

سورة التوبة

## تعهدنامه‌ی اصالت اثر و رعایت حقوق دانشگاه

تمامی حقوق مادی و معنوی مترتب بر نتایج، ابتکارات، اختراعات و نوآوری‌های ناشی از انجام این پژوهش، متعلق به **دانشگاه محقق اردبیلی** می‌باشد. نقل مطلب از این اثر، با رعایت مقررات مربوطه و با ذکر نام دانشگاه محقق اردبیلی، نام استاد راهنما و دانشجو بلامانع است.

اینجانب اشکان بنی‌خدمت دانش‌آموخته‌ی مقطع کارشناسی ارشد رشته‌ی مهندسی عمران گرایش مهندسی و مدیریت منابع آب دانشکده‌ی فنی و مهندسی دانشگاه محقق اردبیلی به شماره‌ی دانشجویی ۹۴۴۴۹۸۴۱۰۳ که در تاریخ ۱۳۹۶/۱۱/۲۴ از پایان‌نامه‌ی تحصیلی خود تحت عنوان مدیریت تخصیص بهینه منابع آب و خاک در سطح حوضه آبریز با رویکرد کمی و کیفی با استفاده از مدل SWAT: مطالعه موردی دفاع نموده‌ام، متعهد می‌شوم که:

(۱) این پایان‌نامه را قبلاً برای دریافت هیچ‌گونه مدرک تحصیلی یا به عنوان هرگونه فعالیت پژوهشی در سایر دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی و پژوهشی داخل و خارج از کشور ارائه ننموده‌ام.

(۲) مسئولیت صحت و سقم تمامی مندرجات پایان‌نامه‌ی تحصیلی خود را بر عهده می‌گیرم.

(۳) این پایان‌نامه، حاصل پژوهش انجام شده توسط اینجانب می‌باشد.

(۴) در مواردی که از دستاوردهای علمی و پژوهشی دیگران استفاده نموده‌ام، مطابق ضوابط و مقررات مربوطه و با رعایت اصل امانتداری علمی، نام منبع مورد استفاده و سایر مشخصات آن را در متن و فهرست منابع و مآخذ ذکر نموده‌ام.

(۵) چنانچه بعد از فراغت از تحصیل، قصد استفاده یا هرگونه بهره‌برداری اعم از نشر کتاب، ثبت اختراع و ... از این پایان‌نامه را داشته باشم، از حوزه‌ی معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه محقق اردبیلی، مجوزهای لازم را اخذ نمایم.

(۶) در صورت ارائه‌ی مقاله‌ی مستخرج از این پایان‌نامه در همایش‌ها، کنفرانس‌ها، سمینارها، گردهمایی‌ها و انواع مجلات، نام دانشگاه محقق اردبیلی را در کنار نام نویسندگان (دانشجو و اساتید راهنما و مشاور) ذکر نمایم.

(۷) چنانچه در هر مقطع زمانی، خلاف موارد فوق ثابت شود، عواقب ناشی از آن (منجمله ابطال مدرک تحصیلی، طرح شکایت توسط دانشگاه و ...) را می‌پذیرم و دانشگاه محقق اردبیلی را مجاز می‌دانم با اینجانب مطابق ضوابط و مقررات مربوطه رفتار نماید.

نام و نام خانوادگی دانشجو: اشکان بنی‌خدمت

امضا

تاریخ



دانشکده‌ی فنی و مهندسی

گروه آموزشی مهندسی عمران

پایان‌نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد  
در رشته‌ی مهندسی عمران گرایش مهندسی و مدیریت منابع آب

### **عنوان:**

**مدیریت تخصیص بهینه منابع آب و خاک در سطح حوضه آبریز با رویکرد کمی و  
کیفی با استفاده از مدل SWAT: مطالعه موردی**

استاد راهنما:

دکتر سید سعید راثی نظامی

استاد مشاور:

دکتر فریبرز معصومی

پژوهشگر:

اشکان بنی‌خدمت



دانشکده‌ی فنی و مهندسی  
گروه آموزشی عمران

پایان‌نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد  
در رشته‌ی مهندسی عمران گرایش مهندسی و مدیریت منابع آب

**عنوان:**

**مدیریت تخصیص بهینه منابع آب و خاک در سطح حوضه آبریز با رویکرد کمی و کیفی  
با استفاده از مدل SWAT: مطالعه موردی**

پژوهشگر:

اشکان بنی خدمت

ارزیابی و تصویب شده‌ی کمیته‌ی داوران پایان‌نامه با درجه‌ی بسیار خوب

نام و نام خانوادگی	مرتب‌ی علمی	سمت	امضاء
سید سعید راثی نظامی	استادیار	استاد راهنما و رئیس کمیته‌ی داوران	
فریبرز معصومی	استادیار	استاد مشاور	
اکبر صفرزاده	دانشیار	داور	

## تقدیم به :

زیبا همیشه خوب نیست، اما خوب همیشه زیبا است.

این پایان نامه‌ی ناقابل خود را تقدیم میکنم به زیباترین ها و خوبترین های این مرز و بوم، به شهیدان، آزادگان و جانبازان که با قلمی از جنس اقتدار و عشق نام خود را تا همیشه بر روی کاغذ مردانگی و شجاعت تاریخ حک نمودند، آنان که نامداران ایران زمینند و همیشه جاودان.

# سپاسگزارى:

اينک که با عنایت خداوند متعال و تلاش فراوان، توفيق اتمام مرحله اى ديگر از زندگيم براى بنده ميسر شده است، بر خود واجب مى دانم تا از عزيزانى که در کليه مراحل، اين حقير را يارى نموده اند تشکر و قدردانى کنم.

در ابتدا از استاد راهنماى گرامى خود، جناب آقاى دکتر سيد سعيد رايى نظامى که همواره مرا مديون لطف خویش قرار دادند و همچنين از استاد مشاور محترم، جناب آقاى دکتر فريبرز معصومى که دلسوزانه و همانند دوستى بسيار مهربان در تمامى مراحل پيگير رفع مشکلات پيش آمده بودند و همچنين خانواده عزيزم به بخاطر ياريشان در طول اين مدت سپاسگزارى ميکنم. اميد است که خداوند متعال در کليه مراحل زندگى ياريگر و پشتيبانشان باشد.

نام خانوادگی دانشجو: بنی خدمت	نام: اشکان
عنوان پایان نامه: مدیریت تخصیص بهینه منابع آب و خاک در سطح حوضه آبریز با رویکرد کمی و کیفی با استفاده از مدل SWAT مطالعه موردی	
استاد راهنما: سید سعید راثی نظامی	استاد مشاور: فریبرز معصومی
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: مهندسی عمران
گرایش: مهندسی و مدیریت منابع آب	دانشگاه: محقق اردبیلی
دانشکده: فنی و مهندسی	تاریخ دفاع: ۱۳۹۶/۱۱/۲۴
چکیده:	تعداد صفحات: ۶۶
<p>با رشد جمعیت و گسترش روز افزون فعالیت های بشر شاهد تغییراتی در اکوسیستم های طبیعی و منابع آب و خاک موجود می باشیم. کاهش ذخایر آب زیرزمینی، کیفیت و کمیت های آب های سطحی، مدیریت نادرست منابع آب، از بین رفتن جنگل ها، آلودگی آب و خاک، فرسایش خاک و تغییرات کاربری اراضی از جمله دغدغه های اصلی امروزه می باشد. کشورها از جمله ایران می باشد. تحقیق حاضر تلاشی در راستای برآورد تاثیر تغییرات کاربری بر رژیم هیدولوژیکی و رواناب و همچنین برآورد ریسک و آسیب پذیری آلودگی آب های سطحی حوضه آستانه کوچصفهان می باشد. برای برآورد تاثیر تغییرات کاربری بر رواناب حوضه مطالعاتی از نرم افزار SWAT استفاده شد. صحت سنجی این نرم افزار در قالب بسته SWATCUP انجام گرفت و ضرایب همبستگی و ضریب نش در دوره کالیبراسیون به ترتیب ۰/۷ و ۰/۶۷ و در دوره اعتبارسنجی این اعداد ۰/۶۹ و ۰/۶۱ به دست آمد که نشان از دقت قابل قبول این نرم افزار می باشد. با تغییر کاربری اراضی در هر یک از سناریوها مقادیر دبی میانگین سالانه نیز تغییر می یابد. بطور کلی تبدیل زمین های کشاورزی به مراتع به علت افزایش برخورد قطرات باران به سطح خاک و افزایش نفوذپذیری و تبخیر و تعرق، مقادیر دبی میانگین کاهش و آلودگی به آبخوان افزایش می یابد و بالعکس تبدیل زمین های مراتع و جنگل به زمین های کشاورزی موجب افزایش رواناب شده و مقادیر جریان زیر قشری و نفوذ به آبخوان ها کاهش یافت. در واقع از مهمترین دلایل افزایش رواناب، کاهش تبخیر و نفوذپذیری و آلودگی است، که در این صورت بیشتر مقدار بارندگی از طریق رواناب سطحی از حوزه خارج شده و از دست می رود. در زمینه کیفی نیز با توجه به نتایج بدست آمده از روش های WRASTIC و NMED، روش استفاده شده در این پژوهش به دلیل اختصاص وزن های بیشتر به منابع آلاینده با خطر بیشتر از روش های مناسب برای ارزیابی ریسک آلودگی آب های سطحی می باشد و به عنوان روشی استاندارد به جهت مدیریت و حفاظت کیفی منابع آب سطحی است.</p>	
<p>کلیدواژه ها: تغییر کاربری، ریسک پذیری، آسیب پذیری، آب های سطحی، SWAT، NMED، WRASTIC</p>	

