بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی

گروه مهندسی آب

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته ی مهندسی آب

گرایش آبیاری و زهکشی

شبیه سازی فرآیند بارش – رواناب در حوضه آبریز قره سو با استفاده از مدل WMS

استاد راهنما:

دکتر رسول قبادیان

استاد مشاور :

مهندس فریدون جهاندیده

نگارش:

کامران جهاندیده

آذر ۱۳۸۹

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و
نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه
متعلق به دانشگاه رازی است.

چکیده
مدل WMS توسط آزمایشگاه هیدرولیک دانشگاه برینگهام تهیه شده و با تلفیق امکانات GIS و مدل های هیدرولوژیکی متنوعی از قبیل TR20، TR55، HEC-1، HEC-HMS و Rational و ... که در آن تعبیه شده است، به ابزاری قدرتمند برای شبیه سازی هیدرولوژیکی حوضه های آبریز تبدیل شده است. نرم افزار WMS با استفاده از نقشه های رقومی محاسبات مربوط به فیزیوگرافی حوضه را انجام می دهد. در این نرم افزار کلیه محاسبات و خصوصیات فیزیوگرافی یک حوضه با معرفی نقطه خروجی حوضه و دادن نقشه های مربوطه به نرم افزار به آسانی قابل انجام می باشد. بدین منظور ابتدا مدل ارتفاعی رقومی (DEM) با استفاده از Shape file های موجود در محیط نرم افزار Arc GIS ساخته شد و پس از انجام اصلاحات لازم وارد محیط WMS گردید، سپس با کمک مدل TOPAZ آبراهه ها و شبکه رودخانه ها رسم و مرز حوضه و زیرحوضه ها مشخص گردید که خروجی حوضه در محل ایستگاه پل کهنه به چهار زیرحوضه تفکیک گردید و خصوصیات فیزیوگرافی زیرحوضه ها نیز تعیین گردید. در این مطالعه برای پیش بینی سیلاب حاصل از بارش حوضه آبریز قره سو در نرم افزار WMS، مدل HEC-HMS انتخاب شد و سپس جهت کالیبره کردن مدل سه رگبار مشاهده ای در زیرحوضه های مورد مطالعه به همراه سه سیل همزمان در خروجی هر زیرحوضه انتخاب شد، آنگاه با بهینه سازی پارامترهای شماره منحنی، تلفات اولیه و زمان تأخیر بر اساس دو هیدروگراف مشاهده ای مدل واسنجی و با استفاده از هیدروگراف مشاهده ای دیگر، مدل مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان از برازش مناسب دبی اوج هیدروگراف های مشاهده ای و هیدروگراف های شبیه سازی شده دارد و اختلاف زمانی در رسیدن به اوج نیز مساوی یا کمتر از ۹۰ دقیقه برآورد گردید. با توجه به آنکه اختلاف حجم رواناب هیدروگراف مشاهده ای و هیدروگراف شبیه سازی از ۲۹ تا ۶۶ درصد متغییر بوده است می توان بیان داشت که نتایج واسنجی و ارزیابی مدل در مورد حجم ناشی از رواناب مورد پذیرش نمی باشد. نتایج حاصل از آنالیز حساسیت مدل نسبت به تغییرات رطوبت اولیه خاک نتایج نشان داد که مقدار دبی اوج حساسیت قابل ملاحظه ای نسبت به تغییرات رطوبت اولیه خاک دارد.
در این مطالعه همچنین از روش کریگر برای تخمین سیلاب با دوره برگشت های مختلف در محل دوآب قزانچی روی رودخانه قره سو استفاده شده است. داده های دبی حداکثر لحظه ای سالانه چهار ایستگاه هیدرومتری موجود در منطقه جمع آوری و تجزیه و تحلیل گردید. تعداد داده ها از حداقل ۲۰ تا حداکثر ۲۳ سال متغییر بوده است. مقدار ضریب C کریگر برای زیرحوضه های مورد مطالعه به ازای دوره برگشت های مختلف برآورد گردید. سپس مدل ریاضی ضریب مذکور به ازای دوره برگشت با ضریب تبیین بسیار بالا بدست آمد. با استفاده از ضریب کریگر بدست آمده در زیرحوضه پل کهنه به ازای دوره برگشت های مختلف حداکثر دبی سیلاب با دوره برگشت های مختلف در محل دوآب قزانچی محاسبه گردید و با مقادیر بدست آمده از مدل WMS/HEC-HMS در این محل مقایسه گردید.
کلمات کلیدی: کالیبره کردن، قره سو، مدل WMS/HEC-HMS، سیلاب، دوره برگشت، روش کریگر

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه

۱- ۱- مقدمه ۲

۱-۲- اهداف تحقیق ۴

فصل دوم: بررسی منابع

۲-۱- مقدمه ۶

۲-۲- رواناب سطحی ۸

۲-۳- استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی در برآورد رواناب ۹

