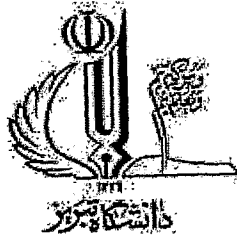


بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

۱۳۲۱۴۱ - ۲۰۹۵۲۲



دانشکده مهندسی عمران
گروه مهندسی آب

پایان نامه

جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی آب

عنوان

مدیریت آب شهری به کمک مدل بهینه سازی چند معیاره پیوسته

مطالعه موردی: شهر تبریز

استاد راهنما:

دکتر مهدی ضرغامی

استاد مشاور:

دکتر یوسف حسن زاده

پژوهشگر:

رویا امانپور

آذر ۱۳۸۸

۱۳۸۸/۱۱/۲۰

۱۳۸۸/۱۱/۲۰

کتابخانه مرکزی دانشگاه

تبریز

۱۳۲۱۲۱

تقدیر و تشکر:

سپاس خداوند یکتا را که هستیم بخشید و تحصیل دانش را روزیم ساخت. قبل از هر چیز این پایان نامه را با خلوص تمام تقدیم وجود عزیزانی می‌کنم که عاطفه سرشار و گرمای امیدبخش وجودشان بهترین پشتیبان است، عزیزانی که در تمام مراحل زندگی و دوران تحصیل همواره مشوق و

پشتیبان من بوده‌اند و من در برابر عظمتشان عاجز از تشکر کردن هستم: **پدر و مادر مهربانم**

همچنین وظیفه خود می‌دانم مراتب سپاس و قدردانی خود را به محضراستاد گرانقدر جناب آقای دکتر ضرغامی که با راهنمایی‌های ارزنده‌شان راهگشای من بودند، تقدیم کنم و نیز از زحمات و حسن توجه جناب آقای دکتر حسن زاده که زحمت مشاوره پایان نامه را بر عهده داشتند، کمال تشکر را دارم.

از سایر دوستان عزیز که یاری‌گر و مشوق من بودند، تقدیر نموده و نام زیبایشان را زینت بخش این پایان نامه می‌نمایم:

همسر عزیزم آقای مهندس مجتبی اوجاقی، دوست عزیزم خانم حبیبه دینی، مدیریت برنامه‌ریزی شرکت آب و فاضلاب تبریز جناب آقای مهندس اخگری، کارشناس آمار شرکت آب و فاضلاب تبریز سرکار خانم رضائی ارجمند و سایر عزیزان در سازمان آب منطقه‌ای استان آذربایجان شرقی.

نام خانوادگی دانشجو: امانپور	نام: رویا
عنوان پایان نامه: مدیریت آب شهری به کمک مدل بهینه سازی چند معیاره پیوسته (شهر تبریز)	
استاد راهنما: دکتر مهدی ضرغامی استاد مشاور: دکتر یوسف حسن زاده	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: عمران	گرایش: مهندسی آب دانشگاه: تبریز
دانشکده: عمران	تاریخ فارغ التحصیلی: آذر ۱۳۸۸ تعداد صفحه: ۱۲۸
کلید واژه‌ها: بهینه سازی چند هدفه، مدیریت آب شهری، نرم افزار GAMS	
چکیده:	
<p>مدیریت بهم پیوسته آب شهری موضوعی حائز اهمیت در ایران می باشد. بسیاری از اهداف و معیارها مانند رضایت مصرف کنندگان آب شهری (از نقطه نظر هزینه های تامین آب، کیفیت آب و...)، منافع ملی و مخاطرات اجتماعی از چالشهای مطرح شده در مدیریت منابع آب می باشند. از آنجا که در تصمیم گیری مسائل مدیریت منابع آبی عوامل زیادی باید در نظر گرفته شود، پس مساله به یک مدل چند هدفه تبدیل می شود. اهداف مورد بررسی در این رساله عبارتند از: کمینه کردن هزینه های تامین آب، افزایش سهم سرانه و کمینه کردن انتقال آب از زاینده رود. در این رساله مدیریت آب شهری با اهداف فوق در نظر گرفته شده و برای آن یک مدل مبتنی بر برنامه ریزی سازشی ارائه می گردد. به منظور ارزیابی کارایی مدل پیشنهادی، شاخص های عملکرد مدل (اعتماد پذیری، برگشت پذیری، آسیب پذیری و انعطاف پذیری) محاسبه شده است. نتایج بدست آمده نشان می دهد که مدل پیشنهادی قادر است تا جوابهای موثری را برای حل مساله مورد بررسی ارائه دهد.</p>	

