بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده منابع طبیعی و کویر شناسی

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی منابع طبیعی-آبخیزداری

عنوان:

تعیین مناطق مستعد احداث سد زیرزمینی با استفاده از شبیه سازی بیلان آب (مدل SWAT) و فرایند تحلیل شبکه ای (ANP)

(منطقه مورد مطالعه: حوزه آبخیز درونگر درگز)

استاد راهنما:

دکترعلی طالبی

استاد مشاور:

دکتر محمدتقی لسانی

مهندس رسول حاجی ابوالقاسمی

پژوهش و نگارش:

احسان زاهدی

تابستان ۱۳۹۲

تقدیم به تنها سرمایه‌های زندگی ام؛ پدر و مادر عزیزم

تشکر و قدردانی

باحمد و سپاس خدای متعال که توانایی قدم گذاشتن در این مسیر را به من عطا فرمود، در این جا لازم می دانم مراتب قدردانی و سپاسگزاری خود را از کلیه کسانی که به نحوی در پیشبرد این امر مرا یاری نموده اند، ابراز دارم؛

از پدر و مادرم که وجودشان روشنی بخش زندگی ام بوده و همواره مرا یاری کرده اند و زبانم از وصف آنان عاجز است، تشکر می نمایم. از استاد ارجمند جناب آقای دکتر علی طالبی که در تمامی مراحل انجام تحقیق با راهنمایی های ارزشمندشان من را در تدوین پایان نامه یاری رساندند، کمال تشکر را دارم. همچنین از جناب آقایان دکتر محمدتقی لسانی و مهندس رسول حاج ابوالقاسمی که زحمت مشاوره اینجانب را تقبل نمودند صمیمانه تشکر و قدر دانی مینمایم. از استادان محترم جناب آقای دکتر حسین ملکی نژاد و جناب آقای دکتر علی فتح زاده که زحمت داوری این پایان نامه را متحمل شدند کمال تشکر را دارم. از دوست و برادر عزیزم جناب آقای دکتر آرش زارع که مرا در مراحل انجام این تحقیق یاری نمودند صمیمانه تشکر و قدردانی می نمایم. همچنین از دوست عزیزم جناب آقای دکتر جواد چرنگی سپاسگزاری می نمایم. از پرسنل محترم اداره مطالعات و مهندسی آبخیزداری اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان خراسان رضوی که در استفاده از گزارشات و مراجع مورد نیاز با اینجانب مساعدت نموده اند، تشکر می گردد، در نهایت از تمامی دوستان عزیزم که بنحوی مرا در تهیه این پایان نامه یاری نمودند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

چکیده

در این پژوهش بر خلاف روش‌هایی که در بحث تعیین مناطق مستعد احداث سد زیرزمینی استفاده گردیده برای اولین بار جریان زیرسطحی حوزه آبخیز که یکی از مهم ترین و تاثیرگذارترین پارامترها در بحث احداث سد زیرزمینی می باشد با استفاده از مدل هیدرولوژیکی SWAT. محاسبه گردید. در این تحقیق برای مکان‌یابی سدزیرزمینی در حوزه درونگر درگز از روش تصمیم گیری فرآیند تحلیل شبکه ای (ANP) که یکی از معتبرترین روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است، استفاده گردید. در مرحله اول با استفاده از معیارهای حذفی به تشخیص و انتخاب محدوده‌های دارای پتانسیل احداث سد زیرزمینی پرداخته شد که در نهایت ۱۶ محدوده پتانسیل دار مشخص گردید. در مرحله دوم پارامترهای لازم جهت اولویت بندی شناسایی گردید. در مرحله بعد با اجرای مدل SWAT رواناب و جریان زیرسطحی منطقه شبیه سازی گردید. این مرحله با استفاده از مدل مفهومی- نیمه توزیعی SWAT و الگوریتم SUFI۲ انجام شد. به منظور انجام موفق مرحله واسنجی در مدل SWAT، قبل از آن یک مرحله آنالیز حساسیت پارامترها انجام شد که ۲۰پارامتر بر اساس درجه حساسیت تنظیم شدند. بعد از اتمام واسنجی و بهینه شدن مدل در منطقه مطالعاتی اقدام به اعتبارسنجی مدل شد. برای واسنجی مدل از داده‌های دوره زمانی ۲۰۰۵-۱۹۹۶ و برای اعتبارسنجی آن دوره زمانی ۲۰۱۰-۲۰۰۶ میلادی مورد استفاده قرار گرفت. جهت تجزیه و تحلیل نتایج از شاخصهای آماری R^2، bR^2 و ضریب نش ساتکلیف (NS) استفاده گردید. پس از واسنجی مدل با استفاده از الگوریتم SUFI۲ ضرایب R^2،bR^2 و NS به ترتیب ۷۷/.، ۰/۷۵ و ۶۸/. و برای مرحله اعتبارسنجی آن ۷۱/.، ۰/۶۷ و ۶۱/. برآورد شدند. بررسی نمودارهای مربوط به واسنجی و اعتبارسنجی مدل نیز نشان داد که زمان وقوع دبی اوج و دبی پایه به خوبی مدلسازی شده است. بطور کلی نتایج بدست آمده نشان می دهد که شبیه سازی رضایتبخش می باشد. بعد از محاسبه جریان زیرسطحی و حجم رواناب و بدست آمدن سایر پارامترهای مورد نیاز که شامل چهار معیار اصلی هیدرولوژی، مخزن، محور و مسائل قتصادی اجتماعی و زیرمعیارهای فرعی آنها می باشد کار اولویت بندی ۱۶ محدوده بدست آمده با استفاده از مدل تصمیم گیری فرایند تحلیل شبکه ای (ANP) انجام گردید. نتایج این تحقیق نشان داد که بهترین محورها برای احداث سد زیرزمینی، در بستر آبرفتی رودخانه‌های با جریان زیرسطحی بالا، حجم مخزن زیاد، همچنین حجم رواناب بالا و شیب پایین و نفوذپذیری بالا بوده است.

