





دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده منابع طبیعی
گروه مهندسی آبخیزداری

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

رشته مهندسی منابع طبیعی-آبخیزداری

پیش‌بینی خشک‌سالی آب زیرزمینی بر اساس خشک‌سالی

هواشناسی در دشت عجب‌شیر

نویسنده

باقر شیرمحمدی

استاد راهنما

دکتر حمیدرضا مرادی

استاد مشاور

مهندس علی زینالی

زمستان ۱۳۹۱



دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده منابع طبیعی

باسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیأت داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه

بدین وسیله گواهی می‌شود آقای باقر شیر محمدی چلان دانشجوی رشته مهندسی آبخیزداری در تاریخ ۱۳۹۱/۱۱/۱۴ از پایان نامه ۶ واحدی خود با عنوان: پیش‌بینی خشکسالی آب زیرزمینی براساس خشکسالی هواشناسی در دشت عجب‌شیر، دفاع کرده است. اعضای هیأت داوران نسخه نهایی این رساله را از نظر فرم و محتوا بررسی کرده و پذیرش آنرا برای دریافت درجه کارشناسی ارشد تأیید می‌نمایند.

امضاء	رتبه علمی	نام و نام خانوادگی	اعضای هیات داوران
	دانشیار	دکتر حمیدرضا مرادی	استاد راهنمای اصلی
	مربی	مهندس علی زینالی	استاد مشاور
	استادیار	دکتر مهدی وفاخواه	استاد ناظر (داخلی)
	استاد	دکتر کریم سلیمانی	استاد ناظر (خارجی)
	استاد	دکتر سید حمیدرضا صادقی	نماینده شورای تحصیلات تکمیلی

آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود، مراتب را قبلاً به صورت کتبی به (مرکز نشر آثار علمی) دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد اینجانب باقر شیرمحمدی در رشته مهندسی آبخیزداری است که در سال ۱۳۹۱ در دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقای دکتر حمیدرضا مرادی و جناب آقای مهندس علی زینالی از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تام ین نماید.

ماده ۶: اینجانب باقر شیرمحمدی چنان دانشجوی رشته مهندسی آبخیزداری در مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

باقر شیرمحمدی

تاریخ و امضا: ۱۳۹۱/۱۱/۱۴



دستور العمل حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش های علمی

دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست های پژوهشی دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسان ها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیات علمی، دانشجویان، دانش آموختگان و دیگر همکاران طرح در مورد نتایج پژوهش های علمی که تحت عناوین پایان نامه، رساله و طرح های تحقیقاتی که با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد ذیل را رعایت نمایند:

ماده ۱- حقوق مادی و معنوی پایان نامه ها/ رساله های مصوب دانشگاه متعلق به دانشگاه است و هر گونه بهره برداری از آن باید با ذکر نام دانشگاه و رعایت آیین نامه ها و دستورالعمل های مصوب دانشگاه باشد.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و استاد راهنما مسئول مکاتبات مقاله باشند.

ماده ۳- انتشار کتاب حاصل از پایان نامه/ رساله و تمامی طرح های تحقیقاتی دانشگاه باید با مجوز کتبی صادره از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه و بر اساس آیین نامه های مصوب انجام می شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه در جشنواره های ملی، منطقه ای و بین المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان نامه/ رساله و تمامی طرح های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این دستورالعمل در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۱۳۸۴/۴/۲۵ در شورای پژوهشی دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب لازم الاجرا است و هر گونه تخلف از مفاد این دستورالعمل، از طریق مراجع قانونی قابل پیگیری خواهد بود.

نام و نام خانوادگی: باقر شیرمحمدی

تاریخ و امضا ۱۳۹۱/۱۱/۱۴



به پاس تعبیر عظیم و انسانی شان از کلمه ایثار و از خودگذشتگی شان و به پاس محبت های بی دریغشان که هرگز
فروکش نمی کند

این مجموعه را تقدیم می کنم به:

پدر و مادر عزیزم،

برادران و خواهران مهربانم،

و استادان فرزانه و فرهیخته ام.

