

Khorasan Razavi Chamber
of Commerce Industries,
Mines and Agriculture

اتاق بازرگانی، صنایع، معادن
و کشاورزی خراسان رضوی

سال جهش تولید با مشارکت مردم



کمیسیون فنی، مهندسی، مشاوره ای و عمران

گزارش و تحلیل علل وقوع سیلاب در مشهد

(۲۶ و ۲۹ اردیبهشت ۱۴۰۳)



تهیه و تنظیم:

سورنا صراف زاده

تیرماه ۱۴۰۳

فهرست مطالب

۱- مقدمه	
۲- معرفی رویداد	۴
۳- موقعیت جغرافیایی حوزه آبریز مشهد.....	۴
۴- وضعیت زمین‌شناسی ارتفاعات شمال و جنوب دشت مشهد	۹
۵- تاثیر واحدهای زمین‌شناسی بر منابع آب و رواناب در مشهد.....	۱۳
۶- علل وقوع سیلاب در مشهد	۱۵
۷- نتیجه‌گیری	۶۶
۸- پیشنهادات	
۹- محاسبات کانال‌ها و حجم سیل آب‌ها	
۱۰- منابع و مراجع	۷۳

۱- مقدمه

روند توسعه شهرنشینی و گسترش کلان شهرها، آسیب پذیری جوامع شهری را نسبت به مخاطرات محیطی از جمله سیلاب، افزایش داده است. امروزه افزایش جمعیت، گسترش تاسیسات صنعتی، کمبود مکان جهت ساخت و ساز به خصوص در کلان شهرها، از جمله مشاهد، سبب تغییرات شدیدی در ریخت شناسی حوضه آبریز شده است که این خود منجر به تشدید خطر سیل خیزی و آب گرفتگی معابر شده و خسارات جانی و مالی را افزایش داده است. گسترش شهرها در حوضه آبریز، سبب افزایش سطح نفوذ ناپذیری، کاهش زمان تمرکز رواناب، افزایش بیشینه دبی لحظه ای و افزایش حجم رواناب و سیلاب، بویژه در کلان شهرها شده است.

سیلاب اگرچه در زمره سوانح طبیعی دسته بندی می شود، اما در ایران، بیشتر سیلاب های رخ داده بیش از آن که منشأ طبیعی داشته باشند، حاصل عوامل انسانی و انسان ساخت است. در سال های اخیر تکرار سیلاب های ناگهانی در فروردین و اردیبهشت همراه با تلفات جانی و مالی تایید کننده این مهم است. در بسیاری از حوضه هایی که درگیر سیل شده اند، شدت و مدت بارش به حدی نبوده که حجم رواناب آنها منجر به رخداد سیل با خسارت بالا شود. بنابراین تصرف بستر رودخانه، عدم رعایت اصول آبخیزداری در بالادست، از بین بردن پوشش گیاهی و بی توجهی به لای رومی رودخانه ها و کانال های عبور آب از مهمترین دلایل تلفات مالی و جانی فعلی است. سیلاب قم (۱۳۸۸)، سیجان (۱۳۹۰)، دروازه قرآن شیراز (۱۳۹۸)، امام زاده داوود (۱۴۰۱)، سیلاب شهرک نجفی مشهد (۱۶ خرداد ۱۳۷۱) و سیلاب های اخیر شهر مشهد، نمونه هایی بارز از این موارد هستند.

هرچند بارندگی و شدت آن یک فاکتور موثر بر ایجاد سیل در یک منطقه است اما خصوصیات زمین شناسی و ریخت شناسی حوضه ای که رودخانه در آن جاری است تاثیر بسیار زیادی بر فراهم شدن بستر لازم برای سیلاب در منطقه دارد.

اکنون که با تغییرات ایجاد شده در آب و هوا و الگوی بارش ها باید بیش از پیش منتظر حوادثی اینچنین در سال های اخیر بود با آگاهی از شرایط زمین شناسی، هیدرولوژی و فیزیوگرافی حاکم بر یک حوضه و شناسایی حوضه های پرخطر و پهنه بندی این حوضه ها به لحاظ خطرپذیری و وقوع سیلاب شهری به همراه سامانه هشدار سیل می توان از خسارت های جانی و مالی بیشتر سیلاب، بخصوص در کلان شهرها، جلوگیری کرد.

۲- معرفی رویداد

- ▶ پس از وقوع سیل مهیب در خراسان رضوی، شمار تلفات به «هشت نفر» افزایش یافته است. از این تعداد پنج نفر مربوط به شهر مشهد، دو نفر از روستاهای فریمان و یک نفر از روستای «سرغایه» بخش مرکزی مشهد هستند.
- ▶ این شهر در یک بازه زمانی ۴۰ دقیقه ای شاهد ۳۸ میلی متر بارش باران بود در حالی که میزان بارش سالانه شهر مشهد ۲۰۰ میلی متر است. تعداد مفقودی ها در مشهد «۱۲ نفر» و برخی از مفقودی ها، بچه هایی هستند که مدارس شان تعطیل شده بود.
- ▶ دلیل وقوع سیل در مرکز استان خراسان رضوی را «ساخت و سازهای غیرمجاز و ساخت کمربند جنوبی در کوهشاد» عنوان کرده است.
- ▶ در خیابان «سپاه ۶۹» محله سیدی، در جنوب شرق شهر مشهد، ویرانی سیل ناشی از ساختن خانه ها در دره و ساخت دیواری است که مانند سد عمل کرده و بعد باعث سرازیر شدن حجم عظیمی آب شده است. تا سقف طبقه همکف بسیاری از خانه های این محله را آب گرفته است. در ۳۵ سال گذشته در محله سیدی شاهد چنین سیلی نبوده ایم. «پشت دیواری که ته کوچه است یک دره بوده است. دره را برای خانه سازی پر کردند و جدول کشی کرده بودند» اما با بالا آمدن آب و جمع شدن آن در پشت دیوار، خانه ها را تخریب کرده است. حدود ۲۰۰ واحد مسکونی در این محله مشهد خسارت دیدند و یک زن و چهار کودکش فقط در این محله جان باختند.

عصر روز چهارشنبه ۲۶ و شنبه ۲۹ اردیبهشت ماه بود که خبرهایی از وقوع سیل در نقاط مختلف کشور مخابره شد. سیلی که البته از ابتدای امسال نقاط مختلفی از کشورمان را تحت تاثیر قرار داده اما این بار

بیش از همه وقوع آن در شهر مشهد خبرساز شد. دلیل آن هم تشابه این سیلاب، با سیل سال های

دشت در دروازه قران شیراز، امامزاده داود بهران و ... است؛ سیل‌هایی با قدرت تخریب بالا که به شکل ناگهانی وارد مسیل‌ها، معابر شده و به منازل، خودروها، راه‌ها و از همه مهمتر، جان شهروندان آسیب وارد می‌کند.

سیلاب‌های اخیر در مشهد، موجب آسیب جدی به سه منطقه در شهر مشهد شده است: بلوار نماز، پل ترمینال (زیرگذر میدان انقلاب) و خیابان سپاه در محله سیدی ۶۹. مناطقی که همه جزو محله‌های حاشیه‌ای و فرسوده، در معرض آسیب و البته کلیدی شهر مشهد هستند.

► خیابان شهید صیدآبادی (فرعی ۶۹- بلوار سپاه) در سیل اخیر به شدت خسارت دیده است. این خیابان مسیر عبور روان‌آب و سیل یکی از شاخه‌های فرعی است که در یکی از زیرحوزه‌های فرعی رودخانه کشف‌رود قرار دارد. وسعت این حوزه فرعی حدود ۱۷۵۰ هکتار است.

► بررسی میدانی منطقه و ترکیب آن با نقشه‌های تهیه شده از شبکه زهکشی منطقه نشان از احداث خیابان بر مسیر رودخانه و تخریب آن دارد. گرچه کانالی کوچک در میانه خیابان حفر شده است. این کانال نیز پر از لجن است. سرریز شدن آب باران بر اثر شدت زیاد در فاصله زمانی کم (۳۸ میلی‌متر) و عدم وجود پوشش گیاهی و به منظور جلوگیری از سرعت‌گیری شدید آب باران منجر به حرکت آب در سطح زیرحوضه آبریز شده و به ورودی خیابان فرعی ۶۹ رسیده، توسط دیواری که در حکم سد عمل می‌کرده، باعث جمع شدن آب پشت دیوار و افزایش آن شده است که با فشار بیشتر باران و تجمع آب، در پشت دیوار، دیوار شکسته و آب باران با شدت بیشتر وارد خیابان فرعی ۶۹ بلوار سپاه شده و به دلیل پارک ماشین‌ها از یک طرف و عرض کم خیابان و نبود کانالی برای انتقال آب، آب وارد منازل ساکنان حاشیه خیابان شده و منجر به خسارات فراوانی به املاک در مسیر سیل شده است.

► یکی از مهم‌ترین عوامل تخریب منازل در حاشیه خیابان فرعی ۶۹، بلوار سپاه، احداث دیوار پیرامون اراضی بایر در جنوب خیابان و عمود بر آن است که دیوار به مثابه سدی در ابتدا که آب را در پشت خویش نگه داشته عمل کرده است، منتهی پس از آنکه حجم آب پشت دیوار افزایش یافته، فشار آب باعث تخریب دیوار و حرکت سیل‌وار آب ذخیره شده به داخل خیابان فرعی ۶۹ بلوار سپاه و تخریب و آب‌گرفتگی و تخریب منازل و اسباب اساسیه ساکنان شده است.

► در شهرسازی معاصر باید بین شبکه مسیل‌ها، شبکه سبز و باز طبیعی و شبکه حمل‌ونقل پیوندی ایجاد شود تا آب مسیر خود را داشته باشد.

► در مشهد یک ارتفاعات جنوبی داریم و رود کشف‌رود در شمال شهر. ارتباطات ارتفاعات جنوبی با کشف‌رود از طریق مسیل‌ها صورت می‌گیرد. آب و باران از کوه وارد این مسیل‌های بزرگ و کوچک می‌شود و در نهایت وارد کشف‌رود شده و تا سرخ و ترکمنستان ادامه پیدا می‌کند.

► در ارتفاعات جنوب مشهد پروژه کمربندی ساخته شده بود که در مسیل بود، از اقدامات دوره

گذشته مدیریت شهری این بود که ساخت این کمربند متوقف شد و کل محوطه کمربند تبدیل به

پارک شد. در این مسیر جاده‌سازی‌هایی شد و جلوی برخی مسیل‌ها گرفته شد اما در حال حاضر عمده مسیل‌ها باز است.

► در بلوار نماز هم آب‌گرفتی‌های زیادی داشتیم زیرا حجم آب وارد شده از حجم کانال بیشتر بوده است.

► اما یکی از بزرگ‌ترین مشکل‌ها در بزرگراه کلانتری و میدان انقلاب بوده که دو فوتی هم در آن نقطه داشتیم. بزرگراه کلانتری یکی از مسیل‌های اصلی عبور است. یکی از مشکلات میدان انقلاب این است که بسیار به کوه نزدیک است و وقتی آب به جریان می‌افتد اگر در همان نقطه مدیریت نشود، وارد بزرگراه و بعد زیرگذر می‌شود و شرایط مشابه آنچه روز چهارشنبه اتفاق افتاد، می‌افتد. که البته در سال ۹۸ هم این اتفاق افتاده است

► دامنه جنوبی مشهد از جنوب غربی (پل پرتویی دوراهی شانديز - طرقي) تا جنوب شرقی (پلیس راه طرق) حدود ۲۵ کیلومتر طول دارد. این دامنه به نوعی میراث طبیعی شهر محسوب می‌شود و نقش مهمی در زیبایی‌شناسی محیطی و چشم‌انداز و منظر شهری و تفرجگاهی مشهد ایفا می‌کند. همین ویژگی‌ها زمینه دخل و تصرف به این منطقه را از ده‌ها سال قبل در قالب احداث تاسیسات نظامی، انتظامی، گردشگری، مجتمع‌سازی و بلندمرتبه‌سازی و احداث کنارگذر جنوبی و هدایت توسعه شهر به این سمت در قالب تجدیدنظر در طرح جامع و تفصیلی و تهیه طرح‌های موضعی و موضوعی و ویژه فراهم کرد.

► با فراهم شدن بستر قانونی (طرح‌های موضوعی و موضعی و طرح تفصیلی) شدت مداخله و دخل تصرف و تغییر کاربری تشدید شد، اقداماتی مانند احداث طرح کمربند سبز و پارک خورشید نیز بر مرغوبیت منطقه و احداث بخش‌های از کمربند جنوبی بر حرص و طمع سوداگران و سرمایه‌گذاران شرکت‌ها و موسسات دولتی، شبه‌دولتی و خصوصی. سوق سرمایه‌ها اعم از دولتی، شبه‌دولتی و بخش خصوص به منطقه با فراهم کردن بستر قانونی در قالب ارائه طرح‌های توسعه شهری فراهم شد. مساله طبیعت، حفظ محیط زیست، چشم‌سارهای منطقه، منظر منطقه، مسیل‌های منطقه، راه‌آب‌ها و شبکه رودخانه‌ای و شبکه زهکشی منطقه در زیر زنجیر وسایل مکانیکی به فراموشی سپرده شد. همراه با این تغییرات، قانونی جریان‌های مهاجرتی نیز در بخش‌هایی از این دامنه مانند نه دره، شقایق الستی، شهرک‌های بهارستان، سیدی و... مسیر غیرقانونی خود را طی می‌کرد،

► منطقه‌ای حاشیه‌نشین به صورت نواری طولانی اما منقطع، دامنه جنوبی مشهد را به ویژه در بخش‌هایی به صورت لکه‌های ناپیوسته ظهور کرد به طوری که الان بیش از صدها هزار نفر حاشیه‌نشین در این منطقه زندگی می‌کنند و در دامنه جنوبی مشهد ترکیبی از توسعه برنامه‌ای بازارمدار و غیربرنامه‌ای (حاشیه‌ای) با هم در تملک و توسعه شهری به صورت ترکیبی (با برنامه و بی‌برنامه) برای تصرف و تملک زمین و غارت منابع محیطی طبیعی رقابت می‌کنند.

► اجرای کلان پروژه‌های عمرانی مانند احداث کمربند جنوب و مجتمع‌های عظیم مسکونی (آبادگران،

طوس گستر و ...) غارت منابع محیطی که سرمایه ملی محسوب می‌شدند را تشدید کرده است.

به‌طوری که موضوع کوه‌حواری توسط مسئولان ارشد کشور به عنوان خطری جدی به مسئولان محلی گوشزد شد. این موضوع البته ترمزی در شدت تخریب ایجاد کرد و در بعضی قسمت‌ها، روند تخریب‌ها متوقف اما در بخش‌های دیگر به صورت خزنده به دلایل مختلف ادامه یافت. از دیگر آثار چنین هجوم حریصانه و غارتگرانه به منابع طبیعی - محیطی منطقه، سر بر افراشتن برج‌های بلند نه تنها در دامنه‌ها بلکه بر قله ارتفاعات منطقه است که اکوسیستم طبیعی منطقه را از هم پاشیده، بسیاری از آبراه‌ها، چشمه‌سارها، مسیل‌ها، قنات‌ها را خشکانده و زهکش‌های طبیعی منطقه را تخریب کرده است و بسیاری از گونه‌های جانوری و گیاهی از منطقه ناپدید شده‌اند. بسیاری از روستاها (چهارچشمه، نجفی و ...) در حال ناپدید شدن و تعدادی نیز در حال تحول (روستای زکریا و ...) هستند.

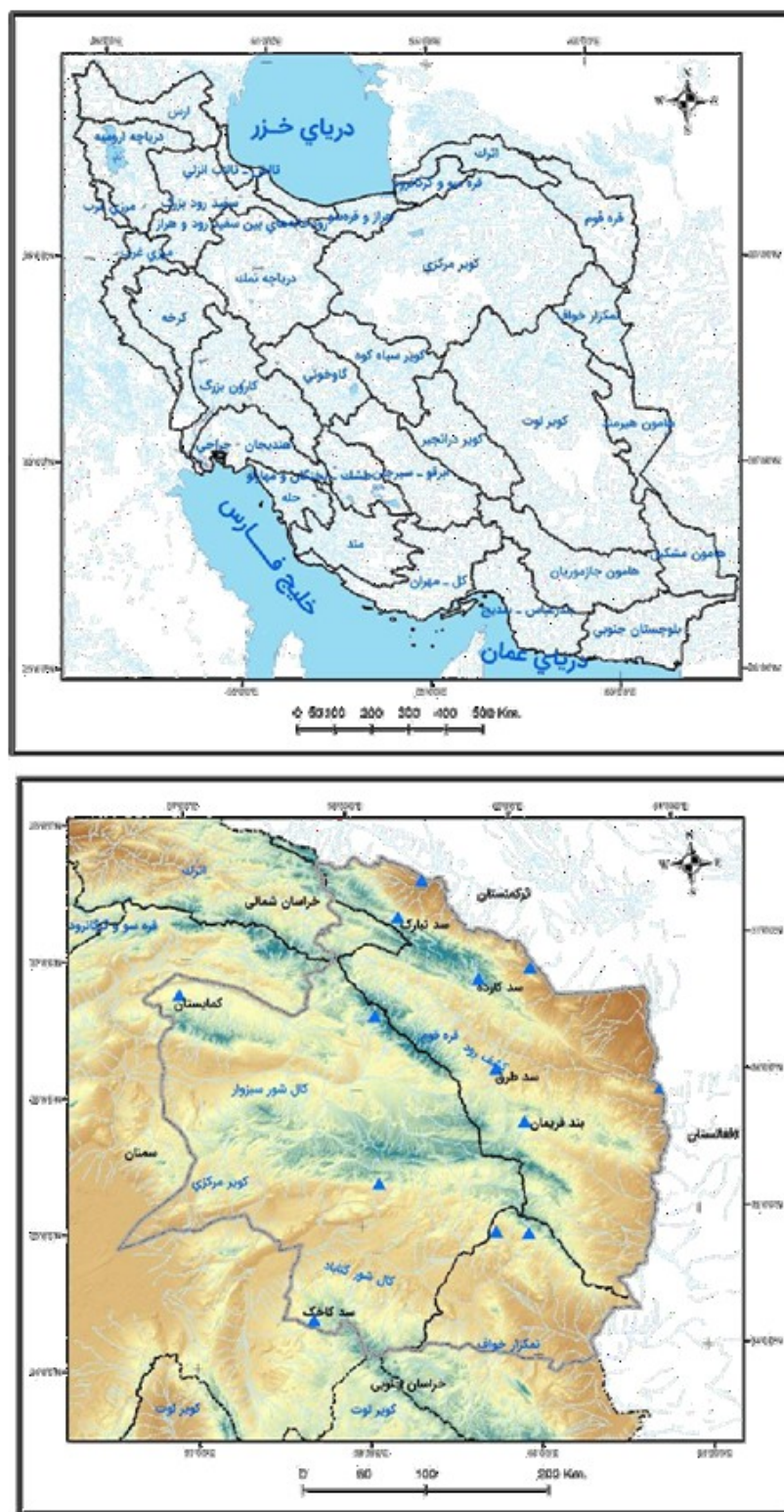
شاید ضدتوسعه‌ترین نتایج هجوم بی‌پروا و غیرعقلانی به منطقه تغییر کاربری اراضی و احداث بزرگراه‌ها، احداث مجتمع‌های مختلف مسکونی، گردشگری، فرهنگی، تجاری و در نهایت تخریب سیستم شبکه زهکشی منطقه و تخریب آبراه‌ها و مسیل‌هاست. یکی از نتایج آن ویرانی و خسارت به صدها منزل و از بین رفتن جان ده‌ها انسان بی‌گناه است که در سیل اخیر مشهد در منطقه سیدی به وقوع پیوسته است.

تهیه نقشه شبکه رودخانه‌ای و زهکشی دامنه‌های جنوبی مشهد با استفاده از فناوری‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی، نشان از تعداد زیادی آبراهه کوچک و بزرگ در دامنه جنوبی شهر مشهد دارد که در پی مداخله گسترده و تغییر کاربری و تخریب دامنه‌ها برای احداث بلوارها، کنارگذر جنوبی، مجتمع‌های مختلف مسکونی، تجاری، صنعتی، گردشگری و نظامی تخریب شده‌اند. خیابان شهید صیدآبادی (فرعی ۶۹- بلوار سپاه) در سیل اخیر به شدت خسارت دیده است. این خیابان مسیر عبور روان‌آب و سیل یکی از شاخه‌های فرعی است که در یکی از زیرحوزه‌های فرعی رودخانه کشف‌رود قرار دارد. وسعت این حوزه فرعی حدود ۱۷۵۰ هکتار است.

۳- موقعیت جغرافیایی حوزه آبریز مشهد و آب و هوای دشت مشهد

حوزه آبریز دشت مشهد با وسعت ۹۹۵۷/۴۴ کیلومتر مربع یکی از زیرحوضه‌های قره قوم است و از نظر موقعیت جغرافیایی، در محدوده ۲۲°۵۸' تا ۷°۶۰' طول شرقی و ۲°۳۷' تا ۵۹°۳۵' عرض شمالی قرار گرفته است (شکل ۱).

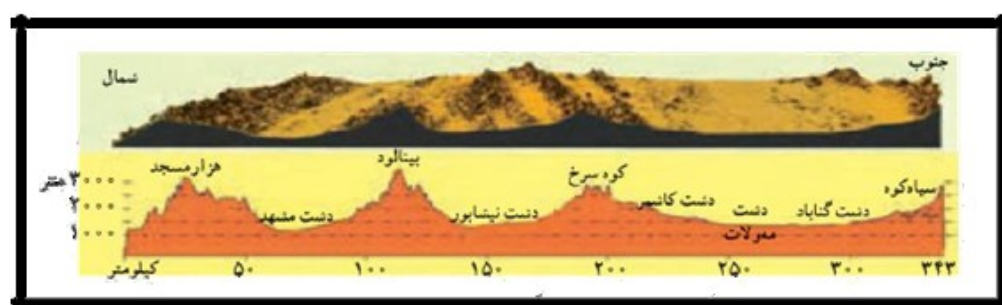
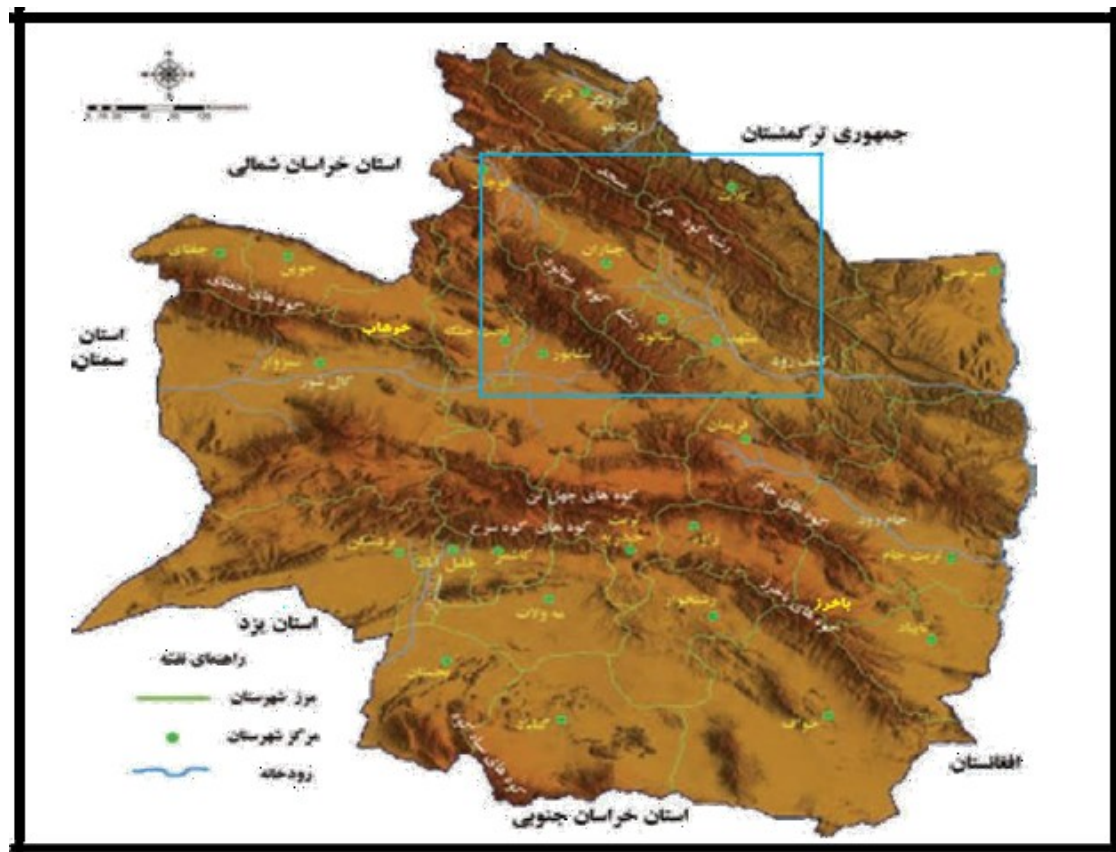
حداکثر ارتفاع حوزه در ارتفاعات شمالی برابر ۲۸۰۰ متر و حداقل ارتفاع در محل خروجی دشت ۹۰۰ متر است.

