

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه صنعتی شریف

دانشکده مهندسی عمران

گرایش مهندسی آب

پایان نامه کارشناسی ارشد

عنوان:

مدلسازی تخصیص آب بر پایه رفتار هیدرولوژیکی حاکم بر دشت‌های بحرانی

(مطالعه موردی: دشت مشهد)

نگارش:

سامان رفیعی

۹۱۲۰۸۰۳۶

استاد راهنما:

دکتر مسعود تجریشی

دی ماه ۱۳۹۳

## چکیده

دشت مشهد از مهمترین دشت‌های استان خراسان رضوی است. رشد سریع جمعیت همراه با توسعه کشاورزی در دهه های اخیر سبب برداشت بیرویه و فشار بر منابع آبی این دشت گردیده است. استفاده بی رویه از منابع آب زیرزمینی و تغذیه کم این دشت باعث افت سطح آب زیرزمینی در سال‌های اخیر شده است. از سال ۱۳۴۷ به دلیل افت سطح آب زیرزمینی این دشت در گروه دشت‌های ممنوعه قرار گرفت. در این رساله مدل سازی تخصیص آب مصرف کنندگان در سه بخش کشاورزی، صنعت و شهری با استفاده از مدل سیستم‌های چند کاربره صورت گرفت که اثر برداشت از منابع آب زیرزمینی دشت ممنوعه مشهد توسط مدل جریان آب زیرزمینی ساخته شده در نرم افزار GMS، بر روی تراز آب زیرزمینی دیده شد. در این رساله دو سناریو وجود دارد که در سناریو اول روند موجود تا پایان سال آبی ۹۵-۱۳۹۴ مدل سازی شده و تغییرات تراز آب زیرزمینی در آن به دست آمد. در سناریو دوم میزان مجاز برداشت از سفره آبی زیرزمینی دشت برابر ۸۷ درصد در نظر گرفته و تا پایان سال آبی ۹۵-۱۳۹۴ مدل سازی و تغییرات تراز آب زیرزمینی در این سناریو نیز بدست آمد. در نهایت با مقایسه تغییرات تراز آب زیرزمینی در دو سناریو به این نتیجه رسیده شد که با اعمال سناریو دوم در پایان سال آبی ۹۵-۱۳۹۴ تراز آب زیرزمینی در دشت مشهد  $1/48$  متر بالا تر از آب زیرزمینی در پایان سناریو اول می‌باشد. لذا اعمال این محدودیت برداشت برای کاربران کشاورزی در بازبایی منابع آب زیرزمینی دشت مشهد، طرحی کارا می‌باشد.

کلیدواژه: دشت مشهد، سطح آب زیرزمینی، مدل سیستم های چندکاربره، GMS

## فهرست

۲	۱-۱-مقدمه و تعریف مسئله
۲	۲-۱-ضرورت انجام تحقیق
۳	۳-۱-اهداف تحقیق
۴	۴-۱-سوالات تحقیق
۴	۵-۱-مراحل انجام تحقیق
۴	۶-۱-فرضیات تحقیق
۴	۷-۱-نرم افزارهای مورد استفاده
۵	۸-۱-مروری بر مطالب فصل‌ها
۷	فصل دوم-مروری بر منابع و آشنایی با مفاهیم پایه
۷	۱-۲-تاریخچه مطالعات قبلی
۷	۱-۲-۱-تاریخچه مطالعات قبلی در سایر نقاط دنیا
۱۰	۱-۲-۲-تاریخچه مطالعات قبلی در دشت مشهد
۱۱	۲-۲-معرفی مدل‌های استفاده شده
۱۱	۱-۲-۲-معرفی مدل سیستم‌های چندکاربره (MULTI AGENT SYSTEM)
۱۳	۱-۲-۲-۱-روش بهینه سازی غیر متمرکز
۱۵	۲-۲-۲-الگوریتم ژنتیک
۱۵	۱-۲-۲-۱-ایده اصلی استفاده از الگوریتم ژنتیک
۱۷	۲-۲-۲-۲-مکانیزم الگوریتم ژنتیک
۱۸	۲-۲-۲-۳-عملگرهای الگوریتم ژنتیک
۱۸	۲-۲-۲-۱-کدگذاری
۱۹	۲-۲-۲-۲-ارزیابی
۱۹	۲-۲-۲-۳-ترکیب
۱۹	۲-۲-۲-۴-جهش
۱۹	۲-۲-۲-۵-رمزگشایی
۱۹	۲-۲-۳-معرفی مدل MODFLOW
۱۹	۱-۳-۲-۲-تاریخچه مدل
۲۱	۲-۳-۲-۲-مدل ریاضی
۲۲	۳-۳-۲-۲-معادله تفاضل‌های محدود
۳۱	فصل سوم- معرفی منطقه
۳۱	۱-۳- معرفی منطقه مورد مطالعه
۳۱	۱-۳-۱-موقعیت جغرافیایی دشت مشهد
۳۲	۱-۳-۲-آزمین شناسی منطقه
۳۳	۳-۱-۳- هوا شناسی
۳۵	۴-۱-۳- تبخیر
۳۸	۵-۱-۳- موقعیت آبهای سطحی
۳۹	۶-۱-۳- هیدروژئولوژی
۳۹	۱-۶-۱-۳- ضخامت آبرفت

