

## بررسی تغییرات الگوی جریان در دشت موسیان و ارزیابی تأثیر آن در تغییر دینامیک منطقه

محمد رضا جعفری<sup>۱</sup>، ایرج جباری<sup>۲\*</sup> و حاجی کریمی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه رازی، کرمانشاه و مربی، بخش تحقیقات آبخیزداری و منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایلام، ایران، <sup>۲</sup> دانشیار، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه رازی، کرمانشاه و <sup>۳</sup> دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۲۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۷/۲۵

### چکیده

در حوضه دشت موسیان آبراهه‌های متعددی وجود دارد که به‌طور مرتب مسیر جریان‌های سطحی را تغییر داده، خسارت‌های فراوانی برای ساکنین این حوضه به‌بار می‌آورد. یکی از روش‌های جلوگیری و یا کاهش خطرات تغییر الگوی جریان، مهار و پخش جریان‌های سطحی بر روی مخروط‌افکنه‌های نفوذپذیر، اجرای عملیات سازه‌ای و بیولوژیکی می‌باشد. بنابراین، دو هدف در این پژوهش دنبال می‌شود: اول، مقایسه تغییرات الگوی جریان دشت موسیان در عرصه پخش سیلاب و عرصه مجاور (شاهد) که هیچگونه اقدامات سازه‌ای و بیولوژیکی در آن انجام نشده است. دوم، ارزیابی تأثیر این تغییرات در دینامیک و کاربری اراضی منطقه می‌باشد. برای این منظور، از تصاویر ماهواره‌ای لندست هفت و هشت سنجنده‌های TM، ETM، ETM<sup>+</sup> به ترتیب مربوط به سال‌های ۱۳۷۶، ۱۳۸۰ و ۱۳۹۲ استفاده شد. همچنین، روابط بین کمیت‌های مورفولوژیکی در عرصه پخش و شاهد قبل و بعد از پخش سیلاب محاسبه شد. سپس، تأثیر تغییرات الگوی جریان در دینامیک و کاربری اراضی منطقه ارزیابی شد. نتایج به‌دست آمده نشان داد، عملیات سازه‌ای و بیولوژیکی عامل اصلی تغییر الگوی جریان در این دشت است. روابط بین کمیت‌های مورفولوژیکی قبل و بعد از پخش سیلاب نشان داد که شاخص تراکم زهکشی از ۱/۵ به ۰/۹۴ کیلومتر بر کیلومتر مربع و نسبت انشعاب از ۳/۱۱ به ۱۱/۴۵ تغییر یافته است، که بیان‌کننده ثبات الگوی جریان در عرصه پخش سیلاب نسبت به شاهد می‌باشد. کنترل و کاهش سیلاب، تغذیه متوسط سالانه ۹/۱ میلیون مترمکعب، روند کاهشی میانگین نفوذپذیری در عرصه‌های پخش و شاهد به ترتیب نفوذ پایه ۱۳/۵۷ و ۱۷/۹۵ سانتی‌متر بر ساعت، کاهش ذرات شن و افزایش ذرات رس و سیلت در عرصه پخش نسبت به شاهد، افزایش سطح زیرکشت در حدود ۲۴۱۰ هکتار، افزایش تولید علوفه ۱۰۹ کیلوگرم بر هکتار، افزایش ۲۵۴۱۸۱ اصله درخت و تعداد ۶۲ حلقه چاه از دیگر نتایج تأثیر تغییر الگوی جریان در دینامیک و کاربری اراضی منطقه موسیان است.

**واژه‌های کلیدی:** تصاویر ماهواره‌ای لندست، پخش سیلاب، دینامیک محیط، شاخص تراکم زهکشی، نسبت انشعاب

### مقدمه

انواع بارش، بخش مهم و جدایی‌ناپذیر از حوزه‌های آبخیز بوده و نقش شریان‌های حیاتی آن را عهده‌دار می‌باشند. شناخت و بررسی وضعیت گذشته و فعلی

آبراهه‌ها و مسیل‌ها به‌عنوان مجاری جمع‌کننده و انتقال‌دهنده آب‌های سطحی و رسوبات حاصل از

قرار داده و نتایج تحقیقات آن‌ها نشان می‌دهد با بررسی زمین‌ریخت‌ها در دشت‌های سیلابی می‌توان رفتار جریان آب سطحی را از نظر حمل و نقل مواد، رسوب‌گذاری، کاهش قدرت جریان و غیره را پیش‌بینی کرد.

Grzegorz و همکاران (۲۰۱۳) نیز با استفاده از سنجش از دور و داده‌های چند طیفی به بررسی اثرات ژئومورفولوژی به پیش‌بینی سیلاب در دشت‌های سیلابی پرداخته و اظهار می‌دارند که نتایج به‌دست آمده برای مدیریت ریسک<sup>۳</sup> سیلاب قابل استفاده می‌باشد. Maghsuodi و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی روند تغییرات الگوی رودخانه خرم‌آباد با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به این نتیجه رسیدند که تغییرات آن به دلیل تغییر کاربری اراضی مجاور رودخانه بوده است. نتایج تحقیقات Zahiri و Jafari (۲۰۰۶) در بررسی تغییرات الگوی رودخانه جراحی حاکی از آن است، برداشت ماسه و شن بیشترین تأثیر را در تغییر الگوی جریان این رودخانه داشته است. یکی از راه‌های مناسب به‌منظور کنترل سیلاب‌ها و بهره‌وری بهینه از منابع آب سطحی به-ویژه در آبراهه‌ها و مسیل‌ها، پخش سیلاب رودخانه‌ها در سطح اراضی مجاور است. استفاده از روش پخش سیلاب در آبیاری مزارع پیشینه‌ای کهن در تاریخ دارد (Arnon, ۱۹۷۲). پخش جریان مسیل‌ها در دره‌های مسطح و مخروط افکنه نیز از دیر باز مرسوم بوده است.

آثار یافت شده در صحرای نگو<sup>۴</sup> در فلسطین بر وجود مزارعی آباد در دوران قوم یهود که در فاصله سال‌های ۷۰۰ تا ۹۵۰ سال قبل از میلاد مسیح در این منطقه زندگی کرده‌اند، بر این موضوع گواهی می‌دهد (Evenari, ۱۹۶۸). نتایج به‌دست آمده از تحقیقات Singh و همکاران (۱۹۹۵) در راجستان هندوستان نشان داد که افزایش محصولات کشاورزی و بهبود منابع علوفه‌ای در این منطقه نتیجه پخش سیلاب بوده است. نتایج تحقیقات Bakhtyar و همکاران (۱۹۹۷) نیز نشان داد، اجرای پخش سیلاب در ایستگاه تحقیقاتی گربایگان فسا باعث افزایش

آبراهه‌ها و مسیل‌ها می‌تواند در تعیین اولویت‌های تحقیقاتی و اجرایی راهگشا بوده و میزان ضرورت آن را مشخص نماید (Habibi, ۲۰۱۰). Berak و Bolton (۱۹۹۹) با تحقیقاتی که بر روی اکوسیستم‌های طبیعی انجام داده‌اند معتقدند که تغییر الگوی جریان‌های طبیعی یکی از عوامل اصلی نابودی تنوع زیستی و عملکرد زیست محیطی در بوم‌سازگان‌های آبی از جمله دشت سیلابی است.

