جغرافیا و توسعه شماره ۲۲ اردیبهشت ۱۳۹۰
وصول مقاله : ۱۳۸۸/۶/۲۱
تأیید نهایی : ۱۳۸۹/۸/۱
صفحات : ۸۸- ۷۳

پیش‌بینی آب‌گرفتگی دشت کرمانشاه با استفاده از نقشه‌های زمین ریخت‌شناسی

دکتر ایرج جباری — دانشیار ژئومورفولوژی دانشگاه رازی کرمانشاه
علی خزائی — کارشناس ارشد ژئومورفولوژی دانشگاه رازی کرمانشاه

چکیده

در سیلاب‌های مختلف بخش‌های خاصی از دشت کرمانشاه زیر آب می‌رود. توپوگرافی نقش اساسی را در این شیوه‌ی آب‌گرفتگی بر عهده دارد. علاوه براین که خود سیلاب‌ها در تولید این توپوگرافی نقش ایفا نموده اند، به نظر می‌رسد تحول ویژه‌ای که در این دشت صورت گرفته است، در تشکیل توپوگرافی مؤثر در آب گرفتگی، نقش ایفا کرده است. در این تحقیق بر اساس پژوهش میدانی و نرم‌افزار آرک جی آی اس نقشه زمین ریخت‌شناسی تهیه شد تا ضمن درک نقش فرآیندهای تحول در وقوع سیل، مبنایی برای تهیه‌ی نقشه‌ی پیش‌بینی فراهم گردد. نتایج نشان داد که در دشت کرمانشاه پشته‌های موازی، تالاب‌های خلفی و چاک‌ها نقش مهمی در سیل‌گیری ایفا می‌کنند؛ ولی رسوبگذاری که در نتیجه‌ی جریانات گلی در دوران بارانی پلیئستوسن رخ داده است و فرسایش آبراهه‌ای که بعداً آنها را به صورت پشته‌هایی تراش داده است، عامل مهم در توزیع آب‌ها در هنگام وقوع سیل‌هاست. بر این اساس برای تهیه‌ی نقشه‌ی پیش‌بینی سیل، نخست دوره‌های برگشت سیل به کمک نرم‌افزار **Hyfa** به دست آمد و سپس از طریق پرسشنامه نواحی تحت پوشش آب در دوره‌های مختلف استخراج گردید. تطبیق این نتایج با هم، در نرم‌افزار آرک جی آی اس نواحی سیل را در دوره‌های مختلف نشان داد. نتیجه بیان می‌کرد که در دوره‌های برگشت مختلف داخل دشت و همچنین پایکوه به صورت یکنواخت زیر آب نمی‌روند و در حاشیه‌ی رود حریم سیل‌های مختلف به صورت ناهمگون از رود فاصله می‌گیرند.

کلیدواژه‌ها: دشت کرمانشاه، زمین ریخت‌شناسی، ژئومورفولوژی، رودخانه قره‌سو، پهنه‌بندی، سیلاب.

مقدمه

سیل پدیده ای هیدرولوژیک می‌باشد که وقوع آن عمدتاً به عوامل آب و هواشناختی و زمین‌ریخت‌شناختی بستگی دارد. هر چند که آب به عنوان مهمترین عامل فرسایش مطرح می‌باشد؛ ولی، بروجردی علوی و صفارزاده *(۱۳۷۳: ۳۴)* معتقدند که این ویژگی زمین‌ریخت-شناسی زمین است که مسیر اولیه آب و سرشاخه‌های رود را تعیین می‌کند. به همین ترتیب، با توجه به ماهیت سیلاب‌ها، آنها نیز با مشارکت تصادفی چندین عامل هواشناختی تولید

می‌شوند، ولی کاربری انسان از حوضه‌ی آبخیز نیز بر روی شدت سیل و فراوانی حوادث اثر می‌گذارد *(سیناکودان و همکاران، ۲۰۰۳: ۱۱۹)*. بنابراین، علاوه بر عوامل آب و هواشناسی، ویژگی‌های زمین‌ریخت‌شناسی نقش اساسی را در وقوع سیلاب‌ها ایفا می‌کنند.

در صورتی‌که سیل تهدید بالقوه برای انسان و آسایش او باشد، می‌تواند به عنوان یک خطر به شمار رود و ریسک سیل را نیز می‌توان به عنوان احتمال رویداد خطر معین قلمداد کرد *(اسمیت[1]، ۱۹۹۶: ۶)*. بنابراین نقشه ریسک سیل ترجیحاً باید حدود و احتمال سیل ویژه را با میانگین فاصله‌ی برگشت نشان دهد که در این حالت می‌توان آن را با نقشه‌های حساسیت سیل که کوچران[2] *(۱۹۸۱)* آن را ترسیم اثر سیلاب‌های آینده با بزرگی مختلف همراه با خسارت احتمالی، تعریف می‌کند، یکی دانست. ولی نقشه‌های حساسیت سیل در ساده‌ترین شکل حدود دشت‌های سیلابی و حدود سیلاب‌های مهم اخیر را ترسیم می‌کنند. این دیدگاه به‌ویژه در آمریکا و کانادا به دلیل کاربرد در اهداف بیمه از اهمیت بیشتری برخوردار است *(هنک[3]، ۱۹۷۲؛ کیتز[4]، ۱۹۶۵؛ کسیک[5]، ۱۹۸۱، ؛ پلات[6]، ۱۹۷۶)*.

در زمینه‌ی نقشه‌ی ریسک سیلی که بتواند ابزار مناسبی برای برنامه‌های توسعه باشد، کوشش جامعی صورت نگرفته است. بنابراین، نیاز است تا با اندازه‌گیری‌های میدانی مستعدترین نقاط یک ناحیه برای وقوع سیل مشخص شود. اگر نقشه‌های سیل به شکل رقومی وجود داشته باشند که بتوانند بر اساس اطلاعات عمق سیل که مستقیماً با تغییرات فضایی سیل در رابطه‌اند به روز شوند، طرح‌های مقابله با سیل می‌تواند براحتی انجام گیرد و مدیریت مؤثری نیز اجرا گردد.

