگ و شاهد (۲۴ ساعت پس از بارش) به‌ترتیب با مقادیر رطوبت ۱۳/۴۶، ۱۱/۹۵، ۱۱/۵ و ۱۰/۳۴ درصد ● فراهم شدن میکروکلیمای مناسب‌تر توسط سامانه هلالی در اثر بهبود بهتر ذخیره نزولات، کاهش اتلاف آب و در نتیجه افزایش رطوبت خاک در مقایسه با شاهد

*ز بیان‌گر محل پژوهش در آبخیزهای زوجی است.

آبخیز معرف و زوجی زیدشت، البرز

آبخیز معرف و زوجی زیدشت در ۱۷ کیلومتری جنوب شهرستان طالقان، شمال غرب تهران واقع شده است. از مشخصات خاص این آبخیز ارتفاع زیاد، شیب تند آن و روندهای ساختاری (تابع روند ساختاری البرز) است. هم‌چنین این آبخیز از شمال با سد طالقان هم‌مرز بوده و به‌عنوان معرف مراتع کوهستانی البرز مرکزی با اقلیم‌های نیمه سرد، سرد و مدیترانه‌ای در نظر گرفته شده است. تجهیزات هیدرومتری و فلوم مربوط به هر یک از آبخیزهای شاهد و نمونه در خروجی آن‌ها نصب شده‌اند. آبخیز معرف فاقد فلوم و تجهیزات ثبت داده هیدرومتری و رسوب است. در بالادست هر یک از پارشال فلوم‌ها نیز حوضچه جمع‌آوری رسوب احداث شده است. ایستگاه هواشناسی آبخیز معرف و زوجی زیدشت طالقان از سال ۲۰۱۱ شروع به ثبت داده‌ها در بازه ۱۰ دقیقه‌ای از ۱۱ متغیر اقلیمی دمای هوا، رطوبت هوا، تبخیر، فشار هوا، رطوبت خاک، دمای سطح خاک، دمای عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک، دمای عمق ۵۰ سانتی‌متری خاک، سرعت باد، جهت باد و تشعشع دریافتی نموده است. هم‌چنین، برخی اقدامات مدیریتی و آبخیزداری از نوع زیستی، زیستی-مکانیکی و مکانیکی در آبخیز نمونه انجام شده است [۱۳۲]. در همین زمینه، کاظم‌زاده و همکاران [۹۰] اذعان کرده‌اند که اقدامات آبخیزداری بر افزایش پوشش گیاهی تا ۲۷ درصد و کاهش دمای سطح زمین تا ۳/۵ درجه سانتی‌گراد تأثیر داشته است. هم‌چنین، میزان شاخص دما-خشکی پوشش گیاهی (TVDI)[1] در آبخیزهای شاهد و نمونه به‌ترتیب برابر با ۰/۸۳ و ۰/۶۹ به‌دست آمده است (جدول ٤).

کاظم‌زاده و همکاران [۸۹] بیان کردند که تبخیر و تعرق واقعی بین آبخیزهای شاهد و نمونه از لحاظ آماری معنی‌دار نیست. نتایج تجزیه واریانس تبخیر و تعرق واقعی در دامنه‌های مختلف شمال غربی، شرقی و جنوب شرقی نشان داد که طی دوره رشد تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد وجود داشته است. تبخیر و تعرق واقعی طی دوره رشد در سطح پنج درصد روند کاهشی داشته و بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار آن به‌ترتیب در خرداد و مهر بوده است. با افزایش پوشش گیاهی در آبخیز نمونه، ذخیره رطوبت افزایش یافته و در نهایت سبب افزایش تبخیر و تعرق در منطقه شده است (جدول ٤).

1 Temperature-Vegetation Dryness Index

جدول ٤- خلاصه‌ای از مرور منابع پژوهشی آبخیز معرف و زوجی زیدشت

Table 4. A summary of the literature review of Zidasht representative and paired watershed

پژوهش‌گران (سال) Researchers (Year)	هدف پژوهش Research goal	روش کار Methodology	نتایج Results
Kazemzadeh et al. (2021) *ز [۹۰]	تجزیه و تحلیل تغییر رطوبت خاک تحت اقدامات مدیریت آبخیز	• استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور، اندازه‌گیری داده‌های رطوبت خاک و پوشش گیاهی	• وجود تفاوت معنی‌دار در مقادیر رطوبت خاک، پوشش گیاهی و دمای سطح زمین در آبخیز زوجی در سطح ۰/۰۱ • افزایش رطوبت خاک و کاهش دمای سطح زمین و خشکی خاک در اثر افزایش پوشش گیاهی به‌عنوان یک فعالیت آبخیزداری زیستی در مناطق شیب‌دار و کوهستانی
دسترنج و همکاران (۱۳۹٤) [۳۵] *م	برآورد شدت فرسایش و رسوب	• استفاده از مدل تجربی EPM	• برآورد میزان ضریب شدت فرسایش برابر با ۶۹/ ۰و قرار گرفتن در دو کلاس شدید و متوسط • ضرورت در اولویت قرار گرفتن برنامه‌های حفاظت آب و خاک به‌سبب مهار میزان فرسایش و رسوب
اسدی نلیوان و همکاران (۱۳۹٤الف) [۲۰] *م	ارزیابی پایداری آبخیز	• استفاده از دستورالعمل پایش و ارزشیابی طرح‌های مدیریت منابع طبیعی و آبخیزداری و روش IUCN	• متوسط بودن وضعیت پایداری آبخیز پتانسیل بهبود این شرایط از طریق حفاظت از بوم‌سازگان و ارتقاء سطح زندگی مردم
اسدی نلیوان و همکاران (۱۳۹٤ب) [۲۱] *م	تعیین و ارزیابی معیارها و نشان‌گرهای پایداری	• استفاده از یک از رویکرد بوم‌سازگان مبتنی بر حفظ تعادل بین سه مؤلفه اقتصادی، اجتماعی و بوم‌شناختی	• برآورد طبقه متوسط با امتیاز نهایی ٤٥ برای پایداری بوم‌سازگان مرتع • برآورد طبقه متوسط با امتیاز نهایی ۳۲ برای بخش مسائل اقتصادی و اجتماعی • برآورد وضعیت ضعیف پایداری آبخیز زیدشت با توجه به جمع کل امتیازات
اسدی نلیوان و همکاران (۱۳۹٤ج) [۲۲] *م	ارزیابی توان بوم‌شناختی	• استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره تاپسیس	• تأیید ضرورت اولویت‌بندی مکانی آبخیز جهت اجرای اقدامات آبخیزداری و برنامه‌ریزی‌های مدیریتی
نظری سامانی و عباسی جندابی (۱۳۹۵) [۱۲۰] *م	ارزیابی کارایی مولد کلیژن	• استخراج پارامترهای ماهانه مورد نیاز کلیژن با استفاده از الگوی شدت ۱٦٥ رگبار	• عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین گروه‌های مختلف متغیرهای بررسی شده • کارایی مناسب مولد کلیژن برای تولید داده بارش کل ماهانه
کاظم‌زاده و همکاران (۱۳۹۹) [۸۹] *ز	بررسی نقش اقدامات آبخیزداری در فرایند تبخیر و تعرق	• محاسبه تبخیر و تعرق از روش بیلان رطوبت خاک و مطالعات میدانی و آزمایشگاهی در سه دامنه اصلی و در سه عمق مختلف	• عدم تفاوت معنی‌دار تبخیر و تعرق واقعی در بین آبخیزهای نمونه و شاهد به‌ترتیب با مقدار ۲۱۲ و ۲٦۱ میلی‌متر در ٤۱ نقطه طی دوره رشد سال ۱۳۹٦ • بیش‌تر بودن ۱/۳ درصدی تبخیر و تعرق واقعی در آبخیز نمونه تحت عملیات آبخیزداری در هر ماه بیش‌تر از شاهد
پرویزی و همکاران (۱٤۰۰الف) [۱۳۲] *ز	معرفی سیمای فیزیکی و مدیریتی و بررسی آماری داده‌های اقلیمی و هیدرومتری	• استفاده از گزارش مطالعات و بانک اطلاعاتی موجود و تحلیل داده‌ها	• کفایت نسبتاً مطلوب داده‌های بارش برای بررسی روند و هم‌چنین استخراج داده‌های حدی • عدم کفایت داده در بخش هیدرومتری و نقصان فنی در دیتالاگر آبخیز شاهد
پرویزی و همکاران (۱٤۰۰ب) [۱۳۳] *ز	معرفی رخدادهای حدی اقلیمی، روند تاثیرگذاری آن‌ها بر مقادیر جریان تولیدی در آبخیزهای نمونه و شاهد	• جمع‌آوری داده‌های اقلیمی، هیدرومتری و جریان در زیر آبخیزهای نمونه و شاهد • جمع‌آوری و شناسائی و رتبه‌بندی داده‌های استثنایی و حدی بارندگی و بررسی روند اثربخشی •	• عدم کفایت داده در بخش هیدرومتری و نقصان فنی در دیتالاگر آبخیز شاهد جهت تحلیل مطلوب داده‌های هم‌زمان بارش و جریان و نیز مقایسه آبخیزهای شاهد و نمونه • امکان انجام تحلیل‌های واضح و ارزنده از رفتار آبخیزهای نمونه و شاهد در مقابل رخدادهای بارندگی در معدود رخدادهای بارش و جریان قابل تطبیق • امکان استخراج داده‌های قابل تعمیم برای مدل‌سازی هیدرولوژیکی با تداوم داده‌برداری در بلندمدت

*م و *ز به‌ترتیب بیان‌گر محل پژوهش در آبخیزهای معرف و زوجی است.

در سطح آبخیز معرف زیدشت، وضعیت متوسط از نظر ارزیابی شدت فرسایش و رسوب، توان بوم‌شناختی و معیارها و نشان‌گرهای پایداری گزارش شده است [۲۰، ۲۱، ۲۲، ۳۵]. اخیراً پرویزی و همکاران [۱۳۲، ۱۳۳] به تحلیل کامل داده‌های ثبت شده در این آبخیز پرداخته‌اند. نتایج آن‌ها نشان داد که در اکثر سال‌ها داده‌های از دست رفته بارندگی بین یک تا پنج ماه وجود داشته است. لذا چندان نمی‌توان میانگین‌ها را به‌عنوان معرف واقعی شرایط اقلیمی آبخیز در نظر گرفت. بعلاوه داده‌های هیدرومتری نیز صرفاً در سه سال پایانی منتج به سال تحقیق (۱٤۰۰) ثبت شده بود. به‌دلیل دسترسی دشوار، نمونه‌برداری رسوب تاکنون انجام نشده و فقط مخزن پشت فلوم سالانه تخلیه و اندازه‌گیری می‌شود. به‌دلیل ناچیز بودن فرسایش خالص و رسوب‌دهی متعاقب آن در آبخیز نمونه، رسوب چندانی به‌صورت بار معلق در جریان خروجی قابل اندازه‌گیری نیست. سازه‌های احداث شده در مسیر آبراهه اصلی اندک بار بستر را نیز به تله انداخته و مانع جریان به سمت فلوم خروجی می‌شوند (جدول ٤).

آبخیز معرف و زوجی شوش، خوزستان

آبخیز معرف و زوجی شوش واقع در استان خوزستان، شهرستان شوش، بخش غرب کرخه (فتح‌المبین) در محدوده ۹۵ کیلومتری شهرستان شوش است. به‌دلیل عدم امکان نصب فلوم و تجهیزات در خروجی آبخیز معرف، عملاً این ایستگاه آبخیز معرف ندارد. دما در بازه‌های زمانی ۱۰ دقیقه‌ای در ایستگاه هواشناسی از سال ۲۰۰۷ میلادی توسط سنسور دمانگار ساخت شرکت لامبرشت آلمان ثبت می‌شود. دو ایستگاه هیدرومتری و رسوب‌سنجی نیز در آبخیز مستقر هستند. فاضلی‌کیا و همکاران [٤۹] به اثر فرسایش سطحی بر هدررفت عناصر غذایی پرمصرف و مواد آلی در آبخیز شوش پرداختند. نتایج نشان داد که میانگین ماده آلی در دو آبخیز شاهد و نمونه به‌ترتیب ۰/۱٤ و ۰/۰۷ درصد، میانگین فسفر به‌ترتیب برابر با ۱۱/٦۹ و ۷/۹ درصد، میانگین وزن مخصوص ظاهری خاک به‌ترتیب برابر با ۱/٦۲ و ۱/۸۹ گرم بر سانتی‌مترمکعب و تخلخل خاک به‌ترتیب ۰/۷۱ و ۰/٦۱ گرم بر سانتی‌مترمکعب بود که تفاوت معنی‌داری را در سطح ۵ درصد نشان دادند. قابل ذکر است که هر دو آبخیز نمونه و شاهد شوش قرق هستند. بنابراین به‌طور مشخص آبخیز شاهد وجود ندارد. تفاوت نتایج در دو آبخیز ناشی از ویژگی‌های فیزیکی آن‌هاست. به بیان دیگر، این تحقیق نشان می‌دهد که آبخیزهای نمونه و شاهد با هم از لحاظ فیزیکی تفاوت دارند و فرایندهای متفاوتی بر آن‌ها حاکم است.

اخیراً، سلیمانی و همکاران [۱۵۹، ۱٦۰] بررسی جامعی بر وضعیت ثبت داده‌های بارندگی، دما، خاک، پوشش گیاهی، فرسایش و رسوب انجام دادند. ضمن اشاره به قرائت پین‌های اندازه‌گیری فرسایش سطحی، کنار آبراهه‌ای و فرسایش خندقی به‌صورت سنتی و دستی، نتایج آن‌ها بیان‌کننده وضعیت نامناسب داده‌های برداشت شده بوده و ضرورت به‌روزرسانی ابزارهای اندازه‌گیری به‌منظور تدقیق داده‌ها را مورد تأکید قرار دادند. خادم‌الرسول و همکاران [۹۲] و نیسی و همکاران [۱۲۱] کارایی استفاده از مدل توپوگرافیکی WaTEM/SEDEM را در شبیه‌سازی فرسایش‌های مختلف در آبخیز زوجی شوش بررسی کردند. اطلاعات مربوط به فرسایش‌های صفحه‌ای، شیاری، خندقی و کنار رودخانه‌ای با استفاده از پین‌ها و کرت‌های فرسایشی مستقر در آبخیز، جمع‌آوری شدند. نتایج نشان‌دهنده نسبت تحویل رسوب برابر با ۰/٤ و بیانگر وضعیت نامناسب آبخیز است. آن‌ها توصیه به اتخاذ اقدامات مدیریتی برای کاهش میزان فرسایش و رسوب و افزایش میزان پوشش گیاهی آبخیز نمودند (جدول ۵).

آبخیز معرف و زوجی کاخک، خراسان رضوی

آبخیز زوجی کاخک در جنوب شهرستان گناباد، استان خراسان رضوی واقع شده و بخشی از آبخیز کویر نمک است. از ابتدای تأسیس آن برخی اقدامات آبخیزداری و حفاظت خاک از جمله اقدامات مکانیکی (۱۹ سازه گابیونی با حجم۱۹٤۱ متر مکعب و هفت خشکه‌چین با حجم ٦۳مترمکعب)، زیستی-مکانیکی، زیستی (٤/۳ هکتار نهال‌کاری، ۱۰٦/۵ هکتار کپه‌کاری+ بذرپاشی) و قرق (۱۰٦/۵ هکتار) انجام شده است [۳٦]. از نظر توپوگرافی، منطقه کوهستانی بوده و از لحاظ پوشش گیاهی وضعیت نسبتاً مناسبی دارد. در خصوص سوابق پژوهشی و مطالعاتی، ۱۹ مورد یافت شد که از بین آن‌ها حدود ۱٦ مورد به آبخیزهای نمونه و شاهد پرداخته‌اند (جدول ٦). از مهم‌ترین موضوعات مورد بررسی شامل ارزیابی اثرات اقدامات آبخیزداری بر ابعاد مختلف سامانه آبخیز از جمله تراکم بذر [۱۲۲]، سیل‌خیزی [٦۰، ٦۱، ٦۲]، ضریب رواناب [۳، ۳٦]، هدررفت خاک و عناصر غذایی [۳٦] و ویژگی‌های پوشش گیاهی [٤۲] بوده که عمدتاً اثرات مثبت مشاهده شده است. علاوه‌براین، توانایی و قابلیت مدل RHEM در برآورد میزان رسوب [٦٤] و رواناب [۸٤] و عملکرد هوش مصنوعی در برآورد رواناب [۱٦۹] و فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) در برآورد توان سیل‌خیزی [٤۱] آبخیز زوجی کاخک مناسب و قابل قبول ارزیابی شده است (جدول ٦).

