

بررسی تامین آب شرب شهری در دوره کوتاه مدت (مطالعه موردی: شهر گرگان)

سمیرا حسین‌پور^۱، امیراحمد دهقانی^۲، عبدالرضا ظهیری^۳، مجتبی شوریان^۴، مهدی مفتاح هلقی^۵ علی رضا
عسکری^۶

فرد مسنول مکاتبه: سمیرا حسین‌پور
hosseinpour_samira@yahoo.com

a.deghani@gau.ac.ir

zahiri_reza@yahoo.com

shourian@aut.ac.ir

meftahhalaghi@gmail.com

askari29.ali@yahoo.com

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

^۲ دانشیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

^۳ استادیار، گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

^۴ استادیار گروه عمران و محیط زیست، دانشگاه شهید عباسپور

^۵ دانشیار، گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

^۶ دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، مدیر شرکت آب و فاضلاب گرگان

بررسی تامین آب شرب شهری در دوره کوتاه مدت

(مطالعه موردی: شهر گرگان)

سپهر را حسین پور^۱، امیر احمد دهقانی^۲، عبدالرضا ظهیری^۳، مجتبی شوریان^۴، مهدی‌مفتاح هلقی^۵ علی رضا

عسکری^۶

۱. hosseinpour_samira@yahoo.com ۲. a.dehghani@gau.ac.ir ۳. zahiri_reza@yahoo.com ۴.
shourian@aut.ac.ir ۵. meftahhalaghi@gmail.com ۶. askari29.ali@yahoo.com

چکیده

افزایش جمعیت و محدودیت منابع، بشر را به سوی استفاده بهینه از منابع مختلف سوق داده است. با توجه به نقش اساسی آب در زندگی بشر، مدیریت بهینه منابع آب از جمله مباحثی است که بایستی توجه خاصی به آن معطوف گشته و از ابزارهای مناسب بهینه سازی جهت بهره برداری از آن استفاده گردد. در این تحقیق سعی شده است به کمک مدل ریاضی MODSIM وضعیت تامین آب در شرایط فعلی و در افق کوتاه مدت (در سال ۱۴۰۰) در شهر گرگان بررسی شود. نتایج حاکی از این است که در این فاصله زمانی اعتمادپذیری سیستم تا ۲۷ درصد کاهش یافته و مقدار آسیب‌پذیری سیستم نیز تا 150 l/s افزایش خواهد یافت. بنابراین تامین آب شهر گرگان با وضعیت فعلی در سال ۱۴۰۰ با مشکل مواجه خواهد شد. با توجه به این که قسمت اعظم آب شرب شهر از آب زیرزمینی می‌باشد، لذا بایستی راهکارهایی مناسب برای تامین نیاز سال‌های آتی در نظر گرفته شود.

کلید واژه: تامین آب، شرب، MODSIM، گرگان

مقدمه

طی قرن اخیر رشد سریع جمعیت و شهرنشینی در کشورهای در حال توسعه، منجر به محدودیت منابع آب و تشدید آلودگی گردیده است. لذا ضرورت توجه به آب به عنوان یک کالای اقتصادی و مدیریت مصرف آن هر چه بیشتر آشکار شده است. ایجاد مسأله بحران آب، لزوم توجه به مدیریت تقاضای آب می‌باشد. تامین آب مناسب برای شهروندان، جزء اولویت‌های مهم در برنامه‌ریزی مدیران هر شهر می‌باشد. امروزه به دلیل کمبود منابع آبی، این مسأله

اهمیت بسیار بیشتری را به خود گرفته است. درختی 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، مشکل تامین آب مناسب، دغدغه هر روزه مدیران آن شهر شده است. افزایش اهمیت مدیریت آب شهری، منجر به تلاش بیشتر در جهت یافتن راه‌حل‌های علمی برای این مساله شده است (فتاحی و همکاران ۱۳۸۸).

شوریان و موسوی (۱۳۸۵) به منظور تعیین سیمای بهینه منابع آب بالادست حوضه سیروان از تلفیق MODSIM (به عنوان یک شبیه‌ساز) و الگوریتم بهینه‌سازی مبتنی بر هوش مصنوعی دسته ذرات بهره گرفتند و به منظور جلوگیری از یافتن نقاط بهینه محلی به وجود آمدن شرایط همگرایی زودرس از مفهوم آشفستگی در الگوریتم استاندارد PSO استفاده کردند. ایشان از تلفیق الگوریتم PSO با MODISM از طریق کدنویسی به زبان VB.Net و پس از اجرای مدل با تکرار مناسب، مقادیر بهینه برای متغیرهای طراحی و بهره‌برداری را بدست آوردند. همچنین در ادامه تأثیر انتقال آب به سیستم قروه- دهگلان بر عملکرد سیستم و تأثیر آن بر هزینه خالص کل را بررسی کردند. صمدی علی نیا و همکاران (۱۳۸۷) به منظور حل مسأله طراحی، بهره‌برداری و تخصیص بهینه منابع آب در سطح حوضه آبریز، از یک مدل بهینه‌سازی- شبیه‌سازی و با تلفیق مدل MODSIM به عنوان مدل شبیه‌ساز و GA به عنوان مدل بهینه‌ساز بهره گرفتند و مقادیر بهینه متغیرهای تصمیم طراحی و بهره‌برداری را با هدف کمینه کردن هزینه، در حوضه سیروان به دست آوردند. عباس‌نیا و موسوی (۱۳۸۸) از تلفیق مدل MODSIM با مدل شبیه‌ساز کیفیت منابع آب QUAL2K و بدست آمدن مدل MODSIM-QUAL2K در حلساله تخصیص آب، با شبیه‌سازی متغیر کیفی TDS در بخش‌های سیستم حوضه‌های دز و کارون، استفاده کرده‌اند. نتایج این تحقیق بیانگر قابلیت مدل ترکیبی پیشنهادی در شبیه‌سازی فرآیندهای تخصیص کمی- کیفی منابع آب در سطح حوضه‌ها می‌باشد. در ماجول کیفیت نسخه‌هایی MODSIM امکان‌روندن یا با کیفیاً بصورت دینامیک در طول شبکه حوضه‌ها گنجانده شده‌است و امکان تعیین میزان TDS در ورودی و خروجی گره‌ها را فراهم می‌کند، اما دارای محدودیت‌هایی می‌باشد؛ مثلاً: میزان شوری در هر جریان در گام‌های زمانی مختلف باید ثابت باشد و اینکه تنها TDS کنترل می‌شود و امکان کنترل سایر پارامترهای کیفی آب وجود ندارد. در این تحقیق با انجام کنترل کیفی آب (TDS) با استفاده از MODSIM و همچنین تلفیق MODSIM با QUAL2K و مقایسه خروجی‌های دو شبیه‌ساز در بخشی از سیستم رودخانه‌های کرخه و کارون، این نتیجه به دست آمد که نتایج هر دو یکسان بوده و امکان استفاده از QUAL2K

برای بررسی‌های بیشتر کیفی آب وجود دارد. کریمی و موسوی (۱۳۸۹) برای مقایسه مدل‌های MODSIM و WEAP، به عنوان دو مدل پشتیبان تصمیم‌گیری مدیریت حوضه آبریز، در نحوه تخصیص آب به نیازها، انجام شد. نتایج این تحقیق نشان داده است که چون WEAP از یک مدل برنامه‌ریزی خطی و در مقابل MODSIM از یک الگوریتم برنامه‌ریزی شبکه جریان بر اساس روش آزادسازی ضرایب لاگرانژی، برای حل مسئله تخصیص آب استفاده می‌کند، در یک تحقیق موردی، WEAP مسئله را در حدود ۱۴ دقیقه و MODSIM در ۷۰ ثانیه حل کرده است. مطالعه موردی ایشان روی حوضه رود اترک در شمال غربی ایران انجام شده بود. فردریکس و همکاران (۱۹۹۸) در حوضه آبریز پایین تر از پلات جنوبی^۷ در ایالت کالیفرنیا به منظور مقایسه وضعیت فعلی با حالت استفاده از ضریب پاسخ آب زیرزمینی از MODSIM (به عنوان یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری) و MODRSP (به عنوان نسخه تعدیل شده MODFLOW جهت یافتن ضرایب پاسخ آب زیرزمینی) استفاده کردند. نتیجه آن نشان‌دهنده تفاوت بسیار با اهمیت استفاده از ضرایب پاسخ آب زیرزمینی در تحلیل این حوضه آبریز می‌باشد. تسای و همکاران (۲۰۰۹) کاربرد الگوریتم ژنتیک موازی برای ارائه یک مدل مدیریتی برای ترکیب سیستم‌های توزیع آب سطحی تحت فشار و آب زیرزمینی را نشان دادند. الگوریتم ژنتیک موازی زمان محاسبه را برای مطالعه موردی در چاندلر^۸ در آریزونا^۹ کاهش داده بود. رویکرد بهینه‌سازی به کمک جواب‌های پارتو سبب ایجاد توازن بین دو هدف کاهش انرژی مصرفی برای پمپاژ و کاهش تخطی از فشار مورد نیاز شد.

مواد و روش‌ها

شهر گرگان مرکز استان گلستان و در موقعیت جغرافیایی $20^{\circ}45'$ و $50^{\circ}36'$ طول‌شمالی و $36^{\circ}50'$ طول‌شرقی در شمال‌شرق 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. یکی از مدل‌های مدیریت در سطح حوضه آبریز که از سال ۱۹۷۹ به طور پیوسته توسط دانشگاه ایالتی کلرادو (CSU) توسعه داده و بروز شده است، مدل پشتیبان تصمیم‌گیری مدیریت

⁷Lower South Platte

⁸Chandler

⁹Arizona

حوضه آبریز MODSIM است. MODSIM یک مدل معین^{۱۰} و از لحاظ مکانی توزیعی^{۱۱} است (سینکو فرورت، ۲۰۰۷). آخرین نسخه این مدل، نسخه ۸/۱، در سال ۲۰۰۷ و توسط لابادیه^{۱۲} انتشار یافته است. آخرین بروزرسانی این نسخه نیز در سپتامبر ۲۰۱۱ انجام شده است. MODSIM تحت قالب Microsoft.Net است. مزیت این قالب این است که برنامه‌نویسان محدود به برنامه‌نویسی به یک زبان خاص نیستند و می‌توانند یک برنامه NET را با استفاده از هر ترکیبی از زبان‌های سازگار با NET، مانند ویژوال ++C، #C و Visual Basic ایجاد کنند (دیتل و دیتل، ۱۳۸۸). کدهای MODSIM به زبان MS Visual C++ نوشته شده‌اند (لابادی، ۲۰۱۰). و محیط گرافیکی آن نیز با زبان برنامه‌نویسی ویژوال بیسیک تهیه شده است. به همین دلیل یکی از ویژگی‌های مهم و منحصر بفردی که توسعه‌دهندگان این مدل در آن گنجانده‌اند، قابلیت سفارشی‌سازی^{۱۳} مدل است. این کار با وارد کردن کد در صفحه‌ای که در یکی از منوهای آن تدارک دیده شده است، انجام می‌شود. این کد باید به زبان #C یا Visaul Basic نوشته شده باشد. این دو زبان برنامه‌نویسی در دسته زبان‌های با قابلیت برنامه‌نویسی شی‌گرا هستند. در این تکنولوژی می‌توان هر چیزی را به صورت یک شی نرم‌افزاری به نمایش درآورد (دیتل و دیتل، ۱۳۸۸). کاربر در بخش اجرای سفارشی^{۱۴} این نرم‌افزار، که برای سفارشی‌سازی در مدل گنجانده شده، به تمام متغیرها، کلاس‌های شی و ماژول‌های مدل دسترسی دارد و قادر است با نوشتن کد، هر عملیاتی روی آنها انجام دهد. MODSIM علاوه بر دیگر ویژگی‌هایش برای شبیه‌سازی نیازها و فرآیندهای هیدرولوژیکی حوضه، همچنین قادر است ضرایب جریان برگشتی از نیازها و همچنین کسری از این مقدار آب برگشتی که به آب سطحی یا زیرزمینی و یا هر نقطه دیگری از حوضه می‌پیوندد، را شبیه‌سازی کند. شکل (۱) به طور شماتیک جریان‌ها و نیازها را در درون یک حوضه آبریز نشان می‌دهد. در این شکل سه نیاز نشان داده شده است. چون نیاز زیست‌محیطی از آب سطحی تأمین شده و بدون مصرف دوباره به آن وارد می‌شود، در این شکل وارد نشده است. اساس مدل‌سازی انجام گرفته در مدل MODSIM نیز مطابق این شکل است.

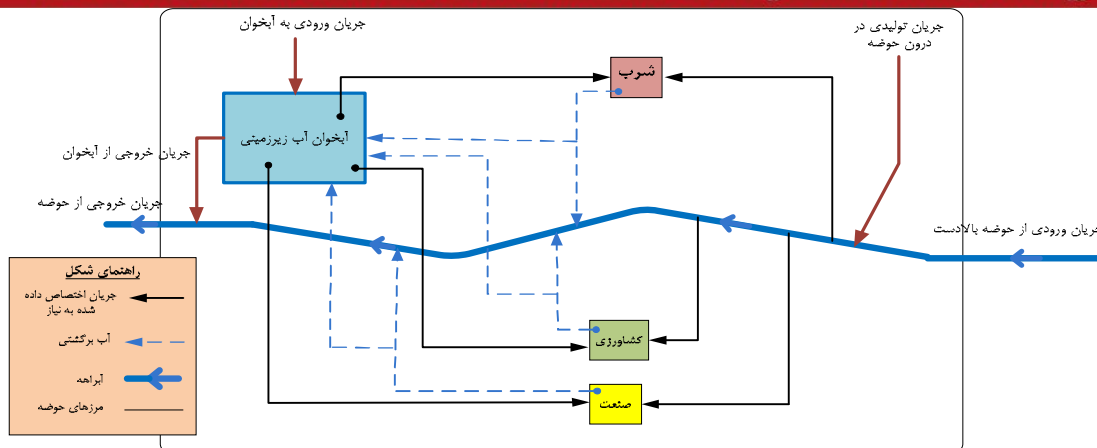
¹⁰Deterministic

¹¹Spatially Distributed

¹²J. W. Labadie

¹³ Customizing

¹⁴Custom Run



شکل ۱: شماتیک جریان‌ها و نیازها در یک حوضه آبریز

شکل (۲) مدل آبرسانی شهر گرگان در مدل MODSIM در حالی که کل شهر یک منطقه در نظر گرفته باشد نشان داده شده است لازم به ذکر است هم اکنون شهر به ۱۰ قسمت جهت مدیریت بهتر شبکه تقسیم شده است. با توجه به فرضیات در نظر گرفته شده شبیه سازی شهر گرگان از سال آبی ۱۳۹۰-۱۳۹۲ به صورت روزانه انجام شده است. برای مدل سازی در MODSIM به داده‌های زیر نیاز است:

- سری زمانی جریان تولیدی چاهها و رودخانه،
- داده‌های نیازشرب ،
- مشخصات مخازن موجود،
- ظرفیت لینک‌های انتقال به نیازها.

همچنین جهت ارزیابی و راهکار مدیریتی در شبکه توزیع آب شهری از دو شاخص اعتمادپذیری و آسیب‌پذیری مطابق رابطه (۱) استفاده می‌شود:

$$(۱) \text{ اعتمادپذیری مدل} = \frac{\text{تعداد روزهای موفق}}{\text{کل روزهای سال}} = \text{اعتمادپذیری}$$

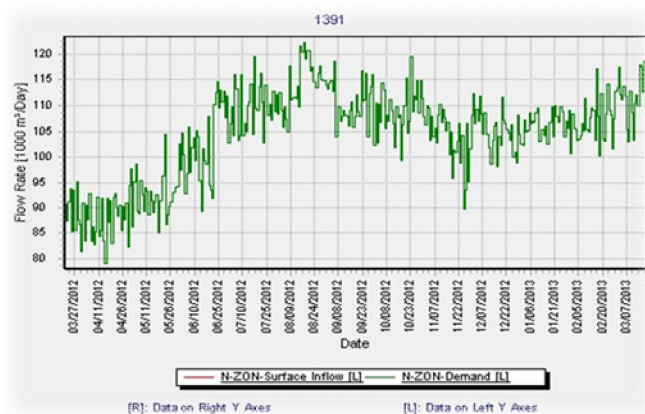
$$(۲) \text{ آسیب‌پذیری مدل} = \frac{\text{شدت گمبید}}{\text{تعداد شکست‌های}} = \text{آسیب‌پذیری}$$

با توجه به شکل (۲) در این مدل چاهها بصورت گره وارد شدند و ورودی هرکدام از آنها به مخزن مورد نظر انتقال داده می‌شود. و آب از مخزن وارد شبکه آبرسانی شده و در سطح شهر پخش می‌شود. مخازن شهر بیشتر نقش توزیعی داشته و چندمورد از مخازن بصورت مخازن ذخیره، آب شرب را برای چند روز نگه‌داری می‌کنند.

جدول ۱: مقایسه اعتماد پذیری و آسیب پذیری در سال ۱۳۹۱ و ۱۴۰۰

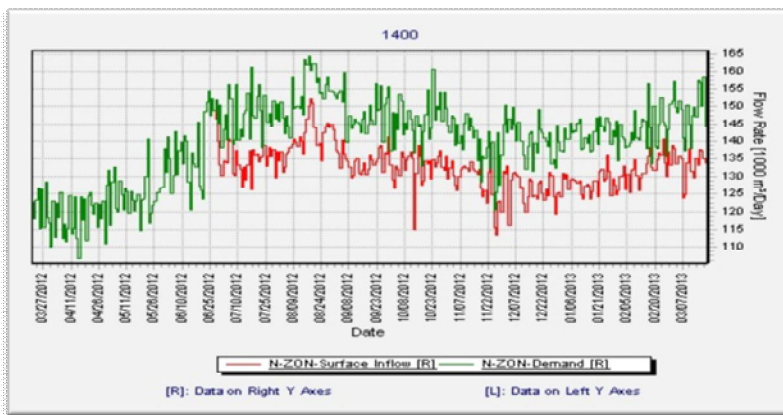
سال	تعداد روزهای موفق	تعداد روزهای کل	شدت کمبود	تعداد روزهای شکست	اعتماد پذیری	آسیب پذیری
1391	365	365	0	0	100	0
1400	99	365	40125	266	0.27	150

این جدول نشان می‌دهد که در سال ۱۳۹۱ شهر از نظر تامین آب شرب مشکلی نداشته و نیاز شرب ۱۰۰٪/تامین یافته است. در سال ۱۴۰۰ اعتمادپذیری شبکه خیلی کاهش می‌یابد و باید برای آن راهکارهای مناسب را پیش بینی و بموقع اجرا کرد.



شکل ۵: گراف ورودی و خروجی آب شرب شهر برای ۲۰ ماهه شبیه سازی

این شکل نشان می‌دهد که کمبود در وضعیت فعلی صفر بوده و وضعیت تامین آب شرب به صورت کامل در این سال صورت گرفته است.



شکل ۶: گراف ورودی و خروجی و کمبود آب شرب شهر گرگان در روزهای مختلف سال ۱۴۰۰

این نمودار نشان می‌دهد که با وضعیت مشابه در سال ۱۴۰۰ دچار کمبود منابع آب برای شرب خواهیم شد. کمبود ایجاد شده از تیر ماه سال ۱۴۰۰ شروع می‌شود و در ۳ ماه اول سال این کمبود دیده نمی‌شود و دلیل مهم بالارفتن سفره آب زیرزمینی و آب سطحی در فصل بهار می‌باشد. در نهایت پیشنهاد می‌گردد که برای دوره مورد نظر مدیریت صحیح و برنامه ریزی درستی اتخاذ شود. به طور مثال از منابع آب سطحی بیشتری استفاده کنند، درصدی از سدهای کوثر و گلورد در شرق و غرب گرگان برای تامین آب شرب شهر تخصیص دهند و برای استفاده بهینه از آب شرب و جلوگیری از افزایش سرانه مصرف آب فرهنگ‌سازی لازم را ایجاد کنند.