Lane (۱۹۵۷) با بررسی عوامل طبیعی و انسانی، معتقد است که از بین عوامل انسانی مؤثر در تغییر الگوی جریان اقدامات و سازه‌های دست‌ساخت مسیر جریان‌ها مهمترین عوامل است. Vandenberghe و همکاران (۲۰۱۲)، Gendaszek و همکاران (۲۰۱۲) و Surian و Ziliani (۲۰۱۲) در بررسی تغییرات الگوی جریان در حوزه‌های آبخیز به این نتیجه رسیده‌اند که دخالت‌های انسانی عامل اصلی تغییر الگوی جریان رودخانه‌ای است. در حالی که Tang و Chen (۲۰۱۲) در بررسی دشت‌های سیلابی معتقدند که عامل توپوگرافی و جریان‌های ثانویه باعث تغییر الگوی جریان آب می‌شود. Riley و همکاران (۲۰۱۲) با مطالعه مورفولوژی بسترهای زهکش به بررسی رابطه بین سرعت جریان و توپوگرافی پرداخته و نتایج به‌دست آمده از تحقیقات آن‌ها نشان می‌دهد که تغییر الگوی جریان از مورفولوژی رودخانه تبعیت می‌کند.

Kusimi (۲۰۰۸) نیز در تحقیقات خود به این نتیجه رسید که تغییر مورفولوژی رودخانه بر اثر عوامل طبیعی شیب، فرایندهای رودخانه‌ای، پوشش گیاهی و سنگ بستر رخ می‌دهد. هیدروژئومورفولوژیک کاربری زمین نیز عامل مهم دیگری است که در تغییر الگوی جریان تأثیر دارد (Royalli, ۲۰۱۳). گاهی اوقات ممکن است پدیده‌های نظیر طوفان و رانش زمین باعث تغییر مسیر جریان‌های آب سطحی شوند (Grodek و همکاران، ۲۰۱۲). Davidson و همکاران (۲۰۱۳) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و استخراج نقشه زمین ریخت‌شناسی<sup>۱</sup> دشت‌های سیلابی<sup>۲</sup> را مورد بررسی

<sup>3</sup> Risk management

<sup>4</sup> Negev desert

<sup>1</sup> Geomorphology

<sup>2</sup> Flood pediment

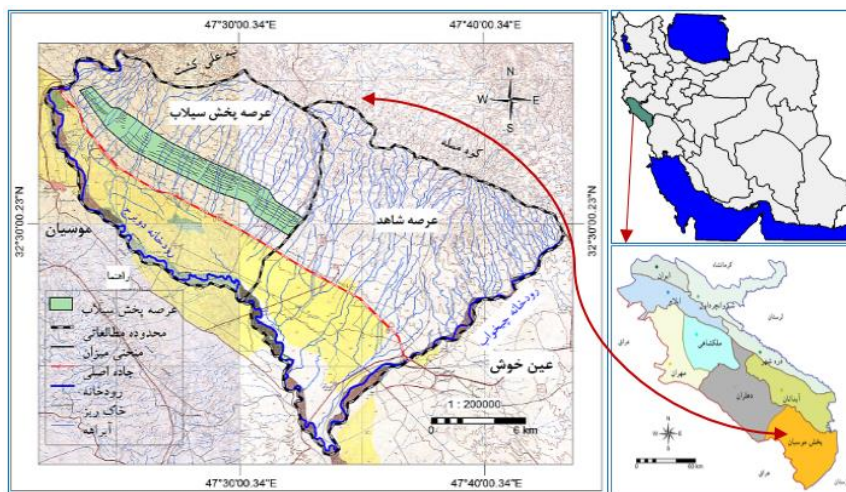
منطقه داشته است. بنابراین در این پژوهش سعی شد که تغییرات الگوی جریان دشت موسیان در عرصه-های پخش سیلاب و شاهد بررسی و تأثیر تغییرات آن در تغییر دینامیک و کاربری اراضی منطقه ارزیابی و مقایسه شود.

### مواد و روش‌ها

**منطقه مورد پژوهش:** منطقه مورد مطالعه قسمتی از دشت موسیان است که با مساحت ۴۰۰۵۴ هکتار در مختصات جغرافیایی ۵۲° ۲۱' ۳۲" تا ۰۴° ۳۶' ۳۲" عرض شمالی و ۰۴° ۲۲' ۴۷" تا ۱۵° ۴۳' ۴۷" طول-شرقی بین رودخانه‌های دویرج و چیخواب، از شرق به استان خوزستان، از غرب به شهرستان دهلران، از شمال به ارتفاعات ممله و از طرف جنوب به کشور عراق منتهی می‌شود. ارتفاع متوسط منطقه از سطح دریا در حدود ۲۰۰ متر است و شیب دشت نیز از حدود صفر تا سه درصد تعیین شده است. اقلیم منطقه تحت تأثیر اقلیم بیابانی گرم میانه تا شدید قرار دارد. میانگین بارندگی و دما به ترتیب ۲۳۵/۲ میلی‌متر و ۲۶/۴ درجه سانتی‌گراد است. دمای میانگین خاک در عمق پنج سانتی‌متری ۲۹/۴ و در عمق ۱۰ سانتی‌متری ۲۸/۸ واحد است. سازندهای زمین‌شناسی حوضه نیز از قدیم به جدید عبارتند: از سازندهای آجاجاری، کنگلومرای بختیاری و رسوبات آبرفتی عهد حاضر. در شکل ۱، موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و پخش سیلاب در استان ایلام نشان داده شده است.

آب‌های زیرزمینی، افزایش تعداد چاه‌های آب و در نتیجه افزایش سطح زیرکشت محصولات کشاورزی در منطقه شده است. Rahmati و Sharifi (۱۹۹۷) در تحقیقات خود در ایستگاه پخش سیلاب گربایگان به این نتیجه دست یافتند که پخش سیلاب اثرات مثبت بر وضعیت اقتصادی و اجتماعی منطقه دارد. نتیجه تحقیقات Khobfeker (۱۹۹۸) در استان سیستان و بلوچستان نشان داد که مجموع عملیات آبخیزداری از دیدگاه آبخیزنشینان در افزایش سطح زیرکشت، بهبود مراتع و افزایش فعالیت‌های باغداری و دامداری بسیار مؤثر است.