فصل سوم: مواد و روش ها

۳-۱- معرفی نرم‌افزارWMS ۱۵

۳-۱-۱- رسم خودکار حوضه‌آبریز ۱۶

۳-۱-۲- نوار ابزارهای موجود در WMS با خواص GIS ۱۷

۳-۱-۳- ابزار های مفید موجود در WMS ۱۷

۳-۱-۴- مدل کردن سیلاب طرح و نقشه‌ها ۱۷

۳-۱-۵- مدلهای آماری ۱۸

۳-۱-۶- مدل شبکه زهکشی رگبار ۱۸

۳-۱-۷- مدل کردن تأثیرات متقابل آبهای‌سطحی و زیرزمینی ۱۸

۳-۱-۸- سازگاری داده‌ها ۱۹

۳-۲- معرفی نرم‌افزار HEC-HMS ۱۹

۳-۲-۱- زمینه های مورد توجه در HEC-HMS ۲۰

۳-۲-۲- فرآیند مدل سازی هیدرولوژیکی در HEC-HMS ۲۰

۳-۲-۲-۱- مؤلفه های مدل حوضه ۲۰

۳-۲-۲-۲- مدل هواشناسی ۲۱

۳-۲-۲-۳- شاخص‌های کنترل ۲۲

۳-۲-۳- تشریح ومعرفی جزئیات مؤلفه مدل حوضه ۲۲

۳-۲-۳-۱- عناصر هیدرولوژیکی ۲۲

۳-۲-۳-۲- تشریح عناصر ۲۲

۳-۳-کاربردGIS ۲۵

۳-۳-۱- پر کردن چاهک‌های کاذب وتعریف شبکه‌های آبراهه ۳۰

۳-۴- موقعیت حوضه آبریز مورد مطالعه ۳۲

۳-۵- آب وهوا و بررسی اقلیم حوضه مورد مطالعه ۳۳

۳-۶- رودخانه های موجود در حوضه ۳۵

۳-۶-۱- رودخانه قره سو ۳۵
۳-۶-۲- رودخانه مرگ ۳۵
۳-۶-۳- رودخانه رازآور ۳۶
۳-۷- ایستگاه های آبسنجی ۳۶
۳-۷-۱- ایستگاه آبسنجی پل کهنه ۳۶
۳-۷-۲- ایستگاه آبسنجی دو آب مرگ ۳۷
۳-۷-۳- ایستگاه هیدرومتری خرس‌آباد ۳۷
۳-۷-۴- ایستگاه هیدرومتری رازآور سرآسیاب ۳۸
۳-۸- بررسی خصوصیات فیزیکی حوضه های آبریز مورد مطالعه ۳۹
۳-۸-۱- هدف و تعریف ۳۹
۳-۸-۲- تقسیم‌بندی حوضه به واحدهای هیدرولوژیکی (زیرحوضه‌ها) ۴۱
۳-۸-۳- تهیه مدل رقومی ارتفاعی (DEM) ۴۱
۳-۸-۴ - مساحت حوضه ۴۲
۳-۸-۵- محیط حوضه ۴۳
۳-۸-۶- طول آبراهه ی اصلی ۴۳
۳-۸-۷- شکل حوضه ۴۳
۳-۸-۸- فاصله تا مرکز ثقل حوضه (L_{ca}) ۴۳
۳-۸-۹- ضریب شکل (L_l) ۴۴
۳-۸-۱۰- نسبت دایره ای (R_c) ۴۴
۳-۸-۱۱- نسبت کشیدگی (R_e) ۴۴
۳-۸-۱۲- ضریب گراویلیوس (C) ۴۴
۳-۸-۱۳- مستطیل معادل ۴۵
۳-۸-۱۴- ارتفاع حوضه ۴۵
۳-۸-۱۵- شیب حوضه ۴۵
۳-۸-۱۶- زمان تمرکز ۴۶
۳-۹- ایستگاههای باران سنجی ۵۱
۳-۱۰- انتخاب الگوی بارش ۵۲
۳-۱۰-۱- روش های استخراج الگوی باران طراحی ۵۳
۳-۱۰-۱-۱- روش ترسیمی پیلگریم ۵۳
۳-۱۱- ایستگاههای دبی سنجی ۵۴
۳-۱۲- روش های محاسباتی موجود در المان ها ۶۵
۳-۱۲-۱- المان هیدرولوژیکی زیر حوضه ۶۵
۳-۱۲-۱-۱- روش های محاسبه تلفات در HEC-HMS ۶۶
۳-۱۲-۱-۲- انتخاب مدل محاسبه تلفات در HEC-HMS ۶۶
۳-۱۲-۱-۲-۱- روش سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS) ۶۷
۳-۱۳- برآورد شماره منحنی (CN) ۶۸

۳-۱۴- روش های محاسبه رواناب مستقیم در HEC-HMS ۶۸
۳-۱۴-۱- مفاهیم اصلی مدل هیدروگراف واحد ۶۹
۳-۱۴-۱-۱- مدل هیدروگراف واحد SCS ۷۰
۳-۱۴-۱-۲- برآورد پارامترهای هیدروگراف واحد SCS ۷۲
۳-۱۴-۲-کاربرد و محدودیت های تولید رواناب در HEC-HMS ۷۳
۳-۱۵- روش های محاسبه دبی پایه در HEC-HMS ۷۴
۳-۱۵-۱- مدل ثابت ماهانه ۷۴
۳-۱۵-۲- مدل نمایی فروکش ۷۶
۳-۱۵-۳- مدل حجمی مخزن خطی ۷۶
۳-۱۶- روندیابی سیل ۷۶
۳-۱۶-۱- روش های روندیابی در مدل HEC-HMS ۷۷
۳-۱۶-۱-۱- روندیابی سیل به روش ماسکینگام ۷۸
۳-۱۷- روش های تجربی تخمین سیلاب ۸۱
۳-۱۷-۱- کاربرد روش کریگر در تخمین سیلاب ۸۲

