



همایش ملی مدیریت بحران آب

The National Conference on Water Crisis Management

دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



بررسی روش مدیریتی بهره‌برداری تلفیقی از منابع آب در مقابله با کم‌آبی

نسرین کوهستانی^۱، مهدی مفتاح هلقی^۲، امیراحمد دهقانی^۳، محمدابراهیم یخکشی^۴، نجمه جهانی^۵

چکیده

در چند دهه اخیر تغییر اقلیم و عدم وقوع بارش‌های کافی و به موقع و در نتیجه عدم تأمین آب مورد نیاز گیاهان کشت شده، محدودیت اراضی قابل کشت و منابع آب، همچنین توزیع ناهمگون زمانی و مکانی آب شیرین به لحاظ کمی و همچنین رشد سریع و روزافزون جمعیت جهان و به ویژه کشور ما ایران در دهه‌های اخیر، سبب بروز مشکلات روزافزون در تأمین منابع آب مورد نیاز مصارف مختلف شده است. یکی از شروط اصلی تأمین نیازهای غذایی جمعیت روزافزون جهان دسترسی به کشاورزی پایدار و توسعه آن می‌باشد. برای نیل به چنین هدفی بایستی با اتخاذ راهکارهای مناسب از وارد آمدن خسارت به سیستم منابع آب و خاک محدود هر منطقه‌ای جلوگیری شود. یکی از راهکارهای مدیریتی که در دهه‌های اخیر برای استفاده پایدار از سیستم منابع آب مناطق مختلف جهان مخصوصاً در مناطق خشک مورد استفاده قرار می‌گیرد، برداشت تلفیقی از منابع آب سطحی و زیرزمینی می‌باشد. از جمله محاسن روش بهره‌برداری تلفیقی را می‌توان به ارزان‌تر شدن پروژه تأمین آب، استفاده بیشتر درازمدت از آب‌های سطحی، کم‌شدن حجم مخازن سدها، کمتر شدن تلفات تبخیر و تعریق در محل اشاره نمود. استفاده ترکیبی از تکنیک‌های بهینه‌سازی و شبیه‌سازی یک روش مفید و قدرتمند در تعیین استراتژی‌های مدیریتی و طراحی برای توسعه بهره‌برداری تلفیقی بهینه از منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌باشد در تحقیق حاضر سعی شده است به بررسی روش‌های برداشت تلفیقی که مورد مطالعه قرار گرفته است، پرداخته شود.

کلید واژه: تغییر اقلیم، بهره‌برداری تلفیقی، منابع آب سطحی و زیرزمینی، شبیه‌سازی، بهینه‌سازی.

^۱ - دانشجو کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

^۲ - استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان meftah_20@yahoo.com

^۳ - استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان amirahmad.dehghani@gmail.com

^۴ - معاون طرح و توسعه سازمان آب منطقه‌ای گلستان me_yakhkeshi@yahoo.com

^۵ - دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی آبیاری و زهکشی n_jahani@yahoo.com



همایش ملی مدیریت بحران آب

The National Conference on Water Crisis Management

دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



مقدمه

یک جنبه‌ی مهم اقلیم، تغییرات اقلیمی است. تغییرات اقلیمی مبحث پیچیده‌ای است که به سادگی نمی‌توان آنها را تعریف نمود. وقوع پدیده‌هایی از قبیل افزایش یا کاهش ناگهانی دما، بارندگی و غیره طی یک یا چند سال را می‌توان دلیلی بر تغییر اقلیم آن منطقه دانست برای مثال در قرن بیستم (۱۹۹۵-۱۹۰۰ میلادی) در قسمتی از مناطق کره زمین پدیده خشکسالی شدید اتفاق افتاده که تحمل کردن آن سخت بود. این تغییرات ناشی از تغییرات آب و هوایی در چند دهه بوده است، (علیزاده و همکاران (۱۳۸۶)).

