

بررسی تأثیر روند افزایش جمعیت بر روی مصرف آب و منابع آب زیرزمینی شهر گرگان

سمیرا حسین پور^{1*}، امیر احمد دهقانی²، عبدالرضا ظهیری³، علی رضا هجبری⁴، مهدی مفتاح هلقی⁵

1- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

HOSSEINPOUR_SAMIRA@YAHOO.COM

2- دانشیار، گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

amirahmad.deghani@gmail.com

3- استادیار، گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

zahiri_reza@yahoo.com

4- کارشناس مهندسی آب

ALIREZAH2007@YAHOO.COM

5- دانشیار، گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

meftahhalaghi@gmail.com

چکیده

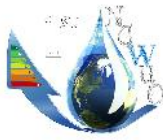
آب یکی از چالش های قرن حاضر شده که در آینده به عنوان یکی از مشکلات عمده بشریت به حساب خواهد آمد. تامین آب مناسب برای شهروندان، جزء الویت های مهم در برنامه ریزی مدیران هر شهر می باشد. امروزه به دلیل کمبود منابع آبی، این مساله اهمیت بسیار بیشتری را به خود گرفته است. در خیلی از مناطق، از قبیل بعضی از شهرها و مناطق در کشور ما، این مساله تبدیل به یک مساله بسیار مهم و حتی بحرانی شده است. در این تحقیق سعی شده که منابع آبی موجود شهر گرگان، پتانسیل آبی و پتانسیل مصرفی شهر شناخته شود. برای مصرف و استفاده صحیح از آب منطقه با توجه به اینکه بیشتر آب مصرفی شهر از آب زیرزمینی بوده و در سطح سفره آب زیرزمینی ما افت قابل ملاحظه ای داریم راهکارهایی مناسب برای سال های آتی داده شود.

کلمات کلیدی: منابع آبی، گرگان، مصرف، آب زیرزمینی، افت.

مقدمه

آب یکی از چالش های قرن حاضر شده که در آینده به عنوان یکی از مشکلات عمده بشریت به حساب خواهد آمد. افزایش جمعیت، رشد روافزون فعالیت های کشاورزی و صنعتی و گسترش بی رویه شهرها، منجر به آلودگی منابع آب و ایجاد بحران های منطقه ای ناشی از توزیع ناهمگون منابع و مصارف در بسیاری از نقاط جهان شده است.

تامین آب مناسب برای شهروندان، جزء الویت های مهم در برنامه ریزی مدیران هر شهر می باشد. امروزه به دلیل کمبود منابع آبی، این مساله اهمیت بسیار بیشتری را به خود گرفته است. در خیلی از مناطق، از قبیل بعضی از شهرها و مناطق در کشور ما، این مساله تبدیل به یک مساله بسیار مهم و حتی بحرانی شده است. به طوری که در بعضی از شهرها و در بعضی از فصول، دغدغه تامین آب مناسب، دغدغه هر روزه مدیران آن شهر شده است. افزایش اهمیت مدیریت آب شهری، منجر به تلاش بیشتر در جهت یافتن راه حل های علمی برای این مساله شده است (فتاحی و همکاران 1388).



ابریشمی و سعیدی (1388) تابع تقاضای آب شرب شهر مشهد را با استفاده از داده‌های سری زمانی طی دوره (75-1359) برای تمام ماه‌های خشک و مرطوب و همچنین به صورت فصلی و سالانه تخمین زده‌اند. نتایج بدست آمده نشان داد که جمعیت شهری بر مقدار تقاضای آب تاثیر فزاینده داشته به طوریکه کشتش جمعیتی تقاضای آب بیانگر بیشتر بودن سرعت افزایش آب نسبت به نرخ رشد جمعیت است. همچنین کشتش قیمتی تقاضای به دست آمده بیانگر عدم حساسیت مصرف کنندگان نسبت به قیمت می‌باشد.

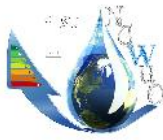
کشور ایران نیز، از گذشته‌های دور با کمبود آب و عدم توازن توزیع مکانی و زمانی آن روبه رو بوده است. به رغم اینکه بیش از یک درصد جمعیت جهان به ایران تعلق دارد، سهم کشور ما از منابع آب شیرین کمتر از نیم درصد (0/37 درصد) است. در سال‌های اخیر، تخصیص منابع آبی در کشور از اهمیت لازم برخوردار شده و در کنار پرداختن به سیستم‌های مختلف تامین و استحصال آب، بحث مدیریت نیز اهمیت یافته است.

رشد و توسعه شهرنشینی در ایران طی چهل سال گذشته دوجبهش عمده داشته است: اولین جهش بعد از اصلاحات اراضی صورت گرفت که به فروپاشی بخش کشاورزی در اقتصاد کشور و تقویت بخش صنعت و خدمات در شهرها منجر شده و به دنبال آن سیل مهاجرت روستاییان به شهرها را باعث شد. در دومین جهش که بعد از انقلاب اسلامی شروع شد، علاوه بر مهاجرت روستایی، مهاجرت از شهرهای کوچک به شهرهای بزرگ نیز افزایش یافت که این مهاجرتها باعث رشد بی برنامه شهرهای بزرگ شده است (نصیری، 80، ص 1).

