





دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده کشاورزی

ارزیابی تخمین رواناب و رسوب با استفاده از مدل SWAT2000 در زیر حوزه ونک از حوزه آبخیز کارون شمالی

پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی

اعظمه ژاله

اساتید راهنما
دکتر مجید افیونی
دکتر احمد جلالیان



دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته خاکشناسی خانم اعظمه ژاله
تحت عنوان

ارزیابی تخمین رواناب و رسوب با استفاده از مدل SWAT2000 در زیر حوزه ونک از حوزه آبخیز کارون شمالی

در تاریخ ۱۳۸۵/۱۲/۱۴ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

- | | |
|------------------------|-------------------------------|
| دکتر مجید افیونی | ۱- استاد راهنمای پایان نامه |
| دکتر احمد جلالیان | ۲- استاد راهنمای پایان نامه |
| دکتر سید فرهاد موسوی | ۳- استاد مشاور پایان نامه |
| دکتر منوچهر حیدرپور | ۴- استاد مشاور پایان نامه |
| دکتر محمدعلی حاج عباسی | ۵- استاد داور |
| مهندس فرزاد روحانی | ۶- استاد داور |
| دکتر بهرام شریف نبی | سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده |

تشکر و قدردانی

فداوندا، سپاس که به مرمت نامت رهنمونج سافتی و به لطف بی منتهایت مجاب‌ها از راه برداشتی تا از چشمه لایزال معرفتت توشه ای برچینم. صریر قلمج در گوش جان طنین اندافت تا در فضای اندیشه بزرگ‌مردان عرصه علم، پنجه مجذوب را به گردش درآورم و به تقدیر زمماتشان زبان شکر گشایم.

از اساتید راهنمای گرامیم جناب آقای دکتر مجید افیونی و دکتر احمد جلالیان به خاطر راهنمائی‌های بیدریغ و حمایت‌های همه جانبه‌شان تشکر نموده و برای ایشان سلامتی و موفقیت ورز افزون آرزو می‌کنم. از جناب آقای دکتر سید فرهاد موسوی و دکتر منوچهر میدرپور که مشاورت این پایان‌نامه را بر عهده داشته‌اند تشکر می‌کنم. از جناب آقای دکتر حاج عباسی و مهندس رومانی که زحمت داوری و بازخوانی این پایان‌نامه را داشته‌اند سپاسگزارم.

از اساتید ممتزگ گروه فاکشناسی آقایان دکتر کلباسی، دکتر رضایی نژاد، دکتر شریعتمداری، دکتر فادمی و دکتر حاج رسولیها که افتخار شاگردی ایشان را داشته‌ام تشکر می‌کنم.

اینجانب بخشی از پایان‌نامه خود را طی دو ماه در موسسه EAWAG کشور سوئیس انجام داده و در طی این مدت از دکتر کریم عباسپور استفاده علمی برده‌ام که از ایشان کمال تشکر و قدردانی را دارم.

یاد و خاطره دوستان و همکلاسی‌هایم خانم‌ها مهدوی، سعیدی، امین فر، جعفری، رستمیان، صدر، مومدی، محمدی، فلیلی راد، یونس، کریمی، انتظاری، شاکریان و آقایان بهرامی، سلطان قیصی، ذوالفقاری، بیات و دیگر دوستان فوجم که ذکر نامشان در این نوشته کوتاه نمی‌گنجد در خاطرهم فواهد ماند و برای آنها آرزوی موفقیت می‌کنم.

اعظمه ژاله

اسفند ماه ۱۳۸۵

دانشگاه صنعتی اصفهان

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،
ابتکارات و نوآوریهای ناشی از تحقیق موضوع
این پایان نامه متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان
است.

بخشی از هزینه‌های انجام این تحقیق از محل اعتبارات طرح مشترک
گروه خاک‌شناسی دانشگاه صنعتی اصفهان و مؤسسه تحقیقات محیط
تامین گردیده است K با کد ۶۰۶ (EAWAG) زیست کشور سوئیس
که بدین وسیله تشکر و قدردانی می‌گردد.