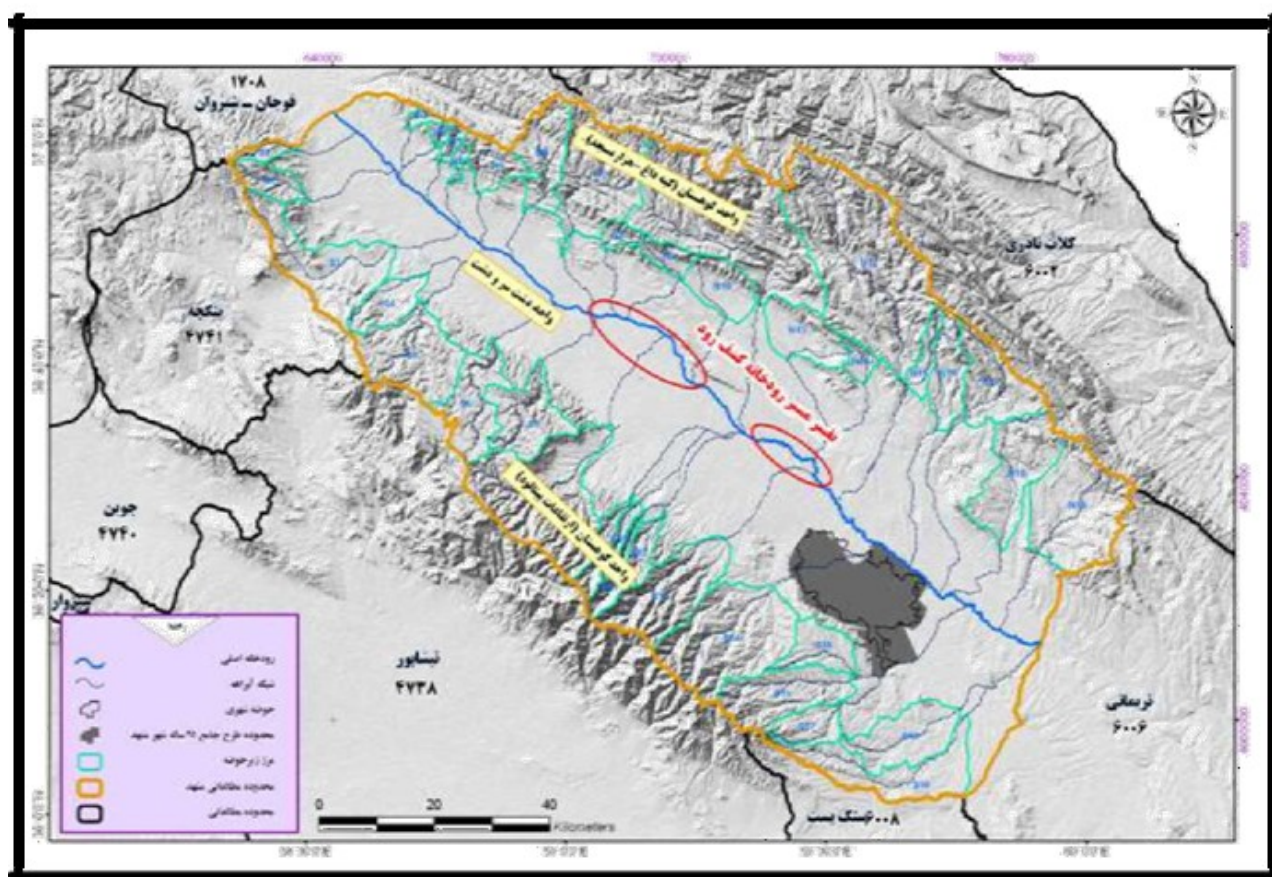


شکل ۱- حوزه‌های آبریز کشور و استان خراسان رضوی.

دشت مشهد به صورت پهنه وسیعی با وسعت تقریباً ۲۴۰۰ کیلومترمربع می‌باشد که از شمال توسط بلندی‌های هزارمسجد و از جنوب توسط ارتفاعات بینالود احاطه شده است.

حوضه آبریز مشهد از شمال به محدوده های مطالعاتی قوچان شیروان و کلات نادری ، از جنوب و جنوب خاور به محدوده های مطالعاتی سرجام (سنگبست) و نریمانی و از باختر به محدوده های مطالعاتی نیشابور و ینگجه محدود می گردد. (شکل ۲).

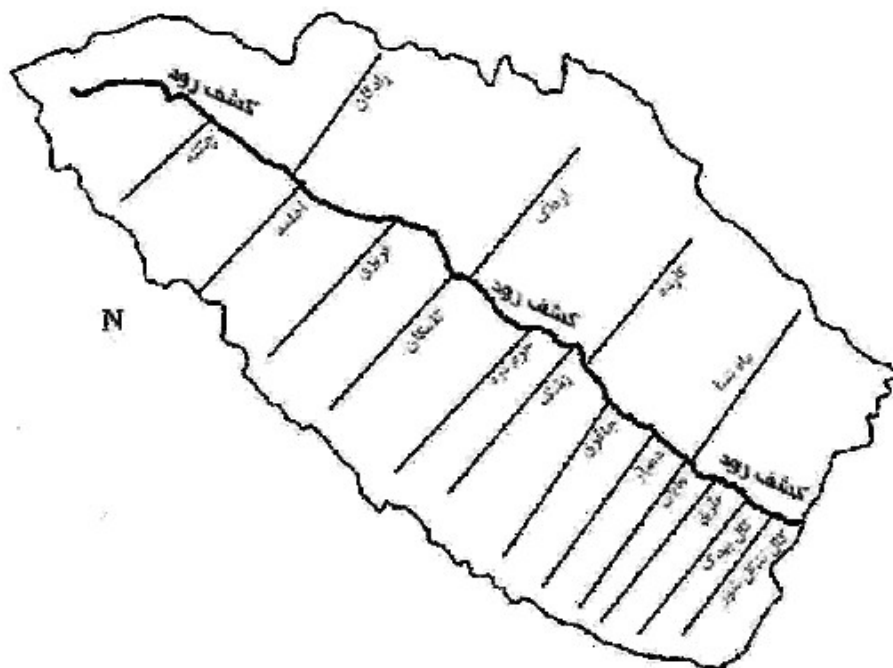
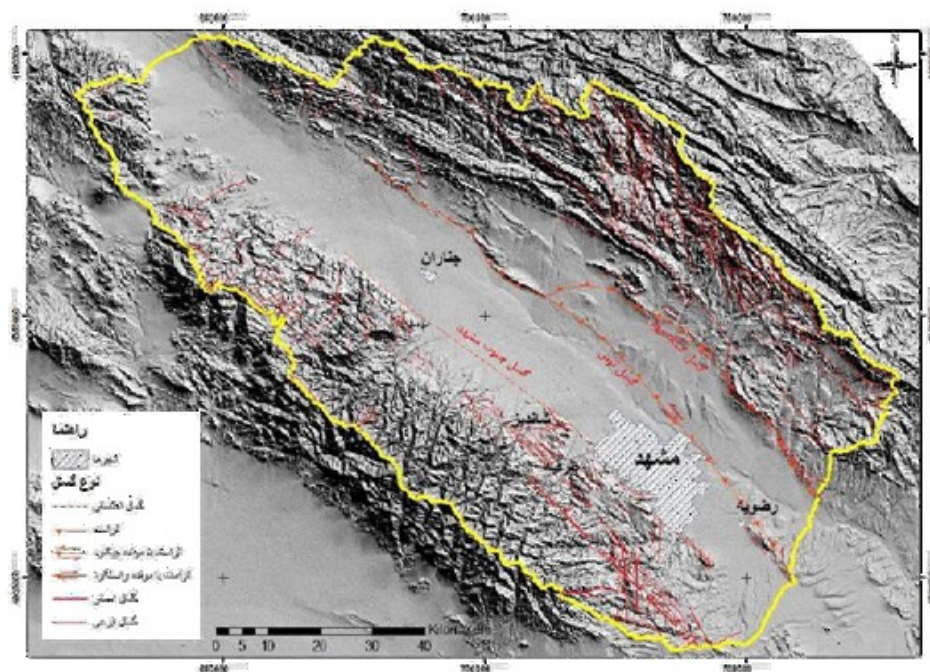




شکل ۲- الف و ب : موقعیت حوضه ابریز مشهد در استان خراسان رضوی.

مهمترین رودخانه منطقه که نقش اصلی را در رسوب گذاری دشت ایفاء نموده کشف رود است که با روند شمال باختری- جنوب خاوری در دشت مشهد جریان دارد. سرشاخه‌های این رودخانه از کوه های هزار مسجد و بینالود سرچشمه گرفته و پس از دریافت روان آبهای فرعی نظیر رودخانه‌های اخلمد، اسجیل، ارداک، رادکان، کارده، فریزی، زشک، جاغرق، طرق و تنگل شور ... از دشت مشهد خارج گردیده و در محل پل خاتون به هریرود ملحق و نهایتاً به شن زارهای قره قوم ترکمنستان وارد می‌شود. کشف رود رودخانه طغیانی بوده که به علت ناچیز بودن پوشش گیاهی در گستره حوضه آبریز دارای جریانهای سیلابی شدید است. دبی لحظه‌ای کشف رود در برخی از گزارش ها ۳ تا ۴ مکعب در ثانیه و آبدهی سالانه آن را ۷۲ میلیون مترمکعب برآورد کرده‌اند. رودخانه مزبور علی‌رغم داشتن شرایط طغیانی در مواقع سیلابی در طولانی مدت رفتار آرام داشته و به علت شیب ناچیز بستر خود در دشت مورد مطالعه عمدتاً نهشته‌های متوسط دانه تا دانه ریز را جایگزین نموده است.

- آب و هوای منطقه مورد مطالعه در تابستان گرم و خشک و در زمستان سرد می‌باشد به طوریکه بر اساس ایستگاه هواشناسی مشهد متوسط بیشینه دما در تیر و مرداد ماه به میزان $38/6$ درجه سانتیگراد و کمینه



شکل ۲- الف و ب : وضعیت رودخانه‌های حوضه آبریز دشت مشهد- چناران.

دما در اسفندماه همان سال ۹/۸- درجه سانتیگراد بوده است. در بخش‌های کوهپایه به طور نسبی از میانگین دمای سالانه کاسته گردیده به‌طوری‌که از ایستگاه گلمکان حداکثر مطلق حرارت تابستانی ۳۷/۸ درجه (تیرماه) و حداقل مطلق برودت زمستانی ۱۳/۶- درجه سانتیگراد اسفندماه ۱۴۰۰ گزارش شده است.

دشت مشهد علی‌رغم داشتن آبخوان نسبتاً ستبری از نهشته‌های آبرفتی دارای نزولات جوی ناچیز می‌باشد. بر اساس مندرجات تقویم هواشناسی سال نامبرده در بالامجموع بارش سالانه در ایستگاه سینوپتیک مشهد ۲۲۳/۳ میلی‌متر بوده که حداکثر میزان ریزشهای جوی ماهانه ۷۸/۵ میلی‌متر در سال مزبور گزارش شده است.

۴- وضعیت زمین‌شناسی ارتفاعات شمال و جنوب مشهد

به لحاظ جایگاه زمین‌شناختی حوضه آبریز مشهد در حدفاصل دو اقلیم زمین‌ساختی، کپه داغ و بینالود واقع شده است. اقلیم زمین‌ساختی بینالود با روند شمال باختری- جنوب خاوری در امتداد زون البرز خاوری در بخش جنوبی دشت مشهد قرار گرفته است. است که تا کشور افغانستان ادامه می‌یابد. رخساره‌های این اقلیم زمین‌ساختی را مجموعه‌ای از سنگ‌های رسوبی، آذرین و دگرگونی تشکیل می‌دهند که در طول دوره‌های مختلف زمین‌شناسی تحت تاثیر حرکات تکتونیکی قرار گرفته‌اند. اقلیم زمین‌ساختی کپه داغ نیز با شمال باختری- جنوب خاوری، در بخش شمالی دشت مشهد قرار گرفته است. این اقلیم زمین‌ساختی پس از کوهزایی سیم‌رین‌پیشین (برخورد لیتوسفر قاره‌ای توران با ایران) به صورت یک حوضه رسوبی مستقل درآمده و رسوبگذاری در آن بدون وقفه تا الیگوسن آغازی ادامه داشته است. خصوصیات زمین‌ساختی و چینه‌شناسی رخنمون یافته در سطح محدوده مطالعاتی مشهد از تنوع قابل توجهی برخوردار است، که علت آن سرگذشت زمین‌شناسی متفاوت این دو زون (پس از دوران دوم زمین‌شناسی تاکنون) است (شکل ۳).

در شمال و جنوب مشهد سازندهای زمین‌شناسی از دوران اول تا چهارم در این محدوده رخنمون دارند. کهن‌ترین نهشته‌ها مربوط به پالئوزوئیک است که در جنوب مشهد رخنمون دارد و جوان‌ترین نیز آبرفت‌های جوان کواترنری و پهنه‌های رسی و شنی هستند که در مناطق پست و فرو افتاده حوضه گسترش دارند. رخساره‌های زمین‌شناسی شمال حوضه آبریز مشهد در اقلیم زمین‌ساختی کپه داغ واقع شده و شامل سنگ‌های رسوبی از ژوراسیک تا عهد حاضر را می‌باشد. در مرز باختری محدوده مطالعاتی سازندهای زمین‌شناسی متعلق به زون بینالود (ادامه البرز خاوری)، از سنگ‌های رسوبی، آذرین و دگرگون شده متعلق به دوره‌های مختلف زمین‌شناسی تشکیل شده است و بسمت شرق بموازات زون کپه داغ رخنمون دارند. مرز اقلیم زمین

ساختی البرز و کپه داغ (زون مفصلی) با رخنمونی از سنگ‌های دگرگون شده همراه با ولکانیک‌های نفوذی متعلق به پرموتریاس که بشدت خرده شده و گسله می‌باشند، در جنوب شهر مشهد واقع شده است.

- پالئوزوئیک

نهشته‌های رخنمون یافته مربوط به پالئوزوئیک در جنوب مشهد شامل سنگ آهک و دولومیت‌های متبلور سازند بهرام (Db) می‌باشد که در خط الراس ارتفاعات بینالود و حاشیه جنوب غربی منطقه با وسعتی حدود $32/6$ کیلومتر مربع در سطح ظاهر شده اند. اگرچه این سازند کارستی می‌باشد (غار مغان) ولی به واسطه گسترش محدود از پتانسیل آبی اندکی برخوردارند. در جنوب باختری و باختر مشهد و در حاشیه آبخوان آبرفتی این دشت مجموعه ای از سنگ‌های رسوبی شامل ماسه سنگ، آهک متبلور و رادیولاریت و سنگ‌های اولترابازیک و سرپانتینیت به سن پرمین با وسعتی معادل $94/3$ کیلومتر مربع در سطح رخنمون یافته اند. لیتولوژی نفوذناپذیر و گسترش اندک این سازند دلالت بر پتانسیل آبی ناچیز آنها می‌نماید.

- مزوزوئیک

رسوبات دوران دوم زمین‌شناسی (ژوراسیک و کرتاسه) بخش اعظم سطح محدوده مطالعاتی مشهد را به خود اختصاص داده اند. واحدهای سنگی این دوران در بخش‌های شمالی و خاوری (حوضه رسوبی کپه داغ) محدوده سنگ‌های رسوبی و در ارتفاعات بینالود و در غرب شهر مشهد عمدتاً آذرین و دگرگونی می‌باشد. سنگ‌های متعلق به تریاس در سطح محدوده مطالعاتی مشهد رخنمون نداشته و اطلاعات زیادی خصوصاً از تریاس زیرین و میانی در اختیار نیست.

رسوبات ژوراسیک در ارتفاعات جنوب دشت مشهد (بینالود) شامل: شیل و فیلیت (منسوب به فیلیت‌های مشهد)، سنگ ماسه، شیل و سنگ جوش، سنگ آهک، مارن خاکستری رنگ، سنگ آهک توده ای و مطبق روشن رنگ می‌باشد.

بخش وسیعی از ارتفاعات بینالود شامل فیلیت‌های مشهد می‌باشند که در جنوب شهر مشهد رخنمون دارند. به دلیل مورفولوژی مرتفع و برخورداری از نزولات جوی مناسب رودخانه‌های بسیاری (از جمله: عارفی، طرک، گلستان، شان‌دیز، خرمدره، اسجیل، گلمکان و فریزی) از این سازند سرچشمه می‌گیرند و نقش قابل توجهی در تامین آب و تغذیه آبخوان آبرفتی دشت مشهد دارند و به دلیل وجود سطوح ناپیوستگی (درزه‌ها، گسل‌ها و سطوح شیستوزیته) نفوذپذیری این واحدها افزایش یافته و چشمه‌ها و قنوات بسیاری از این واحدها تغذیه می‌شوند.

در ارتفاعات بینالود و جنوب شهر مشهد رسوبات آواری ژوراسیک با لیتولوژی ماسه سنگ، شیل و کنگلومرا رخنمون دارند که به دلیل رخنمون اندک از پتانسیل آبی ناچیزی برخوردارند.

در بخش شمال باختری مشهد سازندهای کربناته و سنگ آهک های توده ای و مطبق رنگ روشن به سن ژوراسیک بالایی با وسعت زیادی نهشته شده اند. رخنمون وسیع، لیتولوژی کربناته و توسعه مجاری کارستی این سازند باعث نقش تغذیه ای و پتانسیل آبی قابل توجه برروی آبخوان آبرفتی منطقه شده است.

سنگ های آذرین به دو شکل متفاوت در سطح محدوده مشهد در دو منطقه دیده می شوند. دسته اول در جنوب شهر مشهد رخنمون وسیعی از توده پآذرین درونی شامل: گرانیت، آپلیت و پگماتیت می باشد که این واحدها دارای نفوذپذیری اندکی بوده و چشمه هایی با آبدهی ناچیز در آنها دیده می شود. دسته دوم شامل سنگ های آذرین بیرونی داسیت، توف و برش می باشد و به دلیل مقاومت اندک این واحدها در مقابل هوازدگی و درزه و شکافهای موجود، نفوذپذیری این سنگ ها افزایش یافته است.

بخش اعظم ارتفاعات شمالی مشهد را سنگ آهک های نخودی روشن رنگ سازند مزدوران و سنگ آهک های میکریتی و مارنی سازند چمن بیدو به خود اختصاص داده اند این واحدها خط الرأس ارتفاعات منطقه را تشکیل داده و در هسته تاقدیس های موجود با امتداد شمال غرب جنوب شرق در سطح رخنمون یافته اند. به دلیل قابلیت کارستی شدن این واحدها نفوذپذیری آنها بطور عمده زیاد بوده و چشمه هایی با آبدهی قابل توجه در آنها مشاهده می گردد.

بخش بسیار اندکی از ارتفاعات شمالی این محدوده شامل شیل و ماسه سنگ های خاکستری تیره سازند کشف رود به سن ژوراسیک زیرین می باشد.

در کرتاسه زیرین این حوضه بالا آمده و رسوبات آواری شامل: ماسه سنگ و شیل های قرمز رنگ سازند شورپیجه در منطقه نهشته شده اند. این سازند دارای نفوذپذیری اندکی بوده و عمدتاً نقش لایه محدود کننده آبخوان آهکی مزدوران و تیرگان منطقه را ایفا می نماید.

در شمال باختری ارتفاعات سنگ آهک های قهوه ای و خاکستری روشن آهک های تیرگان بر روی واحد آواری شورپیجه به طور همشیب نهشته شده است. این واحدها دارای موفولوژی صخره ساز بوده و به دلیل لیتولوژی کربناته و پتانسیل کارستی شدن توانایی تشکیل آبخوان آهکی را در منطقه دارند. برروی سازند کربناته تیرگان مارنهای آبی و خاکستری همچنین شیل های متعلق به سازند سرچشمه قرار دارند. این رسوبات عمدتاً دارای نفوذپذیری اندکی بوده و حدفوقانی آبخوان آهکی تیرگان را تشکیل می دهند.

- سنوزوئیک

دوران سوم زمین شناسی به سه دوره پالئوژن، نئوژن و کواترن قابل تقسیم است. رخساره ها و سازندهای متعلق پالئوژن در سطح محدوده مشهد رخنمون ندارد.

- نئوژن

سازندهای نئوژن عمدتاً شامل: واحدهای مارنی قرمز رنگ گچ دار می باشند که به دلیل ریزدانه بودن و دارا بودن املاح تبخیری نقش کمی و کیفی بر منابع آب سطحی و زیرزمینی منطقه دارند.

رخساره های مذکور در سه منطقه عمده در سطح محدوده مشهد دیده می شوند.

الف در ارتفاعات شمال شرقی دشت مشهد و در منطقه سرخ ده و تبادکان همچنین در حاشیه - آبخوان آبرفتی در منطقه کارخانه سیمان، گستره قابل توجهی از رسوبات قرمز رنگ نئوژن قابل مشاهده است.

ب در جنوب شرقی آبخوان آبرفتی مشهد (حداصل دو محدوده مشهد و نریمانی)، گستره وسیعی از واحدهای نئوژن رخنمون دارند.

ج شمال غربی آبخوان آبرفتی دشت مشهد در منطقه آماجق (حداصل دو محدوده مطالعاتی - مشهد و قوچان) در حاشیه ارتفاعات و مناطق مرکزی آبخوان آبرفتی رسوبات قرمز رنگ نئوژن قابل مشاهده است. واحدهای رسی و مارنی نئوژن به دلیل نفوذپذیری اندک (در مناطق برشمرده شده) احتمالاً سنگ کف آبخوان آبرفتی را تشکیل می دهند.

علاوه بر این در طی نئوژن پایانی رسوبات آواری (کنگلومرای) نیز نهشته شده که در حاشیه جنوبی شرقی آبخوان آبرفتی دشت مشهد رخنمون قابل توجهی داشته و به صورت پراکنده در بخش شرقی آبخوان آبرفتی مشاهده می شوند.

- نهشته های کواترنری

نهشته های کواترنری به طور عمده شامل رسوبات تحکیم نیافته آواری می باشند که حاصل فرسایش ارتفاعات و واحدهای سنگی قدیمی تر بوده و در مناطق پست و فرو افتاده حوضه تجمع یافته اند. این انباشته ها شامل مخروط افکنه و پادگانه های قدیمی و جوان ، آبرفت های جدید رودخانه ای و پهنه های سیلتی و رسی می باشد.

آبرفت های مرتفع قدیمی عمدتاً درشت دانه باشیب قابل توجه در حاشیه ارتفاعات نهشته شده اند. این رسوبات از نفوذپذیری بالایی برخوردار بوده و در تغذیه آبخوان آبرفتی نقش مهمی ایفا می نمایند. مهمترین گستره آبرفت های قدیمی در حد فاصل شاندیز تا جماب در حاشیه ارتفاعات بینالود و آبخوان دیده می شود.

مخروط افکنه ها و رسوبات جوان آبرفتی تقریباً تمامی بخش فرو افتاده مرکزی دشت مشهد را به خود اختصاص می دهند این رسوبات در حاشیه ارتفاعات درشت دانه و از نفوذ پذیری بالایی برخوردار بوده و آبخوان آبرفتی دشت مشهد را در خود جای داده اند. شهر مشهد و آبادی های بسیاری بر روی این رسوبات قرار داشته و در حال حاضر اغلب چاه های بهره برداری در این رسوبات حفر گردیده اند.

رسوبات جوان رودخانه ای نیز بستر مسیل های اصلی موجود در منطقه را تشکیل می دهند. این رسوبات درشت دانه و از نفوذپذیری بالایی برخوردارند. علاوه بر این نقش بسیار مهمی در تغذیه آبخوان آبرفتی از سیلابهای موجود برعهده دارند. بیشترین گستره این رسوبات در بستر سیلابی رودخانه شانديز، گلکان، فریزی، کارده و ارداک دیده می شود.

در مناطقی که شیب توپوگرافی در سطح زمین کاهش می یابد. رسوبات ریزدانه رسی و سیلتی در پهنه های اندک نهشته شده اند. این رسوبات در شمال شهر قوچان و در منطقه حکیم آب به صورت محدود ملاحظه می گردد. نفوذپذیری سطحی آبرفت در این مناطق اندک بوده و از کیفیت آب زیر زمینی منطقه کاسته می شود.

