الگوی تخصیص تقاضا به نقاط مصرف در شبکه‌های توزیع آب شهری (مطالعه موردی: دانشگاه ایلام)

جعفر مامی زاده[۱]، ستاره حیدری[۲]، اسرین بهرامی[۳]

تاریخ ارسال۱۳۹۵/۰۵/۱۱
تاریخ پذیرش۱۳۹۶/۰۴/۰۴

چکیده

الگوی تخصیص تقاضا یکی از فاکتورهای مهم در شبکه توزیع آب است. با توجه به رشد جمعیت و نیاز بیشتر به آب، الگوی تخصیص منابع آب نیاز به توجه بیشتری دارد. با توجه به مروری بر مطالعات گذشته، متاسفانه مطالعات اندکی در این زمینه در ایران انجام گرفته است. در این مطالعه به منظور تخصیص تقاضا در نقاط مصرف در محدوده دانشگاه ایلام از نرم‌افزارهای WaterGems و ArcGIS استفاده شده است. لایه های مربوط به مرز محدوده مورد مطالعه، مرز مکان‌های موجود در این محدوده، ارتفاع نقاط موجود و تراکم جمعیت در بخش‌های مختلف دانشگاه به کمک نرم‌افزار ArcGIS تهیه شد. این مطالعه با استفاده از سه روش تراکم جمعیت، اطلاعات مصارف به صورت نقطه-ای و اطلاعات مصارف به صورت مساحت انجام گرفت. نتایج نشاد داد که حداکثر نیاز شبکه توزیع آب در روش تراکم جمعیت ۳۰,۴۸ لیتر در ثانیه می باشد. همچنین نیاز شبکه در روش‌های اطلاعات مصارف به صورت نقطه‌ای و اطلاعات مصارف به صورت مساحت ۲۷,۲۳ لیتر در ثانیه محاسبه گردید. خط انتقال آب توانایی پمپاژ حداکثر ۱۷,۶۱ لیتر بر ثانیه را داشته در حالی که نیاز شبکه توزیع بیش از این مقدار بوده و نشان دهنده طراحی نامناسب خط انتقال می باشد.

واژه های کلیدی: تخصیص تقاضا، شبکه توزیع آب، WaterGEMS، ArcGIS

[۱] استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه ایلام، ۰۹۱۸۳۴۱۸۲۱۴، jafarmami@gmail.com (مسئول مکاتبه)
[۲] کارشناسی ارشد سازه های آبی-استان ایلام، ۰۹۱۸۴۶۲۱۹۶۳، heidari1269@gmail.com
[۳] کارشناسی ارشد سازه های آبی-استان ایلام، ۰۹۱۸۸۸۵۱۲۵۹، asrinbahrami25@gmail.com

مقدمه

مدیریت مصرف در شبکه‌های توزیع آب شهری و اعمال آن در سطح کشور از مهمترین راهکارهای مبارزه با تلفات آب و کاهش هدر رفت این سرمایه ملی می‌باشد. کشور ما در کمربند خشک جهان واقع شده و میزان متوسط بارندگی آن یک سوم متوسط جهانی است از این رو می‌توان با تخصیص مناسب تقاضا در نقاط مصرف به بهینه کردن مصرف آب کمک کرد. تخصیص آب عبارت از میزان آبی است که در هر یک از محدوده‌های مطالعاتی و حوزه‌های آبریز و همچنین آب‌های ورودی به کشور از منابع عمومی آب با توجه به توانایی‌ها و امکانات منابع آب هر یک از آن ها و با لحاظ حقوق مصرف کنندگان قبلی، برای مصارف مختلف به وسیله وزارت نیرو مشخص و به شرکت‌ها ابلاغ می‌گردد تا پروانه‌های بهره‌برداری برای متقاضیان مصارف مختلف صادر شود. تعیین میزان آب قابل تخصیص از منابع آب سطحی و زیرزمینی به نیازها و مصارف گوناگون در حوزه‌های آبریز براساس اولویت و با توجه به محدودیت های کیفی و امکان جابجایی تخصیص از یک مصرف به مصارف دیگر صورت می‌پذیرد. در طراحی یک شبکه توزیع آب شرب برآورد میزان مصرف مشترکین در افق طرح از مهمترین اصول مهندسی به شمار می‌رود. از آنجا که انتخاب قطرلوله‌های شبکه توزیع مستقیما با پیش‌بینی میزان مصرف آب در هر گره رابطه دارد لذا برآورد بیش از واقع میزان مصرف منجر به افزایش قطر شبکه توزیع و در نتیجه افزایش نمایی هزینه اجرا و از طرفی ماندابی شدن آب در شبکه به دلیل عدم رسیدن سرعت آب به حد مجاز و کیفیت بد توزیع آب خواهد شد. همچنین با توجه به اینکه افت فشار رابطه مستقیمی با میزان مصرف شبکه دارد و تامین فشار بهینه شبکه علاوه بر اختلاف ارتفاع مخزن تا گره مصرفی به میزان مصرف نیز وابسته است، تعیین میزان دقیق مصرف در هر گره شبکه از مهمترین اصول طراحی یک شبکه توزیع آب می‌باشد.

(زمان‌زاده و همکاران، ۱۳۸۵) روش توزیع آب در شبکه‌های آبیاری بر مبنای تقاضا را مورد مطالعه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که با استفاده از این روش میزان تلفات آب در مقایسه با روش‌های معمول، توزیع آب به حداقل و نیز راندمان بهره‌وری آب به حداکثر می‌رسد. (تابش و دینی، ۱۳۸۶) با استفاده از شبکه‌های عصبی پرسپترون چند لایه و با الگوریتم آموزشی پس انتشار خطا، به پیش بینی میزان مصرف یک روزه آب شهر تهران بر اساس پارامترهای هواشناسی و داده‌های تاریخی مصارف گذشته پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد که با اطلاعات محدود قابل دسترس، شبکه عصبی با دو لایه نهان که به ترتیب دارای یک و هفت نرون می‌باشند توانسته است میزان تقاضای روزانه آب شهر تهران را با ضریب همبستگی بیش از ۸۰ درصد تخمین بزند. (بوستانی و انصاری، ۱۳۹۰) رویکرد مصرفی در مدیریت تقاضای آب شهری را مورد مطالعه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که با آگاه ساختن مدیران، تصمیم گیران و اقشار ذیربط از شیوه‌های مختلف مدیریت تقاضا و گرفتن هزینه کامل آب مصرفی از مصرف‌کنندگان می‌توان کارایی بیشتری را در تخصیص آب و مصرف آن به کار بست. (کیافر و همکاران، ۱۳۹۰) به بررسی تخصیص بهینه آب در شبکه آبیاری و زهکشی صوفی چای در استان آذربایجان شرقی با استفاده از الگوریتم ژنتیک پرداختند و به این نتیجه رسیدند که مقدار آب تخصیص یافته واقعی به مراتب بیشتر از مقادیر بهینه می‌باشند .(مرادی‌سبزکوهی و همکاران، ۱۳۹۱) به بررسی میدانی ضریب حداکثر تقاضا در شبکه‌های توزیع آب روستایی در شمال شرق خوزستان پرداختند. پس از نصب جریان‌سنج‌های ثبات الکترومغناطیس و اندازه‌گیری جریان تقاضا در فواصل زمانی هفت و نیم دقیقه به مدت یکسال، الگوی روزانه تقاضا و ضرایب حداکثر به دست آمد. نتایج نشان داد که تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین ضرایب حداکثر بدست آمده با اعداد پیشنهادی در استانداردها وجود دارد.

