



شرکت آب و فاضلاب شهری گیلان
Guilan Province
Water and Wastewater Company



شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
National Water and Wastewater
Engineering Company



آب بدون درآمد و مدیریت مصرف

فصلنامه تخصصی-پژوهشی شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

ناشر: شرکت آب و فاضلاب شهری گیلان

سال سوم/شماره ۲/تابستان / ۱۳۹۶

Non-Revenue Water Journal
(NRWJ)

Issue No.3
Aug-Sep 2017



فراخوان مقاله:

مقالات با ساختار عنوان، چکیده و واژه های کلیدی به زبان فارسی و انگلیسی، مقدمه، مواد و روشها، نتایج و بحث، نتیجه گیری و منابع به همراه آخرین پیش نویس مقاله جهت بررسی و داوری ارسال می شوند. فایل "راهنمای تهیه مقاله" از طریق ایمیل آدرس maghale@nww.ir در دسترس است.

در حال حاضر و تا زمان راه اندازی سایت فصلنامه، نویسندگان محترم مقاله می توانند فایل WORD مقالات خود را پس از انطباق با راهنمای تهیه مقاله به همراه pdf آن، به ایمیل maghale@nww.ir ارسال نمایند.

- بخش معرفی کتاب، مقاله، نشریه و مطالب کاربردی فصلنامه آب بدون درآمد و مدیریت مصرف به معرفی آثار علمی و پژوهشی همکاران محترم صنعت آبفا و آبفاراختصاص یافته است. لذا در صورت تمایل به معرفی آثار، همکاران محترم می توانند صفحه روی جلد اثر (کتاب-ژورنال) را بصورت فایل JPEG و چکیده اثر (کتاب-ژورنال) را در قالب فایل WORD (حداکثر در 150 کلمه) به ایمیل maghale@nww.ir ارسال فرمایند.



هیئت تحریریه فصلنامه آب بدون درآمد و مدیریت مصرف
Editorial Board of Non-Revenue Water Journal (NRWJ)



شاهین پاکروح Shahin Pakrooh

مدیر مسئول Editor-in-Chief

کارشناس ارشد / مدیریت اجرایی MSc, Executive Management

pakrooh@nww.ir



سید علی سید زاده Seyed Ali Seyedzadeh

دبیر اجرایی Associate Editor

کارشناسی ارشد / مدیریت صنایع MSc, Industrial Management

seyedzadeh@nww.ir



کاوه حریری اصلی Kaveh Hariri Asli

دبیر علمی Associate Editor

دکتری / مهندسی مکانیک / تبدیل انرژی PhD, Mechanical engineering, energy conversion

maghale@nww.ir



علی اکبر غزلی

Ali Akbar Ghazali
Editorial Board عضو

کارشناسی ارشد / مهندسی عمران / مهندسی آب
MSc., Civil engineering, water



محسن داودی سرشت

Mohsen Davodi Seresht
Editorial Board عضو

کارشناسی ارشد / مهندسی عمران / مهندسی آب و فاضلاب
MSc., Civil engineering, water & wastewater



اردوان نیکنام

Editorial Board عضو

کارشناسی ارشد / مهندسی محیط زیست / مهندسی آب و فاضلاب
MSc., Environmental engineering, water & wastewater



محمد فدوی انبیایی

Editorial Board عضو

کارشناسی ارشد / مهندسی عمران / سازه
MSc., Civil engineering, structure



سیاوش پاکدل

Editorial Board عضو

کارشناسی / مهندسی عمران / آب و فاضلاب
BSc., Civil engineering, water & wastewater



فخرالدین آزاد شهرکی

Editorial Board عضو

کارشناسی ارشد / GIS
MSc., GIS engineering,



سید محسن صالح

Editorial Board عضو

کارشناسی / مهندسی عمران / آب و فاضلاب
BSc., Civil engineering, water & wastewater



فریدون عباسپور

Editorial Board عضو

کارشناس / مهندسی مکانیک / سیالات
BSc., Mechanical engineering, fluid mechanic



سعید آزاده مافی

Editorial Board عضو

کارشناسی ارشد / مهندسی صنایع
MSc., Industrial engineering



هادی جعفری

Editorial Board عضو

کارشناسی ارشد / GIS
MSc., GIS engineering,



محرم حیدر زاده

Editorial Board عضو

کارشناسی ارشد / مهندسی مکانیک / تبدیل انرژی
MSc., Mechanical engineering energy conversion

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
پیشگفتار مهندس محمدعلی قلندری رئیس هیات مدیره و مدیر عامل شرکت آب و فاضلاب شهری استان فارس.....	6
مقالات تخصصی و پژوهشی	7
اصلاح مدل توزیع آب و کاهش آب بدون درآمد شهر لنگرود/نویسنده: مهندس سید محسن حسینی سالکده	
رئیس هیات مدیره و مدیر عامل شرکت آب و فاضلاب شهری استان گیلان.....	7
تاثیر انجام عملیات اصلاح شبکه توزیع و انشعابات آب بر کاهش میزان آب بدون درآمد (مطالعه موردی منطقه	
نمره هشت شهرستان مسجدسلیمان) /نویسنده:مهندس احد حسین سنگی.....	18
سیستم اطلاعات جغرافیایی و کیفیت آب رودخانه شهر بیجار در گیلان/نویسنده: :مهندس خیزران ابراهیمی ثابت.....	22
بررسی مشکلات تامین و توزیع آب در شهر فسا و تعیین برنامه های اجرایی کاهش میزان هدررفت واقعی	
/نویسنده: مهندس الهه رستگاری	28
معرفی کتاب،مقاله،نشریه و مطالب کاربردی مرتبط	35

*آدرس: تهران، بلوار کشاورز، خ شهید برادران عبدالله زاده(دهکده)، پ ۸ساختمان آبی، دبیرخانه مرکزی، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور. پست الکترونیک: maghale@nww.ir

*با هدف انعکاس دیدگاهها و نظرات مدیریتی در حوزه مدیریت تقاضای آب، پیشگفتار فصلنامه آب بدون درآمد و مدیریت مصرف در هر شماره توسط یکی از مدیران صنعت آب و فاضلاب کشور تهیه میشود.

*مسئولیت آرا و نظرات ارائه شده در فصلنامه بر عهده نویسنده یا نویسندگان است و چاپ مطالب به معنای تأیید از سوی فصلنامه نیست.

*فصلنامه در انتخاب و ویرایش و تلخیص مطالب دریافتی آزاد است.

*نقل مطالب با ذکر مأخذ مجاز است.

پیشگفتار

عواملی نظیر توسعه شهرها و شهرنشینی، افزایش بی رویه جمعیت، افزایش هزینه های تامین آب شرب، بالا رفتن معیارهای بهداشت مردم و کاهش کیفیت آب به سبب آلودگی های گسترده، لزوم به حداقل رساندن مقدار هدر رفت آب و آب بدون درآمد را دو چندان ساخته است. از طرفی برنامه ریزی و اقدام برای کاهش هدررفت آب، با توجه به تعداد زیاد شهرهای کشور و پراکندگی آنها نیاز به حجم بالایی از سرمایه گذاری بلند مدت و ساختار



پیچیده ای از مدیریت خواهد بود. در بنگاه های اقتصادی، سود یا زیان از مقایسه ارقام کلی درآمدها با هزینه ها بدست می آید و طبیعی است که اگر درآمدها بیشتر از هزینه ها باشد بنگاه با سودآوری مواجه بوده و در صورت افزایش هزینه های یک بنگاه اقتصادی نسبت به درآمدهای آن، زیان پدید می آید که استمرار آن در دوره های زمانی منجر به انباشت زیان در آن بنگاه یا شرکت می گردد. بنابر این در یک بنگاه زیان آور مثل شرکت آب و فاضلاب، هر فرآیندی که منجر به افزایش درآمد و یا کاهش هزینه شود قطعاً زیان را کاهش خواهد داد. آمارها نشان می دهد که طی 50 سال اخیر، جمعیت 6 میلیون نفری کشور به حدود 80 میلیون نفر افزایش و میانگین پتانسیل سرانه آب حدود 90 درصد کاهش یافته است. بنابراین با توجه به کمبود ذاتی منابع آب کشور، بهره برداری بهینه از آب ورودی به شبکه های توزیع باید از شاخص های ارزیابی شرکت های آب و فاضلاب کشور باشد. همانطور که اشاره شد مقوله هدررفت واقعی بیشتر با منابع آبی و مقوله هدررفت ظاهری بیشتر با منابع مالی شرکتها سروکار دارد و از آنجایی که تامین منابع مالی و درآمدی بعنوان یک شریان اصلی و حیاتی در فعالیت های شرکت آب و فاضلاب محسوب می گردد و از طرفی با اعمال یک سری تمهیدات نظیر بهینه سازی سیستم و ارتقای روش های ساده مدیریتی می توان مقدار زیادی از هدررفت ظاهری درون سیستم را کاهش داد که هزینه آن در مقایسه با پروژه های کاهش هدررفت واقعی بسیار کمتر و آثار و تبعات ناشی از آن نیز دارای بازدهی بیشتر و ملموس تر می باشد.

محمدعلی قلندری

رئیس هیئت مدیره و مدیرعامل

شرکت آب و فاضلاب شهری استان فارس

مقالات تخصصی و پژوهشی

Reclamation of water distribution network & reducing of Non-Revenue Water (NRW) for Langarud city

Abstract

The present work is an applied model for modification of water distribution model and Non-Revenue Water reduction in the context of geographic information system (GIS) for the city of Langarud. From these field investigations, a monitoring device for pressure and discharge monitoring equipment installed in the city of Langarud included 9 pressure detector devices and a remote ultrasonic flowmeter device. In this regard, using the rapid data intercommunication technology, the present model of real condition of the water distribution network of Langarud city in the GIS platform was analyzed. By the way, Hydraulic calculations and comparison of water supply model of Langarud city in two existing variants and proposed model emphasized the modification of existing water distribution model while implementing two cases of GAP1 and GAP2 rings around the city. Along with this operation in 5 stages, creation of independent pressure zone and isolated consumption areas in the network besides the intelligent pressure management through the system of remote reading and implementation of demand management in the form of water split reform were also considered.

Key words: geographic information system, rapid data intercommunication, Non-Revenue Water, water distribution model.

اصلاح مدل توزیع آب و کاهش آب بدون درآمد شهر لنگرود

سید محسن حسینی سالکده¹، کاوه حریری اصلی²، سید ضیا علوی³، مهدی ساکی⁴، عبدالکریم عبدالهی⁵

¹ فوق لیسانس مدیریت اجرایی، مدیرعامل آبفای شهری گیلان،

m.hosseini@gpww.ir

² دکترای مهندسی مکانیک (تبدیل انرژی)، مشاور مدیرعامل آبفای شهری گیلان،

hariri.kaveh@gmail.com

³ فوق لیسانس مدیریت اجرایی، مدیرامور آبفای لنگرود،

Seyyedziaalavi@gmail.com

⁴ لیسانس مهندسی عمران، رئیس اداره مهندسی و توسعه آبفای لنگرود،

Sakimehdi2003@gmail.com

⁵ لیسانس مهندسی مکانیک، کارشناس فنی آبفای لنگرود،

abdollahi430@gmail.com

چکیده

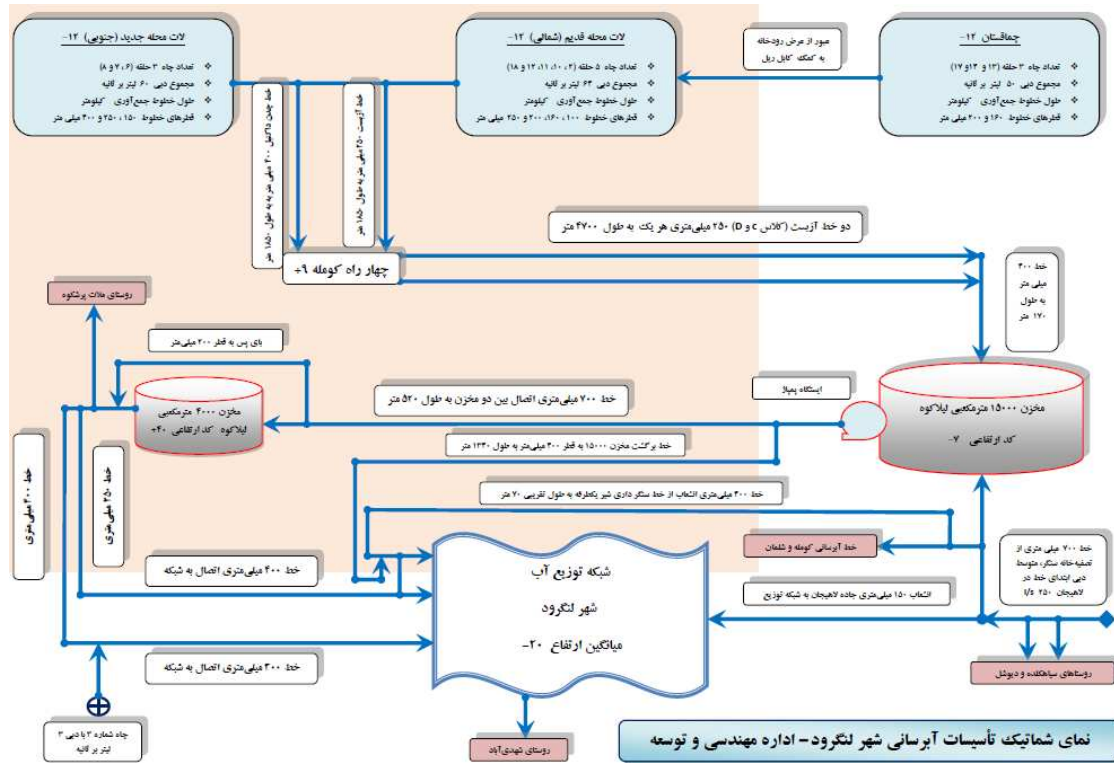
تحقیق حاضر، نمونه کاربردی اصلاح مدل توزیع آب و کاهش آب بدون درآمد در بستر سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS برای شهر لنگرود است. از اینروداده های میدانی تحقیق از تجهیزات مانیتورینگ فشار و دبی مکان مبنای نصب شده در شهر لنگرود شامل 9 دستگاه فشارسنج لاگردار قرائت از راه دور و یک دستگاه فلومتر التراسونیک لاگردار قرائت از راه دور دریافت شد. در این راستا ضمن بهره گیری از فن آوری گردش سریع اطلاعات، مدل وضعیت موجود شبکه توزیع آب شهر لنگرود در بستر GIS تحلیل گردید. محاسبات هیدرولیکی و مقایسه مدل آبرسانی شهر لنگرود در دو واریانت وضعیت موجود و مدل پیشنهادی، اصلاح مدل توزیع آب موجود را ضمن اجرای دو مورد رینگ GAP1 و GAP2 دور شهر را مورد تاکید قرار داد. به موازات این عملیات، تکمیل رینگ بزرگ شهر در 5 فاز و ایجاد نواحی فشاری و مصرفی مستقل در شبکه و مدیریت هوشمند فشار از طریق سیستم قرائت از راه دور و اجرای مدیریت تقاضا در قالب اصلاح انشعابات آب نیز مد نظر قرار گرفت.

کلمات کلیدی: سیستم اطلاعات جغرافیایی، گردش سریع اطلاعات، آب بدون درآمد، مدل توزیع آب.

1- مقدمه

توپوگرافی شهر، از مخزن زمینی 15000 مترمکعب آب به مخزن زمینی-هوایی 4000 مترمکعب لایلا کوه پمپاژ شده و با ارتفاع استاتیک مخزن 4000 مترمکعب لایلا کوه (63 متر)، آب به صورت ثقلی با مجموع دبی 427 لیتر بر ثانیه از طریق خطوط انتقال 200 میلیمتر و 400 میلیمتر شبکه را تغذیه می نماید (شکل 1).

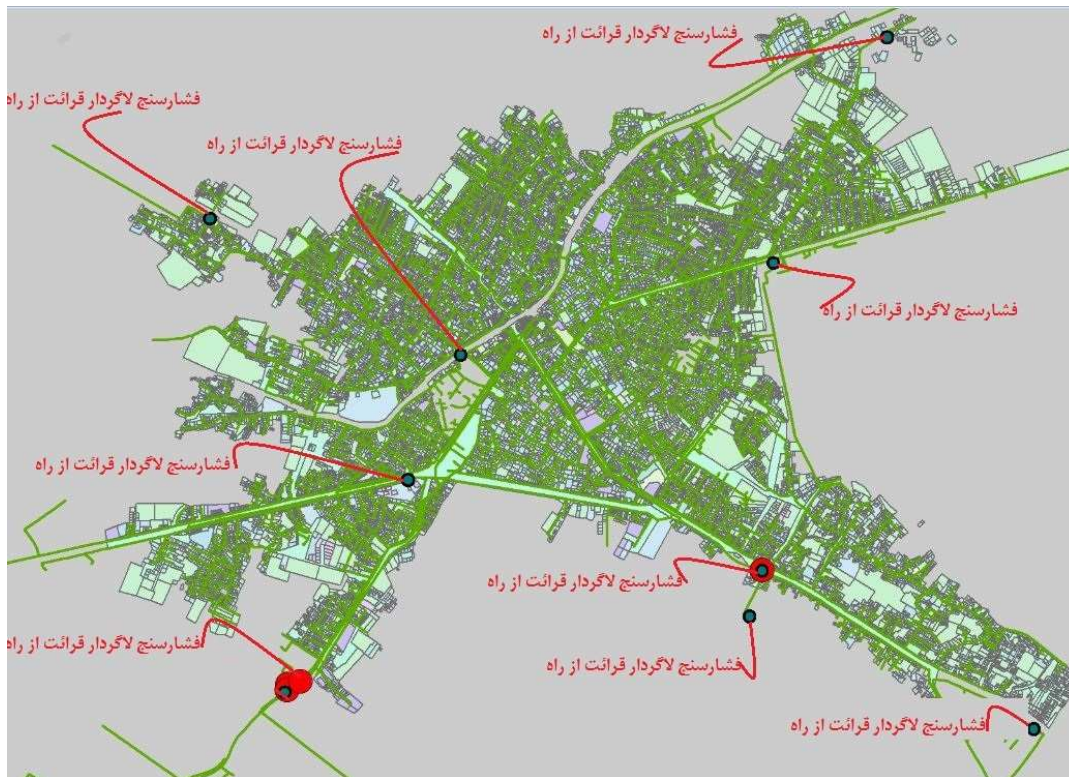
تامین آب شهر لنگرود از طریق تصفیه خانه بزرگ آب گیلان (با دبی 250 لیتر بر ثانیه) و مجموعه ای از چاهها در منطقه لات محله قدیم (5 حلقه با مجموع دبی 64 لیتر بر ثانیه) و در منطقه لات محله جدید (3 حلقه با مجموع دبی 60 لیتر بر ثانیه) و در منطقه چماقستان (3 حلقه با مجموع دبی 50 لیتر بر ثانیه) و 1 حلقه چاه شماره سه در محدوده شهری با دبی 3 لیتر بر ثانیه انجام گردیده و آب به مخزن 15000 مترمکعب شهر لنگرود انتقال یافته و متاثر از



شکل (1): فلودیگرام مدل آبرسانی شهر لنگرود

لنگرود توسط مشاور (شرکت مهندسین مشاور ایراناب) و در سال 1388 از محل منابع داخلی مطالعات پیاده سازی سیستم اطلاعات جغرافیایی شهر لنگرود توسط مشاور (دانشگاه گیلان) انجام شد [1-2].