منابع:

- ۱- دیتل، پ.، و دیتل، ه.، (ترجمه: ب. پاشایی، و م. مهدوی)، (۱۳۸۸)، چگونه با *Visual Basic 2008* برنامه بنویسیم، آیلار، تهران، ۱۱۴۰.
- ۲- شوریان، م.، و موسوی، س. ج.، (۱۳۸۵)، برنامه‌ریزی بهینه تخصیص منابع آب در سطح حوضه آبریز با اهداف انتقال بین حوضه‌ای، دومین کنفرانس مدیریت منابع آب، اصفهان: دانشگاه صنعتی اصفهان.
- ۳- صمدی‌علی‌نیا، م.، موسوی، س. ج.، و شوریان، م.، (۱۳۸۷)، تخصیص بهینه آب در سطح حوضه آبریز با استفاده از ترکیب مدل‌های MODSIM و الگوریتم ژنتیک، سومین کنفرانس مدیریت منابع آب، تبریز: دانشگاه تبریز.
- ۴- عباس‌نیا، آ.، و موسوی، س.، (۱۳۸۸)، مدل تخصیص کمی - کیفی منابع آب سطحی در سطح حوضه آبریز، هشتمین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران، شیراز: دانشگاه شیراز.
- ۵- فتاحی، پ.؛ فیاض، س.؛ زندی، ش.؛ توسلی، ا. ۱۳۸۸. ارایه یک سیستم تصمیم‌گیری برای مدیریت تامین و توزیع آب آشامیدنی. سومین همایش ملی آب و فاضلاب (بارویکرد اصلاح الگوی مصرف) تهران، اسفندماه ۱۳۸۸.
- ۶- کریمی، س. م. (۱۳۸۹)، مقایسه مدل‌های WEAP و MODSIM در تخصیص اولویت - پایه منابع آب در سطح حوضه آبریز، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران.

7- Fredricks, J. W., Labadie, J. W., & Altenhofen, J. M. (1998). Decision Support System for Conjunction Steram-Aquifer Management. *Journal of Water Resources Planning and Management* , 69-78.

8- Labadie, J. W. (2010). MODSIM 8.1: River Basin Management Decision Support System, User Manual and Documentation. Ft Collins, Colorado: Colorado State University and U.S. Bureau of Reclamation.

- 9- Tsai, F. T., Katiyar, V., Toy, D., & Goff, R. A. (2009). Conjunctive Management of Large-Scale Pressurized Water Distribution and Groundwater Systems in Semi-Arid Area with Parallel Genetic Algorithm. *Water Resources Management* , 23 (8), 1497-1517.
- 10- Singh, V. P., & Frevert, D. K. (2007, August). Generalized River Basin Network Flow Model (MODSIM). Retrieved May 2011, from Hydrologic Modeling Inventory Website: <http://hydrologicmodels.tamu.edu/>

The study of municipal water supplies in short time

(case study:gorgan city)

Samira Hosseinpour¹, Amir Ahmad Dehghani², Abdolreza Zahiri³, mojtaba shoriyan⁴, mehdi meftah halghi⁵, alireza askari⁶

1.E-mail hosseinpour_samira@yahoo.com

2.E-mail: a.dehghani@gau.ac.ir

3.E-mail: zahiri_reza@yahoo.com

4.E-mail: shourian@aut.ac.ir

5.E-mail: meftahhalaghi@gmail.com

6.E-mail: askari29.ali@yahoo.com

Abstract:

Increasing population and limited water resources leads to the efficient use of resources. According to essential role of water in human life, optimal management of water resources, including issues that need special attention was paid to it and optimization tools can be used to exploit. In this study tried to simulate the current status of water supply in the short-term horizon (the year 1400) in gorgan with Modsim software. the results indicate that the reliability of the system reduced up to 27% and the amount of system vulnerably increased up to 150 l.s⁻¹. So gorgan water supply situation with the current state in 1400 will be faced with

a problem. According to this fact that most of drinking water are supplied from groundwater, therefore good strategies need to be considered for water supply in future .

keywords: water supply, Drinking, Modsim, Gorgan