۴۰	..... آبخوان دشت مشهد
۴۱	..... عمق برخورد به آب زیرزمینی
۴۳	..... تغییرات سطح آب زیر زمینی
۴۴	..... بهره برداری از سفره زیر زمینی
۴۴	..... چاه‌های پیزومتری دشت مشهد
۴۵	..... ضریب هدایت هیدرولیکی
۴۶	..... بیلان آب زیرزمینی در دشت مشهد
۴۷	..... الگوی کشاورزی دشت مشهد
۵۰	..... ارزش اقتصادی در بخش‌های مختلف صنعتی، کشاورزی و شرب در دشت مشهد
۵۱	..... قیمت آب در بخش‌های مختلف
۵۳	..... فصل چهارم-مدلسازی تخصیص آب دشت و مدلسازی آب زیرزمینی دشت مشهد
۵۳	..... ۱-۴- مقدمه
۵۴	..... ۲-۴- ارزش اقتصادی آب
۵۴	..... ۳-۴- تعیین تعداد کاربران در هر حوزه کشاورزی، صنعت و شهری
۵۴	..... ۴-۴- قیمت آب در بخش‌های کشاورزی، صنعت و شهری در دشت مشهد
۵۴	..... ۵-۴- تعیین ضرایب A, B و C توابع هدف کاربران
۵۶	..... ۶-۴- بیلان آب زیرزمینی
۵۸	..... ۷-۴- مدل سازی آب زیرزمینی در دشت مشهد
۵۸	..... ۱-۷-۴- شبکه بندی مدل
۵۸	..... ۲-۷-۴- تقسیم بندی زمانی مدل
۵۸	..... ۳-۷-۴- محدوده مدل (شرایط مرزی)
۵۹	..... ۴-۷-۴- ترازاولیه آب زیرزمینی
۵۹	..... ۵-۷-۴- تغذیه باران
۵۹	..... ۶-۷-۴- ورودی آب زیرزمینی
۵۹	..... ۷-۷-۴- خروجی آب زیرزمینی
۵۹	..... ۸-۷-۴- پیزومترهای مشاهده ای موجود در سطح دشت مشهد
۵۹	..... ۹-۷-۴- واسنجی مدل
۶۳	..... ۸-۴- تفسیر نتایج مدل سازی
۶۴	..... ۹-۴- صحت سنجی مدل
۶۶	..... ۱۰-۴- خطای مدل سازی
۶۹	..... ۱۱-۴- تحلیل حساسیت
۸۲	..... فصل پنجم-جمع بندی و نتیجه گیری
۸۲	..... ۱-۵- مقدمه
۸۲	..... ۲-۵- سناریوی اول، ادامه روند موجود
۹۱	..... ۳-۵- سناریو دوم، تغییر نظام تخصیص در دشت ممنوعه مشهد
۹۹	..... ۴-۵- نتیجه گیری
۱۰۲	..... ۵-۵- پیشنهادات
۱۰۵	..... مراجع
۱۱۵	..... پیوست ۱- تغییرات تراز آب زیرزمینی شبیه‌سازی شده در بازه زمانی کالیبراسیون
۱۳۲	..... پیوست ۲- تغییرات تراز آب زیرزمینی شبیه‌سازی شده در بازه زمانی صحت سنجی