آبخیز معرف و زوجی کچیک، گلستان

این آبخیز معرف و زوجی جزء بخش مراوه‌تپه و در محدوده شهرستان کلاله، در منتهی الیه شمال شرق استان گلستان واقع شده است. هم‌چنین، جزئی از زون کپه‌داغ و یکی از آبخیزهای چندگانه حوزه آبخیز گرگان‌رود به‌شمار می‌رود. آبخیز نمونه از سال۱۳۷٦ جهت مطالعات پوشش گیاهی و نیز احداث فلوم، پین و کرت تأسیس شده است. منطقه از نظر اقلیم نیمه‌خشک سرد و از نظر سنگ‌شناسی یکنواخت بوده و از مواد مادری لسی تشکیل شده است. عوارض طبیعی آن شامل تپه ماهور و کوهستانی بوده و سه نوع کاربری زراعی، مرتعی و جنگلی در آن قابل تفکیک است [۵۷، ۷۳، ۸۱]. غالب مطالعات صورت گرفته در آبخیز معرف و زوجی کچیک (جدول ۷) به مدل‌سازی سیلاب و رواناب، نفوذ، فرسایندگی

جدول ۵- خلاصه‌ای از مرور منابع پژوهشی آبخیز معرف و زوجی شوش

Table 5. A summary of the literature review of Shush representative and paired watershed

پژوهش‌گران (سال) Researchers (Year)	هدف پژوهش Research goal	روش کار Methodology	نتایج Results
فاضلی‌کیا و همکاران (۱۳۹۳) [۴۹] *ز	بررسی هدررفت عناصر غذایی پرمصرف و کربن آلی خاک بر اثر فرسایش آبی	اندازه‌گیری میدانی و تجزیه و تحلیل آماری	• کاهش عناصر غذایی پرمصرف فسفر و نیتروژن، تخلخل و نسبت پوکی بر اثر رواناب و فرسایش آبی در آبخیز نمونه نسبت به آبخیز شاهد • کاهش حاصلخیزی خاک آبخیز نمونه نسبت به آبخیز شاهد در اثر فرسایش آبی و رواناب • امکان تخریب و پیامدهای نامطلوب در درازمدت در اثر پیشرفت فرسایش در آبخیز نمونه و در صورت عدم انجام عملیات آبخیزداری و حفاظتی
خادم‌الرسول و همکاران (۱۳۹۵) [۹۲] *ز	بررسی کارایی مدل توپوگرافیکی WaTEM/ SEDEM	شبیه‌سازی فرسایش‌های شیاری و بین شیاری	• کارایی مناسب مدل در زمینه برآورد فرسایش • امکان استفاده از این مدل در زمینه ارزیابی آبخیز و انتخاب بهترین شیوه‌های مدیریتی (BMP)
سلیمانی و همکاران (۱۴۰۰الف) [۱۵۹] *ز	معرفی آبخیز معرف و زوجی شوش و هم‌چنین بررسی فرصت‌ها و چالش‌های پیش رو	استفاده از گزارش مطالعات و بانک اطلاعاتی، بازدید میدانی	• وجود امکانات، ادوات و تجهیزات نصب شده در دو آبخیز شاهد و نمونه به‌عنوان یک بستر بسیار مناسب برای انجام کارهای پژوهشی، آموزشی و ترویجی • مهم‌ترین چالش مدیریت و نگهداری آبخیز مربوط به کمبود اعتبارات و نداشتن ردیف اعتباری مستقل، و عدم وجود شرح خدمات مشخص برای تحلیل داده‌ها
سلیمانی و همکاران (۱۴۰۰ب) [۱۶۰] *ز	بررسی وضعیت پوشش گیاهی، خاک و متغیرهای اقلیمی	استفاده از گزارش مطالعات و بانک اطلاعاتی موجود	• تأکید بر استفاده از ابزارها و تکنیک‌های جدید به‌منظور تدقیق و صحت‌سنجی بهتر داده‌ها • تأکید بر راه‌اندازی یک پایگاه داده با فرمت و دستورالعمل مشخص برای وحدت رویه در انجام نمونه‌برداری‌ها، ثبت و تجمیع اطلاعات و تجزیه و تحلیل آن‌ها
نیسی و همکاران (۱۴۰۰) [۱۲۱] *ز	بررسی توزیع مکانی فرسایش آبی و رسوب متاثر از الگوریتم‌های مختلف شیب	کاربرد مدل WaTEM/ SEDEM	• بیش‌ترین میزان همبستگی عامل پستی و بلندی (LS) با فرسایش خاک • وجود اختلاف بین مقادیر برآوردی رسوب در شکل‌های مختلف شامل کل رسوبات تولید شده، کل رسوبات ته‌نشین شده و کل رسوبات آبخیز، بین الگوریتم‌های مختلف شیب شامل گاورز، مک کوول، نیپرینگ و ویشمایر-اسمیت • انطباق بیش‌تر نتایج الگوریتم نیبرینگ با مقادیر مشاهداتی

*ز بیان‌گر محل پژوهش در آبخیزهای زوجی است.

جدول ٦- خلاصه‌ای از مرور منابع پژوهشی آبخیز معرف و زوجی کاخک

Table 6. A summary of the literature review of Kakhk representative and paired watershed

پژوهش‌گران (سال) Researchers (Year)	هدف پژوهش Research goal	روش کار Methodology	نتایج Results
باقریان کلات و همکاران (۱۳۸٦) [۲۷] *ز	بررسی و ارزیابی عملکرد فنی طرح آبخیزداری	عدم امکان دسترسی به روش کار	عدم امکان دسترسی به نتایج
نیکبخت و همکاران (۱۳۹۱الف) [۱۲۲] *م	بررسی اثر چرا و بوته‌های پرستار بر تراکم بانک بذر	نمونه‌برداری به روش سیستماتیک-تصادفی و استفاده از کرت‌های انعطاف‌پذیر در زیراشکوب و فضای باز بین بوته‌ها	• تعیین بیش‌ترین و کم‌ترین تراکم بانک بذر به‌ترتیب در منطقه چرای متوسط و قرق • بالا بودن میزان تراکم بانک بذر در زیراشکوب بوته‌ها به‌طور معنی‌دار نسبت به فضای باز • داشتن نقش مهم بوته‌های پرستار در حفاظت و تجمع بانک بذر
نیکبخت و همکاران (ب ۱۳۹۱) [۱۲۳] *م	بررسی ریخت‌شناسی بذرهای موجود در بانک بذر خاک	نمونه‌برداری به روش سیستماتیک-تصادفی و استفاده از کرت‌های انعطاف‌پذیر	• رایج‌ترین اندام پراکنش مربوط به گروه دارای زوائد بلند • شناسایی اندام پراکنش دارای زوائد بلند به‌عنوان مناسب‌ترین سیستم پراکنش برای بذور مرتعی
گلکاریان و همکاران (۱۳۹۲) [٦٤] *ز	ارزیابی توانایی و قابلیت مدل RHEM در برآورد میزان رسوب دامنه‌های مرتعی	کاربرد مدل RHEM	• عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد بین داده‌های مشاهده‌ای و برآوردی در بررسی کلیه کرت‌های فرسایشی و میانگین داده‌ها در سه جهت مخالف قرارگیری کرت‌ها • تأیید توانایی مدل در تعیین تأثیر کمی اقدامات مختلف حفاظت خاک در فرایندهای هیدرولوژیکی و فرسایش خاک

*م و *ز به‌ترتیب بیان‌گر محل پژوهش در آبخیزهای معرف و زوجی است.

ادامه جدول ٦- خلاصه‌ای از مرور منابع پژوهشی آبخیز معرف و زوجی کاخک

Continued Table 6. A summary of the literature review of Kakhk representative and paired watershed

پژوهش‌گران (سال) Researchers (Year)	هدف پژوهش Research goal	روش کار Methodology	نتایج Results
عشقی‌زاده و طالبی (۱۳۹۳) [٤١] *ز	بررسی کارایی فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) در برآورد توان سیل‌خیزی	استفاده از عوامل توپوگرافی، اقلیمی، زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، هیدرولوژی، پوشش گیاهی و کاربری اراضی	• محاسبه متوسط وزن توان سیل‌خیزی در آبخیز شاهد ۰/۲۵ و در آبخیز نمونه ۰/۲۱ • عامل شماره منحنی دارای بیش‌ترین وزن و جهت شیب شمالی دارای کم‌ترین وزن در محاسبه توان سیل‌خیزی
محرابی محمد و همکاران (۱۳۹۳) [۱۰٦] *ز	ارزیابی عملکرد مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز	تحلیل معیارهای مختلف مدیریتی با کمک نظرات کارشناسان و دست‌اندرکاران پروژه‌ها و استفاده از تحلیل سلسله مراتبی (AHP)	• شناسایی معیار اصلی مشارکت مردمی با درجه اهمیت ۰/۳۰۱ به‌عنوان مهم‌ترین معیار و احداث منابع آبی با درجه اهمیت ۰/۰۰۲ به‌عنوان آخرین معیار
کلانتری و همکاران (۱۳۹٤) [۸٤] *ز	بررسی قابلیت مدل RHEM در برآورد رواناب	کاربرد مدل RHEM	• کاهش ۸۰ درصدی رواناب با افزایش ۵۰ درصدی پوشش گیاهی • تأیید توانایی مدل در تعیین تاثیر کمی اقدامات زیستی حفاظت خاک در فرایندهای هیدرولوژیکی و تولید رواناب
قطب‌الدین و همکاران (۱۳۹٤الف) [٦۰] *ز	بررسی تاثیر اقدامات زیستی بر سیل‌خیزی	کاربرد مدل HEC-HMS	• کم‌تر بودن ۹۰/۷ درصدی متوسط دبی اوج آبخیز نمونه نسبت به آبخیز شاهد • کم‌تر بودن ۷۱/۵۱ درصدی حجم متوسط جریان در آبخیز نمونه نسبت به آبخیز شاهد
قطب‌الدین و همکاران (۱۳۹٤ب) [٦۱] *ز	بررسی اثرات اقدامات مکانیکی آبخیزداری بر هیدروگراف سیل	کاربرد مدل HEC-HMS	• کم‌تر بودن ۸۲/۲۹ درصدی متوسط دبی اوج آبخیز نمونه نسبت به آبخیز شاهد • کم‌تر بودن ۵۷/۹٦ درصدی حجم متوسط جریان در آبخیز نمونه نسبت به آبخیز شاهد
عباسی و همکاران (۱۳۹٤) [۳] *ز	بررسی تأثیر پوشش گیاهی بر ضریب رواناب	نمونه‌برداری صحرایی	• کاهش ۲۰ تا ۵۵ درصدی ضریب رواناب در آبخیز نمونه نسبت به شاهد در مقیاس کرت • کاهش ۳۸ درصدی ضریب رواناب در آبخیز نمونه نسبت به شاهد در مقیاس آبخیز
زرعی و همکاران (۱۳۹٤) [۱٦۸] *ز	برآورد میزان رواناب حاصل از بارش	استفاده از انواعی از شبکه‌های عصبی مصنوعی	• عملکرد متفاوت هر یک از مدل‌ها بسته به تعداد مختلف پارامترهای ورودی، نرون‌های لایه پنهان و نیز تعداد لایه‌های مخفی در زمان اجرای مدل • در مجموع مناسب بودن دقت مدل‌ها در برآورد رواناب
داودی مقدم و همکاران (۱۳۹۵) [۳٦] *ز	مقایسه رواناب سطحی، هدررفت خاک و عناصر غذایی	استفاده از کرت‌هایی استاندارد در مقیاس رگبارهای طبیعی از سال ۱۳۹۰ تا اوایل ۱۳۹۳	• اختلاف معنی‌دار ($p<0/05$) هدررفت خاک، غلظت نیتروژن، پتاسیم و رسوب در آبخیزهای نمونه و شاهد • عدم وجود اختلاف معنی‌دار حجم رواناب و غلظت فسفر در دو آبخیز نمونه و شاهد
باقریان و همکاران (۱۳۹۳) [۲٦] *ز	ارزیابی میزان موفقیت طرح‌های زیستی	روش‌های اسنادی و پیمایشی	• ارزیابی نسبتاً موفق (۹۷ درصد) کارایی عملیات زیستی • تاثیر بیش‌تر عوامل انسانی نسبت به عوامل طبیعی در موفقیت طرح از بین ۱۰ عامل مورد بررسی
عشقی‌زاده (۱۳۹٦) [٤۲] *ز	بررسی تاثیر عملیات زیستی و قرق بر ویژگی‌های پوشش گیاهی	نمونه‌برداری تصادفی- سیستماتیک در سه موقعیت مختلف و استفاده از آزمون t مستقل	• تفاوت معنی‌دار مقادیر تاج پوشش، لاشبرگ، خاک لخت و تولید در سطح یک درصد و مقادیر سنگ و سنگریزه در سطح پنج درصد • تاثیر معنی‌دار اجرای طرح‌های زیستی و قرق در افزایش درصد تاج پوشش گیاهی • وضعیت متوسط با گرایش مثبت منطقه تحت اجرای طرح • وضعیت فقیر با گرایش منفی آبخیز شاهد

*م و *ز به‌ترتیب بیان‌گر محل پژوهش در آبخیزهای معرف و زوجی است.

ادامه جدول ٦- خلاصه‌ای از مرور منابع پژوهشی آبخیز معرف و زوجی کاخک

Continued Table 6. A summary of the literature review of Kakhk representative and paired watershed

پژوهش‌گران (سال) Researchers (Year)	هدف پژوهش Research goal	روش کار Methodology	نتایج Results
زرعی و همکاران (۱۳۹٦) [۱٦۹] *ز	بررسی کارایی روش‌های مختلف برآورد میزان رواناب	• روش‌های آماری رگرسیون چندگانه و • مدل‌های هوش مصنوعی	• کارایی قابل قبول و نسبتاً مشابه انواع روش‌های آماری و هوش مصنوعی در نظر گرفته شده در برآورد میزان رواناب • کارایی بهتر مدل‌های عصبی پیش‌خور نرمال و پیش‌خور Cascade با تعداد پنج پارامتر ورودی نسبت به سایر مدل‌ها
عشقی‌زاده و همکاران (۱۳۹۸) [٤۳] *ز	بررسی الگوریتم توزیع جریان چند جهته در مقیاس آبخیز	ثبت جریان‌های سطحی ایجاد شده بر اثر ۳٤ رخداد برای ورود به مدل LAPSUS	• تأیید توانایی بالای توزیع جریان چندجهته در شبیه‌سازی جریان سطحی با ضریب تبیین ۰/۹۹ و RMSE نرمال شده برابر با ۳/۹ درصد
قطب‌الدین و همکاران (۱۳۹۸) [٦۲] *ز	بررسی نقش اقدامات آبخیزداری بر خصوصیات آب‌نمود سیل	کاربرد مدل HMS-HEC و بازدیدهای میدانی	• کاهش ضریب سیلاب، دبی اوج و حجم سیلاب به‌ترتیب با سطح معنی‌داری برابر با ۰/۰۰۱، ۰/۰۲۷ و ۰/۰۲٦ در اثر اقدامات آبخیزداری • تعدیل ۸/۸ و ۱۲/٦٤ درصد بیش‌تر عملیات زیستی به‌ترتیب در دبی اوج و حجم سیلاب نسبت به عملیات سازه‌ای
قطب‌الدین و همکاران (۱۳۹۸) [٦۲] *ز	بررسی نقش اقدامات آبخیزداری بر خصوصیات آب‌نمود سیل	کاربرد مدل HMS-HEC و بازدیدهای میدانی	• کاهش ضریب سیلاب، دبی اوج و حجم سیلاب به‌ترتیب با سطح معنی‌داری برابر با ۰/۰۰۱، ۰/۰۲۷ و ۰/۰۲٦ در اثر اقدامات آبخیزداری • تعدیل ۸/۸ و ۱۲/٦٤ درصد بیش‌تر عملیات زیستی به‌ترتیب در دبی اوج و حجم سیلاب نسبت به عملیات سازه‌ای
قلاسی‌مود و آسا (۱۳۹۸) [٦۳] *م	بررسی پوشش گیاهی منطقه سد کاخک با هدف شناسایی گونه‌ها به‌ویژه گونه‌های دارویی	ثبت اطلاعات در ۱۵ کرت در نقاط مختلف به‌صورت تصادفی و در شیب‌های مختلف	• تعیین خانواده گیاهی مرکبات به‌عنوان غالب‌ترین خانواده گیاهی با بیش‌ترین تعداد گونه و بیش‌ترین مقدار تراکم نسبی، تنوع نسبی و شاخص خانواده (FIV) • بیش‌ترین مقدار فراوانی نسبی و شاخص اهمیت گونه (IVI) مربوط به گونه یال اسبی به‌عنوان یک گونه مهم از نظر حفاظت خاک و مرتعداری • وجود تنوع متوسط از نظر شاخص تنوع شانون واینر • وجود یکنواختی متوسط تا عالی از نظر شاخص‌های یکنواختی پایلو و سیمپسون (به‌ترتیب ۰/۵۳ و ۱)
نور و همکاران (۱٤۰۰) [۱۲٦] *ز	اندازه‌گیری فرسایش خاک	استفاده از میخ و کرت فرسایشی	• متوسط تغییرات فرسایش در یک سال برابر با ۸/٦ و ۷/۸ میلی‌متر به‌ترتیب در آبخیزهای شاهد و نمونه • حداکثر میزان تغییرات ثبت شده در یک سال برابر با ۱۹/۳ و ۱۵/۰ میلی‌متر در آبخیزهای شاهد و نمونه

*م و *ز به‌ترتیب بیان‌گر محل پژوهش در آبخیزهای معرف و زوجی است.

و فرسایش و رسوب پرداخته‌اند [۳۳، ۷۰، ۷۱، ۷٦، ۸۱، ۸۲، ۸۵، ۸٦، ۸۸، ۹۸، ۱۲۷، ۱۲۸، ۱۲۹]. هم‌چنین، غالب روش‌های مورد استفاده شامل کاربرد شماره منحنی، WaTEM/SEDEM، نموگراف ویشمایر و اسمیت، SWAT، مدل نفوذ هورتون و LISEM بوده است.

برای آبخیز کچیک شاخص فرسایش‌پذیری خاک با استفاده از نموگراف ویشمایر و اسمیت حدود ۰/۰۵ تا ۰/۰۹ مگاگرم ساعت بر مگاژول بر میلی‌متر محاسبه شده که به‌ترتیب حدود ۱۸۲، ٤/۱۱، ٦ و ۰/۳۵ برابر بزرگ‌تر از نتایج حاصل از اندازه‌گیری صحرایی، شاخص فورنیه، SWAT مبتنی بر شدت نیم‌ساعته و SWAT مبتنی بر شاخص فورنیه تخمین زده شده است [۹۸، ۱۰۰]. همت‌زاده و همکاران [۷۳] نقش مدیریت پوشش گیاهی بر رواناب را مورد تأیید قرار دادند. به‌نحوی‌که در آبخیز نمونه (قرق شده)، مقدار رواناب تولیدی حدود ۱۷/٤۳ درصد از بارندگی را تشکیل می‌دهد و در آبخیز نمونه این نسبت به ۳۵/۳۸ درصد رسیده است. این اختلاف در مقدار رواناب تولیدی دو آبخیز نمونه و شاهد از نظر آماری نیز در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار ارزیابی شده است. علاوه‌براین، در اثر مدیریت مناسب پوشش گیاهی در آبخیز نمونه، تولید علوفه تقریباً سه برابر آبخیز شاهد به‌دست آمده است.

فضل‌الهی و همکاران [۵۰] در مطالعه خود از روش انگشت‌نگاری رسوبات در جهت تعیین سهم اشکال مختلف در اراضی لسی بهره گرفتند. در این مطالعه، ۲۷ ردیاب اندازه‌گیری شد و از این میان پنج ردیاب سدیم (اولین ردیاب)، استرانسیوم، باریم، کبالت و منیزیم (آخرین ردیاب) را بهترین ترکیب انتخاب کردند. ردیاب باریوم، بیش‌ترین وزن تغییرپذیری را نشان داد. ردیاب سدیم و کبالت با وزن قدرت تمایز ۱/۳۸ و ۱، بالاترین و کم‌ترین توانایی را در تفکیک صحیح منابع رسوب به خود اختصاص دادند. فرسایش سطحی با ۲۸/٤ درصد کم‌ترین و فرسایش زیرسطحی با میزان سهم ۷۱/٦ درصد بیش‌ترین مشارکت را در تولید رسوب داشته‌اند. میردیلمی و همکاران [۱۰۸] رابطه بین میزان پراکنش مهم‌ترین گونه‌های دارویی مراتع آبخیز کچیک با عوامل محیطی را ارزیابی کردند و نشان دادند که

تغییرات گونه‌های گیاهی بیش‌تر تحت تاثیر اثرات مشترک دو عامل خاکی و توپوگرافی بوده است. از میان عوامل توپوگرافی، جهت شیب و مقدار شیب و از میان عوامل خاکی میزان اسیدیته و بافت خاک بیش‌ترین تاثیر را در پراکنش گونه‌ای دارند.