۵- تأثیر واحدهای زمین شناسی بر منابع آب و رواناب ها در مشهد

یکی از مهمترین عوامل در تعیین کمیت و کیفیت آب زیرزمینی، جنس و گسترش واحدهای زمین شناسی است. در حاشیه ارتفاعات بینالود در محدوده شهر مشهد واحدهای گرانیتی، پگمانیتی از نفوذپذیری اندکی برخوردار بوده و فاقد پتانسیل ذخیره آب هستند و در شمال باختری این محدوده واحدهای توف، داسیت و برش دیده می شوند که به دلیل مقاومت کم در برابر هوازدگی و وجود درز و شکاف از نفوذپذیری متوسطی برخوردار می باشند. فیلیت های مشهد بالیتولوژی شیلی و ماسه سنگی دارای مورفولوژی مرتفع می باشند که به واسطه وجود سطوح ناپیوستگی (درزه، گسله و سطوح شیستوزیته) از نفوذپذیری متوسطی برخوردارند. واحدهای کربناته مزدوران و تیرگان باتوجه به مجاری کارستی توسعه یافته و وسعت مناسب (حدود ۱۱۰۰ کیلومتر مربع) دارای بیشترین پتانسیل آبی در میان سازندهای زمین شناسی رخنمون یافته در محدوده مطالعاتی بوده و در تغذیه آبخوان آبرفتی نقش به سزایی دارند (شکل ۳).

سازندلار نیز که بخش وسیعی از ارتفاعات جنوبی (حدود ۲۲۲ کیلومتر مربع) محدوده را به خود اختصاص داده، باتوجه به لیتولوژی آهکی، آبخوان آبرفتی مشهد را تغذیه می کند. همچنین واحدهای آواری شور یجه، و رسوبات مارنی شیلی سازند سرچشمه و رسوبات مارنی نئوژن دارای نفوذپذیری کمی بوده و فاقد توان ذخیره آب هستند. رسوبات نئوژن به دلیل دارا بودن مقدار قابل توجهی رس و املاح تبخیری علاوه بر نفوذپذیری اندک باعث افزایش غلظت املاح محلول در آبهای سطحی و زیرزمینی منطقه می گردند. بخشی از سنگ کف آبخوان آبرفتی دشت مشهد را این رسوبات تشکیل می دهند. رسوبات دوران کواترنری نیز بیشتر شامل پادگانه های آبرفتی و تراسهای آبرفتی است که باتوجه به گسستگی و دانه درشت بودن ذرات تشکیل دهنده این واحدها، به لحاظ کمی و کیفی تأثیر مثبتی بر منابع آب زیرزمینی محدوده مشهد دارند.



۶- علل وقوع سیلاب در مشهد

علاوه بر تغییر اقلیم و بارش سنگین چندساعته از مهمترین عواملی که در ایجاد سیلاب در حوضه آبریز دشت مشهد نقش دارند عبارتند از: فیزیوگرافی مناسب جهت ایجاد حداکثر حجم رواناب، بستر زمین شناسی نفوذناپذیر و شرایط توپوگرافی موثر بر قدرت و شدت سیلاب که با دخالت های انسانی و تصرف مسیل عبور آب با ساخت و سازهای غیر اصولی در مسیر آبراهه ها و گسترش شهر مشهد در ارتفاعات جنوبی، منجر به رخداد سیل با حداقل بارش شده است.

- **تغییر اقلیم:** یکی از عوامل مهم در ایجاد حجم زیادی از رواناب در مشهد تغییر اقلیم است.

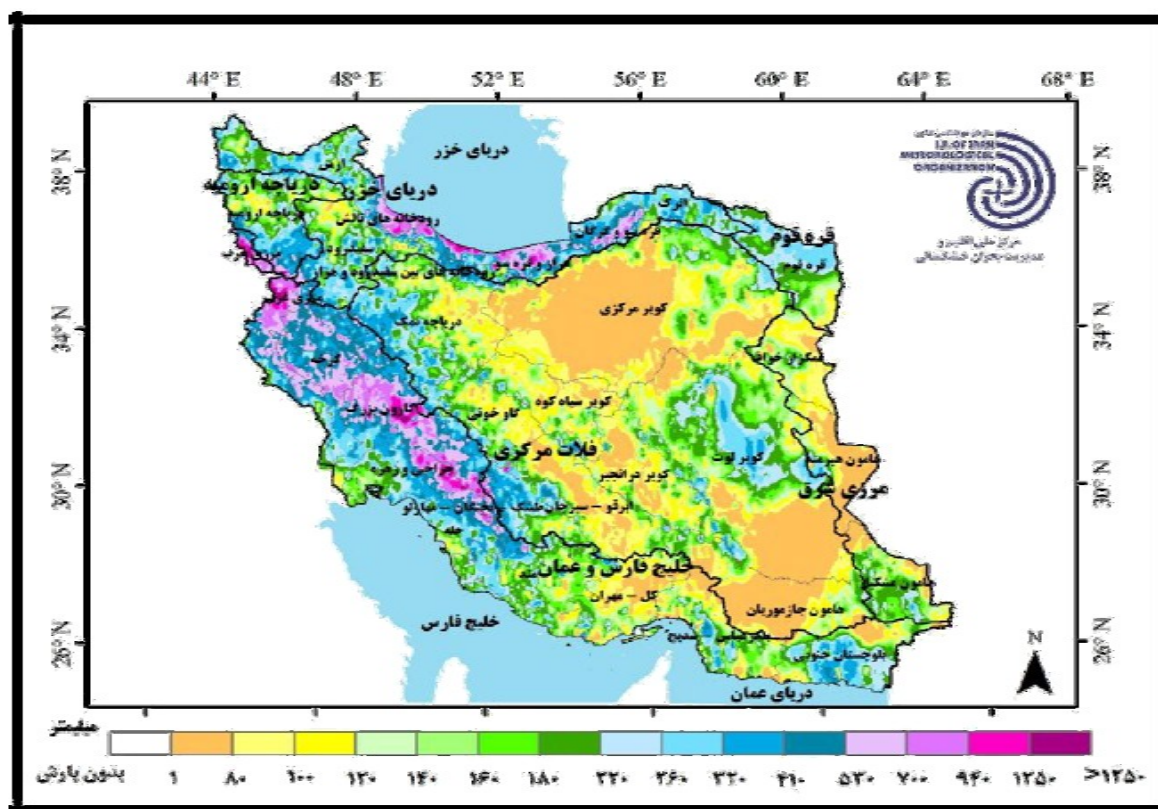
تغییرات اقلیمی موجب تغییرات وسیع در الگوی آب و هوایی مانند بارش ها و به دنبال تداوم خشکسالی، فرسایش خاک و وقوع گرد و خاک می شود. گرمایش جهانی موجب افزایش چشمگیر شدت و فراوانی بارش های شدید مونسون و حدی شده است. پدیده های حدی، تاثیر زیادی در اقلیم آب و هوایی ایران دارد. به طوری که میزان بارش ها در کشور یکم است یا به حدی است که سیلاب شدید در پی دارد. الگوهای بارشی کشور تقریباً از ۶-۵ سال پیش، تغییرات اساسی پیدا کرده و از اسفند سال ۹۷ تاکنون در حالی که به صورت عمومی شرایط خشکسالی را در کشور تجربه می کنیم، در عین حالی که کمبود آب داریم، در مناطقی که انتظار نمی رود، حجم بسیار زیادی آب در یک بازه زمانی بسیار کوتاه تبدیل به رواناب شده و با سیل های خیلی شدیدی که خسارت های زیادی به بار می آورند مواجه می شویم.

بر اساس گزارش شماره ۲۳۱ مرکز ملی خشکسالی و مدیریت بحران، وابسته به سازمان هواشناسی کشور مورخ ۱۴۰۳/۰۲/۳۰، میزان بارش از مورخ ۱۴۰۲/۰۷/۱ تا ۱۴۰۳/۰۲/۲۹، در حوضه آبریز قرقوم ۵۲۱۳ میلی متری باشد (جدول ۱ و شکل های ۵ و ۴). که بیانگر افزایش بارش ۱۲ میلی متر نسبت به بارش بلند مدت در این حوضه دارد. همچنین بررسی نقشه بیست و چهار ساعته گذشته کشور در تاریخ ۱۴۰۳/۰۲/۲۹ (شکل ۶) و نقشه بیست و چهار ساعته گذشته کشور در تاریخ ۱۴۰۳/۰۲/۲۶ (شکل ۷) منتهی به سیلاب های اخیر مشهد، بیانگر افزایش چشمگیر بارش در حوضه قرقوم در تاریخ های وقوع سیلاب در مشهد دارند. تحقیقات نشان می دهد که بارانهای شدید و کوتاه مدت، به ویژه بارندگی های بیش از ۷۰ میلی متر در یک شبانه روز منجر به تولید سیلاب خواهند شد، چنانکه در ۲۶ و ۲۹ اردیبهشت ۱۴۰۳ در حوضه قرقوم و بویژه کلان شهر مشهد رخ داده است. بطوری که در کمتر از یک ساعت (حدود ۴۰ دقیقه) بیش از ۳۰ میلی متر (بین ۳۲ تا ۵۲ میلی متر در ایستگاه پسماند در محله سیدی) در شهر مشهد بارش همراه با تگرگ داشته ایم که این میزان بارش با شدت حدود ۴۸ میلی متر بر ساعت، در ۵۰ سال گذشته بی سابقه بوده است.

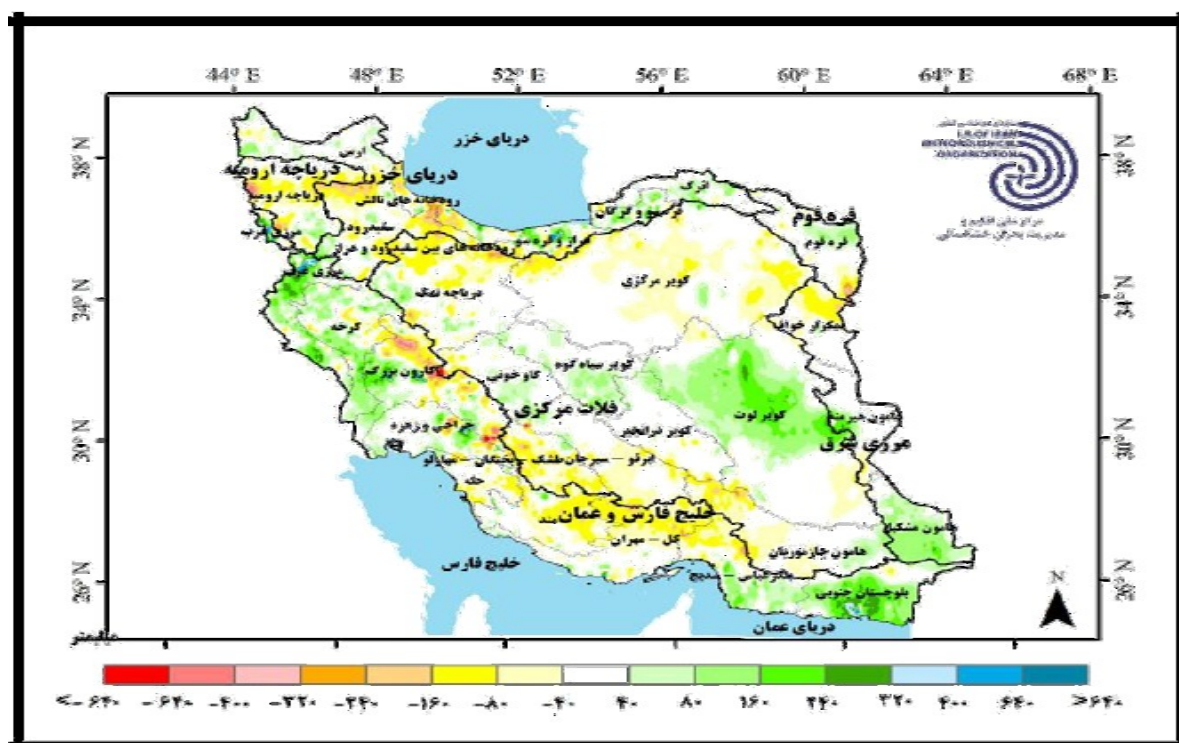


جدول ۱- اطلاعات پهنه‌ای بارش حوضه‌های آبریز کشور در بازه منتهی به تاریخ ۱۴۰۳/۰۲/۲۹

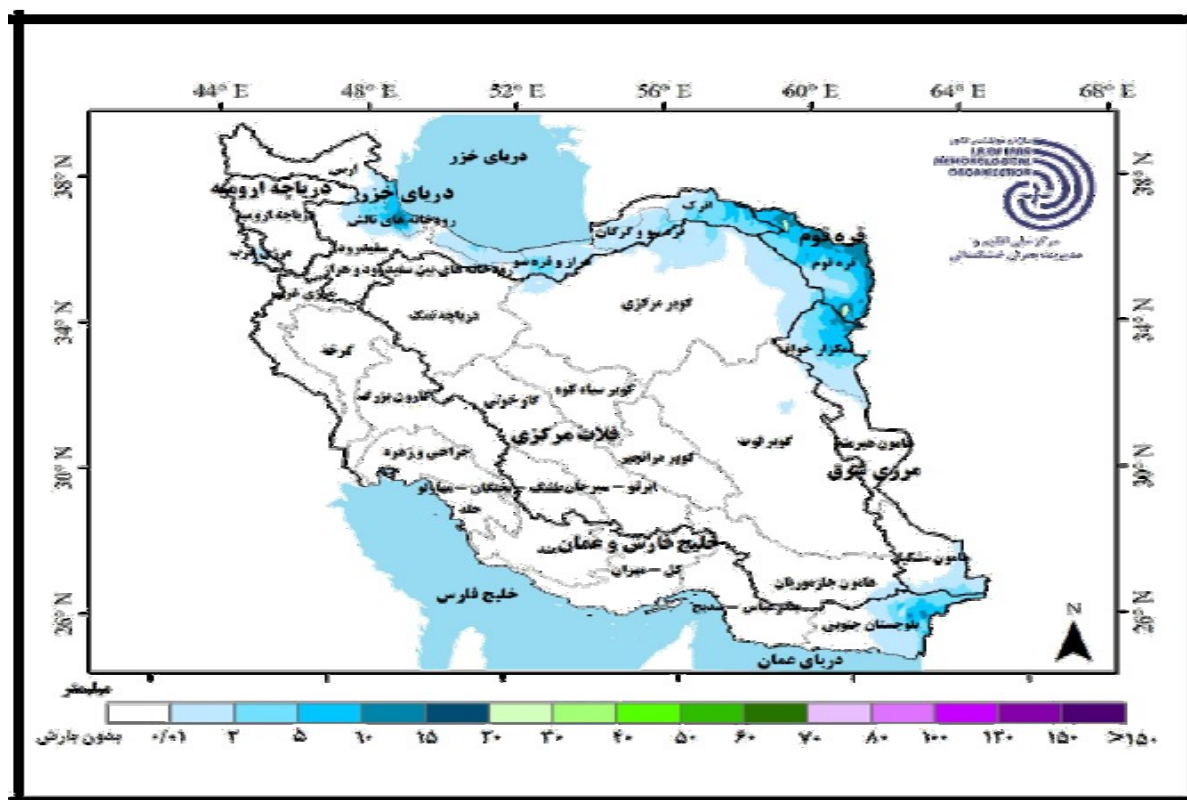
حوضه درجه ۱	حوضه درجه ۲	مجموع بارش						تفاوت با بلند مدت - میلی متر		
		۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹
خلیج فارس و دریای عمان	مرزی شرب	۵۵۵/۶	۱۰۱۶/۹	۱,۲۹۱/۳	۱۰۹/۲	۱۱۷/۳	-۶۱/۷	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹
	گرخه	۴۶۸/۷	۸۸۴/۴	۱,۱۱۸/۷	۵۹/۰	۶۰/۴	-۱۱۹/۵	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹
	کارون بزرگ	۵۲۶/۲	۱,۰۶۳/۷	۱,۴۴۰/۱	-۳/۷	-۲۱/۰	-۱۸۹/۴	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹
	چراغی و زهره	۴۲۳/۵	۸۸۳/۲	۱,۲۱۱/۰	۲۶/۲	۸۶/۴	۱۴/۵	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹
	حله	۲۸۷/۳	۶۷۲/۲	۹۱۱/۰	-۲۱/۹	۵۱/۷	-۲۲/۸	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹
	مند	۲۲۵/۱	۴۷۲/۸	۷۰۶/۱	-۴۰/۰	-۶۳/۴	-۱۰۳/۳	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹
	گل - میران	۱۳۸/۹	۲۵۹/۱	۴۷۸/۱	-۳۹/۹	-۱۱۲/۳	-۸۶/۰	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹
	بندر عباس - سدج	۱۵۵/۴	۲۶۳/۵	۵۲۷/۶	۷/۴	-۵۵/۴	۴۷/۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹
	یلوچستان جنوبی	۲۰۷/۱	۲۸۵/۶	۴۳۳/۱	۱۱۴/۸	۷۵/۶	۱۰۵/۳	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹
دریاچه ارومیه	دریاچه ارومیه	۲۵۲/۸	۵۱۵/۷	۷۸۲/۱	-۳۴/۰	-۹۶/۲	-۱۵۴/۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹
	ارس	۲۴۸/۱	۵۰۶/۱	۷۵۳/۰	۱۷/۶	-۳۷/۳	-۱۰۳/۳	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹
	رودخانه های تالش	۶۶۵/۹	۱,۵۹۰/۹	۲,۴۹۱/۸	-۲۳/۶	-۹۱/۱	-۱۷۲/۷	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹
دریای خزر	سفیدرود	۲۶۴/۱	۵۸۶/۴	۸۴۷/۶	-۴۵/۹	-۷۸/۴	-۱۷۲/۱	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹
	رودخانه های بین سفیدرود و مرآز	۵۵۹/۸	۱,۲۵۶/۶	۱,۹۱۱/۸	-۲۴/۷	-۱۰۷/۰	-۲۳۰/۸	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹
	مرآز و قره سو	۴۸۷/۷	۹۰۴/۵	۱,۳۶۸/۳	۴۹/۴	-۱۲۱/۲	-۲۴۴/۷	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹
	قره سو و گرگان	۴۶۸/۲	۸۱۸/۹	۱,۲۴۱/۷	۵۶/۶	-۱۱۵/۶	-۲۱۵/۶	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹
	اترک	۲۷۳/۸	۴۹۰/۸	۷۱۶/۹	۲۶/۷	-۴۷/۶	-۱۱۲/۸	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹
	دریاچه نمک	۲۱۰/۴	۳۸۳/۵	۵۶۴/۰	-۲۳/۹	-۱۰۰/۰	-۱۶۸/۸	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹
فلات مرکزی	کاو خونی	۱۷۸/۳	۳۵۵/۴	۴۸۶/۸	۹/۹	۱۲/۷	-۳۰/۲	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹
	طشک - پختگان - مهارلو	۲۸۲/۶	۵۹۸/۰	۸۴۸/۴	-۵۲/۸	-۷۷/۳	-۱۶۶/۷	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹
	ایر قو - سیرجان	۱۲۳/۰	۲۴۵/۱	۳۶۶/۰	-۲۰/۳	-۴۶/۶	-۷۴/۲	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹
	هامون جازموریان	۹۷/۸	۱۷۶/۶	۲۷۰/۳	-۲۶/۰	-۸۹/۳	-۱۳۷/۷	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹
	کویز فوت	۱۴۷/۰	۲۱۳/۵	۳۰۳/۲	۵۷/۱	۳۰/۱	۲۶/۳	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹
	کویز مرکزی	۹۶/۵	۱۷۷/۴	۲۵۲/۱	-۲۷/۱	-۶۹/۵	-۱۲۳/۲	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹
	کویز سیاه گوه	۱۲۵/۵	۲۱۵/۵	۲۹۲/۵	۴۲/۳	۴۶/۰	۳۶/۷	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹
	کویز درانجیر	۱۱۶/۲	۲۰۳/۹	۲۸۴/۶	۹/۴	-۱۳/۴	-۴۲/۲	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹
	قره قوم	۲۱۳/۵	۳۱۱/۰	۴۸۵/۶	۲/۱	-۱۲۷/۶	-۱۸۰/۲	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹
مرزی شرق	نمکزار خواف	۱۱۸/۱	۲۲۳/۸	۳۴۱/۲	-۳۷/۷	-۹۰/۳	-۱۳۱/۲	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹
	هامون میرمند	۹۲/۹	۱۲۶/۴	۱۸۷/۶	۱۷/۸	-۲۵/۳	-۴۰/۸	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹
	هامون مشکیل	۱۵۲/۲	۲۰۹/۸	۲۸۰/۷	۷۵/۷	۴۰/۴	۱۸/۴	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹	۱۳۰۲/۰۲/۲۹



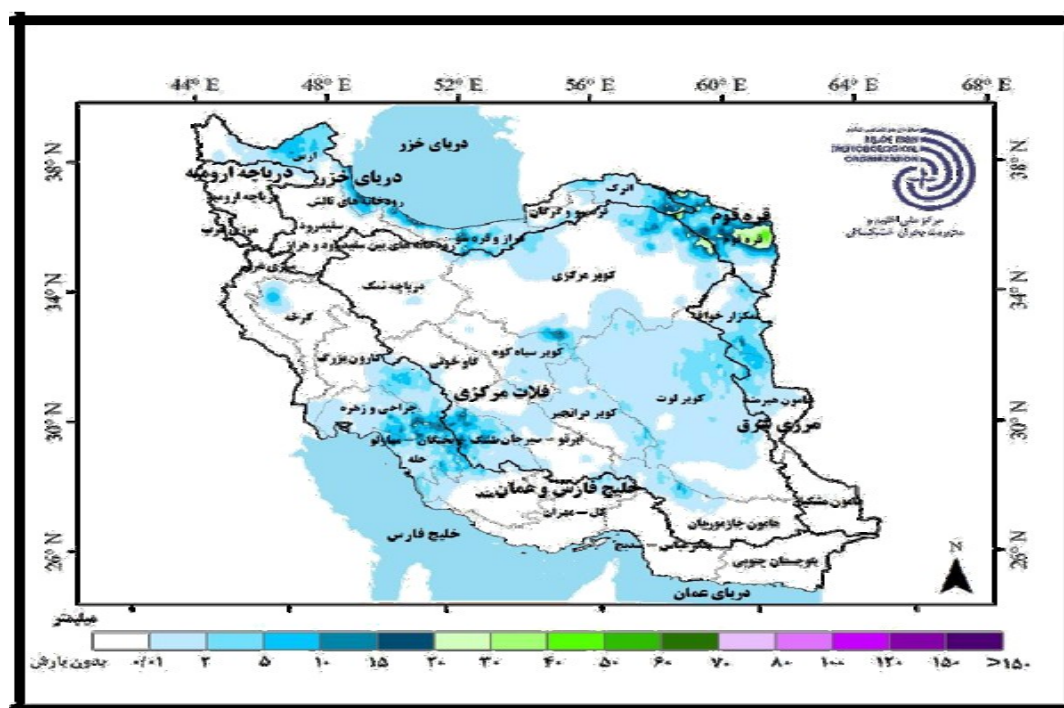
شکل ۴- نقشه مجموع بارش کشور از ابتدای سال آبی تا تاریخ ۱۴۰۳/۰۲/۲۹.



شکل ۵- نقشه اختلاف بارش تجمعی با بلندمدت از ابتدای سال آبی تا تاریخ ۱۴۰۳/۰۲/۲۹.



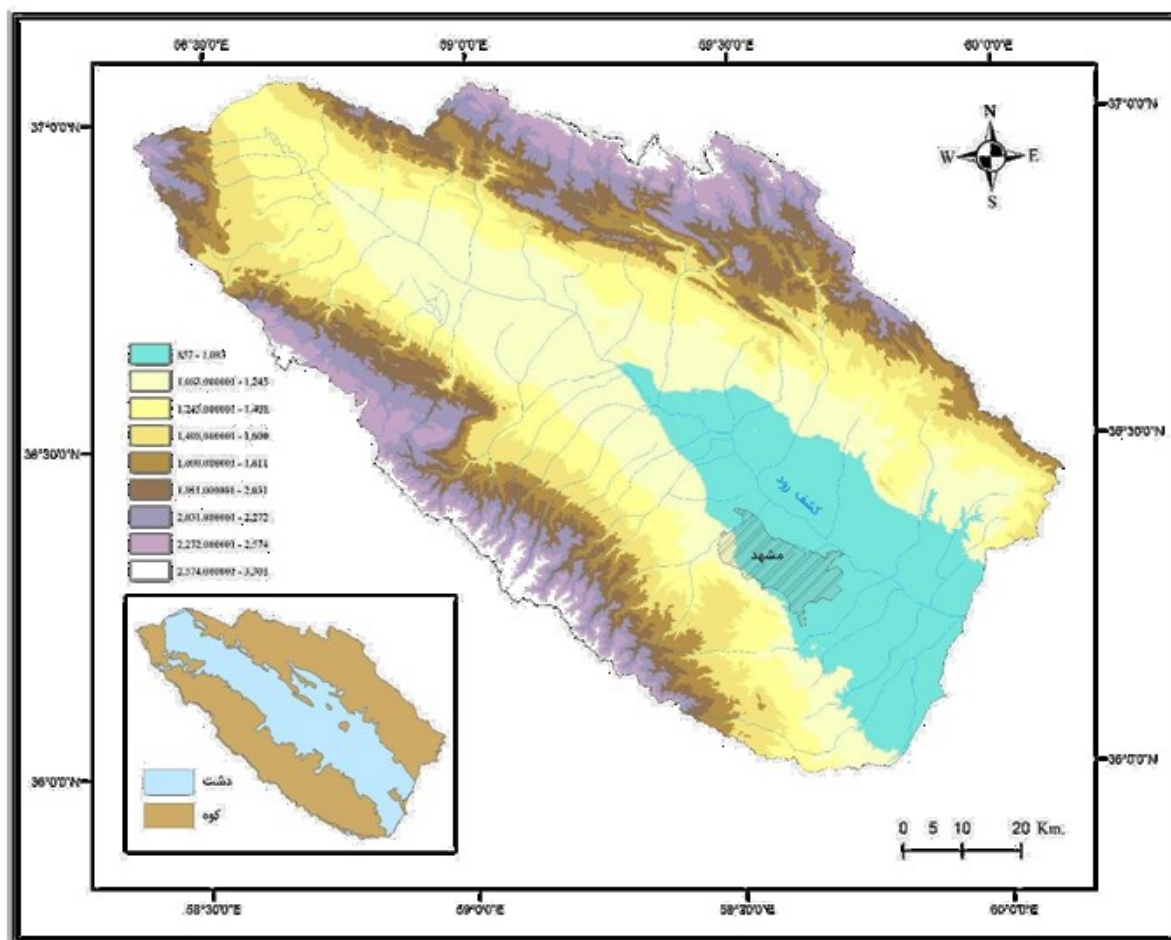
شکل ۶- نقشه بارش بیست و چهار ساعته گذشته کشور در تاریخ ۱۴۰۳/۰۲/۲۹.