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	۱- فصل اول: مقدمه
۲.....	۱-۱- پیشگفتار.....
۲.....	۲-۱- مشکلات صنعت آب در بعد جهانی.....
۵.....	۳-۱- مشکلات صنعت آب در ایران.....
۹.....	۴-۱- مدیریت بهم پیوسته.....
۱۰.....	۵-۱- توسعه پایدار.....
۱۲.....	۶-۱- روند کار در فصول بعد.....
	۲- فصل دوم: تعریف مسئله مورد بررسی
۱۴.....	۱-۲- مشخصات عمومی منطقه.....
۱۴.....	۲-۱-۱- موقعیت و جغرافیای طبیعی.....
۱۶.....	۲-۱-۲- رودخانه ها.....
۱۷.....	۲-۱-۳- آب وهوا.....
۱۸.....	۲-۱-۴- وضع موجود بافت شهری در تبریز.....
۱۹.....	۲-۲- تأسیسات آبرسانی در شهر تبریز.....
۲۰.....	۲-۲-۱- خطوط انتقال آب شهر تبریز.....

- ۲۱..... ۲-۲-۲- شبکه توزیع آب شهر تبریز.
- ۲۵..... ۳-۲-۲- مخازن ذخیره آب.
- ۲۸..... ۴-۲-۲- ایستگاههای پمپاژ.
- ۲۸..... ۳-۲- منابع آب شهر تبریز.
- ۳۶..... ۴-۲- کیفیت آب توزیع شده.
- ۳۷..... ۵-۲- آمار مصرف و روند آن.
- ۳۹..... ۶-۲- حداکثر روزانه مصرف سرانه.
- ۴۰..... ۷-۲- حداکثر ساعتی مصرف سرانه.
- ۴۲..... ۸-۲- وضعیت شهر در آینده.
- ۴۲..... ۸-۱-۸- استخوان بندی، توزیع سطوح اصلی و الگوی توسعه شهر.
- ۴۳..... ۸-۲- پیش بینی رشد جمعیت در شهر تبریز.
- ۴۵..... ۸-۳- بر آورد نیاز شهر.
- ۴۵..... ۹-۲- تحلیل از نظر مسئله تأمین آب.

۳- فصل سوم: بهینه سازی و روش های مختلف آن

- ۴۷..... ۳-۱- تعریف مدل.
- ۴۸..... ۳-۲- شبیه سازی.
- ۴۹..... ۳-۳- بهینه سازی.

- ۵۱..... ۳-۳-۱- تعاریف و مفاهیم اولیه
- ۵۲..... ۳-۴-۱- مدل های بهینه سازی
- ۵۳..... ۳-۴-۱- انواع مدل های بهینه سازی تک هدفه
- ۵۵..... ۳-۴-۲- انواع مدل های بهینه سازی چند هدفه
- ۵۷..... ۳-۵-۱- انواع روش های حل مسائل بهینه سازی
- ۵۸..... ۳-۵-۱- برنامه ریزی پویا
- ۵۹..... ۳-۵-۲- روش ضرائب لاگرانژ
- ۶۰..... ۳-۵-۳- روش جستجوی ممنوعه
- ۶۰..... ۳-۵-۴- الگوریتم ژنتیک
- ۶۳..... ۳-۵-۵- الگوریتم کلونی مورچه ها
- ۶۷..... ۳-۶- پیشینه تحقیق

فصل چهارم: آشنایی با نرم افزار GAMS

- ۷۰..... ۴-۱- مقدمه
- ۷۰..... ۴-۲- ساختار مدل ریاضی GAMS
- ۷۱..... ۴-۳- تشریح ساختار مدل GAMS
- ۷۱..... ۴-۳-۱- ورودی های مدل
- ۷۵..... ۴-۳-۲- خروجی های مدل

