تجزیه و تحلیل ژئومورفولوژیکی سیل در حوضه انتهایی رود کر با تاکید بر مدیریت سیل

سعیده ایزدی*

دکتر زین‌العابدین جعفرپور**

دکتر حیدر قادری***

تجزیه و تحلیل ژئومورفولوژیکی سیلاب در حوضه انتهایی رود کر با تاکید بر مدیریت

چکیده:

منطقه مورد مطالعه در استان فارس و بین عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۲۲ دقیقه تا ۲۹ درجه و ۵۳ دقیقه و طول شرقی ۵۲ درجه و ٤۲ دقیقه تا ۵۳ درجه و ۲۸ دقیقه واقع شده و ۲۱٤۵ کیلومتر مربع وسعت دارد. توزیع نامناسب مکانی و زمانی بارندگی از یکطرف با سیل‌های مخرب و از طرف دیگر با خشکسالی‌های متناوب روبه‌رو می‌باشد که تاثیرات اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی گوناگونی را سبب می‌شود. در این تحقیق عوامل ژئومورفولوژیکی موثر بر سیل و مدیریت آن در حوضه مورد مطالعه بررسی شده و با تحلیل این عوامل، راهکارهای مناسب جهت کاهش خسارات ارائه شده است. برای برآورد مقدار رواناب تولیدی از روش شماره منحنی رواناب(CN) اداره حفاظت خاک آمریکا(SCS) استفاده گردید. برای این منظور ابتدا داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز شامل آمار وضعیت اقلیم منطقه، نقشه‌های زمین شناسی، توپوگرافی و خاک؛ عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای جمع‌آوری و وارد سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS) گردید. با تلفیق این داده‌ها و اطلاعات، نقشه پتانسیل سیل‌خیزی حوضه تهیه گردید. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که احتمال وقوع سیل در منطقه مورد مطالعه بالا است و در فصل زمستان بیشترین احتمال وقوع سیل وجود دارد که علت آن را می‌توان به خصوصیات بارندگی در این منطقه دانست و همچنین سیلاب‌های این فصل بیشترین زمان‌های تداوم، اوج و فروکش سیل را به خود اختصاص می‌دهند.

واژگان کلیدی: سیلاب، مدیریت، روش SCS، سیستم اطلاعات جغرافیایی، رود کر.

---

* کارشناس ارشد ژئومورفولوژی farslar87@yahoo.com

** مدرس مدعو دانشگاه آزاد اسلامی واحد لار

***هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد لار

تاریخ دریافت مقاله :۹۰/۲/۱٤ تاریخ پذیرش مقاله :۹/٦/۱۰

مقدمه:

بلایای طبیعی همواره در طول حیات بشر وجود داشته و در آینده نیز وجود خواهد داشت. وقوع حوادثی نظیر سیل، زلزله، توفان، در اغلب موارد تاثیرات مخربی بر سکونتگاهای انسانی گذارده و تلفات سنگینی بر آنان وارد ساخته است. می‌توان گفت علیرغم پیشرفت‌های دانش بشری در بسیاری از زمینه‌ها، بلایای طبیعی کماکان به عنوان پدیده‌ای مهارنشدنی تلقی می‌شود(هجرتی۱۳۸۵:٤). امروزه اعمال روش‌های مدیریتی برای کاهش خطرات سیل، شناسایی و تحقیقات مرتبط با کاهش بلای سیل را ضرورت می بخشد. گاهی سیل‌ها اثرات ویرانگر بر زندگی سکونتگاههاوفعالیت های انسانی دارند؛ به همین دلیل مطالعه پیرامون اثرات مخرب سیل ،حائز اهمیت می باشد. در این راستا سازمان ملل متحد بر اساس پیشنهاد نشست مجمع عمومی، دهه پایانی قرن ۲۰ را دهه بین المللی کاهش خطرات طبیعی نام گذاری کرد. بین سال‌های ۱۹۹٤ تا ۲۰۰۳ بیش از ۲/۵ میلیارد انسان تحت تاثیر سیلاب‌ها، زلزله ها، تند بادها و دیگر حوادث طبیعی جهان بوده-اند که نسبت به دو دهه پیش افزایش شصت درصدی داشته است.دیگر بررسی های انجام شده نشان می دهد که خسارت های مالی در سال ۲۰۰٤، بیش از همه سالهای تاریخ بوده و پرهزینه‌ترین سال را برای بیمه گران جهانی رقم زده است(Buckle،2007).

در سال های اخیر فعالیت های انسانی درروستای توسعه مناطق باعث تاثیرگذاری بر الگوهای آب وهوای ونتیجتاتغییر اقلیم و تغییر الگوهای آب و هوا و اثر تغییر اقلـــیم،سبب تغییردر الگوی حرکت آب در نـــهرها و رودها گشته و در نتیجه خطر سیلاب های ناگهانی[1] و سیلاب های رودخانه‌ای[2] افزایش یافته است. چنین سیلاب هایی منجر به آسیب های گسترده در سراسر جهان می شوند که خسارات اقتصادی زیادی به اکوسیستم های طبیعی و انسان ساخت وارد می کنند. لذا مسئله سیلاب در اکثر کشورها امری مهم تلقی شده مطابق آمار تهیه شده توسط سازمان ملل متحد در میان بلایای طبیعی، سیل و طوفان بیشترین تلفات و خسارات را به جوامع بشری وارد آورده‌اند، به گونه‌ای که تنها در یک دهه اخیر منتهی به سال ۲۰۰۰ میلادی، میزان خسارات ناشی از سیل و طوفان بالغ بر ۲۱ میلیارد دلار در مقابل۱۸ میلیارد دلار خسارت ناشی از زلزله بوده است(Buckle،2007). در ایران نیز رشد ۲۵ درصدی خسارات ناشی از سیل در دهه اخیر لزوم توجه بیشتر به این مقوله را آشکار می سازد. اساس اطلاعات موجود طی سال‌های ۱۳۳۰ تا ۱۳۷۰ نزدیک به ۱۲٤ میلیارد تومان خسارت سیل‌های مهم کشور بوده است که ۵۵ درصد آن مربوط به سال‌های ۱۳٦۰ تا ۱۳۷۰ می‌باشد(وطن‌فدا،۱۳۸٦). بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که افزایش وقوع سیل در دهه ۱۳۷۰ نسبت به دهه ۱۳٤۰ حدود ده برابر شده است که خسارت ناشی از آن، به بخش کشاورزی یکی از مهم‌ترین ارقام خسارت سیل در ایران است. به همین منظور مشکلات موجود در ارتباط با سیل و اهمیت مبارزه و مهار آن لزوم ارایه روش‌های کاربردی را ضروری می‌سازد. تحقیقات انجام شده و منابع و اطلاعات موجود در زم ینه