شکل ۷- نقشه بارش بیست و چهار ساعته گذشته کشور در تاریخ ۱۴۰۳/۰۲/۲۶.

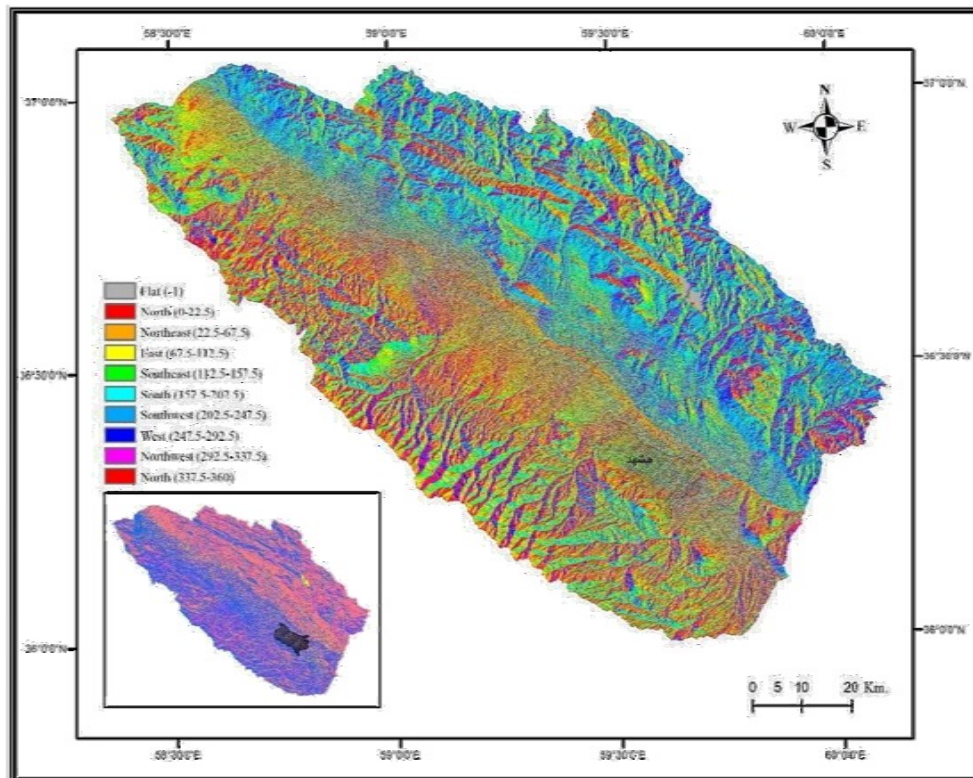
- فیزیوگرافی مناسب جهت ایجاد حداکثر حجم رواناب در زیر حوضه‌های آبریز ارتفاعات جنوبی مشهد:

شهر مشهد تقریباً در محل خروجی حوضه آبریز مشهد به وسعت ۴۶.۱۷۸ کیلومتر مربع قرار گرفته است. این حوضه با امتداد شمال باختری - جنوب خاوری در حدفاصل ارتفاعات هزارمسجد در شمال و کوه‌های بینالود در جنوب محصور شده است (شکل ۸). کشف رود رودخانه اصلی این حوضه محسوب می‌شود که از شمال شهر مشهد می‌گذرد.

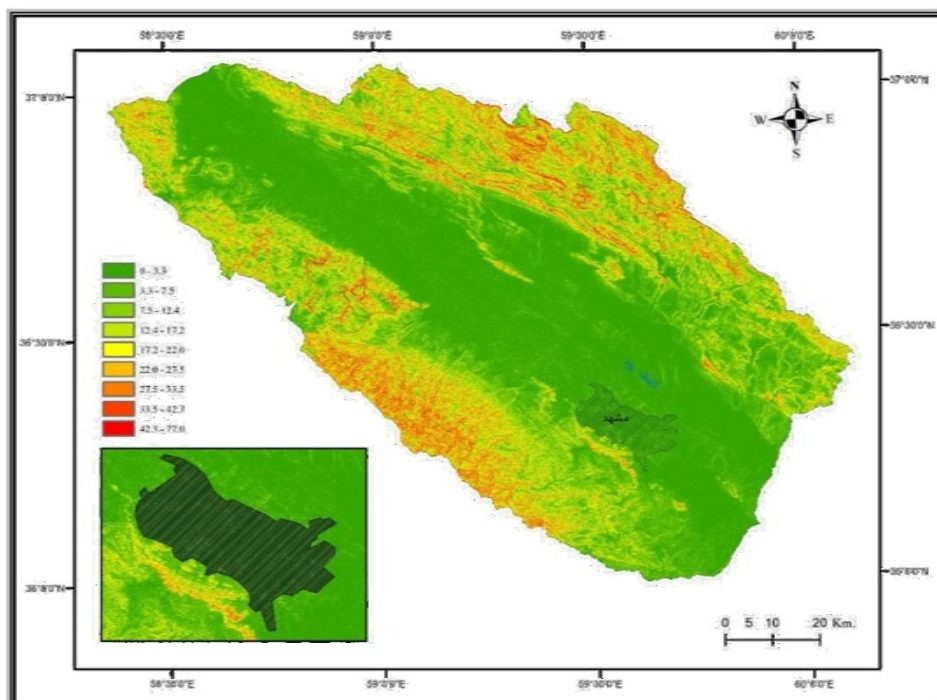


شکل ۸- تغییرات ارتفاع دشت مشهد و مرز کوه و دشت

شهر مشهد در بخشی از حوضه آبریز قرار گرفته که جهت شیب دامنه‌ها به طور عمده به سمت شمال خاوری قرار دارد و در نتیجه تقریباً تمام رواناب حاصل از بخش جنوبی این دامنه‌ها که تحت عنوان ارتفاعات خلیج شناخته می‌شود، از کانال‌های اصلی که توسط سطح شهر قطع شده اند، تخلیه می‌شود (شکل ۹).



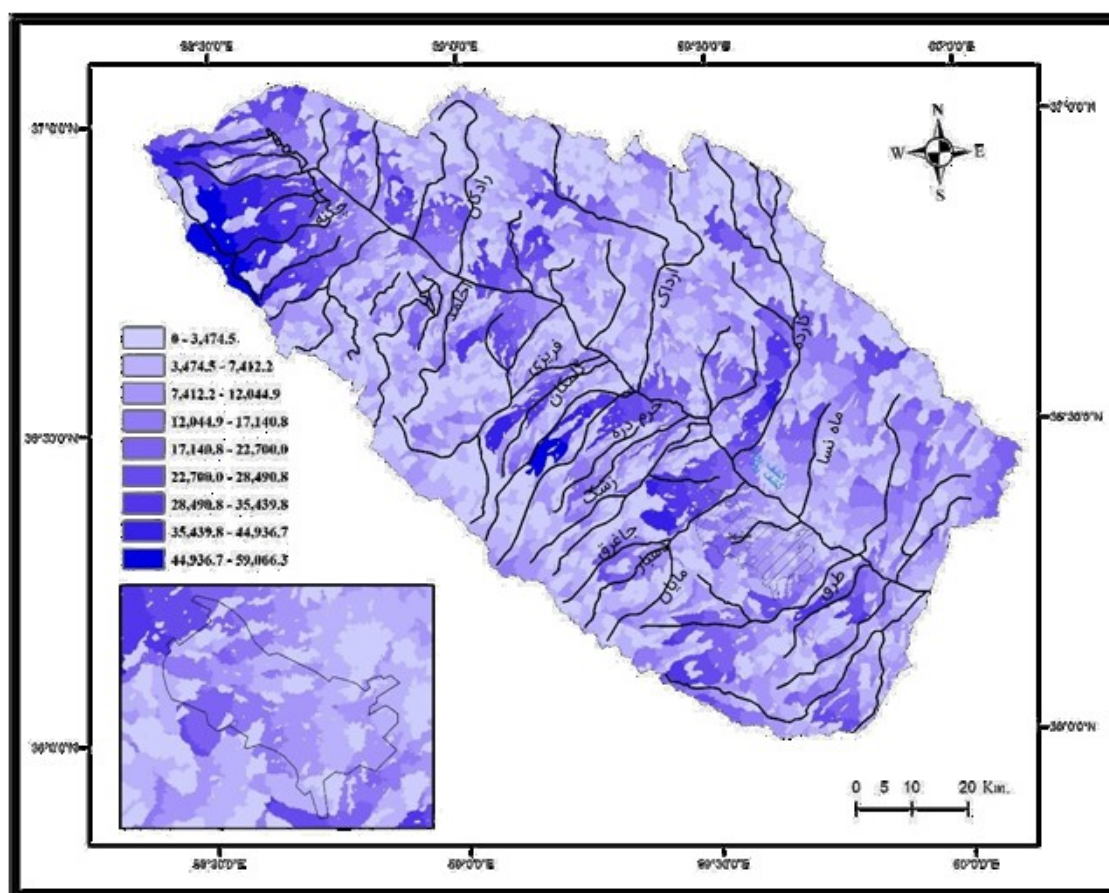
شکل ۹- نقشه جهت شیب حوضه آبریز مشهد



شکل ۱۰- نقشه شیب حوضه آبریز مشهد و ارتفاعات جنوب شهر.

بررسی شیب حوضه نیز نشان می دهد که حاشیه جنوبی مشهد با گسترش به ارتفاعات جنوب شهر متصل شده و این ارتفاعات با شیب تندی به شبکه راهها و سکونت گاه های شهری پیوسته هستند (شکل ۱۰).

توجه بیشتر به ریخت شناسی حوضه در بخش جنوبی شهر توجه ما را به نکات بیشتری در خصوص پتانسیل زیر حوضه های این بخش برای تولید سیلاب جلب می کند. یکی از این پارامترها طول جریان می باشد. طول جریان پارامتری است که نشان می دهد به هر پیکسل از سطح زیر حوضه از چند پیکسل در بالادست خود جریان وارد می شود و با افزایش مقدار این پارامتر، حجم بیشتری از رواناب را خواهیم داشت (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- نقشه طول جریان زیر حوضه های دشت مشهد

از بین زیر حوضه هایی که در شکل ۱۱ مشاهده می شوند چهار زیر حوضه نقش پررنگ تری در سیل مورد مطالعه نشان می دهند که همگی آنها جزء مناطق سیل زده اخیر کلان شهر مشهد هستند. اسامی که در این گزارش برای زیر حوضه های مورد بررسی عنوان شده غیر رسمی بوده و بر اساس اسامی محلی انتخاب شده اند:

زیرحوضه طرق

این زیرحوضه در جنوب خاوری مشهد قرار گرفته و بخش عمده ای از سیلاب محله سپاه و معبر سپاه ۶۹ از این زیرحوضه و زیرحوضه شمال آن یعنی زیرحوضه خلیج منشاء گرفته است. ساخت و سازهایی که در محدوده این زیرحوضه صورت گرفته اند بر روی رسوبات سیلابی پادگانه های آبرفتی ساخته شده اند که خود گویای پتانسیل بالای سیلاب در این حوضه می باشد. پارامترهای فیزیوگرافی حوضه به شرح جدول ۲ می باشد.

جدول ۲- پارامترهای فیزیوگرافی زیرحوضه طرق

ضریب شاخص	متغیر	شرح	شاخص
۳۱۲,۱۷	A (km ^۲)	مساحت حوضه (کیلومتر مربع)	area (km ^۲)
۱,۲۶	P (km)	محیط حوضه طول	perimeter (km)
۶,۷	L (km)	خط مستقیم حوضه مساحت حوضه	longest straight length (km)
۶۸۴,۶	۱*۳۸۶۱,۰	(مایل مربع) حداقل ارتفاع	area (mile ^۲)
۱۰۰۴	MIN	حداکثر ارتفاع	min elevation
۱۴۵۸	MAX	دامنه تغییرات ارتفاع	max elev
۴۵۴	RANGE	متوسط ارتفاع	Dif. elev.
۱۰۹۸	MEAN	حداکثر ارتفاع شاخه اصلی	mean elev.
۱۲۰۸		حداقل ارتفاع شاخه اصلی	Main stream max elev, for TC
۱۰۰۴		اختلاف ارتفاع شاخه اصلی	Main stream min elev, for TC
۲۰۴		طول افقی شاخه اصلی	Dif Y; max-min mainstream
۷۷۸۵		اصلی شیب	Dif X , horizontal distance
۰,۲۶,۰		شکل حوضه	slope m/m FF; Form factor
۳,۰	FF		



Gravelius	ضریب گراویلیوس	kc	۷۶۹,۱
Circularity Ratio, Miler	ضریب گردی	Rc	۳۱۹,۰
Elongation Ratio	ضریب کشیدگی	Re	۶۱۳,۰

بررسی ضرایب فیزیوگرافی حوضه نشان می دهد شکل حوضه کشیده بوده و یک عامل منفی برای تشکیل سیلاب به حساب می آید ولی نزدیکی توده های آذین در ارتفاعات جنوب حوضه به ساخت و سازهای شهری که شکل تقریباً دایره ای به این قسمت از حوضه داده این عامل را خنثی می کند.

جدول ۳- محاسبات زمان تمرکز و دبی سیلاب زیر حوضه طرق

شاخص	متغیر	زمان تمرکز به ساعت	پارامتر
۳۵۹۸۹۶۷	scs	زمان تمرکز به روش SCS	Time of concentration SCS
۵۸۱۰	Kirpich,	زمان تمرکز روش کریچ زمان	time of concentration in minutes (tc/۶۰ here in hour)
۸۰۲۰	estedlal	تمرکز روش استدلالی زمان	Time of concentration in hours
۴۶۸۰	Yen Chow	تمرکزین چاو زمان تمرکز به	Time of concentration in hours
۶۲۶۱	Van Sickle	روش وان سکل	Time of concentration in hours
		دبی اوج به مترمکعب در ثانیه	
۲۵۰۲۴	creager , cms	دبی اوج با روش کریگر دبی اوج	peak flow, T _{۲۰} , C=۹۵,۳
۶۹۵۳۷	creager , cms	با روش کریگر دبی اوج با روش	peak flow, T _{۵۰} , C=۱۴,۶
۸۹۴۵۰	creager , cms	کریگر	peak flow, T _{۱۰۰} , C=۲۹,۸
۹۸۳۲۲	Fuller cms	دبی اوج با روش فولر	Peak flow, Fuller T _{۲۰}
۹۱۷۳۵	Fuller cms	دبی اوج با روش فولر	Peak flow, Fuller T _{۵۰}
۲۵۹۴۸	Fuller cms	دبی اوج با روش فولر	Peak flow, Fuller T _{۱۰۰}

محاسبه زمان تمرکز با روش های مختلف نشان می دهد که بطور متوسط ۵۰ دقیقه طول می کشد تا یک سیلاب با دبی ۲۴ مترمکعب در ثانیه در دوره بازگشت ۲۰ ساله ایجاد شود.



شکل ۱۲- نمای سه بعدی زیر حوضه طرُق و محل ورود سیلاب به محلات مسکونی

زیر حوضه خَلج

بخش دیگری از سیلاب جنوب شرقی مشهد از زیر حوضه خَلج منشاء می گیرد که در شکل ۱۳ نمای سه بعدی آن مشاهده می شود. منطقه سیدی مشهد بر روی پادگانه های آبرفتی این حوضه ساخته شده است. پارامترهای فیزیوگرافیک این حوضه در جدول ۴ قابل بررسی می باشد.

جدول ۴- پارامترهای مرفولوژی حوضه خَلج

ضریب شاخص	متغیر	شرح	شاخص
۵۷,۱۹	A (km ^۲)	مساحت حوضه (کیلومتر مربع)	area (km ^۲)
۰۷,۲۴	P (km)	محیط حوضه	perimeter (km)
۴۳,۷	L (km)	طول خط مستقیم حوضه	longest straight length (km)
۵۵۶,۷	۱*۳۸۶۱,۰	مساحت حوضه (مایل مربع)	area (mile ^۲)
۹۷۹	MIN	حداقل ارتفاع	min elevation
۱۴۸۳	MAX	حداکثر ارتفاع	max elev
۵۰۴	RANGE	دامنه تغییرات ارتفاع	dif elev

mean elev	متوسط ارتفاع	MEAN	۴۱,۱۰۹۱
mainstream max elev, for TC mainstream min elev, for TC	حداکثر ارتفاع شاخه		۱۲۳۰
	اصلی حداقل ارتفاع شاخه		۹۷۹
Dif Y; max-min mainstream Dif	اصلی اختلاف ارتفاع شاخه		۲۵۱
X , horizontal distance	اصلی		۷۷۶۲
slope m/m FF; Form	طول افقی شاخه اصلی		۰,۳۲
factor Gravelius	شیب شکل حوضه		۳۵۴,۰
Circularity Ratio, Miler	ضریب گراویلیوس	FF	۵۳۴,۱
Elongation Ratio	ضریب گردی	kc	۴۲۴,۰
	ضریب کشیدگی	Rc	۶۶۷,۰
		Re	

محاسبه زمان تمرکز و دبی سیلاب حوضه مطابق جدول ۵ نشان می دهد که این حوضه پتانسیل تولید ۲۶ متر مکعب در ثانیه رواناب در دوره بازگشت ۲۰ ساله در مدت زمان ۳۰ دقیقه را دارد.

جدول ۵- محاسبات زمان تمرکز و دبی سیلاب حوضه خلیج

زمان تمرکز به ساعت	Fuller cms	۸۶۶۲۴	متغیر	شاخص
زمان تمرکز به روش SCS	Fuller cms	۸۵۹۳۸	scs	۵۸۶۷۳۵۲
زمان تمرکز روش کرپیچ زمان			Kirpich,	۴۸۲۰
تمرکز روش استدلالی زمان			estedlal	۶۸۴۰
تمرکزین چاو زمان تمرکز به			Yen Chow	۴۰۴۰
روش وان سکل			Van Sickle	۶۳۱۱
دبی اوج به متر مکعب در ثانیه				
دبی اوج با روش کریگر دبی اوج			creager , cms	۵۴۳۲۶
با روش کریگر دبی اوج با روش			creager , cms	۲۶۰۴۱
کریگر			creager , cms	۷۰۷۵۵