فصل پنجم: مدل تصمیم‌گیری

- ۱-۵- مقدمه..... ۸۰
- ۲-۵- معیارهای تصمیم‌گیری در آب شهری تبریز..... ۸۱
- ۱-۲-۵- معیار هزینه..... ۸۱
- ۲-۲-۵- معیار اجتماعی..... ۸۵
- ۳-۲-۵- معیار زیست محیطی..... ۸۶
- ۳-۵- قیود مدل تصمیم‌گیری در آب شهری تبریز..... ۸۶
- ۴-۵- نوشتن یک معادله بهینه‌سازی ریاضی بر اساس برنامه‌ریزی سازشی..... ۹۰

فصل ششم: بحث در نتایج حل مدل تصمیم‌گیری

- ۱-۶- تحلیل نتایج..... ۹۴
- ۲-۶- تحلیل تغییرات نتایج بر حسب پارامترها..... ۹۶
- ۱-۲-۶- میزان حساسیت تصمیم‌گیر به انحراف معیار..... ۹۷
- ۲-۲-۶- تغییر متغیر pl ۹۷
- ۳-۲-۶- تغییر ترکیب وزن‌ها..... ۹۷
- ۳-۶- شاخص‌های عملکرد مدل..... ۹۸
- ۱-۳-۶- شاخص اعتماد‌پذیری..... ۹۸
- ۲-۳-۶- شاخص سرعت برگشت‌پذیری..... ۹۹
- ۳-۳-۶- شاخص آسیب‌پذیری..... ۹۹

۱۰۰..... ۶-۳-۴- شاخص انعطاف پذیری

۱۰۲..... جمع‌بندی و توصیه‌ها

۱۰۳..... برنامه‌نویسی

۱۲۲..... منابع و مراجع

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱- روند رشد جمعیت و مصرف آب در دنیا.....	۴
شکل ۱-۲- نسبت آب شیرین سطحی قابل دسترس به کل آب دنیا.....	۵
شکل ۱-۳- مفهوم مدیریت یکپارچه.....	۱۰
شکل ۱-۴- مفهوم توسعه پایدار.....	۱۱
شکل ۱-۲- نقشه موقعیت شهر تبریز.....	۱۶
شکل ۲-۲- نقشه نقاط انشعاب از خط زرینه رود به تبریز.....	۳۵
شکل ۱-۳- فلوچارت عملکرد الگوریتم ژنتیک.....	۶۸
شکل ۲-۳- الگوریتم کلونی مورچه ها.....	۷۲
شکل ۱-۶- سهم بهینه هر یک از منابع بصورت درصدی برای سال ۱۳۸۶.....	۹۵
شکل ۲-۶- سهم بهینه هر یک از منابع (بدون مدیریت تقاضا) بصورت درصدی برای سال ۱۳۸۶.....	۹۵
شکل ۳-۶- سهم بهینه هر یک از منابع برای تامین آب در طول دوره طرح.....	۹۶

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۲۱.....	جدول ۱-۲-۱- مشخصات خطوط انتقال آب در شهر تبریز.....
۲۷.....	جدول ۲-۲-۲- مشخصات مخازن ذخیره آب در شهر تبریز.....
۳۰.....	جدول ۳-۲-۳- مشخصات چاههای آب در شهر تبریز.....
۳۳.....	جدول ۴-۲-۴- مشخصات قنات فعال در شهر تبریز.....
۳۶.....	جدول ۵-۲-۵- کیفیت آب شهر تبریز.....
۴۱.....	جدول ۶-۲-۶- درصد مقادیر مختلف در تشکیل آب به حساب نیامده در شهر تبریز در سال ۱۳۸۵.....
۴۴.....	جدول ۷-۲-۷- روند رشد جمعیت شهر تبریز طی سالهای ۱۳۶۵ تا ۱۳۸۵.....
۴۵.....	جدول ۸-۲-۸- پیش بینی جمعیت شهر تبریز در آینده.....
۴۵.....	جدول ۹-۲-۹- پیش بینی نیاز آبی شهر تبریز در آینده.....
۷۱.....	جدول ۱-۴-۱- ساختار مدل GAMS.....
۷۳.....	جدول ۲-۴-۲- انواع متغیرها در نرم افزار GAMS.....
۷۸.....	جدول ۳-۴-۳- علائم تعریف شده در نرم افزار GAMS.....
۷۸.....	جدول ۴-۴-۴- ترکیب علائم مخصوص و معانی آنها در نرم افزار GAMS.....
۷۸.....	جدول ۵-۴-۵- انواع متغیرهای قابل تعریف در نرم افزار GAMS.....