فارسی و همکاران [٤٧] به مطالعه نقش بوم‌سازگان طبیعی در مهار فرسایش خاک و تعیین ارزش اقتصادی حفاظت خاک بر اساس کارکرد حفظ حاصلخیزی خاک پرداخته‌اند. برای برآورد کمی میزان فرسایش خاک، از مدل RUSLE استفاده و برای محاسبه ارزش اقتصادی کارکرد حفظ حاصلخیزی خاک، میزان نگه‌داشت و محتوای عناصر غذایی خاک منطقه را بررسی کردند. آن‌ها نشان دادند که فرسایش خاک در منطقه بین صفر تا ۲۳۹/۲ تن در هکتار در سال متغیر بوده و میانگین آن ۷/۹٤ تن در هکتار در سال است. ارزش عناصر اصلی حفظ شده در خاک کل آبخیز برابر با۲۱ /۹ میلیارد ریال در سال و ارزش هر هکتار بوم‌سازگان منطقه برابر ۲/۵۵ میلیون ریال در سال برآورد شد. نتایج به‌دست آمده از نرم‌افزار IDRISI Selva نشان داد که عامل طول و درجه شیب با ضریب همبستگی ۹۳ درصد و ضریب تبیین۸۷ /۰ بیش‌ترین تأثیر را در برآورد فرسایش سالانه خاک داشته است. ارزش به‌دست آمده در هر هکتار جنگل ۳۹/۳، مرتع ۸٤/۲ و دیمزار ۱٦/۲ میلیون ریال در سال بوده که نشان‌دهنده ارزش بیش‌تر بوم‌سازگان مرتعی نسبت به اراضی دیم‌زار است. با توجه به اثرات مثبت پوشش گیاهی، لزوم توجه ویژه به پوشش گیاهی مرتعی و جنگلی به‌منظور کاهش فرسایش خاک مورد تأکید است (جدول ۷).

جدول ۷- خلاصه‌ای از مرور منابع پژوهشی آبخیز معرف و زوجی کچیک

Table 7. A summary of the literature review of Kechik representative and paired watershed

پژوهش‌گران (سال) Researchers (Year)	هدف پژوهش Research goal	روش کار Methodology	نتایج Results
Kiani and Ghezelseflo (2016)*ز [۱۰۰]	ارزیابی توانایی شاخص ویشمایر و اسمیت در تخمین فرسایش‌پذیری خاک	• نموگراف ویشمایر و اسمیت	• محاسبه شاخص ویشمایر و اسمیت به‌ترتیب ۱۸۲، ٤/۱۱، ٦ و ۰/۳۵ برابر مقدار واقعی در رابطه با بارندگی نیم ساعته، شاخص Fournier، مقدار SWAT با بارندگی نیم ساعته و مقدار SWAT به‌دست آمده از شاخص Fournier • بیش‌تر بودن فرسایش‌پذیری برآورد شده توسط شاخص ویشمایر و اسمیت نسبت به میزان اندازه‌گیری شده واقعی
همت‌زاده و همکاران (۱۳۸۵) [۷۳]*ز	بررسی تغییرات پوشش تاجی، ترکیب گونه‌ای و تولید علوفه تحت شرایط قرق و چرای دام	• بررسی متغیرهای فلور گیاهی، پوشش تاجی، تولید زیستی، تولید علوفه و ظرفیت مرتع با استفاده از کوادرات‌های تصادفی	• تفاوت معنی‌دار درصد پوشش گیاهی و تنوع گونه‌های خوشخوراک شرایط قرق با غیر قرق • ترکیب گونه‌ای قرق عمدتاً شامل گیاهان کلاس I و II در مقایسه با غلبه گونه‌های کلاس III و مهاجم در غیر قرق • متوسط تولید علوفه در وضعیت قرق تقریباً سه برابر تولید در وضعیت چرا
مقصودلوراد (۱۳۸۵) [۱۰٤]*ز	ارائه راهکارهای مدیریت سیلاب	• آماربرداری و تجزیه و تحلیل داده‌ها	• کاهش میزان فرسایش خاک از ۹/۹ به ۰/۹ تن در هکتار در سال
کلته و همکاران (۱۳۸۹الف) [۸۵]*ز	ارزیابی کارایی مدل فیزیکی LISEM در شبیه‌سازی آب‌نمود سیلاب	• مدل فیزیکی LISEM	• وجود همبستگی خوب بین آب‌نمودهای مشاهداتی و شبیه‌سازی • تطابق خوب آب‌نمودهای مشاهداتی و برآوردی از نظر ویژگی‌های مهم آب‌نمود • تأیید کارایی مناسب مدل در شبیه‌سازی فرایند بارش-رواناب
همت‌زاده و همکاران (۱۳۸۸) [۷٤]*ز	نقش مدیریت پوشش گیاهی بر میزان رواناب سطحی	• قرق پنج ساله و نمونه‌برداری گیاهی با استفاده از کوادرات یک مترمربعی به‌صورت سیستماتیک-تصادفی، تجزیه و تحلیل‌های آماری داده‌ها	• پوشش تاجی در داخل و خارج قرق به‌ترتیب برابر با ۹۵/۲ و ۵۲/۹ • میزان رواناب حاصل از رگبارهای انتخابی در منطقه داخل و خارج قرق به‌ترتیب برابر ۱۷/٤۳ و ۳۵/۳۸ درصد • محاسبه ضریب همبستگی ۰/۷٦ (قرق) و ۰/۸ (غیرقرق) بین تاج پوشش گیاهی و رواناب • محاسبه ضریب همبستگی ۰/۷٦ (قرق) و ۰/۸ (غیرقرق) بین شدت بارندگی و رواناب
کلته و همکاران (۱۳۸۹ب) [۸٦] *ز	ارزیابی کارایی مدلLISEM به‌منظور برآورد سیل	• استفاده از مدل LISEM	• تأیید کارایی مدل از طریق ارزیابی و بررسی هیدروگراف‌ها و داده‌های حاصل از مدل
کبیر و همکاران (۱۳۸۹) [۸۳] *م	شبیه‌سازی رواناب	• مدل هیدرولوژیکی توزیعی-مکانی WetSpa	• پاسخ مناسب آبخیز به عامل محرک بارش و دارای روند منطقی
همدمی و همکاران (۱۳۹۰) [٦۷] *م	بررسی ارتباط تولید رواناب با برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک	• انتخاب تصادفی ۷۲ نقطه و استفاده از شبیه‌ساز باران صحرایی	• بالاترین همبستگی منفی مربوط به درصد سیلت با میزان رواناب تولیدی در سطح اعتماد ۹۵ درصد در کاربری زراعت گندم • وجود همبستگی مثبت با درصد شن و همبستگی منفی با درصد سیلت در شدت بارش ٤۷ میلی‌متر

*ز بیان‌گر محل پژوهش در آبخیزهای زوجی است.

ادامه جدول ۷- خلاصه‌ای از مرور منابع پژوهشی آبخیز معرف و زوجی کچیک

Continued Table 7. A summary of the literature review of Kechik representative and paired watershed

پژوهش‌گران (سال) Researchers (Year)	هدف پژوهش Research goal	روش کار Methodology	نتایج Results
نیک‌نهاد و مارامایی (۱۳۹۰) [۱۲۵] *ز	اثرات تغییر کاربری بر ویژگی‌های خاک	• اندازه‌گیری برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک کاربری‌های جنگل، مرتع و زراعت و تحلیل تفاوت بین میانگین آن‌ها	• اثر تغییر کاربری بر تغییر بافت خاک از شنی-رسی-لومی به شنی-لومی و رده خاک از خاک رسی با خاصیت خمیری بالا به خاک رسی با خاصیت خمیری پایین و کاهش متوسط قطر خاکدانه‌ها • تخلخل کم‌تر و جرم مخصوص بیش‌تر خاک زراعی در مقایسه با خاک‌های جنگلی و مرتعی • کاهش معنی‌دار میزان ماده آلی، ازت آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی خاک در کاربری زراعی در مقایسه با کاربری‌های جنگل و مرتع
نیک‌نهاد قرماخر (۱۳۹۱) [۱۲٤] *ژ	مطالعه اثرات اقدامات مدیریتی بر پوشش گیاهی و رواناب	عدم امکان دسترسی به نتایج	عدم امکان دسترسی به روش کار
عیسائی و همکاران (۱۳۹۰) [۳۹] *م	بررسی نقش شیب بر عملکرد گندم	• نمونه‌برداری کاملاً تصادفی در شیب‌های ۰-۱۲، ۱۲-۲۰ و بیش از ۲۰ درصد	• تفاوت معنی‌دار تیمارها در سطح یک درصد معنی‌داری
غلامی و همکاران (۱۳۹٤) [۵۷] *م	مقایسه روش‌های تبخیر و تعرق و تعیین مناسب‌ترین روش	• روش‌های تجربی بلانیف کریدل، جنسن، هیز، تورک، پریستلی تیلور و هارگریوز، سامانی	• داشتن بهترین تطابق با داده‌های روش ترکیبی توسط روش تجربی پریستلی تیلور و سپس روش‌های تجربی بلانی-کریدل و هارگریوز، جنسن-هیزو تورک
احمدی بنی و همکاران (۱۳۹٤) [۱۰] *ژ	بررسی اثر گونه وتیور گراس (Chrysopogon zizanioides) بر برخی از خصوصیات خاک	• نمونه‌برداری صحرایی و اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی خاک	• اثر منفی معنی‌دار ($p<0/05$) وتیور گراس بر پایداری خاکدانه‌ها و مقدار آهک خاک پس از گذشت شش سال • افزایش معنی‌دار ($p>0/05$) مقدار کربن آلی، فسفر قابل جذب، سدیم و پتاسیم تبادلی خاک توسط وتیور گراس • توصیه به کاشت با احتیاط این گیاه در مراتع و مطالعه اثرات آن گیاه بر پوشش گیاهی منطقه
میردیلمی و همکاران (۱۳۹۳) [۱۰۹] *م	مطالعه اتنوبوتانی و اتنواکولوژی گونه‌های دارویی	• جمع‌آوری اطلاعات با مصاحبه و پرسشنامه	• تأیید اهمیت دانش بومی در زمینه خواص درمانی گونه‌های دارویی و خصوصیات بوم‌شناختی گیاهان (اتنواکولوژی) و امکان کسب اطلاعات گران‌بها
خرمایی و همکاران (۱۳۹۵) [۹۸] *ژ	بررسی شاخص فرسایش‌پذیری خاک	• نموگراف ویشمایر و اسمیت و مدل SWAT	• به‌دست آوردن ۱۸۲ برابری شاخص ویشمایر و اسمیت نسبت به مقدار واقعی فرسایش‌پذیری به‌دست آمده از کرت‌ها و شدت بارش نیم‌ساعته، ٤/۱۱ برابری آن نسبت به شاخص فورنیه، شش برابری آن نسبت به مدل SWAT و شدت بارش نیم‌ساعته و ۰/۳۵ برابری آن نسبت به شاخص فورنیه
عباسی و همکاران (۱۳۹۵) [٤] *م	بررسی تغییرات رواناب، هدررفت خاک و عناصر غذایی در کاربری‌های گیاهی مختلف	• اندازه‌گیری‌های میدانی در مقیاس کرت و آزمایشگاهی و تحلیل‌های آماری	• کاهش معنادار در متغیرهای شیمیایی و افزایش معنادار در متغیرهای فیزیکی در اثر تغییر تدریجی نوع کاربری از جنگل به‌سمت مرتع، زراعت هندوانه و گندم درو شده و افزایش شیب
حسینعلی‌زاده و علی‌نژاد (۱۳۹۹) [۷٦] *ز	بررسی کارایی مدل WaTEM/SEDEM جهت برآورد فرسایش آبی و خاک‌ورزی	• نمونه‌برداری دنباله‌ای و تعیین میزان فعالیت سزیم ۱۳۷	• محاسبه نسبت تحویل رسوب حدود ۹۷ درصد و تأیید پتانسیل بالای منطقه برای تولید رسوب • تأیید کم‌تخمینی مدل WaTEM/SEDEM نسبت به مقادیر اندازه‌گیری شده سزیم ۱۳۷ در نهشته‌های لسی، فرسایش‌پذیر و حاصل‌خیز شمال شرق استان گلستان

*م و *ژ به‌ترتیب بیان‌گر محل پژوهش در آبخیزهای معرف و زوجی است.

نکته: به‌دلیل تعداد زیاد مطالعات صورت گرفته در مقیاس آبخیز معرف از ذکر برخی منابع که توضیح آن‌ها در متن ارائه شده، خودداری شده است.

آبخیز معرف و زوجی کسیلیان، مازندران

آبخیز کسیلیان دومین آبخیز معرف کشور است که در سال ۱۳٤۹ توسط وزارت نیرو تأسیس شده که در بین آبخیزهای اصلی شش‌گانه ایران در داخل حوضه آبریز دریای مازندران قرار گرفته است. کل سطح آبخیز کسیلیان پوشیده از جنگل، مرتع و اراضی زراعی است [۱٦]. عمدتاً خاک اراضی جنگلی آن از نوع لومی رسی است [٤۵]. آبخیز کسیلیان مجهز به ۱۲ ایستگاه باران‌سنجی (پنج ایستگاه معمولی، هفت ایستگاه باران‌سنج ذخیره‌ای و یک ایستگاه هیدرومتری در خروجی آبخیز) است [۱۳۰]. منبع اصلی درآمد مردم بر مبنای دام‌پروری و کشاورزی است که اغلب به‌صورت سنتی انجام می‌شود. دیم‌کاری، رایج‌ترین شیوه تولید محصولات زراعی و عامل اصلی تبدیل اراضی مرتعی به زراعت محسوب می‌شود و استفاده از ماشین‌آلات کشاورزی مخصوصاً در مراحل مختلف شخم و آماده‌سازی زمین معمول است [۱٦٤]. مطالعات صورت گرفته در آبخیز معرف و زوجی کسیلیان،

حدود ٤٤ مورد بوده که ٤٣ مورد از آن‌ها در آبخیز معرف صورت گرفته است [٥، ٦، ٧، ٨، ١١، ١٢، ١٣، ١٤، ١٨، ١٩، ٢٤، ٢٩، ٣١، ٣٢، ٣٤، ٣٧، ٣٨، ٤٤، ٤٦، ٥١، ٥٣، ٥٦، ٩١، ٩٧، ١١٠، ١١٢، ١١٥، ١١٦، ١١٧، ١١٩، ١٣٠، ١٣٤، ١٣٦، ١٤٠، ١٤١، ١٤٢، ١٤٣، ١٤٨، ١٥٢، ١٥٣، ١٥٤، ١٥٨، ١٧٠، ١٧١]. خلاصه‌ای از مرور منابع آبخیز کسیلیان در جدول ٨ ارائه شده است.

بررسی ترکیب و تنوع پوشش گیاهی در دو آبخیز نمونه (قرق) و شاهد (تحت چرای دام) تنها مطالعه‌ای بوده که در آبخیزهای زوجی صورت گرفته است [١٨]. نتایج نشان داد که تعداد گونه و شاخص‌های سیمپسون، شانون، منهنیک و مارگالف به‌ترتیب برابر با ١٣/٩٠، ٠/٧٩، ٢/٠٢، ١/٤١ و ٢/٨٢ در آبخیز نمونه و برابر با ٤/٥٣، ٠/٤٤، ٠/٨٧، ٠/٦٤ و ٠/٨٥ در آبخیز شاهد بوده است. تحلیل آماری نشان داد که تمامی شاخص‌های تنوع و غنای گونه‌ای به‌جز یکنواختی بین دو آبخیز شاهد و نمونه دارای اختلاف معنی‌دار بوده و مقادیر آن‌ها در آبخیز نمونه بیش‌تر از آبخیز شاهد به‌دست آمده است. پیش‌بینی و شبیه‌سازی رواناب و دبی آبخیز معرف کسیلیان با استفاده از مدل‌های HEC-HMS، R-20 و هیدروگراف [٨، ١٢، ١٣، ١٤، ٢٤، ٣١، ١٥٤]، رگرسیون چندمتغیره [٥١]، انتقال رواناب هیدروگراف واحد SCS و کلارک [١٢، ١٣، ١٤، ١٩]، HEC-1 WMS [١٣٠]، شبکه عصبی مصنوعی [٤٦، ١٣٤]، BROOK90 [٩٧]، توزیع چندمتغیره مفصل [٣٨] و SMAR و Sacramento نیز مورد بررسی قرار گرفته و نتایج دلالت بر کارائی مناسب آن‌ها بوده است. در همین راستا، اسدی و همکاران [١٩] به ارزیابی آب‌نمود واحد لحظه‌ای کلارک در تخمین سیلاب پرداختند. نتایج نشان داد که ارزیابی مقایسه‌ای آب‌نمود واحد سه ساعته متوسط آبخیز با آب‌نمود واحد سه ساعته به‌دست آمده از روش کلارک با کمک آماره‌های خطای نسبی، مجذور میانگین مربعات خطا، ضریب کارایی و میزان انحراف دلالت بر دقت مناسب روش مذکور در تخمین دبی سیلابی دارد و مدل کلارک دبی اوج بیش‌تری را نسبت به آب‌نمود مشاهده‌ای نشان داد. هم‌چنین بر پایه خطاهای نسبی تعیین شده برای زمان پایه، دبی و زمان تا اوج در یک مقایسه پارامتریک، حداکثر خطای تخمین مربوط به زمان تا اوج برابر با ٣٣/٣٣ و مدل در برآورد دبی اوج موفق‌تر از سایر متغیرها بوده است.

