بسمه تعالی

دانشگاه مازندران

مجتمع آموزش عالی علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

دانشکده مهندسی زراعی

گروه مهندسی آب

موضوع

پهنه‌بندی خطر وقوع سیل با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS در محیط GIS

(مطالعه موردی: رودخانه بابلرود)

جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

رشته مهندسی سازه‌های آبی

استاد راهنما

دکتر محمود رائینی

اساتید مشاور

دکتر کریم سلیمانی

مهندس فرج.. نوروزی

نگارش

سیده شهربانو فرحمند کناری

۱۳۸۷ /۲/ ۲۱

شهریور ۱۳۸۶

تشکر و قدردانی

سپاس و ستایش بی قیاس خدای را سزاست که جان آدمیان را اندیشه کردن و تفکر بیاموخت تا به سرانگشت معرفت، اسرار هستی را یک به یک پرده بردارد. همو که در تمامی زندگی از شجره رحمت و محبتش و ازکان کبریایی و کرمش بهره ها برده ایم.

اینک که با لطف و عنایت خداوند، که در هر نفس و در هر قدم سایه مقدسش را بر زندگیم احساس می کنم، و با مهر و همدلی خانواده مهربان و دلسوزم، که هستی ام همه متعلق به آنهاست، توفیق این را یافته ام تا مرحله ای دیگر از تحصیل علم را به پایان برسانم، بر خود لازم می دانم که از زحمات استاد راهنمای بزرگوارم، **جناب آقای دکتر محمود رائینی**، که همواره از راهنمایی های ارزنده و شایسته شان بهره بردم و اساتید مشاور گرامیم، **جناب آقای دکتر کریم سلیمانی و جناب آقای مهندس فرجا.. نوروزی**، که در کلیه مراحل تهیه و تدوین این پژوهش صبورانه مرا یاری نمودند، تشکر و قدردانی نمایم.

از کلیه دوستان و عزیزانی که به نحوی در تهیه و تنظیم این مجموعه همکاری نمودند، صمیمانه تشکر و قدردانی نموده و موفقیت و سعادت همه را آرزومندم.

تقدیم به

دو موجود مقدس

آنان که ناتوان شدند تا من به توانایی برسم.

و عاشقانه سوختند تا رو شنگر راهم باشند و گرما بخش وجودم.

آنان که در سایه دعای خیرشان، همواره مرهون الطاف الهی بوده ام:

مادر مهربانم و پدر عزیزم

و تقدیم به همه کسانی که دوستشان دارم و دوستم دارند.

پهنه بندی خطر وقوع سیل با استفاده از مدل هیدرولیکی HEC-RAS در محیط GIS

(مطالعه موردی: رودخانه بابلرود)

چکیده

سیل یکی از پدیده‌های ویرانگر طبیعی است که همه ساله آسیب‌های بسیاری را به دنبال دارد. سیلاب‌دشتها و مناطق مجاور رودخانه‌ها، که به دلیل شرایط خاص خود، فضاهایی مناسب برای انجام فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی محسوب می‌شوند، همواره در معرض آسیب سیلاب‌های مختلف قرار دارند، از این رو در این مناطق تعیین محل‌های سیلگیر و میزان پیشروی سیلاب و ارتفاع آن نسبت به رقوم سطح زمین و نیز تعیین خصوصیات سیلاب در دوره‌های بازگشت مختلف یا پهنه‌بندی سیلاب هدف این پژوهش می‌باشد. از آنجایی که استان مازندران یکی از استان‌های پرباران کشور است و در این میان شهرستان بابل با روستاهای متعدد و شالیزارهای گسترده در کناره رودخانه بابلرود، در معرض خطر سیل قرار دارد. بنابراین، هدف این پژوهش تعیین حریم بستر رودخانه و پهنه سیلاب می‌باشد. در این پژوهش نخست مسیری از رودخانه به طول تقریبی ۴ کیلومتر، از روستای انارستان تا دارون‌کلای غربی، انتخاب گردید. سپس با تهیه نقشه‌های توپوگرافی ۱:۱۰۰۰ و رقومی نمودن آن‌ها، نقشه TIN رودخانه در محیط ArcView، با استفاده از الحاقیه HEC-GeoRAS تهیه و مشخصات هندسی رودخانه و ۱۱۳ مقطع عرضی، مشخصات جریان و ضریب زبری مانینگ به مدل معرفی و مشخصات جریان در دوره‌های بازگشت ۲، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ سال محاسبه و پهنه سیلاب‌ها تعیین گردید. درنهایت با استفاده از نقشه‌های پهنه سیلاب مساحت سیلگیری برآوردی در دوره‌های بازگشت بالا به ترتیب معادل ۳۱/۳، ۵۱، ۶۲/۷، ۸۰/۳، ۸۴/۱، ۹۲/۱ و ۱۰۰ درصد افزایش نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: پهنه‌بندی سیلاب، HEC-RAS، ArcView، بابلرود.

فہرست

فهرست مطالب

عناوین **صفحه**

فصل اول- مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه ۱
۱-۲- بیان مسئله ۳
۱-۳- فرضیات پژوهش ۴
۱-۴- اهداف پژوهش ۴
۱-۵- تعاریف و مفاهیم ۴
۱-۵-۱- سیل ۵
۱-۵-۲- دشت سیلابی ۵
۱-۵-۳- مدیریت دشت‌های سیلابی ۶
۱-۵-۴- پهنه‌بندی دشت سیلابی ۷
۱-۵-۵- خسارت سیل ۸
۱-۵-۶- فرسایش کناری رودخانه ۹
۱-۵-۷- بیمه سیل ۱۰
۱-۵-۸- روش‌های متداول در تهیه پهنه سیلاب در رودخانه‌ها ۱۱
الف- روش‌های مشاهده‌ای و استفاده از داغاب سیل ۱۱
ب- استفاده از فرمول‌های تجربی ۱۱
ج- روش گام به کام استاندارد با مقاطع مرکب در کانال‌های طبیعی ۱۲
د- مقایسه عکس‌های هوایی منطقه ۱۲
ه- استفاده از مدل‌های هیدرولیکی ۱۲
۱-۵-۹- تعریف مدل هیدرولوژیکی ۱۴
۱-۵-۱۰- مروری بر بسته نرم‌افزاری HEC ۱۵
۱-۵-۱۱- معرفی مدل HEC-RAS ۱۵
۱-۵-۱۲- توانایی‌های مدل HEC-RAS ۱۶
۱-۵-۱۳- محدودیت‌های مدل هیدرولیکی HEC-RAS ۱۸
۱-۵-۱۴- نرم‌افزار HYFA, SMADA ۱۸
۱-۵-۱۵- نرم‌افزار EXCEL ۱۸
۱-۵-۱۶- سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) ۱۹
۱-۵-۱۷- مؤلفه‌های بنیادین یک سامانه اطلاعات جغرافیایی ۲۰
الف- ورودی داده‌ها ۲۰
ب- مدیریت داده‌ها ۲۱
ج- تحلیل داده‌ها ۲۲
ت- خروجی داده‌ها ۲۲