جدول ۵-۱- قیمت تمام شده هر مترمکعب آب انتقالی از زرینه رود به تبریز..... ۸۳

جدول ۵-۲- قیمت تمام شده هر مترمکعب آب انتقالی از سد نهند به تبریز..... ۸۴

جدول ۵-۳- مقادیر آرمانی، نامطلوب و وزن هر معیار..... ۹۱

فهرست نمودارها

عنوان	صفحه
نمودار ۱-۲- روند مصرف آب در شهر تبریز طی سالهای ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۶.....	۳۷
نمودار ۲-۲- روند مصرف آب در شهر تبریز به سالهای ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۶ به تفکیک منبع.....	۳۷
نمودار ۲-۳- تغییرات دو ماهانه مصارف خانگی شهر تبریز در سال ۱۳۸۷.....	۳۸
نمودار ۲-۴- ترکیب انواع مصارف در شهر تبریز در سال ۱۳۸۷.....	۳۸
نمودار ۲-۵- روند مصرف سرانه آب طی سالهای ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۵ در شهر تبریز.....	۳۹

فصل اول

مقدمه

فصل اول

مقدمه

۱-۱- پیشگفتار

آب در طبیعت منشاء زندگی است (من الماء کل شی حی) و ادامه زندگی موجودات زنده در گرو وجود آب است. روزگاری آب ثروت ملی محسوب می شد و بیشتر اوقات در دسترس بود، ولی امروزه آب نعمتی بی بدیل است و بایستی آن را حفظ کرد تا خود و آیندگان دچار بحران بزرگ بی آبی یا کم آبی نشویم. به راستی که آیندگان درایت ما را در استفاده بهینه از آب خواهند دید.

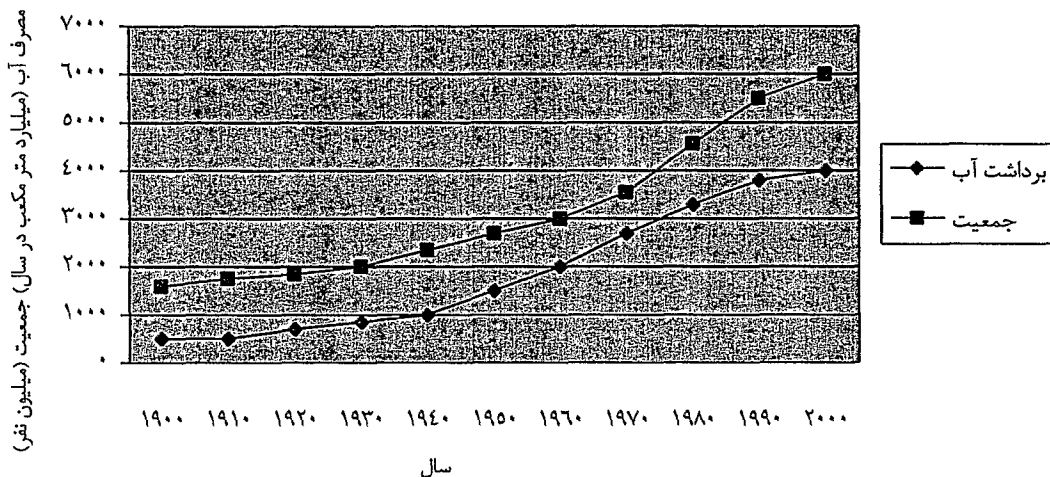
۱-۲- مشکلات صنعت آب در بعد جهانی :

آب یکی از چالش های قرن حاضر است که می تواند در آینده بسیار نزدیک سر منشاء بسیاری از تحولات مثبت و منفی جهان قرار گیرد. در گذشته مسائل و مشکلات آب در مقیاس محلی مطرح بود، اما اکنون این مشکلات در مقیاس های ملی، منطقه ای و حتی جهانی بروز می کند. مقدار آب تجدید شونده ای که کره زمین هم اکنون دریافت می کند، معادل همان آب ثابتی است که هزاران سال پیش دریافت می داشته است. معهذاً مقدار سرانه مصرف آب به شدت در حال افزایش است .