در شبکه‌های توزیع آب شرب شهری همواره مقدار قابل توجهی آب به شکل‌های مختلف از دسترس خارج می‌گردد. فرسودگی شبکه‌های آب شهری باعث ایجاد انواع شکست‌ها در نتیجه نشت آب و هدر رفتن آب می‌گردد. کنترل نشت در یک سیستم آبرسانی علاوه بر جلوگیری از اتلاف سرمایه به کار گرفته شده برای استحصال آب، باعث استفاده بهینه از منابع آب نیز می‌گردد. از جمله مهم‌ترین عوامل ایجاد و تشدید نشت در شبکه می‌توان به خوردگی و پوسیدگی لوله‌ها، با ترافیک معابر، وجود فشار بیش از حد در برخی از نقاط، تغییرات شدید دمای هوا، جنس نامرغوب لوله و اتصالات اشاره نمود. براساس آمار رسمی کشور، میزان پرت آب در کشور 40 درصد کل آب تولیدی است و این مقدار پرت در تهران 27٪ می‌باشد. (11)

براساس تحقیقات موسسه AWWA (2010)، حدوداً 237600 شکست در سال در خطوط انتقال آمریکا رخ می‌دهد که سبب اتلاف 2/8 میلیارد دلار در سال و 7 میلیون گالن آب تمیز در روز می‌شود. موسسه EPA نشت از شبکه‌های توزیع آب در برخی از مناطق آمریکا را به صورت جدول شماره 2 گزارش نموده است.

کاتی‌یار (2007) اهمیت مدیریت منابع آب در مناطق خشک و نیمه خشک با توجه به کمبود آب در این مناطق بسیار حائز اهمیت است. به عنوان نمونه: برداشت آب از چاه‌ها برای مصرف در شبکه آب شهری یکی از مسائل مهم مدیریتی در بهینه‌سازی شبکه‌های شهری است به نحوی که اولاً نیازها تماماً برطرف گردد ثانیاً چاه کاملاً پایدار باشد و ثالثاً میزان مصرف انرژی برق پمپ به مینیمم برسد و به زیست بوم منطقه نیز آسیب وارد نگردد.



گزارش سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA) در حد فاصل سال‌های 1950-2000، افزایش جمعیت در آمریکا را 159٪ و میزان افزایش مصرف آب و سرانه در این کشور را به ترتیب 207٪ و 20٪ بیان می‌نماید، که نشان دهنده نحوه مصرف روزافزون آب در بخش بزرگی از کره خاکی می‌باشد.

افزایش جمعیت در آینده از یک سو و کاهش منابع آبهای زیرزمینی و پایین افتادگی سطح آب زیرزمینی، محققان را به این فکر انداخته است تا در کنار آب زیرزمینی توجه ویژه‌ای به پتانسیل آبهای سطحی و تصفیه پسابهای خروجی و بازگرداندن آن به سیستم نیز مطالعاتی انجام شود.

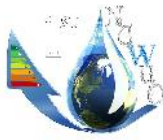
عبدلی و فرجی دیزجی (1997) تابع تقاضای آب شهرستان ارومیه را در طی سال‌های 84-1378 برآورد کردند. آن‌ها ابتدا براساس مبانی نظری فرم کلی تابع تقاضای آب از حداکثرسازی یک تابع مطلوبیت استون‌گری را بدست آورده و در مرحله بعدی با استفاده از مدل VAR و براساس روش یوهانسن تابع تقاضای آب شهری ارومیه را برآورد کردند.

پژویان و حسینی (1382) با استفاده از فرم نظری تابع مطلوبیت "استون-گری" و الگوی آماری خود توضیح برداری هم انباشته تابع تقاضای آب خانگی شهر تهران را برآورد کردند. نتایج کم کشش بودن تقاضای آب خانگی شهر تهران را نشان داد و حداقل مصرف آب خانگی شهروندان تهرانی 92 لیتر در روز برای هر شهروند محاسبه شده است.

پیمان محمودی و همکاران (1387) تاثیر روند افزایش جمعیت روی منابع آب زیرزمینی در شهر زاهدان را بررسی کردند. نتایج نشان داد که سفره آب زیرزمینی در این سال‌های اخیر به ویژه با افزایش جمعیت ناشی از مهاجرت، از نظر بهره‌برداری وضعیت بحرانی پیدا کرده است به طوری که افت سالانه آب در قسمت‌های از آن بخصوص مکان‌هایی که چاههای آب شهر واقع شده‌اند به بیش از یک متر رسیده است. لذا برداشت بی رویه از منابع آب زیرزمینی آن باعث هجوم سفره‌های آب شور به آب شیرین شده و شور شدن منابع آب شیرین را باعث گردیده است.