ترسیم نقشه‌های سیل با هدف توسعه‌ی مدل‌های حمل رسوب در قطعات کوچکی از رود *(سیناکودان[7] و همکاران، ۲۰۰۳: ۱۱۹)* و یا به منظور ارزیابی توانایی تصاویر ماهواره‌ای مانند ایکونوس۲ در ارزیابی سیل و خسارت‌های آن *(وان در سند، ۲۰۰۳: ۲۱۸)* صورت گرفته است و تهیه‌ی نقشه با هدف ترسیم حدود سیل نیز عمدتاً براساس مدل‌هایی مانند HEC-RAS که توسط آب‌شناسان برای برآورد ظرفیت حمل مجرا ساخته شده است *(یوساس[8]، ۲۰۰۲)*، انجام می‌گیرد. پهنه‌بندی سیل رودخانه‌هایی مانند طالقان رود *(وهابی، ۱۳۸۲: ۳۹)*، رودخانه‌ی زیارت

1- Smith
2- Cochrane
3- Hanke
4- Kates
5- Kesik
6- Platt
7- Sinnakaudan
8- USACE

در حوضه‌ی گرگانرود *(خلیلی‌زاده و دیگران، ۱۳۸۴: ۱۴۰- ۱۳۸)*، بابل‌رود *(غفاری و دیگران، ۱۳۸۶: ۴۵۱-۴۳۹)* و قره‌چای حومه‌ی شهر رامیان *(غریب، ۱۳۸۶: ۷۹۷-۷۸۵)* نمونه هایی از این پژوهش‌ها هستند. این روش به تازگی توسط مهندسین آب‌شناس مانند مرواد[1] و همکاران *(۲۰۰۸)* به صورت مدل‌های سه بعدی در GIS انجام می‌گیرد. با وجود این، نقشه‌های حساسیت سیل که توسط اویا[2] *(۱۹۶۷، ۱۹۷۱)*، تدا [3]و اویا *(۱۹۶۸)* و اویا و آکاگری *(۱۹۶۸)* جزء اولین و معدود نقشه‌هایی است که ویژگی‌های زمین‌ریخت‌شناسی زمین را مورد توجه دقیق قرار دادند. منطقه و عمق آب‌گرفتگی همراه با انواع رسوبات رودخانه و ویژگی‌هایی از قبیل زمین‌لغزه، بهمن مواد، زمین فرسایش یافته، گودی‌های دارای رسوبات ضخیم و نازک، مسیر حرکت سیل، عمق و دوره‌ی آب‌گرفتگی با روش هم‌پوشانی برای چندین رودخانه‌ی ژاپن در این نقشه‌ها نشان داده می‌شد که بعدها ویژگی‌های دیگر مانند پادگانه‌ها، مخروط‌افکنه‌ها دشت‌های دره‌ای، خاکریزهای طبیعی، بسترهای قدیم و جدید رود، باتلاق‌ها، نیمکت‌های موج کَند و غیره نیز در آنها آورده شد. در سال ۱۹۷۴ کیم به کمک تعدادی از همکاران و گروه توسعه سازمان نقشه‌برداری هوایی آسیا نقشه‌ای را با مقیاس ۲۵۰۰۰ : ۱ برای دره‌ی هان کره‌جنوبی چاپ‌کردند که برخسارت قابل‌انتظار،تأکیدداشت *(ورستاپن[4]،۱۹۸۳: ۳۱۲)*. *۳۱۲)*. این تحقیقات الگویی را برای ترسیم این نقشه‌ها که با استفاده از فنون میدانی و نقشه-کشی بر اساس ویژگی‌های واقعی زمین تهیه می‌شوند، ارایه می‌دهد. این مفاهیم زمین‌ریخت-شناختی ویژگی‌هایی هستند که نقش آنها یا تغییر آنها به وسیله‌ی فعالیت‌های انسان بر روی تشدید سیل توسط پژوهشگرانی مانند مساعدی و توکلی *(۱۳۸۲: ۱۶۰- ۱۵۴)*، صادقی و دیگران *(۱۳۸۵: ۱۱۹-۱۰۹)*، شی[5] و همکاران *(۲۰۰۷: ۱۸۴- ۱۷۶)*،مساعدی‌وخلیلی‌زاده*(۱۳۸۶: ۱۹۹-۱۹۰)*، به عنوان بخشی از پژوهش‌های سیل مورد توجه قرار گرفته است. نانتی و کینگما[6] کینگما[6] *(۲۰۰۳)* با استفاده از روش هم‌پوشانی و تلفیق داده‌های آب‌شناسی (آماری، پایه فیزیکی، واحد هیدروگراف پایه) و زمین‌ریخت‌شناسی (تحلیل‌های زمین‌ریخت‌شناختی زمین-ریخت‌ها و سامانه رودخانه‌ای) خطر سیلاب را برای کشور بنگلادش به صورت خیلی کم‌خطر، کم خطر، خطر متوسط، پرخطر، خیلی پرخطر پهنه‌بندی نمودند. ولی‌نواز و شفیق[7] *(۲۰۰۳ :۷)* *:۷)* با استفاده از ابزار GIS و RS نقشه ۱:۱۰۰۰۰ راهنمای شهر مظفرآباد پاکستان و نقشه‌ی

1- Merwade
2- Oya
3- Teda
4- Verstappen
5- Shi
6- Nantte &.Kingma
7- Nawaz &Shafique

توپوگرافی منطقه، پرسشنامه و بازدیدهای میدانی و دادن ارزش‌های وزنی به پنج پارامتر نقشه‌ی مواد ساختمانی، نقشه‌ی آسیب‌پذیری، نقشه‌ی کاربری اراضی، نقشه‌ی سن ساختمان، نقشه‌ی زیربنای ساختمان توانستند نتیجه‌ی مجموع ارزش‌ها را به صورت نقشه‌ی طبقه‌بندی خطر ارایه دهند و در آن نواحی را به صورت نواحی خیلی پرخطر، پرخطر، خطر متوسط، کم خطر تقسیم نمایند.

