بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده مرتع و آبخیزداری

پایان‌نامه جهت اخذ درجه کارشناسی‌ارشد در رشته
مهندسی آبخیزداری

کمی‌سازی عدم‌قطعیت در نقشه‌های پهنه‌بندی سیل در بازه‌ی انتهایی گرگانرود

پژوهش و نگارش:
آرش حبیبی

استاد راهنما:
دکتر عبدالرضا بهره‌مند

استاد مشاور:
دکتر مجید اونق

پاییز ۱۳۹۳

تعهدنامه

نظر به اینکه انجام فعالیت‌های پایان‌نامه‌های تحصیلی با بهره‌گیری از حمایت‌های علمی، مالی و پشتیبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان صورت می-پذیرد، به منظور رعایت حقوق دانشگاه، نسبت به رعایت موارد زیر متعهد می‌شوم:

۱. این گزارش حاصل فعالیت‌های علمی- پژوهشی و دانش و آگاهی نگارنده است مگر آنکه در متن به نویسنده یا پدید آورنده اثر ارجاع داده شده باشد.
۲. چاپ هر تعداد نسخه از پایان‌نامه با کسب اجازه کتبی از مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه خواهد بود.
۳. انتشار نتایج پایان‌نامه به هر شکل (از قبیل کتاب، مقاله و همایش) با اطلاع و کسب اجازه کتبی از استاد راهنما خواهد بود. نام کامل دانشگاه:
به فارسی: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
و به انگلیسی: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
در بخش آدرس‌دهی درج خواهد شد.
۴. در انتشار نتایج پایان‌نامه در قالب اختراع، اکتشاف و موارد مشابه، نام کامل دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به عنوان عضو حقوقی در انتهای فهرست اسامی درج گردد.
۵. تعیین ترتیب اسامی نویسندگان در انتشار نتایج مستخرج از پایان‌نامه و هر گونه تفاوت احتمالی در آن با فهرست مصوب اسامی هیات راهبری پایان‌نامه با تایید استاد راهنمای اول خواهد بود.

نام و نام خانوادگی آرش حبیبی

پاییز ۱۳۹۳

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم

تشکر و قدردانی

اکنون که به یاری خداوند بزرگ که مرحله ای دیگر از تحصیلم را با موفقیت پشت سر نهادم، بر خود واجب می دانم مراتب سپاس و قدردانی خود را نثار کسانی کنم که در طی مدت تحصیل مرا یاری نموده اند.

از استاد محترم راهنمایم جناب آقای دکتر عبدالرضا بهره مند که در تمام مراحل انجام این پایان نامه مرا حمایت نمودند و همواره از ایشان درس علم و اخلاق آموختم کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از استاد مشاورم جناب آقای دکتر مجید اونق که در طی انجام این تحقیق همواره از راهنمایی هایشان بهره مند گشتم کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از استاد گرانقدر، جناب آقای دکتر واحد بردی شیخ و دکتر محسن حسینعلیزاده که زحمت داوری و مدیریت جلسه را بر عهده داشتند و با راهنمایی ارزشمندشان در ارائه هر چه بهتر پایان نامه یاریم نمودند، کمال تشکر را دارم.

همچنین قدردان مساعدت های تمامی دوستانی هستم که در انجام این تحقیق مرا یاری نمودند، امیدوارم همیشه سربلند و شادکام باشند.