در منطقه دشت موسیان به‌ویژه در فصل زمستان جریان‌های سطحی از سرعت و دبی بالایی برخوردار بوده و به‌طور مرتب مسیر جریان‌ها سطحی را تغییر می‌دهند. این تغییرات به‌نوبه خود باعث خسارت‌های فراوانی به روستاهای منطقه، تخریب اراضی زراعی، راه‌های ارتباطی، کانال‌های آبرسانی، مستحدمات و حتی تلفات جانی در منطقه می‌شود. از طرفی بخش عمده منابع آب سطحی بدون استفاده و به‌صورت رودخانه‌های فصلی و هرزآب از دسترس خارج می‌شود (Azarkerdar, ۲۰۰۷). لذا، در راستای حل مشکلات یاد شده شبکه پخش سیلاب دشت موسیان در سال ۱۳۷۶ در سطح ۵۰۰۰ هکتار و در فاصله ۱۰ کیلومتری شهرستان دهلران در استان ایلام اجرا شد. با توجه به وسعت محدوده مورد تحقیق (۴۰۰۵۴ هکتار) و سطح اجرایی شبکه پخش، دقیقاً مشخص نیست که این عملیات چه تأثیری بر الگوی جریان



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

## روش پژوهش

**الف) تغییر الگوی جریان:** برای این منظور ابتدا نقشه زمین ریخت‌شناسی<sup>۱</sup> منطقه تهیه شد. برای تهیه این نقشه، نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ برگه‌های دهلران II ۵۴۵۵، مورموری III ۵۵۵۵، نهرعنبر I ۵۴۵۴ و عین‌خوش IV ۵۵۵۴ به کمک نرم‌افزار ILWIS<sup>۲</sup> فراخوانی و رقومی شدند. بر اساس نقشه‌های رقومی شده منطقه مورد مطالعه، لایه‌های اطلاعاتی هیپسومتری منطقه از روی خطوط تراز ۲۰ متری، شبکه آبراهه‌ها، جاده‌ها و خطوط ارتباطی، مدل رقومی ارتفاعی<sup>۳</sup>، شیب و موقعیت روستاهای داخل منطقه مورد مطالعه تهیه شد. سپس حدود دشت سیلابی<sup>۴</sup> و موقعیت تمام عوارضی که به نوعی در تغییر مسیر جریان‌های سطحی و سیل‌گیری منطقه مؤثر بودند شامل پشته‌های آبرفتی، تپه‌ها و گودال‌ها (طبیعی و مصنوعی)، خاکریزهای طبیعی و غیره با دستگاه GPS<sup>۵</sup> در روی زمین تعیین و بر روی نقشه‌های توپوگرافی منتقل شدند. در این مرحله به‌منظور بررسی وضعیت مورفولوژیک دشت موسیان قبل از اجرای پخش سیلاب از نظر فرم الگوی جریان، مناطق سیل‌خیز، کاربری اراضی و وضع موجود از تصاویر ماهواره لندست<sup>۶</sup> هفت سنجنده TM<sup>۷</sup> سال ۱۳۷۶ استفاده شد. این تصاویر عبارت بودند از: فریم‌های ۱۶۶-۳۷ و ۱۶۶-۳۸ (باندهای پنج، چهار و یک) که در محیط GIS<sup>۸</sup> بعد از انجام مراحل زمین مرجع<sup>۹</sup> نمودن آن‌ها و بارز سازی<sup>۱۰</sup> تصاویر، برای بررسی و تفسیر بهتر عوارض باندهای انتخابی به‌ترتیب (قرمز، سبز و آبی) با هم ترکیب رنگ<sup>۱۱</sup> شدند.

در مرحله بعدی نیز همین آشکارسازی ویژگی‌ها پس از اجرای طرح پخش سیلاب (سال ۱۳۸۰) لازم

بود. از این‌رو، موقعیت مکانی مجموعه اقدامات انجام شده بر روی زمین از جمله محدوده پخش سیلاب، عملیات سازه‌ای (خاکریزها، سرریزهای گابیونی، سنگی‌ملاتی و خشکه چین‌ها) و بیولوژیکی (نهال‌کاری و چاله‌کنی) و همچنین، موقعیت واحدهای صنعتی و کارگاه‌های موجود در منطقه با استفاده از دستگاه GPS تعیین شد. سپس همان مراحل پردازش تصاویر توضیح داده شده در مرحله نخست، بر روی تصاویر ماهواره‌ای سال ۱۳۸۰ انجام و موقعیت نقاط برداشت شده بر روی آن منتقل شد. تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در این مرحله عبارت بودند از: تصاویر ماهواره-ای لندست هفت سنجنده ETM<sup>۱۲</sup> فریم ۱۶۶-۳۸.

در ادامه، بعد از مشخص شدن تغییرات ایجاد شده در الگوی جریان منطقه، به‌منظور کمی نمودن این تغییرات روابط بین کمیت‌های مورفولوژیکی محدوده مورد تحقیق شامل: نسبت انشعاب، نسبت طول و تراکم زهکشی محاسبه شد. برای این منظور ابتدا در محیط GIS طول کلیه جریان‌های سطحی طی سال-های ۱۳۷۶ و ۱۳۹۲ بر اساس نقشه‌های توپوگرافی، تصاویر ماهواره‌ای و کنترل میدانی استخراج و سپس طبق روابط (۱)، (۲)، (۳) و (۴) محاسبه شد.

- محاسبه نسبت انشعاب: از این نسبت به‌منظور بررسی پتانسیل سیل‌خیزی منطقه استفاده می‌شود. در این تحقیق برای رتبه‌بندی آبراهه‌ها از روش استدالر و محاسبه نسبت انشعاب بر اساس رابطه (۱) استفاده شد. بر اساس این رابطه هر چه نسبت انشعاب کمتر باشد دبی اوج بیشتر است. این نسبت در شاخه‌های سیستم طبیعی رود باید بین سه تا پنج باشد (Mahdavi, ۱۹۹۹).

$$BR = \left( \frac{N1}{N2} + \frac{N2}{N3} + \frac{N3}{N4} \dots + \frac{Nn-1}{Nn} \right) \left( \frac{1}{n-1} \right) \quad (1)$$

که در آن،  $BR$  نسبت انشعاب،  $N$  تعداد آبراهه در هر رده و  $n$  شماره آخرین رده آبراهه است.

- محاسبه نسبت طول: از این رابطه به‌منظور مشخص نمودن وضعیت ثبات و یا بی‌ثباتی رابطه بین رتبه و طول شاخه طبق رابطه (۲) استفاده می‌شود (Frifteh, ۱۹۹۱).

$$R_L = (L_u/L_n - 1) \quad (2)$$

<sup>1</sup> Geomorphology<sup>2</sup> Integrated Land and Water Information System<sup>3</sup> Digital Elevation Models<sup>4</sup> Flood Pediment<sup>5</sup> Global Positioning System<sup>6</sup> Landsat Satellite Images<sup>7</sup> Thematic Mapper<sup>8</sup> Geographical Information Systems<sup>9</sup> Georeference<sup>10</sup> Stretch<sup>11</sup> Color Composite<sup>12</sup> Enhanced Thematic Mapper

زیرزمینی منطقه تهیه شد. سپس بر اساس آمار چاه-های پیژومتری در دوره آماری ۱۳۷۲ تا ۱۳۸۹ روند تغییرات در هر یک از چاهها بررسی و با استفاده از روش تیسن روند تغییرات در سطح ایستایی کل سفره محاسبه شد. برای ارزیابی بیلان منابع آب زیرزمینی منطقه نیز میزان جریان ورودی، میزان آب نفوذی از بارندگی، میزان تغذیه از آبهای برگشتی کشاورزی، شرب، صنعت، میزان تغذیه از سیلابها و همچنین، تخلیه طبیعی به وسیله چشمهها، زهکشی و تبخیر از آبخوان و میزان جریان خروجی در یک دوره ۱۷ ساله (از سال آبی ۱۳۷۲ تا ۱۳۸۸) و در محدوده‌ای بیلان برابر ۲۷۱ کیلومتر مربع محاسبه شد.