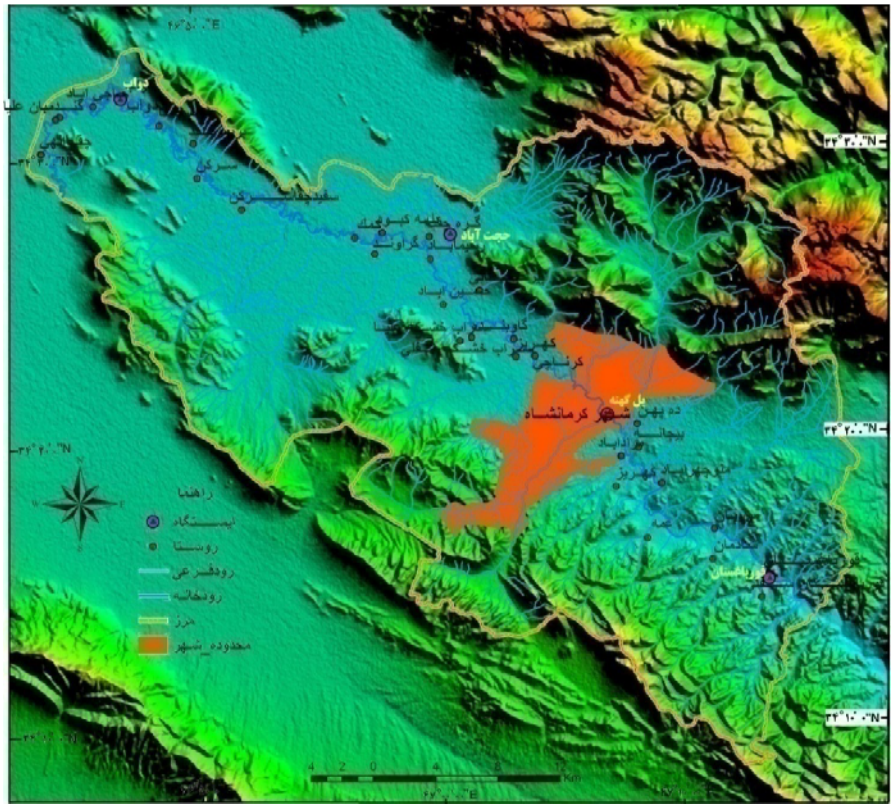
با این وجود، به نظر می‌رسد تحقیقات اویا و همکارانش که می‌تواند برای کاربردهای مختلف تکمیل شود، چندان دنبال نشده است و بیشتر از این که به مفاهیم تولیدکننده‌ی سیل تأکید شود، به معرفی قابلیت فنون جدید پرداخته می‌شود. از این رو در این پژوهش سعی می‌گردد با کشف ویژگی‌های زمین‌ریخت‌شناسی متعدد تأثیرگذار در آب‌گرفتگی دشت کرمانشاه که در طی ده سال گذشته نواحی مختلف آن بارها در معرض سیل قرار گرفته است، پهنه‌های مختلف سیل در این دشت معرفی شود.

معرفی منطقه‌ی مورد بررسی

منطقه‌ی مورد مطالعه دارای آب و هوای نیمه‌خشک است که در تابستان‌ها گرم و در زمستان‌ها سرد می‌باشد. حداکثر درجه‌ی حرارت در تیرماه و حداقل آن در دی‌ماه می‌باشد. دمای متوسط سالانه از ۳۷/۶ درجه تا ۳/۴ درجه سانتی‌گراد نوسان دارد. نزولات جوی به صورت برف و باران می‌باشد. اکثر ریزش‌های جوی ناشی از ورود جبهه‌های مرطوب مدیترانه‌ای است که عمدتاً در فصول پاییز و بهار به صورت باران و تگرگ و در زمستان به صورت برف فرود می‌آیند. غالباً این توده‌های مرطوب در برخورد به ارتفاعات به صورت بارندگی‌های منظم و مداوم بوده، ولی به موازات آنها، رگبارهای تند و شدید، نیز از نوع کوه بارش معمولاً به وقوع می‌پیوندد.

از نظر زمین‌شناسی دشت کرمانشاه را می‌توان جزء سلسله جبال زاگرس مرتفع (رورانده) به حساب آورد. رشته‌کوه زاگرس نتیجه فعالیت‌های کوهزایی آلپ در اواخر دوره‌ی پلیوسن می‌باشد، که محل فعلی این رشته همان بزرگ ناودیس جنوبی ایران است. رسوبات منطقه توسط یک خط روراندگی از هم تفکیک می‌شوند که به بخش رورانده و چین‌خورده معروف می‌باشند. از نظر سنی رسوبات بخش رورانده مربوط به دوران دوم می‌باشد که در پاره‌ای از مناطق رسوبات دوران سوم به‌صورت دگرشیب بر روی آن دیده می‌شود. درصورتی‌که رسوبات بخش چین‌خورده غالباً مربوط به دوران سوم می‌باشد.

دشت کرمانشاه، تحت تأثیر اقلیم پلیئستوسن، بـه طـور موضـعی بـه صـورت حوضـه‌هـای تراکمی آبرفت‌ها و رسوبات تخریبی نواحی کوهستانی مجاور، یـا رس‌هـای آهـک‌زدایـی شـده، درآمده و ضمن تخلیه قسمت‌های زیادی از بار رسوبی زهکش اصلی منطقه (رودخانه قره‌سـو)، سرزمین‌های حاصلخیزی را تشکیل داده‌اند.



شکل ۱: نقشه موقعیت محدوده مورد مطالعه

مأخذ: نگارندگان

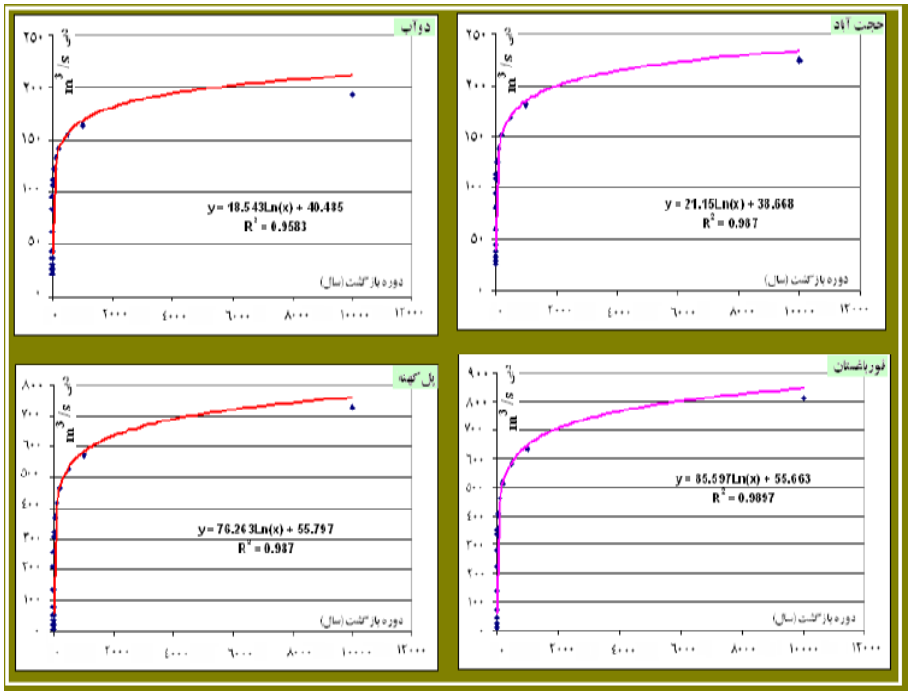
مواد و روش‌ها

در مرحله‌ی نخست به منظور برآورد سیلاب با دوره‌های برگشت مختلف آمار ایسـتگاه‌هـای هیدرومتری فاقد آمار یا دارای آمار ناقص بازسـازی شـد. جهـت بازسـازی داده‌هـا و همچنـین تعیین دوره‌های برگشت سیلاب از نرم‌افزار آب‌شناسی smada اسـتفاده گردیـد. و از آنجـا کـه طول دوره‌ی آماری برای تمام ایستگاه‌های منطقه‌ی مورد مطالعه متفاوت بود، جهـت بازسـازی داده‌ها، ابتدا با مرتب کردن سال‌های آماری موجود، آمار دبی پیـک لحظـه‌ای و دبـی حـداکثر

سالیانه‌ی ایستگاه‌های داخل و مجاور منطقه در صفحه‌ی گسترده‌ی excel ثبت شد و سپس در محیط smada، بین داده‌های میانگین دبی ایستگاه‌ها، ماتریس همبستگی برقرار شد تا ارتباط بین ایستگاهها شناخته شود. این ایستگاه‌ها عبارت بودند از: قورباغستان، پل کهنه، حجت‌آباد، دوآب مرگ، پل چهر، پیرسلیمان، میانراهان، پیرمزد، خرس‌آباد و حیدرآباد، که از بین این ۱۰ ایستگاه، ۴ ایستگاه دوآب مرگ، حجت‌آباد، پل کهنه و قورباغستان در داخل منطقه مورد مطالعه و بقیه ایستگاه‌ها در خارج از منطقه پراکنده شده‌اند. برای بازسازی آماری، نخست آمار ایستگاه‌های مجاور دریافت شد و سپس بعد از برقراری رابطه بین ایستگاه‌هایی که از ضریب همبستگی بالایی برخوردار بودند، بازسازی صورت گرفت. در مرحله‌ی بعدی دبی حداکثر سالیانه بازسازی شده ایستگاه‌های دوآب،حجت‌آباد، پل‌کهنه و قورباغستان وارد محیط Hyfa گردید و توزیع‌های مختلف برای هر ایستگاه محاسبه گردید و هر توزیعی که انحراف معیار وکای دو کمتری نسبت به سایر توزیع‌ها نشان می‌داد به عنوان توزیع مناسب در نظر گرفته شد. براین اساس ایستگاه‌های دوآب و حجت‌آباد با توزیع گامای دو پارامتری و پل کهنه و قورباغستان با توزیع گامبل برازش داده شدند (شکل ۲).

گام دوم تهیه‌ی نقشه‌ی زمین‌ریخت‌شناسی بود که برای تهیه‌ی آن نخست مرز منطقه‌ی مورد مطالعه بر روی نقشه‌های توپوگرافی مقیاس ۵۰۰۰۰ : ۱ ترسیم شد. این نقشه‌ها که عبارت بودند از: برگه‌های کرمانشاه 5459III، رباط ماهیدشت 5358 I، قیماس 5358II، روانسر 5459 I I I، کوزران سنجابی 5358 I V و قلعه شاه‌خانی 5359 I I، به کمک نرم‌افزار میکروستیشن[1] فراخوانی شده و منحنی میزان‌های آن ویرایش شدند. سپس این داده‌ها به محیط Arc GIS منتقل گشته و رقومی شدند. نقشه‌ی هیسپومتری منطقه، از روی خطوط تراز ۲۰ متری در دشت و ۱۰۰ متری در ارتفاعات، شبکه‌ی آبراهه‌ها، شیب حوضه و موقعیت روستاهای داخل حوضه، لایه‌هایی بودند که از نقشه‌های توپوگرافی یاد شده تهیه شدند. سپس حدود دشت سیلابی و موقعیت تمام عوارض که به نوعی در سیل‌گیری منطقه مؤثر بودند، شامل پشته‌های آبرفتی، تپه‌ها و گودال‌ها (طبیعی و مصنوعی)، باتلاق‌های خلفی، خاکریزهای طبیعی، چاک‌ها[2] و غیره، با دستگاه GPS در روی زمین تعیین و بر روی نقشه‌ی توپوگرافی منطقه منتقل شدند.

1- Microstation
2- Crevasses



شکل ۲ : منحنی فراوانی سیل برای ایستگاه‌های منطقه مورد بررسی

مأخذ: نگارندگان

در مرحله‌ی سوم تعیین پهنه‌های سیل‌گیر در دوره‌های برگشت مختلف و رابطه‌ی آن با زمین‌ریخت‌های مشخص شده‌ی قبلی مدنظر بود که برای انجام آن نخست پرسشنامه‌ای در مورد سیل، زمان وقوع و پهنه‌های سیل‌گیر تهیه گردید و در بین افراد سالخورده و زمین‌داران بومی ۲۶ روستای واقع در حاشیه‌ی رودخانه‌ی قره‌سو توزیع گردید. بر اساس پاسخ‌های به دست آمده از این پرسشنامه‌ها و تجارب شخصی مشخص شد که در سیلاب‌های شاخص چه بخش‌هایی از منطقه زیرآب رفته بودند و زمین‌ریخت‌ها تا چه حد در آب‌گرفتگی زمین مؤثر بوده‌اند. این سیلاب‌های شاخص نیز با توجه به برآوردها و تطبیق‌های آماری که در مرحله‌ی قبل صورت گرفته بود، معلوم می‌شد که از چه دوره‌ی برگشتی برخوردارند.

در مرحله‌ی آخر نتایج حاصل از پرسشنامه‌ها، اندازه‌گیری‌های میدانی و دوره‌های برگشت سیلاب بر روی نقشه زمین‌ریخت‌شناسی انتقال یافت و لایه‌ی رقومی حریم سیل‌خیزی در محیط ArcGIS تهیه گردید و سرانجام با تلفیق لایه‌های فوق‌الذکر نقشه‌ی‌زمین‌ریخت‌شناختی سیل دشت کرمانشاه به دست آمد.

نتایج

بررسی دبی‌های اوج سالیانه ایستگاه‌ها نشان می‌دهد که به طور معمول در دوره‌های برگشت یکسان دبی‌های حداکثر در هر یک از ایستگاه‌ها، جریان آب متفاوتی را نشان می‌دهند (شکل ۲)؛ به عنوان مثال در دبی‌های حداکثر ده ساله، مقدار جریان در ایستگاه‌های دوآب ۹۵، حجت‌آباد ۱۰۹، پل کهنه ۲۶۰ و قورباغستان ۲۸۰متر مکعب در ثانیه می‌باشد.

بررسی‌های میدانی از نحوه ی آب‌گرفتگی در جریان‌های با دوره‌ی برگشت ۱۰ ساله نشان می‌دهد که ریخت‌شناسی دشت مانند خاکریزهای طبیعی، چاک‌ها، باتلاق‌های خلفی، شیب کم اراضی اطراف رودخانه، کانال‌های تنگ و باریک و پشته‌های آبرفتی نقش مهمی را در آب-گرفتگی اراضی ایفا می‌کنند. همچنین با توجه به سرعت کم جریان آب در بخش مقعر، خاکریزهای طبیعی و چاک‌ها عمدتاً دراین بخش‌ها شکل گرفته‌اند که منجر به‌تولید باتلاق‌های خلفی گسترده‌ای گشته‌اند. این باتلاق‌ها مستعدترین نواحی را برای آب‌گرفتگی فراهم می‌کنند و جایی‌که چاک‌ها خاکریزها را برش داده‌اند، سیلاب این اراضی را سریع تر و با وسعت بیشتر غرقاب می‌نمایند. از طرف دیگر، دریاچه‌های گردن‌بند گاوی که در اثر فرو ریختن دیواره‌های دو مئاندر از بستر اصلی جدا شده‌اند، با توجه به شیب وارونه‌ای که دارند، بلافاصله بعد از طغیان رودخانه، زیر آب می‌روند.

اختلاف ارتفاع اراضی در مسیر رودخانه قره‌سو بسیار کم و جزیی می‌باشد. همچنین شیب اراضی اطراف رودخانه کم و در بسیاری موارد از طرف رودخانه به سمت اراضی می‌باشد. این شیب وارونه که در واقع باتلاق‌های خلفی رود محسوب می‌شوند، در مواقع سرریز شدن آب از بستر رودخانه اصلی، آب‌گرفتگی اراضی اطراف رودخانه را به همراه می‌آورد (شکل ۳) و با افزایش حجم آب سطح بیشتری از دشت دچار آب‌گرفتگی می‌گردد؛ در این حالت ویژگی‌های خاص زمین‌ریخت‌های دشت سیلابی است که می‌تواند بعضی از زمین‌ها را در دوره‌های ویژه‌ای از برگشت سیل از آب‌گرفتگی رها سازد.

شکل ۳: پهنه‌های سیلابی ناشی از شیب معکوس اراضی بالادست جاده کمربندی کرمانشاه- اسلام‌آباد (سیلاب با دوره‌ی برگشت ده ساله)

مأخذ: نگارندگان

یکی از زمین ریخت‌های مهم دشت برای حفاظت از آبگرفتگی، پشته‌های بازو مانندی است که حاصل فرسایش رسوبات دامنه‌ای است. در بخش شمال کرمانشاه جریانات سیلابی و گلی دوره‌های گذشته باعث تولید پوشش ضخیمی از مواد بر روی پایکوه‌ها شده است (شکل ۴) که عبور آبراهه‌ها در دوره‌های بعدی آنها را قطعه‌قطعه نموده و به صورت پشته‌هایی شکل داده‌اند که عمود بر ارتفاعات اصلی تا ساحل رودخانه قره‌سو امتداد یافته‌اند. این عوارض در برخی قسمت‌ها، به ویژه در محدوده‌ی شهر کرمانشاه، در اثر خاکبرداری و عملیات تسطیح، جهت ساخت و سازه‌ها، تقریباً از بین رفته‌اند. اما در محدوده‌ی بین روستای قزانچی تا پل جاده کمربندی کرمانشاه- اسلام‌آباد، این عوارض، به ویژه در مواقعی که تا نزدیک رودخانه کشیده می‌شوند، به دلیل ارتفاع زیاد نقش مهمی را در امنیت مردم در برابر سیلاب‌های به‌ویژه با دوره‌های برگشت ۱۰ ساله و بالاتر ایفا نموده‌اند. شاید به همین دلیل است که دیده می‌شود بسیاری از تأسیسات انسانی بر روی همین زمین‌ریخت‌ها ساخته شده‌اند (شکل ۵).

شکل ۴ : نیمرخ یک پشته‌ی آبرفتی واقع در پایکوه‌های شمال دشت (شمال شهرک صنعتی کرمانشاه)

مأخذ: نگارندگان

شکل ۵ : ساخت و سازها بر روی یکی از پشته‌های حاشیه‌ی رودخانه قره‌سو (روستای کرناچی)

مأخذ: نگارندگان

عامل مؤثر دیگر در تشدید سیلاب در بارش‌های با دوره‌ی برگشت ۱۰ ساله وجود کانال‌های غیراستاندارد (کانال‌های تنگ و باریک) می‌باشد؛ فاکتوری که نواز وشفیق *(۲۹۹۳)*، در تحقیق خود آن را یکی از عوامل آب‌گرفتگی شهر مظفرآباد می‌دانند.

عامل مهم دیگر، در بخش‌های پایین‌دست رود، سطح آب زیرزمینی است که تحت تأثیر ارتفاع پایین‌تر منطقه نسبت به اراضی بالادست این سطح بالاتر بوده و در نتیجه باعث افزایش سطح ایستابی این محدوده گردیده است (شکل۶).

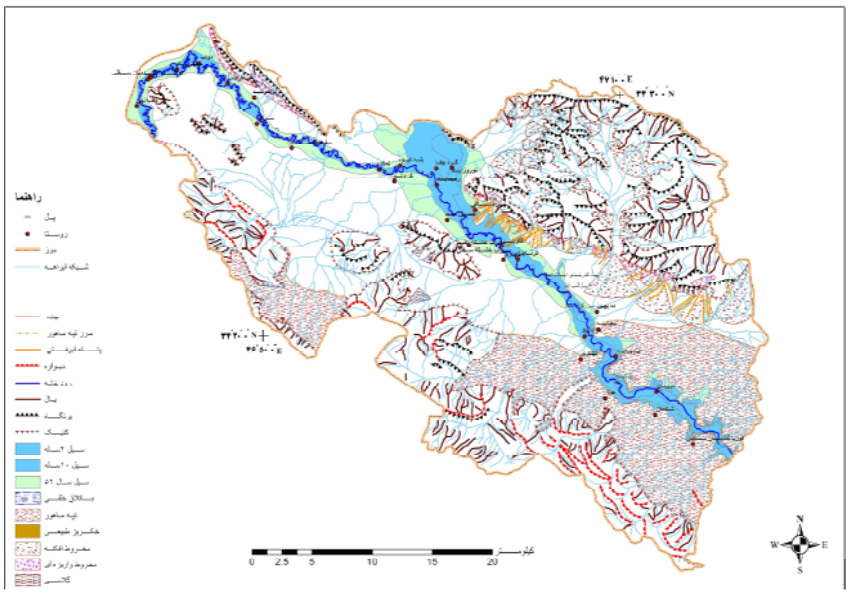
مجموعه عوامل بالا باعث شده است که برای طرح‌ریزی مقر اولیه شهر، حریم قابل توجهی بین بستر اصلی رود و مناطق مسکونی در نظر گرفته شود که در نقشه‌های توپوگرافی مقیاس ۱: ۵۰۰۰۰ چاپ ۱۳۵۴ این فاصله بین ۰/۳ تا ۱ کیلومتر نشان می‌دهد که قطعاً در گذشته بیشتر از این مقدار بوده است. با گذشت زمان این حریم کاهش یافته و اکنون مناطق مسکونی زیادی وجود دارند که به بستر رودخانه خیلی نزدیک شده‌اند. این در حالی است که ارتفاعات شمالی و جنوبی، با شیب زیاد دشت کرمانشاه را قطع می‌کنند که این می‌تواند سرعت تخلیه گل و لای به رودخانه را تسریع نموده و در نتیجه ظرفیت تخلیه‌ی مجرای رود را کاهش داده و سیلاب را در دشت تشدید نماید.

شکل ۶ : بالا بودن سطح ایستابی اراضی واقع در پایین‌دست رودخانه قره‌سو تحت تأثیر ارتفاع پایین و دریافت زه‌آب‌های بیشتر(جنوب روستای منوچهرآباد)

مأخذ: نگارندگان

تلفیق اطلاعات بالا نشان می‌دهد که حدود و گستره‌ی سیل در سیلاب‌های مختلف می‌تواند تا چه حد باشد (شکل ۷). مقایسه‌ی مقادیر دبی‌های برآوردی ایستگاه‌های منطقه در دوره‌های برگشت مختلف و همچنین اندازه‌گیری‌های میدانی نشان می‌دهد که دوره‌های برگشت دو ساله باتلاق‌های خلفی، چاله‌های مصنوعی و نواحی اطراف رودخانه (حدوده چندین ده متر) که دارای شیب جزیی می‌باشند را اشغال می‌کنند. اما در دوره‌های برگشت ۱۰ ساله علاوه بر

باتلاق‌های خلفی، چاله‌های مصنوعی، بخش زیادی از اراضی بین پشته‌های آبرفتی و حدود چندین صد متر از اراضی کم شیب اطراف رودخانه تحت اشغال رود قرار می‌گیرند. براساس اظهارات افراد بومی بزرگترین سیلابی که در منطقه اتفاق افتاده است مربوط به اسفندماه سال ۱۳۵۲ بوده که قسمت‌های وسیعی از دشت آبرفتی به استثناء نقاط ارتفاعی و پشته‌های آبرفتی تا خطوط ارتفاعی بالای ۱۳۱۰ متر را اشغال کرده بود. در گستردگی این سیلاب علاوه بر بارش طولانی مدت تنگ و باریک بودن کانال‌هایی آبگذر در زیرساخت جاده‌ها، ضعف پوشش گیاهی نیز مؤثر بوده‌اند. مقادیر دبی حداکثر سالیانه در این سال در ایستگاه‌های دوآب مرگ، حجت‌آباد، پل‌کهنه و قورباغستان به ترتیب ۱۰۳، ۳۸۲، ۷۵۰ و ۱۰۲۵ متر مکعب در ثانیه بوده است که اغلب از یک دوره‌ی برگشت بیش از ده هزار ساله برخوردارند (شکل ۲).



شکل ۷ : نقشه‌ی زمین‌ریخت‌شناسی سیلاب دشت کرمانشاه

مأخذ: نگارندگان

بحث

اغلب پدیده‌هایی که در نقشه‌ی زمین‌ریخت‌شناسی این پژوهش آورده شده است، همان پدیده‌هایی هستند که در نقشه‌ی حساسیت سیل اویا (۱۹۷۱) وجود دارند؛ با این تفاوت که حریم سیل در این نقشه برای سیلاب‌های با دوره برگشت متفاوت ارایه شده است. در هر دوی این نقشه‌ها عوارض کوچک، مانند دریاچه هلالی شکل به دلیل مقیاس نقشه با دقت نشان

داده نشده‌اند. ولی نقشه‌ی ترسیم شده برای دره هان کره جنوبی *(ورستاپن، ۱۹۸۳: ۳۱۲)* به دلیل مقیاس بالا از دقت بیشتری برخوردار است و از سوی دیگر در آن احتمال خسارت سیل برای زمین‌های با کاربری مختلف نیز آورده شده است. با وجود این، مقایسه‌ی نقشه‌ی منتج از این تحقیق با نقشه‌هایی که توسط مدل‌های آب‌شناسی یک‌بعدی و به ویژه با مدل HEC-RAS به دست می‌آیند، نشان می‌دهد که نقشه‌های زمین‌ریخت‌شناسی به دلیل توجه به بررسی میدانی و ترسیم پدیده‌های ملموس نسبت به مدل‌های تئوریک به واقعیت نزدیکترند؛ زیرا، مدل هیدرولیک یک‌بعدی، HEC-RAS، دارای یک جریان عادی میان‌یابی مقطع عرضی بر اساس یک مدل رشته‌ای است *(یوساس، ۲۰۰۶)* که می‌تواند برای ایجاد مقاطع مختلف عرضی به کار رود و برای ایجاد یک مدل زمینی رود به GIS اکسپورت شوند. عیب اصلی مدل یادشده این است که بانک اطلاعاتی را تنها در نیمرخ‌های عرضی ذخیره می‌کند به‌طوری‌که مسیر عادی رشته‌ای نمی‌تواند حریم مجرا را که ممتد است، خوب تشخیص دهد. این شاید برای نظیرسازی هیدرولیک یک‌بعدی جریان قابل قبول باشد؛ ولی چون مرز نیمرخ عرضی درون‌یابی شده با مرز مجرای واقعی منطبق نمی شود، نمی‌تواند با سایر داده‌های پایه ترکیب شود. ازسوی دیگر HEC-RAS نیمرخ عرضی کلی از جمله دشت سیلابی را درون‌یابی می‌کند که این موضوع، در مواقعی که توپوگرافی ریز با قدرت تفکیک بالا برای دشت سیلابی وجود داشته باشد، مطلوب نیست. بنابراین، ضعف‌های یاد شده باعث می‌شود که نقشه‌ی تهیه شده از دقت بیشتری برخوردار نباشد و به‌ویژه زمانی که مقیاس نقشه‌ی کوچک باشد، تنها یک تصویر کلی ارایه خواهد شد. البته باید خاطرنشان شد که مرواد *(۲۰۰۷)* با استفاده از تکنیک‌هایی مانند نقشه‌کشی و تجزیه و تحلیل داده‌های مجرا در یک مجرای منطبق با سیستم مختصات؛ میان‌یابی نیمرخ‌های عرضی رود برای ایجاد یک شبکه‌ی سه‌بعدی برای مجرای اصلی؛ و ترکیب این شبکه با توپوگرافی مجاور توانست بعضی محدودیت‌های مدل بالا را از بین ببرد، ولی از آن‌جا که این مدل‌ها به وسیله توصیف هندسی از عمق مجرا و توپوگرافی پیرامون تحت تأثیر قرار می‌گیرند، اطلاعات زمین‌ریخت‌شناسی از شیوه‌ی تغییرات ارتفاعی در این محدوده‌ها می‌تواند این مدل‌سازی‌ها را به نتایج بهتری هدایت نماید.

ولی قابلیت اعتماد برای استفاده از نقشه‌های زمین‌ریخت‌شناسی برای پیش‌بینی سیل عملاً در چندین مورد به اثبات رسیده است؛ به عنوان مثال، موقعی که جنوب دشت نامیب به وسیله‌ی دریا و امواج توفانی تایفون آسفان در سال ۱۹۵۹ در معرض سیل قرار گرفت، ویژگی‌های آب‌گرفتگی آنها مانند حدود مساحتی، عمق و مدت و مسیر جریان سیلاب قبلاً

در سال ۱۹۵۵ در نقشه‌ی حساسیت ترسیم شده به وسیله‌ی زمین‌ریخت‌شناسان دقیقاً نشان داده شده بود *(ورستاپن، ۱۹۸۳: ۳۰۹)*. نقشه‌های تهیه شده در این تحقیق نیز می‌تواند از ظرفیت پیش‌بینی بالایی برخوردار باشد. این ظرفیت پیش‌بینی اصولاً ریشه در دو واقعیت دارد. اولاً، آن چیزی که جریان سیلاب را تعیین می‌کند ناهمواری (ریز) دشت سیلابی مانند تجمع آن در گودی‌ها و غیره می‌باشد؛ بنابراین، کار منطقی خواهد بود که سهم اصلی ناهمواری در پیش‌بینی شرایط سیل آینده بررسی شود و به طور مفصل به نقشه درآید. ثانیاً، پیکربندی زمین دشت‌های پست و الگوی توزیع رسوبات گراول، ماسه، سیلت و رس حاصل از رسوبگذاری رودخانه‌ای گذشته به وسیله همان رود مسؤول در سیلاب‌های آینده می‌باشد. بررسی آنها به تفهیم رژیم آب‌شناسی رود و بنابراین، ماهیت سیلاب‌های آینده کمک می‌نماید که در این تحقیق تا حدودی به آن توجه شده و تنها به جای الگوی رسوبگذاری از داده‌های آب‌شناسی استفاده شده است، بنابراین در این شرایط دقت این نقشه‌ها به دقت داده‌های آب‌شناسی بستگی پیدا می‌کند؛ موضوعی که در این پژوهش سعی شد تا حدودی به وسیله‌ی بررسی‌های میدانی و پرسشنامه‌های تکمیل شده به وسیله‌ی افراد آگاه جبران شود و در نقشه‌ی زمین‌ریخت‌شناسی سیل تحت عنوان حریم آب اشغال شده در سال ۱۳۵۲ آورده شود (شکل ۷).

نتیجه‌گیری

اعتماد به نقشه‌های زمین‌ریخت‌شناسی سیل، به‌ویژه زمانی که در مقیاس بزرگ ترسیم می‌شوند، خیلی بالاست. این نقشه‌ها علاوه بر این‌که درک زمین‌ریخت‌شناسی بالایی را از محیط ارایه می‌دهند می‌توانند در پیش‌بینی نیز مفید باشند. نقشه‌ی زمین‌ریخت‌شناسی سیل دشت کرمانشاه نشان می‌دهد که سیلاب‌های با دوره‌ی برگشت ۱۰ ساله نقش مهمی در گستره‌ی سیلاب‌های دشت کرمانشاه ایفا می‌کند. این عامل به ویژه از محدوده‌ی اتصال رودخانه رازآور و دوآب به رودخانه اصلی قره‌سو تا محدوده‌ی پل کهنه باعث می‌شود که بخش‌های وسیعی از اراضی دشت آبرفتی، شامل باتلاق‌های خلفی، دریاچه‌های شاخ گاوی، چاله‌های مصنوعی و بخش زیادی از اراضی کم‌شیب بین پشته‌های آبرفتی، سیلابی گردند.

پشته‌های موازی به عنوان یک عامل مهم در سیل‌گیری پایکوه‌های شمالی دشت کرمانشاه نقش مهمی ایفا می‌کنند. این پشته‌ها نتیجه‌ی حرکات گل روانی حاصل از دوره‌های بارانی پلیئستوسن هستند که جریان آب‌های موازی از ارتفاعات شمالی کرمانشاه توانسته است آنها را به‌صورت پشته‌های موازی تراش بدهد. این عوارض در سیل‌گیری اراضی دشت در دوره‌های

برگشت ۱۰ساله و بالاتر نقش اساسی دارند؛ زیرا، در زمان سیلاب‌ها خارج از آب قرار می‌گیرند برخی از ساکنان محلی با استفاده از تجربیات حوادث گذشته ترجیح می‌دهند مساکن خود را روی این عوارض بنا نمایند. بخش مقعر رودخانه نسبت به بخش محدب سرریزی آب بیشتر بوده و خاکریزهای طبیعی و چاک‌ها شدت سیل‌گیری را افزایش می‌دهد و باتلاق‌های خلفی با توجه به شیب وارونه‌ای که دارند، بلافاصله سیلابی می‌گردند. البته بالا بودن سطح ایستابی در نواحی پست نیز در پهنه‌های سیل‌گیر دشت کرمانشاه اهمیت دارد. در این نواحی به دلیل پایین‌تر بودن اراضی و وجود ذرات بسیار ریز رسوبات در اطراف رودخانه، سطح ایستابی نسبت به اراضی بالا دست رودخانه بالاتر بوده و در نتیجه با دوره‌های برگشت حتی یک ساله سطح اراضی را سیلاب فرا می‌گیرد.

سپاسگزاری

برازش سریع داده‌ها به وسیله‌ی نرم‌افزار Hyfa مدیون زحمات و راهنمایی‌های ارزنده‌ی آقای دکتر همایون حصادی عضو هیأت علمی منابع طبیعی کرمانشاه می‌باشد که در اینجا از همکاری ایشان سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

۱- بروجردی‌علوی، علیرضا و امیرهمایون صفارزاده (۱۳۷۳). پهنه‌بندی مقدماتی خطر سیل، مجله عمران. شماره ۱۵. ۳۵-۳۴.
۲- خلیلی‌زاده مجتبی؛ ابوالفضل مساعدی و علی نجفی‌نژاد (۱۳۸۴). پهنه‌بندی خطر سیل در بخشی از محدوده‌ی رودخانه زیارت در حوزه‌ی آبخیز شهری گرگان. علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۲(۴).
۳- صادقی،سیدحمیدرضا؛ محمد حاجی‌قلی‌زاده و مهدی وفاخواه (۱۳۸۵).تأثیر آب‌شکن‌ها و شیب‌شکن‌ها بر عمق و گستره‌سیل (مطالعه موردی:رودخانه کن تهران)، علوم‌کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۳ (۴).
۴- غفاری، گلاله؛ کریم سلیمانی و ابوالفضل مساعدی (۱۳۸۶). پهنه‌بندی خطر و ارزیابی خسارت سیل با استفاده از HEC-GeoRAS ، مطالعه موردی رودخانه بابلرود)، منابع طبیعی ایران. ۶۰ (۲).
۵- غریب، معصومه؛ ابوالفضل مساعدی؛ علی نجفی‌نژاد و محمدابرهیم یخ‌کشی (۱۳۸۶). پهنه‌بندی خطر و ارزیابی خسارت سیل (مطالعه موردی محدوده رودخانه قره‌چای در حومه شهر رامیان)، منابع طبیعی ایران. ۶۰ (۳).
۶- مساعدی، ابوالفضل و محسن توکلی (۱۳۸۲). بررسی مناسب‌ترین روش تعیین ضریب مانینگ و پهنه-بندی خطر سیل در بخشی از اترک میانی (مراوه)، علوم کشاورزی و منابع طبیعی.۱۰ (۴).
۷- مساعدی، ابوالفضل و مجتبی خلیلی‌زاده (۱۳۸۶). بررسی اثر پل‌ها بر عمق و سطح پهنه سیل در رودخانه زیارت گرگان، علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۴ (۲).
۸- وهابی، جلیل. پهنه‌بندی خطر سیل با استفاده از مدل‌های هیدرولوژیکی و هیدرولیکی (مطالعه موردی طالقان رود)، پژوهش و سازندگی. ۷۱.

9- Cochrane, H.C (1981.) Flood loss simulation. Nat Res. Forum:5(1): 31-67
10- Hanke, S.H (1972). Flood losses-will they ever stop? J. Soil and Water Cons., 27: 242-243.
11- Kates, R.W (1964.) Flood hazard evalution. In: G.F. White (Editor), Choice of adjustment to floods. Unin. Chicago Dept. of Georgr, Res. Paper, 93: 135-147.
12- Kesik, A.B (1981). Flood-affected area in Canada: inventory, assessment and cartographic presentations: Sunopsis. Paper IGU Working Group River and Coastal plains Seminar, Wageningen, 99 pp.
13- Merwade V. , Cook A. , Coonrod J (2008). GIS techniques for creating river terrain models for hydrodynamic modeling and flood inundation mapping, Environmental Modelling & Software 23.
14- Nantte S., Kingma C (2003) flood Hazard Assessment and Zonation , ITC
15- Nawaz , Falak , Mohamad shafique (2003). Data integeration for Flood risk analysis by GIS/RS as tools , Map Asia Conference 2003.
16- Oya, M (1967).Geographical study of the flood immediately downstream from Pamong in the Mekong River. Report Comm. Coord. Investigations Lower Mekong Basin, ECAFE, 40 pp.
17- Oya, M (1971). Geomorphological land classification map of the Neyagawa River basin(Osaka and the surrounding area), 1:25,000, indicating area subject to will be flooding. Publ. Nat. Res. Center f. Disaster Prevention, Sci. and Techn. Agency, Tokyo, 23 pp.
18- Oya, M., and Akagiri, T., (1968). Relationship between the geomorphology and flooding in the basin of the Kazuryain the central part of Japan. Series Hiroshima Geogr. Ass, 9.
19- Platt, R.H, (1976). The national flood insurance program: some midstream perspectives. J. Amer. Inst. Planners, 42(7).
20- Solangaarachchi , D.T , and N.S.Vithanage (2005). Flood Hazard Assessment Using GIS for the Ratnapura Municipal Council area, second national symposium on geo_Informatics.
21- Sinnakaudan Sh. K, Ab Ghani A, S. A. Mohd. Sanusi, Zakaria N.A (2003). Flood risk mapping for Pari River incorporating sediment transport, Environmental Modelling & Software 18.
22- Smith, K. (1992). Environmental Hazards (Assessing Risk & Redusing Disaster), Roulage.
23- Shi Y, Zhang Q, Chen Z, Jiang T, Wu J (2007) .Channel morphology and its impact on flood passage, theTianjiazhen reach of the middle Yangtze,River Geomorphology 85.
24- Teda, F, and Oya, M (1968). Topographical survey map of the Kuzuryu Riverbasin, Japan, 1:50,000, showing classification of flood flow area. Publ. Res. Bur, Sci. and Techn. Agency:43/3.
25- USACE (2002). HEC-RAS River Analysis System Hydraulic Reference Manual Version, Hydrologic Engineering Center, Davis, CA, 350 pp.
26- van der Sande C. J, de Jong S. M, de Roo A. P. J (2003). A segmentation and classification approach of IKONOS-2 imagery for land cover mapping to assist flood risk and flood damage assessment, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 4.
27- Verstappen, H. TH (1983). AppliedGeomorphology, Geomorphological surveys For Environment Development, Surveying For River floods.