در ابتدا شکر الطاف بیکران خداوند مهربان، بسم که همیشه مراد تمامی بخلات زندگی یار و یاور بوده و میباشد.
از استاد با کمالت و شایسته؛ جناب آقای دکتر حمید رضا مروی که در کمال سعادت زحمات را بهمانی این پایان نامه را بر عهده
گرفتند؛

از جناب آقای مهندس علی زینالی، که زحمات مشاوره این پایان نامه را متقبل شدند؛
از جناب آقای دکتر کریم سلیمانی و جناب آقای دکتر مهدی وفاخواه که نظارت این پایان نامه را بر عهده داشتند و با ارائه
پیشنهادات ارزشمندشان به غنای مجموعه افزودند؛

از جناب آقای دکتر حمید رضا صادقی نماینده محترم تحصیلات تکمیلی که مدیریت جلسه را قبول زحمات فرمودند، کمال
مشکر را دارم؛

مشکر ویژه ای دارم از دوستان بزرگووارم جناب آقای مهندس مجید طائی، مهندس علی عطارزاده که در انجام کام به کام به کام
این تحقیق مرایاری کردند.

با سپاس بی دریغ خدمت دوستان گران بایه ام خانم ها مهندس فرناز ایندومین، مهندس زهره بهرمی، مهندس مهرنوش
محمدی و آقایان مهندس وحید موسوی، مهندس مجید محمدی، مهندس رؤف مصطفی زاده، مهندس حمزه نون مهندس
حسین خیرقام، نعمت اله حمیدی و سعید خسرو بیگی که مرا صمیمانه و مشتاقانه یاری داده اند.

در پایان نیز از همکاری های سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح و سازمان فضایی جمهوری اسلامی ایران در تهیه تصاویر مورد
نیاز این پژوهش کمال مشکر را دارم.

چکیده

خشک‌سالی به عنوان یکی از مهم‌ترین بلایای طبیعی بوده که با وقوع تدریجی، آرام و خزنده بر ابعاد مختلف زندگی بشر تاثیر می‌گذارد. این پدیده ناگوار اقلیمی به طور مستقیم جوامع را از طریق تغییرات در دسترسی به منابع آب تحت تاثیر قرار می‌دهد. یکی از مهمترین منابعی که از خشک‌سالی تاثیر می‌پذیرد منابع آب زیرزمینی است. این تحقیق با هدف پیش‌بینی خشک‌سالی آب زیرزمینی با استفاده از خشک‌سالی هواشناسی دشت عجب‌شیر صورت گرفته است. به این منظور مدل مفهومی آبخوان با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی، نقشه‌ها و مقاطع ژئوفیزیک، ستون چینه-شناسی چاه‌ها، مقاطع عرضی و ورودی و خروجی منطقه تهیه و به مدل عددی تبدیل گردید. سپس با حل معکوس معادله SPI، مقادیر بارش برای هر کدام از سناریوها (وضعیت ترسالی شدید، نرمال، خشک‌سالی متوسط و شدید) محاسبه شد. بین مقادیر بارش و مقادیر تغذیه دوره‌های تنشی که واسنجی در آن صورت گرفت، روابط همبستگی برقرار گردید. پس از استخراج بهترین روابط، مقادیر بارشی که برای هر کدام از سناریوها بدست آمده بود را در روابط جای‌گذاری و مقادیر تغذیه به‌دست آمده برای هر سناریو به‌صورت جداگانه در مدل اعمال و اجرا گردید. به این ترتیب اثرات تنش‌های احتمالی حاصل از خشک‌سالی هواشناسی روی بیلان و تراز آب زیرزمینی در آینده مشخص و مناطق حساس آبخوان و نقاط بحرانی در حالت‌های مختلف خشک‌سالی شناسایی گردید. نتایج بیانگر آن است که آبخوان دشت عجب‌شیر برای سناریوهای ترسالی شدید و شرایط نرمال از نظر تغذیه و تخلیه مشکلی نداشته و بیلان آبی آنها مثبت و به ترتیب $1/23$ و $0/3$ میلیون متر مکعب برای فصل تابستان می‌باشد. اما در مواقع خشک‌سالی متوسط و شدید تعادل تخلیه و تغذیه آبخوان برهم خورده به‌طوری که بیلان آبی برای خشک‌سالی متوسط و برای خشک‌سالی شدید به ترتیب $3/061$ و $4/94$ میلیون متر مکعب برای فصل تابستان به‌دست آمد. همچنین افت سطح ایستابی از ترسالی شدید تا خشک‌سالی شدید به بیش از ۲۵ متر رسیده است.