- نفوذپذیری: با استفاده از استوانه مضاعف بر مبنای نفوذ پایه در عرصه پخش و شاهد انجام شد. برای این منظور، افت سطح آب در استوانه مرکزی در فواصل زمانی یک، دو، سه، پنج، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ دقیقه‌ای با تکرار لازم تا ثابت شدن سرعت نفوذ، ثبت و میزان نفوذ نهایی طبق معادله کوستیاکوف<sup>۲</sup> محاسبه شد.

- بافت خاک و رسوب: در عرصه شاهد و پخش در حد فاصل خاکریزهای اول، دوم و سوم نمونه‌برداری شد. ویژگی‌های مورد آزمایش شامل: بافت، درصد سنگریزه، درصد اشباع بودند. به منظور بررسی ضخامت خاک ناشی از رسوب‌گذاری و بررسی تغییرات عمق خاک، در طول هر خاکریز در ۱۵ نقطه اقدام به نصب اشل شد. از دو پارامتر عمق رسوب و سطح گسترش رسوب برای اندازه‌گیری حجم رسوبات نهشته شده استفاده شد.

- میزان علوفه مرتعی: با استفاده از پلات یک در یک متری به روش قطع و توزین، گونه‌های مختلف در ارتفاع یک سانتی‌متری سطح زمین قطع و پس از خشک نمودن و توزین آنها برحسب درصد ثبت شد.

### نتایج و بحث

نتایج بررسی تصاویر ماهواره‌ای دشت موسیان نشان می‌دهد که تا سال ۱۳۷۶ در محدوده مورد تحقیق در فاصله بین دو رودخانه چیخواب و دوبرج

که در آن،  $R_L$  نسبت طول و  $L_u$  متوسط طول تمام شاخه‌های رتبه  $u$  می‌باشد. چنانچه مجموع طول آبراهه‌ها را بر تعداد شاخه‌های همان رتبه از رود تقسیم کنیم متوسط طول آن رتبه مشخص می‌شود (Frifteh, ۱۹۹۱). متوسط طول شاخه بر اساس رابطه (۳) به دست می‌آید.

$$L_u = (\sum L_u / N_u) \quad (3)$$

- تراکم شبکه زهکشی: به منظور تعیین درجه تکامل و تغییرات کمی الگوی جریان (Alizadeh, ۱۹۸۵)، بر اساس رابطه (۴) محاسبه شد.

$$Dd = (\sum Li / A) \quad (4)$$

که در آن،  $Li$  طول هر یک از آبراهه‌های موجود در حوضه اعم از رودخانه‌های دائم و خشک رودها (کیلومتر)،  $A$  مساحت حوضه (کیلومتر مربع) و  $Dd$  تراکم شبکه رودخانه حوضه (کیلومتر بر کیلومتر مربع) می‌باشد (Mahdavi, ۱۹۹۹).

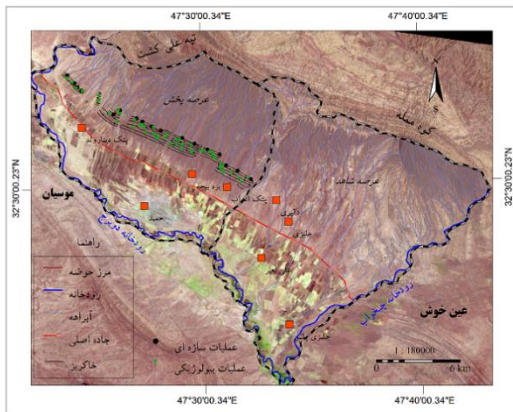
ب) تغییرات دینامیک و کاربری اراضی: پس از محاسبات تغییرات کمی الگوی جریان، تأثیر تغییر الگوی جریان در دینامیک منطقه (کنترل سیلاب، تغذیه سفره آب زیرزمینی، نفوذپذیری، رسوب و بافت خاک) و کاربری اراضی (سطح زیرکشت، احیاء مراتع و تولید علوفه، توسعه جنگل‌های دست‌کاشت و غیره) مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفت. برای بررسی وضعیت کاربری فعلی اراضی منطقه از تصویر ماهواره لندست هشت سنجنده<sup>۱</sup> ETM+ سال ۱۳۹۲ (ترکیب باندهای هفت، چهار و یک) و اندازه‌گیری‌های میدانی استفاده شد. تغییرات به وجود آمده از نظر نوع و سطح کاربری، پراکنش مکانی و غیره با نتایج حاصل از پردازش تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۳۷۶ و ۱۳۸۰ مقایسه شد. در ادامه برای اندازه‌گیری برخی از عوامل متأثر از تغییر الگوی جریان و مؤثر در تغییر دینامیک دشت موسیان و کاربری اراضی منطقه می‌باشند و اندازه‌گیری آنها به وسیله تصاویر ماهواره‌ای ممکن نبود بر اساس بررسی گزارشات و اندازه‌گیری‌های میدانی انجام شد، شامل:

- تغذیه مصنوعی آبخوان: ابتدا با استفاده از داده‌های چاه‌های مشاهده‌ای نقشه منحنی‌های هم‌تراز آب

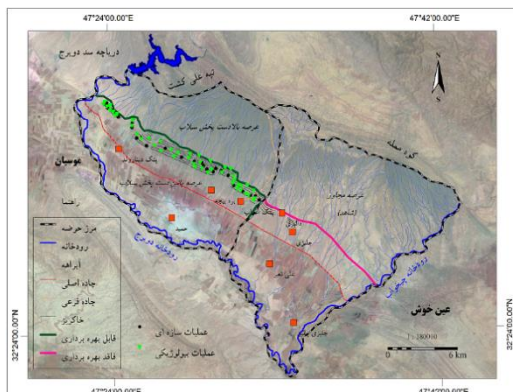
<sup>1</sup> Enhanced thematic mapper plus

<sup>2</sup> Kostiyakouf

الگوی جریان در عرصه پخش نسبت به سال ۱۳۸۰ تغییری نداشته و جریان کاملاً کنترل شده و در عرصه پخش می‌شود. در حالی که، در عرصه شاهد همچنان جریان‌ها بدون کنترل و بدون هیچ مانعی به سمت اراضی پائین رها می‌شوند. لذا، این موضوع تأییدی بر ثبات یافتن الگوی جریان در عرصه پخش سیلاب می‌باشد (شکل ۴).



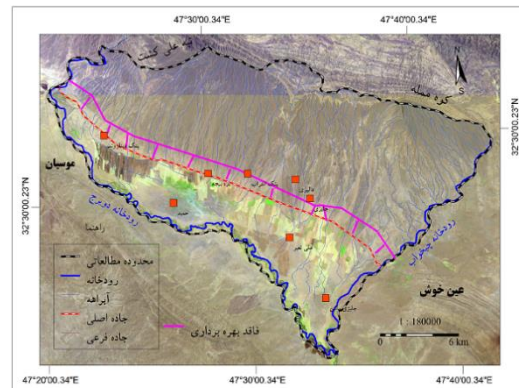
شکل ۳- تصویر ماهواره‌ای دشت موسیان سال ۱۳۸۰



شکل ۴- تصویر ماهواره‌ای دشت موسیان سال ۱۳۹۲

**بررسی شاخص‌های کمی ژئومورفولوژیکی:** به منظور بررسی تغییرات کمی الگوی جریان سطحی در دشت موسیان، روابط بین کمیت‌های مورفولوژیکی حوضه بر اساس سه شاخص، نسبت انشعاب، نسبت طول و تراکم زهکشی مورد بررسی قرار گرفت. بر این اساس، هر سه شاخص به تفکیک در منطقه شاهد، منطقه پخش سیلاب قبل و بعد از اجرای عملیات اجرایی برآورد شد. نتایج این بررسی‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