Baumberger et al.(2007) تخصیص تقاضا را با استفاده از روش‌های اطلاعات جمعیت، کاربری اراضی و اطلاعات ثبت شده مصرف مشترکین مورد مقایسه قرار دادند. تاثیر هر یک از روش‌های ذکر شده بر توزیع فشار در یکی از گره های شبکه مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که فشار نقطه مذکور در هر روش با هم متفاوت بوده و می بایست با توجه به اطلاعات موجود منطقه روش مناسب را انتخاب نمود. (1 Kang and Lansey.(201یک روش دو مرحله‌ای را برای تخمین تقاضا و ضریب زبری در شبکه های توزیع آب با استفاده از اندازه‌گیری‌های میدانی ارتفاع معادل فشار و دبی عبوری از لوله‌ها در شرایط مختلف بهره-برداری پیشنهاد نمودند. الگوریتم مربوطه در دو شبکه متوسط مقیاس واقعی ارزیابی شد و نتایج بدست آمده نشان دهنده عملکرد مناسب مدل بود.

Giustolisi and Walski (2012) اجزاء و مولفه های تقاضا در شبکه‌های توزیع آب شهری را بررسی و تقاضا را به چهار مولفه تقاضای وابسته به فشار، تقاضای حجمی، نیاز آتش نشانی و نشت تقسیم بندی نمودند. نتایج نشان داد که مدل‌های مرسوم تحلیل شبکه های توزیع آب شهری که آنالیز تقاضا محور نامیده می شوند کارایی کمتری نسبت به مدل-های تقاضای وابسته به فشار دارند.

Dini and Tabesh (2014) یک روش جدید را برای کالیبراسیون همزمان الگوی تقاضا و ضریب هیزن ویلیامز در شبکه‌های توزیع آب با استفاده از تلفیق مدل بهینه‌سازی جامعه مورچگان و نرم‌افزار تحلیل هیدرولیکی EPANET2 توسعه دادند. روش پیشنهادی برای یک شبکه دو حلقه ای و یک شبکه واقعی بزرگ مقیاس مورد آزمون قرار گرفت و نتایج نشان‌دهنده عملکرد مناسب روش بود. Roozbahani et al. (2015) یک مدل چند هدفه جهت پایداری تخصیص آب حوضه سفید رود ایران با توجه به سه جنبه زیست محیطی،اجتماعی و اقتصادی ارائه دادند و جهت حل این مدل از روش برنامه نویسی براساس ترکیبات وزنی مختلف استفاده کردند. نتایج حاصل از مدل نشان داد که مدل ارائه شده می تواند ۸۳ درصد از آب حوضه را به شکلی پایدار به ذینفعان خود اختصاص دهد این در حالی است گه تقاضای زیست محیطی هم برآورده می شود. Wang et al.(2015) به بررسی تخصیص منابع آب شهری تحت عدم قطعیت‌های آب و تقاضا در ارومچی چین پرداختند و برای رسیدگی به این عدم قطعیت، به یک برنامه-نویسی تصادفی دوگانه چندمرحله‌ای برای پشتیبانی از مدیریت منابع آب شهری پرداختند. نتایج نشان داد که مدل توسعه یافته می تواند عدم قطعیت ناشی از پارامترها و متغیرهای تصادفی را از طریق تلفیق پارامترهای برنامه نویسی تصادفی دوگانه و برنامه نویسی بهینه سازی چند مرحله مدیریت کند. P´erez and Sanz.(2015) کالیبراسیون الگوی تقاضا در شبکه های توزیع آب را با استفاده از سنسورهای فشار و دبی جریان مورد مطالعه قرار دادند. انتخاب نوع و مکان سنسورها نقش مهمی در کالیبراسیون دقیق شبکه ها دارند. سه نوع سنسور شامل سنسور فشار، سنسور دبی جریان و ترکیبی از این دو نوع سنسور به طور موفقیت آمیزی در یک شبکه توزیع آب واقعی مورد استفاده قرار گرفت.

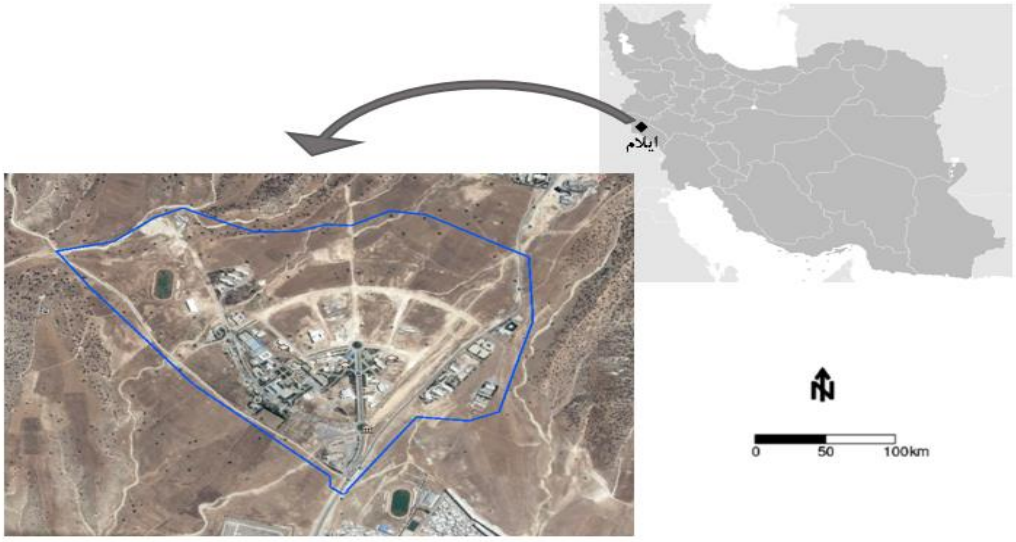
Zhou et al.(2015) یک مدل تخصیص بهینه (IOAM)[1]برای سیستم پیچیده مدیریت منابع آب در حوضه رودخانه یانگ ژیانگ واقع در استان گوانگدونگ چین ارایه دادند. نتایج نشان داد که مدل ارائه شده می‌تواند بین عرضه و تقاضا برای توسعه پایدار جامعه، اقتصاد، محیط زیست توازن کامل ایجاد نماید.

سوابق تحقیق فوق نشان دهنده کمبود مطالعات در زمینه الگوی تخصیص تقاضا به نقاط مصرف در شبکه‌های توزیع آب شهری است. در این تحقیق با استفاده از نرم‌افزارهای WaterGEMS و ArcGISبه این موضوع پرداخته شده است.

[1] Integrated Optimal Allocation Model

مواد و روش‌ها

در این مطالعه، الگوی تخصیص تقاضا به فضاهای موجود در شبکه توزیع آب دانشگاه ایلام مورد بررسی قرار گرفت. دانشگاه ایلام با مساحتی بالغ بر۱۴۱,۷ هکتار در موقعیت شمال غربی شهر ایلام و در محدوده جغرافیایی ۰۶، ´۲۲، °۴۶ تا ۱۹، ´۲۳، °۴۶ طول شرقی و ۵۵، ´۳۸، °۳۳ تا ۳۷، ´۳۹، °۳۳ عرض شمالی و در ارتفاع ۱۴۷۵ متری از سطح دریا قرار گرفته است(شکل۱). در حال حاضر آب شرب دانشگاه ایلام از طریق یک حلقه چاه تامین می‌گردد. پمپاژ آب از این چاه به صورت دو مرحله ای انجام شده و بوسیله خط انتقالی به طول حدوداً ۴,۵ کیلومتر از جنس آزبست سیمان و فولاد با قطرهای ۲۰۰ و ۱۵۰ میلیمتر به مخزن ذخیره آب شرب دانشگاه منتقل می‌گردد. حداکثر دبی پمپاژ خط انتقال برابر با ۱۷,۶۱ لیتر در ثانیه می‌باشد. پس از انتقال آب چاه به مخزن ذخیره، به وسیله لوله‌هایی از جنس فولاد و آزبست سیمان در سطح دانشگاه توزیع می‌گردد. این شبکه دارای ۸۰۷۶ متر لوله (از طول ۱۳ تا ۴۹۶ متر) و ۶۱ گره مصرفی می‌باشد که قطر لوله‌ها از ۷۶,۶ میلیمتر تا ۲۱۳,۲ میلیمتر متغیر است. ضریب هیزن ویلیامز لوله‌ها برابر ۱۳۰ در نظر گرفته شده است.



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه

در این تحقیق پس از تهیه نقشه شبکه و ترسیم آن در محیط اتوکد، آن را به محیط ArcGIS انتقال داده و لایه های مورد نظر آن را ژئورفرنس کرده، همچنین لایه هایی را برای مرز محدوده مورد مطالعه، مرز مکان‌های موجود در این محدوده، ارتفاع نقاط موجود و تراکم جمعیت در بخش‌های مختلف دانشگاه، ایجاد و به محیط WaterGEMS وارد گردید لایه های ایجاد شده بصورت پس زمینه در نرم‌افزار قابل رویت می‌باشند. در این نرم افزار ابتدا مسیرهای پیشنهادی لوله‌ها و گره‌ها با توجه به موقعیت مکانی خیابان‌ها و فضاهای درون دانشگاه ترسیم شد. در مرحله بعد مشخصات لوله‌ها از قبیل شماره لوله، گره ابتدا، گره انتها، قطر و طول لوله‌ها، ضریب هیزن ویلیامز، رقوم گره‌ها و دبی مصرفی هر گره به نرم‌افزار وارد شده و سپس نتایج محاسبات سرعت، دبی و افت فشار در هر لوله و فشار در تمام گره‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. در مواردی که سرعت آب در لوله و یا میزان فشار در گره، براساس مبانی طراحی مناسب نبوده‌اند قطر لوله ها مجددا تغییر یافته و محاسبات تکرار گردیده تا نتایج قابل قبول به دست آید. به منظور تخصیص ارتفاع به گره های شبکه از فایل نقاط ارتفاعی ایجاد شده در نرم افزارArcGIS که حاوی نقاط ارتفاعی مختلف دانشگاه می باشد استفاده شد. جهت تخصیص آب مصرفی به هر یک از گره های

مصرف از سه روش تراکم جمعیت (Population data) ، اطلاعات مصارف به صورت نقطه ای (point load data) و اطلاعات مصارف به صورت مساحت (Area load data) استفاده شد.

در روش اول که مبتنی بر داده های جمعیتی است نیاز به یک لایه چندضلعی که مساحت اختصاص یافته به هر یک از گره‌های شبکه در آن مشخص شده است، می باشد. لایه بعدی نیز یک لایه چندضلعی است که تراکم جمعیت هر یک از عارضه‌های موجود در آن بر حسب نفر در هر هکتار وارد می‌شود. اطلاعات سرانه مصرف هر شخص نیز بر حسب لیتر در روز در این لایه تعریف می‌گردد. دو لایه چندضلعی مورد نیاز در نرم افزار ArcGIS ساخته شد. با ترکیب دو لایه چندضلعی و اطلاعات سرانه مصرف، میزان تقاضای تخصیص داده شده به گره‌ها مشخص می‌گردد. در روش دوم یا اطلاعات مصارف به صورت نقطه‌ای می-بایست در نرم افزارArcGIS برای هر عارضه در داخل دانشگاه یک گره تقاضا تعریف کرد و فیلدهای مورد نیاز را در آن تعریف نمود. نحوه تخصیص تقاضا به گره‌های مصرف در این روش شامل موارد زیر است:

تعداد نقاط مصرف (Billing Meter Aggregation) : در این حالت نیاز به تعریف یک لایه چندضلعی و یک لایه نقطه‌ای در نرم افزار ArcGIS می‌باشد. مساحت اختصاص یافته به هر یک از گره‌های شبکه از طریق چندضلعی بندی تیسن در لایه چندضلعی مشخص می شود. اطلاعات مربوط به مصارف هر یک از عارضه های موجود از قبیل فضاهای آموزشی، فرهنگی و ... در یکی از فیلدهای مربوط به لایه نقطه‌ای وارد می‌شود. نرم افزار WaterGEMS با ترکیب این دو لایه قادر است مصارف کلیه عارضه‌هایی را که درون مساحت اختصاص یافته به هر یک از گره‌های شبکه است را به همان گره تخصیص دهد.

نزدیکترین گره (Nearest Node): در این حالت نیاز به تعریف دو لایه نقطه‌ای در نرم‌افزار ArcGIS می‌باشد. لایه نقطه‌ای اول شامل اطلاعات گره‌های شبکه که همان ابتدا و انتهای لوله‌ها می باشد است. اطلاعات مربوط به مصارف هر یک از عارضه‌های موجود از قبیل فضاهای آموزشی، فرهنگی و ... مربوط به لایه نقطه‌ای دوم می باشد. نرم افزار WaterGEMS با ترکیب این دولایه قادر است مصارف کلیه عارضه‌ها را به نزدیکترین گره شبکه اختصاص دهد.

نزدیکترین لوله (Nearest Pipe) : در این حالت نیاز به تعریف دو لایه نقطه ای مشابه حالت نزدیکترین گره و یک لایه مربوط به لوله ها است. پس از ترکیب لایه ها در نرم افزار WaterGEMS ، ابتدا نزدیکترین لوله مربوط به مصارف هر یک از عارضه های موجود انتخاب شده و دبی مورد نظر بسته به شرایط چهار گانه زیر به گره ابتدا یا انتهای لوله اختصاص می یابد.

الف- حالت (Equal Distribution) : اختصاص دبی یکسان به هر دو گره

ب- حالت (Distance Weighted) : اختصاص دبی بیشتر به گره نزدیکترو دبی کمتر به گره دورتر

ج- حالت (Closest Node) : اختصاص تمام دبی به نزدیکترین گره

د- حالت (Farthest Node) : اختصاص تمام دبی به دورترین گره

در روش سوم با استفاده از مساحت منطقه و میزان دبی می توان تقاضای هر گره را بدست آورد. این روش شامل موارد زیر است:

- توزیع یکسان جریان: تقسیم کل دبی به طور مساوی بین گره‌های شبکه

- توزیع متناسب با مساحت: تقسیم کل دبی بین گره‌های شبکه با توجه به مساحت چندضلعی‌های اختصاص یافته به گره‌ها

نتایج و بحث

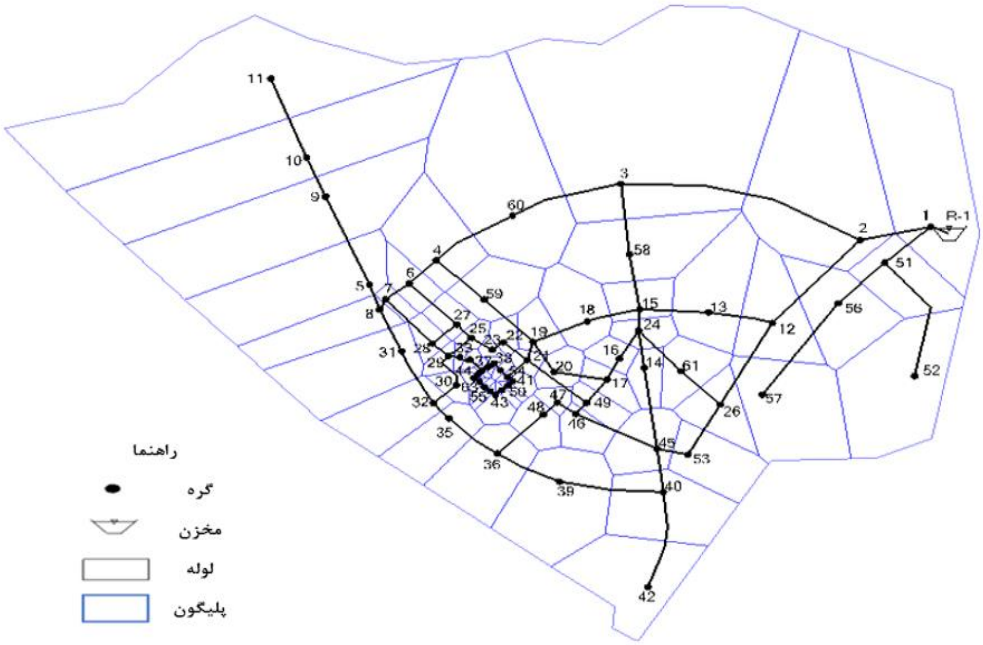
بررسی تراکم جمعیت کاربری‌های دانشگاه

کلیه فضاهای موجود در دانشگاه تحت کاربری‌های مختلف مانند مسکونی، آموزشی، خدماتی و رفاهی، مذهبی، غذاخوری، تاسیساتی و ورزشی نامگذاری گردید. محل‌های اسکان افراد از قبیل خوابگاه‌ها، مهمانسراها و منازل در دانشگاه ایلام تحت عنوان کاربری مسکونی قرار می‌گیرند. محیط‌های آموزشی اعم از دانشکده‌ها، مراکز اداری ـ آموزشی، آزمایشگاه-ها، کتابخانه و کارگاه‌های آموزشی تحت عنوان کاربری آموزشی قرار می‌گیرند. محل‌هایی مانند مراکز خرید، بانک‌ها، انتظامات، مراکز پست و مخابرات، نانوایی و ... در قالب کاربری خدماتی و رفاهی قرار می‌گیرند. مساجد دارای کاربری مذهبی می‌باشند. کلیه محل‌هایی که در ارتباط با انجام کارهای امور آب و فاضلاب، برق، گاز می‌باشد در زمره کاربری تأسیساتی قرار می‌گیرند. کلیه اماکن ورزشی اعم از آموزشی و تفریحی در قالب کاربری ورزشی قرار می‌گیرد. بر اساس آمار جمعیتی و نقشه‌های موجود از طرح جامع دانشگاه تراکم کاربری-های دانشگاه به شرح جدول (۱) بدست آمد.

جدول شماره (۱) - مشخصات کاربری‌ها (مشاور ره‌آب کاوان)

نوع کاربری	مساحت (هکتار)	جمعیت محاسبه شده تا انتهای دوره طرح (نفر)	تراکم ناخالص (نفر در هکتار)
مسکونی	۱۷/۰۴۸۳	۲۰۵۰	۱۲۰
آموزشی	۱۸/۳۷۶۸	۱۲۵۷۰	۶۸۴
خدماتی و رفاهی	۴/۳۴۵۶	۴۰۰	۹۲
مذهبی	۰/۱۶۸۸	۱۷۰	۱۰۰۷
غذاخوری	۰/۴۲۷۳	۱۹۰۰	۴۴۴۷
تأسیساتی	۲/۲۶۶۵	۶۰	۲۶
ورزشی	۷/۹۹۴۹	۶۰۰	۷۵

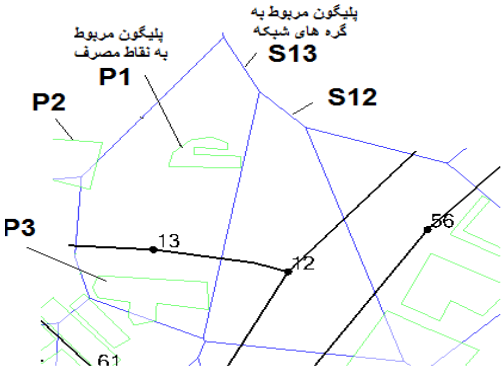
جهت تخصیص تقاضای هر یک از گره‌های شبکه در نرم‌افزار WaterGEMS از سه روش فوق‌الذکر استفاده شد. لایه‌های چندضلعی و نقطه‌ای و اطلاعات مربوط به سرانه مصرف ساخته شد که به طور نمونه لایه‌های چندضلعی شکل (۲) مساحت اختصاص یافته به هر یک از گره‌های شبکه را نشان می‌دهد. همچنین مسیرهای پیشنهادی لوله‌ها و گره‌ها با توجه به موقعیت مکانی خیابان‌ها و فضاهای درون دانشگاه در شکل قابل مشاهده است.



شکل (۲)- لایه‌های چندضلعی اختصاص یافته به هر یک از گره‌های شبکه

نتایج روش اول

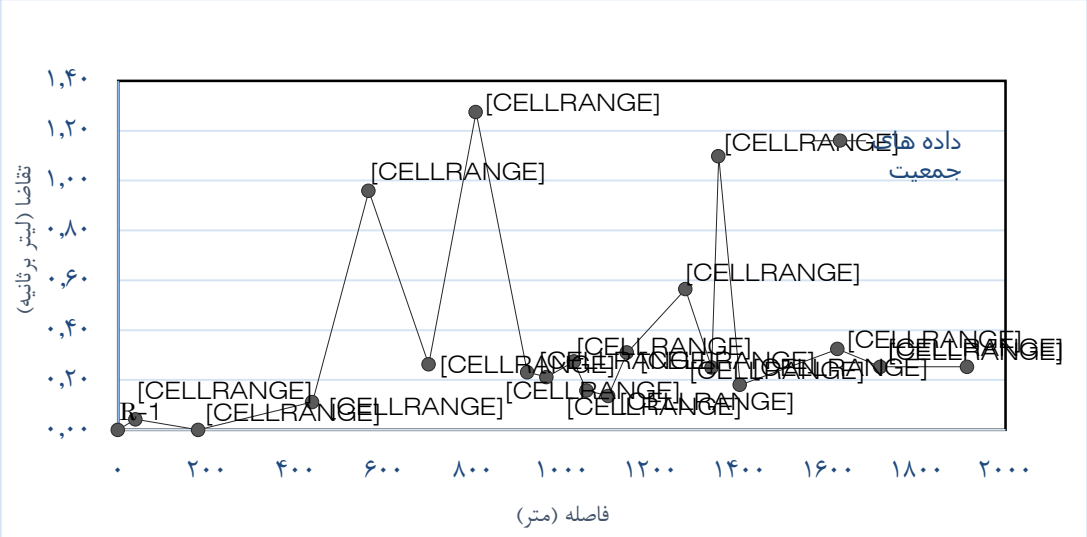
مطابق با شکل (۳) در این روش نیاز به دولایه چندضلعی می‌باشد. لایه چندضلعی اول مربوط به چندضلعی‌های اختصاص یافته به هر یک از گره‌های شبکه (مانند S13، S12، S56 و ...) می‌باشد. لایه چندضلعی دوم که لایه چندضلعی نقاط مصرف (مانند P1، P2، P3 و ...) نامیده می‌شود شامل هر یک از عارضه‌های موجود درون دانشگاه است که در آن تراکم جمعیت مشخص گردیده است. تراکم جمعیت برای کاربری‌های مختلف درون دانشگاه بر حسب نفر در هکتار بیان شده است. تقاضای کلیه چندضلعی‌های نقاط مصرف که درون لایه چندضلعی اختصاص یافته به هر یک از گره‌های شبکه قرار می‌گیرند به گره مربوطه تخصیص می‌یابد. با توجه به شکل مشخص است که تقاضای چندضلعی P1 و بخش‌هایی از P2 و P3 به گره شماره ۱۳ اختصاص یافته است.



شکل (۳)- الگوی تخصیص تقاضا به گره‌ها با استفاده از روش اول

در شکل (۴) پروفیل تقاضای گره‌ها که در آن محور افقی پروفیل فاصله منبع تامین آب تا گره شماره ۱۱ می‌باشد نشان داده شده است. محور عمودی آن نیز تقاضای هر یک از گره‌های شبکه بر حسب لیتر در ثانیه می‌باشد. اطلاعات سرانه مصرف هر فرد معادل ۲۵۰ لیتر در روز در لایه تراکم جمعیت تعریف گردیده است. گره‌هایی که بیشترین تراکم جمعیت را دارا بوده بیشترین تخصیص را دریافت می-

کنند. بنابراین بیشترین تقاضاها به گره‌های ۸، ۱۳و ۱۸ اختصاص یافته است.

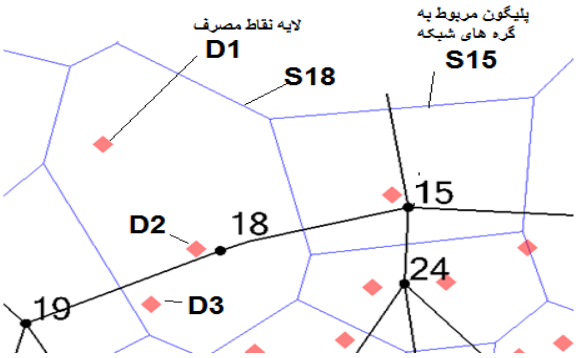


شکل (۴)- پروفیل تقاضای گره‌ها با استفاده از روش اول

نتایج روش دوم

روش تعداد نقاط مصرف و نزدیکترین گره

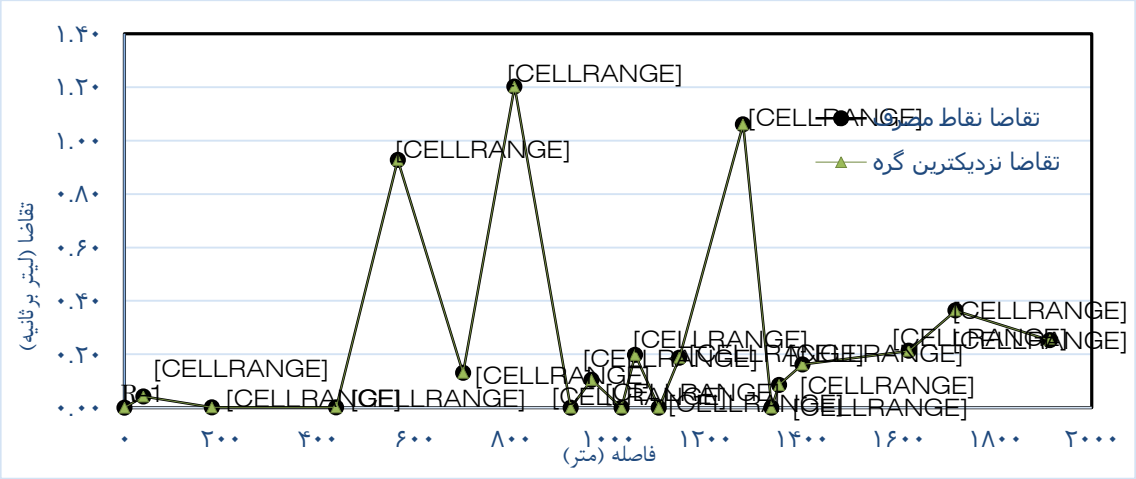
شکل (۵) الگوی تخصیص تقاضا به گره‌ها با استفاده از روش تعداد نقاط مصرف و نزدیکترین گره را نشان می‌دهد. لایه‌های تشکیل شده جهت استفاده در روش نزدیکترین گره، لایه گره‌ها (مانند ۱۵، ۱۸، ۱۹ و ....) و لایه نقاط مصرف (مانند A، B،C ، D و ...) می‌باشد. به طور نمونه در این روش تمام تقاضای نقاط مصرف A، B و C به نزدیکترین گره که گره شماره ۱۸ می‌باشد اختصاص یافته است. لایه‌های تشکیل شده جهت استفاده در روش تعداد نقاط مصرف، لایه گره‌ها (مانند ۱۵، ۱۸، ۱۹ و ....) و لایه چندضلعی‌های اختصاص یافته (مانند S18، S15، S24 و ...) می‌باشد. کل تقاضای درون هر چندضلعی به گره مربوطه درون آن اختصاص می‌یابد. به طور نمونه در چندضلعی S18 سه نقطه مصرف A، B و C وجود دارد. بنابراین این مصارف به گره شماره ۱۸ تخصیص می‌یابد.



شکل (۵)- الگوی تخصیص تقاضا به گره‌ها با استفاده از روش دوم - تعداد نقاط مصرف و نزدیکترین گره

پروفیل تقاضای تخصیص یافته به گره‌ها در شکل (۶) نشان داده شده است. به دلیل اینکه تعداد نقاط مصرف درون هر چندضلعی با نزدیکترین گره شبکه برابر می‌باشد، پروفیل تقاضا با روش‌های تعداد نقاط

مصرف و نزدیکترین گره منطبق گردیده‌اند. بیشترین تقاضاها نیز به ترتیب به گره‌های ۱۸، ۶ و ۱۳ اختصاص یافته است.

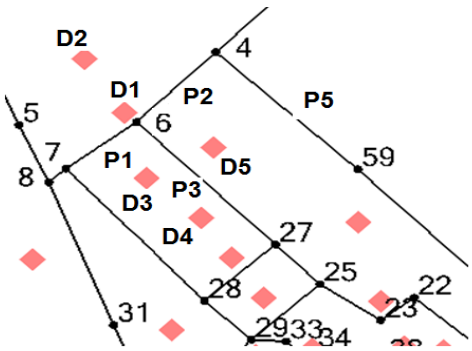


شکل (۶)- پروفیل تقاضای گره‌ها با استفاده از روش اول- تعداد نقاط مصرف و نزدیکترین گره

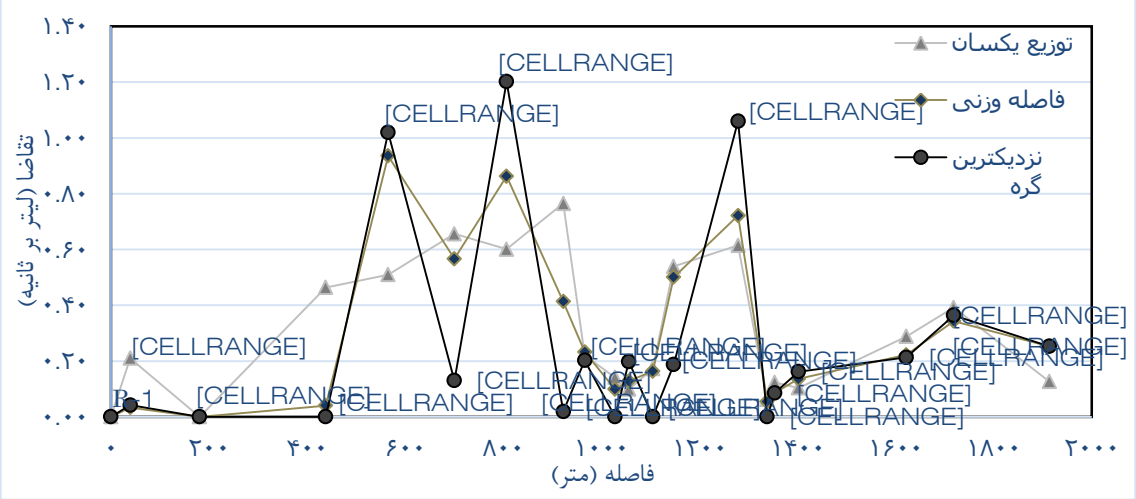
روش نزدیکترین لوله

در این روش تقاضاهای نقاط مصرف به نزدیکترین لوله تخصیص می‌یابد. پس از یافتن نزدیکترین لوله، تقاضای مربوطه بین گره‌های ابتدا و انتهای لوله تقسیم می‌گردد. مطابق با شکل (۷)، لایه لوله‌ها (مانند P1، P2، P3 و .....) ، لایه گره‌ها (مانند ۴، ۶، ۷ و ....) و لایه نقاط مصرف (مانند D1، D2،D3 ، D4 و ...) مورد نیاز می‌باشد. در شکل (۷) مشخص است که سه لوله P1، P2 و P3 به گره شماره ۶ وصل می‌باشند.

نزدیکترین نقاط مصرف به این لوله‌ها نیز ۵ نقطه شامل D1، D2، D3، D4 و D5 می‌باشند. بنابراین بخشی از تقاضای ۵ نقطه مذکور به گره ۶ اختصاص می‌یابد. شکل (۸) پروفیل تقاضای گره‌ها با استفاده از روش نزدیکترین لوله را نشان می‌دهد. با توجه به اینکه پس از یافتن نزدیکترین لوله، تقاضاها بسته به حالت‌های توزیع یکسان، فاصله وزنی و نزدیکترین گره بین نقاط ابتدا و انتهای لوله تقسیم شده، مقادیر متفاوتی برای هر یک از گره‌های شبکه بدست آمده است.



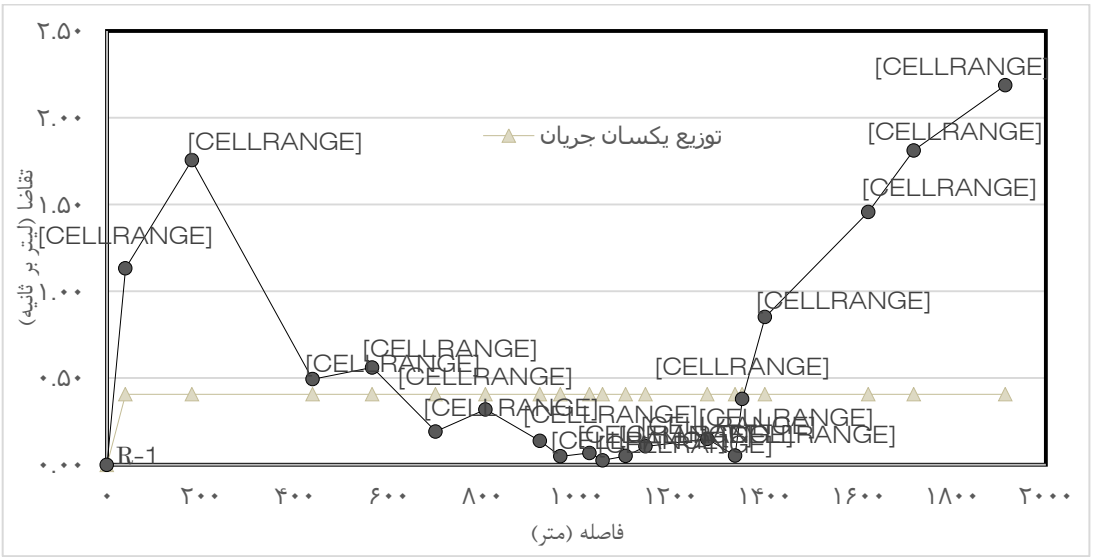
شکل (۷)- الگوی تخصیص تقاضا به گره‌ها با استفاده از روش دوم- نزدیکترین لوله



شکل (۸)- پروفیل تقاضای گره‌ها با استفاده از روش دوم- نزدیکترین لوله

نتایج روش سوم

در این روش ابتدا یک لایه چندضلعی که کل مساحت دانشگاه را در بر می‌گیرد تعریف گردید. کل دبی تقاضای بدست آمده از روش اول به این چندضلعی تخصیص یافت. دو لایه مورد نیاز دیگر نیز مشابه لایه های تشکیل شده در روش تعداد نقاط مصرف می باشد. پروفیل تقاضای گره ها با استفاده از روش توزیع یکسان جریان و توزیع متناسب با مساحت در شکل (۹) مشخص گردیده است. در روش توزیع یکسان جریان کل تقاضا به طور مساوی بین گره های شبکه تقسیم می‌گردد. در حالی که در حالت توزیع متناسب با مساحت، بیشترین تقاضا به گره ای که بیشترین مساحت را داراست تخصیص می یابد. در این روش بیشترین تقاضا به گره ۱۳ تعلق گرفته است.



شکل (۹)- پروفیل تقاضای گره‌ها با استفاده از روش سوم

در جدول (۲) مقادیر حداقل، میانگین و حداکثر تقاضا به روش های مختلف نشان داده شده است.

جدول (۲)- تغییرات سرانه مصرف

مقایسه روش ها	حداقل تقاضا (لیتر در ثانیه)	میانگین تقاضا (لیتر در ثانیه)	حداکثر تقاضا (لیتر در ثانیه)
روش اول	۰	۰,۴۵	۲,۸۸
روش دوم- تعداد نقاط مصرف	۰	۰,۴۱	۵,۱۶
روش دوم- نزدیکترین گره	۰	۰,۴۱	۵,۱۶
روش دوم- نزدیکترین لوله (۱)	۰	۰,۴۱	۳,۰۸
روش دوم- نزدیکترین لوله (۲)	۰	۰,۴۱	۳,۹۲
روش دوم- نزدیکترین لوله (۳)	۰	۰,۴۱	۵,۱۶
روش سوم-(۱)	۰,۴۱	۰,۴۱	۰,۴۱
روش سوم-(۲)	۰,۰۱	۰,۴۱	۳,۳۸

مقایسه تغییرات سرانه مصرف

سرانه مصرف افراد در جوامع شهری و روستایی در منابع مختلف بین ۱۵۰ الی۲۵۰ لیتر در روز گزارش گردیده است. در این تحقیق نیز تغییرات سرانه مصرف برای سه روش فوق الذکر در شبکه توزیع دانشگاه انجام گرفت که نتایج آن به شرح جدول (۳) می باشد.

جدول (۳)- تغییرات سرانه مصرف

سرانه مصرف(لیتر در شبانه روز)	۲۵۰	۲۰۰	۱۵۰
تقاضای شبکه - روش اول (لیتر بر ثانیه)	۳۰,۴۸	۲۴,۳۹	۱۸,۲۹
تقاضای شبکه- روش دوم و سوم (لیتر بر ثانیه)	۲۷,۲۳	۲۴,۲۷	۲۱,۳۲

با ملاحظه جدول مشخص می‌گردد که نیاز شبکه در روش اول بین ۱۸,۲۹ الی ۳۰,۴۸ لیتر در ثانیه متغیر است. همچنین نیاز شبکه در روش های دوم و سوم بین ۲۱,۳۲ الی ۲۷,۲۳ لیتر در ثانیه متغیر است. نتایج بدست آمده با نتایج Baumberger و همکاران (۲۰۰۷) که در آن از سه روش فوق استفاده شده بود همخوانی دارد.