فصل چهارم: بحث و نتیجه گیری

۴-۱- خصوصیات فیزیوگرافی ۸۶
۴-۲- واسنجی مدل ۹۱
۴-۲-۱- چهارچوب واسنجی مدل ۹۲
۴-۳- معرفی توابع هدف ۹۳
۴-۳-۱- تابع انحراف معیار وزنی دبی اوج ۹۴
۴-۳-۲- تابع مجموع مربع باقیمانده ها ۹۴
۴-۳-۳- تابع مجموع قدرمطلق باقیمانده ها ۹۵
۴-۳-۴- تابع درصد خطای دبی اوج ۹۵
۴-۴- روش های جستجو ۹۶
۴-۵- واسنجی مدل ۹۶
۴-۶- ارزیابی مدل ۹۹
۴-۷- آنالیز حساسیت ۱۰۰
۴-۸- برآورد هیدروگراف سیل با دوره برگشت های مختلف ۱۰۱
۴-۹- کاربرد روش کریگر ۱۰۳
۴-۹-۱- محاسبه ضریب C کریگر برای هر ایستگاه با Tr های مختلف ۱۰۶
۴-۹-۲- مدل بندی ضریب C با زمان برگشت ۱۰۷
۴-۹-۳- برآورد سیلاب به روش کریگر در محل دوآب قزانچی ۱۰۹
۴-۱۰- نتیجه گیری ۱۱۰
۴-۱۱- پیشنهادات ۱۱۲
منابع ۱۱۲
پیوست ۱۲۰

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل (۳-۱) تصویر محیط WMS ۱۵
شکل (۳-۲) تصویرمحیط HEC-HMS ۲۲
شکل (۳-۳) مؤلفه‌های مختلف مدل ۲۴
شکل (۳-۴) تعیین جهت جریان با استفاده از توابع GIS: (الف) مدل هشت جهته : (ب) شبکه ارتفاعات عارضه؛
(ج) شبکه جهت های جریان ۲۵
شکل (۳-۵) شبکه تجمع جریان (الف) و طول جریان (ب)..... ۲۶
شکل (۳-۶) نمایش عددی سطوح فضایی..... ۲۶
شکل(۳-۷) شش نمایش تقریبی از میدان استفاده شده در WMS ۲۷
شکل(۳-۸) نمایش خطوط ارتفاعی شبکه بندی شده (DEM) ۲۷
شکل(۳-۹) چگونگی نمایش خطوط تراز ۲۷
شکل(۳-۱۰) نمایش سطر،ستون و سلول ۲۸
شکل(۳-۱۱) چگونگی محاسبه شیب برای هر سلول..... ۲۸
شکل(۳-۱۲) نمایش مسیرهای جریان تعیین شده در شبکه..... ۲۸
شکل(۳-۱۳) نمایش خطوط آبراهه‌های تعیین شده در شبکه ۲۹
شکل(۳-۱۴) نمایش پرکردن چاهک‌های کاذب..... ۳۰
شکل(۳-۱۵) نمایش تأثیرات پرکردن چاهک‌ها ۳۰
شکل (۳-۱۶) نحوه عملکرد نرم‌افزار بر روی نقشه‌های DEM..... ۳۱
شکل(۳-۱۷) موقعیت حوضه های آبریز رودخانه های استان کرمانشاه ۳۲
شکل (۳-۱۸) موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه..... ۳۳
شکل(۳-۱۹) موقعیت حوضه های آبریز مورد مطالعه ۳۶
شکل (۳-۲۰) نمای ایستگاه هیدرومتری پل کهنه ۳۷
شکل (۳-۲۱) نمای ایستگاه هیدرومتری دوآب مرگ ۳۷
شکل (۳-۲۲) نمای ایستگاه هیدرومتری خرس آباد..... ۳۸
شکل (۳-۲۳) نمای ایستگاه هیدرومتری سرآسیاب ۳۸
شکل(۳-۲۴) نقشه رقومی ارتفاعی ۴۱
شکل (۳-۲۵) الگوی بارندگی منتخب در محدوده مورد مطالعه به روش پیلگریم..... ۵۳
شکل (۳-۲۶) هیدروگراف سیلاب مشاهداتی ایستگاه خرس آباد در تاریخ ۷۶/۱۲/۲۶ ..... ۵۸
شکل (۳-۲۷) هیدروگراف سیلاب مشاهداتی ایستگاه خرس آباد در تاریخ ۸۴/۸/۲۶..... ۵۸
شکل (۳-۲۸) هیدروگراف سیلاب مشاهداتی ایستگاه خرس آباد در تاریخ ۸۴/۱/۹..... ۵۹
شکل (۳-۲۹) هیدروگراف سیلاب مشاهداتی ایستگاه پل کهنه در تاریخ ۷۶/۱۲/۲۶..... ۵۹
شکل (۳-۳۰) هیدروگراف سیلاب مشاهداتی ایستگاه پل کهنه در تاریخ ۸۴/۸/۲۶..... ۶۰