[1] - Flash Floods
[2] - Riverine Floods

کنترل و بهره‌وری از سیلاب ،آگاهی و فنون لازم را جهت شناسایی عوامل و انجام این مهم، برای کاهش صدمات ناشی از سیل ،در اختیار قرار می‌دهد تا ضمن استفاده از مطالعات اولیه و کسب اطلاعات مورد نیاز، شناخت عوامل موثر در بروز سیل و ارایه راه حل ها و دستورالعمل های مناسب امکان پذیر شود(روغنی۱۳۸۵:٤). منطقه مورد مطالعه ازنظرژئومورفولوژیک به علت کوهستانی بودن ناحیه مناسبی برای تشدید و گسترش سیل هم بدلیل اثرات کوهستان در انتقال و صعود توده هوای مرطوب و هم به دلیل افزایش شیب و تشکیل رواناب می‌باشد. در این رابطه هدف اصلی تحقیق شناخت سیلاب‌های منطقه و مسائل آن و یافتن راه حل ها و رویکردها به منظور کاهش خسارات ناشی از آن و استفاده بهینه از سیلاب-های منطقه می‌باشد و از آنجایی که در منطقه مورد مطالعه تحقیقات و مطالعات چندانی که منجر به شناسایی این عوامل گردند، صورت نگرفته؛ لذا این مطالعه و تحقیق می‌تواند کمک موثری به این منطقه بنماید.

پیشینه تحقیق:

به طور کلی مطالعات مربوط به سیل و روش های مدیریتی سیل از دهه ۱۹۳۰ آغاز شد؛ ابتدا صرفا بر روش‌های ساختاری تاکید می‌شد؛ اما پژوهشگران طی زمان دریافتند که صرفاً روش‌های ساختاری(فیزیکی) قادر به کاهش خطرات ناشی از سیل نمی‌باشد و در دوره‌های اخیر ترکیبی از روش‌های ساختاری و غیر ساختاری با توجه به ویژگیهای منطقه مورد مطالعه، مورد استفاده قرار گرفت.در این راستا مطالعات فراوانی در سطوح جهانی صورت گرفته که برخی از آنهااشاره می شود. Zhai و همکاران(۲۰۰۹و۲۰۱۰) با ارزیابی چند معیاری مدیریت سیلاب در ژاپن نشان داد که ارزیابی چند معیاری با استفاده از یک رویکرد تجربی گزینش بیش از سایر روش‌های ارزش‌یابی تصادفی، تحلیل جامع‌تری انجام می‌دهد. همچنین Treby(۲۰۰٦)، Schmid در ۲۰۰٦، Cooper در ۲۰۰۹، Graeme(۲۰۰٦) و Oswald (۲۰۰۷)و از مطالعات انجام شده پیرامون سیل در نواحی سیل خیزایران می توان به تحقیق جعفری (۱۳۸٦)نقش مطالعات ژئومورفولوژیک در مدیریت بلایای طبیعی (سیل)و وزین(۱۳۸٦)با عنوانقش دانش بومی ونوین در کاهش آسیب های محیطی در روستاهای بخش خورش رستم اشاره کرد.همچنین امیدوار وغضبان (۱۳۸۵) وسازمان مدریت وبرنامه ریزی(۱۳۸۷)مدیریت بحران سیل وعوامل وقوع سیلاب را بررسی نمودند.

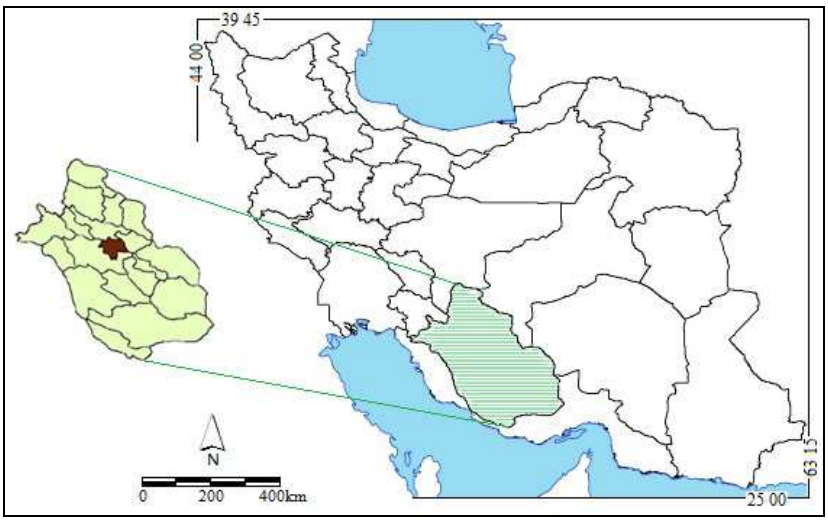
داده هاروش ها:

دراین تحقیق ابتدا عکس‌های هوایی با مقیاس ۱:۵۵۰۰۰ سال ۱۳۳٤از سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح و تصاویر ماهواره‌ای ETM سال ۲۰۰۲ منطقه ژئورفرنس تهیه و مسیر رودخانه در محیط Arc GIS تحلیل گردید. در ادامه عوامل موثر بر سیلاب شناسای وبه تحلیل آنهاپرداخته شدسپس و با استفاده از اطلاعات به دست آمده در خصوص مشخصات هندسی رودخانه، مسیرهایی از رودخانه که الگوی آنها تغییر کرده، مشخص گردید و عوامل و متغیرهای موثر در سیل خیزی رودخانه مانند دبی جریان و دبی رسوب، رژیم سیلابی، جنس مواد بستر و کناره‌ها، پوشش گیاهی و عوامل انسانی تاثیرگذار در بازه‌های مورد مطالعه، با هم مقایسه شدند. به این منظور از دو دسته داده‌ها استفاده شده است: دسته اول داده‌های اقلیمی که برای تعیین