کلمات کلیدی: سد زیرزمینی، اولویت بندی، حوزه درونگر درگز، مدل SWAT، جریان زیرسطحی

فهرست مطالب

۱- فصل اول ۱

۱-۱ مقدمه ۲
۱-۲ ضرورت انجام تحقیق ۴
۱-۳ سوالات تحقیق ۸
۱-۴ فرضیات تحقیق ۸
۱-۵ اهداف تحقیق ۹
۱-۶ کلیات و مفاهیم ۹
۱-۶-۱ بخش اول: سد زیرزمینی ۹
۱-۶-۱-۱ سد زیرزمینی ۹
۱-۶-۱-۲ سد زیرزمینی در ایران ۱۰
۱-۶-۱-۳ انواع سدهای زیرزمینی ۱۱
۱-۶-۱-۳-۱ سدهای زیرسطحی ۱۱
۱-۶-۱-۳-۲ سدهای ماسهای ۱۲
۱-۶-۱-۴ کاربرد سدهای زیرزمینی ۱۴
۱-۶-۱-۵ مزایای سد زیرزمینی ۱۴
۱-۶-۱-۶ معایب و اصلاح آنها تا حد ممکن ۱۵
۱-۶-۲ بخش دوم: مدل SWAT ۱۶
۱-۶-۲-۱ انواع مدلها ۱۶
۱-۶-۲-۱-۱ مدلهای فیزیکی ۱۶
۱-۶-۲-۱-۲ مدلهای قیاسی ۱۶
۱-۶-۲-۱-۳ مدلهای ریاضی ۱۶
۱-۶-۲-۲ معرفی مدل SWAT ۱۷
۱-۶-۲-۳ تئوری مدل SWAT ۱۹
۱-۶-۲-۴ ورودیهای مدل ۲۰

۲- فصل دوم ۲۲

۲-۱ مقدمه ۲۳
۲-۲ سد زیرزمینی و فرآیند تحلیل شبکه ای ۲۳
۲-۲-۱ منابع فارسی ۲۳
۲-۲-۲ منابع لاتین ۲۸
۲-۳ مدل SWAT ۳۰
۲-۳-۱ منابع فارسی ۳۰
۲-۳-۲ منابع لاتین ۳۳

۲-۴ جمع‌بندی ۳۹

۳- فصل سوم ۴۱

۳-۱ معرفی منطقه مورد مطالعه ۴۲
۳-۲ روشکار ۴۴
۳-۲-۱ انتخاب محدوده‌های پتانسیل دار ۴۴
۳-۲-۱-۱ منطق بولین ۴۵
۳-۲-۲ تهیه نقشه‌های پایه در مرحله اول ۴۷
۳-۲-۲-۱ کاربری اراضی ۴۷
۳-۲-۲-۲ زمین شناسی ۴۸
۳-۲-۲-۳ شیب ۴۹
۳-۲-۲-۴ گسل ۵۰
۳-۲-۳ تعیین مناطق مستعد اولیه احداث سد زیرزمینی ۵۰
۳-۲-۴ معیارهای بکار رفته در پژوهش جهت اولویت بندی مناطق ۵۲
۳-۲-۴-۱-۳ معیار مخزن سد ۵۴
۳-۲-۴-۱-۱ شاخص حجم مخزن ۵۴
۳-۲-۴-۱-۲ شاخص شیب ۵۴
۳-۲-۴-۱-۳ شاخص مساحت حوزه بالادست ۵۴
۳-۲-۴-۱-۴ شاخص نفوذپذیری ۵۵
۳-۲-۴-۲ محور (محل ساخت سد) ۵۷
۳-۲-۴-۲-۱ شاخص عمق آبرفت ۵۷
۳-۲-۴-۲-۲ شاخص طول محور ۵۷
۳-۲-۴-۲-۳ شاخص لیتولوژی تکیه گاه‌های محور ۵۷
۳-۲-۴-۳ مسائل اقتصادی- اجتماعی ۵۷
۳-۲-۴-۳-۱ شاخص فاصله از روستا ۵۷
۳-۲-۴-۳-۲ شاخص فاصله از جاده ۵۸
۳-۲-۴-۳-۳ شاخص نیاز آب شرب ۵۸
۳-۲-۴-۳-۴ شاخص نیاز آبی کشاورزی ۵۸
۳-۲-۴-۴ هیدرولوژی ۵۸
۳-۲-۴-۴-۱ شاخص تراکم زهکشی ۵۹
۲-۴-۴-۲-۳ شاخص کیفیت اب (EC) ۵۹
۳-۲-۵ مدل SWAT ۶۰
۳-۲-۵-۱ ۳-۳-۳ جزئیات مدل SWAT ۶۲
۳-۲-۵-۲ ورودی‌های مدل ۶۲
۳-۲-۵-۳ معادله بیلان آب در مدل SWAT ۶۳
۴-۵-۲-۳ شبیه‌سازی چرخه هیدرولوژیکی با مدل SWAT ۶۴
۳-۲-۵-۵ روند نمایی تحقیق در مدل SWAT ۶۹
۳-۲-۵-۶ آمادهسازی داده‌های ورودی ۷۰