شکل (۳-۳۱) هیدروگراف سیلاب مشاهداتی ایستگاه پل کهنه در تاریخ ۸۴/۱/۹ ..... ۶۰
شکل (۳-۳۲) هیدروگراف سیلاب مشاهداتی ایستگاه حجت آباد در تاریخ ۷۶/۱۲/۲۶ ..... ۶۱
شکل (۳-۳۳) هیدروگراف سیلاب مشاهداتی ایستگاه حجت آباد در تاریخ ۸۴/۸/۲۶ ..... ۶۱
شکل (۳-۳۴) هیدروگراف سیلاب مشاهداتی ایستگاه حجت آباد در تاریخ ۸۴/۱/۹ ..... ۶۲
شکل (۳-۳۵) هیدروگراف سیلاب مشاهداتی ایستگاه دوآب مرگ در تاریخ ۷۶/۱۲/۲۶ ..... ۶۲
شکل (۳-۳۶) هیدروگراف سیلاب مشاهداتی ایستگاه دوآب مرگ در تاریخ ۸۴/۸/۲۶ ..... ۶۳
شکل (۳-۳۷) هیدروگراف سیلاب مشاهداتی ایستگاه دوآب مرگ در تاریخ ۸۴/۱/۹ ..... ۶۳
شکل(۳-۳۸) تصویر توصیفی هیدروگراف واحد بدون بعد SCS ۷۰
شکل(۳-۳۹) ذخیره آب در رودخانه ۷۸
شکل (۳-۴۰) هیدروگراف ورودی و خروجی در بازه رودخانه قره سو ۸۰
شکل (۳-۴۱) تغییرات S تجمعی در برابر XI+(1-X)Q ۸۰
شکل (۴-۱) منحنی هیپسومتری و فرکانس آلتیمتری حوضه آبریز رودخانه رازآور تا ایستگاه حجت آباد ۸۷
شکل (۴-۲) منحنی هیپسومتری و فرکانس آلتیمتری حوضه آبریز رودخانه قره سو تا ایستگاه دوآب مرگ ۸۸
شکل (۴-۳) منحنی هیپسومتری و فرکانس آلتیمتری حوضه آبریز رودخانه قره سو تا ایستگاه پل کهنه ۸۸
شکل (۴-۴) منحنی هیپسومتری و فرکانس آلتیمتری حوضه آبریز رودخانه مرگ تا ایستگاه خرس آباد ۸۹
شکل (۴-۵) حوضه آبریز بسته شده توسط مدل WMS ۹۰
شکل (۴-۶) هیدروگراف مشاهداتی و محاسباتی ایستگاه حجت آباد در تاریخ ۷۶/۱۲/۲۶ ..... ۹۶
شکل (۴-۷) هیدروگراف مشاهداتی و محاسباتی ایستگاه خرس آباد در تاریخ ۷۶/۱۲/۲۶ ..... ۹۶
شکل (۴-۸) هیدروگراف سیلاب مشاهداتی و محاسباتی ایستگاه دوآب مرگ در تاریخ ۷۶/۱۲/۲۶ ..... ۹۷
شکل (۴-۹) هیدروگراف سیلاب مشاهداتی و محاسباتی ایستگاه پل کهنه در تاریخ ۷۶/۱۲/۲۶ ..... ۹۷
شکل (۴-۱۰) هیدروگراف سیلاب مشاهداتی و محاسباتی ایستگاه حجت آباد در تاریخ ۸۴/۱/۹ ..... ۹۷
شکل (۴-۱۱) هیدروگراف سیلاب مشاهداتی و محاسباتی ایستگاه خرس آباد در تاریخ ۸۴/۱/۹ ..... ۹۷
شکل (۴-۱۲) هیدروگراف سیلاب مشاهداتی و محاسباتی ایستگاه دوآب مرگ در تاریخ ۸۴/۱/۹ ..... ۹۷
شکل (۴-۱۳) هیدروگراف سیلاب مشاهداتی و محاسباتی ایستگاه پل کهنه در تاریخ ۸۴/۱/۹ ..... ۹۷
شکل (۴-۱۴) هیدروگراف سیلاب مشاهداتی و محاسباتی ایستگاه حجت آباد در تاریخ ۸۴/۸/۲۶ ..... ۹۹
شکل (۴-۱۵) هیدروگراف سیلاب مشاهداتی و محاسباتی ایستگاه خرس آباد در تاریخ ۸۴/۸/۲۶ ..... ۹۹
شکل (۴-۱۶) هیدروگراف سیلاب مشاهداتی و محاسباتی ایستگاه دوآب مرگ در تاریخ ۸۴/۸/۲۶ ..... ۹۹
شکل (۴-۱۷) هیدروگراف سیلاب مشاهداتی و محاسباتی ایستگاه پل کهنه در تاریخ ۸۴/۸/۲۶ ..... ۹۹
شکل (۴-۱۸) تغییرات دبی پیک زیر حوضه ها در شرایط رطوبتی مختلف ۱۰۰
شکل (۴-۱۹) پیک سیلاب ایستگاه های هیدرومتری به ازای دوره های برگشت مختلف بر حسب متر مکعب بر ثانیه ۱۰۲
شکل (۴-۲۰) مقایسه دبی با دوره برگشت های مختلف در محل دوآب قرانچی با روش کریگر و مدل HEC-HMS ۱۰۹
شکل (۴-۲۱) هیدروگراف سیلاب ۲ ساله در محل ایستگاه حجت آباد ۱۲۱
شکل (۴-۲۲) هیدروگراف سیلاب ۲ ساله در محل ایستگاه خرس آباد ۱۲۱
شکل (۴-۲۳) هیدروگراف سیلاب ۲ ساله در محل ایستگاه دوآب مرگ ۱۲۱