واژه‌های کلیدی: خشک‌سالی هواشناسی، خشک‌سالی آب زیرزمینی، مدل‌سازی عددی، GMS، آبخوان دشت عجب‌شیر.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول: مقدمه و کلیات
۱	۱-۱ مقدمه
۳	۲-۱ ضرورت تحقیق
۴	۳-۱ اهداف تحقیق
۵	۴-۱ سوالات تحقیق
۵	۵-۱ فرضیه‌های تحقیق
۵	۶-۱ مفاهیم
۵	۱-۶-۱ هیدروگراف واحد آبخوان
۶	۲-۶-۱ آبخوان
۶	۳-۶-۱ آب زیرزمینی
۷	۴-۶-۱ ضریب ذخیره
۷	۵-۶-۱ هدایت هیدرولیکی
۸	۶-۶-۱ ضریب قابلیت انتقال
۸	۷-۶-۱ مدل‌های آب زیرزمینی
۹	۸-۶-۱ مدل‌های عددی
۱۰	۹-۶-۱ روش اجزاء محدود
۱۰	۱۰-۶-۱ روش تفاضل محدود
۱۲	۱۱-۶-۱ نرم افزار GMS
۱۳	۱۲-۶-۱ مدل مفهومی
۱۴	۱۳-۶-۱ شرایط مرزی
۱۴	۱-۱۳-۶-۱ شرایط مرزی درخت
۱۵	۲-۱۳-۶-۱ شرایط مرزی نیومان
۱۵	۳-۱۳-۶-۱ شرایط مرزی کوشی
۱۵	۱۴-۶-۱ کد کامپیوتری MODFLOW
۱۶	۱۵-۶-۱ واسنجی مدل
۱۶	۱۶-۶-۱ آنالیز حساسیت واسنجی
۱۷	۱۷-۶-۱ صحت سنجی
۱۷	۱۸-۶-۱ شاخص SPI
	فصل دوم: سابقه تحقیق
۱۹	۱-۲ مقدمه
۱۹	۲-۲ مطالعات انجام شده در خارج از کشور
۲۳	۳-۲ مطالعات انجام شده در داخل کشور