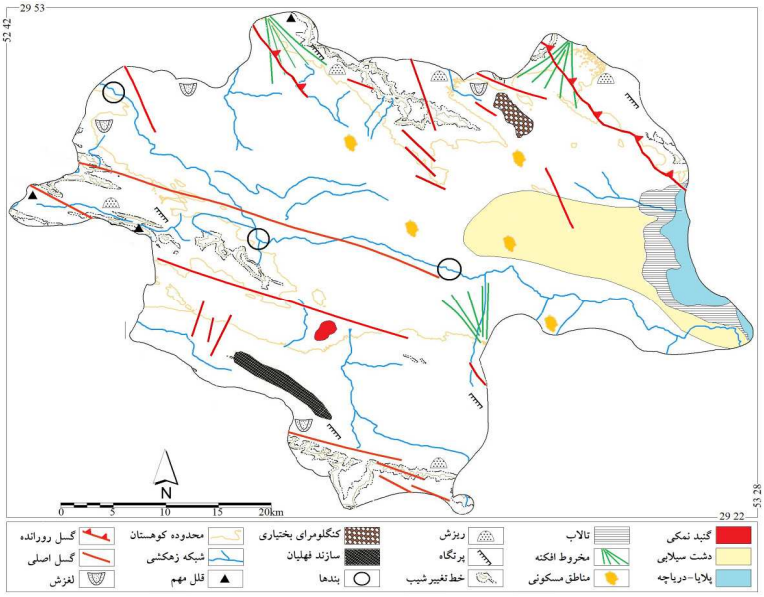
میزان بارش و دمای حوضه و طبقه بندی اقلیمی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. دسته دوم داده‌های مربوط به هیدرولوژی حوضه می‌باشند که در محاسبه دبی حوضه از آنها استفاده به عمل آمده است.جهت تعیین چنس خاک های منطقه از نقشه خاک کشور،وجهت محاسبه رواناب ودبی رود از روش پیشنهادی سارمان حفاظت خاک آمریکا (SCS)استفاده شده است.جهت تجزیه و تحلیل داده ها در محیط Excel و ترسیم نقشه و برآورد میزان متوسط بارش و دما در فصول مختلف در نرم افزار Arc GIS 9.3 صورت گرفته است. برای تعیین ارتفاع و شیب حوضه و رودخانه نیز از مدل ارتفاعی رقومی(DEM) منطقه استفاده شده است . در نهایت نتایج حاصله، تجزیه و تحلیل گردیده‌اند.

محدوده مورد مطالعه:

منطقه مورد مطالعه یکی از زیر حوضه‌های رود کر می‌باشد که بین ۵۲ درجه و ٤۲ دقیقه تا ۵۳ درجه ۲۸ دقیقه طول شرقی و ۲۹ درجه و ۲۲ دقیقه تا ۲۹ درجه و ۵۳ دقیقه عرض جغرافیایی و در شمال شرق شهر شیراز، در محدوده بخش‌های مرودشت، کربال و خرامه واقع شده است(شکل‌های۱و۲). محدوده حوضه رود کر از دریاچه بختگان و طشک تا مهارلو دارای مساحتی معادل ۲۱٤۵/٤ کیلومتر مربع می‌باشد. طول رودخانه اصلی این حوضه(رود کر) بدون انشعابات برابر ۹٤/٦ کیلومتر و با احتساب انشعابات برابر ۱۳۵/٤۹ کیلومتر است. شیب رودخانه اصلی ۰/۰۲۱ درصد و شیب متوسط حوضه ۲/۵۵ درصد محاسبه شده و الگوی زهکشی آن از نوع پر مانند(خطی) است. مجموع بارش دریافتی سالانه حوضه بطور متوسط برابر ۳٦۰/٦ میلیمتر می‌باشد. در(شکل۲) نقشه ژئومورفولوژی محدوده مورد مطالعه نمایش داده شده است.



شکل۱) موقعیت محدوده مورد مطالعه دراستان فارس



شکل۲) نقشه ژئومورفولوژی محدوده مورد مطالعه

تجزیه و تحلیل:

حداکثر دبی رودخانه پس از بارش در رابطه با سیلاب:

جهت محاسبه حداکثر دبی رواناب از طریق معادله استدلالی، حداکثر دبی لحظه‌ای با این فرض محاسبه می‌شود که مدت بارندگی برابر زمان تمرکز حوضه باشد. یعنی حداکثر شدت بارانی که مدت آن برابر زمان تمرکز حوضه است در فرمول لحاظ می‌شود. بنابر معادله زیر چنانچه بارانی با شدت i روی حوضه‌ای به مساحت A ببارد، با فرض اینکه بارندگی تمام سطح حوضه را در بر بگیرد، حداکثر دبی رواناب با توجه به ضریب رواناب C برابر با Q خواهد بود. حداکثر دبی رواناب:

$$Q = 1/36\ C * i * A$$

در رابطه فوق i شدت بارندگی بر حسب سانتی متر بر ساعت، A مساحت حوضه به هکتار، C ضریب رواناب و Q حداکثر دبی رواناب است که به متر مکعب در ثانیه بدست می آید.

