



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری



نشریه فنی

**بررسی و ارزیابی ابعاد واقعه سیل یکشنبه
۲۸ تیرماه سال ۱۳۹۴ منطقه سیجان در
استان البرز**

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

نشریه فنی:

بررسی و ارزیابی ابعاد واقعه سیل یکشنبه ۲۸ تیرماه سال ۱۳۹۴ منطقه سیجان در استان البرز

نویسندگان:

جهانگیر پرهمت، داود نیک کامی، مجتبی صانعی، نجفقلی غیاثی

شماره ثبت:

۶۷۵۳۶

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

عنوان: بررسی و ارزیابی ابعاد واقعه سیل یکشنبه ۲۸ تیرماه سال ۱۳۹۴ منطقه سیجان در استان البرز

نویسندگان: جهانگیر پرهمت، داود نیک کامی، مجتبی صانعی، نجفقلی غیائی

ویراستار ادبی: سعید نبی پی لشکریان

صفحه آرایی و طراحی جلد: عباس صدیق

ناشر: پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

شمارگان: ۱۰ نسخه

تاریخ انتشار: بهار ۱۴۰۴

این اثر در مورخه ۱۴۰۴/۳/۲۹ با شماره فروست ۶۷۵۳۶ در مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی به ثبت رسیده است. حق چاپ محفوظ است. نقل مطلب، تصاویر، جداول، منحنی ها و نمودارها با ذکر ماخذ بلامانع است.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	چکیده:
۱	۱-مقدمه
۷	۲-موقعیت جغرافیایی منطقه
۱۱	۳-وضعیت بارندگی ۲۸ تیر سال ۱۳۹۴
۱۲	۴-ابعاد خسارات سیل سیجان به روایت جراید
۱۳	۵-ابعاد سیل ۲۸ تیر ماه ۹۴ در محدوده روستای سیجان
۱۴	۶-شواهد خسارات وارده ناشی این سیل
۴۲	۷-علل وقوع سیل و خسارات وارده
۴۹	۸-نتیجه گیری
۵۰	۹-پیشنهادهای
۵۱	منابع مورد استفاده
۵۵	Abstract:

فهرست شکل ها

صفحه

عنوان

- شکل ۱- موقعیت حوضه رتبه چهار ۴۱۵۲ (کرج) در نقشه ایران و استان البرز..... ۹
- شکل ۲- موقعیت روستای سیجان در ارتفاعات شمال شرق توچال..... ۱۰
- شکل ۳- نمایش شماتیک منطقه تمرکز اصلی طوفان ۲۸ تیرماه ۹۴..... ۱۲
- شکل ۴- موقعیت اتصال دو آبراهه حوضه سیجان در واحد هیدرولوژیک رتبه ۴ کرج..... ۱۶
- شکل ۵- محدوده و موقعیت دو زیر حوضه اصلی سیجان در واحد رتبه ۷ کرج میانی ۱..... ۱۶
- شکل ۶- داغاب سیل ۲۸ تیرماه ۹۴ در محل تقاطع دو آبراهه و پل در محل ورودی پایین دست روستای سیجان..... ۱۷
- شکل ۷- آثار داغاب سیل آبراهه جنوبی بر روی پل و پیشروی آن به آبراهه شمالی..... ۱۷
- شکل ۸- موقعیت برآورد سیل در تصویر GOOGLE EARTH..... ۱۸
- شکل ۹- مقطع برآورد دبی اوج سیل ۲۸ تیر ماه ۱۳۹۴ براساس داغاب آن در بدو ورود به باغات و روستای سیجان..... ۱۸
- شکل ۱۰- مقطع شماتیک داغاب سیل ۲۸ تیرماه ۱۳۹۴ در بدو ورود به باغات و روستای سیجان..... ۱۹
- شکل ۱۱- خودروهای خسارت دیده از سیل ۲۸ تیرماه ۱۳۹۴ روستای سیجان در یک نگاه..... ۱۹
- شکل ۱۲- نمونه هایی از خودروهای غرق شده در سنگ و لای سیل ۲۸ تیرماه ۱۳۹۴ روستای سیجان شامل تصویر الف نشان دهنده غلطیدن خودرو، تصویر ب خودرو در لابلای سنگهای بزرگ و تصویر ج خودروهای پرت شده از جاده به داخل دره (عکسها برگرفته از اینترنت از وبگاه کرجسا و از آقای حمید امیری)..... ۲۰
- شکل ۱۳- لاشه خودروهای بیرون آمده از گل ولای بعد از خاتمه سیل در روستای سیجان (نوع خودرو قابل تشخیص نیست)..... ۲۱
- شکل ۱۴- آثار شدت سیل بر خودروهای واقع شده در مسیر آن در روستای سیجان از نزدیک..... ۲۲
- شکل ۱۵- حضور کارشناسان تعیین خسارت وارده به خودروهای روستای سیجان در تاریخ ۴ مردادماه ۱۳۹۴..... ۲۳
- شکل ۱۶- نمای وضعیت یک دستگاه بیل مکانیکی رانده شده بر دیوار توسط سیل در محوطه مرکز تلفن شهید سعدی عفیفی روستای سیجان..... ۲۴
- شکل ۱۷- دیوارهای تخریب شده چند واحد مسکونی مجاور آبراهه و یکی شدن بستر رودخانه و حیاط این واحدها..... ۲۵
- شکل ۱۸- نمایی از ضخامت حدود نیممتری لای برجامانده از سیل در حیاط واحد مسکونی پس از تخریب دیوار و ورود به داخل آن..... ۲۶
- شکل ۱۹- حیاط واحد مسکونی با نمای بستر رودخانه طبیعی..... ۲۷
- شکل ۲۰- نمایی از بستر ایجاد شده سیل پس از عبور از واحد مسکونی و ورود به محدوده باغ مجاور..... ۲۷
- شکل ۲۱- نمایی از داخل اتاق و حیاط برخی واحدهای مسکونی پس از تخریب دیوار و ورود سیل به داخل اتاقها (الف- نمایی از داخل اتاق واحد مسکونی پس از تخریب دیوار و ورود سیل به داخل اتاقها و ب: نمایی از مواد مختلف حمل شده توسط سیل در محوطه حیاط یک واحد مسکونی)..... ۲۸
- شکل ۲۲- نمایی از مواد مختلف حمل شده توسط سیل در محوطه حیاط یک واحد مسکونی..... ۲۹
- شکل ۲۳- نمایی از آثار ارتفاع عبور سیل بر شاخ و برگ درخت گردو در مجاورت مسیر عبور سیل در روستای سیجان..... ۳۰
- شکل ۲۴- آثار ارتفاع عبور سیل بر شاخ و برگ درخت گردو در مجاورت باغات در سطح کمینه ۱/۵ متر بالاتر از سطح فوقانی پل اصلی رودخانه سیجان در محل ورودی روستا..... ۳۱
- شکل ۲۵- نمایی از آثار ارتفاع عبور سیل بر شاخ و برگ باغات مجاورت آبراهه اصلی در بالادست روستای سیجان و قبل از ورود به روستا..... ۳۲
- شکل ۲۶- نمایی از آثار ارتفاع عبور سیل بر شاخ و برگ باغات مجاورت پل اصلی ورودی به روستای سیجان..... ۳۲

شکل ۲۷- نمایی از آثار ارتفاع امواج سیل بر شاخ و برگ درختان در سطوح ارتفاعی بیش از دو متر از بستر رودخانه در بالادست روستای سیجان و قبل از ورود به روستا..... ۳۳

شکل ۲۸- نمایی از بسته شدن دهانه یک پل در وسط روستا (الف دهانه خروجی پل و ب دهانه ورودی آن)..... ۳۴

شکل ۲۹- نمایی از مسیر آبراهه در سمت راست عکس (مقداری از مصالح مسیر جاده بر آن اضافه شده است)..... ۳۴

شکل ۳۰- دهانه ورودی پل اصلی روستای سیجان در مسیر رودخانه شمال پرشده از مواد و مصالح حمل شده از رودخانه جنوبی و عبور از روی پل به سمت بالادست..... ۳۵

شکل ۳۱- ورودی دهانه پل در وسط روستای سیجان پر شده از سنگ و تنه‌های درختان حمل شده از بالادست (الف: دهانه ورودی پر شده است، ب: دهانه ورودی پر و پل نیز تخریب شده است)..... ۳۶

شکل ۳۲- نمایی از پر شدگی کامل مسیر رودخانه در وسط روستا از سنگ‌های بزرگ حمل شده توسط سیلاب..... ۳۷

شکل ۳۳- نمایی از قطعات سنگ‌های بزرگ حمل شده توسط سیلاب (الف مسیر پرشده رودخانه از قطعات بزرگ و کوچک سنگ و ب: قطعه سنگ پشت سر آقای مهندس غیائی و سایر قطعات اطراف آن)..... ۳۸

شکل ۳۴- نمایی از مسیر پرشده رودخانه در قسمت بالایی روستای سیجان (الف بستر رودخانه پرشده هم سطح جاده و زمین‌های اطراف و ب پل تخریب شده و انتقال یافته از بالادست)..... ۳۹

شکل ۳۵- نمایی از مسیر پرشده رودخانه در وسط واحدهای مسکونی..... ۴۰

شکل ۳۶- نمایی از بستر پرشده رودخانه و قرار گرفتن بستر در تراز بالاتر از کف اتاق‌های واحد مسکونی..... ۴۱

شکل ۳۷- نمایی از درختان قلع و قمع شده در بستر رودخانه در بالادست و قبل از ورود سیل به محدوده باغات و واحدهای مسکونی (الف ریشه‌های برجامانده از درختان قطع شده در فاصله یک کیلومتری بالادست باغات و مناطق مسکونی و ب تنه‌های بزرگ و کوچک به تله افتاده در همین محدوده در برخورد سیل به مانع)..... ۴۴

شکل ۳۸- نمای دیگری از درختان قلع و قمع شده در بستر رودخانه در بالادست و قبل از ورود سیل به محدوده باغات و واحدهای مسکونی..... ۴۵

شکل ۳۹- نمای قطعات بزرگ درختان حمل شده از بالادست و به تله افتاده قبل از ورود به باغات و مناطق مسکونی..... ۴۶

شکل ۴۰- نمایی از دیوار باغ در حریم رودخانه که در اثر سیل تخریب و سنگ‌های آن به پایین دست منتقل شده‌اند..... ۴۶

شکل ۴۱- نمایی از دیوارهای باغ در حریم رودخانه..... ۴۷

شکل ۴۲- نمایی از دیوار باغ در حریم رودخانه که در اثر سیل تخریب و سنگ‌های آن به پایین دست منتقل شده‌اند..... ۴۸