۳-۲-۵-۶-۱ دادههای اقلیمی و هیدرولوژیکی ۷۴
۳-۲-۵-۶-۲ نقشه‌ی مدل رقومی ارتفاع (DEM) ۷۶
۳-۲-۵-۶-۳ نقشه خاکشناسی ۷۷
۳-۲-۵-۶-۴ نقشه کاربری اراضی ۷۸
۳-۲-۵-۷ پارامترها و ضرایب بکار رفته در مدل SWAT ۷۸
۳-۲-۵-۸ اجرای اولیه مدل ۸۰
۳-۲-۵-۹ آنالیز حساسیت بر اساس اجزای بیلان آب ۸۱
۳-۲-۵-۱۰ واسنجی مدل ۸۲
۳-۲-۵-۱۱ اعتبارسنجی مدل ۸۳
۳-۲-۵-۱۲ ارزیابی کارایی مدل ۸۴
۳-۲-۵-۱۲-۱ ضریب bR^2 ۸۴
۳-۲-۵-۱۲-۲ ضریب ناش-ساتکلیف ۸۵
۳-۲-۶ فرایند تحلیل شبکه‌ای(ANP) ۸۷
۳-۲-۶-۱ مراحل عملی استفاده از مدل ANP ۸۸
۳-۲-۶-۱-۱ مرحله اول: انتخاب هدف و تعیین معیارها و شاخص‌های استاندارد ۸۸
۳-۲-۶-۱-۲ مرحله دوم: تعیین روابط، اثرات و ارتباطات بین خوشه‌ها، عناصر و گزینه‌ها ۸۹
۳-۲-۶-۱-۳ مرحله سوم: مقایسه زوجی بین عناصر، خوشه‌ها و گزینه‌ها ۹۰
۳-۲-۷ شاخص تناسب ۹۱
۳-۲-۸ ارزیابی نظرات کارشناسی در روش ANP ۹۲
۳-۲-۸-۱ جمع بندی ۹۲

۴- فصل چهارم ۹۳

۴-۱ مقدمه: ۹۴
۴-۲ نتایج حاصل از مدل SWAT ۹۵
۴-۲-۱ نتایج حاصل از اولین اجرای مدل SWAT ۹۵
۴-۲-۲ آنالیز حساسیت ۹۹
۴-۲-۳ نتایج حاصل از ارزیابی کارایی مدل SWAT در شبیه سازی جریان ماهانه ۱۰۰
۴-۲-۳-۱ واسنجی مدل SWAT ۱۰۰
۴-۲-۳-۱-۱ مقایسه هیدروگراف های شبیه سازی شده و مشاهداتی در دوره واسنجی با پایه زمانی ماهانه ۱۰۲
۴-۲-۳-۱-۲ تعیین مقادیر بهینه پارامترهای حساس بعد از واسنجی ۱۰۳
۴-۲-۳-۲ اعتبارسنجی مدل SWAT ۱۰۴
۴-۲-۳-۲-۱ مقایسه هیدروگراف های شبیه سازی شده و مشاهداتی در دوره اعتبارسنجی ۱۰۴
۴-۳ تعیین ارزش معیارها، زیرمعیارها و شاخص‌های موثر در تعیین مناطق مناسب احداث سد زیرزمینی ۱۰۶
۴-۳-۱ تعیین ارزش معیارهای اصلی ۱۰۸
۴-۳-۲ تعیین ارزش شاخصهای ۱۵ گانه ۱۰۹
۳-۳-۴ معیار هیدرولوژی ۱۱۱
۴-۳-۳-۱ تعیین ارزش شاخص جریان زیرسطحی ۱۱۱
۴-۳-۳-۲ تعیین ارزش شاخص حجم رواناب ۱۱۴

۴-۳-۳-۳ تعیین ارزش شاخص تراکم زهکشی ۱۱۶
۴-۳-۳-۴ تعیین ارزش شاخص کیفیت آب (EC) ۱۱۷
۴-۳-۴ معیار مخزن ۱۱۸
۴-۳-۴-۱ تعیین ارزش شاخص حجم مخزن ۱۱۸
۴-۳-۴-۲ تعیین ارزش شاخص نفوذپذیری سطحی ۱۱۸
۴-۳-۴-۳ تعیین ارزش شاخص شیب ۱۲۰
۴-۳-۴-۴ تعیین ارزش شاخص مساحت حوزه بالادست ۱۲۲
۴-۳-۵ معیار محور ۱۲۲
۴-۳-۵-۱ تعیین ارزش شاخص عمق آبرفت ۱۲۲
۴-۳-۵-۲ تعیین ارزش شاخص تکیه گاه‌های محور ۱۲۳
۴-۳-۵-۳ تعیین ارزش شاخص طول محور ۱۲۴
۴-۳-۶ معیار عوامل اقتصادی اجتماعی ۱۲۵
۴-۳-۶-۱ تعیین ارزش شاخص نیاز آبی شرب ۱۲۵
۴-۳-۶-۲ تعیین ارزش شاخص نیاز آبی زراعی ۱۲۵
۴-۳-۶-۳ تعیین ارزش شاخص فاصله از روستا ۱۲۶
۴-۳-۶-۴ تعیین ارزش شاخص فاصله از جاده ۱۲۸
۴-۳-۷ تحلیل حساسیت ۱۲۹
۴-۳-۸ تعیین اولویت محورها ۱۳۱

۵- فصل پنجم ۱۳۵

۵-۱ نتیجه گیری ۱۳۶
۵-۲ آزمون فرضیات تحقیق ۱۴۴
۵-۲-۱ آزمون فرض اول ۱۴۴
۵-۲-۲ آزمون فرض دوم ۱۴۴
۵-۲-۳ پیشنهادات ۱۴۴