## فهرست مطالب

شماره و عنوان مطالب	صفحه
---------------------	------

### فصل اول: کلیات پژوهش

۱-۱- مقدمه.....	۲
۱-۲- ضرورت تحقیق.....	۳
۱-۳- اهداف تحقیق.....	۴
۱-۴- روش تحقیق.....	۴
۱-۵- ترتیب پایان نامه.....	۵

### فصل دوم: پیشینه تحقیق

۱-۲- مقدمه.....	۷
۲-۲- مروری بر تحقیقات گذشته:.....	۷

### فصل سوم: مواد و روش پژوهش

۱-۳- مقدمه.....	Error! Bookmark not defined.
۲-۳- مدل SWAT.....	Error! Bookmark not defined.
شکل ۱-۳ مدل مفهومی چرخه هیدرولوژی.....	Error! Bookmark not defined.
۳-۳- هدف از توسعه مدل SWAT.....	Error! Bookmark not defined.
۴-۳- معادله بیلان.....	Error! Bookmark not defined.
۵-۳- رواناب سطحی.....	Error! Bookmark not defined.
۶-۳- عدم قطعیت در مدل های مفهومی.....	Error! Bookmark not defined.
۱-۶-۳- عدم قطعیت در ساختار مدل مفهومی.....	Error! Bookmark not defined.
۲-۶-۳- عدم قطعیت ورودی ها.....	Error! Bookmark not defined.
۳-۶-۳- عدم قطعیت پارامتر ها.....	Error! Bookmark not defined.
۷-۳- معرفی برخی پارامترهای ورودی مدل SWAT.....	Error! Bookmark not defined.
۸-۳- روش SUFI-2 در انجام تحلیل عدم قطعیت.....	Error! Bookmark not defined.
۳-۹- الگوریتم بهینه سازی SUFI-2.....	Error! Bookmark not defined.
۳-۱۰- بحث کیفی.....	Error! Bookmark not defined.
۳-۱۰-۱- حوزه آبخیز.....	Error! Bookmark not defined.
۳-۱۰-۲- خطر.....	Error! Bookmark not defined.
۳-۱۰-۳- ریسک.....	Error! Bookmark not defined.
۳-۱۰-۴- ارزیابی ریسک.....	Error! Bookmark not defined.



Error! Bookmark not defined.....	۳-۱۰-۵- آلودگی آب
Error! Bookmark not defined.....	۳-۱۰-۶- آلاینده آب
Error! Bookmark not defined.....	۳-۱۰-۷- منابع آلاینده آب
Error! Bookmark not defined.....	۳-۱۰-۸- کیفیت آب
Error! Bookmark not defined.....	۳-۱۰-۹- حساسیت منابع آب
Error! Bookmark not defined.....	۳-۱۰-۱۰- آسیب پذیری منابع آب
Error! Bookmark not defined.....	۳-۱۰-۱۱- ریسک آلودگی منابع آب
Error! Bookmark not defined.....	۳-۱۱- روش های ارزیابی ریسک آلودگی منابع آب سطحی
Error! Bookmark not defined.....	۳-۱۱-۱- روش WRASTIC
Error! Bookmark not defined.....	۳-۱۱-۱-۱- تشریح روش WRASTIC به منظور تعیین حساسیت (ویلیام، ۲۰۰۰)
Error! Bookmark not defined.....	۳-۱۲- تشریح روش NMED به منظور تعیین آسیب پذیری (NMED)

#### فصل چهارم: معرفی منطقه مطالعاتی

Error! Bookmark not defined.....	۴-۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه
Error! Bookmark not defined.....	۴-۲- معرفی زیرحوضه های مورد مطالعه در محدوده
Error! Bookmark not defined.....	۴-۲-۱- رودخانه سفیدرود
Error! Bookmark not defined.....	۴-۲-۲- رودخانه توتکابن
Error! Bookmark not defined.....	۴-۲-۳- رودخانه سیاهرود تاریک (رشته رود)
Error! Bookmark not defined.....	۴-۲-۴- رودخانه خرشک
Error! Bookmark not defined.....	۴-۲-۵- رودخانه زلیکی رود
Error! Bookmark not defined.....	۴-۲-۶- رودخانه دیسام
Error! Bookmark not defined.....	۴-۳- هواشناسی
Error! Bookmark not defined.....	۴-۴- ایستگاه های هیدرومتری
Error! Bookmark not defined.....	۴-۵- کاربری اراضی
Error! Bookmark not defined.....	۴-۶- نقشه خاکشناسی

#### فصل پنجم: نتایج و بحث

Error! Bookmark not defined.....	۵-۱- مقدمه
Error! Bookmark not defined.....	۵-۲- نتایج SWAT
Error! Bookmark not defined.....	۵-۳- معرفی سناریوهای مورد بررسی
Error! Bookmark not defined.....	۵-۴- نتایج شبیه سازی
Error! Bookmark not defined.....	۵-۵- نتایج سناریوهای مختلف
Error! Bookmark not defined.....	۵-۶- مرز حوضه آبخیز و زیرحوضه ها

**Error! Bookmark not defined.....WRASTIC نتایج شاخص ۵-۷**

**Error! Bookmark not defined.....NMED نتایج شاخص آسیب پذیری ۵-۸**

### **فصل ششم: نتیجه گیری و بحث**

**Error! Bookmark not defined.....مقدمه ۶-۱**

**Error! Bookmark not defined.....جمع بندی و نتیجه گیری ۶-۲**

**Error! Bookmark not defined.....فهرست منابع و مأخذ:**

## فهرست جداول

صفحه

شماره و عنوان جداول

جدول ۳-۱. امتیاز بندی فاکتورهای شاخص WRASTIC.....	Error! Bookmark not defined.
جدول ۳-۲. وزن فاکتورهای شاخص WRASTIC.....	Error! Bookmark not defined.
جدول ۳-۳. محدوده حساسیت آلودگی شاخص WRASTIC.....	Error! Bookmark not defined.
جدول ۳-۴. فعالیت و منابع بالقوه تولید آلاینده.....	Error! Bookmark not defined.
جدول ۳-۵. طبقات آسیب پذیری روش NMED.....	Error! Bookmark not defined.
جدول ۴-۱. مشخصات ایستگاه های باران سنجی.....	Error! Bookmark not defined.
جدول ۴-۲. مشخصات ایستگاه های هیدرومتری.....	Error! Bookmark not defined.
جدول ۵-۱. مشخصات سناریوهای مدل سازی شده.....	Error! Bookmark not defined.
جدول ۵-۲. نتایج دبی های مشاهداتی از سناریوها.....	Error! Bookmark not defined.
جدول ۵-۳. نتایج امتیاز فاکتورهای شاخص WRASTIC.....	Error! Bookmark not defined.
جدول ۵-۴. نتایج امتیاز کلی شاخص WRASTIC.....	Error! Bookmark not defined.
جدول ۵-۵. نوع حوزه آبخیز در روش NMED.....	Error! Bookmark not defined.
جدول ۵-۶. نتایج آسیب پذیری زیرحوضه ها.....	Error! Bookmark not defined.
جدول ۵-۷. نتایج ریسک آلودگی زیر حوضه ها.....	Error! Bookmark not defined.