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲۵	۴-۲ جمع‌بندی
	فصل سوم: مواد و روش‌ها
۲۷	۱-۳ منطقه مورد مطالعه
۲۷	۱-۱-۳ وضعیت عمومی منطقه
۲۷	۲-۱-۳ آب‌وهوای منطقه
۲۸	۳-۱-۳ مرفولوژی منطقه
۲۹	۴-۱-۳ آب‌های سطحی
۲۹	۵-۱-۳ ویژگی‌های آبخوان مورد مطالعه
۳۰	۲-۳ روش تحقیق
۳۰	۱-۲-۳ جمع‌آوری اطلاعات و داده‌های مورد نیاز
۳۰	۲-۲-۳ بررسی وضعیت خشک‌سالی اقلیمی منطقه
۳۱	۳-۲-۳ ترسیم هیدروگراف واحد آبخوان
۳۱	۴-۲-۳ تعیین تاخیر زمانی انتقال خشک‌سالی هواشناسی به آب زیرزمینی
۳۲	۵-۲-۳ مدل مفهومی
۳۳	۶-۲-۳ تهیه مدل مفهومی
۳۳	۱-۶-۲-۳ شرایط مرزی مدل
۳۵	۲-۶-۲-۳ تبخیر و تعرق
۳۵	۳-۶-۲-۳ چاه‌های مشاهداتی
۳۶	۴-۶-۲-۳ تغذیه
۳۷	۵-۶-۲-۳ هدایت هیدرولیکی
۳۸	۶-۶-۲-۳ تخلیه توسط چاه‌های بهره‌برداری
۳۹	۷-۶-۲-۳ تبادل هیدرولیکی رودخانه با آبخوان
۴۰	۳-۳ مدل‌سازی عددی
۴۰	۱-۳-۳ مشخص کردن هدف مدل‌سازی
۴۱	۲-۳-۳ انتخاب معادله حاکم
۴۱	۳-۳-۳ انتخاب کد کامپیوتری
۴۱	۴-۳-۳ طراحی مدل
۴۲	۵-۳-۳ شبکه‌بندی آبخوان
۴۲	۶-۳-۳ درون‌یابی اطلاعات هندسی و بار هیدرولیکی اولیه آبخوان
۴۳	۷-۳-۳ خصوصیات هندسی آبخوان
۴۴	۸-۳-۳ بار هیدرولیکی اولیه
۴۵	۹-۳-۳ تبدیل مدل مفهومی به مدل عددی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۴۵	۳-۳-۱۰ تعریف مدل عددی
۴۶	۳-۳-۱۱ گسسته‌سازی زمانی مدل
۴۷	۳-۳-۱۲ اجرای مدل
۴۷	۳-۳-۱۳ واسنجی
۵۲	۳-۳-۱۴ آنالیز حساسیت
۵۳	۳-۳-۱۵ صحت‌سنجی
۵۴	۳-۴ پیش‌بینی سطح آب زیرزمینی
۵۴	۳-۵ تعیین وضعیت خشک‌سالی اقلیمی منطقه
فصل چهارم: نتایج	
۵۸	۴ نتایج
۵۸	۴-۱ مقدمه
۵۸	۴-۲ تعیین وضعیت خشک‌سالی اقلیمی منطقه
۵۸	۴-۳ هیدروگراف واحد آبخوان
۶۰	۴-۴ تعیین تاخیر زمانی انتقال خشک‌سالی هواشناسی به آب زیرزمینی
۶۰	۴-۵ مدل مفهومی آبخوان دشت عجب‌شیر
۶۱	۴-۶ نتایج واسنجی مدل دشت عجب‌شیر در حالت پایدار
۶۲	۴-۷ نتایج واسنجی مدل دشت عجب‌شیر در حالت ناپایدار
۶۶	۴-۸ بیان آب زیرزمینی سالانه
۶۶	۴-۹ نتایج حاصل از آنالیز حساسیت مدل
۶۷	۴-۱۰ صحت‌سنجی مدل
۶۹	۴-۱۱ اعمال سناریوهای خشک‌سالی
۷۰	۴-۱۱-۱ ترسالی
۷۱	۴-۱۱-۲ شرایط نرمال
۷۲	۴-۱۱-۳ خشک‌سالی متوسط
۷۳	۴-۱۱-۴ خشک‌سالی شدید
۷۳	۴-۱۲ نقشه هم‌تراز ایستایی برای سناریوهای ترسالی، خشک‌سالی متوسط و شدید نسبت به شرایط نرمال
فصل پنجم: بحث، نتیجه‌گیری و پیشنهاتها	
۷۸	۵- بحث
۷۸	۵-۱ مقدمه
۷۸	۵-۲ بررسی خشک‌سالی هواشناسی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۷۹	۳-۵ بررسی خشک‌سالی آب زیرزمینی
۷۹	۴-۵ تاخیر زمانی انتقال خشک‌سالی هواشناسی به آب زیرزمینی
۸۰	۵-۵ مدل‌سازی عددی آب زیرزمینی
۸۵	۶-۵ سناریوهای خشک‌سالی
۸۸	۷-۵ نتیجه‌گیری
۸۹	۸-۵ آزمون فرضیه‌ها
۸۹	۹-۵ پیشنهادها
۹۲	منابع