فهرست جداول

جدول ۳-۱ : اطلاعات مورد استفاده در فایل داده‌های عمومی (BSN.) ۷۱
جدول ۳-۲ : اطلاعات مورد استفاده در فایل خاک (Sol.) ۷۲
جدول ۳-۳ : اطلاعات مورد استفاده در فایل آب زیرزمینی (Gw.) ۷۲
جدول ۳-۴ : اطلاعات مورد استفاده در فایل واحدهای پاسخ هیدرولوژیکی (Hru.) ۷۲
جدول ۳-۵ : اطلاعات مورد استفاده در فایل زیرحوزه (sub.) ۷۳
جدول ۳-۶ : اطلاعات مورد استفاده در فایل روندیابی (Rte.) ۷۳
جدول ۳-۷ : آمارهای مورد نیاز مدل برای ایستگاه مرجع هواشناسی ۷۴
جدول ۳-۸ : مشخصات ایستگاه‌های باران سنجی مورد استفاده در منطقه ۷۵
جدول ۳-۹ : مشخصات ایستگاه‌های دماسنجی مورد استفاده در منطقه ۷۶
جدول ۳-۱۰ : مشخصات ایستگاه سینوپتیک مرجع مورد استفاده در منطقه ۷۶
جدول ۳-۱۱ : پارامترهای موثر بر رواناب و بار رسوب در مدل SWAT و محدوده تغییرات آن‌ها ۷۹
جدول ۳-۱۲ : پارامترهای حساس معرفی شده توسط وایت و همکاران (۲۰۰۵) برای مدل SWAT ۸۲
جدول ۳-۱۳ : نتایج برخی از تحقیقات انجام شده با مدل SWAT ۸۶
جدول ۴-۱ : مشخصات زیرحوزه‌های حوزه آبخیز درونگر تهیه شده به وسیله مدل SWAT ۹۶
جدول ۴-۲ : ترتیب پارامترهای حساس مدل SWAT بر حوزه آبخیز درونگر ۱۰۰
جدول ۴-۳ : ارزیابی کارایی مدل در مرحله واسنجی ۱۰۲
جدول ۴-۴ : مقادیر بهینه پارامترهای حساس بعد از واسنجی برای منطقه مطالعاتی ۱۰۳
جدول ۴-۵ : ارزیابی نهایی کارایی مدل بعد از اعتبار سنجی ۱۰۵
جدول ۴-۶ : طبقات و واحدهای شاخص‌های مورد استفاده در تحقیق ۱۰۷
جدول ۴-۷ : چگونگی ارتباطات بین شاخص‌ها در نرم افزار Super decission ۱۰۹
جدول ۴-۸ : شاخص تناسب معیارهای اصلی ۱۳۲
جدول ۴-۹ : شاخص تناسب کل و اولویت هر یک از محورها ۱۳۲

فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱ : فرآیندهای اصلی شبیه سازی آب زیرزمینی در مدلSWAT ۸
شکل ۱-۲ : نمای کلی از یک سد زیرزمینی ۱۰
شکل ۱-۳ : نمای کلی از سد ماسه ای (شنی) ۱۳
شکل ۱-۴ : فرآیند تهیه HRU در مدل SWAT ۲۰
شکل ۳-۱ : موقعیت جغرافیایی حوزه درونگر درگز ۴۲
شکل ۳-۲ : نمودار جریانی عوامل استفاده شده در منطق بولین.....۴۶
شکل ۳-۳ : نقشه کاربری اراضی حوزه درونگر.....۴۷
شکل ۳-۴ : نقشه زمین شناسی حوزه درونگر ۴۸
شکل ۳-۵ : نقشه شیب حوزه درونگر ۴۹
شکل ۳-۶ : نقشه گسل حوزه درونگر ۵۰
شکل ۳-۷ : مناطق مناسب احداث سد زیرزمینی با استفاده از معیارهای حذفی ۵۱
شکل ۳-۸ : مودار جریانی معیارها و زیرمعیارهای بکاربرده شده در تحقیق ۵۳
شکل ۳-۹ : آزمایش نفوذپذیری با استفاده از استوانه های مضاعف.....۵۵
شکل ۳-۱۳ : آزمایش نفوذپذیری با استفاده از استوانه های مضاعف ۵۶
شکل ۳-۱۴ : آزمایش نفوذپذیری با استفاده از استوانه های مضاعف ۵۶
شکل ۳-۱۲ : ورودیها و خروجیهای مدل SWAT ۶۳
شکل ۳-۱۳ : ساختار کلی چرخه هیدرولوژیک آبخیز در مدل SWAT.....۶۵
شکل ۳-۱۴ : نمودار جریانی (روند نما) مراحل انجام تحقیق ۶۹
شکل ۳-۱۵ : نقشه مدل رقومی ارتفاع زمین محدوه مطالعاتی ۷۶
شکل ۳-۱۶ : نقشه اجزای واحد اراضی منطقه.....۷۷
.شکل ۳-۱۷ : نقشه کاربری اراضی ۷۸
شکل ۳-۱۸ : تفاوت ساختاری بین یک سلسله مراتب و شبکه. ۸۸
شکل ۳-۱۹ : تعیین عناصر، خوشه‌ها و معیارها در مدل ANP ۸۹
شکل ۴-۱ :نقشه زیرحوزه‌های حوزه آبخیز رودخانه درونگر ۹۷
شکل ۴-۲ :مقایسه مقادیر ماهانه بارش و رواناب مشاهده شده حوزه آبخیز ۹۸
شکل ۴-۳ :مقایسه مقادیر ماهانه بارش و رواناب شبیه سازی شده در اولین اجرای مدل حوزه ۹۸
شکل ۴-۴ :نمودار همبستگی مقادیر دبی مشاهداتی و شبیه سازی شده دوره واسنجی ۱۰۱
شکل ۴-۵ :مقایسه هیدروگراف های شبیه سازی شده و مشاهداتی در دوره واسنجی ۱۰۲
شکل ۴-۶ :نمودار همبستگی مقادیر دبی مشاهداتی و شبیه سازی شده دوره اعتبارسنجی ۱۰۴
شکل ۴-۷ :مقایسه هیدروگراف های شبیه‌سازی شده و مشاهداتی در دوره اعتبار سنجی ۱۰۵
شکل ۴-۸ : تعیین اهمیت و وزن هر یک از معیارهای اصلی ۱۰۸
شکل ۴-۹ : تعیین اهمیت و وزن شاخص‌های استفاده شده ۱۱۰
شکل ۴-۱۰ : تعیین اهمیت و وزن طبقات جریان زیرسطحی.....۱۱۲
شکل ۴-۱۱ : نقشه ارتفاع جریان زیرسطحی (میلی متر) ۱۱۳
شکل ۴-۱۲ : نقشه حجم جریان زیرسطحی (متر مکعب) ۱۱۳
شکل ۴-۱۳ : تعیین اهمیت و وزن طبقات حجم رواناب ۱۱۴