تغییرات رونددار یا احتمالاتی اقلیم در طول تاریخ همواره وجود داشته است. مثلاً در ۱۵۰۰ سال گذشته چندین بار روند سرد و گرم شدن داشته و این روندها آثار عمده‌ای بر انسان گذاشته است. براساس مدارک ۱۰۰ ساله روشن است که میانگین دمای سالانه‌ی کره‌ی زمین حدود ۰/۵ تا ۰/۷ درجه سانتی‌گراد افزایش یافته است. اگر از اطلاعات قبل بتوان رفتار آبی یک سری زمانی را به طور دقیق پیش‌بینی کرد، آن را می‌توان به صورت یک دستگاه معین جبری در نظر گرفت، در این حالت با حداکثر اطلاعات قبلی می‌توان صورت احتمالی رفتار آبی سری زمانی را معین کرد، (بزرگ‌نیا (۱۳۶۶)). مدل‌های اتمسفریک پیش‌بینی نموده‌اند که چهره سیاره ما به طور بی‌سابقه‌ای تحت تأثیر تغییر اقلیم واقع خواهد شد، (تال (۱۹۹۴)). افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای سبب تسریع چرخه آب شناسی و افزایش منابع آب قابل دسترس در جو شده که آشفتگی‌های اقلیمی را با افزایش تعداد روزهای بارش‌های سنگین به همراه خواهد داشت (IPCC, ۲۰۰۷). امروزه پذیرفته شده که هر تغییر در سیستم اقلیمی برای مدیریت منابع آب و منابع طبیعی مهم است. سیکل هیدرولوژیکی در اثر تغییر اقلیم و افزایش درجه حرارت تغییر می‌نماید که نتیجه آن افزایش شدت بارندگی و رواناب حاصل از آن و افزایش نیاز رطوبتی خاک می‌باشد. بعلاوه تغییراتی که توسط انسان در محیط اطراف در سطح جهانی انجام می‌شود نیز روی سیکل جهانی هیدرولوژیکی تأثیر متقابل خواهد داشت، (کارل و همکاران (۱۹۹۶))، لئمایر و همکاران (۱۹۹۴)، وروسمارتی و همکاران (۲۰۰۰)). حداقل بیش از سه دهه است که موضوع تغییر اقلیم در سطح بین‌المللی و نخستین بار در کنفرانس آب و هوا در سال ۱۹۷۹، مطرح شده است. تأثیر تغییر اقلیم بر روی منابع آب موضوعی جدی است که باعث دغدغه خاطر دست‌اندرکاران در سطح ملی و بین‌المللی شده است. حتی اگر همین امروز انتشار گازهای گلخانه‌ای متوقف



همایش ملی مدیریت بحران آب

The National Conference on Water Crisis Management

دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



شود، افزایش دما و تأثیرات وابسته شامل خشکسالی‌ها و طغیان رودخانه‌ها برای چند دهه آینده خواهد یافت. در دهه‌های اخیر شدیدترین پدیده‌های بارندگی رخ داده است و بخش‌هایی از جهان شاهد شدت یافتن پدیده‌هایی نظیر سیلاب‌های شدید، خشکسالی‌ها و امواج گرما بوده است. تغییرات در بارش همراه با افزایش دما و کاهش پوشش برف بر کیفیت و کمیت آب تأثیر می‌گذارد و این پدیده مدیران آب را مجبور می‌سازد تا تغییر اقلیم را در برنامه‌هایشان مورد توجه قرار دهند. تغییر در اقلیم می‌تواند منجر به تغییر در چرخه هیدرولوژیکی آب شود و شرایط ویژه‌ای را در منابع آب منطقه‌ای ایجاد نماید. ادامه روند تغییر اقلیم و افزایش تغییرپذیری آن می‌تواند سبب افزایش این گونه آسیب‌پذیری‌ها نیز گردد، (واتسون و همکاران (۱۹۹۷)). عسگری و همکاران (۱۳۸۶) به این نتیجه رسیده‌اند که تقریباً در دو سوم کشور ما نمایه "جمع سالانه بارش روزهای تر" روندی منفی دارد، که می‌تواند یک بلیه خاموش تلقی شود. به طور کلی اثرات پدیده تغییرات اقلیم و گرم شدن کره زمین بر منابع آب را می‌توان در موارد زیر خلاصه نمود:

- تغییر در مدت، شدت و زمان بارش در مناطق مختلف کره زمین به وجود می‌آید. این مسأله می‌تواند سبب ایجاد خشکسالی‌ها و سیلاب‌هایی که قبلاً شاهد آن نبودیم، بشود.
- تغییر در حجم، زمان و مدت رواناب می‌تواند در عرصه مدیریت منابع آب تحولات و تغییرات بسیاری را به وجود آورد. به طور مثال تغییرات در میزان و زمان آورد رودخانه‌ها مسأله تأمین آب را دچار مشکلات جدید خواهد نمود و فصل جدیدی را در سیاست بهره‌برداری از مخازن سدها رقم خواهد زد.
- بالا آمدن سطح آب اقیانوس‌ها در اثر ذوب یخچال‌های قطبی نه تنها باعث از دست رفتن برخی از زمین‌های ساحلی می‌شود، بلکه با ورود آب شور دریا به ساحل و ترکیب آن با منابع شیرین آب، سبب از دست رفتن این منابع با ارزش و ایجاد مشکلات در تأمین آب شرب خواهد شد.
- کاهش ذخایر برفی در کوهستان‌ها به عنوان منابع ذخیره آب در فصول خشک سال که میزان آورد رودخانه‌ها را در این ایام نسبت به وضعیت کنونی دچار تحولاتی خواهد کرد و سبب لزوم تجدید نظر در سیاست بهره‌برداری از مخازن



سدها خواهد شد.

- تغییر در میزان تبخیر و تعرق از سطح گیاهان و تأثیر آن بر افزایش تقاضای آب در بخش کشاورزی از دیگر آثار ناخوشایند تغییر اقلیم می‌باشد. تغییر در مقدار نیاز آبی گیاهان از مواردی است که ارتباط مستقیمی بر مدیریت منابع آب خواهد گذاشت.

- تغییر و افزایش نرخ تبخیر از سطح دریاچه‌ها و مخازن سدها و تشدید مسأله کمبود و هدررفت آب نیز از دیگر پیامدها است.

- افزایش مصرف و تقاضای آب شهری در پی افزایش دمای هوا از مشکلات پیش رو است.

با توجه به سیاست‌های اقتصادی کشور، بهره‌برداری بهینه از نهاده‌های مختلف در فرآیند تولید، لازمه مدیریت و توسعه پایدار منابع می‌باشد. افزایش جمعیت، بالا رفتن سطح زندگی و تغییر الگوی مصرف، عدم ریزش‌های جوی کافی و احتمال وقوع کم‌آبی در سال‌های آتی، اهمیت آب را بعنوان نهاده اساسی در چرخه تولید محصولات کشاورزی، صنعت و بهداشت و رفاه عمومی بیشتر نمودار می‌نماید. افزایش درخواست آب از سوی مصرف‌کنندگان و رقابت بین آنها، افزودن به پتانسیل خاک نسبت به منابع آبی و عدم تطابق زمانی و مکانی جریان‌های سطحی با نیازهای آبی، لزوم کنترل، مهار و مدیریت آب‌های سطحی و تخصیص بهینه آن به مصرف‌کنندگان را تأکید می‌کند. کشور ما ایران به دلیل واقع شدن در منطقه نیمه‌خشک جهان و افزایش تصاعدی جمعیت آن در طی دهه‌های اخیر و همچنین داشتن مرزهای ساحلی طولانی، یکی از مناطقی است که ضرورت دارد برای جلوگیری از وابستگی غذایی بیشتر به کشورهای بیگانه و همچنین برای حفظ منابع آب و خاک محدود آن، علاوه بر دقت در طراحی و اجرای پروژه‌های عمرانی از راهکارهای نوین مدیریتی برای حفظ و نگهداری منابع آب و خاک استفاده شود. افت شدید سطح آب زیرزمینی و نشست اراضی بالای آن در اکثر مناطق کشور مخصوصاً در مناطق مرکزی به دلیل برداشت بیش از اندازه از آب زیرزمینی، نفوذ آب شور دریاچه ارومیه به آب‌های شیرین دشت تبریز و یا پیشروی آب شور دریا‌های عمان و



خلیج فارس به مناطق ساحلی شهرهای آبادان، خرمشهر، چابهار و... و همچنین خیز آب زیرزمینی و کاهش کیفیت آن در دشت ورامین به دلیل نفوذ فاضلاب شهر تهران به آن از نمونه‌هایی برای اثبات اهمیت توجه به مسئله آب می‌باشد، (نیک بخت (۱۳۸۵)). یکی از راهکارهای مدیریتی برای استفاده بهینه از منابع آب، بهره‌برداری تلفیقی از منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌باشد. در این تحقیق سعی شده است به بررسی مطالعات صورت گرفته در این روش پرداخته شود.

