بسم الله الرحمن الرحيم

فراخوان مقاله:

سازمان برنامه و بودجه استان گیلان در راستای اشاعه و ارتقاء فرهنگ GIS در سطح جامعه و نیز کمک به تبادل تجربیات موفق در عرصه کاربرد اطلاعات مکانی، نسبت به تهیه و انتشار "فصلنامه نقشه و اطلاعات مکانی گیلان " اقدام نموده است.

با عنایت به اهمیت موضوع، بدین‌وسیله از کلیه صاحب‌نظران، متخصصین و کارشناسان دعوت می‌شود مقالات خویش را با استفاده از فایل «کلیات، اهداف، نحوه جمع‌آوری و ارسال مقالات» و فایل «راهنمای تهیه مقاله» که از طریق لینک سامانه پذیرش مقاله به نشانی: www.mpogl.ir/amar/ در دسترس می‌باشند؛ تهیه نموده و به دبیرخانه فصلنامه ارسال دارند.

مقالات با ساختار عنوان، چکیده فارسی و واژه‌های کلیدی به زبان فارسی و انگلیسی، مقدمه، مواد و روش‌ها، نتایج و بحث، نتیجه‌گیری و منابع ارائه می‌شوند. به‌منظور افزایش اعتبار فصلنامه در نزد مجامع، مراجع علمی ملی و بین‌المللی و نظام‌های رتبه‌بندی و اعتبارسنجی رسمی، ضروری است برای تمامی مقالات چکیده انگلیسی تهیه و به همراه آخرین پیش‌نویس مقاله جهت بررسی و داوری ارسال شود. مقالات می‌بایستی به‌صورت فایل word و پس از انطباق با راهنمای تهیه مقاله به همراه فایل pdf آن، از طریق گزینه «ثبت اطلاعات جدید» به دبیرخانه فصلنامه ارسال گردد. نویسندگان محترم در صورت وصول نامه پذیرش مقاله، از سوی مدیرمسئول فصلنامه می‌بایست در خصوص تکمیل، امضا و ارسال فرم حق نشر اقدام نموده و در صورت لزوم جهت کسب اطلاعات بیشتر با تلفن ۰۱۳-۳۳۶۶۴۰۱۴ داخلی ۲۸۱ تماس حاصل فرمایند.

بسم الله الرحمن الرحیم

هیئت تحریریه فصلنامه نقشه و اطلاعات مکانی گیلان

Mapping and Geospatial Information Journal of Guilan (MGIJ)

کاوه حریری اصلی
kaveh Hariri Asli
Associate Editor سردبیر علمی
Ph.D., Mechanical Engineering, energy conversion,
map_j@mpogl.ir

وحید طیفوری
Vahid Teyfouri
Editor-in-Chief مدیر مسئول
MSc., Statistics
map_j@mpogl.ir

سیدحسن هاشمی اشکاء
Seyed Hasan Hashemi Ashka
Associate Editor سردبیر اجرایی
BSc., Surveying Engineering
map_j@mpogl.ir

محمد امین کنعانی
Mohammad Amin Kanaani
Editorial Board عضو
Ph.D., Sociology
kanani@guilan.ac.ir

اصغر شکرگزار
Asgar Shokrgozar
Editorial Board عضو
Ph.D., Urban geography trends
dr_asgarshokrgozar@yahoo.com

میر احمد لشته‌نشایی
Mir Ahmad Lashteh Neshaei
Editorial Board عضو
Ph.D., Coastal Engineering
maln@guilan.ac.ir

ابوالحسن سمیع یوسفی
Abolhasan Sami Yousefi
Editorial Board عضو
BSc., Surveying Operation Engineering
Abolhassan.Samie@gmail.com

میثم عفتی
Meysam Effati
Editorial Board عضو
Ph.D., Geospatial Information Systems (GIS)
meysameffati@guilan.ac.ir

پانته آ گیاهچی
Panthea Giahchi
Editorial Board عضو
Ph.D., Geomorphology
pgiahchi@gmail.com

شهریار صبح زاهدی
Shahriar Sobh Zahedi
Editorial Board عضو
MSc., Forestry
sh.szahedi@gmail.com

علی امیری تلیکانی
Ali Amiri Talikani
Editorial Board عضو
MSc.,Hydraulic Structures
amiri_talikani@yahoo.com

مجید یاسوری
Majid Yasouri
Editorial Boardعضو
PH.D. , Geography and rural planning
m.yasori@yahoo.com

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

پیشگفتار جناب آقای محمد علی محمدی رئیس سازمان برنامه و بودجه گیلان ۵
پیشگفتار مدیرمسئول ٦
پیشگفتار سردبیر اجرایی و سردبیر علمی ۷
مقالات تخصصی و پژوهشی ۸
مدل هیدرولیکی مکان مرجع و تحلیل هدررفت آب/نویسنده: دکتر کاوه حریری اصلی ۸
انتخاب بهترین روش زمین‌آماری در محیط GIS جهت درون‌یابی فشار نویسنده: مهندس فخرالدین آزاد شهرکی ۱۵
بررسی تأثیر جانمایی نامناسب محل دفن زباله شهری غیر ایزوله نسبت به منابع آبی و میزان هدر رفت آب در شبکه توزیع (پایلوت، شهر رستم‌آباد)/نویسنده: مهندس ابراهیم شاه منصوریان ۱۹
بهینه‌سازی فرآیند دنیتریفیکاسیون به روش پرورش جذبی/نویسنده: مهندس محمد مهر مطلق ۲۷
معرفی کتاب، مقاله، نشریه و مطالب کاربردی مرتبط ۳۳

❖ صاحب‌امتیاز: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان گیلان– شماره و تاریخ مجوز: ۷۷۸۳۸ مورخ ۱۳۹۵/۳/۲۴
شاپا: ۴۲۸۹-۲۶۴۵ (ISSN: 2645-4289)
❖ دبیرخانه: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان گیلان
گیلان–رشت– خیابان امام خمینی– خیابان پانزده خرداد کد پستی: ۸۳۷۳۹–۴۱۹۳۹
پست الکترونیک: map_ j@mpogl.ir
❖ مسئولیت آرا و نظرات ارائه‌شده در فصلنامه بر عهده نویسنده یا نویسندگان است و چاپ مطالب به معنای تائید از سوی فصلنامه نیست.
❖ با هدف انعکاس دیدگاه‌ها و نظرات مدیریتی در حوزه نقشه و اطلاعات مکانی، پیشگفتار فصلنامه نقشه و اطلاعات مکانی گیلان در هر شماره توسط یکی از مدیران دستگاه‌های اجرایی و صنایع کشور تهیه می‌شود.
❖ فصلنامه در انتخاب و ویرایش و تلخیص مطالب دریافتی آزاد است.
❖ نقل مطالب با ذکر مأخذ مجاز است.
❖ لینک دریافت رایگان نسخه الکترونیکی فصلنامه: http://sdi.mpogl.ir

پیشگفتار

تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی مناسب منوط به در اختیار داشتن اطلاعات دقیق و قابل‌اعتماد است. مطالعات نشان می‌دهد قسمت اعظم اطلاعات موردنیاز در امور برنامه‌ریزی و اجرا، ماهیت و ویژگی مکانی داشته و ارتباط آن‌ها با یکدیگر تحت تأثیر مختصات و موقعیت آن‌ها قرار دارد. لذا دسترسی و استفاده از اطلاعات مکان‌محور در فرآیند تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. سرعت دسترسی به اطلاعات به‌روز، تصمیم‌گیری فوری و به‌موقع را برای مدیران و برنامه‌ریزان فراهم می‌آورد. لزوم دسترسی سریع به اطلاعات به‌روز در قالب سیستمی پویا که توانایی پردازش و آنالیز اطلاعات مذکور را داشته باشد، کاربرد سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) را در دستور کار مدیران و برنامه‌ریزان قرن بیست‌ویکم قرار داده است. ایجاد سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی با هدف خدمات‌رسانی مطلوب، بهره‌برداری صحیح از سیستم‌ها، آمادگی در برابر حوادث، شناخت راه‌کارهای معین، اتخاذ بهترین تصمیم و اعمال مدیریت در کمترین زمان ممکن توجه مدیران کشورمان را به خود جلب کرده است. استفاده صحیح از منابع و ظرفیت‌های موجود و نوسازی و بهره‌برداری از تأسیسات فرسوده به‌موازات احداث تأسیسات جدید از طریق تولید و تبادل تجربه‌ها و دانش فنی کار و به‌کارگیری فناوری‌های نوین و گردش سریع اطلاعات امکان‌پذیر است. در این راستا فصلنامه نقشه و اطلاعات مکانی گیلان» به‌منظور تبادل تجربه‌های مرتبط با کاربرد GIS در سازمان‌ها، دستگاه‌های اجرایی و صنایع تدوین گردیده است. هدف از انتشار فصلنامه حاضر، کمک به بهبود روش‌های اجرایی در عرصه کاربرد اطلاعات مکانی و GIS در علوم مهندسی از طریق انتشار تجربیات موفق اجرایی و نتایج تحقیقات کاربردی است؛ بنابراین فصلنامه «نقشه و اطلاعات مکانی گیلان» با اتکا بر فناوری‌های پیشرفته روز دنیا در جهت مدیریت هوشمند در بستر GIS و گردش سریع اطلاعات راه‌اندازی شده و ضمن ارائه مدل‌ها و روش‌های جدید علمی به مجموعه متخصصین کشور عزیزمان تقدیم می‌گردد.

محمدعلی محمدی
رئیس سازمان برنامه و بودجه استان گیلان

پیشگفتار مدیرمسئول

به حول و قوه الهی نخستین فصلنامه در حوزه علوم نقشه‌برداری و اطلاعات مکانی با عنوان «فصلنامه نقشه و اطلاعات مکانی گیلان» در جهت تبادل اندیشه و تجربه‌های مرتبط با کاربردهای اطلاعات مکانی سازمان‌ها، دستگاه‌های اجرایی و پژوهشگران این حوزه تدوین گردید و خرسندیم با همکاری گروهی از همکاران و کارشناسان سازمان و برخی دستگاه‌های اجرایی استان گیلان، این مهم فراهم شد تا نخستین شماره فصلنامه در اختیار مخاطبین قرار گیرد.

کلیات تهیه این فصلنامه از سوی کمیته تخصصی تهیه نشریه GIS استان گیلان در سال ۱۳۹۳ تهیه و در گروه کارشناسی کاربران GIS وقت استان گیلان توسط معاونت آمار و اطلاعات سازمان برنامه و بودجه ارائه گردید. در چهل و یکمین جلسه گروه کارشناسی کاربران GIS ، تهیه این فصلنامه مصوب و برای طرح و تأیید به شورای برنامه‌ریزی و توسعه استان گیلان ارائه و در سومین جلسه شورای برنامه‌ریزی و توسعه استان گیلان در سال ۱۳۹۴ به تصویب رسید و جهت اجرا به این سازمان ابلاغ گردید. پس‌ازآن، اقدامات موردنیاز جهت اخذ مجوز انتشار فصلنامه مذکور به عمل آمد و مجوز انتشار در خردادماه سال ۱۳۹۵ از سوی وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی صادر گردید.

جا دارد از زحمات، نظرات و همکاری صمیمانه و ارزشمند اعضای کمیته تهیه فصلنامه: سرکار خانم‌ها کلارا مقدور مشهور، نماینده محترم شرکت مخابرات، راضیه پرموزه، نماینده محترم شرکت توزیع برق، اعظم حبیب پناه، نماینده سازمان برنامه و بودجه گیلان، جناب آقایان خسرو تاجداری، نماینده محترم شرکت آب منطقه‌ای، دکتر کاوه حریری اصلی، نماینده محترم شرکت آب و فاضلاب شهری، پیام عالمی صف اول، نماینده محترم مرکز پژوهش‌های زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی، سید حسن هاشمی اشکاء و علی امیری تلیکانی نماینده سازمان برنامه و بودجه گیلان قدردانی به عمل آید.

در خاتمه با عنایت به این‌که هدف از انتشار فصلنامه حاضر اشاعه روش‌های کاربردی و اجرایی در استفاده از داده‌ها و اطلاعات مکانی است. لذا ضمن تقدیر و تشکر از حمایت جناب آقای محمدعلی محمدی ریاست محترم سازمان برنامه بودجه استان گیلان، مجموعه سازمان‌ها، دستگاه‌های اجرایی و مؤسساتی که در خصوص انتشار اولین شماره فصلنامه ما را یاری نموده‌اند، امید است با یاری همه کارشناسان دستگاه‌ها و سازمان‌ها و نهادهای ملی و استانی، اساتید، دانش‌پژوهان و دانشجویان محترم جهت ارتقا سطح دانش فنی بکار گیری نقشه، GIS و اطلاعات مکانی، مقالات خود را به دبیرخانه فصلنامه ارسال فرمایند.

وحید طیفوری
مدیرمسئول

پیشگفتار سردبیر اجرایی و سردبیر علمی

امروزه حجم گسترده اطلاعات نقشه‌ای و لزوم بروز رسانی آن در قالب سیستمی پویا که بتوان داده‌های متفاوتی را از آن استخراج نمود کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS را در دستور کار مدیران و برنامه ریزان در قرن حاضر قرار داده است. وجود یک بانک اطلاعات قوی و کارآمد می‌تواند راه گشای بسیاری از مشکلات کاری باشد. اگر اطلاعات نقشه‌ای صرفاً در حافظه افراد متخصص ذخیره شود با گذشت زمان می‌تواند به‌راحتی از دسترس سیستم خارج گردد. ازاین‌رو لزوم ایجاد بانک‌های اطلاعاتی به‌منظور خدمات‌رسانی مطلوب و بهره‌برداری صحیح از سیستم‌ها و آمادگی در برابر حوادث و شناخت راهکارهای معین و اتخاذ بهترین تصمیم و اعمال مدیریت در کمترین زمان ممکن، توجه مدیران کشورمان را به خود جلب کرده است. استفاده صحیح از منابع و مدیریت هوشمند از طریق به‌کارگیری فناوری‌های نوین، تولید و تبادل تجربیات و دانش فنی کار امکان‌پذیر است.

در این راستا فصلنامه «نقشه و اطلاعات مکانی گیلان» Mapping and Geospatial Information Journal of Guilan به‌منظور تبادل تجربه مرتبط با کاربرد GIS در سازمان‌ها، دستگاه‌های اجرایی و صنایع تدوین گردیده است. هدف از انتشار فصلنامه حاضر کمک به بهبود روش‌های اجرایی در عرصه کاربردهای اطلاعات مکانی و GIS در علوم مهندسی از طریق انتشار تجربیات موفق اجرایی و نتایج تحقیقات کاربردی است؛ بنابراین فصلنامه «نقشه و اطلاعات مکانی گیلان» با اتکا بر فناوری‌های پیشرفته روز دنیا در جهت مدیریت هوشمند در بستر GIS و گردش سریع اطلاعات راه‌اندازی شده و ضمن ارائه مدل‌ها و روش‌های جدید علمی به مجموعه متخصصین کشور عزیزمان تقدیم می‌گردد. در انتها ضمن تقدیر و تشکر از حمایت مجموعه سازمان‌ها، دستگاه‌های اجرایی و صنایع که در خصوص انتشار اولین شماره فصلنامه ما را یاری نموده‌اند، امید است که اساتید، دانش‌پژوهان و دانشجویان محترم نیز جهت ارتقا سطح دانش فنی GIS مقالات خود را به دبیرخانه فصلنامه ارسال فرمایند.

سید حسن هاشمی اشکاء
سردبیر اجرایی فصلنامه
نقشه و اطلاعات مکانی گیلان

کاوه حریری اصلی
سردبیر علمی فصلنامه
نقشه و اطلاعات مکانی گیلان

مقالات تخصصی و پژوهشی

Geospatial hydraulic modeling and Non-Revenue Water (NRW)

kaveh Hariri Asli * (a), Ahmad Hozori (b), Sayed Bazyar (c), Sasan Rahmani (d), Sajad Nazari (e),
(a) Ph.D., Mechanical engineering, energy conversion, Guilan water & wastewater co., Rasht, Iran, Fouman and Shaft Islamic Azad University, Rasht, Iran, *hariri_k@yahoo.com*
(b) MSc., Guilan water & wastewater co., Rasht, Iran, *ahmadhozouri@yahoo.com*
(c) MSc. Student, Civil engineering, Fouman and Shaft Islamic Azad University, Rasht, Iran, *mina616@ymail.com*
(d) MSc. Student, Mechanical engineering, energy conversion, Fouman and Shaft Islamic Azad University, Rasht, Iran, *sasan64rahmani64rad@gmail.com*
(e) MSc. Student, Mechanical engineering, energy conversion, Rasht, Iran, *mechanic_nazari@yahoo.com*
(* Corresponding author: kaveh Hariri Asli)

Abstract
Present research in order to reduce non-revenue water through cluster testing of meters was arranged in the Rasht city's water plant. In this study, rapid data intercommunication model based on Geography Information System GIS were considered in District Metering Area DMA. During the study, the consumption curve, Minimum Night Flow MNF and pressure distribution curves by water distribution network hydraulic model was investigated. The hydraulic model in compliance with GIS and WATERGEMS8.2 software in the form WATERGEMS8.2 was defined. The results of research ordered the change of 4058 meters with a negative measuring error.

Keywords: non-revenue water; Geography Information System; intelligent management of pressure; calibration.

مدل هیدرولیکی مکان مرجع و تحلیل هدررفت آب

کاوه حریری اصلی[۱]، احمد حضوری علیپور[۲]، سعیدبازیار[3]، ساسان رحمانی راد[4]، سجاد نظری [۵]
[۱] دکترای مهندسی مکانیک (تبدیل انرژی)، مدیر دفتر مدیریت مصرف آبفای شهری گیلان، رشت، گروه مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فومن و شفت،
hariri_k@yahoo.com
[۲] فوق‌لیسانس ژئومورفولوژی در برنامه‌ریزی محیطی، کارشناس دفتر مدیریت مصرف، آبفای شهری گیلان، رشت،
ahmadhozouri@yahoo.com
[3] دانشجوی فوق‌لیسانس مهندسی عمران (سازه)، گروه عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فومن و شفت،
mina616@ymail.com
[4] دانشجوی فوق‌لیسانس مهندسی مکانیک (تبدیل انرژی)، گروه مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فومن و شفت،
sasan64rahmani64rad@gmail.com
[۵] دانشجوی فوق‌لیسانس مهندسی مکانیک (تبدیل انرژی)، گروه مکانیک، دانشگاه پیام نور مرکز رشت،
mechanic_nazari@yahoo.com

چکیده
در این تحقیق مدل مبتنی برگردش سریع اطلاعات و منطبق بر سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS در منطقه مجزای اندازه‌گیری DMA مورد بررسی قرار گرفت. طی این تحقیق، منحنی مصرف، حداقل جریان شبانه آب MNF و خطوط هم‌تراز فشار ضمن بهره‌گیری از مدل هیدرولیکی شبکه‌های توزیع آب بررسی گردید. این مدل هیدرولیکی در انطباق با GIS در محیط نرم‌افزاری WATERGEMS8.2در قالب تحلیل هدررفت و تحت مدیریت نرم‌افزار ArcGIS9-ArcMap9.3 تعریف شد. نتیجه تحقیق در بخش هدر رفت ظاهری تعویض ٤٠٥٨ دستگاه از کنتورهای با خطای منفی را در دستور کار قرارداد.

کلمات کلیدی: آب بدون درآمد، سیستم اطلاعات جغرافیایی، مدیریت هوشمند فشار، کالیبراسیون.

۱- مقدمه

در نگرش جدید جهانی، آب کالایی اقتصادی – اجتماعی و به‌عنوان نیاز اولیه انسان محسوب می‌شود. هرچند آب یکی از منابع تجدیدشونده به شمار می‌رود، اما مقدار آن محدود است. با توجه به رشد جمعیت، گسترش صنعت، بالا رفتن سطح بهداشت و رفاه عمومی، سرانه منابع تجدیدشونده رو به کاهش می‌باشد. کشور ایران با متوسط نزولات جوی ۲۶۰ میلی‌متر در سال از کشورهای خشک جهان و دارای منابع آبی محدود است. لذا کلیات موضوع پژوهش حاضر در راستای اجرای مدیریت مصرف آب و شامل موارد ذیل است:

• مدیریت مصرف و کاهش تلفات در مدیریت تأسیسات آب‌رسانی.
• افزایش عمر مفید تأسیسات توزیع آب.