## فهرست اشکال

صفحه

شماره و عنوان جداول

- شکل ۱-۳ مدل مفهومی چرخه هیدرولوژی ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل ۲-۴: نقشه کاربری اراضی ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل ۳-۴: نقشه خاکشناسی منطقه مطالعاتی ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل ۱-۵: مقادیر مشاهداتی و شبیه سازی شده دوره کالیبراسیون ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل ۲-۵: مقادیر مشاهداتی و کالیبراسیون دوره اعتبارسنجی ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل ۳-۵: مرز زیر حوضه ها ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل ۴-۵: نقشه امتیاز فاکتور تخلیه فاضلاب W در زیر حوضه ها ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل ۵-۵: نقشه موقعیت کاربری تفریحی R در زیر حوضه ها ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل ۶-۵: نقشه موقعیت فعالیت های کشاورزی A در زیر حوضه ها ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل ۷-۵: نقشه امتیاز فاکتور اندازه حوزه آبخیز ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل ۸-۵: نقشه موقعیت راه های حمل و نقل محدوده مطالعاتی ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل ۹-۵: صنایع فعال در محدوده مطالعاتی ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل ۱۰-۵: نقشه پوشش گیاهی زیر حوضه ها ..... **Error! Bookmark not defined.**
- شکل ۱۱-۵: موقعیت منابع بالقوه آلاینده های آب های سطحی در زون های بافری. **Error! Bookmark not defined.**

# فصل اول:

## کلیات پژوهش

## ۱-۱- مقدمه

با رشد جمعیت و گسترش روزافزون فعالیت‌های بشر شاهد تغییراتی در اکوسیستم‌های طبیعی و منابع آب و خاک موجود می‌باشیم. کاهش ذخایر آب زیرزمینی، کیفیت و کمیت‌های آب‌های سطحی، مدیریت نادرست منابع آب، از بین رفتن جنگل‌ها، آلودگی آب و خاک، فرسایش خاک و تغییرات کاربری اراضی از جمله دغدغه‌های اصلی امروزه‌ی همه کشورها از جمله ایران می‌باشد (عمانی و همکاران، ۱۳۸۵). ایران با متوسط نزولات جوی ۲۶۰ میلی‌متر در سال، از کشورهای خشک جهان و دارای منابع آب محدود است (بریم نژاد و همکاران، ۱۳۸۴).

بررسی وضعیت بارندگی در طول یک دوره ۳۲ ساله نشان می‌دهد که در ۴۵ درصد سالها، کشور کم و بیش تحت تأثیر خشکسالی بوده است. با توجه به شرایط اقلیمی حاکم بر کشور، افزایش میزان تقاضای آب و نیاز به توسعه، بر اهمیت مهار و کنترل آبهای سطحی و اتخاذ روشهای مناسب بهره‌برداری از این منبع با ارزش، افزوده است. رشد روزافزون جمعیت و نیاز به تامین غذا، احداث و اجرای پروژههای آبیاری و زهکشی، استفاده مطلوب از منابع آب را انکار ناپذیر نموده است. در حدود ۵۰ درصد تولیدات کشاورزی جهان از اراضی تحت آبیاری که تنها حدود ۲۰ درصد سطح کل اراضی کشاورزی را شامل میشود، تامین میگردد (رفیعی دارانی و همکاران، ۱۳۸۶). در سالیان اخیر رشد سریع جمعیت و صنعتی شدن جوامع، نیاز به آب را در بخشهای مختلف از جمله کشاورزی، صنعتی، شرب بیش از پیش نمایان ساخته است. از طرفی محدودیت منابع آب سبب شده است تا مدیریت و برنامه ریزی در بهره برداری بهینه و پایدار از منابع آب موجود به یکی از مهمترین دغدغه‌های بشر امروز تبدیل گردد. مدیریت یکپارچه منابع آب در سطح حوضه آبریز، موضوعی قابل توجه برای طراحان و برنامه ریزان، مدیران و قانون‌گذاران حیطة مسائل منابع آب بوده و به این موضوع به عنوان امری تأثیرگذار در محیط طبیعی و اجتماعی اقتصادی دربرگیرنده آنها نگریسته میشود. اصولاً مدیریت منابع آب در سطح حوضه آبریز یک مسأله پیچیده از نظرووجود جنبه‌های مختلف پیچیدگی است. مدیریت یکپارچه منابع آب فرآیند فرمول بندی و به کارگیری استراتژیهای برنامه‌ریزی و مدیریتی در جهت استفاده پایدار از منابع آب با احتساب تمامی وابستگیهای مکانی و زمانی بین فرآیندهای طبیعی و مصارف آبی میباشد (صمدی علی نیا و همکاران، ۱۳۸۷). برای در امان ماندن از خطرات خشکسالی و بحران آب در آینده نیاز است که راهکارها و قوانین مناسبی برای بهره

برداری از منابع آب محدود اتخاذ شود. به منظور بهره برداری صحیح از منابع آب های سطحی و زیرزمینی و تخصیص بهینه این منابع در بخش کشاورزی و همچنین، به منظور تعیین الگوی بهینه‌ی کشتی که منجر به دستیابی حداکثر سود ممکن برای کشاورزان منطقه شود. در این راستا، مدل‌های مفهومی از جمله SWAT در سطح وسیعی برای کمک به رفع مسائل مربوط به مدیریت منابع آب مورد استفاده قرار می‌گیرند (پرهیزکاری و همکاران، ۱۳۹۴). امروزه علاوه بر بحران کمبود منابع آب سطحی و زیر زمینی، مسئله کیفیت آب‌های موجود نیز اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کند. بطوریکه آلودگی همان اندک آب موجود تأثیرات بعضا جبران ناپذیری بر سلامتی انسانها می‌گذارد. کیفیت آب‌های سطحی تحت تأثیر آلاینده‌های نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای و عوامل طبیعی و انسانی قرار دارد. کیفیت آب در هر رودخانه متأثر از چندین پارامتر شامل زمین شناسی حوزه آبخیز، شرایط آب و هوایی و مواد آلاینده‌ای با منشا انسانی و یا طبیعی می‌باشد (سینق و همکاران، ۲۰۰۴). همزمان با گسترش فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی و فعالیت‌های شهرنشینی در چند دهه اخیر، بسیاری از رودخانه‌ها تحت آسیب‌های جدی واقع گردیده‌اند و روزبه‌روز توجه به ممنوعیت و سازمان دهی فعالیت‌ها در حریم رودخانه را ضروری نموده است (میسرا و همکاران، ۲۰۱۴).

## ۲-۱- ضرورت تحقیق

با توجه به کمبود شدید آب در جهان و افزایش روز افزون تقاضا، نقش مدیریت عرضه و تقاضای این ماده حیاتی بسیار با اهمیت می‌باشد. ایران جزء کشورهای خشک و نیمه‌خشک جهان است که به دلیل رشد جمعیت، گسترش شهرنشینی و توسعه بخش‌های کشاورزی و صنعت پیوسته با افزایش تقاضای آب مواجه بوده است. تداوم افزایش میزان تقاضا باعث افزایش شکاف میان عرضه و تقاضای آب در آینده خواهد شد. اصل اساسی در مدیریت منابع آب و خاک ارتباط متقابل انسان و طبیعت می‌باشد و با توجه به دخیل بودن متغیرهای زیاد مکانی و زمانی در این ارتباط، رسیدن به یک راه حل ثابت و پایدار در اکثر مواقع غیرممکن است. بنابراین لازم است در هر محل با توجه به شرایط خاص آن راه حل مناسبی انتخاب شود و این راه حل نیز به مرور زمان تصحیح و بهینه شود. در مدیریت مناسب منابع آب و خاک لازم است تا در ابتدا درک درستی از رفتار طبیعی سیستم جهت مدیریت رویدادهای آینده وجود داشته باشد (محمدیان کبریا، ۱۳۹۱). بنابراین به روشی احتیاج است تا بوسیله آن بتوان به تغییرات هیدرولوژیکی آینده دست پیدا کرد و این یک روش موثر برای توسعه علم است. مدل سازی یکی از چندین مجموعه ابزار قابل استفاده برای مدیریت آب و خاک می‌باشد. مدل سازی‌های کامپیوتری در چهار دهه اخیر به طور فزاینده‌ای توسعه داده شده و مورد استفاده قرار گرفته است که دلایل اصلی آن را می‌توان ظهور مدل‌های کار آمد و روش‌ها و مدل‌های جدید توسط موسسات تحقیقاتی از جمله مدل

پر کاربرد SWAT، تکنولوژی سنجش از دور و افزایش تقاضا برای ابزار توسعه یافته، در کنار افزایش فشار بر منابع آب و خاک دانست (فیرسن و همکاران، ۲۰۰۷).