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۱۱	شکل ۱-۱ مجزا سازی فضایی در روش تفاضل محدود
۲۸	شکل ۱-۳ موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور و استان
۳۴	شکل ۲-۳ شرایط مرزی آبخوان منطقه مورد مطالعه
۳۶	شکل ۳-۳ چاه‌های مشاهداتی منطقه مورد مطالعه
۳۷	شکل ۴-۳ منطقه‌بندی تغذیه منطقه مورد مطالعه
۳۸	شکل ۵-۳ منطقه‌بندی هدایت هیدرولیکی منطقه مورد مطالعه
۳۹	شکل ۶-۳ چاه‌های بهره‌برداري منطقه مورد مطالعه
۴۰	شکل ۷-۳ رودخانه‌ی قلعه‌چای موجود در منطقه مورد مطالعه
۴۳	شکل ۸-۳ شبکه‌بندی منطقه مورد مطالعه
۴۴	شکل ۹-۳ توپوگرافی سطح آبخوان
۴۵	شکل ۱۰-۳ توپوگرافی کف آبخوان
۴۶	شکل ۱۱-۳ بار هیدرولیکی اولیه آبخوان
۴۸	شکل ۱۲-۳ دوره‌های تنش در حالت ناپایدار
۴۸	شکل ۱۳-۳ هدف واسنجی
۵۱	شکل ۱۴-۳ منطقه‌بندی آبدهی ویژه منطقه مورد مطالعه
۵۶	شکل ۱۵-۳ نمودار جریان‌ی مراحل انجام کار
۵۹	شکل ۱-۴ وضعیت خشکسالی اقلیمی منطقه بر اساس روش SPI
۵۹	شکل ۲-۴ هیدروگراف واحد آبخوان
۶۰	شکل ۳-۴ تاخیر زمانی بین وقوع بارندگی و تاثیر آن بر روی سطح ایستابی در حالت پایدار
۶۱	شکل ۴-۴ مدل مفهومی آبخوان دشت عجب‌شیر
۶۱	شکل ۵-۴ برآزش با هیدرولیکی محاسباتی و مشاهداتی در حالت پایدار
۶۲	شکل ۶-۴ تراز سطح آب مشاهداتی و محاسباتی در حالت پایدار
۶۳	شکل ۷-۴ هدایت هیدرولیکی واسنجی شده
۶۳	شکل ۸-۴ آبدهی ویژه واسنجی شده
۶۴	شکل ۹-۴ نقشه سطح ایستابی بعد از واسنجی و نمایش بصری واسنجی دوره تنش ۸
۶۵	شکل ۱۰-۴ تراز ایستابی واقعی و واسنجی شده در حالت ناپایدار در پی‌زومترهای ۱ تا ۸
۶۸	شکل ۱۱-۴ تراز ایستابی واقعی و شبیه‌سازی شده در مرحله صحت‌سنجی در پی‌زومترهای ۱ تا ۸