پارامتر

Time of concentration SCS

time of concentration
minutes t_c in here in hour)
(tc/

Time of concentration in
hours

Time of concentration in
hours

Time of concentration in
hours

peak flow, T_{20} , $C=95.3$

peak flow, T_{50} , $C=14.6$

peak flow, T_{100} , $C=29.8$

Peak flow, Fuller T_{20}

Peak flow, Fuller T_{50}

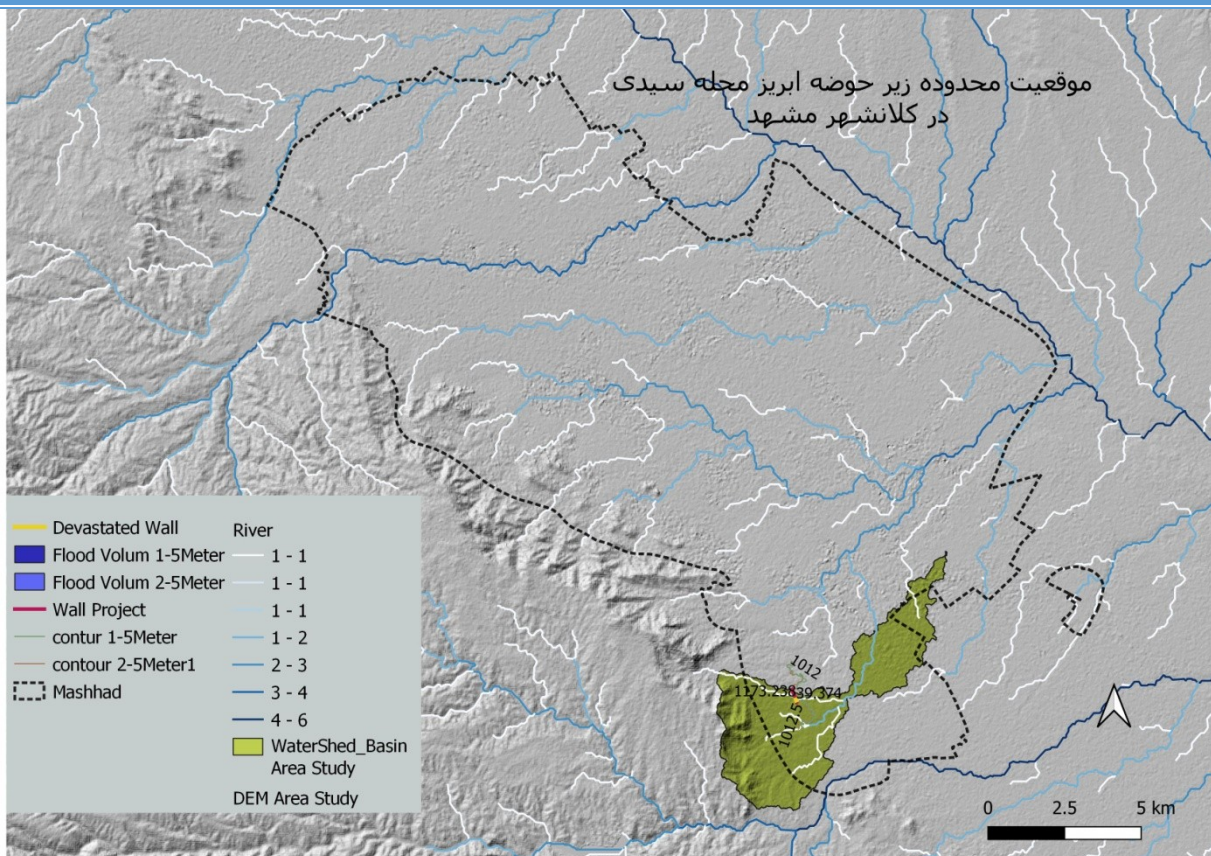
Peak flow, Fuller T^{۱۰۰}

دبی اوج با روش فولر Fuller cms

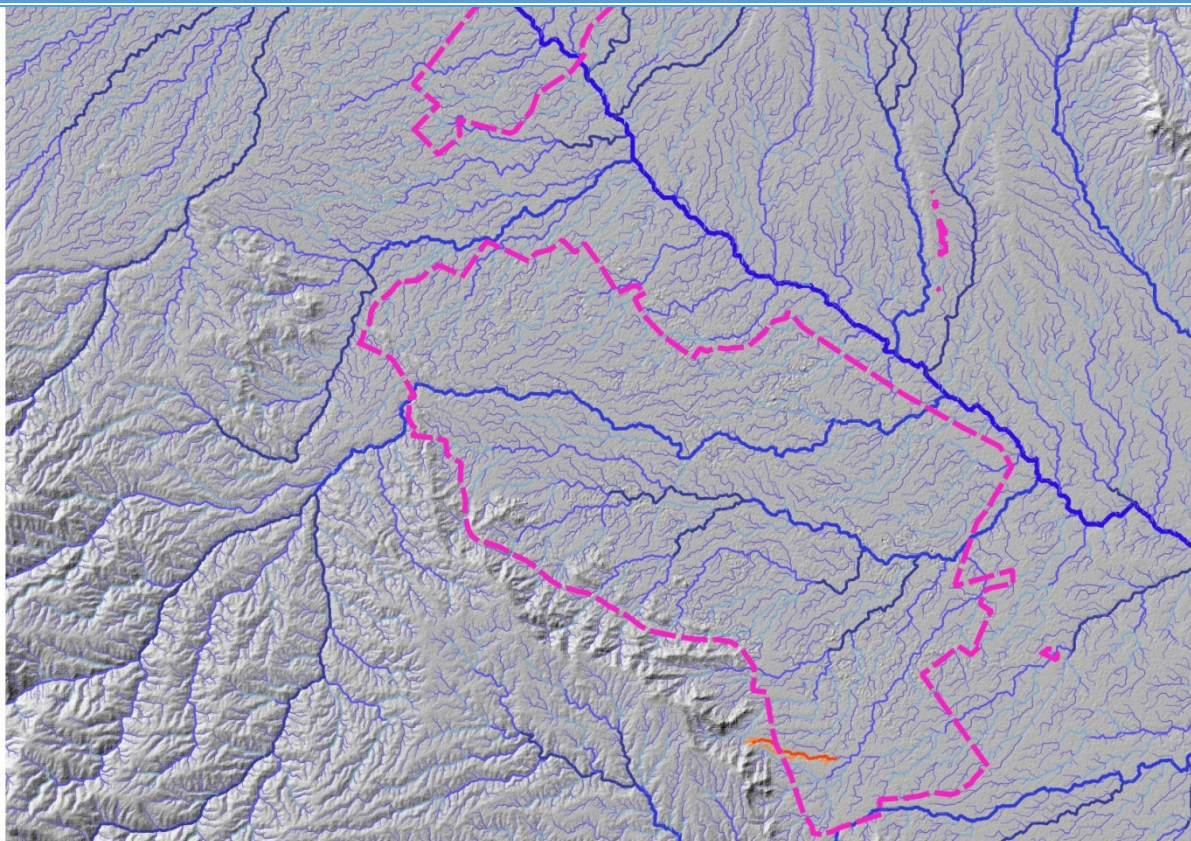
۲۱۲۵۲



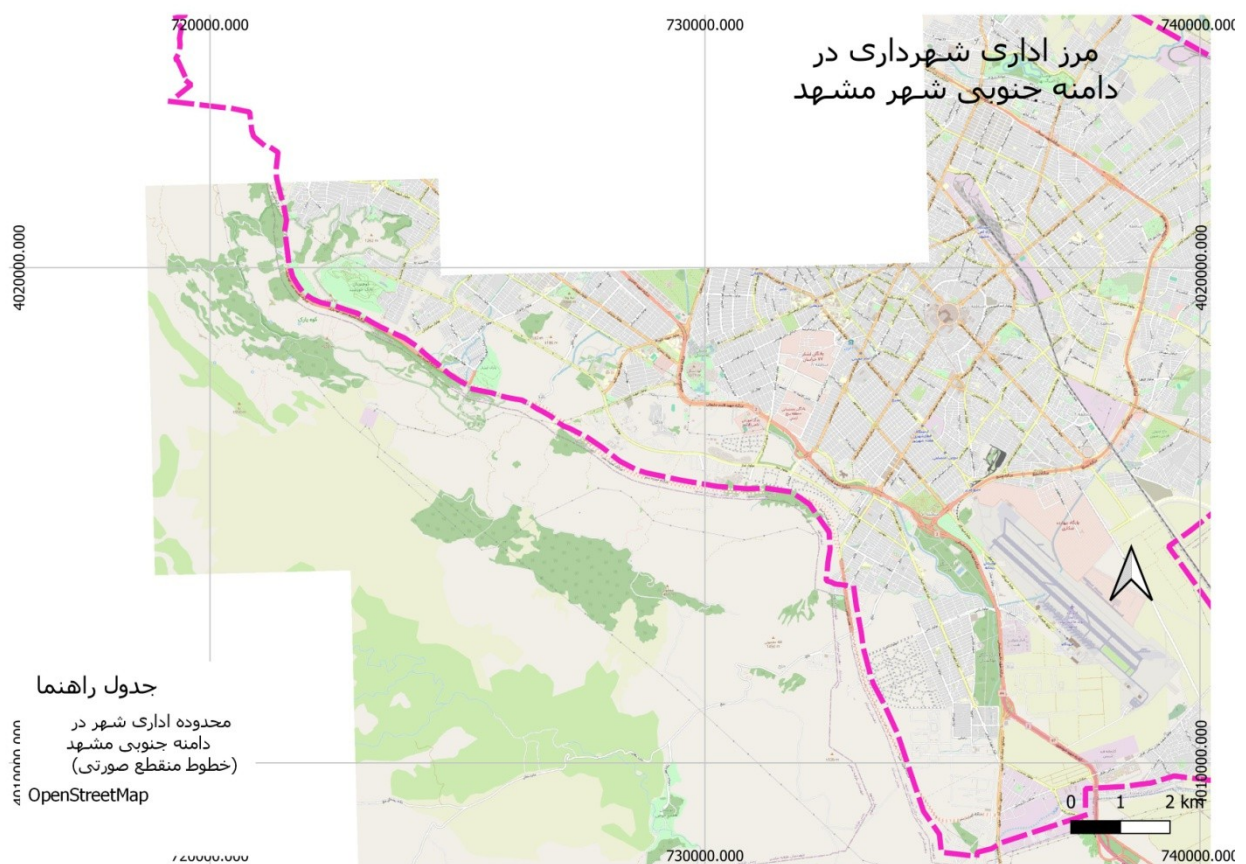
شکل ۱۳- نمای سه بعدی زیر حوضه خلیج



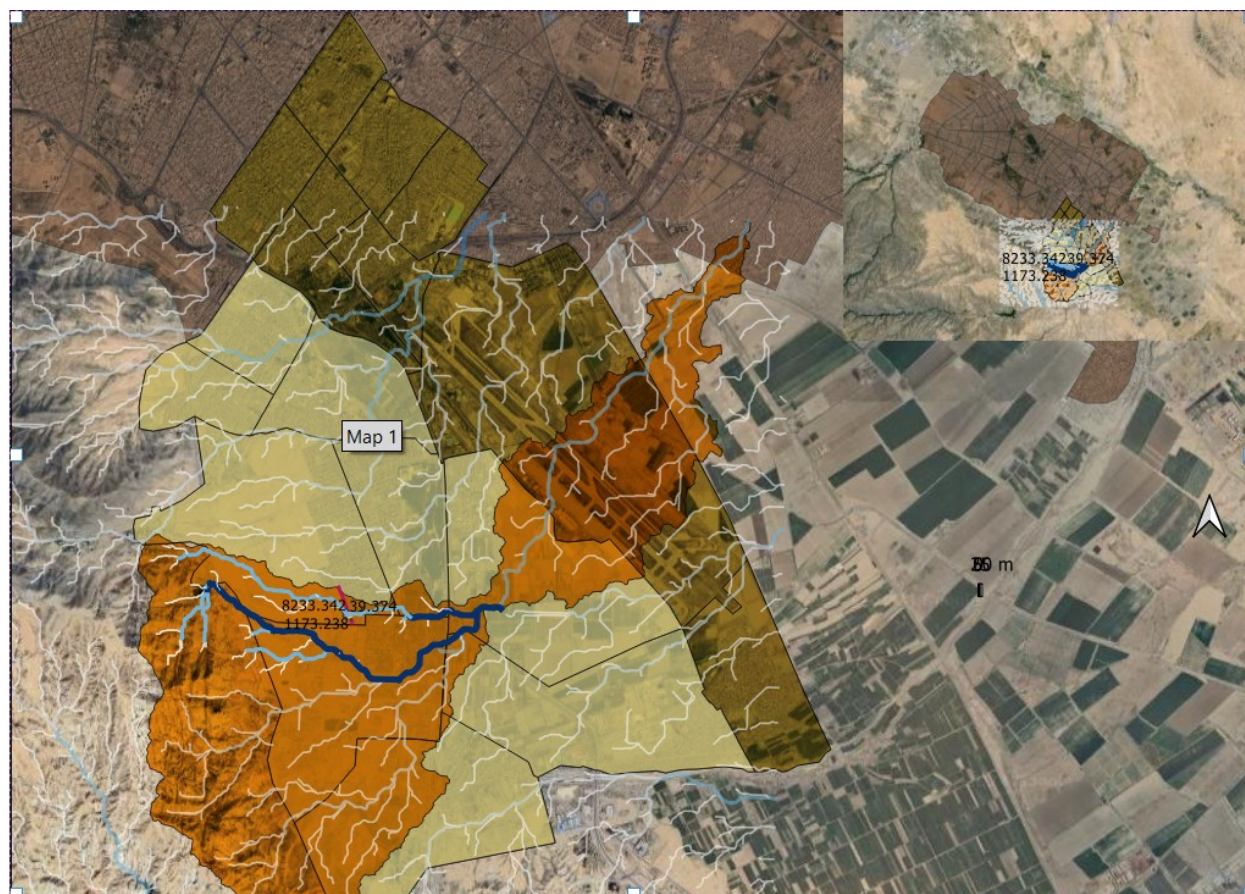
شکل ۱-۱۳ محدوده زیر حوضه آبریز محله سیدی مشهد

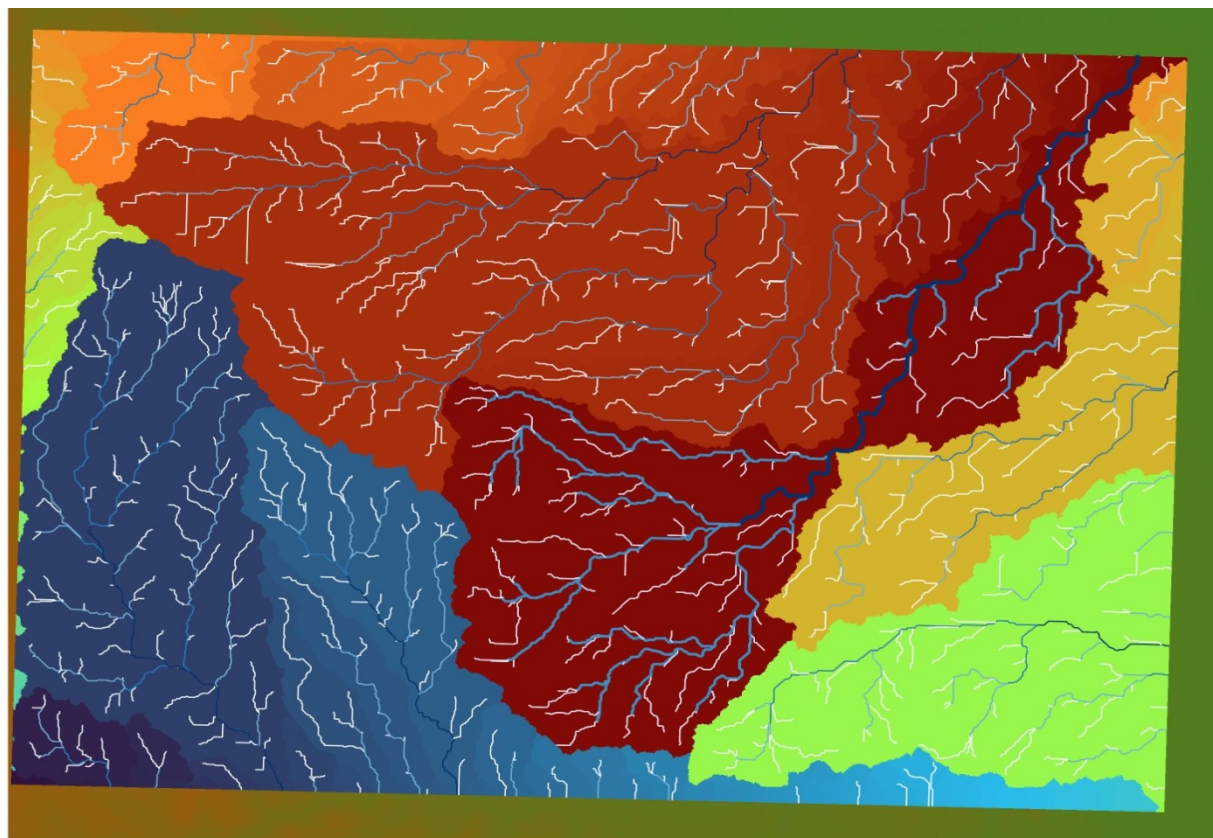


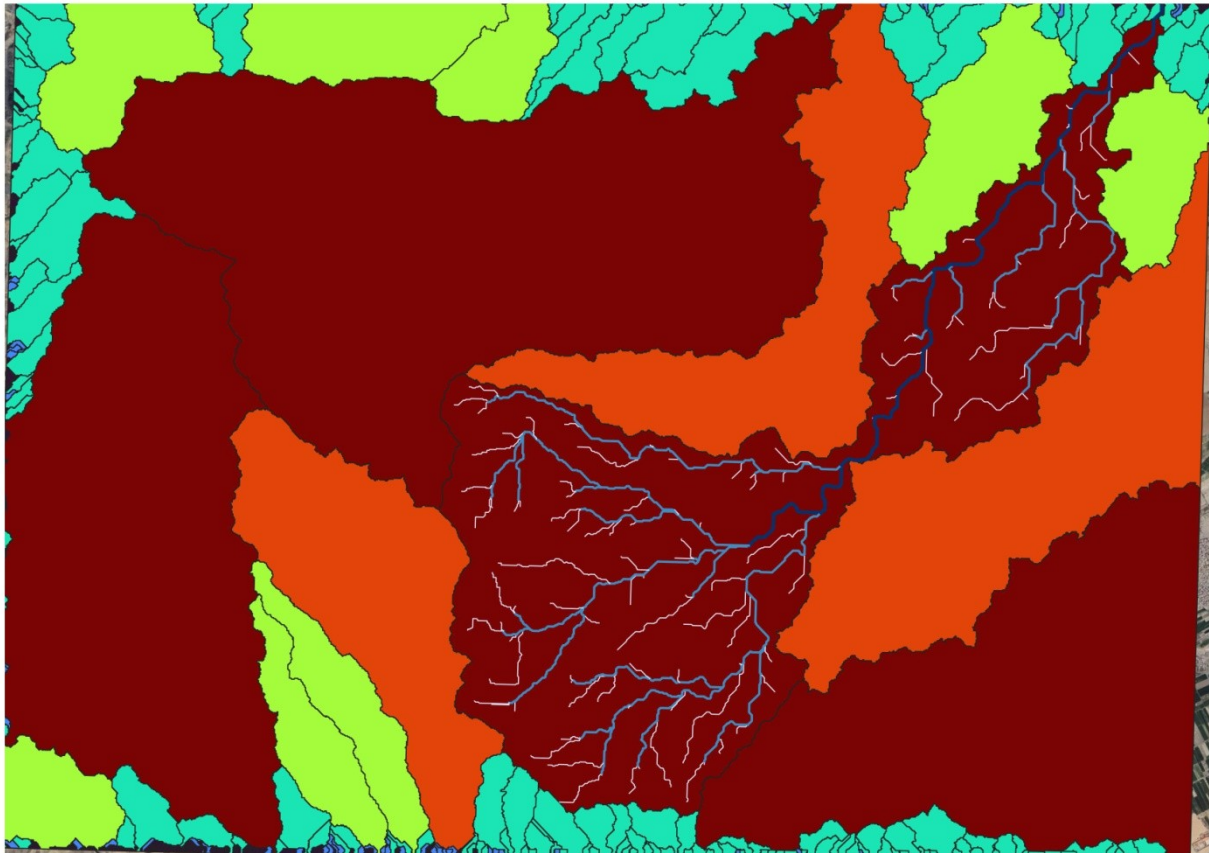
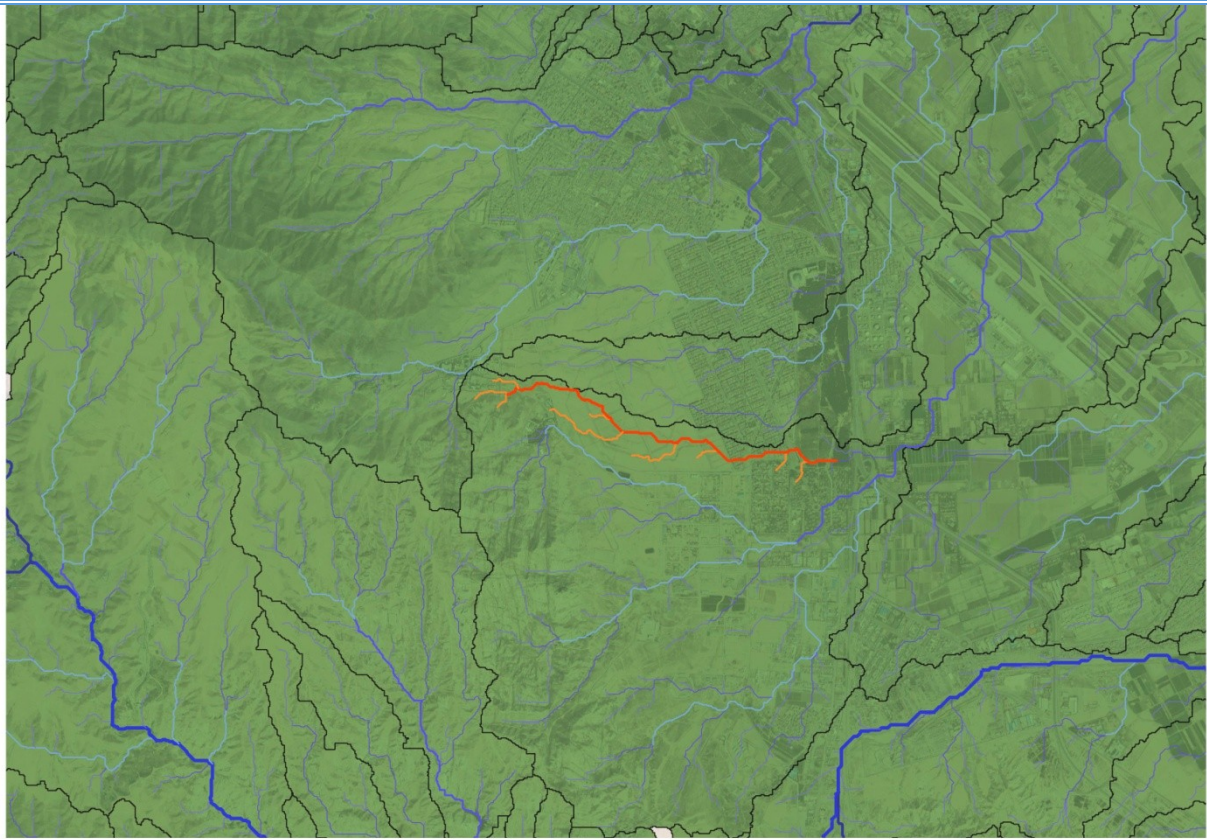
شکل ۲-۱۳- شبکه رودخانه ای منطقه کلانشهری مشهد
محدوده مورد مطالعه در منطقه سیدی مشهد

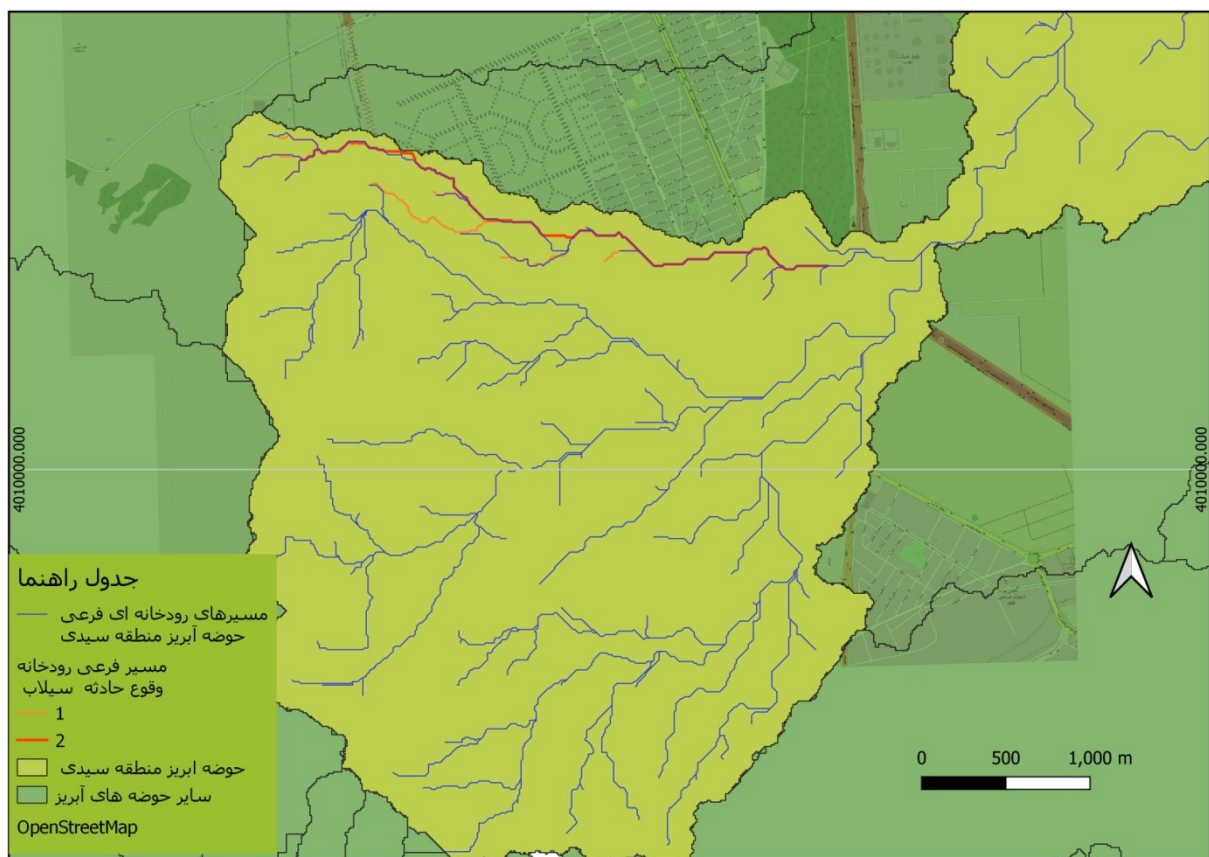


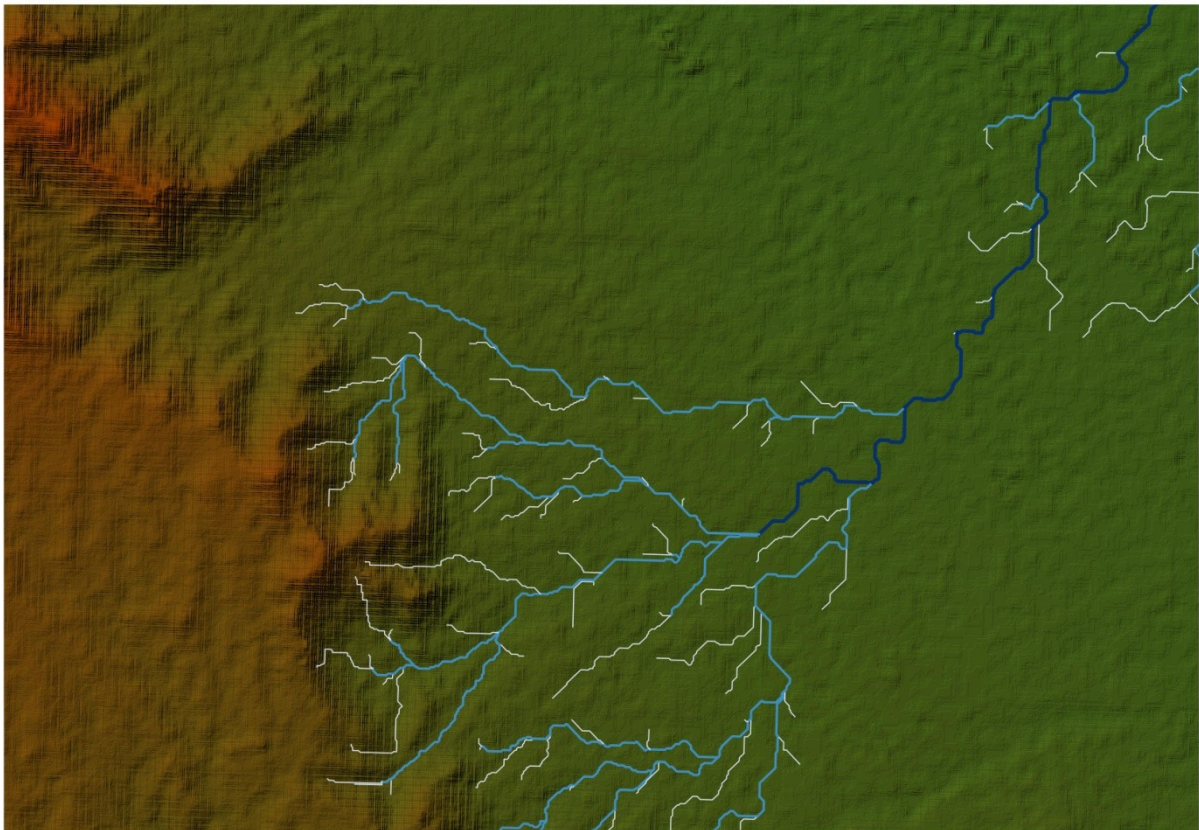
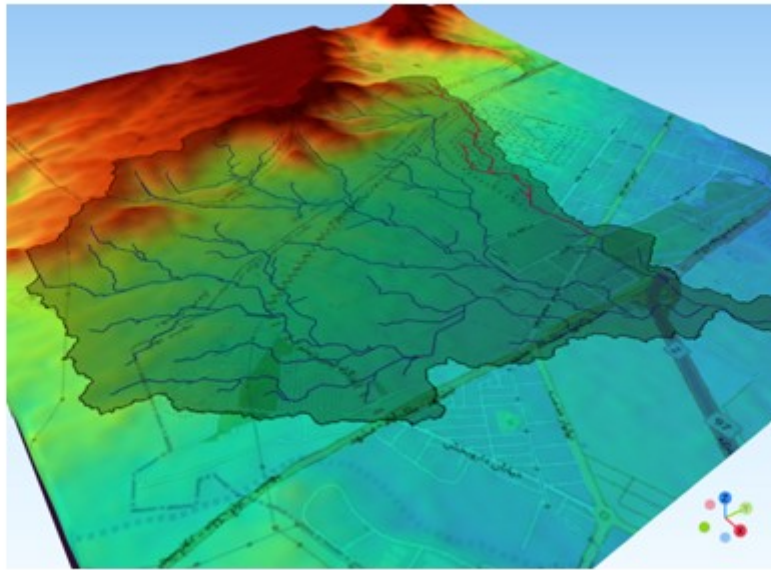
شکل 1: نمونه ای از تخریب دامنه های جنوبی مشهود به منظور احداث کنار گذر جنوبی

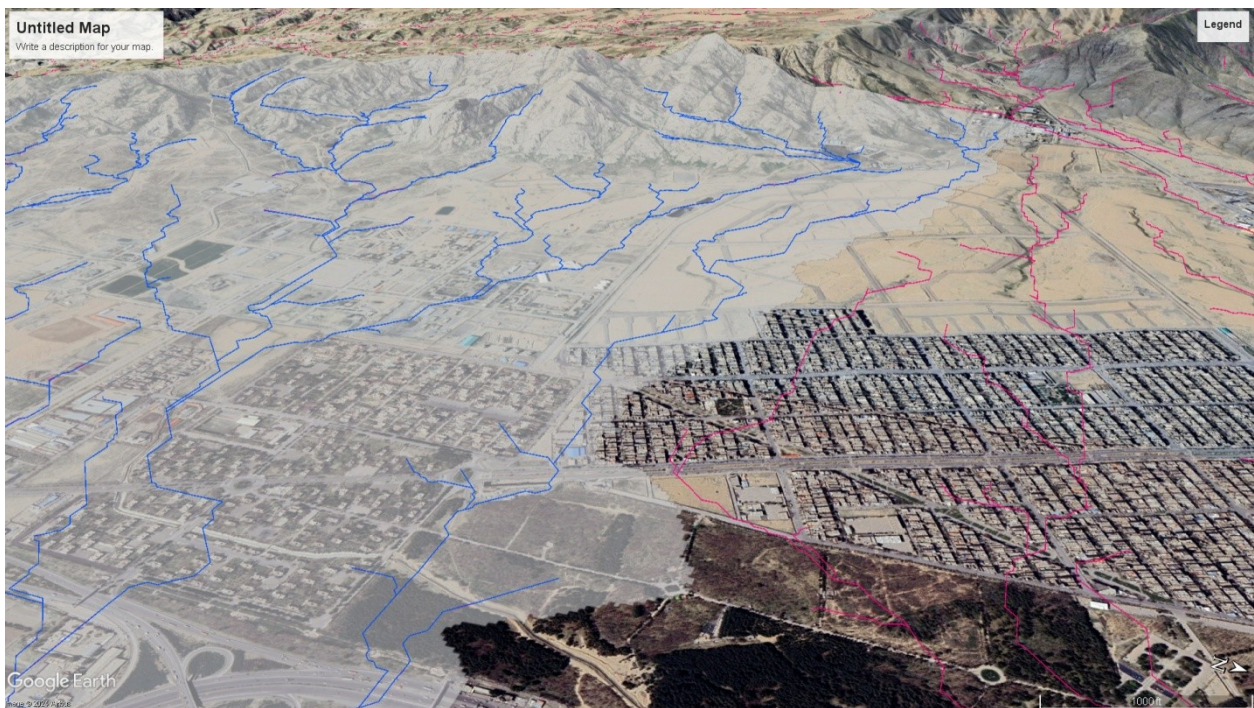
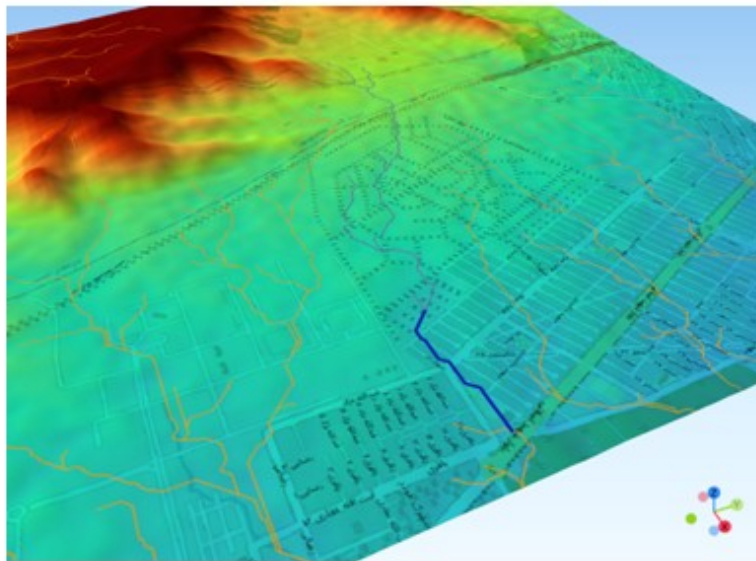














مجموعه اشکال ۱۴- حوضه آبریز سیدی

زیر حوضه زکریا

با دنبال کردن مسیر سیلاب مشهد که منجر به آب گرفتگی میدان انقلاب اسلامی گردیده دو زیر حوضه می‌رسیم که در جنوب غرب شهر قرار گرفته‌اند و در این گزارش نام آنها را زکریا و نجفی گذاشته ایم. حوضه زکریا مشرف به محدوده بولوار های نماز و شهید فکوری بوده و همان طور که در شکل ۱۴ مشاهده می‌شود بخشی از خروجی این زیر حوضه به موقعیت پل شهید ناصری متصل می‌گردد که محل ورود سیلاب حاصل از این زیر حوضه به بزرگراه شهید سلیمانی بوده است. پارامترهای فیزیوگرافیک این زیر حوضه در جدول ۶ و نتایج محاسبات زمان تمرکز و دبی سیلاب آن در جدول ۷ قابل بررسی می‌باشد.

جدول ۶- پارامترهای مرفولوژی حوضه زکریا

ضریب شاخص	متغیر	شرح	شاخص
-----------	-------	-----	------

area (km ²)	مساحت حوضه (کیلومتر مربع)	A (km ²)	۲۶,۱۶
(kmperimeter			
(km)	محیط حوضه	P (km)	۹۸,۲۲
longest straight length			
(km)	طول خط مستقیم حوضه	L (km)	۱۸,۷
area (mi ²)	مساحت حوضه (مایل مربع)	۱*۳۸۶۱,۰	۶,۲۷۸
(mile ²)			
elevation	حداقل ارتفاع	MIN	۱۰۰۷
max elev dif	حداکثر ارتفاع	MAX	۳۵۲
elev mean	دامنه تغییرات ارتفاع	RANGE	۴۹۹
elev	متوسط ارتفاع	MEAN	۹,۱۲۰۰
mainstream max elev, for TC mainstream min elev, for TC	حداکثر ارتفاع شاخه اصلی		۱۳۵۹
	حداقل ارتفاع شاخه اصلی		۱۰۰۷
Dif Y; max-min mainstream Dif			
X , horizontal distance	اختلاف ارتفاع شاخه اصلی		۳۵۲
slope m/m FF; Form factor Gravelius	طول افقی شاخه اصلی		۸۰۵۷
Circularity Ratio, Miler	شیب		۰,۴۴۰
	شکل حوضه	FF	۳۱۵,۰
Elongation Ratio	ضریب گراویلوس	kc	۶۰۷,۱
	ضریب گردی	Re	۳۸۷,۰
	ضریب کشیدگی	Re	۶۲۹,۰

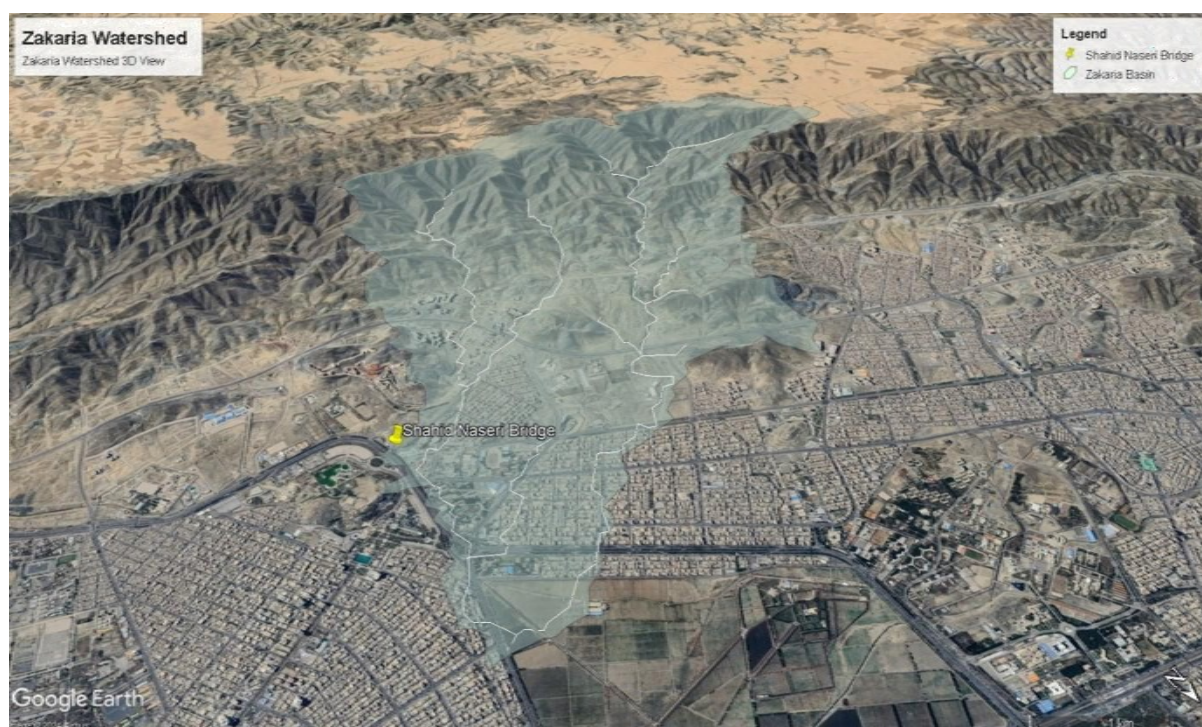
محاسبه زمان تمرکز و دبی حداکثر سیلاب برای این زیر حوضه نیز نشان می دهد در مدت زمان تقریبی ۳۰ دقیقه دبی حدود ۲۳ متر مکعب در ثانیه را ایجاد خواهد کرد.

جدول ۷- محاسبات زمان تمرکز و دبی سیلاب حوضه زکریا

شاخص	متغیر	زمان تمرکز به ساعت	پارامتر
۳۶۱۷۷۰۰	SCS	زمان تمرکز به روش SCS	Time of concentration SCS
۴۴۱۰	Kirpich,	زمان تمرکز روش کرپیچ	time of concentration in minutes (tc/۶۰ here in hour)

Time of concentration in hours	زمان تمرکز روش استدلالی	estedlal	۱۲۰
Time of concentration in hours	زمان تمرکزین چاو	Yen Chow	۳۷۸۰
Time of concentration in hours	زمان تمرکز به روش وان سکل	Van Sickle	۴۷۴۱

peak flow, $T^{20}, C=95,3$	اوج به مترمکعب در ثانیه	creager , cms	۱۴۵۲۳
peak flow, $T^{50}, C=14,6$	اوج با روش کریگر دبی	creager , cms	۹۷۷۳۵
peak flow, $T^{100}, C=29,8$	اوج با روش کریگر	creager , cms	۵۷۴۴۸
Peak flow, Fuller T^{20}		Fuller cms	۰۷۹۲۲
Peak flow, Fuller T^{50}	اوج با روش فولر	Fuller cms	۵۰۴۳۴
Peak flow, Fuller T^{100}	اوج با روش فولر	Fuller cms	۳۶۱۴۶
	دبی اوج با روش فولر		



شکل ۱۵- نمای سه بعدی زیرحوضه زکریا و موقعیت پل شهیدناصری

زیرحوضه نجفی

زیرحوضه نجفی نیز از ارتفاعات جنوب مشهد آغاز شده و به بزرگراه های جنوبی شهر شامل بلوار نماز، بلوار شهیدفکوری و بزرگراه شهید کلانتری-سلیمانی منتهی می گردد. به عبارت دیگر این معابر اصلی ، این

زیرحوضه و زیرحوضه زکریا را قطع می کنند. علاوه بر این بلوارهایی که بطور عمودی این محورهای اصلی را قطع می کنند کاملاً در امتداد آبراهه های اصلی و بعضاً روی مسیر آنها ساخته شده اند که خود موجب سرعت گرفتن تشکیل و انتقال سیلاب حاصل از این زیرحوضه های گردند. خوشبختانه کانال های جمع آوری و انتقال رواناب که در امتداد مسیر آبراهه اصلی این زیرحوضه احداث شده اند بخش قابل ملاحظه ای از سیلاب را به بخش های پایینی هدایت کرده اند.

جدول ۸- پارامترهای مرفولوژی حوضه نجفی

شاخص	شرح	متغیر	ضریب شاخص
area ۲) (kmperimeter (km)	مساحت حوضه (کیلومتر مربع)	A (km ^۲)	۸۳,۲۴
longest straight length (km)	محیط حوضه	P (km)	۰۱,۲۷
area ۲) (mile ^۲ min	طول خط مستقیم حوضه	L (km)	۲۸۵,۷
elevation	مساحت حوضه (مایل مربع)	۱*۳۸۶۱,۰	۵۸۹,۹
max elev dif	حداقل ارتفاع	MIN	۱۰۱۱
elev mean	حداکثر ارتفاع	MAX	۱۵۲۶
elev	دامنه تغییرات ارتفاع	RANGE	۵۱۵
mainstream max elev, for TC mainstream min elev, for TC	متوسط ارتفاع	MEAN	۲۲,۱۱۳۵
Dif Y; max-min mainstream Dif X, horizontal distance	حداکثر ارتفاع شاخه اصلی		۱۲۸۵
slope m/m FF; Form factor Gravelius	حداقل ارتفاع شاخه اصلی		۱۰۱۱
Circularity Ratio, Miler	اختلاف ارتفاع شاخه اصلی		۲۷۴
	طول افقی شاخه اصلی		۸۹۴۶
	شیب		۰,۳۱
	شکل حوضه	FF	۴۶۸,۰
Elongation Ratio	ضریب گراویلیوس	kc	۵۲۹,۱
	ضریب گردی	Re	۴۲۸,۰
	ضریب کشیدگی	Re	۷۶۶,۰

محاسبه زمان تمرکز و دبی سیلاب حداکثری که توسط این حوضه تولید می شود مطابق جدول ۹ حدود
۳۱ متر مکعب در ثانیه در مدت زمان ۳۰ دقیقه می باشد.

جدول ۹- محاسبات زمان تمرکز و دبی سیلاب حوضه نجفی

شاخص	متغیر	زمان تمرکز به ساعت	پارامتر
۸۶۵۸۵۸۶	scs	زمان تمرکز به روش SCS	Time of concentration SCS
۵۴۹۰	Kirpich,	زمان تمرکز روش کریپیچ زمان	time of concentration in minutes (tc/۶۰ here in hour)
۷۶۴۰	estedlal	تمرکز روش استدلالی زمان	Time of concentration in hours
۴۴۷۰	Yen Chow	تمرکزین چاو زمان تمرکز به	Time of concentration in hours
۲۵۳۱	Van Sickle	روش وان سکل	Time of concentration in hours
		دبی اوج به متر مکعب در ثانیه	
۵۳۴۳۱	creager , cms	دبی اوج با روش کریگر دبی اوج	peak flow, T _{۲۰} , C=۹۵,۳
۰۱۸۴۹	creager , cms	با روش کریگر دبی اوج با روش	peak flow, T _{۵۰} , C=۱۴,۶
۱۸۲۶۶	creager , cms	کریگر	peak flow, T _{۱۰۰} , C=۲۹,۸
۰۰۱۲۹	Fuller cms	دبی اوج با روش فولر	Peak flow, Fuller T _{۲۰}
۳۲۱۴۵	Fuller cms	دبی اوج با روش فولر	Peak flow, Fuller T _{۵۰}
۸۹۵۶۰	Fuller cms	دبی اوج با روش فولر	Peak flow, Fuller T _{۱۰۰}

همان طور که ملاحظه می شود که در بخش هایی که پیش بینی لازم در ساخت کانال های جمع آوری و هدایت رواناب سطحی صورت گرفته است از شدت تأثیر سیلاب و خسارت های آن کاسته شده است ولی در بخش جنوب خاوری شهر که این زیر ساخت ها ضعیف تر بوده اند علی رغم دبی یکسان شدت خسارت ها گسترش پیدا کرده است.



شکل ۱۶- نمای سه بعدی زیرحوضه نجفی

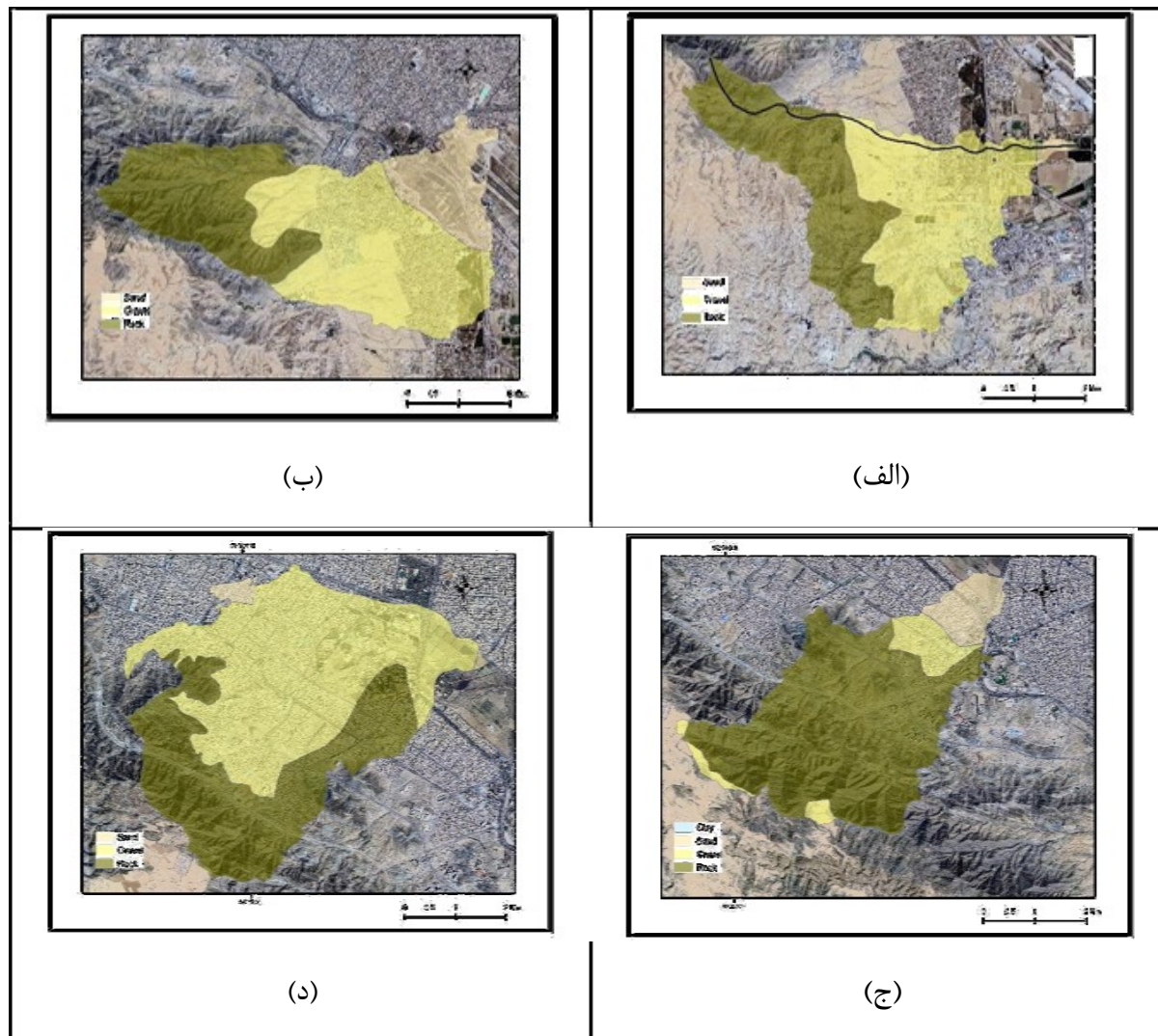
- زمین شناسی و توپوگرافی زیرحوضه های آبریز ارتفاعات جنوبی مشهد:

از دیگر ویژگی های منطقه مورد مطالعه، رخنمون توده های آذرین گرانیتی و سنگ های دگرگونه (منتسب به فیلیت های مشهد) و نیز بقایای افیولیت پالئوتتیس (که بیشتر سرپانتیزه شده اند و دارای جلای چرب و صابونی هستند)، در ارتفاعات جنوبی شهری باشد که میزان نفوذ آب را به حداقل رسانده و استعداد بالایی برای تولید رواناب ایجاد می کند. درصد رخنمون سنگی در چهار زیرحوضه مورد بررسی به شرح جدول زیر می باشد:

جدول ۱۰- درصد رخنمون سنگی

نام زیرحوضه	درصد رخنمون سنگی
طرق	۴۴.۲
خلج	۳۳.۴
زکریا	۸۱.۱
نجفی	۴۰.۵

طبقه‌بندی خاک در این ناحیه بیشتر از نوع گراول، ماسه و رس می‌باشد. رسوبات گراولی پادگانه‌های آبرفتی سیلاب‌های قدیمی هستند که بخشی از مناطق جنوبی شهر نیز که درگیر سیل اخیر بوده‌اند روی این رسوبات بنا شده‌اند.