اصلانی و همکاران [٢٤] با مقایسه ظاهری هیدروگراف و میانگین ارزیابی معیارها نشان دادند که مدل شبیه‌ساز-بهینه‌ساز مخزن خطی ناش، مؤلفه‌های هیدروگراف جریان را به‌صورت مناسب و با دقت قابل قبول شبیه‌سازی می‌کند و با صرف کم‌ترین زمان، برآوردی مناسب از واکنش آبخیز در مقابل بارش ورودی می‌توان به‌دست آورد. هم‌چنین آن‌ها به کارایی و دقت بالای روش واسنجی الگوریتم ژنتیک پیوسته در تعیین پارامترهای ورودی مدل ناش تاکید داشتند و اذعان داشتند که در صورت وجود داده‌های دقیق کاربری اراضی، جزئیات بافت خاک و میزان نفوذ خاک می‌توان از روش‌های دیگری مانند شماره منحنی و یا منحنی تغییرات نفوذ برای محاسبه میزان دقیق بارش مازاد استفاده کرد. عبداللهی اسد آبادی و همکاران [٧] نیز به تخمین دبی بیشینه آب‌نمود از طریق توابع توزیع چندمتغیره مفصل با استفاده از مشخصه‌های باران به‌عنوان تخمین‌گر پرداختند و همبستگی دو مشخصه کلیدی باران یعنی عمق و تداوم آن، با مشخصه دبی بیشینه آب‌نمود را ارزیابی کردند. تابع مفصل برتر یعنی علی-میخائیل-حق از بین هفت تابع مفصل مورد بررسی، شامل کلایتون، علی-میخائیل-حق، فارلی-گامبل-مورگنسترن، فرانک، گالامبوس، گامبل-هوگارد و پلاکت شناسایی شد و نشان دادند که توابع مفصل در زمینه تخمین‌های احتمالاتی هیدرولوژیکی عملکرد مناسبی دارد.

هم‌چنین پژوهش‌هایی در زمینه تخمین و ارزیابی وضعیت فرسایش و رسوب آبخیز معرف کسیلیان توسط صادقی و همکاران [١٤١]، عبدی دهکردی و همکاران [٦]، عبدی دهکردی و همکاران [٥] و گرامی لوشابی و همکاران [٥٣] انجام شده است. برای نمونه، عبدی دهکردی و همکاران [٦] به برآورد رسوبات معلق با استفاده از معادلات رگرسیونی منحنی‌های سنجه رسوب و روش‌های هیدرولوژیکی در برآورد دبی رسوب پرداختند که دسته‌بندی داده‌ها به‌صورت سالانه، فصلی، دوره مشابه هیدرولوژیکی، دوره پرآبی و کم‌آبی، دبی کلاسه، وضعیت هیدروگراف جریان و روش حدود دسته‌ها صورت پذیرفته است. نتایج نشان داد که روش منحنی سنجه رسوب با خطا همراه است ولی روش حد وسط دسته مناسب‌ترین روش در برآورد بار معلق ارزیابی شد.

آبخیز معرف و زوجی گنبد، همدان

آبخیز معرف و زوجی گنبد در ٢٨ کیلومتری جنوب شرقی همدان قرار دارد. تفاوت اصلی دو آبخیز نمونه و شاهد در نوع مدیریت آن‌هاست. عملیات آبخیزداری در آبراهه اصلی در آبخیز نمونه انجام شده است. هم‌چنین، این آبخیز از سال ١٣٨١ در حالت قرق بوده و یا در آن چرای تأخیری با شدت سبک انجام می‌شود. در حالی‌که آبخیز شاهد کاملاً رها شده و تحت چرای سنگین و آزاد قرار دارد و هیچ‌گونه مدیریت خاصی در آن اعمال نمی‌شود. شیب، شدت چرا و پوشش گیاهی بر ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی خاک آبخیز زوجی گنبد اثرگذار ارزیابی شده است. به‌نحوی‌که بیش‌ترین مقاومت فروری در کرت‌های دارای چرای کنترل شده، مشاهده شده است. شیب بیش‌ترین اثر را بر وزن مخصوص خاک و مقاومت فروروی در فشار ٣٠ و ١٥٠٠ کیلوپاسکال داشته است. هم‌چنین، منحنی کلی مقاومت فروروی خاک با افزایش شدت چرا نیز افزایش یافت. دامنه‌های جنوبی نسبت به دامنه‌های شمالی دارای مواد آلی کم‌تر و ذرات درشت‌تر خاک و لذا مقاومت فروروی بالاتر بودند [٣٠]. علاوه‌براین، چرای بیش‌از حد موجب افزایش وزن مخصوص ظاهری و در نتیجه تخریب ویژگی‌های فیزیکی خاک شده است. نسبت سیلت به ماسه و میزان رس به‌ترتیب اثرات مستقیم و غیرمستقیم بر منحنی کوبیدگی خاک نشان دادند [٣٠].

ارزیابی اثرات پوشش‌های گیاهی مختلف بر کربن آلی خاک و

جدول ۸- خلاصه‌ای از مرور منابع پژوهشی آبخیز معرف و زوجی کسیلیان

Table 8. A summary of the literature review of Kasilian representative and paired watershed

پژوهش‌گران (سال) Researchers (Year)	هدف پژوهش Research goal	روش کار Methodology	نتایج Results
عابدی و سبزواری (۱۳۹۶) [۸] *م	استخراج مدل دقیق با استفاده از مدل هیدروگراف خطی الگوریتم مارگارت واحد مصنوعی گاما	• توزیع گامای، مدل ناش، روابط غیر	• میزان دبی بیشینه در رخداد ۶۹/۶/ ۱۱ دارای بیش‌ترین مقدار و در رخداد ۷۱/۳/۳۰ دارای کم‌ترین مقدار • تخمین مناسب و با خطای کم زمان t با دبی بیشینه با استفاده از روش توزیع گامای دو عاملی و دارای خطای کم‌تر از هفت درصد
دلپسند و همکاران (۱۳۹۷) [۳۸]	مقایسه کارایی دو مدل هیدرولوژیکی SMAR و Sacramento به‌منظور شبیه‌سازی دبی روزانه	• ارزیابی دقت مدل‌ها با شاخص‌های آماری	• نتایج بهتر مدل Sacramento با شاخص ENS=0.64 و RMSE=0.26 در دوره واسنجی و با شاخص ENS=0.43 و RMSE=0.29 نسبت به SMAR • عملکرد مناسب مدل‌ها در پیش‌بینی مقادیر کمینه و متوسط جریان • عدم شبیه‌سازی مناسب دبی‌های اوج
سرتیپ و همکاران (۱۳۹۷) [۱۴۸] *م	ارائه یک مدل واسنجی خودکار برای احتساب رطوبت خاک در برآورد رواناب	• استفاده از مدل پیوسته بارش- رواناب HMS-SMA و الگوریتم کلونی مورچه‌ها	• کارایی مناسب و قابل قبول در مرحله‌های واسنجی و صحت‌سنجی
کشتکاران و همکاران، ۱۳۹۷ [۹۱] *م	تخمین رواناب آبخیزهای بدون آمار	• استفاده از ترکیب روش آب‌نگار واحد ناش و کلارک	• ضریب کارایی بالای ۰/۸۲ روش برای سه رخداد از چهار رخداد در نظر گرفته شده • میزان خطای مدل بین ۵/۳ تا ۹/۷ متر مکعب بر ثانیه جهت تخمین اوج رواناب سطحی
خیری (۱۳۹۸) [۹۷] *م	شبیه‌سازی تاثیر تغییرات اقلیمی بر مؤلفه‌های بیلان آب	• کاربرد مدل BROOK90	• کاهش حجم مؤلفه‌های بیلان و تغییر در نحوه توزیع زمانی به‌سبب افزایش دما • افزایش پتانسیل سیل‌خیزی و کاهش آب قابل دسترس در فصل‌های زراعی به‌سبب اثرگذاری افزایش دما در تغییر نوع بارش و زمان ذوب برف • بیش‌تر بودن حساسیت مؤلفه‌های رواناب آبخیز به تغییرات بارش • بیش‌تر بودن حساسیت مؤلفه‌های تبخیر و تعرق به تغییرات دما
بیاتی و همکاران (۱۳۹۸) [۳۱] *م	برآورد رواناب	• استفاده از پارامترهای دو روش نش و روسو و محاسبه هیدروگراف واحد لحظه‌ای با روش GIUH	• شاخص نفوذ دارای حساسیت بالاتر و پارامتر شکل دارای حساسیت کم‌تر • دقت بالاتر روش روسو در تخمین دبی اوج و پهنای هیدروگراف نسبت به روش نش • دقت بالاتر روش نش به لحاظ حجم و زمان پایه نسبت به روسو
بیاتی و همکاران (۱۴۰۰) [۳۲] *م	ارزیابی کارایی توابع مفصل در برآورد تلفات بارش و مدل‌سازی بارش- رواناب	• توابع مفصل، روش روسو	• انتخاب تابع مفصل گالامبوس به‌عنوان بهترین تابع مفصل برای ایجاد توزیع‌های دو متغیره از شاخص نفوذ و ارتفاع بارش، شاخص نفوذ و حداکثر شدت جریان، شاخص نفوذ و متوسط شدت جریان و نیز شاخص نفوذ و سرعت جریان • دقت بالای تابع مفصل در تخمین شاخص نفوذ
آموزگار و همکاران (۱۴۰۰) [۱۸] *ز	بررسی ترکیب و تنوع پوشش گیاهی	• مستقر کردن ترانسکت و کرت به‌صورت تصادفی، کاربرد نرم‌افزار Past	• حضور ۴۹ و ۱۸ گونه گیاهی به‌ترتیب در مناطق تحت چرای دام و قرق • بالاتر بودن مقدار عددی شاخص‌های تنوع و غنای گونه‌ای در منطقه قرق نسبت به منطقه تحت چرای دام • بالاتر بودن درصد تاج پوشش گیاهان با خوش خوراکی کلاس IIIدر منطقه تحت چرای دام نسبت به منطقه قرق

*م و *ز به‌ترتیب بیان‌گر محل پژوهش در آبخیزهای معرف و زوجی است.

نکته: به‌دلیل تعداد زیاد مطالعات صورت گرفته در مقیاس آبخیز معرف از ذکر همه منابع در این جدول خودداری شده است.

توزیع اندازه خاکدانه‌ها [۱۴۵، ۱۴۶، ۱۴۷] نشان داد که تیپ‌های گون-درمنه و گون-بروموس در منطقه قرق (آبخیز نمونه) قرار دارند و مقدار پوشش گیاهی، لاشبرگ و تنوع گونه‌ای بیش‌تری نسبت به دیگر تیپ‌های گیاهی دارند، بنابراین مقدار کربن آلی و کربن فعال بیش‌تری دارند. تیپ‌های گندمی و گون-فرفیون به‌علت مصرف بقایای گیاهی و گیاهان علفی توسط دام، مقدار کربن فعال و کربوهیدرات کمی دارند [۱۴۴]. اعمال مدیریت چرا به تنهایی عامل مؤثری در تفکیک و طبقه‌بندی گونه‌های گیاهی نیست؛ چرا که در گروه‌های بوم‌شناختی تفکیک شده، ترکیبی از گونه‌های منطقه قرق و شاهد وجود دارد. بنابراین علاوه بر مدیریت، شرایط محیطی و خاکی نیز در تفکیک گروه‌های بوم‌شناختی نقش زیادی دارند [۱۴۵]. با افزایش تنوع گونه‌ای مرتع، مقدار تولید علوفه و کربن

آلی خاک افزایش می‌یابد. در کل، نوع پوشش گیاهی و مدیریت زمین بیش‌ترین تأثیر را بر شاخص‌های ذخیره کربن، کربن فعال و کربوهیدرات نشان دادند. هم‌چنین، شاخص‌های کربن فعال، ذخیره کربن، کربوهیدرات کل و پس از آن کربن آلی کل، حساسیت بیش‌تری به تغییرات پوشش گیاهی داشتند [۱۴۷]. تیپ‌های گون-بروموس و گون–درمنه دارای پوشش گیاهی و لاشبرگ بیش‌تری نسبت به دیگر تیپ‌های گیاهی بودند و به‌همین دلیل مقدار کربن آلی خاک بیش‌تری نسبت به دیگر تیپ‌های گیاهی داشتند. از طرف دیگر این تیپ‌ها در منطقه چرای کنترل شده قرار داشتند که در آن چرای تأخیری انجام می‌شود. در بسیاری از چراگاه‌ها، تولید زی‌توده در واکنش به چرای تناوبی با مدیریت شایسته افزایش یافته و مواد آلی وارد شده به خاک چراگاه بیش‌تر می‌شود [۱۴۶].

بررسی تغییرپذیری زمانی–مکانی مشارکت تولید رسوب با استفاده از شبیه‌ساز باران و فرسایش Kamphorst توسط هاشمی‌آریان و همکاران [۶۸، ۶۹] و صادقی و همکاران [۱۳۹] مورد بررسی قرار گرفت. نتایج دلالت بر اختلاف غیرمعنی‌دار تولید رواناب در آبان بوده است. هم‌چنین اختلاف درصد پوشش گیاهی در دو تیمار شاهد و نمونه باعث تغییر در میزان نفوذپذیری شده است. علاوه‌براین، اختلاف فرسایش خاک برای هر دو ماه آبان و آذر ۱۳۹۳ معنی‌دار مشاهده نشد. از طرفی نتایج نشان داد که آبان میزان فرسایش خاک بالاتری نسبت به آذر داشته است. اختلاف تولید رواناب برای ماه‌های فروردین و اردیبهشت نیز معنی‌دار ارزیابی شد (جدول ۹).

جدول ۹- خلاصه‌ای از مرور منابع پژوهشی آبخیز معرفی و زوجی گنبد

Table 9. A summary of the literature review of Gonbad representative and paired watershed

پژوهش‌گران (سال) Researchers (Year)	هدف پژوهش Research goal	روش کار Methodology	نتایج Results
Bayat et al. (2017) [30] *ز	بررسی اثرات شیب، چرا و موقعیت نمونه بر منحنی مقاومت نفوذ خاک	• جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل هفت نمونه دست نخورده (مجموع= ۲۵۲) و یک نمونه خاک آشفته (کل = ۳۶) و کاربرد مدل‌های To and Kay (2005) و Stock and Downes (2008)	• جهت شیب دارای بیش‌ترین تأثیر بر وزن ظاهری و مقاومت فروروی خاک در مکش‌های ۳۰ و ۱۵۰۰ کیلوپاسکال • بیش‌تر تحت تأثیر قرار گرفتن ضرایب مدل استوک و داونز (۲۰۰۸) از موقعیت نمونه‌برداری • ضرایب مدل استوک و داونز نشان‌دهنده درجه تغییر در نسبت مقاومت فروروی خاک با محتوای رطوبت • جهت‌های جنوبی به‌دلیل محتوای کم‌تر مواد آلی خاک و قطعات درشت‌تر دارای مقاومت فروروی بالاتری نسبت به جهت‌های شمالی • افزایش منحنی مقاومت کلی فروروی خاک با افزایش شدت چرا
بهرامی و همکاران (۱۳۹۱) [۲۸] *ز	بررسی اثر مدیریت، جهت شیب، عمق خاک و زمان نمونه‌برداری بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی	• حفر مجموعاً ۱۳ نیمرخ در دو آبخیز چرای آزاد و مدیریت شده در جهت‌های شیب مختلف، برداشت ۳۷ نمونه از هر افق نمونه خاک و مدل‌سازی با Apex	• افزایش معنی‌دار مقادیر کربن آلی، نیتروژن معدنی (نیترات+آمونیم) و کاهش وزن مخصوص ظاهری در اثر مدیریت تأخیری اعمال شده • ترتیب سهم کربن به‌ترتیب شیب شمالی–بهار < شیب شمالی–پاییز < شیب جنوبی–بهار < شیب جنوبی–پاییز • شبیه‌سازی مناسب پویایی کربن آلی خاک در دوره پنج ساله (۲۰۱۱–۲۰۰۷) توسط مدل Apex • افزایش کربن آلی خاک در دوره پنج ساله مورد بررسی • عدم مؤثر بودن مدیریت تأخیری بر جهت‌های جنوبی و ضرورت اتخاذ مدیریت متفاوت
سالاری نیک و همکاران (۱۳۹۳) [۱۴۴] *ز	بررسی روابط کربن آلی خاک و تیپ‌های گیاهی	• ارزیابی تاثیر جوامع گیاهی مختلف بر بخش‌های کربن آلی خاک، شش تیپ گیاهی شامل گندم دیم، گندمی، گون–بروموس، گون–جارو، گون–درمنه و گون–فرفیون، اندازه‌گیری نگهداشت کربن، کربن فعال، کربن فعال اصلاح شده، کربوهیدرات و کربوهیدرات اصلاح شده در خاک سطحی	• بیش‌تر بودن کربن کل و کربوهیدرات به‌طور معنی‌دار در گون–بروموس (به‌ترتیب ۲/۱ درصد و ٤٤/٦ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و گون–درمنه (به‌ترتیب ۲٤/۱۰ درصد و ۳/۵۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) نسبت به دیگر پوشش‌ها • کم‌تر بودن کربن کل، کربوهیدرات و نگهداشت کربن در گندم دیم به‌طور معنی‌دار نسبت به دیگر تیپ‌ها • تعیین بیش‌ترین (۷/٦۱۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و کم‌ترین (۷/۲۳٦ میلی‌گرم بر کیلوگرم) کربن فعال به‌ترتیب در گون–بروموس و گندم دیم • بیش‌تر بودن کربن فعال اصلاح شده به‌طور معنی‌دار در گون–بروموس، گندمی و گون–فرفیون نسبت به دیگر پوشش‌ها • بیش‌تر بودن کربوهیدرات اصلاح شده به‌طور معنی‌دار در گون–فرفیون نسبت به دیگر پوشش‌ها

*ز بیان‌گر محل پژوهش در آبخیزهای زوجی است.