شکل (۴-۲۴) هیدروگراف سیلاب ۲ ساله در محل ایستگاه پل کهنه ۱۲۱
شکل (۴-۲۵) هیدروگراف سیلاب ۲ ساله در محل ایستگاه حجت آباد ۱۲۱
شکل (۴-۲۶) هیدروگراف سیلاب ۲ ساله در محل ایستگاه خرس آباد ۱۲۱
شکل (۴-۲۷) هیدروگراف سیلاب ۵ ساله در محل ایستگاه دوآب مرگ ۱۲۲
شکل (۴-۲۸) هیدروگراف سیلاب ۵ ساله در محل ایستگاه پل کهنه ۱۲۲
شکل (۴-۲۹) هیدروگراف سیلاب ۱۰ ساله در محل ایستگاه حجت آباد ۱۲۲
شکل (۴-۳۰) هیدروگراف سیلاب ۱۰ ساله در محل ایستگاه خرس آباد ۱۲۲
شکل (۴-۳۱) هیدروگراف سیلاب ۱۰ ساله در محل ایستگاه دوآب مرگ ۱۲۲
شکل (۴-۳۲) هیدروگراف سیلاب ۱۰ ساله در محل ایستگاه پل کهنه ۱۲۲
شکل (۴-۳۳) هیدروگراف سیلاب ۲۵ ساله در محل ایستگاه حجت آباد ۱۲۳
شکل (۴-۳۴) هیدروگراف سیلاب ۲۵ ساله در محل ایستگاه خرس آباد ۱۲۳
شکل (۴-۳۵) هیدروگراف سیلاب ۲۵ ساله در محل ایستگاه دوآب مرگ ۱۲۳
شکل (۴-۳۶) هیدروگراف سیلاب ۲۵ ساله در محل ایستگاه پل کهنه ۱۲۳
شکل (۴-۳۷) هیدروگراف سیلاب ۵۰ ساله در محل ایستگاه حجت آباد ۱۲۳
شکل (۴-۳۸) هیدروگراف سیلاب ۵۰ ساله در محل ایستگاه خرس آباد ۱۲۳
شکل (۴-۳۹) هیدروگراف سیلاب ۵۰ ساله در محل ایستگاه دوآب مرگ ۱۲۴
شکل (۴-۴۰) هیدروگراف سیلاب ۵۰ ساله در محل ایستگاه پل کهنه ۱۲۴
شکل (۴-۴۱) هیدروگراف سیلاب ۱۰۰ ساله در محل ایستگاه حجت آباد ۱۲۴
شکل (۴-۴۲) هیدروگراف سیلاب ۱۰۰ ساله در محل ایستگاه خرس آباد ۱۲۴
شکل (۴-۴۳) هیدروگراف سیلاب ۱۰۰ ساله در محل ایستگاه دوآب مرگ ۱۲۴
شکل (۴-۴۴) هیدروگراف سیلاب ۱۰۰ ساله در محل ایستگاه پل کهنه ۱۲۴
شکل (۴-۴۵) هیدروگراف سیلاب ۲۰۰ ساله در محل ایستگاه حجت آباد ۱۲۵
شکل (۴-۴۶) هیدروگراف سیلاب ۲۰۰ ساله در محل ایستگاه خرس آباد ۱۲۵
شکل (۴-۴۷) هیدروگراف سیلاب ۲۰۰ ساله در محل ایستگاه دوآب مرگ ۱۲۵
شکل (۴-۴۸) هیدروگراف سیلاب ۲۰۰ ساله در محل ایستگاه پل کهنه ۱۲۵
شکل (۴-۴۹) هیدروگراف سیلاب ۵۰۰ ساله در محل ایستگاه حجت آباد ۱۲۵
شکل (۴-۵۰) هیدروگراف سیلاب ۵۰۰ ساله در محل ایستگاه خرس آباد ۱۲۵
شکل (۴-۵۱) هیدروگراف سیلاب ۵۰۰ ساله در محل ایستگاه دوآب مرگ ۱۲۶
شکل (۴-۵۲) هیدروگراف سیلاب ۵۰۰ ساله در محل ایستگاه پل کهنه ۱۲۶
شکل (۴-۵۳) هیدروگراف سیلاب ۱۰۰۰ ساله در محل ایستگاه حجت آباد ۱۲۶
شکل (۴-۵۴) هیدروگراف سیلاب ۱۰۰۰ ساله در محل ایستگاه خرس آباد ۱۲۶
شکل (۴-۵۵) هیدروگراف سیلاب ۱۰۰۰ ساله در محل ایستگاه دوآب مرگ ۱۲۶
شکل (۴-۵۶) هیدروگراف سیلاب ۱۰۰۰ ساله در محل ایستگاه پل کهنه ۱۲۶
شکل (۴-۵۷) هیدروگراف سیلاب ۲ ساله در محل ایستگاه دوآب قرانچی ۱۲۷
شکل (۴-۵۸) هیدروگراف سیلاب ۵ ساله در محل ایستگاه دوآب قرانچی ۱۲۷
شکل (۴-۵۹) هیدروگراف سیلاب ۱۰ ساله در محل ایستگاه دوآب قرانچی ۱۲۷

شکل (۴-۶۰) هیدروگراف سیلاب ۲۵ ساله در محل ایستگاه دوآب قرانچی ۱۲۷
شکل (۴-۶۱) هیدروگراف سیلاب ۵۰ ساله در محل ایستگاه دوآب قرانچی ۱۲۷
شکل (۴-۶۲) هیدروگراف سیلاب ۱۰۰ ساله در محل ایستگاه دوآب قرانچی ۱۲۷
شکل (۴-۶۳) هیدروگراف سیلاب ۲۰۰ ساله در محل ایستگاه دوآب قرانچی ۱۲۸
شکل (۴-۶۴) هیدروگراف سیلاب ۵۰۰ ساله در محل ایستگاه دوآب قرانچی ۱۲۸
شکل (۴-۶۵) هیدروگراف سیلاب ۱۰۰۰ ساله در محل ایستگاه دوآب قرانچی ۱۲۸

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول (۳-۱) فرمول های تجربی محاسبه زمان تمرکز ۴۹
جدول (۳-۲) مشخصات ایستگاه های بارانسنجی ۵۱
جدول (۳-۳) مقدار بارش در هر ایستگاه بر حسب میلیمتر ۵۱
جدول (۳-۴) مشخصات ایستگاه های هیدرومتری ۵۳
جدول (۳-۵) مقادیر دبی مشاهداتی ایستگاه های هیدرومتری دوآب مرگ و حجت آباد در تاریخ ۲۶-۷۶/۱۲/۲۸ بر حسب مترمکعب بر ثانیه ۵۴
جدول (۳-۶) مقادیر دبی مشاهداتی ایستگاه های هیدرومتری خرس آباد و پل کهنه در تاریخ ۲۶-۷۶/۱۲/۲۸ بر حسب مترمکعب بر ثانیه ۵۵
جدول (۳-۷) مقادیر دبی مشاهداتی ایستگاه های هیدرومتری دوآب مرگ و حجت آباد در تاریخ ۲۶-۸۴/۸/۲۸ بر حسب مترمکعب بر ثانیه ۵۵
جدول (۳-۸) مقادیر دبی مشاهداتی ایستگاه های هیدرومتری خرس آباد و پل کهنه در تاریخ ۲۶-۸۴/۸/۲۸ بر حسب مترمکعب بر ثانیه ۵۶
جدول (۳-۹) مقادیر دبی مشاهداتی ایستگاه های هیدرومتری دوآب مرگ و حجت آباد در تاریخ ۹-۸۴/۱/۱۱ بر حسب مترمکعب بر ثانیه ۵۶
جدول (۳-۱۰) مقادیر دبی مشاهداتی ایستگاه های هیدرومتری خرس آباد و پل کهنه در تاریخ ۹-۸۴/۱/۱۱ بر حسب مترمکعب بر ثانیه ۵۷
جدول (۳-۱۱) نسبتهای هیدروگراف بدون بعد SCS ۷۰
جدول (۳-۱۲) دبی ماهانه ایستگاه های آبسنجی بر حسب متر مکعب بر ثانیه در سال ۱۳۷۶ ..... ۷۴
جدول (۳-۱۳) دبی ماهانه ایستگاه های آبسنجی بر حسب متر مکعب بر ثانیه در سال ۱۳۸۴ ..... ۷۴
جدول (۳-۱۴) مقادیر ثابت فروکش ۷۵
جدول (۴-۱) مشخصات هیپسومتری حوضه آبریز رودخانه قره سو تا ایستگاه پل کهنه ۸۶
جدول (۴-۲) مشخصات هیپسومتری حوضه آبریز رودخانه رازآور تا ایستگاه حجت آباد ۸۶
جدول (۴-۳) مشخصات هیپسومتری حوضه آبریز رودخانه مرگ تا ایستگاه خرس آباد ۸۶
جدول (۴-۴) مشخصات هیپسومتری حوضه آبریز رودخانه قره سو تا ایستگاه دوآب مرگ ۸۷
جدول (۴-۵) مشخصات فیزیوگرافی حوضه های آبریز مورد مطالعه ۸۹
جدول (۴-۶) مقایسه نتایج هیدروگراف های مشاهده ای و محاسبه شده و مقادیر پارامترهای مورد واسنجی ... ۹۶
جدول (۴-۷) مقایسه نتایج هیدروگراف های مشاهده ای و محاسبه شده و مقادیر پارامترهای مدل در ارزیابی ... ۹
جدول (۴-۸) نتایج آنالیز حساسیت دبی پیک در شرایط رطوبتی مختلف ۱۰۰
جدول (۴-۹) حداکثر بارش ۲۴ ساعته ایستگاه های منتخب به ازاء دوره های برگشت مختلف بر حسب میلیمتر ۱۰۱
جدول (۴-۱۰) پیک سیلاب ایستگاه های منتخب به ازاء دوره های برگشت مختلف بر حسب متر مکعب بر ثانیه ۱۰۱

جدول (۴-۱۱) مقادیر حداکثر روزانه و لحظه ای آبدهی در ایستگاه های منتخب بر حسب متر مکعب بر ثانیه ۱۰۴
جدول (۴-۱۲) روابط همبستگی حداکثر دبی لحظه ای و روزانه ایستگاه های منتخب ۱۰۵
جدول (۴-۱۳) پیک سیلاب ایستگاه های منتخب به ازاء دوره های برگشت مختلف با برازش آماری بر حسب مترمکعب بر ثانیه ۱۰۶
جدول (۴-۱۴) ضریب C کریگر برای دوره های برگشت مختلف ۱۰۶
جدول (۴-۱۵) نتایج آزمون هفت گانه برای برازش C تابعی از Tr ۱۰۷
جدول (۴-۱۶) پیک سیلاب رودخانه قره سو در محل دوآب قزانچی به ازاء دوره های برگشت مختلف به روش کریگر (m^3/s) ۱۰۸
جدول (۴-۱۷) پیک سیلاب رودخانه قره سو در محل دوآب قزانچی به ازاء دوره های برگشت مختلف به کمک مدل WMS/HEC_HMS بر حسب m^3/s ۱۰۹
جدول (۴-۱۸) مقایسه اختلاف هیدروگراف های مشاهده ای و محاسبه شده ۱۱۰

فصل اول

مقدمه

۱- ۱- مقدمه

آب ماده ای است که حیات بدون آن میسر نیست بنحوی که در کشورهایی همچون ایران یکی از مهمترین اولویت های اساسی سیاست گذاری اقتصادی و عمرانی محسوب می گردد. به نقل از گزارش صندوق جمعیت سازمان ملل، پیش بینی می شود که تا سال ۲۰۵۰ میلادی جمعیت جهان به ۹/۳ میلیارد نفر برسد که این میزان در کشور ما در این سال به بیش از ۱۰۰ میلیون نفر خواهد رسید و این در حالی است که متوسط میزان بارش در ایران حدود یک سوم متوسط مقدار جهانی می باشد. با آنکه کشورمان حدود ۱/۱ درصد از خشکی های جهان را به خود اختصاص داده است، فقط حدود ۰/۳۴ درصد از آبهای جهان را در اختیار دارد. آمار منتشرشده توسط وزارت نیرو حجم بارندگی را در ایران سالانه ۴۰۰ میلیارد متر مکعب برآورد نموده است که ۳۱۰ میلیارد متر مکعب از آن در سطح ۸۷۰ هزار کیلومتر مربع از حوضه های کوهستانی و ۹۰ میلیارد متر مکعب در سطح ۷۷۸ هزار کیلومتر مربع حوضه های دشتی انجام می پذیرد. از این مقدار بارش ۲۰۰ میلیارد متر مکعب در مناطق کوهستانی و ۸۴ میلیارد متر مکعب در مناطق دشتی بصورت تبخیر و تعرق تلف می شود که حدود ۷۱ درصد از بارش را شامل می شود. از بارش باقی مانده نیز حدود ۵۹ میلیارد متر مکعب در مناطق کوهستانی و ۲ میلیارد متر مکعب در مناطق دشتی بصورت نفوذ از بین می رود که در انتها مجموعاً حدود ۵۵ میلیارد متر مکعب بصورت رواناب ظاهر می گردد. با این شرح احداث سدهای مخزنی و انجام مطالعات هیدرولوژیکی در حوضه های مختلف کشور اهمیت فوق العاده ای پیدا می کند.

با توجه به محدودیت منابع آب در عصر حاضر و نیز قرار گرفتن کشور ما در منطقه نیمه خشک کره زمین لزوم مدیریت و برنامه ریزی جهت استفاده بهینه از منابع آب بدیهی به نظر می رسد. این برنامه ریزی در زمینه مهندسی رودخانه بدون اطلاع از دبی جریان امکان پذیر نمی باشد، ضمن اینکه اطلاع از دبی جریان یک رودخانه جهت بهره برداری بهینه از مخازن سدها، طراحی سیستم های هشدار سیل و پروژه های ساماندهی رودخانه لازم و ضروری می باشد. بدین جهت کارشناسان و متخصصان منابع آب همواره در پی آن بوده اند تا بتوانند روابطی را بین مقادیر بارندگی و رواناب حاصل از آن در حوضه های آبریز و در شرایط مختلف زمانی و مکانی بیابند. تا به امروز مدل های بارش- رواناب فراوانی با قابلیت ها و پیچیدگی های متفاوت جهت پیش بینی سیلاب ساخته و به کار برده شده اند.

نرم‌افزار WMS 7.1 (سیستم مدلسازی حوضه‌آبریز) یک نرم‌افزار بسیار جامع و فراگیر مدلسازی گرافیکی

در مهندسی آب در تمامی زمینه‌های مطالعات هیدرولوژی و هیدرولیک حوضه‌های‌آبریز می‌باشد. این

نرم‌افزار ابزار بسیار قدرتمندی برای مراحل مدلسازی خودکار حوضه‌آبریز نظیر بستن خودکار مرزهای حوضه‌آبریز و زیرحوضه‌های آن، محاسبه پارامترهای هندسی و فیزیکی حوضه‌ها، محاسبات و تهیه لایه‌های همپوشانی در محیط GIS نظیر (تعیین شماره منحنی نفوذ CN، عمق بارندگی، ضرایب زبری و غیره) استخراج مقاطع عرضی از نقشه‌های رقومی زمین و بسیاری از موارد دیگر را دارا می‌باشد. بطور کلی این نرم‌افزار برای تمامی مطالعات مربوط به حوضه‌های‌آبریز، پهنه‌بندی سیلاب و مدلسازیهای هیدرولوژیکی و هیدرولیکی حوضه‌آبریز بسیار کاربردی و مفید می‌باشد. نرم افزار WMS در تمام آنالیزهای بعدی از مشخصات فیزیوگرافی حوضه بر حسب نیاز به صورت خودکار استفاده می نماید. بنابراین همانند دیگر نرم افزارها نیازی به معرفی خصوصیات فیزیوگرافی حوضه ندارد. نرم افزار WMS جهت انجام محاسبات هیدرولوژیکی مجموعه ای از مدل های مختلف را در خود جا داده است. این مدل ها عبارتند از: HEC-HMS ، HEC-1 ، TR-20 ، TR-55 ، NFF ، Rational ، MODRAT ، HSPF

۱-۲- اهداف تحقیق

هدف اصلی تحقیق حاضر شبیه سازی سیستم بارندگی – رواناب حوضه آبریز رودخانه قره سو می باشد که در این راستا موارد زیر مورد بررسی قرار گرفته است:

- جمع آوری آمار و اطلاعات هیدرولوژی مورد نیاز
- مطالعه فیزیوگرافی حوضه آبریز مورد مطالعه
- برآورد دبی حداکثر لحظه ای سیل با دوره برگشت های مختلف در خروجی زیرحوضه ها
- تعیین هیدروگراف سیلابها در خروجی زیرحوضه ها
- برآورد حجم سیلابها با دوره برگشت های مختلف در خروجی زیرحوضه ها
- تعیین ضریب C کریگر برای زیر حوضه های منتخب
- برآورد دبی حداکثر لحظه ای سیل با دوره برگشت های مختلف در محل دوآب قرانچی روی رودخانه قره سو به روش تجربی کریگر و با کمک مدل WMS/HEC-HMS

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱- مقدمه

سیل یکی از بلایای طبیعی است که در طول تاریخ بشر همواره خسارات جانی و مالی فراوانی به او وارد کرده است و انسان همواره در فکر مبارزه و کنترل این پدیده بوده است، در سده های اخیر با پیشرفت علوم و تکنولوژی، بشر بیشتر سعی در شناخت عوامل موثر در ایجاد سیل و راههای از بین بردن و یا کاهش تأثیر این عوامل بوده است [نصرتی، ۱۳۷۹].

سیلاب باعث از بین رفتن امکانات، وارد آمدن خسارات جانی و اخلال در استفاده از بزرگراه ها و راه آهن ها می شود. علاوه بر آن، سیلاب مانعی برای زهکشی مؤثر و استفاده اقتصادی از اراضی برای کشاورزی و اهداف صنعتی است. به دلیل وقوع جریان زیاد یا رواناب حوضه آبریز رودخانه ها، فرسایش های عظیمی در سطح حوضه اتفاق می افتد و نهایتاً مشکلات عدیده ای را در پایین دست به وجود می آورد که ناشی از ته نشینی و انباشته شدن رسوب است. اجمالاً می توان گفت سیلاب عامل ایجاد مزاحمت، سختی و مشقت در زندگی است. علاوه بر خسارت های جانی، سیلاب اثرات نامطلوب اقتصادی بسیاری نیز دارد [قدسیان، ۱۳۷۷].