## فهرست اشکال

- شکل ۱-۱- ارتباط بین مدیران، محیط زیست و کاربران ..... ۱۲
- شکل ۱-۲- شش سلول مجاور سلول (K, L, I) ..... ۲۳
- شکل ۲-۲- جریان بین سلولی در راستای ردیف‌ها ..... ۲۳
- شکل ۳-۲- هیدروگراف سلول (K, L, I) ..... ۲۷
- شکل ۱-۳- دشت مشهد به همراه موقعیت پیزومترها در ۳ استان خراسان شمالی، رضوی و جنوبی ..... ۳۱
- شکل ۲-۳- نقشه تغییرات ارتفاعی منطقه (متر) ..... ۳۲
- شکل ۳-۳- بارش ماهانه ایستگاه اولنگ اسدی ..... ۳۴
- شکل ۴-۳- بارش ماهانه ایستگاه گل‌مکان ..... ۳۴
- شکل ۵-۳- بارش ماهانه ایستگاه بلغور ..... ۳۵
- شکل ۶-۳- موقعیت ایستگاه‌های باران‌سنجی در سطح دشت مشهد ..... ۳۵
- شکل ۷-۳- تبخیر ماهانه ایستگاه سد طرق ..... ۳۶
- شکل ۸-۳- تبخیر ماهانه ایستگاه زشک خراسان ..... ۳۶
- شکل ۹-۳- تبخیر ماهانه ایستگاه قدیر آباد ..... ۳۷
- شکل ۱۰-۳- موقعیت ایستگاه‌های تبخیرسنجی در سطح دشت مشهد ..... ۳۷
- شکل ۱۱-۳- موقعیت ایستگاه‌های هیدرومتری در سطح حوزه آبخیز کشف رود (۱۴) ..... ۳۸
- شکل ۱۲-۳- نقشه هم‌ضخامت رسوبات آبرفتی ..... ۴۰
- شکل ۱۳-۳- عمق برخورد به آب زیر زمینی در دشت مشهد ..... ۴۱
- شکل ۱۴-۳- مقطع طولی A-A ..... ۴۲
- شکل ۱۵-۳- مقطع عرضی B-B ..... ۴۲
- شکل ۱۶-۳- مقطع عرضی C-C ..... ۴۲
- شکل ۱۷-۳- مقطع عرضی D-D ..... ۴۳
- شکل ۱۸-۳- نشست زمین در اثر افت سطح آب زیرزمینی ..... ۴۳
- شکل ۱۹-۳- لوله زایی در اثر افت سطح آب زیرزمینی، سال ۱۳۸۴، روستای حسن خودرو ..... ۴۴
- شکل ۲۰-۳- لوله زایی در اثر افت سطح آب زیرزمینی، سال ۱۳۸۸، روستای حسن خودرو ..... ۴۴
- شکل ۲۱-۳- نقشه توزیع ضریب هدایت هیدرولیکی ..... ۴۶
- شکل ۲۲-۳- پراکنده‌گی اراضی و چاه‌های برداشت در دشت مشهد (۳۱) ..... ۴۹
- شکل ۲۳-۳- کاربری اراضی در دشت مشهد (۳۱) ..... ۵۰
- شکل ۱-۴- نحوه عملکرد مدل MAS و MODFLOW در این مطالعه ..... ۵۳
- شکل ۲-۴- مصرف چاه‌های کشاورزی (متر مکعب بر روز) ..... ۵۶
- شکل ۳-۴- دیاگرام بیلان آب ..... ۵۸
- شکل ۴-۴- فرایند کالیبراسیون مدل MAS و MODFLOW ..... ۶۱
- شکل ۵-۴- تغییرات ضریب هدایت هیدرولیکی پس از کالیبراسیون ..... ۶۲
- شکل ۶-۴- شماتیک تغییرات تراز آب زیرزمینی دشت مشهد در طول دوره مدلسازی ..... ۶۴
- شکل ۷-۴- فرایند صحت‌سنجی مدل MAS و MODFLOW ..... ۶۵
- شکل ۸-۴- اثر آب برگشتی چاه‌ها در نتایج مدل در پیزومتر شماره ۶ ..... ۷۰
- شکل ۹-۴- اثر آب برگشتی چاه‌ها در نتایج مدل در پیزومتر شماره ۱۲ ..... ۷۰
- شکل ۱۰-۴- اثر آب برگشتی چاه‌ها در نتایج مدل در پیزومتر شماره ۱۸ ..... ۷۱
- شکل ۱۱-۴- اثر آب برگشتی چاه‌ها در نتایج مدل در پیزومتر شماره ۲۴ ..... ۷۱