ادامه جدول ۹- خلاصه‌ای از مرور منابع پژوهشی آبخیز معرفی و زوجی گنبد

Continued Table 9. A summary of the literature review of Gonbad representative and paired watershed

پژوهش‌گران (سال) Researchers (Year)	هدف پژوهش Research goal	روش کار Methodology	نتایج Results
هاشمی‌آریان و همکاران (۱۳۹٤) [٦۹] *ز	بررسی تغییرپذیری زمانی مشارکت مکانی تولید رواناب	• شبیه‌سازی باران با شدت ۵۰ میلی‌متر در ساعت با تداوم ۳۰ دقیقه در ۲۱ واحد کاری در آبخیز نمونه و ۱۳ واحد کاری در آبخیز شاهد و اندازه‌گیری مقدار رسوب تولیدی	• وجود اختلاف غیرمعنی‌دار رواناب در آبان و اختلاف معنی‌دار آن در آذر • تغییر در میزان نفوذپذیری ناشی از اختلاف درصد پوشش گیاهی در دو تیمار شاهد و نمونه
آقابیگی و فتاحی (۱۳۹٦) [۹] *ز	بررسی تاثیر پوشش گیاهی و برخی خصوصیات خاک بر رفتار هیدرولوژیکی	• تعیین میزان پوشش سطحی خاک از کرت و اندازه‌گیری پارامترهای مختلف خاک نیز در مرکز کرت‌ها	• وجود اختلاف معنی‌دار بین تمامی پارامترهای مورد بررسی در هر دو آبخیز • میزان مواد آلی بالا و وجود بقایای گیاهی و ریشه گیاهان در سطح خاک، میزان و شدت نفوذپذیری بیش‌تر و در نتیجه تولید رواناب کم‌تر در آبخیز نمونه به‌دلیل وجود پوشش گیاهی نسبت به آبخیز شاهد • نقش معنی‌دار درصد تاج پوشش، خاک لخت، لاشبرگ، کربن آلی و نفوذپذیری هر دو آبخیز
فتاحی و همکاران (۱۳۹٦) [٤۸] *ز	بررسی تأثیر شدت‌های مختلف چرای دام بر ویژگی‌های شیمیایی خاک در مراتع کوهستانی	• تعیین سه منطقه با شدت چرایی سبک، متوسط و سنگین و سپس جمع‌آوری نمونه‌های خاک از سه عمق ۱۰-۰، ۲۰-۱۰ و ۳۰-۲۰ سانتی‌متر و انجام تحلیل واریانس یک‌طرفه (ANOVA)	• کاهش معنی‌دار مقادیر نیتروژن کل، کربن آلی و مواد آلی در اثر افزایش شدت چرا • عدم تفاوت معنی‌دار مقدار کلسیم و منیزیم در سه منطقه • کاهش کربن آلی بیان‌گر کاهش ذخایر کربن خاک و به همراه کاهش نیتروژن کل مسبب اصلی کاهش کیفیت و حاصل‌خیزی خاک • چرای دام با شدت زیاد از ویژگی‌های ذاتی سیستم چرای آزاد طولانی مدت
هاشمی‌آریان و همکاران (۱۳۹۷) [٦۸] *ز	بررسی تغییرات رواناب تحت تاثیر فصل بارش فروردین و اردیبهشت	• تعیین واحدهای کاری در منطقه و شبیه‌سازی باران در شدت ۵۰ میلی‌متر در ساعت و با تداوم ۳۰ دقیقه و اندازه‌گیری مقادیر رواناب	• وجود اختلاف معنی‌دار از نظر توزیع مکانی مقدار رواناب در سطح اطمینان پنج درصد • اختلاف معنی‌دار تولید رواناب در واحدهای کاری مورد مطالعه با استفاده از آزمون t برای ماه‌های فروردین (۰p=/۰۰۳) و اردیبهشت (۰p=/۰۰۰)
صادقی و همکاران (۱۳۹۷) [۱۳۹] *ز	بررسی تغییرپذیری مکانی مشارکت فرسایش خاک	• شبیه‌سازی باران با شدت ۵۰ میلی‌متر بر ساعت با تداوم ۳۰ دقیقه طی فصل بارش منطقه در دو ماه آبان و آذر ۱۳۹۳	• وجود اختلاف معنی‌دار بین واحدهای کاری مختلف در آبخیزهای نمونه و شاهد از نظر مقدار فرسایش خاک در سطح اطمینان یک درصد • تأیید تغییرات مکانی فرسایش خاک و متعاقباً تولید رسوب در بخش‌های مختلف آبخیز • عدم وجود اختلاف معنی‌دار فرسایش خاک در واحدهای کاری مورد مطالعه برای آبان و آذر
ظهیرنژاد و بیات (۱٤۰۰) [۱٦٦] *ز	تعیین تأثیر جهت شیب، نوع بوته گیاه و عمق نمونه‌برداری بر ویژگی‌های شیمیایی خاک	• نمونه‌برداری خاک در مرداد ۱۳۹۵ و اندازه‌گیری ویژگی‌های شیمیایی	• بیش‌تر بودن pH خاک در شیب‌های جنوبی نسبت به شیب‌های شمالی • بیش‌تر بودن CEC در شیب‌های شمالی در تیمار گون زرد نسبت به گونه علف پشمکی و موقعیت بین بوته • کم‌تر بودن CEC و ماده آلی در تمام موقعیت‌های بوته و بین بوته در شیب‌های جنوبی نسبت به شیب‌های شمالی • بیش‌تر بودن تأثیرگذاری جهت شیب و نوع پوشش گیاهی بر ویژگی‌های مورد بررسی نسبت به عمق نمونه‌برداری

*ز بیان‌گر محل پژوهش در آبخیزهای زوجی است.

نکته: به‌منظور صرفه‌جویی در تعداد صفحات مقاله، از ذکر برخی منابع که توضیح آن‌ها در متن ارائه شده، خودداری شده است.

- آبخیزهای معرف و زوجی گوربند (سیستان و بلوچستان)؛ طاحونه (یزد)؛ هریس (آذربایجان شرقی)

همان‌گونه که در جدول ۱۰ درج شده است، آبخیزهای زوجی گوربند، طاحونه و هریس دارای حداقل فراوانی مطالعات بوده‌اند. آبخیز معرف و زوجی گوربند در ۲۸ کیلومتری غرب زاهدان واقع شده است. آبخیزهای نمونه و شاهد به‌ترتیب دارای مساحت حدود ۸۰/٦۵ و ۵٦/۵٤ هکتار بوده که درصد تاج‌پوشش در آبخیز نمونه حدود ۲۱/٤۵ درصد و در آبخیز شاهد حدود ۱۵/۰۲۲ درصد

تخمین شده است. اخیراً (سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸)، اقدامات آبخیزداری از نوع سنگ و ملات، خشکه‌چین، عملیات خاکی و تراکمی، حصارکشی (قرق)، احداث فلوم و چاه در آبخیز نمونه صورت گرفته است. در تحقیقی که در این آبخیز با استفاده از پهپاد و شاخص‌های جدید فرسایش توسط کریمی‌نژاد و همکاران [۸۷] انجام شده است، اثربخش بودن اقدامات آبخیزداری در کاهش اندازه فرسایش و نیز افزایش نفوذپذیری آبخیز نمونه نسبت به شاهد مورد تأیید قرار گرفت.

آبخیز معرف و زوجی هریس نیز در ارتفاعات جنوب غربی قلمرو کوه سهند واقع شده و بخشی از بزرگ‌آبخیز سوفی‌چای است. شیرمحمدی و عبداللهی [۱۵۵] عملکرد دستگاه سطح‌سنج یا عمق‌سنج الکتریکی Thalimedes سازنده شرکت OTT در ثبت داده‌های دبی را بررسی کردند. نتایج نشان‌دهنده عملکرد مناسب آن در جریان‌های پرآبی و عملکرد ضعیف آن در جریان‌های کم‌آبی بوده است. علاوه‌براین، رفتار رژیم هیدرولوژیکی آبخیزهای نمونه و معرف با آبخیز شاهد متفاوت گزارش شد.

مطالعات معدودی در آبخیز معرف و زوجی طاحونه نیز توسط عسگری و همکاران [۲۳] و پرویزی و طالبی [۱۳۱] انجام شده است. همان‌گونه که در جدول ۱۰ مشاهده می‌شود، این مطالعات نقطه آغاز پژوهش‌های آتی محسوب می‌شوند و ضرورت توجه به شکل دامنه و نیم‌رخ طولی دامنه علاوه بر شیب در محاسبه فرسایش و طراحی کرت‌های فرسایشی را مورد تأکید قرار می‌دهند. قابل ذکر است که

جدول ۱۰- خلاصه‌ای از مرور منابع پژوهشی آبخیزهای معرف و زوجی گوربند، هریس و طاحونه

Table 10. A summary of the literature review of representative and paired watersheds of Goorband, Herris, and Tahooneh

پژوهش‌گران (سال) Researchers (Year)	هدف پژوهش Research goal	روش کار Methodology	نتایج Results
- گوربند، سیستان و بلوچستان			
کریمی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۹) [۸۷] *ز	بررسی اثرات اقدامات آبخیزداری بر پتانسیل فرسایش خاک با استفاده از مدل فیزیکی LANDPLANER	• استفاده از پهپاد فتوگرامتری، مدل‌سازی با مدل LANDPLANER در سه حالت بارشی (۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌متر)	• میزان فرسایش خاک در آبخیز شاهد برابر با ۰/۵۴۸و بیش‌تر از میزان فرسایش خاک در آبخیز نمونه (۰/۱۵۵۹۳) • تغییرات عددی شاخص آستانه توپوگرافی بین ۲-۰ در آبخیز نمونه کم‌تر از تغییرات آن در آبخیز شاهد (۳-۰) • ارزیابی کم‌ترین نفوذپذیری با هر سه حالت ممکن بارش در آبخیز نمونه بیش‌تر از آبخیز شاهد
- هریس، آذربایجان شرقی			
Shirmohammadi and Abdolahi (2021) [۱۵۵] *ز	بررسی چالش‌های اندازه‌گیری جریان توسط سطح‌سنج یا عمق‌سنج الکتریکی	• سطح‌سنج یا عمق‌سنج الکتریکی	• امکان‌پذیر بودن ثبت افزایش جریان توسط دستگاه مورد استفاده • وجود چالش‌های جدی در مورد جریان‌های نزولی • عدم توانایی سنجه‌ها به ثبت ارتفاع آب به‌دلیل رسوب زیاد در ورودی فلوم محل اتصال دستگاه شناور به آب • ضرورت وجود رژیم‌های جریان بیش‌تر جهت تعیین سطح آستانه برای جریان‌های نزولی و نیز جریان‌هایی که می‌توانند به‌طور کامل ثبت شوند. • امکان محاسبه فقط حجم جریان‌های کم را که قادر به مسدود کردن ورودی سوپاپ نیستند.
- طاحونه، یزد			
طالبی (۱۳۹۸) [۱۶۵] *م	بازنگری مطالعات تفضیلی اجرایی	عدم امکان دسترسی به روش کار	عدم امکان دسترسی به نتایج
عسگری و همکاران (۱۴۰۰) [۲۳] *ز	بررسی وضعیت هدررفت خاک و تولید رسوب	• مطالعات پایه و پیمایش‌های صحرایی	• تأکید بر ایجاد و تجهیز آبخیزهای زوجی دارای کرت‌های با شکل‌های نزدیک به طبیعت
پرویزی و طالبی (۱۴۰۰) [۱۳۱] *ز	طراحی کرت‌های اندازه‌گیری رسوب	• استفاده از معادلات پایه در طراحی و مکان‌یابی کرت‌های مستطیلی و ذوزنقه‌ای	• تأثیرگذاری شیب دامنه، پروفیل طولی و شکل پلان دامنه در طراحی کرت‌های شبیه به طبیعت • تأکید بر ضرورت احداث شش ایستگاه فرسایش و رسوب (هر کدام دارای نه کرت در ابعاد و شکل‌های مختلف)

*م و *ز به‌ترتیب بیان‌گر محل پژوهش در آبخیزهای معرف و زوجی است.

در پایین‌دست آبخیز زوجی طاحونه، پورفلاح اسدآبادی و همکاران [۱۳۵] به نصب ۱۲۰ تله رسوب‌گیر چرخان سیفونی نسل ۳ با قابلیت جذب و نگه‌داری ذرات با قطر بزرگ‌تر از ۳۰ میکرون به‌منظور اندازه‌گیری و ثبت مقدار انتقال مواد به‌صورت جهشی در ارتفاع‌های ۱۵، ۵۰، ۱۰۰ و نیز ۷۲ تله غبارگیر RMWAC در راستای اندازه‌گیری ذرات گرد و غبار و جهشی بر سکان تله‌های رسوب‌گیر سیفونی، ۱۸ تله رسوب‌گیر مواد خزشی با نام اختصاری YCT.1، ۱۶ تله رسوب‌گیر جهشی مدل MBSNE در ارتفاع‌های ۱۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ سانتی‌متر و چهار تله رسوب‌گیر غبار ریزشی مدل MDCO در ایستگاه فرسایش بادی میبد اشاره کرده‌اند. از دلایل احداث این ایستگاه، وجود آبخیز زوجی طاحونه در بالادست آن است که ترکیب نتایج آن‌ها می‌تواند در تکمیل اطلاعات پایه و بنیادی از محدوده مورد مطالعه حائز اهمیت باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

رویکرد آبخیز زوجی ابزاری پرکاربرد برای تعیین اثرات مدیریت زمین و تغییرات محیطی بر بوم‌سازگان‌های مختلف، آب قابل دسترس و فرایندهای هیدرولوژی و بیوژئوشیمی به‌شمار می‌رود. بر همین اساس، پژوهش حاضر با هدف مرور منابع داخل کشور در خصوص مطالعات آبخیزهای معرف و زوجی پرداخته است تا ضمن ارائه یک دیدگاه کلی در زمینه مطالعات صورت گرفته و پایش اقدامات مدیریتی و پاسخ هیدرولوژیکی، خلأهای پژوهشی و نیز خط مشی‌هایی برای محققان آینده را مشخص نماید.

مزیت اصلی طراحی آبخیزهای زوجی این است که استفاده از آبخیز شاهد اجازه می‌دهد تا اثر تیمار از سایر عوامل بالقوه (مانند آب و هوا) که ممکن است منجر به تفاوت در متغیرهای پاسخ بین آبخیزها شود، تفکیک شود. با وجود آن‌که، طرح آبخیزهای معرف و زوجی برای جداسازی اثرات تیمارها ایده‌آل است، استفاده از آن در عرصه کشاورزی بسیار محدود بوده است. در آزمایش‌های آبخیزهای زوجی که انجام شده، تمرکز اولیه عمدتاً بر هیدرولوژی بوده و سایر ابعاد به‌طور محدود مورد بررسی قرار گرفته‌اند. به‌عبارتی، ارزیابی‌های ترکیبی هیدرولوژی، شیمی آب و بوم‌شناسی برای ارائه درک جامعی از اثرات شیوه‌های حفاظت از خاک و آب، مدیریت دقیق مواد مغذی و آب زهکشی بر آبخیزها به‌ویژه دارای کاربری غالب کشاورزی مورد نیاز است.

قابل ذکر است که عمده مطالعات بر بررسی واکنش‌های شیمیایی آب و یا رسوب و نیز کرت‌های صحرایی متمرکز شده‌اند و هنوز در مورد سطح تأثیرات رویکردهای مدیریتی به‌کار گرفته شده در مقیاس آبخیز ابهام وجود دارد. اثربخشی این رویکردهای اتخاذ شده در بهبود وضعیت بوم‌شناختی آبخیزهای در مقیاس کرت تا مزرعه از بسیار کارآمد تا ناکارآمد متغیر است. علاوه‌براین، تحقیقات طولانی‌مدت که اثرات آن‌ها را در مقیاس آبخیز بررسی می‌کند، محدود بوده است. از طرفی، مالکان و بهره‌برداران در پذیرش یا اتخاذ شیوه‌های حفاظتی که اثربخش، کارآمد و یا مقرون به صرفه نبوده‌اند، مردد هستند که در سایر پژوهش‌های خارج از کشور (برای مثال، کینگ و همکاران [۱۰۲] نیز چنین نتایجی گزارش شده است.

به‌دلیل هیدرولوژی پیچیده و تنوع خاک که در مقیاس آبخیز وجود دارد، ممکن است یک فاصله زمانی قابل توجه بین زمان اجرا تا زمان به‌دست آوردن نتایج برای بهبود کیفیت آب، خاک و پوشش گیاهی با استفاده از بهترین اقدامات مدیریتی در مقیاس آبخیز رخ دهد. عوامل متعددی مانند مشارکت ناکافی مالکان، انتخاب و نصب نامناسب شیوه‌های حفاظتی، طراحی آزمایشی ضعیف، منابع آلودگی غیرقابل شناسایی در آبخیزها، و توزیع/طراحی ناکافی بهترین اقدامات مدیریتی در مناطق بحرانی می‌توانند در کاهش کیفیت منابع طبیعی نقش داشته باشند. علاوه‌براین، عدم قطعیت‌های قبل از تیمار در مطالعات پیشین آبخیزهای زوجی به‌خوبی تشریح نشده‌اند. برخی از عدم قطعیت‌ها بر بزرگی و طول مدت اثرات تیمارها می‌توانند تأثیر بگذارند [۱۵۶]. همان‌گونه که لورن و همکاران [۱۰۳] و اسسگین و همکاران [۱۶۳] گزارش کردند که اثرات کوچک تیمار ممکن است با عدم قطعیت داده‌های قبل از تیمار پنهان مانده و بروز پیدا نکنند.

مرور مطالعات ۳۹ آبخیز زوجی در جهان [۷۵] نشان داد که کاهش پوشش جنگلی باعث افزایش رواناب شده و جنگل‌کاری در زمین‌های با پوشش گیاهی تنک و دارای بارندگی کم باعث کاهش رواناب می‌شود. هم‌چنین، شکل پاسخ به مدیریت پوشش گیاهی بسیار متغیر و وابسته به رژیم اقلیمی، نوع پوشش گیاهی، زمین‌شناسی، خاک، مساحت و جهت شیب بوده است. برخی از محققان نقدهایی (از جمله گران‌قیمت و غیرمعرف بودن) به استفاده از مطالعات آبخیزهای زوجی در علم هیدرولوژی وارد کرده‌اند [۷۵]. این در حالی است که تاکنون بسیاری از اطلاعات دریافتی از اثرات پوشش گیاهی بر چرخه هیدرولوژی و اثرات انسانی از همین مطالعات آبخیزهای زوجی به‌دست آمده است و برخی دیگر از محققان تأکید دارند که رویکرد آبخیزهای زوجی از لحاظ علمی ارزشمند بوده و آینده ایمنی را برای علم هیدرولوژی فراهم می‌کند [۷۵]. از طرفی تاکنون آبخیزهای زوجی اطلاعات بسیار مفیدی از اثرات اسیدی شدن در دهه‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ را فراهم کرده و در خصوص تغییر اقلیم در قرن ۲۱ نیز ادامه دارد.