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۷۰	شکل ۴-۱۲ الف) تغییرات تراز ایستابی سناریوی ترسالی نسبت به شرایط اولیه ب) تراز ایستابی سناریوی ترسالی
۷۱	شکل ۴-۱۳ الف) تغییرات تراز ایستابی سناریوی شرایط نرمال نسبت به شرایط اولیه ب) تراز ایستابی سناریوی شرایط نرمال
۷۲	شکل ۴-۱۴ الف) تغییرات تراز ایستابی سناریوی خشک‌سالی متوسط نسبت به شرایط اولیه ب) تراز ایستابی سناریوی خشک‌سالی متوسط
۷۳	شکل ۴-۱۵ الف) تغییرات تراز ایستابی سناریوی خشک‌سالی شدید نسبت به شرایط اولیه ب) تراز ایستابی سناریوی خشک‌سالی شدید
۷۴	شکل ۴-۱۶ نقشه تراز ایستابی سناریوی ترسالی نسبت به شرایط نرمال
۷۵	شکل ۴-۱۷ نقشه تراز ایستابی سناریوی خشک‌سالی متوسط نسبت به شرایط نرمال
۷۵	شکل ۴-۱۸ نقشه تراز ایستابی سناریوی خشک‌سالی شدید نسبت به شرایط نرمال

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۱۴	جدول ۱-۱ تقسیم‌بندی شرایط مرزی
۱۷	جدول ۲-۱ طبقه بندی شدت خشکسالی بر اساس مقدار SPI
۵۰	جدول ۱-۳ مقادیر اولیه آبدهی ویژه
۵۳	جدول ۲-۳ مقادیر استاندارد حداکثر اختلاف جهت تعیین شاخص حساسیت
۵۴	جدول ۳-۳ مشخصات ایستگاه هواشناسی مورد استفاده
۵۵	جدول ۴-۳ تعیین وضعیت خشکسالی و ترسالی بر اساس شاخص SPI
۶۵	جدول ۱-۴ معیارهای آماری مورد استفاده در ارزیابی میزان خطا در مرحله واسنجی ناپایدار
۶۶	جدول ۲-۴ میانگین بیان سالانه دشت عجبشیر در دوره شش ساله ۱۳۸۴-۱۳۷۸
۶۷	جدول ۳-۴ نتایج آزمون تحلیل حساسیت به همراه درصد حداکثر اختلافات
۶۹	جدول ۴-۴ معیارهای آماری مورد استفاده در ارزیابی میزان خطا در مرحله صحت‌سنجی
۶۹	جدول ۵-۴ سناریوهای خشکسالی

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱- مقدمه و کلیات

۱-۱ مقدمه

خشک‌سالی^۱ به عنوان یکی از مهم‌ترین بلایای طبیعی بوده که با وقوع تدریجی، آرام و خزنده‌اش بر ابعاد مختلف زندگی بشر تاثیر می‌گذارد. این پدیده ناگوار اقلیمی به طور مستقیم جوامع را از طریق تغییرات در دسترسی به منابع آب تحت تاثیر قرار می‌دهد. خشک‌سالی هزینه‌های اقتصادی، اجتماعی و محیطی زیادی را به همراه داشته و خساراتی که به آن نسبت داده می‌شود به صورت غیر منتظره‌ای رو به افزایش است (عزیزی، ۱۳۸۲؛ Moradi و همکاران، ۲۰۱۱). موقعیت جغرافیایی ایران در منطقه جنب حاره باعث قرار گرفتن آن در کمربند خشک جهان گردیده است. با توجه به این موقعیت جغرافیایی، میانگین بارش ایران بسیار کمتر از میانگین جهانی آن می‌باشد (صفوی، ۱۳۸۸). نکته قابل توجه در ارتباط با بارش ایران علاوه بر ریزش کم، تغییرپذیری زمانی و مکانی بالای آن می‌باشد (یاراحمدی و عزیزی، ۱۳۸۶). مشکل آب در بسیاری از مناطق کشور ما همواره وجود داشته و در سال‌های اخیر با توسعه کشاورزی و افزایش جمعیت، ابعاد وسیع‌تری به خود گرفته است. هرچند استفاده از تکنولوژی باعث شده تا بتوان به آب بیش‌تری دسترسی داشت ولی مسلماً نادیده گرفتن مدیریت منابع آب می‌تواند ضایعات بزرگی را به وجود آورد که با تکنولوژی قادر به حل آن نبوده و بسیار پرهزینه می‌باشد. بهره‌برداری بی‌رویه و کنترل نشده از آب‌های زیرزمینی و سطحی، کشور را بیش از پیش دچار مشکل نموده در حالی که با مدیریت و کنترل این منابع می‌توان تا حد زیادی مشکلات کم‌آبی کشور را بر طرف نمود (مهدوی، ۱۳۷۴).