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۱- میزان بارندگی ۲۸ تیرماه ۹۴ در ایستگاه‌های مختلف استان‌های تهران و البرز در حوضه‌های همجوار روستای سیجان	۱۱

چکیده:

به دنبال وقوع طوفان ۲۸ تیر ماه سال ۱۳۹۴ که محدوده وسیعی از کشور جمهوری اسلامی ایران را فرا گرفت، موج شدیدی از سیلاب ایجاد و در مناطق متعددی از دامنه‌های البرز خسارات جانی و مالی بی‌سابقه‌ای را ایجاد کرد. روستای سیجان واقع در استان البرز یکی از مناطقی است که در این سیل خسارات و تلفات زیادی را متحمل شد. از آنجایی که ایستگاه هیدرومتری به‌منظور ثبت اطلاعات سیل در محدوده یادشده دایر نبود، لذا با بررسی و بازدیدها و اندازه‌گیری‌های صحرایی ابعاد این سیل برآورد شد. نتایج این بررسی نشان داد بارشی که عمده زمان بارش در ۱۰ دقیقه اول بوده است مولد سیلابی با دبی اوج حدود ۲۰۰ مترمکعب در ثانیه شده است. همچنین نتایج این بررسی نشان داد که سطح فعال حوضه در تولید سیل زیرحوضه جنوبی با مساحت ۹/۶ کیلومترمربع بوده و زیرحوضه شمالی با مساحت ۳۲/۲ کیلومترمربع در ایجاد این سیل نقش قابل‌توجهی نداشته است. شواهد موجود در منطقه نشان داد که با توجه به ضعیف‌بودن پوشش گیاهی و فقدان سازه‌های حفاظتی در سرشاخه‌های حوضه، سیلاب از مناطق بالادست گل‌ولای زیادی را به همراه خود منتقل کرده است که بر سرعت سیلاب در سراشیبی افزوده و قدرت تخریبی آن را افزایش و در نتیجه در آبراهه اصلی توان حمل سنگ با ابعاد بزرگ و نیز قطع و حمل تنه‌های بزرگ درختان را فراهم کرده است. با این وصف در محدوده باغات و روستا موجب پر شدن کانال مسیر حرکت آب و انحراف آن به اطراف و در نتیجه موجب خسارات به ساختمان‌های مسکونی و نیز تلفات جانی حدود هشت نفر شده است.

کلید واژه: تلفات جانی سیل، جریان واریزه‌ای، خسارت سیل، سیل جریان گلی، شدت سیل.

۱-مقدمه

سیل از فرآیندهای هیدرولوژیکی است که ابعاد آن تحت‌تأثیر شرایط مختلف طبیعی و مصنوعی سطحی زمین و نیز شرایط مختلف اقلیمی تغییر می‌یابد. این پدیده طبیعی در صورت مهار و کنترل از منابع آب مورد استفاده در توسعه اقتصادی بوده و منافع زیادی را در بخش کشاورزی و منابع طبیعی سبب می‌شود. در

صورت عدم شناخت و عدم کنترل و مهار آن، از بلایای طبیعی به‌شمار آمده و خسارت و تلفات جانی همواره در پی خواهد داشت (پرهمت و همکاران، ۱۴۰۳). یکی از ویژگی‌های بسیار مهم حوزه آبخیز، شدت سیل‌خیزی آن است. ایران در میان چند کشوری قرار دارد که تحت‌تأثیر مشکلات ناشی از وقوع سیلاب‌های حوضه‌های شهری است (پرهمت و همکاران، ۱۴۰۳).

تحقیقات وسیعی در مورد منشأ و عوامل مؤثر بر سیل‌خیزی در گذشت انجام شده است و این روند همچنان ادامه دارد. ولی امروزه تغییرات اقلیمی از یک طرف و تغییرات کاربری اراضی از طرف دیگر موجب تغییر چهره سرزمین و عوامل مؤثر بر سیل‌خیزی شده است که روند سیل‌خیزی را دچار پیچیدگی خاصی کرده است.

مرور منابع نشان می‌دهد که طیف وسیعی از پژوهش‌های موضوعی پیرامون سیل و روش‌های بررسی و برآورد مخاطرات و سوابق سیل در کنفرانس‌ها و مجلات علمی- پژوهشی داخلی منتشر شده است. ازجمله پژوهش‌های که به موضوعات بنیادی سیل پرداخته‌اند، می‌توان به عزیزی و صمدی (۱۳۸۶)، کوهیان افضل و همکاران (۱۳۸۷)، محمودی آهنگرکلایی (۱۳۸۸)، نوروزی و همکاران (۱۳۸۸)، محمدی و همکاران (۱۳۹۴)، پرهمت (۱۳۹۵)، کاراندیش و همکاران (۱۳۹۵)، پرهمت (۱۳۹۶) و معروفی نیا و همکاران (۱۳۹۶) اشاره کرد. در مقابل پژوهش‌هایی نظیر قاسمی و شمشکی (۱۳۸۷)، سلیمانی (۱۳۸۹)، فولادیان (۱۳۹۳)، مرادی و همکاران (۱۳۹۵)، اسماعیلی و همکاران (۱۳۹۷) و رحمانی و همکاران (۱۳۹۷) مستقیماً به وقایع سیل استان مازندران پرداخته‌اند. به‌طورمثال رحمانی و همکاران (۱۳۹۷) رودخانه‌های تالار، نور، تجن و چالوس را دارای مخاطرات بالای سیل رده بندی کرده‌اند که با رویدادهای سیل استان کاملاً تطابق دارند. رویدادهای سیل سال ۱۳۸۴ رودخانه نکا و رویدادهای سیل رودخانه هراز به ترتیب در تحقیقات فولادیان (۱۳۹۳) و سلیمانی (۱۳۸۹) موردتدقیق قرار گرفته‌اند. تعداد معدودی از کارهای انجام شده همچون نوری و همکاران (۱۳۹۲)، فولادیان (۱۳۹۳)، مختاری (۱۳۸۸) و صادقلو و سجادی (۱۳۹۳) به روش‌های مدیریت و کنترل سیلاب تمرکز داشته‌اند. از دیدگاه مدیریت کلان کشور، طرحی مقدماتی در مدیریت سیل کشور به‌وسیله وزارت نیرو^۱ تعریف شده است. اگرچه دفتر کنترل سیل و آبخیزداری در معاونت آبخیزداری، امور مرتع و بیابان

طرح-جامع-مدیریت-سیل-کشور/ <https://cmid.moe.gov.ir/getattachment/47bd27bf-721e-4bd9-8e31-d5bcef517c2a/>

سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری مسئولیت اجرای روش‌های کنترل سیل را بر عهده دارد، لیکن طرح مدون و کلانی برای مبحث سیل ندارد. غریب‌رضا و همکاران (۱۳۹۹) سیلاب‌های اسفند ۹۷ و فروردین ۹۸ شمال شرق کشور را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که سیل در رودخانه‌های تجن، تالار و سیاهرود، نکارود، خلیج میانکاله و بابلرود از نوع تند سیلاب بوده است. همچنین مناطق ساحلی کیاکلا، گلوگاه، ساری، نکا، میاندرود، عربخیل و لاریم دچار آبگرفتگی شده‌اند. در طی رویداد سیل اسفند ۹۷، حجم بارش دریافتی در حوضه‌های رودخانه‌های تجن، تالار و سیاهرود، نکارود، خلیج ۱۳۴ و ۱۲۷، ۱۴۰، ۲۷۸ و میانکاله و بابلرود در حوضه‌های شرق استان به ترتیب ۱۴۰ و ۳۹۳ میلیون مترمکعب بوده است. تخریب سیل در رودخانه تجن به‌وسیله بارشی برابر ۱۶۲ میلی‌متر، دبی پیک سیلاب ۸۸۰ مترمکعب بر ثانیه با دوره بازگشت ۳۳۰ ساله رقم خورده‌است (غریب‌رضا و همکاران، ۱۳۹۹).

قرمزچشمه و همکاران (۱۴۰۱) به واکاوی سیل دیماه ۱۴۰۰ جنوب و جنوب شرق ایران پرداختند. در این رخداد بارش، در برخی از ایستگاه‌ها مانند کنارک در استان سیستان و بلوچستان ۳۳۸ میلی‌متر و در استان هرمزگان نیز به‌طور متوسط ۱۰۹ میلی‌متر اتفاق افتاده است. در مجموع در بخش جنوبی کشور ۱۷ میلیارد مترمکعب رواناب برآورد شد که بیانگر ضریب رواناب بالا در منطقه است. بررسی‌های آنها نشان داد که ضعف پوشش گیاهی یکی از علل اصلی شدت سیل بوده است. به‌علاوه، خسارت وارده نیز به علت تجاوز به حریم رودخانه‌ها شدت یافته بود. قرمزچشمه و همکاران (۱۴۰۱) به تحلیل و ارزیابی سیل دی‌ماه ۱۳۹۸ در جنوب بلوچستان و شرق هرمزگان پرداختند. ارزیابی آنها نشان داد که در بخش بلوچستان و به‌ویژه در منطقه دشتیاری عامل اصلی تخریب مدیریت نامناسب سد در بالادست و رهاشدن جریان با دبی بالا و ورود سیلاب با حجم زیاد به دگاها و عدم نگهداری مناسب دگاها بود. در بخش شرقی استان هرمزگان عامل اصلی خسارت تجاوز به حریم رودخانه و طراحی نامناسب پل‌ها و عدم انجام لایروبی رودخانه‌ها به‌خصوص در اطراف پل‌ها باعث ایجاد سیلاب شده بود.