در کشورهای در حال توسعه، ریشه اصلی بسیاری از مشکلات بهداشتی، مربوط به تامین آب آشامیدنی سالم است. آمارهای منتشر شده از سوی سازمان بهداشت جهانی نشان دهنده این واقعیت است. آب باران به طور طبیعی، مشکل بهداشتی از نظر مواد شیمیایی ندارد، مگر این که آلودگی بسیار شدید هوا در منطقه وجود داشته باشد و یا اینکه آلودگی های نقطه ای و غیر نقطه ای توسط انسان و یا عوامل زمین ساخت منطقه وارد آب شوند. از این رو شناسایی و ارزیابی آنها به جهت کنترل افزایش ورود آلاینده های غیر مجاز آب اهمیت می یابد.

### ۳-۱- اهداف تحقیق

با توجه به موارد فوق هدف کلی از این تحقیق بهینه سازی تخصیص منابع آبی با رویکرد کمی و همچنین ارزیابی ریسک آلودگی آبهای سطحی منطقه مطالعاتی می باشد. از اهداف جزئی در این تحقیق به موارد زیر می توان اشاره کرد:

- ارائه سناریو های مختلف، جهت ارائه راهکاری بهینه در تخصیص نابع با در نظر گرفتن کلیه شرایط
- بررسی تاثیر تغییرات کاربری بر رواناب
- شبیه سازی رواناب خروجی از سد مورد مطالعه و کالیبره کردن آن
- تعیین حساسیت منابع آبهای سطحی
- تعیین آسیب پذیری منابع آبهای سطحی
- ارزیابی ریسک آلودگی منابع آبهای سطحی با توجه به حساسیت و آسیب پذیری

### ۴-۱- روش تحقیق

مدیریت تخصیص آب با استفاده از روش تحلیل سناریوها و برنامه ریزی تکاملی یکی از راه های مناسب برای بالابردن ظرفیت تامین و استفاده بهینه از آب موجود می باشد. به عبارت دیگر با اعمال مدیریت مناسب بر سدهای موجود و منابع آب سطحی و زیرزمینی، اتخاذ سیاست های بهینه بهره برداری از آنها و همچنین پیش بینی مناسب از میزان تقاضا در آینده، می توان بدون اجرای طرح های جدید، ظرفیت منابع آب موجود را با هزینه مناسب افزایش داده و جلوی خسارت ناشی از تخصیص نامناسب آب را گرفت.

در این تحقیق، به بررسی دو بخش کمی و کیفی منابع آب در سطح حوزه آبریز منطقه مطالعاتی پرداخته شده است.



در بخش کمی تخصیص بهینه منابع آبی در حوضه آبریز سد سفیدرود مورد بررسی قرار گرفته، که در ابتدا کلیه اطلاعات ورودی نرم افزار از قبیل نقشه ارتفاعی، داده‌های بارش و دما، اطلاعات ایستگاه‌های هیدرومتری، نقشه کاربری اراضی و نقشه خاک منطقه تهیه شد و سپس مدل‌سازی حوضه مورد نظر در نرم افزار سوات برای دوره شبیه سازی ۳۰ ساله مورد بررسی قرار گرفت و پس از شبیه‌سازی حوضه و انجام مراحل کالیبره و صحت‌سنجی به بهینه سازی مدل، با استفاده از سناریو سازی های مختلف پرداخته شده است. در بخش کیفی با توجه به این که منابع آبی (آبهای سطحی و آبهای زیر زمینی) هر دو در معرض اثرات آلودگی‌های ناشی از فعالیتهای انسانی قرار دارند. ارزیابی ریسک و آسیب پذیری روشی مناسب و کم هزینه در شناسایی نواحی مستعد به آلودگی است. ارزیابی آسیب پذیری منابع آبی یکی از شاخصهای مهم در تصمیم گیریهای مدیریتی برای آنهاست. حفاظت و نگهداری کیفیت آب در یک حوزه وسیع شامل دو مجموعه مشخصات هیدرولوژیکی و سیاست های مدیریتی منابع آب می باشد که بطور کلی می توان این دو مورد را توسط مؤلفه آسیب‌پذیری بررسی و تشریح کرد. در این تحقیق با توجه به اطلاعات تهیه شده از ادارات مختلف ارزیابی ریسک آلودگی آبهای سطحی با استفاده از مدل NMED ارایه شده توسط سازمان نیو مکزیکو مورد بررسی قرار گرفته است.

## ۵-۱- ترتیب پایان نامه

در فصل اول این پایان نامه کلیات، اهداف، ضرورت تحقیق و شماتیک کلی زیر حوضه های محدوده مطالعاتی ارائه شده است. در فصل دوم پیشینه و مطالعات انجام شده در گذشته مورد بررسی قرار گرفته است. در فصل سوم به مواد و روشهای انجام تحقیق، فصل چهارم به معرفی منطقه مطالعاتی و فصل پنجم ارائه نتایج پرداخته شده است.

**فصل دوم:**

**پیشینه تحقیق**

## ۲-۱- مقدمه

تخصیص آب فرآیند معین و کمی کردن حجم آب در دسترس برای استفاده‌های گوناگون آن است. به عبارت دیگر تخصیص آب، تقسیم آب میان مصرف کنندگان می باشد. این فرآیند ترکیبی از فعالیت‌هایی است که طی آن مصرف کنندگان آب قادر میشوند آب را به منظور اهداف اقتصادی خود مطابق سیستمه ای شناخته شده حقوق و اولویت ها دریافت نمایند (سوکر و همکاران، ۲۰۰۹)

استفاده بی رویه از منابع طبیعی و تخریب آن افزون بر اقلیم خشک و نیمه خشک حاکم بر کشور موجب گردیده که مسئولین و مدیران بیش از پیش نیاز به برنامه‌ریزی برای داشتن منابع آبی پایدار حس کرده، از این رو استفاده از مدل‌های هیدرولوژیکی می تواند به عنوان یکی از راهکارهای کارآمد در برآورد دقیق و پیش بینی های لازم جهت برنامه ریزی های آتی مورد استفاده قرارگیرد. مدل های هیدرولوژیک در واقع ساده نگری به یک سیستم پیچیده واقعی، همان طبیعت، میباشند.

این فصل مروری است بر مطالعات انجام گرفته پیرامون مباحث و موضوعاتی که در این تحقیق به آنها پرداخته شده است. در این شرح، مختصری درباره استفاده از مدل های مفهومی به خصوص SWAT و همچنین در بخش کیفی به مرور مطالعات انجام شده با مدل WRASTIC و NMED پرداخته می شود.

## ۲-۲- مروری بر تحقیقات گذشته:

مدل SWAT یک مدل جامع در زمینه مطالعات آب و خاک است که می تواند در برنامه ریزی های کلان برای اراضی وسیع مورد استفاده قرار گیرد. مطالعه انجام شده برای کل ایران (faramarzi و همکاران، ۲۰۰۹) و مطالعه صورت گرفته برای کل قاره آفریقا (Schul, ۲۰۰۶) و همکاران این مطلب را تأیید می کند. فرامرزی و همکاران با استفاده از مدل SWAT مؤلفه‌های منابع آب قابل دسترس شامل آب آبی و آب سبز در مقیاس کشوری و استانی را برای کل ایران بررسی کردند. نتایج آن ها نشان داد که عملیات آبیاری تأثیر چشم گیری در دقت محاسبه بیلان آب دارد، به طوری که بدون در نظر گرفتن آبیاری، مقدار تبخیر و تعرق خیلی کمتر از واقعیت تخمین زده می شود. این مطالعه اطلاعات خوب و جامعی را در مورد منابع آب آبی و سبز در سطح هر استان فراهم می نماید.

چو و شیرمحمدی (۲۰۰۴) در مطالعه ای، از مدل SWAT به منظور شبیه‌سازی جریان آب و جریان زیرسطحی حوزه ی آبخیز وارنر مرینند برای دوره ی زمانی ۱۹۹۴-۱۹۹۹ استفاده کردند. در این مطالعه، مدل جریان زیرسطحی را برای سال ۱۹۹۶ خیلی کمتر از مقدار اندازه‌گیری شده تخمین زده شد. میزان بارندگی در سال ۱۹۹۶ دو برابر میزان بارندگی سالهای دیگر در طول دوره‌ی آماری مورد مطالعه بود. آنها گزارش کردند که مدل قادر نیست شرایط هیدرولوژیک را در دوران ترسالی شبیه سازی کند. همچنین شبیه‌سازی رواناب سطحی نشان داد که یک هماهنگی معقول بین داده های مشاهده ای و داده های شبیه سازی شده وجود دارد، به جز برای ژانویه ی ۱۹۹۶ که یک ذوب سریع برف باعث ایجاد یک سیلاب بزرگ شده بود.