چکیده

تصـــمیم‌گیران در بخش آبخیزداری و منابع آب، مدل‌ها را برای پشـــتیبان تصـــمیمات خود اتخاذ می‌کنند. این مدل‌های هیدرولوژیکی ســاده هســتند و در نتیجه درجاتی از ریســک و عدم‌قطعیت را دارند. عدم قطعیت جز جـدایی نـاپـذیر مدل‌های هیدرولوژیکی و هیدرولیکی اســـت و ارزیابی مناســـب از عدم‌قطعیت در مدل‌های هیدرولوژیکی و هیدرولیکی ممکن اســت برای جلوگیری از تصــمیمات پرخطر، هزینه‌های بالا در چرخه عمر محصـــولات و طراحی ســـازه‌ها کمک کند. نقشـــه‌برداری طغیان رود به عنوان خروجی مدل هیدرولیکی نقش عمده‌ای در انتقال اطلاعات خطر سـیل به تصـمیم گیرندگان و برای اهداف برنامه‌ریزی و عملیات‌های امدادی دارد. اما شبیه‌سازی و پیش‌بینی میزان طغیان سیل شامل ترکیب عدم‌قطعیت در سطوح مختلف، از جمله داده‌های ورودی (همچون ضـریب زبری مانینگ در دشـت سـیلابی و کانال، دبی، شرایط مرزی و مدل رقومی ارتفاعی زمین) و ساختار مدل می‌باشد. هدف از انجام این تحقیق کمی‌سازی عدم‌قطعیت در نقشه‌های پهنه‌بندی سیل در بازه‌ی انتهایی گرگانرود می‌باشد. در این منطقه به دلیل بارش‌های شدید، سیل باعث خسارت زیادی می‌شود. به عنوان اولین گام ابتدا پهنه‌بندی سـیل با مدل HEC-RAS انجام گرفت و در ادامه با شـبیه‌سـازی مونت‌کارلو نمونه‌برداری تصـادفی از فضـای پارامتر(ضریب زبری دشت سیلابی و کانال) صورت پذیرفت و مدل ۵۰۰ بار اجرا شـد، نتایج با پهنه مشـاهداتی براساس فاکتور F مورد ارزیابی قرار گرفت و عدم‌قطعیت با GLUE برآورد شـد. برآورد عدم‌قطعیت DEM با توجه به RMSE محاسبه شده از نقاط GPS و نقاط درون یابی شده انجام شـد و روش بدون فیلتر برای تولید DEM های تصـادفی اعمال شـد (از محدوده RMSE). برای ترکیب عدم قطعیت ناشـــی از ضـــرایب زبری و DEM مجددا نمونه‌برداری از فضـــای پارامتر صـــورت گرفت و مدل با نمونه‌برداری جدید اجرا شد و با اعمال حد آستانه ۳۰ درصد، کران بالا و پایین عدم‌قطعیت بدست آمد. منحنی سـطح پاسـخ حاصـل از نمونه‌برداری مونت‌کارلو نشـان داد که بالاترین عملکرد F برابر ۰/٦٧١زمانی است که ضریب زبری برای دشت سیلابی بین ۰/۰۲۹ تا ۰/۰۳۳ و برای کانال ۰/۰۳۰ تا ۰/۰۳۳ است. برای مشخص کردن اثر ضریب زبری از نقشه پیش‌بینی سیل (Cj) استفاده شد و برای نشان دادن عدم‌قطعیت آن روش آنتروپی مورد اسـتفاده قرار گرفت که نشان داد بخش‌های مرکزی حساسیت بیشتری دارد. ترکیب عدم‌قطعیت ناشی از DEM و ضرایب زبری و اعمال حد آستانه ۳۰ درصد نشان داد که محدوده عدم‌قطعیت بین ۰/۸۵۵۱۳۹ و ۱/۱۱۳۹۳۳ کیلومتر مربع قرار گرفته و باند عدم‌قطعیت برابر با ۲٤۸۸۹٤/ کیلومتر مربع می‌شود.

کلمات کلیدی: عدم قطعیت، مونت کارلو، GLUE، پهنه بندی سیل، گرگانرود.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- بیان مسئله ۳