فهرست مطالب

عناوین **صفحه**

۱-۵-۱۸- کاربردهای GIS در علوم مختلف ۲۲
۱-۵-۱۸-۱- کشاورزی ۲۳
۱-۵-۱۸-۲- زمین‌شناسی ۲۳
۱-۵-۱۸-۳- جنگلداری ۲۳
۱-۵-۱۸-۴- مدیریت منابع ۲۴
۱-۵-۱۸-۵- برنامه‌ریزی بلایا ۲۴
۱-۵-۱۸-۶- برنامه‌ریزی شهری ۲۴
۱-۵-۱۸-۷- مدیریت تاسیسات شهری ۲۵
۱-۵-۱۸-۸- حمل و نقل ۲۵
۱-۵-۱۸-۹- امور نظامی ۲۵
۱-۵-۱۸-۱۰- تحلیل جنایت ۲۶
۱-۵-۱۹- کاربرد GIS در علوم مهندسی منابع آب ۲۶
۱-۵-۱۹-۱- مدیریت و برنامه‌ریزی منابع آب آبیاری ۲۷
۱-۵-۱۹-۲- ارزیابی و برنامه‌ریزی منابع آب‌های سطحی ۲۷
۱-۵-۱۹-۳- تشخیص ظرفیت آبیاری و ارزیابی اثرات اقتصادی آن ۲۸
۱-۵-۱۹-۴- روشی برای برآورد میزان تبخیر و تعرق در مناطق کوهستانی به کمک GIS ۲۸
۱-۵-۱۹-۵- مطالعه حوضه‌های آبریز ۲۹
۱-۵-۱۹-۶- بدست‌آوردن هیدروگراف واحد مصنوعی SCS با استفاده از تکنیک‌های GIS ۲۹
۱-۵-۱۹-۷- کاربرد GIS در مدل بارش- رواناب ۳۰
۱-۵-۱۹-۸- بکارگیری توابع تحلیلی GIS در مکان‌یابی موقعیت احداث چاه ۳۱
۱-۵-۱۹-۹- تعیین محل سدهای کوچک ۳۲
۱-۵-۱۹-۱۰- اتصال GIS با یک مدل نسل سوم پیش‌بینی امواج در دریای خزر ۳۳
۱-۵-۱۹-۱۱- کاربرد GIS در پهنه‌بندی سیلاب ۳۳
۱-۵-۱۹-۲۰- معرفی نرم‌افزار ArcView ۳۴

فصل دوم- پیشینه تحقیق

۲-۱- مروری بر مطالعات و تحقیقات انجام گرفته در خارج از کشور ۳۶
۲-۲- مروری بر مطالعات و تحقیقات انجام گرفته در داخل کشور ۴۴

فصل سوم- مواد و روش‌ها

۳-۱- مواد ۵۰
۳-۱-۱- سیمای عمومی رودخانه بابلرود ۵۰
۳-۱-۲- مشخصات فیزیوگرافی حوضه بابلرود ۵۰
۳-۱-۳- مشخصات ایستگاه‌های هیدرومتری حوضه بابلرود ۵۲

فهرست مطالب

عناوین **صفحه**

۳-۱-۴- خصوصیات آب و هوایی حوضه بابلرود ۵۲
۳-۱-۵- وضعیت زمین‌شناسی حوضه بابلرود ۵۳
۳-۱-۶- وضعیت عمومی بستر رودخانه بابلرود ۵۳
۳-۱-۷- رژیم آبدهی رودخانه بابلرود ۵۴
۳-۱-۸- موقعیت منطقه طرح ۵۴
۳-۱-۹- اهمیت منطقه ۵۵
۳-۲- روش پژوهش ۵۷
۳-۲-۱- کنترل، تصحیح و بازسازی داده‌ها ۵۷
۳-۲-۲- انتخاب توزیع آماری مناسب ۵۸
۳-۲-۳- روش محاسبه پروفیل سطح آب در نرم‌افزار HEC-RAS ۵۸
۳-۲-۴- اطلاعات ورودی موردنیاز در نرم‌افزار HEC-RAS ۶۰
۳-۲-۴-۱- نوع رژیم جریان ۶۰
۳-۲-۴-۲- شکل هندسی مقاطع عرضی و فاصله آن‌ها از یکدیگر ۶۱
۳-۲-۴-۳- شرایط جریان در مقطع کنترل ۶۱
۳-۲-۴-۴- دبی جریان ۶۲
۳-۲-۴-۵- ضرایب افت انرژی ۶۲
۳-۲-۴-۵-۱- ضرایب افت ناشی از تنگ‌شدگی یا بازشدگی در مقطع رودخانه ۶۲
۳-۲-۴-۵-۲- ضرایب افت مربوط به پایه‌های پل ۶۳
۳-۲-۴-۵-۳- ضریب زبری مانینگ ۶۴
۳-۲-۵- مراحل انجام پهنه‌بندی سیل ۶۹
۳-۲-۵-۱- شبیه‌سازی هیدرولوژیکی رودخانه ۶۹
۳-۲-۵-۲- ویرایش نقشه‌های توپوگرافی منطقه و ایجاد مدل‌ارتفاعی‌رقومی و تهیه نقشه TIN ۷۰
۳-۲-۵-۳- شبیه‌سازی هندسی رودخانه توسط الحاقیه HEC-GeoRAS در محیط ArcView ۷۴
۳-۲-۵-۴- انتقال اطلاعات تولیدشده در محیط GIS به بسته نرم‌افزاری HEC-RAS ۷۶
۳-۲-۵-۵- بارکردن و تکمیل مشخصات هندسی رودخانه در محیط نرم‌افزاری HEC-RAS ۷۶
۳-۲-۵-۶- تکمیل مشخصات جریان و اجرای مدل HEC-RAS ۷۷
۳-۲-۵-۷- انتقال خروجی نرم‌افزار HEC-RAS به ArcView توسط یک فایل واسطه‌ای ۷۸
۳-۲-۵-۸- بارکردن خروجی از فایل واسطه‌ای و نمایش پهنه سیلاب‌های متعدد در محیط ArcView ۷۹