¹ - Drought

بیش از ۶۶ درصد سطح کشور ایران با کمبود آب‌های سطحی مواجه می‌باشد. لذا مردم برای تامین نیاز خود به منابع آب‌های زیرزمینی پناه می‌آورند. کاهش تغذیه آب‌های زیرزمینی به دلیل خشک‌سالی هواشناسی از یک سو و برداشت بیش از پیش آب‌های زیرزمینی از سوی دیگر، موجب شده تا به مرور، حجم آب سفره‌های زیرزمینی کاهش یابد. به این ترتیب، مشکلاتی از قبیل شور شدن، افت سطح ایستابی، نشست زمین (Cao Don و همکاران، ۲۰۰۶؛ Bear و Cheng، ۲۰۱۰)، تداخل آب‌های شور و شیرین (Cao Don و همکاران، ۲۰۰۵) و افزایش غلظت آلاینده‌های صنعتی (اصغری مقدم و محمودی، ۱۳۸۷) را به همراه خواهد داشت.

در سال‌های اخیر روی سناریوهای متفاوت در زمینه خشک‌سالی تحقیقات زیادی صورت پذیرفته است. وقوع خشک‌سالی هواشناسی و به تبع آن خشک‌سالی هیدرولوژیکی، کاهش آب‌های سطحی را در پی خواهد داشت. در این حالت، علاوه بر کاهش نفوذ آب‌های سطحی به سفره‌های زیرزمینی، افزایش برداشت از منابع آب زیرزمینی به منظور جایگزینی کمبود آب‌های سطحی، موجب کاهش سطح آب‌های زیرزمینی خواهد شد (Peters و همکاران، ۲۰۰۶).

یکی از بخش‌های متاثر از شرایط بلند مدت خشک‌سالی، منابع آب زیرزمینی است که متأسفانه کمتر از سایر بخش‌ها مورد توجه قرار گرفته است (شکیبا و همکاران، ۱۳۸۹). اصطلاح خشک‌سالی آب‌های زیرزمینی برای توصیف وضعیتی است که سطح منابع آب زیرزمینی به‌عنوان پیامد مستقیم خشک‌سالی، افت پیدا می‌کند. زمانی که سیستم‌های آب زیرزمینی تحت تاثیر خشک‌سالی واقع می‌شود ابتدا آبگیری، سپس سطح و در نهایت آبدهی آبخوان کاهش پیدا می‌کند. چنین خشک‌سالی را خشک‌سالی آب زیرزمینی^۱ می‌نامند (Peters و Van Lanen، ۲۰۰۰).

برآورد مقدار کل آب‌های زیرزمینی امری دشوار است. حتی اگر بتوان آن را برآورد کرد در بسیاری از سیستم‌های آب‌های زیرزمینی، قبل از اینکه کل حجم سفره پر شود، تخلیه و برداشت از سفره صورت می‌پذیرد که در تعیین حجم کل سفره، خطا ایجاد می‌کند (Callow و همکاران

¹ Groundwater Drought

۱۹۹۹؛ Peters و Van Lanen، ۲۰۰۰). بنابراین اغلب در تعیین خشک‌سالی آب‌های زیرزمینی از تغییرات کاهش سطح آب‌های زیرزمینی استفاده می‌شود (Chang و Teoh، ۱۹۹۵؛ Yeh و Eltahir، ۱۹۹۹). با این حال، تغذیه، ذخیره و یا تخلیه آب‌های زیرزمینی نیز می‌تواند به‌عنوان شاخصی جهت تعیین خشک‌سالی آب‌های زیرزمینی استفاده گردد (Marsh و همکاران، ۱۹۹۴؛ Peters و همکاران، ۲۰۰۱). در راستای تدوین طرح‌های مقابله با خشک‌سالی و مدیریت فعال آن، از ضروری‌ترین ابزار، طراحی سامانه‌های پایش خشک‌سالی می‌باشد. اطلاعات استخراج شده از این سامانه‌ها، تعیین‌کننده نوع عملیات مقابله با خشک‌سالی و زمان شروع آن می‌باشد (مقدسی، ۱۳۸۱).