۱-۳- ضرورت انجام تحقیق ۳

۱-٤- سوالات تحقیق ۵

۱-۵-اهداف تحقیق ۵

۱-٦- فرضیات تحقیق ۵

۱-۷-دامنه تحقیق ٦

۱-۸-معرفی عمومی فصول پایان نامه ٦

فصل دوم

۲-۱- مقدمه ۸

۲-۲- مطالعات انجام شده در داخل کشور ۸

۲-۳- مطالعات انجام شده در خارج از کشور ۱۱

۲-٤- نتیجه‌گیری ۱۸

فصل سوم

۳-۱- مقدمه ۲۰

۳-۲- مشخصات منطقه مورد مطالعه ۲۱

۳-۲-۱- موقعیت جغرافیایی و ویژگی های حوزه آبخیز گرگانرود ۲۱

۳-۲-۲- توپوگرافی و فیزیوگرافی حوزه گرگانرود ۲۳

۳-۲-۳- اقلیم حوزه گرگانرود ۲۵

فهرست مطالب

عنوان صفحه

۳-۲-٤- پوشش گیاهی ۲٦
۳-۳- ضریب زبری مانینگ ۲٦
۳-۳-۱- ضریب زبری دشت سیلابی ۲٦
۳-۳-۲- ضریب زبری کانال ۲۷
۳-٤- مدل هیدرولیکی HEC-RAS ۲۸
۳-٤-۱- ساختار مدل HEC-RAS و مبانی هیدرولیکی آن ۲۸
۳-٤-۲- محدودیت‌ها و قابلیت‌های مدل هیدرولیکی HEC-RAS ۲۹
۳-٤-۳- معادلات پایه استفاده شده در HEC-RAS ۳۰
۳-۵- اکستنشن HEC-GeoRAS ۳۳
۳-٦- کالیبراسیون مدل ۳۵
۳-۷- تابع هدف ۳٦
۳-۸- اعتبارسنجی مدل ۳٦
۳-۹- عدم قطعیت ۳۷
۳-۹-۱- مفهوم عدم قطعیت ۳۷
۳-۹-۲- طبقه بندی عدم قطعیت ۳۸
۳-۹-۳- نمایش عدم قطعیت ٤۱
۳-۹-٤-اندازه‌گیری عدم قطعیت ٤۱
۳-۹-۵- روش‌های آنالیز عدم قطعیت ٤۲
۳-۹-۵-۱- روش‌های تحلیلی ٤۳
۳-۹-۵-۲- روش‌های تقریبی ٤٤
۳-۹-۵-۳- شبیه سازی و روش‌های مبتنی بر نمونه داری ٤۵
۳-۹-۵-٤- روش بیزین ٤۷

فهرست مطالب

عنوان صفحه

۳-۱۰- برآورد عدم قطعیت به روش تعمیم احتمال(GLUE) ٤٨
۳-۱۱- اجرای روش GLUE در نقشه‌های پهنه بندی سیل ٥٠
۳-۱۱-۱- روش GLUE ٥٠
۳-۱۱-۲- استفاده از GLUE در نقشه پهنه‌بندی سیل ٥١
۳-۱۱-۳- پیاده سازی روش GLUE ٥٥
۳-۱۲- برآورد عدم قطعیت ناشی از مدل رقومی ارتفاعی زمین (DEM) ٥٨
۳-۱۲-۱- تعیین دقت عمودی در DEM ٦٠
۳-۱۳- تهیه نقشه پهنه سیلاب احتمالی ٦٢
۳-۱٤- جمع بندی ٦٣
فصل چهارم
٤-۱- مقدمه ٦٦
٤-۲-شبیه سازی رفتار هیدرولیکی رودخانه و پهنه‌بندی سیل با مدل HEC-RAS ٦٦
٤-۲-۱- مشخصات هندسی و مقاطع عرضی ٦٦
٤-۲-۲- اطلاعات مقادیر دبی رودخانه ٦٦
٤-۲-۳- ضریب زبری آبراهه‌ی اصلی و دشت سیلابی ٦٦
٤-۳- پهنه‌بندی سیل ٦٧
٤-٤- نتایج کالیبراسیون مدل ٦٩
٤-٥- نتایج اعتبارسنجی مدل ٦٩
٤-٦- شبیه‌سازی مونت کارلو ٧٠
٤-٧- آنالیز عدم قطعیت با GLUE ٧٠
٤-٨- نتایج برآورد عدم قطعیت ناشی از DEM ٨٣
٤-٩- ترکیب خطا و کمی‌سازی عدم قطعیت ٨٦