فصل چهارم- نتایج

۴-۱- نتایج مربوط به کنترل، تصحیح و بازسازی داده‌ها ۸۰
۴-۲- انتخاب توزیع آماری مناسب و برآورد دبی با دوره بازگشت‌های مختلف ۸۰

فهرست مطالب

عناوین **صفحه**

۴-۳- ویرایش نقشه‌های توپوگرافی منطقه و ایجاد مدل ارتفاعی رقومی و تهیه نقشه TIN ۸۳
۴-۴- شبیه‌سازی هندسی رودخانه ۸۵
۴-۵- نتایج حاصل از شبیه‌سازی در HEC-RAS ۸۶
۴-۵-۱- مقاطع عرضی ۸۷
۴-۵-۲- نیمرخ‌های طولی ۹۲
۴-۵-۳- منحنی سنجه‌ی آب ۹۴
۴-۵-۴- نمای سه‌بعدی X-Y-Z ۹۵
۴-۵-۵- جدول پارامترهای هیدرولیکی ۹۷
۴-۵-۶- تغییرات پارامترهای هیدرولیکی جریان ۹۷
۴-۵-۶-۱- عمق هیدرولیکی جریان ۹۷
۴-۵-۶-۲- سطح مقطع جریان ۹۸
۴-۵-۶-۳- عدد فرود ۹۹
۴-۵-۶-۴- سرعت جریان ۹۹
۴-۵-۶-۵- تنش برشی جریان ۱۰۰
۴-۵-۶-۶- توان هیدرولیکی جریان ۱۰۱
۴-۶- نتایج حاصل از ارسال اطلاعات بدست آمده از مدل HEC-RAS به ArcView ۱۰۲
۴-۶-۱- تهیه نقشه‌های پهنه سیلاب ۱۰۲
۴-۶-۲- مساحت آب‌گرفتگی ۱۰۷
۴-۶-۳- عمق و سرعت آب در هر پهنه از دشت سیلابی ۱۰۸
۴-۷- برآورد خسارت ۱۰۹

فصل پنجم- بحث و نتیجه‌گیری

۵-۱- بحث در نتایج ۱۱۲
۵-۲- پیشنهادات و راهکارها ۱۱۸
۵-۳- نتیجه‌گیری ۱۲۱
منابع ۱۲۲

فهرست جداول

عناوین **صفحه**

۱-۱- آشنایی با برخی از زیربرنامه‌ها و الحاقیه‌های مورد استفاده در نرم‌افزار ArcView ۳۵
۳-۱- خصوصیات فیزیوگرافی حوضه بابلرود ۵۰
۳-۲- شیب طولی رودخانه بابلرود ۵۱
۳-۳- مشخصات شیب حوضه بابلرود ۵۱
۳-۴- مشخصات هیدرومتری ایستگاه‌های حوضه بابلرود ۵۲
۳-۵- خصوصیات آب و هوایی حوضه بابلرود ۵۲
۳-۶- مشخصات هیدرومتری رودخانه بابلرود ۵۴
۳-۷- ضرایب افت انرژی ناشی از تغییر عرض مقطع در محل سازه‌های متقاطع ۶۳
۳-۸- ضرایب افت انرژی (K) ناشی از شکل پایه پل ۶۳
۳-۹- مقدار n پایه برای کانال ۶۵
۳-۱۰- فاکتورهای تعدیل برای نامنظمی سطح کانال ۶۵
۳-۱۱- فاکتورهای تعدیل برای تغییرات در اندازه مقطع و شکل کانال ۶۶
۳-۱۲- تعدیل فاکتورها نسبت به موانع ۶۶
۳-۱۳- فاکتورهای تعدیل برای پوشش گیاهی ۶۷
۳-۱۴- تعدیل فاکتورها نسبت به مسیر کانال ۶۸
۴-۱- نتایج حاصل از بازسازی دبی در ایستگاه قرآن‌طالار ۸۱
۴-۲- مجموعه معادلات همبستگی در تکمیل داده‌های حداکثر روزانه ایستگاه قرآن‌طالار ۸۱
۴-۳- روابط رگرسیونی بین دبی‌های حداکثر روزانه و لحظه‌ای ایستگاه قرآن‌طالار ۸۲
۴-۴- نتایج آزمون ران‌تست جهت انجام تست همگنی دبی‌های حداکثر لحظه‌ای ۸۲
۴-۵- محاسبه دبی پیک دوره‌های بازگشت مختلف با استفاده از توزیع‌های آماری متفاوت ۸۳
۴-۶- مساحت پهنه سیل در دوره بازگشت‌های مختلف ۱۰۷
۴-۷- میزان عمق جریان سیل در دوره بازگشت‌های مختلف ۱۰۸
۴-۸- میزان سرعت سیل در دوره بازگشت‌های مختلف ۱۰۹
۴-۹- میزان خسارت مستقیم و کل وارد بر منطقه ۱۱۰
۵-۱- درصد مساحت سیلگیری برای دوره‌های بازگشت مختلف نسبت‌به مساحت سیل ۲۰۰ ..... ۱۱۳
۵-۲- درصد عمق متوسط سیل برای دوره‌های بازگشت مختلف نسبت‌به عمق متوسط سیل ۱۱۵
۵-۳- درصد سرعت متوسط سیل برای دوره‌های بازگشت مختلف نسبت‌به سرعت متوسط ۱۱۶
۵-۴- درصد خسارت کلی سیلگیری برای دوره‌های بازگشت مختلف نسبت‌به خسارت کل ۱۱۷