بوستانی و انصاری (1390) رویکرد مصرفی در مدیریت تقاضای آب شهری را بررسی کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که کاهش تقاضا و مصرف، کاهش تلفات آب، بکارگیری شیوه‌های جدید و بهینه کردن توزیع آب و از همه مهم تر بهبود سطح آگاهی عمومی مردم و اتخاذ قوانین بازدارنده و افزایش تعرفه‌ها برای مشتریان خاص، کمک شایانی به اصلاح الگوی مصرف آب می‌کند. آگاهی مدیران، تصمیم‌گیران و به طور کلی کلیه اقشار ذی ربط از شیوه‌های مختلف مدیریت تقاضا و بخصوص تعیین و تخمین تابع تقاضای افراد مصرف کننده از جمله ضروری‌ترین اقدامات و برنامه‌های مدیریت آب تلقی می‌شود. همچنین با گرفتن کامل هزینه آب مصرفی از مصرف کننده می‌توان کارایی بیشتری را در تخصیص آب و مصرف به کار بست.

رخشنده رو و ایزدی (1390) معیارهای بهینه سازی شبکه‌های توزیع آب شهری را بررسی کردند. از جمله مهمترین معیارها و اهدافی که در بهینه‌سازی به آنها توجه شده است می‌توان به کاهش هزینه‌های طراحی، عملکرد و نگهداری شبکه از طریق پارامترهای چون قطر لوله، مصرف انرژی، نحوه بازسازی و بهسازی شبکه، افزایش راندمان و بهبود عملکرد شبکه اشاره نمود. این گونه تحقیقات معمولاً با رویداشت به بهبود کمی و

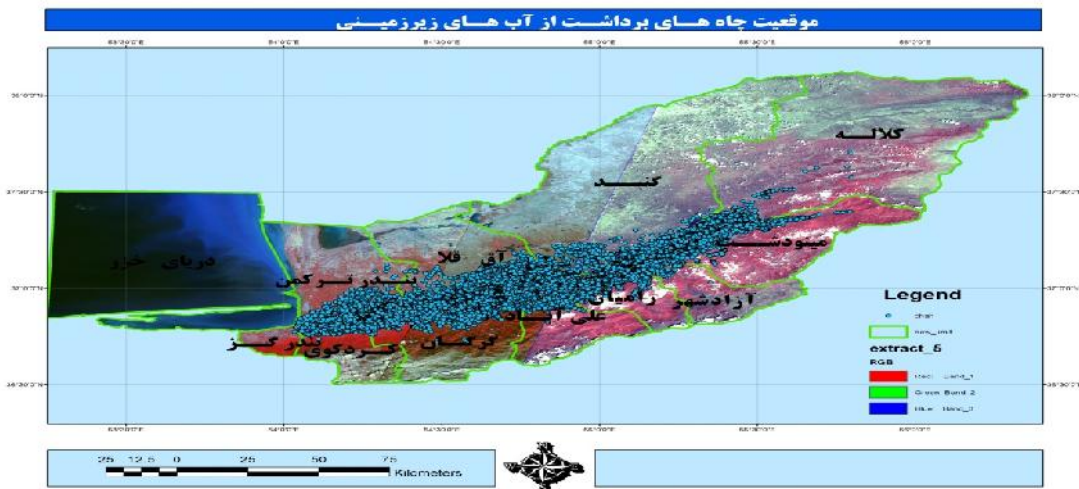


کیفی آب و مدیریت منابع از طریق بهینه‌یابی نحوه برداشت، انتقال و توزیع آب صورت می‌پذیرد که جزئیات، خصوصیات و معیارهای آن در مقاله حاضر مورد بحث و بررسی قرار گرفته اند.

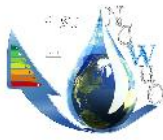
مواد و روش‌ها:

شهر گرگان مرکز استان گلستان و در موقعیت جغرافیایی 20° و 45° عرض شمالی و 50° و 36° طول شرقی در شمال شرق ایران واقع شده است. این شهر دارای اقلیم خشک و نیمه خشک بوده وضعیت آب و هوایی آن معتدل است. حداقل مطلق دما $10-$ درجه سانتیگراد، حداکثر مطلق دما 46 درجه سانتیگراد، متوسط درجه حرارت 17 درجه سانتیگراد در شهر گرگان می‌باشد. منابع تامین آب در این شهر از چاه‌ها و رودخانه‌ها می‌باشد که سهم چاه‌ها در تامین آب بسیار بیشتر از منابع آبهای سطحی است.