فهرست مطالب

عنوان صفحه

٤-١٠- تاثیر حد آستانه‌های متفاوت کات‌آف بر روی باند عدم قطعیت ٨٧

فصل پنجم

٥-١- نتیجه‌گیری کلی ٩٢

٥-٢- برآورد عدم قطعیت در نقشه‌های پهنه بندی سیل با GLUE ٩٢

٥-٣ - آزمون فرضیه‌ها ٩٥

٥-٤-پیشنهادات ٩٦

٥-٤-١ پیشنهادات اجرایی ٩٦

٥-٤-٢ پیشنهادات پژوهشی ٩٦

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۳-۱- برخی ویژگی‌های فیزیوگرافی حوزه آبخیز ۲٤
جدول ۳-۲- مقادیر پیشنهادی برای تعیین ضریب زبری با استفاده از روش کاون..... ۲۷
جدول ۳-۳- طبقه‌بندی عدم قطعیت..... ٤۰
جدول ٤--۱ ضریب زبری مانینگ برای کانال و دشت سیلابی..... ٦۷
جدول ٤-۲- محدوده ضـریب زبری مانینگ و دشت سیلابی برای نمونه برداری مونت کارلو و روش GLUE..... ۷۰
جدول ٤-۳- بالاترین میزان عملکرد مدل با ضریب زبری متفاوت برای کانال و دشت سیلابی ۷۳
جدول ٤-٤- حد بالا و پایین عدم قطعیت برای نقشه پهنه‌بندی سیل با اعمال ضریب زبری ۸۲
جدول ٤-۵- حد بالا و پایین عدم قطعیت برای نقشه پهنه‌بندی سیل با اعمال DEM..... ۸٦
جدول ٤-٦- حد بالا و پایین عدم قطعیت برای نقشه پهنه‌بندی سیل با ترکیب پارامترها..... ۸۷
جدول ٤-۷- حد بالا و پایین عدم قطعیت برای نقشـه پهنه‌بندی سیل با اعمال آستانه کات‌آف متفاوت ۸۹

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۳-۱- نمودار جریانی مراحل تحقیق ۲۰
شکل۳-۲- محدوده مورد مطالعه در ایران و استان گلستان ۲۳
شکل۳-۳- نقاط برداشت شده با GPS ۲٤
شکل۳-٤- نقشه مدل رقومی ارتفاع حوزه آبخیز ۲۵
شکل ۳-۵ – نقشه کاربری اراضی حوزه مورد مطالعه ۲٦
شکل ۳-٦- مراحل ایجاد نقشه پهنه‌بندی سیلاب ۳۳
شکل ۳-۷- پیش پردازش و پس پردازش داده‌ها در HEC-RAS ۳۵
شکل ۳-۸- اطمینان و عدم اطمینان در جهان اطلاعات ۳۷
شکل ۳-۹- فلوچارت شبیه سازی مونت‌کارلو برای آنالیز عدم قطعیت خروجی ٤٦
شکل ۳-۱۰- نقشه مشاهداتی (سمت چپ)، نقشه شبیه سازی (وسط)، ادغام نقشه مشاهداتی و شبیه سازی(سمت راست) ۵۳
شکل ۳-۱۱- مراحل اجرای GLUE ۵٦
شکل ۳-۱۲- چارچوب آنالیز عدم قطعیت برای نقشه پهنه‌بندی سیلاب ۵۸
شکل ۳-۱۳- نقشه پهنه‌بندی سیل با زون عدم قطعیت ٦۲
شکل ٤-۱- پهنه‌های سیلابی در دوره بازگشت‌های مختلف ٦۸
شکل٤-۲- مساحت پهنه‌های سیلابی در دوره بازگشت‌های مختلف ٦۸
شکل٤-۳- نمودار ابر نقاط، معیار عملکرد مدل (F1) در مقابل ضریب زبری مانینگ (n) برای دشت سیلابی ۷۱
شکل٤-٤- نمودار ابر نقاط، معیار عملکرد مدل (F1) در مقابل ضریب زبری مانینگ (n) برای کانال ۷۱
شکل ٤-۵- منحنی ضریب زبری مانینگ برای کانال و دشت سیلابی در مقابل معیار احتمال (F۱). ۷۲