فهرست اشکال

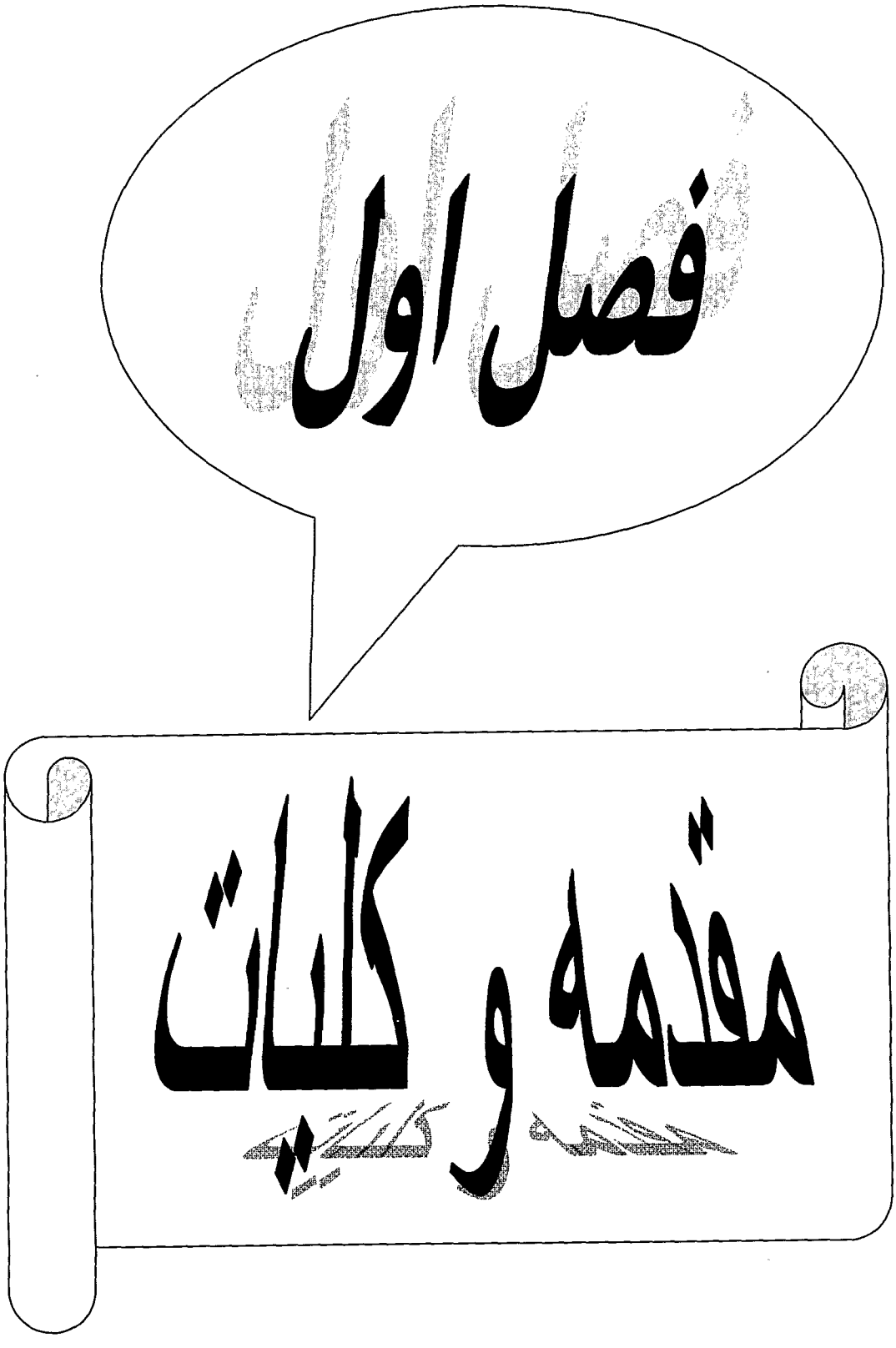
عناوین **صفحه**

۳-۱- نمودار درصد مساحت برحسب کلاس شیب حوضه بابلرود ۵۱
۳-۲- موقعیت منطقه مورد مطالعه ۵۶
۳-۳- فلوچارت مراحل اجرای پهنه‌بندی سیل ۷۰
۳-۴- پنجره مربوط به بارکردن الحاقیه‌ها در محیط ArcView ۷۱
۳-۵- پنجره مربوط به انتخاب واحد متریک در محیط ArcView ۷۲
۳-۶- پنجره مربوط به بارکردن نقشه‌ها در محیط ArcView ۷۲
۳-۷- نقشه‌های اتوکدی منطقه مورد مطالعه بازشده در محیط ArcView ۷۳
۳-۸- معرفی موقعیت ارتفاعی نقاط در جدول مربوطه و ایجاد مدل ارتفاعی رقومی منطقه ۷۳
۳-۹- منوی مربوط به ایجاد لایه TIN ۷۴
۳-۱۰- وارد نمودن اطلاعات تولیدشده در محیط ArcView به نرم‌افزار HEC-RAS ۷۶
۳-۱۱- وارد نمودن مشخصات هندسی رودخانه به مدل HEC-RAS ۷۷
۳-۱۲- وارد نمودن دبی با دوره بازگشت‌های مختلف به مدل HEC-RAS ۷۷
۳-۱۳- وارد نمودن نوع رژیم جریان و شرایط مرزی به مدل HEC-RAS ۷۸
۳-۱۴- اجرای مدل HEC-RAS ۷۸
۳-۱۵- انتقال خروجی مدل HEC-RAS به محیط ArcView ۷۹
۴-۱- مقایسه دبی‌های مشاهده‌ای و برآوردی با استفاده از توزیع‌های مختلف آماری ۸۳
۴-۲- نقشه‌های اتوکدی بازسازی‌شده رودخانه بابلرود در محیط ArcView ۸۴
۴-۳- نقشه مدل ارتفاعی رقومی رودخانه بابلرود ۸۴
۴-۴- لایه TIN ایجادشده رودخانه بابلرود در محیط ArcView ۸۵
۴-۵- نقشه مقاطع عرضی ترسیم‌شده بر روی رودخانه بابلرود در محیط ArcView ۸۶
۴-۶- مقطع عرضی شماره ۱ و نیمرخ سطح آب در دوره‌های بازگشت ۲، ۲۵ و ۲۰۰ سال ۸۷
۴-۷- جدول پارامترهای هیدرولیکی مقطع عرضی شماره ۱ در دوره بازگشت ۲۵ سال ۸۸
۴-۸- مقطع عرضی شماره ۲۴ و نیمرخ سطح آب در دوره‌های بازگشت ۲، ۲۵ و ۲۰۰ سال ۸۸
۴-۹- جدول پارامترهای هیدرولیکی مقطع عرضی شماره ۲۴ در دوره بازگشت ۲۵ سال ۸۹
۴-۱۰- مقطع عرضی شماره ۵۶ و نیمرخ سطح آب در دوره‌های بازگشت ۲، ۲۵ و ۲۰۰ سال ۸۹
۴-۱۱- جدول پارامترهای هیدرولیکی مقطع عرضی شماره ۵۶ در دوره بازگشت ۲۵ سال ۹۰
۴-۱۲- مقطع عرضی شماره ۸۶ و نیمرخ سطح آب در دوره‌های بازگشت ۲، ۲۵ و ۲۰۰ سال ۹۰
۴-۱۳- جدول پارامترهای هیدرولیکی مقطع عرضی شماره ۸۶ در دوره بازگشت ۲۵ سال ۹۱
۴-۱۴- مقطع عرضی شماره ۱۱۳ و نیمرخ سطح آب در دوره‌های بازگشت ۲، ۲۵ و ۲۰۰ سال ۹۱