چنانچه شدت بارندگی برحسب میلیمتر در ساعت و مساحت حوضه بر حسب کیلومتر مربع باشند دبی خروجی بر حسب متر مکعب در ثانیه عبارت خواهد بود از:

$$Q = 0.278\ C * i * A$$

بدین ترتیب برای حوضه مورد نظر توجه به شیب حوضه، بافت خاک و کاربری اراضی منطقه، ضریب رواناب (C) برابر ۰/۳۵ محاسبه شده است. مساحت حوضه نیز برابر ۲۱٤٥/٤۰۰ کیلومتر مربع(۲۱٤٥٤۰۰ هکتار) است. با توجه به این مساله که بیشترین بارش دریافتی در طی سالهای اخیر برابر ٦۹ میلیمتر بوده است، شدت این بارندگی با توجه به فرض برابری مدت بارش با ضریب تمرکز حوضه به میزان٤

میلیمتر(۰/٤ سانتیمتر) در ساعت محاسبه می‌شود؛ به علاوه اینکه مساحت حوضه تا محدوده ایستگاه خیرآباد برابر ۱۰۵۲۳۰۰ هکتار می‌باشد. بدین ترتیب دبی رود کر برای ایستگاه خیرآباد پس از این مقدار بارش عبارت خواهد بود از:

$$Q = 1/36 * 0.35 * 0.4 * 1052300 = 4095.55\ m^3/s$$

بدین ترتیب با بارش دریافتی معادل ٤ میلیمتر در ساعت به مدت ۱۷ ساعت(زمان تمرکز ایستگاه خیرآباد) دبی معادل برابر ٤۰۹٥/٥٥ متر مکعب بر ثانیه خواهد بود. با فرض همین مقدار بارش، در سایر ایستگاهها دبی معادل تا ۸۳٤۹ متر مکعب بر ثانیه بالا می‌رود(جدول۱). با توجه به اینکه این مقادیر از بیشترین سیل که درسال آبی ۵۷-۱۳٥٦ با ۱٤٦٦ متر مکعب در ثانیه اندازه‌گیری شده، بیشتر است؛ پتانسیل بالای حوضه تحت تاثیر بارش‌های شدید و رگباری مطالعه نمایان است.

جدول۱) حداکثر دبی محاسبه شده با توجه به حداکثر بارش دریافتی

نقطه اندازه گیری	مساحت حوضه تا ایستگاه (هکتار)	حداکثر دبی محاسبه شده (متر مکعب در ثانیه)
مصب رودخانه	۲۱٤٥٤۰۰	۸۳٤۹
ایستگاه جهان آباد خرامه	۲۰۳۷۲۳٥	۷۹۲۸
ایستگاه خرامه	۱۷۸۹٤۰۰	٦۹٦٤
ایستگاه خیرآباد	۱۰٥۲۳۰۰	٤۰۹٥

بررسی رابطه رژیم آبی با رژیم بارش در منطقه به خوبی همبستگی میان بارش و دبی را در حوضه نشان می دهد. به عبارتی باید گفت که دبی رودخانه تابعی از متغیر بارش در منطقه است که امکان ذخیره آب در لایه‌های زیرین و یا جریان سطحی آنرا باعث می‌شود. در ماههای زمستان که میزان بارندگی به حداکثر خود می‌رسد، دبی رودخانه نیز به بیشترین مقدار خود می‌رسد. با شروع اردیبهشت یکباره کاهش محسوسی در مقدار بارش و به تبع آن در مقدار دبی مشاهده می‌شود. کاهش شدید بارش از خرداد تا مهرماه با افت شدید دبی در این ماهها همراه است که نشان دهنده وجود همبستگی کامل میان این دو پدیده طبیعی است.

زمان تاخیر و زمان تمرکز رود کر:

در این تحقیق، نقاط تمرکز به ترتیب ایستگاه‌های خیرآباد، خرامه، جهان آباد خرامه و نقطه پایانی رود کر می‌باشند. بر این اساس با استفاده از روش SCS[1] ابتدا زمان تاخیر محاسبه شده و سپس بر اساس آن زمان تمرکز نیز محاسبه می‌گردد. روش تخمین زمان تمرکز بر اساس روابط زیر است:

محاسبه زمان تاخیر:

[1] Soil Conservation Service

$$L = [l^{0.8} * (S+1)^{0.7}]/ [1900 * y^{0.5}]$$
$$S = (1000/ CN) + 1$$

محاسبه زمان تمرکز بر اساس زمان تاخیر:

$$t_c = (5/3) * L$$

بر اساس رابطه بالا، (L) زمان تاخیر[1]، (l) طول رودخانه بر حسب فوت، (y) شیب حوضه به درصد، (CN)[2] عدد منحنی که به ویژگی‌های فیزیکی حوضه وابسته است و (t_c) نیز زمان تمرکز حوضه می‌باشد. برای حوضه رود کر با توجه به جنس خاک و ویژگی های سطحی منطقه عدد منحنی برابر ۷۵ محاسبه گردید. با توجه به شیب متوسط حوضه برای سه ایستگاه خیرآباد، خرامه و جهان آباد خرامه و طول آبراهه اصلی، زمان تمرکز و تاخیر محاسبه شده به شرح زیر می باشد(جدول۲).

جدول۲) زمان تاخیر و تمرکز در ایستگاههای مختلف

نقطه اندازه گیری	زمان تاخیر (دقیقه : ساعت)	زمان تمرکز (دقیقه : ساعت)
مصب رودخانه	۲۲:۳٦	۳۹:۳۷
ایستگاه جهان آباد خرامه	۲۰:٤٥	۳٤:۳٦
ایستگاه خرامه	۱۸:٤۲	۳۱:۰٦
ایستگاه خیرآباد	۱۰:۱۲	۱۷:۰۰

به این ترتیب در حوضه مورد مطالعه، انتظار وقوع سیلاب با توجه به جریان آب و شرایط دیگر حوضه مانند شیب، جنس زمین و بارش‌های رگباری محتمل است. اصولاً تاخیر در زمان دبی رودخانه رابطه مستقیمی با زمان ریزش‌های جوی و نوع ریزش دارد. بر اساس مطالعات انجام شده سه ماه تیر و مرداد و شهریور جزء خشک‌ترین ماههای حوضه می‌باشد. متوسط ریزش‌های جوی در این ماهها به حدی نیست که بتواند هرزآبهای سطحی داشته باشد؛ ولی در سایر ماهها کم و بیش دارای ریزش جوی می‌باشد. در مهر ماه علیرغم وجود بارندگی حداقل ماهانه، تأثیری در تغییر آبدهی رودخانه ندارد؛ چرا که بدلیل خشک بودن سطح حوضه در اواخر تابستان و اوائل پائیز و وضعیت توپوگرافی حوضه، ظرفیت ذخیره‌سازی در حوضه در حد بالایی قرار داشته و به همین دلیل در این ماه تغییری در دبی رودخانه‌ها بوجود نمی‌آید. با توجه به اینکه تقریباً ۹۱ درصد از کل بارش سالانه در ٦ ماه دوم سال رخ می‌دهد، نشان دهنده بارش‌های رگباری و شدید است که در مدت زمان کوتاه از چند ساعت تا یک روز در محدوده مطالعاتی رخ می‌دهد؛ به طوریکه در(جدول۳) آمده است، بارش‌های شدید حوضه دبی‌های سیلابی را به وجود آورده‌اند. پیامد طبیعی این مساله بالا رفتن پتانسیل سیل خیزی است.