نتیجه گیری

پژوهش حاضر با هدف الگوی تخصیص تقاضا به نقاط مصرف در شبکه‌های توزیع آب شهری دانشگاه ایلام طرح ریزی شد. نتایج این تحقیق به شرح زیر است:

- ترکیب مدل‌سازی هیدرولیکی و سیستم اطلاعات جغرافیایی قادر به تخصیص الگوی تقاضا به نقاط مصرف در شبکه های توزیع آب می‌باشند.
- الگوی تخصیص تقاضا به نقاط مصرف در شبکه توزیع آب دانشگاه ایلام با استفاده از سه روش تراکم جمعیت، اطلاعات مصارف به صورت نقطه‌ای و اطلاعات مصارف به صورت مساحت محاسبه گردید.
- نیاز شبکه توزیع آب در روش تراکم جمعیت بین ۱۸,۲۹ الی ۳۰,۴۸ لیتر در ثانیه بدست آمد. همچنین نیاز شبکه در روش های اطلاعات مصارف به صورت نقطه ای و اطلاعات مصارف به صورت مساحت بین ۲۱,۳۲ الی ۲۷,۲۳ لیتر در ثانیه محاسبه گردید.
- خط انتقال توانایی پمپاژ حداکثر دبی برابر با ۱۷,۶۱ لیتر در ثانیه را داشته در صورتی که نیاز شبکه توزیع بیشتر از مقدار فوق بوده و برابر با حداکثر

۳۰،۴۸ لیتر در ثانیه می باشد و این موضوع نشان دهنده طراحی نامناسب خط انتقال می باشد.

- در روش اول و سوم میزان تقاضای کل شبکه با استفاده از داده‌های موجود توسط نرم افزار تعیین می‌شود اما در روش دوم باید تقاضای کل شبکه به عنوان داده ورودی به نرم افزار داده شده تا بتوان تقاضاها را بین گره ها تقسیم نمود.

منابع

بوستانی آ. و ح. انصاری.۱۳۹۰. بررسی رویکرد مصرفی در مدیریت تقاضای آب شهری. فصلنامه نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی، سال نهم، شماره۳۳، ص ۵۳ – ۴۸.

تابش م. و م. دینی. ۱۳۸۷. پیش‌بینی تقاضای روزانه آب شهری با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی. مجله آب و فاضلاب.دوره ۲۱.شماره۱.ص ۹۵-۸۴.

زمان زاده آ.، قهرمان ب.، منعم م.ج. و ک. داوری. ۱۳۸۵.ارجحیت روش توزیع آب در شبکه های آبیاری بر مبنای تقاضا. همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری زهکشی. دانشکده علوم آب چمران اهواز.

کیافر ح.، صدر الدینی س.ع.ا.، ناظمی ا.ح. و ه. ثانی خانی. ۱۳۹۰. تخصیص بهینه آب در شبکه آبیاری و زهکشی صوفی چای در استان آذربایجان شرقی با استفاده از الگوریتم ژنتیک. فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب، سال دوم، شماره۵، ص ۶۱ – ۵۲.

مرادی‌سبزکوهی ع.، کاشفی پور س. م. و آ. سلیمی چمکاکایی .۱۳۹۱. بررسی میدانی ضریب حداکثر تقاضا در شبکه های توزیع آب روستایی. مجله آب و فاضلاب. دوره ۲۵، شماره۱، ص ۵۲- ۴۴.

مهندسین مشاور ره آب کاوان . ۱۳۸۸. مطالعات عارضه یابی سیستم آبرسانی دانشگاه ایلام، مهندسین مشاور ره آب کاوان.

Baumberger, L., Hart, V. and S. Darkwah. 2007. Effect of GIS-Based demand allocation on water distribution system modeling. J. Floreida water resources.15-19

Dini, M. and M. Tabesh. 2014. A new method for simultaneous calibration of demand pattern and Hazen-Williams coefficients in water distribution systems. J. Water Resour. Manage. 28:2021–2034.

Giustolisi, O. and T.M. Walski.2012. Demand components in water distribution network analysis. J. Water Resour. Plann. Manage.138:356-367.

Kang, D. and K. Lansey. 2012. Demand and roughness estimation in water distribution systems. J. Water Resour. Plann. Manage.137:20-30.

Roozbahani, R., Schreider, S. and B. Abbasi. 2015. Optimal water allocation through a multi-objective compromise between environmental, social, and economic preferences. Environmental Modelling & Software 64, 18-30.

Sanz, G. and R. Perez. 2014. Demand pattern calibration in water distribution networks. Procedia Engineering. 70, 1495 – 1504.

Wang, B., Li W., Huang, G.H., Liu, L., Ji, L. and Y. Li. 2015. Urban water resources allocation under the uncertainties of water supply and demand. Environmental Earth Ciences. 74:3543-3557.

Zhou, Y., Guo, Sh., Xu, Ch.Y., Liu, D., Chen, L. and Wang, D. 2015. Integrated optimal allocation model for complex adaptive system of water resources management. Journal of Hydrology. S0022-1694(15)00811-2.

Demand Allocation Pattern to Consumption Nodes in Water Distribution Networks (Case Study: Ilam University)

J. Mamizadeh*[1], S. Heydari[2], A. Bahrami[3]

ABSTRACT

Demand allocation pattern is one of the key factors in water distribution networks. Due to population growth and more demand need for water, water resource allocation pattern requires more attention. According to the studies available, unfortunately few studies have been conducted on these issues in the context of Iran. Therefore demand allocation pattern to consumption nodes in water distribution networks seems to be neglected to some extent. Taking this existing gap, this study was an attempt to survey Hydraulic simulation of water allocation to each consumption nodes in WaterGEMS software. In this study WaterGems and ArcGIS are used in order to allocate of demand to the consumption nodes in the Ilam University (IRAN). For this, the shape files of studied area border, elevation points, population density in different locations of the university provided using ArcGIS software. This study was done by utilizing there methods: population density, point load data and area load data. The results are presented via the tables and diagrams. Results showed that the maximum required for water distribution network using population density was obtained as 30.48 liters per second. Also, maximum need for the network using point load data and area load data were calculated as 27.23 liters per second. The water transmission line has the ability to pump approximate 17.61 liter per second while the needed for distribution network is more than this amount of water. As a result, transmission line design is not appropriate..

[1] *Assistant Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, IRAN09183418214
[2] MS.c student, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, IRANheidari1269@gmail.com
[3] MS.c student, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, IRAN