تقدیم به

پدر عزیزم، اسطوره صبر و تلاش،
پاسخی به زحمات بی دریغش و بوسه ای بر دستان پرتوانش

مادره تبلور صداقت و مهربانی

همسرم که آسمان امید و وفاست

و

برادرانم، حامیان مهربان و صمیمی



فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فهرست مطالب.....	هشت
فهرست شکل ها.....	سیزده
فهرست جداول.....	پانزده
فهرست تصاویر.....	شانزده
فهرست نقشه ها.....	هفده
چکیده.....	۱
فصل اول.....	۲
۱-۱ مقدمه.....	۲
۱-۱-۱ اهمیت موضوع و ضرورت انجام تحقیق.....	۲
۲-۱ اهداف.....	۲
۳-۱ فناوری تخمین فرسایش.....	۳
۱-۳-۱ تعریف مدل.....	۴
۲-۳-۱ ویژگی یک مدل فرسایشی.....	۴
۳-۳-۱ اساس فناوری تخمین فرسایش.....	۴
۴-۳-۱ طبقه بندی مدل های فرسایشی.....	۵
الف) مدل های تجربی.....	۵
ب) مدل های فیزیکی.....	۵
ج) مدل های رگرسیونی.....	۶
د) مدل های شاخصی.....	۶
ه) مدل های فرایندی ساده.....	۶
و) مدل های دینامیک.....	۸
ز) مدل های پخش مکانی.....	۸
۵-۳-۱ مدل EPIC.....	۹
۶-۳-۱ مدل WEPP.....	۱۰
۷-۳-۱ مدل EUROSEM.....	۱۱
۴-۱ مدل SWAT.....	۱۲
۱-۴-۱ تاریخچه مدل SWAT.....	۱۳
۲-۴-۱ برخی از دلایل انتخاب مدل SWAT.....	۱۵
۳-۴-۱ شرح اجمالی مدل SWAT.....	۱۵
فاز زمین در چرخه هیدرولوژی.....	۱۶

۱۷	.....	اقلیم
۱۷	.....	شیشه ساز آب و هوا
۱۷	.....	برف
۱۸	.....	رطوبت نسبی
۱۸	.....	باندهای ارتفاعی
۱۸	.....	هیدرولوژی
۱۸	.....	ذخیره آسمانه
۱۹	.....	نفوذ
۱۹	.....	تبخیر و تعرق
۲۰	.....	تبخیر و تعرق پتانسیل
۲۱	.....	تبخیر و تعرق واقعی
۲۲	.....	رواناب سطحی
۲۲	.....	روش عدد منحنی رواناب
۲۲	.....	معادله عدد منحنی رواناب
۲۳	.....	گروه‌های هیدرولوژیک خاک
۲۳	.....	تعریف کلاس‌های خاک
۲۴	.....	روش نفوذپذیری گرین و امپت
۲۵	.....	حداکثر میزان رواناب
۲۶	.....	معادلات آب خاک
۲۷	.....	نفوذ عمقی
۲۷	.....	جریان جانبی
۲۹	.....	آب زیر زمینی
۲۹	.....	آبخوان کم عمق
۲۹	.....	تغذیه
۳۰	.....	آب زیرزمینی / جریان پایه
۳۱	.....	تبخیر مجدد
۳۲	.....	پمپاژ
۳۲	.....	ارتفاع آب زیر زمینی
۳۲	.....	فرسایش
۳۳	.....	فاکتور فرسایش پذیری خاک
۳۳	.....	فاکتور مدیریت و پوشش
۳۴	.....	فاکتور عملیات حفاظتی