مواد و روش‌ها

در بهره‌برداری تلفیقی از منابع آب سطحی و زیرزمینی دو نگرش وجود دارد. در دیدگاه اول نیازها بر اساس منابع آب سطحی تأمین می‌شوند و آب زیرزمینی به عنوان یک منبع کمکی محسوب می‌شود که در مواقع بحرانی مورد استفاده قرار می‌گیرد، در حالیکه در نگرش دوم آب زیرزمینی به عنوان منبع اصلی تأمین‌کننده نیازها است و از آب سطحی به عنوان منبع کمکی استفاده می‌شود. در کشور ما به علت خشک بودن شرایط آب و هوایی، بیشتر حالت دوم مورد توجه قرار می‌گیرد. علاوه بر این در شبکه‌های آبیاری با وجود احداث سد و تهیه و تنظیم برنامه‌ریزی استفاده از آب سطحی، عملاً استفاده از ظرفیت‌های آب زیرزمینی در شرایط بهره‌برداری از آب سطحی مورد توجه واقع نمی‌گردد و یا در صورت استفاده از آب زیرزمینی این مهم بطور بهینه صورت نمی‌گیرد. این وضعیت در شرایط خشکسالی‌ها که پاسخ منابع آب سطحی و زیرزمینی متفاوت است نیز برنامه‌ریزی نمی‌شود. بنابراین با تهیه مدل آب‌های سطحی و زیرزمینی و همچنین تلفیق آنها، یک معادله ریاضی جهت بهره‌برداری تلفیقی یا بهینه بدست می‌آید که با کنترل افت سطح سفره آب زیرزمینی در محدوده مجاز، بهره‌برداری از منابع آب سطحی و زیرزمینی را اقتصادی می‌نماید. مدل بهینه‌سازی بهره‌برداری تلفیقی برای منطقه‌ای در کالیفرنیا با استفاده از برنامه‌ریزی خطی پارامتریک، برای تخصیص آب از ۵ منبع مختلف سطحی، زیرزمینی، فاضلاب‌های بازیافت شده و ۲ منبع آب انتقالی از سایر مناطق یک برنامه مدیریتی بهره‌برداری بهینه ارائه گردید. این آب می‌بایست بین سه کاربر مختلف شهری، صنعتی و کشاورزی توزیع می‌گشت و همچنین از این مدل برای تغذیه مصنوعی منابع آب زیرزمینی نیز استفاده می‌شد (دراکوپ ۱۹۹۶). برای حوضه *San Jose* در



Santa Clara در کالیفرنیا، برای استفاده از منابع آب سطحی و زیرزمینی برای یک سیستم منابع آب، از یک مدل مفهومی استفاده شد تا سیاست‌های برنامه‌ریزی که شامل انتقال، تخصیص و توزیع می‌باشد به گونه‌ای تعیین شوند که بیشترین سود اقتصادی حاصل گردد. در این مدل برای حل مسئله از برنامه‌ریزی دینامیک استفاده گردید (ارن ۱۹۹۶). در دره *South Platte* در شرق کلرادو، از مدل هیدرولوژیکی تلفیقی که براساس معادلات دیفرانسیل جزئی سیستم آب زیرزمینی بود، استفاده گردید. این روش از یک مدل شبیه‌سازی برای ارائه ارتباط هیدرولیکی بین رودخانه و آب زیرزمینی استفاده می‌کند. تداخل سیستم آب سطحی و زیرزمینی از نظر زمانی و مکانی بوسیله مدل ارائه گردید. که توسط این مدل پاسخ فیزیکی سیستم آبخوان رودخانه در مقابل تغییرات جریان رودخانه، انحراف آب از رودخانه و میزان پمپاژ نشان داده می‌شد و جریان رودخانه به عنوان یک ورودی استوکاستیک در نظر گرفته می‌شد و همچنین از یک مدل اقتصادی برای ارائه پاسخ مصرف‌کنندگان آب برای آبیاری در مقابل تغییرات بر تحویل آب به آنها و هزینه آب استفاده می‌شد. اما مدل مدیریتی که طراحی شده بود، رفتار آبخوان را فقط از طریق شبیه‌سازی نشان می‌داد و به عبارتی رفتار آبخوان مستقیماً در مدل بهینه‌سازی نشان داده نمی‌شد (یانگ و برادفت ۱۹۷۲)). مدل‌های آب سطحی و زیرزمینی با پارامترهای توزیع شده (*distributed parameter*) که بر اساس نظریه *discrete kernel* بود نیز در مدیریت تلفیقی طراحی گردید. نظریه *discrete kernel* براساس حل تابع *Green* معادلات دیفرانسیل جزئی سیستم بنا شده است. استراتژی‌های مدیریتی این نظریه عبارت بود از:

۱. از کانال‌هایی به منظور انتقال آب استفاده شود.