شکل ۴- ۱۲- اثر آب برگشتی چاهها در نتایج مدل در پیزومتر شماره ۳۰.....	۷۱
شکل ۴- ۱۳- اثر آب برگشتی چاهها در نتایج مدل در پیزومتر شماره ۳۶.....	۷۲
شکل ۴- ۱۴- اثر آب برگشتی چاهها در نتایج مدل در پیزومتر شماره ۴۲.....	۷۲
شکل ۴- ۱۵- اثر آب برگشتی چاهها در نتایج مدل در پیزومتر شماره ۴۸.....	۷۲
شکل ۴- ۱۶- اثر آب برگشتی چاهها در نتایج مدل در پیزومتر شماره ۵۴.....	۷۳
شکل ۴- ۱۷- اثر آب برگشتی چاهها در نتایج مدل در پیزومتر شماره ۶۰.....	۷۳
شکل ۴- ۱۸- اثر ضریب ذخیره لایه آبدار در نتایج مدل پیزومتر ۶.....	۷۳
شکل ۴- ۱۹- اثر ضریب ذخیره لایه آبدار در نتایج مدل پیزومتر ۱۲.....	۷۴
شکل ۴- ۲۰- اثر ضریب ذخیره لایه آبدار در نتایج مدل پیزومتر ۱۸.....	۷۴
شکل ۴- ۲۱- اثر ضریب ذخیره لایه آبدار در نتایج مدل پیزومتر ۲۴.....	۷۴
شکل ۴- ۲۲- اثر ضریب ذخیره لایه آبدار در نتایج مدل پیزومتر ۳۰.....	۷۵
شکل ۴- ۲۳- اثر ضریب ذخیره لایه آبدار در نتایج مدل پیزومتر ۳۶.....	۷۵
شکل ۴- ۲۴- اثر ضریب ذخیره لایه آبدار در نتایج مدل پیزومتر ۴۲.....	۷۵
شکل ۴- ۲۵- اثر ضریب ذخیره لایه آبدار در نتایج مدل پیزومتر ۴۸.....	۷۶
شکل ۴- ۲۶- اثر ضریب ذخیره لایه آبدار در نتایج مدل پیزومتر ۵۴.....	۷۶
شکل ۴- ۲۷- اثر ضریب ذخیره لایه آبدار در نتایج مدل پیزومتر ۶۰.....	۷۶
شکل ۴- ۲۸- اثر ضریب هدایت هیدرولیکی در نتایج مدل پیزومتر ۶.....	۷۷
شکل ۴- ۲۹- اثر ضریب هدایت هیدرولیکی در نتایج مدل پیزومتر ۱۲.....	۷۷
شکل ۴- ۳۰- اثر ضریب هدایت هیدرولیکی در نتایج مدل پیزومتر ۱۸.....	۷۷
شکل ۴- ۳۱- اثر ضریب هدایت هیدرولیکی در نتایج مدل پیزومتر ۲۴.....	۷۸
شکل ۴- ۳۲- اثر ضریب هدایت هیدرولیکی در نتایج مدل پیزومتر ۳۰.....	۷۸
شکل ۴- ۳۳- اثر ضریب هدایت هیدرولیکی در نتایج مدل پیزومتر ۳۶.....	۷۸
شکل ۴- ۳۴- اثر ضریب هدایت هیدرولیکی در نتایج مدل پیزومتر ۴۲.....	۷۹
شکل ۴- ۳۵- اثر ضریب هدایت هیدرولیکی در نتایج مدل پیزومتر ۴۸.....	۷۹
شکل ۴- ۳۶- اثر ضریب هدایت هیدرولیکی در نتایج مدل پیزومتر ۵۴.....	۷۹
شکل ۴- ۳۷- اثر ضریب هدایت هیدرولیکی در نتایج مدل پیزومتر ۶۰.....	۸۰
شکل ۵- ۱- هیدروگراف شبیه سازی شده آبخوان از مهر ۱۳۸۶ الی شهریور ۱۳۹۵.....	۸۳
شکل ۵- ۲- نتیجه آزمون من کندال بر روی داده های تراز آب زیرزمینی پیش بینی شده دشت ممنوعه مشهد تحت سناریو اول.....	۸۳
شکل ۵- ۳- میانگین متحرک ۱۲ ماهه تراز آب زیرزمینی هیدروگراف واحد دشت ممنوعه مشهد.....	۸۴
شکل ۵- ۴- قیاس میزان تغذیه سفره آب زیرزمینی با میزان برداشت از آن.....	۹۰
شکل ۵- ۵- رابطه تغذیه سفره آب زیرزمینی با میزان برداشت از آن.....	۹۱
شکل ۵- ۶- هیدروگراف آبخوان دشت مشهد تحت سناریو دوم.....	۹۲
شکل ۵- ۷- آزمون من کندال بر روی داده های تراز آب زیرزمینی دشت مشهد تحت سناریو دوم.....	۹۳
شکل ۵- ۸- میانگین متحرک ۱۲ ماهه داده های تراز آب زیرزمینی دشت مشهد تحت سناریو دوم.....	۹۳
شکل ۵- ۹- قیاس میزان تغذیه سفره آب زیرزمینی با میزان برداشت از آن.....	۹۸
شکل ۵- ۱۰- رابطه تغذیه سفره آب زیرزمینی با میزان برداشت از آن.....	۹۹
شکل ۵- ۱۱- مقایسه میانگین متحرک تراز آب زیرزمینی در اثر اجرای سناریو های اول و دوم.....	۱۰۱
شکل پیوست ۱-۱- نتایج کالیبراسیون مدل (پیزومتر ۱).....	۱۱۵
شکل پیوست ۱-۲- نتایج کالیبراسیون مدل (پیزومتر ۲).....	۱۱۵
شکل پیوست ۱-۳- نتایج کالیبراسیون مدل (پیزومتر ۳).....	۱۱۵