جریان‌های سطحی از مناطق بالادست مستقیماً به جاده اصلی، مزارع و روستاهای پائین‌دست وارد می‌شود. لذا، با توجه به شرایط آب و هوایی و توزیع نامناسب زمانی و مکانی بارش از یک‌سو و تغییرات مکرر و نامنظم مسیر جریان سطحی و امکان وقوع سیلاب‌های آنی از سوی دیگر، باعث شده است که سرمایه‌گذاری در بخش‌های صنعتی، کشاورزی، دامداری و غیره باعث شده در این منطقه به‌ویژه در بالادست جاده اصلی (دهلران- اندیمشک) از ریسک بالایی برخوردار بوده و هیچگونه فعالیتی در جهت توسعه صنعتی، عمرانی، زراعی، مرتعی و جنگلی طی این دوره در منطقه انجام نشود (شکل ۲).



شکل ۲- تصویر ماهواره‌ای دشت موسیان سال ۱۳۷۶

نتایج بررسی تصویر ماهواره‌ای سال ۱۳۸۰ منطقه نشان می‌دهد، در طی سال‌های ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۰ با اجرای طرح پخش سیلاب، الگوی جریان در محدوده پخش سیلاب تغییر کرده است. در واقع، این تغییر الگوی جریان به دلیل قطع آبراهه‌های مشرف بر دشت به‌وسیله خاکریزهای پخش سیلاب اتفاق افتاده است. بنابراین، در عرصه شاهد جریان‌های سطحی همچنان گذشته به‌طور نامنظم به جاده اصلی و اراضی پائین- دست جریان دارند. در حالی که، در عرصه پخش سیلاب مجموع اقدامات سازه‌ای و بیولوژیکی باعث تغییر الگوی جریان در این قسمت شده و جریان‌های سطحی به‌صورت کنترل شده به‌وسیله خاکریزها و سرریزهای احداثی به‌طور منظم در عرصه پخش می‌شود (شکل ۳).

بررسی تصاویر ماهواره‌ای سال ۱۳۹۲ بعد از عملیات پخش سیلاب موسیان نشان می‌دهد که

که نسبت انشعاب به میزان ۱۱/۴۵ افزایش یافته است که این تغییر به علت اجرای پخش سیلاب در منطقه می‌باشد. همچنین، تراکم زهکشی و نسبت طول نیز نسبت به سال قبل از اجرای پخش سیلاب به ترتیب ۰/۹۴ و ۱/۴۲ کمتر شده است، که نشان‌دهنده ثبات الگوی جریان و کاهش سیل‌خیزی منطقه است.

نتایج محاسبات نشان داد، نسبت انشعاب، نسبت طول و شاخص تراکم زهکشی در منطقه شاهد به- ترتیب ۳/۴۱، ۱/۳۱ و ۱/۸۱ برآورد شده است. همچنین، این شاخص‌ها در عرصه پخش سیلاب در سال ۱۳۷۶ و سال‌های قبل از اجرای پخش سیلاب به ترتیب ۳/۱۱، ۲ و ۱/۵ برآورد شد. این نتایج در مقایسه با نتایج بعد از اجرای پخش سیلاب نشان داد

جدول ۱- نتایج بررسی کمیت‌های مورفولوژیک در منطقه شاهد و قبل و بعد از اجرای عملیات پخش سیلاب

منطقه	سال	رتبه	تعداد رتبه	طول آبراهه (متر)	متوسط طول	نسبت طول	نسبت انشعاب	تراکم زهکش	
شاهد	۱۳۷۶ و ۱۳۹۲	۱	۱۱۲	۲۴۲۵۸۷	۲۱۶۵/۹۵۵۴	۱/۶۱۸۷۲۰	۳/۴۱	۱/۸۱	
		۲	۲۶	۹۱۱۵۸	۳۵۰۶/۰۷۶۹	۱/۵۶۸۵۶۲۳			
		۳	۶	۳۲۹۹۷	۵۴۹۹/۵	۱/۳۶۵۸۲۱۱			
		۴	۳	۲۲۵۳۴	۲۲۵۳/۳۳۳۳	۰/۶۹۲۱۵۴۱			
		۵	۱	۵۱۹۹	۵۱۹۹	-			
	مجموع	-	-	۳۹۴۴۷۵	-	۱/۳۱۱۳۱۴۶			
	پخش سیلاب	۱۳۷۶ و ۱۳۹۲	۱	۶۵	۱۴۶۴۸۹	۲۲۵۳/۶۷۶۹	۱/۹۷۲۸۷۷	۳/۱۱	۱/۵
			۲	۲۲	۹۷۸۱۷	۴۴۴۶/۲۲۷۳	۱/۱۸۸۱۹۸۴		
			۳	۴	۲۱۱۳۲	۵۲۸۳	۰/۲۸۷۵۲۶		
			۴	۲	۳۰۳۸	۱۵۱۹	۴/۵۶۵۵۰۳۶		
۵			۱	۶۹۳۵	۶۹۳۵	-			
مجموع	-	-	۲۷۵۴۱۱	-	۲/۰۰۳				
پخش سیلاب	۱۳۹۲	۱	۵۸	۱۱۵۶۸۵	۱۹۹۴/۵۶۹	۱/۲۹۰۹۵۵۶	۱۱/۴۵	۰/۹۴	
		۲	۲۰	۵۱۴۹۸	۲۵۷۴/۹	۱/۵۶			
		۳	۱	۴۰۳۰	۴۰۳۰	۰			
مجموع	-	-	۱۷۱۲۱۳	-	۱/۴۲				

### تأثیر تغییر الگوی جریان در دینامیک منطقه:

ارزیابی نتایج به دست آمده از تصاویر ماهواره‌ای، عملیات میدانی و گزارش‌های تهیه شده نشان می‌دهد که تغییر الگوی جریان اثرات بسیار مهمی در دینامیک و کاربری اراضی منطقه موسیان به شرح ذیل داشته است.

**کنترل سیلاب، تغذیه آبخوان و نفوذپذیری:** بررسی بیلان جریان سطحی دشت موسیان نشان می‌دهد که حجم رواناب حاصل از ارتفاعات مشرف بر دشت، به‌طور متوسط سالانه ۱۶/۶ میلیون مترمکعب است. ۹/۱ میلیون مترمکعب و یا ۵۵ درصد آن به‌وسیله عملیات پخش سیلاب، کنترل و نفوذ داده شده است. این حجم معادل ۱۵/۵ درصد کل حجم بیلان آبخوان منطقه را شامل می‌شود. به‌عبارتی تغذیه مصنوعی توانسته است ۱۵/۴ درصد حجم نفوذ را افزایش دهد. ۴۵ درصد

