Archive

ارزیابی تاثیر اندازه و تعداد پمپها در کارائی هیدرولیکی شبکه توزیع آب شهر ایذه

مجید دهقانی[۱]، ابوالفضل رضوانی نیا[۲]، محمد نظریان[۳]

۱-دانشیار گروه مهندسی عمران دانشگاه ولی عصر رفسنجان

۲-کارشناس ارشد مهندسی عمران گرایش آب و سازه‌های هیدرولیکی

۳-کارشناس ارشد مهندسی عمران گرایش آب و سازه‌های هیدرو لیکی

چکیده:

مدیریت آب طیف گسترده ای از موضوعات از جمله مدیریت تقاضا نشست و فشار شبکه های توزیع WNDرا در بر می گیرد. در چند دهه اخیر مجامع بین المللی و کشورهای پیشرفته و حتی جهان سوم و کشورهای نیمه خشک توجه خاصی به مساله محدودیت منابع آب مدیریت فشار و مقابله با کمبود آن معطوف کرده اند. به همین جهت استفاده از ابزار ها و روش های مناسب جهت کنترل و پیش بینی رفتار سیستم های آبرسانی مانند شیرآلات، پمپها، مخزن از اهمیت بالایی برخوردار است در این رابطه هدف ارزیابی تأثیر تعداد و اندازه پمپها در کارائی هیدرولیکی شبکه توزیع آب شهر ایذه از شهرستان‌های استان خوزستان واقع در کشور ایران، رفع مشکل اصلی این شبکه (کمبود فشار آب و قابلیت اطمینان) با بکارگیری پمپ‌های دور ثابت ESP و پمپ‌های سیتو ساچمه‌ای روسی و پمپ‌های الکترو شناور و پمپ‌های سانتریفیوژ ۲۰۰کیلو وات می‌باشد.

۱-مقدمه

آب به عنوان یکی از مهمترین نیاز های بشر همواره یکی از اصلی ترین دغدغه های انسان می‌باشد شکل گیری زندگی شهری زندگی شهری در کنار این نیاز مهم موجب پیدایش شبکه های آب شهری شده است که افزایش جمعیت، گسترش فناوری، تقاضا و میزان بهره برداری از این شبکه‌ها باعث توسعه و گسترش این شبکه‌ها در سراسر جهان شده است، همزمان با گسترش و توسعه شبکه‌های توزیع آب شهری مسئله هدررفت آب، میزان انرژی مصرفی، قابلیت اطمینان پائین و عدم وجود فشار کافی و مناسب در شبکه‌های توزیع آب است، و با توجه به محدودیت‌های موجود به خصوص در منابع آب شیرین و هزینه بالای تامین آن مدیریت صحیح فشار در شبکه‌های توزیع آب یکی از اهداف اصلی شرکت‌های تامین آب می‌باشد لذا مدیریت آب در شبکه‌های آبرسانی از اهمیت بالایی برخوردار است. یک شبکه توزیع آب باید با رعایت حداقل و حداکثر فشار لازم آب مورد نیاز مصرف کنندگان را فراهم کند،تغییرات فشار بیش‌تر یا کم‌تر از محدوده مجاز باعث بروز مشکلاتی از قبیل مصرف ناخواسته و کاهش سطح رضایت مشترکین می‌شود، میزان فشار در شبکه‌های توزیع آب باید به حدی باشد که در ساعات افزایش مصرف آب سرویس دهی قابل قبولی ارائه دهد و از طرفی با افزایش فشار باعث بروز حوادث و هدر رفت آب شبکه نشود بنابراین با توجه به طراحی پیچیده و هزینه‌های بسیار بالای طراحی و بهره‌برداری شبکه‌های توزیع آب محققان همیشه در تلاشند تا روش‌های کارآمدی ارائه دهند. کنترل و دبی خروجی شیرآلات ، تنظیم بهینه عملکرد و تعداد پمپها استفاده از PAT-1ازجمله راه کارهای مدیریتی فشار شبکه می‌باشد. استفاده از پمپ‌های دور ثابت و پمپ‌های سانتریفیوژ۲۰۰KW (شبکه آب شهری ایذه) شهرستان ایذه یکی از شهرستان‌های استان خوزستان واقع در جنوب ایران دارای دو بخش مرکزی و بخش سوسن (رود کارون از این بخش عبور می‌کند) و دارای ۱۴۷روستا،

www.SID.ir

دارای ۲۰۰۰۰۰نفر جمعیت می‌باشد و مشترکین آب شهری۴۲۰۰۰مشترک ومشترکین روستایی۱۶۵۰۰مشترک می‌باشد. که آب مورد نیاز ۴۲۰۰۰ مشترک آب شرب شهرستان توسط ۲۱حلقه چاه عمیق بصورت دوتایم صبح وعصر انجام می‌گردد. چاه‌ها در محدوده شهر ایذه و تقریبا در کوهپایه‌های کوه‌های آهکی این شهر قرار دارد استخراج آب از چاه‌ها توسط الکتروپمپهای شناور با کیلووات‌های KWمختلف صورت می‌گیرد (بدلیل عمق چاه‌ها- دبی اختلاف ارتفاع و طول مسیر سطح استاتیکی و دینامیکی چاه) که این الکترو موتورهای شناور با توجه به عمق چاه توسط شرکت سازنده مشخص می گردد. رابطه سطح آب، هرچاه و طبقه پمپ‌ها هر طبقه تقریبا ۲۰تا۲۵ متر عمق میزنه که در این رابطه ابتدا اطلاعات کامل چاه بیان می‌شود و سپس پمپ استاندارد آن معرفی می‌گردد. اگر از رابطه هد و عمق تبعیت نشود دچار مشکلات زیادی از جمله پائین رفتن سطح آب، خشک شدن چاه، سوختگی پمپ، ریزش چاه، شکستگی لوله ترمی لوله گذاری داخل چاه،سوختگی تابلوهای برق چاه می‌شویم. انواع پمپ شناور عبارتند از۱۰، ۱۱، ۱۵، ۲۲، ۳۳، ۳۷، ۴۵، ۶۲، ۷۵، ۹۲، ۱۱۰، ۱۳۰، ۱۵۰، کیلو وات که همین الکترو موتور فوق نیز با پمپ با طبقات متفاوتی کوبل می شوند. پس از استخراج آب توسط لوله انتقال به ایستگاه پمپاژ مرکزی ۱و۲ می‌آید که پس از بارگیری در این ایستگاه توسط پمپ‌های ۲۰۰KWسانتریفیوژ به وسیله خطوط لوله ۵۰۰میلی لیتر به مخزن $۱۶۰۰۰M^3$ و $۱۰۰۰۰M^3$ انتقال و ذخیره می‌گردد در این مرحله پس از عمل گندزدایی توسط گاز کلر بصورت ثقلی برای مصارف خانگی و صنعتی در شبکه توزیع آب شرب شهری توزیع می گردد با توجه به اینکه مخازن در بالای کوهپایه ساخته شده اند بدلیل اختلاف ارتفاع مخزن از شهر انتقال آب از مخزن نیاز به پمپاژ ندارد و فقط جهت ذخیره سازی و استخراج از پمپ استفاده می‌شود. و توزیع آب در مرحله نهایی بصورت ثقلی می‌باشد. در این مقاله هدف تاثیر اندازه پمپها در کارائی هیدرو لیکی می باشد به عنوان مثال ۴عدد پمپ۵۰KWخیلی کارائی هیدرولیکی بیشتری نسبت به یک پمپ۲۰۰KW سانتریفیوژ دارند که در ادامه با ارائه چهار سناریو کارائی هیدرولیکی مزایا و معایب تفسیر خواهد شد. نتایج این بخش شامل لایه اطلاعات مکانی و توصیفی مشترکین می‌باشد شهر ایذه دارای ۴۲۰۰۰ اشتراک شهری ۱۶۵۰۰مشترک روستایی می‌باشد. که از این تعداد ۳۸۰۰۰ خانگی ۳۰۰طرح ۳۰۰۰اشتراک تجاری و ۷۰۰ اشتراک اداری و مدارس وصنعتی می‌باشد که در شکل ۱دیده می‌شوند.

شکل۱-نقشه جامع ماهواره‌ای شهر ایذه

۱-۱شبکه توزیع آب

در شهرستان ایذه حدود ۲۸۰km شبکه توزیع آب ایجاد شده که از این ۲۸۰km، ۱۵۰kmشبکه لوله آزبست،۱۰۰kmپلی اتیلن و ۲۰kmپولیکا و ۱۰kmلوله فلزی که قطر لوله ها $\frac{1}{4}$،۲،۴،۶،۸،۱۰،۱۲،۱۴،۱۶،۲۰،۲۸ اینچ متفاوت است.که وظیفه آبرسانی سالم را برعهده دارند. نقشه توزیع شبکه آب شهری ایذه در شکل ۲ نمایش داده شده است.

www.SID.ir

شکل۲-نقشه شبکه توزیع آب شهری ایذه.

۱-۲خط انتقال

خطوط انتقال آب در حقیقت تاسیسات و تجهیزاتی هستند که به منظور انتقال سیالات مورد استفاده قرار می‌گیرند، اما در این مقاله منظور تجهیزاتی هستند که برای آبرسانی و انتقال آب از شهر یایک منطقه به محلی دیگر طراحی و اجرا می‌شوند که می‌تواند به روش‌های مختلف صورت گیرد ازجمله: تونل انتقال آب، کانال‌های روباز جهت استفاده از آبیاری و در نهایت شاه لوله‌های مخصوص آبرسانی برای تامین آب شهرها و روستاها از انواع خطوط انتقال آب می‌توان خطوط بدون نیروی محرکه (انتقال آب به‌صورت آزاد) نیروی جاذبه دخیل است در جاری شدن آب در این خطوط میزان فشار و انتقال تابع حرکت آزاد آب در کانال روباز است و برای مسیرهای کوتاه و زمان‌هایی که فشار آب مناسب هست استفاده می‌شود.خطوط انتقال آب با نیروی محرک (در این روش علاوه بر نیروی جاذبه از نیروی محرک‌هایی مانند پمپ در حرکت آب استفاده می‌شود، شبکه آب شهری ایذه از این روش استفاده می‌کند.) جهت انتقال آب از تاسیسات تلمبه خانه به مخازن و از مخازن به‌صورت ثقلی در شبکه شهری توزیع می‌شود. در انتقال آب از لوله‌های آزبست، چدن، پلی اتلین، p، R، G، PVC، بتنی و فولادی مورد استفاده قرار می‌گیرد، نقشه خط انتقال آب شهری ایذه در شکل۳ دیده می‌شود.

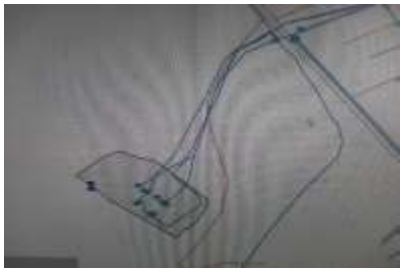
شکل۳-نقشه خط انتقال آب شهری ایذه.

۱-۳مخازن شهر ایذه

مخازن شهر ایذه یکی از پرکاربرد ترین تاسیسات مورد استفاده در سیستم‌های شبکه آب شهری می‌باشد. از مخازن بتنی مسقف جهت ذخیره آب آشامیدنی استفاده می‌شود که از سیستم دال دوطرفه به همراه تیرهای حمال استفاده می‌شود. توجه به بحث پایداری و دوام و ایمنی و کارایی و بهداشت در اجرای مخازن بتنی دارای اهمیت است. شهرستان ایذه دارای مخزن ۱۰۰۰۰متر مکعبی و مخزن ۲۰۰۰متر مکعبی و یک مخزن ۱۶۰۰۰متر مکعبی

www.SID.ir

می‌باشد، که به صورت بتنی اجرا شده‌اند و وظیفه ذخیره‌سازی آب را بر عهده دارند. پس از استخراج آب توسط لوله انتقال به ایستگاه پمپاژ مرکزی ۱و۲ می‌آید، پس از بارگیری در این ایستگاه توسط پمپ‌های ۲۰۰kw سانتریفیوژ به وسیله خط لوله ۵۰۰میلی متر به مخزن ۱۶۰۰۰و۱۰۰۰۰ انتقال داده می‌شود و ذخیره می‌گردد.



شکل۴-نقشه مخزن ۱۶۰۰۰متر مکعبی شهر ایذه، توزیع آب به صورت ثقلی.

۱-۴چاه‌های آب

گودال هایی هست که انسان برای رسیدن به آب در زیر زمین به صورت دستی یا ماشینی حفر می‌کند. چاه‌های آبی، آب خود را از سفره‌های زیر زمینی تهیه می‌کنند. چاه‌های آب برای مصارف آشامیدنی، کشاورزی و صنعتی حفر می‌شوند. چاه خوب چاهی است که مقدار آب مورد نظر به مدتی نامحدود را در عوض (ازا,)کمترین هزینه ازآن پمپاژ شود. شهرستان ایذه دارای ۲۱ حلقه چاه آب به صورت فعال و ۵حلقه چاه آب در دست اقدام می‌باشد که پمپ های مورد استفاده در این چاه‌ها پمپ‌های شناور ۱۰و۱۱و۱۵و۲۲و۲۳و۳۳و۳۷و۴۵و۶۲و۷۵و۹۲و۱۱۰و۱۳۰و۱۵۰کیلو وات است، که همین الکتروموتورها با پمپ با طبقات متفاوتی کوبل می‌شوند و استخراج آب انجام و به تاسیسات تلمبه خانه انتقال داده می‌شود.

شکل۵-نقشه چاه‌های آب شهر ایذه.

۱-۵شیرفلکه‌های نصب شده

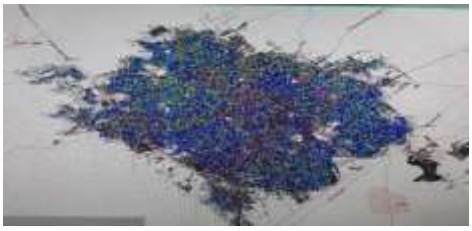
شیر فلکهGatevalve برای کنترل دبی از شیر فلکه استفاده می‌شود وسیله‌ای است که بریا قطع و وصل تنظیم میزان جریان یا منحرف کردن مسیر جریان به کار می‌رود که کاربرد های مختلفی دارند در این مقاله تمامی شیرفلکه‌های نصب شده بر روی شبکه توزیع آب شهری ایذه با استفاده از GPSبرداشت و در نقشه قرار داده شده است. این بخش به نقشه نقطه‌ای موقعیت شیر فلکه‌ها اختصاص دارد.

www.SID.ir

شکل۶-نقشه شیر فلکه‌های نصب شده بر روی شبکه توزیع آب شهری ایذه.

۶-۱ نمایش مشترکین به صورت نقطه‌ای

شهرستان ایذه دارای ۴۲۰۰۰مشترک آب در حوزه شهری و ۱۶۵۰۰مشترک در حوزه آب روستایی می‌باشد که به دو بخش مرکزی، سوسن ، تقسیم شده است که در شهر ایذه پس از تهیه پلات تمامی اشتراک‌ها ثبت به صورت دستی و با استفاده Gisثبت شد و به صورت لایه بر روی نقشه قرار داده شد.



شکل۷-نمایش مشترکین شهر ایذه به صورت نقطه‌ای.

انواع شبکه های توزیع آب به دو دسته کلی زیر قابل تقسیم می باشد:

الف- نحوه لوله گذاری

ب- سیستم تأمین فشار

الف) تقسیم بندی شبکه توزیع از نظر نحوه لوله گذاری:

در این تقسیم بندی شبکه توزیع به سه دسته شاخه ای، حلقوی و مختلط تفکیک می شود .

شبکه شاخه ای:

در این سیستم همواره لوله هایی با اقطار کوچکتر از لوله های با اقطار بزرگتر منشعب می شود. جهت جریان غالباً از لوله اصلی به لوله های فرعی است. در این سیستم چنانچه لوله اصلی دچار شکستگی شود قطع آب در قسمت های پایین دستی خواهد بود که این مو ضوع از معایب این سیستم

www.SID.ir

شمرده میشود . از دیگر معایب این سیستم راکد ماندن آب در زمان کاهش مصرف می باشد ، که موجب رسوب گذاری در لوله و تغییر رنگ و مزه آب می شود . تغییرات فشار در این شبکه ها عمدتاً به صورت خطی با توجه به میزان افت های اصلی و جزئی است .

شبکه حلقوی

در این سیستم شبکه از یک حلقه اصلی به صورت کمربندی و حلقه های درونی تشکیل یافته است و آب توسط حلقه اصلی به حلقه های درونی وارد گردیده وبه مصرف کننده می رسد . در این نوع از شبکه ها بسته به نوسانات مصرف جهت جریان تغییر می یابد . هزینه اجرای شبکه های حلقوی به دلیل طولانی شدن لوله گذاری افزایش می یابد و همچنین به دلیل نا مشخص بودن جهت جریان آب در لوله محاسبات آن پیچیده می باشد ، البته ناگفته نماند که این نوع شبکه از مطلوب ترین نوع شبکه ها به حساب می آید . در رابطه با این شبکه ها خاطر نشان می سازد به دلیل تغذیه جریان از نقاط مختلف ،توزیع فشاری در حالت توازن نسبی قرار داشته و با توجه به اینکه توزیع و مصارف از یک حالت متعادلی بر خوردار است لذا تغییرات شدید فشاری قابل ملاحظه نمی باشد.

شبکه مختلط :

این سیستم همان طوری که از نامش پیداست تلفیقی از دو سیستم شبکه توزیع شاخه ای وحلقوی است .با توجه به این موضوع که ایجاد شبکه های حلقوی علیرغم تمامی مزایای مرتبط با آن هزینه زیادی را در اجراء طلب می نماید ، در اکثر شهرها بسته به وضعیت خیابانها ومعابر شهری شبکه های مختلط طراحی واجرا گردیده است.

ب) تقسیم بندی شبکه توزیع از نظر سیستم تأمین فشار :

جهت ایجاد جریان در یک شبکه توزیع و تأمین فشار لازم همواره سعی بر این است که از نیروی ثقل استفاده شود . شبکه های ثقلی با توجه به سادگی طرح آنها، در زمان بهره برداری از اطمینان بیشتری برخوردار می باشند. در صورتی که به دلایل گوناگون ایجاد شبکه ثقلی امکان پذیر نباشد ، فشار لازم در شبکه توزیع آب توسط ایستگاههای پمپاژ تأمین می گردد . در هر حال شبکه های توزیع از نظر تأمین فشار به انواع مختلف به شرح ذیل تقسیم بندی می شوند .

شبکه ثقلی نوع اول :

چنانچه منطقه مورد مطالعه از وسعت کمی برخوردار باشد و اختلاف ارتفاع به حد کافی وجودداشته باشد، فشار تمامی منطقه بوسیله یک یا چند مخزن با رقوم ارتفاعی یکسان تأمین می گردد .

شبکه ثقلی نوع دوم:

در صورتیکه وسعت و تغییرات ارتفاعی منطقه ناچیز نباشد ، استفاده از یک یا چند مخزن با رقوم ارتفاعی یکسان امکان پذیر نبوده و در این حالت باید با نصب تأسیسات کاهش فشار از نوع مخزنی یا مکانیکی (شیر فشار شکن) شهر را به مناطق مختلف فشاری تقسیم بندی نمود .

www.SID.ir

شبکه ثقلی مرکب:

در مناطقی که از چند طرف به ارتفاعات طبیعی محدود می گردند ، می توان مخازن دیگری در ارتفاعات پایین تر از مخزن اصلی احداث نمود . با این روش در ساعات پیک مصرف همه مخازن به شبکه توزیع متصل بوده و در مدار بهره برداری قرار خواهند داشت ، در ساعات کم مصرف برخی از مخازن در مدار قرار خواهند گرفت و به منظور جلوگیری از سر ریز آب مخزن پایین دست نیاز به تهیه و نصب تأسیسات کنترل جریان از محاسن این سیستم کاهش قطر لوله های اصلی شبکه توزیع نسبت به حالت ثقلی ساده است ، که باعث کاهش هزینه های اجرایی می گردد.

پمپاژ-ثقلی:

در صورتی که محل تأمین آب در پایین دست شهر باشد و شبکه توزیع در رقوم بالاتری از محلهای تأمین قرار داشته باشد ناگزیر باید آب را به شبکه توزیع پمپاژ نمود . که در ساعات کم مصرف آب پمپاژ شده وارد مخازن ذخیره می شود ودر ساعات پیک مصرف ایستگاه پمپاژ و مخزن تواماً شبکه توزیع را مشروب می سازند.

پمپاژ مستقیم :

چنانچه اختلاف ارتفاعی کافی در محدوده منطقه وجود نداشته باشد ، توزیع و تأمین آب با پمپاژ مستقیم آب به شبکه توزیع صورت می گیرد. استفاده از این سیستم به دلیل نوسانات فشار در ساعات مختلف مصرف با اشکالات زیادی همراه خواهد بود و معمولاً در شرایط خاص و مناطق کوچک به کار برده می شود. در این حالت ظرفیت و ارتفاع پمپاژ ، به گونه ای تعیین می گردد که علاوه بر تأمین آب مورد نیاز در حالت حداکثر مصرف ، جبران نوسانات ساعتی فشار مورد نیاز در شبکه نیز تأمین گردد . کنترل پمپ ها در این حالت توسط سوئیچ های فشاری و متناسب به مصرف در شبکه خواهد بود. بدین نحو که در شرایط پیک مصرف کلیه پمپها روشن و متناسب با نیاز شبکه آب مورد نیاز و فشار لازم را ایجاد می نماید. به تدریج با کاهش مصرف در شبکه بالطبع فشار افزایش یافته و دبی پمپها تقلیل می یابد. ولی قبل از اینکه پمپـــها در شرایط نا مطلوب از لحاظ راندمان کاری قرار گیرند . توسط سوئیچ های فشاری و تابلو های فرمان پمپ ها به ترتیب یکی پس از دیگری خاموش می گردد .به نحوی که سایر پمپ ها روشن در شرایط کاملاً مناسب و مطلوب کاری قرار گیرند . وبالعکس، با افزایش مصرف در شبکه و افزایش گذر حجمی هر پمپ فشار کاهش یافته و در مسیر کاهش فشار تا آنجایی ادامه خواهد یافت که فشار پمپ ها از یک مقدار حداقل کمتر نگردد. در این حالت نیز توسط سوئیچ های فشاری پمپ ها به ترتیب و یکی پس از دیگری شروع به کار می نماید به نحوی که کلیه پمپ ها در یک شرایط کاری مناسب از لحاظ راندمان قرار گیرند. واضح است عملکرد پمپها با توجه به دامنه تغییرات دبی وارتفاع آنها به نحوی می باشد که در شرایط نامطلوب از لحاظ راندمان قرار نخواهند گرفت و از طرفی فشار ماکسیمم ایجاد شده توسط پمپ ها در شبکه از حد مجاز تجاوز نمی نمایدوپمپ ها در حد اقل فشار نیز تأمین کننده حداقل فشار مورد نیاز در شبکه خواهند بود. ذکر این نکته ضروریست که استفاده از سیستم سوئیچ فشاری این امکان را به وجود می آورد که پمپ ها همواره در شرایط مطلوب کاری قرار گیرند و از عمر مفید بیشتری بر خوردار باشند و همچنین در میزان برق مصرفی نیز صرفه جویی گردد . از آنجائی که گذر حجمی پمپ ها با استفاده از سوئیچ های فشاری و راندمان مناسب بین دو حد بالا و پایین مصرف تنظیم می گردد . بنا براین بر اثر خارج شدن یک پمپ از مدار پمپ های در حال کار از لحاظ راندمان دچار اختلال نمی گردد.

پمپاژ مستقیم با کنترل توسط مخزن هوایی :

www.SID.ir

استفاده از سیستم پمپاژ مستقیم با معایب زیادی همراه است. لذا در اغلب موارد جهت ایجاد یک سیستم مطمئن تر از مخازن مابین محل مصرف و ایستگاه پمپاژ استفاده می گردد ، که مخزن تعبیه شده وظیفه کنترل فشار کار پمپها را عهده دار است . در این حالت پمپها برای حداکثر مصرف روزانه طراحی می شوند. چنانچه مراکز مصرف مابین محل مخزن هوایی و ایستگاه پمپاژ واقع باشند و تأمین آب توسط مخزن هوایی و ایستگاه پمپاژ صورت گیرد ، تغییرات دبی و فشار آب در خطوط لوله کمتر خواهد شد.

به طور کلی انواع فشار در شبکه های آب رسانی عبارتند از :

- **فشار استاتیکی شبکه** که با صفرفرض نمودن جریان درلوله‌ها و درنظرگرفتن بلند ترین سطح آب در مخزن به دست می آید. حداکثر فشار استاتیکی، نبایستی از حداکثر فشار مجاز در شبکه، افزون تر گردد .
- **فشار دینامیکی شبکه** که در هر نقطه از شبکه، باکاستن افت فشارها از فشار کلی، به دست می‌آید. حداقل فشار دینامیکی بایستی از حداقل فشار مورد نیاز در شبکه بیشتر باشد.

هدف از مدل سازی و کاربردهای آن:

هدف اصلی در تهیه یک مدل هیدرولیکی سیستم توزیع آب، حصول شناخت کافی و جامع از حالات مختلف موجود در سیستم به منظور ارتقاء کمی وکیفی طراحی و بهره برداری است.

به طور کلی، از مدل و نتایج شبیه سازی حاصل از آن، در یک سیستم توزیع می توان در مواردی به شرح ذیل استفاده نمود .

- طراحی سیستم در ارتباط با اصلاح و توسعه: مدل وسیله مناسبی را درارزیابی مهندسی شبکه توزیع آب پیشنهادی و موجود، تعریف نواقص، ارزیابی و برآورد آلترناتیوهای مطرح در اصلاح و توسعه سیستم در اختیار طراحان قرار می دهد.
- آموزش بهره برداران: مدل وسیله آموزشی بسیار مناسبی را در آموزش و کمک به بهره برداران در ارتباط با شناخت سیستم و فهم اثرات اعمال سیاستها و روشهای بهره برداری بر کارایی سیستم در اختیار قرار می دهد
- طراحی روش بهره برداری توسط مدل: کارشناسان قادر به تجزیه و تحلیل سیستم موجود بوده و از طریق آن می توانند استراتژیها و روشهای بهره برداری بهینه که در نهایت منجر به وضع قوانین و دستورالعملهای مفیدی می گردد را تدوین نمایند .
- ارزیابی بهره برداری سیستم نتایج حاصل از مدل: اطلاعات مفیدی را در اعمال سیاستهای مختلف بهره برداری بر کارآیی سیستم در اختیار قرار می دهد .
- نگهداری سیستم :از طریق مدل امکان ارائه طرح سیستماتیک و بلند مدت درتأمین و نگهداری مبتنی بر پیش‌بینی و پیش‌گیری فراهم می گردد.
- بهینه سازی سیستم در مواقع اضطراری: از طریق مدل می توان به حالاتی که در مواقع خارج شدن بخشی از شبکه از موارد و انتقال بار بخشی از آن به بخش دیگر حادث می شود، شناخت پیدا کرده و بدین ترتیب اقدامات مقتضی را جهت کاهش هر چه بیشتر زیانها به کار بست .
- وضعیت موجود: از طریق مدل می توان تأسیسات مورد نیاز جهت تأمین آب را در مراحل مختلف توسعه شهر با توجه به منابع آبی موجود و مورد نیاز تعیین نمود.
- حل مسائل و مشکلات مطرح در فصول گرم سال و مواقع کم آبی و بحران
- مطالعات مربوط به تلفات آب شهری

www.SID.ir

- مطاله،بررسی ارزیابی سیستم همزمان با بهره برداری
- مطالعات مربوط به مدیریت انرژی
- مطالعات و ارزیابی های اقتصادی سیستم توزیع
- انجام مطالعات کیفی و روند یابی کیفی
- تعیین اندازه ونوع تأسیسات مورد نیاز از قبیل مخازن و ایستگاههای پمپاژ
- تعیین محل احداث تأسیسات مختلف
- تعیین اندازه ،نوع و محل کارگذاری شیر آلات
- تعیین اندازه مناسب لوله ها
- تعیین مورد نیاز آتشفشانی
- تعیین مناطق مختلف فشاری و تحلیل مسائل خاص هر منطقه
- تعیین نیازهای آبی و ظرفیت شبکه در نقاط و زمانهای مختلف
- تعیین میزان بار وارد به شبکه های مجاور و تعدیل با انها

عموماً نتایج یک مدل به صورت اعداد، نمودارها و شکل‌ها بوده و تفسیر نهایی آنها با توجه به شرایط محلی و سایر شرایط موجود به عهده کارشناس مدل سازی است.

تهیه مدل هیدرولیکی سیستم توزیع آب

در طی یکی دو دهه اخیر با رشد صنعت کامپیوتر و روشهای جمع آوری، پردازش، ذخیره سازی آمار و اطلاعات و استفاده از آنها در نشان دادن و شبیه سازی وضعیت موجود، پیش بینی وضعیت آینده که در مدیریت سیستمهای توزیع آب بسیار مفید و ضروری می‌باشد. مطابق با سایر علوم و فنون جهش فوق العاده ای پیدا نموده و چشم انداز جدیدی را در مقابل متخصصین امر گشوده است امروزه روشهای آنالیز سیستمهای توزیع آب بصورت یک تکنیک مطرح و کارا در شناخت رفتار هیدرولیکی و کیفی، ارزیابی طرحهای توسعه، بهره برداری و بطور کلی غلبه بر خلاف های اطلاعاتی مورد پذیرش قرار گرفته است. در این راستا، علیرغم این حقیقت که هنوز ابهامات بسیاری در توصیف روابط پایه که تاثیر پارامترهای فرایندی را در سیستم های آبی نشان می‌دهد وجود دارد، از مدلها می‌توان به عنوان ابزار مؤثر و مناسب در برآورد های کمی و کیفی متغییر های فرایندی استفاده نمود.

بررسی و تعین معیارها و محدودیت ها :

در تهیه مدل هیدولیکی و ارائه سناریوهای بهره برداری همواره به این نکته توجه میگردد که فشار و جریان در خطوط لوله و در حد مطلوب و در محدوده معیارهای موجود قرار گیرد. از این‌رو در این بخش، مبانی معیارهای مورد نظر تشریح گردیده است .

دبی جریان :

سیستم آبرسانی شامل خطوط انتقال و شبکه توزیع آب بایستی بتواند آب مورد نیاز کلیه مصرف کنندگان و همچنین حداکثر نیاز شبانه روزی مصرف کنندگان بخصوص در روزهای گرم فصل تابستان برای تمام دوره طرح و در هنگام بهره برداری را تامین نماید. بنابراین سیستم آبرسانی بر طبق نیازهای آبی تعیین شده می بایست در طول دوران بهره برداری، ظرفیت انتقال و توزیع آب به میزان مورد نیاز را دارا باشد.

www.SID.ir

ب) سرعت جریان :

به طور کلی سرعت جریان در خطوط لوله از سه نقطه نظر به شرح زیر بایستی مورد توجه و بررسی کامل در امر طراحی و بهره برداری (تهیه مدل هید رولیکی) قرار گیرد. سرعت آب در لوله های انتقالی توزیع، نباید از حدی بیشتر گردد. زیرا افزایش سرعت آب از یک رو بر اساس معادله دارسی ویسباخ سبب افزایش افت فشار و از سوی دیگر تاسیسات ایجاد فشار، سبب بالا رفتن ارتفاع رانش پمپها و بطور کلی هزینه های ثابت و جاری ایستگاه پمپاژ و سیستم توزیع می گردد. بر اساس رابطه برداری تغییر مقدار حرکت، مقدار نیروی وارد در زانوئی ها و سه راهی ها بر اثر تغییر جهت و سرعت جریان بالا، موجب شکستن لوله ها بخصوص در اتصالات می گردد. همچنین به علت احتمال بستن ناگهانی شیر های قطع و وصل در یک بخش ، ضربه فشاری در سایر قسمتهای دیگر ایجاد می شود که احتمال شکسته شدن آن نقاط را بالا می برد، مقدار این ضربه دقیقاً به مقدار سرعت بستگی دارد. سرعت زیاد آب باعث فرسایش دیواره لوله ها بویژه در دهانه لوله و در محل اتصال دو لوله می گردد و چنانچه این مطلب مورد توجه و ملاحظه قرار نگیرد، عمر مفید خطوط لوله تقلیل می یابد. با توجه به موارد فوق الذکر انتخاب حداکثر و حداقل برای سرعت آب درلوله ها ضروری است و در این راستا محدودیت سرعت معمولاً بصورت زیر در نظر گرفته می شود.ماکزیمم سرعت آب درلوله های با قطر کوچکتر از ۵۰۰ میلیمتر برابر ۲ متر بر ثانیه و در لوله های با قطر برابر و یا بزرگتر از ۵۰۰ میلمتر برابر ۲/۵ متر بر ثانیه می باشد.حداقل سرعت آب در خطوط لوله های آب رسانی بدین جهت مورد توجه قرار می گیرد که از طرفی در اثر سرعت کم رسوب در لوله ها ایجاد می گردد و از طرف دیگر گازهای محلول در آب بصورت حباب‌هایی در می آیند که در قسمتهای بلند خطوط لوله جمع شده و جریان آب را مختل می سازد و نیز سبب تغییر مزه آب می شود. طبق استانداردهای قابل قبول دنیا حداقل سرعت ۳/. الی ۶/. متر بر ثانیه در نظر گرفته می‌شود.

ج) فشار :

حداکثر فشار در خطوط لوله باید به اندازه ای باشد که لوله ها بتوانند، فشار موجود را مخصوصاً در محل اتصالات در بدترین شرایط کار لوله یعنی شرایط استاتیکی را تحمل کنند. فشار زیاد خطر شکستن لوله ها را در نقاط پست و گود فراهم می نماید از طرف دیگر فشار در مقدار نشت و تلفات آب نقش موثری دارد و هنچنین باعث بالا رفتن کلاس لوله و در نتیجه افزایش هزینه های تاسیسات آبرسانی می شود.

محدود کردن فشار در شبکه از آن جهت اهمیت دارد که در زمان حداکثر مصرف و برداشت آب، هیچ نقطه ای از شهر، نباید فشار کمتر از ۳/. اتمسفر گردد و همچنین اضافه شدن فشار نباید موجب ازدیاد مصرف و بخصوص تلفات آب شود. به طور منطقی دیدگاه کلی در تهیه مدل هیدرولیکی شبکه توزیع آب به منظور کاهش تلفات باید به صورتی باشد که با در نظر داشتن جنبه های فنی و اقتصادی فشارها در سطوح عمده تحت پوشش با رعایت مقادیر حداقل لازم، کمترین مقدار ممکن باشد. حداکثر فشار موقعی مطرح می شود که خطر ترکیدن لوله در نقاط ضعیف شبکه، بخصوص در شب هنگام که جریان آب داخل شبکه خیلی کند و در نتیجه افت فشار به حداقل ممکن می رسد و نهایتاً فشار هیدرولیکی به حداکثر خود یعنی معادل فشار استاتیکی نزدیک میگردد،وجود دارد و این امر موجب شکستن لوله ها، اتصالات و شیرآلات می‌شود. بنابراین با توجه به فشار کار لوله های موجود و لوله های پیشنهادی که برای فشار ۶ الی ۱۲ اتمسفر ساخته می شوند و همچنین توجه به امکان پوسیدگی آنها پس از کار گذاری، عدم پاسخگویی فشارپذیری لوله ها در عمل، نسبت به فشار اسمی، وجود ضعف شبکه در محل های اتصال و عمل نصب متعلقات خط لوله و علاوه بر آن با عنایت به پیش بینی استاندارد صنعت آب کشور حداکثر فشار مجاز شبکه توزیع آبه به مقدار مناسبی بر حسب ستون آب تعیین و محدود میگردد. حداقل فشار آب در شبکه توزیع آب باید به اندازه‌ای باشد که در ابتدای هر انشعاب فشار لازم برای مصرف کننده در لوله وجود داشته باشد.این فشار بایدافت فشار در کنتور و متعلقات، طبقات و ارتفاع ساختمان و حداقل فشار لازم در آخرین طبقه ساختمان را در پیک مصرف ماههای گرم سال تأمین نماید که برای شهر هایی که احداث ساختمانها تا سه طبقه مجاز باشد حداقل ۲۰متر ستون آب در نظر گرفته شود بدین لحاظ درتهیه مدل هیدرولیکی شبکه توزیع

www.SID.ir

آب به منظور تهیه روندهای بهره برداری مناسب که موجب کاهش تلفات آب میگردد.محدوده فشار حدالامکان بین ۲۰ تا ۴۰ متر ستون آب رعایت خواهد گردید. لازم به ذکر است، بر طبق استاندارد صنعت آب کشور بر اساس کیفیت اجرای شبکه توزیع آب و لوله کشی داخل ساختمانها در ایران ، حد اکثر فشار مجاز شبکه برابر ۵۰متر ستون آب توصیه شده است. حداقل فشار مجاز نیز بایستی به اندازای باشد که با توجه به افتهای فشار شبکه و داخل ساختمان و همچنین تغییرات سطح آب در هیچ یک از نقاط برداشت در داخل ساختمان‌ها، حداقل فشار از ۰/۳ اتمسفر کم نباشد. حداقل فشار شبکه برای ساختمان‌های یک طبقه ۱۴ متر و برای هر طبقه اضافی ۴ متر جهت تأمین ارتفاع و افت فشارهای داخلی ساختمان بر عدد فوق افزوده می شود.

۲- مواد و روشها

هدف اصلی در تشکیل یک مدل هیدرولیکی شبکه توزیع آب، شناخت کافی حالات مختلف موجود در شبکه، به منظور ارتقاء کمی و کیفی در طراحی و بهربرداری است .زمانی که شبکه با کمبود فشار مواجه شود و یا دبی تقاضا در گرهها بیشتر از مقدار طراحی شده باشد، شبکه اغلب نمیتواند تقاضای مورد نیاز در گرهها را بهطور کامل تأمین کند .لذا بررسی رفتار شبکه در این حالت، برای تحلیل هیدرولیکی شبکه ها از دو روش مبتنی بر فشار(HDSM۱) و مبتنی بر تقاضا (DDSM۲) استفاده میشود.که در این مطالعه جهت مدلسازی مصارف در گرهها روش مبتنی بر تقاضا استفاده شده است. و مدلسازی به صورت دوره گسترده در شبکه انجام شده است.

در این مطالعه متغیر تصمیم تعیین تعداد پمپ و اندازه آن در شبکه میباشد .همچنین برای ارزیابی و تعیین قابلیت اطمینان شبکه از رابطه (۱) به عنوان تابع هدف برای دستیابی به حداکثر قابلیت اطمینان استفاده شده است .این تابع به گونهای عمل میکند که طی فرایند تعیین تعداد پمپها، دسته جوابهایی که به نقطه اوج تابع (p=31m) نزدیکتر باشند به عنوان جوابهای مطلوب انتخاب شوند.

$$NPRI(i,j) = \begin{cases} 0 & P < 10 \\ \frac{1}{32}(P-10) & 10 < P < 26 \\ \frac{1}{10}(P-26)+0.5 & 26 < P < 31 \\ 1 & P = 31 \\ -\frac{1}{38}(P-31)+1 & 31 < P < 50 \\ -\frac{1}{40}(P-50)+0.5 & 50 < P < 60 \\ 0.25 & 60 < P \end{cases}$$

میزان NPRI (I,j)شاخص قابلیت اطمینان فشار گرهی در گره j در زمان t و P فشار گرهای در گره j در زمان t است .لذا شاخص قابلیت اطمینان فشارگره‌ای شبکه از رابطه (۲) بدست می‌آید.

$$NPRI = \frac{\sum_{j=1}^{NN} Q_{j,t}^{req}(NPRI\ (j.t))}{\sum_{j=1}^{NN} Q_{j,t}^{req}}$$

NPRIشاخص قابلیت اطمینان فشار گرهی شبکه، NN تعداد گرههای موجود در شبکه، reqQ میزان تقاضای فشار مورد نیاز گره j در زمان t است.

۳-مطالعه موردی

www.SID.ir

شهر ایذه یکی از شهرستانهای استان خوزستان میباشد مساحت این شهرستان حدود ۳۷۸۹ کیلومتر مربع و جمعیت آن بر اساس آمار سرشماری کشوری به حدود ۱۷۹هزار نفر میرسد، که حدودا ۶۰ هزار نفر از این جمعیت در مرکز شهرستان ایذه سکونت دارند. در این تحقیق از شبکه توزیع آب شهرایذه به علت شرایط خاص شبکه(عدم سرویس دهی مناسب شبکه به علت کمبود شدید فشار در ساعات اوج مصرف)به عنوان مطالعه موردی استفاده شده است اطلاعات شبکه با همکاری امور آب و فاضلاب شهرستان ایذه تهیه گردیه است .شبکه موجود دارای یک مخزن اصلی به همراه ۴ پمپ است علاوه بر آن دارای، یک مخزن کمکی به همراه یک شیر کنترل(فشار PRV ، ۷۴۹ گره و ۷۸۶ لوله) می‌باشد.

۴- بحث و نتایج

برای ارزیابی تاثیر تعداد و اندازه پمپهای دور ثابت در شبکهی توزیع آب شهر ایذه چهار سناریو تعریف شده است، که در آن سناریوی اول به صورت ارزیابی وضعیت موجود شبکه توزیع آب شهر ایذه، سناریوی دوم به بررسی استفاده از یک پمپ بزرگ به جای چهار پمپ کوچک و در سناریوی سوم و چهارم به ترتیب به بررسی نتایج با افزودن ۳ و ۶ پمپ به شبکه پایه، در نظر گرفته شده است.

۴-۱سناریوی اول

در این سناریو توزیع فشار شبکه به صورت پمپاژ مستقیم از یک مخزن به شبکه شهر ایذه میباشد .در این حالت شبکه شهر، از طریق ۴ پمپ کوچک بااستفاده از ظرفیت مخزن شبکه تامین میشود .مقادیر قابلیت اطمینان و فشار گرهی شبکه در جدول ۱ آورده شده است. با توجه به این که شبکه به صورت دینامیک و ۲۴ ساعته اجرا میشود، نتایج بر اساس حداقل و حداکثر مصرف ساعتی، و متوسط مصرف روزانه، گزارش شده است.

جدول۱- قابلیت اطمینان و فشار گرهای در سناریوی اول

مصرف	قابلیت اطمینان شبکه (NPRI)	فشار گرهی (متر)
حداقل مصرف ساعتی	۰/۷۵۲	۳۵/۱۳
حداکثر مصرف ساعتی	۰/۰۶۶	۳/۸۲
متوسط مصرف روزانه	۰/۳۳۳	۱۶/۴۶

مطابق نتایج جدول در حداقل و حداکثر مصرف ساعتی شبکه، قابلیت اطمینان با توجه به تعداد و اندازه پمپها به ترتیب ۰ / ۷۵۲ و ۰ / ۰۶۶ و متوسط قابلیت اطمینان کل ۰ / ۳۳۳ ، همچنین متو سط فشار در حداقل مصرف ساعتی شبکه برابر با ۳۵ / ۱۳ متر و در حداکثر مصرف ساعتی ۳ / ۸۲ متر و میانگین فشار کل شبکه ایذه نیز برابر با ۱۶ / ۴۶ متر میباشد .نتایج نشان میدهد میانگین قابلیت اطمینان و فشار شبکه در حالت پایه در وضعیت بسیار نامناسبی قرار دارد .در این سناریو متوسط فشار و قابلیت اطمینان با نزدیک شدن به ساعات پیک مصرف شبکه نسبت به باقی ساعت، به حدی کاهش می‌یابد که حتی در محدوده حداقل فشار مجاز در سیستم‌های آبرسانی قرار نمیگیرد(حداکثر فشار مجاز در شبکه های توزیع آب ایران ۵۱ / ۶۲ متر آب و حداقل آن برای ساختمان‌های یک طبقه ۱۴ / ۴۶ متر آب میباشد .) لذا با در نظر گرفتن سناریوهای دیگر سعی در کاهش و رفع این مشکل میگردد.

۴-۲سناریوی دوم:

در سناریو دوم جهت افزایش فشار شبکه از یک پمپ بزگ استفاده شد است .لذا در این حالت با در نظر گرفتن یک پمپ بزرگ به جای ۴ پمپ کوچک،آب مصرفی شبکه تامین خواهد شد .نتایج قابلیت اطمینان و میانگین فشار گرهی شبکه برای سناریوی دوم در طول ۲۴ ساعت در جدول ۲ ارائه شده است.

www.SID.ir

جدول ۲- قابلیت اطمینان و فشار گرهای در سناریوی دوم

مصرف	قابلیت اطمینان شبکه (NPRI)	فشار گره‌ای (متر)
حداقل مصرف ساعتی	۰/۲۸۹	۶۵/۴۰
حداکثر مصرف ساعتی	۰/۲۴۳	۹/۸۴
متوسط مصرف روزانه	۰/۳۱۳	۳۳/۸۵

مطابق نتایج در ساعتهای حداقل و حداکثر مصرف شبکه، قابلیت اطمینان به ترتیب ۰ / ۲۸۹ و ۰ / ۲۴۳ و متوسط قابلیت اطمینان کل۰ / ۳۱۳ ، همچنین متوسط فشار در حداقل و حداکثر مصرف ساعتی شبکه برابر با ۶۵ / ۴۰ متر و ۹ / ۸۴ متر و میانگین فشار کل شبکه برابر با ۳۳ / ۸۵ متر میباشد .بررسی نتایج جدول(۲) نشران میدهد که به کارگیری ۱ پمپ بزرگ در شبکه توزیع شهر ایذه به دلیل افزایش بیش از اندازه فشار در ساعات کاهش مصرف وهمچنین کمبود فشار کافی(حداقل فشار مجاز)در ساعت پیک، موجب ایجاد قابلیت پایین حتی نسبت به حالت اولیه میگردد .در این حالت، میانگین کل قابلیت اطمینان و فشار شبکه، نسبت به قابلیت اطمینان و فشار در حالت پایه به ترتیب ۶ / ۲۴ در صد کاهش و فشار متو سط شبکه ۱۰۵ / ۶۲ در صد،افزایش یافته است.

۴-۳سناریوی سوم:

در سناریوی سوم با اضافه کردن ۳ پمپ کوچک به شبکه در حالت پایه و به طور کلی استفاده از ۷ پمپ برای تامین آب مصرفی شبکه شهرایذه در نظرگرفته می شود .در این سناریو با افزایش تعداد پمپها در شبکه سعی در افزایش فشار به منظور بهبود وضعیت آبر سانی شهر شده ا ست .مقادیرقابلیت اطمینان و فشار گرهی شبکه در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳-قابلیت اطمینان و فشار گرهای در سناریوی سوم

مصرف	قابلیت اطمینان شبکه (NPRI)	فشار گره‌ای (متر)
حداقل مصرف ساعتی	۰/۵۹۹	۴۱/۷۶
حداکثر مصرف ساعتی	۰/۲۴۰	۱۰/۴۷
متوسط مصرف روزانه	۰/۳۸۱	۲۴/۶۰

مطابق نتایج در حداقل و حداکثر مصرف ساعتی شبکه، قابلیت اطمینان به ترتیب ۰ / ۵۹۹ و ۰ / ۲۴۰ و متوسط قابلیت اطمینان کل۰ / ۳۸۱ ، همچنین متوسط فشار در حداقل و حداکثر مصرف ساعتی شبکه برابر با ۴۱ / ۷۶ متر و ۱۰ / ۴۷ متر و میانگین فشار کل شبکه برابر با ۲۴ / ۶۰ متر میباشد .بررسی و مقایسه نتایج نشان میدهد که استفاده همزمان از ۷ پمپ در طول شبانه روز در شبکه توزیع آب شهرایذه موجب افزایش قابلیت اطمینان کل شبکه نسبت به سناریوهای پیشین خواهد شد .همچنین با جاگذاری ۳ پمپ FSP دیگر در این شبکه علاوه بر افزایش قابلیت اطمینان کل، موجب افزایش نسبی فشار شبکه در ساعت پیک مصرف نسبت به باقی حالت میگردد .لذا در این سناریو، NPRI نسبت به حالت پایه ۱۴ / ۲۴ درصد و نسبت به سناریوی دوم ۲۱ / ۸۵ درصد افزایش و همچنین میانگین فشار کل شبکه به ترتیب نسبت به سناریوی اول ۴۹ / ۴۲ درصد افزایش و ۲۷ / ۳۳ درصد نسبت به سناریوی دوم کاهش یافته است.

www.SID.ir

۴-۴سناریوی چهارم

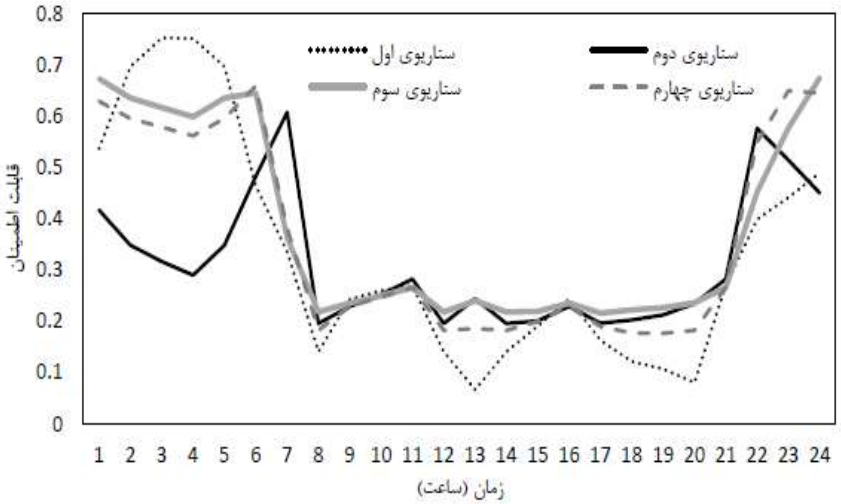
در سناریوی چهارم با افزودن ۶ پمپ کوچک به شبکه در حالت پایه و تبدیل شبکه از ۴ به ۱۰ پمپ سعی در بررسی تاثیر استفاده از تعداد بیشتری ازپمپهای دور ثابت در شبکه میگردد .مقادیر قابلیت اطمینان و فشار گرهی شبکه در جدول ۴ آورده است.

جدول ۴- قابلیت اطمینان و فشار گرهای در سناریوی چهارم

تقاضای مصرف در شبکه خمام	قابلیت اطمینان شبکه (NPRI)	فشار گره‌ای (متر)
حداقل مصرف ساعتی	۰/۵۶۲	۶۶/۱۵
حداکثر مصرف ساعتی	۰/۱۸۵	۱۱/۸۳
متوسط مصرف روزانه	۰/۳۶۴	۲۷/۷۸

نتایج جدول نشان میدهد در حداقل و حداکثر مصرف ساعتی شبکه، قابلیت اطمینان(NPRI) به ترتیب ۰ / ۵۶۲ و ۰ / ۱۸۵ و متوسط قابلیت اطمینان کل ۰ / ۳۶۴ ، همچنین متوسط فشار در حداقل و حداکثر مصرف ساعتی شبکه برابر با ۴۴ / ۱۵ متر و ۱۱ / ۸۳ متر و میانگین فشار کل شبکه برابر با ۲۷ / ۷۸ متر میباشد. لذا مشاهده میشود که استفاده از ۱۰ پمپ در طول شبانه روز در شبکه موجب کاهش قابلیت اطمینان کل نسبت به سناریوی سوم خواهد شد . امامیزان فشار در این حالت نسبت به سناریوی پیشین افزایش خواهد یافت .با توجه به نتایج قابل درک است که با وجود افزایش نسبی فشار، اما به دلیل استفاده از تعداد پمپ بیش از فرفیت مورد نیاز، باعث ایجاد اضافه فشار در ساعات کاهش مصرف در نتیجه کاهش قابلیت اطمینان نسبت به سناریوی سوم میگردد. لازم به ذکر است که قابلیت اطمینان در این حالت نسبت به شبکه در حالت پایه ۹ / ۲۷ درصد و نسبت به سناریوی دوم ۱۶ / ۵۵ درصد افزایش یافته ولی

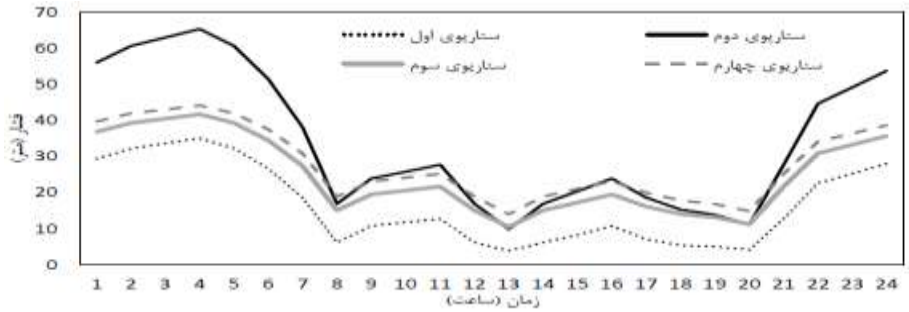
همانطور که بیان شد میانگین قابلیت اطمینان کل شبکه نسبت به سناریوی سوم ۴ / ۵۱ درصد کاهش یافته است .همچنین میانگین فشار کل شبکه به ترتیب نسبت به سناریوی اول ۶۹ / ۸۶ درصد و سناریوی سوم ۱۳ / ۶۸ درصد افزایش و ۱۷ / ۳۹ درصد نسبت به سناریوی دوم کاهش یافته است .در شکلهای ۱ و۲ قابلیت اطمینان و فشار در چهار سناریو مقایسه شده است.



شکل ۱-مقایسه قابلیت اطمینان شبکه در چهار سناریو

www.SID.ir

همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است قابلیت اطمینان شبکه در سناریوی اول، سوم و چهارم در ساعت کاهش تقاضای مصرف آب نسبت به سناریوی دوم که کمترین میزان قابلیت اطمینان را دارد، در حد نسبتا مطوبی قرار دارند .و میزان قابلیت اطمینان در ساعات پیک مصرف در سناریوی اول به شدت و در سناریوی چهارم به طور تقریبی نسبت به دو سناریو دیگر کاهش میبابد .نتایج بررسی سناریوها نشان داده که استفاده از سناریوی سوم درشبکه شهر موجب افزایش ۱۴ / ۲۴ درصدی قابلیت اطمینان و سناریوی دوم موجب کاهش ۶ / ۲۴ درصدی نسبت به حالت پایه که به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار در مقایسه با سناریوهای دیگر میباشد، خواهد شد.



شکل ۲- مقایسه میانگین فشار گرهای شبکه ایذه در چهار سناریو

شکل ۲ به مقایسه میزان فشار متوسط ۴ سناریوی بیان شده در طول ۲۴ ساعت میپردازد .با توجه به شکل میتوان دریافت که کمترین میزان متوسط فشار در سناریوی اول، و بیشترین آن به خصوص در ساعت کاهش الگوی مصرف شبکه (نیمه شب)در سناریو دوم رخ میدهد .همچنین با توجه به تغییرات نمودارهای فشار، مشاهده میشود که سناریو چهارم موجب ایجاد بیشترین میزان فشار در ساعت پیک مصرف نسبت به باقی حالات میگردد.

۵-نتیجه گیری

در این تحقیق هدف بکارگیری پمپهای دور ثابت با اندازه و تعداد متفاوت برای تأمین فشار مطلوب و افزایش کارائی هیدرولیکی شبکه میباشد .شبکه آبرسانی شهرایذه در وضعیت موجود با استفاده از یک مخزن اصلی به همراه ۴ پمپ، تامین تقاضا و فشار در شبکه را انجام میدهد که مطابق نتایج سناریوی اول دارای فشار و قابلیت اطمینان کم بخصوص در ساعات اوج مصرف میباشد .برای بهبود وضعیت فعلی شبکه سه سناریو شامل استفاده از پمپ دور ثابت بزرگ، اضافه کردن ۳ پمپ کوچک یا ۶ پمپ کوچک به شبکه موجود میباشد .نتایج نشان داد که در وضعیت موجود، متوسط قابلیت اطمینان و فشار شبکه در حدود ۰ / ۳۳۳ و ۱۶ / ۴۶ متر میباشد .در حالی که در سناریوی دوم با اعمال یک پمپ بزرگ این مقادیر برابر با ۰ / ۳۱۳، ۳۳ / ۸۵ متر شده است و در سناریو سوم با اضافه کردن سه پمپ کوچک به پمپهای موجود مقادیر فوق برابر با ۰ / ۳۸۱ و ۲۴ / ۶۰ متر و در سناریوی چهارم با اضافه کردن ۶ پمپ به پمپهای موجود مقادیر فوق برابر ۰ / ۳۶۴ و ۲۷ / ۹۶ شده است .در مجموع مشاهده میشود که سناریوی دوم و چهارم موجب ایجاد اضافه فشار به خصوص در ساعات حداقل مصرف شبکه و افت قابلیت اطمینان کلی شبکه میشود .سناریو سوم نسبت به دیگر سناریوها از نظر متوسط فشار و

قابلیت اطمینان شبکه وضعیت بهتری دارد که مربوط به عملکرد مناسب این سناریو برای ساعت های حداقل مصرف در شبکه میباشد ولی برای ساعات اوج مصرف به همراه سایر سناریوها عملکرد قابل قبولی ندارد که برای رفع این مشکل نیاز به اعمال برنامه بهره برداری تلفیقی پمپ مخزن در شبکه توزیع آب شهر ایذه میباشد .این موضوع در قالب یک تحقیق دیگر در حال انجام می‌باشد که نتایج آن در مقالات بعدی ارائه خواهد شد.

www.SID.ir

۶-منابع

۱. امور اب و فاضلاب شهرستان ایذه، واحد بهره برداری

۲. امور اب و فاضلاب شهرستان ایذه، واحد مشترکین

۳.همتی، م.، دینی، م. و اسدس، ا. (۱۳۹۹). افزایش کارایی هیدرولیکی شبکه‌های توزیع آب با تنظیم بهینه عملکرد پمپ‌ها، دوازدهمین کنگره ملی مهندسی عمران ، تبریز، ۷-۹ خرداد.

۴. اسدی، ا.و دینی، م.، (۱۳۹۷)، بهینه‌سازی نشت و قابلیت اطمینان شبکه توزیع آب با استفاده از الگوریتم pso، چهارمین کنگره ملی مهندسی عمران بین المللی توسعه کشاورزی، منابع طبیعی، محیط زیست و گردشگری ایران،۲۴-۲۶ بهمن.

۵.مهزاد، م.، اصغری، ک. و چمنی، م. ر.، (۱۳۹۷)، بررسی اثرات برنامه‌ریزی پمپاژدر شبکه‌های توزیع آب با رویکرد جریان غیر دائمی، دومین کنگره علوم مهندسی آب و فاضلاب ایران و دومین همایش ملی عرضه و تقاضای آب شرب و بهداشتی دانشگاه صنعتی اصفهان،۲۲-۲۴آبان.

6.Dini, M. and Tabesh, m., (2019), Optimal renovation planning of water distribution networks considering hydraulic and quality reliability indices , *Urban Water Journal*, 16 (4), pp249-258.

7. Hashemi, S. S., Tabesh , M., and Ataeeki, B. (2014). Ant-colony optimization of pumping schedule to minimize the energy cost using variable –speed pumps in water distribution networks. *Urban Water Jurnal, 11(5): 335-347.*

۸. صادقی، م، تاجی اشکفتکی، ا.، هاشمی ، ح.، حسینی، س.(۱۳۹۳). مقایسه سیستم‌های آبرسانی توزیع ثقلی و پمپاژ مستقیم از نظر فشار،نشت و کیفیت آب با استفاده از مدل (مطالعه موردی شبکه آبرسانی شهر بروجن)، مجله تحقیقات نظام سلامت ، سال دهم، شماره چهارم،۶۸۵-۶۹۶.

۹.عارف، و. خ.، (۱۳۸۸)، تحلیل هیدرولیکی مبتنی بر فشار شبکه‌های آبرسانی با روش گرادیان ، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده فنی، دانشگاه تهران.

www.SID.ir