تجزیه و تحلیل مراحل زیر جهت دستیابی به هدف تحقیق دنبال شد:
ابتدا منابع تامین کننده آب شهر گرگان اعم از آبهای سطحی و زیرزمینی شناسائی گردیدند.
سرانه آب مصرفی هر نفر در سال و در ماه‌های مختلف مشخص گردید.
در ادامه روند جمعیتی شهر گرگان مورد بررسی قرار گرفت.
رابطه بین میزان مصرف آب و افزایش جمعیت در دوره مورد مطالعه محاسبه گردید.
آب زیرزمینی به عنوان منبع اصلی تامین آب شهرگرگان مورد بررسی قرار گرفت.
وضعیت سفره آب زیرزمینی منطقه نیز مورد بررسی قرار گرفت.
و نهایتاً باتوجه به روند افزایش جمعیت، اقدام به پیش‌بینی جمعیت برای 30 سال آینده گردید و میزان مصرف نیز باتوجه به آن بررسی شد. و راهکارهای مناسب برای استفاده درست در سالهای آتی نیز بررسی شد.
شکل زیر مختصات چاههایی را که در محدوده شهر گرگان قرار گرفته است نشان می‌دهد.



شکل 1- نقشه موقعیت چاههای شهرگرگان
باتوجه به گزارش آب منطقه‌ای استان گلستان داریم:



اولین همایش ملی بهینه سازی مصرف آب

14-15 اسفند ماه 1392 - دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

The First National Conference of Water Use Optimization



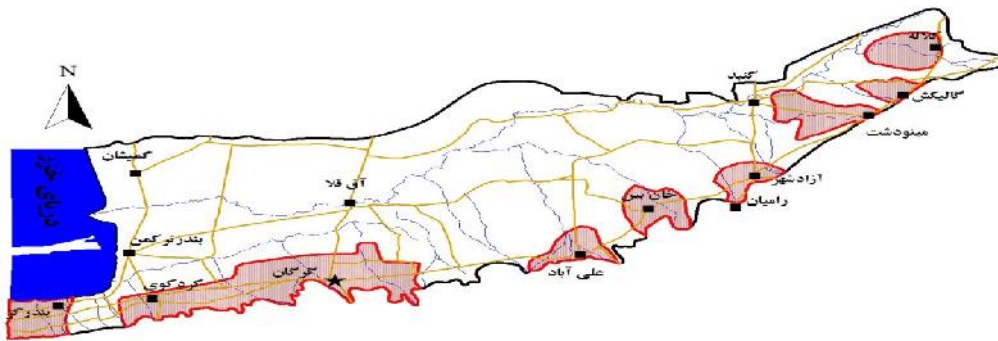
جدول 1- شدت خشکسالی

شدت خشکسالی	درصد کاهش بارش
ناچیز	20 <
ضعیف	20-30
متوسط	30-45
شدید	45-60
بسیار شدید	60 >

با توجه به کاهش 60 درصدی بارندگی در گرگان نسبت به میانگین درازمدت

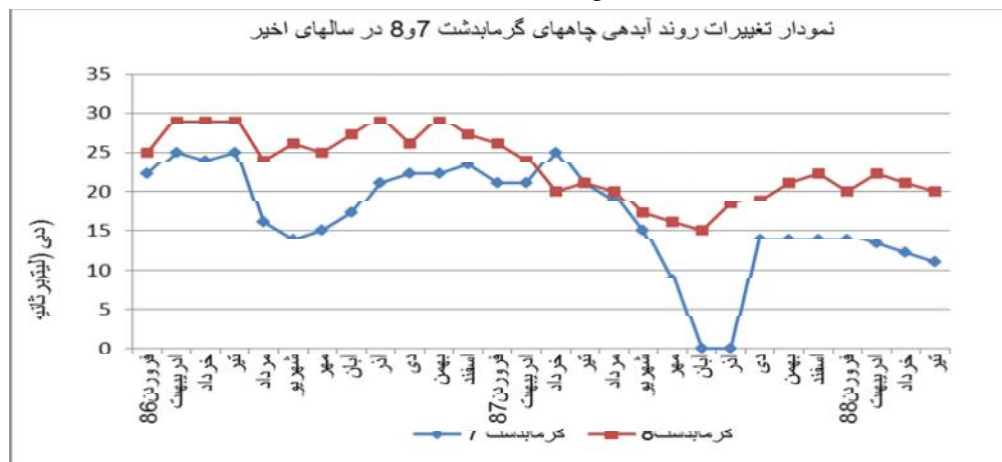
خشکسالی بسیار شدید می باشد (میزان بارندگی 47 میلیمتر).

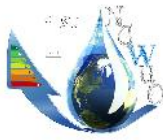
طبق گزارشات آب منطقه ای استان گلستان شهر گرگان نیز جزء مناطق ممنوعه از نظر افت سفره آب زیرزمینی قرار گرفته است. در شکل 2 مناطق ممنوعه استان را نشان می دهد که شهر گرگان نیز مشخص می باشد که با کسر 7/21 میلیون مترمکعب و افت 47 سانتیمتر در سال مواجه است.