اندومبا و بیرهانو (۲۰۱۱) مقدار رواناب حوزه‌ها یا آبخیز مربوط به رودخانه‌ی نیل را با استفاده از مدل SWAT برآورد کردند. مقدار ضریب نش- ساتکلیف (ENS) از ۰/۱۳۷ تا ۰/۸۷۷ مقدار ضریب تبیین ( $R^2$ ) بین ۰/۲۶ تا ۰/۷۲ بدست آمدند. نتایج ضرایب ارزیابی مشخص کرد که مدل SWAT به طور رضایت‌بخشی، جریان رودخانه را در شرایط محدودیت دسترسی به داده‌ها شبیه‌سازی کرده است. آلانسی و همکاران از مدل SWAT برای شبیه سازی جریان رودخانه در حوزه‌ی آبخیز برنام با مساحت ۱۰۹۷ کیلومتر مربع استفاده کردند. ضرایب تبیین ( $R^2$ ) و نش ساتکلیف (ENS) در مرحله واسنجی رواناب ماهانه به ترتیب ۰/۶۵ و ۰/۶۲ و در مرحله ی اعتبارسنجی به ترتیب ۰/۹۳ و ۰/۹۲ به دست آمده است. این مطالعه نشان می‌دهد مدل SWAT قادر به شبیه سازی موفق جریان در مناطق مرطوب استوایی می باشد و می تواند برای مطالعه ی اثرات تغییر کاربری اراضی مورد استفاده قرار گیرد.

لایرونگ و جیانیون (۲۰۱۲) جریان ماهانه‌ی رودخانه بیجیانگ را با استفاده از مدل SWAT شبیه‌سازی کردند. حوزه ی آبخیز رودخانه مذکور با مساحت ۳۸۸۳۱/۹۵ کیلومتر مربع در جنوب کشور چین واقع گردیده است. حوزه‌ی آبخیز مورد مطالعه به ۲۹ زیرحوزه و ۳۴۵ واحد پاسخ هیدرولوژیک (HRU) تقسیم گردید. از داده‌های آماری ۲۰ سال (۱۹۶۱ تا ۱۹۸۰) برای دوره‌ی واسنجی و از داده‌های آماری ۱۰ سال (۱۹۸۱ تا ۱۹۹۰) برای اعتبارسنجی مدل استفاده شد. نتایج نشان داد که این مدل قادر است جریان ماهانه رودخانه را به خوبی شبیه سازی نماید.

زارع و طالبی (۱۳۹۵) از مدل SWAT برای شبیه سازی بیلان آب حوضه آبخیز قره‌سو استان گلستان استفاده کردند. هدف اصلی ایشان آزمون کارایی مدل و قابلیت استفاده از آن به عنوان شبیه ساز بیلان آب در آبخیز قره سو می باشد. نتایج آنها نشان داد که، مدل SWAT برای شبیه سازی هیدرولوژیکی حوضه قره سو از کارایی

مناسبی برخوردار است. دقت شبیه سازی دبی ماهانه در ایستگاه سیاه آب (خروجی حوضه) با استفاده از شاخص نش-ساتکلیف در دوره واسنجی ۰/۶ و با شاخص  $R^2$ ، ۰/۶۵ و در دوره اعتبار سنجی به ترتیب ۰/۳۶ و ۰/۶۲ بدست آمد. برای شاخص عدم قطعیت نیز مقادیر قابل قبولی بدست آمد. P-فاکتور و R-فاکتور، برای دوره واسنجی به ترتیب ۰/۷۷ و ۱/۲۳ و برای دوره اعتبارسنجی به ترتیب ۰/۹۷ و ۱/۷۳ محاسبه شد. بر اساس نتایج شبیه سازی مدل، به طور متوسط حدود ۶۷٪ بارش از طریق تبخیر و تعرق وارد اتمسفر می شود، ۱۷٪ آن به صورت رواناب سطحی و جریان جانبی به آبراهه ها وارد می شود و ۱۶٪ نفوذ یافته و وارد سفره زیرزمینی می شود.

ناصر آبادی و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهشی با استفاده از مدل SWAT به شبیه سازی جریان رودخانه قره سو به مساحت ۴۰۶۲ کیلومتر مربع واقع در استان اردبیل پرداختند. هدف اصلی از این پژوهش ارزیابی دقت شبیه سازی مدل در مراحل اعتبار سنجی و واسنجی می باشد. که مدل، شبیه سازی را در هر دو مرحله واسنجی و اعتبارسنجی به صورت قابل قبول انجام داده است. ایشان از دلایل ضعف مدل در شبیه سازی جریان در بعضی از ماه های سال به شبیه سازی ضعیف ذوب برف، ناسازگاری فرضیات مدل در انتقال جریان در لایه های یخ زده و اشباع و تعداد کم داده های ورودی اشاره کردند.

چانتا و همکاران (۲۰۱۱) از مدل SWAT برای پیشبینی مقادیر روزانه رواناب، رسوب و کربن آلی در یک حوزه آبخیز کشاورزی در جنوب غرب فرانسه به وسعت ۱۱۱۰ کیلومتر مربع استفاده کردند. مدل پیشبینی کرد که متوسط سالانه ی بارش حوزه ی آبخیز برای کل دوره شبیه سازی (۷۲۶ میلی متر)، به صورت تبخیر و تعرق (۷۸/۳ درصد)، نفوذ (۱۴/۱ درصد)، هدر رفت (۰/۵ درصد) و رواناب سطحی (۷/۱ درصد) تقسیم می گردد. متوسط آبدی برای کل دوره ی شبیه سازی در مقایسه با مقدار مشاهده شده ی آن (۱۳۶ میلی متر)، ۱۳۸ میلی متر شبیه سازی گردید. در این پژوهش نتیجه گیری شد که مدل SWAT مقادیر روزانه ی رواناب را بهتر از مقادیر روزانه رسوب شبیه سازی کرده است و همچنین بررسی اجزای بیلان آب در مدل SWAT برای بررسی مدیریت آب در حوزه های آبخیزی که به شدت تحت کشاورزی فشرده قرار دارند، میتواند بسیار مفید باشد.

سانترا و داز (۲۰۱۳) از مدل SWAT برای شبیه سازی رواناب در مقیاس ماهانه در حوزه ی آبخیز رودخانه ی چیلیکا در کشور هند استفاده کردند. در این پژوهش از ضرایب نش-ساتکلیف (ENS) و ریشه ی میانگین مربعات خطا (RMSE) برای ارزیابی کارایی مدل استفاده گردید. ضرایب ENS و RMSE در دوره ی واسنجی به

ترتیب ۰/۷۲ و ۰/۵۴۵ و در دوره اعتبارسنجی به ترتیب ۰/۸۸ و ۰/۶۶۱ به دست آمده اند. نشان داد که در حدود ۶۰ درصد بارش در این حوزه آبخیز به رواناب تبدیل میشود.

عباس پور و همکاران (۲۰۰۷) برای شبیه‌سازی فرآیندهای مؤثر بر بیلان آب، رسوب و عناصر غذایی در حوزه رودخانه تور کشور سوئیس از مدل SWAT استفاده کردند. نتایج آنها نشان داد که شبیه‌سازی رواناب و نیترات بسیار خوب و شبیه‌سازی رسوب و فسفر نسبتاً خوب صورت گرفته است. ایشان نتیجه گرفتند که مدل SWAT می‌تواند برای مدیریت حوزه آبخیز بسیار مفید باشد.