شکل پیوست ۲-۶۲- نتایج صحت سنجی مدل (پیزومتر ۶۲)..... ۱۴۷

## فهرست جداول

جدول ۱-۳	ایستگاه های باران سنجی دشت مشهد	۳۴
جدول ۲-۳	ایستگاه های تبخیر سنجی دشت مشهد	۳۶
جدول ۳-۳	ایستگاه های هیدرومتری دشت مشهد	۳۹
جدول ۴-۳	چاه های مشاهده ای دشت مشهد	۴۵
جدول ۵-۳	بیان آبی دشت مشهد در ماه های مختلف سال آبی ۱۳۸۶-۱۳۸۷	۴۷
جدول ۶-۳	نیاز خالص آبیاری محصولات زراعی و باغی دشت مشهد (۹)	۴۷
جدول ۷-۳	مساحت زیر کشت محصولات زراعی و باغی دشت مشهد (۲۴)	۴۸
جدول ۸-۳	کاربری اراضی و مساحت هر کدام	۴۹
جدول ۱-۴	مصرف چاه های کشاورزی (متر مکعب بر روز)	۵۵
جدول ۲-۴	داده های مورد نیاز ورودی مدل آب زیرزمینی	۶۳
جدول ۳-۴	آماره های مشخص کننده خطای مدل	۶۶
ادامه جدول ۳-۴	آماره های مشخص کننده خطای مدل	۶۷
جدول ۴-۴	متغیرهای شرکت کننده در فرایند تحلیل حساسیت	۶۹
جدول ۱-۵	بیان آب زیرزمینی در ماه های مختلف سال آبی ۸۶-۸۷	۸۴
جدول ۲-۵	بیان آب زیرزمینی در ماه های مختلف سال آبی ۸۷-۸۸	۸۵
جدول ۳-۵	بیان آب زیرزمینی در ماه های مختلف سال آبی ۸۸-۸۹	۸۵
جدول ۴-۵	بیان آب زیرزمینی در ماه های مختلف سال آبی ۸۹-۹۰	۸۵
جدول ۵-۵	بیان آب زیرزمینی در ماه های مختلف سال آبی ۹۰-۹۱	۸۶
جدول ۶-۵	بیان آب زیرزمینی در ماه های مختلف سال آبی ۹۱-۹۲	۸۶
جدول ۷-۵	بیان آب زیرزمینی در ماه های مختلف سال آبی ۹۲-۹۳	۸۷
جدول ۸-۵	بیان آب زیرزمینی در ماه های مختلف سال آبی ۹۳-۹۴	۸۷
جدول ۹-۵	بیان آب زیرزمینی در ماه های مختلف سال آبی ۹۴-۹۵	۸۸
جدول ۱۰-۵	برداشت از چاه های برداشت آب از سفره آب زیرزمینی	۸۸
جدول ۱۱-۵	میزان تغذیه سفره آب زیرزمینی دشت مشهد	۸۹
جدول ۱۲-۵	بیان آب زیرزمینی در ماه های مختلف سال آبی ۸۶-۸۷	۹۴
جدول ۱۳-۵	بیان آب زیرزمینی در ماه های مختلف سال آبی ۸۷-۸۸	۹۴
جدول ۱۴-۵	بیان آب زیرزمینی در ماه های مختلف سال آبی ۸۸-۸۹	۹۴
جدول ۱۵-۵	بیان آب زیرزمینی در ماه های مختلف سال آبی ۸۹-۹۰	۹۵
جدول ۱۶-۵	بیان آب زیرزمینی در ماه های مختلف سال آبی ۹۰-۹۱	۹۵
جدول ۱۷-۵	بیان آب زیرزمینی در ماه های مختلف سال آبی ۹۱-۹۲	۹۵
جدول ۱۸-۵	بیان آب زیرزمینی در ماه های مختلف سال آبی ۹۲-۹۳	۹۶
جدول ۱۹-۵	بیان آب زیرزمینی در ماه های مختلف سال آبی ۹۳-۹۴	۹۶
جدول ۲۰-۵	بیان آب زیرزمینی در ماه های مختلف سال آبی ۹۴-۹۵	۹۶
جدول ۲۱-۵	برداشت از چاه های برداشت آب از سفره آب زیرزمینی	۹۷
جدول ۲۲-۵	تغذیه سفره آب زیرزمینی دشت مشهد	۹۸
جدول ۲۳-۵	مقایسه استخراج از چاه های برداشت آب از سفره آب زیرزمینی در اثر سناریو های مختلف	۱۰۱
جدول ۲۴-۵	مقایسه بیان سفره آب زیرزمینی در اثر سناریو های مختلف	۱۰۲