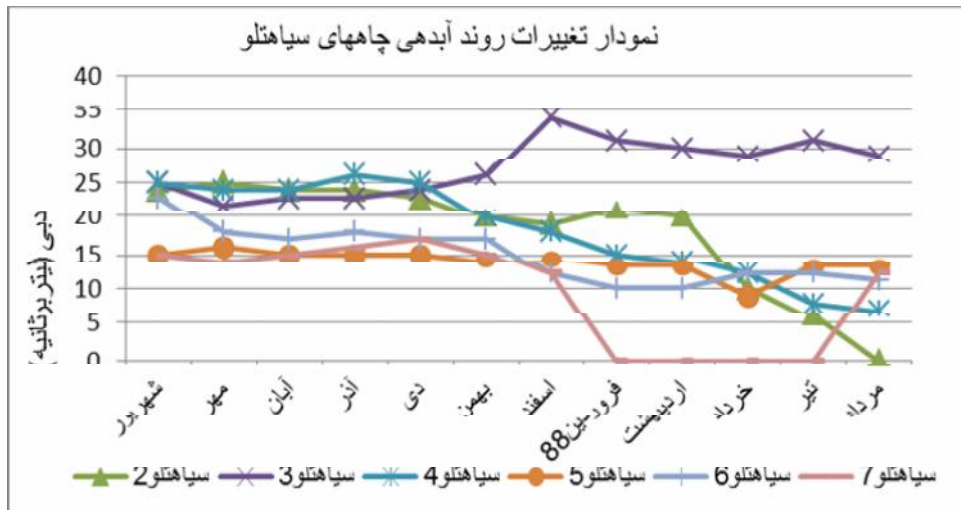
شکل 2- نقشه مناطق ممنوعه استان گلستان

افت قابل ملاحظه سطح آب زیرزمینی در میداین تامین آب، کاهش شدید آبدهی چاهها و یا خشک شدن آنها را در پی خواهد داشت. در نمودار 1 زیر کاهش آبدهی 2 حلقه از چاههای گرمادشت در سالهای 86 تا 88 و نمودار 2 کاهش آبدهی چاههای سیاهتلو را در سالهای 87-88 نشان می دهد.



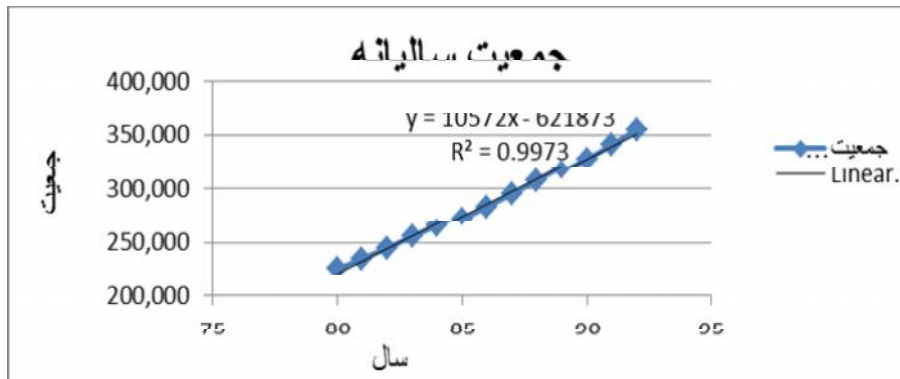


نمودار 1- افت چاه‌های گرمادشت در سال 86 تا 88



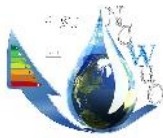
نمودار 2- نمودار کاهش آبدی چاه‌های سیاhtلو

باتوجه به نمودار جمعیت شهرگرگان با یک روندی تقریباً خطی در حال افزایش است که با توجه به آمار سال‌های گذشته این موضوع قابل مشاهده است و باتوجه به معادله‌ای که بدست آمده می‌توان جمعیت را برای سال‌های بعد به صورت تقریبی تخمین زد.



نمودار 3- روند افزایش جمعیت در سال‌های اخیر

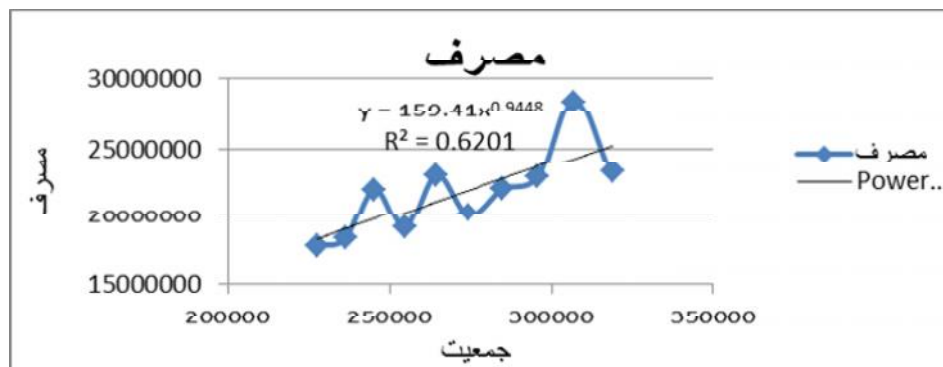
و نمودار زیر رابطه بین مصرف آب شرب شهرگرگان جمعیت شهرگرگان را نشان می‌دهد که با توجه به افزایش جمعیت شهر روند تقریباً افزایشی را برای مصرف داریم.