در مجموع، نتایج پژوهش حاضر مؤید کارکرد داده‌های استحصالی از آبخیزهای معرف و زوجی در واسنجی و توسعه مدل‌های هیدرولوژیکی و فرسایش خاک و نیز تهیه بانک اطلاعات داده برای آبخیزهای معرف بوده است. عدم دسترسی باز و برخط به داده‌های حاصل از مطالعات آبخیزهای زوجی از محدودیت‌های تحقیقات داخل کشور است. با توجه به روند تحقیقات جهانی تأکید می‌شود که استفاده از رویکرد آبخیزهای زوجی به‌جهت فراهم نمودن اطلاعات دقیق و جزئی مورد نیاز برنامه‌ریزی و مدیریتی در قرن بیستم باید تداوم پیدا کند. برای دستیابی به این هدف بایستی توافق‌های جدی بین مراکز دانشگاهی، تحقیقاتی و سازمان‌های

اجرایی دولتی و خصوصی در زمینه اجرا و سیاست‌گذاری صورت بگیرد تا فعالیت‌های نوآورانه‌ای در این زمینه اتخاذ شود. تحقیقات متعددی در داخل کشور (از جمله کیانی هرچگانی و طالبی [۱۰۱]، سلیمانی [۱۵۹، ۱۶۰]، سلیمان‌پور و همکاران [۱۶۱، ۱۶۲]، پرویزی و همکاران [۱۳۲، ۱۳۳]؛ نور و همکاران [۱۲۶]) به تداوم مکانیزه نمودن فلوم‌ها و برخط نمودن ثبت دقیق داده‌ها، پایش میادین پین، حداکثر دو بار در سال (ابتدا و انتهای فصل بارش)، تقویت جنبه ترویجی به‌منظور بهبود موانع اجتماعی-اقتصادی آبخیزها، پایش دقیق میادین پین و دقت بیش‌تر در استفاده از آمارهای استخراجی از آن‌ها، پایش اشکال مختلف فرسایش و حرکت‌های توده‌ای با استفاده از فنون پیشرفته مانند روش اسکن لیزری پهباد و حجم‌سنجی دوره‌ای رسوب با تأکید بر به‌روز نمودن فنون اندازه‌گیری و تدوین شیوه‌نامه‌های نمونه‌برداری تأکید داشته‌اند. با توجه به روند تحقیقات جهانی در خصوص استفاده از رویکرد آبخیزهای زوجی توصیه می‌شود که تفاهم‌نامه‌های همکاری به‌طور نظام‌مند و کاربردی بین مراکز دانشگاهی، تحقیقاتی و سازمان‌های اجرایی دولتی و خصوصی در زمینه اجرا و سیاست‌گذاری منعقد شود تا امکان انجام فعالیت‌های نوآورانه و مشکل‌محور در آینده نزدیک فراهم شود.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر مستخرج از طرح پژوهشی دانشگاهی با شماره ۱۴۰۱/د/۹/۴۷۳۶ بوده است. بر همین اساس، نویسندگان از حمایت معنوی و مالی صورت گرفته توسط دانشگاه محقق اردبیلی کمال قدردانی و تشکر را به‌عمل می‌آورند.

منابع مورد استفاده

1. Abadeh, M. Damizadeh, Gh. Asadpour, R. and Soltanipour, M.A. 2015a. Investigating the effect of exclosure on changes of vegetation and litter of surface soil of Dehgin region of Hormozgan. The Second National Congress of Biology and Natural Sciences of Iran (In Persian). https://civilica.com/doc/432123

2. Abadeh, M. Damizadeh, Gh. Asadpour, R. and Hosseini, Y. 2015b. Investigating the effect of exclosure on organic carbon changes in surface soil of Dehgin region of Hormozgan. The Second National Congress of Biology and Natural Sciences of Iran (In Persian). https://civilica.com/doc/432124

3. Abbasi, A.A. Bagherian Kalat, A. Eshghizadeh, M. and Sediq, R. 2016a. Investigation of the effect of vegetation on runoff coefficient (Case study: Kakhk Gonabad watershed). Water Harvesting and Watershe Management Congress, 17 February 2016 (In Persian)

4. Abbasi, M. Najafinejad, A. Bardi Sheikh, V. and Azim Mohseni, M. 2016b. Changes in runoff, soil and nutrient loss in different vegetation cover type in Loess lands (Case study: Kechik watershed, Golestan province). Journal of Water and Soil Conservation, 23(3): 91-109. (In Persian)

5. Abdi Dehkordi, M. Dehghani, A.A. Meftah, M. Kahe. M. Hesam, M. and Dehghani, N. 2014. Use of fuzzy clustering algorithm for estimating the daily suspended load (Case study: Kasilain basin). Journal of Water and Soil Science (Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources), 18(68): 121-131. (In Persian)

6. Abdi Dehkordi, M. Moftah Halghi, M. Dehghani, A.A. and Hesam, M. 2011. Determining the most appropriate method for estimating the discharge of daily suspended sediments in the representative Kasilian watershed. 1st International and 3rd National Conference on Dams and hydropower, Tehran. (In Persian) https://civilica.com/doc/138177

7. Abdollahi Asadabadi, S. Akhond Ali, A.M. and Mir Abbasi Najafabadi, R. 2017. Estimation of maximum discharge of hydrograph using a probabilistic model and Copula function (Case study: Kasilian catchment). 16th Iranian Hydraulic Conference, Ardabil. (In Persian) https://civilica.com/doc/727619

8. Abedi, A. and Sabzevari, T. 2017. Runoff estimation of watersheds using gamma and beta artificial unit hydrographic (Case study: Kasilian watershed). The 5th National Conference on Civil Engineering, Architecture and Urban Development, Tehran. (In Persian) https://civilica.com/doc/688907

9. Aghabigi, S. and Fattahi, B. 2017. The effect of vegetation and soil properties on the hydrological behavior of watersheds (Case Study: Paired watershed of Gonbad). Range, 11(1): 83-93 (In Persian).

10. Ahmadi Bani, M. Niknohad Qarmakher, H. Maramaei, M.G. and Azimi, M.S. 2015. Effects of planting vetiver grass (Chrysopogon Zizanioides) on some soil physico-chemical characteristics (A case study: Kechik Station, Maraveh Tapeh, Northen Iran). Rangeland, 9(3): 268-279. (In Persian).

11. Akabrianfard, M. and Shamhamdi, Sh. 2016. Calculation of retention potential using the new modified model of SCS-CN (Case study: Kasilian basin). International Congress on Engineering Innovation and Technology Development, Tabriz. (In Persian). https://civilica.com/doc/575201.

12. Akhond Ali, A.M. Salari Jazi, M. and Raeisi, A. 2009a. Rainfall-runoff simulation using Clark transfer model (Case study: Kasilian representative watershed), The Second National Conference on Water, Behbahan (In Persian). https://civilica.com/doc/83519

measures in the watershed using TOPSIS (Case study: Zydasht-Taleghan). Journal of Watershed Management Research, 6(12): 98-107. (In Persian)

23. Asgari, E. Kiani Herchegani, M. Talebi, A. and Amanian, N. 2021. The need to pay attention to the construction of plots with different shapes in the pair watershed (Case study: Tahooneh watershed). Second International Conference and Fifth National Conference on Natural Resources and Environment, Ardabil. (In Persian) https://civilica.com/doc/1248871

24. Aslani, M. Fazl Oli, R. and Ahmadizadeh, M. 2016. Determining the parameters of the Nash conceptual model using automatic calibration in the Kasilian watershed. Journal of Watershed Management Research, 6(12): 21-27. (In Persian).

25. Aosati, Kh2016 .. Investigating physiological similarities of Khamesan paired watershed using geographic information system (GIS). 6th National Conference on Water Resources Management, Sanandaj. (In Persian) https://civilica.com/doc/559194

26. Bagherian, R. Abbasi, A.A. Bagherian Kalat, A. Pejman, H. and Vahedi, A. 2014. Evaluating the success of biological watershed management projects and it's effective factors (Case study: Kakhk-Gonabad watershed). 10th Conference on Science and Watershed Management Engineering, Birjand (Adaptive Watershed Management). (In Persian)

27. Bagherian Kalat, A. Qudussi, J. Mohammadi Golrang, B. and Ahmadnejad, H. 2007. Investigation and evaluation of technical performance of Kakhk watershed management plan. 109 pages. (In Persian) https://civilica.com/doc/1067411/

28. Bahrami, A. Shalakabadi, M. and Akhavan, S. 2012. Modeling the dynamics of soil organic carbon using the Apex model in the Gonbad paired watershed. M.Sc. Thesis, Ministry of Science, Research and Technology, Bu-Ali Sina University, Faculty of Agricultural Sciences. (In Persian)

29. Bajlan, A. Mahmoudian Shoushtari, M. and Olipour, M. 2005. Predicting monthly runoff with artificial neural network (ANN) and its comparing with the results of experimental methods in Kasilian watershed. 5th Iranian Hydraulic Conference, Kerman. (In Persian) https://civilica.com/doc/3543

30. Bayat, H. Sheklabadi, M. Moradhaseli, M. and Ebrahimi, E. 2017. Effects of slope aspect, grazing, and sampling position on the soil penetration resistance curve. Geoderma, 303: 150-164.

31. Bayati, F. Mir Abbasi, R. Fattahi, R. and Radfar, M. 2019. The study of the effect of some used parameters on geomorphologic instantaneous unit hydrograph. Journal of Watershed Management Research, 10(20): 109-119. (In Persian)

13. Akhond Ali, A.M. and Seyed Kaboli, H. 2009b. Simulation of flood hydrograph using SCS and Clark unit hydrograph in Kasilian basin. 8th International Congress on Civil Engineering, Shiraz (In Persian). https://civilica.com/doc/62865

14. Akhond Ali, A.M. and Seyed Kaboli, H. 2009c. Evaluation of SCS and Clark hydrograph methods in estimating flood hydrograph of Kasilian basin. 5th National Conference on Watershed Management Science and Engineering of Iran, Gorgan (In Persian). https://civilica.com/doc/86945

15. Amini, A. Parvizi, Y. Arab Khedri, M. and Aliremaei, R. 2021. Case study of soil erosion due to rainfall in sample and control basins using erosion plots. Second International Conference and Fifth National Conference on Natural Resources and Environment, Ardabil. (In Persian).

16. Amiri, M. and Pourghasemi, H. 2017. Flood prioritization of Kasilian watersheds, Mazandaran province using Vickor multi-criteria decision making model. International Conference on Natural Resources Management in Developing Countries, Karaj. (In Persian). https://civilica.com/doc/780458

17. Amjadi, M. and Khaledi Darvishan, A. 2020. The effect of residential areas on geochemical properties of bed sediments in the Khamesan representative watershed. 15th National Conference on Watershed Management Science and Engineering, Iran, Sari. (In Persian). https://civilica.com/doc/1255432

18. moozgar, L. Mokhtarpour, I. Heidari, Kh. and Hadian Amri, M.A. 2021. Analysis of vegetation composition of Kasilian paired watershed in Sari city. Second International Conference and Fifth National Conference on Natural Resources and Environment, Ardabil. (In Persian). https://civilica.com/doc/1248879

19. Asadi, H. Moradi, H. Sadeghi, S.H. and Telluri, A. 2012. Evaluation of Clark instantaneous instruction in flood estimation in Kaslian watershed. Watershed Engineering and Management, 2(1): 12-20. (In Persian).

20. Asadi Nilivan, O. Mohseni Saravi, M. Zahedi Amiri, Gh. and Nazari Samani, A.A. 2015a. Comparison of IUCN and forests, rangelands and watershed management methods in assessing watershed sustainability (Case Study: Taleghan-Zidasht 1). Journal of Watershed Management Research, 6(11): 73-89. (In Persian).

21. Asadi Nilivan, O. Nazari Samani, A.A. Zahedi Amiri, Gh. and Mohseni Saravi, M. 2015b. Determining and evaluating sustainability criteria and indicators in Taleghan-Zidasht I watershed. Town and Country Planning, 5(1): 133-154. (In Persian)

22. Asadi Nilivan, O. Rostami Khalaj, M. Mohseni Saravi, M. and Sour, A. 2015c. Prioritization of watershed management

management of soil and environment resources (Quality, Soil Health and Safety), Kerman (In Persian)

41. Eshghizadeh, M. and Talebi, A. 2014. The efficiency of Analytic Network Process (ANP) to estimate the flooding potential watershed (case study: Kakhk Paired Watershed of Gonabad). Journal of Watershed Management Research, 27(2): 61-73. (In Persian)

42. Eshghizadeh, M. 2017. Investigation of the effect of biological operations and enclosures on vegetation characteristics of watersheds (study area of Kakhk Gonabad Paired watershed). The First National Conference on New Opportunities for Agricultural Production and Employment in the East of the Country (in Order to Achieve the Goals of Resistance Economy), Birjand. (In Persian) https://civilica.com/doc/750934

43. Eshghizadeh, M. Talebi, A. Dastorani, M.T. Azimzadeh, H. 2019. Study of multiple flow direction algorithm in watershed scale by LAPSUS model. Journal of Watershed Engineering and Management, 11(4): 839-829. (In Persian)

44. Esmaeli, A. and Mohammadi, H. 2009. Evaluation of the efficiency of rainfall-runoff hydrological model to determine the real time of flood in Kasilian watershed, Mazandaran. Fifth National Conference on Watershed Management Science and Engineering of Iran, Gorgan. (In Persian). https://civilica.com/doc/87120

45. Esmaeli Qalzam, H. and Gholami, V. 2016. Comparison of natural and artificial forests in creating runoff and reducing flood risk (Case study of Kasilian watershed). The Third Conference on New Findings in the Environment and Agricultural Ecosystems, Tehran. (In Persian). https://civilica.com/doc/586505

46. Fahmi, H. and Ahmadiani, N. 2010. Long-term forecast of precipitation using a combined model of artificial neural network and Fourier series considering the meteorological signal of NAO in the representative Kasilian watershed, 4th Regional Conference on Climate Change, Tehran. (In Persian) https://civilica.com/doc/112220

47. Farsi, R. Yeganeh H. Hossein Alizadeh, M. and Azimi, M.S. 2020. Estimating the economic value of the role of vegetation in controlling soil erosion (Case study: Kechik Watershed). Journal of Water and Soil Conservation, 27(6): 137-152. (In Persian)

48. Fattahi, B. Jafari, M. Aghabigi Amin, S. Salehi, M. Karimi, A. and Karami, A. 2017. The effect of different intensities of grazing on soil chemical properties. Journal of Range and Watershed Management, 70(4): 941-951. (In Persian)

49. Fazelikia, S.S. Gholami, A. and Babainejad, T. 2014. Investigation of loss of element (P) and organic matter due to

32. Bayati, F. Mir Abbasi Najafabadi, R. Fattahi Nafchi, R. and Radfar, M. 2021. Performance assessment of Copula functions in estimation of rainfall losses and rainfall-runoff modelling (Case study: Kasilian Watershed). Watershed Engineering and Management 31(1): 136-125. (In Persian)

33. Daei, S. Salari Jazi, M. Ghorbani, Kh. and Moftah Halqi, M. 2018. Comparative assessment of conventional and calibrated curve number models in flood and runoff estimation (Studied Catchments: Galikesh, Tamer, Nodeh, Kechik and Vatana in Golestan province). Iranian Journal of Irrigation and Drainage, 12(1): 143-152 (In Persian) https://civilica.com/doc/1210996

34. Darvari, Z. and Soleimani, K. 2007. Simulation of river flow using artificial neural network (ANN) (case study of Kasilian representative watershed). Ninth National Seminar on Irrigation and Evaporation Reduction Kerman. (In Persian) https://civilica.com/doc/38573

35. Dastranj, A. Asadi Nilvan, O. Fallah, S. Salehansab, A. and Jafari, Sh. 2015. Estimation of the annual erosion and sedimentation via EPM and GIS models (Case Study: Zidasht Basin, Taleghan). Hydrogeomorphology, 2(4): 39-55. (In Persian)

36. Davoodi Moghaddam, D. Sadeghi, S.H. and Azamirad, M. 2016. Comparison of surface runoff generation, and soil and nutrient loss in Kakhk treated and representative watersheds, Khorasan Razavi Province. Journal of Water and Soil (Agricultural Sciences and Industries) 30(3): 929-920. (In Persian)

37. Dehghani, N. Vafakhah, M. and Bahremand, A. 2016. Rainfall-runoff modeling using artificial neural network and neuro-fuzzy inference system in Kasilian watershed. Journal of Watershed Management Research, 7(13): 137-128. (In Persian)

38. Delpsand, R. Fathabadi, A. Rouhani, H. and Seyedian, S.M. 2018. Comparison of the perfor-mance of two integrated conceptual hydrological models in runoff simulation in Kasilian watershed. Third National Conference on Soil Conservation and Watershed Management, Tehran. (In Persian) https://civilica.com/doc/908352

39. Eisaei, H. Sarreshtadari, A.H. and Parsai, L.A. 2011. Investigating the role of slope on wheat yield in Kechik watershed, Golestan province. The Second Conference on Sustainable Development of Natural Resources on the Southern beach of the Caspian Sea, Noor. (In Persian) https://civilica.com/doc/172772

40. Erfani, A. Esmailpour, Y. and Gholami, H. 2016. Comparison of soil organic carbon content under livestock grazing and the fourth year of exclosure in the representative and paired Dehgin watershed. 2nd national conference on sustainable

58. Gholampour, M. Rastegar, H. Nekoamal, M. Rostami, H. Najafi, K. Hosseini, M. Parekar, M. and Fatehi, A. 2017. Runoff prediction using two models of artificial intelligence and SWAT in representative and paired Dehgin watershed, Research Project, Agricultural Research, Education and Extension Organization 119 p. (In Persian).