1-1- مانیتورینگ فشار و دبی نصب شده در شهر لنگرود
تجهیزات مانیتورینگ فشار و دبی نصب شده در شهر لنگرود شامل 9 دستگاه فشارسنج لاگردار قرائت از راه دور و یک دستگاه فلو متر التراسونیک لاگردار قرائت از راه دور می باشد (شکل 2). در سال 1382 از محل اعتبارات طرح کاهش آب بحساب نیامده به شماره 40902057 مطالعات پیاده سازی سیستم اطلاعات جغرافیایی شهر



شکل (2): مانیتورینگ فشار شبکه توزیع آب شهر لنگرود

2- مواد و روش تحقیق

- خصیصه های مفید حفظ و خصیصه های مختص فضای CAD حذف گردید.
- رفع خطاهای توصیفی و مکانی موجود در فضای GIS.
- حذف خطاهای Overshoot
- حذف خطاهای Undershoot
- حذف خطاهای Multipart
- حذف خطاهای Duplicate
- حذف خطاهای SILVER - GAP
- حذف خطاهای PATTERN
- حذف خطای بسته نبودن پلیگونها
- اجرای Snap عوارض جدا شده از هم با تolerance مناسب.
- حذف خطاهای عوارضی که در مکان نامناسب قرار داشتند.
- ایجاد کلیدهای اولیه و خارجی برای جدول عوارض.
- ایجاد تolerance مناسب و تبادل عوارض از فضای توپولوژی.
- تهیه مدل مفهومی جهت مدلسازی خط انتقال در فضای GIS
- مدل ERD (Entity-Relationship Diagram)
- مورد نظر بوده و در این مدل اطلاعات توسط سه مفهوم پایه ای موجودیت، خصوصیت و رابطه (شامل نوع و میزان رابطه) بیان گردید .
- کامل کردن خصیصه های هریک از عوارض.
- تهیه نام مناسب برای هر فیلد.
- کامل کردن جداول عوارض بر اساس فرمهای تهیه شده.
- ایجاد پایگاه داده زمینی مناسب.
- جهت گردش سریع اطلاعات در انواع عارضه ها ، کلاس ها و زیر کلاس های مربوط به تاسیسات تامین، ذخیره، انتقال و توزیع آب ، ایجاد بستر مکان مبنای GIS مورد نیاز است. بنابراین تاسیسات شهری را میتوان با کمک منطق GIS به بهترین وجه هدایت و کنترل نمود.
- در این تحقیق برای بستر سازی GIS و گردش سریع اطلاعات ابتدا تهیه GIS Ready نقشه های تاسیسات در مدل آبرسانی شهر لنگرود شرح ذیل اجرا گردید:
- تبادل اطلاعات گرافیکی از فضای CAD به فضای GIS
- رفع خطاهای موجود در فضای CAD
- تبدیل اطلاعات گرافیکی از فرمت DWG به SHP
- برای سیستم مختصات فایل های SHAPE از سیستم مختصات نقشه اولیه تبعیت گردید.
- نوع CODEPAGE فونت مورد استفاده در جدول اطلاعات توصیفی از نوع UNICODE میباشد.
- سیستم عامل مورد استفاده برای تولید داده WINDOWSXP
- در پایان کار سه پوشه نقطه ای ، خطی و سطحی به نامهای POINT, LINE, AREA ایجاد و نقشه های مربوط به هر کدام در پوشه ذیربط قرار گرفت.

- سیستماتیک نمودن ذخیره و استفاده از اطلاعات تجهیزات شبکه توزیع با استفاده از GIS
 - صرفه جویی اقتصادی با توجه به کاهش پیگیری اتفاقات و...
 - ایجاد نقشه ها و گزارشگری در تمام موارد فوق.
 - ترکیب انواع آنالیزهای فوق جهت مدیریت بهینه و فوری تاسیسات.
- در این تحقیق پس از تهیه GIS Ready نقشه های تاسیسات مدل آبرسانی شهر لنگرود بمنظور دستیابی به اهداف ذیل انتخاب گردید:
- برآورد و ارزیابی سیستم توزیع آب.
 - مطالعات کیفیت آب.
 - مطالعات جلوگیری از هدر رفت آب و انرژی.
 - اصلاح و توسعه سیستم توزیع آب.
 - برقراری ارتباط با شبکه های مجاور.
 - به روز رسانی تاسیسات موجود.
- فرآیند انتخاب مدل و نوع نرم افزار جهت تهیه مدل هیدرولیکی بشرح ذیل است :
- آنالیز هیدرولیکی
 - آنالیز کیفیت آب
 - خصوصیات و مشخصات شبیه سازی
 - خصوصیات گرافیکی
 - نیازهای سخت افزاری
 - ملزومات نرم افزاری
 - قابلیت های نرم افزاری
 - داده های مورد نیاز
 - هزینه
- اطلاعات مورد نیاز در تهیه مدل هیدرولیکی سیستم توزیع آب شامل ، اطلاعات مربوط به لوله ها، شیرآلات ، پمپها ، گره ها ، وضعیت بهره برداری، مصارف و نیازهای آبی ، نوسانات مصرف و الگوهای مصرف آب در شهر و ضریب تلفات است . از اینرو اطلاعات کمی مورد نیاز مدل سازی و تحلیل هیدرولیکی تحت سه شاخه به شرح زیر تهیه و مورد بررسی قرار گرفت [3-6] :
- اطلاعات مربوط به شبکه
 - اطلاعات مربوط به بهره برداری
 - اطلاعات مربوط به مصرف
- اطلاعات مربوط به شبکه شامل لوله ها بشرح ذیل است:
- کد لوله
 - جهت جریان در لوله
 - کد گره ابتدا و انتهای لوله
 - قطر
 - جنس
- پایگاه داده زمینی پیشنهادی شامل پایگاهی است که توسط ArcGIS و SQLSERVER پشتیبانی می شود و قابل برنامه نویسی است. ویژگیهای پایگاه داده شامل موارد زیر است:
- ایجاد دامنه هایی برای توصیفات (Attribute domains)
 - ضروری برای وارد نشدن توصیفات غیرحقیقی به داخل پایگاه داده (با دادن کدهای توصیفات).
 - ایجاد دسته های (Datasets) مختلف برای عوارض جهت مدیریتهای متفاوت.
 - به روز شدن خودکار اندازه ها و مساحتها بعد از هر تغییر (Dimension update)
 - ایجاد رفرنس مکانی (Spatial reference) برای عوارض و همچنین ایجاد دامنه های مکانی برای عوارض جهت وارد نشدن داده های مکانی پرت.
 - ایجاد کلاسهای رابطه ای (Relationship classes) بین داده های مکانی و غیرمکانی جهت ارتباط مکانی عوارض به طوریکه هر عارضه با توجه به نوع ارتباط (ساده یا مرکب) و میزان آن (Cardinality) مرتبط می گردد. با این کلاسها می توان به نقاط نشت خط انتقال دست یافت.
 - ایجاد زیرگروهها برای عوارض جهت ایجاد قوانین معتبرسازی (Validate rules) و همچنین جلوگیری از پرس و جویهای اضافی در پایگاه داده.
 - ایجاد Index برای جداول توصیفی جهت بالا بردن دقت و سرعت پرس و جو ها.
 - ایجاد قوانین توپولوژی جهت جلوگیری از ادیتهای اشتباه مثل جدایی تجهیزات از لوله ها مثل جدایی شیر از لوله و یا منهول از لوله و
 - ایجاد کلاسهای Annotation جهت فراخوانی فوری توصیفات بمنظور چاپ آنها.
 - تعیین لوازم مورد نیاز برای رفع حادثه، با در دسترس داشتن نوع شیر یا لوله حادثه دیده.
 - ایجاد شبکه هوشمند خط انتقال آب با وارد کردن عوارض درون شبکه (Networking)
 - ایجاد قابلیت ردیابی و اجرای آنالیزهای شبکه مثل:
 - اطلاعات توصیفی مکانی شیرهایی که باید بسته شوند تا آب منطقه حادثه دیده قطع شود.
 - اطلاعات توصیفی مکانی لوله هایی که در اثر بستن یک شیر خط انتقال بی آب می شوند.
 - اطلاعات توصیفی مکانی شیرهای مشترک لوله ها.
 - اطلاعات توصیفی مکانی لوله های پایین دست منهول حادثه دیده.
 - اطلاعات توصیفی مکانی لوله های بالا دست منهول حادثه دیده (لوله های گرفته) و
 - بالا بردن سرعت رسیدگی به حوادث و کاهش تلفات فیزیکی آب.

- در ساعات سه تا پنج صبح، مقدار دبی خروجی مخزن 4000 مترمکعب پایین تر از حد استاندارد اندازه گیری دبی سنج التراسونیک بوده و منحنی مصرف (شکل 5) بیانگر کاهش دبی خروجی مخزن در ساعات یاد شده و بموازات آن کاهش فشار در ساعات یک تا چهار صبح (شکل 3) است.

لذا بااستناد داده های خروجی شبکه میتوان گفت که کاهش شدید فشار در شبکه از ساعت یک تا چهار صبح (شکل 3) ودر ساعات پیک مصرف ناشی از عوامل ذیل است:

- کاهش دبی آب خروجی از مخزن 4000 متر مکعب لیلا کوه به دلیل آبیگری مخازن 15000 و 4000 در شب.
- آبیگری مخازن مشترکین از شبکه توزیع در ساعات یک تا چهار صبح.
- کاهش فشار در شبکه به دلیل افزایش مصرف درساعات پیک مصرف (9صبح تا 12 ظهر و 17عصر تا 20 شب).
- در حال حاضر مدل شبکه توزیع آب شاخه ای بوده و بااستناد موارد مشروحه بند های قبلی لزوم اصلاح مدل از طریق اجرای رینگ بزرگ دور شهر (GAP1 و GAP2):

GAP1 (φ400MM-1650M-PE-PIPE) & GAP2 (φ400MM-4300M-PE-PIPE)

در الویت عملیاتی قرار گرفته و از محل اعتبارات طرح کاهش آب بحساب نیامده به شماره ۴۰۹۰۲۰۵۷ و سایر منابع اعتباری در شرف اجرا است. لذا بهره گیری نهایی از آن مستلزم اجرای پروژه GAP1 به طول 1650 متر لوله پلی اتیلن به قطر 400 میلیمتر با فشار کار 10 بار (شکل 7) و پروژه GAP2 به طول 4300 متر لوله پلی اتیلن به قطر 400 میلیمتر با فشار کار 10 بار (شکل 7) می باشد.

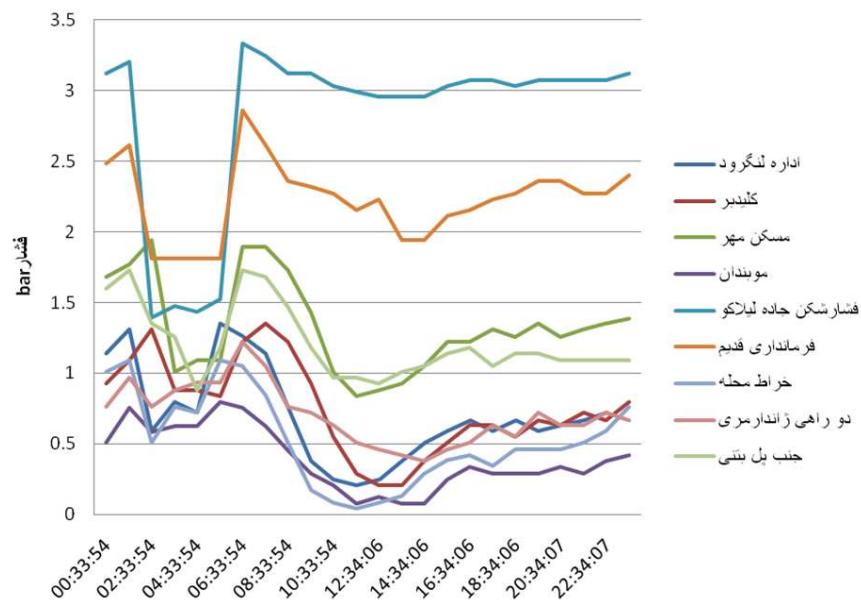
- پس از اتمام هریک ازدو پروژه رینگ بزرگ دور شهر (GAP1 و GAP2) و بمنظور اصلاح فرهنگ استفاده از مخازن ذخیره، مقایسه مدل آبرسانی شهر لنگرود در دو واریانت شبکه قدیم(وضعیت موجود) و شبکه جدید(وضعیت اصلاح شده شبکه) در اختیارمشترکین و مسئولین قرار خواهد گرفت(شکل 8).

- طول
- ضریب زبری
- ضریب C
- ضرایب افت جزئی
- فشارکار و فشار طراحی
- اطلاعات مربوط به پمپها بشرح ذیل است:

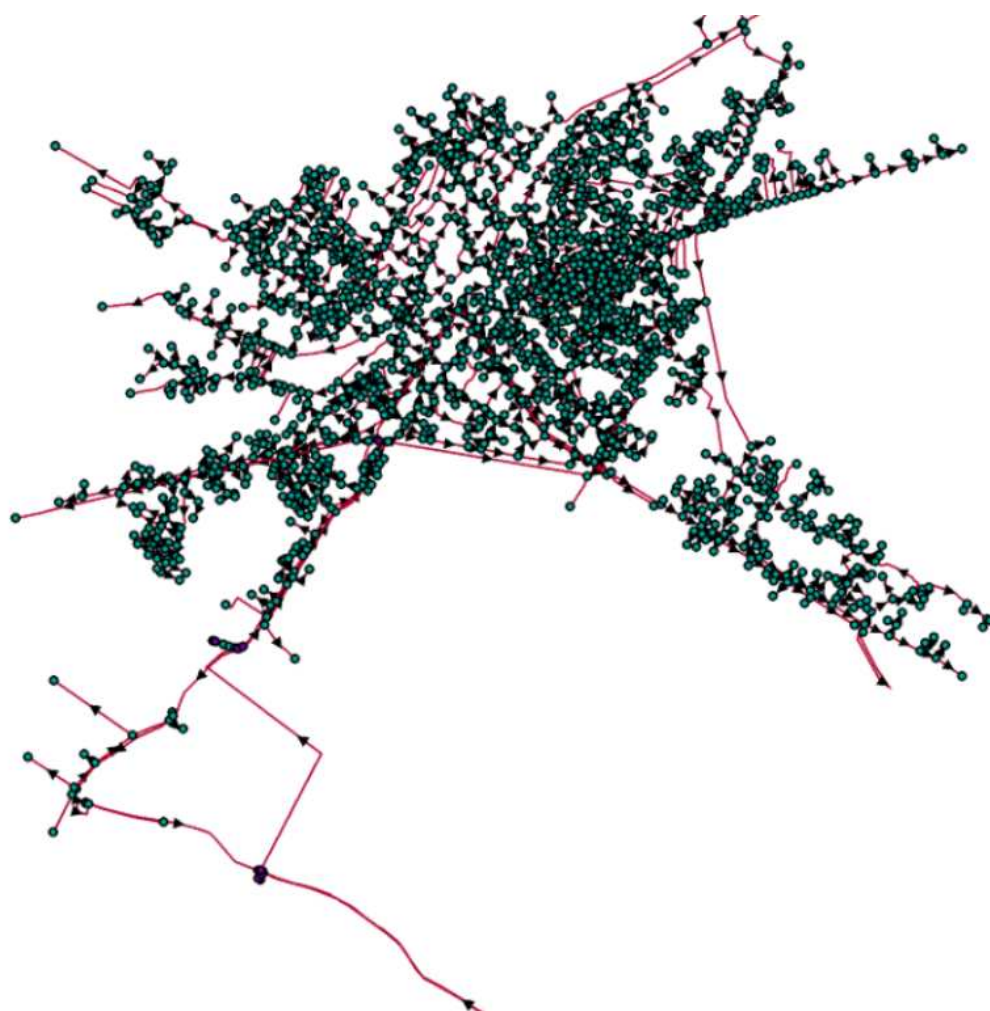
- کد گرید ابتدا و انتها
- قطر لوله مکش و رانش
- هد پمپ
- ظرفیت پمپ
- رقوم ارتفاعی محل
- رقوم ارتفاعی نصب پمپ

بنابراین در تحقیق حاضر مدل هیدرولیکی آب بدون درآمد در قالب تحلیل هدر رفت در انطباق با GIS ودر محیط WaterGems8.2 تحت مدیریت ArcGIS9-ArcMap10 تعریف شد. بررسی و مقایسه مدل آبرسانی و محاسبات هیدرولیکی شهر لنگرود در دو واریانت شبکه قدیم (وضعیت موجود) و شبکه جدید (وضعیت اصلاح شده شبکه) نکات ذیل را پیش رو قرار داد:

- با توجه به آمار مشترکین در مورخ 1396/8/15 تعدادمشترک موجود35716 فقره و نیاز آبی حدود 550 لیتر بر ثانیه است که 123 لیتر بر ثانیه بیشتر از دبی تزریق موجود به شبکه می باشد.
- رقوم ارتفاعی مخزن 4000 مترمکعب لیلاکوه 30+ و رقوم ارتفاعی پایین ترین گرید شبکه 33- متر است که اختلاف ارتفاع حدود 63 متر بیانگر وضعیت هد استاتیک و هد دینامیک کل شبکه شهر است.لذا علیرغم مسطح بودن شبکه، مانیتورینگ توزیع فشار (شکل 3) در گرید های شبکه و فلو دیاگرام و منحنی مصرف (شکل 4-5) متناسب با هد استاتیک 63 متر-آب را در این شهر نشان نمی دهد(جدول 2-1) که این موضوع اصلاح مدل شبکه توزیع موجود ضمن اجرای دو رینگ GAP1 و GAP2 دور شهر (شکل 6) و ایجاد نواحی فشاری و مصرفی مستقل در شبکه و مدیریت هوشمند فشار از طریق سیستم قرائت از راه دور و اجرای مدیریت تقاضا از طریق اصلاح انشعابات آب را مورد تاکید قرار می دهد.