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شـکل ٤-٦- پیکسـل های مرطوب در سـیل مشـاهداتی و سیل شبیه سازی شده (A)- پیکسل‌های مرطوب در سیل شبیه سازی شده، اما خشک در سیل مشاهداتی (B) - پیکسل های مرطوب در سیل مشاهداتی اما خشک در سیل شبیه سازی شده (C) ٧٥

شکل ٤-٧- نقشه پیش‌بینی سیل Cj)) ٧٦

شکل ٤-٨- نقشه آنتروپی ٧٧

شکل ٤-٩ منطقه با آنتروپی بین ٠/٩٠ تا ١ ..... ٧٨

شکل ٤-١٠- منحنی ضریب زبری مانینگ برای کانال و دشت سیلابی در مقابل معیار احتمال (F1) ٧٩

شکل ٤-١١- نقشه Cj با اعمال حد آستانه ٣٠ درصد ٨٠

شکل ٤-١٢- نقشه Sj با اعمال حد آستانه ٣٠ درصد ٨١

شکل٤-١٣- نمودار تابع توزیع تجمعی احتمال با اعمال حد آستانه ٣٠٪ ٨٢

شکل ٤-١٤- نقشه پهنه سیلابی با حد بالا و پایین عدم قطعیت ٨٣

شکل ٤-١٥- نقشه مدل رقومی ارتفاع با اجرای الگوریتم Fill Sink ٨٤

شکل ٤-١٦- نمودار تابع توزیع تجمعی احتمال با اعمال حد آستانه برای DEM ٨٥

شکل ٤-١٧- نمودار تابع توزیع تجمعی احتمال با اعمال حد آستانه برای ترکیب پارامترها ٨٧

شکل٤-١٨- نمودار تابع توزیع تجمعی احتمال با اعمال حد آستانه ٣٠٪ ٨٨

شکل ٤-١٩- محدوده عدم قطعیت با توجه به حد آستانه های مختلف براساس فاکتور F١ ..... ٩٠

شکل ٤-٢٠- پهنه سیلابی با حد بالا و پایین در گوگل ارث ٩٠

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

سیلاب عبارت است از طغیان یا لبریز شدن جریان آب به سمت خشکی و فرا گرفتن آن. هنگامی که بارش زیاد یا ذوب برف باعث افزایش عمق آب در رودخانه شده و آب از سواحل رودخانه لبریز می شود، حجم زیادی از آب کم عمق سیلاب، دشت مجاور رودخانه را فرا می گیرد که به این پدیده سیلاب می‌گویند(بزرگی ،۱۳۸۵). سیلاب ها از جمله پدیده‌های طبیعی هستند که هر ساله باعث بروز خسارات جانی و مالی بسیار زیادی می‌شوند. در دهه های اخیر اکثر کشورها شاهد افزایش وقوع سیلاب‌ها بوده‌اند و در نتیجه خسارت حاصل از آن‌ها را تجربه کرده‌اند. دلایل عمده افزایش وقوع سیلاب‌ها در سال‌های اخیر عمدتا به تغییرات کاربری اراضی، روند توسعه شهرسازی و پدیده تغییر اقلیم مربوط می‌شود. خسارت سیلاب‌ها زمانی اتفاق می‌افتد که انسان‌ها و سازه‌های مربوط به آن‌ها، فضای مورد نیاز برای ذخیره مقدار آب اضافی ناشی از سیلاب‌ها را اشغال می‌کنند و چون در این صورت فضا کم می‌شود، سطح آب بالاتر می‌آید و مساحت سیلاب‌ها گسترده‌تر و خسارات آن‌ها بیشتر می‌شود، بنابراین نقشه پهنه بندی سیل به عنوان یک ابزار مهم تصمیم‌گیری در به حداقل رساندن زیان‌های ناشی از سیل است. به طور کلی، مدیریت ریسک سیل براساس پیش بینی طغیان سیل در رویداد سیل طراحی (به عنوان مثال ۱۰۰ سال) است. سیلاب‌های پرهزینه و بلایای طبیعی در اغلب نقاط دنیا اتفاق می‌افتد، با این حال، علیرغم تلاش‌های گسترده برای مدیریت سیل توسط دولت و سازمان‌های محلی خسارات سیل همچنان رو به افزایش است(پیلکت[1] و همکاران،۲۰۰۲). یکی از جنبه‌های مهم در هنگام مدیریت خطرات سیل، درک خوب از ارتباط عدم‌قطعیت با متغیرهای مختلف درگیر در نقشه پهنه‌بندی سیلاب است. از جمله عدم‌قطعیت‌های درگیر در نقشه پهنه‌بندی سیل شامل:عدم‌قطعیت در برآورد جریان طراحی، عدم‌قطعیت داده های ورودی همچون بارش و توپوگرافی، عدم‌قطعیت مربوط به نوع مدلسازی یک بعدی، عدم‌قطعیت مربوط به پارامترهای مدل مانند ضریب زبری مانینگ و روش‌های نقشه‌برداری می‌باشد(مروادا[2]و همکاران، ۲۰۰۸). بنابراین، تحقیقات کمی برای به کمیت در آوردن عدم قطعیت ها و اینکه این عدم قطعیت‌ها چگونه در نظر گرفته می شود انجام گرفته است، و پرداختن به این مباحث امری ضروری برای پرکردن خلا در مطالعات مربوط به نقشه‌های پهنه‌بندی سیلاب می‌باشد.