اولین همایش ملی بهینه سازی مصرف آب

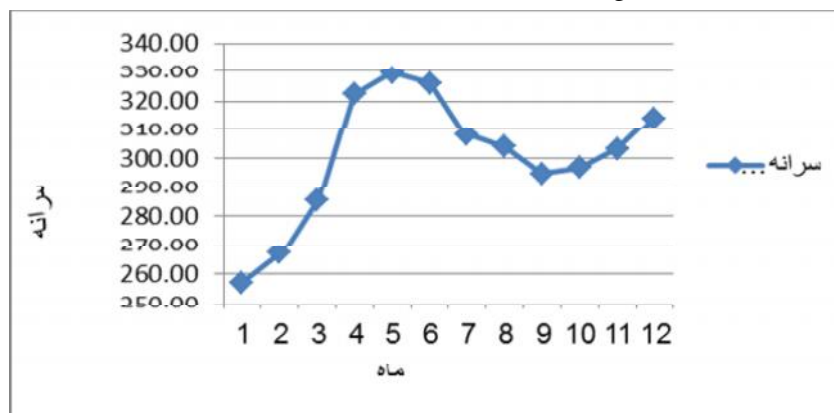
14-15 اسفند ماه 1392 - دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

The First National Conference of Water Use Optimization



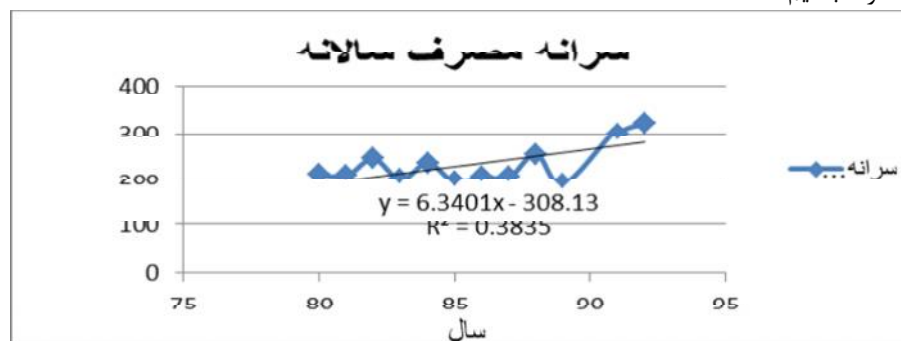
نمودار 4- ارتباط بین مصرف و جمعیت شهر گرگان

نمودار زیر سرانه مصرف آب هر نفر را در ماه‌های مختلف سال 91 نشان می‌دهد، با توجه به نمودار سرانه مصرف در تابستان به ماکسیمم مصرف می‌رسد و باتوجه به کمبود آب در تابستان و گرمی هوا این موضوع وجود یک مدیریت و بهینه‌سازی مصرف را در تابستان ضروری می‌کند.

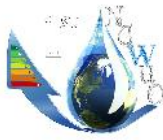


نمودار 5- سرانه مصرف آب هر نفر در ماه‌های مختلف سال 91

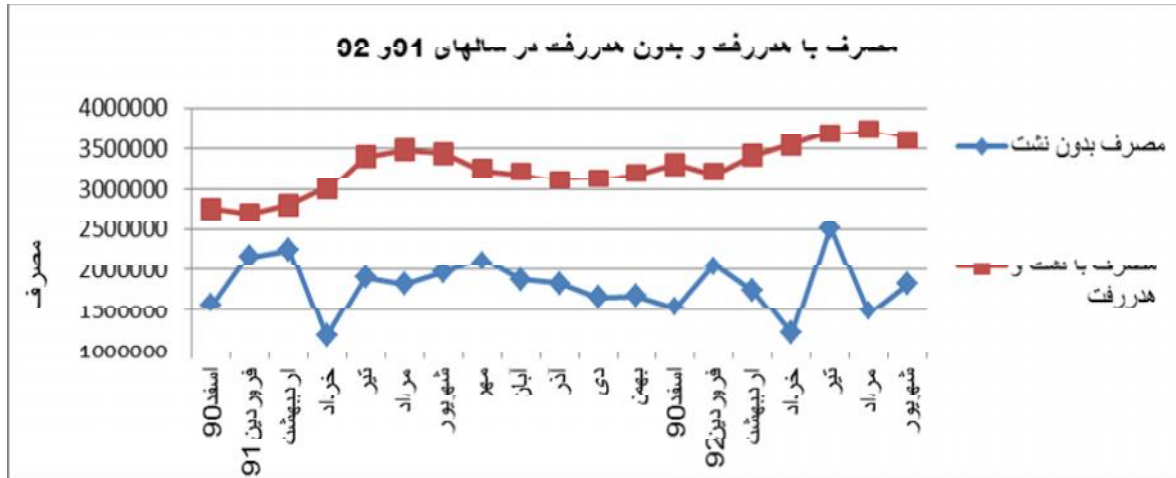
باتوجه به نمودار زیر سرانه مصرف آب از سال 1380 تا سال 1391 روند تقریباً افزایشی را دارد و با توجه به رشد جمعیت و روند صعودی سرانه مصرف آب ما باید به دنبال روش‌هایی برای بهینه‌سازی و کنترل مصرف و همچنین منابع آبی جدید برای مصرف باشیم.



