دانشکده کشاورزی

پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی مهندسی آب گرایش سازه‌های آبی

بررسی اثر تغییر کاربری اراضی بر هیدروگراف سیل رودخانه زاینده‌رود در محدوده شهر اصفهان

استادان راهنما:
دکتر محمد شایان نژاد
دکتر عطا الله ابراهیمی

استاد مشاور:
دکتر حسین صمدی

پژوهشگر:
پگاه بهنام

مهر ماه ۱۳۹۰

دانشکده کشاورزی

گروه مهندسی آب

پایان نامه خانم پگاه بهنام جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی آب گرایش سازه های آبی با عنوان بررسی اثر تغییر کاربری اراضی بر هیدروگراف سیل رودخانه زاینده‌رود در محدوده شهر اصفهان در تاریخ ۹۰/۷/۱۲ با حضور هیات داوران زیر بررسی و با نمره ۱۹/۳۲ مورد تصویب نهایی قرار گرفت.

۱. استادان راهنما پایان نامه

دکتر محمد شایان نژاد با مرتبه علمی استادیار **امضاء**

دکتر عطا الله ابراهیمی با مرتبه علمی استادیار **امضاء**

۲. استاد مشاور پایان نامه

دکتر حسین صمدی با مرتبه علمی استادیار **امضاء**

۳. استادان داور پایان نامه

دکتر افشین هنربخش با مرتبه علمی استادیار **امضاء**

دکتر نبی الله یارعلی با مرتبه علمی استادیاری **امضاء**

دکتر سید حسن طباطبایی

معاون پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده کشاورزی

Shahrekord University
Faculty of Agriculture
Depatment of Water Engineering

The thesis of Ms. Pegah Behnam for obtaining the degree of MSc. in Hydraulic Structures field with the title of Effects of land use change on Zayandeh Roud River flood hydrograph within the Isfahan city region was evaluated with the presence of the following thesis committee and was finally ratified with garde 19.32 on October 4, 2011

1.The supervisors of the thesis:
Dr. M. Shaynnejad, (Assistant Profesor) **……..…**

Dr. A. Ebrahimi, (Assistant Profesor) **…….…...**

2.The advisor of the thesis:
Dr. H. Samadi, (Assistant Profesor) **……**

3.T he examiners of the thesis:
Dr. A. Honarbakhsh, (Assistant Profesor) **…..…...**

Dr. N. Yarali, (Assistant Profesor) **…….**

Dr. S.H. Tabatabaei
Deputy of Research and Postgraduate Studies
Faculty of Agriculture

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات
و نو آوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه
متعلق به دانشکاه شهرکرد است.

چکیده:

کاربری اراضی از جمله عواملی است که بر چرخه طبیعی آب در اکوسیستم اثر می گذارد. تحقیق حاضر با هدف تعیین اثر تغییر کاربری اراضی بر هیدروگراف سیل رودخانه زاینده رود در محدوده شهری اصفهان انجام شده است. حوضه مطالعاتی با مساحت ۲۲۸۶ کیلو متربع واقع در غرب اصفهان دارای چهار زیر حوضه می‌باشد. برای انجام تحقیق، ابتدا حدود مرزهای حوضه و زیر حوضه‌های آن تعیین گردید. سپس با توجه به آنکه مدل‌های بارش رواناب هر دو تغییرات مرفولوژی و مکانی را شامل می‌شود، با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور نقشه شماره منحنی رواناب تعیین گردید. شماره منحنی رواناب بر اساس فاکتورهای گروه هیدرولوژیک خاک، کاربری اراضی و با استفاده از جدول SCS و نرم افزار GIS تهیه شد. نقشه کاربری اراضی حوضه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست (TM+) ۱۹۹۰، تصویر IRS سال ۲۰۰۸ و بازدیدهای صحرائی و به کمک نرم افزا ENVI تعیین گردید. در مرحله بعد شبیه سازی وقایع بارش-رواناب به کمک روش SCS انجام گرفت و پارامترهای هیدرولوژیکی زیر حوضه ها واسنجی گردید. نتایج نشان داد که متوسط تلفات اولیه درحوضه مطالعاتی ۰/۲۱s است. پس از آن اثر تغییرات کاربری در دوره‌های مطالعاتی برهیدروگراف بارش های طرح با تلفیق GIS و مدل HEC-HMS شبیه سازی شد و حد تغییرات دبی اوج و حجم رواناب مستقیم مورد بررسی قرار گرفته است. تغییر کاربری اراضی در حوضه مورد مطالعه باعث افزایش دبی اوج وحجم حوضه شده است. اما با افزایش دوره بازگشت سیل، اثر تغییر کاربری اراضی کاهش می‌یابد به طوری که در دوره بازگشت ۵ ساله، دبی اوج کل حوضه در محل خروجی از سال ۱۳۶۹ تا ۱۳۸۷، ۳۹/۹ دردصد افزایش یافته ولی در دوره بازگشت ۲۰۰ ساله تنها ۱۰/۳ درصد افزایش نشان می‌دهد. . سپس نقشه کاربری اراضی برای سناریو آینده (افزایش ۲۰ درصدی توسعه شهری) تهیه شد و واکنش هیدرولوژیک حوضه نسبت به این تغییرات در مدل-HEC HMSشبیه سازی گردید. نتایج حاصل از شبیه سازی سیل در سناریو آینده نشان می‌دهد که دبی اوج سیل به میزان ۴/۵ و ۱/۸ درصد افزایش خواهد یافت.

کلید واژه‌ها: کاربری اراضی، سنجش از دور، هیدروگراف سیل، حوضه آبخیز، دبی اوج، HEC-HMS

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول: کلیات

۱-۱-مقدمه ۶
۱-۲-تعریف مسئله ۷
۱-۳-اهداف تحقیق ۷
۱-۴-فرضیات تحقیق ۸
۱-۵-کلیات ۸
۱-۵-۱-موقعیت جغرافیایی حوضه مورد مطالعه ۸
۱-۵-۲-اقلیم حوضه ۸
۱-۵-۳-بررسی شبکه ایستگاه های آب و هواشناسی ۹
۱-۶-ساختار پایان نامه ۱۰

فصل دوم: بررسی منابع وسابق تحقیق

۲-۱-مقدمه ۱۱
۲-۲-ارزیابی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تکنیک سنجش از دور ۱۲
۲-۳-اثر تغییر کاربری اراضی بر افزایش سیل حوضه ها ۱۳
۲-۴-مدل سازی و پیش بینی واکنش هیدرولوژیک حوضه با تغییرات کاربری اراضی ۲۰
۲-۵-بررسی اولویت بندی سیل خیزی زیر حوضه های آبخیز ۲۸
۲-۶-مدل های هیدرولوژیک HEC-HMS ۲۹
۲-۶-۱-مدل حوضه ۲۹
۲-۶-۲-مدل اقلیمی ۳۱
۲-۶-۳-شاخص های کنترلی ۳۱
۲-۶-۴-واسنجی مدلHMS ۳۱
۲-۶-۵-محدودیت های بهینه سازی در مدل HMS ۳۲
۲-۶-۶-اعتباریابی مدلHMS ۳۴