59. Ghonchepour, D. and Bahremand, A. 2018. Runoff simulation in an arid catchment by KINEROS2 hydrological model through parameter allocation approach. In Третьи виноградовские чтения. Грани гидрологии. 277-282

60. Ghotbaldin, F. Nohtani, M. and Dehghani, M. 2015a. Investigation of the effects of mechanical watershed management measures on flood hydrograph (Case study: representative and paired Kakhk watershed), 2nd Coference on Conservation Natural Resources and Environment, Ardabil. (In Persian) https://civilica.com/doc/491132

61. Ghotbaldin, F. Nohtani, M. and Dehghani, M. 2015b. Evaluation of biological watershed management measures on flood and runoff reduction (Case study: Kakhk paired and representative area), 2nd Coference on Conservation Natural Resources and Environment, Ardabil. (In Persian) https://civilica.com/doc/491133

62. Ghotbaldin, F. Nohtani, M. and Dehghani, M. 2019. Role of watershed management practices on flood hydrograph characteristics (Case study: Kakhk paired watershed). Journal of Watershed Management Research, 10(19): 204-210. (In Persian)

63. Gholasimood, Sh. and Asa, H. 2019. Study of plant community of Kakhk dam protected area. 2nd Conference on Natural Resources Management (Water, Flood and Environment), Gonbad Kavous. (In Persian) https://civilica.com/doc/962409

64. Golkarian, A. Davoodi Moghaddam, D. Nagibi, S.A. and Eshghizadeh M. 2013. Performance of rangeland hydrology and erosion model for estimating sediment yield on rangeland's hill slopes in dry regions (A case study: Shahid Noori watershed, Khorasan Razavy). Journal of Range and Watershed Management, 66(3): 457-467 (In Persian)

65. Hadi Ghorghi, J. and Aosati, Kh. 2017. The effect of confinement and slope direction on runoff and sediment values (case study: Khamesan Paired Watersheds). Journal of Watershed Management Research, 8(16): 113-122. (In Persian)

66. Hadi Ghorghi, J. Aosati, Kh. and Sharafati, M. 2017. Evaluation of runoff and sediment from natural showers (Case study: Desert plots of Khamsan Paired Representative Watershed). Second National Conference on Hydrology of Iran, Shahrekord (In Persian) https://civilica.com/doc/661727

water erosion in the watershed of the representative and paired watershed in shoosh city in Khuzestan province. The First National Conference on New Ideas in Sustainable Agriculture. (In Persian)

50. Fazlolahi, A. Selajgeh, A. Feyznia, S. and Ahmadi, H. 2016. Sediment detection using sediment fingerprinting method (case study: Kechik watershed), the 1st International Conference of Iranian natural hazards and environmental crises, Strategies and challenges, Ardabil. (In Persian) https://civilica.com/doc/549107

51. Fazlouli, R. Akhond Ali, A.M and Behnia, A. 2006. Determining runoff prediction relationships in mountainous catchments (Case study: Imameh and Kasilian catchments), Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 13(6): 1-13. (In Persian)

52. Ferraz, F.T. Zanetti, S.S. Cecilio, R.A. De Carvalho, D. and De Oliveira, F.R. 2021. Method for the analysis of the relationship between forest cover and streamflow in watersheds. iForest-Biogeosciences and Forestry, 14(4): 344.

53. Gerami Loshabi, Z. Arab Khedri, M. Asadi, H. and Bayat, R. 2016. The influence of rainfall erosivity temporal variation on suspended sediment load seasonality (Case study: Kasiliyan basin). Journal. Watershed Management Research, 7(14): 176-167 (In Persian)

54. Ghaffari Gosheh, F. and Jamali, A.A. 2013a. Investigation of the effect of mechanical watershed management measures on flood reduction using HEC-HMS model in Dehgin watershed of Hormozgan province. 9th National Seminar on Watershed Management, Yazd. (In Persian) https://civilica.com/doc/246737

55. Ghaffari Gosheh, F. and Jamali, A.A. 2013b. Evaluation of biological watershed management measures to reduce flood peak using HEC-HMS model in Dehgin watershed of Hormozgan province, 9th National Seminar on Watershed Management, Yazd. (In Persian) https://civilica.com/doc/246697

56. Gholami, L. and Abdollahi, Z. 2014. A Study of monthly and seasonal changes in discharge in a ten-year period of Valik Bin Station case study: Kasilian watershed. International conference on sustainable development, strategies and challenges with a focus on Agriculture, Natural Resources, Environment and Tourism, Tabriz. (In Persian) https://civilica.com/doc/354979

57. Gholami, Z. Bardi Sheikh, V. and Sadoddin, A. 2015. Evaluation of the best experimental method for estimating potential evapotranspiration (case study: Golestan province Kechik watershed). Third National Conference on Agriculture and Sustainable Natural Resources, Tehran. (In Persian) https://civilica.com/doc/417085

yield. Asheville: Coweeta Hydrologic Laboratory, Southeastern Forest Experiment Station.813 .

76. Hossein Alizadeh, M. and Alinejad, M. 2020. Evaluation of the efficiency of WaTEM/SEDEM model for estimating water erosion and tillage (Case study: Kechik sample sub-watershed; Maraveh Tappeh-Golestan province). Journal of Water and Soil Conservation Research, 7(2): 178-163. (In Persian)

77. Jafari Takhti, E. Kuhpayeh, N. Babaei, A. Ameri Siahoui, F. and Atash Dehghan, M. 2018. Investigation of the effects of watershed management activities in flood prevention and control of Dehgin representative and paired watershed in Hormozgan province. 7th National Conference on Rainwater Catchment Systems (In Persian)

78. Jafari Takhtinejad, E. Asadpour, R. Soltanipour, M.A. and Tavousi, S. 2018. Study of phenological stages of Platychaete aucheri in Dehgin watershed of Hormozgan province. The 13th National Conference on Watershed Management Science & Engineering of Iran and The 3rd National Conference on Conservation of Natural Resources and Environment, Ardabil (In Persian)

79. Jafari Takhtinejad, E. Zakeri, O. and Atash Dehghan, M. 2019a. Study of phenological stages of Chrysopogon aucheri in Dehgin watershed of Hormozgan province. 4th International Conference on Applied Research in Science and Engineering. (In Persian) https://civilica.com/doc/1000585.

80. Jafari Takhtinejad, E. Zakeri, O. and Atash Dehghan, M. 2019b. Investigation of phenological stages of Helianthemum lippii (L.) Pers in the vegetation zone of the Gulf of Oman, Dehgin region-Hormozgan province. 4th International Conference on Applied Research in Science and Engineering. (In Persian) https://civilica.com/doc/1000582

81. Kabir, A. Nora, N. and Korkinejad, M. 2005. Introduction and application of a permeability model in Kachik watershed, Golestan province. 2nd National Conference on Watershed Management and Soil and Water Resources Management, Kerman. (In Persian) https://civilica.com/doc/107924

82. Kabir, A. Nora, N. and Najafinejad, A. 2007. Modeling effective rainfall-runoff (Case study: Kechik watershed, Golestan province). Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 14(3): 210-217. (In Persian)

83. Kabir, A. Mahdavi, M. Behrmand, A. and Nora, N. 2010. Application of WetSpa distribution-spatial hydrological model for runoff simulation (Case study: Kachik watershed, Golestan province). Sixth National Conference on Watershed Management Science and Engineering of Iran, Noor. (In Persian) https://civilica.

67. Hamdami, Gh. Najafinejad, A. Bardi Sheikh, V. and Azim Mohseni, M. 2011. The relationship between runoff production and some physical properties of soil (case study: Kechik watershed, Golestan province). National Conference on Modern Agricultural Sciences & Technologies, Zanjan (In Persian) https://civilica.com/doc/145454

68. Hashemieh Arian, Z. Sadeghi, S.H. Vafakhah, M. and Adami, M. 2018. Study of runoff changes in the working units of Gonbad watershed in Hamadan province. The 13th National Conference on Watershed Management Science & Engineering of Iran and The 3rd National Conference on Conservation of Natural Resources and Environment, Ardabil (In Persian)

69. Hashemieh Arian, Z. Vafakhah, M. and Sadeghi, S.H. 2015. Temporal variability of spatial participation of runoff production in Shahed and Gonbad watersheds, Hamadan province, Conference and Exhibition Water Engineering, Tehran (In Persian). https://civilica.com/doc/407754

70. Hatami Gol Makani, P. Bardi Sheikh, V. Hossein Ali Zadeh, M. and Gholami, Z. 2015a. Evaluation of some models of soil water infiltration in the Kechik watershed of Golestan province. Third National Conference on Agriculture and Sustainable Natural Resources, Tehran. (In Persian) https://civilica.com/doc/416852

71. Hatami Gol Makani, P. Bardi Sheikh, V. Hossein Ali Zadeh, M. and Gholami, Z. 2015b. Calibration of Horton influence model in loessy lands of East Golestan Province (case study: Kechik Watershed), Third National Conference on Agriculture and Sustainable Natural Resources, Tehran. (In Persian) https://civilica.com/doc/416853

72. Heshmatal-Waezin, S.M. Rousta, T. Zibaei, M. Nazari Samani, A.A. Atard, P. and Bordbar, S.K. 2020. Estimating the economic value of water quality production in Persian oak forests. Journal of Forest Research and Development, 6(4): 715-729. (In Persian)

Hemtzadeh, Y. Khaliqi, N. Barani, H. and Khalfi, M. .73 2006. Investigation of the effect of exclosure on the trend of vegetation changes in the summer rangelands of Representative Kechik located in Golestan province, Conference on Natural Resources and Sustainable Development in the southern Caspian Sea, Noor. (In Persian) https://civilica.com/doc/109328

74. Hemtzadeh, Y .Barani, H. and Kabir, A. 2009. The role of vegetation management on surface runoff (case study: Kachik watershed, Golestan province). Journal of Soil and Water Conservation Research, 16(2): 19-33. (In Persian)

75. Hibbert, A.R. 1965. Forest treatment effects on water

Using the topographic model of WaTEM / SEDEM as a tool for sustainable management of watersheds (Case Study: representative and paired watershed of shoosh). The 1st International Conference of Iranian Natural Hazards and Environmental Crises, Strategies and Challenges, Ardabil. (In Persian) https://civilica.com/doc/548955

93. Khaledi Darvishan, A. Hadi Ghorghi, J. Katebi Kurd, A. and Mohammad Amini, H. 2018. The effect of confinement on runoff, sediment concentration and soil loss in erosion plots in the representative Khamsan watershed in Kurdistan province. Journal of Water and Soil Conservation, 24(6), 243-255. (In Persian)

94. Khaledi Darvishan, A. Faraji, J. Gholami, L. and Khorsand, M. 2021. Spatio-temporal variation of soil erosion in Khamsan representative watershed using RUSLE. Watershed Engineering and Management 13(3): 547-534. (In Persian)

95. Khaleghpanah, N. Asadi, H. Shorafa, Mehdi, Gorji, M. and Davari, M. 2017. WEPP model efficiency in estimation of runoff and soil loss in stony rangelands of Khamesan watershed, Kurdistan. Iranian Journal of Soil and Water Research, 48(5): 1042-1031. (In Persian)

96. Khaleghpanah, N. Shorafa, M. Asadi, H. Gorji, M. and Davari, M. 2018. Comparison and evaluation of RUSLE and RUSLE2 models in soil loss estimation at rangeland hillslopes of Khamesan watershed, Kurdistan. Iranian Journal of Soil Research, 32(2): 203-218. (In Persian)

97. Kheiri, H. 2019. Simulation of the Climate Change Impact on Hydrologic Response of Forested Catchments (Case study: Kasilian Representative Basin). Iranian Water Research Journal, 13(2): 117-127. (In Persian)

98. Khormaei, H. Kiani, F. and Khormali, F. 2016. Evaluation of soil erodibility factor (k) for loess derived landforms of Kechik watershed in Golestan province. Journal of Water and Soil, 30(6): 2078-2086. (In Persian)

99. Khorsand, M. Khaledi Darvishan, A. and Gholamali Fard, M. 2017. Sensitivity of the annual erosion estimation map of the RUSLE model to the methods of preparing the crop management factor (C) map in the Khamesan representative watershed. Sixth Global Conference on Sustainable Agriculture and Natural Resources, Tehran. (In Persian)

100. Kiani, F. and Ghezelseflo, A. 2016. Evaluation of soil erodibility factor (k) for loess derived landforms of Kechik watershed in Golestan Province, North of Iran. Journal of Mountain Science, 13(11): 2028-2035.

101. Kiani Herchegani, M. and Talebi, A. 2019. Representative and paired watersheds as tools for monitoring and assessing com/doc/87737

84. Kalantari, S. Talebi, A. and Eshghizadeh, M. 2014. Investigation of the possibility of determining the percentage of rangeland cover threshold to reduce runoff using RHEM model (case study: Shahid Nouri Kakhk watershed), The 4th International Conference on Environmental Challenges & Dendrochronology, Sari (In Persian) https://civilica.com/doc/788184

85. Kalteh, A. Sheikh, V. Sadoddin, A. Nora, N. and Hemmatzadeh, Y. 2010a. Evaluating Efficiency of the Hydrologic Component of the LISEM Model in the Kechik Experimental Watershed, Golestan Province, Iran. Journal of Watershed Management Research, 1(2): 65-83 (In Persian)

86. Kalteh, A.N. Bardi Sheikh, V. Sadoddin, A. and Nora, N. 2010b. Evaluating the efficiency of LISEM physical model for estimating floods in representative and paired Kechik watershed in Golestan province. 6th National Conference on Watershed Management Science and Engineering and 4th Erosion and Sediment National Conference (In Persian)

87. Kariminejad, N Goli Jirandeh, A. Alizadeh, H. Hossein Alizadeh, M. and Pourghasemi, H. 2021. An assessment of watershed management activities on the soil erosion potential using the physical LANDPLANER model in the treated and control sub-catchment of the Goorband in Sistan and Baluchestan. Journal of Watershed Management Research, 34(3): 39-19. (In Persian)

88. Kavian, A. Bahrami, M. and Rouhani, H. 2014. Performance Evaluation of SWAT Model to estimate surface runoff in Kachik Watershed, Golestan Province. Journal of Watershed Management Research 27(2), 32-22. (In Persian)

89. Kazemzadeh, M. Selajgeh, A. Malekian, A. and Liaghat, A. 2020. Assessment the watershed management measures role in evapotranspiration processes in paired watersheds of Taleghan. Watershed Engineering and Management, 12(3): 643-656. (In Persian)

90. Kazemzadeh, M. Salajegheh, A. Malekian, A. Liaghat, A. and Hashemi, H. 2021. Soil moisture change analysis under watershed management practice using in situ and remote sensing data in a paired watershed. Environmental Monitoring and Assessment, 193(5): 1-21.

91. Keshtakaran, P. Sabzevari, T. and Karami Moghadam, M. 2018. Estimation of runoff of watersheds without statistics using the method of hydrographic artificial unit without dimension Nash (study design: Ajay and Kasilian basin). Water Resources Engineering, 11(36), 1-10. (In Persian)

92. Khadem al-Rasool, A. Nisi, H. and Sayad, Gh.A. 2016.

Ethnobotanical and ethnoecological study of small medicinal species (case study of Kechik rangelands in the Northeast of Golestan province). Journal of Indigenous Knowledge, 1(2): 129-154 (In Persian)

110. Mirzaei, H. Junidi Jafari, H. and Karami, P. 2021. Application of management factors on physical properties of soil in rangelands of Khamesan region, 2nd International Conference and 5th National Conference on Natural Resources and Environment Protection, Ardabil. (In Persian) https://civilica.com/doc/1248744

111. Moaia, S. and Mousavi, S.A.A. 2005. Study of the relationship between the return period of peak flood discharge and the return period of rainfall intensity in the Imameh and Kasilian Representative watershed, 2nd National Conference on Watershed Management and Soil and Water Resources Management, Kerman (In Persian) https://civilica.com/doc/107959

112. Mohammad Beigi, D. Alvankar, S. R. Vosoughifar, H. 2013. Estimation of water flow of Kasilian river through upper neuron neural network. International Conference on Civil Engineering, Architecture and Urban Sustainable Development, Tabriz. (In Persian) https://civilica.com/doc/272861

113. Mohammadi, M.A. Zare Khormizi, M. and Kavian, A. 2015. Intravaginal analysis of the hydro-sedimentary response of the Khamesan representative watershed, Journal of Water and Soil Science (Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources). 19(72): 115-126 (In Persian)

114. Mohammadi, P. Ghaffari, G. and Zolfaghari, M. 2016. Assessing the ecological potential of the terrain for the development of irrigated and rainfed agriculture, a case study: Kurdistan province, Khamesan watershed, The 2nd nternational Conference of IALE-Iran, Isfahan (In Persian) https://civilica.com/doc/547601

115. Mohseni, B. Ghodoosi, J. Ahmadi, H. and Tahmasebi, R. 2011. Evaluation of accuracy and efficiency of EPM, MPSIAC, geomorphological and hydrophysical models in estimating erosion and sediment of Kasilian representative watershed, Mazandaran Province. Geography and Development Quarterly, 9(22): 107-127. (In Persian)

116. Mollazadeh, M. Najafi, Sh. and Omidi Birgani, F. 2015. Estimation of runoff of non-statistical catchments using the method of Soil Protection Organization (Case study: Kasilian watershed). The Second International Conference and the Fifth National Conference on Environmental and Agricultural Research in Iran, Hamedan. (In Persian) https://civilica.com/doc/472764

117. Moradi, H. and Tahmasebi, A. 2005. The role of soil factors on vegetation cover in the rangelands of Kasilian watershed, the sustainable development of natural resources. 2nd National Conference on Natural Resources and Sustainable Development in Zagros, Shahrekord (In Persian) https://civilica.com/doc/941708/

102. King, K.W. Smiley, P.C. Baker, B.J. and Fausey, N.R. 2008. Validation of paired watersheds for assessing conservation practices in the Upper Big Walnut Creek watershed, Ohio. Journal of Soil and Water Conservation, 63(6): 380-395. (In Persian) https://civilica.com/doc/573620

103. Laurén, A. Heinonen, J. Koivusalo, H. Sarkkola, S. Laurén, A. Heinonen, J. Koivusalo, H. Sarkkola, S. Tattari, S. Mattsson, T.M. Ahtiainen, S. Joensuu, T. Kokkonen, and Finér, L. 2009. Implications of uncertainty in a pre-treatment dataset when estimating treatment effects in paired catchment studies: phosphorus loads from forest clear-cuts. Water, Air, and Soil pollution, 196(1): 251-261.

104. Maghsoud Lorad, R. 2006. Flood management and watershed management (Case Study of Sample and Shahed Kachik basin (Maraveh Tappeh) in Golestan province), 2nd Conference of Applied Geology and the Environment, Islamshahr (In Persian) https://civilica.com/doc/21401

105. Mehdi Nejadiani, B. Guilian, H. Abdi, Ch. and Moradi, Sh. 2013. Investigation of the amount of sankin metals in irrigation water (Case study: Khamesan watershed), 12th National Seminar on Irrigation and Evapotranspiration, Kerman (In Persian) https://civilica.com/doc/476054

106. Mehrabi Mohammad, M. Zadeh Nafouti, H. and Jamali, A.A. 2014. Evaluating the performance of comprehensive watershed management (Case study: Kakhk watershed). 10th National Seminar on Watershed Management (Sustainable Watershed Management) (In Persian).