۳۴.....	فاکتور توپوگرافی.....
۳۴.....	فاکتور سنگریزه درشت.....
۳۵.....	معادله جهانی تلفات خاک (USLE).....
۳۵.....	شاخص فرسایش دهندگی باران.....
۳۵.....	تأخیر رسوب در رواناب سطحی.....
۳۵.....	پوشش زمین / گیاه.....
۳۶.....	واحدهای حرارتی.....
۳۶.....	جذب آب توسط گیاهان.....
۳۷.....	مدیریت آب.....
۳۷.....	آبیاری.....
۳۸.....	انتقال آب.....
۳۸.....	استفاده آب مصرفی.....
۳۸.....	مناطق شهری.....
۳۹.....	فرایندهای آبراهه اصلی.....
۳۹.....	روندیابی آب.....
۳۹.....	خصوصیات کانال.....
۴۰.....	میزان جریان آب و سرعت آن.....
۴۰.....	روش روندیابی ماسکینگام.....
۴۰.....	میزان تلفات.....
۴۱.....	روندیابی رسوب.....
۴۲.....	فاکتور فرسایش پذیری کانال.....
۴۲.....	فاکتور پوشش کانال.....
۴۲.....	۵-۱ بررسی منابع.....
۴۴.....	۶-۱ آنالیز حساسیت، واسنجی و اعتبارسنجی مدل.....
۴۵.....	۷-۱ آنالیز عدم قطعیت با استفاده از نرم افزار SUFI_2.....
۴۸.....	فصل دوم.....
۴۸.....	مواد و روش‌ها.....
۴۸.....	۱-۲ خصوصیات منطقه مورد مطالعه.....
۴۸.....	۱-۱-۲ معرفی منطقه.....
۵۰.....	۲-۱-۲ رودخانه های مهم حوزه ونک.....
۵۱.....	۳-۱-۲ سازندهای زمین شناسی حوزه.....
۵۱.....	۲-۲ اطلاعات هواشناسی و هیدرومتری حوزه ونک.....

۵۱	۱-۲-۲ داده های جریان رودخانه و رسوب
۵۳	۲-۲-۲ سد و چشمه ها
۵۳	۳-۲-۲ اقلیم
۵۵	۳-۲ بررسی درستی و همگنی داده ها
۵۵	۱-۳-۲ آزمون جرم مضاعف
۵۷	۴-۲ اجرای مدل
۵۸	۵-۲ واسنجی مدل و آنالیز عدم قطعیت
۵۸	۱-۵-۲ استفاده از SWAT_SAI برای لینک SWAT_2 و SUFI_2
۶۰	۲-۵-۲ SUFI_2 به عنوان یک الگوریتم بهینه سازی
۶۴	۳-۵-۲ انواع توابع هدف در SUFI-2
۶۶	۶-۲ واسنجی رواناب ماهانه و آنالیز حساسیت
۶۶	۷-۲ واسنجی رسوب روزانه و آنالیز حساسیت
۶۷	۸-۲ اعتبارسنجی رواناب و رسوب
۶۷	۹-۲ بازدید از بعضی قسمت های حوزه
۷۰	فصل سوم
۷۰	نتایج و بحث
۷۰	۱-۳ معیارهای ارزیابی مدل
۷۰	۱-۱-۳ ضریب نش - ساتکلیف
۷۱	۲-۱-۳ ضریب R^2
۷۱	۳-۱-۳ فاکتور درصد تفاوت (D)
۷۲	۲-۳ تقسیم حوزه به زیرحوزه توسط SWAT
۷۳	۳-۳ نقشه های مورد نیاز
۷۳	۱-۳-۳ نقشه مدل ارتفاعی دیجیتالی (DEM) منطقه
۷۴	۲-۳-۳ نقشه استفاده اراضی
۷۶	۳-۳-۳ نقشه خاک
۷۷	تخمین برخی خصوصیات خاک
۷۷	۴-۳-۳ نقشه شبکه جریان
۷۸	۵-۳-۳ نقشه ماسک حوزه
۷۸	۴-۳-۳ رواناب
۷۸	۱-۴-۳ اجرای مدل با در نظر گرفتن سد و چشمه های موجود در حوزه
۸۱	۲-۴-۳ اجرای مدل بدون در نظر گرفتن سد و چشمه ها در حوزه ونک
۸۵	۲-۴-۳ واسنجی رواناب ماهانه

۸۸	توصیف پارامترهای حساس به رواناب.....
۹۳	۳-۴-۳ آنالیز حساسیت رواناب.....
۹۵	۳-۴-۵ اعتبار سنجی رواناب ماهانه.....
۹۹	۳-۵ رسوب.....
۱۰۰	۳-۵-۱ برآورد بار رسوبی ایستگاه‌ها.....
۱۰۰	۳-۵-۲ واسنجی رسوب روزانه.....
۱۰۵	۳-۵-۳ آنالیز حساسیت رسوب روزانه.....
۱۰۵	توصیف پارامترهای حساس به تخمین رسوب.....
۱۰۷	۳-۶ خطاهای داده‌های اندازه‌گیری شده.....
۱۰۹	۳-۷ مقایسه اثر سه نوع وسیله شخم روی رواناب.....
۱۱۶	فصل چهارم.....
۱۱۶	نتیجه‌گیری و پیشنهادها.....
۱۱۸	ضمیمه.....
۱۵۰	منابع.....
۱۵۶	چکیده انگلیسی.....

فهرست شکل‌ها

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱۶.....	شکل ۱-۱ چرخه هیدرولوژی.....
۲۴.....	شکل ۲-۱ مقایسه توزیع مقدار رطوبت مدل شده توسط گرین و امپت و یک توزیع عادی مشاهده شده.....
۲۸.....	شکل ۳-۱ رفتار سفره آب که در مدل ذخیره جنبشی فرض شده است.....
۳۷.....	شکل ۴-۱ توزیع عمقی جذب آب.....
۳۹.....	شکل ۵-۱ ابعاد آبراهه دوزنقه ای.....
۴۶.....	شکل ۶-۱ تصویر ذهنی از رابطه بین عدم قطعیت پارامتر و عدم قطعیت تخمین مدل.....
۵۶.....	شکل ۱-۲ منحنی جرم مضاعف برای داده‌ها بارندگی.....
۵۶.....	شکل ۲-۲ منحنی جرم مضاعف برای داده‌های دبی.....
۵۹.....	شکل ۳-۲ لینک بین SWAT (نارنجی)، SWAT_SAI (سبز) و SUFI_2 (زرد).....
۷۸.....	شکل ۱-۳ شبیه سازی رواناب ماهانه در ایستگاه کاسگان با در نظر گرفتن مهم ترین چشمه‌ها و سد موجود در منطقه مورد مطالعه.....
۷۹.....	شکل ۲-۳ شبیه سازی رواناب ماهانه در ایستگاه سولگان با در نظر گرفتن مهم ترین چشمه‌ها و سد موجود در منطقه مورد مطالعه.....
۷۹.....	شکل ۳-۳ شبیه سازی رواناب ماهانه در ایستگاه آقبلاغ با در نظر گرفتن مهم ترین چشمه‌ها و سد موجود در منطقه مورد مطالعه.....
۷۹.....	شکل ۴-۳ شبیه سازی رواناب ماهانه در ایستگاه ونک با در نظر گرفتن مهم ترین چشمه‌ها و سد موجود در منطقه مورد مطالعه.....
۸۰.....	شکل ۵-۳ نتیجه اجرای مدل برای رواناب ماهانه در ایستگاه کاسگان.....
۸۲.....	شکل ۶-۳ نتیجه اجرای مدل برای رواناب ماهانه در ایستگاه سولگان.....
۸۳.....	شکل ۷-۳ نتیجه اجرای مدل برای رواناب ماهانه در ایستگاه آقبلاغ.....
۸۳.....	شکل ۸-۳ نتیجه اجرای مدل برای رواناب ماهانه در ایستگاه ونک.....
۸۵.....	شکل ۹-۳ نتیجه واسنجی رواناب ماهانه در ایستگاه کاسگان.....
۸۶.....	شکل ۱۰-۳ نتیجه واسنجی رواناب ماهانه در ایستگاه سولگان.....
۸۶.....	شکل ۱۱-۳ نتیجه واسنجی رواناب ماهانه در ایستگاه آقبلاغ.....
۸۷.....	شکل ۱۲-۳ نتیجه واسنجی رواناب ماهانه در ایستگاه ونک.....
۹۶.....	شکل ۱۳-۳ شبیه سازی رواناب ماهانه بعد از اعتبار سنجی مدل در ایستگاه کاسگان.....
۹۷.....	شکل ۱۴-۳ شبیه سازی رواناب ماهانه بعد از اعتبار سنجی مدل در ایستگاه سولگان.....
۹۷.....	شکل ۱۵-۳ شبیه سازی رواناب ماهانه بعد از اعتبار سنجی مدل در ایستگاه آقبلاغ.....
۹۸.....	شکل ۱۶-۳ شبیه سازی رواناب ماهانه بعد از اعتبار سنجی مدل در ایستگاه ونک.....

- شکل ۳-۱۷ نتیجه واسنجی رسوب روزانه در ایستگاه کاسگان..... ۱۰۱
- شکل ۳-۱۸ نتیجه واسنجی رسوب روزانه در ایستگاه سولگان..... ۱۰۱
- شکل ۳-۱۹ نتیجه واسنجی رسوب روزانه در ایستگاه آقبلاغ..... ۱۰۲
- شکل ۳-۲۰ نتیجه واسنجی رسوب روزانه در ایستگاه ونک..... ۱۰۲
- شکل ۳-۲۱ اثر رگبار دوم روی رسوب..... ۱۰۴
- شکل ۳-۲۲ مقایسه دو نوع آمار دبی مربوط به ایستگاه هیدرومتری سولگان..... ۱۰۸
- شکل ۳-۲۳ مقایسه دو نوع آمار دبی مربوط به ایستگاه هیدرومتری کاسگان..... ۱۰۹
- شکل ۳-۲۴ مقایسه اثر سه نوع شخم روی رواناب ماهانه ایستگاه کاسگان..... ۱۱۱
- شکل ۳-۲۵ مقایسه اثر سه نوع شخم روی رواناب ماهانه ایستگاه سولگان..... ۱۱۲
- شکل ۳-۲۶ مقایسه اثر سه نوع شخم روی رواناب ماهانه ایستگاه آقبلاغ..... ۱۱۳
- شکل ۳-۲۷ مقایسه اثر سه نوع شخم روی رواناب ماهانه ایستگاه ونک..... ۱۱۴

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۵۲.....	جدول ۱-۲ نام ایستگاه‌های هیدرومتری و طول دوره آماری استفاده شده برای واسنجی و اعتبار سنجی رواناب.....
۵۳.....	جدول ۲-۲ نام ایستگاه‌های هیدرومتری و طول دوره آماری استفاده شده برای واسنجی رسوب.....
۵۳.....	جدول ۳-۲ چشمه‌های مهم موجود در حوزه ونک.....
۵۴.....	جدول ۲-۴ ایستگاه‌های هواشناسی موجود در حوزه ونک.....
۷۵.....	جدول ۱-۳ نام و درصد استفاده اراضی موجود در حوزه ونک.....
۸۰.....	جدول ۲-۳ ضرایب آماری مربوط به اجرای مدل با در نظر گرفتن چشمه‌های مهم و سد موجود در منطقه.....
۸۱.....	جدول ۳-۳ شماره رودخانه در مدل و مساحتی از منطقه را که زهکشی می‌کنند.....
۸۴.....	جدول ۳-۴ ضرایب آماری مربوط به اجرای رواناب ماهانه توسط مدل.....
۸۷.....	جدول ۳-۵ ضرایب آماری مربوط به واسنجی رواناب ماهانه.....
۸۸.....	جدول ۳-۶ مقادیر پارامترهای نهایی بعد از واسنجی مدل.....
۹۲.....	جدول ۳-۷ پارامترهای استفاده شده برای واسنجی رواناب در حوزه چائوهی.....
۹۴.....	جدول ۳-۸ پارامترهایی که مورد آنالیز حساسیت قرار گرفتند.....
۹۸.....	جدول ۳-۹ ضرایب آماری مربوط به اعتبار سنجی رواناب ماهانه.....
۱۰۳.....	جدول ۳-۱۰ ضرایب آماری مربوط به واسنجی روزانه رسوب.....
۱۰۶.....	جدول ۳-۱۱ پارامترهایی که مورد آنالیز حساسیت قرار گرفتند.....
۱۱۰.....	جدول ۳-۱۲ عمق مخلوط کردن و راندمان مخلوط کردن خاک برای سه شخم در مدل SWAT.....