با وجود پژوهش‌های متعددی که انجام شده است، ولی بررسی ابعاد سیل بدون در نظر گرفتن مواد جامد حمل‌شده توسط سیل، کمتر مورد توجه بوده است. در سطح جهانی نیز ویژگی سیل‌های واریزه‌ای و گل‌روان کمتر مورد بررسی و شناسایی قرار گرفته است. سیل‌های ناگهانی، از مخرب‌ترین مخاطرات طبیعی، از نظر قدرت تخریبی، تلفات و خسارت به زیرساخت‌ها هست (Kaffas و همکاران، ۲۰۲۲). در مقیاس جهانی، منطقه‌ای و محلی، فرسایش خاک توسط آب، سیل و رواناب ناشی از طوفان سیلابی مهم‌ترین عوامل مؤثر در فرآیند فرسایش و تخریب زمین، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه هستند. در طول قرن گذشته، تأثیرات تغییر اقلیم بر بوم‌سازگان‌های محیط زیستی همراه با رشد تصاعدی جمعیت انسانی، فشار زیادی بر منابع خاک وارد کرده و توسعه پایدار را تهدید کرده است (Bannari و همکاران، ۲۰۱۷). رخدادهای رگباری که منجر به سیل‌های ناگهانی می‌شوند، موجب تخریب سطح زمین، فرسایش آبکندی، فرسایش شیاری و فرسایش ورقه‌ای می‌شوند (Veress و همکاران، ۲۰۱۲). همچنین بارش‌های شدید موجب ایجاد سیل‌های ناگهانی شده (Georgakakos، ۱۹۸۷) که موجب تشکیل آبراهه‌ها و جریان‌های واریزه‌ای می‌شوند (Veress و همکاران، ۲۰۱۲). سیل‌های مهیب رویدادهایی هستند که دبی اوج سیل چندین برابر سیل‌های متوسط سالانه است، Erskine و Saynor (۱۹۹۶) مرتبه کمینه ۱۰ برابری بیشتر از میانگین سیل سالانه را برای سیل‌های مهیب معرفی کرده‌اند. به همین دلیل بررسی و تعیین ابعاد فرسایش و تغییر شکل زمین ناشی از سیل‌های ناگهانی در دهه‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. آثار فرسایشی سیل‌های ناگهانی در صحرای شرقی مصر توسط Labib (۱۹۸۰) بررسی و رسوبدهی کل این منطقه را در سیل فوریه ۱۹۷۵ به میزان ۳۷/۸ تن در کیلومترمربع اعلام کرد.

Veress و همکاران (۲۰۱۲) اثرات بارندگی‌های شدید (سیل‌های ناگهانی) بر تغییر شکل‌های زمین در کوه‌های کوزگ (مجارستان) را مورد بررسی قرار دادند و اعلام کردند که وقایع سیل در این منطقه انواع اشکال فرسایش را با ابعاد مختلف ایجاد کرده و تراکم جاده‌ها و جنگل‌تراشی شدت فرسایش را افزایش داده است. همچنین Veress و همکاران (۲۰۱۳) تأثیر سیلاب‌های ناگهانی بر فرسایش آبکندی و توسعه مخروط افکنه‌ها در همین منطقه متأثر از سیل سال‌های ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰ را بررسی کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که

بارندگی با دوره برگشت دو ساله در این منطقه موجب تشکیل کانال، توسعه مخروطافکنه و نیز تغییر شکل زمین شده است. از طرفی Devrani و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیقی به پیش‌بینی تأثیر خطر سیل ناگهانی بر پروفیل رودخانه هیمالیا پرداختند. نتیجه پژوهش آنها نشان داد که در این منطقه، فرسایش سریع کوهستانی سیمای منطقه را تغییر داده است. همچنین در نواحی با شیب زیاد، کانال‌هایی به عمق پنج متر هم ایجاد شده است.

Bannari و همکاران (۲۰۱۶) به ارزیابی فرسایش زمین و تجمع رسوب ناشی از رواناب پس از طوفان سیل‌آسا با استفاده از مقاطع توپوگرافی و شاخص‌های طیفی پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که بارندگی، مورفولوژی پستی و بلندی‌ها و سنگ‌شناسی عوامل اصلی ایجاد سیل‌های ناگهانی و مهیب و در نتیجه خطر فرسایش هستند. به‌علاوه، Bannari و همکاران (۲۰۱۷) با استفاده از ویژگی‌های توپوگرافی، شاخص‌های هیدرولوژیکی و GIS در تشخیص مناطق متأثر از سیلاب‌های ناگهانی و فرسایش حاصل پرداختند. سپس نتیجه‌گیری کردند که نیروی برشی رواناب موجب کنده شدن خاک سطحی شده و نقش اساسی را در فرآیند تخریب اراضی و سپس انتقال خاک و رسوب به مناطق پایین‌دست دارا هست.

Chinnasamy و همکاران (۲۰۲۰) تأثیر سیل ۲۰۱۸ کرالا بر فرسایش خاک را موردبررسی قرار دادند و نتیجه‌گیری کردند که رویدادهای بارش حدی موجب سیل‌های مهیب و ناگهانی شده که عامل فرسایش خاک و زمین لغزش هستند. همچنین رخدادهای بارش تنها عامل سیل ناگهانی و فرسایش حاصل از آن نیست، بلکه به‌دلیل تغییرات سریع کاربری اراضی و نیز پوشش اراضی ناشی از فعالیتهای انسانی هست. در این تحقیق اعلام شده است که در سیل مهیب ۲۰۱۸ کرالا، فرسایش خاک نسبت به فرسایش خاک در سیل‌های متوسط سالانه تا ۲۲۰ درصد افزایش یافته است.

El-Magd و همکاران (۲۰۲۱) برای ارزیابی خطر سیل ناگهانی و پتانسیل فرسایش ناشی از این سیل‌ها از شاخص‌های هیدرولوژیکی و پارامترهای مرفوتکتونیک استفاده کردند. این تحقیق نشان داد که پارامترهای هیدرولوژیکی و مرفوتکتونیک به همراه داده‌های سنجش از دور برای ارزیابی سیل ناگهانی و پتانسیل فرسایش برای طراحان طرح‌های توسعه کافی هست.

Bhat و همکاران (۲۰۲۱) با پژوهشی در مورد شناخت پاسخ مورفومتریک به فرسایش و سیل ناگهانی در حوضه رودخانه جلوم^۱، نتیجه‌گیری کردند که شاخص‌های مبتنی بر ویژگی مورفومتریک و شیب حوضه در تعیین فرسایش ناشی از سیل‌های مهیب مؤثر است. Kaffas و همکاران، (۲۰۲۲) برآورد فرسایش خاک و میزان تولید رسوب را طی یک سیل ناگهانی که به عنوان مخرب‌ترین سیل ناگهانی تاریخ اخیر یونان رخ داده در شهر ماندرا^۲، در ۱۵ نوامبر سال ۲۰۱۷ را پیش‌بینی کردند. در این تحقیق براساس پیش‌بینی بارش و سپس رواناب حاصل از با روش MUSLE فرسایش و رسوب دهی تعیین شده است. علت عمده چنین سیل‌هایی در بسیاری از نقاط جهان عوامل اقلیمی، نوع خاک در محل است و میزان نفوذپذیری آنها، شبکه زهکشی نامناسب، توپوگرافی و عوامل انسانی (Udochukwu و Flayin، ۲۰۲۲).

شرفی (۱۴۰۱) در پژوهشی به بررسی نقش سیل در تغییر بستر رودخانه و تأثیر آن بر جوامع روستایی پرداخته است. طی این تحقیق اعلام شده است که وقوع سیلاب ۱۲ فروردین ۱۳۹۸ در رودخانه خرم‌آباد، باعث تغییر بستر رودخانه در بخش‌های زیادی از رودخانه و فرسایش زمین‌های کشاورزی، چم‌ها، تخریب باغات و کانال‌های انتقال آب به مزارع برنج شده است. همچنین نتایج پژوهش شرفی (۱۴۰۱) نشان داد که بستر رودخانه در چندین نقطه عریض‌تر و جابه‌جا شده و در مسیر دیگری جریان یافته است. به‌علاوه دلیل جابه‌جایی‌ها را عواملی از جمله شدت سیلاب، رسوبات سست و فرسایش‌پذیر آبرفتی و دخالت‌های جوامع روستایی در قالب گسترش زمین‌های کشاورزی در چم‌های حاشیه رودخانه اعلام کرده‌اند.

جباری و همکاران (۱۴۰۲) تأثیر سیل ناگهانی فروردین ۱۳۹۸ بر مورفولوژی تلاقی قوس رودخانه دینور به گاماسیاب را با استفاده از مدل عددی SRH-2D بررسی و نتیجه‌گیری کردند که در سیل با دوره بازگشت ۳۵ ساله رودخانه دینور به محل اتصال گاماسیاب، رسوب‌گذاری اندکی پس از اوج سیل در منطقه راکد رخ داده است.

¹ Jhelum River

² Mandra

اله‌وردی و همکاران (۱۴۰۲) تأثیر وقوع سیل بر فرسایش کناره‌ای دیوار حائل بین رودخانه کن شهر تهران و شن‌چاله فریت را بررسی کردند. سپس اعلام کردند که رودخانه کن شهر تهران، رودخانه‌ای طغیانی بوده که تاکنون سیلاب‌های عبوری از آن، خسارت زیادی را به رودخانه وارد کرده است. در این پژوهش با استفاده از مدل CCHE2D تغییرات مورفولوژی بستر و سواحل رودخانه کن را بررسی کردند و اعلام کردند که آب‌شستگی دیواره رودخانه سبب شکست دیواره محافظت روخانه و در نتیجه انحراف آب رودخانه شده است. بنابراین اگرچه در مطالعات سایر کشورها کم و بیش سیل‌های حاوی گل و واریزه‌ها را موردتوجه قرار داده‌اند، ولی در داخل کشور پژوهش‌های موجود، سیل را تنها به عنوان حرکت سیال آب موردبررسی قرار داده‌اند و لذا شرایط گل‌روان و جریان واریزه‌ای موردتوجه نبوده است. این در حالی است که در سال‌های اخیر عمده سیل‌ها به این شکل‌ها ظاهر شده‌اند. بررسی سیل‌های اخیر بخصوص در دامنه جنوبی رشته کوه‌های البرز نشان می‌دهد که اکثر سیل‌ها از نوع گل‌روان و سیل‌های واریزه‌ای هست، که ناشی از فرسایش شدید در بالادست است. دامنه جنوبی البرز به‌ویژه مناطق کوهستانی و پرشیب آن در حدفاصل فیروزکوه تا مناطق غربی استان البرز از مناطق سیل‌خیز کشور به‌شمار می‌روند. از سیل‌های معروف یال جنوبی رشته کوه‌های البرز می‌توان به سیل ۲۶ مرداد ۱۳۳۳ امامزاده داود، ۴ و ۵ مرداد ۱۳۶۶ ارتفاعات شمال تهران شامل دارآباد، گلابدره، جعفرآباد اوسون و ولنجک، ۲۸ تیر ۱۳۹۴ سیجان در استان البرز، ۲۸ تیر ۱۳۹۴ کن-سولقان تهران، ۶ مرداد ۱۴۰۱ امامزاده داود تهران و سیل ۱۷ خرداد ۱۴۰۲ طرود فیروزکوه در استان تهران اشاره کرد که سیل همراه با مقدار زیادی از رسوب و به حالت گل‌روان و جریان سیلاب همراه با مقدار زیادی واریزه بوده است. به‌دلیل رخداد سیل ناگهانی و ایجاد خسارات و تلفات جانی زیاد در سیل ۲۸ تیر ۱۳۹۴ سیجان استان البرز در این پژوهش به ابعاد آن پرداخته شده است.