[1] Pielkeet
[2]Mervada

۱-۲- بیان مسئله

تصمیم‌گیران در رشته آبخیزداری و مهندسی آب مدل‌ها را برای پشتیبانی تصمیمات خود اتخاذ می‌کنند. این مدل‌های هیدرولوژیکی ساده هستند و در نتیجه درجاتی از ریسک و عدم‌قطعیت را دارند. ارزیابی مناسب از عدم قطعیت در مدل‌های هیدرولوژیکی ممکن است برای جلوگیری از تصمیمات پر خطر، هزینه‌های بالا در چرخه عمرمحصولات و طراحی سازه‌ها کمک کند. مدل‌های هیدرولوژیکی به ابزاری ضروری در هر مطالعه هیدرولوژیکی تبدیل شده‌اند. این مدل ها با تعریف ساده از واقعیت‌ها و ارائه درک روشنی از شرایط پیچیده به محققان کمک می‌کنند. هر سیستم هیدرولوژیکی در رابطه با اهداف تفسیر یا پیش بینی کردن بسیار پیچیده است. با این حال در بسیاری از موارد، پارامترهای مدل را نمی‌توان به طور مستقیم در حوزه به دست آورد. بنابراین غیرممکن است یک مدل بدون خطا باشد.

طبیعت و اطلاعات حاصل از آن مملو از انواع عدم قطعیت هاست. عدم قطعیت به عنوان مشکل برای اطلاعات (بطور مثال داده ها و نتایج شبیه سازی) مطرح نیست. در واقع، عدم قطعیت را می توان از بارزترین ویژگی داده‌ها قلمداد کرد که بایستی به نحو صحیح مدیریت شود. عدم مدیریت یا سوء مدیریت عدم قطعیت داده‌ها می‌تواند منجر به ایجاد ابهام در نتایج شود(قلی پور ،۱۳۹۱). از آنجایی که بیشتر داده‌های در دسترس برای پهنه‌بندی نقشه سیلاب ناقص یا غیرقطعی هستند، مدیریت صحیح عدم قطعیت‌ها در روند ارزیابی نقشه پهنه‌بندی سیلاب بسیار ضروری است و می‌تواند برای پیشگیری و یا کاهش تلفات، پیش بینی دقیق سیل و مناطق سیلاب‌گیر به مدیران و برنامه‌ریزان شهری و عموم مردم کمک کند(حبیبی و همکاران، ۱۳۹۳).