۲. راندمان استفاده از آب مزارع افزایش یابد.

۳. پمپاژ با رعایت حدودی انجام گیرد. (مرل سیتوکس و همکارانش ۱۹۸۰))

برای تعیین تخصیص بهینه از نظر زمانی و مکانی از منابع آب سطحی و زیرزمینی برای مصارف شهری و روستایی نیز یک برنامه کنترلی بهینه بنا شده است. مدل، یک مدل کنترلی خطی درجه دوم بود که از مولفه‌های هیدرولوژیکی و اقتصادی تشکیل شده بود. مطالعات نشان داد میزان بهینه پمپاژ از آب زیرزمینی در طول زمان برنامه‌ریزی شده (بهره‌برداری) نسبت به افزایش هزینه‌های پمپاژ



بسیار حساس است (نوال و همکاران (۱۹۸۰) و ایلنگسکر و مرل سیتوکس (۱۹۸۶)). حداقل حجم مفید مورد نیاز مخازن آب- زیرزمینی برای بهره‌برداری بهینه تلفیقی از منابع آب‌سطحی و زیرزمینی در مناطق خشک، با بررسی تداخل بین متغیرهای معادله تعادل آب‌زیرزمینی تعیین گردید. به منظور تعیین میزان تغذیه آب‌زیرزمینی در یک دوره زمانی طولانی برای یک حجم معلوم مخازن آب‌زیرزمینی و میزان معلوم مصرف آب، شرط تعادل برای یک دوره زمانی طولانی برای مخازن آب‌زیرزمینی به کار برده شد (نستر (۱۹۸۷)). برای شرایطی که مدل آب‌زیرزمینی، استوکاستیک در نظر گرفته شده بود، یک مدل تلفیقی مبتنی بر شانس (*Chance-Constrained*) طراحی گردید. در این مدل، پارامترهای مربوط به آبخوان دارای توزیع لگاریتم نرمال بوده و فرض شده که:

۱. آبخوان با جریان سطحی ارتباط هیدرولیکی خوبی دارد.

۲. نوسانات سطح آب در جریان سطحی قابل توجه نمی‌باشد.

از این فرض برای تضمین یک شرایط مرزی با هد ثابت برای مدل جریان آب‌زیرزمینی استفاده می‌شد. در این مدل از یک معادله تخلیه جریان که نشانگر میزان جریان بین آبخوان و رودخانه می‌باشد، استفاده شده است (مارینو و هانتوش (۱۹۸۹)). برای حوضه یک رودخانه از یک مدل مدیریت تلفیقی استفاده شد. این مدل شامل:

الف) هیدرولیک سیستم‌های آب‌سطحی و زیرزمینی

ب) اهداف سود و هزینه تأمین آب، تولید انرژی برق آبی و آب‌زیرزمینی بود.

قیود بهره‌برداری شامل محدودیت‌های تولید انرژی برق آبی، قیود کیفی آب در تلفیق آب‌سطحی و زیرزمینی برای مصارف شرب و حداقل جریان در رودخانه برای پائین‌دست می‌باشد. نتایج نشان داد که مدیریت بهره‌برداری تلفیقی یک ابزار مناسب برای مسائل برنامه‌ریزی چندهدفه منابع آب هستند (جوی ماتسوکا و رابرت ویلیس (۱۹۹۲)). همچنین از یک مدل پارامتر گسترده، جهت بهینه‌سازی بهره‌برداری از یک سیستم رودخانه-آبخوان، با در نظر گرفتن احتمال جریان سطحی استفاده شده است. در این مدل از



روش ماتریس پاسخ واحد جهت اتصال مدل شبیه‌سازی استفاده گردیده است. ۳ تابع هدف که در این مدل وجود داشت عبارت بودند از:

۱. به حداقل رساندن نیازآبی.

۲. حداقل نمودن کاهش تحمیلی بر مصرف آب.