شکل ۴-۱۴ : نقشه ارتفاع رواناب زیرحوزه های حوزه درونگر درگز ۱۱۵
شکل ۴-۱۵ : نقشه حجم رواناب زیرحوزه های حوزه درونگر درگز ۱۱۵
شکل ۴-۱۶ : نقشه تراکم زهکشی حوزه درونگر ۱۱۶
شکل ۴-۱۷ : تعیین اهمیت و وزن هر یک از مقادیر تراکم زهکشی ۱۱۶
شکل ۴-۱۸ : نقشه هدایت الکتریکی حوزه درونگر ۱۱۷
شکل ۴-۱۹ : تعیین اهمیت و وزن هر یک از مقادیر هدایت الکتریکی ۱۱۷
شکل ۴-۲۰ : تعیین اهمیت و وزن هر یک از مقادیر حجم مخزن ۱۱۸
شکل ۴-۲۱ : نمودار نفوذپذیری سطحی در منطقه شماره۵ ..... ۱۱۹
شکل ۴-۲۲ : نمودار نفوذپذیری سطحی در منطقه شماره۷ ..... ۱۱۹
شکل ۴-۲۳ : نمودار نفوذپذیری سطحی در منطقه شماره۱۲ ..... ۱۲۰
شکل ۴-۲۴ : تعیین اهمیت و وزن هر یک از مقادیر نفوذپذیری ۱۲۰
شکل ۴-۲۵ : نقشه شیب حوزه درونگر ۱۲۱
شکل ۴-۲۶ : تعیین اهمیت و وزن هر یک از مقادیر نفوذپذیری ۱۲۱
شکل ۴-۲۷ : تعیین اهمیت و وزن هر یک از مقادیر مساحت حوزه بالادست ۱۲۲
شکل ۴-۲۸ : تعیین اهمیت و وزن هر یک از مقادیر ضخامت آبرفت ۱۲۳
شکل ۴-۲۹ : تعیین اهمیت و وزن هر یک از طبقات زمین شناسی ۱۲۳
شکل ۴-۳۰ : نقشه زمین شناسی حوزه درونگر ۱۲۴
شکل ۴-۳۱ : تعیین اهمیت و وزن هر یک از طبقات طول محور ۱۲۴
شکل ۴-۳۲ : تعیین اهمیت و وزن هر یک از طبقات نیاز آبی شرب ۱۲۵
شکل ۴-۳۳ : تعیین اهمیت و وزن هر یک از طبقات نیاز آبی زراعی ۱۲۶
شکل ۴-۳۴ : نقشه فاصله از روستا ۱۶ محور مشخص شده ۱۲۷
شکل ۴-۳۵ : تعیین اهمیت و وزن هر یک از طبقات فاصله از روستا ۱۲۷
شکل ۴-۳۶ : نقشه فاصله از جاده ۱۶ محور مشخص شده ۱۲۸
شکل ۴-۳۷ : تعیین اهمیت و وزن هر یک از طبقات فاصله از جاده ۱۲۸
شکل ۴-۳۸ : نقشه موقعیت ۱۶ محور تعیین شده ۱۳۱
شکل ۴-۳۹ : نقشه نهایی اولویت بندی ۱۶ محور جهت احداث سد زیرزمینی ۱۳۳

فصل اول

کلیات

(مقدمه، هدف و ضرورت تحقیق)

۱-۱ مقدمه

در مناطق خشک همانند سطح عظیمی از کشور ما، انسان همواره با کمبود آب مواجه بوده و هست. در این مناطق امکان افزایش آب قابل استفاده بسیار محدود می باشد، از این رو برای مبارزه با کمبود آن، باید با مدیریتی صحیح، بیشتر به حفاظت و بهره برداری صحیح از آن توجه داشت. جمع آوری آب از جمله اقداماتی است که بویژه در بهره برداری صحیح از آب‌های موجود در مناطق خشک می تواند موثر واقع شود(کردوانی،۱۳۸۳)