۱-۳- ضرورت انجام تحقیق

طغیان رودخانه‌ها یکی از فراوان‌ترین و مهم‌ترین مخاطرات محیطی است که می‌تواند منجر به خسارات شدیدی از قبیل مرگ و میر شده و آثار اقتصادی اجتماعی طولانی مدتی را بر جای گذارد و ممکن است باعث تخریب املاک، ایجاد اخلال در نظام‌های ارتباطی و شستن زمین‌های کشاورزی شود. به عنوان مثال در سال ۱۳۸٤ در کلاله در استان گلستان سیل موجب ۳۲ کشته، ۷ مفقودی و تخریب ۲۰۰ واحد مسکونی شده و در ۳۵ نقطه مکان روستایی کاملا از بین رفت و خسارت مالی حدود ۲۰ میلیارد تومان به بار آورد (بنیاد مسکن انقلاب اسلامی، ۱۳۸۵). این فاجعه متاسفانه چند سال است به

دلیل تجاوز دانسته و ندانسته مردم بومی روستاها به حریم رودخانه‌ها و ساخت و ساز و انجام فعالیت‌های اقتصادی در فضا و قلمرو رفتاری جریان‌های سیلابی در کشور ما تکرار می‌شود بنابراین نقشه پهنه‌بندی سیل نقش عمده‌ای در انتقال اطلاعات خطر سیل به تصمیم گیرندگان و عموم مردم برای اهداف برنامه ریزی و عملیات‌های امدادی دارد. علاوه بر این برآوردی از مدل‌های آب و هوایی جهانی پیش بینی سیل مکرر بیشتر در آینده را می‌دهد، سیل‌های اخیر در نقاط مختلف جهان نشان می‌دهد که سیل‌ها شدیدتر و فراوان‌تر شده است (کولینز[1] ۲۰۰۹، هورکمنز[2] و همکاران ۲۰۰۹، ژو[3] و همکاران ۲۰۰۹).

به عنوان یک نتیجه، پیشرفت ما در قابلیت‌های پیش بینی سیل ، از جمله نقشه‌های طغیان سیل، می‌تواند در تلاش برای کاهش تلفات انسانی و اقتصادی در ارتباط با رویدادهای مهم سیل با ارزش باشد.

مطالعات متعدد نقش عدم‌قطعیت را در نقشه طغیان سیل نشان داده است (ویچل[4] و همکاران، ۲۰۰۷. کویی ووماکی[5]، ۲۰۱۰). تجزیه و تحلیل عدم‌قطعیت معمولا از طریق آنالیز حساسیت و کمی سازی عدم‌قطعیت انجام می‌شود. آنالیز حساسیت در مدلسازی نقشه‌های پهنه‌بندی سیل توسط سوبول[6]، آنتروپی توسط کولبک لیبل[7] ، آنالیز حساسیت منطقه‌ای توسط موریس[8]، رگرسیون و PEST[9] توسط (بهره مند و دی اسمیت[10]، ۲۰۰۸) انجام گرفته‌است. از جمله تکنیک‌های آنالیز حساسیت، تقریب مرتبه اول[11] (FOA) و روش آنالیز حساسیت منطقه‌ای برای تعیین کمیت گسترش عدم‌قطعیت استفاده شده است(باتس و تونلی[12]، ۱۹۹۸, ملچینگ[13]، ۱۹۹۲).

عدم‌قطعیت جزء لاینفک هر مدل هیدرولوژیکی از جمله مدل‌های پهنه‌بندی سیل است. عدم-قطعیت‌های مختلفی در یک سیستم پیش بینی سیل می‌تواند وجود داشته باشد که از آن‌ها می‌توان به

---

[1] Collins
[2] Hurkmans
[3] Xu
[4] Weichel
[5] Koivumäki
[6] Sobol
[7] Kullback Leible
[8] Morris
[9] Parameter Estimation
[10] De Smedt
[11] First order approximation (FOA)
[12] Bates and Townley
[13] Melching

عدم‌قطعیت‌های موجود در داده‌های ورودی مدل‌های هیدرولیکی و عدم‌قطعیت‌های مدل که شامل عدم-قطعیت ساختار مدل، پارامترهای مدل، حالات و شرایط مرزی اشاره کرد(حبیبی و همکاران، ۱۳۹۳). با توجه به عدم‌قطعیت‌های موجود در مدل‌های پهنه‌بندی سیل اگر این عدم‌قطعیت‌ها شناخته و کمی نشوند و کاهش نیابند، مقدار یک پیش‌بینی محدود می‌شود.