۲- موقعیت جغرافیایی منطقه

روستای سیجان از توابع دهستان آسارا (یکی از سه دهستان بخش آسارا شهرستان کرج استان البرز) است. این روستا دارای ۲۸۷ خانوار (به نقل از فرماندار کرج، خبرگزاری مهر، دوشنبه ۲۹ تیر ۹۴) است. به‌طور کلی

بخش آسارا شامل یک شهر است به نام شهر آسارا و شامل ۳ دهستان به نام‌های دهستان آدران، دهستان آسارا و دهستان نسا است. این سه دهستان مجموعاً ۵۶ روستا را در دل خود جای داده‌اند. دهستان آدران دارای ۱۸ روستا، دهستان آسارا ۲۱ روستا و دهستان نسا دارای ۱۷ روستای تابعه است. دهستان آسارا از شمال به دهستان نسا، از غرب به دهستان آدران و از جنوب و شرق به کوه‌های مرتفع توچال که مرز استان البرز با استان تهران هستند، محدود می‌شود. در جاده کرج به چالوس، قبل از سد امیرکبیر، از طریق جاده انشعابی در روستای خوزنکلاه در سمت راست جاده، بعد از گذشتن و عبور از روستاهای ارنگه سرزیارت و گوراب روستای زیبای سیجان واقع شده است.

روستای سیجان در حدفاصل عرض جغرافیایی ۳۵ درجه، ۵۵ دقیقه و ۴ ثانیه تا ۳۵ درجه، ۵۵ دقیقه و ۲۲ ثانیه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه، ۸ دقیقه و ۳۸ ثانیه تا ۵۱ درجه، ۹ دقیقه و ۲ ثانیه شمالی واقع شده است. پایین‌ترین نقطه روستا در محل پل واقع بر محل تقاطع دو رودخانه اصلی در مختصات ۳۵ درجه، ۵ دقیقه و ۲۱ ثانیه عرض شمالی و ۵۱ درجه ۸ دقیقه و ۳۸ ثانیه طول شرقی در تراز حدود ۲۰۷۶ متر از سطح دریا و بالاترین نقطه آن در بخش جنوبی روستا و در تراز حدود ۲۱۵۳ متر از سطح دریا واقع شده است. این روستا در بخش میانی حوضه رتبه چهار ۴۱۵۲ (کرج) واقع شده است (شکل ۱). همچنین، شکل ۲ موقعیت روستای سیجان را در ارتفاعات شمال شرق توچال در تصاویر GOOGLE EARTH نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت حوزه رتبه چهار ۴۱۵۲ (کرج) در نقشه ایران و استان البرز

----- بررسی و ارزیابی ابعاد واقعه سیل یکشنبه ۲۸ تیرماه سال ۱۳۹۴ منطقه سیجان در استان البرز / ۱۰



شکل ۲- موقعیت روستای سیجان در ارتفاعات شمال شرق توچال

۳- وضعیت بارندگی ۲۸ تیر سال ۱۳۹۴

بارندگی ۲۸ تیرماه ۱۳۹۴ رگباری تابستانه بوده که به صورت پراکنده مناطق وسیعی از سرزمین ایران را با شدت و ضعف‌های متفاوت فرا گرفته است. اگرچه روستای سیجان و مناطق قتل مشرف بر آن فاقد ایستگاه باران‌سنجی است، ولی بارش در ایستگاه‌های مختلفی در اطراف این منطقه گزارش شده است. جدول ۱ مقدار بارندگی را در ایستگاه‌های مختلف اطراف این منطقه در استان‌های تهران و البرز نشان می‌دهد. همانطور که جدول ۱ نشان می‌دهد، بیشترین بارش در ایستگاه سنگان روی داده است. سنگان به طور تقریبی در تراز ارتفاعی سیجان و به فاصله حدود ۱۰ کیلومتر در جنوب شرق این روستا واقع شده است. با توجه به بارندگی ایستگاه‌های چیتگر، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سولقان و امامزاده داود از یک طرف و ایستگاه‌های سیرا و آسارا از طرف دیگر می‌توان نتیجه گرفت که تمرکز بارش و یا مرکزی از سلول‌های بارش ۲۸ تیر ۹۴ در امتداد منطقه ۲۲ شهر تهران به سمت ارتفاعات شمال این منطقه واقع شده است که تا ارتفاعات نواحی شرقی سیجان ادامه یافته است. شکل ۳ به طور شماتیک منطقه تمرکز اصلی طوفان ۲۸ تیرماه را در مناطقی که منجر به سیل و خسارت شده است نشان می‌دهد.

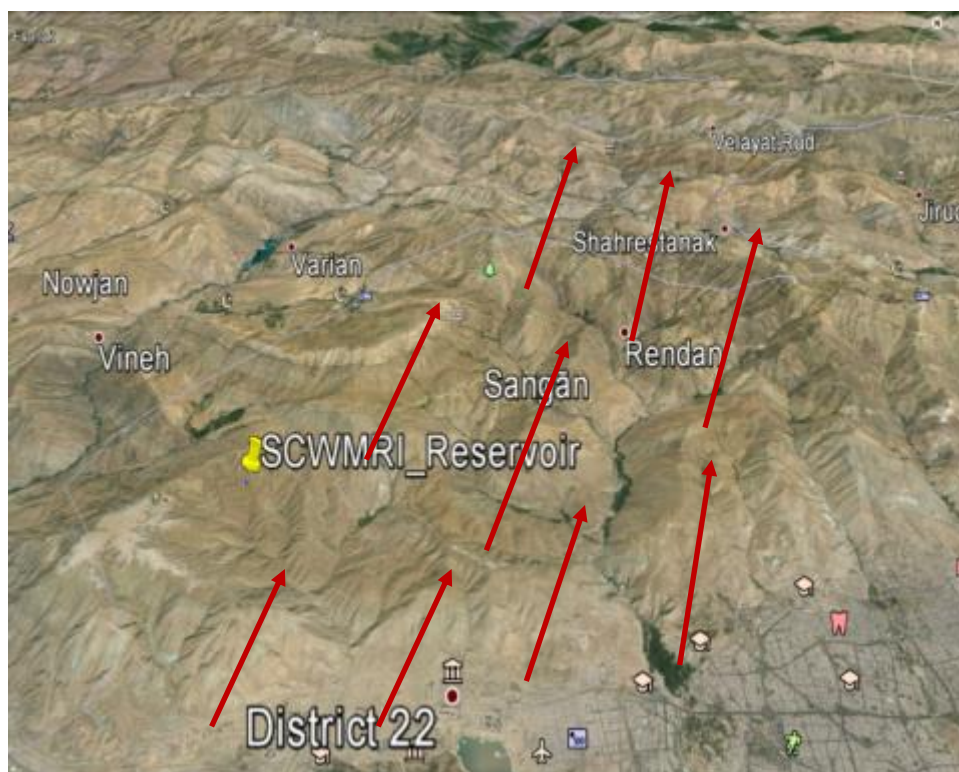
جدول ۱- میزان بارندگی ۲۸ تیرماه ۹۴ در ایستگاه‌های مختلف استان‌های تهران و البرز در حوضه‌های همجوار روستای سیجان^۱

ردیف	موقعیت	سازمان متولی	میزان بارندگی (میلی‌متر)
۱	مهرآباد	سازمان هواشناسی	۹/۷
۲	چیتگر	سازمان هواشناسی	۱۹
۳	اقدسیه	سازمان هواشناسی	۳/۶
۴	پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری	پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری	۱۶/۴
۵	سیجان	وزارت نیرو	۱۳/۸
۶	سنگان	وزارت نیرو	۲۵
۷	سولقان	وزارت نیرو	۱۶/۳
۸	امامزاده داود	وزارت نیرو	۱۴
۹	آرموت	وزارت نیرو	۱۸
۱۰	بیلقان	وزارت نیرو	۷/۵

^۱ آمار بارندگی به استثنای ردیف ۴ از آقای دکتر رنجبر رئیس پژوهشکده هواشناسی به صورت شفاهی اخذ شده است.

----- بررسی و ارزیابی ابعاد واقعه سیل یکشنبه ۲۸ تیرماه سال ۱۳۹۴ منطقه سیجان در استان البرز ۱۲/

ردیف	موقعیت	سازمان متولی	میزان بارندگی (میلی متر)
۱۱	سیرا	وزارت نیرو	۷/۲



شکل ۳- نمایش شماتیک منطقه تمرکز اصلی طوفان ۲۸ تیرماه ۹۴

۴- ابعاد خسارات سیل سیجان به روایت جراید

فرماندار شهرستان کرج در تاریخ ۲۹ تیر ماه ۱۳۹۴ (یک روز بعد از واقعه سیل) در گفتگو با خبرگزاری مهر تلفات جانی سیل در روستای سیجان را به طور قطعی تا آن تاریخ شش نفر اعلام کردند. همچنین از ۱۲ نفر مفقودی و حدود ۳۰ نفر مصدوم، و بیرون آوردن ۳۰ لاشه ماشین از گل و لای خبر داده‌اند (خبرگزاری مهر، دوشنبه ۲۹ تیر ۹۴). مسئول بسیج سازندگی سپاه ناحیه امام سجاد (ع) کرج تلفات جانی سیل ۲۸ تیر ۹۴ را در سیجان هشت نفر کشته و خسارت آن را ۳۲۰ میلیارد ریال اعلام کردند (خبرگزاری ایرنا ۸ مردادماه ۹۴).

مدیرعامل جمعیت هلال احمر تلفات قطعی سیل ۲۸ تیر ۹۴ در سیجان را هشت نفر اعلام کردند. همچنین وی تعداد زخمی‌ها را ۳۰ نفر و تعداد خودروهای خسارت دیده را بیش از ۸۰ دستگاه اعلام کردند (تابناک ۷ مرداد ۹۴). معاون فنی اداره کل منابع طبیعی استان البرز میزان بارندگی سیل ۲۸ تیر ۹۴ را در روستای سیجان ۱۷ میلی‌متر و در روستای کندر ۲۴ میلی‌متر و نیز دوره برگشت این سیل در سیجان را ۱۵۰ ساله اعلام کردند (خبرگزاری تسنیم ۵ مرداد ۹۴).