۳. حداقل نمودن تفاوت میزان پمپاژ از مقدار کنونی آن.

توسط مدل، سطوح آب‌زیرزمینی، گرادیان هیدرولیکی، ظرفیت خطوط لوله، میزان تغذیه و میزان تقاضای آب توسط حدود نهایی مقید شده است و همچنین در این مدل اعتمادپذیری نتایج بهینه‌سازی مدل توسط آنالیز *Mont-Carlo* مورد ارزیابی قرار می‌گیرد (اریک جی ریچارد (۱۹۹۵)). قابلیت‌ها، محدودیت‌ها و منافع اقتصادی مدیریت تلفیقی منابع آب‌سطحی و زیرزمینی در جنوب کالیفرنیا با استفاده از مدل کلونین بررسی گردید. هدف از این تحقیق دست‌یافتن به سیاست‌هایی جهت بهره‌برداری با اطمینان‌پذیری بالاتر و سود اقتصادی بیشتر بود. نتایج حاصل از این تحقیق نشان‌دهنده افزایش درجه اطمینان‌پذیری به لحاظ بهره‌برداری کیفی و کمی و همچنین افزایش بهره اقتصادی در اثر اجرای طرح مدیریتی است (جنکینز و لاند (۲۰۰۴)). همچنین برای حل مسائل مدیریت تلفیق منابع آب‌سطحی و زیرزمینی چند هدفه از مدل شبیه‌سازی و بهینه‌سازی که بر اساس شبکه‌عصبی مصنوعی و الگوریتم ژنتیک بود، استفاده گردید. در این مدل به منظور تأمین آب برای مصارف کشاورزی، صنعتی و شهری از منابع آب‌سطحی که شامل رودخانه و سد بود و همچنین از منابع آب‌زیرزمینی استفاده به عمل آمده است. در این مدل ۳ هدف در نظر گرفته شده که عبارتند از:

۱. حداکثر نمودن آب تأمین شده از چاه‌ها به علاوه آب منحرف شده از منابع سطحی

۲. حداکثر نمودن تولید انرژی برق‌آبی

۳. حداقل نمودن هزینه استحصال آب

قیودی که می‌بایست در نظر گرفته شوند عبارتند از:



۱. مجموع حجم آب پمپاژ شده از چاه‌ها و آب برداشت شده از منابع آب سطحی کل نیازآبی را تأمین نماید.
۲. ارتفاع آب در آبخوان قابل قبول باشد.
۳. پمپاژ از چاه‌ها در محدوده مجاز قرار گیرد.

در این مدل از یک مدل شبیه‌سازی-بهینه‌سازی به نام *SOMOS* استفاده نمودند و نشان دادند که استفاده از این‌گونه مدل‌های شبیه‌سازی-بهینه‌سازی در حدود ۴۰-۲۰ درصد بهتر از مدل‌های شبیه‌سازی هستند که می‌بایست از طریق سعی و خطا استفاده کردند (فیاد و پرالتا (۲۰۰۴)). پژوهشی که توسط کارآموز و همکاران (۲۰۰۴) انجام گرفته عبارت از یک مدل بهره‌برداری تلفیقی از منابع آب سطحی و زیرزمینی برای تخصیص آب به ۴ منطقه کشاورزی می‌باشد. اهداف مدل عبارتند از:

۱. تأمین آب مورد نیاز کشاورزی
۲. کاهش هزینه‌های پمپاژ
۳. کنترل نوسانات سطح آب زیرزمینی در مناطق کشاورزی

در این پروژه از یک مدل بهینه‌سازی برای برنامه‌ریزی بهره‌برداری تلفیقی از منابع آب سطحی و زیرزمینی و یک مدل ریاضی برای پیش‌بینی سطح آب در آبخوان‌ها تهران و فشافویه استفاده گردیده است. تحقیقات نشان می‌دهد که تخصیص آب از منابع تلفیقی آب سطحی و زیرزمینی برای تهران از اهمیت زیادی برخوردار است. دشتی و همکاران (۲۰۰۶) به بررسی وضعیت دشت آستانه-کچصفهان در استان گیلان پرداختند تا در شرایط خشکسالی بخش عمده‌ای از نیازها را بتوانند تأمین و با مشکل کم‌آبی در شرایط خشکسالی مقابله نمایند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که در آرایش جدید چاه‌ها در منطقه که پیرو طرح یکپارچه‌سازی شبکه آبیاری ایجاد شده است، حدود ۶۰ تا ۹۰ درصد نیازها در شرایط خشکسالی قابل تأمین است. آنها همچنین سناریوهای مختلفی را برای مقادیر مختلف آبدهی رودخانه نیز ارائه نمودند. بهره‌برداری بهینه تلفیقی از منابع آب سطحی و زیرزمینی دشت تهران - شهریار توسط قادری، اسلامی و موسوی (۲۰۰۶) انجام شد. هدف از این تحقیق تأمین آب مورد نیاز در تمام شرایط (به ویژه شرایط بحرانی) بود. در این تحقیق از رویکرد درون‌گذاری برای وارد کردن مدل شبیه‌سازی درون مدل مدیریتی استفاده شده