۴-۱۵- جدول پارامترهای هیدرولیکی مقطع عرضی شماره ۱۱۳ در دوره بازگشت ۲۵ سال ۹۲
۴-۱۶- نیمرخ‌های منطقه در دوره‌های بازگشت: الف-۲، ب-۲۵ و ج-۲۰۰ سال ۹۳
۴-۱۷- منحنی‌های سنجه‌ی آب در مقاطع عرضی شماره الف-۱، ب-۵۶ و ج-۱۱۳ ..... ۹۴

فهرست اشکال

عناوین **صفحه**

۴-۱۸- نمای سه‌بعدی X-Y-Z رودخانه بابلرود در دوره بازگشت: الف-۲، ب-۲۵ و ج-۲۰۰..... ۹۶
۴-۱۹- تغییرات حداکثر عمق جریان سیلاب با دوره بازگشت ۲۵ ساله در رودخانه بابلرود..... ۹۸
۴-۲۰- تغییرات سطح مقطع جریان سیلاب با دوره بازگشت ۲۵ ساله در رودخانه بابلرود ۹۸
۴-۲۱- تغییرات عدد فرود سیلاب با دوره بازگشت ۲۵ ساله در رودخانه بابلرود ۹۹
۴-۲۲- تغییرات سرعت جریان سیلاب با دوره بازگشت ۲۵ ساله در رودخانه بابلرود..... ۱۰۰
۴-۲۳- تغییرات تنش برشی سیلاب با دوره بازگشت ۲۵ ساله در رودخانه بابلرود..... ۱۰۱
۴-۲۴- تغییرات توان هیدرولیکی جریان سیلاب با دوره بازگشت ۲۵ ساله در رودخانه بابلرود ۱۰۱
۴-۲۵- ارتفاع سطح آب در هر مقطع عرضی از رودخانه بابلرود در دوره بازگشت ۲۵ سال ۱۰۲
۴-۲۶- نقشه پهنه سیل ۲ ساله ۱۰۳
۴-۲۷- نقشه پهنه سیل ۵ ساله ۱۰۴
۴-۲۸- نقشه پهنه سیل ۱۰ ساله ۱۰۴
۴-۲۹- نقشه پهنه سیل ۲۵ ساله ۱۰۵
۴-۳۰- نقشه پهنه سیل ۵۰ ساله ۱۰۵
۴-۳۱- نقشه پهنه سیل ۱۰۰ ساله ۱۰۶
۴-۳۲- نقشه پهنه سیل ۲۰۰ ساله ۱۰۶
۴-۳۳- رابطه سطح سیلگیری و دوره بازگشت ۱۰۷
۴-۳۴- رابطه عمق میانگین سیل و دوره بازگشت ۱۰۸
۴-۳۵- رابطه سرعت میانگین سیل و دوره بازگشت ۱۰۹
۴-۳۶- رابطه خسارات کل سیل و دوره بازگشت ۱۱۰
۴-۳۷- رابطه خسارات کل سیل و سطح سیلگیری ۱۱۱
۴-۳۸- رابطه خسارات کل سیل و عمق میانگین سیل ۱۱۱
۴-۳۹- رابطه خسارات کل سیل و سرعت میانگین سیل ۱۱۱
۵-۱- رابطه دوره بازگشت و درصد جزئی مساحت سیلگیری ۱۱۴
۵-۲- رابطه دوره بازگشت و درصد جزئی عمق متوسط سیل ۱۱۵
۵-۳- رابطه دوره بازگشت و درصد جزئی سرعت متوسط سیل ۱۱۶
۵-۴- رابطه دوره بازگشت و درصد جزئی خسارات کل سیل ۱۱۸


فصل اول
مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه

مهم‌ترین پدیده در فرآیندهای پوستی زمین جریان آب‌هاست و رودخانه‌ها نه‌تنها در سیمای کلی زمین نقش دارند بلکه شکل زیستن انسان در کره زمین را نیز تعیین می‌نمایند (Morisow, ۱۹٦۸).