مابقی رواناب که معادل هفت میلیون مترمکعب است، در صورت ادامه عملیات تغذیه مصنوعی در سطح دشت می‌توان تزریق نمود. بنابراین، با ادامه عملیات پروژه می‌توان تا حدود ۱۲/۵ درصد دیگر بر حجم سفره آب زیرزمینی افزود. نتایج اندازه‌گیری نفوذ نشان می‌دهد که میانگین نفوذپذیری پایه در محل شاهد ۱۷/۹۵ سانتی‌متر بر ساعت و در محل پخش سیلاب ۱۳/۵۷ سانتی‌متر بر ساعت بود، که نشان‌دهنده روند کاهشی نفوذپذیری منطقه است. در واقع، این موضوع یکی از معایب سیستم‌های پخش سیلاب است که باعث می‌شود نسبت درصد سیلت و رس خاک افزایش یافته و منافذ خاک به‌وسیله مواد معلق موجود در سیلاب و ورود رسوبات ریزدانه مسدود شود. البته مجموعه عملیات سازه‌ای و بیولوژیکی که در راستای پخش

دست هر خاکریز، شخم‌های مکرر عمود بر جهت جریان سیل پس از وقوع هر سیل یا در پایان سال آبی می‌تواند به‌عنوان راهکاری مناسب در جهت افزایش یکنواختی اثرات سامانه پخش سیلاب مد نظر قرار گیرد. همچنین، اختلات لایه رسوب با عمق‌های پائین‌تر، از اثرات مضر انباشتگی رسوبات می‌کاهد.

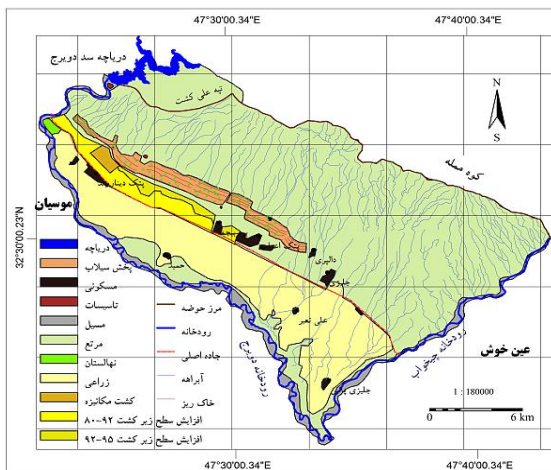
**تغییرات کاربری:** مقایسه وضعیت کاربری و دینامیک منطقه قبل و بعد پخش سیلاب در جدول ۲ و شکل‌های ۵ و ۶ ارائه شده است. نتایج نشان‌دهنده افزایش سطح اراضی زیرکشت، احیاء مراتع و افزایش علوفه، درخت‌کاری و افزایش تعداد چاه‌های بهره‌برداری در منطقه پخش سیلاب می‌باشد. به‌عنوان مثال در بخش کشاورزی، سطح زیرکشت ۲۴۱۰ هکتار به‌ویژه در پائین‌دست شبکه پخش سیلاب افزایش داشته است، در بخش تولید علوفه مرتعی ۱۰۹ کیلوگرم بر هکتار، جنگل‌کاری دست‌کاشت ۲۵۴۱۸۱ اصله درخت، در بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی تعداد ۶۲ حلقه چاه نسبت به قبل از اجرای عملیات پخش سیلاب افزایش داشته است.

سیلاب انجام می‌شود، مانع خروج سریع رواناب از حوضه شده و با افزایش زمان ماندگاری آب در سطح عرصه، مدت زمان نفوذ افزایش می‌یابد.

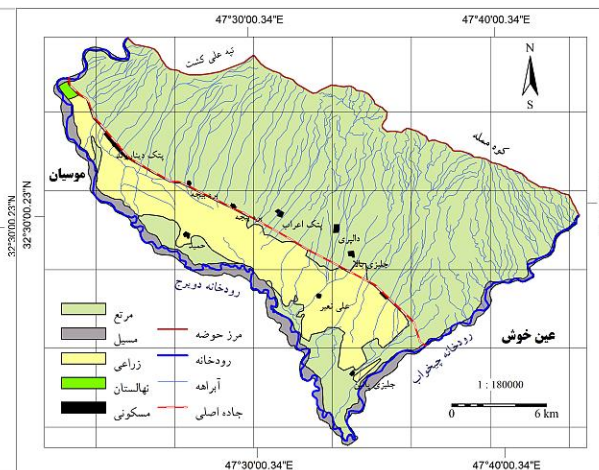
**تغییرات بافت خاک و رسوب:** نتایج به‌دست آمده بر اساس آزمایشات مربوط به نمونه‌برداری خاک در عرصه پخش سیلاب (عرصه و محل متأثر از رسوب) و شاهد نشان داد که تغییراتی که در بافت لایه‌های سطحی (تا عمق ۲۵ سانتی‌متری) رخ داده به‌طور عمده مربوط به محل‌های متأثر از رسوب بوده است. به‌طوری که از طبقه بافت شن-لومی در شاهد و عرصه به لوم در محل‌های متأثر از رسوب رسیده است. کاهش چهار درصدی شن و افزایش همین مقدار سیلت در عرصه و کاهش ۴۲/۹ درصدی شن و افزایش ۳۲/۳ درصدی سیلت و ۱۰/۶ درصدی رس در لایه سطحی محل‌های متأثر از رسوب از نتایج عمده بوده است. در عرصه پخش سیلاب کاهش ذرات شن و افزایش ذرات ریز شامل رس و سیلت موجب تعدیل بافت خاک و افزایش اثرات مثبت بعدی چه از نظر قابلیت نگهداری آب و چه از نظر افزایش قابلیت استفاده از عناصر غذایی را فراهم خواهد نمود. با توجه به تجمع رسوبات در نواحی پائین-

جدول ۲- مقایسه تغییرات کاربری طی سال‌های ۱۳۷۶-۱۳۹۲ و میزان درصد تغییرات

سال	سطح زیر کشت (ha)	تولید علوفه (kg <sup>-1</sup> ha)	درخت‌کاری (اصله)	چاه‌های بهره‌برداری (تعداد)
۱۳۷۶	۷۷۷۲	۵۰	۸۰۰۰۰	۸۶
۱۳۹۲	۱۰۶۵۹	۱۵۹	۳۳۴۱۸۱	۱۴۸
درصد تغییرات	۳۷	۲۱۸	۳۱۷	۷۲



شکل ۶- کاربری اراضی دشت موسیان (سال ۱۳۹۲)



شکل ۵- کاربری اراضی دشت موسیان (سال ۱۳۷۶)



## نتیجه‌گیری

برخی از مهمترین اثرات تغییر الگوی جریان در تغییر دینامیک دشت موسیان عبارتند از: کنترل و کاهش سیل خیزی از طریق کنترل و تثبیت آبراهه‌های اصلی، افزایش ماندگاری جریان آب در سطح حوضه و افزایش زمان نفوذپذیری در نتیجه تغذیه آبخوان، کنترل رسوب و تثبیت لایه سطحی خاک و حاصل-خیزی آن است.