است. همچنین برای حل مدل مدیریتی، از تکنیک برنامه‌ریزی خطی صحیح مختلط استفاده شده است. نتایج بدست آمده زمان و مکان برداشت بهینه از منابع آبهای سطحی و زیرزمینی را نشان می‌دهد. همچنین می‌توان به بهره‌برداری تلفیقی بهینه از منابع آبهای سطحی و زیرزمینی دشت نقره- اشنویه که توسط شمسایی و حمزه‌پور (۲۰۰۶) انجام شده، نیز اشاره نمود. در این تحقیق ابتدا لایه آبدار دشت نقره- اشنویه توسط نرم‌افزار *PMWIN* شبیه‌سازی شده است و سپس نتایج نهایی تغییرات سطح آب زیرزمینی در چاهک‌های مختلف بدست آمده است. از الگوریتم ژنتیک با تابع هدف بالابردن اطمینان‌پذیری سیستم، برای بهینه‌سازی تلفیقی در محدوده طرح استفاده شده است. هدف اصلی از مدل بهینه‌سازی تلفیقی تدوین الگوریتم بهره‌برداری بهینه از منابع آب سطحی و زیرزمینی در راستای تأمین نیازهای آبی برای مصارف مختلف و با اطمینان بالا می‌باشد.

بحث و نتایج

در چند دهه اخیر تغییر اقلیم و عدم وقوع بارش‌های کافی و به موقع و در نتیجه عدم تأمین آب مورد نیاز گیاهان کشت شده، محدودیت اراضی قابل کشت و منابع آب، همچنین توزیع ناهمگون زمانی و مکانی آب شیرین به لحاظ کمی و همچنین رشد سریع و روزافزون جمعیت جهان و به ویژه کشور ما ایران در دهه‌های اخیر، سبب بروز مشکلات روزافزون در تأمین منابع آب مورد نیاز مصارف مختلف شده است. محدودیت منابع آب و خشکسالی‌های اخیر در ایران، مدیریت تلفیقی از آب‌های سطحی و زیرزمینی را ضروری می‌سازد. در این نگرش، در دوره‌های خشکسالی مدیریت بهره‌برداری تلفیقی از رودخانه و سفره طوری صورت می‌گیرد که ضمن تأمین نیازها، بر ساختار طبیعی این سیستم خسارت وارد نیاید.

منابع

۱. ابریشمی، ج.، علوی مقدم، م.، بهرامی جوینی، ر. ۱۳۸۰. مدل کیفی آب‌های زیرزمینی غرب کویر طبس، سومین کنفرانس

هیدرولیک ایران.



۲. دشتی، س.، خلقی، م.، عرب، د.ر. ۱۳۸۵. مدیریت بهره‌برداری تلفیقی از سیستم چندهدفه منابع آب سطحی و زیرزمینی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
۳. شمسایی، ا. و حمزه پور، خ. ۱۳۸۵. بهره‌برداری تلفیقی بهینه از منابع آبهای سطحی و زیرزمینی با بالابردن اطمینان پذیری سیستم، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.
۴. عزیزاده، ا. و کمالی، غ. و موسوی، ف. و موسوی، م. (۱۳۸۶)، هوا و اقلیم شناسی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۳۴۹ ص.
۵. بزرگ نیا، ا. (۱۳۶۶)، تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی و پیش‌بینی، انتشارات آستان قدس رضوی
۶. عسگری، ا. و رحیم زاده، ف. و محمدیان، ن. و فتاحی، ا. (۱۳۸۶)، "تحلیل روند نمایه های بارش های حدی در ایران" مجله علمی پژوهشی تحقیقات منابع آب ایران. سال سوم، شماره سوم. ص ۴۲-۵۵.
۷. قادری، ک. ۱۳۸۵. بهره‌برداری بهینه تلفیقی از منابع آبهای سطحی و زیرزمینی دشت تهران- شهریار. رساله دکترا، دانشگاه تربیت مدرس.
۸. نیکبخت، ج. ۱۳۸۵. مدل بهره‌برداری تلفیقی از آب سطحی و زیرزمینی در شرایط محدودیت کمی و کیفی آب. رساله دکترا، دانشگاه تربیت مدرس.
۹. Emace, R., Chodhury, A., Anaya, R., Way, S.C. ۲۰۰۰. A numerical groundwater flow model of the upper and middle Trinity aquifer, Hill Country area, Texas Water Development Board, Open _ file Report ۰۰ - ۰۲.
۱۰. Fayad, H.C and Petralta, R.C. ۲۰۰۴. Multi-Objective Conjunctive Use Optimization.
۱۱. Jenkins, M., Lund, J.R. ۲۰۰۴. Economic values for conjunctive use and water banking in southern California. Journal of Water Resources Research, VOL. ۴۰, W۰۳۴۰۱.
۱۲. IPCC, ۲۰۰۷. Climate Change (۲۰۰۷), "The Physical Science Basis, A Contribution of



- Working Groups. I, to the Forth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Solomon and the Core Writing Team (eds)". Cambridge University press. Cambridge United Kingdom , and New York, USA.
۱۳. Karl, T. R., R.W. Knight, D.R. Easterling and R.G. Guayle. (۱۹۹۶). Indices of climate change for the United States. Bull. Am. Meteorol. Soc. ۷۷(۲):۲۷۹-۲۹۲.
۱۴. Kechagias, E., Katsifarakis, K.L. ۲۰۰۴. Planning water resource management in small islands".the case of kalymnos, Greece. Water, Air, and Soil Pollution: Focus ۴: ۲۷۹-۲۸۸.
۱۵. Lettenmaier, D.P., E.F. Wood and J.R. Wallis. (۱۹۹۴). Hydro-climatological trends in the continental United State. J. Climatol. ۷:۵۸۶-۶۰۷
۱۶. Matsukawa,J , Finny,B.A and Willis,R. ۱۹۹۲. Conjunctive-Use Planning in Mad River Basin, California. Journal of Water Resources Planning and Management/ASCE/. Vol.۱۱۸ , No.۲.
۱۷. Morel-Seytuox,H.J. ۱۹۹۴. Stream-Aquifer Interaction Modeling for Optimal Conjunctive Management of Surface and Ground Waters. Hydorogy Days Publications , August.
۱۸. Nestor R.Cprrea. ۱۹۸۹. Determination of the necessary volume of the grand water reservoirs for optimal conjunctive water use for irrigation in an arid region.
۱۹. Rechar,E.G. ۱۹۹۵. Groundwater-Surface water Management with Stochastic Surface water Supplies : A Simulation Optimization Approach. Journal of Water Resources Research , Vol.۳۱ , No.۱۱.
۲۰. Tol, R. S. J. (۱۹۹۴). Greenhouse statistics – time series analysis. Theor. And Appl.



همایش ملی مدیریت بحران آب

The National Conference on Water Crisis Management

دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، اسفندماه ۱۳۸۸



Climatol. ۴۹: ۹۱-۱۰۲.

۲۱. Vorosmarty, C.J., P. Green, J. Salisbury and R. B. Lammers. (۲۰۰۰). Global water resource: Vulnerability from climate change and population grow. Bull. Am. Met. Soc. ۲۸۹: ۲۸۴-۲۸۸.
۲۲. Watson, R. T., M. C. Zinyowera, and R. H. Moss (۱۹۹۷), “ IPCC Summary for Polycimakers, The Regional Impacts of Climate Change: An Assessment of Vulnerability”, Intergovernmental Panel on Climate Change, WMO and UNEP publication, Geneva.
۲۳. Young, R.A and Bredehoeft, J.d. ۱۹۷۲. Digital Compuetr Simulation for Solving Management Problems of Conjunctive Groundwater and Surface water Systems. Journal of Water Resorurces Research, Vol.۸ , No.۳