تقاضای آب با افزایش جمعیت جهان با سرعت زیادی افزایش می یابد. در ابتدای قرن بیستم جمعیت جهان حدود ۱/۵ میلیارد نفر بوده است که در سال ۱۹۹۶ به ۵/۸ میلیارد نفر رسیده و تخمین زده می شود در سال ۲۰۲۰ به ۷/۹ میلیارد نفر و در سال ۲۰۵۰ به ۹/۹ و در سال ۲۱۰۰ به ۱۵/۴ میلیارد نفر برسد. این افزایش سریع جمعیت باعث به وجود آمدن تقاضای بی سابقه برای منابع آب شده و الگوهای مصرف آن را پیچیده می کند. چون آب کره زمین محدود و آسیب پذیر است، پس با افزایش جمعیت جهان سهم سرانه از منابع آب قابل دسترس هم کاهش می یابد (Al Radif, 1999).

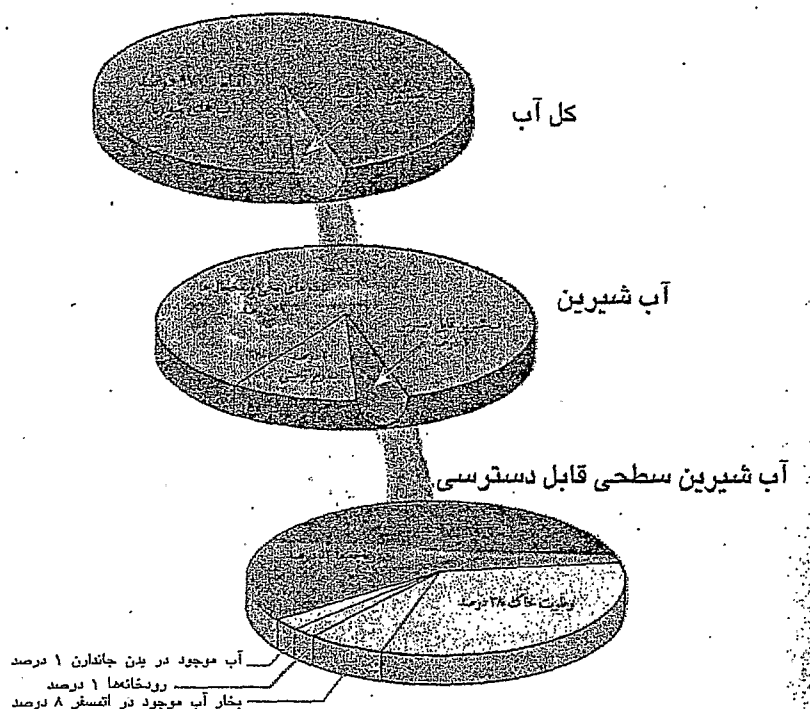
در شکل ۱-۱ روند رشد جمعیت و مصرف آب در دنیا نشان داده شده است

(Gleick, 2000).



شکل ۱-۱ روند رشد جمعیت و مصرف آب در دنیا (Gleick, 2000)

هر چند ۷۱٪ سطح کره زمین از آب پوشیده شده است و حجمی در حدود ۱۵۰۰ میلیون کیلومتر مکعب را در بر دارد، اما ۹۷٪ این مقدار آب شور اقیانوسها و دریاها و تنها چیزی در حدود ۳٪ آن آب شیرین است که آبهای شیرین هم به صورت یخ و برف در یخچالهای قطبی و کوهستانی انباشته شده است. تقریباً ۴٪ از آبهای شیرین هم به صورت بخار و مه در جو قرار گرفته است و بقیه آن، آب مورد استفاده موجودات زنده را تشکیل می‌دهد که مقدار آن را بین ۱۱ تا ۱۲ میلیون کیلومتر مکعب برآورد کرده‌اند (به نقل از شرکت آب و فاضلاب تبریز، تابستان ۱۳۸۵).



