دانشگاه فردوسی مشهد
دانشکده کشاورزی
گروه مهندسی آب

پایان نامه کارشناسی ارشد

بررسی تأثیر مصارف آبیاری بر منابع آب دشت نیشابور

سمیه کرمانشاهی

شهریور ۱۳۹۱

دانشگاه فردوسی مشهد
دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد

بررسی تأثیر مصارف آبیاری بر منابع آب دشت نیشابور

سمیه کرمانشاهی

اساتید راهنما
دکتر کامران داوری
مهندس سید مجید هاشمی نیا

اساتید مشاور
دکتر حسین انصاری
دکتر علیرضا فریدحسینی

شهریور ۱۳۹۱

دانشکده کشاورزی، گروه مهندسی آب

از این پایان نامه کارشناسی ارشد توسط دانشجوی مقطع رشته

در تاریخ در حضور هیات داوران دفاع گردید. پس از بررسی های لازم، هیات

داوران این پایان نامه را با نمره عدد حروف و با درجه

مورد تایید قرار داد.

عنوان پایان نامه: بررسی تأثیر مصارف آبیاری بر منابع آب دشت نیشابور

سمت در هیات داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	گروه	موسسه / دانشگاه	امضاء
داور	آقای دکتر محمد باقر شریفی	دانشیار	مهندسی عمران	دانشگاه فردوسی مشهد	
داور	آقای دکتر سید حسین ثنایی‌نژاد	دانشیار	مهندسی آب	دانشگاه فردوسی مشهد	
نماینده تحصیلات تکمیلی	آقای دکتر سعیدرضا خداشناس	دانشیار	مهندسی آب	دانشگاه فردوسی مشهد	
استاد راهنما	آقای دکتر کامران داوری	دانشیار	مهندسی آب	دانشگاه فردوسی مشهد	
استاد راهنما	آقای مهندس سید مجید هاشمی‌نیا	مربی	مهندسی آب	دانشگاه فردوسی مشهد	
استاد مشاور	آقای دکتر حسین انصاری	دانشیار	مهندسی آب	دانشگاه فردوسی مشهد	
استاد مشاور	آقای دکتر علیرضا فریدحسینی	استادیار	مهندسی آب	دانشگاه فردوسی مشهد	

تعهد نامه

عنوان پایان نامه: بررسی تأثیر مصارف آبیاری بر منابع آب دشت نیشابور

اینجانب سمیه کرمانشاهی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی آبیاری و زهکشی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تحت راهنمایی آقایان دکتر داوری و مهندس هاشمی‌نیا متعهد می شوم:

- نتایج ارائه شده در این پایان نامه حاصل مطالعات علمی و عملی اینجانب بوده، مسئولیت صحت و اصالت مطالب مندرج را به طور کامل بر عهده می گیرم.
- در خصوص استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد نظر استناد شده است.
- مطالب مندرج در این پایان نامه را اینجانب یا فرد یگری به منظور اخذ هیچ نوع مدرک یا امتیازی تاکنون به هیچ مرجعی تسلیم نکرده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد. مقالات مستخرج از پایان نامه، ذیل نام دانشگاه فردوسی مشهد (Ferdowsi University of Mashhad) به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تاثیر گذار بوده اند در مقالات مستخرج از رساله رعایت خواهد شد.
- در خصوص استفاده از موجودات زنده یا بافتهای آنها برای انجام پایان نامه، کلیه ضوابط و اصول اخلاقی مربوطه رعایت شده است.

تاریخ

نام و امضاء دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- **کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، برنامه های رایانه ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده) به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد و بدون اخذ اجازه کتبی از دانشگاه قابل واگذاری به شخص ثالث نیست.**
- **استفاده از اطلاعات و نتایج این پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نیست.**

