بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

دانشکده منابع طبیعی

گروه مرتع و آبخیزداری

پایان نامه جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد، رشته مهندسی منابع طبیعی (گرایش آبخیزداری)

عنوان:

ارزیابی عملکرد مدل SWAT در پیش بینی رواناب، حوضه آبخیز کچیک استان گلستان

استاد راهنما:

دکتر عطاالله کاویان

استاد مشاور:

دکتر حامد روحانی

نگارش:

مرضیه بهرامی

بهمن ۱۳۸۹

سپاسگذاری

سپاس **خدایی** را که سخنوران در ستودن او بمانند و شمارندگان در شمردن نعمت هایی او ندانند وکوشندگان حق او را گذاردن نتوانند. هر چند واژه ها را یاری آن نیست که لطف، محبت و بزرگواری کسانی را که در تمام دوران زندگیم جرعه نوش دریای بیکران مهر و محبتشان بوده ام به تصویر بکشند، به رسم ادب و احترام، بوسه بر دستشان زده و بر خود واجب می دانم زحمات و ارشادات کلیه اساتید بزرگوارم را ارج نهاده و مراتب تشکر قلبی و باطنی خویش را از الطاف و مهربانی های آنها ابزار نمایم.

از **پدر و مادر عزیز و فداکارم** به پاس تعبیر عظیم و انسانیشان از کلمه ایثار و از خود گذشتی و به پاس محبت های بی دریغشان که هرگز فروکش نمی کند بی نهایت سپاسگزارم.

از زحمات، راهنمائی ها و مشاورت های ارزشمند اساتید همت و زندگی جناب آقای دکتر **عطاالله کاویان** و دکتر **حامد روحانی**که با راهنمایی ها و نظرات گهربار خود راهگشای اینجانب بوده اند کمال تشکر را دارم. انجام این پژوهش بدون کمک فکری، همکاری و همدلی این اساتید متواضع و اندیشمند غیر ممکن می نمود و همنشینی و شاگردی آنان را که از بزرگترین افتخارات و شیرین ترین لحظات زندگی من می باشد، منت دار محبت های کارساز مهربان هستم.

از اساتید گرامی جناب آقای **دکتر شاهدی** و **دکتر وفاخواه** که زحمت داوری این پایان نامه را تقبل نمودند کمال تشکر و قدر دانی را دارم. از نماینده محترم تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر ذبیح زاده نهایت تشکر و قدردانی را دارم.

از لطف و محبت **همسر** مهربانم ، **برادر** و **خواهرانم** کسانی که بودنشان گرمی بخش و قوت قلبم بود و کمکشان پشتوانه ام، کمال تشکر را دارم.

ازتمامی دوستان عزیزم خانم ها **اخلاصی، زیرجانی، تشکری فرد، روستا، علیخانی** به پاس خلوص لحظات با هم بودن کمال سپاس و قدر دانی را دارم.

تقدیم به

پدر و مادر مهربانم

به پاس یک عمر اخلاص، فداکاری و محبتشان...

چکیده:

در مطالعه حاضر توانایی مدل SWAT2009 در شبیه سازی رواناب و هم چنین ارزیابی اثر تغییرات کاربری اراضی بر رواناب سطحی در حوضه معرف کچیک واقع در استان گلستان با مساحت ۳۶۰۰ هکتار بررسی شد. مدل SWAT توسط سرویس تحقیقات کشاورزی ایالات متحده تهیه شده و به عنوان ابزاری برای بررسی اثرات اقدامات مختلف مدیریتی بر آب، رسوب و تولیدات شیمیایی اراضی کشاورزی در مقیاس آبخیزهای بزرگ در سطح جهان مورد استفاده قرار گرفته است. برای کاربرد موفقیت آمیز مدل، تحلیل حساسیت بر روی پارامترهای مدل صورت گرفت تا حساسیت نتایج شبیه سازی نسبت به تغییر پارامتر های ورودی تعیین شود. در کل نتایج نشان داد CN2، ESCO، SOL_AWC، SOL_K، GWQMN، GW-DELAY، ALPHA-BF وCH-N2 جزء مهمترین پارامتر های کنترل کننده دبی جریان در حوزه آبخیز مورد مطالعه می‌باشند. براساس نتایج ارزیابی حساسیت، مدل SWAT برای جریان رواناب در خروجی حوزه آبخیز واسنجی و اعتبارسنجی گردید. شبیه‌سازی مدل SWAT در دوره‌های سال ۲۰۰۴ و ۲۰۰۶ به ترتیب واسنجی و اعتبارسنجی گردید. واسنجی و اعتبارسنجی مدل با استفاده از الگوریتم پاراسول در برنامه SWATCUP انجام گرفت. شاخص های P-FACTOR، R-FACTOR، R^2 و نش- ساتکلیف (NS) به منظور ارزیابی توانایی مدل SWAT در شبیه سازی رواناب به کاربرده شد. نتایج نشان داد که در مرحله واسنجی روزانه، ضرایب P-FACTOR، R-FACTOR، R2 وNS به ترتیب ۰/۵۰ ، ۰/۵۶، ۰/۷۱ و ۰/۷۰ و در مرحله اعتبار سنجی ۰/۵۵، ۰/۶۱، ۰/۷۵ و ۰/۷۱ به دست آمد. در تحلیل کاربری‌های اراضی با توجه به قابلیت های مدل SWAT دو روند خوش بینانه (مثبت) و بد بینانه (منفی) برای کاربری اراضی در نظر گرفته شد. در گرایش مثبت تغییر کاربری اراضی در جهت بهبود و احیا پوشش گیاهی بررسی شد و در گرایش منفی در جهت حذف و از بین رفتن پوشش گیاهی و به سمت کاربری‌های زراعی و مرتعی ضعیف بررسی گردید. نتایج نشان داد که دو سناریوی بدبینانه (مرتع- زراعت و زراعت) منجر به افزایش متوسط رواناب سطحی به ترتیب به میزان ۱۳/۴۲ و ۱۵/۵۹ درصد و سناریوی خوش‌بینانه (جنگل، جنگل-مرتع و مرتع) منجر به کاهش رواناب سطحی به ترتیب به میزان ۵۵/۵۴، ۲۹/۳۲ و ۲۳/۶۴ درصد گردیده است. درکل نتایج نشان داد که با توجه به عملکرد مدل در دوره واسنجی و اعتبار سنجی، مدل SWAT می‌تواند تا حدودی ابزار مناسبی در رابطه با شبیه سازی رواناب باشد. هم چنین شبیه سازی اثر تغییرات کاربری اراضی بر پاسخ‌های هیدرولوژیکی حوضه کچیک با دقت قابل قبولی انجام گرفت که از جمله مزایای قابل توجه این مدل می‌باشد.

واژه‌های کلیدی : اعتبارسنجی، تحلیل حساسیت، حوضه کچیک، کاربری اراضی، مدل SWAT، واسنجی.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل ۱: مقدمه و کلیات	**۱**
۱- کلیات	۲
۱-۱-مقدمه	۲
۱-۲- بیان مسئله	۲
۱-۳- اهداف تحقیق	۵
۱-۴- فرضیه های تحقیق	۵
۴-۵- تعاریف و مفاهیم کلی	۵
۱-۵- ۱- حوضه آبخیز	۵
۱-۵- ۲- حوضه معرف	۵
۱-۵- ۳- بارش	۵
۱-۵-۴- رواناب	۶
۱-۵- ۵- کاربری اراضی	۶
۱-۵- ۶- مدل	۶
۱ -۶ - بررسی مدل‌سازی هیدرولوژیکی	۷
۱-۷ - طبقه‌بندی مدل‌های هیدرولوژیکی	۷
۱-۷-۱- مدل‌های فیزیکی و ریاضی	۸
۱-۷-۲ - مدل‌های پیوسته و ناپیوسته	۸