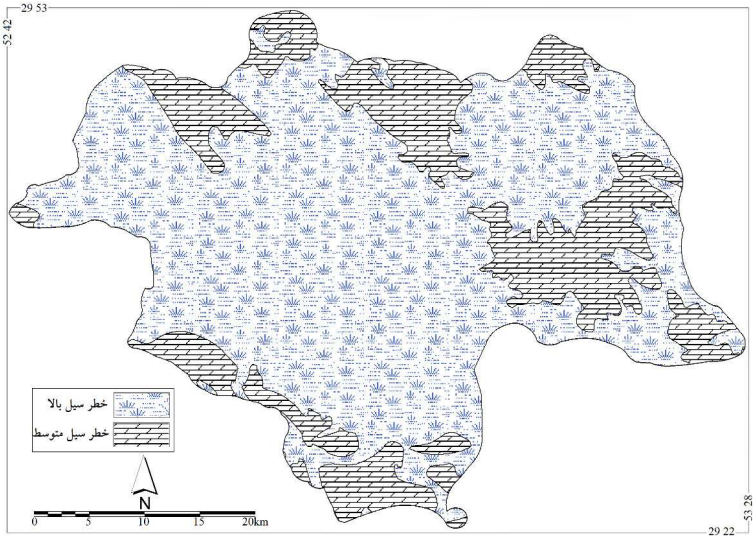
[1] Lag Time
[2] Curve Number

جدول۳) رابطه بارش‌های سنگین حوضه و دبی‌های سیلابی(منبع: سازمان تامین منابع آب، آمار دبی و بارش روزانه ۱۳۸۵-۱۳۵٦)

ردیف	روز	ماه	سال	بارش به میلیمتر	دبی (متر مکعب در ثانیه)
۱	۱۰	آذر	۱۳٦۵	۲۱۵	۳۹٦
۲	۱۱	آذر	۱۳٦۵	۲۱٤	۵۷۱/۵
۳	۱۷	بهمن	۱۳۷۳	۱۹٦	۵۷۲/۵
٤	۱۲	آذر	۱۳٦۵	۱۸٦	٤۰٦
۵	۲۱	دی	۱۳۸۰	۱۵۹	۲۱۷
٦	۱۸	دی	۱۳۸۲	۱٤۵	۳۰۹
۷	۱	دی	۱۳۵٦	۱٤۵	۵٤۲
۸	۲٦	آبان	۱۳۷۳	۱٤۱	۳۷۰
۹	۲۱	دی	۱۳۸۲	۱۳٦	۳۰۹
۱۰	۱۷	بهمن	۱۳٦۸	۱۳۵	۲۲۷/۵
۱۱	۳۰	آذر	۱۳۸۰	۱۲۷	٤۹۰
۱۲	۲۷	اسفند	۱۳۷٦	۱۲۵	۵۳۳

بررسی سیلاب‌های گزارش شده مبین این امر است که سیلاب‌های حوضه عمدتا در ماههای بهمن تا فروردین و گاه به‌دفعات متوالی حتی در یک ماه اتفاق می‌افتد. در برخی موارد در ماه‌های آذر، دی و اردیبهشت هم وقوع سیل دیده شده است. بطور کلی می‌توان گفت در بالادست حوضه کر سیلاب‌ها در اثر ذوب برف بوده که وقوع رگبارها به ذوب برف و جاری شدن جریان کمک نموده بروز سیل را تشدید می-کند، ولی در پایین دست حوضه کر، بیشتر رگبارها هستند که منشاء سیل شده و عمده سیلاب‌های این منطقه را جاری می‌سازند. به طور کلی شدت بارش در حوضه مورد مطالعه در حدی است که می‌تواند سیلاب‌های شدید راه‌اندازد و تراکم بارش در مقاطع کوتاه زمانی باعث سیل‌خیزی شدید و طغیان رودها شده و در نتیجه قدرت تخریبی زیادی در رودخانه کر بوجود می‌آید. در (شکل۳) نمایی از رسوبات سیلابی در بند حسن آباد نشان داده شده است. در این رابطه با توجه به عواملی چون ارتفاع، شیب، سازندها و دبی نقشه سیل‌خیزی محدوده مورد مطالعه تهیه شده است(شکل٤).

شکل۳) نمایی از رسوبات سیلابی در محدوده مورد مطالعه(بند حسن آباد)



شکل٤) نقشه سیل خیزی در حوضه مورد مطالعه

آنالیز آماری سیل‌ها:

برای بررسی توزیع سیل‌ها و تعیین میزان سیل دوره‌های مختلف، تجزیه و تحلیل‌ها برای ایستگاه احمد آباد و پل خان بر روی رودخانه کر با استفاده از توزیع های آماری گامبل[1] و لوگ پیرسن تیپ سه[2] صورت گرفته است(مهندسین مشاور یکم،۱۳۷۷). توزیع‌های گامبل و لوگ پیرسن برای آنالیز پدیده‌هایی که به-صورت مقادیر حداکثر[3] مثل سیل و شدت رگبارها استفاده شده است. مقادیر حاصل از این توزیع ها برای دوره های برگشت مختلف به‌علت کوتاه بودن دوره آمار برداری اختلاف زیادی به‌همراه داشت که برای

[1] GUMBEL
[2] LOG PEARSON TYPE III
[3] EXTRME VALUES

تعیین توزیع مناسب از روش سوم فوستر[1] استفاده گردیده است. حداکثر آبدهی‌های سیلاب حاصل از این روش برای دوره‌های برگشت بیش از ۱۰ سال با ارقام حاصل از توزیع گامبل بسیار نزدیک بوده و استفاده از روش گامبل را برای تعیین حداکثر آبدهی ایستگاه‌ها توجیه و تائید می‌کند. به‌این ترتیب سیل‌های یاد شده بر اساس روش گامبل توزیع شده و حداکثر آبدهی برای دوره‌های برگشت مختلف بر آورد گردید. پس از تعیین روش متناسب با توزیع سیل‌های منطقه(روش گامبل)، سیل‌های محاسبه شده از نظر آماری تجزیه و تحلیل گردیده و میزان سیل‌های محتمل حالات مختلف این ایستگاه‌ها در دوره‌های برگشت متفاوت بر آورد گردید که بر این اساس حداکثر آبدهی لحظه‌ای در دوره برگشت‌های مختلف بصورت زیر می‌باشد(جدول٤).

جدول٤) حداکثر آبدهی لحظه‌ای در دوره‌های بازگشت مختلف برای حوضه مورد مطالعه(مهندسین مشاور یکم،۱۳۷۷)

روش آماری مورد استفاده	دوره بازگشت (سال)			
	۱۰ سال	۲۵ سال	۵۰ سال	۱۰۰ سال
گامبل	۵۵۰	۷۹۰	۹۷۵	۱۱۳۵
لوگ پیرسن	۳۲۰	۸۰۰	۱۵۱۰	۲٦۵۰

بر این اساس در روش گامبل حداکثر آبدهی لحظه‌ای ۲۵ ساله ۷۹۰ و حداکثرآبدهی ۵۰ ساله معادل ۹۷۵ متر مکعب در ثانیه متحمل خواهد بود؛ که نشان از پتانسیل بالای محدوده مورد مطالعه دارد.

بحث و نتیجه‌گیری:

شکل و موقعیت رودخانه کر در محدوده مورد مطالعه برآیندی از اثر متقابل و عملکرد شرایط اقلیمی، زمین‌شناسی و تکتونیک، توپوگرافی، هیدرولوژیکی و عوامل انسانی است. شرایط توپوگرافی و فیزیوگرافی حوضه باعث شده تا میزان رواناب حوضه در حد بالایی قرار گیرد. از طرفی دیگر پوشش گیاهی حوضه شامل جنگل‌ها و مراتع که خود عاملی در کاهش رواناب محسوب می‌گردند، طی سالهای گذشته بر اثر بی توجهی مورد تخریب قرار گرفته‌اند. حوضه انتهایی رود کر به ویژه نسبت به بارشهای سنگین بسیار ضربه پذیر است و امکان وقوع سیلاب با رگبارهای تند همواره وجود دارد. بنابراین با حفظ محیط طبیعی و اجرای برنامه‌های صحیح محیطی می‌توان از وقوع سیلاب‌های مخرب در این حوضه تا حد زیادی کاست. وقوع سیل‌های متوالی عظیم با آبدهی حداکثر لحظه‌ای زیاد و با حجم فراوان، شدت احتمال بروز خطرات جانی و لطمات و خسارات فراوان مالی را برای زارعین و ساکنان مناطق نشان داده و کنترل سیلابهای این رودخانه‌ها را لازم الاجرا می‌سازد.

با در نظر گرفتن اینکه سیلاب‌های اتفاق افتاده بیش از ظرفیت عبور رودخانه کر در این قسمت بوده و بارها دیده شده است که آب در اثر طغیان رودخانه بالا آمده و سرتاسر دشت را پوشانده و به اراضی مزروعی

[1] FOSTER TYPE III

کشاورزان که قسمت اعظم دشت کربال را تشکیل می‌دهد، سرازیر شده و باعث بروز لطمات و خسارات جانی و مالی فراوانی شده است، بررسی امکانات کنترل سیل‌ها و ایمن سازی اراضی ضروری می‌نماید. در این رابطه احداث سد درودزن بر روی رودخانه کر و بهره برداری از آن از سال ۱۳۵۰ به‌مثابه تعدیل کننده سیلاب و عامل کنترلی، سیلابهای رودخانه را تنظیم و پس از پخش سیل در دریاچه، ضمن تقلیل حداکثر آبدهی سیل، زمان وقوع آن را نیز به‌تاخیر می‌اندازد.

با توجه به نتایج حاصله لزوم برنامه ریزی اصولی به منظور کنترل سیلابهای رودخانه به چشم می خورد. یکی از راههای کنترل سیلاب، بهره برداری از سد درودزن به ترتیبی است که اولا در ماههای پر آبی که انتظار وقوع سیل در آنها می‌رود، امکان کنترل سیلاب‌ها و استهلاک حجم زیادی از سیل‌های منطقه در دریاچه سد درودزن به‌وجود آید و به این ترتیب از جریان یافتن سیل به پائین دست سد پیش‌گیری شود؛ ثانیا این بهره برداری به طریقی باشد که به امر آب رسانی اراضی زیر دست سد در فصول مورد نیاز لطمه نزده و آب کافی برای این مهم در دسترس باشد. سپس از اول مهر ماه هر سال که شروع فصل پر آبی است تا آخر بهمن ماه، تخلیه سد طوری تنظیم شود که سطح آب دریاچه در ارتفاع ۱۶۶۹/۵ متر ثابت بماند. این ارتفاع برای ماههای اسفند و فروردین معادل ۱۶۷۳ متر در نظر گرفته شده و خروجی سد برای حجم ذخیره در دریاچه متناظر با این ارتفاع است تنظیم می‌گردد. در این هنگام قسمت اعظم فصل پر آبی و زمان وقوع سیل-ها سپری شده و نیاز آب کشاورزی منطقه باعث افت تدریجی سطح آب دریاچه می گردد. بدیهی است چنانچه بعد از فروردین ماه سیلی وقوع یابد به‌راحتی در دریاچه سد کنترل و ذخیره می‌شود؛ به این ترتیب در ماه‌های مهر تا فروردین به تناسب زمان باقی مانده از فصل پر آبی امکان کنترل قسمت اعظم سیل‌های رودخانه توسط سد درودزن فراهم آمده از سوی دیگر حجم آب مورد نیاز کشاورزان اراضی دشت کربال ذخیره گردیده است. به طور کلی دوره وقوع سیل‌های رودخانه کر را می‌توان دوره آذر تا آخر اردیبهشت دانست و بیشتربن سیل ها در ماههای بهمن و اسفند اتفاق می‌افتد. تا پایان بهمن ماه حدود ۵۰ درصد سیل ها جریان یافته و در حقیقت خطر سیل به میزان ۵۰ درصد کاهش یافته و برای بهره‌گیری از بقیه سیل‌ها و پیشگیری از هرز رفتن احتمالی آب می‌توان حجم کنترل مخزن سد را از ابتدای اسفند کاهش داده و ارتفاع کنترل را در حد ۱۶۷۳ متر در نظر گرفت. طبق نتایج به‌دست آمده هر ۳۷ سال یکبار خشکسالی اتفاق خواهد افتاد و این در صورتی است که ارتفاع کنترل سیلاب را در ماه‌های اسفند تا پایان فروردین ماه در حد ۱۶۷۳ در نظر گرفته و رها سازی آب جهت کنترل سیلاب از پایان فروردین به بعد حذف گردد(مهندسین مشاور مهاب قدس،۱۳۸۱).