107. Mehran, Z. Jafari, M. Javadi, S.A. and Chapi, K. 2011. Investigation of changes in the percentage of total canopy in the enclosed and non-enclosed conditions of Khamesan rangelands in Kamyaran. The first national conference on economic resolutions in the field of Agriculture and Natural Resources, Qom. (In Persian) https://civilica.com/doc/176016

108. Mirdeilami, S.Z. Heshmati, Gh.A. Barani, H. and Hemtzadeh, Y. 2010. The effect of some environmental factors on the distribution of medicinal species (Case study: summer pastures of the Kechik watershed in Maraveh Tappeh). Fifth National Conference on Biodiversity and its Impact on Agriculture and the Environment, Urmia .(In Persian) https://civilica.com/doc/161207

109. Mirdeilami, S.Z. Heshmati, Gh.A. and Barani, H. 2014.

Measurement of soil erosion using nails and erosion plots in Kakhk Gonabad watershed. Second International Conference and Fifth National Conference on Natural Resources and Environment, Ardabil (In Persian). https://civilica.com/doc/1248881

127. Noura, N. Kabir, A. and Korkinejad, M. 2005. Determination of percolation during a rainfall storm (Case study: Kechik catchment, Golestan province). 2nd National Conference on Watershed Management and Soil and Water Resources Management, Kerman. (In Persian) https://civilica.com/doc/107985

128. Noura, N. Kabir, A. Naghavi, M.R. and Bayat, B. 2008. Determination of percolation during a rainfall storm (Case study: Kechik catchment, Golestan province). Journal of the Iranian Natural Resources, 61(5): 839-848. (In Persian)

129. Noura, N. and Kabir, A. 2009. Application of GIS for calculation of runoff (Case study: Kechik Watershed, Golestan province). Journal of Range and Watershed Management, 62(1): 153-166 (In Persian)

130. Ojaqloo, H. Sohrabi, T. and Saberi, M. 2008. Evaluation of WMS model in estimating flood hydrograph characteristics (Case study: Kasilian Introduction Basin). First International Water Crisis Conference, Zabol. (In Persian). https://civilica.com/doc/64302

131. Parvizi, S. and Talebi, A. 2021. Design of sediment measurement plots in watershed management stations with a new look at topography. Second International Conference and Fifth National Conference on Natural Resources and Environment, Ardabil. (In Persian)

132. Parvizi, Y. Arabkhodari, M. Jazi, H. Sharafati, M. Bayat, R. and Rajabpour, A. 2021a. Statistical exploration of climatic and hydrometric data extracted from the Zaydasht and Zaydasht Taleghan watershed. Second International Conference and Fifth National Conference on Natural Resources and Environment, Ardabil. (In Persian). https://civilica.com/doc/1248874

133. Parvizi, Y. Arabkhodari, M. Jazi, H. Sharafati, M. and Nabi Pi Lashkarian, S. 2021b. Convergence analysis of hydrometric and precipitation maximum data in representative and paired Zidasht Taleghan watersheds. Second International Conference and Fifth National Conference on Natural Resources and Environment, Ardabil. (In Persian) https://civilica.com/doc/1248875

134. Pirmoradian, N. Saf Shekan, F. and Afshin Sharifan, R. 2009. Simulation of hydrograph peak discharge and its time using artificial neural network in Kasilian represetstive watershed. International Conference on Water Resources: Emphasis on Regional Development, Shahroud. (In Persian) https://civilica.com/doc/83054

9th Soil Science Congress of Iran, Tehran (In Persian) https://civilica.com/doc/11551

118. Moslehi, M. and Hassanzadeh Khankhedani, H. 2020. The effect of different methods of rainfall storage on soil moisture and vegetative characteristics of Acacia oerfota (Forssk.) Schweinf seedlings (Case study: representative watershed and Dehgin paired Hormozgan province). Ecosystem Engineering, 9(26), 61-72 (In Persian)

119. Motamednia, M. Sadeghi, S.H. and Moradi, H. 2014. Hydrograph variability of Kasilian watershed unit in different effective rainfall time bases. Journal of Water and Soil Conservation Research, 21(4): 248-260 (In Persian)

120. Nazari Samani, A.A. and abbasi, Sh. 2016. Evaluation of efficiency of Cligen Generator for producing of climate data for using in WEPP model (Case study: Zidasht station, Alborz Province). Journal of Water and Soil Conservation, 23(2): 43-62

121. Neisi, H. Khademalrasoul, A. and Amerikhah, H. 2021. Mapping of water erosion and deposition affected by different LS algorithms using WaTEM/SEDEM Model. Journal of Water and Soil, 35(1): 67-82. (In Persian)

122. Nikbakht, Z. Jangjoo, M. and Khajeh Hosseini, M. 2012a. The effect of rangeland plants on soil seed bank density at different levels of exploitation Case study of Kakhk Gonabad rangelands, Khorasan Razavi province, The 1st National Conference on Solutions to Access Sustainable Development in Agriculture, Natural Resources and the Environment, Tehran (In Persian). https://civilica.com/doc/198065

123. Nikbakht, Z. Jangjoo, M. Khajeh Hosseini, M. and Anvarkhah, S. 2012b. Morphological characteristics of seeds in soil seed bank in terms of distribution mechanism at different levels of rangeland exploitation Case study of Kakhk rangelands of Gonabad, Khorasan Razavi province. The 1st National Conference on Solutions to Access Sustainable Development in Agriculture, Natural Resources and the Environment, Tehran (In Persian) https://civilica.com/doc/198388

124. Niknahd Farmakher, H. 2012. Effects of management practices in Kechik paired catchment on the vegetation cover and runoff. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources Publications 46, 283-89 (In Persian)

125. Niknahd Farmakher, H. and Maramaei, M. 2011. Study of the effects of land use change on soil properties (Case study: Kechik watershed). Journal of Soil Management and Sustainable Production, 1(2): 81-97 (In Persian)

126. Noor, H. Dastranj, A. and Jahedipour, S. 2021.

M. and Akhondali, A.M. 2009. Evaluation of GIUH-NASH and GCIUH-CLARK models in the Kasilian representative watershed. 8th International Congress on Civil Engineering, Shiraz. (In Persian) https://civilica.com/doc/62932

144. Salari Nik, Kh. Nail, M. Asadian, Gh. and Safari Sanjani, A.A. 2014. Soil organic carbon relations and plant types in Gonbad watershed, Hamedan. The 4th International Conference on Environmental Challenges & Dendrochronology, Sari. (In Persian) https://civilica.com/doc/788309 9.

145. Salari Nik, Kh. Asadian, Gh. and Nail, M. 2015. The Relationships between different plant communities and environmental factors in Gonbad watershed, Hamadan. Iranian Journal of Applied Ecology, 4(14): 61-73. (In Persian)

146. Salari Nik, Kh. Nail, M. Asadian, Gh. and Safari Sanjani, A.A. 2016a. Influence of vegetation type and land management on soil organic carbon fractions in Gonbad watershed, Hamadan. Journal of Water and Soil, 30(6): 1964-1977. (In Persian)

147. Salari Nik, Kh. Nail, M. Safari Sanjani, A.A. and Asadian, Gh. 2016b. The effect of plant community type on soil aggregate size distribution in Gonbad watershed (Hamadan). Water and Soil Science 26(2-4), 271-256. (In Persian)

148. Sartip, F. Radmanesh, F. Zarei, H. and Salari Jazi, M. 2018. Automatic calibration of the continuous HMS-SMA rainfall-runoff model using the metaheuristic algorithm (Case study: Kasilian Basin). Journal of Irrigation Science and Engineering, 41(3): 15-28. (In Persian)

149. Sebestyen, S.D. Lany, N.K. Roman, D.T. Burdick, J.M. Kyllander, R.L. Verry, E.S. and Kolka, R.K. (2021). Hydrological and meteorological data from research catchments at the Marcell Experimental Forest, Minnesota, USA. Hydrological Processes, 35(3): 14092

150. Sedighi, F. Khaledi Darvishan, A. and Zare, M.R. 2020. Assessment of the slop gradient on the estimated erosion and sediment delivery ratio by using 137Cs in the Khamsan Representative Watershed. Watershed Management Research 33(3), 19-2. (In Persian)

151. Sedighi, F. Khaledi Darvishan, A. and Zare, M.R. 2021. Spatial variations of sediment delivery ratio in the Khamesan representative watershed. Second International Conference and Fifth National Conference on Natural Resources and Environment, Ardabil (In Persian)

152. Seyed Kaboli, H. and Akhondali, A.M. 2009. Evaluation

135. Pourfallah Asadabadi, S. Ekhtesasi, M.R. Jahanbakhshi, F. Bagheri Fahraji, R. Mousavinia, S.H. and Karimi, A.R. 2021. Monitoring and measuring wind erosion using sediment traps in a pair of wind erosion station, Yazd Province, Second International Conference and Fifth National Conference on Natural Resources and Environment, Ardabil (In Persian)

136. Rezaie Pasha, M. Kavian, A. and Vahabzade, Gh. 2012. Experimental study of splash erosion and its relation with some soil properties in three adjacent land uses (A case study: Kasilian watershed). Journal of Water and Soil Science (Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources), 15(58): 257-269. (In Persian)

137. Rousta, T. Nazari Samani, A.A. Heshmat Al-Waezin, S.M. Zibaei, M. Atard, P. and Bordbar, S.K. 2018. Determining of the Oak forest's role on protecting water quality based on the service function in Tange Shool, Fars. Iranian Journal of Ecohydrology, 5(3), 843-853. (In Persian)

138. Sadeghi, S.H. Fazli, S. and Khaledi Darvishan, A. 2010. Evaluation of the efficiency of sediment measurement curve in the introduced watershed of Khamsan, 4th National Conference on Erosion and Sediment, Noor. (In Persian) https://civilica.com/doc/89103

139. Sadeghi, S.H. Hashemieh Arian, Z. Vafakhah, M. and Karimi, Z. 2018. Comparison of spatial variations of soil erosion at Gonbad representative and treated watersheds in Hamadan province. Journal of Range and Watershed Management (Iranian Journal of Natural Resources), 71(2): 417-405 (In Persian)

140. Sadeghi, S.H. Moradi, H. Mozaiian, M. and Vafakhah, M. 2005. Efficiency of different statistical analysis methods in rainfall-runoff modeling (case study: Kasilian watershed). Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 2)3): 81-90. (In Persian)

141. Sadeghi, S.H. Nikpour, A. and Ayubzadeh, S.A. 2004. Daily sediment estimation using dynamic modeling in Kasilian Watershed, Journal of Iranian Natural Resources, 57)3): 391-402. (In Persian)

142. Saf Shekan, F. Pirmoradian, N. and Afshin Sharifan, R. 2017. Evaluation and comparison of the artificial neural network and the HEC-HMS models in the simulation of the rainfall-runoff process and the development of hydrograph in the Kasilian representative basin, Journal of Water Resources Engineering, 10(35): 71- 84. (In Persian)

143. Salari Jazi, M. Adib, A. Mahmoudian Shoushtari,

of rainfall loss methods in flood hydrography simulation (Case study: Kasilian Watershed). Fifth National Conference on Watershed Management Science and Engineering of Iran, Gorgan. (In Persian) https://civilica.com/doc/87043

153. Shahedi, K. Asadi, H. and Golshan, M. 2016. Comparison of time-area and Clark instantaneous unit hydrograph models efficiency to reconstruct flood hydrographs at Kasilian watershed. Hydrogeomorphology, 3(7): 123-139. (In Persian)

154. Sharifi, M.B. and Akbarpour, A. 2001. Evaluation of the performance of hydrological models in the representative watersheds (Amameh and Kasilian). 1st National Conference on Mitigation of Water Crises, Zabol. (In Persian) https://civilica.com/doc/81248

155. Shirmohammadi, B. Abdolahi, I. 2021. Challenges with electronic stream Gauge in the Heris paired catchments. Second International Conference and Fifth National Conference on Natural Resources and Environment, Ardabil. https://civilica.com/doc/1249038/

156. Singh, G. Schoonover, J.E. and Williard, K.W. 2018. Cover crops for managing stream water quantity and improving stream water quality of non-tile drained paired watersheds. Water, 10(4): 521.

157. Soltanipour, M.A. and Asadpour, R. 2020. Flora, life form and chorology of Dehgin basin, Hormozgan Province. Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 33(3): 516-528. (In Persian)

158. Soleimani, K. Gonbad, M.B. Mousavi, S.R. and Khaliqi, Sh. 2008. Flood potential production using HEC-HMS model in GIS environment (A case study; Kasilian Watershed, Iran). Physical Geography Research Quarterly, 65: 60-51

159. Soleimani, F. Arab Khedri, M. Sametzadeh, A. and Ra'it Pisheh, A. 2021a. Introduction, opportunities and challenges of the representative and paired catchments of Shush, Khuzestan Province. Second International Conference and Fifth National Conference on Natural Resources and Environment, Ardabil. (In Persian) https://civilica.com/doc/1248873

160. Soleimani, F. Parvizi, Y. Ansari, M.R. and Rait Pisheh, A. 2021b. Survey of vegetation, soil and climatic parameters of representative and paired watershed of Shoosh, Khuzestan province. Second International Conference and Fifth National Conference on Natural Resources and Environment, Ardabil. (In Persian) https://civilica.com/doc/1248994

161. Soleimanpour, S.M. Parvizi, Y. and Tizmaghaz, M.H. 2021a. Study of the general appearance of erosion, runoff, soil and vegetation in the representative and Tangeshol paired watersheds of Fars province, Second International Conference and Fifth National Conference on Natural Resources and Environment, Ardabil. (In Persian) https://civilica.com/doc/1248987

162. Soleimanpour, S.M. Arab Khedri, M. and Tizmaghaz, M.H. 2021b. Study of the general appearance of representative and Tangeshol paired watersheds in Fars province with emphasis on long-term hydrometric and sediment data analysis, Second International Conference and Fifth National Conference on Natural Resources and Environment, Ardabil, Ardabil. (In Persian) https://civilica.com/doc/1249023

163. Ssegane, H. Amatya, D. M. Muwamba, A. Chescheir, G. M. Appelboom, T. Tollner, E.W. Nettles, J.E. Youssef, M.A. Birgand, F. and Skaggs, R.W. 2015. Hydrologic calibration of paired watersheds using a MOSUM approach. Hydrology and Earth System Sciences Discussions, 12(1).

164. Taghavi Gorji, M.M. Vafakhah, M. and Gholami, S.A. 2013. Land use optimization to reduce flood (Case study of Kasilian watershed). The first national conference on agriculture and sustainable natural resources, Tehran. (In Persian) https://civilica.com/doc/258314

165. Talebi, A. 2019. Review of detailed executive studies of Khezrabad watershed (Tahooneh representative and paired watershed). (In Persian)

166. Zahirnezhad, S. and Bayat, H. 2020. Influence of slope aspect and plant type on some soil chemical properties. Iranian Journal of Soil Research, 33(4): 559-576.

167. Zakeri, O. Jafari Takhtinejad, E. and Atash Dehghan, M. 2019. Investigation of phenological stages of shrub sainfoin (*Taverniera cuneifolia*) in Dehgin watershed of Hormozgan province, 4th International Conference on Applied Research in Science and Engineering. (In Persian) https://civilica.com/doc/1000580

168. Zarei, M.M. Dastorani, M.T. and Mesdaghi, M. 2015. Rainfall-runoff modeling using different neural network models and comparison with the decision tree model (Case study: Shahid Nouri Kakhk, Gonabad). The First National Conference on Passive Defense in Agriculture, Natural Resources and Environment with a Sustainable Development approach, Tehran. (In Persian) https://civilica.com/doc/440425

169. Zarei, M.M. Dastorani, M.T. Mesdaghi, M. and Eshghizadeh M. 2018. Evaluation of the efficiency of different artificial intelligence and statistical methods in estimating the amount of runoff (case study: Shahid Noori Watershed of Kakhk,

Gonabad). Journal of Watershed Management Research, 8(16), 11-21. (In Persian)

170. Zolfaghari, M. Barouti, H. Ghasemieh, H. and Khorsandi, Z. 2009a. Investigating the validity of Makus method to determine the latency in some basins of Iran (Case study: Nekaroud basins, Karaj dam and Kasilian representative). 10th Irrigation and Evaporation Reduction Seminar Kerman. (In Persian) https://civilica.com/doc/147102

171. Zolfaghari, M. Garai, P. and Khorsandi, Z. 2009b. Determination of hydrograph temporal parameters based on the grouping of runoff events (Case study: Nekarood, Karaj Dam and Kasilian representative Basins). 2nd National Conference on Water, Behbahan. (In Persian) https://civilica.com/doc/83514

نشریه علمی
علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management
Science & Engineering

Vol. 17, No. 60, Spring 2023
سال هفدهم- شماره ٦٠- بهار ١٤٠٢

An Overview on the Monitoring of Management Practices and Hydrological Response in the Representative and Paired Watersheds of Iran- Part Two

Z. Hazbavi[1], M. Parsazadeh Kalvanaq[2], M. Arabkhedri[3], Y. Parvizi[4] and F. Soleimani[5]
Received: 02-06-2022 Accepted: 07-09-2022

Abstract

The present review has been compiled to monitor management practices and hydrological response in 12 representatives and paired watersheds of the country including Tangeshol (Fars), Khamesan (Kurdistan), Dehgin (Hormozgan), Zidasht (Alborz), Shush (Khuzistan), Kakhk (Khorasan Razavi), Kechik (Golestan), Kasilian (Mazandaran), Gonbad (Hamedan), Goorband (Sistan & Baluchestan), Herris (East Azarbaijan), and Tahooneh (Yazd). For this purpose, about 161 studies were used and analyzed. Only 40 sources have specifically studied and compared the control and treatment watersheds. Therefore, it can be concluded that the applicability of the practices results and studies conducted in the paired watersheds have not been adequately described or documented. The first research was carried out in 2001 in Shush and Kasilian paired watersheds and most of them were observed in Kasilian (44 studies) and Kechik (28 studies) paired watersheds. The existence of the least research in Herris, Goorband, and Tahooneh watersheds (less than four studies) can be attributed to their new establishment and lack of extracted data. Most of the studies of paired watersheds in the country were related to the years 2015, 2016, and 2021 with 18, 17, and 17 cases.

Keywords: Modeling, Planning, Natural capital, Research catchments, Watershed management

1. Corresponding Author and Assistant Professor, Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Water Management Research Center, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. Email: z.hazbavi@uma.ac.ir
2. Ph.D. Student, Watershed Management Engineering and Sciences, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Iran
3.Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
4. Associate Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kermanshah, Iran
5. Assistant Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran