

# پهنه‌بندی خطر سیل با استفاده از مدل هیدرولیکی Hec-Ras در محیط GIS، (مطالعه موردی حوضه آبریز سکنج، جنوب شرق دشت کرمان)

مریم حیدری جامع بزرگی\*<sup>۱</sup> احمد عباس تژاد<sup>۲</sup> رضا حسن زاده<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی زیست محیطی دانشگاه شهید باهنر کرمان  
Email: heydari.maryam74mh@gmail.com

<sup>۲</sup> دانشیار گروه زمین شناسی دانشگاه شهید باهنر کرمان  
Email: abbasnejad35@yahoo.com

<sup>۳</sup> استادیار گروه سیستم اطلاعات جغرافیایی دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته کرمان  
Email: Hassanzadeh22@yahoo.com

۱۴۰۰ مهرماه ۱۹-21 OCTOBER 2021

8th Comprehensive Conference on FLOOD Engineering and Management  
FLOOD AND DROUGHT  
TWO SIDES OF THE SAME COIN

FLOOD Conference  
۲۰۲۱

هشتمین کنفرانس جامع مدیریت راهبردی سیلاب



## چکیده

سیل از مخاطراتی است که امروزه بشر با آن مواجه است و هر ساله خسارات مالی و جانی فراوانی را به دنبال دارد. حوضه آبریز سکنج در فاصله ۴۵ کیلومتری جنوب شرق کرمان و در یال جنوبی کوه‌های سیرج-کوهپایه قرار دارد. این حوضه آبریز کوچک ولی گرد و پرشیب یکی از سیل-خیزترین حوضه‌های آبریز در استان کرمان است و سیل‌های ناشی از آن معمولاً در ايام بهار هرسال باعث خسارت به باغ‌ها، مناطق مسکونی و راه‌ها در اطراف ماهان می‌شود. هدف از این مقاله مشخص ساختن محدوده اشغال سیل با دوره بازگشت ۳۰ ساله است. بدین ترتیب تحقیق حاضر در نظر دارد با استفاده از مدل هیدرولیکی Hec-Ras و افزونه Hec-GeoRAS، به پهنه‌بندی سیل حوضه سکنج در شرق دشت کرمان بپردازد. برای این منظور نقشه‌های توپوگرافی با فرآیندی قابل استفاده در Hec-Ras آماده شد. داده‌ها و اطلاعات لازم از آب منطقه‌ای دریافت شد و سپس در محیط Arc View اقدام به پردازش نقشه شد. این اقدامات شامل معرفی خصوصیات فیزیوگرافی حوضه، مسیر جریان و مقاطع عرضی می‌باشد. نتایج نشان داد که تلفیق مدل هیدرولیکی Hec-Ras و سیستم اطلاعات جغرافیایی ArcGIS ابزاری کارآمد در جهت پهنه‌بندی سیل است، با در نظر گرفتن این‌ها شخص شد پهنه سیل در محدوده آبراهه اصلی نیازمند حریم بستر ۲۴۰ تا ۳۱۰ متری در دوره بازگشت ۳۰ ساله می‌باشد که رودخانه سکنج قابلیت عبور این سیل را ندارد. که با در نظر گرفتن این محدوده به عنوان حریم رودخانه می‌توان خسارات سیل را کاهش داد.

واژگان کلیدی: پهنه‌بندی، خطر سیل، مدل هیدرولیکی، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، سکنج

## مقدمه یا بیان مسأله

بر اساس تاریخچه سیل‌های گذشته استان کرمان، رودخانه فصلی سکنج یکی از سیل‌خیزترین رودخانه‌های استان است که در مجرای اصلی و منطقه پخش معمولاً هر ساله خساراتی در دهستان و شهر ماهان به بار می‌آورد. از این رو لازم است شرایط سیل‌خیزی و ارزیابی خطر برای آن انجام شود. امروزه استفاده از علوم جدید به‌ویژه تکنیک سنجنش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی به برنامه‌ریزان کمک کنند تا ارزیابی نسبتاً دقیقی از پتانسیل مخاطرات طبیعی ازجمله سیل داشته باشند، بنابراین سیستم اطلاعات جغرافیایی برای شناسایی مناطق سیل‌خیز، تعیین گستره سیل، پهنه‌بندی مناطق سیل‌گیر و برآورد خسارت‌های وارد شده به انواع کاربری‌ها در سطح وسیعی استفاده می‌شوند (Beroshke, 2006) [۱] در این راستا پژوهش حاضر با هدف، استفاده از مدل هیدرولیکی Hec-Ras و افزونه Hec-GeoRAS، به پهنه-بندی سیل حوضه سکنج واقع در شرق دشت کرمان بپردازد. از جمله تحقیقاتی که با موضوع مورد مطالعه مرتبط هستند عبارتند از:

قادری و همکاران (۱۳۹۶) جهت پهنه‌بندی سیلاب در ایستگاه هیدرومتری رودخانه گوثر مهپاد، از مدل Hec-Ras، نرم‌افزار GIS استفاده نمودند و نقشه‌های پهنه‌بندی سیل رودخانه برای دوره‌های بازگشت ۲، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ ساله تهیه شد و در نهایت دریافتند از مدل Hec-Ras برای مطالعات آسیب‌پذیری مناطق ساحلی رودخانه و ارزیابی میزان ریسک به عنوان یک مدل مفید و مؤثر می‌توان استفاده نمود. [۱۰]

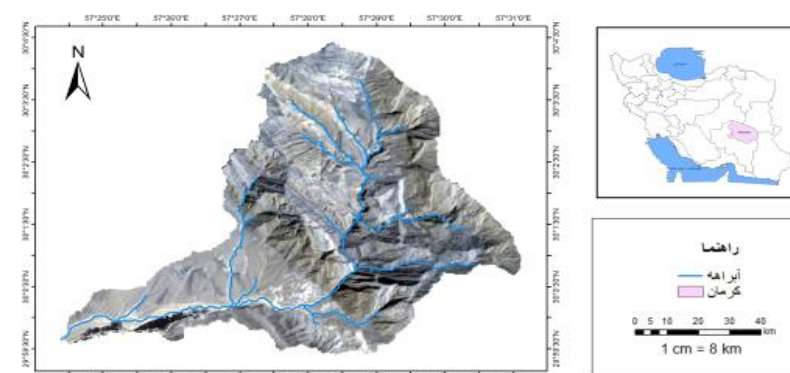
میلاذ ارجمند و همکاران (۱۳۹۹) پهنه‌بندی سیلاب در حوضه آبریز زنجان رود با استفاده از مدل Ras Hec- و الحاقیه Hec-GeoRAS را با هدف بررسی و شبیه‌سازی پارامترهای هیدرولیکی و پهنه‌بندی سیلاب را در ۱۹ مقطع عرضی در مسیر بررسی نمود. نتایج نشان داد که مدل Hec-Ras می‌تواند مقادیر عددی مناسبی را جهت مطالعه خصوصیات هیدرولیکی جریان در رودخانه ارائه داد و جهت پهنه‌بندی سیلاب با دقت بالا و هزینه اندک مورد استفاده قرار گیرد. [۱۱]

اندام و همکاران (۲۰۰۳) پیشنهاد کردند که با بهره‌گیری از مدل Hec-Ras می‌تواند مقادیر عددی مناسبی را برای بررسی و مطالعه رژیم رودخانه‌ها و خصوصیات هیدرولیکی جریان رودخانه، در اختیار محققان قرار دهد، مدیریت سیلاب ترکیبی از عملکردهای کاهش سیل و پایش سیلاب می‌باشد و ممکن است فعالیت‌های قبل از سیل، هنگام وقوع و بعد از سیل را هم در بر بگیرد. [۱۲]

یانگ و همکاران (۲۰۰۶) در پژوهش انجام شده جهت تعیین پهنه دشت‌های سیلابی حوضه آبریز جنوبی شهر آتاوا، از ترکیب مدل هیدرولیکی Hec-Ras و سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS استفاده کردند. نتیجه ایجاد یک مدل شبکه‌ای Hec-Ras از ترکیب جزئیات ریز و درشت، دشت سیلابی و نمایش وسعت و عمق آبرگرفتی در هر رگبار است. [۱۳]

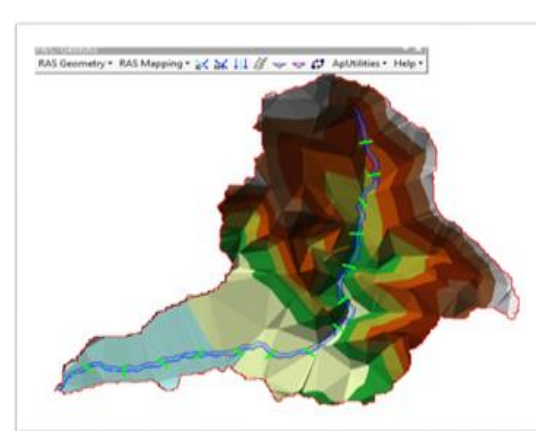
## اهداف و روش پژوهش

محدوده مطالعاتی سکنج، دارای طول و عرض جغرافیایی ۵۷ درجه و ۵ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۵۵ دقیقه شمالی می‌باشد (شکل ۱).

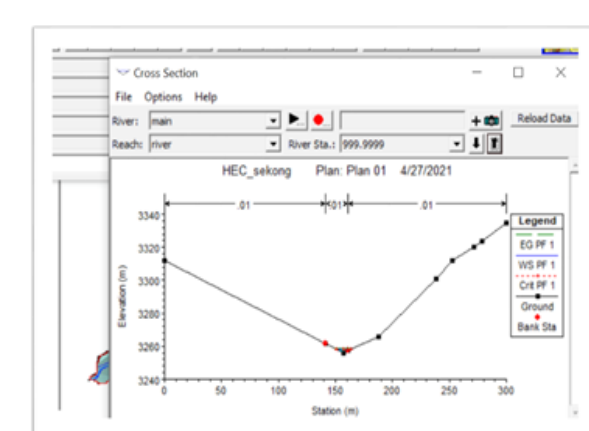


شکل ۱- محدوده منطقه مورد مطالعه

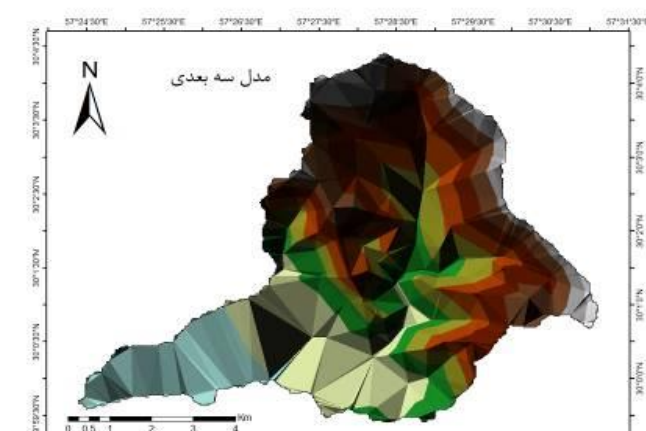
در این تحقیق از داده‌های مربوط به دبی رودخانه سکنج تهیه شده از سازمان آب منطقه‌ای کرمان و داده‌های ماهواره‌ای سری لندست جهت ارزیابی و پهنه‌بندی خطر سیل در حوضه آبریز و مخروط‌افکنه رودخانه استفاده شده است. بدین منظور از نرم‌افزارهای GIS، Hec-Ras، افزونه Hec-GeoRAS، excel و SPSS جهت انجام مطالعه و تهیه نقشه پهنه بندی استفاده شده است. که در این تحقیق از نرم افزار Hec-Ras جهت مدل‌سازی پروفیل سطحی آب و تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی سیل استفاده شده است. برای این منظور نقشه توپوگرافی به شکلی قابل استفاده در Hec-Ras آماده شد. داده‌ها و اطلاعات لازم از آب منطقه‌ای دریافت شد و سپس در محیط Arc View اقدام به پردازش نقشه شد. این اقدامات شامل معرفی خصوصیات فیزیوگرافی حوضه، مسیر جریان و مقاطع عرضی می‌باشد که به محیط نرم‌افزار Hec-Ras منتقل شدند. پس از ورود نقشه‌ها به نرم افزار Hec-Ras مشخصات هندسی یا فیزیوگرافی رودخانه مانند مساحت حوضه، طول آبراهه اصلی، شیب حوضه و شرایط مرزی محدوده مورد بررسی قرار گرفت و به مدل وارد شد که در ادامه شرح داده می‌شوند. دوره بازگشت طرح جهت ارزیابی سیلاب و دبی پیک رودخانه در دوره‌های بازگشت مورد نظر و هم‌چنین تعداد ۱۴ مقطع عرضی براساس محیط طبیعی و روی ماندرها و محل اتصال شاخه‌های فرعی آبراهه به آبراهه اصلی در GIS و بسته الحاقی Hec-GeoRAS ترسیم گردید، برای انجام این کار، داده‌های مقاطع عرضی از منوی Cross Section وارد می‌شوند و ویرایشگر داده‌های مقطع عرضی مشابه تصویر ۲ نمایش داده شده است. که جهت تعیین بهترین مقطع استفاده شدند که مقاطع عرضی در شکل ۳ آورده شده‌اند. از دیگر اطلاعات مورد نیاز برای اعمال در مدل جریان هیدرولیکی دبی رودخانه است که به مدل وارد می‌شود. محاسبه پروفیل عرضی جریان اقدام بعدی جهت شروع محاسبات نرم‌افزار می‌باشد. با توجه به شرایط حاکم بر رودخانه شامل شیب حوضه، طول آبراهه و رژیم جریان به عنوان شرایط مرزی به رودخانه معرفی گردید. نرم افزار شیب در بالادست و پایین دست رودخانه را به عنوان ورودی از کاربر گرفته و نتایج محاسبات را اعمال می‌کند و نتیجه نهایی را بدست می‌آورد. [۳]



شکل ۲- مدل سه بعدی TIN



شکل ۳- ویرایشگر مقاطع عرضی



شکل ۴- مقاطع عرضی ترسیم شده بر روی TIN

برای انجام مدل‌سازی در مدل هیدرولیکی، استخراج پارامترهای فیزیوگرافی و هیدرولوژیکی حوضه ضروری است که در GIS پارامترها مورد محاسبه قرار می‌گیرند، که در ادامه شرح داده می‌شوند: مساحت، محیط و طول حوضه، شیب حوضه، طول آبراهه اصلی، میانگین جهت آبراهه و تراکم آبراهه‌ها، شکل و فرم حوضه، ضریب فشردگی، گردشدگی و کشیدگی حوضه.

محاسبه دوره بازگشت سیل

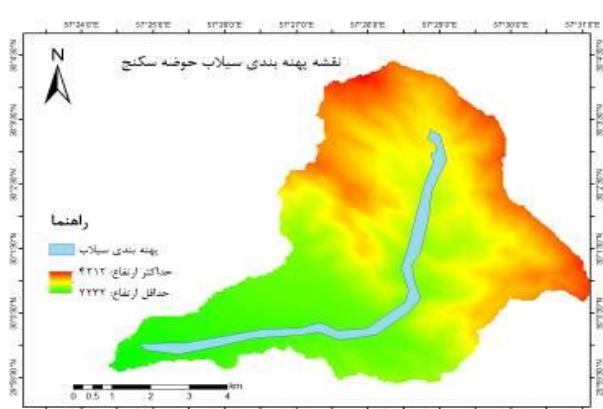
دوره بازگشت ۳۰ ساله به عنوان دوره بازگشت طرح برای مدل سازی هیدرولیک جریان با استفاده از روش برآورد دبی سیل در حوضه‌های دارای آمارو روش گامبل و نرم‌افزار SPSS، رابطه (۶) ایجاد گردید و دبی‌های سیل در دوره بازگشت‌های ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰ و ۱۰۰ ساله تعیین گردید. [۷]

$$Y=1.3582x + 0.9954$$

که در آن X سال و Y دوره بازگشت که به ازای هر X عدد متفاوتی می‌دهد.

## یافته‌های پژوهش

نتایج نشان داد که تلفیق مدل هیدرولیکی Hec-Ras و سیستم اطلاعات جغرافیایی ArcGIS ابزاری کارآمد در جهت پهنه‌بندی سیل، تعیین محدوده‌های تحت خطر و هم‌چنین تعیین حریم رودخانه در دوره بازگشت ۳۰ ساله است، مشخص شد پهنه سیل در محدوده آبراهه اصلی نیازمند حریم بستر ۲۴۰ تا ۳۱۰ متری در دوره بازگشت ۳۰ ساله می‌باشد که رودخانه سکنج قابلیت عبور این سیل را ندارد (شکل ۴). برای جلوگیری از خسارات احتمالی در منطقه می‌توان از راهکارهای مدیریتی ارائه شده در جدول (۲) استفاده کرد.