چکیده

طبیعت امروز به خاطر دست اندازی‌های گسترده بشر دستخوش مشکلات متعددی شده است. می‌توان گفت مهم‌ترین این مشکلات کمبود منابع آب شیرین در اکثر نقاط دنیاست. دشت نیشابور یکی از حوضه‌هایی است که با بحران جدی کمبود آب مواجه است. بخش کشاورزی بزرگ‌ترین مصرف کننده آب در این دشت می‌باشد. بنابراین، لزوم بذل توجه ویژه به مدیریت مصرف آب در این بخش بیش از پیش آشکار می‌شود. هدف این تحقیق بررسی تأثیر اعمال راهکارهای مدیریت مصرف آب آبیاری بر میزان تقاضا و منابع آب دشت نیشابور تحت شرایط اقلیمی آینده است. برای این کار از مدل شبیه‌سازی WEAP استفاده گردید. روش فائو، از میان روش‌های بارش- رواناب موجود در این مدل، برای شبیه‌سازی هیدرولوژیکی برگزیده شد. واسنجی مدل بر اساس یک دوره ۶ ساله و اعتبارسنجی آن برای یک دوره ۴ ساله انجام گرفت. راهبردهای مدیریت مصرف آب و هم‌چنین شرایط مختلف تغییر اقلیم در قالب سناریوهایی تعریف گردیدند. سپس بر اساس این سناریوها شبیه‌سازی برای یک دوره ۲۰ ساله انجام شد. نتایج نشان دادند که تحت سناریوی افزایش راندمان آبیاری از میزان تقاضای بخش کشاورزی کاسته می‌شود. این امر به کاهش برداشت از منابع آب، و در نتیجه افزایش حجم ذخیره آب زیرزمینی (نسبت به سناریوی مرجع) می‌انجامد. تحت سناریوی اصلاح الگوی کشت، به محصولات کم مصرف و جابه‌جایی تقاضای آبیاری از فصول خشک به فصول پربارش، موجب کاهش نیاز آبی کشاورزی به میزان ۹ درصد می‌گردد. سناریوی دیگر کاهش سالانه یک درصد از سطح زیر کشت اراضی فاریاب و تخصیص آب صرفه جویی شده از این محل به بخش صنعت بود که منجر به کاهش سالانه یک درصد از تقاضای آب کشاورزی و بهبود رقم کسری سالانه آب زیرزمینی به میزان ۷/۹ درصد شد. سناریوهای تغییر اقلیم براساس نتایج حاصل از پژوهشی دیگر مبتنی بر اجرای مدل LARS-WG5 برای دشت نیشابور تعریف گردیدند. بر اساس نتایج این پژوهش تحت سناریوهای تغییر اقلیم A1B، A2 و B1 روندهای افزایش بارش ماهانه و کاهش نسبی تبخیر و تعرق وقوع می‌یابد. به همین دلیل شبیه‌سازی مدل WEAP برای هر سه این سناریوها به کاهش نیاز آبی کشاورزی و متعاقباً افزایش حجم ذخیره آبخوان نسبت به سناریوی مرجع انجامید. در این مرحله با ادغام سناریوهای مختلف مدیریت مصرف آب کشاورزی این نتیجه حاصل شد که تأثیرات مثبت ترکیب این سناریوها بیش از حالت منفرد آن‌هاست. ولی، با وجود کاربرد همه روش‌های مدیریت تقاضای آب در یک سناریو، باز هم بین برداشت و تغذیه آب زیرزمینی تعادل برقرار نشد و کسری مخزن به صفر نرسید. نهایتاً، با سعی و خطا سناریوی دیگری تدوین شد که در واقع ترکیبی از هر سه سناریوی مدیریت تقاضای آب بود، با این تفاوت که هر کدام از آن‌ها در سطح بالاتری تقاضای آب را کاهش دهند. نتیجه شبیه‌سازی تحت این سناریو گویای این بود که برای تعادل آبخوان تقاضای کشاورزی بایستی تا حدود ۸۸ درصد کاهش یابد که نشان دهنده عدم تعادل بسیار شدید منابع آب دشت نیشابور در شرایط موجود می‌باشد.

کلید واژه‌ها: اصلاح الگوی کشت، تغییر اقلیم، راندمان آبیاری، کاهش سطح زیر کشت، مدل WEAP

یگانه معبود هستی، با کمال لطف و بخشش و تمام مهربانی و سخاوتش بنده حقیر خویش را در مسیر تکامل نهاد و این مجال را عنایت کرد تا قدم در راه علم نهد. ستایش از آن اوست، او که معین و مبین است و تمسک بر او پیروزی در هر کار است.

بر خود واجب می‌دانم که در همین مجال اندک از استاد ارجمندم جناب آقای دکتر داوری کمال تشکر را داشته باشم. بی شک حصول نتیجه در رسیدن به این درجه مقدور نمی‌گشت مگر با راهنمایی-های گران سنگ و بی دریغ ایشان. از راهنمایی‌های استاد عزیز جناب آقای مهندس هاشمی‌نیا به خاطر زحماتی که برای بنده متقبل شدند بسیار سپاسگزارم. رهنمودهای اساتید مشاورم آقایان دکتر حسین انصاری و دکتر علیرضا فریدحسینی را ارج می‌نهم و از آقایان دکتر محمد باقر شریفی و دکتر سید حسین ثنایی‌نژاد که زحمت داوری این پایان نامه را بر عهده گرفتند، هم چنین از نماینده محترم تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر سعیدرضا خداشناس کمال قدردانی را دارم.

جا دارد از خانم مهندس بتول اشرف که ماحصل تحقیق‌شان را در اختیار بنده قرار دادند، و نیز آقایان مهندس عزیز الله ایزدی و مهندس حامد گازرانی که در جمع آوری اطلاعات و اجرای مدل مرا یاری کردند تشکر کنم.

تقدیم به پدر و مادر عزیزم که گرمای وجودشان امید بودن من است

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه

۱-۱-پیش‌گفتار ... ۱

۱-۲- ضرورت پژوهش ۳

۱-۳- هدف تحقیق ۴

۱-۴- فرضیات تحقیق ۴

۱-۵- نحوه نگارش پایان نامه ۴

فصل دوم: مبانی نظری و مروری بر منابع

۲-۱- مدل‌سازی در سیستم‌های منابع آب ۷

۲-۲- روش‌های مدل‌سازی حوضه رودخانه ۷

۲-۲-۱- شبیه‌سازی سیستم‌های منابع آب ۸

۲-۲-۱-۱- انواع مدل‌های شبیه‌سازی ۹

۲-۲-۲- بهینه‌سازی سیستم‌های منابع آب ۱۰

۲-۲-۳- شبیه‌سازی سیستم‌های منابع آب بر اساس بهینه‌سازی ۱۱

۲-۳- مدل WEAP ۱۱

۲-۴- مراحل کاربرد مدل ۱۲

۲-۵- ساختار نرم افزار WEAP ۱۳

۲-۶- الگوریتم محاسبات مدل ۱۵

۲-۶-۱- الگوریتم حل به روش بارش- رواناب فائو ۱۷

۲-۶-۲- برآورد تقاضا ۱۹

۲-۶-۳- سیستم مدیریت: بخش تخصیص آب ۲۰
۲-۶-۴- مخازن سطحی (سدها) ۲۱
۲-۷- مروری بر مطالعات انجام شده با استفاده از مدل WEAP ۲۳
۲-۷-۱- تاریخچه WEAP ۲۳

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۳-۱- معرفی منطقه مورد مطالعه ۲۹
۳-۱-۱- موقعیت جغرافیایی ۲۹
۳-۱-۲- رودخانه‌های مهم و ایستگاه‌های آب‌سنجی ۲۹
۳-۱-۳- آب‌های زیرزمینی ۳۱
۳-۲- تفکیک حوضه آبریز به زیرحوضه‌های مختلف ۳۲
۳-۳- مصارف شرب و صنعت ۳۳
۳-۴- مصارف کشاورزی ۳۳
۳-۴-۱- راندمان آبیاری در منطقه ۳۵
۳-۵- اطلاعات آب و هوایی ۳۶
۳-۵-۱- دما ۳۶
۳-۵-۲- تبخیر و تعرق مرجع ۳۷
۳-۵-۳- بارش ۳۹
۳-۶- اطلاعات مربوط به پوشش زمین ۴۱
۳-۶-۱- ضریب گیاهی ۴۱
۳-۶-۲- بارش مؤثر ۴۳
۳-۷- آبخوان دشت نیشابور ۴۳
۳-۷-۱- ضریب آبدهی ویژه ۴۴

۳-۷-۲- محاسبه تراز شبیه‌سازی شده آب زیرزمینی ۴۵
۳-۷-۳- محاسبه تخلیه طبیعی از آبخوان ۴۶
۳-۸- مدل‌سازی محدوده مطالعاتی..... ۴۷
۳-۸-۱- ابعاد مکانی و زمانی مطالعه ۴۷
۳-۸-۲- ترسیم شماتیک و ورود اطلاعات به مدل ۴۸
۳-۸-۳- واسنجی و اعتبارسنجی مدل ۵۰
۳-۸-۴- ارزیابی نتایج مدل ۵۱
۳-۹- تدوین سناریوها ۵۲
۳-۹-۱- سطح یک: سناریوی مرجع..... ۵۲
۳-۹-۲- سطح دو: سناریوهای مرتبط با مدیریت تقاضای آب آبیاری..... ۵۳
۳-۹-۲-۱- سناریوی افزایش راندمان آبیاری با فرض ثبات سطح زیر کشت ۵۳
۳-۹-۲-۲- سناریوی تغییر الگوی کشت با فرض ثبات سطح زیر کشت ۵۴
۳-۹-۲-۳- سناریوی کاهش سطح زیر کشت آبی و در عوض افزایش تعداد صنایع ۵۶
۳-۹-۳- سطح سه: سناریوهای مرتبط با تغییر اقلیم..... ۵۷
۳-۹-۳-۱- سناریوی تغییر اقلیم A1B ۵۹
۳-۹-۳-۲- سناریوی تغییر اقلیم A2 .....۶۰
۳-۹-۳-۳- سناریوی تغییر اقلیم B1.....۶۰
۳-۹-۴- سطح چهار: سناریوهای ترکیبی.....۶۱
۳-۹-۵- سطح پنج: سناریوی تعادل رسانی ذخیره آب زیرزمینی ۶۱

فصل چهارم: نتایج و بحث

۴-۱- مقدمه.....۶۳
۴-۲- نتایج واسنجی و اعتبارسنجی مدل ۶۳

۴-۳- صحت سنجی رفتار مدل ۶۸
۴-۳-۱- تغییر پارامتر بارش ۶۸
۴-۳-۲- تغییر در پارامتر تبخیر و تعرق مرجع ۶۹
۴-۳-۳- تغییر در پارامتر سطح زیر کشت اراضی آبی ۷۰
۴-۴- نتایج مدل برای سناریوهای مختلف ۷۱
۴-۴-۱- سناریوی افزایش راندمان آبیاری با فرض ثبات سطح زیر کشت ۷۱
۴-۴-۲- سناریوی تغییر الگوی کشت ۷۵
۴-۴-۳- سناریوی کاهش سطح زیر کشت ۷۷
۴-۴-۴- سناریوی تغییر اقلیم A1B ۷۹
۴-۴-۵- سناریوی تغییر اقلیم A2 ..... ۸۱
۴-۴-۶- سناریوی تغییر اقلیم B1 ..... ۸۲
۴-۴-۷- سناریوی S41 : ترکیب سناریوهای S21 و S22 ..... ۸۳
۴-۴-۸- سناریوی S42 : ترکیب سناریوهای S21 و S23 ..... ۸۵
۴-۴-۹- سناریوی S43 : ترکیب سناریوهای S22 و S23 ..... ۸۶
۴-۴-۱۰- سناریوی S44 : ترکیب سناریوهای S21 ، S22 و S23 ..... ۸۸
۴-۴-۱۱- سناریوی S45 : ترکیب سناریوهای S44 و S32 ..... ۹۰
۴-۴-۱۲- سناریوی S5 : سناریوی تعادل رسانی ذخیره آب زیرزمینی ۹۱

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۵-۱- نتیجه‌گیری ۹۵
۵-۲- پیشنهادات ۹۸
منابع ۱۰۱
پیوست‌ها ۱۰۵

فهرست شکل‌ها

شکل ۲- ۱. محدوده انواع مدل‌های شبیه‌سازی ۹

شکل ۲- ۲. نماهای موجود در مدل WEAP ۱۴

شکل ۲- ۳. طبقه‌بندی حجم مخازن سدها در مدل WEAP ۲۲

شکل ۳- ۱. موقعیت دشت نیشابور در استان خراسان رضوی..... ۲۹

شکل ۳- ۲. موقعیت رودخانه‌ها و ایستگاه‌های آب سنجی واقع در دشت نیشابور ۳۰

شکل ۳- ۳. موقعیت چاه‌ها، چشمه‌ها و قنات‌های موجود در دشت نیشابور ۳۲

شکل ۳- ۴. موقعیت زیرحوضه‌های محدوده مطالعاتی نیشابور..... ۳۳

شکل ۳- ۵. موقعیت ایستگاه‌های مختلف اندازه‌گیری دما ۳۷

شکل ۳- ۶. موقعیت ایستگاه‌های باران سنجی واقع در محدوده مطالعاتی نیشابور..... ۴۰

شکل ۳- ۷. نقشه کاربری اراضی محدوده مطالعاتی نیشابور..... ۴۳

شکل ۳- ۸. موقعیت چاه‌های مشاهدهای واقع در دشت نیشابور ۴۴

شکل ۳- ۹. خطوط هم‌مقدار آبدهی ویژه آبخوان دشت نیشابور ۴۵

شکل ۳- ۱۰. خطوط هم‌مقدار تراز آب زیرزمینی دشت نیشابور ۴۶

شکل ۳- ۱۱. شماتیک ترسیم شده در WEAP برای محدوده مطالعاتی نیشابور..... ۵۰

شکل ۴- ۱. مقایسه حجم جریان ماهانه شبیه‌سازی شده و مشاهده‌ای ایستگاه‌های مختلف ۶۴

شکل ۴- ۲. مقایسه جریان شبیه‌سازی شده و مشاهده شده در ایستگاه آب سنجی زرنده..... ۶۵

شکل ۴- ۳. مقایسه جریان شبیه‌سازی شده و مشاهده شده در ایستگاه آب سنجی عیش آباد ۶۵

شکل ۴- ۴. مقایسه جریان شبیه‌سازی شده و مشاهده شده در ایستگاه آب سنجی خرو ۶۶

شکل ۴- ۵. مقایسه جریان شبیه‌سازی شده و مشاهده شده در ایستگاه آب سنجی اریه ۶۶

شکل ۴- ۶. مقایسه جریان شبیه‌سازی شده و مشاهده شده در ایستگاه آب سنجی حسین آباد جنگل۶۶

شکل ۴- ۷. مقایسه تراز شبیه‌سازی شده و مشاهده‌ای آبخوان دشت نیشابور ۶۷

شکل ۴- ۸. حجم ذخیره آب زیرزمینی به ازای ۲۰ درصد تغییر در پارامتر بارش ۶۹

شکل ۴- ۹. حجم ذخیره آب زیرزمینی به ازای ۲۰ درصد تغییر در پارامتر تبخیر و تعرق مرجع..... ۷۰

شکل ۴- ۱۰. حجم ذخیره آب زیرزمینی به ازای ۲۰ درصد تغییر در پارامتر سطح زیر کشت ۷۱

شکل ۴- ۱۱. مقایسه حجم تقاضای ماهانه آبیاری به ازای راندمان‌های مختلف آبیاری..... ۷۲

شکل ۴- ۱۲. میانگین ماهانه تقاضای تأمین نشده کشاورزی به ازای سطوح مختلف راندمان آبیاری .. ۷۳

شکل ۴- ۱۳. مقایسه حجم ذخیره آبخوان شبیه‌سازی شده به ازای راندمان‌های مختلف آبیاری..... ۷۵

شکل ۴- ۱۴. مقایسه نتایج مربوط به (a): حجم تقاضای ماهانه آبیاری و (b): حجم تقاضای تأمین نشده آبیاری در سناریوی S22 (تغییر الگوی کشت) با سناریوی مرجع..... ۷۶

شکل ۴- ۱۵. مقایسه حجم ذخیره آب زیرزمینی برای سناریوهای مرجع (S1) و اصلاح الگوی کشت (S22) ۷۷

شکل ۴- ۱۶. مقایسه نتایج مربوط به (a): حجم تقاضای ماهانه آبیاری و (b): حجم تقاضای تأمین نشده آبیاری در سناریوی S23 (کاهش سطح زیر کشت) با سناریوی مرجع ۷۸

شکل ۴- ۱۷. مقایسه حجم ذخیره آب زیرزمینی برای سناریوهای مرجع (S1) و کاهش سطح زیر کشت (S23) ۷۹

شکل ۴- ۱۸. مقایسه حجم تقاضای ماهانه آبیاری تحت سناریوی مرجع (S1) با سناریوهای (a): تغییر اقلیم A1B (S31)، (b): تغییر اقلیم A2 (S32) و (c): تغییر اقلیم B1 (S33) ۸۰

شکل ۴- ۱۹. مقایسه حجم ذخیره آب زیرزمینی تحت سناریوهای مختلف تغییر اقلیم ۸۱

شکل ۴- ۲۰. مقایسه نتایج (a): حجم تقاضای ماهانه کشاورزی و (b): حجم برداشت از آبخوان برای مصرف کشاورزی برای سناریوهای S32 و S33..... ۸۲

شکل ۴- ۲۱. مقایسه نتایج مربوط به (a): حجم تقاضای ماهانه آبیاری و (b): حجم تقاضای تأمین نشده آبیاری در سناریوی S41 با سناریوی مرجع ۸۴

شکل ۴- ۲۲. مقایسه حجم ذخیره آب زیرزمینی به ازای سناریوهای مرجع و S41 ..... ۸۴

شکل ۴- ۲۳. مقایسه نتایج مربوط به (a): حجم تقاضای ماهانه آبیاری و (b): حجم تقاضای تأمین نشده آبیاری در سناریوی S42 با سناریوی مرجع ۸۶

شکل ۴- ۲۴. مقایسه حجم ذخیره آب زیرزمینی به ازای سناریوهای مرجع و S42 ..... ۸۶

شکل ۴- ۲۵. مقایسه نتایج مربوط به (a): حجم تقاضای ماهانه آبیاری و (b): حجم تقاضای تأمین نشده آبیاری در سناریوی S43 با سناریوی مرجع ۸۷

شکل ۴- ۲۶. مقایسه حجم ذخیره آب زیرزمینی به ازای سناریوهای مرجع و S43 ..... ۸۸

شکل ۴- ۲۷. مقایسه نتایج مربوط به (a): حجم تقاضای ماهانه آبیاری و (b): حجم تقاضای تأمین نشده آبیاری در سناریوی S44 با سناریوی مرجع ۸۹

شکل ۴- ۲۸. مقایسه حجم ذخیره آب زیرزمینی به ازای سناریوی S44 و سناریوهای مولد آن ۹۰

شکل ۴- ۲۹. مقایسه نتایج مربوط به (a): حجم تقاضای ماهانه آبیاری و (b): حجم تقاضای تأمین نشده آبیاری در سناریوی S45 با سناریوی مرجع ۹۰

شکل ۴- ۳۰. مقایسه حجم ذخیره آب زیرزمینی به ازای سناریوهای مرجع و S45..... ۹۱

شکل ۴- ۳۱. مقایسه حجم ذخیره آب زیرزمینی به ازای سناریوهای مرجع و S5 ..... ۹۳

فهرست جدول‌ها

جدول ۳- ۱. مشخصات ایستگاه‌های آب‌سنجی محدوده مطالعاتی ۳۱

جدول ۳- ۲. ترکیب کشت محصولات آبی محدوده مطالعاتی نیشابور ۳۴

جدول ۳- ۳. محاسبه متوسط راندمان آبیاری در کل محدوده مطالعاتی نیشابور..... ۳۶

جدول ۳- ۴. مقادیر تابش برون زمینی Ra برای عرض‌های جغرافیایی ۳۰ و ۴۰ درجه شمالی ۳۸

جدول ۳- ۵. معرفی اسامی مؤلفه‌های به کار رفته در شماتیک مدل..... ۴۹

جدول ۳- ۶. سناریوهای مختلف مطرح شده برای سال‌های شبیه‌سازی..... ۵۳

جدول ۳- ۷. راندمان‌های مورد بررسی برای سناریوی افزایش راندمان آبیاری ۵۴

جدول ۳- ۸. اولویت‌بندی محصولات برای تعیین الگوی کشت بهینه..... ۵۵

جدول ۳- ۹. الگوی کشت پیشنهادی برای محدوده مطالعاتی نیشابور..... ۵۶

جدول ۳- ۱۰. نرمال‌های ماهانه حالت پایه و ۲۰ سال آتی و تغییرات ماهانه پارامترهای اقلیمی ایستگاه سینوپتیک نیشابور ۵۹

جدول ۴- ۱. مقادیر نمایه‌های ارزیابی نتایج مدل برای ایستگاه‌های آب‌سنجی مختلف ۶۸

جدول ۴- ۲. نتایج شبیه‌سازی مدل به ازای تغییرات پارامترهای بارش، تبخیر و تعرق مرجع و سطح زیر کشت ۶۹

جدول ۴- ۳. مقایسه نتایج مدل به ازای سطوح مختلف راندمان آبیاری ۷۲

جدول ۴- ۴. نتایج مربوط به تقاضا و حجم آبخوان سناریوی S22..... ۷۶

جدول ۴- ۵. نتایج مربوط به تقاضاها و حجم آبخوان سناریوی S23..... ۷۸

جدول ۴- ۶. مقایسه نتایج مدل به ازای سناریوهای تغییر اقلیم ۸۰

جدول ۴- ۷. نتایج مربوط به تقاضا و حجم آبخوان سناریوی S41 و سناریوهای مولد آن..... ۸۴

جدول ۴- ۸. نتایج مربوط به تقاضاها و حجم آبخوان سناریوی S42 و سناریوهای والدش ۸۵

جدول ۴- ۹. نتایج مربوط به تقاضاها و حجم آبخوان سناریوی S43 و سناریوهای والدش ۸۷

جدول ۴- ۱۰. نتایج مربوط به تقاضاها و حجم آبخوان سناریوی S44 و سناریوهای والدش ۸۹

جدول ۴- ۱۱. نتایج مربوط به تقاضا و حجم آبخوان سناریوی S45 و سناریوهای مولد آن ۹۱

جدول ۴- ۱۲. نتایج مربوط به تقاضا و حجم آبخوان سناریوی S5 ..... ۹۲

فهرست علائم و اختصارات

علامت	معادل انگلیسی	معادل فارسی
A	Area [L^2]	سطح
b	Buffer coefficient [-]	ضریب حائل
Br	Branch [-]	شاخه
D	Distance [L]	فاصله
DS	Demand site [-]	سایت تقاضا
E_a	Application efficiency [-]	راندمان کاربرد
E_c	Conveyance efficiency [-]	راندمان انتقال
E_f	Nash-Sutcliffe model efficiency coefficient [-]	ضریب راندمان نش- ساتکلیف
ET	Evapotranspriation [L]	تبخیر و تعرق
GW	Groundwater [-]	آب زیرزمینی
h	Groundwater level [L]	تراز آب زیرزمینی
HU	Hydrologic Unit [-]	واحد هیدرولوژیکی
I	Irrigated [-]	آبیاری شده
i	Hydrolic gradient [-]	گرادیان هیدرولیکی
IWRM	Integrated water resources management	مدیریت یکپارچه منابع آب
Kc	Crop coefficient [-]	ضریب گیاهی
LC	Land Cover [-]	پوشش زمین
NI	Non-Irrigated [-]	آبیاری نشده

Precip	Precipitation [L]	بارش
Q	Discharge [L^3/T]	دبی
R^2	Coefficient of determination	ضریب تعیین
Ra	Extraterrestrial radiation [MLT^{-4}]	تابش برون زمینی
RMSE	Root mean square error [-]	جذر میانگین مربعات خطا
S_b	Buffer storage [L^3]	حجم حائل
S_c	Conservation storage [L^3]	حجم ذخیره
S_f	Flood control storage [L^3]	حجم کنترل سیلاب
S_i	Inactive storage [L^3]	حجم غیر فعال
S_y	Specific yield [-]	آبدهی ویژه
T	Transmissivity[L2T-1]	قابلیت انتقال
T_{max}	Maximum temperature [˚C]	دمای حداکثر
T_{mean}	Mean temperature [˚C]	دمای میانگین
T_{min}	Minimum Temperature [˚C]	دمای حداقل
V	Volume [L^3]	حجم
W	Section length [L]	طول مقطع
WEAP	Water Evaluation and Planning	ارزیابی و برنامه‌ریزی منابع آب
X	Longitude [L]	طول جغرافیایی
Y	Latitude [L]	عرض جغرافیایی

فصل اول: مقدمه

۱-۱- پیش‌گفتار

جهان با معضلات شدید و فزاینده‌ای در زمینه تأمین تقاضای رو به رشد آب و نیز کیفیت آن مواجه است. استفاده از آب به دو دسته عمده تقسیم می‌گردد: ۱- استفاده‌های مصرف کننده آب (کشاورزی، صنعتی و شهری)، و ۲- استفاده‌های غیر مصرف کننده آب (برق آبی، تفریحی و زیست محیطی). در کشورهای در حال توسعه از میان استفاده‌های مصرف کننده آب، آبیاری بیشترین سهم را داراست (به طور متوسط ۷۰ درصد). این در حالی است که با رشد جمعیت علاوه بر مصارف آبیاری، نیاز مصارف شهری و صنعتی نیز در حال افزایش است. این مسأله سبب رقابت بین مصرف کنندگان برای آب شده که لزوم اتخاذ راهکارهای جدیدی را نمایان می‌سازد. شور شدن و آلودگی آب، فشارهایی را به کیفیت آب و زمین اعمال می‌نماید که این مسأله اغلب از مصرف زیاد آب جهت مصارف کشاورزی و آبیاری ناشی می‌شود. مدیریت منابع آب به عنوان اصلی‌ترین راهکار ممکن برای رفع مشکلات ناشی از کاهش کمیت و افت کیفیت آب مطرح است. طبیعت پیچیده مسائل آب نیازمند روش‌های جدیدی است که دیدگاه‌های فنی، اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی را در یک قالب به هم پیوسته گردآوری نماید. این همان مفهوم مدیریت یکپارچه منابع آب[1] است که باید اصلی‌ترین روش برای دست‌یابی به منابع پایدار آب در سطح ملی و بین‌المللی باشد. مدیریت جامع باید نیاز تمامی بهره‌برداران آب را لحاظ نماید (لاکس و همکاران، ۲۰۰۵).

[1] Integrated Water Resources Management (IWRM)

در مدیریت یکپارچه منابع آب برای این که فرآیندها و اقدامات به شکل عرضه و تقاضا در نظر گرفته شوند باید هم‌زمان به دو سیستم مجزا که چشم‌انداز مدیریت آب را شکل می‌دهند توجه شود. یکی از آن‌ها عواملی است که به قالب بیوفیزیکی سیستم، تقاضای آب (از طریق قیمت گذاری، ایجاد انگیزه برای استفاده مجدد و بازیافت آب، برنامه‌های مدیریت تقاضا و...)، موجودیت آب، و انتقال آن درون یک حوضه مربوط می‌باشد. عوامل دیگر مواردی هستند که به شکل مدیریت اجتماعی- اقتصادی سیستم، چگونگی ذخیره، تخصیص، تنظیم و تحویل آب در یک حوضه و یا بین حوضه های مختلف وابسته هستند. سیستم مدیریت همواره به دنبال برقراری تعادل میان مصارف انسان و نیازهای آبی محیط زیست می‌باشد. بنابراین، می‌توان گفت تحلیل یکپارچه طبیعت و سیستم‌های مدیریت شده مفیدترین روش برای دست‌یابی به این هدف می‌باشد.

این نوع از تحلیل نیازمند ابزار مدل‌سازی هیدرولوژیکی است که فرآیندهای فیزیکی مانند بارش، تبخیر و تعرق، رواناب، نفوذ و جریان آب زیرزمینی را شبیه‌سازی کند. در سیستم‌های مدیریت شده لازم است بهره‌برداری از سازه‌های هیدرولیکی، مانند سدها و بندهای انحرافی، و هم‌چنین عوامل سازمانی حاکم بر تخصیص آب بین متقاضیان رقیب (از جمله نقاط مصرف کننده آب مانند نیازهای کشاورزی و شهری، و یا تقاضای آب نقاط غیر مصرف کننده برای تولید نیروی برق آبی یا حفاظت از محیط زیست) مورد تحلیل قرار گیرند. تغییرات آب و هوا نیز بر کمیت و کیفیت آب در سیستم منابع آب تأثیر بسزایی دارد که در این زمینه نیز به تحلیل جامعی نیاز می‌باشد.

یکی از معروف‌ترین ابزارهای مدل‌سازی که همه موارد مذکور را مد نظر قرار می‌دهد مدل شبیه-سازی WEAP[1] است که توسط مؤسسه محیط زیست استکلهم[2] ارائه شده و تلاش می‌کند شکاف میان هیدرولوژی حوضه آبریز و مدیریت آب را پر کند. این مدل طیف وسیعی از فرآیندهای فیزیکی-هیدرولوژیکی را با مدیریت تقاضا و زیرساخت‌های موجود، به شیوه‌ای منسجم و یکپارچه ادغام کرده است. مدل به ما امکان تحلیل چندین سناریو، ازجمله سناریوهای تغییر اقلیم و عوامل انسانی محرک

[1] Water Evaluation and Planning (WEAP)
[2] Stockholm Environment Institute (SEI)

تنش مانند تغییرات کاربری اراضی، تغییر در تقاضای شهری و صنعتی، قوانین بهره‌برداری و تغییر در نقاط انحراف آب را به ما می‌دهد. توانایی WEAP در پرداختن به مباحث و مشکلات برنامه‌ریزی و تخصیص آب می‌باشد (UNFCCC[1]، ۲۰۰۱).

۱-۲- ضرورت پژوهش

توزیع غیر یکنواخت زمانی و مکانی آب، وجود بیشترین تقاضای آب در زمان وقوع کم‌ترین بارندگی، عدم توازن بین عرضه و تقاضای آب و به خصوص افزایش تقاضای آب به دلایل ذکر شده و محدودیت منابع آبی و در بعضی مکان‌ها کاهش آن با تنزل کیفیت آب سفره‌های زیرزمینی به دلیل برداشت بیش از حد مجاز، پیشروی آب‌های شور، دفع غیر صحیح فاضلاب‌های خانگی و پساب‌های صنعتی، بالا بودن هزینه‌های تأمین آب جدید، استفاده ناکارآمد از آب، اتلاف زیاد آب در بخش کشاورزی و همچنین مکانیزم قیمت گذاری ناکارآمد از جمله مشکلات بخش آب کشور می‌باشد که مدیریت منابع آب کشور را پیچیده کرده است (سعیدی‌نیا و همکاران، ۱۳۸۷).

حوضه آبریز نیشابور نیز یکی از حوضه‌هایی است که با چنین مشکلاتی دست به گریبان است. در این منطقه مسأله بحران آب، در نتیجهٔ به هم خوردن تعادل هیدرولوژیکی و افزایش تقاضا از منابع آبی از سال ۱۳۶۵ به بعد نمود پیدا کرده است. آب و هوای منطقه بری، نیمه خشک و خشک و متوسط درجه حرارت آن ۱۲ درجه سانتی‌گراد و میزان بارندگی آن به طور متوسط برای کل حوضه ۲۹۲ میلی‌متر گزارش شده است، میزان تبخیر نیز به علت بالا بودن درجه حرارت هوا زیاد بوده و متوسط آن برای کل حوضه ۲۳۳۵ میلی‌متر در سال است. به دلیل کم بودن جریانات سطحی، منبع اصلی تأمین آب مورد نیاز منطقه چاه‌ها بوده که از آبخانه زیرزمینی دشت نیشابور تغذیه می‌شوند. بحران آب شکل گرفته علی‌رغم اعلام ممنوعیت دشت کماکان تداوم یافته است که می‌تواند پیامدهای فراوانی را برای منطقه به دنبال داشته باشد (فرجزاده و همکاران، ۱۳۸۴). با وجود این که حل کامل این بحران بسیار مشکل به نظر می‌رسد، ولی با بررسی وضعیت کنونی منابع آب و نیز ارزیابی راهکارها و استراتژی‌های مختلف می‌توان به

[1] United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)