کاویان و همکاران (۱۳۹۴) به جهت شبیه‌سازی رواناب و بار رسوب حوزه آبخیز رودخانه هراز مازندران از مدل SWAT استفاده کردند. واسنجی این مدل به منظور شبیه‌سازی رواناب را برای سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۴ و واسنجی رسوب را برای سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۶ انجام دادند و نتایج آنها نشان دهنده زیاد بودن دقت شبیه‌سازی دبی جریان در ایستگاه‌های مطالعاتی بود. بیگر و همکاران در مطالعه‌ای، رواناب سطح و رسوبات تولید شده در سطح واحدهای هیدرولوژیکی در محدوده مطالعاتی ژیانگ چین را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که عملکرد رضایت بخش در یک ایستگاه، نتایج قابل قبولی را در سطح HRU تضمین نمی‌کند. همچنین اینکه رواناب سطحی و رسوب با کاربری اراضی و خاک بطور معقولانه تغییر میکنند ولی با شیب زمین اینگونه نمی‌باشد. اعتبار جریان رواناب سطحی با انتخاب الگوریتم‌های SWAT افزایش می‌باید. با این حال این تغییرات تأثیر ناچیزی در جریان رسوب دارد، که این موضوع میتواند توسط رابطه بین جریان رسوب و پاسخ هیدرولوژیکی در معاده اصلاح شده خاک جهانی شرح داده شود. و در نهایت این مطالعه نشان داد که ارزیابی خروجی مدل در سطح HRU بسیار توصیه می‌شود.

سامرلوت و همکاران (۲۰۱۳) در پژوهشی از ۳ مدل SWAT، HIT و RUSLE، در مقیاس حوزه، به منظور شبیه‌سازی فرآیندهای هیدرولوژیکی استفاده کردند. سپس قطعیت نداشتن هریک از مدل‌ها با استفاده از فاکتور P و فاکتور R ارزیابی شد. نتایج حاکی از دقت بالای مدل SWAT بود. میرسان و همکاران (۲۰۰۹) با استفاده از مدل SWAT به برآورد رواناب در حوضه آبخیز رودخانه کرخه اقدام کردند. نتایج مطالعه در خروجی دو ایستگاه هیدرومتری کاکارضا و پل کشکان نشان داد که ایستگاه پل کشکان با قرار گرفتن در قسمت پایین دست حوزه و داشتن وسعت بیشتر نسبت به ایستگاه کاکارضا از دقت بیشتری برخوردار است.

موسوی و قلیزاده (۱۳۹۵) در پژوهشی به جهت ارزیابی توانایی و قابلیت SWAT در شبیه‌سازی رواناب حوزه آبخیز دریاچه ارومیه از این مدل استفاده کردند. کالیبره را برای دوره ۲۰ ساله و صحت‌سنجی برای دوره ۵ ساله

بر اساس داده های ماهانه انجام دادند. عملکرد SWAT با شاخص های نش-ساتکلیف و ضریب همبستگی سنجیده شد و نتایج نشان داد که این مدل از قابلیت خوبی در شبیه سازی رواناب حوضه دریاچه ارومیه را دارد. عارفی اصل و همکاران (۱۳۹۱) در پژوهشی به شبیه سازی رواناب و رسوب حوضه آبخیز چهل چای استان گلستان با استفاده از نرم افزار SWAT پرداختند، است. هدف این مطالعه بررسی کارایی مدل SWAT در برآورد دبی متوسط روزانه و غلظت رسوب و واسنجی و اعتبارسنجی این مدل بود. برای واسنجی نتایج مدل از الگوریتم SUFI2 استفاده کردند. نتایج نشان داد که معیار نش - ساتکلیف به عنوان تابع هدف، دارای مقدار قابل قبولی می باشد و در انتها با توجه به اینکه SWAT مدلی مدیریتی است و در این حوزه کارایی مقبولی داشته، پیشنهاد دادند که در بررسی حوضه آبخیز چهل چای از آن استفاده شود.

رضانی و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهشی به بررسی و مقایسه پیش بینی رواناب در مدل هیدرولوژیکی SWAT با استفاده از سری داده های هواشناسی ایستگاهی و شبکه بندی شده در ایران پرداختند. ایشان دو منبع مختلف از سری داده های بارندگی را با هم مقایسه و رابطه آن ها را با تعداد زیر حوزه های هیدرولوژیکی بررسی کردند. منطقه مورد مطالعاتی خود را کشور ایران انتخاب کردند که با استفاده از مدل هیدرولوژیکی SWAT با دو سری داده های مختلف بارندگی: سری اول داده های بارندگی بدست آمده بیش از ۱۵۰ ایستگاه هواشناسی در سراسر کشور، و سری دوم اطلاعات روزانه هواشناسی واحد تحقیقاتی اقلیم انگلستان یا CRU با مقیاس ۰/۵\*۰/۵ درجه در مقیاس جهانی که در منطقه مطالعاتی در حدود ۱۲۰۰ ایستگاه بارانسنجی بود. خروجی های بدست آمده از این چهار پروژه شبیه سازی شده را با داده های مشاهداتی دبی های رودخانه از ۸۰ ایستگاه هیدرومتریک کشور مورد مقایسه قرار دادند. نتایج آماری با استفاده از معیار های ارزیابی استاندارد ناش ساتکلیف و ضریب تعیین نشان داد که دبی های شبیه سازی شده با استفاده از داده های CRU و تعداد بیشتر زیرحوزه ها مطابقت بیشتری با داده های مشاهداتی از ایستگاه های هیدرومتریک دارند. به طور کلی، اگر در مدل های هیدرولوژیکی داده های ورودی با صحت و دقت مکانی و زمانی بالا به کار برده شود، می توان گفت عدم قطعیت را در مدل های هیدرولوژیکی به طور قابل توجهی کاهش داده می شود.

در زمینه بررسی تاثیر تغییرات کاربری بر بهینه سازی تخصیص و تاثیر آن بر رواناب نیز مطالعات متعددی صورت گرفته است. از جمله این مطالعات می توان به بررسی ناظر و همکاران در به کارگیری برنامه ریزی کسری در کرانه باختری فلسطین اشاره کرد که نتایج نشان داد الگوی بهینه کشت باعث کاهش مصرف آب به اندازه 10

درصد می شود که این امر به پایداری منابع آب کمک شایانی می کند. همچنین، ارزش افزوده بخش کشاورزی در حالت بهینه به اندازه 10 درصد نسبت به حالت فعلی افزایش پیدا خواهد کرد.

بهره مند و همکاران (۲۰۰۶) در پژوهشی با استفاده از مدل توزیعی WetSpa و SWAT به بررسی اثر جنگل کاری بر روی ویژگی های هیدروگراف سیل در یکی از حوزه های آبخیز اسلوآکی پرداختند. نتایج نشان داد که افزایش ۵۱ درصدی جنگل باعث کاهش ۱۲ درصدی دبی پیک و افزایش ۹ ساعتی زمان تا اوج هیدروگراف می شود. همچنین نتایج نشان داد که اثر پوشش گیاهی بر روی سیلاب وابستگی شدیدی به ویژگی های رگبار و رطوبت پیشین خاک دارد.

کیم و همکاران (۲۰۱۳) با استفاده از نرم افزار SWAT به بررسی اثرات تغییر کاربری اراضی و تغییر اقلیم به صورت مجزا و توأم بر روی جریان رودخانه در حوزه آبخیز هويا کره جنوبی پرداختند. برای این منظور سه سناریو (فقط تغییر اقلیم، فقط تغییر کاربری اراضی و تغییر توأمان کاربری اراضی و اقلیم) تدوین و با استفاده از مدل های هیدرولوژیکی اثرات سناریوها را بر روی رواناب رودخانه شبیه سازی کردند. نتایج نشان داد که اثرات فصلی سناریوها بر روی رواناب متمایزتر می باشد. به طوری که در سناریوی اول رواناب در فصول بهار و زمستان افزایش و در فصل تابستان و پاییز کاهش داشته است. در حالی که در سناریوی دوم جریان حداکثر در فصول مرطوب افزایش و جریان حداقل در فصول خشک کاهش داشته است. نتایج سناریوی سوم مشابه نتایج سناریوی اول بوده اما تغییرات فصلی رواناب با شدت بیش تری می باشد. بنابراین اثرات تغییر کاربری اراضی بر روی رواناب کم تر از اثرات تغییر اقلیم بوده است. هر چند که این موضوع از اهمیت تغییر کاربری اراضی نمی کاهد.

