

## پهنه‌های سیل گیر، مولفه موثر در تحقیقات پدیده گرد و غبار

### در مناطق خشک و نیمه خشک

\* رحیم کاظمی<sup>۱</sup> باقر قرمز چشمه<sup>۲</sup>

۱ و ۲-استادیار، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران  
ra\_hkazemi@yahoo.com

#### چکیده

پهنه‌های سیل گیر و مواد رسوبی ریزدانه باقی مانده از پدیده سیل، از کانون‌های ایجاد گرد و غبار در مناطق خشک و نیمه خشک است. لذا شناخت این پهنه ها و روابط بین آن‌ها با پدیده سیل، می‌تواند منجر به دستیابی به اطلاعاتی برای شناخت و کنترل منابع برداشت گرد و غبار شود. در این تحقیق، ابتدا تصویر لندست انتخاب و اصلاحات هندسی انجام و ترکیب باندی ۲،۴،۷ انتخاب و با ترکیب با مدل رقومی ارتفاعی تصویر شبه سه بعدی تهیه شد. و با استفاده از تشخیص چشمی نواحی سیل گیر استخراج شد. سپس تعداد ۶۴ ایستگاه با آمار مناسب و دوره مشترک آماری انتخاب شد. با استفاده از نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰، پارامترهای اولیه حوضه، استخراج شد. آستانه شروع رواناب با استفاده از مدل شبیه ساز بارش رواناب AWBM شبیه سازی شد. پهنه بندی حوزه های آبخیز و درصد پوشش سطحی حوضه ها با توجه به میزان آستانه شروع رواناب محاسبه و نتایج مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که درصد مساحت پهنه سیل در حوضه های مورد مطالعه از حداقل صفر تا ۸/۶ درصد از کل مساحت حوزه آبخیز را شامل می شود. و طبقه اول آستانه رواناب، منطبق با بیشترین پهنه سیل گیر است. بیشترین مساحت حوضه های مورد مطالعه دارای آستانه شروع رواناب بین ۰ تا ۵ میلیمتر است. که حدود ۶۵ درصد از سطح کل حوضه‌های مورد مطالعه می‌باشد. لذا بیش از نیمی از مساحت حوضه‌های منطقه پژوهش، قابلیت ایجاد پهنه های حاوی مواد ریز دانه قابل حمل توسط باد را دارد.

**واژه‌های کلیدی:** پهنه سیل گیر، رسوب ریز دانه، گرد و غبار، مناطق برداشت،

#### مقدمه

پدیده های هیدرواقليمی سیل، خشکسالی و طوفان های گرد و غبار ارتباط نزدیکی با همدیگر دارند و شناخت بر هم کنش مولفه های این پدیده ها می تواند منجر به مدیریت بهینه آن ها شود. مهمترین مولفه های مرتبط با پدیده گرد و غبار علاوه بر عامل طوفان های با سرعت مناسب برای برداشت ذرات ریز دانه، عامل پوشش گیاهی به عنوان مانع ایجاد پدیده و پهنه های رسوبی ریز دانه به عنوان منبع برداشت است. در جریان پدیده سیل، پوشش گیاهی که در مسیر جریان های سیلابی مستقر هستند، آسیب قابل توجهی دیده و یک عامل اصلی مقاومت در برابر پدیده گرد و غبار از بین می رود. از دیگر سوی ذرات رسوبی ریز دانه، که به شدت مستعد فرسایش هستند و پس از رسوب گذاری و نهشته شدن در مسیر یا مقصد جریان سیلابی، با نیروی فرساینده باد، به عنوان منبع برداشت طوفان های گرد و غبار نقش ایفا می کنند. از دیگر منابع مهم برداشت ذرات گرد و غبار و فرسایش بادی در ایران، خشک رودها، مسیل های فصلی و دریاچه های خشک شده است که در طول فصل خشک، ذرات رسوبی را برای طوفان های گرد و غبار فراهم می کند. نهشته شدن ذرات فرسایش پذیر رسوب سیلابی در پایانه های هیدرولیکی، اساسا دریاچه ها و تالاب ها، علاوه بر اینکه با مدفون ساختن گیاهان مستقر در بستر، یکی از ارکان مهم جلوگیری از فرسایش بادی را از بین می برد، می تواند در فصول خشک و خشکسالی ها حجم بسیار زیادی از گرد و غبار موجود در باد را نیز تامین کند(فرزین، ۱۳۹۸). علت طبیعی در ایجاد گرد و غبار در دنیا به طور عمده نشات گرفته از مناطق خشک و نیمه خشک دارای بستر های گسرنده رسوبات ریز دانه قابل حمل است و برای مهار ریزگردها عمدتا از راهبردهای شناسایی منبع آلودگی، حذف منبع و یا اقدامات پیشگیرانه و آموزش مردم استفاده نمود (بابایی و همکاران، ۱۳۹۷). بررسی تغییرات