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که پخش سیلاب باعث تغییر الگوی جریان دشت موسیان شده است و این تغییر الگو موجب شد تا امکان کنترل و مهار سیلاب، افزایش سطح زیرکشت، افزایش علوفه تولیدی، افزایش میزان آب‌دهی چاه‌های کشاورزی، احیاء مراتع، کنترل و افزایش منابع آبی منطقه فراهم شود. نتایج تحقیقات Rzaei و همکاران (۲۰۱۴) موید نتایج به‌دست آمده از این پژوهش می‌باشد. از سویی یافته‌های به‌دست آمده از این تحقیق با یافته‌های دیگر محققان مانند Satterlund (۱۹۹۲)، Bani asadi (۱۹۹۴)، در منطقه آب باریک بم در کرمان، Bakhtyar و همکاران (۱۹۹۴)، در ایستگاه تحقیقاتی گریایگان فسا، Singh و همکاران (۱۹۹۵)، در راجستان هندوستان، Sharifi و Rahmati (۱۹۹۷)، در گریایگان فسا، Khobfeker (۱۹۹۸)، در استان سیستان و بلوچستان و Karami (۲۰۰۴) در کوه‌دشت لرستان نتایج مشابهی دارد.

نتایج بررسی تصویر ماهواره‌ای دشت موسیان نشان داد که جریان‌های سطحی در سال ۱۳۷۶ از مناطق بالادست مستقیماً به جاده اصلی، مزارع و روستاهای پائین‌دست وارد می‌شود. اما با اجرای طرح پخش سیلاب در سال‌های ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۰، نتایج بررسی تصویر ماهواره‌ای سال ۱۳۸۰ نشان داد در عرصه شاهد جریان‌های سطحی همچنان گذشته به-طور نامنظم به جاده اصلی و اراضی پائین‌دست جریان دارند. در حالی که در عرصه پخش سیلاب مجموعه اقدامات سازه‌ای و بیولوژیکی باعث تغییر الگوی جریان در این قسمت شده و جریان‌های سطحی به-صورت کنترل شده به‌وسیله خاکریزها و سرریزهای احداثی به‌طور منظم در عرصه پخش می‌شود. بعد از گذشت ۱۲ سال (۱۳۹۲) از اجرای پخش سیلاب

نتایج بررسی‌های مجدد نشان داد که الگوی جریان در عرصه پخش نسبت به سال ۱۳۸۰ تغییری نداشته و جریان کاملاً کنترل شده و در عرصه پخش می‌شود. در حالی که، در عرصه شاهد، همچنان جریان‌ها بدون کنترل و بدون هیچ مانعی به سمت اراضی پائین جریان دارند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که ثبات الگوی جریان متأثر از اجرای عملیات پخش سیلاب در منطقه بوده است. این نتایج با نتایج دیگر محققین Lane (۱۹۵۷)، Maghsuodi و همکاران (۲۰۱۰) و Jafari و Zahiri (۲۰۰۶) همخوانی دارد.

به‌منظور بررسی تغییرات کمی الگوی جریان در دشت موسیان، روابط بین کمیت‌های مورفولوژیکی حوضه بر اساس سه شاخص نسبت انشعاب، نسبت طول و تراکم زهکشی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج محاسبات نشان داد، نسبت انشعاب، نسبت طول و شاخص تراکم زهکشی در منطقه شاهد به‌ترتیب ۳/۴۱، ۱/۳۱ و ۱/۸۱ برآورد شده است. همچنین، این شاخص‌ها در عرصه پخش سیلاب در سال ۱۳۷۶ به‌ترتیب ۳/۱۱ و در سال‌های قبل از اجرای پخش سیلاب به‌ترتیب ۳/۱۱، ۲ و ۱/۵ برآورد شد. این نتایج در مقایسه با نتایج بعد از اجرای پخش سیلاب نشان داد که نسبت انشعاب به میزان ۱۱/۴۵ افزایش یافته است که این تغییر به‌علت اجرای پخش سیلاب در منطقه می‌باشد. همچنین، نسبت انشعاب در سال ۱۳۷۶ در عرصه پخش سیلاب کمتر از منطقه شاهد بوده است و این امر به‌دلیل سیل‌خیزی بیشتر آن نسبت به منطقه شاهد بوده است. تراکم زهکشی نیز نسبت به سال قبل از اجرای پخش سیلاب کمتر شده که نشان‌دهنده ثبات الگوی جریان و کاهش سیل-خیزی منطقه است. این نتایج با یافته‌های Alizadeh (۱۹۸۵)، Frifteh (۱۹۹۱) و Mahdavi (۱۹۹۹) مطابقت دارد.

بررسی بیلان جریان سطحی دشت موسیان نشان داد، تغذیه مصنوعی توانسته است ۱۵/۴ درصد حجم نفوذ را افزایش دهد، این نتیجه با یافته‌های Aazami (۲۰۱۰) و Bakhtiar (۱۹۹۷) به نقل از Fatehi (۱۹۹۷) همخوانی دارد. نتایج اندازه‌گیری نفوذپذیری نشان داد که میانگین نفوذپذیری پایه در محل شاهد ۱۷/۹۵ سانتی‌متر بر ساعت و در محل پخش سیلاب

به نمونه برداری خاک در عرصه پخش سیلاب و شاهد نشان داد که تغییراتی که در بافت لایه های سطحی خاک (تا عمق ۲۵ سانتی متری) رخ داده به طور عمده مربوط به محل های متأثر از رسوب بوده است. این نتایج با یافته های Mohammadi و Esmaeili nasab (۲۰۰۰)، Safavi (۲۰۰۴) و Soleimani (۲۰۱۱) مطابقت دارد.

#### تشکر و قدردانی

بدین وسیله از همکاری صمیمانه گروه جغرافیا دانشگاه رازی، همکاران ارجمندم در پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری و مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام قدردانی می شود.

۱۳/۵۷ سانتی متر بر ساعت بود که نشان دهنده روند کاهش نفوذپذیری در عرصه پخش است. دلیل این موضوع نیز افزایش نسبت درصد سیلت و رس خاک بوده است، در واقع منافذ خاک به وسیله مواد معلق موجود در سیلاب و ورود رسوبات ریزدانه مسدود می شود. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات محققانی مانند Kamali (۱۹۹۸)، Pirani (۲۰۰۰)، Asadiyan (۲۰۰۹) و Cekuti Askuei (۲۰۰۴) مطابقت دارد. اما با انجام مجموعه عملیات سازه ای و بیولوژیکی که در راستای پخش سیلاب انجام می گیرد، می توان مانع خروج سریع رواناب از حوضه شده و با افزایش زمان ماندگاری آب در سطح عرصه، مدت زمان نفوذ افزایش می یابد. نتایج به دست آمده بر اساس آزمایشات مربوط

#### منابع مورد استفاده

1. Arnon, I. 1972. Crop production in dry regions. Vol. I. Background and principles. Hill, London, 650 pages.
2. Alizadeh, A. 1985. Principles applied hydrology. Imam Reza University Press, Mashhad, Islamic Republic of Iran, 319 pages (in Persian).
3. Azarkerdar, Kh., H. Karimi and M.R. Jafari. 2007. Evaluation of Muosian Plain flood spreading effects on groundwater recharge, Dehloran, Ilam. PhD Thesis, Islamic Azad University, Science and Research Branch of Tehran, 79 pages (in Persian).
4. Aazami, A., J. Hoseenzadeh, M.R. Jafari and Sh. Askeri. 2010. Investigating the usage of groundwater optimize in Mosian Aquifer Plain . Soil Conservation and Watershed Management Research Institute. Ministry of Jihad-e-Agriculture, Tehran, Iran, 79 pages (in Persian).
5. Bani asadi, M. 1997. Effects of small water aquifer management plan of Bam on socio-economic status of the residents of the area. Livestock and Natural Resources Research Center of Kerman Province, 221 pages (in Persian).
6. Bolton, A.J. and M.A. Brock. 1999. Australian freshwater ecology: processes and management. Glen Eagles Publishing, Adelaide.
7. Chen, D. and T. Tang. 2012. Evaluating secondary flows in the evolution of sine-generated meanders. *Geomorphology*, 163: 37-44.
8. Davidson, S., A. Hartley, G. Weissmann, G. Nichols and A. Scuderi. 2013. Geomorphic elements on modern distributive fluvial systems. *Geomorphology*, 180: 82-95.
9. Evenari, M., L. Shanan and N.H. Tadmor. 1968. Runoff farming in the desert. I. Experimental layout, 60: 29-32.
10. Gendaszek, A., C. Magirl and C. Czuba. 2012. Geomorphic response to flow regulation and channel and floodplain alteration in the gravel-bedded Cedar River, Washington, USA. *Geomorphology*, 179: 258-268.
11. Grodek, T., Y. Jacoby, E. Morin and O. Katz. 2012. Efrat Morin, Oded Katz: Effectiveness of exceptional rainstorms on a small Mediterranean basin. *Geomorphology*, 168: 156-168.
12. Grzegorz, W., O. Piotr, M. Michał and B. Filip. 2013. Using VHR multispectral remote sensing and LIDAR data to determine the geomorphological effects of overbank flow on a floodplain (the Vistula River, Poland). *Geomorphology*, 183: 73-81.
13. Kamali, K., M. Sfandiyari, M. Zarinkafsh and M. Arabkhederi. 1998. The study of alluvial deposits with different provenance soil permeability paragraph starlings Ykhvzstan Province. MS Thesis, Islamic Azad University, Science and Research Branch of Tehran, 132 pages (in Persian).
14. Kusimi, J.M. 2008. Stream processes and dynamics in the morphology of the Densu River channel in Ghana. Department of Geography and Resource Development, University of Ghana, Commission VIII, WG VIII/12.
15. Lane, E.W. 1955. The Importance of fluvial morphology in hydraulic engineering pros. *ASCE*, 81(746): 34-48.

16. Mahdavi, M. 1999. Applied hydrology. Volume II. Tehran University Publication, 401 pages (in Persian).
17. Mohammadi, A. and A. Esmaeilinasab. 2000. Effects of water spreading on soil fertility. The final report of Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, 156 pages (in Persian).
18. Maghsuodi, M. S. Sharafi and Y. Meghami. 2010. Morphological pattern of Khorramabad River using GIS, RS, Auto Cad and Spatial Planning. Autumn, 14(3): 275-294 (in Persian).
19. Pirani, A., S. Broman Nasab and A.M. Chrkhabi. 2000. The effect of flood spreading on the soil permeability in the aquifer Dehloran. MS Thesis, Shahid Chamran University of Ahvaz, 63 page (in Persian).
20. Rahmati, M. and S. Sharifi. 1997. Socio-economic reflection of flood water spreading in Gareh Baygone Plan. The International Conference on Rainwater Catchments Systems, April 25-29, 1997, Tehran, Iran (in Persian).
21. Royalli, D. 2013. The Hydro-geomorphic impact of land use in small head water. Earth Systems and Environmental Sciences, 130: 28-47.
22. Riley, J. and B. Rhoads. 2012. Flow structure and channel morphology at a natural confluent meander bend. Geomorphology, 164: 84-98.
23. Rezaei, J., M.R. Jafari, R. Bagryan and H. Seidzadeh. 2014. Socio-economic impact assessment of flood water spreading project in Dehloran among neighboring villages. Final Report of Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, 53 pages (in Persian).
24. Satterlund, R.D. 1992. Wild land watershed management. John Wiley and Sons, Inc., New York, 234 pages.
25. Singh, P.K., S. Sonspal, S.C. Mahnot and S. Modi. 1995. Watershed approach in improving the socio-economic status of tribal area, a case study. Journal of Rural Development, Heydarabad, 12: 107-116.
26. Safavi, M. 2004. Effects of water spreading on soil physical properties. The Final Report of Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, 145 pages (in Persian).
27. Soleimani, R., A. Aazami, A. Pirani and S. Zohreh. 2011. The Investigation of floodwater spreading effects on physical and chemical properties change in Mousian Floodwater Spreading Station . The final report of Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, 51 pages (in Persian).
28. Vandenberghe, J., J. Moor and G. Spanjaard. 2012. Natural change and human impact in a present-day fluvial catchment: The Geul River, Southern Netherlands. Geomorphology, 160: 1-14.
29. Ziliani, L. and N. Surian. 2012. Evolutionary trajectory of channel morphology and controlling factors in a large gravel-bed river. Geomorphology, 174: 104-117.

## Investigating the flow regime changes in Musian Plain and assessing its impact on the region dynamic change

Mohammadreza Jafari<sup>\*</sup>, Iraj Jabbari<sup>\*2</sup> and Haji Karimi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> PhD Student, Faculty of Literature and Human Sciences, Razi University of Kermanshah and Scientific Board, Natural Resources and Watershed Management Research Department, Ilam Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ilam, Iran, <sup>2</sup> Associate Professor, Faculty of Literature and Human Sciences, Razi University of Kermanshah, Iran and <sup>3</sup> Associate Professor, Faculty of Agriculture, University of Ilam, Iran

Received: 16 October 2016

Accepted: 13 February 2017

### Abstract

There are several stream channels in Musian Plain which change surface flow regularly as well as cause great damages to the basin's residents. In order to prevent or reduce the risk of flow regime changes, surface flow dispersion on the permeable alluvial fans is controlled by implementation of the biological and structural practices. Therefore, in this study, two objectives are followed: first, comparison of flow regime changes of Musian Plain on the flood spreading and adjacent areas (control area), where there have been no structural and biological practices; and then, evaluation of these changes impacts in the area's dynamics and land use. For this purpose, satellite images of Landsat 7 and 8, TM, ETM, and ETM<sup>+</sup> sensors in 1998, 2002 and 2014 were used. The relationships between morphological parameters in the control and spreading areas, before and after flood spreading were obtained. Then, the effects of flow regime changes, as well as, land use dynamics were assessed. Results showed that the structural and biological practices are the main factors which change the flow patterns in the study area. The relationships between morphological parameters before and after practices showed the changes of drainage density index from 1.5 to 1.09 (km/km<sup>2</sup>), as well as the bifurcation ratio from 3.11 to 11.45; respectively. It indicates the stable flow regime in flood spreading practices rather than the control area. Controlling and reducing the volume of flood, means 9.1 MCM annual recharge, decreasing trend of average permeability in spreading areas, compare to basic permeability as much as 13.57 and 17.95 (cm.h<sup>-1</sup>), respectively, reduction of sand particle and increasing of clay and silt in flood spreading area compared to the control area, development of cultivation area up to 2410 (ha), rising of forage production by 109 (kg/ha<sup>-1</sup>), the increasing of trees and wells as much as 254181 and 62 respectively. Also, floodwater spreading affects on the pattern of flow dynamic and land use of the Musian area.

**Key words:** Bifurcation ratio, Drainage density index, Environmental dynamics, Floodwater spreading, Flow regime

---

\* Corresponding author: ir\_jabbari@yahoo.com