فصل سوم: مواد و روش ها

۳ ۱-مقدمه..... ۳۵
۳-۲-تهیه مدل ارتفاع رقومی (DEM) حوضه ۳۶
۳-۳-تقسیم حوضه به زیر حوضه های کوچکتر و تعیین خصوصیات فیزیوگرافیک مورد نیاز..... ۳۶
۳-۴-استخراج نقشه کاربری اراضی ۳۸

عنوان صفحه

۳-۴-۱-مرحله پیش پردازش تصاویر ماهواره ای ۳۸
۳-۴-۲-تعیین سطح نقشه کاربری اراضی ۴۰
۳-۴-۳-طبقه بندی تصاویر ماهواره ای..... ۴۰
۳-۴-۳-۱-نمونه های آموزشی ۴۰
۳-۴-۳-۲-پیاده سازی نمونه های آموزسی بر سطح تصویر ۴۱
۳-۴-۳-۳-طبقه بندی تصویر..... ۴۱
۳-۴-۴-ارزیابی صحت طبقه بندی.....۴۱
۳-۴-۵-عملیات پس از طبقه بندی..... ۴۲
۳-۴-۶-تشکیل پایگاه اطلاعات زمینی ۴۲
۳-۵-تهیه نقشه گروه هیدرولوژی خاک ۴۲
۳-۶-تهیه نقشه کاربری اراضی برای سناریو آینده ۴۳
۳-۷- تهیه نقشه شماره منحنی (CN) حوضه در هریک از شرایط کاربری حوضه ۴۳
۳-۸-جمع آوری و آماده سازی سیل های مشاهده شده در هر حوضه ۴۴
۳-۹-تعیین بارش مولد سیل ۴۶
۳-۱۰-تعیین توزیع زمانی بارش مولد سیلاب ۴۸
۳-۱۱-تعیین خصوصیات هیدرولیکی مقاطع رودخانه ۴۹
۳-۱۲-وارد کردن داده ها و اجرای مدل HMS برای رویدادهای..... ۵۰
۳-۱۲-۱-واردکردن داده ها به مدل حوضه..... ۵۰
۳-۱۲-۲-وارد کردن هیدروگراف سیل های مشاهده شده ۵۳
۳-۱۲-۳-واردکردن داده های بارش به مدل اقلیمی..... ۵۳
۳-۱۲-۴-تعیین شاخص های کنترلی..... ۵۳
۳-۱۳-واسنجی و اعتباریابی مدل در ایستگاه پل چوم ۵۳
۳-۱۴-تعیین بارش طرح ۵۴
۳-۱۴-۱-تعیین حداکثر بارش ۲۴ ساعته در ایستگاه های باران سنجی منطقه ۵۴
۳-۱۴-۲-تعیین توزیع مکانی بارش طرح در سطح حوضه ۵۵
۳-۱۴-۳-تعیین توزیع زمانی بارش طرح ۵۶
۳-۱۵-اجرای مدل HMS در هریک از شرایط کاربری اراضی با استفاده از بارش طرح ۵۷
۳-۱۶-آنالیز حساسیت دبی اوج سیل نسبت به تغییرات شماره منحنی ۵۷
۳-۱۷-میزان تاثیر گذاری زیر حوضه ها در دبی اوج خروجی و اولویت بندی مناطق سیل خیزی ۵۸

فصل چهارم: بحث و نتایج

۴-۱-مقدمه ۵۹
۴-۲-نتایج تهیه مدل رقومی ارتفاعی حوضه ۵۹
۴-۳-نتایج تعیین خصوصیات فیزیوگرافیک زیر حوضه ها ۶۰

عنوان صفحه

۴-۴-نتایج مربوط به استخراج نقشه کاربری ۶۱
۴-۵-نتایج مربوط به تهیه نقشه کاربری در سناریو آینده ۶۶
۴-۶- نتایج مربوط به استخراج نقشه گروه های هیدرولوژیک خاک ۶۷
۴-۷- نتایج مربوط به تعیین شماره منحنی ۶۷
۴-۸-نتایج مربوط به کالیبراسیون مدل HMS ۶۸
۴-۹-نتایج مربوط به اعتباریابی مدل HMS ۷۱
۴-۱۰- نتایج نهایی مربوط به بهینه سازی پارامتر ها ۷۲
۴-۱۱-نتایج مربوط به شبیه سازی هیدروگراف سیل در شرایط کاربری سال ۱۳۶۹ و ۱۳۸۷ ..... ۷۲
۴-۱۲-نتایج مربوط به شبیه سازی هیدروگراف سیل در سناریو کاربری اراضی آینده ۷۵
۴-۱۳-نتایج مربوط به آنالیز حساسیت دبی اوج سیل نسبت به تغییرات شماره منحنی..... ۷۷
۴-۱۴-نتایج مربوط به اولویت بندی مناطق سیل خیزی..... ۷۹
۴-۱۵-نتیجه گیری کلی ۸۱
۴-۱۶-پیشنهادات ۸۱
منابع

فهرست اشکال

عنوان صفحه

شکل۱-۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان اصفهان ۹
شکل۱-۲-پراکنش ایستگاه های باران سنجی ۱۰
شکل۲-۱-روش بهینه سازی اتوماتیک در مدل HMS ۳۳
شکل۳-۱-موقعیت زیر حوضه ها ۳۸
شکل۳-۲- نقشه تیسن منطقه مربوط به ایستگاه های منطقه مورد مطالعه ۴۷
شکل۳-۳-نمودار نسبت حداکثر بارش کوتاه مدت به ۲۴ ساعته ۴۹
شکل ۳-۴-طرح شماتیک مدل حوضه ۵۱
شکل ۳-۵-نمونه ای از اطلاعات ورودی به مدل حوضه در بخش اتلاف اولیه- زیر حوضه نجف آباد ۵۲
شکل۳-۶-داده های ورودی به مدل حوضه در بخش روندیابی سیل در بازه ها-بازه۳ ..... ۵۳
شکل۳-۷-منحنی شدت مدت در دوره بازگشت های مختلف ۵۷
شکل۴-۱-نقشه مدل رقومی حوضه ۶۰
شکل۴-۲-نقشه کاربری سال ۱۳۶۹ ..... ۶۳
شکل۴-۳-نقشه کاربری سال ۱۳۸۷ ..... ۶۳
شکل۴-۴-مقایسه کاربری اراضی زیر حوضه قلعه ناظر در سال ۱۳۶۹ و ۱۳۸۷ ..... ۶۴
شکل۴-۵- مقایسه کاربری اراضی زیر حوضه تیران در سال ۱۳۶۹ و ۱۳۸۷ ..... ۶۴
شکل۴-۶- مقایسه کاربری اراضی زیر حوضه نجف آباد در سال ۱۳۶۹ و۱۳۸۷ ..... ۶۵
شکل۴-۷- مقایسه کاربری اراضی زیر حوضه اصفهان در سال ۱۳۶۹ و۱۳۸۷ ..... ۶۵
شکل۴-۸-نقشه کاربری اراضی در سناریو آینده ۶۷
شکل۴-۹-نقشه گروه هیدرولوژیکی خاک حوضه مطالعاتی ۶۷
شکل۴-۱۰-اعتباریابی مدل در رویداد سوم ۷۱
شکل۴-۱۱- هیدروگراف سیل کل حوضه با دوره بازگشت های مختلف در محل ایستگاه پل چوم با شرایط کاربری سال ۱۳۶۹ ..... ۷۴
شکل ۴-۱۲- هیدروگراف سیل کل حوضه با دوره بازگشت های مختلف در محل ایستگاه پل چوم با شرایط کاربری سال ۱۳۸۷ ..... ۷۵
شکل۴-۱۳- هیدروگراف سیل کل حوضه با دوره بازگشت های مختلف در محل ایستگاه پل چوم با شرایط کاربری سناریو آینده ۷۷
شکل۴-۱۴-آنالیز حساسیت دبی اوج سیل نسبت به تغییرات شماره منحنی در کل حوضه ۷۸
شکل۴-۱۵-آنالیز حساسیت دبی اوج سیل ۱۰۰ ساله نسبت به تغییرات شماره منحنی در زیر حوضه ها ۷۹
شکل۴-۱۶-آنالیز حساسیت دبی اوج سیل ۱۰۰ ساله در واحد سطح نسبت به تغییرات شماره منحنی در زیر حوضه ها ۷۹