فصل اول

پیشگفتار

## ۱-۱-مقدمه و تعریف مسئله

یکی از نیازهای رشد و توسعه هر کشور آب است. آب نه فقط برای گسترش شهرها و صنایع لازم است، بلکه یکی از عوامل توسعه کشاورزی نیز به شمار می‌آید. کشاورزی به تنهایی بیش از ۹۰ درصد آب‌های تنظیمی و قابل دسترس کشور را مصرف می‌نماید. ممکن است در بعضی از مناطق، منابع آب‌های سطحی محدود بوده یا به راحتی در دسترس قرار نگیرند. در این قبیل مناطق می‌توان نیاز جامعه را به آب از طریق آب‌های زیرزمینی که در همه جا به طور وسیع و گسترده پخش شده‌اند برطرف نمود.

از آنجایی که جمعیت ایران نیز مانند سایر نقاط دنیا رو به افزایش است باید از منابع موجود آب و خاک بهره‌برداری بهینه شود. بدین منظور لازم است که از آب‌های زیرزمینی نیز استفاده پایداری به عمل آید. استخراج آب‌های زیرزمینی به روش‌های گوناگون مانند چاه، قنات، چشمه و زهکش سابقه بسیار طولانی در صنعت آب کشور دارد. (۳)

محدودیت منابع آب و استفاده نامطلوب و غیر اقتصادی از آن، عامل اصلی محدود کننده توسعه کشاورزی و افزایش تولیدات غذایی در ایران است. این مسئله لزوم اتخاذ تصمیمات مناسب در راستای هدایت مصرف آب به صورت بهینه را نشان می‌دهد. تجربیات بدست آمده از مدیریت مصرف آب در نقاط مختلف دنیا نشان داده است که در اغلب مواردی که بدون ارزیابی شرایط موجود اقدام به برنامه ریزی توسعه منابع گردیده است، به علت عدم درک صحیح از وضعیت موجود، برنامه‌های در نظر گرفته شده نتوانسته‌اند به مرحله اجرا درآیند و یا دارای اثرات معکوس بوده‌اند. بنابراین ارزیابی مستمر کارایی مصرف آب در سطوح مختلف حوزه به منظور تعیین وضعیت موجود، شناخت نقاط ضعف و قوت یافتن و راهکارهای کاربردی جهت بهبود شرایط موجود ضروری می‌باشد (۲).