۱-۴- سوالات تحقیق

۱- آیا گسترش عدم‌قطعیت[1] در نقشه پهنه‌بندی سیل قابل برآورد است؟

۲- آیا با استفاده از برآورد عدم‌قطعیت به روش تعمیم احتمال[2] (GLUE) می‌توان عدم‌قطعیت را کمی سازی کرد؟

۱-۵- اهداف تحقیق

کمی‌سازی میزان گسترش عدم‌قطعیت نقشه پهنه‌بندی سیلاب گرگانرود:

از طریق محاسبه عدم‌قطعیت در نقشه توپوگرافی، عدم‌قطعیت مربوط به نوع مدلسازی یک بعدی ، عدم‌قطعیت مربوط به پارامترهای مدل مانند ضریب‌زبری مانینگ با استفاده از روش GLUE و استفاده از نتایج عدم‌قطعیت برای ارائه نقشه احتمالاتی سیلاب در مقابل نقشه قطعی[3]، تهیه نقشه آنتروپی ناشی از سیل.

۱-۶- فرضیات تحقیق

۱- گسترش عدم‌قطعیت در نقشه پهنه‌بندی سیل قابل برآورد است.

۲- با استفاده از برآورد عدم‌قطعیت به روش تعمیم احتمال (GLUE) می‌توان عدم‌قطعیت را کمی سازی کرد.

---

[1] Uncertainty Propagation

[2] Generalized Likelihood Uncertainty Estimation (GLUE)

[3] Deterministic

۱-۷- دامنه تحقیق

همان‌طور که از عنوان تحقیق مشخص است، در این تحقیق به کمی‌سازی عدم‌قطعیت در نقشه‌های پهنه‌بندی سیل پرداخته خواهد شد. برای این منظور داده‌های مربوط به ضریب زبری مانینگ و مدل رقومی ارتفاعی با دقت ۱ متری جمع‌آوری گردید. سپس داده‌های جمع‌آوری شده مرتب شدند و دامنه اطمینان آن‌ها انتخاب شد و به طور تصادفی شبیه سازی هر پارامتر ۵۰۰ بار صورت گرفت. بعد از نمونه برداری تصادفی، شبیه سازی‌های مطلوب[1] با توجه به فاکتور آماری F مشخص شد و برای برآورد عدم قطعیت به روش GLUE مورد استفاده قرار گرفت.

۱-۸- معرفی عمومی فصول پایان نامه

فصل اول: در این فصل مقدمه کوتاهی درباره عنوان تحقیق آورده شده است و در ادامه به بیان ضرورت انجام تحقیق، دامنه تحقیق، سوالات تحقیق، فرضیات و اهداف تحقیق پرداخته شده است.

فصل دوم: در این فصل تعاریف برخی واژگان و مفاهیم مرتبط با تحقیق بیان گردیده است. سپس چکیده‌ای از برخی از پژوهش‌های انجام گرفته در زمینه کمی سازی عدم قطعیت در نقشه های پهنه بندی سیل و مطالب در راستای این زمینه پرداخته شده است.

فصل سوم: در این فصل به معرفی منطقه از نظر جغرافیایی پرداخته شده است. و داده‌های مورد استفاده در تحقیق و مراحل انجام تحقیق به تفصیل بیان می‌گردد..

فصل چهارم: نتیجه پهنه بندی و کمی سازی عدم قطعیت ارائه می‌گردد بدون اینکه نتیجه‌گیری و تجزیه و تحلیل بر روی داده‌ها انجام گیرد.

فصل پنجم: در این فصل به تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از فصل قبل پرداخته می‌شود و در ادامه به مقایسه نتایج با فرضیات مقایسه می‌گردند. و در نهایت جمع بندی کلی از تحقیق صورت می پذیرد.

[1] Behavioral Simulations

فصل دوم

سابقه تحقیق