آب موجود در سطح کره زمین از نظر زمانی[۱] و مکانی[۲] دارای توزیع غیر یکنواختی می باشد. لوویچ(۱۹۷۳)، برای اولین بار کشف کرد که ذخایر منابع آب در سطح کره زمین مقدار ثابتی نیست. ایشان تحقیقات فراوانی در مورد چرخش آب در طبیعت انجام داد و توازن آب[۳] برای هر یک از قاره ها را محاسبه نمود. بر مبنای محاسبه اوویچ متوسط بارش سالانه بر تمامی سطح زمین حدود ۸۳۴ میلی متر می باشد که در حدود ۵۴۰ میلی متر آن تبخیر گشته و ۲۹۴ میلی متر باقیمانده که بر روی سطح زمین یا در درون آن حرکت کرده و نهایتا به دریاها می ریزند. این منابع اب سبب ایجاد چرخه آب – بارندگی، تبخیر و جریان ثقلی می شود (کوثر،۱۳۷۴ و سلامی،۱۳۸۵). ایران در منطقه ای از دنیا واقع شده است که متوسط بارندگی سالانه آن کمتر از ۱/۳ متوسط باران سالانه جهان است. علاوه بر کمبود باران، توزیع زمانی و مکانی آن نیز بسیار نامناسب است. حتی پربازان ترین نقاط کشور ما، در فصل تابستان نیاز به آبیاری دارد (کردوانی،۱۳۷۹).

بسیاری از کشورهای در حال توسعه در مناطقی که بارندگی به صورت فصلی و غیرقابل پیش بینی است واقع شده اند .در این کشورها تهیه آب تا حد زیادی از طریق ذخیره کردن آب از فصل پر باران برای استفاده در فصول خشک و در سال های مرطوب برای سال های خشک انجام می شود .

---

[۱] Temporal

[۲] spatial

[۳] Water Balance

یکی از راه‌های جمع آوری و تامین آب مورد نیاز در مناطق خشک و نیمه خشک احداث سد زیرزمینی است. سد زیرزمینی دیواری است غیرقابل نفوذ که پس از نفوذ آب در زمین پشت آن، از جریان سفره زیرزمینی که به این طریق تشکیل می‌شود، جلوگیری کرده و مخزنی در پشت دیوار سد ایجاد می کند. با احداث سد زیرزمینی به میزان قابل توجهی از هرز رفتن آب جلوگیری می شود و یک پشته مصنوعی آب زیرزمینی در زیر سطح زمین به وجود می آید که کمک زیادی به جبران کمبود آب و رفع مسائل ناشی از آن به ویژه در زمینه رفع محدودیت، بهره برداری از آب‌های شیرین منطقه و حفاظت از سفره‌های آبدار شیرین در مقابل شوری میکند. در سدهای زیرزمینی آب در زیر زمین ذخیره می شود. بنابراین استفاده از منابع قابل تجدید (استفاده از آب های زیرزمینی کم عمق)، میزان بسیارکم تبخیر، کاهش خطرآلودگی، نبود خسارت مخزن، پایداری بسیار بالای سازه ای، عدم وجود تهدید برای ساکنین و ابنیه پایین دست سد و هزینه پایین ساخت از عواید عمده این نوع تاسیسات می باشد. احداث سدهای زیرزمینی نیاز به ذخیره سطحی ندارد و سبب تغییر کاربری اراضی و اکوسیستم موجود نمی شود. لذا میتوان نتیجه گرفت که از نظر زیست محیطی بی خطر می باشند (Telmer, ۲۰۰۴). مهمترین مشکل در توسعه و ایجاد سدهای زیرزمینی پیچیدگی تعیین مناطق مناسب احداث سد می باشد. این مشکلات از آنجا ناشی میشود که معیارها و عوامل زیادی شامل معیارهای فیزیکی و اجتماعی - اقتصادی در مکانیابی مناسب آن‌ها دخیل می‌باشند. بررسی و تعیین این عوامل در عرصه با استفاده از روشهای سنتی بسیار پرهزینه بوده و نیاز به صرف وقت بسیار دارد (گلمائی و آشتیانی مقدم، ۱۳۸۴).

هدف از طراحی سد های زیر زمینی را به طور کلی می توان در چهار بخش ذکر کرد.

- تامین آب مصرفی
- مدیریت منابع آب ، مانند مسدود کردن چند چشمه یا قنات و هدایت آب آنها به چشمه اصلی یا مادر چاه قنوات
- جلوگیری از پیشروی آب شور به آب زیر زمینی مانند سواحل و دشت های نمک
- آثار زیست محیطی مانند جلوگیری از پخش آلودگی یا تشعشعات هسته ای و اثرات سوء

آنها بر آب های زیرزمینی.

از جمله مزایایی که سد های زیر زمینی نسبت به سد سطحی دارد به این شرح است:

- هزینه ساخت بسیار پایین تر
- نزدیکتر بودن سد به محل مصرف
- عدم کاهش آب به علت تبخیر سطحی
- بهداشتی تر بودن مصرف آب آن به علت گندزدایی از میکروب و ویروس‌هایی که اغلب در آب‌های پشت سد ها وجود دارد.
- تکنولوژی ساخت بسیار ساده

در اکثر مطالعات برای تعیین مکان مناسب احداث سد زیرزمینی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده شده است که در آن‌ها معیارهای زمین‌شناسی مانند ضخامت آبرفت، فاصله تا گسل، فاصله تا آبراهه و ... مدّ نظر بوده و معیارهای مربوط به بیلان هیدرولوژیکی مانند حجم جریان جانبی و آب زیرزمینی، علی‌رغم اهمیت بسیار زیاد، کمتر مورد توجه قرار گرفته‌است. در این مطالعه، در نظر است بیلان آبی حوزه آبخیز درونگر با استفاده از مدل هیدرولوژیکی SWAT[1] شبیه‌سازی شود و مکان‌های (واحدهای کاری) مناسب از نظر جریان‌های آب زیرسطحی و زیرزمینی شناسایی شده و با استفاده از روش فرایند تحلیل شبکه ای (ANP[2]) و لایه‌هایی که از مدل SWAT به دست آمده است و همچنین دیگر لایه‌های اطلاعاتی اقدام به تعیین مکان‌های مناسب جهت احداث سد زیرزمینی گردد.