تجربه و تاریخچه اجرای پروژه‌های مدیریت مصرف که درسته جهان انجام‌شده شامل کشورهای توسعه‌یافته صنعتی و در حال رشد است. به‌طور مثال در استرالیا اجرای مدیریت مصرف در شبکه توزیع شهر سیدنی باعث صرفه‌جویی معادل ۱۲ میلیون مترمکعب در سال گردیده است. ضمن اینکه با بازرسی از ۱۷۰۰۰ کیلومتر از شبکه در هر سال، تقریباً هر سال یک‌بار کل شبکه مورد بازبینی قرار می‌گیرد. میزان تلفات واقعی شهر سیدنی هم‌اکنون در حدود ۱۰ درصد است. رئوس مدیریت مصرف مبتنی بر مدیریت هوشمند فشار سیدنی شامل موارد زیر می‌شود:

- مدیریت فعال نشت
- مدیریت فشار
- افزایش سرعت تعمیر نشت‌های گزارش‌شده
- بهینه‌سازی سیستم‌های اندازه‌گیری جریان

در خاورمیانه کشور اردن با سرانهٔ منابع تجدید پذیر آب 327 مترمکعب در سال با تنگناهای بسیار جدی مواجه است و ازنظر طبقه‌بندی‌های بین‌المللی در مرحله بی‌آبی حاد قرار دارد .در چند سال گذشته مطالعات وسیعی در بخش مدیریت مصرف آب چه در بعد مصارف شهری و چه در حوزه مصارف کشاورزی و صنعتی در کشور اردن صورت پذیرفته است. گروه‌های مطالعاتی این طرح به این نتیجه رسیده‌اند که صرفه‌جویی‌های بالقوه در مصرف آب 506 مصرف‌کننده عمده ناحیه موردبررسی در شهر امان بالغبر 14 میلیون مترمکعب در سال است. مصرف‌کنندگان عمده بر اساس مصرف بیش از 500 مترمکعب در هر دور قرائت3 ماهه تعریف شدند. به دلیل محدودیت بسیار شدید آب طرح‌های استفاده مجدد از آب در کشور اردن مورد توجه بسیار واقع گردیده است تا جایی که در حدود 25 درصد از آب مورد استفاده در کشاورزی از طریق تصفیه فاضلاب‌های شهری و استفاده از آب خاکستری تأمین می‌گردد. برخی طرح‌های موفق استفاده از آب خاکستری در کشور اردن به اجرا درآمده‌اند. این الگوها توسط کشورهای هم‌جوار نظیر لبنان موردتوجه قرارگرفته‌اند. در کشورمان ایران عواملی همچون رشد جمعیت، توسعه صنعتی و حفاظت اکوسیستم ها، تقاضای آب را روزبه‌روز بیشتر می‌کند. با توجه به رشد جمعیت سرانه منابع آب تجدیدشونده سالانه که در سال ۱۳۳۵ حدود ۷۰۰۰ مترمکعب بوده، در سال ۱۳۷۵ به ۲۰۰۰ مترمکعب کاهش یافته و پیش‌بینی می‌شود که تا سال ۱۴۰۰ به حدود ۸۰۰ مترمکعب کاهش یابد که پایین‌تر از مرز کم‌آبی (۱۰۰۰ مترمکعب) است. لذا ضروری است که تأسیسات آبی بر اساس روش ویژه‌ای مورد بهره‌برداری قرار گیرند و در مدت‌زمان مناسب، کارکرد مناسب و تولید مفید و حداقل هزینه را داشته باشند. منظور از بهره‌برداری، بهره‌گیری مناسب از تجهیزات در محدوده عمر مفید آن‌ها می‌باشد. گام نخست در بهره‌برداری علمی از تأسیسات بروز رسانی اطلاعات نقشه‌ای تأسیسات در قالب سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS است. با توجه به حجم گسترده اطلاعات بهره‌برداری، ضمن بروز رسانی اطلاعات نقشه‌ای تأسیسات در قالب GIS می‌توان داده‌های متفاوتی را در حداقل زمان از آن استخراج نمود. یک بانک اطلاعات قوی و کارآمد تأسیسات و مشترکین به عنوان سرور اصلی می‌تواند راه گشای بسیاری از مشکلات عدیده باشد. اگر اطلاعات مربوط به تأسیسات در حافظه افراد متخصص و کارگران باتجربه قرار داشته باشد با گذشت زمان از دسترس سیستم خارج می‌گردد. لذا در ابتدا نقشه‌های تأسیسات و مشترکین بایستی اسکن و ویرایش شده و لایه بندی گردند. ضمناً لازم است تغییرات بعدی به وجود آمده در شبکه و اماکن بر روی این نقشه‌ها منعکس شوند تا به‌مرورزمان کارایی خود را از دست ندهند. اجزا تأسیسات و تجهیزات عمدتاً شامل موارد ذیل است که به‌روز گردیده و در قالب GIS بر روی نقشه‌ها منعکس می‌گردند [۱].

- لوله‌ها: در نقشه‌های کامپیوتری تهیه‌شده، لوله‌های موجود در شبکه با دقت به‌روز گردیده و با ذکر جنس و قطر در قالب GIS بر روی نقشه‌ها منعکس می‌گردند.
- شیرآلات: موقعیت مکانی شیرآلات اعم از شیرآلات مرئی، شیرآلات نامرئی و کلیه شیرآلات جدید، در قالب GIS بر روی نقشه‌های شبکه توزیع منعکس می‌گردند.
- فشارسنج‌ها: موقعیت مکانی فشارسنج‌ها در قالب GIS، بر روی نقشه‌های شبکه توزیع منعکس می‌گردند.
- چاه‌ها: مشخصات فنی چاه‌ها، در قالب GIS بر روی نقشه‌های تأسیسات منعکس می‌گردند.
- ایستگاه کلرزنی: مشخصات فنی ایستگاه‌های کلرزنی، بر روی نقشه‌های تأسیسات منعکس می‌گردند.

نقشه‌های کامپیوتری مشترکین و تأسیسات متناسب با نیازهای GIS به‌روز گردیده وجهت پیاده‌سازی و اجرای GIS Ready نقشه‌ها به شرح ذیل عمل می‌گردد:

- تبادل اطلاعات گرافیکی از فضای CAD به فضای GIS
- رفع خطاهای موجود در فضای CAD
- تبدیل اطلاعات گرافیکی از فرمت DWG به SHP
- تکمیل لایه‌های اطلاعات توصیفی و مکانی و رفع خطاهای موجود در فضای GIS (توصیفی و مکانی)
- عوارض جداشده از هم با تلورانس مناسب به هم Snap می‌شوند.
- حذف خطاهای عوارضی که در مکان نامناسب قرار دارند

- ایجاد کلیدهای اولیه و خارجی برای جدول عوارض
- ایجاد تلورانس مناسب و تبادل عوارض از فضای اسپاگتی به فضای توپولوژی
- تهیه مدل مفهومی جهت مدل‌سازی شبکه در فضای GIS
- ایجاد پایگاه داده زمینی مناسب
- ایجاد قابلیت ردیابی و اجرای آنالیز شبکه

۲-روش تحقیق

تحقیق حاضر در راستای بهره‌برداری علمی از تأسیسات از طریق کاهش آب بدون درآمد به‌وسیله تست خوشه‌ای کنتورهای مشترکین جهت کاهش خطای تجهیزات اندازه‌گیری و تصحیح این خطاها در بخش هدر رفت ظاهری در تأسیسات آب شهر رشت انجام‌شده است. بنابراین در این تحقیق مدل مبتنی برگردش سریع اطلاعات و منطبق بر سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS مدنظر قرار گرفت. در چندین منطقه مستقل اندازه‌گیری DMA به استناد نقشه‌های برش شده در قالب CAD و SCAN به تفکیک، محدوده پایلوت‌های منتخب جهت اجرای DMA تعیین شدند. سپس برای نقشه‌های برش شده CAD و SCAN مربوط به پایلوت‌های منتخب، مختصات GPS دو نقطه از پایلوت برداشت‌شده و پس از تهیه Shapefile کلیه نقشه‌ها Georeference گردیده و فیلدهای اطلاعات مکانی و توصیفی ایجاد شد. به استناد نتایج تحلیل هیدرولیکی در محیط نرم‌افزاری WATER GEMS8.2 تحت مدیریت نرم‌افزار ArcGIS9-ArcMap9.3 و با توجه به داده‌های دریافتی از فلومترها و فشارسنج‌های لاگردار قرائت از راه دور، مدل واقعاً موجود شبکه‌های توزیع آب با مدل تحلیل شبکه کالیبره گردید. با عنایت به نتایج تحلیل هیدرولیکی انجام‌شده لیست مشترکین و نقشه محدوده پایلوت تست خوشه‌ای برای دو درصد از کل مشترکین پایلوت با فراوانی طبقات مصرف مشخص گردید. جهت کاهش خطای تجهیزات اندازه‌گیری و تصحیح این خطاها در بخش هدر رفت ظاهری اهداف عملیات پایلوتی تست خوشه‌ای کنتورها به شرح ذیل بود (شکل ۱):

- تست کنتورهای خانگی سایزهای ۱/۲ و ۳/۴ اینچ به‌صورت پرتابل
- بررسی عملکرد صحیح کنتور در محل نصب و در حضور مشترک
- تست دوره‌ای کنتورها (مناطق پایلوتی تست خوشه‌ای کنتورها)
- ثبت و ذخیره اطلاعات (حجم و دبی) در یک دوره مشخص
- مشخصات فنی تجهیزات تست خوشه‌ای کنتورها به شرح ذیل می‌باشد:
- محدوده دبی: (l/h) ۸-۱۲۰۰
- باطری قابل شارژ جهت ۸ ساعت کار مداوم.
- کنتورهای قابل تست DN ۱۵ الی DN ۲۰
- دقت اندازه‌گیری: ۱٪ حجم قرائت‌شده با تفکیک‌پذیری ۱۰CC
- نمایشگر LCD : ۸ سطر با جهت نمایش حجم و دبی و ...
- مشخصات فیزیکی: ابعاد ۳۰*۱۵*۴۵ سانتیمتر و وزن کل ۲.۵ کیلوگرم.

در اثنا تحقیق اطلاعات، ارقام و نتایج حاصل از آزمایش دقت اندازه‌گیری کنتورها در فایل‌های کامپیوتری ثبت گردید. سپس فرم کنتورهای آزمایش‌شده در محدوده پایلوت و تجهیزات تست (جدول ۴-۱) مشخص شد. فرمولاسیون تحقیق (۵-۱)، نحوه محاسبه درصد خطا و ضریب تصحیح به شرح ذیل است [2-3]:

= درصد خطا

,۱۰۰× کارکرد کنتور مبنا /(کارکرد کنتور مبنا – کارکرد کنتور مشترک)

(۱)

ازآنجاکه معمولاً کنتورها بنا به تقاضای مشترکین مورد تست قرار می‌گیرند لذا درصد خطای اکثر قریب به‌اتفاق آن‌ها مثبت است (کنتور مشترک بیشتر از مقدار واقعی نشان می‌دهد). در مواردی نیز که در این تحقیق توسط کنتور خوان گزارش شده‌اند، کنتورها توقف داشته‌اند. به‌طورکلی بعد از آزمایش کنتورها سه حالت زیر محتمل است:

- درصد خطای کنتور مشترک کمتر از ۵ درصد باشد.
- درصد خطای کنتور بیش از ۵ درصد باشد.
- کنتور توقف داشته باشد.

۳-فرمولاسیون تحقیق

در دو حالت (ب) و (ج) یعنی هنگامی‌که درصد خطا بیشتر از ۵ درصد بوده و یا کنتور توقف داشته، کنتور مشترک به انبار فرستاده شد. برای محاسبه آب‌بها مشترک، مشابه مصرف به شرح زیر لحاظ شد:

ضریب تصحیح

(۲) ,کارکرد کنتور مشترک /کارکرد کنتور مبنا=

(۳) , ضریب تصحیح × کارکرد کنتور مشترک = مصرف واقعی در دوره موردنظر

$$15CF(0.04)+30CF(0.06)+60CF(0.1)+120CF(0.3)+300CF(0.5)Q_{ma}=Q_m \quad (۴)$$

Qma: مصرف مشترک بر اساس ضریب تصحیح متوسط (لیتر بر روز)

Qm: متوسط مصرف مشترک، در دوره قرائت ۶۰ روز (لیتر بر روز)

CF ۳۰۰: ضریب تصحیح در دبی ۳۰۰ لیتر بر ساعت

CF۱۲۰: ضریب تصحیح در دبی ۱۲۰ لیتر بر ساعت

CF۶۰: ضریب تصحیح در دبی ۶۰ لیتر بر ساعت

CF۳۰: ضریب تصحیح در دبی ۳۰ لیتر بر ساعت

CF۱۵: ضریب تصحیح در دبی ۱۵ لیتر بر ساعت

در حالتی که در یکی از دبی‌ها ضریب تصحیح CF بی‌نهایت شود به‌منظور تعیین ضریب متوسط مصرف CFm، رابطه بدین‌صورت تصحیح شد که ضرایب وزنی مربوط به دبی‌های بی‌نهایت به‌دست‌آمده با ضریب وزنی دبی مجاور در جدول مربوطه جمع و در رابطه کلی (۴) دخالت داده شد. بنابراین برای این حالت باید یک مصرف جبرانی Qad برای ضریب تصحیح بی‌نهایت مانند رابطه (۵) در نظر گرفته شود.

$$Q_m * Q_{ad} = W_{\inf} \quad , \qquad (۵)$$

که در این رابطه Winf مجموع ضرایب وزنی مربوط به محدوده‌های با دبی بی‌نهایت می‌باشد یعنی محدوده‌ای که کنتور مشترک، مصرفی را نشان نمی‌دهد.

جدول (۱): پارامترهای عملیات پایلوتی تست کنتورها

ردیف	شرح عملیات	مقادیر
۱	میزان صرفه اقتصادی در صورت تعویض کنتور (ریال)	
۲	اعمال هزینه آب‌بها به مصرف تصحیح شده	
۳	مصرف کل مشترک بعد از اعمال ضریب تصحیح دریک دوره	
۴	درصد خطا کنتور	
۵	حجم قرائت شده از دستگاه تست	
۶	کارکرد کنتور بعد از تست	
۷	دبی تست	
۸	کلاس کنتور	
۹	کارخانه سازنده	
۱۰	قطر انشعاب	
۱۱	کد جغرافیایی	
۱۲	شماره اشتراک	

مدل هیدرولیکی تحقیق حاضر در انطباق با سیستم اطلاعات جغرافیایی در محیط نرم‌افزاری HAMMER& WATERGEMS8.2در قالب تحلیل هدررفت و تحت مدیریت نرم‌افزار ArcGIS9-ArcMap9.3 تعریف گردید. این مدل هیدرولیکی به‌منظور دستیابی به اهداف ذیل طرح‌ریزی شد [۳]:

- برآورد و ارزیابی سیستم توزیع آب
- تعیین مقدار و موضع نشت
- اصلاح و توسعه سیستم توزیع آب

شکل (۱): تست کنتورها در محدوده DMA

جدول (۲): فرم تست کنتور در محدوده DMA

طول دوره قرائت (روز) و کد جغرافیایی	میزان مصرف دوره گذشته (m3)	میزان مصرف Qm (lit/day)	ضریب تصحیح متوسط * CFm	میزان مصرف Qma (lit/h)	مقدار مصرف جبرانی Qad (lit/h)	میزان مصرف واقعی Qad (lit/h)

* ستون چهارم در جدول 3 درج‌شده است.

جدول (۳): فرم تست کنتور در محدوده DMA

ضریب تصحیح در دبی‌های ۱۵، ۳۰، ۶۰، ۱۲۰،۳۰۰				

ستون‌های جدول شماره ۲ و جدول شماره ۳ به شرح ذیل می‌باشند:

- ستون اول، مربوط به طول دوره قرائت (روز) و کد جغرافیایی مشترک می‌باشد.
- ستون دوم، شامل میزان مصرف دوره گذشته برحسب مترمکعب است.

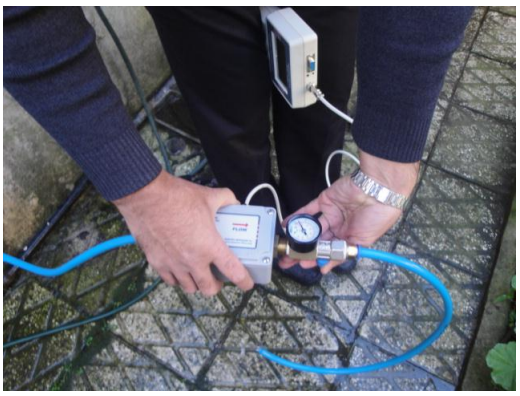
ازآنجایی‌که طول دوره قرائت برای مشترکین متفاوت بوده میزان مصرف متناسب با ۶۰ روز محاسبه گردید. برخی از مشترکین در دوره موردبررسی به دلایلی کنتور آن‌ها قرائت نگردید. سوابق این مشترکین به همراه مشترکین با مصرف صفر و کمتر از ۱۰ مترمکعب از امور مشترکین اخذ گردید. به‌منظور انجام فعالیت با دقت بالا، میزان مصرف اصلاح‌شده‌ای برای آن‌ها منظور شد. به‌این‌ترتیب، تأثیر خطاهای احتمالی مربوط به بخش قرائت کنتور خوان‌ها در محاسبات از بین رفت.

- ستون سوم، میزان مصرف مشترک برحسب لیتر بر روز را نشان می‌دهد. (بر اساس ستون چهارم)

- ستون چهارم (جدول 3)، ضریب تصحیح متوسط کنتورها در دبی‌های ۱۵، ۳۰، ۶۰، ۱۲۰ و ۳۰۰ را نشان می‌دهد.
- ستون پنجم، مربوط به درج میزان مصرف مشترک بر اساس ضریب تصحیح به‌دست‌آمده می‌باشد.
- ستون ششم، مقدار مصرف جبرانی مشترک برحسب لیتر بر روز را نشان می‌دهد. این ستون بر اساس روش اصلی بانک جهانی به‌دست‌آمده است.
- ستون هفتم، مربوط به میزان مصرف واقعی مشترک می‌باشد که از جمع دو ستون هشتم و نهم به‌دست‌آمده است.

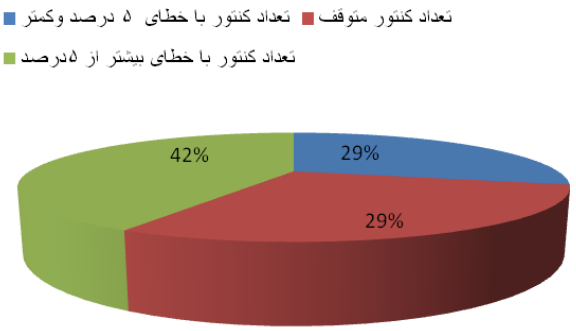
٤-نتایج

در این تحقیق تست خوشه‌ای کنتورهای مشترکین (شکل ۲) برای جامعه آماری در محدوده مجزای اندازه‌گیری DMA انجام گردید (جدول ۶-۴).



شکل (۲): تست خوشه‌ای کنتورها در محدوده DMA

با توجه به وضعیت ناهمگون توزیع فشار کار سیال در شبکه توزیع، ضرایب تصحیح بالایی قابل پیش‌بینی بود. درنهایت به‌منظور محاسبه دقیق ضریب تصحیح متوسط کنتورهای مشترکین، ضرایب تصحیح غیرواقعی (بزرگ‌تر از ۲) حذف شد. فرض گردید که در دبی مزبور کنتور متوقف بوده است. با توجه به نتایج حاصل از اجرای تحقیق حاضر و عملیات تست آماری کنتور مشترکین در بخش فروش و درآمد پیشنهاد گردید که در مرحله اول کنتورهای با خطای منفی شناسایی و تعویض آن‌ها در اولویت قرار گیرد. تعداد کنتورهای با خطای منفی ۴۰۵۸ دستگاه می‌باشد (شکل ۳). با احتساب هزینه تعویض هر کنتور به میزان ۱۲۰۰۰۰۰ ریال اعتبار موردنیاز ۴۸۶۹ میلیون ریال می‌باشد (شکل ۳). ضمناً پیشنهاد گردید که در مرحله دوم جهت شفاف‌سازی فروش، کنتورهای راکد تعویض گردد. تعداد کنتورهای راکد به تعداد ۶۹۵۴ دستگاه بوده و با احتساب هزینه تعویض هر کنتور به میزان ۱۲۰۰۰۰۰ ریال اعتبار موردنیاز مقدار ۷۸۵۲ میلیون ریال است. در بخش بهره‌برداری و کاهش هزینه اجرای مدیریت فشار در سیستم توزیع، نصب و راه‌اندازی تجهیزات موردنیاز جهت کاهش هدر رفت در شبکه توزیع و انشعابات مشترکین و انجام عملیات نشت‌یابی و رفع نشت در تأسیسات و مشترکین دارای توجیه اقتصادی لازم می‌باشد.



شکل (۳): نتایج عملیات پایلوتی تست خوشه‌ای کنتورهای مشترکین

در این تحقیق از طریق تست خوشه‌ای کنتورهای مشترکین جهت کاهش خطای تجهیزات اندازه‌گیری و تصحیح این خطاها در قالب مدل مدیریت هوشمند فشار (شکل ۷-۴) موارد ذیل مطرح است:

- آنالیز هیدرولیکی
- خصوصیات و مشخصات شبیه‌سازی
- خصوصیات گرافیکی
- نیازهای سخت‌افزاری
- ملزومات نرم‌افزاری
- قابلیت‌های نرم‌افزاری
- داده‌های موردنیاز
- هزینه

جدول (٤): محل نصب کنتورهای منطقه مجزاDMA

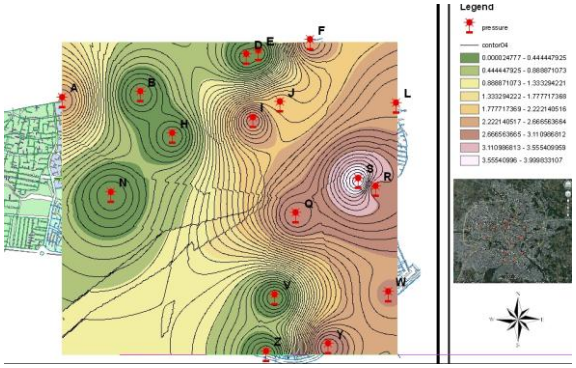
شماره لوله	گره ابتدا	گره انتها	قطر لوله	آدرس محل نصب کنتور	دیتیل اجرایی تجهیزات موردنیاز

جدول (٥): فرم تست کنتور در محدوده DMA

دبی Lit/h	کنتور مبنا				
	عدد شروع	عدد نهایی	تفاضل	CFQ	A
۱۵	۸۱۴.۳	۸۱۸.۶	۳.۴	۱.۳۹	۶
۳۰	۸۱۸.۸	۸۳۲.۴	۱۳.۴	۱.۰۴	۱۴
۶۰	۸۳۲.۷	۸۴۸.۵	۱۵.۸	۰.۸۹	۱۴
۱۲۰	۸۵۰.۰	۸۷۶.۰	۲۶.۰	۰.۹۲	۲۴
۳۰۰	۸۷۸.۳	۹۰۳.۵	۲۵.۲	۰.۹۵	۲۴

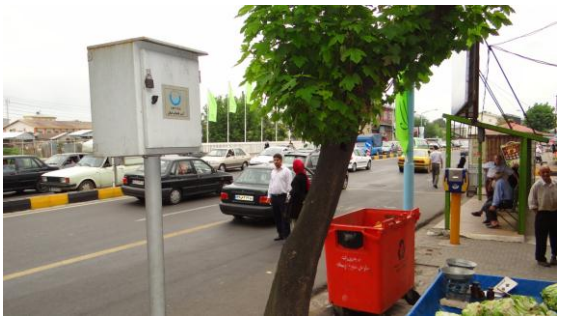
جدول (٦): فرم تست کنتور در محدوده DMA

کنتور مشترک			ضریب تصحیح	سایز کنتور (in)	وضعیت پلمب
عدد شروع	عدد نهایی	تفاضل			
۴۹۲.۰	۴۹۲.۰	۰	۰		
۴۹۲.۰	۴۹۲.۳	۰.۳	۴۶		
۴۹۲.۳	۵۰۴.۱	۱۱.۸	۱.۱۹	۱/۳	سالم
۵۰۵.۰	۵۳۷.۰	۳۲	۰.۷۵		
۵۳۹.۰	۵۷۱.۰	۳۲	۰.۷۵		

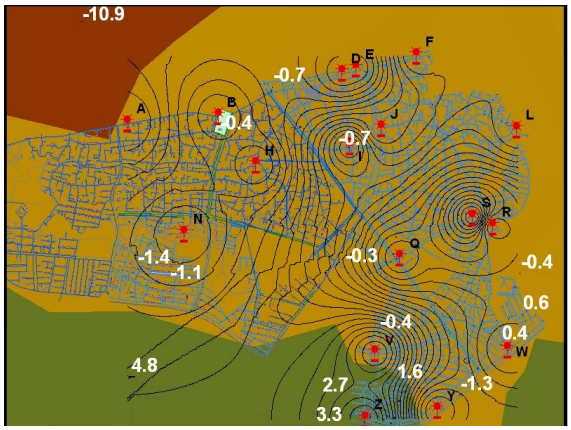


شکل (٤): تحلیل توزیع فشار در بستر GIS شهر رشت

در قالب اجرای مدیریت هوشمند فشار در محدوده پایلوت تست خوشه‌ای برای کل مشترکین پایلوت، فراوانی طبقات مصرف مشخص گردید. با احتساب متوسط سالیانه نصب ۱۵۰۰۰ انشعاب و حداکثر ۶۰۰۰۰ تعویض کنتور طی ۸ سال گذشته، از مجموع ۳۸۶۴۹۷ کنتور تعداد ۲۰۶۴۹۷ کنتور به‌طور میانگین عمری بالای ۸ سال داشتند. این کنتورها به‌واسطه خوردگی محفظه کنتور و ساییدگی قطعات داخلی در دبی بالاتر از ۱۲۰ لیتر بر ساعت فاقد کارایی لازم بودند. این کنتورها قادر به‌اندازه گیری جریان در دبی‌های بالا نبوده و در تلفات آب مؤثر می‌باشند. جامعه آماری در این تحقیق شامل تعداد ۸۸ دستگاه کنتور از کل ۶۵۸ کنتور اشتراک موجود در پایلوت بود. با تعمیم نتایج تحقیق به کل اشتراک تحلیل هدررفت ناشی از کنتورهای خراب را به شرح ذیل است. ضریب تصحیح کنتورهای مشترکین بسیار بزرگ بوده که این امر نشان‌دهنده دقت پایین کنتور مشترک می‌باشد. تقریباً ۸۰ درصد کنتورهای بالای ۸ سال توانایی اندازه‌گیری جریان در دبی‌های کمتر از ۱۵ لیتر بر ساعت را نداشتند.



شکل (٥): کنترل فشار در مدل مدیریت هوشمند فشار شهر رشت



شکل (٦): توزیع فشار در مدل هیدرولیکی شهر رشت

شکل (٧): کنترل دبی در مدل مدیریت هوشمند فشار شهر رشت

٥-نتیجه‌گیری

معمولاً در این دبی، نشت داخلی شبکه آب مشترکین و دبی‌های بسیار پایین اتفاق می‌افتد که تقریباً کلیه کنتورهای مشترکین فاقد دقت در اندازه‌گیری این میزان دبی می‌باشند. این امر می‌تواند انگیزه‌های لازم برای تعمیر نشت‌های ریز و داخلی شبکه را در نزد مشترکین از بین ببرد. در این راستا لازم است به استناد نتایج تحقیق به‌منظور کاهش نشت در شبکه داخلی مشترکین بر اساس دستورالعمل نشت‌های داخلی مشترکین نسبت به تست ادواری کنتور مشترکین اقدام نمود. این عدد با توجه به گزارش کنتورهای خراب و راکد ۶ درصد می‌باشد. ضمناً حجم در نظر گرفته‌شده برای مصارف مجاز با درآمد اندازه‌گیری نشده به میزان ۲۰۶۰۰۰۰ مترمکعب است که متوسط مصرف سالانه ۳۲۰ مترمکعب برای هر اشتراک با کنتور خراب در نظر گرفته‌شده است. در صورت تعمیم نتایج تحلیل به‌کل اشتراک‌ها تعداد کنتورهای با خطای مثبت ۲۷۲۴۷ دستگاه می‌باشد. اگر برای محاسبه متوسط مصرف سالانه ۳۲۹ مترمکعب در نظر

گرفته شود در این صورت کل مصرف این گروه از اشتراکات ۹۱۷۹۹۱۲ مترمکعب بر سال می‌باشد که با احتساب متوسط ۲۰ درصد برای خطای مجاز حجم خطا ۱۸۳۵۹۵۸ مترمکعب بر سال خواهد بود. در خصوص تحلیل این عدد می‌توان گفت این حجم با توجه به خطای تجهیزات اندازه‌گیری به میزان فروش اضافه گردیده و میزان آب بدون درآمد کاهش پیدا می‌کند. به‌عبارت‌دیگر این حجم باید از میزان فروش کسر و به میزان کل آب بدون درآمد اضافه گردد. در صورت تعمیم نتایج به کل اشتراک‌ها تعداد کنتورهای با خطای منفی تعداد ۴۰۵۸ دستگاه می‌باشد. با توجه به اینکه برای محاسبه متوسط مصرف سالانه ۳۲۹ مترمکعب در نظر گرفته می‌شود در این صورت کل مصرف این گروه از اشتراک به میزان ۱۳۵۵۰۸۲ مترمکعب است. با توجه به متوسط خطای ۱۵ درصد منفی برای این‌گونه از اشتراکات این حجم معادل ۲۰۰۲۶۲ مترمکعب بر سال می‌باشد. در تحلیل این عدد باید گفت این حجم بخشی از خطای تجهیزات اندازه‌گیری و از مؤلفه‌های آب بدون درآمد است:

- حجم مصارف مجاز اندازه‌گیری نشده بدون درآمد به میزان ۱،۵۶۰،۶۶۴ مترمکعب بر سال در نظر گرفته می‌شود
- حجم هدر رفت ظاهری به میزان ۳،۴۲۰،۳۴۱ مترمکعب بر سال در نظر گرفته می‌شود.

جهت تحلیل نتایج با در نظر گرفتن حجم ۱۸۳۵۹۵۸ مترمکعب ناشی از کارکرد مثبت، باید از مصارف مجاز با درآمد کسر و به مجموع آب بدون درآمد اضافه گردد. در این صورت حجم آب بدون درآمد معادل ۱۳۷۰۶۹۸۰ مترمکعب و به میزان ۲۷.۶۵ درصد حجم آب تولیدی خواهد شد. حجم خطای تجهیزات اندازه‌گیری (خطای منفی) رقم ۲۰۰۲۶۲ مترمکعب است. بنابراین حجم هدر رفت ظاهری با ثابت در نظر گرفتن مصارف غیرمجاز و خطای مدیریت داده و سیستم به میزان ۱۰۸۹۹۵۸ مترمکعب معادل ۲.۲ درصد آب تولیدی خواهد شد. با ثابت در نظر گرفتن مصارف مجاز بدون درآمد حجم هدر رفت واقعی به میزان ۱۱۰۵۶۲۶۲ مترمکعب معادل ۲۲/۲۵ درصد حجم آب تولیدی است. لذا در ارتباط با تحلیل اقتصادی می‌توان گفت که می‌بایستی از بابت فروش آب به حجم ۱۸۳۵۹۵۸ مترمکعب بر سال مبلغی معادل ۴۰۳۹ میلیون ریال درآمد کسب گردد. درواقع چنین نبوده و به دلیل هدر رفت با احتساب مابه‌التفاوت نقطه فروش و قیمت تمام‌شده (قیمت فروش هر مترمکعب آب به میزان ۲۰۲۰ ریال و قیمت سربه‌سری به میزان ۶۹۵۱ ریال) معادل ۸۸۱۲ میلیون ریال ضرر مشاهده می‌شود. لذا نتایج تحقیق توجیه اقتصادی تعویض کنتورهای با خطای منفی را در اولویت اول قرار می‌دهد.

در این تحقیق همچنین با استفاده از نتایج کالیبراسیون و بررسی چگالی حوادث شبکه، محدوده موضع نشت در بخش هدر رفت واقعی، خطای تجهیزات اندازه‌گیری و تصحیح این خطاها در بخش هدر رفت ظاهری مشخص گردید. درنهایت در تحقیق حاضر، عملیات میدانی تست خوشه‌ای کنتورهای مشترکین برای جامعه آماری پایلوت منتخب و مقایسه دبی ورودی به منطقه مستقل اندازه‌گیری DMA با مصرف مشترکین محدوده پایلوت منجر به شفاف‌سازی و اصلاح مقادیر میزان آب بدون درآمد و مؤلفه‌های آن و صرفه‌جویی اقتصادی شد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از کلیه پژوهشگران و دست‌اندرکاران صنعت آبفا که در این تحقیق از تجربیات ارزشمند آنان بهره‌گیری شده است سپاسگزاری می‌گردد.

مراجع

[1] Hariri Asli K., GIS & water hammer disaster at earthquake in Rasht water pipeline, 3rd International Conference on Integrated Natural Disaster Management, Tehran university, ISSN: 1735-5540, 18-19 Feb., INDM, Tehran, Iran, 2008, http://www.civilica.com/Paper-INDM03-INDM03_001.html

[2] Hariri Asli K., GIS and nonlinear dynamics model: some computational aspects and practical hints, International journal on technical and physical problems of engineering, 2010; NO.4, VOL: 2, PP: 1-5.

[3] 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 decmber,2015, Sari, Iran.

Using the best geostatistic methods to interpolation pressure isobaric

Fakhrodin Azad (a), Mohmmad Alizadeh(b), Mohammad Hosein Abootorabi(c), Mostafa/Panahi(d)
(a)Water and Wastewater company, non revenue water unit, Qazvin, Iran, *azadshahraki@gmail.com*
(b) Water and Wastewater company, CEO, Qazvin, Iran, *mmalizadeh@yahoo.com*
(c) Water and Wastewater company, Maintenance unit, Qazvin, Iran, *smhabootorabi@yahoo.com*
(d) Water and Wastewater company, Maintenance unit, Qazvin, Iran, *panahi_vahid@yahoo.com*
(* Corresponding author: Fakhrodin Azad)

Abstract
Using convenient interpolation method can result to generate more precise and more accurate maps. The aim of this study is to determine the most appropriate interpolation method from a variety of Kiriging, invers distance weighting and variety of Co-Kiriging to zoning and drawing hydro-statics curves of Razjerd complex. For this purpose, the pressure of 60 different points of Razjerd complex was examined. The performance of inverse distance weighting (IDW) in pressure zoning was weaker than the Kiriging; and by increasing the power of reverse method, amount of R^2 was decreased and the amount of RMSE was increased. The gained maps of simple Kiriging method had shown a perfect match with statistics obtained from installed logger barometers in complex. Generally, because of the grate accuracy, less computing and less requirement to data, the simple Kiriging method recommended to zoning pressure.

Keywords: Simple kiriging; Ordinary kiriging; Cokiriging; IDW; GIS.

انتخاب بهترین روش زمین‌آماری در محیط GIS جهت درون‌یابی فشار

فخرالدین آزاد شهرکی[۱]، محمد محمد علیزاده[۲] ،سید محمدحسین ایوترابی[۳]، مصطفی پناهی[۴]
[1]رئیس اداره آب بدون درآمد ، شرکت آب و فاضلاب روستایی قزوین
azadshahraki@gmail.com
[۲] مدیرعامل شرکت آب و فاضلاب روستایی قزوین
mmalizadeh@yahoo.com
[۲]معاون بهره‌برداری شرکت آب و فاضلاب روستایی قزوین
smhabootorabi@yahoo.com
[۴] رئیس اداره نگهداری ، شرکت آب و فاضلاب روستایی قزوین
panahi_vahid@yahoo.com

چکیده
در این مقاله، به‌کارگیری روش درون‌یابی مناسب می‌تواند منجر به تولید نقشه‌های دقیق‌تر و صحیح‌تر گردد. این تحقیق به تعیین مناسب‌ترین روش درون‌یابی از بین انواع کریجینگ[۱]، وزن دهی معکوس فاصله (IDW)[۲] و انواع کوکریجینگ[۳] جهت پهنه‌بندی و ترسیم منحنی‌های هم‌فشار در مجتمع رزجرد می‌پردازد. برای این منظور به تعداد ٦٠ نقطه از مناطق مختلف مجتمع رزجرد فشار سنجی انجام گردید. کارایی روش وزن دهی معکوس فاصله (IDW) در پهنه‌بندی فشار ضعیف‌تر از کریجینگ بود و با افزایش توان روش معکوس مقدار ME کاهش و مقدار RMSE افزایش یافت. نقشه‌های تهیه‌شده حاصل از روش کریجینگ ساده همخوانی مناسبی با آمار به‌دست‌آمده از فشارسنج‌های لاگردار نصب‌شده در محدوده مجتمع را نشان داد. درمجموع روش کریجینگ ساده به دلیل دقت بیشتر، محاسبات کمتر و نیاز به داده کمتر در بین روش‌های مقایسه شده جهت پهنه‌بندی فشار توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی: **کریجینگ ساده، کریجینگ معمولی، کوکریجینگ، وزن دهی معکوس فاصله، سیستم اطلاعات جغرافیایی**

[1]Kiriging
[2] Inverse Distance Weighted
[3] CoKiriging

۱- مقدمه

وجود تغییرات مکانی امری طبیعی می‌باشد، ولی شناخت این تغییرات جهت برنامه‌ریزی دقیق و مدیریت امری لازم و مفید است. ازآنجاکه آمار کلاسیک قادر به در نظر گرفتن توزیع مکانی مؤلفه‌های فشار نیست. از علم زمین‌آمار به‌عنوان تکنیکی برای این هدف استفاده می‌گردد. علم زمین‌آمار از آماره‌ها در علوم مربوط به زمین مانند زمین شناسی و جغرافیا استفاده می‌کند به بیانی دیگر علم آمار فضایی هست. روش‌های زمین‌آمار توابع ریاضی و آماری را در درون‌یابی به کار می‌گیرند و بر پایه ویژگی‌های آماری داده‌ها می‌باشند. این تکنیک نقاط مجهول را بر اساس خودهمبستگی بین نقاط اندازه‌گیری شده و ساختار فضایی آن‌ها پیش‌بینی می‌کند. درواقع درون‌یابی زمین‌آماری، یک درون‌یابی غیردقیق یا احتمالی است که در آن نقاط پیش‌بینی‌شده با اندازه‌های واقعی تفاوت دارد برای مقایسه دقت روش‌های درون‌یابی کریجینگ، کوکریجینگ و وزن دهی معکوس فاصله از شاخص‌های ME و RSME استفاده شد. همچنین برای ارزیابی مدل‌های واریوگرام معیارهای زیر محاسبه شدند که در آن‌ها ME میانگین خطا، RMSE ریشه میانگین مربعات خطا،X(P) مقادیر برآورد شده هر مؤلفه، X(m) مقادیر اندازه‌گیری شده هر مؤلفه، n تعداد نمونه‌ها می‌باشد.

$$ME = \sum_{j=1}^{n} \frac{X(p)_j - X(m)_j}{n}$$ فرمول(۱)

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n} (X(p)_j - X(m)_j)^2}{n}}$$ فرمول(۲)

۲-تحلیل‌های اولیه در درون‌یابی

در تحلیل‌های درون‌یابی نمونه‌گیری و توزیع داده‌های فضایی اولین گام است. نمونه‌گیری صحیح با توجه به شرایط محیطی انتخاب می‌شود. ارزیابی توزیع داده‌ها پس از نمونه‌گیری در انتخاب روش درون‌یابی کمک فراوانی می‌نماید. این بررسی‌ها شامل موقعیت پراکنش و شکل توزیع نمونه‌هاست که از طریق آماره‌های توصیفی امکان‌پذیر می‌گردد. بررسی‌های اولیه را می‌توان با استفاده از ابزار Geostatistical انجام داد. به این تحلیل‌های اولیه، تحلیل‌های ESDA گفته می‌شود.

باید توجه کرد که هیستوگرام همیشه فراوانی را نشان می‌دهد؛ به‌عبارت‌دیگر فراوانی توزیع را برای مجموع داده‌های موردنظر را رسم می‌کند؛ و وضعیت آماری را محاسبه و ارائه می‌دهد آماره‌های آن در سه بخش تقسیم می‌شوند که شامل:

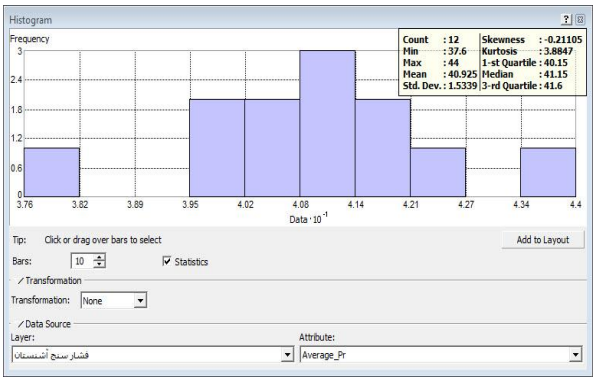
۱-آماره‌های مربوط به‌اندازه و مقدار که شامل میانگین، میانه و چارک‌ها هست.

۲- اندازه پخش شدن که واریانس و انحراف معیار را شامل می‌شود.

۳-اندازه شکل که به چولگی و کشیدگی را شامل می‌شود.

چولگی: نشان‌دهنده تقارن توزیع هست و برای یک توزیع متقارن بابر صفر هست وقتی چولگی از صفر خارج می‌شود به معنی نداشتن توزیع نرمال صد در صد هست.

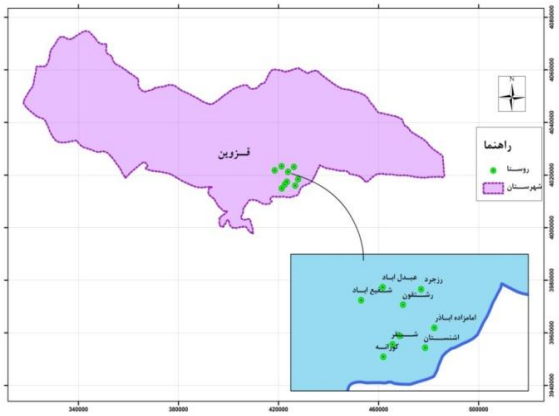
Kurtosis: (اوج منحنی) نشان‌دهنده وجود داده‌های پرت در توزیع نرمال هست.



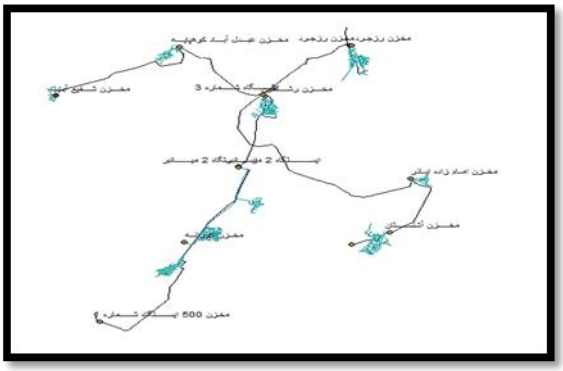
شکل (۱): هیستوگرام مربوط به داده‌های فشار سنجی روستای آشنستان (نمودار خروجی نرم‌افزار GIS می‌باشد)

۳-محدوده موردمطالعه

مجتمع موردنظر در جنوب شرقی شهرستان قزوین واقع‌شده است . مجتمع موردنظر دارای ۹ روستا و تعداد ۴۰۰۰ انشعاب می‌باشد. این مجتمع در حدود هشت سال قبل به بهره‌برداری رسیده است. نحوه تأمین آب شبکه در همه روستاها به‌صورت ثقلی بوده و طول خط انتقال و شبکه در حدود ۹۸ کیلومتر می‌باشد[1].



شکل (۲): موقعیت جغرافیایی مجتمع رزجرد



شکل(۳:)نمای کلی از وضعیت مجتمع

٤- فشارسنجی در مجتمع رزجرد

تعداد حوادث و میزان نشت از شبکه‌های توزیع آب ارتباط مستقیمی با مقدار فشار آب در شبکه دارد. به همین دلیل اندازه‌گیری و کنترل فشار هیدرولیکی موجود در شبکه‌های توزیع آب شهری می‌تواند فاکتور مؤثری در سنجش وضعیت شبکه توزیع و کاهش حوادث آن باشد. طبق استاندارد ایران در شرایط نرمال ، حداقل و حداکثر مقدار فشار در شبکه‌های توزیع آب برابر ۲۰ تا ۵۰ متر (۲تا ۵ اتمسفر) تعریف‌شده است . معمولاً با توجه به بروز برخی نقایص و یا نقاط ضعف در طراحی ، اجرا و یا بهره‌برداری شبکه‌های توزیع آب، مقدار فشار از محدوده مقادیر توصیه‌شده استاندارد تجاوز می‌نماید . بنابراین برای بهره‌برداری بهینه از شبکه توزیع آب ، پایش (مانیتورینگ) مداوم مقادیر فشار در شبکه ضروری هست . با توجه به وجود ارتباط مستقیم میان‌فشار و برخی پارامترهای مهم از قبیل مصرف و یا نشت در شبکه، با انجام عملیات فشارسنجی و کنترل مداوم فشار می‌توان امکان بررسی این فاکتورها را فراهم نمود . جهت تعیین فشار در شبکه می‌توان از اندازه‌گیری و همچنین مدل‌های تحلیل هیدرولیکی استفاده کرد(که این دو مکمل یکدیگر نیز می‌باشند). از داده‌های فشارسنجی در برخی نقاط خاص جهت کالیبراسیون مدل و انجام تحلیل هیدرولیکی استفاده‌شده و از این طریق می‌توان به مقادیر فشار در تمام نقاط شبکه پی برد. پس از معلوم نمودن مقادیر فشار در نقاط مختلف شبکه توزیع درصورتی‌که مقادیر فشار اندازه‌گیری شده از حداقل یا حداکثر فشار مجاز استاندارد تجاوز نماید ، باید با انجام مدیریت فشار نسبت به تعدیل فشار اقدام نمود. نتایج مدیریت فشار را می‌توان به شرح زیر برشمرد[۳]:

کاهش نشت و درنتیجه حفظ منابع آب و کاهش هزینه‌های مربوط به سرمایه‌گذاری مجدد

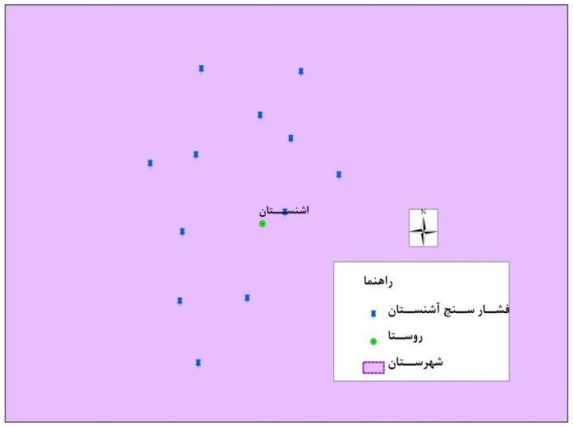
کاهش مصارف کنترل نشده مرتبط با فشار (مانند آبیاری فضای سبز)

کاهش تناوب ترکیدگی‌ها (حوادث) و خرابی و خسارت ناشی از آن

ایجاد سرویسی باثبات برای مشترکین

جهت انجام عملیات فشار سنجی از فشارسنج ثبات MultiLog LX

در تمامی روستاهای مجتمع استفاده شد. که در ادامه نحوه تهیه نقشه پهنه‌بندی فشار دریکی از روستاهای مجتمع به نام روستای آشنستان توضیح داده می‌شود[2].



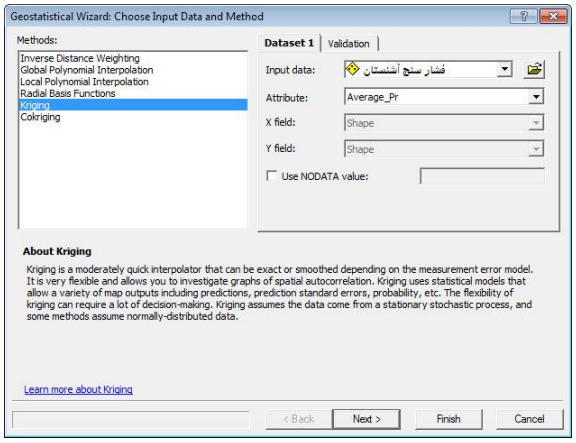
شکل (٤) موقعیت نصب فشارسنج‌ها در روستای آشنستان

٥-تهیه نقشه پهنه‌بندی فشار

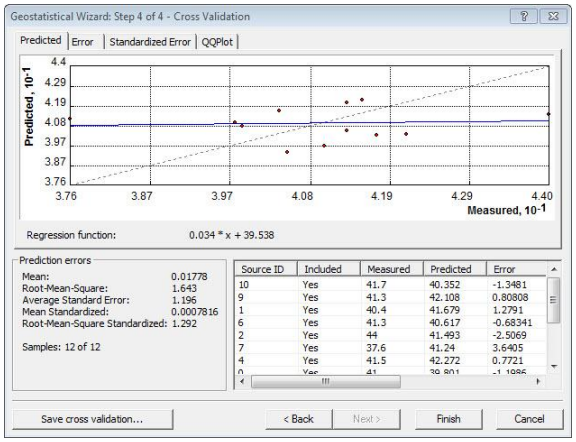
در این مرحله از تحقیق انواع روش‌های درون‌یابی از قبیل روش معکوس فاصله، کریجینگ معمولی و کریجینگ ساده با یکدیگر مقایسه گردید که درنهایت با توجه به مقادیر میانگین خطا (ME)، ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) روش کریجینگ ساده از بین سایر روش‌ها جهت انجام درون‌یابی انتخاب گردید.

جدول (۱): مقایسه انواع روش‌های درون‌یابی

روش درون‌یابی	میانگین خطا	ریشه میانگین مربعات خطا
معکوس فاصله (IDW)	۰/۲	۱/۹
کریجینگ معمولی (ORDINARYKIRIGING)	۰/۰۸	۱/۷
کریجینگ ساده (SIMPLE KIRIGING)	۰/۰۱۷	۱/۶۴



شکل (۵): انتخاب روش درون‌یابی

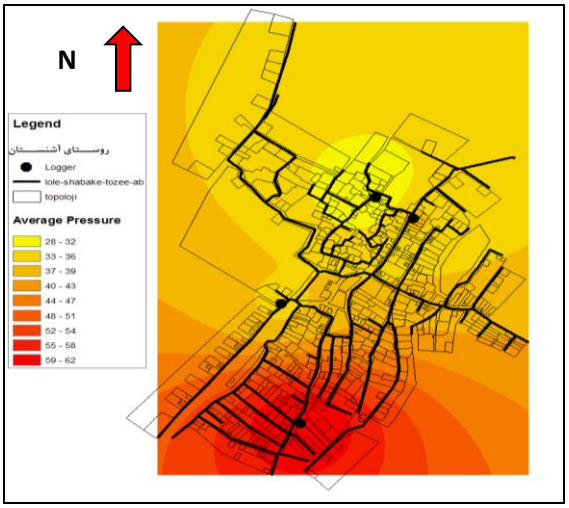


شکل (٦): اطلاعات خروجی با روش کریجینگ ساده جهت پیش‌بینی فشار

سرانجام نقشه پهنه‌بندی فشار نشان داد که در روستای آشنستان بیشترین فشار شبکه در لوله‌های قسمت جنوبی روستا (در حدود ۶۰ متر آب) و کمترین فشار در لوله‌های قسمت شمالی روستا (در حدود ۲۸ متر آب) می‌باشد؛ و شایان اشاره است فشار متوسط در روستای آشنستان در حدود ۴۰ متر آب می‌باشد.

شایان‌ذکر است پهنه‌بندی نمایش داده‌شده بر اساس درون‌یابی صورت گرفته توسط نرم‌افزار بر روی خطوط لوله شبکه توزیع صورت گرفته است.

توضیح: فشار در خطوط لوله به‌صورت مقطعی اندازه‌گیری شده و سپس به کل شبکه توزیع برازش داده‌شده است. (با توجه به شکل شماره ۷)



شکل (۷): پهنه‌بندی فشار در روستای آشنستان

٦-نتیجه‌گیری

نظر به روش‌های مختلف درون‌یابی جهت تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی فشار بهتر است قبل از انتخاب روش با استفاده از ابزار موجود در محیط GIS و با کمک روش‌های زمین‌آماری نسبت به انتخاب روش مناسب اقدام گردد.

در بین روش‌های موجود روش کریجینگ ساده دقت بالاتری نسبت به روش‌های معکوس فاصله و کریجینگ معمولی از خود نشان داد.

نظر به وجود فشار بالا در قسمت‌های جنوبی محدوده موردمطالعه مدیریت فشار و درنهایت استفاده از فشارشکن الزامی به نظر می‌رسد.

مراجع

[1]. فتحی هفشجانی، الهام، "مقایسه چند روش درون‌یابی مکانی و انتخاب مناسب‌ترین روش برای پهنه‌بندی نیترات و فسفات در آب زیرزمینی شهرکرد"، بهار ۹۳، فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب، سال چهارم، شماره پانزدهم، ۱۱ ص.

[2]. نجاتی جهرمی، زهره، "بررسی روش‌های زمین‌آماری توزیع نیترات در آبخوان آبرفتی دشت عقیلی (شمال شهرستان شوشتر) در محیط GIS"، بهار ۱۳۸۸، مجموعه مقالات شانزدهمین همایش ژئوماتیک تهران، سازمان نقشه‌برداری کشور

[3].*ESRI Inc. ARCGIS.Version 9.3. www.esri.com2015*

Study of non-isolated urban burned solids site improper local on water Resources and contribution networks NRW Amount (Rostamabad City, Guilan province, case study)

Ebrahim Shahmansourian
(b Ph.D. student, biophysics, Islamic Azad University ,Guilan water & wastewater co., Rasht, Iran,
e.shahman1972@yahoo.com

Abstract

One of the the most important causes of Non-Revenue water is waste of water reduction. The factors, damaged consumers meters or lack of precision meters due to the presence of sediment resulting from chemical changes. Of the reasons for these changes can pointed to penetration the garbage leachate to water resources. Sediment or corrosive features water distribution network (the quality of the chemical) would be on the amount of waste-water supply network will be more effective. Rostam abad town landfill is in the Western town of drinking water sources and above of underground water resources. In this study, the process route of chemical quality parameters for Rostamabad in the past five years, was analyzed, the potential of corrosive and sediment of water according to the Langelier & Ryznar index was calculated. The changes of chemical parameters, respectively, of the total hardness and calcium, total Alkalinity, electrical conductivity, pH, sulfate and chloride origin years (1390-91) and the target years (1394-95) is compared. Due to the increase of qualitative parameters, in spite of that it seems that their impact is laid waste leachate, but still within the scope of the national standard and the WHO (World Health Organization). Study of corrosion and sedimentation of index values indicate that the water is a little balanced in terms of chemical quality and has low precipitation and weak. The impact of quality changes is increasing and must be taken seriously.

Keywords: Rostamabad; Garbage leachate; Chemical quality; Langelier & Ryznar index;waste of water.

بررسی تأثیر جانمایی نامناسب محل دفن زباله شهری غیر ایزوله نسبت به منابع آبی و میزان هدر رفت آب شبکه توزیع (پایلوت، شهر رستم‌آباد)

ابراهیم شاه منصوریان
کارشناس کنترل کیفیت شرکت آب و فاضلاب شهری استان گیلان، امور آبفا منطقه رودبار، دانشجوی PHD بیوفیزیک، دانشکده علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران
e.shahman1972@yahoo.com

چکیده:

از مهم‌ترین علل آب بدون درآمد، هدر رفت بوده و یکی از عوامل این هدر رفت، خرابی کنتورهای مشترکین یا عدم دقت آن‌ها به علت وجود رسوب کننده‌های ناشی از تغییرات کیفیت شیمیایی آب می‌باشد. از دلایل این تغییرات می‌توان به ورود شیرابه زباله به بستر اشاره کرد. ویژگی رسوب‌گذار شدن یا خورندگی آب شبکه توزیع (کیفیت شیمیایی)، بر میزان هدر رفت شبکه آب‌رسانی مؤثر خواهد بود. محل دفن زباله شهر رستم‌آباد در قسمت غربی شهر و بالاتر از منابع آبی شرب می‌باشد. در این مطالعه، ابتدا روند کیفی پارامترهای شیمیایی شهر رستم‌آباد در ۵ سال گذشته بررسی و آنالیز شده است. پتانسیل خورندگی و یا رسوب‌گذار بودن این آب با توجه به شاخص‌های لانژلیه و رایزنر محاسبه گردید. تغییرات پارامترهایی نظیر سختی کل و کلسیم، قلیائیت کل، هدایت الکتریکی، کلراید، سولفات و pH سال‌های مبدأ (۹۱-۱۳۹۰) و سال‌های مقصد (۹۵-۱۳۹۴)، مقایسه شده است. با توجه به افزایش پارامترهای کیفی، به نظر می‌رسد شیرابه زباله تأثیر کاهش کیفیت خود را گذاشته است اما همچنان در محدوده استاندارد ملی ایران و WHO قرار دارد. بررسی مقادیر شاخص‌های خوردگی و رسوب‌گذاری نشان می‌دهد که این آب ازنظر کیفیت شیمیایی کمی متعادل است و دارای رسوب‌گذاری کم و ضعیف است. تأثیر روی هدر رفت با پیشروی این روند و افزایش پتانسیل رسوب‌گذاری رو به ازدیاد است. با کنترل و نظارت بیشتر روند این‌گونه تغییرات می‌بایستی جدی گرفته شود.

کلمات کلیدی: رستم‌آباد، زباله شهری، کیفیت شیمیایی، لانژلیه، رایزنار و هدر رفت.

۱-مقدمه:

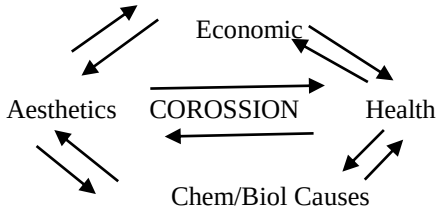
یکی از مهم‌ترین علل آب بدون درآمد هدر رفت هست، این هدر رفت شامل: مصارف غیرمجاز، خطای ثبت، انتقال و محاسبه داده‌ها (خطای مدیریت داده‌ها و سیستم) و عدم دقت تجهیزات اندازه‌گیری و... می‌باشد. در مورد آخری می‌توان به خرابی کنتورهای مشترکین یا عدم دقت آن‌ها شامل: اشکال در ثبت مقدار واقعی و مقدار مصرف به علت وجود رسوب کننده‌ها اشاره نمود[1-4].

آب‌های زیرزمینی، از مهم‌ترین منابع تأمین‌کننده آب آشامیدنی با تهدیدات متفاوتی ازجمله آلاینده‌های طبیعی و غیرطبیعی روبروست. آب زیرزمینی به دلیل شانس آلودگی کمتر و همچنین ظرفیت ذخیره زیادتر نسبت به آب‌های سطحی، به‌عنوان یک منبع مهم آب موردتوجه است[5].

افزایش میزان هدایت الکتریکی و غلظت یون‌های کلراید، سولفات و نیترات در آب زیرزمینی بیشتر حاصل فعالیت‌های انسان نظیر کشاورزی با کاربرد کودهای شیمیایی و صنعتی است[6]. در تحقیقی با عنوان مطالعه‌ی موردی آلودگی و پیشگیری از آلودگی آب زیرزمینی شهر هوچیمن ژاپن مشخص شد که عمده‌ترین دلایل آلودگی آب چاه‌ها دو عامل ۱- فعالیت‌های انسانی شامل فاضلاب، زباله و آب چاه‌های تخریب یافته ۲- عوامل طبیعی شامل آب سطحی آلوده بود که موجب افزایش میزان TDS شده بود[7].

در پژوهشی دیگر که در سال ۲۰۰۲ در شهر دارالسلام تانزانیا صورت گرفت مشخص شد که منابع اصلی آلودگی آب‌های زیرزمینی منطقه شامل فاضلاب خانگـــی، فاضلاب‌های صنعتی، شیرابه زباله‌های جامد، نشت پمپ‌های سوخت، زائدات نفتی، فعالیت‌های دفن زایدات جامد و همچنین طبیعت خاک‌های شنی منطقه به همراه بارندگی‌های سالانه که سرعت رسیدن توده‌ی آلودگی به آبخوان را افزایش می‌دهد[8].

از دلایل تغییرات کیفی آب‌های زیرزمینی می‌توان به ۱-کاهش بارندگی و خشکسالی ۲-افزایش مصرف بی‌رویه در کشاورزی که به روش سنتی وعدم استفاده از تکنولوژی‌های نوین، ۳-ورود شیرابه زباله به بستر ۴-ورود زه آب‌های کشاورزی و صنعتی حاوی سموم که ممکن است به صور مختلف وارد طبیعت بشوند، اشاره کرد. متأثر شدن آبخوان یا سفره‌های زیرزمینی از خشکسالی‌ها و یا بارندگی‌ها، نفوذ آلاینده‌های زیست‌محیطی نظیر زه آب‌های کشاورزی، صنعتی و حتی آلاینده‌های شهری نظیر زباله می‌تواند تهدید جدی برای منابع آبی باشد. مکان‌های دفن زباله می‌توانند آثار محیط زیستی ناشی از نفوذ شیرابه زباله‌ها به آب‌های سطحی و زیرزمینی همراه باشند. عدم وجود برنامه‌های مراقبتی، عدم مکان‌های مناسب زمین‌شناسی برای دفن زباله، روش‌های دفن تلنباری وعدم استفاده از بستر نفوذناپذیر سبب بروز آلودگی و تغییرات کیفی آب‌های زیرزمینی گردید[1]. از شیرابه زباله به‌عنوان یک فاضلاب قوی که دارایBOD و COD بسیار بالاتر از فاضلاب شهری و دارای pH بسیار پایین‌تر و اسیدی‌تر از آن، نام برد. در شیرابه زباله ما رطوبت بسیار کمی داریم اما در فاضلاب شهری بالای ۹۹ درصد آب داریم برای همین ما در زباله غلظت بالاتری از کلیه پارامترهای فیزیک و شیمیایی را دارا هستیم[2]. قلیائیت، به مقدار یون‌های موجود در آب گفته می‌شود که براثر واکنش با یون هیدروژن آن را خنثی می‌کند. به میزان توانایی آب برای خنثی کردن اسیدها نیز گفته می‌شود. کاهش قلیائیت، می‌تواند نشانه‌ای از نفوذ شیرابه زباله باشد[4]. فرآیند خوردگی یک پدیده فیزیکی، شیمیایی و به‌طور عام پدیده‌ای است که در اثر تماس مواد با محیط اطراف آن‌ها به وجود آمده و باعث تغییراتی در خواص آن مواد می‌شود. در حوزه مهندسی مواد، این پدیده در دو شاخه مهم بررسی می شوکه شامل خوردگی حاصل از فرسایشCorrosion و خوردگی الکترو- شیمیایی Erosion است. نوع اول شامل تخریب مواد توسط عوامل فیزیکی نظیر برخورد مواد جامد معلق موجود در لوله‌های انتقال آب یا فاضلاب است؛ اما نوع دوم شامل ایجاد پیل الکتریکی و انجام واکنش‌های الکتروشیمیایی بین محیط اطراف و مواد موجود در آن می‌باشد که با توجه به ماهیت فرآیند در مواد فلزی نظیر لوله‌های فولادی مورداستفاده در خطوط انتقال و توزیع آب رخ می‌دهد[3]. در اثر فرآیند خوردگی مشکلاتی همچون ایجاد حفره در لوله‌ها، کاهش طول عمر تأسیسات، نشست زمین و هدر رفت آب ایجاد خواهد شد که سبب اتلاف هزینه‌های زیادی می‌گردد. به‌گونه‌ای که در تحقیقات انجام‌شده خسارات واردشده توسط این فرآیند ۳ تا ۴٪ درآمد ملی کشورهایی نظیر امریکا، ژاپن، استرالیا و بریتانیا بوده است. شکل ۱ طرح ساده‌ای از مشکلات ناشی از خوردگی در شبکه‌های توزیع آب را نشان می‌دهد.



شکل ۱: روابط مشکلات ناشی از خوردگی در شبکه‌های توزیع آب

عوامل زیادی می‌توانند در فرآیند خوردگی تأثیرگذار باشند که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به pH، درجه حرارت، سختی، اسیدیته، قلیائیت، کلر باقیمانده، کل جامدات محلول، وجود گازها، نمک‌های محلول میکروارگانیسم‌ها در آب اشاره کرد[4].

رسوب‌گذاری فرآیندی است که در آن کاتیون‌های دو ظرفیتی مانند کلسیم و منیزیم با سایر مواد محلول در آب واکنش داده و به شکل لایه‌ای در جداره داخلی لوله ته‌نشین می‌شوند. متداول‌ترین لایه رسوبی ایجادشده در این فرآیند از جنس کربنات کلسیم می‌باشد[3]. فرآیند رسوب‌گذاری سبب مشکلاتی مانند گرفتگی لوله‌ها، کاهش میزان جریان آب و افزایش افت فشار در شبکه می‌شود که این امر نیز افزایش هزینه بهره‌برداری تأسیسات آبی را به همراه دارد.

لیونتال و همکاران در سال ۲۰۰۴ در مطالعه‌ای در کشور آفریقای جنوبی گزارش کردند که خوردگی و رسوب‌گذاری از مشکلات عمده در خطوط انتقال و توزیع آب‌های زیرزمینی این کشور به شمار می‌آید

و مکانیزم اثر و شدت آن به کیفیت آب و جنس لوله بستگی دارد. بررسی‌ها نشان می‌دهد عمده‌ترین رسوبات تشکیل‌شده در سیستم‌های توزیع آب شامل کربنات کلسیم، کربنات منیزیم، سولفات کلسیم و کلرید منیزیم می‌باشد به‌طوری‌که در بعضی مواقع رسوب عوامل فوق‌الذکر به‌صورت کنترل نشده باعث انسداد لوله‌ها و افزایش هزینه های بهره‌برداری از تأسیسات آب‌رسانی می‌گردد.

کیفیت فیزیکوشیمیایی آب مصرفی در این تأسیسات نظیر غلظت اکسیژن، غلظت کل جامدات محلول (TDS)، قلیائیت، دی‌اکسید کربن، غلظت کلر باقی‌مانده آب و درجه حرارت از مهم‌ترین عواملی هستند که در پیدایش این پدیده‌ها و زیان‌های اقتصادی و بهداشتی آن‌ها مؤثرند.

مهم‌ترین شاخص‌هایی مورداستفاده برای تعیین رسوب‌گذار یا خورنده بودن آب در یک منطقه اندیس‌های لانژلیه، رایزنر، تهاجمی و پوکوریوس می‌باشند. شاخص اشباع لانژلیه (LSI) مدلی است که درجه اشباع آب را نسبت به کربنات کلسیم نشان می‌دهد.

به عبارتی شاخص‌های لانژلیه و رایزنر تفاوت بین pH واقعی آب و pH اشباع‌شده توسط کربنات کلسیم را نشان می‌دهند.

مطالعات انجام‌شده توسط دهقانی و همکارانش در سال ۱۳۸۶ در استان فارس نشان می‌دهد که اندیس اشباع لانژلیه و شاخص رایزنار در آب آشامیدنی شهر شیراز به ترتیب در حدود ۰,۴۲ -+ و ۷ / ۶ می‌باشد.

این محققین گزارش کرده‌اند که بر اساس اندیس لانژلیه ۹۵ درصد از نمونه‌های مورد آزمایش در زمان مطالعه دارای پتانسیل رسوب‌گذاری است. بر اساس گزارش این محققین شاخص رایزنر در ۸۲ درصد نمونه‌های موردمطالعه دارای وضعیت متعادل و در ۱۲ درصد نمونه‌ها دارای پتانسیل خورندگی بوده‌اند[3].

جدول ۱: مقادیر متوسط پارامترهای شاخص برای سال‌های مبدأ ۹۱-۱۳۹۰

پارامترهای شاخص	واحد	۱۳۹۰	۱۳۹۱
سختی کل T.H	mg/l caco3	۳۷۲ -+۳۴,۹	۳۷۵ -+۳۶
سختی کلسیم Ca^{+2} .H	mg/l ca^{+2}	۱۲۰ -+۲۲	۱۲۲ -+۱۱,۳
قلیائیت کل .T.Alkal	mg/l caco3	۲۷۵ -+۳۵	۲۶۵ -+۳۱
هدایت الکتریکی E.C	µs/cm	۱۷۰۹ -+۲۱۹,۱	۱۰۱۰ -+۱۵۱
سولفات So_4^{-2}	mg/l so_4^{-2}	۱۳۶ -+۴۷	۱۱۹,۸ -+۶۲
کلراید CL^-	mg/l cl^-	۲۸۰ -+۶۸	۹۲,۳ -+۲۸,۳
pH	-----	۷,۴ -+۰,۰۶	۷,۰۲ -+۰,۴۷

مطالعات انجام‌شده توسط عوض پور و همکارانش روی منابع آب شهرستان ایلام نشان می‌دهد که شاخص اشباع لانژلیه دارای مقادیر منفی و کمتر از صفر می‌باشد.

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که آب شرب این شهر نسبت به کربنات کلسیم غیراشباع بوده و تمایل به خوردگی در جدار لوله‌ها دارد. این محققین برای تائید شرایط حاکم، از شاخص رایزنر و اندیس خوردگی استفاده کرده‌اند که مقادیر عددی این شاخص نیز خورنده بودن آب این شهر را تائید می‌کند[7].

مطالعه انجام‌شده توسط رعیتی در شاهرود نشان می‌دهد که بر اساس شاخص اشباع لانژلیه ۵۷ درصد از آب این شهر ستان کمی خورنده و بقیه آب بسیار خورنده است. این محقق گزارش کرده است که بر اساس شاخص رایزنر نیز آب این شهر در ردیف آب‌های خورنده طبقه‌بندی می‌گردد. این مطالعه و مطالعات مشابه نشان می‌دهد هرچند عوامل تشکیل‌دهنده کیفیت شیمیایی آب به‌طور منفرد گویای تعادل کیفیت شیمیایی آب نیست زیرا در اغلب این مطالعات و تحقیق حاضر اغلب پارامترهای کیفیت شیمیایی آب با استانداردهای ملی ایران و رهنمودهای سازمان جهانی بهداشت مطابقت دارد ولی برآیند این عوامل نشان می‌دهد منابع آب اغلب شهرهای کشور دارای پتانسیل خوردگی و رسوب‌گذاری است که با توجه به پیامدهای بهداشتی، اقتصادی/زیست‌محیطی، عدم مقبولیت آب به دلیل احتمال ورود فلزات سنگین و نارضایتی مصرف‌کنندگان به دلیل افت فشار در شبکه‌های آب، پایش و کنترل کیفیت شیمیایی آب و کنترل این پدیده‌ها الزامی است[3].

در این مقاله به بررسی موضوع میزان تأثیرپذیری شیرابه‌های زباله بر میزان رسوب‌گذاری و یا خوردگی تأسیسات منابع آبی و درنتیجه تأثیر آن بر خطای لوازم اندازه‌گیری و یا خرابی کنتورهای حجمی و مغناطیسی منابع آبی و کنتورهای مشترکین موردبررسی و تحلیل قرار می‌گیرد.

ویژگی رسوب‌گذار شدن یا خورندگی آب شبکه توزیع، بر میزان هدر رفت شبکه آب‌رسانی مؤثر خواهد بود.

پرسش اساسی این پروژه این است که آیا بانفوذ شیرابه‌های زباله به شبکه شهری که منجر به بالا رفتن بعضی از پارامترهای فیزیکوشیمیایی و تغییر محسوس و سریع کیفیت شیمیایی آب شبکه توزیع‌شده می‌توان این انتظار را داشت که بر میزان هدر رفت ظاهری و واقعی آب اثر خواهد گذاشت یا خیر؟

با بررسی میدانی مشخص‌شده است که محل دفن زباله در شهر رستم‌آباد در قسمت غربی شهر و بالاتر از منابع آبی شرب و در مسیر سفره‌های زیرزمینی می‌باشد. متأسفانه اکثریت مکان‌های دفن زباله در شهرها بدون ایزولاسیون محل (نفوذناپذیر کردن شیرابه زباله) مورداستفاده قرار می‌گیرد. در جانمایی این مکان‌ها، معمولاً به دور بودن از شهر و مناطق مسکونی توجه می‌شود و این مکان بدون در نظر گرفتن احتمال و میزان آسیب‌پذیری آن به منابع آبی انتخاب می‌شود.

جدول ۲: مقادیر متوسط پارامترهای شاخص برای سال های مقصد ۹۵-۱۳۹٤

پارامترهای شاخص	واحد	۱۳۹۴	۱۳۹۵
سختی کل T.H	mg/l caco3	۴۳۶ –+۳۸	۴۸۵ –+۲۲,۷
سختی کلسیم Ca^{+2} .H	mg/l ca^{+2}	۱۳۹,۵ –+۶,۷	۱۴۳ –+۱۳,۶
قلیائیت کل .T.Alkal	mg/l caco3	۲۸۵ –+۱۲	۳۰۰ –+۲۲,۲
هدایت الکتریکی E.C	µs/cm	۹۶۵,۲۵ –+۹۸	۱۹۲۵ –+۳۹۲
سولفات So_4^{-2}	mg/l so_4^{-2}	–+۸۳,۷ ۱۸۰,۲۵	۱۸۶ –+۹۱
کلراید CL^-	mg/l cl^-	۱۸۷,۵-+۶۸	۳۳۲ –+۸۶,۹
pH	-----	۷,۵۶–+۰,۰۹	۷,۷۲ –+۰,۲۱

• ۲-مواد وروشها:

در این مطالعه، ابتدا روند کیفی پارامترهای شیمیایی شهر رستم آباد در ۵ سال گذشته، بررسی شده است.

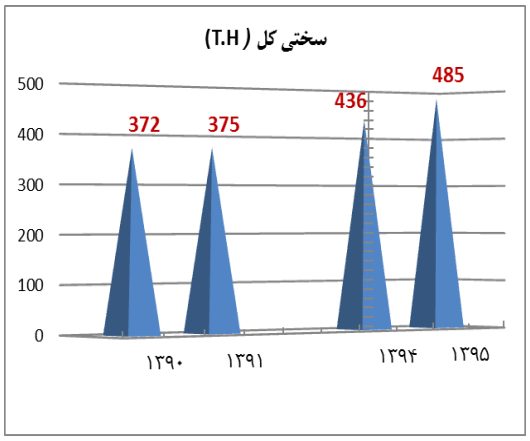
آمار و اطلاعات موجود در آرشیو آزمایشگاه امور آبفا رودبار مربوط به آنالیز سه حلقه چاه های شهر رستم آباد برای سال های۱۳۹۴،۱۳۹۱،۱۳۹۰ و ۱۳۹۵ ملاک تحلیل بوده است. کلیه این آزمایشات در شرکت آب و فاضلاب استان گیلان و تحت نظارت کارشناسان مجرب و بصورت فصلی بر اساس برنامه و دستور العمل شرکت مهندسی آب وفاضلاب کشور انجام شده است. دستگاه های مورد استفاده، اسپکتوفتومتر۵۰۰۰ مدل پالین تست و pH متر مدل پالین تست انگلستان و E.C متر مدلHACH آمریکا. روش انجام آزمون ها نیز بر اساس کتاب استاندارد متد ویرایش ۲۰۰۵(روش استاندارد مخصوص آزمون های آب و فاضلاب)-چاپ ۲۱ تالیف سازمان های معروف جهان در زمینه آب (WEF،APHA،AWWA).

شهر رستم آباد در شهرستان رودبار استان گیلان دارای سه حلقه چاه به نام های کلورز، پشته و شمام با دبی ۲۵ لیتر در ثانیه برای هر یک و با آنالیز فیزیکو –شیمیایی آب این چاه ها و شبکه توزیع، پتانسیل خورندگی و یا رسوب گذار بودن این آب با توجه به شاخص های لانژلیه، رایزنر، تهاجمی و پوکوریوس انتخاب گردید.

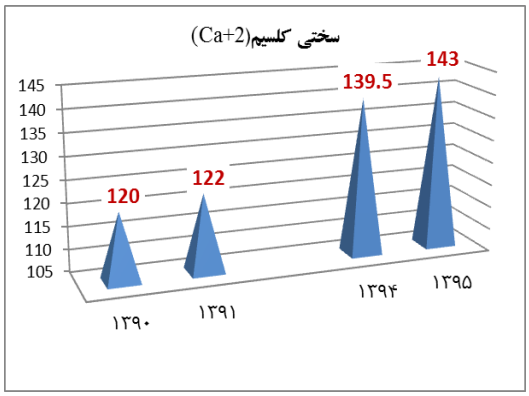
مقادیر سختی کل و کلسیم، قلیائیت، کلر باقی مانده، کل جامدات نامحلول، کاتیون ها و آنیونها درآزمایشگاه و با استفاده از استاندارد ۱۰۵۳ سنجش و مقایسه شدند. شاخص های لانژلیه و رایزنر(Langelier Saturation Index و Ryzner Saturation Index با کمک فرمول های مربوطه محاسبه گردیده و بر مبنای مقایسه با تقسیم بندی آب ها به سه دسته رسوب گذار، خنثی و خورنده تقسیم شد.

• ۳-نتایج:

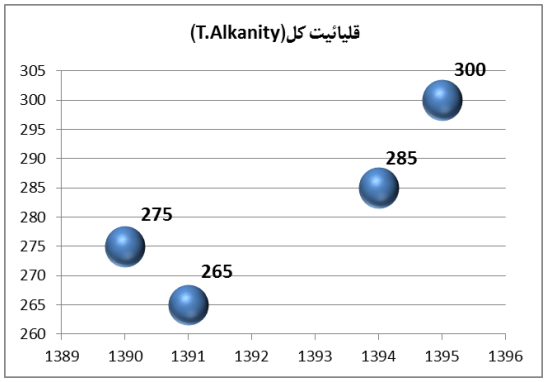
در این بررسی مقادیر پارامترهای فیزیکو شیمیایی نظیر pH، سختی کل و سختی کلسیم، قلیائیت کل، هدایت الکتریکی،TDS منابع آبی شهر رستم‌آباد مربوط به سال‌های ۹۱-۱۳۹۰ به‌عنوان سال‌های مبدأ و سال‌های ۹۵-۱۳۹۴ به‌عنوان سال‌های مقصد استفاده‌شده است. مقادیر میانگین شاخص‌های مهم در بحث خوردگی و رسوب‌گذاری با انحراف معیارشان در جدول ذیل آمده است.



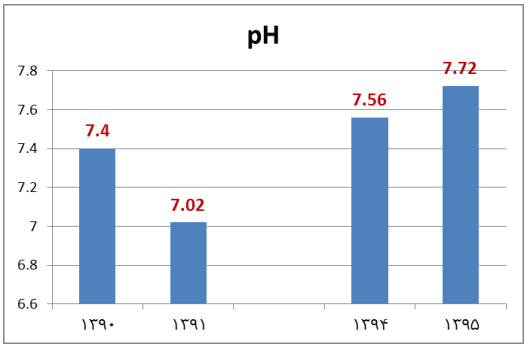
شکل (2): مقایسه مقادیر میانگین سختی کل سال‌های مبدأ و مقصد.



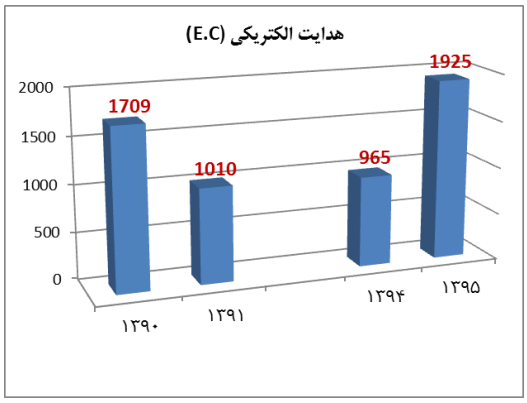
شکل (3): مقایسه مقادیر میانگین سختی کلسیم سال‌های مبدأ و مقصد.



شکل (4): مقایسه مقادیر میانگین قلیائیت کل سال‌های مبدأ و مقصد.



شکل (۸): مقایسه مقادیر میانگین pH سال‌های مبدأ و مقصد.



شکل (۵): مقایسه مقادیر میانگین هدایت الکتریکی سال‌های مبدأ و مقصد.

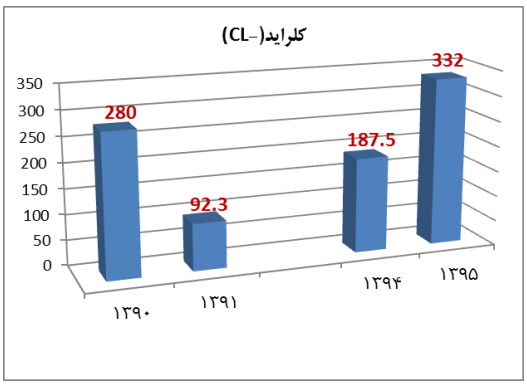
در اشکال ۱ الی ۷، تغییرات پارامترهای شیمیایی به ترتیب، سختی کل و کلسیم، قلیائیت کل، هدایت الکتریکی، کلراید، سولفات و pH سال‌های مبدأ (۹۱-۱۳۹۰) و سال‌های مقصد (۹۵-۱۳۹۴)، مقایسه شده است. با توجه به افزایش پارامترهای کیفی ایجادشده، علیرغم این‌که به نظر می‌رسد که شیرابه زباله تأثیر خود را گذاشته است اما همچنان در محدوده استاندارد ملی ایران و WHO (سازمان جهانی بهداشت) قرار دارد. هرچند تغییرات متوسط قلیائیت کل درمجموع نگران‌کننده نمی‌باشد اما با این روند هنوز تأثیر کمتر شیرابه زباله را می‌توان دید و این خبر خوبی است.

برای محاسبه پتانسیل خوردگی و رسوب‌گذاری از اندیس اشباع لانژلیه (LSI) و اندیس رایزنر (RSI) استفاده شد. جهت محاسبه pHs پارامترهای A,B برای نمونه‌های مختلف آب به ترتیب با استفاده از غلظت کل جامدات محلول و درجه حرارت آب تعیین گردید و نتایج بر مبنای آزمایش پایداری کربنات کلسیم کنترل شد. جهت محاسبه این شاخص‌ها،pH اشباع و تعیین خورندگی و رسوب‌گذاری آب از روابط زیر استفاده گردید (قانعیان و همکاران،۱۳۸۷).

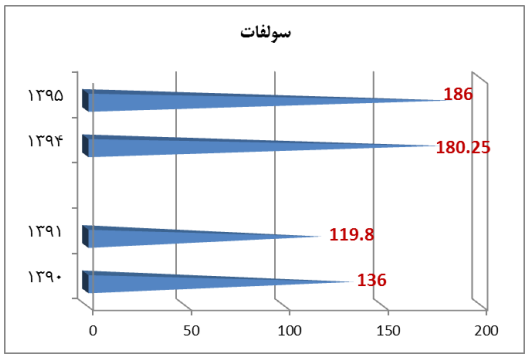
$$PH_S = A + B - \text{Log } Ca^{+2} - \text{Log T.alk}$$
$$= 11.6 - (F_{ca} + F_{alk})$$

$$LSI = pH - pHs$$
$$RSI = ۲pHS - pH$$

استفاده از منحنی تعیین فاکتورهای مؤثر در ایندکس اشباع الزامی است. نتایج این محاسبات در جداول شماره ۳ و ۴ ارائه‌شده است. بر اساس مقادیر ارائه‌شده برای اندیس اشباع لانژلیه آب شرب مورداستفاده در این بخش تمایل به خوردگی داشته (LSI<0)، درحالی‌که بر اساس مقادیر اندیس رایزنر کیفیت آب مورداستفاده در این منطقه دارای خوردگی نسبتاً زیادی است. با توجه به تفاوت کیفیت تبیین شده توسط این دو شاخص برای آب‌های مورداستفاده در این منطقه از آزمون پایداری کربنات کلسیم استفاده گردید که بر این اساس آب مورداستفاده با کیفیت تعیین‌شده توسط اندیس اشباع لانژلیه مطابقت داشته و کمی خورنده است زیرا در طی این آزمایش برای سال‌های مبدأ، مقادیر سختی کل بدون تغییر و قلیائیت کاهش‌یافته



شکل (٦): مقایسه مقادیر میانگین کلراید سال‌های مبدأ و مقصد.



شکل (۷): مقایسه مقادیر میانگین سولفات سال‌های مبدأ و مقصد.

است اما برای سال‌های مقصد، افزایش در سختی کل و قلیائیت دیده می‌شود.

- در مورد اندیس لانژلیه باید گفت که این شاخص تمایل به رسوب‌دهی یا عدم تشکیل رسوب را نشان می‌دهد و به‌عنوان یک اندازه‌گیری کمی نمی‌توان از آن استفاده کرد. برای رفع غیر کمی مقادیر اندیس لانژلیه، می‌توان از اندیس رایزنر استفاده کرد که تا حدودی نتایج را کمی می‌کند.

جدول ۳: مقادیر اندیس‌های اشباع لانژلیه و رایزنر سال‌های مبدأ ۱۳۹۰-۹۱

آب تمایل به تشکیل رسوبات کربنات کلسیم دارد.	اگر LSI>0
آب حالت تعادلی دارد. نه رسوب‌گذار و نه خورنده	اگر LSI=0
آب تمایل به محلول بودن و یا خورنده بودن دارد	اگر LSI<0

جدول ٤: مقادیر اندیس‌های اشباع لانژلیه و رایزنر سال‌های مقصد ۱۳۹٤-۹۵

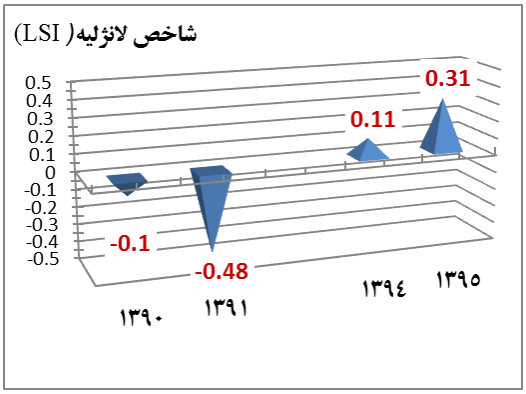
سال مبدأ	pHs	LSI	RSI	پایداری کربنات کلسیم
۱۳۹۰	۷,۵	-۰,۱*	۷,۶*	احتمال خوردگی زیاد
۱۳۹۱	۷,۵	-۰,۴۸*	۷,۹۸*	

*احتمال خوردگی زیاد وجود دارد.

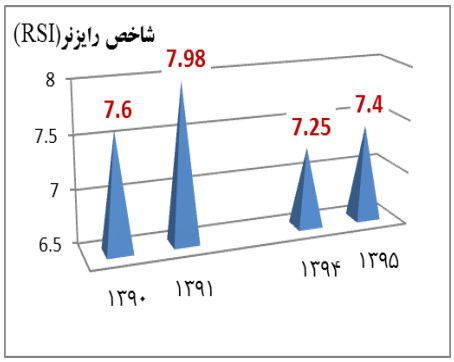
جدول ۵: شرایط اندیس اشباع لانژلیه

سال مقصد	pHs	LSI	RSI	پایداری کربنات کلسیم
۱۳۹۴	۷,۴۵	۰,۱۱**	۷,۲۵**	احتمال خوردگی زیاد
۱۳۹۵	۷,۴۱	۰,۳۱**	۷,۴**	

** احتمال خوردگی کم و رسوب‌گذاری کم وجود دارد.



شکل (۹): مقایسه شاخص لانژلیه سال‌های مبدأ و مقصد



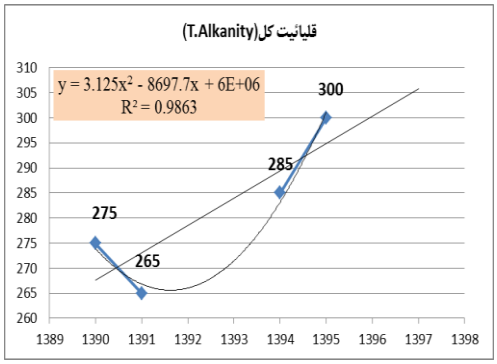
شکل (۱۰): مقایسه شاخص لانژلیه سال‌های مبدأ و مقصد

- ## بحث و نتیجه‌گیری

با عنایت به این‌که تغییرات پارامترهای شیمیایی متفاوت‌اند لذا شیب تغییرات و پیش‌بینی تغییرات در چند سال آینده به روش رگرسیون برای پارامترهای مؤثر در تعیین شاخص‌های لانژلیه و رایزنر آورده شده است.

۱. قلیائیت کل

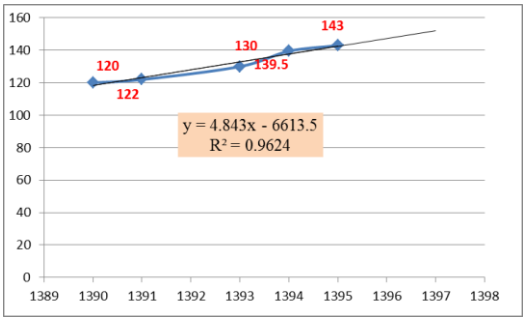
روند تغییرات قلیائیت به‌صورت نمایی صورت گرفته و شیب تغییرات با روش رگرسیون به‌صورت خطی-افزایشی می‌باشد.



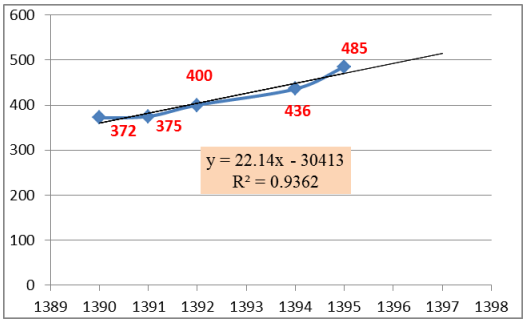
شکل ۱۱: نمودار رگرسیونی قلیائیت کل

۲. سختی کل و سختی کلسیم

همان‌طوری که در شکل ذیل دیده می‌شود، روند تغییرات هر دو نوع سختی به‌صورت خطی–افزایشی عمل کرده و رگرسیون آن‌ها هم به‌صورت خطی تغییر می‌کند.



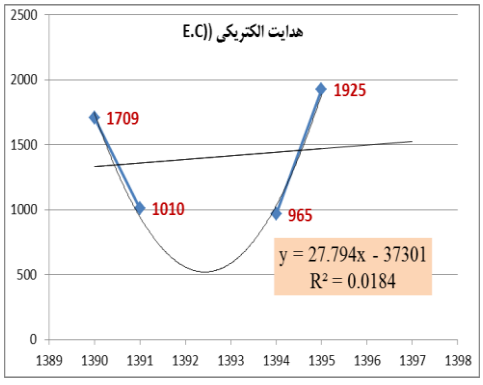
شکل ۱۲: نمودار رگرسیونی سختی کلسیم



شکل ۱۳: نمودار رگرسیونی سختی کل

۳. هدایت الکتریکی (EC)

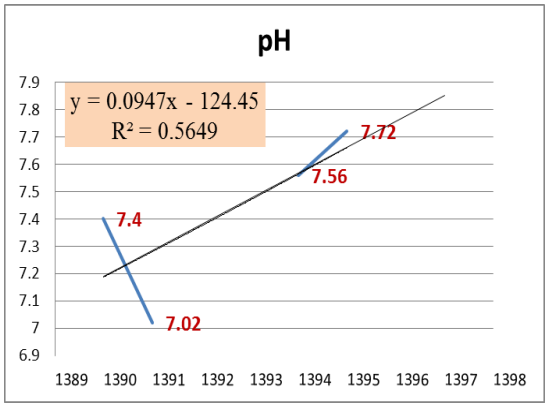
تغییرات هدایت الکتریکی نیز از سال‌های مبدأ تا سال‌های مقصد به‌صورت سهمی بوده و لذا روش رگرسیون نیز خطی–افزایشی منتهی با شیب خیلی کم همراه خواهد بود.



شکل ۱٤: نمودار رگرسیونی هدایت الکتریکی

۴. pH

روند تغییرات در اینجا نیز شبیه قلیائیت کل می‌باشد یعنی به‌صورت توانی تغییر کرده لذا با رگرسیون به‌صورت خطی درآمده است. هرچند تعداد آزمون‌ها کفایت لازم برای اظهارنظر قطعی، تجزیه‌وتحلیل روند وضعیت کیفی منابع آبی شهر را ندارد، اما بااین‌حال روند تغییرات در بعضی از پارامترها آن‌قدر زیاد است که می‌توان تا حد زیادی تحلیل درستی از تغییرات کیفی آن در آینده ارائه کرد.



شکل ۱۵: نمودار رگرسیونی pH

با عنایت به بررسی نمودارها می‌توان گفت که تغییرات pH در محدوده استاندارد قرار داشته و تا این لحظه وضعیت نسبتاً مطلوب است؛ اما در پارامتر بعدی یعنی EC و TDS افزایشی درمجموع اتفاق افتاده است که نشان از پایین آمدن کیفیت شرب دارد. هم‌چنین افزایش سختی کل بسیار مشهود است. هرچند بالا رفتن سختی کل مشکلی به لحاظ شرب ایجاد نمی‌کند اما این نشانه دیگری از کاهش کیفیت این منابع دارد. تغییرات متوسط قلیائیت کل هنوز تأثیر کمتر شیرابه زباله را نوید می‌دهد.

بررسی اجمالی روند تغییرات کاهشی و یا افزایشی پارامترهای آنیونی و کاتیونی نشان می‌دهد که کیفیت به شیب نسبتاً قابل‌ملاحظه‌ای در حال نزول است. هرچند بارندگی‌های گاه و بی گاه می‌تواند این روند رو کندتر کند. تغییر اقلیم در همه جای کره زمین رخ نموده و استان زیبای گیلان نیز از این رخداد ساخت بشر! در امان نبوده است. لذا این موضوع سبب شده شرایط آب و هوایی حتی در این استان بسیار پرباران سال‌های نه‌چندان دور، همانند گذشته نباشد و یکی از تبعات این کاهش بارندگی به‌صورت کاهش کیفیت منابع آبی بروز می‌نماید. پایش کیفیت شیمیایی آب ازنظر تعادل شیمیایی (خورندگی و رسوب‌گذاری) و پیشگیری از پدیده‌های خوردگی و رسوب‌گذاری که باعث آسیب‌های بهداشتی و اقتصادی فراوانی می‌شود بسیار مهم است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که در کشور ما مقادیر قابل‌توجهی از آب در اثر نشت از شبکه‌های توزیع هدر می‌رود. میزان هدر رفت آب در برخی از کشورها نظیر ایران بیش از ۲۰ درصد می‌باشد. همچنین پایش کیفیت شیمیایی آب و کنترل تعادل آن می‌تواند منجر به افزایش عمر مفید تأسیسات آب‌رسانی شده و احتمال نشت و هدر رفت آب را کاهش دهد. این الزامات در کشورهای کم آب نظیر ایران از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. از طرفی ایجاد رسوب در جدار داخلی لوله‌ها نیز از مسائل مهمی است که سبب ایجاد افت فشار در

سیستم‌های توزیع‌شده و علاوه بر نارضایتی مصرف‌کنندگان باعث تحمیل هزینه های زیاد پمپاژ برای سیستم‌های توزیع خواهد شد. بررسی مقادیر شاخص‌های خوردگی و رسوب‌گذاری در آب آشامیدنی شهر رستم‌آباد نشان می‌دهد که آب آشامیدنی مورداستفاده در این منطقه ازنظر کیفیت شیمیایی کمی متعادل است و دارای رسوب‌گذاری کم و ضعیف است. هرچند پتانسیل خوردگی و رسوب‌گذاری یا تعادل کیفیت آب در سیستم‌های پایش آب کشور چندان موردتوجه نیست ولی این مطالعه و برخی از مطالعات مشابه نشان می‌دهد که آب برخی از استان‌های کشور ازنظر تعادل شیمیایی وضعیت مطلوبی نداشته و پدیده خوردگی و رسوب‌گذاری در شبکه‌های توزیع آن‌ها در حال انجام است که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد (قانعیان و همکاران، ۱۳۸۷).

در مطالعه حاضر با توجه به مقادیر شاخص‌های لانژلیه (LSI) و رایزنر (RSI)، بر اساس جداول شماره ۵ و ۶ می‌توانیم بگوییم که آب شبکه توزیع در شهر رستم‌آباد در حال حاضر رسوب‌گذار سبک است؛ و این مسئله می‌تواند در آینده نه‌چندان دور باوجود یک محل آلاینده جدی و شدیداً آلوده (محل دفن زباله شهری) که متأسفانه در مکانی نامناسب نسبت به منابع آبی این شهر یعنی چاه‌های کلورز، شمام و پشته قرار دارد، باعث خواهد شد که سیستم شبکه توزیع را به سمت رسوب‌گذار بر اساس نمودار رگرسیون در چند سال آینده خواهد رفت؛ و می‌تواند باعث گرفتگی شبکه، کاهش قطر لوله‌های شبکه حاصل از ترسیب، خرابی وسایل اندازه‌گیری و...صدمات قابل‌توجهی به سیستم خواهد زد. البته خشک‌سالی‌ها و کاهش بارندگی استفاده بی‌رویه از منابع آبی منطقه در بخش کشاورزی، عوامل دیگری هستند که دخیل در این ماجرا می‌باشند؛ اما عمده‌ترین و مؤثرترین عامل، وجود محل دفن زباله شهری غیر ایزوله در موقعیت نامناسب نسبت به منابع آبی شهر، سیستم را به سمت افت فشار و هدر رفت آب (خرابی کنتورهای مشترکین) در حال رسیدن می‌باشد.

بدیهی است پایدارسازی آب و تثبیت ویژگی‌های کیفی آب قبل از ورود به شبکه‌های توزیع از اهداف (Water Safety =WSP Plan)، عامل مهمی در کنترل و پیشگیری از بروز خوردگی و رسوب‌گذاری بوده که باید به نحو مناسبی در سیستم‌های تأمین آب انجام شود. اقداماتی نظیر:۱-اقدامات حفاظتی، نظیر تعبیه سیستم جمع‌آوری شیرابه زباله‌ها، ۲-ترمیم مکان فعلی دفن زباله با ایجاد بستر نفوذناپذیر و ۳- احداث مکان جدید دفن زباله با رعایت اصول بهداشتی و استاندارد ۴-رعایت حریم کیفی و بهداشتی منابع ۵- عدم فروش انشعاب برای خدماتی که امکان آلوده کردن حرایم منابع را سبب شود و ...در این راستا موردتوجه قرار گیرد.

منابع:

[1]. شیرانی، زهرا؛ «ارزیابی منابع آلودگی آب‌های زیرزمینی در محیط شهری (مطالعه ۱۴ شهرداری تهران)»، مقاله پژوهشی، بهار ۱۳۹۲، دوره ۱۱، شماره ۱، صفحه ۱-۱۶.

[2] . شریعت پناهی، محمد، «اصول کیفیت و تصفیه آب و فاضلاب»، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۱، فصل سوم، صفحه ۱۳۷.