هر جریان سطحی آب صرفنظر از عامل ایجاد کننده آن در صورتی سیل تلقی می شود که جریان آب در مقطع رود 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 در بر داشته باشد. مهمترین عواملی که در شدت و دوره بازگشت سیل در هر منطقه تاثیر می گذارد عبارت از حجم و زمان رواناب سطحی حوضه بالادست و شرایط رود یا سیل، ویژگی های فیزیکی حوضه (بارش، ذخیره، تبخیر و تعرق) و اقدامات ناشی از فعالیت های بستر در بروز و تشدید سیلاب است. بررسی ها نشان می دهند که علت افزایش خسارت های سیل، دوره بازگشت کوتاه یا شدت جریان زیاد نیست؛ بلکه افزایش استفاده از اراضی سیلاب دشت یا اراضی سیل گیر مجاور رودخانه ها عامل اصلی ایجاد سیل می باشد [باقری و همکاران، ۱۳۸۵].

در توان سیل خیزی حوضه ها عوامل بسیاری دخالت دارند، عواملی همانند وضعیت فیزیوگرافی حوضه شامل شکل، اندازه، محیط و مساحت، طول و تراکم آبراهه ها، شیب و جهت شیب، پوشش گیاهی و کاربری اراضی، دخالت های انسان، بارندگی و انواع آن همگی بر پتانسیل سیل خیزی یک حوضه تأثیرات مختلفی دارند. برای وقوع سیل عوامل مختلفی دخالت دارند، از جمله بارش های شدید ناگهانی، ذوب شدن

برف ها بطور ناگهانی، شکست سدها، بالا آمدن سطح آب زیر زمینی همزمان با بارش های طولانی و اشباع شدن زمین سطحی و عدم توانایی نفوذ رواناب حاصل از بارندگی ها و عوامل مختلف دیگر مانند دخالت انسان در طبیعت و از بین بردن پوشش گیاهی زمین [نصرتی، ۱۳۷۹].

یکی از مسایل مهم و اساسی در مدیریت حوضه های آبخیز و مطالعات کنترل سیل که از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد، درک اثرات متفاوتی است که انجام عملیات اصلاحی از قبیل سد های کوتاه و تأخیری، احداث گابیون، سکو، بانکت و سایر اقدامات مکانیکی و بیولوژیکی، روی پاسخ حوضه نسبت به بارش می گذارد. توسعه مناطق شهری، بهره برداری غیر اصولی از اراضی و اجرای هرگونه عملیات در سطح حوضه با ایجاد تغییراتی در ضریب زبری، زمان تمرکز، پوشش گیاهی و در نتیجه تغییر نفوذپذیری خاک، موجب بروز شرایط ناهنجار در تولید رواناب و نهایتاً دبی اوج هیدروگراف سیل حوضه های آبخیز می گردد [روغنی، ۱۳۷۶]. بروکس[1] و همکاران (۱۹۹۱)، با انجام مطالعاتی در زمینه تأثیر قطع درختان جنگل روی حجم و دبی سیلاب به این نتیجه رسیدند که قطع پوشش جنگلی اگرچه ممکن است موجب افزایش سیلاب گردد، لیکن در بعضی مواقع این امر به دلیل عدم همزمانی دبی اوج زیر حوضه های بالادست، می تواند باعث کاهش دبی اوج نیز گردد. غفوری (۱۹۹۶)، ارتباط تأثیر افزایش سطوح نفوذناپذیر در سطح حوضه، مانند توسعه مناطق شهری روی شکل گیری سیلاب خروجی با به کار گیری مدل ریاضی مورد بررسی قرار داد. نتایج حاصل نشان داد که توسعه مناطق مزبور تأثیر مستقیمی روی دبی اوج سیلاب دارد .

بر طبق آمارهای رسمی و جهانی از بین تمام بلایای طبیعی سیل بیشترین تلفات جانی و مالی به بشر وارد نموده است و آمار تلفات ناشی از سیل از خیلی از جنگها نیز بیشتر می باشد، تازه ترین نمونه های وقوع سیل و خسارت های آن سیل سال ۱۹۹۹ ونزوئلا بود که بیش از ۱۰۰۰۰ تن کشته و میلیاردها دلار خسارت بر جای گذاشت و نمونه جدیدتر آن سیل اکتبر سال ۲۰۰۰ ویتنام می باشد که نزدیک به ۵۰۰ کشته و ده ها هزار نفر بی خانمان به جا گذاشته و مزارع بسیاری را در زیر گل و لای مدفون نمود. در ایران نیز به خاطر وضعیت بارندگی و توپوگرافی و پوشش گیاهی در بسیاری از مناطق آن سیل های ویرانگر رخ می دهد، که علت بعضی از آنها مدیریت غلط حوضه های آبخیز و عدم شناخت حوضه ها و رفتار هیدرولوژیکی آنها در مقابل بارندگی می باشد، نمونه بارز آن سیل تنکابن در سال ۱۳۷۸ بود که خسارات جانی و مالی فراوانی بر جای گذاشت [نصرتی، ۱۳۷۹].

سیل پاکستان در سال ۲۰۱۰ سیل عظیمی بود که در پی باران های موسمی شدید و بالا آمدن سطح آب رود سند، استان های سرحد، سند، پنجاب و بلوچستان از کشور پاکستان را در بر گرفت. بیش از ۲۰۰۰ نفر در این حادثه جان خود را از دست دادند و بیش از یک میلیون خانه ویران شدند. بر اساس تخمین های سازمان ملل، بیش از ۲۰ میلیون نفر در اثر این حادثه زخمی یا بی خانمان شدند. در زمان اوج شدت سیل حدود یک پنجم

[1] - Brooks