نمودار 6- سرانه مصرف در سال‌های 80 تا 91

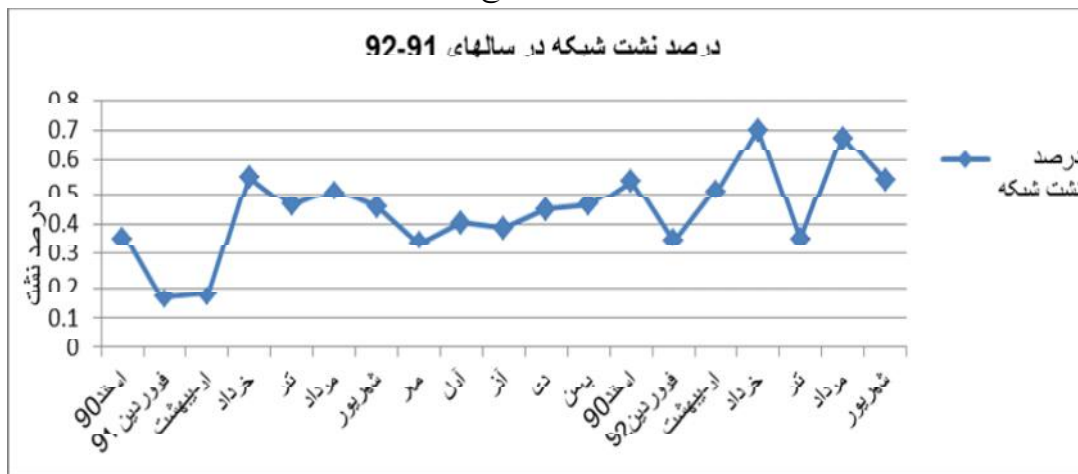


در نمودار زیر آب مصرفی شهر را با نشت و هدررفت و بدون نشت و هدررفت در سال‌های 91 تا 92 بصورت ماهانه نشان می‌دهد، و اختلاف بین این دو منحنی همان نشت شبکه آبرسانی شهر می‌باشد.



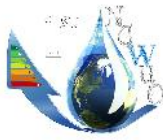
نمودار 7- مصرف آب شهر با نشت و بدون نشت و هدررفت شبکه

مقدار نشت آب در کل کشور حدوداً 40٪ می‌باشد که برای شهر گرگان برای سال‌های 91 تا 92 حدوداً 44٪ می‌باشد که از میانگین کشوری هم بیشتر می‌باشد. در این نمودار مشخص است که در بعضی از ماه‌های سال درصد نشت شبکه خیلی زیاد است و باید حتماً دلایل آن بررسی گردد و در حد امکان تصحیح گردد.