۵- ابعاد سیل ۲۸ تیر ماه ۹۴ در محدوده روستای سیجان

حوضه منتهی به روستای سیجان از دو زیر شاخه اصلی تشکیل شده است که در منتهی‌الیه شمال غرب روستا (ابتدای ورودی به روستا) این دو به هم پیوسته و تشکیل رودخانه اصلی می‌دهند. شکل ۴ موقعیت این دو آبراهه و محل اتصال آنها را در بخش پایینی روستای سیجان نشان می‌دهد. همچنین شکل ۵ موقعیت حوضه‌های منتهی به این دو آبراهه را نشان می‌دهند. مساحت این دو زیر حوضه به ترتیب ۳۲/۲ و ۹/۶ کیلومترمربع برای سیجان شمالی و سیجان جنوبی و مساحت کل حوضه سیجان در محل پل سیجان (تقاطع دو زیر حوضه اصلی) ۴۱/۸ کیلومترمربع است.

در این حوضه و پایاب آن تا اتصال به رودخانه کرج ایستگاه هیدرومتری تاکنون نصب نشده است، بنابراین از ابعاد سیل سیجان هیچگونه اطلاعات ثبت شده‌ای در اختیار نیست. شواهد موجود نشان می‌دهند که خسارات و تلفات اصلی روستای سیجان توسط سیل آبراهه جنوبی ایجاد شده است. شکل ۶ وضعیت داغاب سیل را در محل تقاطع دو آبراهه نشان می‌دهد. همان‌طور که شکل فوق‌الذکر نشان می‌دهد، مسیر اصلی سیل که داغاب آن از تاج پل محل تقاطع بالاتر رفته است عمده‌تاً مربوط به آبراهه جنوبی است. شکل ۷ آثار داغاب سیل آبراهه جنوبی بر روی پل و پیشروی آن به آبراهه شمالی را نشان می‌دهد. همان‌طور که شکل ۷ نشان می‌دهد آبراهه شمالی فاقد آثار قابل توجهی از سیل ۲۸ تیر ماه ۱۳۹۴ بوده و لذا بر اساس آثار داغاب برجامانده در شکل فوق‌الذکر می‌توان نتیجه‌گیری کرد که آبراهه جنوبی نقش اصلی را در آورد سیلابی به روستای سیجان ایفا کرده است.

با توجه به موارد فوق‌الذکر دبی اوج این سیلاب مورد بررسی قرار گرفت. شکل ۸ موقعیت مکانی که تخمین دبی اوج سیل حوضه جنوبی سیجان انجام شد را در تصویر GOOGLE EARTH نشان می‌دهد. مختصات تقریبی این محل عرض جغرافیایی ۳۵ درجه، ۵۵ دقیقه و ۲ ثانیه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه ۸ دقیقه و ۵۸ ثانیه شرقی است. در این موقعیت که در بالادست و بدو ورودی باغات و روستای سیجان است، سیلاب هنوز تحت تأثیر موانع درون محدوده روستا قرار نگرفته و لذا دبی اوج ورودی را نشان می‌دهد. شکل ۹ تصویری از مقطع محل برآورد سیل و شکل ۱۰ ابعاد تخمینی مقطع داغاب سیل را در این موقعیت نشان می‌دهند. با توجه به مشاهده بستر ضریب زبری مانینگ برای این محدوده حدود ۰/۰۳۵ و شیب بستر به‌طور تقریبی هفت درصد برآورد شد. بر این اساس و با ملاحظه محاسبات زیر دبی اوج سیلاب ورودی به محدوده روستای سیجان حدود ۲۱۱ متر مکعب در ثانیه برآورد شد.

$$P=(2.62 \times 2)+7=12.24 \text{ متر}$$

$$A=((10.5+7)/2) \times 2.3=20.125 \text{ متر مربع}$$

$$R=(A/P)=(20.125/12.24)=1.64 \text{ متر}$$

$$V=(1/n) \times (S^{0.5}) \times (R^{(2/3)})=(1/0.035) \times (0.07^{0.5}) \times (1.64^{(2/3)})=10.5 \text{ متر در ثانیه}$$

$$Q_p=A \times V=20.125 \times 10.5=211 \text{ مترمکعب در ثانیه}$$

۶- شواهد خسارات وارده ناشی این سیل

اگر چه هدف بررسی این گزارش برآورد خسارات و تلفات ناشی از این سیل نیست، ولی به‌دلیل نیاز شواهد خسارات و آثار آن در بررسی علل و عوامل وقوع سیل برخی شواهد مشاهده شده برای هدف فوق ارائه می‌شود. شکل‌های ۱۱ الی ۱۵ تعدادی از خودروهایی که از گل و لای بیرون آورده شده‌اند را نشان می‌دهد. همچنین، شکل ۱۶ یک دستگاه بیل مکانیکی را نشان می‌دهد که در محدوده حیاط دفتر مخابرات به کناره دیوار باغ مجاور رانده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود شدت سیل آن‌چنان بوده است که این خودروها را به صورت غلطان با خود جا به جا کرده است، به‌طوری که نوع تعداد زیادی از آن‌ها بر اساس ظاهر خودرو قابل تشخیص نیست. همچنین، شکل‌های ۱۷ تا ۲۲ تصاویری از منازل مسکونی را نشان می‌دهند که سیل با عبور

از دیوار حیاط و تخریب آن بستر حیاط این منازل را به نمای یک آبراهه طبیعی تبدیل کرده است. شایان ذکر است که داغاب برجای مانده از سیل تا ارتفاع زیادی بر روی برگ درختان هنوز باقیمانده است. شکل های ۲۳ الی ۲۷ نمونه هایی از این آثار را نشان می دهد. همان طور که شکل های فوق الذکر نشان می دهند، امواج سیل تا چندین متر در بالای بستر بر شاخ و برگ درختان مجاور اثرگذار بوده است.

آبراهه اصلی مسیر رودخانه که از بالادست وارد روستا شده و سپس به موازات خیابان اصلی داخل روستا طی مسیر تا از روستا خارج شده است، در اثر این سیل عمدتاً از سنگ های بزرگ، لاشه درختان، گل و لای و رسوب پر و اغلب از مسیر خارج و به صورت پخش از اطراف حرکت کرده است. شکل های ۲۸ الی ۳۶ وضعیت پرشدگی آبراهه اصلی و دهانه پل ها را در برخی نقاط محدوده روستا به عنوان نمونه نشان می دهند. همان طور که در تصاویر مشاهده شد، بستر رودخانه در محدوده داخل روستا در اغلب موارد با پر شدن از مواد حمل شده توسط سیل به طوری پر شده است که هم تراز مناطق اطراف و یا بعضاً کف رودخانه را در ارتفاعی بالاتر قرار داده است. این موضوع نشان دهنده این است که مواد آواری حمل شده که متشکل از قطعات بزرگ و کوچک سنگ، تنه و شاخ و برگ درخت، لاشه بخش هایی از مواد و مصالح پل های بالادست، گل و لای و هستند، در نقاطی که به موانعی برخورد و یا دهانه پل های پایین دست را مسدود کرده اند با جای گذاری بار بستر، شرایط سرریز سیلاب به اطراف را ایجاد کرده است.

----- بررسی و ارزیابی ابعاد واقعه سیل یکشنبه ۲۸ تیرماه سال ۱۳۹۴ منطقه سیجان در استان البرز / ۱۶



شکل ۴- موقعیت اتصال دو آبراهه حوضه سیجان در واحد هیدرولوژیک رتبه ۴ کرچ



شکل ۵- محدوده و موقعیت دو زیر حوضه اصلی سیجان در واحد رتبه ۷ کرچ میانی ۱



شکل ۶- داغاب سیل ۲۸ تیرماه ۹۴ در محل تقاطع دو آبراهه و پل در محل ورودی پایین دست روستای سیجان



شکل ۷- آثار داغاب سیل آبراهه جنوبی بر روی پل و پیشروی آن به آبراهه شمالی

----- بررسی و ارزیابی ابعاد واقعه سیل یکشنبه ۲۸ تیرماه سال ۱۳۹۴ منطقه سیجان در استان البرز / ۱۸

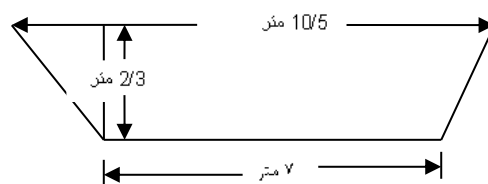


شکل ۸- موقعیت برآورد سیل در تصویر GOOGLE EARTH



شکل ۹- مقطع برآورد دبی اوج سیل ۲۸ تیر ماه ۱۳۹۴ براساس داغاب آن در بدو ورود به باغات و روستای

سیجان



شکل ۱۰- مقطع شماتیک داغاب سیل ۲۸ تیرماه ۱۳۹۴ در بدو ورود به باغات و روستای سیجان



شکل ۱۱- خودروهای خسارت دیده از سیل ۲۸ تیرماه ۱۳۹۴ روستای سیجان در یک نگاه



شکل ۱۲- نمونه‌هایی از خودروهای غرق شده در سنگ و لای سیل ۲۸ تیرماه ۱۳۹۴ روستای سیجان شامل تصویر الف نشان‌دهنده غلطیدن خودرو، تصویر ب خودرو در لابلای سنگ‌های بزرگ و تصویر ج خودروهای پرت‌شده از جاده به داخل دره (عکس‌ها برگرفته از اینترنت از وبگاه کرچ‌رسا و از آقای حمید امیری)



شکل ۱۳- لاشه خودروهای بیرون آمده از گل ولای بعد از خاتمه سیل در روستای سیجان (نوع خودرو قابل تشخیص نیست).