شی و همکاران (۲۰۱۳) اثرات تغییر کاربری اراضی و اقلیم بر فرآیندهای هیدرولوژیکی در بالادست رودخانه هوواهی Huahi در کشور چین را شبیه سازی و مورد ارزیابی قرار دادند. به منظور ارزیابی اثرات کاربری اراضی و تغییر اقلیم، جریان رودخانه را تحت چهار سناریو و با ترکیب مختلفی از دو دوره داده اقلیمی و نقشه های کاربری اراضی شبیه سازی نمودند. نتایج شبیه سازی توسط مدل SWAT نشان داد که اثرات همزمان کاربری اراضی و تغییر اقلیم سبب افزایش جریان رودخانه ای و تبخیر و تعرق می گردد. همچنین تغییرات اقلیم به تنهایی سبب افزایش جریان رودخانه ای و کاهش تبخیر و تعرق گردید، در حالیکه تغییر کاربری اراضی نتایج عکسی نسبت به متغیرهای اقلیمی از خود نشان داد. از طرف دیگر نتایج حاصل از ضرایب ارزیابی مدل در دوره کالیبراسیون و اعتبارسنجی حاکی از عملکرد مناسب مدل در ارزیابی اثرات تغییرات محیطی شامل تغییر کاربری اراضی و اقلیم می باشد.



محمدی و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهشی با استفاده از مدل SWAT به مدلسازی اثر تغییر کاربری اراضی بر هیدروگراف سیل در حوزه آبخیز جعفرآباد استان گلستان پرداختند نتایج نشان داد که برای مدیریت و کاهش سیلاب در منطقه از طریق روش غیر سازه‌ای مدیریت اراضی می‌توان دبی اوج و حجم سیل را کاهش داد. بنابراین طرح اصلاح کاربری اراضی حوزه در قالب احیاء جنگل‌ها و تغییر کاربری اراضی کشاورزی شیب دار به آگروفارستری به ویژه از نوع باغات زیتون (که در بیش تر مناطق مشابه در استان گلستان به طور موفقیت آمیز به اجرا در آمده است) مقدار ربایش و تلفات اولیه را به طور مؤثری افزایش خواهد داد و از این طریق باعث کاهش سیل خیزی خواهد گردید. با توجه به نتایج می‌توان بیان کرد که تغییر کاربری اراضی در رگبارهای با دبی‌های کم، اثرات بیش تری بر روی دبی اوج و حجم سیل می‌گذارد.

کاظمی و بیات (۱۳۹۶) در پژوهشی به بررسی اثرات تغییر کاربری اراضی بر شاخص‌های جریان کمینه در حوزه آبخیز طالقان پرداختند، نتایج این پژوهش نشان داد روند تغییرات شاخص‌های کمینه، شامل جریان‌های حداقل با تداوم‌های ۳-۷-۱۵-۳۰ و ۶۰ روزه و شاخص جریان پایه در دوره‌ی اول بررسی یک روند افزایشی با شیب تند را تجربه کرده است. این روند در دوره دوم طی سالهای ۱۳۴۹ الی ۱۳۶۶ نیز یک روند افزایشی ولی با شیب کم را نشان می‌دهد. در مقطع زمانی ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۱ همه شاخص‌ها اعم از شاخص جریان پایه و سایر شاخص‌های کمینه روند کاهشی را تجربه کرده است. افزایش سطح پوشش مرتع در سال ۸۱ نسبت به سال ۴۹ منطبق با روند افزایشی شاخص‌ها در دوره مطالعه است. در جمع بندی کلی نتایج، مشخص شد که تغییرات کاربری اراضی ناشی از دخالت مستقیم و غیرمستقیم انسان بر روی روند تغییرات شاخص‌های جریان کمینه تأثیر مستقیم دارد. همچنین تطابق روند تغییرات جریان پایه و جریان‌های حداقل سالانه با تداوم‌های مختلف، نشان دهنده این است که روند تغییرات شاخص‌ها با تغییر گام‌های زمانی جریان‌های حداقل تغییر پیدا نمی‌کند. انطباق روند افزایشی پوشش مرتعی در سال ۸۱ نسبت به سال ۴۹ با روند افزایشی شاخص‌های کمینه، نشان دهنده نقش مثبت افزایش کاربری مرتع در افزایش شاخص‌های کمینه می‌باشد، بنابراین حفاظت از کاربری‌های مرتعی برای تأمین تداوم جریان در منطقه پژوهش، لازم و ضروری است.

هیونگ و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی به بررسی پاسخ هیدرولوژیکی رودخانه Muskeg منطقه Alberta کشور کانادا بر اثر تغییرات اقلیمی و کاربری اراضی پرداختند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که تغییرات میزان تبخیر و تعرق ناشی از تاثیر تغییرات پوشش زمین بر روی جریان‌های تابستان و بهار است. شرایط آب و هوایی گرم و مرطوب در اقلیم پیش بینی شده حاکی از افزایش جریان بهار و زمستانه می‌شود. تجزیه و تحلیل حساسیت

شاخص های هیدرولوژیک از جریان های شبیه سازی شده نشان می دهد که تغییرات پوشش زمین به جز رواناب بهاره ممکن است نقش مهمی در تأثیر رژیم هیدرولوژیکی نسبت به تغییرات آب و هوایی داشته باشد.

مارکو ناپولی و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهشی به بررسی پاسخ هیدرولوژیکی تغییرات کاربری و اقلیم در حوضه-ای از کشور ایتالیا پرداختند که نتایج نشان داد این مدل در شبیه سازی پایه روزانه، رواناب پیک و کل روزانه، عملکرد بسیار خوبی را به دست آورد. همچنین نتایج نشان داد که در شرایط آب و هوایی یکسان و مشابه، تغییرات کاربری اراضی در شکل گیری رواناب کلی و پیک رواناب که با افزایش سطوح مصنوعی و کاربری های کشاورزی افزایش می یابد، نقش مهمی ایفا می کند.

ژاندونگ و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهشی به ارزیابی تاثیر طولانی مدت تغییرات کاربری اراضی بر الگوهای رواناب و تولید مواد غذایی در یک حوضه آبریز بزرگ پرداختند. نتایج نشان داد که تبخیر و تعرق، رواناب سطحی، جریان آب زیرزمینی و عملکرد آب با استفاده از سناریوهای تغییر کاربری اراضی در مقادیر مختلف تحت تاثیر قرار گرفته است. به طور کلی تغییرات کاربری اراضی و پوشش اراضی تاثیر قابل توجهی در الگوی رواناب در مقیاس حوزه آبخیز دارد. تغییرات در توزیع رواناب ناشی از تاثیر متقابل بین دو سناریو کاربری اراضی، شامل جنگل و کشاورزی می باشد. جریان آب در سناریو جنگل به اندازه ۱/۸ درصد کاهش و در سناریو کشاورزی غنی ۴/۲ درصد در طول دوره شبیه سازی افزایش یافته است.

قلیزاده و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه ای دیگر حوضه دریچه ارومیه که درگیر انواع مشکلات ناشی از عوامل اقلیمی با دخالت های بشری در چرخه طبیعی هیدرولوژیکی است به عنوان مطالعه موردی انتخاب شده و با استفاده از ابزار ارزیابی آب و خاک SWAT تاثیر اقدامات مختلف توسعه خصوصا توسعه کشاورزی در قالب تغییر نقشه کاربری اراضی حوضه بر وضعیت بیلان منابع آب حوضه ارزیابی و تحلیل شده است به منظور کمی سازی اثر تغییرات تدریجی رخ داده در شرایط حوضه از دو نقشه کاربری اراضی مختلف مربوط به یک دوره زمانی ۲۰ ساله در دهه های ۶۰ و ۸۰ به عنوان ورودی مدل استفاده شده است و مدل برای هر دوره واسنجی و صحت سنجی گردیده است شبیه سازی رواناب حاصله از بارش دهه ۸۰ حوضه تحت کاربری اراضی دهه ۶۰ نشان می دهد که میانگین رواناب ورودی به دریچه ارومیه در صورت عدم تغییر کاربری اراضی می توانست ۲۰٪ بیش از آن چیزی باشد که در تاریخچه آن ثبت شده است.

با در نظر گرفتن تمامی مطالب ارائه شده باید بیان کرد که مدل SWAT یک ابزار توانمند در زمینه ی مطالعات مرتبط با آب و خاک می باشد. ارائه ی اطلاعات قابل توجه درباره ی بخش هایی مانند دبی جریان، رسوب، نیتروژن، فسفر، باکتری و برخی موارد دیگر در هر شبیه سازی، بیانگر این مطلب است. امروزه با توجه به بحران کمبود منابع آب سطحی و زیر زمینی، مسئله کیفیت آبهای موجود اهمیت ویژه ای پیدا میکند. بطوریکه آلودگی همان اندک آب موجود تاثیرات بعضا جبران ناپذیری بر سلامتی انسانها می گذارد. کیفیت آبهای سطحی تحت تاثیر آلاینده های نقطه ای و غیر نقطه ای و عوامل طبیعی و انسانی قرار دارد. با توجه به هزینه های سنگین حذف آلودگی از آبهای سطحی، روشهای تعیین آسیب پذیری و ریسک آلودگی به جهت تعیین مناطق حساس اهمیت ویژه ای می یابد تا با استفاده از نتایج این روش ها تصمیمات مدیریتی لازم در منطقه اتخاذ گردد. پژوهش های مختلفی در این زمینه انجام شده است. از جمله این پژوهش ها می توان به موارد زیر اشاره کرد.