آنچه مسلم است این است که رودخانه کر و بندهای موجود ظرفیت عبور ایمن سیلاب‌های غیرعادی رودخانه را نداشته و بایستی آنها را کنترل کرد. پس ازمطالعات و بررسی های هیدرولوژیک نخستین گام کاهش سیلاب‌های رودخانه کر، اعمال بهره برداری از سد درودزن به این روش باشد که براساس کنترل حجم ذخیره دریاچه سد درودزن در دوره‌های مهر تا پایان فروردین پایه گذاری شده، با باز نمودن دریچه-

های تخلیه سد سعی شود که سطح آب دریاچه را برای دوره های یاد شده در ارتفاع ثابتی نگه داشته تا امکان ذخیره سیلاب‌ها در دریاچه سد و استهلاک آنها در این دوره‌ها و به تناسب پتانسیل سیل خیزی حوضه فراهم گردد. قابل توجه است که این برنامه کنترل سیلاب به طریقی تنظیم گردیده که هیچگونه اخلالی در تامین آب مورد نیاز کشاورزی شهری و صنعتی ایجاد نخواهد کرد و علی‌رغم برنامه ریزی بهره برداری اولیه که در آن پیش بینی تخلیه مخزن برای یکبار در ظرف هر۱٤ سال شده بود، این عمل تخلیه بطور متوسط هر ۳۷ سال یک مرتبه رخ خواهد داد(مهندسین مشاور مهاب قدس،۱۳۸۱).

تاثیر روش بهره برداری از سد درودزن در میزان ذخیره دریاچه سد و نتیجتا در ظرفیت ذخیره و استهلاک سیلاب ها تاثیر گذار است و می‌توان با بهره برداری بیشتر از دریاچه سد درودزن سطح آب آن را قبل از شروع فصل پر آبی پائین انداخته و امکان هر چه بیشتر استهلاک سیل‌ها را فراهم ساخت و نتیجتا سیل‌های با آبدهی حداکثر کمتری را به پائین دست منتقل کرده و به‌این ترتیب هدف کنترل سیلاب برآورده گردد؛ ولی این مسئله باعث تخلیه اضافی دریاچه سد از طریق باز نمودن شیرهای تخلیه و رها سازی آب ذخیره شده پشت سد و نتیجتا اتلاف قسمتی از آب مورد نیاز کشاورزی اراضی پائین دست نیز خواهد شد که در آنصورت در سالهای کم آبی این امکان خواهد بود که آب ذخیره شده موجود تکافوی نیاز آبی منطقه را ننموده و کشاورزی منطقه دچار کم آبی و خشکسالی گردد.

راه حل پیشنهادی: بهترین راه حل کنترل سیلاب رودخانه در دو مرحله کوتاه مدت و درازمدت است. در این راستا سیل سال ۱۳٥٦ به عنوان سیلی استثنایی که احتمال وقوع مجدد آن خیلی کم است، فرض شده و با استفاده از آنالیز آماری بقیه سیل‌های واقعه، دوره برگشت ۲٥ ساله انتخاب و سیل مربوطه به عنوان سیل طرح برگزیده می شود و ترمیم بندهای موجود و احداث بندهای جدید بر اساس آن صورت می گیرد. این امر به عنوان اقدامات لازم در کوتاه مدت تلقی و در کنار آن باید به دنبال راه حل اساسی در درازمدت بود که این راه حل درازمدت احداث سد یا سدهای ذخیره‌ای است. به‌این ترتیب هم از بروز سیل‌های عظیم که بیش از ظرفیت آبگذاری رودخانه و تاسیسات موجود است، جلوگیری شده و هم اراضی کشاورزی منطقه آبیاری می گردد. در عین حال ذخیره آب به وسیله سد یا سدهای احداثی برروی رودخانه امکان افزایش اراضی زیرکشت را فراهم می نماید . علاوه بر این موارد چون از غرقاب شدن دشت و هجوم سیلاب به اراضی ممانعت می گردد؛ خطر باتلاقی شدن دشت‌ها نیز ازبین خواهد رفت. احداث سد یا سدهای ذخیره‌ای روی رودخانه علاوه بر آنکه سطح زیر کشت مناطق آبخور سد را افزایش می‌دهد به دلیل ذخیره سازی آب رودخانه و رها سازی تدریجی آن و نیز مصرف این آبها در مزارع و اراضی زیر کشت از وقوع سیل و تجمع یکباره این حجم آب در دریاچه بختگان ممانعت می‌نماید.