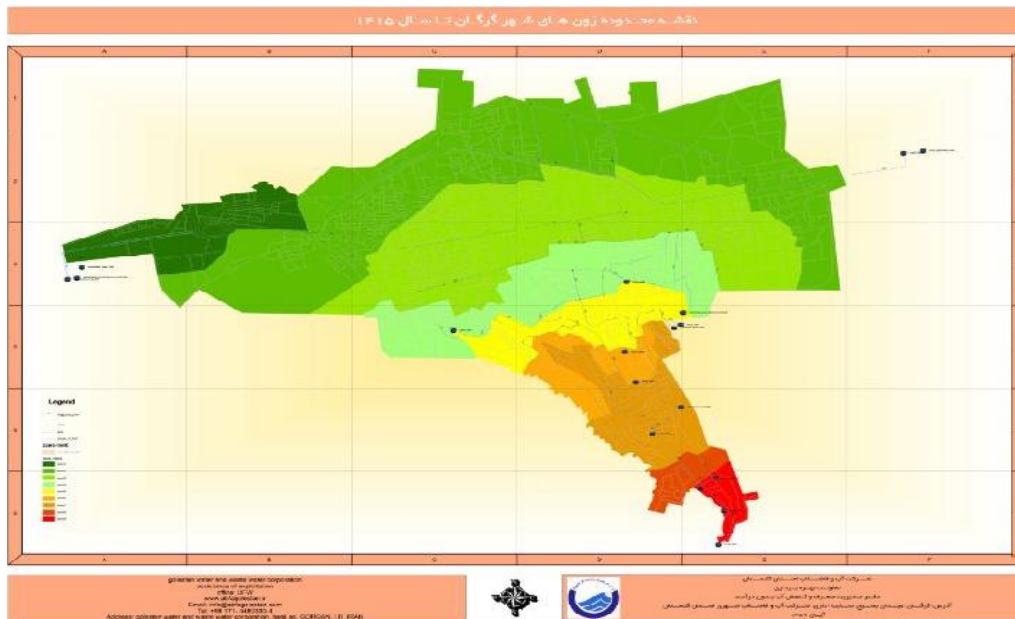


نمودار 8- درصد نشت شبکه آبرسانی در سال 91 و 92

در شهر گرگان در چند سال اخیر قسمت‌های مختلف شهر را به چند زون تقسیم کردند تا قسمت‌های مختلف شهر را با توجه به جمعیت و مشکلات خاص آن بررسی کنند ولی در کل شبکه آبرسانی همه زون‌ها با هم در ارتباط هستند که در صورت ضرورت از آب موجودی یک زون برای زونی که دچار کمبود شده استفاده گردد و این تقسیم بندی کمبود آب را در قسمت‌های مختلف شهر به خوبی نشان می‌دهد که این باعث می‌شود مدیران بتوانند تصمیم‌گیری بهتری در بهینه‌سازی



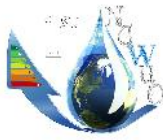
مصرف و از بین بردن کمبود آب منطقه بگیرند. نقشه زون بندی شهر در شکل زیر نشان داده شده که شهر را برای آبرسانی بهتر به 10 تا زون تقسیم کردند و هر زون با توجه به منابع تامین و مصرف آن از نظر جمعیتی تفکیک شده است.



شکل 3- نقشه زون بندی آبرسانی شهر گرگان

پیشنهادات:

1. تامین بخشی از آب شرب از آب سد کبودوال.
2. تسریع در اجرای طرح احداث سد کوثر برای تامین آب شرب.
3. استفاده از سرشاخه نکارود که از استان خارج می شود.
4. برداشت صحیح و کنترل شده از سفره آب زیرزمینی.
5. سرانه آب خانگی شهر گرگان مشخص شود و استفاده بیشتر از سرانه با جریمه همراه گردد.
6. از حفرچاه های غیرمجاز جلوگیری شود.
7. سال های خشکسالی و ترسالی مشخص گردد و در سال های خشکسالی از کاشت محصولاتی که نیاز آبی بالایی دارند جلوگیری گردد.
8. نشت های شبکه آبرسانی شهر و در جاه هایی که هدر رفت آب وجود دارد بررسی شود و در حد امکان هدررفت آب را کاهش داد.



منابع:

1. بوستانی، ا؛ انصاری، ح. 1390. بررسی رویکرد مصرفی در مدیریت تقاضای آب شهری. فصلنامه نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی، سال نهم، شماره 33، پاییز 90.
2. پژویان، ج؛ حسینی، س.ش. 1382. برآورد تابع تقاضای آب خانگی (مطالعه موردی شهر تهران). فصلنامه پژوهش های اقتصادی ایران، ش 16، پاییز 1382، ص 47-67.
3. - فتاحی، پ؛ فیاض، س؛ زندی، ش؛ توسلی، 1388. ارایه یک سیستم تصمیم گیری برای مدیریت تامین و توزیع آب آشامیدنی. سومین همایش ملی آب وفاضلاب (بارویکرد اصلاح الگوی مصرف) تهران، اسفندماه 1388.
4. محمودی، پ؛ شکیبا، ه؛ سرگلزایی مقدم، ف. 1387. بررسی تاثیر روند افزایش جمعیت بر روی منابع آب زیرزمینی در شهر زاهدان. اولین کنفرانس بین المللی بحران آب، 20 اسفند 1387، دانشگاه زابل.
5. رخشنده‌رو، غ؛ ایزدی، ا. 1390. معیارهای بهینه‌سازی شبکه‌های توزیع آب شهری. چهارمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، دانشگاه امیر کبیر تهران، 13 و 14 اردیبهشت 1390.
6. نصیری، ا؛ توسعه فیزیکی شهرملایر، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
7. عبدلی، ق؛ فرجی دیزجی، س. 1388. برآورد تابع تقاضای آب شهرستان ارومیه، مجله دانش و توسعه (علمی-پژوهشی)، سال شانزدهم، شماره 28، پاییز 1388.
8. Abrishami H and Saidi M, (1997) Estimation of water demand for Mashhad, Ma Dissertation, Mashhas University.
9. "Drinkig Water ASCE Report Card for Amricas Infrastrucure", (2009). (www.asce.org/reportcard).
10. Katiyar, V.(2007)."Production Well Operations Optimization in Water Distribution System Using Genetic Algorithm". M.s. Thesis, Dept. of Civil and Environmental Eng.Indian Institute of Technology Roorkee.
11. <http://www.iscanews.ir/>
12. EPA Report, "Control and Mitigation of Drinking Water Losses in Distribution Systems", November 2010.