در میان بلایای طبیعی، سیل، زلزله و خشکسالی به‌دلیل به‌بارآوردن خسارت مالی و جانی فراوان، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند. با استناد به آمار و اطلاعات موجود، خسارت ناشی از سیل در پاره‌ای از نقاط دنیا به‌ویژه آسیا و اقیانوسیه، بیشترین میزان را در میان خسارت ناشی از بلایای طبیعی به خود اختصاص می‌دهد چرا که پدیده سیل یکی از پیچیده‌ترین رویدادهای طبیعی است که خسارت ناشی از آن تنها به خسارات مالی و جانی محدود نبوده و در مواردی خسارات غیر-مستقیم و گاه ناملموس آن از قبیل ایجاد وقفه در سیستم‌های ارتباطی و اثرات سوء اجتماعی و زیست‌محیطی، سهم بزرگی از ضایعات ناشی از سیلزدگی را دربرمی‌گیرد (کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۱۳۷۸).

علیرغم تمام تلاش‌هایی که در طول تاریخ به‌وسیله مردم یا دولت‌ها صورت گرفته است، هیچ کشوری صرف‌نظر از دارایی و پیشرفت تکنولوژی‌شان نتوانسته‌اند نواحی سیلگیر خود را کاملا و برای همیشه از خطر سیل محفوظ دارند، ولی آنچه در اینجا شایان اهمیت است، استفاده از روش‌های کاربردی به‌منظور کاهش خطرات جانی، مالی و اثرات نامطلوب ناشی از سیل می‌باشد (کریمیان، ۱۳۸۴).

طبق آمار سازمان‌های تخصصی ملل متحد در یک دهه در ۱۳۰ مورد وقوع سیلاب‌های بزرگ بیش از ۶۴۱۰۳ نفر تلفات انسانی و ۹/۰۶ میلیارد دلار خسارت مالی محسوس به همراه داشته است (مهدوی، ۱۳۷۶).

در کشور ایران، سیل، یک بلای جدی طبیعی است که خسارات سالیانه قابل توجهی را به-دنبال دارد. بررسی‌های اخیر نشان می‌دهد که طی یک دوره چهل ساله (۱۳۳۱ تا۱۳۷۰)، رشد سالانه

حوادث سیل حدود ۴ درصد و رشد سالیانه میزان خسارات مالی ناشی از آن حدود ۶ در صد بوده است (زینی‌وند، ۱۳۷۹). همچنین در بررسی سیل‌های زیان‌آور طی ۵۰ سال (۱۳۷۰-۱۳۲۰) تعداد ۳۷۰۰ مورد سیل آسیب‌رسان در کشور به ثبت رسیده است (خسروشاهی، ۱۳۷۶). بررسی وضعیت سیل کشور نشان داد که فراوانی وقوع سیل در کشور از یک روند افزاینده برخوردار است به‌طوری‌که از ۳۹ مورد در سال ۱۳۵۰ به ۲۷۶ مورد در سال ۱۳۷۷ فزونی یافته است (وطن‌فدا، ۱۳۸۱).

واضح است که، بیشترین خسارت ناشی از سیل، به مناطق حاشیه رودخانه و دشت‌های سیلابی مجاور رودخانه‌ها، وارد می‌گردد.

در دشت‌های سیلابی به‌دلیل وجود منابع مختلف و استفاده چند منظوره از آن، اعمال یک مدیریت جامع و همه‌جانبه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که علت اصلی افزایش خسارت سیل، به افزایش استفاده از دشت‌های سیلابی و اراضی سیلگیر مجاور رودخانه مربوط می‌شود. بنابراین اعمال برنامه‌های جامع مدیریتی با هدف کنترل و بهره‌برداری بهینه در مناطق سیلگیر ضروری می‌باشد (صفری، ۱۳۸۰).

اقدامات مدیریتی که به‌منظور کاهش خسارات سیل انجام می‌شود را می‌توان در دو بخش اقدامات سازه‌ای و غیرسازه‌ای تقسیم‌بندی کرد. در رهیافت‌های غیرسازه‌ای مدیریت سیل، برای رفع یا تسکین اثرات تخریبی سیلاب، سازه‌های فیزیکی احداث نمی‌شود. در صورتی که در راهکارهای سازه-ای مدیریت سیلاب از احداث سازه‌هایی مانند سدها، خاکریزها، سیل‌بندها یا منحرف‌کننده‌های سیلاب، کانال‌های سیلاب‌بر و ... استفاده می‌شود که به‌وسیله ذخیره، محدودسازی یا تعدیل یا انحراف سیلاب، مهار آن را تا حدی ممکن می‌سازد (حسین‌زاده، ۱۳۸۳).

از سویی با وجود پیشرفت روش‌های فیزیکی و ساختمانی مهار سیلاب، همچنان سطح ایمنی در حاشیه رودخانه‌های بزرگ راضی‌کننده نبوده و این وضعیت نیازمند اجرای روش‌های غیرسازه‌ای نظیر تاسیس مراکز سیستم هشدار سیل و استفاده از سیستم‌های اطلاعاتی جدید می‌باشد (امامی، ۱۳۷۶).

پهنه‌بندی سیل با استفاده از GIS یکی از راهکارهای غیرسازه‌ای و از ابزارهای کارآمد در مدیریت کاهش خطرات سیل می‌باشد. علاوه بر این مسئولان ذیربط می‌توانند از این روش به‌عنوان وسیله‌ای قانونی در کنترل و مدیریت کاربری اراضی و برنامه‌ریزی‌های توسعه و حفاظت محیط‌زیست استفاده نمایند (کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۱۳۷۹).

بنابر آنچه که گفته شد تعیین پهنه سیل یکی از مراحل اساسی در مدیریت رودخانه و تعیین حق بیمه سیل می‌باشد، اما نکته قابل‌توجه در اینجا این است که اکثر روش‌های موجود در تعیین پهنه سیل بسیار مشکل و وقت‌گیر بوده و به‌دلیل پیچیدگی و طولانی بودن فرآیند آن ممکن است در تکرار پروسه، تغییراتی در نتایج نهایی ایجاد گردد (قدسیان، ۱۳۷۷).