شکل ۱۴- آثار شدت سیل بر خودروهای واقع شده در مسیر آن در روستای سیجان از نزدیک



شکل ۱۵- حضور کارشناسان تعیین خسارت وارده به خودروهای روستای سیجان در تاریخ ۴ مردادماه ۱۳۹۴

----- بررسی و ارزیابی ابعاد واقعه سیل یکشنبه ۲۸ تیرماه سال ۱۳۹۴ منطقه سیجان در استان البرز / ۲۴



شکل ۱۶- نمای وضعیت یک دستگاه بیل مکانیکی رانده شده بر دیوار توسط سیل در محوطه مرکز تلفن شهید

سعدی عقیفی روستای سیجان



شکل ۱۷- دیوارهای تخریب شده چند واحد مسکونی مجاور آبراهه و یکی شدن بستر رودخانه و حیاط این واحدها



شکل ۱۸- نمایی از ضخامت حدود نیم متری لای برجامانده از سیل در حیاط واحد مسکونی پس از تخریب دیوار و

ورود به داخل آن



شکل ۱۹- حیاط واحد مسکونی با نمای بستر رودخانه طبیعی



شکل ۲۰- نمایی از بستر ایجادشده سیل پس از عبور از واحد مسکونی و ورود به محدوده باغ مجاور



شکل ۲۱- نمایی از داخل اتاق و حیاط برخی واحدهای مسکونی پس از تخریب دیوار و ورود سیل به داخل اتاق -
ها (الف- نمایی از داخل اتاق واحد مسکونی پس از تخریب دیوار و ورود سیل به داخل اتاق ها و ب: نمایی از مواد
مختلف حمل شده توسط سیل در محوطه حیاط یک واحد مسکونی)



شکل ۲۲- نمایی از مواد مختلف حمل شده توسط سیل در محوطه حیاط یک واحد مسکونی



شکل ۲۳- نمایی از آثار ارتفاع عبور سیل بر شاخ و برگ درخت گردو در مجاورت مسیر عبور سیل در روستای

سیجان



شکل ۲۴- آثار ارتفاع عبور سیل بر شاخ و برگ درخت گردو در مجاورت باغات در سطح کمینه ۱/۵ متر بالاتر از

سطح فوقانی پل اصلی رودخانه سیجان در محل ورودی روستا



شکل ۲۵- نمایی از آثار ارتفاع عبور سیل بر شاخ و برگ باغات مجاورت آبراهه اصلی در بالادست روستای سیجان
و قبل از ورود به روستا



شکل ۲۶- نمایی از آثار ارتفاع عبور سیل بر شاخ و برگ باغات مجاورت پل اصلی ورودی به روستای سیجان



شکل ۲۷- نمایی از آثار ارتفاع امواج سیل بر شاخ و برگ درختان در سطوح ارتفاعی بیش از دو متر از بستر

رودخانه در بالادست روستای سیجان و قبل از ورود به روستا



شکل ۲۸- نمایی از بسته شدن دهانه یک پل در وسط روستا (الف دهانه خروجی پل و ب دهانه ورودی آن)



شکل ۲۹- نمایی از مسیر آبراهه در سمت راست عکس (مقداری از مصالح مسیر جاده بر آن اضافه شده است).



شکل ۳۰- دهانه ورودی پل اصلی روستای سیجان در مسیر رودخانه شمال پر شده از مواد و مصالح حمل شده از رودخانه جنوبی و عبور از روی پل به سمت بالادست



شکل ۳۱- ورودی دهانه پل در وسط روستای سیجان پر شده از سنگ و تنه‌های درختان حمل شده از بالادست (الف: دهانه ورودی پر شده است، ب: دهانه ورودی پر و پل نیز تخریب شده است).



شکل ۳۲- نمایی از پر شدگی کامل مسیر رودخانه در وسط روستا از سنگ‌های بزرگ حمل‌شده توسط سیلاب



شکل ۳۳- نمایی از قطعات سنگ‌های بزرگ حمل‌شده توسط سیلاب (الف مسیر پرشده رودخانه از قطعات بزرگ و کوچک سنگ و ب: قطعه سنگ پشت سر آقای مهندس غیائی و سایر قطعات اطراف آن)



شکل ۳۴- نمایی از مسیر پرشده رودخانه در قسمت بالایی روستای سیجان (الف بستر رودخانه پرشده هم سطح جاده و زمین های اطراف و ب پل تخریب شده و انتقال یافته از بالادست)



شکل ۳۵-نمایی از مسیر پرشده رودخانه در وسط واحدهای مسکونی



شکل ۳۶- نمایی از بستر پرشده رودخانه و قرار گرفتن بستر در تراز بالاتر از کف اطاق‌های واحد مسکونی

۷- علل وقوع سیل و خسارات وارده

همان‌طور که در بخش‌های قبلی ذکر شد، سیلابی با دبی اوج بیش از ۲۰۰ مترمکعب در ثانیه از حوضه جنوبی سیجان در بالادست این روستا شکل گرفته است. سیل در حین عبور از روستا و باغات اطراف آبراهه اصلی به دلیل محدودیت ظرفیت انتقال آب در آبراهه و وجود تنه و شاخه‌های درخت و نیز سنگ‌های بزرگ به اطراف کانال اصلی آبراهه سرریز و سپس وارد باغات و منازل مسکونی و سرتاسر جاده اصلی روستا که به صورت کنارگذر آبراهه اصلی است شده تا در منتهی‌الیه پایینی روستا وارد دره اصلی و از روستا خارج شده است.

در شکل‌های ۱۱ الی ۳۶ آثار سیل در محدوده روستای سیجان نشان داده شده است. همان‌طور که این شکل‌ها نشان دادند، سیل حاوی قطعات بزرگ سنگ و تنه و شاخه درختان بوده به‌طوری که تمام پل‌های واقع بر روی آبراهه را مسدود و سیل را به اطراف منحرف کرده است.

شدت سیلاب (بیشینه دبی عبوری سیل) در محدوده روستا، پایین بودن ظرفیت انتقال جریان آبراهه اصلی حوضه جنوبی سیجان در محدوده روستا و باغات آن عوامل اصلی بوده‌اند، که موجب خسارات و تلفات قابل توجهی شده‌اند.

همان‌طور که در بخش پنجم گزارش آمده است، دبی اوج سیل در بالادست و قبل از ورود به محدوده باغات بیش از ۲۰۰ متر مکعب در ثانیه برآورد شده است. بر این اساس، با توجه به مساحت کل حوضه که ۹/۶ کیلومترمربع است، دبی اوج ویژه این سیلاب به‌طور متوسط ۲۰/۸۳ متر مکعب در ثانیه در کیلومترمربع است. شایان ذکر است که بر اساس مشاهدات صحرایی بخش‌های پایینی حوضه در تولید سیل مشارکت چندانی نداشته‌اند و منطقه تولید رواناب و سیل حاصل به‌طور عمده بخش‌های مرتفع‌تر حوضه است. با این وصف می‌توان نتیجه‌گیری کرد که شدت تولید سیل در واحد سطح به مراتب بیشتر از ارقام فوق‌الذکر (۲۰/۸۳ متر مکعب در ثانیه در کیلومترمربع) است. با این وجود سیل طی مراحل زیر شکل گرفته است:

۱- بارش با شدت بالا در قله جنوب شرق حوضه جنوبی سیجان به وقوع پیوسته است. براساس آمار ثبت شده از بارش در محل پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری که مقدار بارش آن خیلی کمتر از

مناطق مؤثر تولید سیل حوضه سیجان است، عمده بارش در ۱۰ دقیقه دوم و با شدتی قریب به بیش از ۵۰ میلی‌متر در ساعت به‌وقوع پیوسته است.

۲- به‌دلیل لخت بودن خاک سطحی از یک طرف و هوازدگی سطح زمین بعد از یک دوره خشکی فصلی، سطح زمین دارای پتانسیل فرسایش زیادی بوده است، در نتیجه به محض شروع بارش با شدت بالا در سطح زمین گل راه افتاده است و نفوذپذیری خاک را به کمینه رسانده است.

۳- رواناب‌های سطحی همراه با غلظت بالای مواد معلق در سرایشی‌های حوضه در آبراهه‌ها متمرکز شده و در نتیجه سیلاب با بار رسوبی زیادی در این آبراهه‌ها ایجاد شده است که قدرت فرساینده‌گی آن بالا رفته و از این به بعد هر چه در مسیر قرار گرفته به همراه سیل به سمت پایین به حرکت درآمده و با سیل با شدت بالای ۲۰۰ متر مکعب در ثانیه و غلظت رسوبی بالا وارد باغات بالادست روستا و سپس وارد روستا شده است.

۴- در محدوده روستا به‌دلیل عرض کم کانال اصلی مسیر رودخانه در روستا و نیز پل‌های متعدد بر روی این آبراهه، سیلاب با شدت و غلظت فوق‌الذکر به موانع برخورد کرده و با سرریز شدن به اطراف وارد جاده کنارگذر که خیابان اصلی روستا است و نیز منازل مسکونی و باغات شده و خسارات و تلفات موجود را ایجاد کرده است.

بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهند که سیل قبل از ورود به باغات در دره‌های بالادست به‌دلیل شدت بالا درختان زیادی را قطع و با خود به پایین‌دست منتقل کرده است. قلع‌وقمع درختان در بالادست و قبل از باغات و مناطق مسکونی در شکل‌های ۳۷ الی ۳۹ در بستر رودخانه نشان داده شده است. لازم به ذکر است تصاویر فوق‌الذکر در تاریخ پنجم مردادماه ۱۳۹۴ (هشت روز بعد از وقوع سیل) برداشت شده‌اند. همچنین محدوده باغات بالادست مناطق مسکونی روستا، دارای حصارهای سنگی در حریم رودخانه هستند، که منشأ بخش عمده‌ای از سنگ‌های بزرگ منتقل شده به محدوده روستا از تخریب این بناها حاصل شده است (شکل- های ۴۰ الی ۴۲).



شکل ۳۷- نمایی از درختان قلعه و قمع شده در بستر رودخانه در بالادست و قبل از ورود سیل به محدوده باغات و واحدهای مسکونی (الف ریشه‌های برجامانده از درختان قطع شده در فاصله یک کیلومتری بالادست باغات و مناطق مسکونی و ب تنه‌های بزرگ و کوچک به تله افتاده در همین محدوده در برخورد سیل به مانع)



شکل ۳۸- نمای دیگری از درختان قلع و قمع شده در بستر رودخانه در بالادست و قبل از ورود سیل به محدوده باغات و واحدهای مسکونی



شکل ۳۹- نمای قطعات بزرگ درختان حمل شده از بالادست و به تله افتاده قبل از ورود به باغات و مناطق مسکونی



شکل ۴۰- نمایی از دیوار باغ در حریم رودخانه که در اثر سیل تخریب و سنگ های آن به پایین دست منتقل شده اند.



شکل ۴۱- نمایی از دیوارهای باغ در حریم رودخانه



شکل ۴۲- نمایی از دیوار باغ در حریم رودخانه که در اثر سیل تخریب و سنگ‌های آن به پایین‌دست منتقل شده‌اند.