۱-۲ ضرورت انجام تحقیق

با توجه به اینکه کشور ایران به خاطر وضعیت جغرافیایی و تاثیر عوامل اقلیمی جزء مناطق خشک جهان به شمار می‌رود در بسیاری از نقاط آن دستیابی به منابع آب و حفظ و تقویت آن‌ها

[1]- Soil and Water Assessment Tool

[2] Analytic Network Process

همواره مورد نظر بسیاری از صاحب نظران بوده است. در بسیاری از مناطق خشک و نیمه خشک دستیابی و تامین آب مورد نیاز بخش‌های مختلف تنها با استفاده از منابع آب زیرزمینی میسر می‌باشد. لذا این منابع از عوامل توسعه اقتصادی و اجتماعی این مناطق به شمار می‌روند.

بررسی اجمالی نهشته‌های کواترنر کشور نشان می‌دهدکه حداقل ۵۱ میلیون هکتار از اراضی کشور در صورت وجود آب کافی دارای توان بالقوه کشاورزی می‌باشند که در حال حاضر تنها ۱۰ درصد از این اراضی زیر کشت آبی و حدود ۲۰ درصد آن به کشت دیم اختصاص دارند (مهدوی، ۱۳۷۴). به طور کلی حدود نیمی از سطح کشور را نهشته‌های کواترنر پوشانده‌اند که در بین این نهشته‌ها آبرفت‌هایی وجود دارند که می‌توانند ضمن برخورداری از استعداد ذخیره سیلاب بعنوان عرصه های تولید علوفه، چوب و میوه مورد استفاده قرار گیرند. بر اساس یک بررسی اجمالی حداقل ۳۳ میلیون هکتار با کیفیت متوسط در این نهشته‌ها قابل بهره برداری می‌باشد و حداقل درصد قابل ملاحظه‌ای از این مقدار دارای استعداد ذخیره آب می‌باشند و می‌توانند عرصه تولید باشند(مهدوی، ۱۳۷۴).

در ایران بر اساس تغذیه‌ای که بطور طبیعی در حوزه‌های بالادست و دشت‌ها در اثر بارش‌ها اتفاق می‌افتد، و همچنین آب‌های برگشتی که بعد از آبیاری به رودخانه‌ها باز می‌گردد در حالت استاندارد باید ۵۶ میلیارد متر مکعب آب از منابع آب زیرزمینی برداشت شود. اما طی چند سال اخیر با توجه به خشکسالی‌هایی که در سطح کشور اتفاق افتاده و نیز عدم توجه به تغذیه مصنوعی و محافظت از این منابع، میزان برداشت از منابع آب زیرزمینی به حدود ۶۱ میلیارد متر مکعب رسیده است و این امر، منابع آب زیرزمینی را در سطح کشور بویژه در مناطق بیابانی با خطر آلودگی و پایین رفتن سطح آب روبرو کرده است.

میزان متوسط بارندگی سالانه ایران کمتر از یک سوم متوسط بارندگی سالیانه زمین است. علاوه بر کمبود بارش، توزیع زمانی و مکانی آن نیز بسیار نامناسب است. با توجه به چگونگی توزیع زمانی و مکانی بارش و نیز رواناب در سطح کشور و فقدان رطوبت کافی و جریان های سطحی دائمی، همانند بسیاری از مناطق خشک و نیمه خشک جهان، عمده ترین منابع تامین نیازهای آبی

کشور را آبخوان ها تشکیل می دهند. این شرایط هیدروکلیماتولوژی کشور سبب شده است که از گذشته‌های دور به منابع آب های زیرزمینی توجه خاص شود.

یکی از راه‌های برطرف کردن کمبودهای فصلی آب، استفاده از سدهای زیرزمینی است. سد زیرزمینی دیواری است غیرقابل نفوذ که پس از نفوذ آب در زمین پشت آن، از جریان سفره زیرزمینی که به این طریق تشکیل میشود جلوگیری کرده، مخزنی در پشت دیوار سد ایجاد می کند. با احداث سد زیرزمینی به میزان قابل توجهی از هرز رفتن آب سطحی جلوگیری می شود و یک پشته مصنوعی آب زیرزمینی در زیر سطح زمین به وجود می آید که کمک زیادی به جبران کمبود آب و رفع مسائل ناشی از آن به ویژه در زمینه رفع محدودیت، بهره برداری از آب‌های شیرین منطقه و حفاظت از سفره‌های آبدار شیرین در مقابل شوری می‌کند (کردوانی، ۱۳۷۹).