شکل (3): مانیتورینگ فشار از طریق سیستم قرائت از راه دور در واریانت شبکه قدیم شهر لنگرود



شکل (4): فلویدیاگرام شبکه توزیع آب شهر لنگرود

جدول (1) : مدل توزیع آب شهر لنگرود (واریانت شبکه قدیم)

ID	Label	Length (Scaled) (ft)	Start Node	Stop Node	Material	Hazen- Williams C	Flow (lit/s)	Velocity (m/s)
30	pipes-804	2	J-1	J-2	PE	130/0	0.945	0.33
33	pipes-1792	3	J-3	J-4	PE	130/0	0.063	0.04
36	pipes-641	4	J-5	J-6	AC	130/0	8.883	1.12
39	pipes-548	5	J-7	J-8	AC	130/0	0.315	0.006
42	pipes-543	6	J-9	J-10	AC	130/0	-4.219	0.005
45	pipes-643	6	J-11	J-12	AC	130/0	0.252	0.03
48	pipes-546	6	J-13	J-14	AC	130/0	-4.158	0.533
51	pipes-257	8	J-15	J-16	PE	130/0	1.638	0.119
54	pipes-1206	8	J-17	J-18	PE	130/0	-0.63	0.09
57	pipes-863	9	J-19	J-20	AC	130/0	0.252	0.033
60	pipes-920	10	J-21	J-22	PE	130/0	2.394	0.37
63	pipes-384	10	J-23	J-24	AC	130/0	1.386	0.17
66	pipes-1802	12	J-25	J-26	AC	130/0	0.189	0.16
69	pipes-402	11	J-27	J-28	AC	130/0	2.394	0.304
72	pipes-926	11	J-29	J-30	PE	130/0	-1.89	0.302
75	pipes-837	12	J-31	J-32	AC	130/0	0.252	0.037
78	pipes-1575	12	J-33	J-34	AC	130/0	21.42	0.43
81	pipes-785	12	J-35	J-36	AC	130/0	-4.158	0.52
84	pipes-1804	12	J-37	J-38	PE	130/0	3.528	0.55
87	pipes-1283	13	J-39	J-40	AC	130/0	-4.473	0.57
90	pipes-705	13	J-41	J-42	PE	130/0	1.008	0.15
93	pipes-1217	13	J-43	J-44	PE	130/0	0.126	0.015
96	pipes-1384	13	J-45	J-46	AC	130/0	-0.945	0.122
99	pipes-481	13	J-47	J-48	AC	130/0	1.575	0.19
102	pipes-1448	14	J-49	J-50	AC	130/0	-6.363	0.131
105	pipes-1803	14	J-51	J-14	AC	130/0	-12.411	1.57
107	pipes-1315	14	J-52	J-53	AC	130/0	0.441	0.056
110	pipes-1487	14	J-54	J-55	AC	130/0	2.457	0.304
113	pipes-486	15	J-56	J-57	AC	130/0	0.882	0.116
116	pipes-970	15	J-58	J-59	AC	130/0	-1.071	0.137
119	pipes-708	15	J-60	J-61	PE	130/0	0.63	0.104
122	pipes-248	15	J-62	J-63	PE	130/0	-4.284	0.677
125	pipes-473	15	J-64	J-65	PE	130/0	1.575	0.53
128	pipes-265	16	J-66	J-67	AC	130/0	0.126	0.012
131	pipes-680	16	J-68	J-69	PE	130/0	-0.252	0.039
134	pipes-1694	16	J-70	J-71	PE	130/0	0.126	0.037
137	pipes-1260	16	J-72	J-73	AC	130/0	-0.945	0.119
140	pipes-256	17	J-74	J-15	PE	130/0	-0.126	0.012
142	pipes-499	17	J-75	J-76	PE	130/0	0.252	0.076
145	pipes-409	17	J-77	J-78	AC	130/0	-4.725	0.597
151	pipes-914	17	J-81	J-82	PE	130/0	-0.693	0.107
154	pipes-1697	17	J-83	J-84	AC	130/0	0.126	0.015
157	pipes-626	17	J-85	J-86	AC	130/0	20.727	0.66
160	pipes-1379	18	J-87	J-88	AC	130/0	-2.52	0.317
163	pipes-533	18	J-89	J-90	AC	130/0	0.378	0.046
166	pipes-827	18	J-91	J-92	AC	130/0	2.016	0.256
169	pipes-992	18	J-93	J-94	AC	130/0	0.819	0.104
172	pipes-1637	19	J-95	J-96	AC	130/0	1.701	0.219
175	pipes-1034	19	J-97	J-98	AC	130/0	-1.323	0.167
178	pipes-971	19	J-59	J-99	AC	130/0	0.063	0.006
180	pipes-1567	19	J-100	J-101	AC	130/0	1.071	0.134

جدول (2) مدل توزیع آب شهر لنگرود (واریانت شبکه قدیم)

ID	Label	Elevation (ft)	Demand (gpm)	Hydraulic Grade (ft)	Pressure (bar)
31	J-1	-67/19	11	54/60	3.65
32	J-2	-70/44	15	54/59	3.72
34	J-3	-68/08	2	51/39	3.59
35	J-4	-71/16	5	51/39	3.65
37	J-5	-67/52	2	56/85	3.72
38	J-6	-72/31	0	56/79	3.86
40	J-7	-69/88	2	62/37	3.93
41	J-8	-71/06	5	62/37	4.00
43	J-9	-72/41	2	64/46	4.07
44	J-10	-71/19	1	64/48	4.07
46	J-11	-71/72	1	56/67	3.86
47	J-12	-70/90	2	56/67	3.79
49	J-13	-71/88	2	65/41	4.07
50	J-14	-66/70	0	65/44	3.93
52	J-15	-71/00	3	52/78	3.72
53	J-16	-67/42	2	52/78	3.59
55	J-17	-69/23	2	53/03	3.65
56	J-18	-70/11	2	53/03	3.65
58	J-19	-72/64	5	54/80	3.79
59	J-20	-73/98	0	54/80	3.86
61	J-21	-69/69	0	54/86	3.72
62	J-22	-68/08	4	54/84	3.65
64	J-23	-70/90	1	56/05	3.79
65	J-24	-73/56	5	56/05	3.86
67	J-25	-66/93	2	68/34	4.07
68	J-26	-73/43	3	68/32	4.21
70	J-27	-74/61	2	58/90	4.00
71	J-28	-73/20	0	58/89	3.93
73	J-29	-74/54	2	53/78	3.86
74	J-30	-69/98	1	53/80	3.72
76	J-31	-67/55	1	54/09	3.65
77	J-32	-69/59	2	54/09	3.72
79	J-33	-68/70	1	68/33	4.07
80	J-34	-69/82	0	68/32	4.14
82	J-35	-70/21	1	53/11	3.65
83	J-36	-68/37	0	53/15	3.65
85	J-37	-68/14	0	54/33	3.65
86	J-38	-69/19	2	54/27	3.65
88	J-39	-69/82	1	58/50	3.86
89	J-40	-70/64	1	58/55	3.86
91	J-41	-69/82	1	52/89	3.65
92	J-42	-68/14	1	52/88	3.59
94	J-43	-70/01	2	53/06	3.65
95	J-44	-69/46	1	53/06	3.65
97	J-45	-71/95	1	67/09	4.14
98	J-46	-70/80	3	67/09	4.14
100	J-47	-66/37	2	55/54	3.65

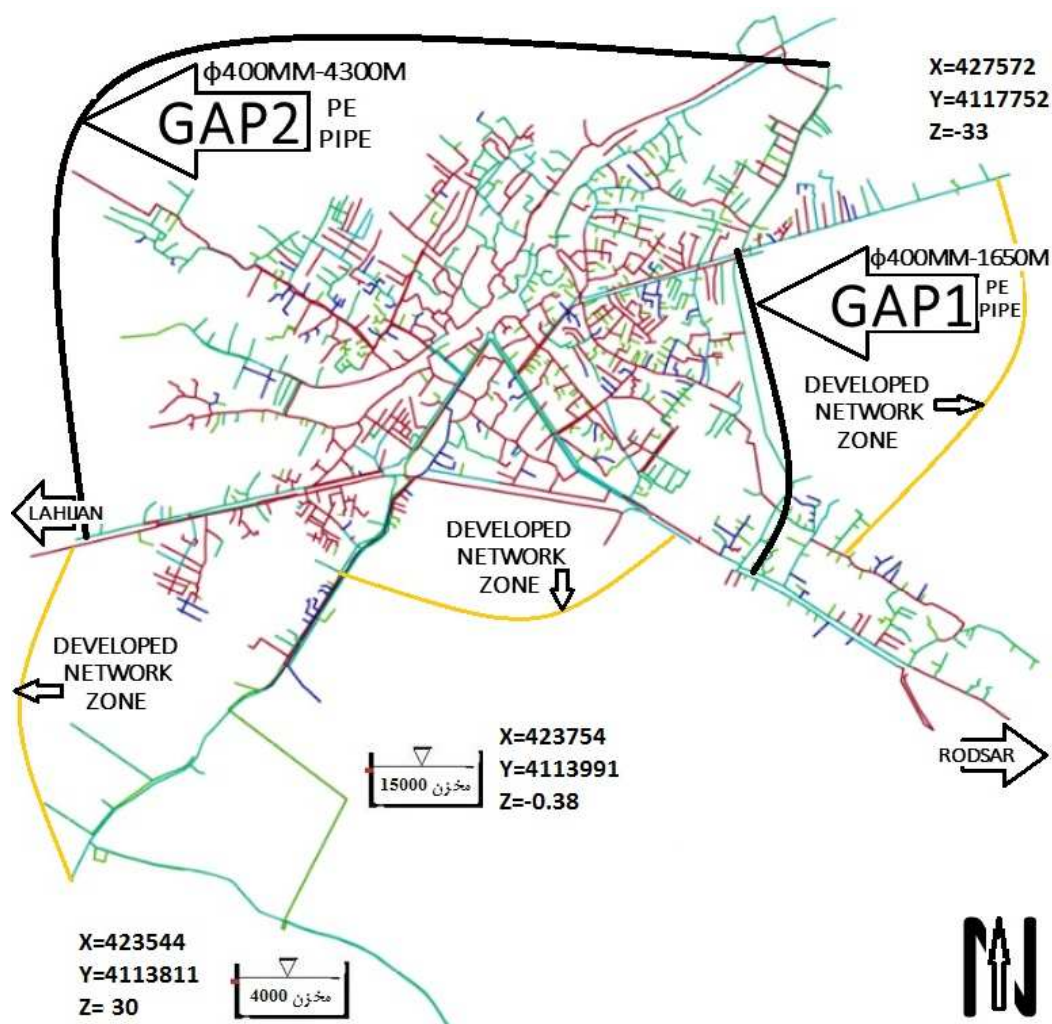
شرقی و جنوب غربی، ضروریست در نقشه راه توسعه شبکه توزیع آب لنگرود، اجرای پروژه های آبی رینگ بزرگ (خطوط نارنجی/شکل 6) در این بخش ها مد نظر آبفای لنگرود قرار داده شود.

3-نتایج

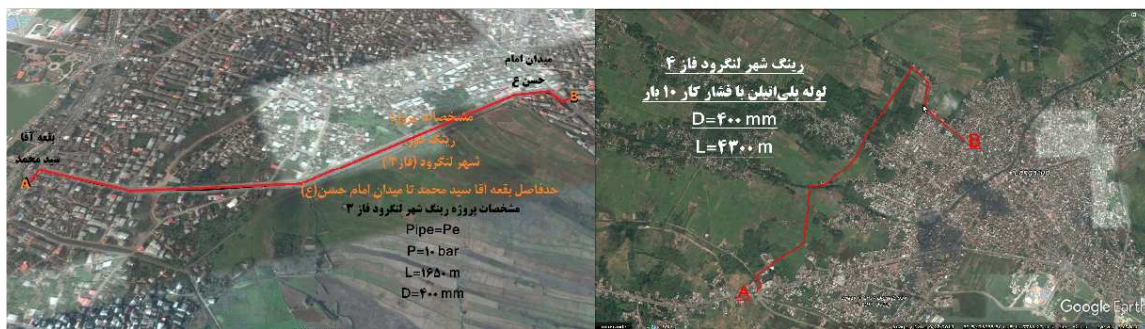
نتایج تحقیق حاضر نشان می دهد که در توسعه مشهود شبکه developed network zone در بخش های جنوبی، جنوب



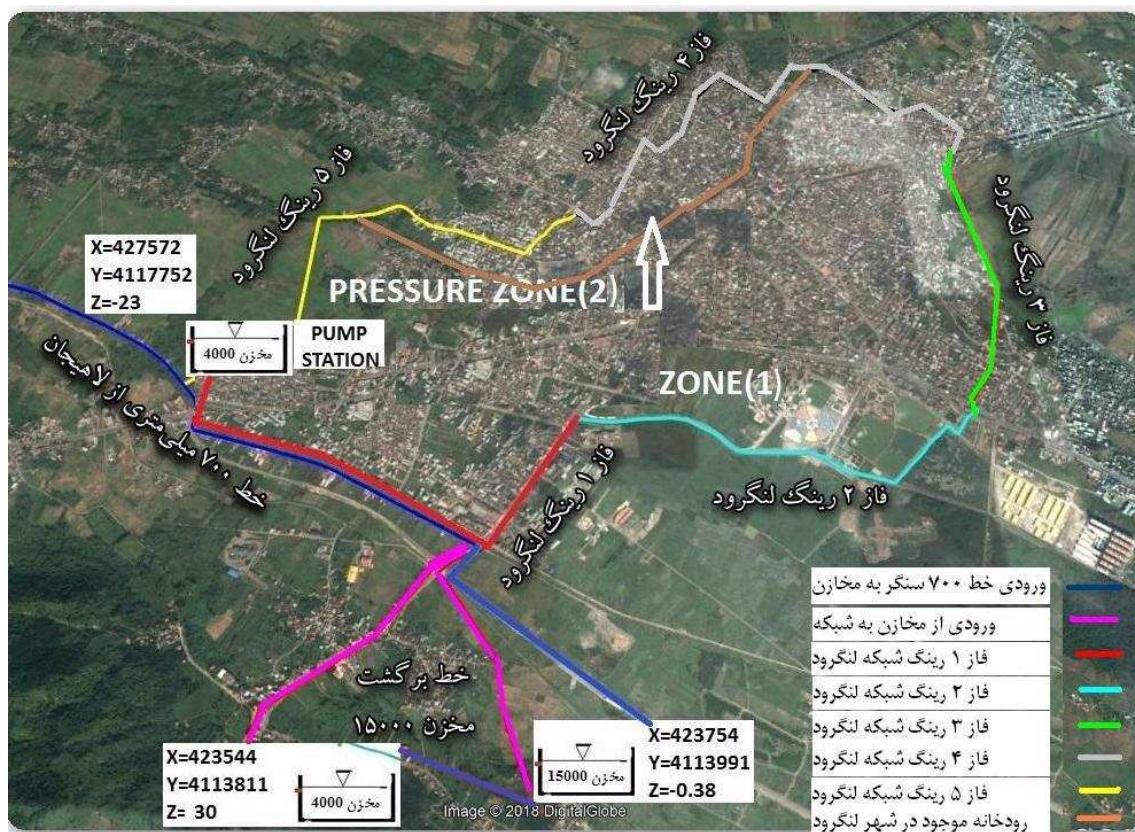
شکل (5): منحنی مصرف شبکه توزیع آب شهر لنگرود



شکل (6): اصلاح مدل شبکه موجود ضمن اجرای پروژه رینگ GAP1 و GAP2 دور شهر لنگرود (واریانت جدید)



شکل (7): رینگ شبکه توزیع آب شهر لنگرود
GAP1 (φ400MM-1650M-PE-PIPE) & GAP2 (φ400MM-4300M-PE-PIPE)



شکل (8): اصلاح مدل هیدرولیکی شبکه توزیع آب شهر لنگرود در انطباق با GIS و در محیط WaterGems8.2 تحت مدیریت ArcGIS9.3-ArcMap10

2 تزریق شده و بطور همزمان آب تصفیه خانه به همراه مجموعه ای از چاهها به مخزن 15000 مترمکعب شهر لنگرود انتقال یافته و متأثر از توپوگرافی شهردانتهها به مخزن 4000 مترمکعب لیلا کوه پمپاژ شده و با ارتفاع استاتیک مخزن 4000 مترمکعب لیلا کوه (63 متر)، به صورت ثقلی به زون شماره 1 تزریق گردیده (شکل 8) و از این طریق در بستر سیستم اطلاعات جغرافیایی و ضمن گردش سریع اطلاعات عملیات کاهش آب بدون درآمد در مدل اصلاح شده توزیع آب در نواحی فشاری و مصرفی مستقل شهر لنگرود مقدور می گردد.

بعنوان مهم ترین نتیجه تحقیق می توان به تکمیل رینگ بزرگ شهر در 5 فاز (شکل 8) و ایجاد نواحی فشاری و مصرفی مستقل در دو طرف رودخانه و اجرای مدیریت هوشمند فشار از طریق سیستم قرائت از راه دور و مدیریت تقاضا در قالب اصلاح انشعابات آب اشاره نمود. بطوریکه در صورت تکمیل رینگ، تامین آب شهر لنگرود از طریق تصفیه خانه بزرگ آب گیلان (با دبی 250 لیتر بر ثانیه) به مخزن جدید 4000 مترمکعب در محل ورودی غربی شهر و تحت هد دینامیکی ایستگاه پمپاژ مخزن جدید 4000 مترمکعب به زون شماره

- نصب تایمر در مدار فرمان الکتروپمپ چاه ها و ایستگاه های پمپاژ از سر ریز مخازن در مکان هایی که مصداق دارد جلوگیری شود.
- بکارگیری پایلوت های هوشمند بر روی شیرهای فشار شکن به منظور مدیریت فشار شبکه پایین دست در زمان حداقل مصرف.

منابع

[1] مطالعات پیاده سازی سیستم اطلاعات جغرافیایی شهر لنگرود توسط

مشاور(دانشگاه گیلان)، 1388.

- [2] Hariri Asli K., Hozori A., Bazyar S., Nikkar M., *data intercommunication and non-revenue water modeling on GIS*, 3rd national conference on application of GIS in the management of water and power industries, 13-14 december, Sari, Iran, 2015.
- [3] Hariri Asli K., *Advances in Control and Automation of Water Systems*, Published by the Apple Academic Press, Inc., ISSN: 978-1-926895-22-2, 2012, www.AppleAcademicPress.com.
- [4] Walski, T.M., *Hydraulic transients cause low pressure problems*, Am. Water Works Assoc. Journal, Vol. 75, No. 2, 1994.
- [5] Hariri Asli K., *GIS and nonlinear dynamics model: some computational aspects and practical hints*, International journal on technical and physical problems of engineering, NO.4, VOL: 2, PP: 1-5, 2010.
- [6] Hariri Asli K., Hozori A., Bazyar S., Nikkar M., *Hydraulic Model of Non-Revenue Water & Water Economy*, 1st national conference of water economy, 26-27, Tehran, Iran, July, 2016, <http://www.wfec.ir/Congress/UIPanel/Index>

4- نتیجه گیری نهایی

نتایج تحقیق حاضر انجام اقدامات ذیل را مورد توجه و تاکید قرار داد:

- مدیریت مصرف و تقاضای آب مطابق برنامه ریزی قبلی .
- شناسایی انشعابات غیر مجاز بزرگ و پر مصرف و برخورد لازم.
- شناسایی محل برداشت آب برای فضای سبز و جدا سازی سامانه های آبیاری فضای سبز از آب شرب.
- در صورت عدم جدا سازی سامانه های آبیاری فضای سبز از آب شرب، آبیاری در ساعات غیر پیک و با مدیریت شرکت آب و فاضلاب انجام شود .
- شناسایی مشترکین با مصرف متوسط بالاتر از نیم لیتر بر ثانیه و مذاکره با آنها جهت جابجایی مصرف آنها به ساعات غیر پیک .
- از مخازن بعنوان ابزاری برای کنترل و جابجایی پیک شبکه استفاده شود .
- تا حد امکان از قطع آب و جیره بندی پرهیز شود و با کاهش فشار شبکه وضعیت شبکه به صورت پایدار نگهداری گردد .
- مدیریت فشار شبکه بوسیله مخازن ، شیرهای فشار شکن و شیرهای کنترل دبی و نصب فشار سنج های لاگر دار و زون بندی صورت پذیرد .
- نصب ادوات بهبود دهنده مصرف در اماکن عمومی نظیر مدارس ، مساجد ، دانشگاه ها ، بیمارستان ها صورت پذیرد .
- مصارف فرآیندی شرکت نظیر مصارف واحدهای تصفیه خانه ، شست و شوی شبکه ، فیلترها و کنترل گردد .
- با انجام اقدامات فرهنگی ، مردم به مصرف صحیح ، عدم گرفتن انشعاب غیر مجاز ، گزارش شکستگی ها و هدر رفتن آب و ... حساس شوند .
- نصب کنتور در ورودی شبکه جهت یافتن نشت قابل حذف و اقدامات لازم جهت کاهش آن صورت پذیرد .

The impact of the modification operations of water distribution networks and service connection points on the reduction of the amount of Non-Revenue Water (case study of the number eight region of Masjed Soleiman County)

Abstract

One of the factors influencing the amount of water loss is the real loss caused by old worn-out distribution networks and service connection points. To prevent real water loss various measures should be taken by water and sewage companies, which the modification of the worn-out old networks is among these tasks. With regard to the large volume of the accidents at Masjed Soleimans' number eight region with a rate of 52 cases per months compared to other regions and also the calculated water loss of a large amount of 41 percent due to the erosion and the age of the distribution network, the modification of the network and connection points of this region was set as a priority on the agenda of the project executive and the consultant, which after the end of the implementation operations and recording the events and measuring the water loss again it was identified that the figures of the accidents has reduced to eight cases per month and the amount of non-revenue water has reduced to seven percent that in addition to sustainability in water distribution and increased revenue, has brought about customer satisfaction.

Keywords: Modification and renovation of the distribution network, real water loss, reduction of non-revenue water.

تأثیر انجام عملیات اصلاح شبکه توزیع و انشعابات آب بر کاهش میزان آب بدون درآمد (مطالعه موردی منطقه نمره هشت شهرستان مسجدسلیمان)

احد حسین سنگی¹

¹ کارشناس معاونت بهره برداری، شرکت آب و فاضلاب خوزستان، اهواز
Ahad_sangi@yahoo.com

چکیده

یکی از عوامل تاثیر گذار بر میزان تلفات آب، هدررفت واقعی ناشی از فرسودگی شبکه های توزیع و انشعابات می باشد. برای جلوگیری از هدررفت واقعی آب اقدامات متنوعی می بایست از سوی شرکت های آب و فاضلاب انجام گیرد که اصلاح شبکه های فرسوده از جمله این کارهاست. با توجه به حجم بالای حوادث منطقه نمره هشت مسجدسلیمان به میزان 52 مورد در ماه نسبت به سایر مناطق و همچنین محاسبه هدررفت آب به مقدار زیاد 41 درصد ناشی از فرسودگی و قدمت شبکه توزیع، اصلاح شبکه و انشعابات این منطقه بعنوان اولویت در دستور کار مجری طرح و مشاور قرار گرفت که نهایتاً پس از پایان عملیات اجرایی و ثبت مجدد حوادث و اندازه گیری هدرروی آب مشخص گردید آمار حوادث به 8 مورد در ماه و میزان آب بدون درآمد به 7 درصد کاهش یافته است که علاوه بر پایداری در توزیع آب و افزایش درآمد، رضایت مندی مشتریان را به همراه داشته است.

کلمات کلیدی: اصلاح و بازسازی شبکه توزیع، هدررفت واقعی، کاهش آب بدون درآمد

1- مقدمه

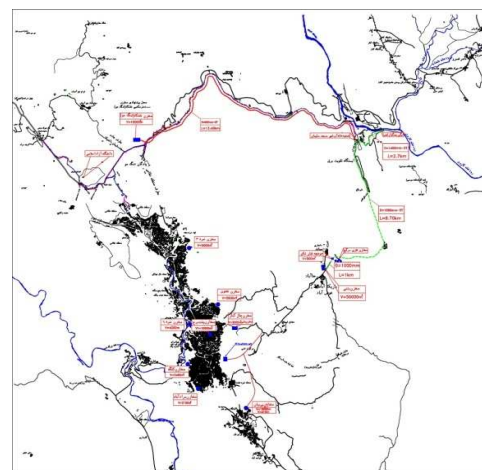
در سالهای اخیر کمبود شدید منابع و افزایش سریع هزینه های تولید آب باعث شده که موضوع آب بحساب نیامده مورد توجه قرار گیرد. بنابراین در کنار تامین آب از منابع جدید باید از هدر رفتن آب در مراحل مختلف انتقال، تصفیه، ذخیره و توزیع به عنوان یک فعالیت درازمدت و با برنامه ریزی مدون جلوگیری نمود. آب بحساب نیامده در یک نگاه به دو دسته کلی زیر تقسیم می گردد:

- آب بحساب نیامده غیر فیزیکی یا هدررفت ظاهری که بدلیل خطای انسانی، ابزار اندازه گیری و یا خطای مدیریت و راهبری سیستم، آب مصرف شده دقیقاً اندازه گیری نشده و هزینه آن بوسیله شرکت آب و فاضلاب وصول نگردیده است.

- آب بحساب نیامده فیزیکی یا هدررفت واقعی که ناشی از تلفات فیزیکی آب از شبکه توزیع و انشعابات مشترکین می باشد. در این نوع تلفات بخشی از آب تولید شده بدست مصرف کننده نرسیده و هزینه آن نیز بوسیله شرکت آب و فاضلاب وصول نمی گردد.

همین نکته توجه به رفع هدررفت واقعی را دوچندان می نماید چرا که وجود نشت های مرئی و نامرئی علاوه بر افزایش هدرروی آب و عدم وصول هزینه، افت فشار شبکه و ایجاد مشکلات کیفی را بدنبال خواهد داشت که در نهایت منجر به نارضایتی مشترکین نیز می گردد. اصلاح و بازسازی یکی از اقداماتی است که مسئولین شبکه با اهدافی مانند حفظ ظرفیت هیدرولیکی شبکه، جلوگیری از مشکلات کیفی آب و جلوگیری از ترکیدگی و نشت از شبکه انجام می دهند.

شهرستان مسجد سلیمان در شمال شرقی خوزستان و در دامنه رشته کوه زاگرس قرار گرفته است و فاصله آن تا مرکز استان (اهواز) 125 کیلومتر است. این شهر در دره ای به عمق 150 متر و گستره ای به طول 30 کیلومتر از مناطق مجزا تشکیل شده است. آب آشامیدنی شهر مسجد سلیمان از طریق تاسیسات تامین و تصفیه آب واقع در منطقه گذار لندر که در فاصله 25 کیلومتری شمال شهر مسجد سلیمان واقع است تامین می گردد (شکل 1).



شکل (1): شبکه توزیع شهر مسجدسلیمان

آب انتقال یافته از تاسیسات گذار در مخازن ذخیره مناطق مختلف شهر ذخیره می گردد، در این راستا شبکه تحت پوشش مخازن ذخیره، به پنج منطقه مجزا تقسیم شده است: 1-چشمه علی، چهارپیشه و نفتک 2-نفتون 3-پشت برج 4-نمره هشت و مرادآباد 5-بی بیان. شبکه توزیع موجود شهر مسجدسلیمان از جنس لوله فولادی و بصورت روکار بوده و به علت شرایط توپوگرافی خاص منطقه و فرسودگی ناشی از قدمت زیاد دارای مشکلات فراوانی است، لذا طراحی شبکه جدید با لوله های پلی اتیلن توسط مشاور طرح صورت پذیرفت.

2- معرفی منطقه هدف

نمره هشت یکی از مناطق شهر مسجد سلیمان بوده که دارای 22 کیلومتر شبکه توزیع و 2000 انشعاب می باشد. جنس شبکه توزیع در این منطقه تا قبل از اجرای عملیات اصلاح شبکه، فلزی و بصورت روکار بوده و از مخزن 5هزار مترمکعبی مرادآباد تغذیه می گردید.

وجود شبکه شاخه ای فلزی روکار (شکل 2) موجب گردیده بود انشعابات بصورت تک تک و بر روی زمین اجرا شوند که این امر سبب افزایش انشعابات غیر مجاز، افت فشار شبکه و افزایش تعداد حوادث و نهایتاً نارضایتی مشترکین گردیده بود.



شکل (2): شبکه توزیع فلزی و روکار منطقه

3- وضعیت شبکه توزیع قبل از اجرای عملیات

بعلت فرسودگی شبکه در منطقه نمره هشت، تا قبل از اجرای طرح اصلاح شبکه، آب بصورت ساعتی توزیع می گردید و تعداد حوادث نسبت به اکثر مناطق شهر طبق جدول شماره 1 بالاتر بود.

جدول (1): آمار حوادث ماهانه مناطق مختلف شهر

مسجدسلیمان

چشمه علی	نفتون	پشت برج	نمره هشت	بی بیان	تعداد حوادث
19	6	11	52	6	

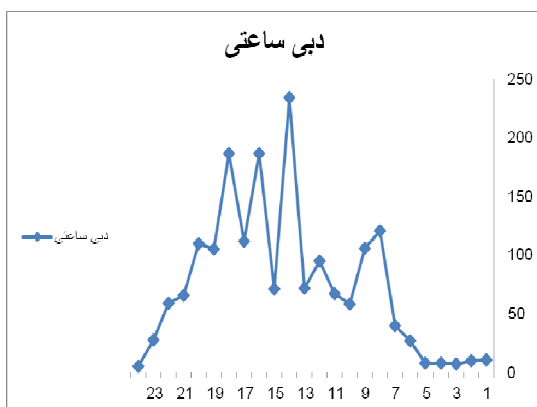
- تأخیر در عملیات اجرایی بعثت عدم وجود نقشه ازبیلت از تاسیسات موجود
- اختلاف ارتفاع زیاد بعثت کوهستانی بودن منطقه



شکل (3): عرض کم و شیب زیاد معابر

7- نتایج حاصله

پس از اجرای پروژه و انجام تست هیدرولیکی خطوط، شبکه و انشعابات جدید وارد مدار بهره برداری گردید. که بعد از رفع نواقص توسط پیمانکار، آب در شبکه بصورت پایدار توزیع شد. با توجه به نصب کنتور حجمی در خروجی مخزن و ثبت دبی ساعتی و روزانه ورودی به منطقه (شکل 4) و پس از قرائت پایان دوره مصرف مشترکین، کاهش میزان پرت و هدرروی آب به میزان 34 درصد مطابق جدول شماره چهار بعنوان مهمترین هدف اجرایی پروژه محقق گردید.



شکل (4): ثبت دبی ساعتی در یک روز

جدول (4): آمار تولید، مصرف و پرت در منطقه هدف پس از اجرای پروژه

نام مخزن	مدت آبدهی (ساعت)	تولید روزانه	مصرف روزانه	پرت روزانه (مترمکعب)	درصد پرت
مرادآباد	24	1800	1681	119	7

با اجرای عملیات دبی سنجی بروی خطوط آبرسان و بررسی آمار فروش مشخص گردید میزان حجم آب بدون درآمد در این منطقه مطابق جدول شماره سه، 943 مترمکعب در روز معادل 41 درصد می باشد که با انجام پیمایش شبکه توزیع و انشعابات، دلایل بالا بودن میزان پرت در منطقه حجم بالای حوادث، وجود انشعابات غیر مجاز و کنتورهای خراب گزارش گردید. همچنین متوسط فشار شبکه در منطقه با انجام عملیات فشار سنجی در نقاط مختلف در ساعات توزیع 6 متر بدست آمد (جدول 2).

جدول (2): نتایج عملیات فشارسنجی

میزان فشار (متر)	نقطه 1	نقطه 2	نقطه 3
	4	8	6

لذا اجرای عملیات اصلاح شبکه توزیع این منطقه به عنوان اولویت در نظر گرفته شد.

جدول (3): آمار تولید، مصرف و پرت در منطقه هدف قبل از اجرای پروژه

نام مخزن	مدت آبدهی (ساعت)	تولید روزانه (مترمکعب)	مصرف روزانه (مترمکعب)	پرت روزانه (مترمکعب)	درصد پرت
مرادآباد	8	2300	1357	943	41

4- اهداف اجرایی طرح اصلاح شبکه

با توجه به میزان هدرروی بالای آب در منطقه نمره هشت و بمنظور ساماندهی وضعیت انشعابات، کاهش حوادث و نشستها، جلوگیری از مشکلات کیفی آب و حفظ ظرفیت هیدرولیکی شبکه، اجرای عملیات اصلاح شبکه توزیع این منطقه به عنوان اولویت در نظر گرفته شد.

5- اطلاعات پروژه

در این منطقه لوله گذاری شبکه توزیع با لوله های پلی اتیلن از اقطار 75 میلیمتر تا 355 میلیمتر به طول 21 کیلومتر و خط انتقال فولادی به طول 1.7 کیلومتر از اقطار 350 میلیمتر تا 600 میلیمتر اجرا و 2000 فقره انشعاب جدید جایگزین انشعابات فرسوده فلزی روکار گردید.

6- مشکلات اجرایی

وجود مشکلات فراوان در زمینه اجرای پروژه های عمرانی در سطح شهرها موجب ایجاد تأخیر گشته و روند اجرا را کند می سازد. همچنین بدلیل ایجاد موانع از جمله حفاری ها سبب نارضایتی مردم می گردد.

از جمله مشکلات اجرایی این پروژه می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- سخت بودن جنس زمین
- حفاری با دست ترانشه ها به علت باریک بودن معابر (شکل 3)

سپاسگزاری

در پایان از زحمات مدیر وقت اداره آب و فاضلاب مسجدسلیمان و پرسنل آن اداره جهت انجام عملیات میدانی و ثبت آمار و کارشناسان شرکت مهندسی مشاور دزآب تشکر و قدردانی می گردد.

مراجع

- [1] تابش، مسعود و همکاران، دستورالعمل شناخت و نحوه مطالعه عوامل موثر در آب بحساب نیامده و راهکارهای کاهش، نشریه شماره 308، تهران، 1386.
- [2] دفتر نظارت بر مدیریت مصرف و کاهش UFW، نکاتی در خصوص اصلاح و بازسازی شبکه های توزیع آب، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور معاونت بهره برداری، 1385.

با بررسی ارقام تولید و فروش مشخص گردید علی رغم کاهش تولید، میزان رقم ثبت شده مصرف توسط مشترکین افزایش یافته است که می توان نتیجه گرفت با کاهش هدررفت واقعی ناشی از شکستگی های شبکه و هدررفت ظاهری مربوط به جمع آوری انشعابات غیرمجاز و تعویض کتورهای خراب میزان فروش در منطقه افزایش یافت و نهایتاً منجر به کاهش هدرروی در این منطقه گردید. همچنین با بررسی تعداد شکستگی ها در یک دوره یک ماه مشخص گردید تعداد حوادث مطابق جدول شماره پنج به طرز چشمگیری کاهش یافته است.

جدول(5): آمار حوادث ماهانه مناطق مختلف شهر

مسجدسلیمان

چشمه علی	نفتون	پشت برج	نمره هشت	بی بیان
5	6	20	8	10
تعداد حوادث				

پس از درمداار قرار گرفتن و بالانس شبکه جدید و ساماندهی انشعابات ، شبکه و انشعابات فلزی روکار در سطح منطقه جمع آوری گردید که کاهش شکستگی ها و سهولت عبور و مرور را در منطقه به دنبال داشت(شکل 5).



شکل (5): جمع آوری خطوط فلزی روکار

در نهایت با انجام عملیات فشار سنجی در شبکه مشخص گردید میزان متوسط فشار شبکه به 10 متر افزایش یافت(جدول 6).

جدول(6): نتایج عملیات فشارسنجی

نقطه 1	نقطه 2	نقطه 3	میزان فشار(متر)
8	10	8	

GIS and the quality of the Bijar River at Guilan

Abstract

As the most valuable and most important collections of organisms in aquatic ecosystems can be Phytoplankton Important role in the process of river water quality. Quality and quantity of phytoplankton depend on the load nutritious in part on water. Therefore, the use of phytoplankton in different ecosystems, water is used to measure quality or pollution of water. The Bijar river is at Guilan province as the main rivers in Iran. In addition, as the main source of drinking water The Bijar river uses in agriculture and economy area. In this study, the impact physicochemical factors on the composition and frequency of phytoplankton in different seasons were analyzed. The results of the study of biological River Bijar, indicates the presence of 5 branches and 57 Genus the region. The frequencies of Bascillariophyta branches on other branches were dominant in all seasons. Data collected for all the parameters are normally distributed and determined by using the Kolmogorov-Smirnov test. The correlation between phytoplankton and physicochemical parameters shows the number of phytoplankton significant correlation with the parameters of temperature and PH and nitrogen. In this work, it also uses GIS software and take advantage of various colors, color zoning qualitative phytoplankton were prepared.

Keywords: Geographic Information System; Phytoplankton; Ecosystem; city Bijar.

سیستم اطلاعات جغرافیایی و کیفیت آب رودخانه شهر بیجار در گیلان

خیزران ابراهیمی ثابت¹، سیده ضحی حجازی²

¹ کارشناس ارشد زیست شناسی، شرکت آب و فاضلاب شهری گیلان، کارشناس مسئول آزمایشگاه مرکزی، رشت،

Keizaran.Ebrahimi@gmail.com

² دکتری شیمی معدنی، شرکت آب و فاضلاب شهری گیلان، مدیر دفتر کنترل کیفیت آب استان، رشت،

z.hejazi1359@gmail.com

چکیده

فیتوپلانکتون ها بعنوان غنی ترین و مهمترین مجموعه موجودات زنده در اکوسیستم های آبی می باشند که نقش اساسی در روند کیفی رودخانه ها دارند. کیفیت و کمیت فیتوپلانکتون ها تا قسمتی به بار مغذی موجود در آب بستگی دارد. بنابراین استفاده از فیتوپلانکتون در اکوسیستم های مختلف آبی برای ارزیابی کیفیت آب یا میزان آلودگی آب مورد استفاده قرار میگیرند. در این میان رودخانه شهر بیجار در محدوده استان گیلان که از مهمترین رودخانه های کشور می باشد، علاوه بر منبع اصلی تامین آب شرب در منطقه برای مصارف مختلف در امر کشاورزی حائز اهمیت می باشد. در این تحقیق، تاثیر عوامل فیزیکوشیمیایی بر تراکم و فراوانی فیتوپلانکتون ها، در فصول مختلف بر طبق آخرین دستورالعمل استانداردهای آب و فاضلاب مورد آزمایش، بررسی و تحلیل قرار گرفت. نتایج حاصل از مطالعه بیولوژیکی رودخانه شهر بیجار، بیانگر حضور 5 شاخه و 57 جنس از جمعیت فیتوپلانکتون ها در این منطقه می باشد. از نظر فراوانی شاخه Bascillariophyta در تمام فصول بر شاخه های دیگر غالب بودند. همچنین با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف مشخص گردید که داده های جمع آوری شده برای تمام پارامترها دارای توزیع نرمال اند و همبستگی بین فیتوپلانکتون ها و پارامترهای فیزیکوشیمیایی نشان میدهد که تعداد فیتوپلانکتون ها با فاکتورهای دما و PH و نیتروژن همبستگی معنا داری را دارند. همچنین با استفاده از نرم افزار GIS و امکان استفاده از رنگ های مختلف، پهنه بندی های رنگی کیفی فیتوپلانکتون ها تهیه گردید.

کلمات کلیدی: سیستم اطلاعات جغرافیایی، فیتوپلانکتون، اکوسیستم، رودخانه شهر بیجار.

1- مقدمه

فیتوپلانکتونها بزرگترین تولید کنندگان اولیه در منابع آبی هستند که منبع مهم غذایی برای موجودات دیگر بشمار می آیند. ترکیب جنس ها و تغییرات فصلی آنها به فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی وابسته است [1]. تغییر در ترکیب جنس ها و غلظت فیتوپلانکتون ها می تواند توسط عواملی مانند دما، نور، مواد مغذی، ته نشینی و مصرف توسط زئوپلانکتون ها و غیره رخ دهد [2]. کیفیت آنها معمولاً با پارامترهای اکسیژن محلول، PH و ترکیبات ویژه دیگر ارزیابی می گردد [3]. فیتوپلانکتونها به عنوان یکی از اجزاء اولیه بیولوژیکی، در انتقال انرژی به ارگانیسم های واقع در سطوح بالای زنجیره های انرژی در اکوسیستم های آبی، مطرح میباشند [4]. استفاده از فیتوپلانکتون در اکوسیستمهای مختلف آبی برای ارزیابی کیفیت آب یا میزان آلودگی آب مورد استفاده قرار میگیرند [5]. تمامی فاکتور های فیزیکی شیمیایی و زیستی در هر محیط آبی بر روی ترکیب و زیست توده فیتوپلانکتون ها تأثیر گذاشته، مقدار و تنوع آنها را تغییر می دهد مانند اکسیژن محلول و نیتروژن که از شاخص های مهم در ارزیابی کیفیت منابع آبی می باشند [6]. سد مخزنی شهر بیجار در فاصله 8 Km از روستای شهر بیجار از توابع امامزاده هاشم در حدود 35 Km از شهر رشت بر روی رودخانه زلیکی قرار دارد. هدف از احداث سد : 1- تامین آب شرب مورد نیاز شهرهای استان گیلان از جمله رشت، خشکبیجار، کوچصفهان، خام، لشت نشا، ج سنگر، آستانه اشرفیه، کياشهر، لاهیجان، سیاهکل، کومله، شلمان، لنگرود و بندرانزلی است. 2- تامین آب مورد نیاز 150 هکتار اراضی کشاورزی پایین دست سد 3- تولید 6.3 مگاوات انرژی برق آبی توسط سه دستگاه توربین با ظرفیت تولید هر کدام 2.1 مگاوات. اگر چه مطالعات مربوط به ترکیب جمعیتی فیتوپلانکتون ها برای تعیین کیفیت آب با استفاده از شاخص های فیتوپلانکتونی در برخی از مناطق ایران صورت گرفته است، با این حال تاکنون چنین مطالعه ای بر روی رودخانه سد شهر بیجار استان گیلان انجام نگرفته است. هدف از این تحقیق، شناسایی فیتوپلانکتون ها، تاثیر عوامل محیطی و عوامل فیزیکی شیمیایی بر توزیع و تراکم فیتوپلانکتون ها در فصول مختلف می باشد.

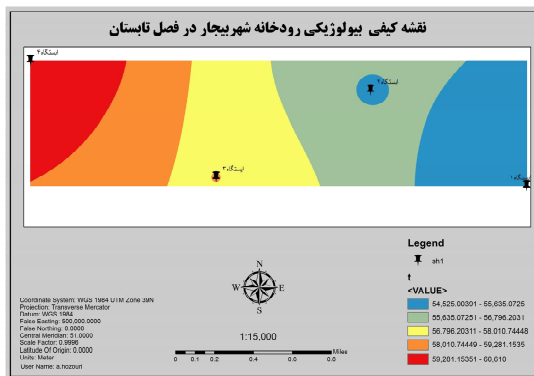
2- روش آزمون

روش نمونه برداری براساس بخش 10200 کتاب استاندارد متد 2005 انجام گرفت [7]. مطالعات شامل اندازه گیری، نیترات، آمونیاک و درجه حرارت، COD، TN، TP، BOD₅، TDS، EC، DO، PH روش های استاندارد مندرج در کتاب استاندارد متد و با اعمال روش های مراقبتی در آزمایشگاه مرکزی آب و فاضلاب استان انجام و نتایج حاصل از آن مشخص گردید. آزمون اختلاف یا عدم اختلاف میانگین غلظت پارامتر در ایستگاه ها و ماه های مختلف بررسی و محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار SPSS تحلیل شدند. 48 مورد نمونه برداری با تواتر ماهانه و برای مدت یک سال آبی از تیر

ماه 1394 تا خرداد 1395 در 4 ایستگاه تعیین شده در طول شاخه اصلی رودخانه شهر بیجار انجام گردید. دمای آب، اکسیژن محلول (DO)، هدایت الکتریکی (EC)، PH، به ترتیب بوسیله اکسی متر و EC متر، PH سنج در محل نمونه برداری اندازه گیری شدند. ترکیبات محلول PO₄، NO₃، TN و... با دستگاه اسپکتروفتومتر Hack DR6000 اندازه گیری شدند [7]. در روش بیولوژیکی از روش ممبران فیلتر استفاده شده که در این روش از فیلترهایی به جنس استات سلولز یا نیترات سلولز با منافذ 0/8 و 3 میکرون استفاده گردید. آب با حجم مشخص (یک لیتر) را درون قیف بوخنر ریخته و پس از آن پمپ خلا را روشن نموده، که پمپ هوای زیر ارن را مکیده و با ایجاد فشار منفی تمام آب از فیلتر عبور نموده و ارگانیسم ها بر روی فیلتر نشستند. سپس فیلتر با یک میلی لیتر آب مقطر شسته تا جلبک ها از روی فیلتر جدا شوند بعد از این کار 1 میلی لیتر آب با لام سدویک رافتر (1 میلی لیتر حجم دارد) ریختیم و این لام را با قرار دادن لامل بر روی آن در زیر میکروسکوپ بالنز 10× مورد مطالعه قرار دادیم. نمونه برداری فیتوپلانکتون ها در آزمایشگاه با هدف بررسی کمی و کیفی آنها یعنی شناسایی و شمارش در سه تکرار از هر ایستگاه صورت گرفت و نمونه ها با استفاده از کلیدهای شناسایی معتبر در حد جنس شناسایی شدند. روشهای اندازه گیری عناصر فیزیکی شیمیایی که بطور معمول در آب موجودند، اعم از کاتیون ها و آنیون ها در آزمایشگاه مرکزی آب و فاضلاب مورد سنجش قرار گرفتند

جدول (1) : مختصات ایستگاههای نمونه برداری در سیستم تصویر UTM

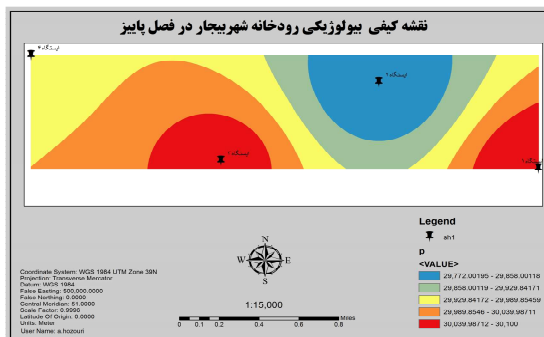
مختصات	عرض Y	طول X
ایستگاه نمونه برداری		
ایستگاه (1) بالادست رودخانه شهربیجار (سد آیت اله بهجت)	302017	4096570
ایستگاه (2) پل میانی رودخانه شهربیجار	381444	4096747
ایستگاه (3) جنب مسجد صاحب الزمان	380389	4095845
ایستگاه (4) پایین دست رودخانه شهربیجار (سد انحرافی)	378887	4096904



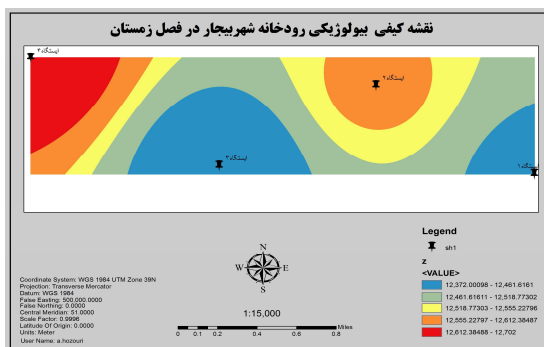
شکل (3): نقشه بیولوژیکی رودخانه در فصل تابستان در بستر GIS



شکل (1): ایستگاه های نمونه برداری رودخانه در بستر GIS



شکل (4): نقشه بیولوژیکی رودخانه در پاییز در بستر GIS



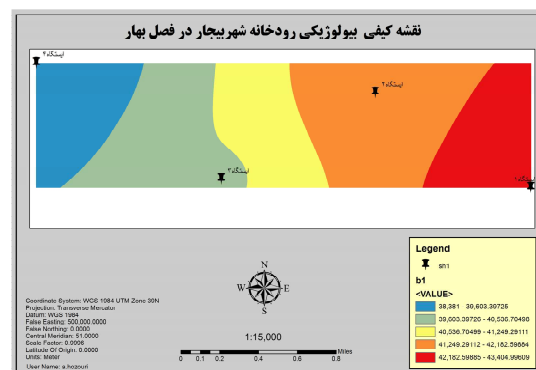
شکل (5): نقشه بیولوژیکی رودخانه در زمستان در بستر GIS

2-2- نتایج بررسی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی

نتایج حاصل از اندازه گیری دما در فصول و ماههای مختلف نشان می دهد که مقدار درجه حرارت در تابستان بخصوص در ماه های تیر و مرداد روند افزایشی داشته که در این 2 ماه به بیشترین مقدار خود رسیده و سپس تا اسفند ماه سیر نزولی داشته است که در بهمن ماه به حداقل مقدار خود رسیده است، بطوریکه بیشترین میزان درجه حرارت مربوط به ایستگاه شماره 4 در ماه مرداد 27/2 درجه سانتی گراد و کمترین میزان آن 10/4 درجه سانتی گراد مربوط به ایستگاه شماره 1 در بهمن ماه بوده است. نتایج نشان میدهد، در ماههای گرم سال با افزایش دما، تعداد فیتوپلانکتون ها افزایش و در ماههای سرد سال با

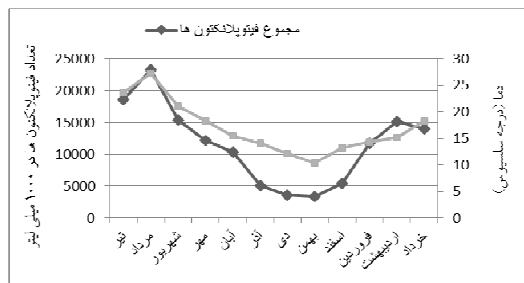
2-1- نتایج بررسی فیتوپلانکتون ها

نتایج حاصل از مطالعه بیولوژیکی رودخانه شهر بیجار در محدوده گیلان و با بررسی انواع شاخه های فیتوپلانکتون ها در طی 12 ماه نمونه برداری از 4 ایستگاه مورد مطالعه، بیانگر حضور 5 شاخه و 57 جنس در این منطقه می باشد. از بین شاخه های فیتوپلانکتونی Bascillariophyta با 23 جنس بیشترین درصد (40٪) و بعد از آن Chlorophyta با 20 جنس (34٪) و به دنبال آن Cyanophyta با 10 جنس (17٪)، Euglenophyta و Pyrophyta هر کدام با 2 جنس (3/5٪)، بیشترین فراوانی را دارند. در ایستگاههای مورد مطالعه در رودخانه شهر بیجار مشاهده گردید که مجموع دیاتومه ها در ایستگاه 1 (بالادست رودخانه) برای ایستگاههای دیگر غالب بودند. یعنی از بالادست رودخانه به سمت پایین دست تعداد دیاتومه ها سیر نزولی داشتند. تعداد کلروفیسه ها و سیانوفیسه ها در ایستگاههای مختلف از ایستگاه 1 (بالادست) به سمت ایستگاه پایین دست (سد انحرافی)، سیر صعودی داشتند. کاهش جمعیت فیتوپلانکتون ها پس از فصل پاییز به دلیل تغذیه، کم شدن نور و کاهش طول روز و کاهش دما می باشد. از عوامل اصلی بازدارنده رشد جلبکها در فصل زمستان، ناکافی بودن نور خورشید و کوتاه شدن طول روز می باشد. نقشه های ارائه شده مربوط به میانگین پارامترهای بیولوژیکی رودخانه شهر بیجار از محل سد آیت الله بهجت تا ورودی تصفیه خانه بزرگ می باشد.



شکل (2): نقشه بیولوژیکی رودخانه در فصل بهار در بستر GIS

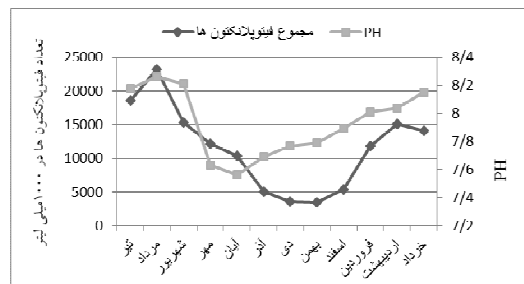
باشد. بیشترین میزان PH در فصل تابستان بدلیل افزایش رشد فیتوپلانکتون ها، همراه با افزایش دما و کاهش مواد مغذی و فتوسنتز می باشد. با توجه به اندازه گیری PH در ماهها و ایستگاههای متفاوت، مشخص گردید که ارتباط معنی داری بین PH و تعداد فیتوپلانکتون ها وجود دارد و هرچه مقدار PH بالاتر بوده است تعداد فیتوپلانکتون افزایش یافته است (نمودار 3). همچنین در ماههای گرم سال (تیر، مرداد، شهریور) بین تعداد فیتوپلانکتون ها و کدورت رابطه مستقیم وجود دارد و تنوع فیتوپلانکتون ها بیشتر است و با ازدیاد فیتوپلانکتون ها میزان کدورت افزایش یافته است که مقدار کدورت در تابستان نسبت به زمستان کمتر است ولی در ماههای سرد سال ارتباطی بین مقدار کدورت و تعداد جلبک ها وجود ندارد (نمودار 8). این موضوع نشان می دهد که احتمالاً کدورت در این ماهها بدلیل افزایش میزان بارش بارندگی و افزایش املاح و گل و لای می باشد که جمعیت فیتوپلانکتون ها را کاهش می دهد.



نمودار (1): تغییرات دما با تعداد فیتوپلانکتون ها در 12 ماه



نمودار (2): تغییرات DO با تعداد فیتوپلانکتون ها در 12 ماه

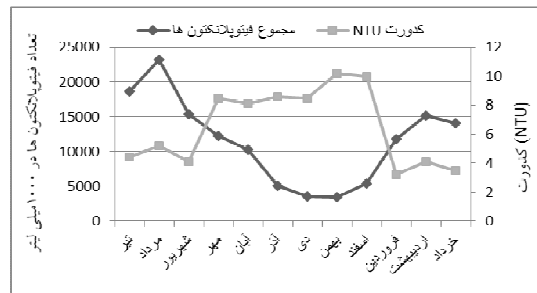


نمودار (3): تغییرات PH با تعداد فیتوپلانکتون ها در 12 ماه

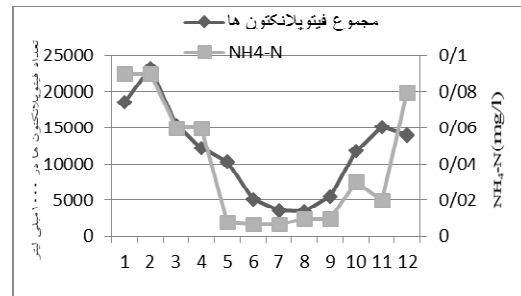
کاهش دما، تعداد فیتوپلانکتون ها کاهش یافته است (نمودار 1). با توجه به روند تغییرات اکسیژن محلول آب در ایستگاه های نمونه برداری شده از بالادست رودخانه به سمت پایین دست مقدار اکسیژن محلول بطور معمول روند کاهشی داشته است و کمترین مقدار اکسیژن محلول در شهریور ماه در ایستگاه شماره 4 به حداقل مقدار (3/22) می رسد. که این کاهش در نتیجه کاهش میزان بارندگی و به تبع آن افزایش میزان املاح در آب می باشد. با کاهش دما و افزایش بارندگی و افزایش جریان آب، میزان اکسیژن محلول در آب افزایش یافته است. بنابراین مشاهده می شود از آبان ماه تا اسفند ماه تغییرات اکسیژن محلول روند افزایشی را نشان می دهد همچنین فعالیت میکروارگانیسم ها با افزایش دما بیشتر شده، در نتیجه مصرف اکسیژن بالا رفته و منجر به کاهش اکسیژن محلول می شود (نمودار 2). نیتروژن هم به عنوان یکی از عوامل رشد جلبک ها در رودخانه شهر بیجار در نظر گرفته شده بود و نتایج نشان داد که، ارتباط معنا داری بین تعداد فیتوپلانکتون ها و مقدار نیتروژن کل در رودخانه شهر بیجار وجود دارد که مقدار حداکثر و حداقل بین 3/5 و 0/88 میلی گرم در لیتر متغیر می باشد. بیشترین مقدار نیتروژن در ماههای مرداد و کمترین در ماه فروردین بود و نتایج نشان میدهد، ارتباط معنا داری بین تعداد فیتوپلانکتون ها و مقدار نیتروژن در رودخانه شهر بیجار وجود دارد (نمودار 4). نیترات به عنوان یکی از مواد مغذی مهم برای رشد موجودات آبی مطرح است که تنها در غلظتهای بالاتر از 50 میلی گرم در لیتر، برای آبیان بصورت سمی عمل می نماید (Monbet). نیترات در این پژوهش بعنوان یکی از عوامل رشد فیتوپلانکتون ها در رودخانه شهر بیجار در نظر گرفته شده بود که نتایج نشان داد که با توجه به ازدیاد فیتوپلانکتون ها در فصل تابستان (ماههای گرم سال) مقدار نیترات دارای نوسانات بسیار ناچیز، اما با شروع بارندگیها دارای تغییرات کمی در ماههای سرد سال بود. پارامتر نیترات در تابستان کمترین مقدار را دارا بوده و در مجموع در زمستان دارای بیشترین مقدار است. به نظر میرسد با شروع فصل بارندگی در فصول پاییز و زمستان و در نتیجه کاهش فعالیت بیولوژیکی در رودخانه، میزان نیترات افزایش یافته و در طول فصل گرما میزان آن در اثر جذب و اعمال بیوشیمیایی فیتوپلانکتون کاهش مییابد (نمودار 6). مقدار نیترات همیشه بسیار پایین تر از حد مورد انتظار می باشد. در بررسی میزان فسفات، مشاهده گردید که میزان فسفات در ایستگاه بالادست رودخانه نسبت به ایستگاه پایین بیشتر است. مقدار فسفات در فصل بهار در ماه اردیبهشت و خرداد به علت بارندگی های متناوب و استفاده از کودهای فسفاته در مزارع اطراف رودخانه ها نسبت به فصول دیگر بیشتر می باشد دامنه تغییرات فسفات در آب این رودخانه بین 0/2 میلی گرم در لیتر در ماه شهریور (کمترین) و 1/06 میلی گرم در لیتر در ماه خرداد (بیشترین) در نوسان بوده است. که مقدار آن قابل قبول می باشد (نمودار 7). طبق مطالعات، دما و PH بالا معمولاً باعث شکوفایی سیانوباکتریها در آبهای شیرین می شود. نتایج این مطالعه حاضر با نتایج گزارش شده توسط محبی و همکاران (1388)، که جمعیت فیتوپلانکتون ها را بر روی دریاچه سد ارس مطالعه نمودند، مشابه می

3-نتایج

اشکال مختلف ازت و فسفر که برای رشد فیتوپلانکتون ها مورد استفاده می باشد، شامل نیترات، آمونیاک، نیتروژن کل، و فسفات کل می باشد نیتروژن در اثر بارندگی و تخلیه فاضلابها و همچنین فعالیتهای انسانی و پساب های کشاورزی وارد محیط های آبی می گردد. در رودخانه ها و دریاچه ها نیتروژن معمولا به صورت نیترات وجود دارد و وقتی نیتروژن برای رشد فیتوپلانکتون ها مورد استفاده قرار میگیرد به آمینونیتروژن احیا و سپس در ترکیبات آلی وارد می گردد. یون آمونیوم نیز در محیط های آبی برای فیتوپلانکتون ها به صورت منبع نیتروژن قابل استفاده می باشد که مقدار یون آمونیوم در آبهای شیرین 0/1 میلی گرم بر لیتر می باشد [8]. در این تحقیق تغییرات میانگین آمونیاک بین 0/008 میلی گرم بر لیتر در فصل سرد و 0/09 میلیگرم بر لیتر در ماه مرداد متغیر می باشد همچنین نتایج حاکی از آن است، با توجه به ازدیاد فیتوپلانکتون ها در فصل تابستان (ماههای گرم سال) مقدار نیترات دارای نوسانات بسیار ناچیز، اما با شروع بارندگیها دارای تغییرات کمی در ماههای سرد سال میباشد. به نظر میرسد با شروع فصل بارندگی و بارشهای زمستانی و در نتیجه کاهش فعالیت بیولوژیکی در رودخانه، میزان نیترات در پایین و زمستان تا حد کمی افزایش یافته و در طول فصل گرما میزان آن در اثر جذب و اعمال بیوشیمیایی فیتوپلانکتون کاهش مییابد پایین بودن میزان نیترات و فسفات در ایستگاههای نمونه برداری مورد مطالعه می تواند علت مصرف شدن این مواد و تولید مواد فیتوپلانکتونی باشد که این نتیجه را بانی در سال 1375 بیان نمود که تنوع و تراکم فیتوپلانکتون ها با رژیم هیدروشیمیایی آب رابطه مستقیم دارد و هر گونه تغییر در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، مستقیم بر روی جوامع فیتوپلانکتونی تاثیر می گذارد. و در زمان ازدیاد فیتوپلانکتون ها مقدار مواد کاهش می یابد که علت کاهش بدلیل مصرف مواد توسط فیتوپلانکتون ها می باشد. Wang و همکاران (2007) در بررسی های یوتروفی اکوسیستم یک دریاچه بیان کردند که فسفر، نیتروژن و کلروفیل a جزو عناصر مهم هستند و مقدار فسفر کل و بیوماس فیتوپلانکتون (کلروفیل a) و محاسبه شاخص های وضعیت تروفیک روش مناسبی برای بررسی وضعیت تروفیک منابع آبی می باشند [9]. در تحقیقات انجام شده توسط Maberly و همکاران یافتند که فسفر عامل محدود کننده در آبهای شیرین می باشد [10-11]. همچنین در نتایج Havens و همکاران، نیتروژن و فسفر در برخی از مناطق مثل آبهای اسیدی و بعضی از دریاچه ها با مواد مغذی بالا و بعضی از رودخانه ها با مواد مغذی و فسفر زیاد عامل محدودکننده اند [12]. Apya و همکاران بر این عقیده اند که پارامترهای فیزیوشیمیایی از عوامل موثر در رشد و تراکم فیتوپلانکتونی هستند که تغییرات آنها فصلی بوده بطوری که مقدار آنها یک اوج در تابستان داشته و سپس مقدار آنها کاهش می یابد [13]. Gliwicz بر این عقیده اند که توالی فصلی فیتوپلانکتون ها در رودخانه ها تابع یک قانون کلی است [14]. با بررسی و سنجش های صورت گرفته در رودخانه شهر بیجار می توان نتیجه



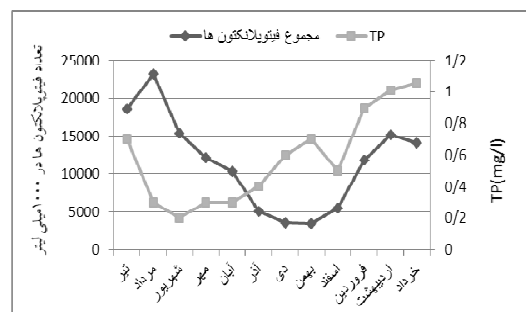
نمودار(4): تغییرات کدورت با تعداد فیتوپلانکتون ها در 12 ماه



نمودار(5): تغییرات نیترات با تعداد فیتوپلانکتون ها در 12 ماه



نمودار(6): تغییرات نیترات با تعداد فیتوپلانکتون ها در 12 ماه



نمودار(7): تغییرات فسفات با تعداد فیتوپلانکتون ها در 12 ماه

- [2] Heywood, I., Cornelius, S., Carver, S., *An Introduction to Geographical Information Systems*. Prentice Hall. 3rd edition, 2006.
- [3] Ortega Mayagoitia, E., Rojo, C. and Rodrigo, M.A. Controlling factors of phytoplankton assemblages in wetlands: an experimental approach. *Hydrobiology*. 502, 177–186, 2003.
- [4] Sadani, M., Movahedian, H., Jaberian, B., Faraji, M., and Abooi, E. "Evaluation of toxicity in Zayandehrud dam water treated from Isfahan water treatment plant using magna and bioassay." *J. of Water and Wastewater*, 79, 76-80, 2000.
- [5] Saravanakumar, A., J. SeshSerebiah, G. A. Thivakaran and M. Rajkumar. Benthic macrofaunal assemblage in the arid zone mangroves of Gulf of Kutch- Gujarat. *Journal of Ocean University of China* 6(3): 33-39, 2008.
- [6] Pasztaleniec, A., and Poinewozik, M. "Phytoplankton based assessment of the ecological status of four shallow lakes (eastern Poland) according to water framework directive comparison of approach." *Limnologia*, 40, 251-259, 2009.
- [7] WQRSSR Guidelines for water quality studies of large dam reservoirs, No. 313a, 2009.
- [8] P.H.A., A.W.W.A. and W. E. f. Standard Method for the examination of Water and Waste. A.D. Eaton, L. S. Clesceri and A. E. Greenberg (eds.), 20th edition. American Health Association, Washington, D.C., 2009.
- [9] Wang, X.L., Lu, Y.L., He, G.Z., Han, J.Y., Wang, T.Y. Exploration of relationships between phytoplankton biomass and environmental variables using multivariate statistical analysis in a eutrophic shallow lake: A 5-year study. *Journal Environmental Sciences*. 19:920927, 2007.
- [10] Maberly SC, King L, Dent MM, Jones RI, Gibson CE. Nutrient limitation of phytoplankton and periphyton growth in upland lakes. *Freshw Biol.*; 47(11): 213620, 2002.
- [11] Maberly SC, King L, Gibson CE, May L, Jones RI, Dent MM, et al. Linking nutrient limitation and water chemistry in upland lakes to catchment characteristics. *Hydrobiologia*. ; 506-509(1): 83-91, 2003.
- [12] Havens, K.E., Fukushima, T., Xie, P., Iwakuma, T., James, R.T., Takamura, N., Hanazato, T., Yamamoto, T. Nutrient dynamics and the eutrophication of shallow lakes Kasumigaura (Japan), Donghu (PR China), and Okeechobee (USA). *Environmental Pollution*. 111: 263-272, 2001.
- [13] Aypa, S.M.; Golicia, A.M. and Marsubol, B.S. *Hydrobiologia investigation and study on suitable sites for Fish cage in Ambulca and Binga dams, Benguet province Quazan city Bureau of Fisheries and Aquatic Resources*, 1983.
- [14] Gliwicz, Z.M. Why do you Cladocerans fail control Algal bloom *Hydrobiologia*. pp.33, 1990.

گرفت بیشترین در صد فراوانی فیتوپلانکتون ها در فصل تابستان، و کمترین درصد فراوانی در فصل زمستان می باشد. تابش نور خورشید در عمق کم رودخانه شهر بیجار، افزایش دمای آب بخصوص در فصل تابستان و ورود مواد آلی و غذایی به رودخانه از طریق گوناگون، می توان افزایش فیتوپلانکتونی آنرا توجیه نمود. همچنین کاهش جمعیت فیتوپلانکتون ها در فصل پاییز و زمستان به دلیل تغذیه، کم شدن نور و کاهش طول روز و کاهش دما می باشد. در فصل زمستان بعثت ناکافی بودن نور خورشید و کوتاه شدن طول روز تعداد آنها کاهش چشمگیری دارد. همچنین در فصل بهار و تالطم آب سد شهر بیجار عناصر بیوژن احیا شده در فصل زمستان به لایه های بالایی سد منتقل شده و تحت تاثیر عوامل محیطی مانند نور، دما و مواد مغذی باعث تولید فیتوپلانکتون ها بخصوص در این مطالعه باعث رشد شاخه داینوفلاژله ها و جنس پریدینیوم گردیده است که شکوفایی داینوفلاژله ها بعثت افزایش مواد مغذی در سد شهر بیجار بخصوص در فصل بهار می باشد. همچنین همبستگی بین فیتوپلانکتون ها و فاکتورهای فیزیوشیمیایی نشان میدهد که تعداد فیتوپلانکتون ها با فاکتورهای دما، PH همبستگی در سطح خطای 1 درصد دارند. همچنین مقدار نیتروژن کل در سطح خطای 5 درصد معنی دار می باشد و مقدار فسفات و نیترات در هر دو سطح معنی دار نمی باشند.

8- نتیجه گیری نهایی

از آنجائیکه سطح آب از یکسال به سالی دیگر نوسانات زیادی دارد، پیشنهاد میگردد مطالعات بیشتر و مستمر جهت مقایسه سالیانه آب رودخانه شهر بیجار به منظور ارزیابی روند تغییرات کیفیت آب آن انجام گردد. همچنین جهت سلامت اکوسیستم لازم است بطور سالانه پراکنش و فراوانی فیتوپلانکتون ها به همراه ارتباط آنها با سایر موجودات زنجیره های غذایی (زئوپلانکتون ها...) مورد بررسی قرار گیرد. از آنجائیکه افزایش بار آلاینده های مواد مغذی تاثیر مستقیم در افزایش رشد جلبکها دارد، اندازه گیری میزان نیتروژن، فسفات، مواد آلی از مخازن پشت سدها نیز باید مورد توجه قرار گیرد.

سپاسگزاری

نمونه برداری و کلیه آزمایشات توسط آزمایشگاه مرکزی دفتر کنترل کیفیت آبفای استان گیلان انجام گرفت. بدینوسیله از مدیریت عامل محترم و مجموعه معاونت بهره برداری و همکاران آزمایشگاه همچنین همکار محترم جناب آقای دکتر حریری تشکر و قدردانی می نمایم.

مراجع

- [1] Naz, M. and Turkman, M. Phytoplankton Biomass and Species Composition of Lake G. Ibaşı, 2005. (Hatay-Turkey). *Turk. J. Biol.*, 29:49-56.8

Reviewing the problems of water supply and distribution in Fasa city and determining the implementation plans for reducing real losses

Abstract

One of the serious water supply problems in Fasa city is the limited availability of drinkable water resources. Due to the fact that the average annual precipitation of this city is about 220 mm, this city is among the regions of Iran that is facing a water shortage crisis. Today, water distribution system analysis methods have been developed as an effective technique for identifying hydraulic and qualitative behavior, evaluating utilization plans and, in general, overcoming information gaps. In this paper, after considering the problems of supplying and distributing water in Fasa city, it has been decided to determine the implementation plans for improving the performance of the non-revenue water area in a part of the city.

Keywords: Non-Revenue Water, real losses, District Metering Areas

بررسی مشکلات تامین و توزیع آب در شهر فسا و تعیین برنامه‌های اجرایی کاهش میزان هدررفت واقعی

الهه رستگاری¹، محمد رازقیان²، اردوان نیکنام³

¹ شرکت آب و فاضلاب استان فارس، کارشناس آب بدون درآمد
Elaheh.rastegari@gmail.com

² شرکت آب و فاضلاب استان فارس، مدیر دفتر آب بدون درآمد

³ شرکت آب و فاضلاب استان فارس، معاون برنامه ریزی و منابع انسانی
ardavannik@yahoo.com

چکیده

یکی از مشکلات جدی آبرسانی در شهر فسا محدودیت منابع آبی قابل شرب است. با توجه به این که میانگین بارش سالانه این شهر حدود 220 میلی متر است، این شهرستان در زمره مناطقی از ایران است که با بحران کمبود آب مواجه است. امروزه روش‌های آنالیز سیستم‌های توزیع آب به صورت یک تکنیک مطرح و کارا در شناخت رفتار هیدرولیکی و کیفی، ارزیابی طرح‌های بهره‌برداری و به طور کلی غلبه بر خلاهای اطلاعاتی مورد پردازش قرار گرفته است. در این مقاله، پس از بررسی مشکلات تامین و توزیع آب در شهرستان فسا به تعیین برنامه‌های اجرایی در خصوص بهبود عملکرد حوزه آب بدون درآمد در بخشی از این شهر پرداخته شده است.

کلمات کلیدی: آب بدون درآمد، تلفات واقعی، ناحیه مجزای سیستم توزیع آب.

1- مقدمه

قسمت عمده مساحت استان فارس را مناطق خشک و کم آب فرا گرفته است. آب از دیرباز نقش تعیین کننده‌ای در توسعه اقتصادی این منطقه داشته است. آب در گذشته به آسانی و به قیمت ارزان در دسترس بوده است، لذا دستگاه‌های مسئول توزیع آب شهری تا قبل از تشکیل شرکت‌های آب و فاضلاب نسبت به کاهش آب بدون درآمد به عنوان راه حلی برای صرفه جویی در منابع آب، کاهش هزینه‌های بهره‌برداری و افزایش بازده یا درآمد، توجه کافی نداشته‌اند. کمبود شدید منابع و افزایش سریع هزینه‌های تولید آب در سال‌های اخیر باعث شده که موضوع آب بدون درآمد مورد توجه قرار گیرد. بنابراین در کنار تامین آب از منابع جدید باید از هدر رفت آب در مراحل مختلف انتقال، تصفیه، ذخیره و توزیع به عنوان یک فعالیت درازمدت و با برنامه ریزی مدون جلوگیری کرد.

از مزایای کاهش مقدار آب بدون درآمد می‌توان به کاهش هزینه‌های سرمایه‌گذاری برای ساخت تاسیسات منابع آب جدید و توسعه سامانه‌های آبرسانی، بالا بردن عمر تاسیسات آب از جمله تجهیزات تصفیه آب و پمپاژ، کاهش هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری، کاهش امکان ورود آلودگی از محل‌های نشست لوله‌ها، افزایش بازده و کارایی شرکت‌های آب و فاضلاب در بخش‌های فنی و مهندسی، بهره‌برداری، مشترکین و بالا بردن درآمد شرکت‌های آب و فاضلاب را نام برد.

طی سالیان اخیر و با گسترده‌تر شدن شبکه‌های توزیع آب شهری بهره‌برداران از شبکه به دنبال روش‌های تحلیلی مناسب از شبکه بوده‌اند تا با استفاده از تحلیل و شناخت وضع موجود به تصمیم‌گیری در رابطه با چگونگی کنترل شبکه اقدام نمایند. امروزه روش‌های آنالیز سیستم‌های توزیع آب به صورت یک تکنیک مطرح و کارا در شناخت رفتار هیدرولیکی و کیفی، ارزیابی طرح‌های بهره‌برداری و به طور کلی غلبه بر خلاهای اطلاعاتی مورد پردازش قرار گرفته است [1-4].

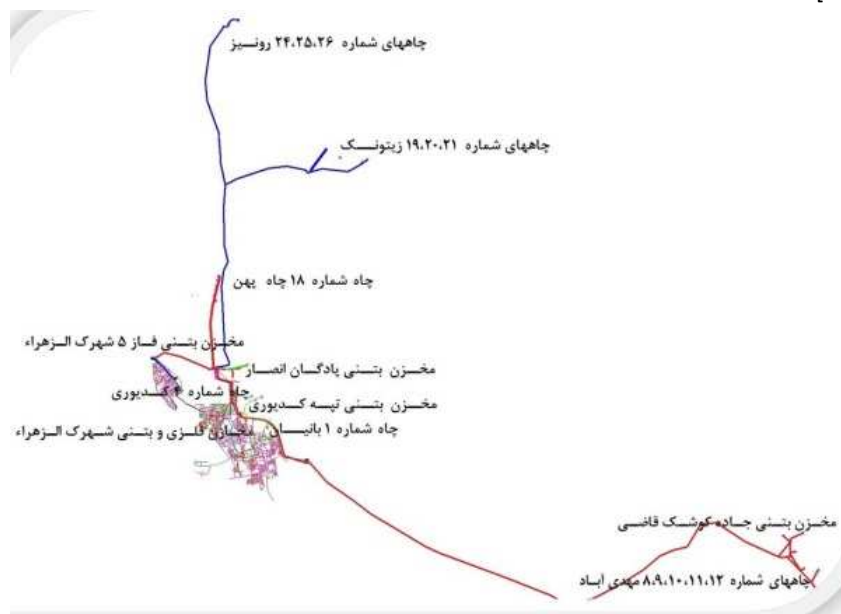
در این مقاله، پس از بررسی مشکلات تامین و توزیع آب در شهرستان فسا به تعیین برنامه‌های اجرایی در خصوص بهبود عملکرد حوزه آب بدون درآمد در شهرک الزهراء این شهر پرداخته شده است، و با اجرای ناحیه مجزای سیستم توزیع آب، میزان حجم تلفات روزانه آب در بخشی از شهرک الزهرا تقریباً برابر 179 متر مکعب در روز برآورد گردیده است.

2- وضعیت آبرسانی و مشکلات تامین

و توزیع آب شهر فسا

1-2- وضعیت آبرسانی

منابع آبی فعال شهر فسا، شامل 14 حلقه چاه در مناطق رونیز، زیتونک، مهدی‌آباد، چاه پهن و جاده کوشک قاضی است که با استفاده از 6 مخزن ذخیره یا تعادلی به سیستم توزیع آب شهری منتقل می‌شود. 3 مخزن در شهرک الزهرا واقع است و سه مخزن دیگر در تپه کدیوری، جاده کوشک قاضی و جنب پادگان انصار قرار دارند. روابط هیدرولیکی تاسیسات از قبیل نحوه ارتباط چاه با مخازن یا شبکه و یا چگونگی توزیع آب در شبکه پس از ذخیره در مخازن بررسی و سپس فرم‌های شناسنامه‌ای برای چاه‌ها و مخازن و تاسیسات وابسته از قبیل شیرآلات، پمپ‌ها و غیره تهیه و سپس موقعیت چاه‌ها، مخازن و شیرآلات شبکه توزیع فسا در قالب GIS ساماندهی و آماده سازی گردید. در طی عملیات پیمایش شیرآلات شهر فسا، 387 عدد از شیرآلات شبکه توزیع آب شامل شیرآلات موجود بر روی نقشه و شیرآلات جدید شناسایی و کدگذاری شده‌اند. هم چنین شرایط کلی شیر، محفظه و درپچه آن بررسی و ضبط گردیده است (شکل 1).



شکل (1): موقعیت چاه‌ها و مخازن شهر فسا

2-2- مشکلات تامین و توزیع آب

فسا

به دلیل خشکسالی های اخیر، افت شدید سفره های آب زیر زمینی و کاهش آبدی چاه ها و نیز افزایش بی رویه تقاضا شهر فسا و روستاهای تحت پوشش که در مسیر خط انتقال مهدی آباد و همچنین روستاهایی که تحت پوشش آبفا روستایی قرار دارند و به دلیل خشک شدن منابع تولید آنها، تامین آب آن روستاها عملاً به عهده آبفا شهری قرار گرفته است همه این عوامل موجب کمبود آب می باشد.

با توجه به ایجاد حدود 1000 واحد مسکونی مسکن مهر، علاوه بر آن افزایش مشترکین آبفا فسا به تعداد حدود 2000 فقره در سال که صرفاً جهت تامین افزایش تقاضای آب نیاز به حداقل 40 لیتر بر ثانیه افزایش تولید سالیانه می باشد.

علاوه بر این به دلیل عدم وجود منابع زیر زمینی در اطراف شهرستان امکان حفر چاه و افزایش منابع تولید مطمئن آهکی وجود ندارد و حفر چاه در مناطق موجود نیز دارای مشکلات عدیده اجتماعی و مقاومت اهالی در قبال حفر چاه می باشد که نمونه بارز آن حفر چاه در منطقه چهل چشمه درمرز بین شهرستان فسا و استهبان است.

باتوجه به حجم بالای آب شرب که صرف فضای سبز شهرداری می شود پیگیری ها و مکاتبات لازم با شهرداری و شورای شهر و فرمانداری شهرستان در خصوص جداسازی آب شرب از آب فضای سبز انجام گرفته است. لیکن به دلیل خشک شدن چاه شهرداری عملیات فوق متوقف شده و انجام جداسازی منوط به همکاری سازمان آب است. از چالش های دیگری که این امور با آن دست به گریبان است وضعیت آبرسانی به شهرک الزهرا می باشد که به علت اینکه مخزن تامین کننده آب این شهرک متکی به ذخیره آب مخزن 10000 متر مکعبی با دو مرحله پمپاژ آب می باشد در صورت عدم وجود میزان آب مناسب جهت عملیات پمپاژ حدود 7000 مشترک این منطقه وارد بحران شدید می گردد و برگشت به حالت پایدار و عادی زمان بر بوده و وضعیت توپوگرافی منطقه و اختلاف ارتفاع نیز آبرسانی به تمام نقاط به صورت یکسان را با مشکل مواجه می سازد که جهت رفع این مشکلات نظارت دقیق بر میزان ذخایر به منظور پمپاژ آب مورد نیاز این منطقه و همچنین تخلیه مخزن تعدیل فشار و شیرفشارشکن جهت زون بندی این منطقه انجام شده است (شکل 2).



شکل (2): محل استقرار مخازن تامین آب شهرک الزهرا

3- برنامه های اجرایی در خصوص

بهبود عملکرد حوزه آب بدون درآمد

3-1- ناحیه مجزای سیستم توزیع آب

DMA

یک DMA به صورت یک ناحیه مجزای سیستم توزیع آب معرفی می شود که در آن مقدار جریان ورودی و خروجی به دقت اندازه

گیری می شود. به شرط آنکه این منطقه از شبکه به اندازه کافی برای اجرای اقدامات کاهش نشت کوچک باشد. بدین ترتیب شرکت آب و فاضلاب می تواند به صورت دقیق تعیین کند که در چه زمانی و کجا فعالیت های نشت یابی مناسب تر است [5].

دو هدف اصلی از طراحی DMA، مدیریت نشت و مدیریت فشار می باشد.

جهت افزایش کارآمدی فرآیند کنترل هدررفت با استفاده از DMA، یک سری سرمایه گذاری های کوتاه مدت و درازمدت مورد نیاز

نیاز، تولید طراحی DMA می‌باشد از مزایای استفاده از DMA در طراحی شبکه استفاده مؤثر از روش کنترل فعال نشد، تعیین اولویت‌ها، معنی دار شدن داده‌ها، ارزیابی و نظارت دائمی بر تلفات مدیریت مؤثرتر فشار، اندازه‌گیری و نظارت بر مصرف ایزوله‌ها، اندازه‌گیری حداقل مصرف و تخمین تلفات فیزیکی اندازه‌گیری صاف خانگی جهت تعیین الگوهای مصرف، استخراج داده‌های مورد نیاز برای تحلیل هیدرولیکی شبکه و مدلسازی، نظارت بر کارایی روند بهره‌برداری و عملکرد تجهیزات کنترلی به ویژه شیرهای کاهنده فشار ارزیابی الگوهای زمان بندی عملکرد ایستگاه‌های پمپاژمی‌باشد[3].

است. در برنامه‌های کوتاه مدت باید وضعیت شبکه موجود را به صورت کامل بررسی و تدابیر مورد نیاز را برای مدیریت DMA طرح‌ریزی و اجرا نمود. در برنامه‌های دراز مدت لازم خواهد بود سیستم را هم از لحاظ عملکرد و هم از لحاظ آنالیز داده، مکان‌یابی و تعمیر نشد در یک سطح بهینه ثابت نگه داریم(شکل 3).

فرآیند مرحله به مرحله طراحی DMA شامل جمع‌آوری داده‌های شبکه (نقشه‌ها، خطوط لوله و شیرآلات)، طراحی یک بخش روی نقشه، طراحی DMA روی نقشه، ایجاد و کالیبراسیون یک مدل ریاضی، آزمایش DMA در مدل ارزیابی فشار حداقل، طراحی مجدد در صورت



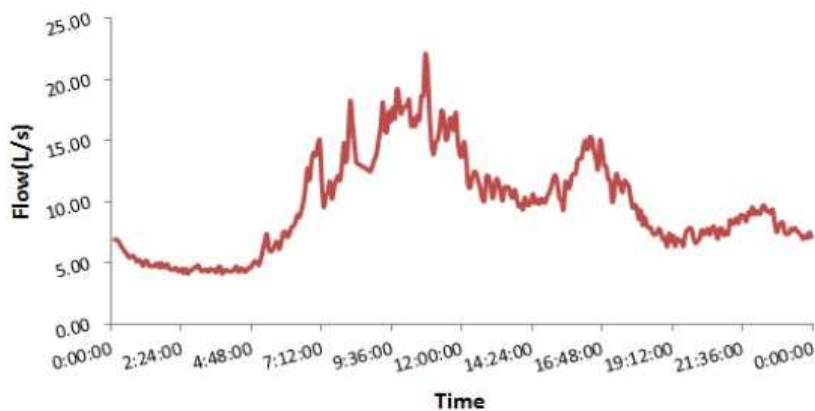
شکل (3): فلومتر نصب شده در ورودی ناحیه

مصرف در یک محدوده مشخص نتایج اندازه‌گیری حداقل مصرف و تخمین تلفات فیزیکی و اندازه‌گیری مصارف خانگی جهت تعیین الگوهای مصرف مشخص می‌گردد. برای عملیات دبی سنجی نواحی شمالی و جنوبی شهرک الزهرا به عنوان نواحی ایزوله در نظر گرفته شده است. ناحیه شمالی شهرک توسط مخزن فاز 5، با گنجایش 10000 و ناحیه جنوبی توسط مخزن فعلی با گنجایش 100 مکعب تغذیه می‌شود. این عملیات توسط فلومتر اولتراسونیک پرتابل انجام شده است که با قابلیت ثبت و ذخیره اطلاعات در فواصل زمانی 20 ثانیه، امکان مطالعه حداقل جریان شبانه را میسر می‌سازد.

4- محاسبه تلفات واقعی در شبکه

آبرسانی شهرک الزهرا شهر فسا

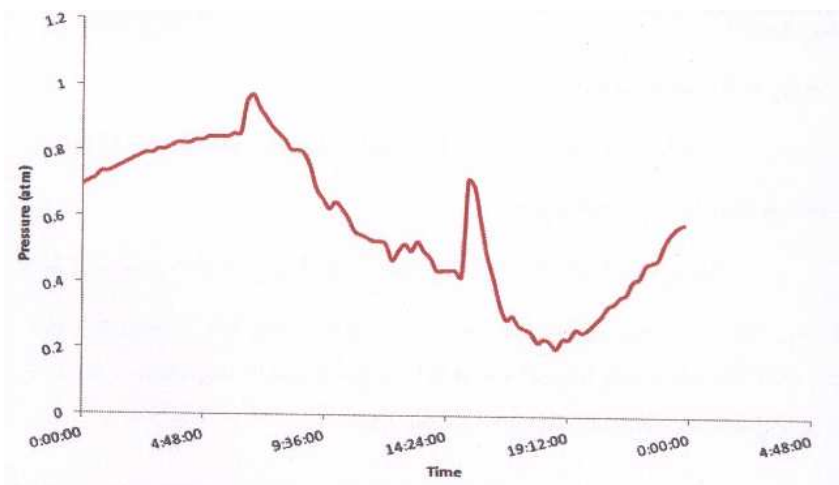
معمولاً بیش از نیمی از حجم هدررفت در شبکه‌های آبرسانی هدررفت واقعی است[4]. لذا جلوگیری از آن در شبکه بخش قابل توجهی از مطالعات آب بدون درآمد محسوب می‌گردد. جهت محاسبه تلفات واقعی در شبکه آبرسانی شهر فسا، قسمت‌های شمالی و جنوبی شهرک الزهرا به عنوان نواحی ایزوله هیدرولیکی در نظر گرفته شده است. در بازه زمانی معین در مدخل جریان‌های ورودی به این دو ناحیه فلومترهایی نصب و جریان اندازه‌گیری شده است. با جمع‌آوری و تحلیل



شکل (4): نمودار دبی سنجی مخزن ایستگاه در تاریخ 94/07/02

مدت آب طی شبانه روز و تلاش برای یافتن الگوی مصرف مناسب در این ناحیه بود. با توجه به اطلاعات به دست آمده از دبی سنجی جریان ورودی به DMA2، الگوی ورودی به نواحی جنوبی شبکه توزیع شهرک الزهرا مطابق شکل رسم گردیده است (شکل 5-4).

اطلاعات به دست آمده از جریان ورودی به DMA1 به دلیل قطع آب طولانی مدت، فشار کم جریان الگوی مصرف مشخصی در این زون ارائه نشده است. جریان ورودی در DMA2 طی چند مرحله از نیمه دوم اردیبهشت تا اواخر آذر 94 مورد اندازه گیری قرار گرفت. یکی از دلایل تعدد مراحل دبی سنجی در این ناحیه، فشار کم جریان و قطع طولانی



شکل (5): نمودار نوعی فشار

گرفته و مقدار تلفات موجود در شبکه آبرسانی محاسبه می شود. به منظور اندازه گیری تلفات آب نیاز به تخمین مصارف شبانه است. مقدار پیشنهاد شده جهت تخمین مصارف شبانه بین 0.6 تا 1 لیتر در ساعت به ازای هر نفر است. با توجه به تجربیات قبلی، مقدار مصرف شبانه در شهر فسا برابر با 1 لیتر در ساعت به ازای هر نفر در نظر گرفته شده است. با توجه به حداقل مصرف که اغلب در ساعت 4 بامداد مشاهده می گردد. مقدار مصرف شبانه مطابق مراحل زیر از مقدار ورودی آب کسر و مقدار تلفات در همان ساعت مشخص گردیده است [3-5].

به منظور تخمین تلفات با استفاده از نظریه FAVAD، نیاز به اطلاعات فشارسنجی DMA مورد نظر است. لذا از اطلاعات ایستگاه فشارسنجی واقع در خیابان پاسداران فاز 5 استفاده شده است. به منظور اندازه گیری تلفات در شبکه های آبرسانی روش های مختلفی وجود دارد. یکی از این روش ها روش از پایین به بالا است. در این روش با در نظر گرفتن مصرف مجاز شبانه مشترکین و کسر آن از مقدار جریان های حداقل شبانه اندازه گیری شده مقدار نشت متوسط شبانه (برحسب مترمکعب بر ساعت) به دست می آید (جدول 1) با استفاده از این روش اطلاعات حاصله از روش بالا به پایین مورد ارزیابی و قیاس قرار

$$1.05 = \frac{3600 \times 1}{3600} \text{ لیتر بر ثانیه تخمین حداقل مصرف شبانه (ساعت 4 بامداد)}$$

$$4.12 - 1.05 = 3.07 \text{ مصرف-جریان ورودی= محاسبه تلفات در ساعت حداقل مصرف (ساعت 4 بامداد)}$$

$$(1) \quad \text{تلفات در ساعت 4} = \frac{\text{تلفات در ساعت 1}}{\text{تلفات در ساعت 4}} \times 4 \text{ ، تلفات در ساعت 1}$$

$$(2) \quad \text{تلفات در ساعت 1- جریان ورودی ساعت 1= مصرف در ساعت 1}$$

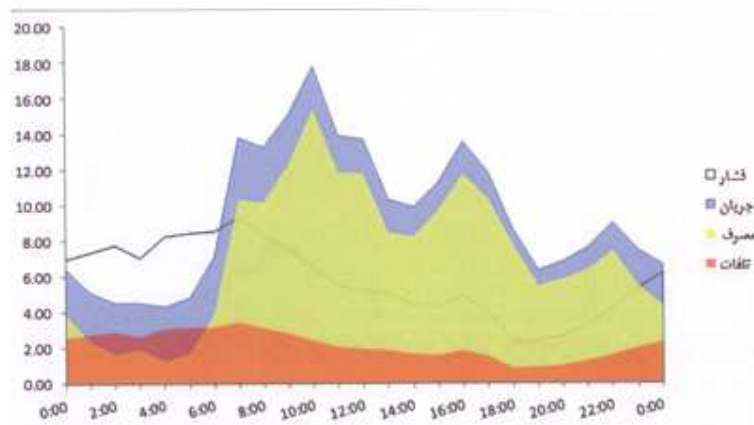
جهت تخمین تلفات آب در ساعات شبانه روز بر اساس تلفات در ساعت حداقل مصرف، رابطه بین نشت و فشار را محاسبه می‌نماییم (1-2).
گردد. در این جا مقدار توان N1 در مدل FAVAD برابر با 1 در نظر گرفته شده است.
به منظور درک رابطه بین نشت و فشار می‌بایست مقدار توانی N1 محاسبه

جدول(1): تغییرات میزان نشت و محاسبه مصرف ناحیه جنوبی شهر

زمان(ساعت)	0:00:00	1:00:00	2:00:00	3:00:00	4:00:00	5:00:00	6:00:00	7:00:00	8:00:00	9:00:00	10:00:00	11:00:00	12:00:00	13:00:00
فشار (مترآب)	6.96	7.35	7.75	7.04	8.24	8.43	8.53	9.31	8.33	7.55	6.47	5.49	5.2	5
تولید (لیتر بر ثانیه)	6.43	5.11	4.52	4.52	4.32	4.81	7.12	13.79	13.25	15.07	13.77	13.89	13.7	10.31
مصرف (لیتر بر ثانیه)	3.84	2.38	1.64	1.9	1.25	1.67	3.94	10.32	10.15	12.26	15.36	11.85	11.77	8.45
نشت (لیتر بر ثانیه)	2.59	2.73	2.88	2.62	3.07	3.14	3.18	3.47	3.1	2.81	2.41	2.04	1.93	1.86
زمان(ساعت)	13:00:00	14:00:00	15:00:00	16:00:00	17:00:00	18:00:00	19:00:00	20:00:00	21:00:00	22:00:00	23:00:00	24:00:00	12:00:00	
فشار (مترآب)	5	4.41	4.22	4.9	3.04	2.25	2.35	2.65	3.43	4.22	5.29	6.18	5.2	
تولید (لیتر بر ثانیه)	10.31	9.87	11.24	13.55	11.83	8.59	6.33	6.82	7.61	8.98	7.46	6.63	13.7	
مصرف (لیتر بر ثانیه)	8.45	8.23	9.67	11.73	10.7	7.75	5.49	5.84	6.33	7.41	5.49	2.3	11.77	
نشت (لیتر بر ثانیه)	1.86	1.64	1.57	1.82	1.13	0.84	0.87	0.98	1.28	1.57	1.97	4.33	1.93	

با توجه به جدول 1 و شکل 6، سطح زیر نمودار تلفات که میزان حجم تلفات روزانه آب را شامل می‌شود تقریباً برابر 179 متر مکعب در روز معادل 65355 مترمکعب در سال برآورد گردیده است.