۸- نتیجه گیری

با بررسی‌های انجام‌شده و شواهد موجود نتایج زیر را به‌طور اختصار می‌توان اعلام کرد:

- ۱- حوضه سیجان از دو زیر حوضه اصلی تشکیل شده است، که شامل حوضه شمالی با $۳۲/۲$ کیلومترمربع و حوضه جنوبی با $۹/۶$ کیلومترمربع و مجموعاً $۴۱/۸$ کیلومترمربع است.
- ۲- بارشی با شدت بالا و متمرکز در نواحی شرق تا جنوب و جنوب شرقی حوضه سیجان جنوبی به‌وقوع پیوسته است که این میزان بارش با شدت به‌وقوع پیوسته از وقایع نادر بوده و دارای دوره برگشت طولانی است.
- ۳- سیلابی با دبی ویژه بیش از ۲۱ مترمکعب در ثانیه در کیلومترمربع در نواحی مرتفع حوضه سیجان جنوبی شکل گرفته است که با این ابعاد در حوضه سیجان شمالی رخ نداده است. علت احتمالی این تفاوت، شدت بارش و شیب تندتر این زیرحوضه است.
- ۴- با توجه به ضعیف‌بودن پوشش گیاهی و فقدان سازه‌های حفاظتی در سرشاخه‌های حوضه، سیلاب از مناطق بالادست گل‌ولای زیادی را به همراه خود منتقل کرده است که بر سرعت سیلاب در سراشیبی افزوده و قدرت تخریبی آن را افزایش و در نتیجه در آبراهه اصلی توان حمل سنگ با ابعاد بزرگ و نیز قطع و حمل تنه‌های بزرگ درختان را فراهم کرده است.
- ۵- در محدوده روستا به‌دلیل وجود حصار سنگی باغات در مسیر سیل، بخش قابل‌توجهی از سنگ‌های دیواره حصار باغات در اثر قدرت زیاد سیل تخریب و با آن به محدوده واحدهای مسکونی منتقل شده است.
- ۶- در دو طرف آبراهه اصلی روخانه، جاده و واحدهای مسکونی بدون در نظر گرفتن شرایط سیلابی حاد طراحی و احداث و عمدتاً در حریم شرایط سیلابی رودخانه قرار گرفته‌اند. لذا سرریز سیلاب بدون وجود موانع وارد جاده و محوطه حیاط منازل مسکونی می‌شود.

۷- واحدهای مسکونی در کنار آبراهه اصلی غالباً هر کدام دارای یک پل اختصاصی بوده، که دهانه بیشتر آنها در این سیل به وسیله تنه درخت و سنگ‌های بزرگ مسدود، و لذا یکی از عوامل اصلی انحراف آب به اطراف و بخصوص ورود سیل به واحدهای مسکونی شده‌اند.

۹-پیشنهادهای

- ۱- ضروری‌ترین اقدام پیشگیرانه برای کاهش خسارات و تلفات چنین وقایعی مدیریت جامع حوزه آبخیز و عملیات حفاظت آب و خاک در بالادست است. در صورت وجود چنین اقداماتی هم شدت سیل تسکین یافته و هم از ورود گل و لای به آبراهه‌ها و افزایش قدرت تخریبی سیل جلوگیری شده و نیز ورود قطعات سنگی به جریان سیلابی را به کمینه می‌رساند.
- ۲- ضروری است تحلیل جامعی از شرایط بروز سیل برای همه حوضه‌های منتهی به مناطق مسکونی صورت گرفته و علاوه بر مدیریت جامع، کلیه کاربری‌های حریم رودخانه‌ها بر اساس آن تعیین شود. لازم است حتی نوع مصالح ساختمان‌های در حریم سیل‌های با دوره برگشت طولانی‌مدت، به‌طور مشخص طراحی و از مصالحی استفاده شود که به راحتی به‌وسیله سیل تخریب نشوند.
- ۳- معماری محدوده روستا و شهر بایستی با دیدگاه آبخیزداری شهری بازنگری شده و کاربری‌ها اصلاح شوند. توجه به آبخیزداری در مقیاس حوضه و بخصوص برای حوضه‌های شهری یکی از اقدامات اساسی موردتوصیه است.
- ۴- یکی از اقدامات آبخیزداری شهری و یا آبخیزداری در حریم مناطق مسکونی، تجاری و صنعتی طراحی آبگذرهای با ظرفیت مناسب است. بر این اساس، آبراهه اصلی روستای سیجان و پل‌های مورد نیاز برای عبور از آن مجدداً مورد بازبینی قرار گرفته و عرض مناسب برای عبور سیلاب و قطعات احتمالی درخت همراه با سیل برای آن در نظر گرفته شود.
- ۵- تمام واحدهای مسکونی، عمومی یا اداری در کنار آبراهه اصلی پس از طراحی مناسب عقب‌نشینی کرده و از حریم آبراهه خارج شوند.

- ۶- مرز باغات در صورتی که در حریم رودخانه قرار گیرند اجازه ساخت دیوار خشکه‌چین به آنها داده نشود و در این صورت باغ بدون دیوار باقی بماند.
- ۷- در حوضه سیجان جنوبی ساماندهی و پایدارسازی کناره‌های رودخانه و همچنین تثبیت دامنه کوه‌های مجاور آبراهه در بالادست از اقدامات ضروری است.
- ۸- پیشنهاد می‌شود که بازسازی و طراحی سازه‌های تقاطعی در مسیر آبراهه به‌خصوص در محدوده روستا و در اتصال با خروجی حوضه بالادست به‌عنوان یک اولویت مورد توجه قرار گیرد.

منابع مورد استفاده

- اسماعیلی، ر.، م. رفیعی، ق. لرستانی، بزرگمهر. ک. ۱۳۹۷. طبقه‌بندی مخاطرات رودخانه‌های شهری (مطالعه موردی: استان مازندران، شهر نوشهر). جغرافیا و مخاطرات محیطی. شماره ۲۶: صفحه ۵۱-۳۷.
- الهوردی یموتی، ن.، ایوب‌زاده، س.ع.، و ترابی س.ا.، ۱۴۰۱. بررسی تأثیر وقوع سیل بر فرسایش کناره‌ای دیوار حائل بین رودخانه کن شهر تهران و شن چاله فریت. نشریه علمی پژوهش‌های مهندسی آب ایران. ۲(۲): ۱۵-۳۵.
- پرهت، ج. ۱۳۹۵، مدلی برای بررسی خطر سیل در سطح حوزه‌های آبخیز کشور. علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، ۱۰(۳۴): ۱-۱۴.
- پرهت، ج. ۱۳۹۶. گزارش نهایی طرح ملی تهیه و توسعه اطلس و آماده‌سازی داده‌های زمانی و مکانی سیل در حوضه‌های رده هفت کشور. پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری. شماره مصوب ۱۴-۰۲۹-۲۹-۹۴۵۱-۹۴۰۰۱. ۱۸۹ صفحه.
- پرهت، ج.، الطافی‌دادگر، م.، عبده کلاهچی ع. ۱۴۰۲. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، مدل‌سازی دراز مدت دینامیک آب خاک در پاسخ به تغییرات کاربری اراضی: مطالعه پایلوت منطقه تلو. انتشارات پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری. شماره ثبت ۶۴۸۱۰ مورخ ۱۴۰۲/۱۱/۱۱: ۷۵ صفحه.
- پرهت چ.، قرمزچشمه ب. و گرشاسبی، پ. ۱۴۰۳. بررسی جامع رخداد سیلاب ۱۷ خرداد ۱۴۰۲ روستای طرود شهرستان فیروزکوه. انتشارات پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری. شماره فروست ۶۵۳۲۱: ۵۳ صفحه.
- پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری. مدل ارتفاع رقومی حوضه کرج. آرشیو پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری. تهران، ایران.
- جباری، ا.، قبادیان، ر.، و جدیدی، ا. ۱۴۰۲. تأثیر سیل فروردین ۱۳۹۸ بر ریخت‌شناسی پیوندگاه مئاندري دو رودخانه دینور به گاماسیاب با استفاده از مدل عددی SRH-2D. جغرافیا و توسعه. ۷۰:

۱-۲۶

- رحمانی، ش.، عزیزیان، ا. صمدی، ا. ۱۳۹۷. تعیین درجه خطر سیل خیزی حوزه‌های آبریز استان مازندران با استفاده از یک روش توزیعی مبتنی بر GIS. نشریه هیدرولیک. ۱۴: ۱۲۳ - ۱۳۹.
- سلیمانی، ک. ۱۳۸۹. پهنه‌بندی خطر سیل در حوضه هراز. نخستین کنفرانس پژوهشهای کاربردی منابع آب ایران. دانشگاه صنعتی کرمانشاه. ۴۵۳-۴۶۲.
- شرفی، س.، ۱۴۰۰، ارزیابی نقش سیلابها در تغییر بستر رودخانه ها و تأثیر آن بر جوامع روستایی مطالعه موردی: رودخانه خرم آباد، جغرافیا و توسعه. ۱۹(۶۵): ۱۲۸-۱۵۲.
- شرکت مهندسين مشاور سازآب پردازان. ۱۳۹۱. مطالعات مرحله تفصیلی - اجرایی پروژه آبخیزداری حوزه آبخیز ارو (شهرستان فیروزکوه). اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان تهران. ۱۰۱ صفحه.
- صادقلو، ط. و ح. سجادی. ۱۳۹۳. راهبردهای مدیریت مخاطره سیل در مناطق روستایی با مدل SWOC-TOPSIS. مطالعه موردی حوزه آبریز قره‌چای رامیان. جغرافیا و مخاطرات محیطی. ۱۲: ۱۰۵ - ۱۲۸.
- عزیزی، ق.، صمدی، ز. ۱۳۸۶. تحلیل الگوی سینوپتیکی سیل ۲۸ مهرماه ۱۳۸۲ استان‌های گیلان و مازندران. پژوهش‌های جغرافیایی. ۳۹: ۶۱ - ۷۳.
- غریب‌رضا، م. ق.، گرشاسبی، پ. مصفایی، ج. ۱۳۹۹. سیلاب زمستان ۹۷ و بهار ۹۸ استان مازندران. دلایل و تحلیل سیل. پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری. ۵۸ صفحه.
- فولادیان، ع. ۱۳۹۳. ارزیابی مقایسه‌ای وقوع سیل در شمال کشور مطالعه موردی سیل سال ۱۳۷۸ شهر نکا در استان مازندران و سیل سال ۱۳۸۴ شهر کلاله در استان گلستان. ششمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت جامع بحران. دبیرخانه دائمی کنفرانس بین‌المللی مدیریت جامع بحران. ۱۰۱ صفحه.
- قاسمی، ا. شمشکی، ا. ۱۳۸۷. گزارش سیل و طوفان مازندران. مخاطرات زمین‌شناسی سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی، تهران.
- قرمزچشمه، ب.، حسینی، ا.، گرشاسبی، پ. ۱۴۰۱. تحلیل و ارزیابی سیل دی‌ماه ۱۳۹۸ در جنوب بلوچستان و شرق هرمزگان. پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری. ۲۹ص.
- قرمزچشمه، ب.، میری، م.، کلاه‌چی، ع. ۱۴۰۱، واکاوی آماری سیل دی‌ماه ۱۴۰۰ جنوب و جنوب شرق ایران. پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری. ۳۸ص.
- کاراندیش، ف.، پرهت، ج.، ابراهیمی، ک.، ۱۳۹۵، تعیین پارامترهای اساسی در فرآیند ذوب برف در تخمین آب‌نگار سیل در حوضه آبریز کارون، پژوهش آب ایران. ۱۰(۲): ۱۳۳-۱۴۲.
- کوهیان‌افضل، ف.، موسوی، س. ج.، صدقی، ح.، پرهت، ج.، ۱۳۹۵. پیش‌بینی زمان واقعی سیل با استفاده از شبکه‌های عصبی ترکیبی. ۱۳(۱): ۱-۱۸.
- محمدی، ع.، سلیقه. م. حمیدی میرکلایی، ا. حسامی. ع. ۲۰۱۵. تحلیل هم‌دید بارش‌های سیل‌زای حوزه آبریز دریای مازندران مطالعه موردی: سیل نوشهر در زمستان سال ۱۳۹۱.