در این پژوهش سعی گردیده است با معرفی یکی از روش‌های پهنه‌بندی سیل که با استفاده از تلفیق نرم‌افزارهای HEC-RAS و ArcView و الحاقیه فرعی HEC-GEORAS صورت می‌گیرد، ضمن پهنه‌بندی خطر سیل، جدیدترین، به‌صرفه‌ترین و کوتاه‌ترین روش امروزه پهنه‌بندی سیل از نظر اقتصادی و زمانی معرفی شده، مزایا و توانایی‌های آن مورد بررسی قرار گیرد.

۱- ۲- بیان مسئله

از آنجائی‌که سیلابدشت‌ها و مناطق مجاور و رودخانه‌ها دائماً درمعرض خطر سیل هستند، از-طرفی به‌علت وجود شرایط مناسب اکثر فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی در این‌گونه مناطق صورت می‌گیرد، لذا جا دارد که در این‌گونه مناطق پهنه‌بندی صورت گیرد یعنی میزان پیشروی سیلاب، ارتفاع آن نسبت به رقوم سطح زمین و خصوصیات سیلاب در دوره بازگشت‌های مختلف تعیین گردد (حسین‌زاده، ۱۳۸۳).

با توجه به این‌که هر گونه سرمایه‌گذاری در مناطق حاشیه رودخانه‌ها، نیاز به پیش‌بینی‌های لازم در مورد بررسی امکان بروز خسارت از طرف سیل رودخانه به آنها می‌باشد، لذا جهت آگاهی از وضعیت سیلگیری اراضی حاشیه رودخانه می‌بایست از شرایط گسترش سیل شامل محدوده، عمق آب

و زمان ماندابی درصورت وقوع سیل‌های مختلف مطلع بود. لذا تهیه نقشه پهنه‌های سیلگیر جهت دسترسی به اطلاعات فوق، ضروری به‌نظر می‌رسد (شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس، ۷۰– ۱۳۶۷).

در پهنه‌بندی سیلاب سعی بر آن است که تمامی خواص اطراف رودخانه و سیلابدشت‌ها به‌منظور کنترل کاربری و توسعه اراضی به قسمت‌هایی با خطرپذیری مختلف تقسیم گردد تا در تبیین کاربری اراضی، شناسایی ناحیه دربیمه سیل و ایجاد محدودیت‌های اجباری در مناطق خطرناپذیر مورد استفاده قرار گیرد (wessel، ۱۹۹۵).

نقشه‌های پهنه خطر سیل با تدوین ضوابط موردنیاز در دشت‌های سیلابی و حریم رودخانه‌ها ابزاری مؤثر و مهم در برنامه‌ریزی و اجرای طرح‌های عمرانی، کشاورزی و به‌طورکلی در تبیین کاربری اراضی چنین مناطقی در دست مسئولین ذیربط ملی و منطقه‌ای خواهد بود (وهابی، ۱۳۷۶).

همچنین پهنه‌بندی سیلاب یکی از مراحل اساسی در تجهیز منطقه به سیستم هشدار سیل و تبیین نرخ بیمه مناطق مجاور رودخانه می‌باشد. این نقشه‌ها اطلاعاتی درباره وسعت و عمق منطقه سیلگیر در دوره‌های بازگشت مختلف را در اختیار مدیران قرار داده و بدین ترتیب اجرای اقدامات حفاظتی مناسب در مقابل خسارت مالی و جانی سیل را آسان می‌سازند (غفاری، ۱۳۸۳).

۱-۳- فرضیات پژوهش

- داده‌های اخذ شده اعم از اطلاعات، نقشه‌ها و ... با دقت اندازه‌گیری شده و کاملاً قابل اعتماد می‌باشد.

۱-۴- اهداف پژوهش

۱- پهنه‌بندی سیلاب در حوضه آبخیز بابلرود.

۲- بررسی راهکارهای حفاظتی کاهش خطرات ناشی از سیل.

۱-۵- تعاریف و مفاهیم

در این بخش سعی گردیده است به‌طور خلاصه به تعدادی از تعاریف و مفاهیم ارائه شده در این مجموعه اشاره گردد.

۱-۵-۱- سیل

عبارت سیل، جریان بسیار زیاد آب که باعث خساراتی می‌گردد، را در ذهن تداعی می‌کند. یکی از تعاریف جامع واژه سیل را می‌توان به این ترتیب ذکر کرد: «هر جریان سطحی آب صرف‌نظر از عامل ایجادکننده آن درصورتی سیل تلقی می‌شود که جریان آب در مقطع رودخانه بیش از جریان عادی باشد، تداوم زمانی آن محدود بوده، جریان آب از بستر طبیعی تجاوز کند و اراضی پست و حاشیه رود را فرا گیرد و خسارت مالی و جانی به‌همراه داشته باشد» (احمدی‌نژاد و همکاران، ۱۳۸۱).

در فرهنگ آبیاری و زهکشی، سیل عبارت است از جریانی که توام با بالاآمدن نسبتاً زیاد سطح آب در رودخانه بوده و اراضی پست را فرا بگیرد (فرهنگ آبیاری و زهکشی، ۱۳۶۵).

سیل را می‌توان آب مازاد بر ظرفیت رودخانه دانست که خساراتی به‌همراه داشته باشد (مهدوی، ۱۳۷۶).

سیل به‌عنوان پدیده‌ای که بطور فراوان رخ می‌دهد، ازنظر تلفات اقتصادی و نگرانی‌های شدید انسانی اهمیت زیادی دارد (Boyle , s . J. etal، ۱۹۹۸). به‌عبارتی، پدیده سیل یکی از پیچیده‌ترین و مخرب‌ترین رویدادهای طبیعی است که بیش از هر بلای طبیعی دیگری، جان و مال انسان‌ها و شرایط اجتماعی و اقتصادی یک جامعه را به‌مخاطره می‌اندازد (تلوری، ۱۳۷۶).