عنوان | صفحه

۱-۷-۳ - مدل‌های ایستا و پویا ۹

۱-۷-۴- مدل‌های توصیفی و مفهومی ۹

۱-۷- ۵- مدل‌های جعبه سیاه و شبیه ساز ساختار ۹

۱-۷-۶- مدل‌های احتمالی و قطعی ۱۰

۱-۷- ۷- مدل‌های یکپارچه و توزیعی ۱۰

۱-۷- ۸- مدل‌های رخدادی و تناوبی ۱۰

۱-۸- معیار انتخاب مدل‌های هیدرولوژی ۱۰

۱-۹- دیدگاه های مهم مدل‌سازی ۱۱

فصل دوم : پیشینه تحقیق **۱۳**

۲- سابقه تحقیق ۱۴

۲-۱- پژوهش‌های انجام شده در خارج کشور ۱۴

۲-۲- پژوهش‌های انجام شده در داخل کشور ۲۱

۲-۳- جمع بندی ۲۶

فصل سوم : مواد و روش ها **۲۷**

۳- مواد و روش‌ها ۲۸

۳-۱- منطقه مورد مطالعه ۲۸

۳-۱-۱ - مشخصات اصلی ۲۸

۳-۲- منابع داده ۳۱

عنوان | صفحه

۳-۳- ورودی‌های مدل ۳۲

۳-۳-۱- مدل رقومی ارتفاع (DEM) ۳۲

۳-۳-۲- خاک ۳۳

۳-۳-۳- کاربری اراضی ۳۶

۳-۳-۴- داده‌های اقلیمی ۳۶

۳-۳-۵- جریان آبراهه ۳۷

۳-۴- چهارچوب تحلیلی ۳۸

۳-۴-۱- توصیف مدل SWAT ۳۸

۳-۴-۱-۱- تاریخچه توسعه مدل SWAT ۳۸

۳-۴-۱-۲- بررسی اجمالی ساختار مدل SWAT ۳۹

۳-۴-۲- مولفه‌های هیدرولوژیکی SWAT ۴۱

۳-۴-۲-۱- چرخه هیدرولوژیکی فاز زمینی ۴۱

۳-۴-۲-۲- هیدرولوژی ۴۲

۳-۴-۲-۳- اقلیم ۴۹

۳-۴-۲-۴- پوشش اراضی/ رشد گیاه ۴۹

۳-۴-۲-۵- فرسایش ۵۰

۳-۴-۲-۶- مواد مغذی ۵۰

عنوان | صفحه

۳-۴-۲-۷- آفت‌کش ۵۱
۳-۴-۲-۸- مدیریت ۵۱
۳-۴-۳- چرخه هیدرولوژیکی فاز روندیابی ۵۱
۳-۴-۳-۱- روندیابی سیل ۵۲
۳-۴-۳-۲- روندیابی رسوب ۵۲
۳-۴-۳-۳- روندیابی مواد مغذی ۵۲
۳-۴-۳-۴- روندیابی آفت کش‌ها در کانال ۵۳
۳-۴-۳-۵- روندیابی در مخازن ۵۳
۳-۵- داده های ورودی مدل ۵۳
۳-۶- توصیف حوضه وزیرحوضه ۵۵
۳-۷- اجرای اولیه مدل ۵۵
۳-۸- آنالیز حساسیت، بهینه سازی و ارزیابی عملکرد مدل ۵۷
۳-۸-۱- تحلیل حساسیت پارامتر ها ۵۷
۳-۸-۱-۱- منابع خطای مدل سازی ۵۷
۳-۸-۱-۲- رویکرد تحلیل حساسیت ۵۹
۳-۸-۲- واسنجی و اعتبار سنجی مدل ۶۳
۳-۸-۲-۱- نرم افزار SWATCUP ۶۶

عنوان	صفحه
۳-۸-۳- ارزیابی عملکرد مدل	۶۸
۳-۹- بررسی اثر تغییر کاربری اراضی بر رواناب	۷۱
فصل چهارم: نتایج	**۷۴**
۴- نتایج	۷۵
۴-۱- آماده سازی داده های ورودی	۷۵
۴-۱-۱- نقشه آبراهه	۷۵
۴-۱-۲- نقشه کاربری اراضی	۷۶
۴-۱-۳- تعیین مرز حوضه و زیر حوضه های آبخیز کچیک	۷۷
۴-۱-۳- نقشه شیب	۷۹
۴-۱-۵- ترسیم HRU	۸۰
۴-۲- اجرای اولیه مدل	۸۱
۴-۳- تحلیل حساسیت	۸۲
۴-۴- واسنجی مدل	۸۵
۴-۵ - اعتبارسنجی مدل	۸۸
۴-۶ -سناریو سازی	۹۱
فصل پنجم: بحث و نتیجه گیری	**۹۹**
۵-۱- بحث و نتیجه‌گیری	۱۰۰
۵-۲- پیشنهاد	۱۰۷