بهبود شرایط و مدیریت بهینه منابع آب مستلزم استفاده از مدل‌های هیدرولوژیکی موجود برای تعیین وضعیت و شناخت منابع آب می‌باشد. از طرفی مدل‌سازی هیدرولوژیکی نیاز به داده‌های میدانی زیادی دارد که بعضاً در بسیاری از حوزه‌ها در دسترس نبوده و یا اینکه با گسترش و توسعه‌های ایجاد شده در حوزه سازگاری ندارند. علاوه بر این جمع‌آوری برخی از این داده‌ها اغلب گران بوده و قابل تکرار کردن نمی‌باشد (۲ و ۳).

## ۱-۲-ضرورت انجام تحقیق

ایران در یک منطقه خشک و نیمه خشک واقع شده‌است. متوسط بارندگی بلند مدت کشور حدود ۲۵۰ میلی‌متر در سال است که تقریباً یک سوم متوسط بارندگی در جهان بوده و در عین حال میزان تبخیر سه برابر متوسط

دنیا می‌باشد. از کل منابع آبی که هر سال در کشور استحصال می‌شود، حدود ۹۴ درصد آن در بخش کشاورزی، ۵ درصد در بخش شرب و بهداشت و ۱ درصد در بخش صنعت مصرف می‌گردد (۴).

در حال حاضر بخش کشاورزی قادر به رقابت اقتصادی با صنعت و شهر در مورد استفاده از آب نیست. زیرا این بخش‌ها از هر واحد مصرف شده بازده بیشتری آورده و توانایی پرداخت آن‌ها برای آب مصرفی، بیشتر از بخش کشاورزی است. این رقابت در بسیاری از موارد موجب از دست رفتن سهم آب کشاورزی به نفع صنعت و شهری شده است. به این ترتیب کشاورزی با این دوگانگی مواجه می‌باشد که باید سهم آب کمتری مصرف کرده و تولید بیشتری عرضه نماید. به عقیده بیشتر صاحب نظران مدیریت آب، کشورهایی که با بحران آب مواجه می‌باشند، در صورتی می‌توانند نسبت به آینده خود امیدوار باشند که در جهت افزایش کارایی و بهره‌وری آب به ویژه در بخش کشاورزی، که مصرف کننده عمده آب است، تلاش کنند. (۵)

دشت مشهد که در شمال شرق ایران و در حوزه آبریز قره‌قوم قرار گرفته از مهمترین دشت‌های استان خراسان رضوی می‌باشد. رشد سریع جمعیت همراه با توسعه کشاورزی در دهه‌های اخیر سبب برداشت بی‌رویه و فشار بر منابع آبی این دشت گردیده است. استفاده بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی و تغذیه کم دشت باعث افت سطح آب در دهه اخیر شده است. این دشت از سال ۱۳۴۷ به دلیل افت سطح آب زیرزمینی جز دشت‌های ممنوعه اعلام گردیده است. نشست سطح زمین ناشی از افت سطح آب‌های زیرزمینی در بخش‌هایی از این دشت به طور محسوس مشاهده می‌گردد. به طور مثال در روستای حسن خودرو در شمال غرب دشت افت شدید سطح آب زیرزمینی شکاف‌ها و ترک‌هایی را در سطح زمین و ساختمان‌ها ایجاد کرده است. با این وجود، به دلیل حفر چاه‌های غیر مجاز و برداشت بی‌رویه، افت سطح آب زیرزمینی کماکان تا امروز ادامه پیدا کرده است (۵). از این رو به نظر می‌رسد که مدیریت آب‌های زیرزمینی و تغییر سیاست‌های تخصیص آب در منطقه مذکور اهمیت زیادی دارد. مدل‌سازی آب‌های زیرزمینی منطقه با استفاده از مدل MODFLOW شناخت کافی از منطقه در اختیار قرار می‌دهد، به صورتی که بررسی تاثیر عوامل مختلف روی تغییرات منابع آب زیرزمینی نظیر اعمال قوانین و تمهیدات جدید مرتبط با منابع آب را تسهیل می‌کند.