گالگوس و همکاران (۱۹۹۱) ارزیابی آسیب پذیری آبهای سطحی بر روی سد آب شرب شهر سانتافه در کشور آرژانتین و حوضه آبخیز سد ناواجو در ایالت نیومکزیکو آمریکا با استفاده از روش WRASTIC که نتایج این پژوهش نشان داد که حوضه سد سانتافه به دلیل محدودیت هایی که دارد دارای آسیب پذیری کم و حوضه آبخیز سد ناواجو دارای آسیب پذیری بالایی است.

دیامانتینو و همکاران (۲۰۰۵) در پژوهشی با استفاده از روش های WRASTIC و USGS بر روی حوضه آبخیز رودخانه هوای در کشور چین دریافتند که این حوضه بر اساس روش WRASTIC دارای آسیب پذیری بالا و بر اساس روش USGS دارای آسیب پذیری کم است، لذا دریافتند نتیجه دو روش با یکدیگر متفاوت است و بدلیل در نظر گرفتن تغییرات مکانی، روش USGS نتایج با دقت قابل قبولتری ارائه می دهد.

راجکومار و همکاران (۲۰۰۹) به ارزیابی حساسیت و ریسک حوضه آبخیز ترینیداد و توباگو با شاخص WRASTIC پرداختند. نتایج نشان داد در منطقه ترینیداد ۷، ۷۷، ۱۶ درصد منطقه به ترتیب ریسک کم، ریسک متوسط و ریسک بالا هستند. همچنین منطقه توباگو ۷، ۸۶، ۷ درصد منطقه دارای ریسک کم، متوسط و بالا می باشد.

نظری دوست (۱۳۹۰) در پژوهشی ریسک آلودگی در حوضه آبخیز ۶ سد تامین کننده آب شرب استان تهران (کرج، لار، لتیان، مالمو، نمرود و طالقان) را با شاخص WRASTIC مورد ارزیابی قرار داد و پس از مشخص کردن میزان پتانسیل ریسک آلودگی در هر حوضه، راهکارهای لازمه را ارائه داد.

رحیمی بلوچی و همکاران (۱۳۹۱) در پژوهشی آسیب‌پذیری منابع آبهای سطحی حوزه آبریز رودخانه جراحی استان خوزستان را با شاخص WRASTIC بررسی کردند و نتایج نشان داد شاخص وراستیک عدد ۷۲ داشته است و منطقه دارای پتانسیل آلودگی بالا است که بیشتر این آلودگی ناشی از فعالیت‌های انسانی برای این محیط هیدرولوژیک می‌باشد.

حسن پور و فتائی (۱۳۹۲) در پژوهشی حوزه آبخیز سد سفارود را مورد بررسی قرار دادند، نتایج نشان داد که حوزه آبخیز مذکور دارای ریسک آلودگی متوسط تا زیاد است و فعالیت‌های انسانی و طبیعی از عوامل اصلی ایجاد ریسک در منطقه می‌باشد.

محمدپور خلیل آبادی و فتائی (۱۳۹۲) در پژوهشی ریسک آلودگی آبهای سطحی حوزه آبخیز سد سبلان در استان اردبیل را با استفاده از شاخص WRASTIC مورد ارزیابی قرار داد و نتایج نشان داد که زیر حوضه‌های مختلف دارای ریسک آلودگی متفاوتی هستند.

قربانی و عظیمی قالیباف (۱۳۹۳) منابع آب سطحی حوزه رودخانه گلستان در استان خراسان را با شاخص WRASTIC مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان از حوزه آبخیز مذکور با ریسک آلودگی متوسط است.

پاکزی و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهشی به بررسی دو روش WRASTIC و DRASTIC جهت تعیین حساسیت آبخوان در محل دفن پسماند پرداختند و دریافتند که با استفاده از این روش‌ها و فاکتورهای تعیین حساسیت، میزان حساسیت کلی حوضه‌ی مدنظر نسبت به آلودگی بالقوه قابل ارزیابی خواهد بود.

میرزایی و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی به ارزیابی کیفیت آبهای سطحی حوضه زاینده رود با شاخص NSFQI و ارزیابی ریسک آلودگی با شاخص WRASTIC پرداختند، نتایج نشان داد که در ایستگاه رودخانه ۱ آب از نظر کیفی در وضعیت متوسط و در سایر ایستگاه‌ها در وضعیت کیفی بد قرار دارد و همچنین در این حوضه شاخص WRASTIC در وضعیت ریسک آلودگی بالا با عدد شاخص ۷۰ قرار دارد.

کریمی و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهشی با تلفیق روش WRASTIC با ارزیابی چند معیاره و روش روی هم گذاری فازی با بکارگیری عملگرهای AND، OR و GAMMA به منظور ارزیابی ریسک آلودگی آبهای سطحی استان تهران دریافتند که عملگر OR به دلیل دارا بودن دامنه‌ی متعادلی از ارزش‌ها در کل منطقه از کم تا بسیار زیاد، مناسبترین عملگر برای تولید نقشه‌های ارزیابی ریسک می‌باشد.

Family name: Banikhedmat	Name: Ashkan
Title of Thesis : Optimal allocation of water and soil resources management at the watershed scale with a qualitative and quantitative approach by the use of swat model:Case Study.	
Supervisor: Seyed Said Rasinezami Advisor: Fariborz Masoumi	
Graduate Degree <b>M.Sc.</b>	
Major: civil engineering	Specialty: water resource management
University: <b>Mohaghegh Ardabili</b>	Faculty: technical
Graduation date: 13/02/2018	Number of pages: 66
<p>Abstract:</p> <p>population growth and ever increasing development of people activities cause to changes in natural ecosystem and water and soil resource. Nowadays reduction of groundwater resources, quality and quantiting of source water, incorrect management of water resources, fade of jungels, water and soil polution, soil erosion and landuse changes are the most important issues in world among iran. Present study is struggle to estimate of effect of land use change on hydrology regime and runoff and then estimate of risk and vulnerability of polution surface water in basin astane-kuchesfahan swat program for estimate of effect of landuse change on basin runoff validation of software in done by swatcup and correlation coefficient and nash coefficient in calibration course period are obtained 0.7 , 0.67 and iin validation course are obtained 0.69 , 0.61 that show acceptable accuracy of software. Landuse change in each scenario cause to change in annual average discharge changing of farmland to pasture by reason of increase of contact of rain drops on soil surface and increases of penetreability and evaporation and perspiration is cause to decrease of average duscharge and increase of water passing to aquifer and vice versa.</p> <p>Wrastic and nmed methods show that used method due to allocation were weight to contaminant resource with more risk is one of the apprppriate method for the estimate of risk of polution of surface water and its standard method for management and quality protection of surface water in quality course.</p>	
Keywords: landuse change, vulnerability, surface runoff, susceptibility, swat,nmed, wrastic	



**University of Mohagheh Ardabili**

**Faculty of Technical & Engineering**

**Department of civil engineering**

**Thesis is approved for the degree of M.Sc.**

**In civil Engineering (water resource management engineering)**

Title:

**Optimal allocation of water and soil resources management at the watershed scale  
with a qualitative and quantitative approach by the use of swat model .**

By:

**Ashkan banikhedmat**

Evaluated and approved by thesis committee as: Very Good

Name & Family	Degree	Responsibility	Signature
S.s.Rasi Nezami	Assist prof	Supervisor & Chairman	
Fariborz masumi	Assist prof	Advisor	
Akbar safarzade	Assist prof	Referee	

**Feberuary – 2018**



**University of Mohaghegh Ardabili**

**Faculty of Technical & Engineering**

**Department of Civil Engineering**

**Thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of  
M.Sc. in Civil Engineering**

Title:

**Optimal allocation of water and soil resources management at the  
watershed scale with a qualitative and quantitative  
approach by the use of swat model .**

Supervisor:

**Seyed said rasinezami (Ph. D)**

Advisor:

**Fariborz masumi (Ph. D)**

By:

**Ashkan banikhedmat**

**February – 2018**