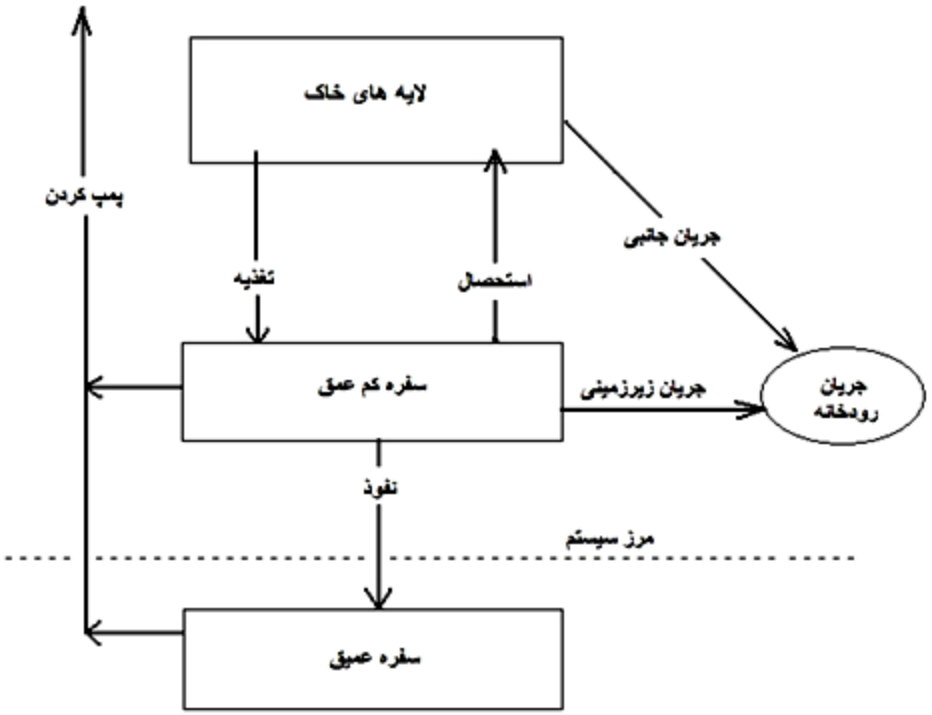
مهمترین مشکل در توسعه و ایجاد سدهای زیرزمینی پیچیدگی تعیین مناطق مناسب احداث سد می باشد. این مشکلات از آنجا ناشی میشود که معیارها و عوامل زیادی شامل معیارهای فیزیکی و اجتماعی - اقتصادی در مکانیابی مناسب آن‌ها دخیل می‌باشند. بررسی و تعیین این عوامل در عرصه با استفاده از روش‌های سنتی بسیار پرهزینه بوده و نیاز به صرف وقت بسیار دارد .

در بحث تعیین مناطق مستعد احداث سد زیرزمینی برای اولین بار است که از مدل SWAT برای شبیه‌سازی بیلان آب و جریان زیرسطحی استفاده می شود. به دلیل اینکه در بحث سد زیرزمینی، جریان زیرسطحی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است ابتدا با استفاده از مدل SWAT مناطقی که دارای جریان زیرسطحی مناسب است شناسایی و محاسبه شده و با استفاده از این پارامتر و دیگر لایه‌های اطلاعاتیِ مربوط، مانند خصوصیات آبرفت (ضخامت آبرفت و نفوذپذیری) عوامل هیدرولوژیکی (سیلخیزی، افت سفره، کیفیت اب) و... جهت تعیین مناطق مستعد احداث سد زیرزمینی اقدام می‌گردد.

مدل SWAT یک مدل هیدرولوژیکی نیمه‌توزیعی است که به‌منظور پیش‌بینی اثرات فعالیت‌های مدیریتی اراضی بر بیلان آب، حرکت رسوب و عوامل شیمیایی کشاورزی در مقیاس حوزه‌ی آبخیز با تنوع در خاک، کاربری اراضی و شرایط مدیریتی در بازهٔ زمانی طولانی توسعه یافته

است. این مدل اطلاعاتی راجع به هوا، خاک، توپوگرافی، پوشش گیاهی و کاربری اراضی در حوزه‌ی آبخیز دریافت می‌کند و فرآیندهای فیزیکی مرتبط با حرکت آب، رسوب و رشد گیاه مستقیما با استفاده از داده‌های ورودی شبیه‌سازی می‌گردد (نیتچ و همکاران، ۲۰۰۵). فرایندهای هیدرولوژیکی اصلی که توسط مدل SWAT شبیه‌سازی می‌شوند شامل تبخیر و تعرق، رواناب سطحی، ذوب برف، نفوذ سطحی، نفوذ عمقی و جریان آب زیر زمینی و جریانهای زیر سطحی می باشد. چهار سیستم فرعی جهت تشکیل فرایندهای شبیه‌سازی در این مدل عبارتند از: لایه های خاک(عمق صفر تا ۳/۵ متر)، منطقه میانی یا غیر اشباع در صورت وجود، سفره آب زیرزمینی کم عمق یا غیر محصور (عمق۳/۵ تا ۲۵ متر)، سفره آب زیرزمینی عمیق یا محصور (عمق بیش از ۲۵ متر) و مسیل‌ها. در این مدل جریان رودخانه از سه منبع اصلی تامین می‌شود. که عبارتند از رواناب سطحی، جریان زیر سطحی و جریان پایه یا همان جریان آب زیرزمینی غیرمحصور.

شکل ۱-۱ صورت کلّیِ مدل مفهومی شبیه‌سازی حرکت آب در داخل زمین در مدل SWAT را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱: فرآیندهای اصلی شبیه سازی آب زیرزمینی در مدلSWAT

۱-۳ سوالات تحقیق

این تحقیق به دنبال پاسخگویی به سوالات زیر است:

۱- مکان های مناسب برای احداث سد زیرزمینی در منطقه درونگر درگز کدامند؟

۲- آیا از مدل SWAT می توان برای شبیه سازی جریان زیرسطحی استفاده نمود؟

۱-۴ فرضیات تحقیق

فرضیات زیر در انجام تحقیق در منطقه مورد مطالعه مدنظر قرار گرفته شده است:

۱- مدل SWAT از قابلیت خوبی جهت شـــبیه‌ســـازی بیلان آبی در حوزه آبخیز درونگر برخوردار است.

۲- با استفاده از ترکیب فرایند تحلیل شبکه ای می توان عوامل موثر در مکانیابی سدهای زیرزمینی را تعیین نمود.