همان گونه که از نمودار مشخص است به کاهش مصرف آب و در نتیجه افزایش فشار آب از نیمه شب تا حدود 10 بامداد، تلفات آب افزایش یافته و بین ساعت 4 تا 7 به اوج می‌رسد.



شکل (6): مدل تلفات شبکه با استفاده از رابطه FAVAD

[3] مهندسین مشاور راهدان سما (1388) - راهنمای طراحی و اجرای DMA

- [4] World Bank Group. (2016). USING PERFORMANCE-BASED CONTRACTS TO REDUCE NON-REVENUE WATER.
- [5] Alessandro Bettin. (2014) Leakage Control in Water Distribution Systems Best Practice for design and implementation of District Metering Areas (DMA).

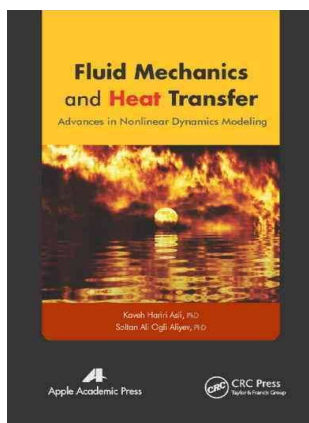
عوامل مختلفی در شکل گیری هدررفت های واقعی تاثیرگذار است، برخی از این عوامل شامل فشار، خوردگی، لرزش های ناشی از بارهای ترافیکی روی سطح، پر کردن نامطلوب ترانشه ها، استفاده از مواد نامرغوب، استفاده از نیروی کار غیرمتخصص، عدم وجود عملیات نگهداری و تعمیرات دوره ای و عوامل محیطی هم چون هوای سرد است. روش های پیشنهادی برای کنترل هدررفت واقعی شامل موارد ذیل می باشد:

- شناسایی نشت جهت تعیین موقعیت نشت های زمینه اجتناب- ناپذیر یا نامرئی
- بهبود فرآیند واکنش نسبت به نشت گزارش شده جهت کاهش حجم سالیانه هدررفت واقعی.
- زونینگ (ناحیه بندی) شبکه مبتنی بر روش های مستمر و کارآمد جهت شناسایی هدررفت.
- مدیریت فشار جهت کاهش حجم هدررفت و همچنین کاهش تکرار رخداد نشت های جدید.
- کنترل سطح مخازن جهت کاهش سرریزهای مربوط به آن.
- کنترل خوردگی جهت کاهش تکرار رخداد نشت های جدید.
- تعمیر و یا تعویض خطوط انتقال و خطوط لوله اصلی شبکه. اصلاح، توسعه و بازسازی خطوط انتقال و خطوط لوله اصلی.

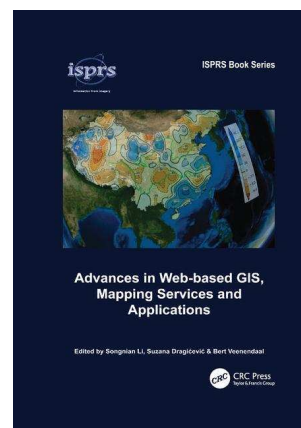
منابع

- [1] معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری (1391) - راهنمای شناخت و بررسی عوامل موثر در آب به حساب نیامده و راهکارهای کاهش آن.
- [2] مهندسین مشاور راهدان سما (1388) - راهنمای مدیریت هدررفت واقعی.

معرفی کتاب، مقاله، نشریه و مطالب کاربردی مرتبط



Fluid Mechanics and Heat Transfer:
Advances in Nonlinear Dynamics Modeling
Kaveh Hariri Asli, PhD,
Taylor & Francis Group,
2014



Advances in Web-based GIS: Mapping Services and Applications
Songnian Li, PhD,
Taylor & Francis Group,
2017



سیستم های اطلاعات جغرافیایی
برای دانش پژوهان علوم زمین
تالیف گریم بونهام - کارتر ،
انتشارات: سازمان زمین شناسان کشور/1391

مطالب کاربردی مرتبط (آشنایی با افزونه ArcBruTile)

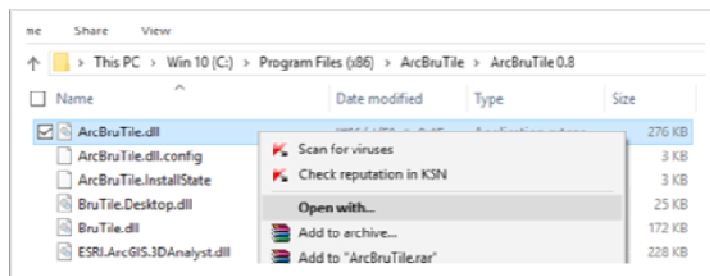
سید حسن هاشمی اشکاء، رئیس گروه نقشه و اطلاعات مکانی، سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان گیلان
Hashemi_Ashka@yahoo.com

سرویس‌های مکانی گوناگونی در بستر اینترنت وجود دارد که داده‌های مکانی مختلفی از قبیل تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌ها را در اختیار کاربران قرار می‌دهند. بطور مثال Bing Maps، MapBox، OpenStreetMap از جمله سرویس‌های ارائه‌دهنده خدمات در این خصوص محسوب می‌شوند. بسیاری از کاربران به دنبال استفاده از تصاویر و نقشه‌های موجود در این سرویس‌ها در محیط نرم‌افزار ArcGIS هستند. افزونه ArcBruTile از جمله نرم‌افزارهایی است که می‌تواند از طریق اتصال به سرویس‌های مذکور، تصاویر و نقشه‌های مورد نیاز را در ماژول ArcMap نمایش دهد. از ویژگی‌های این افزونه می‌توان به: دانلود رایگان و استفاده آسان از آن، پشتیبانی از انواع سیستم‌های مختصات و امکان تهیه خروجی از آن اشاره نمود.

کاربران می‌توانند از طریق مراجعه به لینک: <https://github.com/ArcBruTile/ArcBruTile>

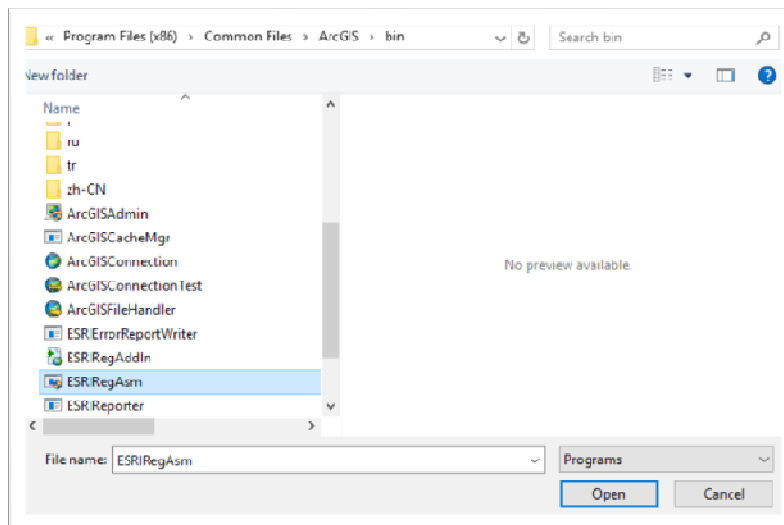
این افزونه را دانلود نمایند. پس از دانلود افزونه و اتمام مراحل نصب، مراحل رجیستر و فعال‌سازی آن به ترتیب زیر انجام می‌شود:

1- انتخاب فایل ArcBruTile.dll واقع در مسیر نصب نرم‌افزار (شکل 1).

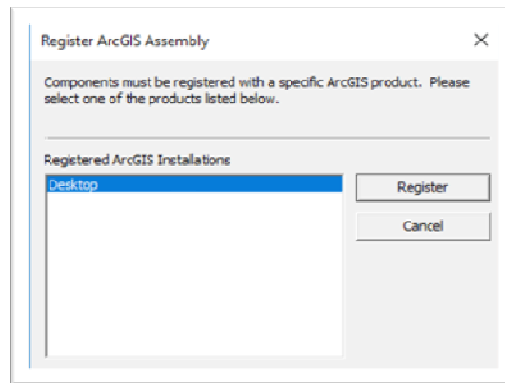


شکل (1) مسیر نصب نرم‌افزار ArcBruTile

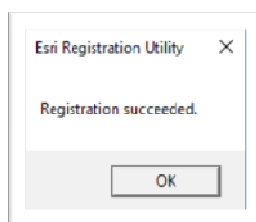
2- باز کردن فایل مذکور توسط ESRI Assembly Registration Utility (شکل 2-4).



شکل (2) مسیر نصب نرم‌افزار ArcBruTile

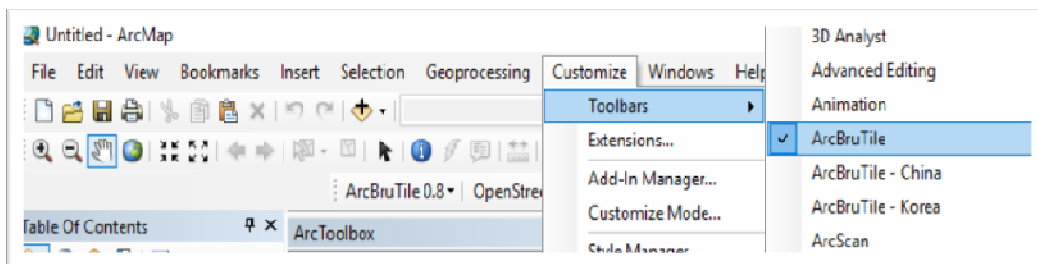


شکل (3) مسیر نصب نرم افزار ArcBruTile



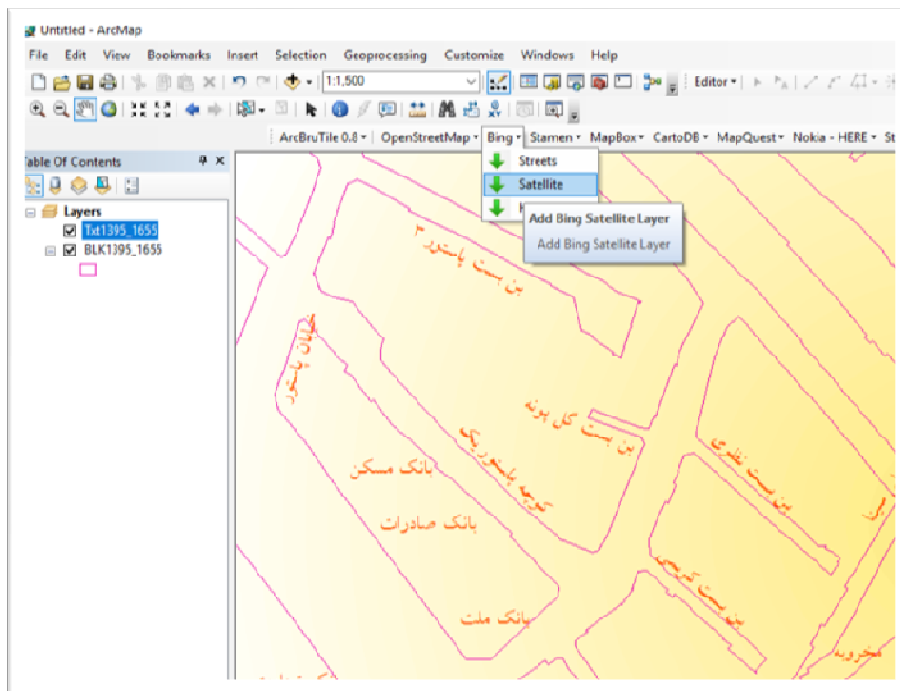
شکل (4) مسیر نصب نرم افزار ArcBruTile

3- فعال سازی گزینه ArcBruTile از طریق انتخاب گزینه Toolbar در محیط ArcMap (شکل 5).

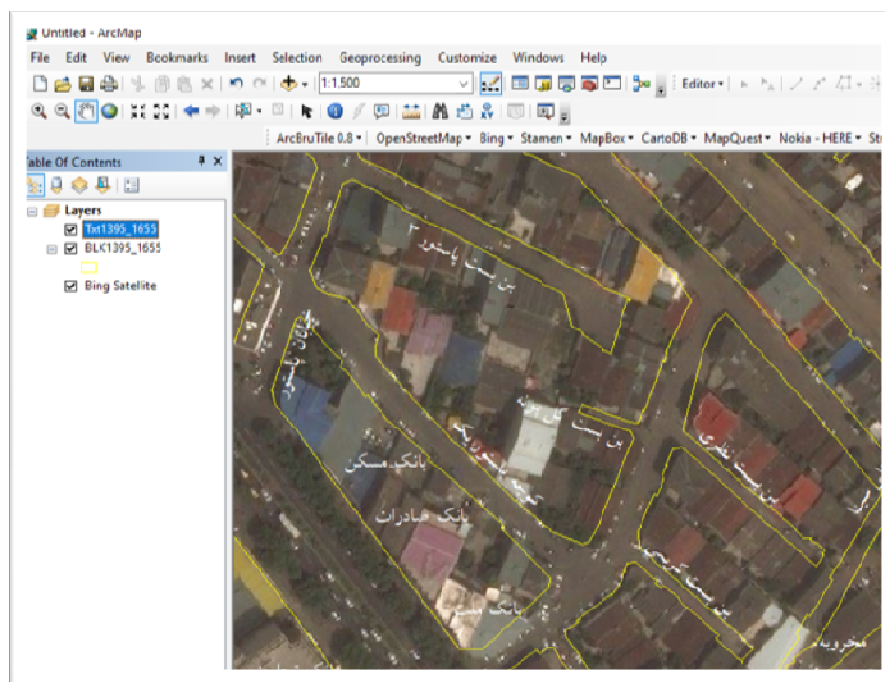


شکل (5) فعال سازی گزینه ArcBruTile در محیط ArcMap

4- اضافه کردن نقشه منطقه مورد نظر به محیط ArcMap و انتخاب گزینه مربوط به نوع سرویس مورد نیاز از نواریز ArcBruTile و مشاهده تصویر ماهواره ای مربوط به منطقه مورد نظر در پس زمینه آن (شکل 6-7).



شکل (6) تصویر ماهواره ای مربوط به منطقه مورد نظر



شکل (7) تصویر ماهواره ای مربوط به منطقه مورد نظر

منابع:

[1] فصلنامه نقشه و اطلاعات مکانی گیلان / سال دوم / شماره 2 / تابستان 1396



هدف از انتشار فصلنامه:

هدف از انتشار فصلنامه آب بدون درآمد و مدیریت مصرف آب کمک به بهبود روش های اجرایی در عرصه کاهش آب بدون درآمد و مدیریت مصرف آب از طریق انتشار تجربیات موفق اجرایی و نتایج تحقیقات کاربردی است. دامنه موضوعی فصلنامه محدود به کاربردهای آب در صنعت آبفای کشور و نیز رابطه متقابل آنها با مدلینگ تاسیسات و مدیریت و کنترل آب بدون درآمد و مدیریت مصرف آب از دیدگاه علمی- کاربردی خواهد بود. بر این اساس، نوع مقاله می تواند انتقال مفهوم، انتقال تجربه و یا مطالعه موردی بوده و محتوای موضوعی مقالات در این فصلنامه شامل موارد ذیل است:

-اهداف اقتصاد مقاومتی با محور اصلاح الگوی مصرف آب شرب.

-مدیریت و کنترل آب بدون درآمد.

- مدیریت مصرف آب.

-مدلینگ و کالیبراسیون تاسیسات تامین، ذخیره، انتقال و توزیع آب.

-مدلینگ آب، اقتصاد و مدیریت .

تهیه مدل ثبت جریان- تهیه مدل مدیریت فشار- تهیه مدل مدیریت نشت - تهیه مدل مدیریت مصرف- تهیه مدل فشار سنجی- تهیه مدل حوادث- تهیه مدل بالابه پایین یا مدل بالانسینگ آب - تهیه مدل پایین به بالا یا مدل حداقل جریان شبانه - تهیه مدل تحلیل اقتصادی(هزینه - فایده)- تهیه مدل ثبت اطلاعات مشترکین و املاک- تهیه مدل باز سازی و نو سازی(طرح عملیات)- تهیه مدل هزینه فایده مطالعات و عملیات کاهش هدررفت واقعی و هدررفت ظاهری- تهیه مدل شستشوی شبکه توزیع- تهیه مدل کنترل کیفیت آب.

-سامانه های سنجش از راه دور و ارتقا ضریب ایمنی فنی و بهداشتی توزیع آب.

-گردش سریع اطلاعات و مدیریت هوشمند فشار در انطباق با سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS.



شرکت آب و فاضلاب شهری گیلان
Guilan Province
Water and Wastewater Company



شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
National Water and Wastewater
Engineering Company



Non-Revenue Water Journal (NRWJ)

Issue No.3
Aug-Sep 2017