پیشنهادهای مدیریتی

– محدوده مورد مطالعه در مقابل آسیب های ناشی از مخاطرات طبیعی تکرارشونده، آسیب‌پذیر و حساس می‌باشند. به لحاظ بار مالی فزاینده ناشی از بلایای طبیعی در همه ابعاد، یک درک و فهم بالا بین

دولت، برنامه‌ریزان و اجتماعاتی که برنامه‌ریزی راهبردی برای کاهش مخاطرات طبیعی به خصوص سیل بایستی مورد توجه قرار گیرد. زیرا سیل تاکنون به عنوان مخرب‌ترین عامل طبیعی عمومی در بین بلایای طبیعی به این حوضه آسیب زده است.

– آسیب‌های ناشی از سیل بیشتر طبقات محروم جامعه را در بر می گیرد. در این حوضه آبخیز طبقات پایین به دلیل نوع کشاورزی نیاز به آب دارند به همین دلیلی گاهی به طور ناگهانی مورد هجوم سیل قرار می‌گیرند. لذا پیشنهاد می‌شود در فرآیند برنامه ریزی محلی این طبقه مورد توجه ویژه قرار گیرند.

– تاسیس ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک به منظورمطالعه وپیش بینی خشکسالی و تهیه نقشه‌های خطر و شناسایی مناطق پر خطر در سراسر حوضه تا اولویت‌های مدیریتی برای کاهش خطر سیل برای مدیران و برنامه ریزان مشخص شود.

– بهتر است در آینده از تکرار طرح‌هایی با سیاست‌های تک بعدی همچون توجه صرف به مسائل کاهش خطر بدون در نظر گرفتن رجحانات ساکنان حوضه جلوگیری شود و از اجرای طرح‌های مدیریت سیل در حوضه بدون دخالت مردم جلوگیری شود. در این رابطه در روش‌های مدیریت سیلاب علاوه بر تعیین کاربری‌های مجاز اراضی بستر و حریم و جلوگیری از ساخت و سازهای جدید در حریم رودخانه و رعایت و احترام به حریم رودخانه؛ نظرات و اولویت‌های ساکنین در ارائه راهبردها و پیشنهادات آتی این روش های مدیریتی مبنای کار قرار گیرد.

– یافته‌های حاصل از این پژوهش را نمی‌توان کاملا به حوضه‌های دیگر تعمیم داد تا مبنایی برای برنامه ریزی باشد؛ اما می‌توان این روش را برای حوضه‌های دیگر مورد استفاده قرار داد تا بر اساس آن یافته بتوان روش های مدیریتی را اعمال کرد.

منابع و ماخذ:

۱. امیدوار، بابک و فریدون غضبان.۱۳۸۵. مدیریت ریسک سیلاب با استفاده از روش تصمیم گیری چند متغیره. مجموعه مقالات اولین همایش مقابله با سوانح طبیعی. تهران.

۲. جعفری. طاهره السادات. ۱۳۸٦. نقش مطالعات ژئومورفولوژیک در مدیریت بلایای طبیعی(سیل). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لارستان.

۳. روغنی. محمد. ۱۳۸۵، معرفی روشی نوین در اجرای عملیات کنترل سیلاب حوضه های شهری و روستایی با بکار گیری مدل RAFTS، وزارت جهاد کشاورزی. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

٤. سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۱۳۳٤، عکس‌های هوایی با مقیاس ۱:۵۵۰۰۰

۵. سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح. ۱۳۸٤. تصاویر ماهواره‌ای IRS

٦. سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح. ۱۳۸٦.نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس۱:۵۰۰۰۰

۷. سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور،۱۳۸۷. راهنمای پهنه بندی سیل و تعیین حد بستر و حریم رودخانه، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، نشریه شماره ۳۰۷، تهران.

۸. مهندسین مشاور مهاب قدس،۱۳۸۱، مطالعات هیدرولوژی و کنترل سیلاب رودخانه کر، سازمان آب منطقه ای فارس.
۹. مهندسین مشاور یکم، ۱۳۷۷، مطالعات تکمیلی توسعه آبیاری حوضه آبخیز کر و سیوند، معاونت برنامه ریزی و بودجه- وزارت کشاورزی.
۱۰.وزین، نرگس،۱۳۸٦، نقش دانش بومی و نوین در کاهش آسیب‌های محیطی در روستاها(مطالعه موردی: بخش خورش‌رستم)، پایان نامه دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی دکتر عبدالرضا رکن الدین افتخاری
۱۱.وطن فدا، جبار،۱۳۸٦، بررسی وضعیت سیل کشور: مشکلات و تنگناها
۱۲.هجرتی، سید عباس،۱۳۸۵، ارزیابی راهبردهای موثر بر مدیریت بحران(بلایای طبیعی) در طرح های توسعه شهری(مورد مجموعه شهری تهران)، پایان نامه کارشناسی ارشد برنامه ریزی شهری–دانشگاه تربیت مدرس
13. Buckle، Philip, 2007; Community Based Management: A New Approach to Managing Disasters، Proceedings of ESA Conference، Visions and Divisions، Helsinki، August 28-September 1.
14. Cooper، J.T، 2009، The Disadvantaged in Community Ratings Hazard Mitigation PlansPh.D.، D203
15. Graeme L. H ,2006، Exploring the Links Between Individual and Social Learning in the Red River Floodway Environmental Assessment، M.A.، D208
16. Oswald، Monica ، 2007، The social construction of vulnerability to flooding: perspectives and value from the red river basin، doctor of philosophy، Natural resources institute، university of Manitoba
17. Schmidt.T، P، Stefan G، H ، Fleischhauerb، J, J، 2006، Economic risk maps of floods and earthquakes for European regions، Quaternary International 150 (2006) 103–112
18. Treby، Emma J، Michael J. Clarkb، Sally J. Priestb،2006، Confronting flood risk: Implications for insurance and risk transfer، J0urnal of EnvironmentalT management،
19. Zhai G.، Fukuzono T. and Ikeda S. (2009). Multi-attribute evaluation of flood management in Japan: a choice experiment approach. Water and Environment Journal، vol 21، num 4، p 265 – 274.
20. Zhai G.، Sato T.، Fukuzono T.، Ikeda S. and Yoshida K.، [2010]. Willingness to pay for flood risk reduction and its determinants in Japan. Journal of the American Water Resources Association، vol 42، num 4، p 927 – 940.