فصلی فراوانی رخداد گردوخاک در اقلیم های فراخشک و خشک ایران که توسط همدانی و همکاران (۱۳۹۷) انجام شده است، فراوانی این پدیده در ایام بعد از فصول سیلاب های فصلی و خشک شدن پهنه های رسوبی ناشی از سیلاب، نشان داده شده است. همچنین نتایج پژوهشتیز هوش و همکاران (۱۳۹۷) که در خصوص توزیع زمانی پدیده گرد و غبار در خوزستان انجام شده است، نشان داد ماه های گرم سال (تیر و مرداد)، شدیدترین زمان رخداد این پدیده محسوب شده است که منطبق با زمان خشک شدن پهنه های سیل گیر نیز می باشد. یکی از ویژگی های بسیار مهم حوزه آبخیز، آستانه شروع رواناب می باشد که منعکس کننده خصوصیات مختلف حوضه و عامل مهم در شناخت و تعیین وضعیت سیل خیزی حوضه و تعیین پهنه های سیل گیر می باشد. تعیین آستانه شروع رواناب از آنجا که به برآوردهای دقیق تر سیل طراحی و تخمین پتانسیل تولید رواناب کمک می کند و در استفاده بهینه و مدیریت نزولات نقش دارد، حایز اهمیت است. تعاریف مختلفی از آستانه رواناب در ادبیات موجود به چشم می خورد. جورگاکاکاس<sup>۱</sup> و همکاران (۱۹۹۳) آستانه رواناب را به عنوان مقدار بارش مؤثر یا مازادی که طی یک دوام معین در سطح حوضه مشخصی برای شروع سیلاب در خروجی آبراهه زهکشی آن سطح مورد نیاز می باشد. جیویا<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۸) نتیجه گیری نمودند، سیلاب های معمولی زمانی رخ می دهد که مقدار بارش در یک واقعه از آستانه نرخ نفوذ بیشتر شود، که همان شدت بارش آستانه رواناب برای شرایط معین می باشد. از نظر مونته سارچیو<sup>۳</sup> (۲۰۱۱) آستانه بارش مشخص کننده مقدار بارشی است که در یک دوام معین دبی معینی را در یک مقطع روخانه ایجاد نماید. شریفی و ذهبیون (۲۰۱۴) نمودارهای بارش آستانه را به عنوان ابزاری عمومی در سامانه هشدار سیل توصیه نمودند. تاس<sup>۴</sup> (۲۰۱۵) آستانه رواناب را به جریان سیلابی اطلاق نمود که موجب خسارت سیل شود. در این پژوهش آستانه شروع رواناب شامل مقدار بارشی است که در شرایط حوضه لازم است تا مقدار تلفات اولیه بارش تأمین و جریان رواناب سطحی شروع شود. رواناب سطحی، ناشی از فرآیند پیچیده ای است که بین بارش و زمین رخ می دهد. در تئوری مرسوم در ارتباط با تولید رواناب، برای سرتاسر حوضه، شرایط متوسطی در نظر گرفته می شود. هورتون (۱۹۳۳) مفهومی را ارائه کرد مبنی بر اینکه رواناب سطحی هنگامی ایجاد می شود که شدت بارش از ظرفیت نفوذ زمین بیشتر شود. وارد (۱۹۹۱) بیان می کند که مدت زمان یک رگبار معمولاً کوتاه تر از زمانی است که برای اشباع لایه سطحی اکثر خاک ها لازم است. کارنیلی (۱۹۹۳) در چهار حوضه در آریزونا آمریکا با شبیه سازی رواناب روزانه مشاهده کرد که آستانه شروع رواناب تابعی از متوسط بافت خاک هر حوضه است و خاک های رسی کمترین آستانه و خاک های شنی بالاترین آستانه شروع رواناب را دارند. وی نتیجه گرفت که در حوضه های جنوب غربی آمریکا میزان آب اولیه خاک اثر مهمی در تولید رواناب دارد. استفاده از مدل های بارش رواناب در شبیه سازی آستانه رواناب در پژوهش های متعددی مورد استفاده قرار گرفته است که از جمله می توان به پژوهش شریفی و بوید (۱۹۹۴) اشاره کرد. ایشان مدل های بارش- رواناب ۳ پارامتره AWBM و SFB را در استرالیا مقایسه کردند و نتیجه گرفتند که مدل AWBM بهتر از مدل SFB رواناب را شبیه سازی می کند. شریفی (۱۹۹۷) با مقایسه سه مدل AWBM، SDI و SFB در هشت حوضه استرالیا نشان داد که اگر جریان سطحی به رواناب سطحی و آب پایه تقسیم شود مدل AWBM بهتر از مدل های SDI و SFB جواب می دهد، ولی در برآورد رواناب در طول دوره مطالعاتی مدل SDI بهتر از AWBM و SFB جواب می دهد. پونس و شتی (۱۹۹۵) از بارش سالانه و یک مدل بیلان آبی برای شبیه سازی تغییرات رواناب و آب پایه در چند حوضه آمریکا، آفریقا، کانادا و هند استفاده کردند. نتایج این بررسی ها نشان داد؛ ۱- آستانه شروع رواناب بستگی به اقلیم دارد و میزان آستانه در مناطق نیمه خشک بیشتر از مناطق نیمه مرطوب است. ۲- حداکثر رواناب وابسته به شرایط اقلیم هر منطقه بوده و میزان آن در مناطق نیمه خشک بیش از مناطق مرطوب فصلی است. مارتینز (۱۹۹۹) در مناطق نیمه خشک مدیترانه ای اسپانیا مکانیسم تولید رواناب را در حوضه های کوچک بررسی کرده و فاکتورهای مؤثر در تولید رواناب را مطالعه کرد. در این بررسی از دو گروه خاک با عکس العمل های هیدرولوژیکی متفاوت استفاده شد. نتایج این بررسی نشان داد که خاک های ریزبافت با نفوذ پذیری کم و مواد آلی کم، ضریب رواناب بالاتر و آستانه شروع رواناب کمتری از خاک های درشت بافت با نفوذ پذیری بیشتر و مواد آلی متوسط دارند. اثر خصوصیات بارش در عکس العمل هیدرولوژیکی خاک متفاوت گزارش شده است.

<sup>1</sup> Georgakakos

<sup>2</sup> Gioia

<sup>3</sup> Montesarchio

<sup>4</sup> Karnieli

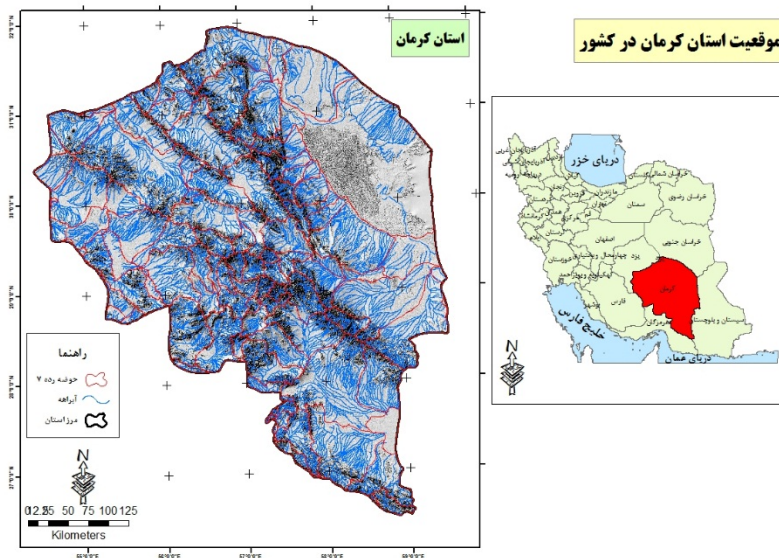
<sup>5</sup> Ponce and Shetty

شدت بارش پارامتر عمده کنترل کننده رواناب در حوضه‌های با بافت ریز خاک، نفوذپذیری کم و پوشش گیاهی تنک بود در حالی که در خاک‌های درشت بافت‌تر، نفوذپذیر و با پوشش گیاهی متراکم‌تر رواناب با مجموع بارش ارتباط بیشتری نشان می‌دهد. لانگ و همکاران (1999)، یک مدل بارش- رواناب کالیبره شده را برای حوضه‌های بزرگ خشک ارائه دادند. کرک بای (۲۰۰۱) مطالعه‌ای روی خصوصیات خاک و اثر آن روی فرسایش آبی انجام داد و اثر پستی و بلندی‌های کوچک را در ایجاد رواناب با توجه به آستانه شروع رواناب بررسی کرد و نتیجه گرفت که خصوصیات خاک مثل پستی و بلندی‌های کوچک و شکل خاکدانه در مقدار و الگوی مکانی رواناب مؤثر است. کامپورس (۱۹۸۷) باران‌ساز کوچکی را برای تعیین فاکتور فرسایش‌پذیری خاک (K) در معادله جهانی فرسایش به کار گرفت. نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان رواناب و غلظت رسوب با روش استاندارد برای خاک‌های مختلف نشان داد؛ مقدار رواناب و غلظت‌های رسوب برای خاک‌های مختلف به شدت تغییر می‌یابد. گراس و همکاران (۱۹۹۱) رواناب و رسوب ناشی از تأثیر وجود یک گونه گیاهی با در صد تراکم پوشش مختلف را مورد بررسی قرار دادند. وجود پوشش گیاهی حتی با تراکم پائین، تأثیر عمده‌ای بر روی کاهش میزان رسوب دارد. بالتون و وارد (۱۹۹۱) تأثیر شرایط هیدرولوژیکی خاک‌های مرتعی و جنگلی را بر روی میزان رواناب و رسوب تولید شده بررسی کردند. نتایج بدست آمده حاکی از این است که اختلاف در میزان رواناب و رسوب می‌تواند ناشی از اختلاف در میزان رطوبت قبلی خاک، مواد آلی و درصد سیلت خاک‌ها باشد. کارنیل و همکاران (۱۹۹۳) طی پژوهشی در چهار حوضه در آریزونای آمریکا با شبیه‌سازی رواناب روزانه مشاهده کردند که آستانه شروع رواناب تابعی از متوسط بافت خاک هر حوضه است و خاک‌های رسی و شنی به ترتیب کمترین و بالاترین آستانه شروع رواناب را دارند. این محققین نتیجه گرفتند که در حوضه‌های جنوب غربی آمریکا مقدار رطوبت خاک اثر مهمی در تولید رواناب دارد. بیسونایس و همکاران (۱۹۹۳) با بررسی تشکیل آب‌بند، رواناب و فرسایش بین شیب‌ها بر روی خاک‌های مختلف، نتیجه گرفتند؛ میزان رس، مواد آلی و ترکیبات دارای آهن و آلومینیم نقش مؤثری در تشکیل آب‌بند در سطح خاک و به تبع آن بر روی میزان رواناب و رسوب دارد. آستانه شروع رواناب به اقلیم بستگی دارد و میزان آن در مناطق نیمه‌خشک بالاتر از مناطق نیمه‌مرطوب است. حداکثر رواناب در شرایط اقلیمی متفاوت فرق می‌کند و میزان آن در مناطق نیمه‌خشک بیش از مناطق مرطوب فصلی است. گیورداننگ (۲۰۰۲)، تأثیر تراکم پوشش گیاهی را در سه سطح صفر، ۳۰ و ۶۰ درصد بر روی تولید رواناب بررسی نمود. نتایج این تحقیق نشان داد که در سال اول کاهش تراکم پوشش گیاهی بر مقدار رواناب اثر مهمی دارد و زمان آغاز رواناب با مجموع سطح زنده گیاهی و توپوگرافی همبستگی دارد. رئیسین (۲۰۰۵)، نتیجه گرفت که آستانه شروع رواناب دارای بیشترین همبستگی با عمق بارش و کمترین همبستگی با درصد شیب می باشد. در این پژوهش با استفاده از شبیه‌سازهای باران قابل حمل، آستانه شروع رواناب در خاک‌های با کاربری کشاورزی و مرتع برای شرایط متفاوت رطوبتی و شیب‌های مختلف اندازه‌گیری شد. نتیجه‌گیری شد که در زمین‌های کشاورزی با افزایش شیب، آستانه شروع رواناب کاهش می‌یابد. بر خلاف انتظار، در مراتع با دو حالت رطوبتی، خاک مرطوب و خشک، با افزایش شیب از ۲۵ تا ۳۵ آستانه شروع رواناب نیز افزایش یافته است. هیولت و همکاران (۱۹۹۷)، عبارات سطح مرجع متغیر و توسعه کانال را برای اولین بار معرفی کردند. آن‌ها رواناب را به عنوان پاسخ سیستم رودخانه‌های حوضه به بارش در نظر گرفتند. در این نظریه، جریان روی زمینی به‌عنوان بخش توسعه یافته سیستم رودخانه دائم در قسمت‌های باظرفیت ذخیره پایین خاک که در اثر نفوذ به کناره‌های پست‌تر دره به سرعت اشباع می‌شود در نظر گرفته می‌شود. این رواناب دیررس، کانال توسعه یافته را از زیر تغذیه کرده، درحالی که بارش آن‌را از بالا تغذیه می‌کند. با تداوم بارش، رواناب سطحی از نواحی اشباع توسعه یافته ایجاد می‌شود. با توجه به مرور منابع انجام شده، مشخص است که عوامل متعددی در بررسی و مطالعه وضعیت سیل خیزی حوضه و تعیین مناطق سیل گیر اثر دارند که از جمله می‌توان به آستانه شروع رواناب و پهنه‌های سیل گیر مستخرج از تصاویر ماهواره ای اشاره کرد. لذا ضروری است که در هر حوضه و منطقه این بررسی‌ها صورت گیرد تا عوامل مؤثر شناسایی و در عملیات کنترل مناطق برداشت رسوبات ریز دانه و ایجاد گرد و غبار، نقش بازدارندگی و یا کاهش آن‌ها تقویت شود. از این رو در این تحقیق با نگاه به تحقیقات انجام شده قبلی و با توجه به وسعت بسیار زیاد منطقه تحقیق و اهمیت و نقش شبیه سازی در مطالعات منطقه ای و ضرورت کاهش هزینه و زمان، از روش مدل سازی با استفاده از مدل بارش رواناب AWBM برای شبیه سازی آستانه شروع رواناب و تهیه نقشه آستانه رواناب در حوضه‌های رتبه هفت استان کرمان و استخراج پهنه‌های سیل گیر با استفاده از تصویر لندست ETM+ و تفسیر چشمی استفاده خواهد شد.

## مواد و روش‌ها

### ویژگی و موقعیت منطقه تحقیق

استان کرمان با مساحتی در حدود ۱۸۱۷۳۷ کیلومتر مربع بین ۲۵ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۳۲ درجه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۲۶ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۲۹ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار گرفته است. حد شمالی استان کرمان به استانهای خراسان، یزد و حد جنوبی به استان هرمزگان، حد شرقی به استان سیستان و بلوچستان و حد غربی آن به استان فارس محدود است. از نظر تقسیمات آب شناسی محدوده استان کرمان در چهار حوزه آبخیز اصلی کشور قرار دارند که عبارتند از: حوزه آبخیز باتلاق بافت، حوزه آبخیز باتلاق گاوخونی، حوزه آبخیز حاشیه کویر لوت و حوزه آبخیز جازموریان. (سالنامه آماری استان کرمان- سرزمین و آب و هوا ۱۳۸۷). استان کرمان با دربرگرفتن حدود ۱۱ درصد از مساحت کشور بخش وسیعی از پیکر جنوب شرقی فلات مرکزی ایران را می پوشاند و بدان واسطه کلیه فعل و انفعالات پیچیده و خشن طبیعی مربوط به شرایط آب و هوایی خشک و شدید کویری را دارد. اما از آنجایی که دو سوم این سرزمین را کوهها می پوشانند. وجود گستره وسیع ارتفاعات از نفوذ و تسلط کامل شرایط مرگبار کویری ( کویر لوت) بر پهنه کرمان تا حد قابل ملاحظه ای کاسته است. در حال حاضر استان دارای ۲۰ شهرستان، ۴۸ بخش، ۶۱ شهر، ۱۴۴ دهستان و ۵۹۳۷ آبادی مسکونی بوده است. اقلیم استان کرمان از نظر تقسیم بندیهای اقلیمی جزء اقلیم نیمه خشک بیابانی گرم محسوب گردیده است. میزان متوسط بارندگی سالیانه استان کرمان ۱۴۵ میلیمتر و میزان نزولات جوی وارده بر پهنه استان نزدیک به ۲۷ میلیارد متر مکعب برآورد گردیده است. مهمترین رودخانه دائمی استان، هلیل رود در جیرفت با ۸۴۰ کیلومترمربع مساحت حوزه آبخیز است که از کوههای بافت سرچشمه می گیرد. رودخانه شور، نساء و تهرود در بم، خبر در بافت، آب بخشا در بردسیر، راور در منطقه راور، چاری و هفت کوسک در منطقه باغین رودخانه تنگوئیه یا پلنگی در سیرجان و رودخانه‌های شهداد، سیرچ و ده بکری جاری هستند که جمعاً ۱۶ رشته رودخانه‌های دائمی استان را تشکیل می دهند. شکل (۱) موقعیت منطقه مورد تحقیق و جدول (۱) مشخصه های حوزه های رده هفت منتخب در محدوده استان کرمان را نشان می دهد.

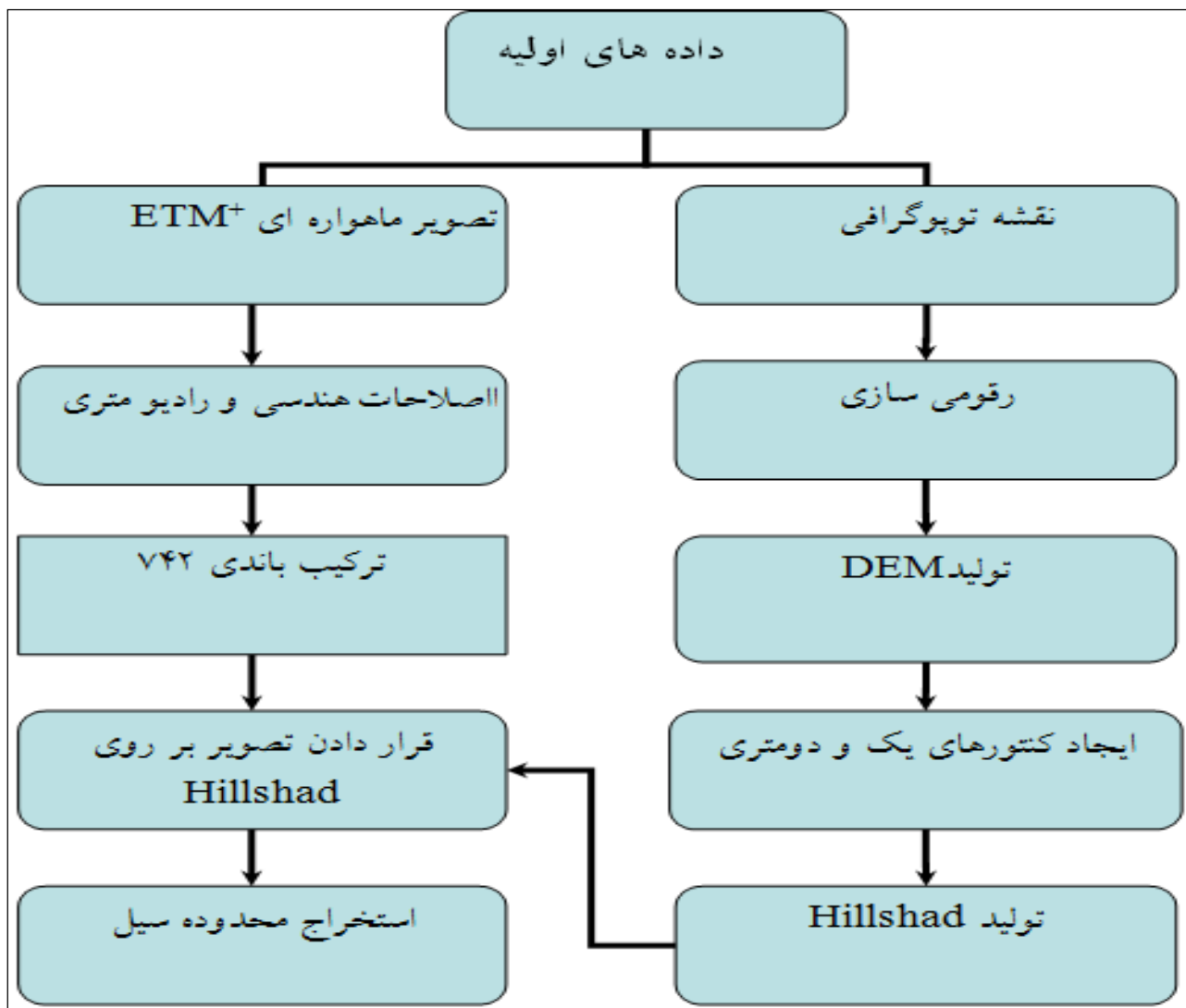


شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور

### روش تحقیق

در این تحقیق تصویر لندست  $ETM^+$  انتخاب و اصلاحات هندسی با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ انجام شد. با بررسی ترکیب باندی مختلف، بهترین ترکیب باندی ترکیب باندهای ۲،۴،۷ تعیین شد. به منظور استفاده از دید سه بعدی ابتداء مدل رقومی ارتفاعی (DEM) تهیه و سپس در محیط نرم افزار ArcGIS 8.3 تصویر شبه سه بعدی (Hillshad) تهیه شد. سپس تصویر با ترکیب باند ۲،۴،۷ بر روی آن به صورت نیمه شفاف قرار داده شد و با استفاده از تشخیص چشمی نواحی سیل گیر استخراج شد. نمودار شکل (۲)

روند نمای مراحل انجام کار را نشان می‌دهد. سپس با بررسی داده‌های دبی روزانه ایستگاه‌های هیدرومتری موجود در منطقه، تعداد ۶۴ ایستگاه با آمار مناسب و دوره مشترک آماری انتخاب شد. اطلاعات دبی جریان ایستگاه‌های هیدرومتری در سطح استان بازسازی شده و سال‌های آماری به ۱۵ سال تطویل شد. با استفاده از نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ و تعیین موقعیت ایستگاه‌ها، محدوده مورد پژوهش و هر کدام از زیرحوضه‌ها مشخص و پارامترهای اولیه حوضه با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، استخراج شد. آستانه شروع رواناب با استفاده از مدل شبیه ساز بارش رواناب AWBM و پس از واسنجی و بدست آوردن پارامترهای بهینه مدل شبیه سازی شد. پهنه بندی مناطق سیل گیر حوزه های آبخیز بر اساس مقادیر بدست آمده از مدل انجام و درصد پوشش سطحی حوضه ها با توجه به میزان آستانه شروع رواناب محاسبه شد. سرانجام نتایج مورد مقایسه و تحلیل قرار گرفت.



شکل ۲- نمودار شماتیک مراحل استخراج محدوده سیل از تصاویر ماهواره ای ETM+

جدول ۱- حوضه‌های رده هفت موجود در محدوده استان کرمان

کد حوضه	نام حوضه	مساحت- کیلومتر مربع	کد حوضه	نام حوضه	مساحت- کیلومتر مربع	کد حوضه	نام حوضه	مساحت- کیلومتر مربع
455	پهنه جازموریان	2085.92	45143	شور دشتاب	980.69	44431	سوچ - فاریان	3313.17
469	پهنه لوت	26125.71	45144	سلطانی	993.93	44432	تنگوئیه	1701.94
2843	سراب جگین	3932.87	45145	رابر	550.00	44433	شمال شرق کویر	2887.09
2863	سراب سدیح	2513.34	45151	هللیل خانه گزان	732.20	45121	گرفتو	1883.47
4413	جنوب شرق کویر	5818.35	45152	شصت پیچ	599.43	45122	شور	1765.09
4425	شرق کویر	1837.46	45153	شور بهاباد	2186.42	45123	هللیل جیرفت	3272.66
4426	پهنه کفه	443.18	46331	در بند - سر جنگل	3295.41	45131	رامون	320.76
4431	شمال کویر	3998.84	46411	میان رود	4079.26	45132	اسفندقه	819.73
4432	جنوب کویر	2033.24	46412	شور دربند	10185.21	45133	بحر آسمان	462.76
4441	کفه آبشور	1490.90	46413	حمامرود	3975.28	45134	هللیل کنارو	724.69
4442	غرب و جنوب کویر	3273.63	46421	چهر - پشوئیه	1226.56	45141	پایاب دهوج	928.72
4444	پهنه کویر	1432.59	46521	اندوهجرد	940.10	45142	تمبرنگوئیه	520.11
4511	پایاب هللیل	7486.95	46522	حوضه شمس	530.30	45143	بافت	473.33
4521	کم سفید	5446.37	46523	شهداد	1387.95	466321	پایاب کبوتر خان	853.86
4522	آب نما - کنگر	4666.89	46524	دهنه غار	1449.08	491251	لاله زار	1046.51
4541	مشهد محمد	1898.48	46525	گزنو	1240.56	491253	زرد میانی ۲	4439.76
4542	میر سعیدی - دوهوا	3648.34	46531	شترکش	892.23	49134	زرد میانی ۱	1661.52
4651	شمال دهنه غار	1037.10	46532	شمال پشت رود	5227.06	49133	سراب چاری	616.52
4666	دق کهورک	4979.52	46533	پایاب تهرود	664.23	491263	کشک	1149.25
27153	پایاب ده شیخ	1723.92	46611	تلنگو- ده بکری	1690.25	491262	نوق	2885.54
27154	ده شیخ ارزوئیه	4105.45	46612	تهرود میانی ۱	540.86	49121	بهداران	2305.13
27155	سوغان پایین	2915.77	46613	راین	1990.67	49122	سراب زرد	3118.76
27156	سوغان بالا	402.65	46614	تهرود میانی ۲	713.19	49135	انار-فسنجان	8688.04
28153	سراب حسن لنگی	1162.99	46615	گارچی دان	299.25	49124	آب بخشا	2916.82
28231	پایاب جغین	1410.19	46616	سیف آباد	545.67	491252	پایاب چاری	2325.79
28232	سراب جغین	1926.40	46617	فهرج	5861.17	46771	شورکوهبنان	2048.79
28241	پایاب رودان	788.56	46621	نساء	982.84	49132	ارنان	3881.51
28242	شور نودژ	284.16	46622	شور رحمت آباد	9370.08	49123	پایاب زرد	2238.30
28243	کندر	342.86	46631	رود شوره گز	3838.68	49131	باینوج	1355.43
28244	رودان میانی	2742.99	46633	پایاب دهک	14122.03	271612	پایاب چاهک	2066.25
28245	سراب رودان	2414.02	44243	سراب شهر بابک	1336.57	442421	پایاب داری	3516.16
28246	کردی شیرازی	128.61	44241	پایاب شهر بابک	3999.71	28523	سراب گابریک	2362.46
28312	رزانی - سرنه	1462.71						

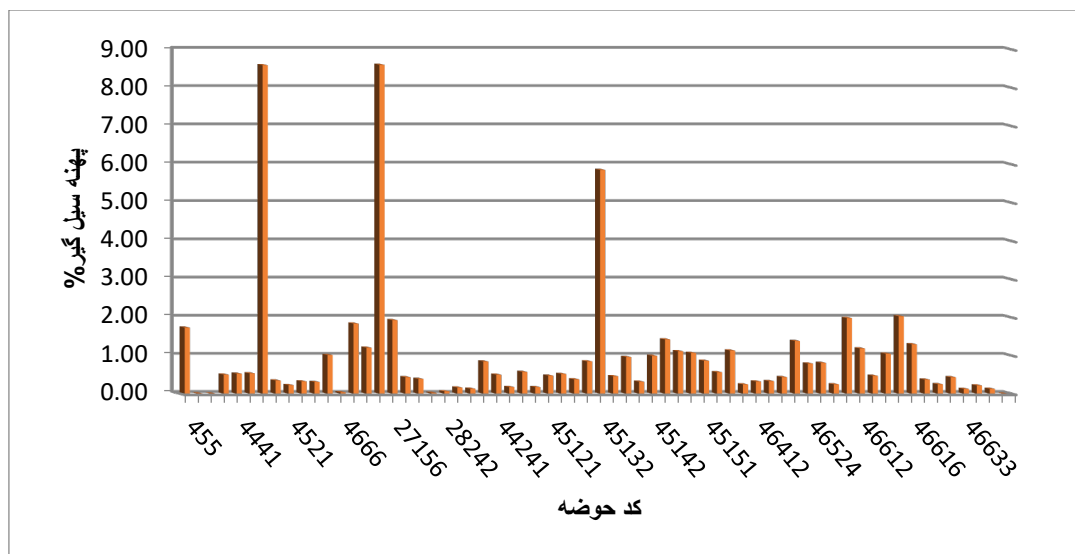
### نتایج و بحث

تصاویر ماهواره لند ست  $ETM^+$  با پوشش قرار دادن طیف‌های باند مرئی و مادون قرمز امکان تفکیک عوارض زمین را فراهم می‌نماید. حاشیه‌های سیل‌گیر روخانه‌ها و مسیله‌ها به دلیل ته نشین شدن مواد رسوبی سال‌های اخیر نسبت به محیط اطراف به دلیل رنگ روشن‌تر قابل تمیز می‌باشد. این ویژگی باعث می‌شود که مواد رسوبی که اخیراً ته نشین شده‌اند و دارای رنگ روشن هستند در عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای قابل تمیز شوند. علاوه بر این، با ترکیبات مختلف باندی می‌توان با ترکیب رنگی، شناسایی این عوارض را راحت‌تر و دقیق‌تر انجام داد. در نواحی اطراف رودخانه عوارض روشن‌تر بیانگر رسوباتی می‌باشد که در اثر سیلاب به جا مانده است. مطابق روش تحقیق پهنه‌های سیل‌گیر از تصاویر ماهواره‌ای  $ETM^+$  سال استخراج و تعیین شد. سپس برای هر کدام از حوضه‌های رتبه هفت با روی هم‌گذاری لایه پهنه سیل‌گیر و لایه مرز حوضه‌های رتبه هفت مساحت پهنه سیل برای هر کدام از

حوضه‌های رتبه هفت استخراج شد. شکل (۳) درصد مساحت و جدول (۲) میزان مساحت پهنه‌های سیل‌گیر را در حوضه‌های رده هفت استان کرمان نشان می‌دهند. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، در این شکل پراکندگی پهنه‌های سیل‌گیر در هر حوضه قابل شناسایی است.

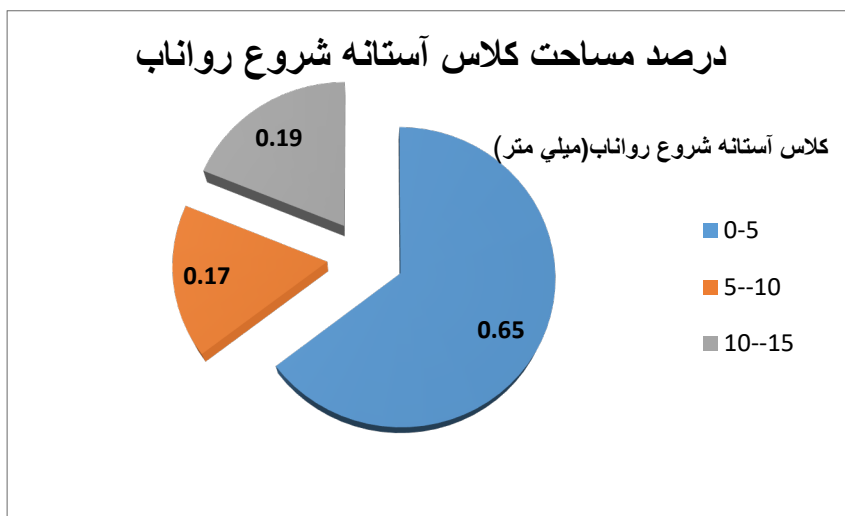
جدول ۲- مساحت پهنه‌های سیل در حوضه‌های رده هفت استان کرمان

کد حوضه	مساحت کیلومتر مربع	مساحت خطر سیل کیلومتر مربع	درصد پهنه سیل‌گیر	کد حوضه	مساحت کیلومتر مربع	مساحت پهنه خطر سیل کیلومتر مربع	درصد پهنه سیل‌گیر
455	8343.67	144.75	1.73	45132	819.73	48.01	5.86
4426	443.18	0.03	0.01	45133	462.76	2.12	0.46
4431	3998.84	0.16	0.00	45134	1449.38	13.94	0.96
4432	4066.49	20.33	0.50	45141	1857.44	5.84	0.31
4441	2981.81	15.67	0.53	45142	520.11	5.16	0.99
4442	9820.88	52.49	0.53	45143	473.33	6.74	1.42
4444	8595.57	738.29	8.59	45144	980.69	10.93	1.11
4511	44921.6	155.36	0.35	45145	993.93	10.64	1.07
4521	27231.8	61.15	0.22	45151	550	4.75	0.86
4522	4666.89	15.02	0.32	45152	732.2	4.13	0.56
4542	7296.68	22.42	0.31	45153	599.43	6.79	1.13
4651	1037.1	10.51	1.01	46411	3295.41	8.04	0.24
4666	14938.5	5.58	0.04	46412	12237.78	39.06	0.32
27153	1723.92	31.71	1.84	46413	20370.42	67.16	0.33
27154	4105.45	49.52	1.21	46421	7950.57	34.6	0.44
27155	2915.77	250.72	8.60	46522	940.1	13	1.38
27156	402.65	7.77	1.93	46524	1387.95	10.98	0.79
28231	1410.19	6.1	0.43	46531	1240.56	10.04	0.81
28232	1926.4	7.47	0.39	46533	10454.12	25.66	0.25
28241	788.56	0.18	0.02	46611	1992.69	39.55	1.98
28242	284.16	0.18	0.06	46612	1690.25	20.08	1.19
28243	342.86	0.55	0.16	46613	540.86	2.54	0.47
28244	2742.99	3.54	0.13	46614	1990.67	20.86	1.05
28245	2414.02	20.4	0.85	46615	713.19	14.48	2.03
44241	11999.1	59.79	0.50	46616	299.25	3.88	1.30
44431	19879	34.53	0.17	46617	545.67	2.02	0.37
44432	3403.88	19.46	0.57	46621	23444.68	58.41	0.25
44433	5774.18	9.96	0.17	46631	18740.15	80.93	0.43
45121	3766.94	17.83	0.47	46633	3838.68	4.8	0.13
45122	7060.35	36.54	0.52	46771	14122.03	30.56	0.22
45123	26181.2	98.47	0.38	442421	4132.51	5.25	0.13
45131	320.76	2.72	0.85	466321	3516.16	0.06	0.00



شکل ۳- درصد مساحت پهنه‌های سیل گیر در حوضه‌های منتخب رده هفت استان کرمان

درصد مساحت تحت پوشش پهنه سیل در حوضه‌های مورد مطالعه از حداقل صفر تا ۸/۶ درصد از کل مساحت حوزه آبخیز را شامل می‌شود. حداکثر آن مربوط به حوضه سوغان پایین با کد شناسه ۲۷۱۵۵ می‌باشد که با توجه به وسعت ۲۹۱۵ کیلومتر مربعی حوضه، مساحت تقریباً ۲۵۰ کیلومتر مربع را پوشش می‌دهد. قابل توجه اینکه در جمع بندی کلی مقدار ۰/۶۶ صدم درصد از کل مساحت حوضه‌های مورد مطالعه جزء پهنه سیل گیر محاسبه شده است که لزوم توجه به آن از دیدگاه مدیریت منابع برداشت ذرات ریز دانه قابل حمل توسط باد، قابل توجه است. نتایج تحقیق در شبیه سازی آستانه شروع رواناب و برآورد سطح تحت پوشش طبقات آستانه رواناب در حوضه‌های مورد مطالعه نشان داد که بیشترین مساحت حوضه‌های مورد مطالعه دارای آستانه شروع رواناب بین صفر تا پنج میلی‌متر است شکل (۴) و جدول (۳). این محدوده آستانه شروع رواناب قریب ۶۵ درصد از سطح کل حوضه‌های استان می‌باشد. بنابراین، با توجه این‌که هرچه آستانه شروع رواناب کمتر باشد نشان از قابلیت نفوذپذیری کمتر و در نتیجه سیل خیزی بیشتر است، لذا بیش از نیمی از پهنه‌های حوضه‌های مورد مطالعه مستعد تبدیل بارش به رواناب و قابلیت ایجاد پهنه‌های حاوی مواد ریز دانه قابل حمل توسط باد می‌باشد.



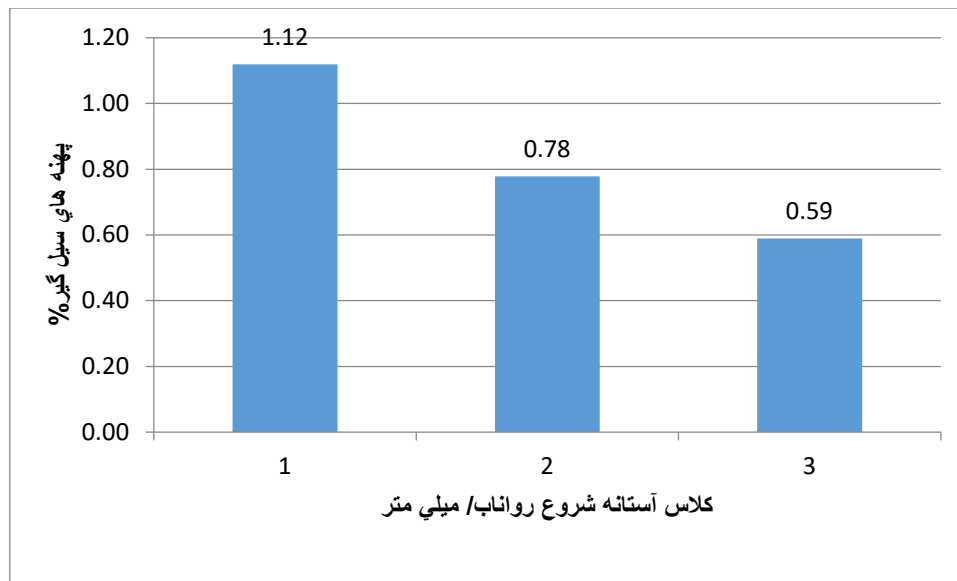
شکل ۴- درصد مساحت کلاس‌های آستانه شروع رواناب در حوضه‌های منتخب رده هفت استان کرمان



جدول ۳- مقادیر آستانه شروع رواناب در حوضه‌های رده هفت استان کرمان

آستانه شروع رواناب(میلی‌متر)	کد حوضه رده هفت	آستانه شروع رواناب(میلی‌متر)	کد حوضه رده هفت	آستانه شروع رواناب(میلی‌متر)	کد حوضه رده هفت
4	46421	4	44431	3	455
10	46522	5	44432	1	4426
6	46524	4	44433	3	4431
3	46531	3	45121	3	4432
10	46532	7	45122	5	4441
5	46611	2	45123	4	4442
6	46612	3	45131	5	4444
5	46613	3	45132	5	4511
5	46614	3	45133	3	4521
5	46615	3	45134	3	4522
5	46616	3	45141	4	4542
5	46617	3	45142	3	4651
5	46621	10	45143	5	4666
5	46631	3	45144	15	27153
5	46633	7	45145	10	27154
4	46771	15	45151	10	27155
9	442421	12	45152	12	27156
5	466321	3	45153	10	28231
10	46532	4	46411	13	28232
5	46611	4	46412	11	28241
6	46612	4	46413	12	28242
5	46613			13	28243
				15	28244
				13	28245
				9	44241

نتایج مقایسه کلاس های آستانه شروع رواناب با درصد مساحت پهنه های سیل گیر در شکل (۵) ارائه شده است. همانطور که قابل مشاهده است، کلاس های آستانه شروع رواناب در منطقه تحقیق یک روند کاهشی را با میزان درصد مساحت پهنه های سیل گیر از خود نشان می دهد. کلاس اول که آستانه ۰-۵ میلی متر را شامل می شود، منطبق با بیشترین پهنه سیل گیر است. و با توجه به اینکه آستانه شروع رواناب پایین نشان دهنده نفوذ کم و استعداد بالای تبدیل بارش به رواناب می باشد، لذا این نتیجه موید دقت پهنه های استخراج شده سیل نیز می باشد. همچنین رابطه کاهشی پهنه های سیل گیر در منطقه پژوهشی با کلاس های شروع رواناب می تواند موید انتخاب مناسب این دو شاخص برای مطالعات اثرات متقابل سیل و پدیده گرد و غبار و تهیه وضعیت پهنه های سیل خیز و مستعد ایجاد پهنه های رسوبی ریز دانه در مسیل ها و پایاب ها باشد.



شکل ۵- رابطه درصد مساحت پهنه های سیل گیر با کلاس های آستانه شروع رواناب در حوضه های منتخب رده هفت استان کرمان

### نتیجه گیری و پیشنهادها

در جمع بندی نتایج این پژوهش قابل ذکر است که با شناخت برهم کنش مولفه های موثر بر ایجاد پدیده گرد و غبار به ویژه از منظر اثرات سیل در ایجاد و گسترش پهنه های سیل گیر و پهنه های حاوی رسوبات ریز دانه قابل حمل، مولفه های اصلی و موثر در مطالعات مربوط به گرد و غبار و پهنه بندی مناطق برداشت ذرات ریز دانه، تامین می شود. لذا شرط اولیه و لازم برای تهیه نقشه های خطر پدیده گرد غبار و مدیریت بهینه خطرات ناشی از آن در جهت اهداف مدیریت جامع حوضه میسر می گردد. در تحقیقات مرتبط با منشاء یابی مناطق برداشت در پدیده گرد و غبار، پیشنهاد می شود، پهنه های سیل گیر و مناطق دارای آستانه رواناب پایین به عنوان مناطق مستعد ایجاد منابع برداشت، در نظر گرفته شود.

### تشکر و قدردانی

این پژوهش مستخرج از بخشی از نتایج طرح تهیه و توسعه اطلس و آماده سازی داده های زمانی و مکانی سیل در حوضه های رده هفت استان کرمان با کد طرح : ۹۴۰۰۱-۹۴۵۱-۲۹-۲۹-۰۱۴ می باشد که با استفاده از امکانات پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری به انجام رسیده است و بدین وسیله از همراهی و مساعدت مسئولین محترم پژوهشکده تشکر می نمایم.

### منابع

۱. بابایی، محمدحسین و همزه ای، محمدرضا و پاپ زن، عبدالحمید و قربانی، سهیلا، ۱۳۹۷، بحران ریزگردها؛ شناسایی مناطق تولید ریزگردها در دنیا، دومین همایش بین المللی گرد و غبار، ایلام، <https://civilica.com/doc/936065>
۲. تیزهوش، محسن و مرتضوی، ثمر و نوروزی فرد، پریسا و بیگ محمدی، فوزیه، ۱۳۹۷، بررسی عوامل زمانی و مکانی موثر در وقوع پدیده گردوغبار (مطالعه موردی: استان خوزستان)، دومین همایش بین المللی گرد و غبار، ایلام، <https://civilica.com/doc/936063>
۳. فرزین، محسن، ۱۳۹۸، لزوم تعیین ارتباط سیلاب های ایران با پدیده گرد و غبار، کنفرانس بین المللی گرد و غبار در جنوب غرب آسیا، زابل، <https://civilica.com/doc/894681>
۴. همدانی، پیرتاج و توکلی، نادر و هلالی جلیل، محمدحسین، ۱۳۹۷، بررسی تغییرات فصلی فراوانی رخداد گردوخاک در اقلیم های فراخشک و خشک ایران، دومین همایش بین المللی گرد و غبار، ایلام، <https://civilica.com/doc/936028>

5. Bissonnais Yves Le. and Singer Michael J. 1993, Seal Formation, Runoff, and Interrill Erosion from Seventeen California Soils. Soil Sci Soc Am J 57:224-229 (1993).



6. Georgakakos K. P., Carpenter T.M., Cramer J.A., Sperflage J.A., Sweeney T.L. and Fread D.L., 1993, A national system for threshold runoff estimation, ASCE International Symposium on Engineering Hydrology, San Francisco, CA., July 25-30, 1993.
7. Gioia A., Iacobellis V., Manfreda S. and Fiorentino M., 2008, Runoff thresholds in derived flood frequency distributions, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 12, 1295–1307.
8. Gross, C.M., Angle, J.S., Hill, R. L., Welterlen, M. 1991. Runoff and sediment losses from tall fescue under simulated rainfall. (INCOMPLETE).
9. Hewlett, J. D. and Hibbert, A. P. (1967), Factors Affecting Response of Small Watersheds to Precipitation in Humid Areas, *In Forest Hydrology, Edited by W.E. Sopper and H. W. Lull*, pp. 275-290, Pergammon, New York
10. Horton, R.E. 1933. The Role of Infiltration in the Hydrologic Cycle, *EOS, Transactions of American Geophysical Union*, V 01. 14, pp. 446-460.
11. Kamphorst, A. 1987. A small rainfall simulator for the determination of soil erodibility, *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 35: 407-415.
12. Karnieli, A. & J. Ben-Asher. 1993. A Daily Runoff Simulation in Semi-arid Watersheds Based on Deficit Calculations. *J. Hydrology* 149: 9-25.
13. Lang, J, A. P., Schick and C. Leibundgut, 1999: "A Noncalibrated Rainfall-Runoff Model for Large, Arid Catchments", *Water Resource Research*, 35(7): 2126-2177.
14. Martinez, M. 1998. Factors Influencing Surface Runoff Generation in a Mediterranean Semi-arid Environment: Chicamo Watershed Spain. *12(5): 741-745.*
15. Montesarchio V., Ridolfi E., Russo F. and Napolitano F., 2011, Rainfall threshold definition using an entropy decision approach and radar data, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 11, 2061–2074.
16. Ponce, V.M. & A.V. Shetty. 1995. A Conceptual Model of Catchments Water Balance: 2 Application of Runoff and Base flow Modeling. *J. Hydrology* 173:41-50.
17. Raeesiyan R., 2005, Investigation of slope, soil moisture conditions and land use in runoff generation time, proceeding of 3th erosion and sediment national conference, 27-30 August 2005, Tehran-Iran, PP. 305-309.
18. Sharafati A. and Zahabiyou B., 2014, Rainfall Threshold Curves Extraction by Considering Rainfall-Runoff Model Uncertainty, *Arab J Sci Eng*, 39, 6835–6849.
19. Sharifi, F., and M. J Boyd. 1994: "A Comparison of the SFB and AWBM Rainfall-Runoff Models", 25<sup>th</sup> Congress of The International Association of Hydrogeologists/ International Hydrology & Water Resources Symposium of The Institution of Engineers, Australia . ADELAIDE. 21-25 November, pp: 491-495.
20. Sharifi, F., 1997: "Evaluation of Three Continuous Rainfall-Runoff Models, A New Approach", Proceeding of the 8th International Conference on Rainwater Catchments Systems, 416-432.32-Tsujimoto. T., (1999), fluvial processes in streams with vegetal, abstract of papers. *JHR volume 37.*
21. Toth E., 2015, Estimation of flood warning runoff thresholds, *Hydrol., Earth Syst. Sci. Discuss.*, 12, 6011–6041.
22. Ward, T.J., Bolton, S.M., 1991. Hydrology parameters for selected in Arizona and New Mexico as determined by rainfall simulation. New Mexico Water Resources Research Institute, NMSU, Box 30001, MSC 3167, Las Cruces, NM 88003, <http://wrrri.nmsu.edu/publish/order.html>.
23. Ward, T.J., Bolton, S.M., 1991. Hydrology parameters for selected in Arizona and New Mexico as determined by rainfall simulation. New Mexico Water Resources Research Institute, NMSU, Box 30001, MSC 3167, Las Cruces, NM 88003, <http://wrrri.nmsu.edu/publish/order.html>.