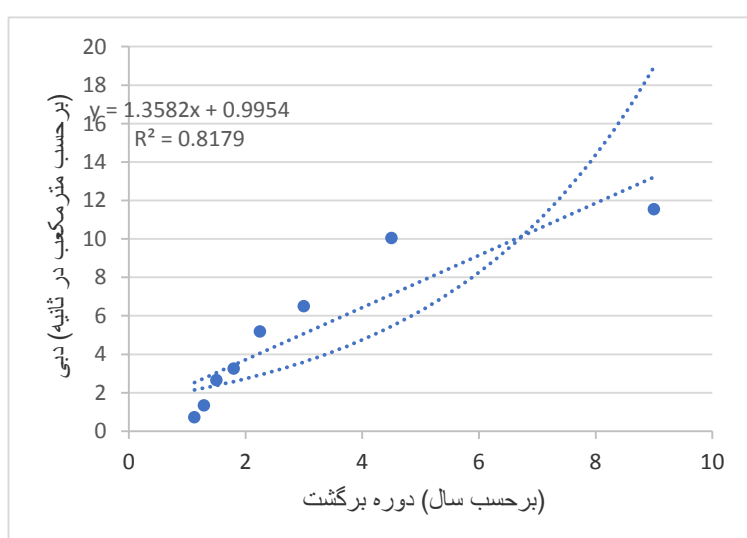


شکل ۴- نقشه حریم بستر رودخانه سکنج با دوره بازگشت ۳۰ ساله

مقدار دبی پیک سیل با دوره بازگشت ۱۵۰ ساله حدود ۷۲۵/۲۰۴ متر مکعب بر ثانیه برآورد شده است، هم‌چنین با استفاده از داده های دوره بازگشت سیل، نمودار آن ترسیم شده و در شکل (۵) آورده شده است.

جدول ۱- دوره بازگشت سیل رودخانه سکنج

دوره بازگشت (بر حسب سال)	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۱۰۰	۱۵۰
دبی برآورد شده (مترمکعب بر ثانیه)	14/577	28/159	41/741	55/323	68/905	82/487	136/815	204/825



شکل ۵- نمودار دوره بازگشت سیل حوضه سکنج

R همبستگی، P احتمال وقوع و n ردیف را نشان می‌دهد. دو خط موجود در نمودار شکل ۵ بیانگر بهترین برآیند هستند.

## نتیجه‌گیری و پیشنهادات

حوضه آبریز رودخانه سکنج با وسعت ۴۷/۸۴ کیلومترمربع یک حوضه آبریز کوهستانی کوچک است و به همین دلیل تنها استعداد ایجاد سیل‌های ناگهانی دارد. شیب متوسط این حوضه نسبتاً زیاد بوده و ۲۸/۵۶ درجه می‌باشد و یکی از عوامل شدت سیل‌خیزی در حوضه است. شکل این حوضه آبریز نزدیک به گرد می‌باشد، از این نظر هم باعث سیل‌خیزی می‌شود. تراکم آبراهه‌ها در این حوضه حدود ۰/۳۱ کیلومتر در کیلومترمربع می‌باشد که رقم پایینی است. این عامل از طریق افزایش طول دامنه‌ها باعث کاهش سیل‌خیزی می‌شود.

روش ارزیابی و پهنه‌بندی حوضه با مدل ریاضی جریان پرداخته شد، پهنه سیلاب و محدوده مناطق تحت خطر حوضه مشخص شد و حریم رودخانه در دوره بازگشت ۳۰ ساله ترسیم گردید. تحلیل آماری سیل‌های گذشته نشان می‌دهد که اندازه سیل‌های بادوره بازگشت ۱۰، ۵۰، ۱۰۰ سال در این حوضه به ترتیب ۱۴/۵۷۷، ۲۸/۱۹۵، ۴۱/۷۴۱، ۵۵/۳۲۳، ۶۸/۹۰۵، ۸۲/۴۸۷ مترمکعب در ثانیه می‌باشد.

مهمترین راهکارهای پیشنهادی برای کاهش خطر سیل این رودخانه در محدوده‌های متفاوت عبارتند از: در محدوده دریافت کارهای چندانی نمی‌توان انجام داد به جز در بسترها که اقداماتی نظیر گامیون‌گذاری برای کاهش شیب بستر و نفوذ بیش‌تر در خاک (البته در گامیون‌گذاری، سطح آب بالا می‌آید و مجرای عبور سیل افزایش پیدا کرده و ممکن است نیاز به حریم بیش‌تری باشد)، به‌سازی مسیر، آبخیزداری و احداث سکو، چکدام و بندخاکی قابل اجرا هستند. در محدوده انتقال، انحراف مسیر و کاهش شیب بستر جهت نفوذ آب، از جمله بهترین روش‌ها در مهار سیل است. در محدوده پخش و تجمع، بهترین راهکار، تغذیه مصنوعی، احداث سد برای جمع کردن آب و کاهش حجم آب سیل و پخش سیل است، زیرا با پخش کردن آب ناشی از سیل بر روی سطح زمین فرصت تیخیر، نفوذ و به‌طور کلی کاهش روان آب ایجاد می‌شود.

بستر به شدت سیلابی کمی سیلاب را تضعیف می‌کند، آب برخورد می‌کند و برمی‌گردد و عامل کاهش سیل می‌باشد.

پوشش گیاهی بستر هم که وجود دارد سیلاب را کند می‌کند و می‌توان آن را به عنوان عامل کاهش دهنده‌ی سیلاب در نظر گرفت.

## منابع

[۱] قادری، حمید، محسن، "پهنه‌بندی سیلاب با استفاده از مدل هیدرولیکی Hec-Ras و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی GIS (مطالعه موردی: رودخانه گوثر مهپاد)" سومین کنفرانس ملی مهندسی مکانیک-عمان و فناوری های پیشرفته.

[۲] ازجمند، میلاذ، صادقان پرمخله، نیما موسوی فر، کیوان اباوری، محمد عزیزیان، مهدی، "پهنه بندی سیلاب در حوضه آبریز زنجان رود با استفاده از مدل Hec-GeoRAS و الحاقیه Hec-GeoRAS" نوزدهمین کنفرانس هیدرولیک ایران، دانشگاه فردوسی مشهد.

[۳] ملیعی، همایون، "کاربرد سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) در مهندسی سیلاب رودخانه‌ها" انتشارات وزارت نیرو-کمیته ملی سدهای بزرگ ایران، صفحه ۸۲ تا ۸۹.

[۴] کتاب اصول هیدرولوژی کاربردی، دکتر امین علیرزاده، چاپ ۱۰ سال ۱۳۷۷، صفحه ۴۴۳.

[۵] کتاب اصول هیدرولوژی کاربردی، دکتر امین علیرزاده، چاپ ۳۵ سال ۱۳۹۴، صفحه ۵۲.

[۶] مهدی نیسی مهدی، طوسی، نقی، میرزایی، رفته "۱۳۹۲" پیش‌بینی احتمال وقوع سیل و حداکثر بارش محتمل زیاده‌ی پهنه‌بندی سیلاب از روش سری‌های جزئی "فصلنامه‌ی اکوسیستم‌های طبیعی ایران، صفحه ۹۷

[۷] پرامیو یازادان، حمزه، محمدعلی‌عباس علی، محمدیان، مرتضی، مسگرخان مسکن، محسن، "ارزیابی پهنه سیلابی رودخانه قوینقرا شهرستان آذرشهر با بهره گیری از نرم افزار یک بعدی Hec-RAS و الحاقیه- Hec-GeoRAS" هفتمین کنفرانس ملی فناوری های نوین در مهندسی عمران، معماری و شهرسازی، دانشگاه ارومیه.

[۸] بخشپور، محمد مهدی، سلیمانان، سید امین، طاهری، منصور، "۱۳۹۹" پهنه بندی سیلاب رودخانه با استفاده از مدل جغرافیایی GIS و مدل هیدرولیکی Hec-Ras مطالعه موردی: رودخانه قهرود" نوزدهمین کنفرانس هیدرولیک ایران، دانشگاه فردوسی مشهد.

[۹] افش روز، سید آرمان، بلک، لطیفی، آناه‌سه، "۱۳۹۹" تعیین حد بستر و حریم رودخانه جزایرند قهرم با هدف کاهش خسارت سیلاب با استفاده از GIS و Hec-RAS "سومین کنفرانس ملی توسعه فناوری علوم آب، آبخیزداری و مهندسی رودخانه، دانشگاه آزاد اسلامی، پرد، ایران.

[۱-] Beroshke, A. Sokouti, R. Montaseri, M. Ghahremani A., (2006), "Investigating the phenomenon of flood and its zoning using satellite imagery" Seventh International River Engineering Workshop, University of ShahidChamran, pp 8(Persian).

[۱۱] Andam, K. S. (2003). Comparing physical habitat conditions in forested and non-forested streams (Doctoral dissertation, University of Vermont).

[۱۲] Yang, J., Townsend, R. D., & Daneshfar, B. (2006). Applying the HEC-RAS model and GIS techniques in river network floodplain delineation. Canadian Journal of Civil Engineering, 33(1), 19-28

[۱۳] Napredan, I. and Chira, R. (2006). "The hydrological modeling of the Usturoi Valley Using two modeling programs- WetSpa and HecRas" CARPATHIAN JOURNAL OF EARTH AND ENVIRONMENTAL SCIENCES, v. issn (1842-4090),53-62.