۱-۵-۲- دشت سیلابی

دشت سیلابی را می‌توان، نوار نسبتاً هموار در مجاورت رودخانه دانست که از رسوبات حمل‌شده توسط رودخانه تشکیل شده و به‌طور منظم در زمان طغیان زیر آب قرار می‌گیرد (palate, ۲۰۰۲).

دشت سیلابی به اراضی مجاور یا حاشیه رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و دریاها گفته می‌شود که در شرایط عادی، خشک و عاری از جریان آب بوده و در مواقع سیلابی مستغرق می‌شود. دشت سیلابی با

توجه به توپوگرافی دره رودخانه می‌تواند تمامی عرض دره رودخانه در دره‌های باریک و یا منطقه وسیعی در طول رودخانه در دره‌های مسطح و عریض باشد (وزارت نیرو، ۱۳۷۸).

دشت‌های سیلابی را معمولاً بر اساس دوره بازگشت سیل‌بندی می‌نمایند به‌طوریکه دوره‌های بازگشت کوتاهتر را معمولاً برای اراضی کشاورزی و مناطق روستایی و سیلاب‌های بزرگتر را برای مناطق شهری، صنعتی و اقتصادی درنظر می‌گیرند. در استرالیا سیلاب طراحی برای مناطق تجاری، صنعتی و شهری دارای دوره بازگشت ۵۰ تا ۱۰۰ ساله و برای اراضی زراعی ۵ تا ۵۰ ساله می‌باشد. در بلغارستان برای مناطق مهم شهری و صنعتی سیلاب ۱۰۰ تا ۲۰۰ ساله، در مناطق شهری و روستائی ۳۰ تا ۱۰۰ ساله و برای اراضی کشاورزی سیل ۱۰ تا ۲۰ ساله درنظر می‌گیرند. سیلاب طراحی در چین برای مناطق تجاری و شهری ۲۰۰ ساله و برای مناطق روستائی ۱۰۰ ساله درنظر گرفته می‌شود (Floggan،۱۹۷۹).

۱-۵-۳ – مدیریت دشت‌های سیلابی

به‌طورکلی می‌توان گفت که مدیریت دشت‌های سیلابی شامل آن دسته از اقدامات مدیریتی و حفاظتی است که سعی دارند اثرات سوء اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی ناشی از تغییر کاربری حوضه آبخیز و دشت‌های سیلابی را کاهش دهد (Floggan، ۱۹۷۹).

اقدامات جامع مدیریتی در کاهش خسارات سیل را می‌توان به دو دسته اقدامات سازه‌ای و غیرسازه‌ای تقسیم‌بندی نمود. ازجمله اقدامات سازه‌ای می‌توان به بهسازی آبراهه‌ها، ذخیره سیلاب، احداث گوره[۱] و غیره اشاره نمود که این اقدامات غالباً جهت کاهش سیل یا جلوگیری از سیلزدگی[۲] صورت می‌گیرد، درحالی‌که اقدامات غیرسازه‌ای مانند بیمه‌گذاری سیل، طرح‌های هشدار سیل، پهنه-بندی سیلابدشت‌ها و یا ترکیبی از این مواد، غالباً جهت کاهش اثرات مخرب سیلاب‌ها انجام می‌گیرد (مهدوی، ۱۳۷۸).

۱- Levees
۲- Flooding

هشدار یا پیش‌آگاهی از سیل[1] شامل پیش‌بینی سیل، تخمین محل وقوع سیل، مقدار، زمان وقوع و مدت جریان سیل بخصوص در نقاط ویژه‌ای از رودخانه‌ها یا مسیل که از ریزش باران و یا برف مذاب متأثر می‌گردند، می‌باشد. در بعضی مواقع پیش‌بینی و یا هشدار سیل می‌تواند یکی از مهمترین اقدامات غیرسازه‌ای در مدیریت زمین مستعد سیل برای کاهش ضایعات باشد. برای اقدامات مؤثر و با-ارزش، پیش‌بینی‌ها باید به‌موقع و دقیق باشد (U.N.D.P، ۱۹۹۱).

۱-۵- ۴- پهنه‌بندی دشت سیلابی

پهنه‌بندی سیل یعنی تعیین میزان پیشروی سیلاب، ارتفاع و خصوصیات آن در دوره بازگشت‌های مختلف. در پهنه‌بندی سیلاب سعی بر آن است که تمامی نواحی اطراف رودخانه و سیلاب‌دشت‌ها به‌منظور کنترل کاربری و توسعه اراضی، به قسمت‌هایی با خطرپذیری مختلف تقسیم گردد تا در تعیین کاربری اراضی، شناسایی ناحیه بیمه سیل و ایجاد محدودیت‌های اجباری در مناطق خطرپذیر مورد استفاد قرار گیرد (wessel، ۱۹۹۵).

ازطرفی پهنه‌بندی سیل پیشنیاز توسعه پایدار در مناطق سیل‌خیز است زیرا:

- تعیین‌کننده نوع توسعه مناسب است.
- مشخص‌کننده ضوابط ساخت و ساز لازم است.
- مبنای تعیین اثرات اکولوژیک و زیست‌محیطی است .
- میزان ریسک سرمایه‌گذاری را مشخص می‌کند (افتخارزاده و مقیمی، ۱۳۷۷).

پهنه‌بندی سیلاب‌دشت‌ها یک ابزار قانونی جهت اجرا و پیگیری طرح‌های کنترل و هدایت کاربردی عمران اراضی مجاور رودخانه، توسط مسئولین شهرهای کوچک و بزرگ می‌باشد. در کشور ما در ماده ۲ از قانون توزیع عادلانه آب، این مسئله به این‌صورت عنوان شده است که بستر انهار طبیعی، کانال‌های عمومی و رودخانه‌ها اعم ازاین‌که آب دائم یا فصلی داشته باشد و مسیل‌ها و بستر برکه‌های طبیعی و مرداب‌ها در اختیار حکومت جمهوری اسلامی بوده و تعیین پهنای بستر و حریم آن درمورد

---

[1] - Real Time