[3] . قانعیان، محمدتقی؛ احرامپوش، محمدحسن؛ غنی زاده، قادر؛ امراللهی، محسن؛ «بررسی پتانسیل خوردگی و رسوب‌گذاری در سیستم آب‌رسانی دوگانه مرکز بخش خرانق از توابع استان یزد»، فصل‌نامه پژوهشی طلوع بهداشت یزد، سال هفتم شماره ۳ و ۴، پاییز و زمستان1387

[4]. رضایی کلانتری، روشنک؛ آذری، علی؛ احمدی، احسان؛ احمدی جبلی، محمد. «بررسی کیفیت و تعیین اندیس‌های پایداری منابع آب شرب روستاهای استان قم» فصلنامه بهداشت در عرصه، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی- دانشکده بهداشت، دوره ۱، شماره ۳، پائیز ۱۳۹۲، صفحات ۹ تا ۱۶

[5] Faithful ،J. and Finlayson ،W. ،2005. Water quality assessment for sustainable agriculture in the Wet Tropics-A community assisted approach. Marine pollution Bulletin،Vol.51(1-4)،pp.99-112

[6] Jalili ،M. ،2007. Assessment of the chemical components of Famenin groundwater, western Iran. Environmental Geochemistry and Health Journal ،Vol. 29(5) ،pp.357-374

[7] Xaun ،V. ،2001. Ground water pollution in Hochiminh city and it's prevention-case study ،Annual Report of FY 2001 ،The Core University Program between Japan society for the Promotion of Science (JSPS) and National Centre for Natural Science and Technology (NCST) ،Volume.P.1-P.7،pp.4-5.

[8] Rubina ،K.،Zulfiqar،A.،2009. Determination of toxic inorganic elements pollution in groundwater of Kahuta Industrial Triangle Islamabad, Pakistan using inductively copled plasma mass spectrometry. Journal of Environment Monitoring Assessment ،Vol. 157(1-4) ،pp. 347-354.

Denitrification optimization process by using absorption fosterage

Mohamad Mehr Motlagh* (a), Naser Dodangeh (b), Kheyzaran Ebrahimi (c),
(a) Guilan water & wastewater co., Rasht, Iran, *mohamadmehremotlaq@yahoo.com*
(b) Guilan water & wastewater co., Rasht, Iran, *naser1557@gmail.com*
(c) Guilan water & wastewater co., Rasht, Iran, *Ebrahimi@gmail.com*
(* Corresponding author: Mohamad Mehr Motlagh)

Abstract
Several types of bacteria exist on the organic materials in anaerobic conditions. During lack of oxygen for normal respiration, they use nitrate as final electron acceptor instead of oxygen. This work tried to do aerobic respiration phase in the aeration unit as long as hydraulic time to (MCRT) for 8 hours in the wastewater treatment of Bandar Anzali by using bacteria fosterage of denitrification index. These bacteria can be activated in rich environment of organic materials and without oxygen which are widely found in the domestic absorption wells. The results of this work showed that the advantages of this method demonstrate remove denitrification manufacturing facility and reduce moss and algae growth in the wastewater treatment process outdoor channels.

Keywords: denitrification; absorption well; wastewater.

بهینه‌سازی فرایند دنیتریفیکاسیون به روش پرورش جذبی

محمد مهرمطلق [۱]، ناصر دودانگه [۲]، خیزران ابراهیمی [۳]
[۱] سرپرست تصفیه‌خانه فاضلاب بندرانزلی، آبفای شهری گیلان، رشت،
mohamadmehremotlaq@yahoo.com
[۲] رئیس اداره بهره‌برداری آبفای بندرانزلی، آبفای شهری گیلان، رشت،
naser1557@gmail.com
[۳] کارشناس مسئول آزمایشگاه مرکزی آبفای استان گیلان، آبفای شهری گیلان، رشت،
Keizaran.Ebrahimi@gmail.com

چکیده

چندین نوع باکتری وقتی بر روی مواد آلی در شرایط غیر هوازی حضور داشته باشد این تبدیل (دنیتریفیکاسیون) را انجام می‌دهند زیرا در هنگام عدم اکسیژن برای تنفس معمولی هوازی، آن‌ها بجای اکسیژن از نیترات به‌عنوان آخرین پذیرنده الکترون استفاده می‌کنند در این تحقیق سعی شده برای نخستین بار مرحله تنفس غیر هوازی در واحد هوادهی و در زمان ماند خاموش هیدرولیکی در بازه ماند سلولی MCRT 8 ساعته در تصفیه‌خانه فاضلاب بندر انزلی با استفاده از پرورش باکتری‌های شاخص نیترات‌زدایی (سو دوموناس و الکالیژ نز) انجام شود این باکتری‌ها می‌توانند به‌صورت جزیره‌ای در محیط غنی از مواد آلی و بدون حضور اکسیژن فعال شوند که در چاه جذبی‌های خانگی به‌صورت گسترده یافت می‌شوند نتایج این بررسی نشان داد که مزایای استفاده از روش مذکور موجب حذف ساخت تأسیسات نیترات‌زدایی و کاهش چشمگیر رشد خزه و جلبک در کانال‌های خروجی تصفیه‌خانه شده است.

کلمات کلیدی: دنیتریفیکاسیون، چاه جذبی، فاضلاب.

۱ – مقدمه

نیتروژن یکی از آلاینـده‌هـای موجود در فاضلاب است که به اشکال نیتروژن آلی و غیرآلی در فاضلاب وجود دارد پایدارترین حالت نیتروژن در آب و فاضلاب نیترات مـی‌باشـد ازنظـر بهداشت عمومی، نیترات مـی‌توانـد باعث بروز مشـکلاتی از قبیـل متهموگلوبینمیا و سرطان گردد. در سال‌های اخیر تکنولوژی‌های حذف ترکیبات از ته به دودسته، روش‌های فیزیکی و شیمیایی می‌باشد ازجملـه مانند استفاده از فلزات احیاء کننده، مبادله کننده‌هـای یونی، اسمز معکوس، استفاده از آنزیم‌ها الکترودیالیز و... انجام می‌شـود؛ کـه روش‌هـای فیزیکـی و شیمیایی عمـدتاً گـران بوده از سـوی دیگر اسـتفاده از روش‌هـای بیولوژیکی هزینه پایینی دارند و باقیمانده زائد خطرنـاک تولیـد نمی‌کنند. در این مطالعه روش حذف نیترات با استفاده از باکتری‌های هتروتروفیک (سودوموناس و الکالیژنز) مطرح و موردبررسی و تحلیـل قرار گرفت. به‌طورکلی هدف از حذف نیتـرات از تأسیسـات فاضـلاب شامل موارد ذیل می‌باشد[3-1].

- رشد بیش‌ازاندازه جلبک‌ها و خزه‌ها
- کاهش اکسیژن
- سمیت
- خورندگی

روش‌های حذف نیترات

- روش تبادل یونی با استفاده از رزین‌های قوی
- حذف بیولوژیکی نیترات با استفاده از متانول و اتانول
- اسمز معکوس
- الکترو دیالیز و یا الکترو دیالیز معکوس

۲ – کلیات تحقیق

- چاه جذبی: مجموعه فاضلاب خانگی که به محل دفن (چاه یا سپتینگ) هدایت می‌شود و به علت نبود شبکه هضم می‌شود.
- HRT: (hydraulic retention time) زمان ماند هیدرولیکی – زمان سپری‌شده توسط فاضلاب در تانک هوادهی
- MCRT:(mean cell retention time) زمان ماند سلولی –زمانی که میکروارگانیسم‌ها در تانک هوادهی و ته‌نشینی سپری می‌کنند.
- Hydraulic Load بار حجمی – مقدار فاضلابی که در واحد زمان به یک مترمکعب از حجم تصفیه‌خانه وارد می‌آید.
- Mlss: (mixed liquor suspended solids) مواد جامد معلق در مایع مخلوط
- BOD: (biological oxygen demand) اکسیژن موردنیاز بیولوژیکی
- Denitrification نیترات‌زدایی
- Alacaligenes

این جنس باکتری دارای ۹ گونه است و از خانواده اکروموباکتریاسه می‌باشد. میله‌ای شکل گرم منفی و گاهی گرم مثبت می‌باشد این باکتری چنانچه از نامش پیداست در حین رشد و تکثیر موجب تغییر PH محیط به‌طرف قلیایی شدن می‌گردد.

Pseudomonas : این باکتری به‌خوبی بروی اغلب محیط‌های کشت آزمایشگاهی رشد می‌کند و روی آگار خونی و آگار آبی ائوزین متیل تیونین جدا می‌شود و دارای بوی میوه (با طعم انگور) و توانایی رشد در دمای ۴۲ درجه سانتی‌گراد را دارد. باکتری سودوموناس شامل بیش از ۲۹ گونه است. در بین بیش از ۵۰۰ باکتری دارای این قابلیت، باکتری سودوموناس استوتزری که اولین بار توسط بوری و همکارش استوتزر در سال ۱۸۹۵به‌عنوان سودوموناساستوتزری معرفی شد و از مؤثرترین باکتری‌های دنیتریفایر است که نیترات را به گاز نیتروژن تبدیل می‌نماید[4].

۲ –روش آزمون

با توجه به اهمیت اثرات نیترات بر منابع آب و سلامتی انسان و همچنین اثبات نقش قوی دنیتریفایری باکتری سودوموناس جداشده از تصفیه‌خانه فاضلاب انزلی (اختلاط با چاه جذبی و سپتینگ‌های لجن) انجام و در محیط آزمایشگاهی به‌صورت افتراقی در محیط مک کانکی آگار کشت داده شد و رنگ‌آمیزی گرم در توالی‌های مختلف نیز صورت گرفت. همچنین در مرحله دوم آزمایش‌ها، از تصفیه‌خانه فاضلاب در سه قسمت فاضلاب خام ورودی، خروجی حوض هوادهی و پساب خروجی حوض ته‌نشینی ثانویه، نمونه‌برداری و آزمایش نیتروژن انجام گردید طبق جدول(۳).

در این پژوهش با هدف پرورش و رشد باکتری‌های مزبور در محیط غنی از مواد آلی و کاهش مصرف انرژی و حذف جلبک‌ها از کانال خروجی تصفیه‌خانه انزلی، مطرح گردید و آنالیز نمونه‌ها به روش MPN در محیط برلیان گرین براثو سپس انتقال به محیط مک

کانکی و EMB آگار انجام گردید و پس از رنگ‌آمیزی گرم زیر میکروسکوپ نوری شناسایی شدند. بیشترین باکتری‌های جداشده از خانواده باسیلوسها، سودوموناس و آلکالیژنز بوده است. باکتری‌ها بخصوص باکتری‌های گرم منفی جز اصلی فلوک‌های لجن فعال را تشکیل می‌دهند.

شکل (۱): سمت راست سود موناس در محیط مک کانکی آگار – سمت چپ شیگلا

۳ – نتایج

همان‌طور که ذکر شد ایجاد پدیده دنیتریفیکاسیون به‌جز تصفیه پیشرفته مستلزم یک واحد بی‌هوازی همانند ته‌نشینی اولیه و احیای پی‌درپی است و عموماً میزان تولید باکتری‌های ازت زدا خیلی پایین می‌باشد مطالعات مورلنگ ۲۰۰۹ نشان می‌دهد سن لجن MCRT برای افزایش مقدار باکتری‌های ازته موردنیاز است و چون سیکل باکتری‌های موجود در SMLSS بسیار گسترده و در رقابت هستند مجال کافی برای تکثیر باکتری ازت زدا به جهت هم‌زیستی در محیط هوازی نمی‌باشد، اصولاً تصفیه‌خانه‌هایی که دارای ته‌نشینی اولیه بوده و تصفیه‌خانه فاضلاب بندرانزلی که فاقد ته‌نشینی اولیه می‌باشد را می‌توان با استفاده از لجن جذبی موجود در چاه‌های جذبی خانگی اکسیژن‌گیری و نیترات‌زدایی نمود و یا با ایجاد چاهک‌هایی در تصفیه‌خانه و ارسال لجن مازاد به آن از طریق شیر شماره ۱ و مجدداً با ارسال فاضلاب ورودی به چاهک از طریق شیر شماره ۲ به‌صورت متناوب اقدام به پرورش باکتری نیترات زدا به‌صورت جزیره‌ای نمود که مقادیر نامبرده در جدول (۱) داده‌شده است و چنانچه در جدول (۲) آمده حداقل BOD^5چاه جذبی ppm۳۰۰ بوده و بعد از واحد دانه گیری به نسبت ۳ به ۱۰۰ فاضلاب ورودی وارد شد و پس از اختلاط با لجن برگشتی در لاین اول هوادهی که معمولاً هوادهی‌ها به‌صورت لاینی، مرحله‌ای و حوضچه‌ای طبق مطالعات سینها و ا نا چه آته ۲۰۰۷ به‌صورت هواده خاموش صورت گرفت. زمان فرایند حداقل ۸ ساعت بوده و هر ساعت یک‌بار به مدت ۵ تا ۱۰ دقیقه هوادهی لاین اول روشن‌شده تا فعل‌وانفعالات گازی صورت گرفته خارج و باعث جابه‌جایی لجن فعال به قسمت و لاین بعدی شده تا تمام smlss در این فرایند توقف داشته باشد و حداقل ۸ ساعت در زمان تاریکی که جذب مواد معدنی توسط فرایند فتوسنتز به حداقل می‌رسد در ساعت ۶ غروب تا ۶ صبح صورت گرفت[5-7].

جدول (۱): نسبت حجم چاهک به حجم لجن مازاد و فاضلاب ورودی طرح پایلوت

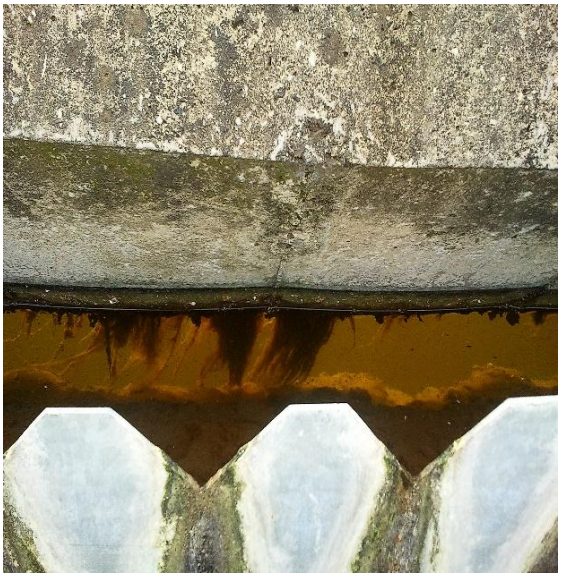
نسبت حجم چاهک به حجم هوادهی (درصد)	نسبت دبی لجن مازاد ورودی چاهک به فاضلاب ورودی تصفیه‌خانه (درصد)	نسبت دبی فاضلاب ورودی چاهک به دبی لجن مازاد (درصد)
۵	۱ تا ۲	۱۰۰

جدول (۲): مقادیر BOD^5 چاهک به بارگذاری داخل حوض هوادهی در طرح پایلوت

BOD^5 فاضلاب ورودی Mg/l		BOD^5 چاهک Mg/l	MCRT حداقل (ساعت)	HRT حداکثر (ساعت)	درصد اختلاط	Mlss Mg/l		ساعت کارکرد مناسب فرایند	PH مناسب	PO مناسب
حداقل	حداکثر					حداقل	حداکثر			
۸۰	۲۰۰	۳۰۰	۸	۲۴	۳	۱۵۰۰	۵۰۰۰	۱۸ الی ۶ صبح	۸/۵ –۷/۵	۱ – ۰/۲
۲۰۰	۳۰۰	۵۰۰	۷	۲۴	۲/۵	۲۰۰۰	۵۰۰۰	۱۸ الی ۶ صبح	۸/۵ –۷/۵	۱ – ۰/۲
۳۰۰	۸۰۰	۱۰۰۰	۵	۲۴	۲	۳۰۰۰	۵۰۰۰	۱۸ الی ۶ صبح	۸/۵ – ۷/۵	۱ – ۰/۲

جدول (۳):: پساب ورودی و خروجی طرح

پارامتر	محل نمونه‌برداری	۹۳/۵/٤	۹۳/٦/٤	۹۳/۷/٤	۹۳/۸/٤
BOD5 mg/l	ورودی تصفیه‌خانه	۱۸۰	۱٦۰	۱۹۰	21۰
	خروجی تصفیه‌خانه	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
COD Mg/l	ورودی تصفیه‌خانه	۲۹٥	250	313	322
	خروجی تصفیه‌خانه	22/5	21	20/5	19/5
TDS Mg/l	ورودی تصفیه‌خانه	640	595	620	611
	خروجی تصفیه‌خانه	281	270	302	285
EC µ s / cm	ورودی تصفیه‌خانه	960	1118	1024	989
	خروجی تصفیه‌خانه	582	601	594	541
DO Mg/l	ورودی تصفیه‌خانه	0/8	0/9	0/8	1
	خروجی تصفیه‌خانه	3/4	3/3	2/9	3/1
PH	ورودی تصفیه‌خانه	7/81	7/85	7/63	7/90
	خروجی تصفیه‌خانه	7/43	7/32	7/22	7/31
TKN Mg/l	ورودی تصفیه‌خانه	59	61	57	44
	خروجی تصفیه‌خانه	۱۲	۱۳	۱۱	8
PO_4^{3-} Mg/l	ورودی تصفیه‌خانه	14/5	13	12/4	16/3
	خروجی تصفیه‌خانه	3/4	2/8	4	3/1
O C	ورودی تصفیه‌خانه	29/4	30/2	25/7	24/3
	خروجی تصفیه‌خانه	29	30/1	25/8	24/1
MLVSS Mg/l	حوض هوادهی	1206	1410	1395	1451
سود موناس		+	+	+	+



شکل (۱): قبل از اجرای طرح

شکل (۲): بعد از اجرای طرح

٤-نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق کاهش نیتروژن در پساب خروجی با استفاده از پرورش باکتری سودوموناس استوتزری با منبع مواد آلی و کاهش و حذف کامل جلبک‌ها در کانال خروجی پساب گردیده است.

۵ - مراجع

[1] pambrun ..V..paul:andsperandio :M(2008).control and modeling of partial nitrification on of effluents

with highb ammonia concentrations in sequencing batch reactor.

[2] Morling, S. (2009). "SBR-Technology-use and potential applications for treatment of cold wastewater."Ph.D. Thesis, KTH University, Stockholm.

[3] Chan, T. Y. (2003). "Ammonia removal in wastewater with anaerobic ammonium oxidation process." M.Sc. Thesis, Concordia University, Canada

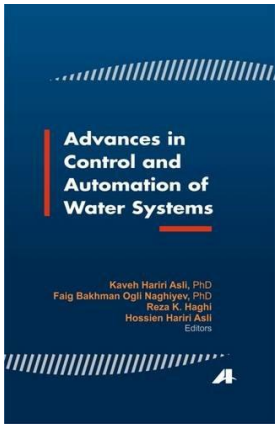
[4] Kirstein D, Kiristein L, Scheller H, Borcherding H, Ronnenberg J, Diekmann S, et al. Amperometric nitrate biosensors on the basis of the pseudomonas stutzeri nitrate reductase. J. Electronal. Chem, 1999; 474: 43-51 20.

[5] Sinha, B., and Annachhatre, A. P. (2007). "Assessment of partial nitrification reactor performance through microbial population shift using quinone profile, FISH and SEM." Bioresource Technology, 98, 3602-3610.

[6] Kessru P, Kiss I, Bihari Z, Polyak B, biological denitrification in a continuous- flow pilot bioreactor containing immobilized pseudomonas butanovora cells. BioresoTechnol, 2006; 87: 78-80 22.

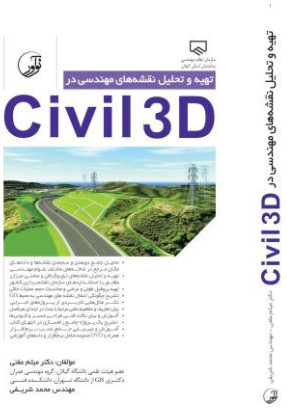
[7] Foglar H, Briski F, Sipos L, Vukovic M, High nitrate removal from synthetic wastewater with the mixed bacterial culture. Bio resoTechnol, 2005; 96: 879- 889

معرفی کتاب، مقاله، نشریه و مطالب کاربردی مرتبط



Advances in Control and Automation of Water Systems

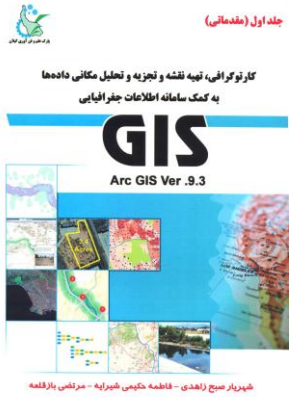
Kaveh Hariri Asli, PhD,
Taylor & Francis Group,
2012



تهیه و تحلیل نقشه‌های مهندسی در Civil3D

میثم عفتی,PhD

انتشارات: نوآور، ۱۳۹۵



کارتوگرافی، تهیه نقشه و تجزیه و تحلیل مکانی داده‌ها به کمک سامانه اطلاعات جغرافیایی

شهریار صبح زاهدی، MSc.