فهرست جداول

عنوان صفحه

جدول۲-۱ روش های تعیین تلفات اولیه در مدل HMS ۳۰
جدول۲-۲ روش های محاسبه جریان سطحی در مدل HMS ۳۰
جدول۲-۳ روش های محاسبه آب پایه در مدل HMS ۳۰
جدول ۲-۴-روش های روندیابی سیل در رودخانه در مدلHMS ۳۱
جدول۲-۵ نمونه ای از محدودیت های سخت در مدل HMS ۳۳
جدول۳-۱ طبقه بندی هیدرولوژیکی خاک ها در روش SCS ۴۳
جدول۳-۲ مشخصات ایستگاه های هیدرومتری دارای لیمنوگراف در حوضه ۴۴
جدول۳-۳ اعدادهیدروگراف سیل پس از کسر آب پایه بر حسب متر مکعب بر ثانیه ۴۵
جدول۳-۴ مقدار بارندگی به میلی متر در ایستگاه های باران سنجی منطقه ۴۷
جدول۳-۵ مقدار متوسط بارش در زیر حوضه های مطالعاتی ۴۹
جدول۳-۶ خصوصیات هیدرولیکی بازه ها ۵۰
جدول۳-۷ آمار حداکثر بارش ۲۴ ساعته ایستگاه های باران سنجی منطقه در دوره بازگشت های مختلف ۵۵
جدول۳-۸ مقدار متوسط حداکثر بارش ۲۴ ساعته به میلی متر در زیر حوضه های مطالعاتی ۵۵
جدول۴-۱ خصوصیات فیزیوگرافیک زیر حوضه ها ۶۱
جدول۴-۲ مساحت انواع کاربری اراضی حوضه در سال ۱۳۶۹ و ۱۳۸۷ ..... ۶۲
جدول۴-۳ سهم مساحت کاربری اراضی در سناریو آینده بر حسب درصد ۶۶
جدول۴-۴ شماره منحنی زیر حوضه ها در سال های ۱۳۶۹، ۱۳۸۷ و سناریو آینده و تغییرات آن ۶۸
جدول۴-۵ نتایج کالیبراسیون با انواع توابع هدف در ایستگاه پل چوم-رویداد اول ۶۹
جدول۴-۶ نتایج کالیبراسیون با انواع توابع هدف در ایستگاه پل چوم-رویداد دوم ۶۹
جدول۴-۷ مقادیر اولیه و بهینه پارامترهای تلفات اولیه و زمان تاخیر-رویداد اول و دوم ۷۰
جدول۴-۸ مقایسه هیدروگراف مشاهده شده وشبیه سازی شده پس از کالیبراسیون در رویداد اول و دوم ۷۰
جدول۴-۹ مقادیر بهینه تلفات اولیه و زمان تاخیر در زیر حوضه های مطالعاتی ۷۰
جدول۴-۱۰-نتایج اعتباریابی مدلHMS در رویداد سوم ۷۱
جدول۴-۱۱-مقادیر بهینه ضرائب تلفات اولیه ۷۲
جدول۴-۱۲-داده های ورودی به مدل حوضه برای سال ۱۳۶۹ و ۱۳۸۷ ..... ۷۳
جدول۴-۱۳-دبی اوج و حجم سیل در محل ایستگاه پل چوم برای کاربری اراضی در سال ۱۳۶۹ و ۱۳۸۷ و بارش طرح به ازای دوره بازگشت های مختلف ۷۴
جدول۴-۱۴-مقایسه دبی اوج با دروه بازگشت های مختلف ۷۵
جدول۴-۱۵-داده های ورودی به مدل حوضه برای سناریو آینده ۷۶
جدول۴-۱۶-دبی اوج سیل وحجم سیل در محل ایستگاه پل چوم و درصد تغییرات نسبت به ارزیابی کاربری سال ۱۳۸۷ ..... ۷۶
جدول۴-۱۷-تغییرات دبی اوج سیل ۱۰۰ ساله (cms) در اثر تغییر شماره منحنی زیر حوضه ها ۷۸
جدول۴-۱۸-درصد کاهش در دبی خروجی کل حوضه ۸۰

فصل اول

کلیات

۱ -۱ -مقدمه

عوامل متعددی در بروز سیل در یک منطقه موثر است. اگرچه وقوع سیل در نگرش اولیه تابع و قـایع اقلیمـی به ویژه مقدار، شدت، توزیع مکانی و زمانی بارندگی است؛ اما ویژگی‌های مختلف حوضه آبخیز ماننـد پوشـش گیاهی و کاربری اراضی و دخالت انسان نیز در وقوع سیل تاثیر عمده‌ای دارد.

واکنش هیدرولوژیک یک حوضه، نماینده جـامعی از شـرایط و خصوصـیات آن مـی باشـد. تغییـر در واکـنش هیدرولوژیک یک حوضه در مقیاس زمانی بـه تغییـر در نـوع و توزیـع کـاربری اراضـی بسـتگی دارد (میلـر و همکاران، ۲۰۰۲). تاثیر هیدرولوژیک کاربری اراضی از راه هـای مختلفـی ماننـد روانـاب، دبـی حـداقل، دبـی حداکثر، رطوبت خاک، تبخیر و تعرق و... آشکار می‌شـود (سـیکا و همکـاران،۲۰۰۳). بایـد دانسـت کـه دبـی حداکثر شاخه اصلی رودخانه باعث ایجاد خسارت می‌شود و نمی‌توان گفت که دبـی حـداکثر در نقـاط سـراب یک رودخانه عامل بوجود آورنده دبی حداکثر در مناطق پایین دست می باشد، بلکه ایـن دبـی نتیجـه تجمـع حجمی کلیه رواناب‌هایی است که از نقاط مختلف سراب تخلیه مـی‌شـوند. ایـن روانـاب‌هـا پـس از تجمـع در مجرای اصلی رودخانه، تخلیه گردیده و به صورت جریان مواج شدید به مناطق پایـاب سـرازیر مـی‌گردنـد. بـا توجه به این مسئله هیچگاه عملکرد حوضه انشعابات درجه یک رودخانه با عملکرد یک آبخیز وسیع، نمی‌تواند مشابه قلمداد گردد.

پوشش گیاهی قسمتی از باران را دریافت کرده و در خود نگه می دارد که بعداً تبخیر می شود و به این ترتیب از مقدار رواناب و در نتیجه از میزان فرسایش کاسته می‌شود. ریشه گیاهان نیز باعـث تثبیـت و حفـظ خـاک شده و بدین تربیت از جدا شدن و فرسایش ذرات خاک جلوگیری می‌کنند. از طرف دیگر ساقه، شاخه و بـرگ گیاهان همچون مانعی ضمن کاهش ضربات ناشی از برخورد قطرات باران به سطح خاک، باعث کاهش سرعت جریان‌های سطحی و اثرات تخریبی آن ها می‌شوند. بنابراین وجود پوشش گیاهی در سطح خاک می توانـد از عوامـل مهـم کـاهش فرسـایش و روانـاب باشـد. کـه خـود باعـث تـاخیر در ایجـاد جریـان سـطحی اسـت.

لذا پوشش گیاهی باعث کاهش دبی اوج رواناب می‌گردد. برای دو حوضه با مساحت یکسان و دیگر فاکتورهای برابر، دبی اوج در حوضه‌ای که دارای پوشش گیاهی کمتری است به مراتب بیشتر از حوضه با پوشش گیاهی زیادتراست. همچنین هر چه سطح زمین نفوذ ناپذیر باشد، تبدیل بارش به رواناب سریع‌تر و به میزان بیشتری نسبت به سطوح نفوذ پذیر صورت می‌گیرد. لذا هم حجم رواناب وهم دبی اوج آن در اراضی نفوذ ناپذیر بیشتر خواهد بود (صفوی، ۱۳۸۸).

افزایش سطوح نفوذ ناپذیر حوضه که ناشی از شهر سازی و احداث انواع مستحدثات بر خاک‌های نفوذ ناپذیر است به طور طبیعی از میزان سطوح نفوذپذیر که قادر به جذب بخشی از بارندگی هستند می‌کاهد. حاصل این تغییرات، بهبود زهکشی حوضه، کوتاه شدن زمان تمرکز حوضه خواهد بود. از طرفی کوتاه شدن زمان تمرکز حوضه بر اثر عملیات شهر سازی را می توان مترادف با افزایش شدت حداکثر آبدهی سیلاب‌ها نیز تلقی نمود زیرا در آن صورت بارندگی‌ها با تداوم کمتر و در نتیجه شدیدتر، باعث جاری شدن سیلاب و رسیدن آن به حداکثر خود می شوند (طاهری بهبهانی و بزرگ زاده، ۱۳۷۵).

امروزه روش‌های مختلفی برای آشکار سازی تغییرات یک منطقه در طی زمان وجود دارد. در این میان استفاده از داده‌های ماهواره ای به دلیل ویژگی‌های خاص خود نظیر دید وسیع، یکپارچگی ، استفاده از قسمت های مختلف انرژی الکترو مغناطیسی برای ثبت خصوصیات پدیده‌های با دوره بازگشت کوتاه و امکان بکارگیری سخت افزار و نرم افزار ها و کم هزینه بودن و سریع تر بودن بررسی و نیز فراهم کردن آنان برای پایش منطقه در گذشته و حال موجب شده که در دنیا با استقبال خاصی روبرو شود. از جمله توانایی های داده های ماهواره‌ای تهیه نقشه کاربری و پوشش اراضی در گذشته و حال است (اکبری ۱۳۸۲).

با توجه به این که پارامترهای هیدرولوژیکی حوضها به شدت به مشخصات سطح زمین مانند توپوگرافی، کاربری و.... وابسته‌اند، استفاده از GIS نیز در جمع آوری و پردازش اطلاعات مربوط به این مطالعات، بسیار مناسب است.

از جمله روش‌های معمول در هیدرولوژی جهت برآورد عمق رواناب روش پیشنهادی سازمان حفاظت خاک (SCS) آمریکا است. در این روش، تهیه نقشه شماره منحنی (CN) نیاز اولیه می‌باشد که از اطلاعات مربوط به نفوذپذیری و نقشه کاربری اراضی استفاده می‌شود (علیزاده،۱۳۸۱).

۱-۲-تعریف مسئله:

۱-روند تغییرات کاربری و تاثیر آن بر سیکل هیدرولوژیک حوضه

۲- تاثیر تغییرات کاربری بر دبی اوج سیلابهای با دوره بازگشت کم وزیاد

۳- تاثیر سناریوهای مختلف کاربری اراضی برالگو سیلاب

۱-۳- اهداف تحقیق:

۱-بررسی تغییرات کاربری اراضی

۲ تعیین میزان اثر تغییرات کاربری بر هیدروگراف سیلاب حوضه در حوضه مورد مطالعه

۳- پیش بینی تغییر رژیم سیلابی به ازای سناریو های تغییر کاربری اراضی در آینده
از جمله اهداف این تحقیق محسوب می‌شود.

۱-۴ - فرضیات تحقیق:

با تهیه نقشه کاربری حوضه در زمان‌های مختلف و استفاده از یک مدل هیدرولوژیکی، می‌توان نقش تغییر کاربری در ایجاد سیلاب را مورد بررسی قرار داد. فرضیه‌های تحقیق عبارتند از:
۱-کاربری اراضی تغییر نیافته است.
۲- تغییرات کاربری اراضی بر روی حجم سیل و دبی اوج هیدروگراف حوضه تاثیر دارد.
۳-به منظور کاهش خسارت سیل می توان سناریوهای مختلف کاربری اراضی را در حوضه تعریف و اجرا نمود.

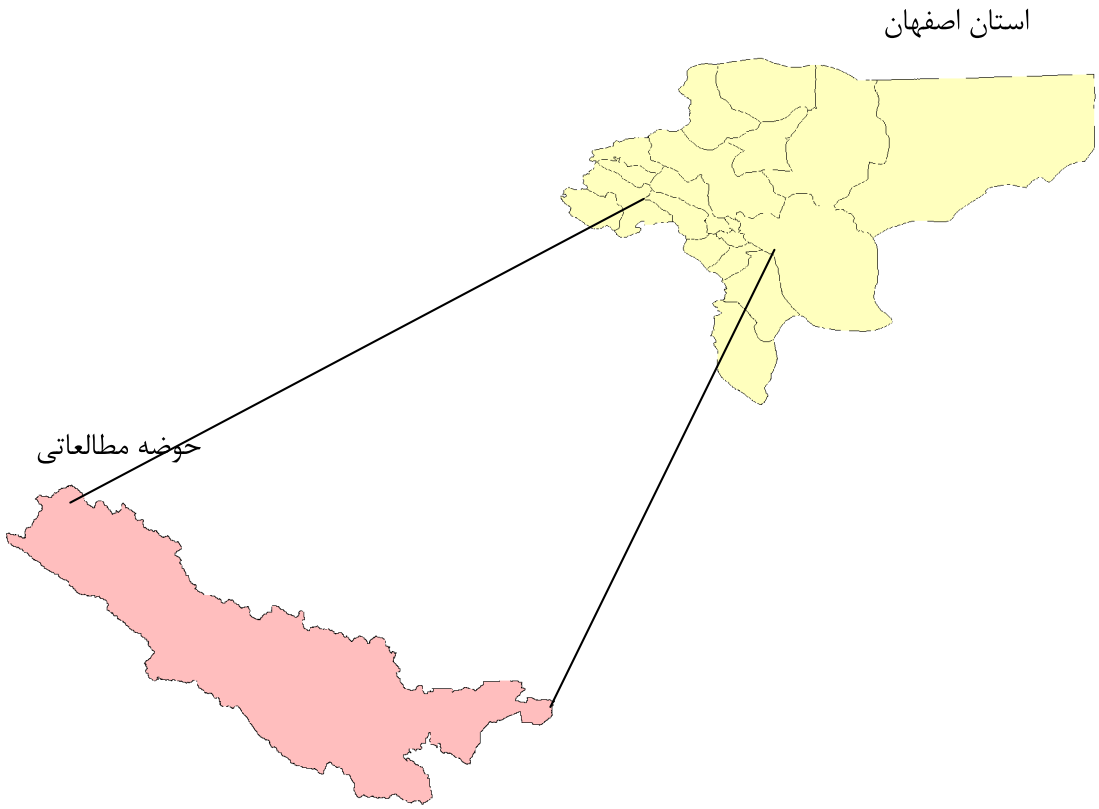
۱-۵ -کلیات

۱-۵ -۱ -موقعیت جغرافیایی حوضه مورد مطالعه:

حوضه مورد مطالعه بخشی از حوضه زاینده رود می‌باشد، که با مساحت۲۲۸۶ کیلومتر مربع بین دو ایستگاه آب سنجی موسیان و پل چوم با عرض‌های ۳۶۰۳۵۳۶ تا ۳۶۰۳۷۴۸ و طول‌های ۵۴۹۷۷۳ تا ۵۷۲۲۶۷ متر در سیستم تصویری UTM (زون ۳۹) واقع شده است (شکل۱-۱).

۱-۵ -۲ -اقلیم حوضه

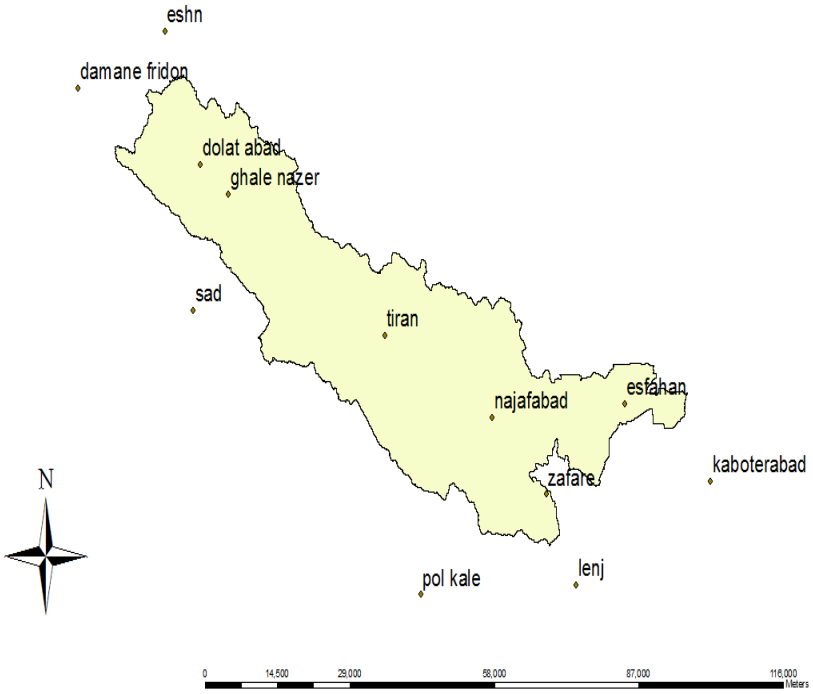
بدون شک طبیعت، انسان و کلیه مظاهر حیات درسطح گسترده‌ای متأثر از شرایط آب و هوائی می باشد. از این رو شناخت هوا و اقلیم نخستین گام و ضروری ترین اقدام مطالعاتی تلقی می‌گردد.
منطقه مورد مطالعه در بعد کلان، تحت تاثیر جریانات عمومی حوضه زاینده رود است که، غالباً متاتر از دو سیستم مدیترانه‌ای و سودانی می‌باشد و در نتیجه اغلب بارندگی‌ها از اوایل پاییز تا اواسط بهار اتفاق می‌افتد. پایین ترین دماهای ثبت شده ناشی از نفوذ توده‌های هوای قطبی شمال در زمستان و گرم‌ترین دماهای به ثبت رسیده ناشی از نفوذ توده‌های خشک و گرم از صحرای آفریقا و صحرای عربستان می‌باشد.



شکل۱ -۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان اصفهان

۱ -۵ -۳ -بررسی شبکه ایستگاه‌های آب و هوا شناسی

جهت دستیابی به داده‌های مورد نیاز به منظور رسیدن بـه پارامترهـای اقلیمـی، اولـین اقـدام بررسـی شـبکه ایستگاه‌ای هواشناسی و آمار و اطلاعات موجود در محدوده مطالعاتی می‌باشد. با توجه به نزدیکی ایستگاه‌ها به منطقه مورد مطالعه و طول دوره آماری آن‌ها تعداد ۱۱ ایستگاه انتخاب و مورد مطالعه قـرار گرفتـه اسـت. در شکل (۱-۲) پراکنش ایستگاه‌های منتخب نشان داده شده است.



شکل۱-۲: پراکنش ایستگا های باران سنجی

۱-۶-ساختار پایان نامه

این پایان نامه شامل ۴ فصل می‌باشد. فصل اول تحت عنوان مقدمه بوده و دیدگاه کلی از تحقیق مورد نظـر را ارائه می‌دهد و شامل توصیف کلی موضوع مورد بررسی می‌باشد. فصل دوم نیز شامل بررسی منابع است که به طور مختصر به اقدامات مشابه در زمینه موضوع تحقیقی و نتایج مفید و کاربردی بدسـت آمـده از آنهـا بـرای انجام هرچه بهتر تحقیق، می پردازد. فصل سوم نیز مشمول اطلاعات مورد نیاز و روش‌های اسـتفاده شـده در این تحقیق است. در نهایت فصل چهارم تحت عنوان بحث و نتایج و ارائه پیشنهادات می‌باشد.

فصل دوم

بررسی منابع و سابقه تحقیق

۲ -۱ -مقدمه

واکنش هیدرولوژی یک حوضه آبخیز، نماد جامعی از شرایط و خصوصیات محیط طبیعی آن حوضه می‌باشد. در یک اکو سیستم طبیعی بهره برداری از زمین و ایجاد تغییر در شرایط محیطی به ویژه پوشش گیاهی و کاربری اراضی آن اکوسیستم بر پاسخ هیدرولوژی مانند جاری شدن سیلاب و میزان فرسایش و رسوب منطقه تاثیر گذار می باشد. زیرا کاربری اراضی و پوشش زمین یکی از عوامل اصلی در مطالعات منابع آب و فرسایش و رسوب حوضه آبریز می باشند (سیکا و همکاران، ۲۰۰۳).

بررسی عوامل زیست محیطی نشان می‌دهد که دخالت انسان در چرخه طبیعی آب از طریق تخریب پوشش گیاهی در عرصه‌های آبخیز، کاربری غیر اصولی اراضی، توسعه سطوح غیر قابل نفوذ و امثال آن پتانسیل سیل خیزی را در مناطق گوناگون افزایش داده است در نتیجه پهنه جریان سیلاب ها گسترش یافته و زمین های بیشتر در هنگام طغیان سیل تحت تاثیر قرار می‌گیرند (رضوی، ۱۳۷۷).

هرگاه شدت بارندگی از ظرفیت نفوذ خاک بیشتر باشد، بخشی از بارندگی در سطح حوضه ها در امتداد شیب جاری می شود، به این بخش از بارندگی که مقدار آن در رودخانه ها قابل اندازه گیری است، رواناب سطحی گویند (علیزاده، ۱۳۸۶). روش‌های متعددی برای محاسبه رواناب براساس بارندگی توسط پژوهشگران مورد استفاده قرار می گیرد که بیشترین این روش‌ها به روابط آماری بین رواناب و بارندگی استوار است. محاسبه حجم رواناب حاصل از بارندگی رگباری با استفاده از شماره منحنی (CN) یک روش شناخته شده بین المللی است. این روش در سال (۱۹۵۴) توسط سازمان حفاظت خاک (SCS) پیشنهاد گردید. نتایج کار بر روی آن نشان داد که مدل قادر است بر روی هر نوع حوضه آبخیز شهری، طبیعی، مختلط (ترکیبی از شهر و طبیعی) به کار رود. در ادوار بعدی از این روش برای محاسبه میزان نفوذ نیز استفاده گردید که روابط مورد استفاده در آن تا مقدار زیادی شبیه رابطه هولتان (۱۹۷۵) می باشد. این روش همچنین در حوضه‌هایی که دارای آمار بارندگی و دبی نیز هستند قابلیت استفاده دارد. یکی از اقدامات کاهش خطرات سیلاب که با بهره گیری از

روش‌های مکانیکی، بیولوژیکی و مدیریتی به دنبال تغییر نحوه تبدیل بارش به رواناب و کاهش میزان سیلاب تولیدی هر زیر حوضه می‌باشد. با توجه به وسعت حوضه‌های آبخیز و هزینه‌ی بالای اقدامات کنترل سیلاب و آبخیزداری، تعیین میزان مشارکت زیر حوضه های مختلف در خصوصیات سیلاب خروجی از حوضه به منظور اولویت دهی در کنترل سیلاب امری ضروری می‌باشد (روغنی، ۱۳۸۵). با توجه به نبود ایستگاه‌های هیدرومتری در تمام زیر حوضه‌ها، استفاده از مدل های هیدرولوژیکی برای شبیه سازی فرآیندهای بارش و رواناب و تعیین میزان سیلاب تولیدی در زیر حوضها و خروجی حوضه می‌تواند روشی مناسب در دستیابی به این اهداف باشد.

بنابراین تعدادی از مطالعات موردی در سطح ملی و بین المللی مربوط به بررسی از نظر ارزیابی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تکنیک سنجش ار دور، بررسی اثر تغییر کاربری بر افزایش سیل حوضه، مدل سازی و پیش بینی واکنش هیدرولوژیک با تغییرات کاربری اراضی و بررسی اولویت بندی پتانسیل سیل خیزی زیر حوضه‌ها به طور مختصر ذکر می‌گردد:

۲-۲ -ارزیابی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تکنیک سنجش از دور

در زمینه طبقه بندی تصاویر ماهواره ای و تعیین کاربری اراضی، روش‌های گوناگونی ارایه شده و مطالعات متعددی توسط متخصصان سنجش از دور در کشورهای مختلف به عمل آمده است.

علوی پناه و همکاران (۱۳۸۰) برای طبقه بندی تصاویر ماهواره لندست TM، جهت تهیه ی نقشه ی کاربری اراضی منطقه موک استان فارس از روش حداکثر احتمال استفاده نمودند. نتایج حاصل از ارزیابی طبقه بندی، کارایی روش مذکور را در تولید نقشه ی کاربری اراضی نشان داد. براساس تحقیقات آن‌ها با توجه به کوهستانی بودن منطقه، انتخاب استراتژی مناسب برای طبقه بندی تصاویر ماهواره‌ای ضروری می‌باشد.

اکبرپور و شریفی (۱۳۸۵)، با استفاده از داده‌های ماهواره لندست +ETM نقشه‌ی کاربری حوضه آبریز کامه را به روش‌های فازی دو و سه لایه و همچنین روش حداکثر احتمال تهیه کرده ونتایج آن را با هم مقایسه نمودند. در نهایت از روش حداکثر احتمال برای طبقه بندی تصاویر ماهواره‌ای و تهیه‌ی نقشه کاربری اراضی و نقشه‌ی شماره منحنی رواناب حوضه‌ی آبریز استفاده نمودند.

یعقوب زاده و اکبرپور (۱۳۹۰) تاثیر الگوریتم های طبقه بندی حداکثر احتمال، حداقل فاصله و فاصله ماهالانوبیس بر نقشه های کاربری اراضی و شماره منحنی رواناب و همچنین دبی سیلاب بر روی حوضه آبریز منصور آباد بیرجند به بررسی نمودند. در این تحقیق با تلفیق نقشه‌های کاربری اراضی، پوشش گیاهی و گروه هیدرولوژی خاک در GIS و به کمک جدول SCS، نقشه شماره منحنی رواناب برای هریک از الگوریتم‌ها تعیین شد. همچنین برای ارزیابی صحت شماره منحنی به دست آمده از هر یک الگوریتم‌ها، دبی حداکثر سیلاب به کمک مدل HEC-HMS محاسبه و با مقدار اندازه گیری شده مقایسه گردید. نتایج نشان داد که

الگوریتم‌های حداکثر احتمال و فاصله ماهالانوبیس به ترتیب با ضریب کاپای طبقه بندی ۰/۷ و ۰/۶۵ و صحت دبی ۸۰%و ۷۲%با نتایج اندازه گیری شده، بهترین روش‌ها برای طبقه بندی تصاویر ماهواره‌ای هستند. همچنین مشخص شد که تغییر الگوریتم طبقه بندی، اثر بسیار زیادی بر روی شماره منحنی و دبی سیلاب می‌گذارد.

ناقامانی و راماماچاندران (۲۰۰۴) نقشه کاربری اراضی و پوشش اراضی ناحیه پوند چاری را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و GIS تهیه نمودند و نتیجه گرفتند که داده‌های سنجش از دور دارای قابلیت بی نظیری برای استخراج کاربری‌های اراضی و کشف تغییرات هستند.

بارتو-نت و دی سوزا فییل (۲۰۰۷) برای پیش بینی رواناب حوضه‌های گرمسیری روش منطقه فازی را برای به دست آوردن شماره منحنی رواناب به کار گرفتند و شماره منحنی حاصل از تصاویر ماهواره ASTER و شاخص LEF (شاخص پوشش گیاهی) را نیز با هم مقایسه کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که مدل براساس منطق فازی، مقادیر رواناب محاسبه شده را نزدیک به مقدار اندازه گیری شده نشان می‌دهد.

بررسی مقالات ذکر شده نشان می‌دهد که که داده‌های سنجش از دور دارای قابلیت بی نظیری برای استخراج کاربری‌های اراضی و کشف تغییرات هستند. همچنین الگوریتم حداکثر احتمال، بهترین روش برای طبقه بندی تصاویر ماهواره‌ای است.

۲ -۳ -اثر تغییر کاربری اراضی بر افزایش سیل حوضه‌ها

پایداری یا تغییر پذیری رژیم رواناب در یک حوضه می تواند نماینگر نوسانات اقلیمی، تغییرات کاربری اراضی و یا ناشی از روش‌های مدیریت منابع آب مانند استفاده از سدها ی مخزنی باشد. این تاثیرات در مقیاس‌ها متفاوت مکانی قابل مشاهده هستند. اگر تغییرات رژیم آبدهی در یک منطقه بزرگ نسبت به قبل بیشتر شده باشد، بدین معنی است که نوسانات متغیرهای کنترل کننده اقلیمی بیشتر شده است. افزایش ناپایداری رژیم رواناب در مقیاس‌های کوچک، اغلب به صورت هیدروگراف‌های قله تیز (کاهش زمان تاج تا اوج هیدروگراف) دیده می‌شود که می‌تواند ناشی از زهکشی حوضه و یا قطع پوشش جنگلی باشد (رودل، ۲۰۰۲).
تغییر در بهره وری از زمین در بیشتر حالت‌ها باعث می شود تا تخریب شدیدتری در حوضه ایجاد گردد. قطع درختان جنگلی به منظورهای مختلف مانند تجاری، صنعتی، توسعه مراتع یا کشاورزی، سوخت و غیره باعث افزایش رواناب و در نتیجه فرسایش خاک می گردد. انجام این عمل در سراشیبی‌ها منجر به نابودی خاک در زمان خیلی کوتاه می‌گردد (رفاهی،۱۳۷۸). فشارهای ناشی از افزایش سریع جمعیت در بسیاری از مناطق روستایی کشورهای در حال توسعه باعث تغییر کاربری اراضی به صورت قطع جنگل‌ها می گردد که هدف آن، افزایش تولیدات کشاورزی است. بنابراین مدیریت نامناسب اراضی ممکن است اثرات منفی بر رژیم هیدرولوژی مانند افزایش وقوع سیلاب‌ها و کاهش جریان آب در فصول خشک داشته باشد (لوروپ و همکاران، ۱۹۹۸). از طرف دیگر وقوع سیل اراضی کشاورزی را به شدت تحت تاثیر قرار داده و علاوه بر از بین بردن محصولات

گیاهی، خاک زراعی را نیز شسته و حاصلخیزی اراضی کشاورزی را بـه طـور چشـم‌گیـری کـاهش مـی‌دهـد. بنابراین اراضی کشاورزی هم به عنوان یک عامل موثر در وقوع سیل و هم به عنوان یک بخش آسیب پـذیر در برابر سیل مطرح هستند (فرازجو،۱۳۸۱).

توسعه مناطق شهری نیز اثرات معنی داری بر رواناب سطحی حوضـه‌هـا دارد. ارتبـاط بـین رواناب سـطحی، بارندگی و مساحت مناطق غیر قابل نفوذ حوضه به چگونگی توزیع مکـانی منـاطق غیـر قابـل نفـوذ در سـطح حوضه آبخیز، بستگی دارد که در این میان، وجود اراضی شهری اطراف رودخانه اصلی دارای تاثیرات ویژه‌ای بر افزایش سیل خیزی می‌باشد (شیدر و همکاران، ۲۰۰۲). به طور کلی افـزایش منـاطق شـهری باعـث افـزایش حجم رواناب، دبی اوج سیل و کاهش زمان تاخیر حوضه می‌گردد (مهدوی،۱۳۷۵).

توسعهٔ شهری اثرات گسترده‌ای بر هیدرولوژی و مورفولوژی جریان آب بـاران دارد بـه طـوری کـه شهرسـازی درصد نفوذ ناپذیری سطوح آبخیز را نسبت به بارش افزایش می‌دهد. در نتیجه حجم رواناب و دبی اوج سیلاب افزایش می‌یابد (بث و لیول ۱۹۹۹، سیبرن ۱۹۶۹). علاوه بر این اجرای عملیات شهر سـازی معمـولاً افـزایش شدت سیلابهای ناشی از بارش را نیز به همراه دارد. زیرا کارآیی هیدرولیکی سطوح نفوذ ناپذیر شهری، خیابان ها و جوی‌ها بیش از اراضی بایر و یا زمین‌های کشاورزی است و این سطوح عمل جمع آوری و انتقـال روانـاب سطحی ناشی از بارش را به سهولت و سرعت بیشتری انجام می دهند. حاصل ایـن تغییـرات بهبـود زهکشـی حوضه، کوتاهتر شدن زمان تمرکز و افزایش شدت آبدهی سیلاب‌های حوضه خواهـد بـود. آنجـا کـه حـداکثر آبدهی سیلاب اساساً تابعی از زمان تمرکز آن حوضه باشد، کوتاه تر شدن آن بر اثر عملیات شهر سازی را مـی توان مترادف با افزایش شدت حداکثر آبدهی سیلاب ها نیز تلقی کرد. همچنین از دیگر اثرات شهرسازی مـی توان محدودیت پوشش گیاهی طبیعی را نام برد که باعث کاهش تبخیر و پایین بردن توانایی خاک در جـذب باران می‌شود (هولت۱۹۸۲). در ادامه به برخی از تحقیقاتی که در ایران و خارج انجام شـده اسـت اشـاره مـی گردد.

تاثیر تغییرات پوشش گیاهی و عملیات مکانیکی آبخیزداری بر هیدروگراف سیل حوضه آبخیز دره شـهر واقـع در استان ایلام با استفاده از روش هیدروگراف واحدمصنوعی SCS، پیش بینی شد. با فرض انجام پـروژه‌هـای مرتع کاری و جنگل کاری همراه با احداث بانکت، تراس و سدهای اصلاحی که باعث افزایش ضریب ذخیـره و زمان تمرکز حوضه می‌شوند، هیدروگراف سیل حوضه با دوره بازگشت‌هـای مختلـف بازسـازی گردیـد. نتـایج نشان داد که دبی اوج سیلاب در دوره بازگشت ۵۰ و ۱۰۰ ساله قبل از انجام عملیات اصلاحی به ترتیب برابـر ۲۰۸/۵۲ و ۲۶۷/۴۵ متر مکعب بر ثانیـه بـوده کـه پـس از انجـام عملیـات اصـلاحی بـه ترتیـب بـه ۱۰۰/۲۸ و۱۳۴/۸۵ متر مکعب بر ثانیه، کاهش پیدا کرد (غلامی۱۳۷۳). در شش حوضه واقع در دامنه شـمال الونـد در غرب کشور، نیز طی مطالعه‌ای (زرگر۱۳۷۴) با استفاده از روش‌های آماری نشان داده شد که با کاهش سـطح مراتع طبیعی و افزایش اراضی و باغ، مقدار رواناب سالانه، کاهش می‌یابد. دلیـل ایـن امـر تنـک بـودن مراتـع طبیعی منطقه ذکر شد و پیشنهاد گردید که برای کاهش رواناب و فرسایش حوضه‌های مورد بررسـی، زراعـت آبی گیاهان چندساله به ویژه باغ‌ها گسترش یابند. در بررسی نقش پوشش گیاهی در سیلاب‌های شهر تهـران (مهدوی ۱۳۷۵) نیز نتیجه گرفته شد که تخریب پوشش گیاهی به علت چرای مفرط، ساخت و سازه های بی رویه و جاده سازی غیر اصولی در اراضی اطراف تهران به ویژه دامنه‌های مشرف به بخش شمالی مانند حوضـه های دارآباد، گلاب دره، در بند، درکه وسولقان باعث افزایش خطر سیل‌های درون شهری و برون شهری تهران

شده است و تغییر در بهره وری از زمین باعث شده تا ضریب رواناب سطحی به شدت افزایش یافته وبه ۲/۵ تا ۳ برابر مقدار اولیه خود برسد.

سرعت نفوذ آب در مراتع قرق شده و مراتع تحت چرای منطقه فریدن اصفهان با استفاده از پلات‌های آزمایشی و نفوذ سنج مورد مقایسه قرار گرفت (وهابی وهمکاران۱۳۸۰). نتایج تحلیل‌های آماری نشان داد که به دلیل عدم لگد کوبی دام، جلوگیری از فشرده شدن خاک، افزایش پوشش تاجی گونه‌های گیاهی، رشد و توسعه ریشه گیاهان و افزایش مواد آلی خاک در اثر قرق، سرعت نفوذ در مراتع تحت قرق، افزایش یافته و به طور متوسط در ۸ تیپ گیاهی حفاظت شده، سرعت نفوذ نهایی ۵۴/۱ درصد افزایش نشان داده است. البته در برخی از مناطق نیز میزان نفوذ در شرایط تحت چرای دام بیشتر از شرایط قرق بوده که علت آن، افزایش تراکم و پوشش تاجی گیاهان علفی یک ساله و علفی چندساله در مناطق تحت چرا ذکر شده است. به طور کلی، نتایج این مطالعه نشان داد که تیپ گیاهی و خصوصیات آن در سرعت نفوذ آب در خاک‌های مرتعی دارای نقش عمده‌ای می باشد. واکنش اراضی مرتعی و زراعت دیم نسبت به بارندگی با استفاده از باران ساز و کرت‌های آزمایشی، مورد مقایسه قرار گرفت (ایلخچی و همکاران۱۳۸۱). مقدار رواناب ورسوب با استفاده از بارندگی با شدت ۶۰ میلیمتر در ساعت و با تداوم‌های۱۵، ۳۰، ۶۰ دقیقه اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که با افزایش تداوم بارندگی، مقدار تولید رواناب هم در اراضی مرتعی وهم در اراضی زراعی، افزایش می‌یابد. همچنین مقدار تولید رواناب و رسوب در اراضی کشاورزی به طور معنی داری بیشتر از مراتع بود. به طوری که در اثر بارندگی ۶۰ دقیقه ای، مقدار تولید رواناب سطحی و رسوب در اراضی زراعی به ترتیب ۱۱ و ۵۵ برابر موقعیت مشابه در مرتع بوده است. همچنین رابطه همبستگی بالایی بین شدت تولید رواناب و مقدار هدر رفت خاک وجود داشته و با افزایش رواناب، هدر رفت خاک نیز به طور توانی افزایش یافت.

خلیلی زاده و فرازجو (۱۳۸۲) با استفاده از آمار ایستگاه هیدرومتری تنگراه، هیدروگراف سالانه حوضه مادرسو را در یک دوره ۳۵ ساله تهیه نمودند. سپس با استفاده از روش‌های آماری، فاصله اطمینان ۹۵ درصد برای دبی اوج هیدروگراف سالانه و دبی متوسط سالانه را تعیین نمودند. نتایج نشان دادکه دبی متوسط سالانه در ۷ سال(۲۰ %)، دبی اوج هیدروگراف سالانه در ۸ سال (۲۳%) و تنها در ۴ سال (۱۱/۵%) هر دو آنها با هم در فاصله اطمینان مربوط قرار می‌گیرند که بیانگر رژیم رواناب بسیار ناپایدار این حوضه می‌باشد. همچنین ضریب تغییرات داده‌ها مشخص می‌کند که تغییر پذیری دبی اوج هیدروگراف سالانه بیشتر از دبی متوسط سالانه می باشد. آن‌ها این ناپایداری رژیم رواناب را ناشی از اثر توام نوسانات اقلیمی و تغییرات کاربری اراضی بیان کرده و تفکیک اثر آن‌ها را نیازمند مطالعات بیشتری دانسته‌اند.

فرازجو و خلیلی زاده (۱۳۸۲) بخشی از شهرستان گرگان در اطراف رودخانه الگ دره را به صورت یک آبخیز شهری مورد مطالعه قرار داده و پس از تعیین خصوصیات فیز یوگرافیک حوضه، شماره منحنی (CN) را با استفاده از نقشه گروه هیدرولوژیک خاک و کاربری اراضی به تفکیک در مناطق قابل نفوذ و غیر قابل نفوذ تعیین نموند و با استفاده از روش هیدروگراف شهری سانتاباربارا (SBUH) در محیط نرم افزار SMADA، هیدروگراف سیل حوضه در دوره بازگشت های مختلف را محاسبه نمودند. سپس با در نظر گرفتن سناریو