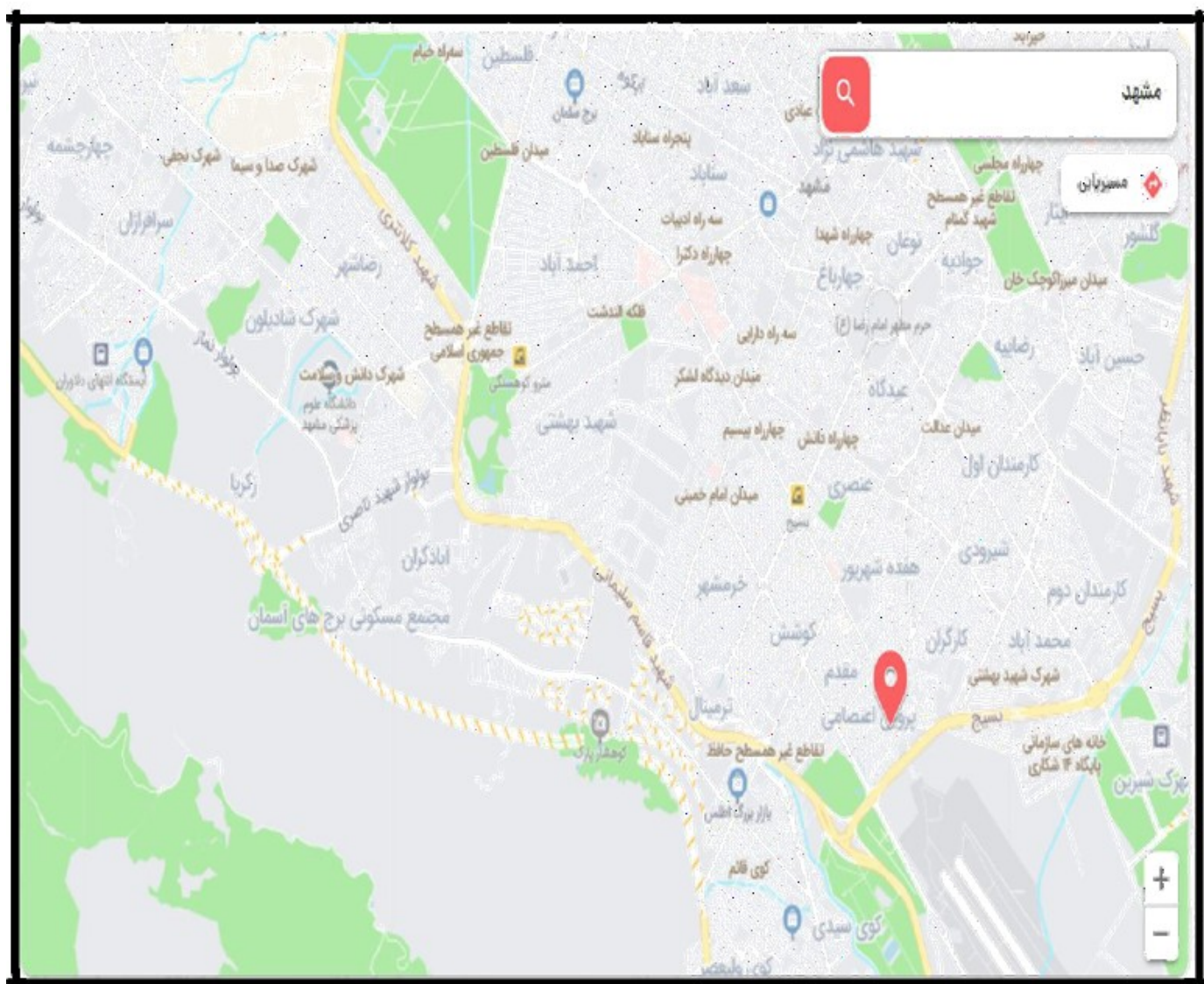
شکل ۱۷- نقشه طبقه‌بندی خاک زیر حوضه طرق (الف)، خلج (ب)، زکریا (ج) و نجفی (د)

- گسترش غیر اصولی شهر در ارتفاعات جنوبی مشهد و مسدود یا منحرف کردن مسیر آبراهه‌ها: سیل‌های چهارشنبه و شنبه‌مورخ ۲۶ و ۲۹ اردیبهشت ۱۴۰۳، موجب آسیب جدی و از دست دادن جان چند نفر در سه منطقه از شهر مشهد بلوار نماز، زیرگذر پل ترمینال، محله سیدی و خیابان سپاه ۶۹ شده است، مناطقی که همه جزو محله‌های حاشیه‌ای، در معرض آسیب و البته کلیدی شهر مشهد، هستند.

- منطقه سیل زده بلوار نماز

یکی از مهمترین عوامل مهم در ایجاد سیلاب و خسارات جانی و مالی در این سه منطقه در مشهد، تصرف ارتفاعات جنوبی و جنوب باختری مشهد با ساخت و سازهای بی رویه و غیر اصولی و یامسدود ساختن آبراهه ها و مسیل ها با کوه تراشی می باشد که بستر کوه را آسفالت و بتن ریزی کرده اند و به همین دلیل فرصتی برای نفوذ آب نیست. احداث بلوار نماز در کوهپایه جنوبی شهر مشهد با روند به تقریب شمال باختری - جنوب خاور، عمود بر آبراهه هایی با روند شمال خاوری - جنوب باختری که سعی دارند خود را به رودخانه کشف رود برسانند، نمونه بارزی از این ساخت و سازهای غیر اصولی و بی ضابطه است. که به تبع احداث این بلوار، توسعه شهر در کوهپایه در دو طرف این بلوار مزید بر علت شده است. علاوه بر ساخت و ساز، مسدود شدن آبراهه ها و مسیل ها در ارتفاعات شمال بلوار نماز توسط نخاله های ساختمانی و خاک ریزهای دست ساز و سست و یابلوک های سیمانی و نیز شاخ و برگ گیاهان، تنگ و محدود بودن کانال های هدایت آب به موازات بلوار نماز و بعضا مسدود شدن آنها با ریزش و عدم پاک سازی و ترمیم آنها، مزید بر علت ایجاد سیلاب و خسارت در این ناحیه شده است (شکل ۱۸).





شکل ۱۸- موقعیت بلوار نماز و بزرگراه شهید کلانتری- قاسم سلیمانی و پل انقلاب (ترمینال مشهد).

تصاویر زیر بیانگر عوامل مهم در سیلاب اخیر در بلوار نماز است:

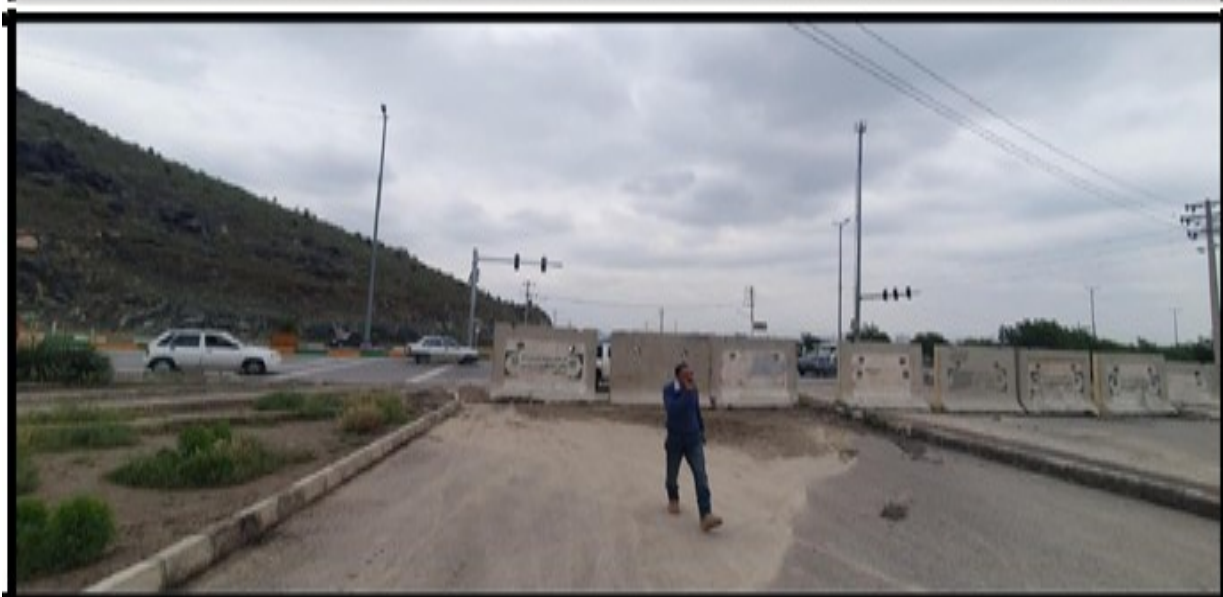


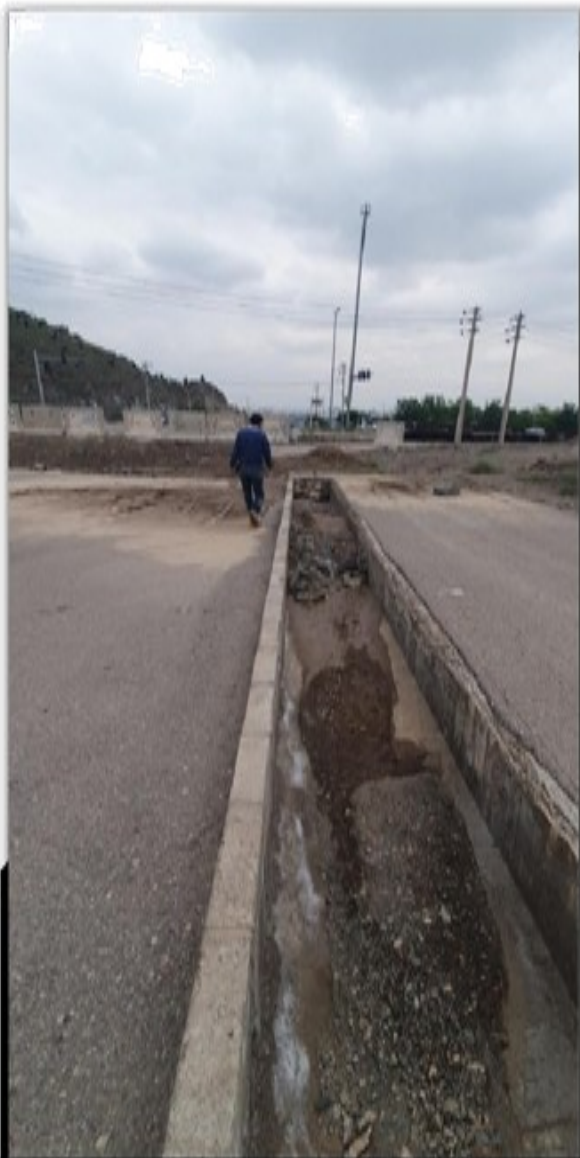




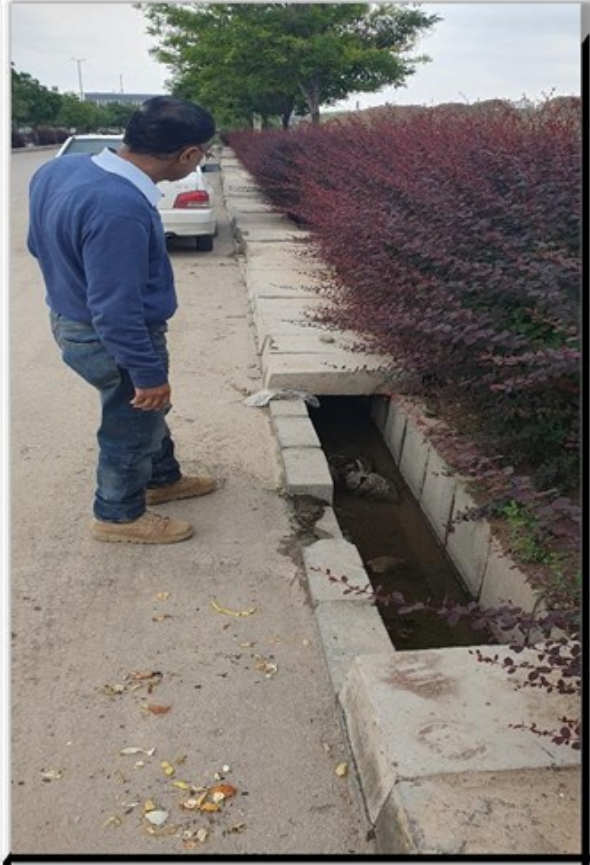














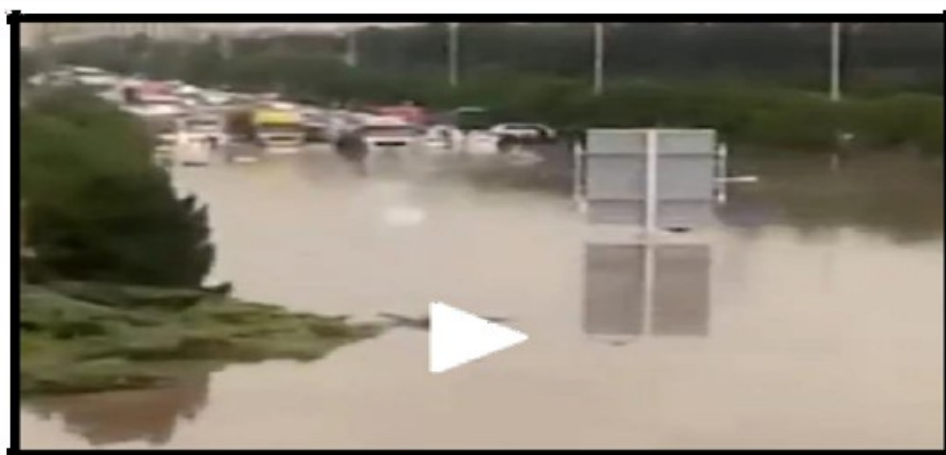
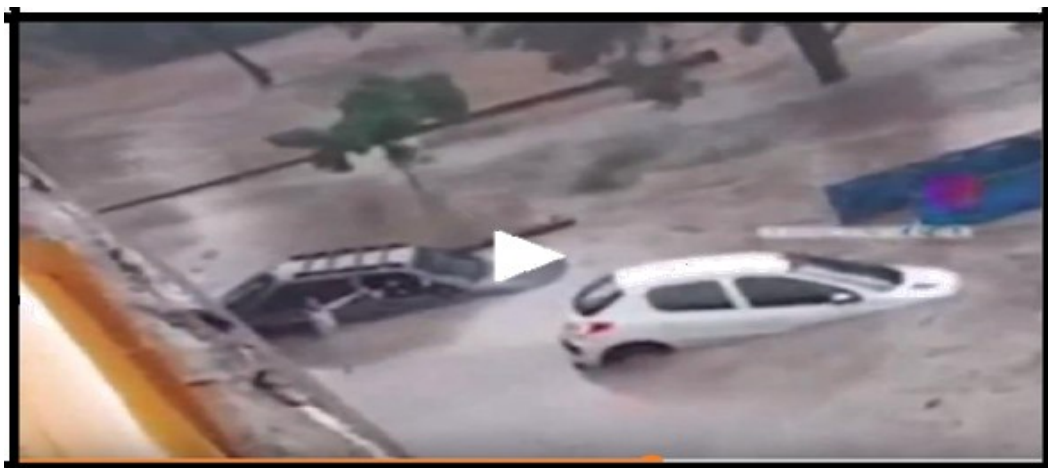


مجموعه تصاویر ۱۹-مشکلات تخریب و یا پرشدگی و یا عدم حفر کانال های لازم جهت دفع روان آب

- منطقه سیل زده زیرگذر پل انقلاب (ترمینال مشهد)

از شهرک آبادگران به سمت محله سیدی، شیب بلوار نماز از شمال باختری به سمت جنوب خاوری است، که سبب جاری شدن سیلاب و هدایت آن به سمت محله سیدی شده است و در مسیر، بخشی از سیلاب حاصله، توسط بلوار های عمود بر بلوار نماز که بلوار نماز را به بزرگراه شهید کلانتری - قاسم سلیمانی وصل می کند نظیر بلوار شهید ناصری، بلوار شهدای ارتش و بلوار کوشش، آب به سمت بزرگراه شهید کلانتری - قاسم سلیمانی، هدایت شده است و در منطقه زیرگذر پل انقلاب (ترمینال مشهد) بعلاوه پایین بودن سطح منطقه از نظر توپوگرافی نسبت به بقیه نقاط، آب در این منطقه تجمع یافته و ارتفاع آن به بیش از ۴ تا ۵ متر هم رسیده است و سبب گرفتار شدن ماشین ها و گرفتن جان چند نفر از هم شهریان عزیز گرفتار شده در سیلاب در این منطقه شده است. علاوه بر اینکه سیلاب از میدان حافظ و آبادگران به این سمت سرازیر شده است، مسدود بودن و رها شدن یکباره مسیرها و کانال هدایت آب از ارتفاعات کوه شار مشهد به جای هدایت به داخل کانال آب قدیمی که از زمین های ارتش در این منطقه عبور می کند، مزید بر علت تجمع آب بیش از حد در این منطقه شده است. تصاویر زیر بیانگر عوامل مهم در سیلاب اخیر در زیرگذر پل انقلاب (ترمینال مشهد) است:



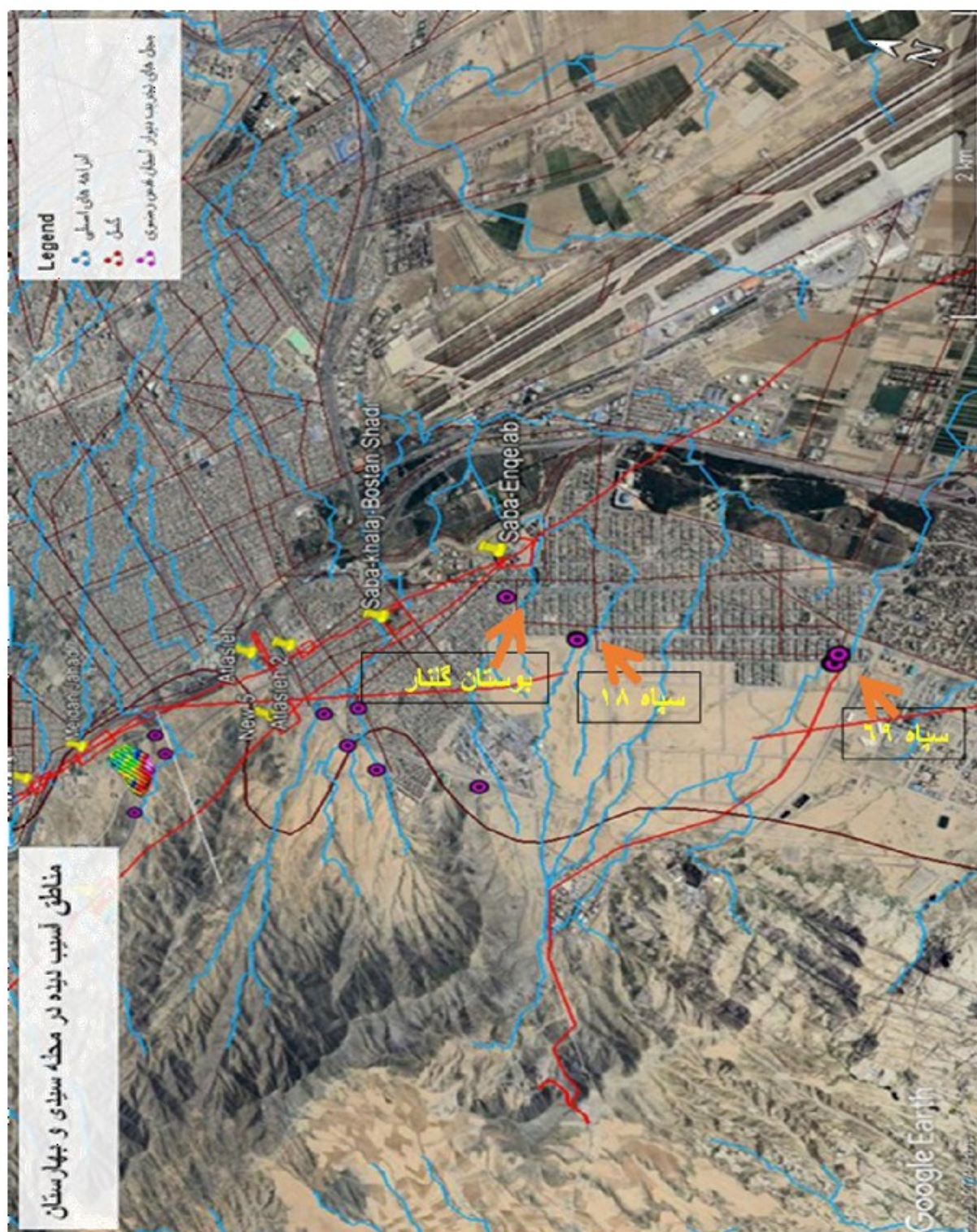




مجموعه تصاویر ۲۰- علل سیل میدان انقلاب مشهد

- منطقه سیل خیز بهارستان، محله سیدی، انتهای بلوار کوشش، هفت حوض، پارک گلنار و سپاه ۱۸ و ۶۹

از شهرک آبادگران به سمت محله سیدی، شیب بلوار نماز از باختر به خاور است، که سبب جاری شدن سیلاب و هدایت آن به سمت محله سیدی شده است و از طرفی فیزیولوژی خود زیرحوضه آبریز منطقه که از ارتفاعات خلج مشهود منشاء می گیرد جزء زیرحوضه های پرخطر از نظر سیلاب است. علاوه بر این وضعیت زمین شناسی منطقه که به طور عمده بر روی گرانیتهای جنوب مشهود قرار دارد بعلت نفوذ پذیری کم سبب جاری شدن رواناب زیاد در مدت زمان ۴۰ دقیقه شده است. در این زیرحوضه بیشترین بارش در شهر مشهود حدود ۵۲ میلی متر در ایستگاه پسماند گزارش شده است که بصورت باران و تگرگ بوده و دبی سیلاب قابل برآورد در این نقطه حدود ۴۷ متر مکعب بر ثانیه است. مهمترین عامل در خسارت جانی و مالی بالا در این محله بویژه در راستای انتهای بلوار کوشش، هفت حوض، پارک گلنار و خیابان سپاه ۱۸ و سپاه ۶۹ علاوه بر عوامل طبیعی بالا، ساخت و ساز غیر اصولی ساختمان های منطقه بر روی مسیل ها و آبراهه های این زیرحوضه و بویژه مسدود کردن آنها توسط دیوار کشی مربوط به آستان قدس رضوی است که بصورت یک سد مستعمل عمل کرده و سبب تجمع آب و هدایت آب های این زیرحوضه به سمت پایین دست شده است. که بعلت تجمع آب و شکسته شدن دیوارها در محل خروجی آبراهه ها در چند نقطه شده که در تمامی این نقاط همراه (انتهای بلوار کوشش، هفت حوض، پارک گلنار و خیابان سپاه ۱۸ و سپاه ۶۹) با خسارات زیادی بوده است (شکل ۲۱).



شکل ۲۱- محل های سیل خیز و آسیب دیده در محله سیدی - بهارستان، بلوار کوشش و سپاه ۱۸ و ۶۹.

- تصاویر مربوط به منطقه سیل زده بهارستان، محله سیدی، انتهای بلوار کوشش، هفت حوض، پارک گلنار









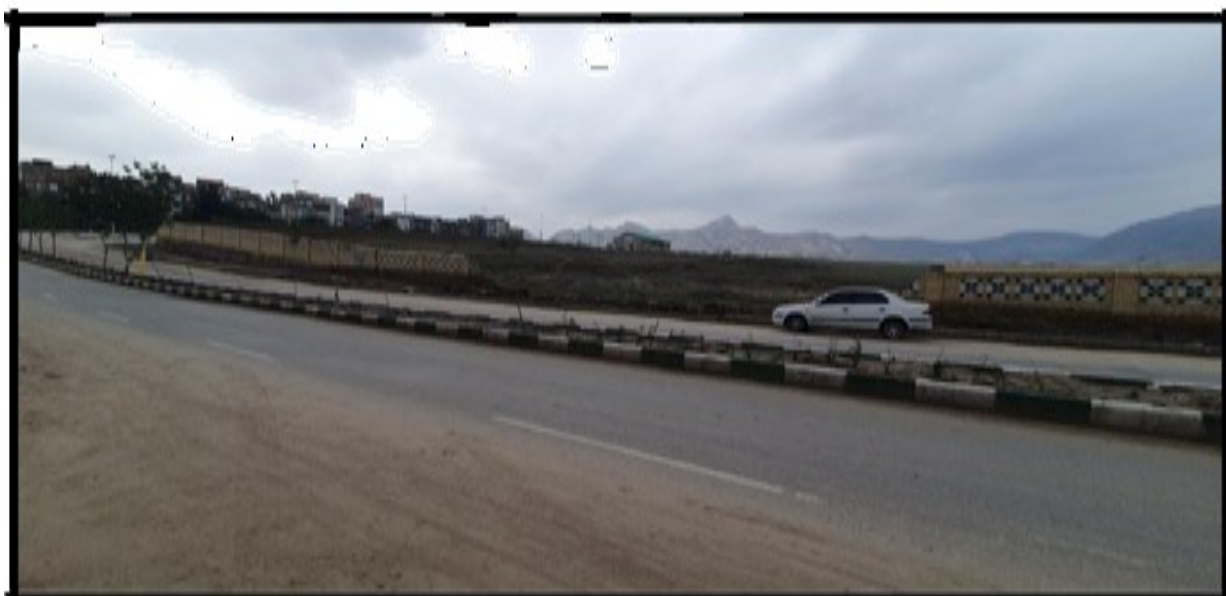
مجموعه شکل ۲۲- احداث بلوار بدون توجه به شیب زمین و عدم طراحی پل برای انتقال سیلاب که منجر به تخریب بلوار و بسته آن در سیل اخیر مشهد است (بزرگراه کمر بند سبز - هفت حوض)