انتشارات: دانش اترک، ۱۳۹٤

مطالب کاربردی مرتبط

(آشنایی با ماهواره‌های سنجش‌ازدور سنتینل ۲)

سید حسن هاشمی اشکاء، رئیس گروه نقشه و اطلاعات مکانی، سازمان برنامه و بودجه استان گیلان

Hashemi_Ashka@yahoo.com

امروزه سنجش‌ازدور به‌عنوان یکی از مهم‌ترین منابع تولید داده‌های مکانی موردنیاز در برنامه‌ریزی‌های مختلف مورداستفاده قرار می‌گیرد. کاهش مشکلات دسترسی به منطقه موردمطالعه، کاهش مدت‌زمان و هزینه تهیه داده‌های مکانی موردنیاز، وجود تصاویر ماهواره‌ای متنوع با خصوصیات طیفی و مکانی مختلف از منطقه موردمطالعه، وسعت پوشش تصاویر و قابلیت تکراری بودن آن‌ها ازجمله مزایایی هستند که باعث افزایش توجه کارشناسان به این فن‌آوری و گسترش سطح استفاده از آن شده است.[1]

یکی از جدیدترین ماهواره‌های سنجش‌ازدور که در سالیان اخیر به فضا پرتاب‌شده، سنتینل ۲ نام دارد. سنتینل ۲، بخشی از برنامه کوپرنیکوس است که توسط سازمان فضایی اروپا طراحی و به فضا پرتاب‌شده است. کوپرنیکوس، بلندپروازانه‌ترین برنامه رصد و پایش زمین تا به امروز است. هدف از اجرای این برنامه، تهیه اطلاعات دقیق و بهنگام موردنیاز در بهبود مدیریت محیط‌زیست و شناسایی و کاهش اثرات تغییرات آب و هوایی با قابلیت دسترسی آسان و رایگان دیگران به اطلاعات مذکور می‌باشد.

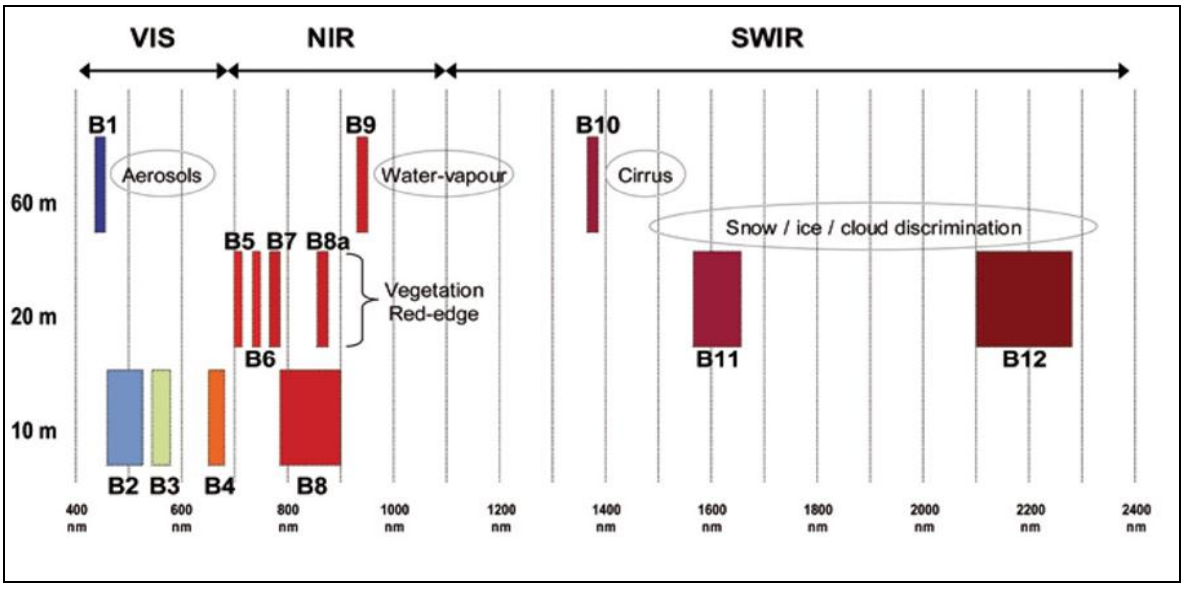
سنتینل ۲، دو ماهواره تصویربرداری با نام‌های: سنتینل ۲A و سنتینل ۲B را شامل می‌شود که بر روی یک مدار با فاصله زاویه‌ای ۱۸۰ درجه قرار گرفته‌اند. ماهواره سنتینل ۲A و ماهواره سنتینل ۲B به ترتیب در تاریخ ۲۳ ژوئن سال ۲۰۱۵ و ۷ مارس۲۰۱۷ به فضا پرتاب شدند و در حال تصویربرداری از زمین می‌باشند. مدار ماهواره‌های سنتینل ۲، از نوع قطبی و خورشیدآهنگ، با زاویه میل ۹۸/۵۸ درجه است که ارتفاع آن‌ها از سطح زمین ۷۸۶ کیلومتر می‌باشد. پریود گردش این ماهواره‌ها به دور زمین ۱۰۲ دقیقه بوده و پهنای تصویربرداری آن‌ها ۲۹۰ کیلومتر است. این ماهواره‌ها، عرض جغرافیایی ۵۶ درجه جنوبی تا عرض جغرافیایی ۸۳ درجه شمالی را تحت پوشش قرار می‌دهند. نقطه گرهی نزولی ماهواره، ساعت۱۰:۳۰ صبح است. سیستم تصویربرداری این ماهواره‌ها از نوع پوش‌بروم می‌باشد. طول عمر این ماهواره‌ها ۷ سال پیش‌بینی شده است.

سنتینل ۲، شامل ۱۳ باند طیفی در محدوده‌های مرئی، مادون‌قرمز نزدیک و مادون‌قرمز موج‌کوتاه بوده که ۴ باند آن دارای توان تفکیک مکانی ۱۰ متر، ۶ باند آن دارای توان تفکیک ۲۰ متر و ۳ باند آن دارای توان تفکیک ۶۰ متر است (جدول ۱).

توان تفکیک رادیومتریک سنجنده این ماهواره ۱۲ بیت بوده که می‌تواند انرژی رسیده از سطح زمین را در بازه عددی صفر تا ۴۰۹۵ توزیع نماید. توان تفکیک زمانی سنتینل ۲ تا قبل از پرتاب ماهواره سنتینل ۲B به فضا ۱۰ روز بود که با قرار گرفتن ماهواره مذکور درمدار، این توان به ۵ روز (در استوا) ارتقاء یافت.

جدول (۱): مشخصات باندهای طیفی sentinel -۲

شماره باند	طول موج مرکزی (nm)	پهنای باند (nm)	قدرت تفکیک مکانی (m)
۱	۴۴۳	۲۰	۶۰
۲	۴۹۰	۶۵	۱۰
۳	۵۶۰	۳۵	۱۰
۴	۶۶۵	۳۰	۱۰
۵	۷۰۵	۱۵	۲۰
۶	۷۴۰	۱۵	۲۰
۷	۷۸۳	۲۰	۲۰
۸	۸۴۲	۱۱۵	۱۰
۸a	۸۶۵	۲۰	۲۰
۹	۹۴۵	۲۰	۶۰
۱۰	۱۳۸۰	۳۰	۶۰
۱۱	۱۶۱۰	۹۰	۲۰
۱۲	۲۱۹۰	۱۸۰	۲۰



شکل (۱): باندهای طیفی ماهواره sentinel-۲ به تفکیک کاربرد

بهبود عملیات زراعی، رصد و پایش مناطق جنگلی، کشف و بررسی آلودگی‌های دریاچه‌ها و آب‌های ساحلی و منابع آبی، تهیه نقشه‌های کاربری اراضی و بررسی تغییرات آن، رصد و پایش تغییرات اقلیمی، مدیریت بحران، مدیریت منابع

طبیعی و ... ازجمله کاربردها و زمینه‌های مطالعاتی داده‌ها و تصاویر ماهواره‌ای سنتیل ۲ می‌باشد. در شکل (۱) کاربرد باندهای طیفی ماهواره sentinel-۲ نشان داده شده است. .[2-3]

دانلود و تهیه رایگان تصاویر ماهواره سنتینل ۲ ازجمله مزایای استفاده از آن‌ها محسوب می‌شود. کاربران می‌توانند با مراجعه به وب‌سایت ماهواره به نشانی: https://scihub.copernicus.eu و ورود اطلاعات موردنیاز، فرآیند ثبت‌نام خویش را انجام نموده و نسبت به دانلود تصاویر ماهواره‌ای منطقه موردنظر اقدام نمایند.

مراجع

[۱] فاطمی سید باقر، رضایی یوسف، مبانی سنجش‌ازدور، ویرایش دوم، تهران، نشر آزاده، ۱۳۹۱.

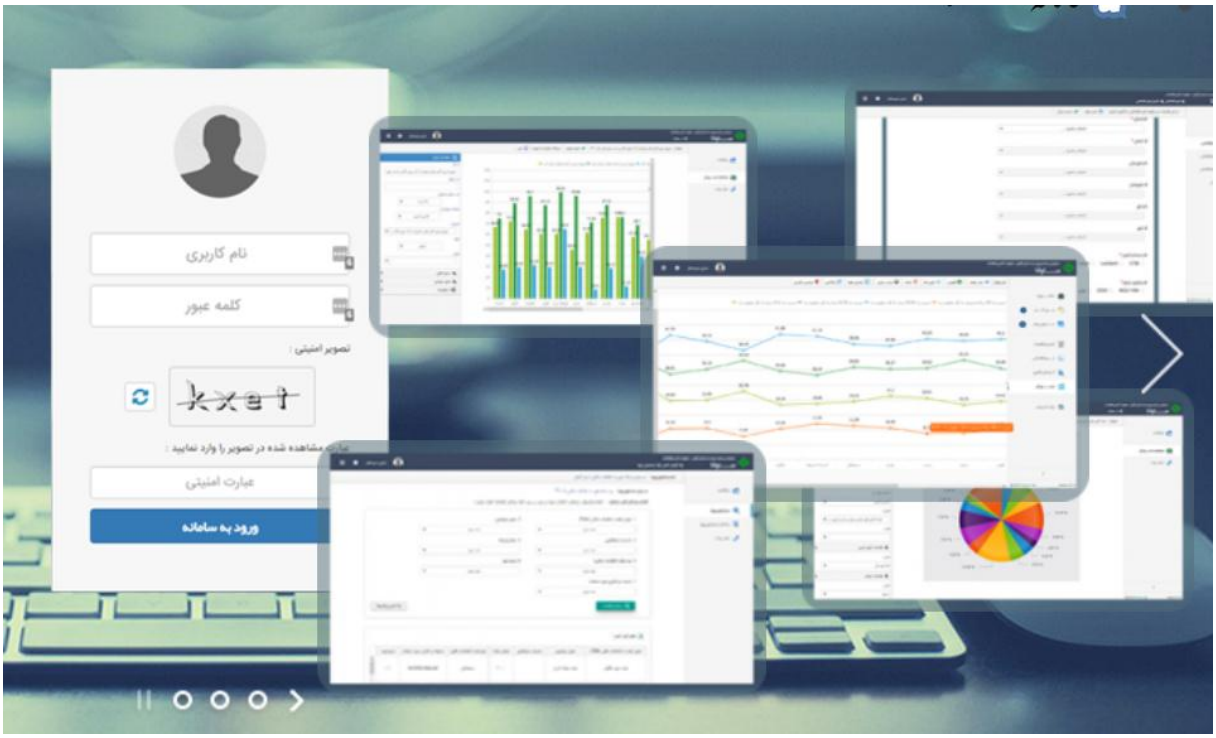
[2] Fletcher K.,Sentinel-2: ESA's Optical High-Resolution Mission for GMES Operational Services(ESA SP-1322/2 March 2012), ESA Communications, ESTEC,PO Box 299,2200 Noordwijk, The Netherland

[3] http://www.esa.int

مطالب کاربردی مرتبط

(گزارش کار روند ایجاد بانک فهرست اطلاعات مکانی استان گیلان)

سید حسن هاشمی اشکاء[۱]، علی امیری تلیکانی[۲]
[۱] رئیس گروه نقشه و اطلاعات مکانی سازمان برنامه و بودجه استان گیلان
Hashemi_Ashka@yahoo.com
[۲] کارشناس مسئول نقشه سازمان برنامه و بودجه استان گیلان
amiri_talikani@yahoo.com



ایجاد یک بانک اطلاعاتی حاوی مشخصات نقشه‌ها و اطلاعات مکانی موجود در سطح استان، با هدف جلوگیری از انجام موازی‌کاری در تهیه اطلاعات مکانی و درنتیجه جلوگیری از اتلاف بودجه و زمان و نیز دسترسی سریع‌تر به اطلاعات مکانی موردنیاز از سوی کاربران، یکی از اهداف سازمان برنامه و بودجه بوده است؛ به‌گونه‌ای که کاربران قبل از تهیه هرگونه نقشه و اطلاعات مکانی موردنیاز، بتوانند مشخصات نقشه‌ها و اطلاعات مکانی موجود در استان را از طریق این بانک اطلاعاتی بررسی نموده تا چنانچه این اطلاعات در استان موجود باشد؛ بتوانند با مراجعه به دستگاه یا نهاد اجرایی ذی‌ربط، اطلاعات موردنیاز را بر اساس ضوابط قانونی دریافت نمایند. لذا در چهلمین جلسه گروه کارشناسی کاربران GIS استان گیلان، پیشنهاد ایجاد بانک فهرست اطلاعات مکانی استان از طرف دفتر آمار و اطلاعات و GIS وقت استانداری گیلان مطرح و موردقبول اعضای حاضر در جلسه واقع شد و مقرر گردید به‌منظور بررسی جزئیات اجرا و تهیه چارچوب کلی بانک اطلاعاتی مذکور، کمیته‌ای با حضور نمایندگان دستگاه‌های اجرایی منتخب استان تشکیل گردد. کمیته مذکور با برگزاری جلسات گوناگون، آیتم‌های موردنیاز این بانک و نحوه دریافت آن‌ها از سوی دستگاه‌های اجرایی را موردبحث و بررسی قرار داد که درنهایت، فرم ساختار اولیه بانک اطلاعات مکانی تهیه شد. همچنین به‌منظور یکپارچه‌سازی مفاهیم و ایجاد وحدت رویه در تکمیل بانک اطلاعاتی مذکور، واژه‌نامه‌ای تهیه شد و

به تأیید اعضای کمیته مذکور رسید. در مرحله بعد، فرم ساختار تهیه‌شده به‌صورت یک پرسشنامه، طراحی و جهت دریافت پیشنهادها و نظرات تکمیلی برای تمامی دستگاه‌های اجرایی عضو گروه کارشناسی کاربران GIS ارسال شد. پس از دریافت نظرات و بررسی پیشنهادها ارائه‌شده، اصلاحات موردنیاز بر روی فرم ساختار اولیه بانک اطلاعات مکانی و واژه‌نامه اعمال و نتیجه آن برای ارائه در گروه کارشناسی کاربران GIS آماده گردید. در چهل‌ویک مین جلسه گروه کارشناسی کاربران GIS ساختار بانک اطلاعات مذکور برای اعضای حاضر در جلسه تشریح شد و به تصویب رسید. نهایتاً مصوبه مذکور در سومین جلسه شورای برنامه‌ریزی و توسعه استان گیلان در سال ۱۳۹۴ به تأیید رسید و جهت اجرا به سازمان برنامه و بودجه استان گیلان ابلاغ گردید. در ادامه، با پیگیری‌های انجام‌شده توسط معاونت آمار و اطلاعات سازمان برنامه و بودجه استان گیلان و همکاری مشاور IT بانک فهرست اطلاعات مکانی استان گیلان تهیه شد و بر روی سامانه ساوانا واقع در زیر پورتال معاونت آمار و اطلاعات سازمان برنامه و بودجه استان گیلان به نشانی:www.mpogl.ir قرار گرفت. با ایجاد این سامانه، دستگاه‌های اجرایی استان می‌توانند ضمن ورود فهرست و مشخصات اطلاعات مکانی خود به سامانه و بهنگام رسانی آن‌ها، نسبت به جستجوی اطلاعات مکانی موردنیاز اقدام نموده و در خصوص وضعیت آن‌ها اطلاع حاصل نمایند. لازم به ذکر است سامانه مذکور در حال حاضر فقط برای نمایندگان دستگاه‌های اجرایی استان گیلان قابل‌دسترسی و استفاده بوده و با عمومی‌سازی آن در آینده نزدیک، کلیه کاربران عمومی خواهند توانست از مزایا و قابلیت‌های آن استفاده نمایند.

مطالب کاربردی مرتبط

(چهارمین کنفرانس ملی کاربرد سامانه اطلاعات مکانی)

تاریخ برگزاری: ۱۴ و ۱۵ شهریور ۱۳۹۶

هدف از انتشار فصلنامه نقشه و اطلاعات مکانی گیلان

هدف از انتشار فصلنامه "نقشه و اطلاعات مکانی گیلان"کمک به بهبود روش‌های اجرایی در عرصه کاربردهای اطلاعات مکانی و GIS در علوم مهندسی از طریق انتشار تجربیات موفق اجرایی و نتایج تحقیقات کاربردی است. دامنه موضوعی فصلنامه مربوط به کاربردهای اطلاعات مکانی و GIS در علوم مهندسی و محیطی و نیز رابطه متقابل آن‌ها با مدل‌سازی پدیده‌ها، مدیریت و کنترل داده‌های مکان مرجع از دیدگاه علمی-کاربردی خواهد بود. بر این اساس، نوع مقاله می‌تواند انتقال مفهوم، انتقال تجربه و یا مطالعه موردی بوده و محتوای موضوعی مقالات در این فصلنامه شامل موارد مندرج در بند (محتوای موضوعی مقالات) و در انطباق با سیستم‌های اطلاعات مکانی است:

محتوای موضوعی مقالات

- مدل داده
- استانداردسازی داده و فراداده
- علوم اطلاعات مکانی و ژئوماتیک
- سیستم‌های اطلاعات مکانی حمل‌ونقل (GIST)
- سیستم‌های اطلاعات مکانی تحت وب
- سیستم‌های اطلاعات مکانی زمانمند
- مدیریت داده‌ها و پایگاه‌های داده‌های مکانی
- داده‌کاوی مکانی و یادگیری ماشین
- مدلینگ و کالیبراسیون
- سامانه‌های سنجش از راه دور
- گردش سریع اطلاعات و مدیریت هوشمند
- کاربرد GIS در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای
- مشکلات و موانع موجود در مدیریت اطلاعات مکان مرجع و ارائه راهکارها
- راه‌های گسترش فرهنگ GIS
- نظام حقوقی تبادل اطلاعات
- برنامه‌ریزی و توسعه آمایش سرزمین
- محیط‌زیست و منابع طبیعی و کشاورزی
- مدیریت بحران و ریسک حوادث غیرمترقبه
- زیرساخت اطلاعات مکانی (موضوعی)
- کاربردهای GIS در هواشناسی، زمین‌شناسی، آب‌شناسی، ترافیک و...
- کاداستر
- ژئودینامیک پوسته دریا و زمین
- صنعت، معدن و اقتصاد
- تحلیل‌های زمین/آماری
- سامانه‌های سنجش‌ازدور(RS)
- زیرساخت اطلاعات مکانی(SDI)
- جغرافیا و کارتوگرافی در علوم زمین
- فتوگرامتری
- هیدرولوژی
- مدیریت سواحل یا سیستم یکپارچه مدیریت مناطق ساحلی
- ژئودزی