از آنجایی که بررسی خشک‌سالی آب‌های زیرزمینی و ارتباط آن با خشک‌سالی هواشناسی برای مناطق بزرگ مشکل بوده و همچنین استفاده از روش‌های مستقیم و صحرایی جهت برداشت نمونه بسیار دشوار و توجیه علمی و اقتصادی ندارد، لذا استفاده از روش‌ها و تکنیک‌های مدرن هم-چون مدل‌های رایان‌های جهت مطالعه خشک‌سالی باعث درک بیش‌تر سامانه شده و دارای کارایی مناسب‌تری می‌باشد (محمدی، ۱۳۸۸).

امروزه پیشرفت در زمینه ساخت رایانه و تهیه نرم افزارهای شبیه‌ساز، باعث شده که بتوان به راحتی سیستم منابع آب را شبیه‌سازی و سپس رخدادهای مختلف تاثیرگذار بر آن را بررسی کرد. به این ترتیب، می‌توان اثر آن را بر روی سیستم پیش‌بینی و بهترین گزینه برای بهره‌برداری از منابع آب را انتخاب نمود.

۱-۲ ضرورت تحقیق

افزایش تعداد و تخلیه چاه‌های بهره‌برداری در سال‌های اخیر از یک طرف و بروز پدیده خشک‌سالی از طرف دیگر، سبب افت سطح آب زیرزمینی در اغلب مناطق ایران از جمله دشت عجب‌شیر گردیده است. افت سطح آب زیرزمینی باعث کم شدن آبدهی منابع آب در منطقه شده به طوری که توسعه

بهره‌برداری از این دشت، از سال ۱۳۷۰ ممنوعه اعلام و از آن تاریخ تاکنون همه ساله ممنوعیت آن تمديد شده است (رنجبر و همکاران، ۱۳۸۸).

بر اساس هیدروگراف واحد معرف آبخوان دشت، در طول دوره ۲۵ ساله، حجم ذخیره مخزن به تبع افت سالانه سطح آب زیرزمینی کم شده به طوری که در فاصله زمانی بین سال آبی ۶۴-۶۳ لغایت ۸۸-۱۳۸۷ میزان ۲۳/۴۸ میلیون متر مکعب از حجم ذخیره مخزن آب زیرزمینی کاسته شده است.

به این ترتیب، شناخت اثرات تنش‌های احتمالی مختلف حاصله از خشک‌سالی هواشناسی روی بیلان و تراز آب زیرزمینی و تعیین مناطق حساس آبخوان به تنش‌های مذکور می‌تواند مدیران و تصمیم‌گیران را در شرایط مختلف خشک‌سالی در رابطه با مدیریت منابع آب زیرزمینی و اتخاذ شیوه صحیح بهره‌برداری رهنمون نماید.

۱-۳ اهداف تحقیق

اهداف اصلی تحقیق حاضر به شرح زیر می‌باشد:

- ۱- پیش‌بینی سطح آب زیرزمینی تحت شرایط مختلف خشک‌سالی و ترسالی
- ۲- تعیین ارتباط بین خشک‌سالی هواشناسی و خشک‌سالی آب‌های زیرزمینی آبخوان دشت عجب‌شیر
- ۳- ارزیابی قابلیت مدل^۱ GMS در شبیه‌سازی سطح آب زیرزمینی آبخوان دشت عجب‌شیر

^۱ - Groundwater Modeling System