فهرست تصاویر

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۶۷.....	تصویر ۱-۲ رودخانه کاسگان.....
۶۸.....	تصویر ۲-۲ تیپ مرتعی غالب (گون دافنه).....
۶۸.....	تصویر ۳-۲ رودخانه قره آقاج.....
۶۹.....	تصویر ۴-۲ نمایی از منطقه مهرگرد.....
۶۹.....	تصویر ۵-۲ نمایی از دشت گندمان.....

فهرست نقشه‌ها

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۴۹.....	نقشه ۱-۲ موقعیت زیرحوزه ونک در حوزه آبخیز کارون شمالی.....
۵۰.....	نقشه ۲-۲ محدوده حوزه ونک و شبکه جریان آن.....
۵۲.....	نقشه ۳-۲ موقعیت ایستگاه‌های هیدرومتری موجود در حوزه ونک.....
۵۴.....	نقشه ۴-۲ موقعیت ایستگاه‌های هواشناسی موجود در حوزه ونک.....
۷۲.....	نقشه ۱-۳ تقسیم حوزه ونک به چند زیرحوزه توسط مدل SWAT2000.....
۷۴.....	نقشه ۲-۳ نقشه DEM منطقه مورد مطالعه به همراه زیرحوزه‌ها.....
۷۵.....	نقشه ۳-۳ نقشه استفاده اراضی حوزه مورد مطالعه.....
۷۶.....	نقشه ۴-۳ نقشه خاک حوزه مورد مطالعه.....
۷۷.....	نقشه ۵-۳ نقشه شبکه جریان حوزه مورد مطالعه.....

چکیده

فرسایش خاک یکی از مهم‌ترین چالش‌های کشاورزی و منابع طبیعی جهان در حال حاضر بوده و از شاخص‌های اصلی در ارزیابی سلامت اکوسیستم می‌باشد. اطلاعات و آمار موجود نشان می‌دهد که ۵۹ درصد از ۱۷ حوزه مطالعه شده در ایران به شدت تخریب یافته‌اند. تکنولوژی تخمین فرسایش ابزار قدرتمندی است که بیشتر از نیم قرن است که استفاده می‌شود. هدف از این مطالعه شبیه‌سازی جریان و رسوب در حوزه ونک از زیرحوزه‌های کارون شمالی به مساحت ۳۱۹۸ کیلومتر مربع با استفاده از مدل SWAT2000 بود. SWAT یک مدل شبیه‌سازی پیوسته، مفهومی و طولانی مدت در مقیاس حوزه‌ای است که بر اساس دوره زمانی روزانه طراحی شده است. واسنجی و آنالیز عدم قطعیت مدل با استفاده از برنامه SUFI-2 انجام شد. این برنامه با استفاده از برنامه SWAT-SAI به SWAT متصل شده است. در این مطالعه از داده‌های جریان و رسوب چهار ایستگاه هیدرومتری آقبلاغ، کاسگان، سولگان و ونک برای واسنجی و اعتبارسازی مدل استفاده شد. از پنج معیار برای ارزیابی مدل استفاده شد که عبارت بودند از فاکتور درصد تفاوت، ضریب R^2 ، ضریب نش-ساتکلیف، d-factor و p-factor. ابتدا مدل با در نظر گرفتن سد و چشمه‌های موجود در منطقه اجرا شد که به دلیل عدم دقت آمار موجود و پیوسته نبودن داده‌های اندازه‌گیری شده، شبیه‌سازی جریان و رسوب با حذف آن‌ها صورت گرفت. طول دوره آماری در این مطالعه از سال ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۴ در نظر گرفته شد. واسنجی مدل با سه چهارم داده‌ها و اعتبارسازی با یک چهارم داده‌های باقیمانده انجام شد. طی واسنجی، مدل توانست متوسط رواناب ماهانه سه ایستگاه کاسگان، سولگان و ونک را به صورت رضایت بخشی شبیه‌سازی کند. ضریب R^2 ، ضریب نش-ساتکلیف، d-factor و p-factor به ترتیب برای ایستگاه‌های آقبلاغ ۰/۶۸، ۰/۴۱، ۰/۱۴ و ۰/۷۸، ایستگاه کاسگان ۰/۵۸، ۰/۱۶ و ۰/۷۱، ایستگاه سولگان ۰/۷، ۰/۶۳، ۰/۹۷ و ۰/۷۹ و ایستگاه ونک ۰/۸۵، ۰/۷۶ و ۰/۷۷ و ۰/۸ به دست آمدند. این معیارها در اعتبارسازی متوسط رواناب ماهانه به ترتیب برای ایستگاه آقبلاغ ۰/۷۲، ۰/۷، ۰/۹۵ و ۰/۸۱، ایستگاه کاسگان ۰/۷، ۰/۱، -۰/۰۴ و ۰/۷۹، ایستگاه سولگان ۰/۸۴، ۰/۷۵، ۰/۱۲ و ۰/۷۷، ایستگاه ونک ۰/۸۷، ۰/۷۸، ۰/۸۶ و ۰/۸۹ به دست آمدند. این مقادیر برای ایستگاه‌های آقبلاغ، سولگان و ونک از دقت قابل قبولی برخوردار است. نتایج شبیه‌سازی رواناب ماهانه در حوزه ونک نشان داد که مدل در تخمین حداکثر مقدار رواناب به طور ضعیفی عمل کرده که علت آن می‌تواند مربوط به فرایندهای ریزش برف-ذوب برف باشد که در این مطالعه در مدل وارد نشده‌اند. شبیه‌سازی مدل برای رسوب روزانه رضایت بخش نبود. از دلایل این عدم موفقیت می‌توان به تعداد کم و عدم دقت آمار موجود، در نظر نگرفتن شخم در جهت شیب در مدل و شبیه‌سازی نامناسب رواناب روزانه اشاره نمود. همچنین در این مطالعه اثر سه نوع وسیله شخم بر رواناب بررسی شد که عبارت بودند از گاوآهن برگردان‌دار (سوکی)، گاوآهن چیزل و کولتیواتور پاردرکی. گاوآهن سوکی وسیله شخم غالب در منطقه مطالعاتی بود. نتایج شبیه‌سازی رواناب با این سه وسیله شخم نشان داد که به کار بردن گاوآهن سوکی باعث افزایش حداکثر جریان و کاهش جریان پایه شد ولی استفاده از گاوآهن چیزل و کولتیواتور پاردرکی حداکثر جریان را کاهش و جریان پایه را افزایش داده است، دلیل آن می‌تواند این باشد که گاوآهن سوکی باعث مدفون ساختن بقایای گیاهی و آوردن خاک عمقی به سطح و اتلاف رطوبت خاک عمقی می‌شود ولی به کار بردن گاوآهن چیزل و کولتیواتور پاردرکی با ننگ داشتن بقایا در سطح خاک، فرسایش و تبخیر سطحی را محدود و سبب نفوذ بهتر و ذخیره رطوبت می‌شوند.

فصل اول

مقدمه و بررسی منابع

۱-۱ مقدمه

۱-۱-۱ اهمیت موضوع و ضرورت انجام تحقیق

فرسایش خاک یکی از مهم‌ترین مشکلات کشاورزی در جهان است [۵۷] و عامل اصلی در ارزیابی سلامت اکوسیستم می‌باشد [۷]. امروزه فرسایش خاک به عنوان خطری برای رفاه انسان و حتی برای حیات او به شمار می‌آید. در مناطقی که فرسایش کنترل نمی‌شود، خاک‌ها به تدریج فرسایش یافته، حاصلخیزی خود را از دست می‌دهند [۱۰].

انسان بر اثر قطع بی‌رویه درختان، چرای بیش از حد و بی‌موقع دام در مراتع و کندن بوته‌ها و درخت‌ها به عنوان ماده سوختنی و غیره، موجب کاهش یا نابودی پوشش زنده خاک (گیاه) و هوموس یعنی مهم‌ترین عامل حفظ‌کننده خاک شده است. بدیهی است که خاک با از بین رفتن پوشش زنده و هوموس آن در معرض فرسایش شدید قرار می‌گیرد. اثرهای فرسایش در کاهش حاصلخیزی خاک‌ها، پر شدن سریع سدها، کم شدن ذخیره آبی کشور، متغیر بودن آب‌های سطحی و بروز فصول کم آبی و همچنین پیشروی کویرها و خلاصه در خرابی وضع طبیعی، اقتصادی و اجتماعی ظاهر می‌گردد [۱۵].

فرسایش و رسوب تحولاتی هستند که باعث شکل گرفتن سطح زمین می‌گردند. این تحولات در اثر فعالیت‌های بشری تشدید می‌شوند و به علت اثرهای منفی بزرگی که بر توسعه پایدار می‌گذارند، لازم است حدود، مقادیر و شدت واقعی و همچنین تأثیرات اقتصادی و زیست‌محیطی آنها به صورت کمی مشخص شوند [۲۲].

جبران خاک فرسایش یافته برای طبیعت، بویژه در مناطق خشک که شرایط برای تشکیل خاک بسیار نامساعد می‌باشد، بسیار دشوار و طولانی است [۱۵]. طبق اظهار نظر فورنیه کارشناس فرانسوی، از مناطق آبخیز و آبگیر کره خاکی در هر سال به طور متوسط نزدیک به ۷۶ میلیارد تن خاک بر اثر فرسایش از دست می‌رود [به نقل از ۱۵].

فرسایش خاک در ایران بسیار شدید است. در نقاط مختلف کشور انواع و اقسام مختلف فرسایش مشاهده می‌شود. در مناطق شمالی، شمال شرقی و شمال غربی و همچنین در مناطق کوهستانی بیشتر فرسایش آبی و در مناطق مرکزی، جنوبی و جنوب شرقی فرسایش آبی و بادی غالب است. چون شرایط آب و هوایی قسمت اعظم کشور خشک و نیمه خشک است، کوه‌ها یا پوشش گیاهی ندارند یا کم دارند و مناطقی هم که شرایط آب و هوایی آنها اقتضا می‌کند که باید دارای پوشش گیاهی غنی باشند اغلب بر اثر استفاده بی رویه انسان و حیوان، لخت یا کم گیاه شده است. فقر یا عدم پوشش گیاهی، خشکی خاک، باران‌های تند و درشت و اتفاقی و دیگر شرایط نامساعد سبب شده است که در نقاط مختلف، خاک‌ها به شدت فرسایش یابند [۱۵].

گل آلود بودن کلیه رودهای کشور در مواقع بارندگی و ذوب شدن برف‌ها، از علائم فرسایش شدید خاک است. به عنوان مثال، با طغیان رودخانه کارون و جریان شدید سیلاب‌های ناگهانی تخمین زده‌اند با در نظر گرفتن دبی ۵۰۰۰ متر مکعب آب در ثانیه و جریان حداقل ۵ روز، سالیانه حدود ۲۱۶ میلیون تن خاک از این ناحیه خارج می‌شود [۱۵].

طبق یک تحقیق که توسط جلالیان و همکاران [۵] صورت گرفت، متوسط فرسایش خاک در ایران ۲۵۰۰ تن بر کیلومتر مربع در سال برآورد شده است که حدوداً ۴/۳ برابر متوسط فرسایش جهانی و ۲۰ تا ۳۰ برابر حد قابل قبول فرسایش می‌باشد. همچنین اطلاعات و آمار موجود نشان می‌دهد که ۵۹ درصد از ۱۷ حوزه مطالعه شده در ایران به شدت تخریب یافته اند [۵]. بنابر این مطالعه حاضر با اهداف زیر پایه-ریزی شد.

۱-۲ اهداف

۱- شبیه سازی رواناب و رسوب در زیر حوزه ونک از حوزه آبخیز کارون شمالی با استفاده از مدل

SWAT 2000^۱