- پژوهش‌های علوم و فنون دریایی. ۱۰: ۴۴ – ۵۸.
- محمودی آهنگر کلایی، ا.، صابرچناری، ک.، شمشیری، س.، جندقی، ن. ۱۳۸۸. ارائه مدل منطقه‌ای سیلاب در حوزه‌های آبخیز شرق استان مازندران. پنجمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران. انجمن آبخیزداری ایران. ۸-۱.
 - مرادی، م.، عامل‌صادقی، م.، تلوری، ع. ۱۳۹۵. ارزیابی عملکرد فنی طرح‌های کنترل سیل در رودخانه‌های شهری و ارائه راهکارهای اصلاحی-مطالعه موردی: رودخانه تالار در استان مازندران. پانزدهمین کنفرانس ملی هیدرولیک ایران. انجمن هیدرولیک ایران. ۷-۱.
 - معروفی‌نیا، ا.، نوحانی، خ.، خه‌بات و ک. چپی. ۱۳۹۶. ارزیابی روش شاخص آماری در تهیه نقشه حساسیت به وقوع سیل. دانش آب و خاک. ۲۶: ۲۰۱ – ۲۱۴.
 - وزارت نیرو. کارگروه تخصصی سیل و طغیان رودخانه. طرح جامع مدیریت سیل کشور. ۱۰ ص <https://cmid.moe.gov.ir/getattachment/47bd27bf-721e-4bd9-8e31-d5bcef517c2a> طرح-جامع-مدیریت-سیل-کشور. ۱۰ ص <https://cmid.moe.gov.ir/getattachment/47bd27bf-721e-4bd9-8e31-d5bcef517c2a> طرح-جامع-مدیریت-سیل-کشور.
 - نوروژی، ا.، پورحسن زارع، م.، عامل‌صادقی، م. ۱۳۸۸. امکان‌سنجی برپایی سیستم هشدار سیل در رودخانه‌های استان مازندران با رویکرد تحلیل خسارت. هشتمین سمینار بین‌المللی مهندسی رودخانه. دانشگاه شهید چمران اهواز. ۹-۱. <https://civilica.com/doc/86009>.
 - نوری، ج.، منصوری، ن.، کیلاشکی، ع.، صادقی‌پویا، ع. ۱۳۹۲. اولویت‌بندی اقدامات مدیریت زیست‌محیطی سیلاب با رویکرد ریسک در شهرهای ساحلی غرب مازندران. سومین کنفرانس برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست. دانشگاه تهران. ۱۱-۱. <https://civilica.com/doc/239849>.
 - وبگاه خبرگزاری ایرنا ۸ مرداد ماه ۹۴.
 - وبگاه خبرگزاری تابناک ۷ مرداد ۹۴.
 - وبگاه خبرگزاری تسنیم، ۱۸ خرداد ۱۴۰۲.
 - وبگاه خبرگزاری تسنیم ۵ مرداد ۹۴.
 - وبگاه خبرگزاری مهر، دوشنبه ۲۹ تیر ۹۴.
 - Abu El-Magd, S.A., Orabi, H.O., Ali, S.A., Parvin, F., Pham, Q.B. 2021. An integrated approach for evaluating the flash flood risk and potential erosion using the hydrologic indices and morpho-tectonic parameters. *Environmental Earth Sciences*. 80(694): 1-17.
 - Bhat, S.U., Islam, S.T., Sabha, I., Khanday, S.A. 2022. Understanding morphometric response to erosion and flash floods in Jhelum River Basin: index-based geospatial management approach. *International Journal of Environmental Science and Technology*. 19:10157-10175.
 - Bannari, A., Ghadeer, A., El-Battay, A., Hameed., N.A. and Rouai, M. 2017. Detection of areas associated with flash floods and erosion caused by rainfall storm using topographic attributes, hydrologic indices, and GIS. 155-174. In: Pirasteh, S. and Li, J. (eds.). *Global Changes and Natural Disaster Management: Geo-information Technologies*. DOI 10.1007/978-3-319-51844-2_13.

- Chinnasamy P., Honap V.U. and Maske A.B.2020, Impact of 2018 Kerala Floods on Soil Erosion: Need for Post-Disaster Soil Management, Journal of the Indian Society of Remote Sensing (October) 48(10):1373–1388. <https://doi.org/10.1007/s12524-020-01162-z>
- Czigány, Sz., Lovász, Gy. 2005. A várható klímaváltozás és hatása hazánk néhány jelenkori geomorfológiai folyamatára, Debreceni Földrajz Disputa. Debreceni Egyetem. [The expected climatic change of Hungary and its effect on current geomorphological processes] Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék. 97-111.
- Devrani, R., Singh,V., Mudd, S.M. and Sinclair, H.D. 2015. Prediction of flash flood hazard impact from Himalayan River profiles. Geophys. Res. Lett. 42: 5888–5894. doi:10.1002/2015GL063784.
- Erskine, W.D. and Saynor, M.J. 1996. Effects of Catastrophic Floods on Sediment Yields in Southeastern Australia. Erosion and Sediment Yield: Global and Regional Perspectives. Proceedings of the Exeter Symposium, UK. 15-19 July: 381-388.
- Flayin, M.J., Udochukwu, M.O. 2022. Soil assessment and mitigation of flash flood erosion using Ipomoe Carnea in Gombe town, Gombe state, Nigeria. Technology Audit and Production Reserves. 6(3(68)): 15–23. doi: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2022.269873>.
- Georgakakos, K.P. 1987. Real-time flash flood prediction. J. Geophys. Res. 92. D8.: 9615-9629.
- Labib, T.M. 1981. Soil erosion and total denudation due to flash floods in the Egyptian eastern desert Journal of Arid Environments. 4: 191-202.
- Lorente, A., Beguería, S., Bathurst, J.C., García-Ruiz, J.M. 2003. Debris flow characteristics and relationships in the Central Spanish Pyrenees. Natural Hazards and Earth System Sciences. 3: 683-692.
- Kaffas, K., Papaioannou, G., Varlas, G., Sayah M.J.A., Papadopoulos A., Dimitriou E., Katsafados P., Righetti M. 2017. Forecasting soil erosion and sediment yields during flashfloods: The disastrous case of Mandra, Greece. Earth Surface Processes and Landforms. 47(7): 1744-1760.
- Veress, M., Németh, I. and Schläffer, R. 2012. The effects of intensive rainfalls (flash floods) on the development on the landforms in the K'oszeg Mountains (Hungary). Central European Journal of Geosciences. 4(1): 47-66.
- Veress, M., Németh I. and Schläffer R. 2013. The Effects of Flash Floods on Gully Erosion and Alluvial Fan Accumulation in the Ko'szeg Mountain, In: D. Lo'czy (ed.). Geomorphological impacts of extreme weather: Case studies from central and eastern Europe. Springer Geography, DOI 10.1007/978-94-007-6301-2_19.

Abstract:

Following the July 18, 2015 storm, which swept across a large area of the Islamic Republic of Iran, a severe flash flooding occurred and caused unprecedented human and financial losses in several areas of the Alborz mountains. The village of Sejan, located in Alborz province, is one of the areas that suffered great losses and casualties in this flood. Since there was no hydrometric station to record flood data in the mentioned area, the dimensions of this flood were estimated through field surveys, visits, and measurements. The results of this study showed that the rainfall, which was mostly in the first 10 minutes, generated a flood with a peak discharge of about 200 cubic meters per second. The results of this study also showed that the active area of the basin in producing the flood was the southern sub-basin with an area of 9.6 square kilometers, and the northern sub-basin with an area of 32.2 square kilometers did not play a significant role in causing this flood. Evidence in the region showed that due to the poor vegetation cover and the lack of protective structures in the headwaters of the basin, the flood from the upstream areas transported a lot of mud and silt, which increased the speed of the flood on the slope and increased its destructive power, and as a result, it provided the main waterway with the ability to carry large stones and cut and carry large tree trunks. However, in the area of gardens and villages, it caused the canal to fill up and divert the water to the surrounding areas, resulting in damage to residential buildings and the loss of life of about 8 people.

Keywords: debris flow, Flood, flood casualties, flood damage, flood intensity, mudflow.

Ministry of Agriculture Jihad
Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO)
Soil Conservation and Watershed Management Research Institute
(SCWMRI)

Title: Investigation and evaluation of the dimensions of the flood incident on Sunday, July 18, 2015, in the Sijan region of Alborz province

Authors: Jahangir Porhemmat, Davood Nikkami, Mojtaba sanee, Najafgholi Gheiasi

Text Editing: Saeed Nabipay Lashkarian

Document Formatting: Abbas Seddigh

Publisher: Soil Conservation and Watershed Management Research Institute.

Circulation: 10 Copies

Date of Publication: Spring 2025

This scientific work has been registered with the series number of **67536** at the date of **2025-06-22** in the Agriculture Information and Scientific Documents Center. All rights reserved. No part of this publication may reproduced or translated without the original reference.

**Ministry of Agriculture Jihad
Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO)
Soil Conservation and Watershed Management Research Institute
(SCWMRI)**

Technical Report:

A comprehensive investigation of the flood on June 17, 1402 in Tarood village,
Firuzkoh city

Authors:

Jahangir Porhemmat, Davood Nikkami, Mojtaba sanee, Najafgholi Gheiasi

Series Number:

67536

2025



Ministry of Agriculture - Jihad
Agriculture Research, Education and Extension Organization
Soil Conservation and Watershed Management Research Institute



Technical Report

**A comprehensive investigation of the flood
on June 17, 1402 in Tarood village,
Firuzkoh city**

Series Number: 67536

2025