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۳-۱- ویژگی های فیزیوگرافیک حوضه کچیک	۳۰
جدول ۳-۲- ویژگی های ژئومورفولوژیک حوضه کچیک	۳۰
جدول ۳-۳- ویژگی های اقلیمی حوضه کچیک	۳۰
جدول ۳-۴- طبقه بندی خاک و خصوصیات آن	۳۵
جدول ۳-۵- ایستگاه ها و موقعیت جغرافیایی آنها	۳۶
جدول ۳-۶- خلاصه آماری دبی مشاهده ای (m^3/s)	۳۸
جدول ۳-۷- آماره های مورد نیاز مدل برای ایستگاه مرجع هواشناسی	۵۴
جدول ۳-۸- پارامترهای درگیر با آنالیز حساسیت	۶۲
جدول ۳-۹- وضعیت پوشش گیاهی در سناریوی خوش بینانه	۷۳
جدول ۳-۱۰- وضعیت پوشش گیاهی در سناریوی بدبینانه	۷۳
جدول ۴-۱- انواع کاربری اراضی و مساحت آنها در حوضه کچیک	۷۷
جدول ۴-۲- زیرحوضه و کاربری اراضی هر زیرحوضه	۷۹
جدول ۴-۳- مساحت و درصد هر طبقه شیب	۸۰
جدول ۴-۴- مساحت و تعداد واحدهای هیدرولوژیکی های هر زیر حوضه	۸۱
جدول ۴-۵- رتبه بندی پارامترهای حساس مدل به جریان روزانه مدل	۸۳
جدول ۴-۶- مقدار حداکثر و حداقل پارامترها به منظور بهینه سازی	۸۴
جدول ۴-۷- رتبه‌بندی پارامتر ها بر اساس آنالیز حساسیت	۸۵
جدول ۴-۸- ضرایب آماری به منظور ارزیابی عملکرد واسنجی روزانه رواناب	۸۶

عنوان صفحه

جدول ۴-۹- محدوده پارامترهای بهینه شده نهایی در دوره واسنجی ۸۸

جدول ۴-۱۰- ضرایب آماری به منظور ارزیابی عملکرد اعتبارسنجی روزانه رواناب ۸۹

جدول ۴-۱۱- مساحت کاربری‌های مختلف در سناریوی‌های مختلف ۹۱

جدول ۴-۱۲- دبی متوسط شبیه‌سازی شده در حوضه کچیک در ۵ سناریو ۹۳

جدول ۴-۱۳- مقایسه افزایش و کاهش دبی شبیه سازی شده در هر سناریو نسبت به کاربری فعلی ۹۳

جدول ۴-۱۴- بارش‌های اوج ۹۷

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۳-۱- موقعیت حوضه آبخیز معرف کچیک	۲۹
شکل ۳- ۲ - نقشه DEM حوضه آبخیز کچیک	۳۳
شکل ۳-۳- نقشه خاک حوضه آبخیز کچیک	۳۴
شکل ۳-۴- نقشه گروه‌های هیدرولوژیکی خاک	۳۵
شکل ۳-۵- موقعیت ایستگاه های هواشناسی در حوضه	۳۷
شکل ۳-۶- نمودار فراوانی داده های مشاهده ای	۳۸
شکل ۳-۷ - نمودار تاریخچه مدل SWAT، شامل به روزرسانی های انتخابی SWAT	۳۹
شکل ۳-۸- نمایی از فرایند تهیه HRU در مدل SWAT	۴۰
شکل ۳-۹- نمایی از نرم افزار ArcSWAT در محیط ArcGIS	۴۰
شکل ۳-۱۰- فرایند های هیدرولوژیکی فاز زمینی مدل سازی شده توسط SWAT	۴۲
شکل ۳-۱۱- مسیرهای پیش بینی شده حرکت آب در مدل SWAT	۴۹
شکل ۳-۱۲- توصیفی از نمونه برداری LH-OAT	۶۱
شکل ۳-۱۳ - نرم افزار کمکی SWAT-CUP	۶۶
شکل ۳-۱۴- نمودار اجرایی پاراسول	۶۸
شکل ۴-۱- نقشه آبراهه حوضه آبخیز کچیک	۷۶
شکل ۴-۲- نقشه کاربری اراضی حوضه آبخیز کچیک	۷۷
شکل ۴-۳- نقشه حوضه، زیرحوضه، آبراهه منطقه کچیک	۷۸
شکل ۴-۴- نقشه شیب حوضه آبخیز کچیک	۸۰

عنوان صفحه

شکل ۴-۵- نقشه واحد های هیدرولوژیکی ۸۱

شکل۴-۶- شبیه سازی اولیه رواناب ۸۲

شکل ۴-۷- رتبه‌بندی حساسیت پارامترهای موثر بر بارش – رواناب با استفاده از روش LH-OAT ۸۳

شکل ۴-۸- رواناب روزانه شبیه سازی شده در دوره واسنجی (۲۰۰۴) ۸۶

شکل۴-۹- نمودار محدوده اطمینان ۹۵ درصد دوره واسنجی ۸۷

شکل ۴-۱۰- همبستگی بین مقادیر مشاهداتی و شبیه سازی شده در واسنجی مدل ۸۷

شکل ۴-۱۱- رواناب روزانه شبیه سازی شده در دوره اعتبارسنجی (۲۰۰۶) ۸۹

شکل ۴-۱۲- نمودار محدوده اطمینان ۹۵ درصد دوره اعتبار سنجی و واسنجی ۹۰

شکل ۴-۱۳- همبستگی بین مقادیر مشاهداتی و شبیه سازی شده در اعتبار سنجی مدل ۹۰

شکل ۴-۱۴- نقشه تغییر کاربری اراضی در سناریوی دوم- جنگل و مرتع ۹۲

شکل ۴-۱۵- نقشه کاربری اراضی در سناریوی چهارم - مرتع وزراعت ۹۲

شکل۴-۱۶- مقایسه ۵ سناریو در شبیه سازی رواناب سطحی، جریان عرضی، آب زیرمینی ۹۴

شکل ۴-۱۷- نمودار پراکنش داده‌های دبی شبیه سازی شده و مشاهده ای اوج در سناریوی جنگل ۹۴

شکل ۴-۱۸- نمودار پراکنش داده‌های دبی شبیه سازی شده و مشاهده ای در سناریوی مخلوط جنگل و مرتع ۹۵

شکل ۴-۱۹- نمودار پراکنش داده‌های دبی شبیه سازی شده و مشاهده ای اوج در سناریوی مرتع ۹۵

شکل۴-۲۰- نمودار پراکنش داده‌های دبی شبیه سازی شده و مشاهده ای در سناریوی مخلوط زراعت و مرتع ۹۶

شکل ۴-۲۱- نمودار پراکنش داده‌های دبی شبیه سازی شده و مشاهده ای اوج در سناریوی زراعت ۹۶

شکل ۴-۲۲- دبی های اوج شبیه سازی شده در هر سناریو و حداکثر بارش ۹۷

عنوان صفحه

شکل ۴-۲۳- دبی شبیه‌سازی شده در ۵ سناریو ۹۸

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱- کلیات

۱-۱- مقدمه

با وجود اینکه پیشرفت فناوری از زمان رم باستان آغاز شده است، اما مسائل مربوط به آب همچنان وجود دارد که در سومین مجمع جهانی آب در کیوتو نیز بدان اشاره شده است. (مجمع جهانی آب، ۲۰۰۳). که این مسائل را که شامل عدم بهداشت کافی که عمدتا بر جمعیت فقیر موثر است، تا عدم تامین آب مورد نیاز و کافی، استفاده بیش از حد از منابع آب، سیل ها، خشکسالی ها، سیستم های آبیاری و تامین آب ضعیف و آلودگی بیش از حد آب سطحی و زیرزمینی می باشد، دسته بندی کردند. آیا کاربرد مدل های بارش - رواناب و هیدرولوژی حوضه به عنوان راه حلی برای این طیف وسیع مسائل، مناسب است؟ هدف آنها چیست؟ مورد استفاده آنها چیست؟

مدل های بارش- رواناب ابزاری برای کمک به پاسخگویی به این سوالات ساده مطرح شده (پنمن[1]، ۱۹۶۱) هستند. چه اتفاقی برای باران می افتد؟ با وجود سادگی سوال، پاسخ آن به علت پیچیدگی فرایند های هیدرولوژیکی درحال وقوع ساده نیست. مدل سازی بارش- رواناب دو بخش مشخص (مجزا) دارد (سیواپلان[2]، ۲۰۰۳). از یک طرف، این مدل ها، برای آزمون تئوری ها و شناخت بهتر از فرایند های هیدرولوژیکی به کار برده میشوند که این جنبه علمی استفاده از مدل سازی بارش - رواناب می باشد. از طرف دیگر، مدل های بارش-رواناب از دیدگاه کاربردی به منظور کمک به تصمیم گیری، با ارائه تخمین هایی از حالت های منابع آب به کار میرود. این جنبه تکنولوژیکی کاربرد مدل سازی بارش- رواناب است.

۱-۲- بیان مسئله

در چند دهه اخیر برآورد درست و به موقع از وضعیت کمی و کیفی رواناب یکی از دغدغه های مدیریت-

---

[1] - Penman
[2] - Sivapalan

های کلان کشور به حساب می آید. از طرفی دیگر عدم تخمین مناسب رواناب حاصل از بارش در حوضه های آبخیز، مدیریت بهینه منابع آبی و به ویژه مدیریت بهره برداری مخازن سدها و شبکه آبرسانی را دچار مشکل می نماید. آگاهی از میزان وقوع سیلاب و بررسی رفتار آن نیازمند وجود آمار کافی از وضعیت هیدرولوژیکی حوضه و دبی رودخانه می باشد که تحقق این هدف در رودخانه های فصلی و مناطق فاقد جریانات دایمی مقدور نمی باشد. لذا مدل های هیدرولوژیکی به منظور شبیه سازی فرآیند بارش - رواناب، تحلیل جریان رواناب در رودخانه و درک بهتر عوامل موثر در چرخه هیدرولوژی در حوضه های آبخیز توسعه یافته است (امیری، ۱۳۸۵). علاوه بر این، مدل سازی هیدرولوژیکی از اولین مراحل اقدامات مدیریت و برنامه ریزی منابع آب و نیز بررسی اثرات هیدرولوژیکی تغییر کاربری اراضی و نحوه بهره برداری از منابع طبیعی در یک حوضه آبخیز می باشد که در حوضه های دارای آمارکامل می توان فرایند های هیدرولوژیکی از قبیل رواناب را شبیه سازی کرده و با کمترین هزینه و حداقل زمان برای برآورد میزان رواناب در حوضه های مشابه یا حوضه مورد مطالعه و فاقد آمار یا داری آمار ناقص به کار برد (نام درست،۱۳۸۱).

اثرات متقابل فرایندهای هیدرولوژیکی به کمک مدلسازی پیوسته قابل بررسی است. مدلسازی پیوسته علاوه بر بررسی کمیت منابع آب حوضه و امکان بهره‌برداری و توسعه آن زمینه مناسبی برای بررسی روند تغییرات جریان آب، رسوب‌زایی و تغییرات کیفیت آب فراهم می‌نماید. مدل حوضه آبخیز به بررسی و مطالعه اثرات عملیات آبخیزداری در حال و آینده کمک کرده و ابزاری برای بهینه‌سازی این عملیات به شمار می‌رود. امروزه با پیشرفت علم، مدل های هیدرولوژیکی در برآورد کمی و کیفی جریان های سطحی و زیرزمینی از اهمیت خاصی برخوردار شده اند. تغییرات حاصل ازکاربری اراضی و اقلیم بر اهمیت برنامه ریزی در جهت پیشگیری از مواجهه با بحران آب می افزاید. در دهه اخیر مدلهای فیزیکی _ توزیعی بدلیل انطباق آن با مشخصات تئوری حوضه از اهمیت بیشتری برخوردار شده اند. در نیم قرن گذشته نیز،

صدها مدل مفهومی متناوب توسعه یافته است که شامل مدل آبخیز STANFORD (کرافورد و لینزلی[۳]، ۱۹۶۶)، مدل TANK (اسگوارا[۴]، ۱۹۷۶) و ... می باشد.

مدل های مفهومی بارش - رواناب معمولاً، دارای پارامتر های زیادی بوده و درستی محاسبات آنها بستگی به چگونگی تعیین پارامتر های مناسب دارد. به هرحال، چون آنها در اصل مفهومی هستند، این پارامترها نمی توانند بصورت مستقیم اندازه گیری شوند، بنابراین، بر اساس فرآیندهای واسنجی یک تابع هدف برآورد می شود (تیمو و جیکمن[۵]، ۲۰۰۱). از آنجا که در حوضه های آبخیز امکان اندازه گیری تمام کمیت های مورد نیاز جهت بررسی عکس العمل حوضه میسر نمی باشد، لذا انتخاب مدلی که بتوان در عین سادگی ساختار و با استفاده از حداقل اطلاعات ورودی مورد نیاز ، پیش بینی با دقت قابل قبولی را ارائه کند، امری ضروری به نظر میرسد (شریفی و همکاران، ۲۰۰۲). لذا در تحقیق حاضر از مدل نیمه - فیزیکی - توزیعی SWAT (Soil and Water Assessment Tools) برای شبیه سازی فرایندهای بارش - رواناب استفاده خواهد شد.

مدل SWAT ابتدا بوسیله آزمایشگاه تحقیقاتی آب و خاک تگزاس USDA-ARS[۶] در اراضی چمنی بکار گرفته و توسعه داده شد. اساس مدل، معادله بیلان آبی می باشد. مدل SWAT حاصل تلفیق و اصلاح دو مدل SWRRB[۷] و ROTO[۸] می باشد. مهمترین متغیرهای ورودی این مدل شامل متغیرهای مکانی (مدل رقومی ارتفاع، خاک، پوشش گیاهی) و متغیرهای هیدروکلیماتولوژی (مقادیر بارش، درجه حرارت حداقل و حداکثر، متوسط رواناب روزانه خروجی) می باشد (آرنولد[۹] و همکاران ۱۹۹۸).

---

1 - Crawford and Linsley
4 - Sugawara
5 - Teemu and Jakeman
6 - US Department of Agriculture – Agriculture Research Service
7 - Simulator for Water Resources in Rural Basins
8 - Routing Outputs to Outlet
9 - Arnold

۱-۳- اهداف تحقیق

۱-ارزیابی کارایی مدل نیمه فیزیکیSWAT در پیش بینی رواناب حوضه آبخیز کچیک استان گلستان

۲-شبیه سازی اثرات تغییر کاربری اراضی یر میزان رواناب

۱-۴- فرضیه های تحقیق

۱-مدل (SWAT) از قابلیت خوبی جهت شبیه سازی میزان روانآب در منطقه مورد مطالعه برخوردار است.

۲-این مدل قابلیت شبیه سازی اثر تغییرات کاربری اراضی بر رواناب را دارد.

۱-۵- تعاریف و مفاهیم کلی

۱-۵-۱- حوضه آبخیز: عبارت است از سطحی از منطقه که تمام رواناب حاصل از بارندگی روی آن، به طور طبیعی به یک نقطه در درون یا بیرون آن هدایت می‌شود. نقطه تجمع رواناب که نقطه تمرکز نام دارد، ممکن است در داخل حوضه یا در خروجی آن واقع شود، بر این اساس حوضه بسته یا باز تلقی می-گردد. گاهی یک حوضه شامل چند سطح با جریان خروجی مجزاست که به هر یک از این واحدها زیر حوضه گفته می‌شود (سلطانی، ۱۳۸۱).

۱-۵-۲- حوضه معرف: با توجه به گوناگونی آب و هوایی کشور، نخست سطح کشور از نظر وضعیت هیدرولوژیکی به مناطق مختلفی تقسیم گردید. با در نظر گرفتن شرایط حاکم بر هریک از این بخش ها، حوضه‌هایی با مساحت کم که بتواند نماینده خوبی از منطقه باشد برگزیده شد. این گونه حوضه ها به حوضه معرف شهرت دارند

۱-۵-۳- بارش: عبارت است از کلیه نزولات جوی مانند باران، برف و تگرگ که بنابر اقلیم‌های مختلف، باران یا برف قسمت عمده ای از آن را تشکیل می‌دهد. بارندگی ورودی سیکل هیدرولوژی در یک ناحیه