### ۱-۳- اهداف تحقیق

اهداف این تحقیق را می‌توان در موارد ذیل خلاصه نمود:

۱- مدل‌سازی تخصیص منابع آب مصرف کنندگان در سه بخش کشاورزی، صنعت و شهری با استفاده از

مدل سیستم‌های چند کاربره Multi-Agent Systems .



۲- مدلسازی آب‌های زیرزمینی دشت مشهد با استفاده از مدل MODFLOW به منظور بررسی تغییرات آب زیرزمینی و تاثیر سناریوهای مختلف تخصیص آب بر روی آن.

#### ۴-۱-سوالات تحقیق

با توجه به اهداف تحقیق می‌توان گفت این تحقیق به سوالات زیر پاسخ خواهد داد:

۱- با توجه به گستردگی دشت مشهد، نحوه تغییرات تراز آب زیرزمینی در مناطق مختلف آن چگونه است؟

۲- اجرای محدودیت برداشت در بخش‌های مختلف کشاورزی، صنعت و شرب چه تاثیری بر تغییرات تراز آب زیرزمینی دشت ممنوعه مشهد خواهد داشت؟

۳- اثر برداشت آب از آبخوان دشت مشهد با سیاست جاری چه تاثیری بر روی تغییرات تراز آب زیرزمینی دشت مشهد خواهد داشت؟

۴- آیا مدل MAS قادر به شبیه سازی کاربران دشت ممنوعه مشهد می‌باشد؟

#### ۵-۱-مراحل انجام تحقیق

۱- تهیه داده‌های هیدرولوژیکی منطقه از سازمان آب منطقه‌ای استان خراسان رضوی.

۲- کسب ارزش اقتصادی آب در بخش‌های کشاورزی، صنعت و شرب دشت مشهد.

۳- ساخت مدل بهینه ساز تخصیص منابع آب MAS توسط نرم افزار MATLAB.

۴- تهیه اجرای مدل MODFLOW.

۵- تامین دو سناریو و مشاهده تاثیر آن‌ها بر تراز آب زیرزمینی آبخوان دشت مشهد.

#### ۶-۱-فرضیات تحقیق

۱- به دلیل نبود داده‌های هیدرولوژیکی (بارندگی، تبخیر، دبی) از سال ۱۳۹۰ الی ۱۳۹۵، فرض شد این داده ها از سال ۱۳۸۰ الی ۱۳۹۰ در سالهای ۱۳۹۰ الی ۱۴۰۰ تکرار خواهد شد.

۲- میزان جمعیت دشت در طول دوره مدل سازی ثابت خواهد ماند.

۳- تعداد چاه های برداشت از سفره آب زیرزمینی در طول دوره مدل سازی ثابت است.

۴- با توجه به اینکه برداشت آب از سفره آب زیرزمینی به صورت سالانه اعلام شده است، فرض شد برداشتهای صنعتی و شهری توزیع ماهانه ثابتی دارند.

#### ۷-۱-نرم افزارهای مورد استفاده

به منظور تهیه و اجرای مدل MODFLOW در محیط ویندوز از نرم‌افزار GMS استفاده شده است. این نرم‌افزار برای پردازش مدل جریان آب زیرزمینی طراحی شده و یک سیستم جامع آب زیرزمینی فراهم کرده و

در عین حال استفاده از آن بسیار ساده می‌باشد. به منظور تهیه و اجرای مدل MAS از الگوریتم ژنتیک تحت نرم افزار MATLAB و به منظور تهیه هیدروگراف آبخوان در سناریوهای مختلف از نرم‌افزار ArcGIS استفاده شده است.

### ۸-۱- مروری بر مطالب فصل‌ها

در فصل دوم مروری بر مطالعاتی که تا کنون انجام شده صورت گرفته و همچنین به معرفی مدل‌های MAS، MODFLOW، معادلات به کار رفته در آنان و مفاهیم ارزش اقتصادی آب در بخش‌های صنعت، کشاورزی و شرب می‌پردازد. در فصل سوم به معرفی کامل منطقه مورد مطالعه (دشت مشهد) پرداخته و همچنین مراحل مدل سازی MAS و MODFLOW در فصل چهارم مورد بررسی قرار گرفته است. در فصل پنجم به بررسی نتایج بدست آمده از مدل سازی و توسعه سه سناریوی مختلف پرداخته شده و در پایان جمع بندی و پیشنهادات جهت ادامه مطالعه آورده شده است.