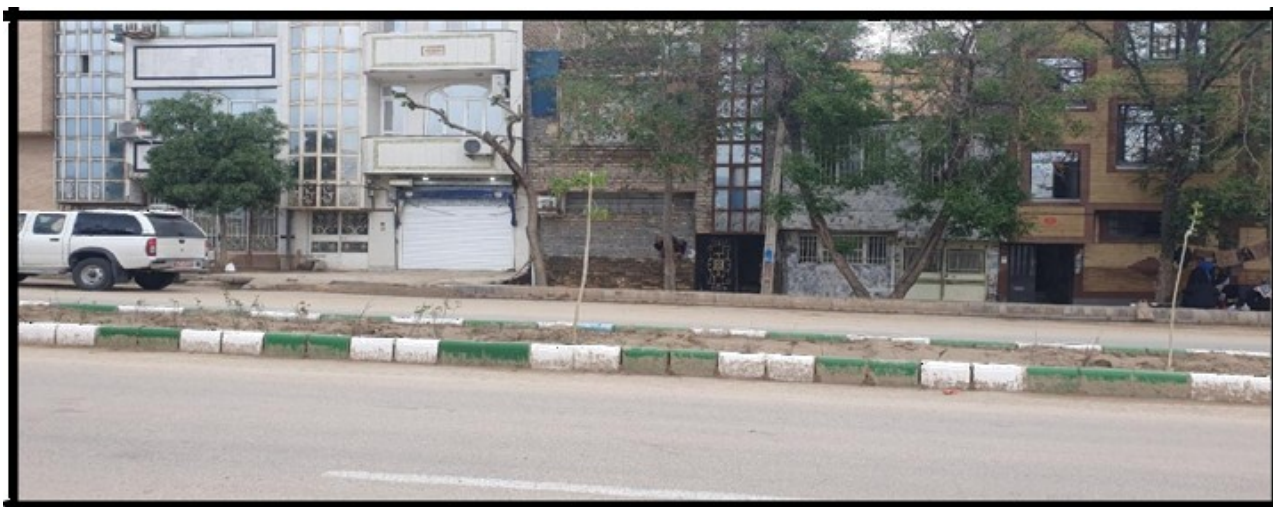


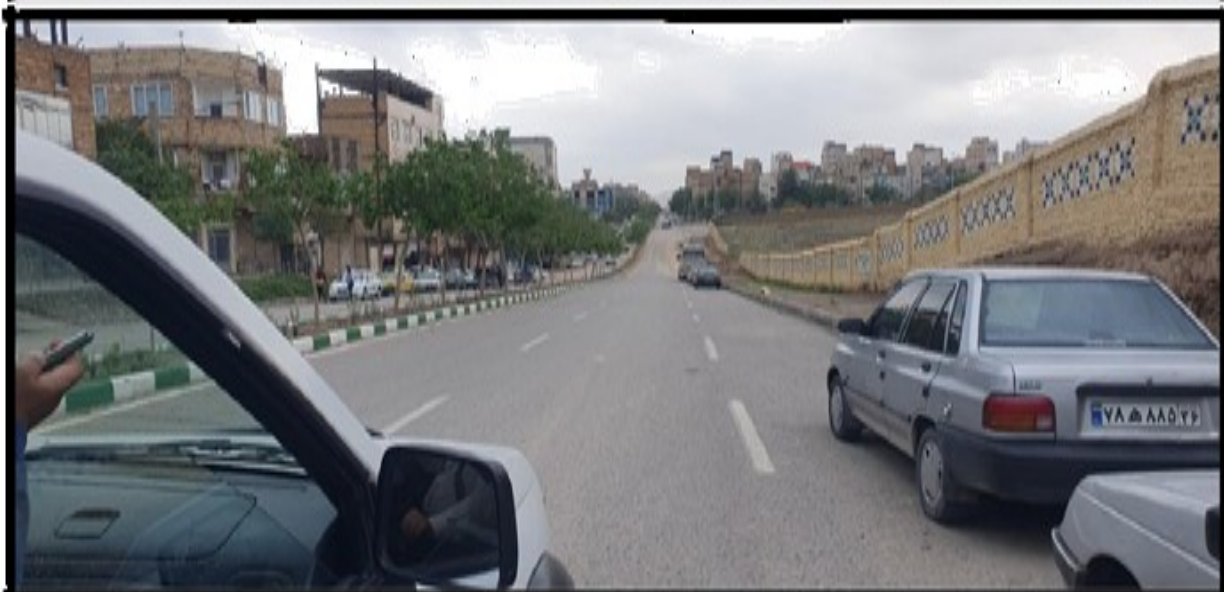






- تصاویر مربوط به منطقه سیل خیز سپاه ۱۸

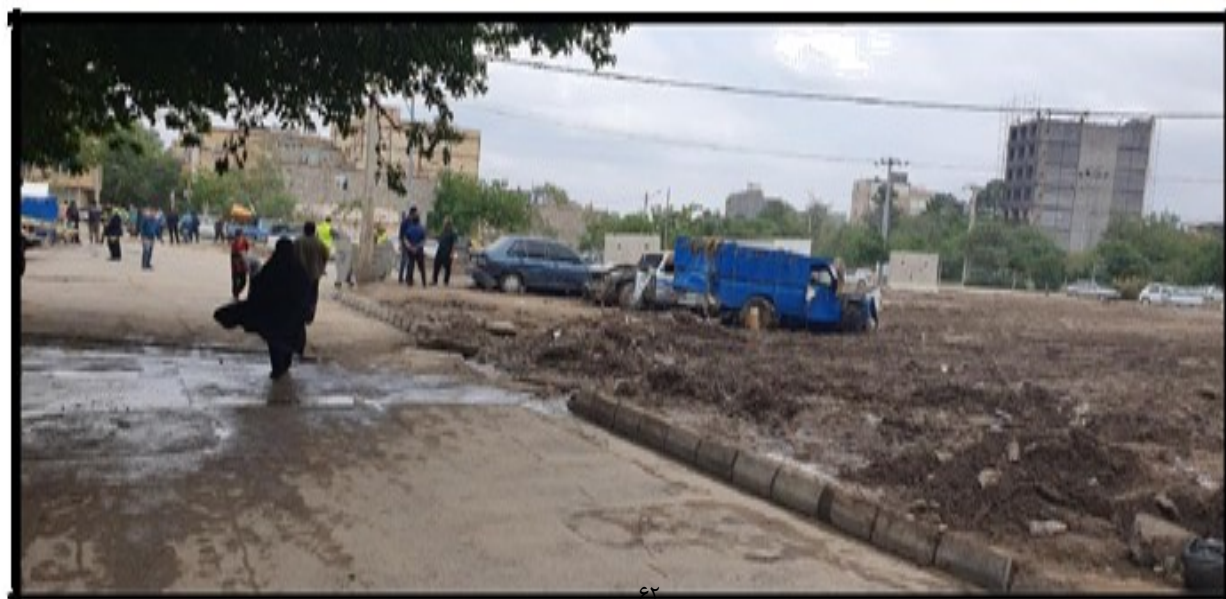
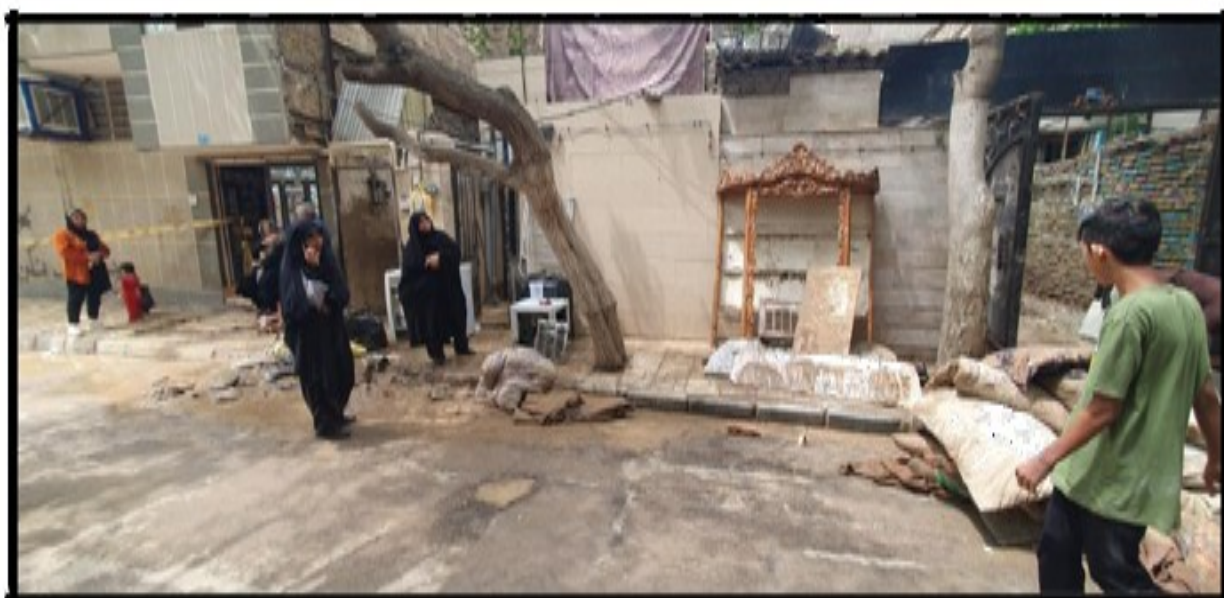




- تصاویر مربوط به منطقه سیل خیز سپاه ۶۹:













مجموعه تصاویر ۲۳- تخریب دیوار و سیل در سپاه ۶۹

۷- نتیجه گیری

از مهمترین عوامل موثر در خسارات جانی و مالی در سیلابهای روز ۲۶ و ۲۹ اردیبهشت کلان شهر مشهد، بویژه در بلوار نماز، محله سیدی و بهارستان، سپاه ۱۸ تا ۶۹ و زیرگذر پل انقلاب به موارد زیر می توان اشاره کرد:

۱- عوامل طبیعی:

- شدت بارش و حجم رواناب ایجاد شده در زیرحوضه های یاد شده بسیار زیاد و زمان تمرکز کم بوده است و سیلابهای ایجاد شده از شمار بارش های حدی و سیل آسا در مشهد است که در ۱۰۰ سال اخیر بی سابقه است.
- پوشش گیاهی کم از دیگر عوامل طبیعی در این منطقه است که سبب تشدید رواناب سطحی می شود.
- از لحاظ زمین شناسی، عمده رخنمونهای زمین شناسی ارتفاعات جنوب مشهد در زیرحوضه های حادثه خیز را گرانیت، فیلیت مشهد و بقایای افیولیت پالئوتتیس جنوب مشهد تشکیل می دهد که نفوذپذیری کم تا متوسط داشته و عاملی در جهت جمع اوری سریع رواناب سطحی در این مناطق شده است
- شیب زیاد زیرحوضه و فاصله کم ارتفاعات جنوبی مشهد از مناطق سیل خیز اخیر، سبب سرعت بخشیدن جریان روانابها و تجمع آنها در این زیرحوضه ها شده است.

۲ - عوامل موثر ناشی از دخالت بی رویه انسان

- تغییر کاربری اراضی، دستکاری در مسیر آبراهه ها و یامسدود کردن کامل این آبگذرها، ساخت و ساز در حریم مسیل ها، دیوار کشی بر روی مسیر آبراهه های اصلی و شکست آن، که خود بصورت سدی سست عمل کرده و منجر به هدایت و تجمع آب از آبراهه ها اصلی به سمت پست ترین نقطه خود شده است که در تمامی زیرحوضه های آبریز ارتفاعات جنوبی مشهد به وفور دیده می شود یکی از مهم ترین عوامل ایجاد تشدید رواناب است. بطور مثال ساخت بلوار نماز عمود بر مسیر آبراهه ها و توسعه ساخت و سازهای تجاری، تفریحی و مسکونی انجام شده و روانابهای بالا دست این مناطق همراه با روانابهای حاصل از پوشش های نفوذناپذیر در مناطق ساخت و ساز شده در مسیرهای جدید و یکپارچه شده است. منطقه سیدی مسیر پخش سیلابی است که از داخل شهر مشهد عبور می کند

تا وارد کال قرهخان شود، اما امروز این کانال به صورت کامل دفن و به یک کانال بسیار باریک در زیرزمین تبدیل شده است. کال قرهخان یک کانال فصلی سیلابی بود و ۱۰۰ سال پیش برای جمع آوری سیلاب احداث شده بود تا این آب را از ارتفاعات جنوبی جمع و به سمت کشف رود ببرد. سرچشمه این کانال در بلوار فلسطین مشهد است، اما امروز به صورت کامل دفن و روی آن ساخت و ساز شده و به یک کانال خروجی تبدیل شده که آب را از مشهد خارج می کند؛ به این ترتیب در بافت مرکزی مشهد هم خطر شدیدی وجود دارد و اگر مدیریت شهری فکری برای آن نداشته باشد قطعاً در سال های بعدی و تکرار چنین سیلاب هایی، مشهد خسارت زیادی می بیند

- احداث پل های ارتباطی بر روی مسیل ها و تنگ کردن مسیر گذر آب بدون در نظر گرفتن حداکثر دبی محتمل؛ که این مورد از عوامل بسیار مهم در سرریز روانابها و ایجاد خسارت در تمامی زیرحوضه های یاد شده است.

۸- پیشنهادات:

- دامنه جنوبی مشهد با طول تقریبی ۲۵ کیلومتر، چشم انداز زیبایی را برای منظر شهری مشهد به لحاظ مناظر طبیعی بوجود آورده است.
- منتهی در چند دهه اخیر به طور رسمی و غیر رسمی در قالب طرح های توسعه شهری و رشد حاشیه نشینی، بخش های وسیعی از این میراث طبیعی ماندگار تصرف و دستخوش تغییر کاربری شده است، بطوری که در نتیجه اجرا ابر پروژه های عمرانی مانند کنار گذر جنوبی و دهها بلوار و احداث مجتمع های بزرگ مسکونی - تجاری، گردشگری و نظامی، نه تنها باعث کاهش دسترسی مستقیم مردم به این تفرجگاه زیبایی طبیعی برای شهروندان شده، بلکه باعث تغییر و منقرض شدن مسیر ابراهه های طبیعی و خشکیده شدن چشمه سارها و تغییر جریان هوا و از میان رفتن گونه ای جانوری و گیاهی بومی منطقه شده است.
- در کنار این تغییرات اجرای نه چندان عالمانه طرح های عمرانی و ساخت و ساز های دستگاه های دولتی و شبه دولتی و بخش خصوصی - عمومی هم منجر به تخریب مسیر رودخانه ها و رعایت نکردن حریم آنها شده است. این موضوع به حدی شدید بوده که مسئولین ارشد نظام را هم به واکنش واداشته و لفظ کوه خواری را برای غارت این میراث طبیعی بکار برده اند.
- بنابر این، این مسایل باعث جاری شدن سیل در این مسیله ها در مواقعی که شدت بارندگی چندان قابل پیش بینی نیست، شده است. سیلاب این روزهای مشهد و ویرانی ها و کشته شدن چندین شهروند نتیجه چنین فعالیتهای نابخردانه و حریصانه می باشد. بنابراین به منظور جلوگیری از احتمال چنین خطراتی در آینده پیشنهاداتی به شرح زیر ارائه می شود:
- تهیه نقشه پهنه بندی خطر سیل در کلان شهر مشهد و شناسایی نقاط پرخطر و حادثه خیز از نظر سیلاب در کلان شهر مشهد.

- اجرای طرح جامع آبخیزداری و آبخوان داری و کنترل سیلاب در مناطق پرخطر و حادثه خیز در بالادست زیرحوضه ها و سطح شهر در مواقع بارندگی شدید.
- لایروبی منظم در مسیرگذر مسیل ها بویژه در محدوده پل ها و مسیرهای سرپوشیده و کانال های زیرزمینی.
- ایجاد سازه های تاخیری سیل در سرشاخه ها.
- تقویت پوشش گیاهی و حفاظت خاک در بالا دست حوضه های آبریز.
- جلوگیری از ایجاد موانع در حریم مسیل ها (ساخت و ساز، دیوارکشی) و آزادسازی آنها.
- برداشتن موانع در حریم ها و بویژه مسیرگذر مسیل ها.
- عدم تغییر کاربری های جدید اراضی.
- ایجاد مسیری های کمکی جهت زهکش مسیل.
- هدایت سیلاب به مناطق کمتر آسیب پذیر به ویژه در بخش های که ساخت و سازها در مناطق مرتفع است.

- اجرا و تکمیل سیستم جمع‌آوری فاضلاب، کمک به سیستم دفع آبهای سطحی می‌کند.
- پیش‌بینی بارشهای حدی و سیل آسا، توسط اداره هواشناسی مشهدپیش از وقوع سیل.
- اطلاع‌رسانی به موقع هشدارها و اعمال دستورالعمل‌های پیش‌گیرانه متناسب با سطح هشدار داده شده مانند تعطیلی اماکن عمومی و ممانعت از تردد در معابر بویژه نقاط سیل‌خیز در مشهد.
- جدی گرفتن هشدارهای سازمان هواشناسی و آماده باش کامل و به موقع کلیه ارگان‌های مرتبط.
- سخن آخر اینکه تغییرات اقلیم و بارش‌های حدی سیل آسا از سال ۱۳۹۸ در کشور آغاز شده است و کلیه مسئولین مرتبط، بویژه شهرداری، می‌بایست خود را بیش از پیش با این پدیده نوظهور آماده کنند.
- این اولین و آخرین سیل در مشهد نخواهد بود و قطعا در سال‌های متوالی آینده بویژه در فصل بهار تابستان امکان تکرار سیلاب حتی با شدت بیشتر و زمان تجمع کمتر را خواهیم داشت و باید با این پدیده نوظهور در کشور کنار آمده و با مدیریت هوشمند و هدایت آبهای سیلابی به مناطق امن از این موهبت الهی بیشترین استفاده را (در جمع‌آوری و استفاده بهینه از این آبها در جهت رفع کم‌آبی در مشهد) نمایند.
- تجدیدنظر در طرح‌های توسعه شهری و منطقه کلانشهری به منظور حفظ میراث طبیعی دامنه جنوبی مشهد به طول تقریبی ۲۵ کیلومتر و رعایت شرایط جغرافیایی طبیعی و زیست‌محیطی در طرح‌ها
- شناسایی کلیه شبکه آبراهه‌های اصلی و فرعی منطقه و تعیین وضعیت آنها به لحاظ میزان ریسک‌پذیری و خطرزایی آنها.
- تقویت پوشش گیاهی دامنه‌های جنوبی شهر و استفاده از گونه‌های بومی و سازگار با محیط زیست به منظور جلوگیری از فرسایش خاک و افزایش نفوذپذیری آب و جلوگیری حرکت بارش‌ها و سیل‌خیزی منطقه.
- برداشتن کلیه موانع فیزیکی از جمله دیوارکشی‌ها در مسیر رودخانه‌ها و کانال‌ها به منظور کاهش خطر سیل.
- لای روبی کلیه کانال‌ها به منظور انتقال سریع سیلاب در مواقع ضروری.
- احداث پل بر روی مسیرهای و بلوارها در مناطقی که به دلایل نامعلومی چنین سازه‌های بنا نشده، ولی در این حادثه مشخص شده که نیاز به احداث پل و سیل‌بند و دیوار ساحلی برای انحراف سیل وجود دارد.

- تجدید نظر در طرحهای توسعه شهری و منطقه کلانشهری به منظور حفظ میراث طبیعی دامنه جنوبی مشهد به طول تقریبی ۲۵ کیلومتر و رعایت شرایط جغرافیایی طبیعی و زیست محیطی در طرحها
- شناسایی کلیه شبکه ابراهه های اصلی و فرعی منطقه و تعیین وضعیت آنها به لحاظ میزان ریسک پذیری و خطر زایی آنها .
- تقویت پوشش گیاهی دامنه های جنوبی شهر و استفاده از گونه های بومی و سازگار با محیط زیست به منظور جلوگیری از فرسایش خاک و افزایش نفوذ پذیری آب و جلوگیری حرکت بارشها و سیل خیزی منطقه
- برداشتن کلیه موانع فیزیکی از جمله دیوار کشی ها در مسیر رودخانه ها و کانالها به منظور کاهش خطر سیل
- لای روبی کلیه کانالها به منظور انتقال سریع سیلاب در مواقع ضروری
- احداث پل بر روی مسیرهای و بلوارها در مناطقی که به دلایل نامعلومی چنین سازه های بنا نشده ولی در این حادثه مشخص شده که نیاز به احداث پل و سیل بند و دیوار ساحلی برای انحراف سیل وجود دارد.
- شناسایی نقاط حادث خیز اعم از آب گرفتگی ، رانش دامنه ها و زمین به منظور جلوگیری از خطرات آتی .

در خاتمه نگاهی به آمار زیر، در جهت مدیریت هوشمند و ایجاد شهر اسفنجی ، جهت کنترل بهینه سیلاب در کلان شهر مشهد تامل برانگیز است:

- ۷۰ درصد بارش های کشور تبخیر می شود.
- ۱۱ درصد بارش های کشور به سیلاب تبدیل می شود
- ۷۰ درصد آب باران در صورت هدایت به سفره های زیرزمینی قابل استفاده است.
- ۴۰ درصد منابع آبی جدید در صورت مدیریت آب باران، ایجاد خواهد شد.
- ۸۰ درصد آب باران در چین بابر مندی از شهر اسفنجی ذخیره و جذب می شود.

محاسبه ابعاد کانال برای منحرف کردن جریان آب باران:

- مساحت حوضه آبیاری: ۵۳۰ هکتار
- - ضریب جریان آب: ۰.۵
- - میزان بارندگی: ۳۸ میلی متر در ۲۴ ساعت
- - سرعت کانال را ۱.۵ متر بر ثانیه فرض کنید
- برای محاسبه ابعاد کانال، ابتدا باید دبی کل آب را پیدا کنیم:
- دبی کل آب = مساحت حوضه آبیاری × ضریب جریان آب × مقدار بارندگی / زمان
- جریان کل آب = ۵۳۰ هکتار × ۰.۵ × ۳۸ میلی متر / (۲۴ ساعت × ۳۶۰۰ ثانیه در ساعت)
- دبی کل آب = ۱۱.۷۸ m^۳/s

محاسبه ابعاد کانال برای منحرف کردن جریان آب باران:

- اکنون می‌توان ابعاد کانال مورد نیاز را با استفاده از فرمول سطح مقطع کانال محاسبه کنیم:
- سطح مقطع کانال = نرخ کل جریان آب / سرعت کانال
- سطح مقطع کانال = ۱۱.۷۸ m^۳/s / ۱.۵ m/s
- سطح مقطع کانال = ۷.۸۵ متر مربع
- برای تعیین عرض و عمق کانال، می‌توانیم مقطع مستطیلی را در نظر بگیریم و نسبت تصویر مناسب مانند ۲:۱ (نسبت عرض به عمق) را انتخاب کنیم.
- عرض کانال = $\sqrt{\text{مساحت مقطع کانال} \times ۲}$
- عرض کانال = $\sqrt{۷.۸۵ \text{ متر مربع} \times ۲}$
- عرض کانال = ۳.۹۵ متر $\approx$ ۴ متر
- عمق کانال = سطح مقطع کانال / عرض کانال
- عمق کانال = ۷.۸۵ متر مربع / ۴ متر
- عمق کانال = ۱.۹۶ متر $\approx$ ۲ متر
- بنابراین، ابعاد توصیه شده برای کانال برای منحرف کردن جریان آب باران عبارتند از:
- - عرض کانال: ۴ متر

- - عمق کانال: ۲ متر
- - سطح مقطع کانال: ۸ متر مربع
- این طرح باید بتواند نرخ جریان کل آب تخمینی $11.78 \text{ m}^3/\text{s}$ را برآورده کند.

محاسبه حجم آب در ناحیه ای با مساحت سطح و ارتفاع آب:

- حجم آب = سطح $\times$ ارتفاع آب
 - داده شده:
 - - مساحت = 40 متر مربع
 - - ارتفاع آب = 1 متر
 - جایگزینی مقادیر در فرمول:
 - حجم آب = 40 متر مربع $\times 1$ متر
 - حجم آب = 40 متر مکعب
- بنابراین حجم آب در مساحت 40 متر مربع با ارتفاع آب 1 متر 40 متر مکعب

محاسبه حجم آب در ناحیه ای با مساحت سطح و ارتفاع آب:

- برای محاسبه حجم آب در ناحیه ای با مساحت سطح و ارتفاع آب مشخص می توان از فرمول زیر استفاده کرد:
- حجم آب = سطح $\times$ ارتفاع آبداده شده:
- مساحت = 1173 متر مربع - ارتفاع آب = 0.5 متر جایگزینی مقادیر در فرمول:
- حجم آب = 1173 متر مربع $\times 0.5$ متر حجم آب = 586.5 متر مکعب
- بنابراین حجم آب در مساحت 1173 متر مربع با ارتفاع آب 0.5 متر 586.5 متر مکعب است.

منابع و مراجع:

- اداره کل زمین شناسی و اکتشافات معدنی منطقه شمال شرق (مشهد) دفتر بررسی مخاطرات زمین شناختی، زیست محیطی و مهندسی تهیه کننده: ناصر نعیمی قصابیان همکاران: تورج مجیدی ، امیر عابدزاده
- تحلیل سیل منطقه سیدی مشهد دکتر رهنما
- زراعت کار و همکاران، ۱۳۹۳. ارزیابی روشهای برآورد دبی پیک سیلاب در حوضه آبخیز شهری جهت کنترل سیلاب
- غیور، حسنعلی، ۱۳۷۵. سیل و مناطق سیل خیز ایران، تحقیقات جغرافیایی شماره ۴۰.
- معیری، انتظاری، ۱۳۸۷. سیلاب و مروری بر سیلابهای استان اصفهان، فصلنامه چشم انداز جغرافیایی.
- طرح جامع شهر مشهد، راه و شهرسازی.
- تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث.
- نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰، انتشارات سازمان نقشه برداری کشور.
- نقشه‌های زمین شناسی مشهد ۱:۲۵۰۰۰۰، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