شکل ۱-۲: نسبت آب شیرین سطحی قابل دسترس به کل آب دنیا (از شرکت آب و فاضلاب تبریز، ۱۳۸۵)

۱-۳- مشکلات صنعت آب در ایران:

کشور ما ایران با داشتن ۱۶۴۸۰۰۰ کیلومترمربع مساحت و دارا بودن ۱٫۱٪ از خشکیهای جهان در ردیف مناطق خشک و نیمه کویری جهان قرار گرفته است. کارشناسان میزان نزولات آسمانی آن را بطور متوسط چیزی در حدود ۲۵۱ میلی متر ارزیابی کرده اند. به نحوی که میزان نزولات سالانه کشور بین حداقل هایی از ۵۰ تا ۱۰۰ میلی متر در مناطق مرکزی و جنوبی و شرقی و حداکثرهایی از ۵۰۰ تا ۱۵۰۰ میلی متر در مناطق غربی و شمالی قرار دارد (به نقل از شرکت آب و فاضلاب تبریز، تابستان ۱۳۸۵).

با توجه به رشد جمعیت در ایران سرانه سالانه منابع آب تجدید شونده که در سال ۱۳۳۵، ۷۰۰۰ متر مکعب بود در سال ۱۳۷۵ به ۲۰۰۰ متر مکعب کاهش یافته و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۱۴۰۰ به حدود ۸۰۰ متر مکعب کاهش یابد، که این میزان پایین‌تر از مرز کم‌آبی (۱۰۰۰ متر مکعب) است. هزینه‌های بالای تامین، انتقال و توزیع آب، افزایش بی‌رویه مصرف و منابع محدود آب قابل دسترس، در آینده نزدیک، کشور را با بحران‌های جدی جدیدی مواجه می‌سازد (روزنامه اعتماد، ۱۳۸۵).

بارش سالانه ۲۵۰ میلی‌متر در سال نسبت به ۷۵۰ میلی‌متر میانگین بارش جهانی، توزیع غیر یکنواخت بارش در طول زمان و مکان، محدودیت منابع آب شیرین در ایران، استحصال غیر استاندارد آبهای زیرزمینی، عدم توانایی در مهار آبهای سطحی، پیشروی آبهای شور، افزایش آلودگی منابع آب ناشی از پسابهای خانگی، کشاورزی، صنعتی و ... و نبود برنامه دراز مدت مدیریت منابع آب، بالا بودن آب به حساب نیامده در بخش شهری، مکانیزم قیمت‌گذاری ناکارآمد، مسائل و مشکلات ناشی از نارسایی اقتصادی و مالی، کمبود مراکز تحقیقاتی، علمی و مطالعاتی آب و بالاخره عدم وجود بانکهای اطلاعاتی دقیق از آمار و ارقام ذخایر، منابع و مصرف آب را شاید بتوان به عنوان چالش‌های فرا روی مدیریت منابع آب ایران تلقی کرد.

در حال حاضر آب به حساب نیامده در استانهای مختلف کشور بین ۲۵ الی ۶۰ درصد گزارش شده است. آب به حساب نیامده به میزان آبی گفته می‌شود که در صورت حساب فروش شرکت‌های آب و فاضلاب منظور نمی‌شود و اغلب به دلیل قرائت غلط

کتورها، انشعابهای غیرمجاز، کتورهای با پلمپ باز، نشت در شبکه به دلیل پوسیدگی و از کار افتادگی لوله‌ها صورت می‌گیرد (روزنامه اعتماد، ۱۳۸۵).

برای پاسخ‌گویی به نیاز روز افزون تقاضای آب در کشور، راهکارهای توسعه

منابع آبی عبارتند از:

بهره‌برداری بهینه از منابع آب باقی مانده

استفاده مجدد از فاضلاب

شیرین کردن آبهای شور

افزایش ظرفیت تولید منابع موجود

در نظر گرفتن راهبردهای صرفه جویی آب در بخشهای مختلف

توسعه روشهای مدیریت کار آمد جدید

در شرایط کنونی ناگزیر به استفاده از روشهای مدیریت عرضه و تقاضا هستیم.

به طور کلی تمامی اقداماتی که به کیفیت و کمیت آب ورودی به یک سیستم مصرف

موثر است، بخشی از مدیریت عرضه است. روشهای مدیریت عرضه شامل استفاده از

آبهای زیرزمینی، بهره‌برداری بهینه از ایستگاههای آب شیرین کن، انتقال آب و بهبود

سیستمهای بهره‌وری موجود می‌باشد (ضرغامی، ۱۳۸۰).

مدیریت تقاضای آب به فعالیتهایی اطلاق می‌شود که کمک می‌کند تا تقاضای

آب کاهش یابد.

مدیریت تقاضا در بخش آب اهداف زیر را دنبال می‌کند: