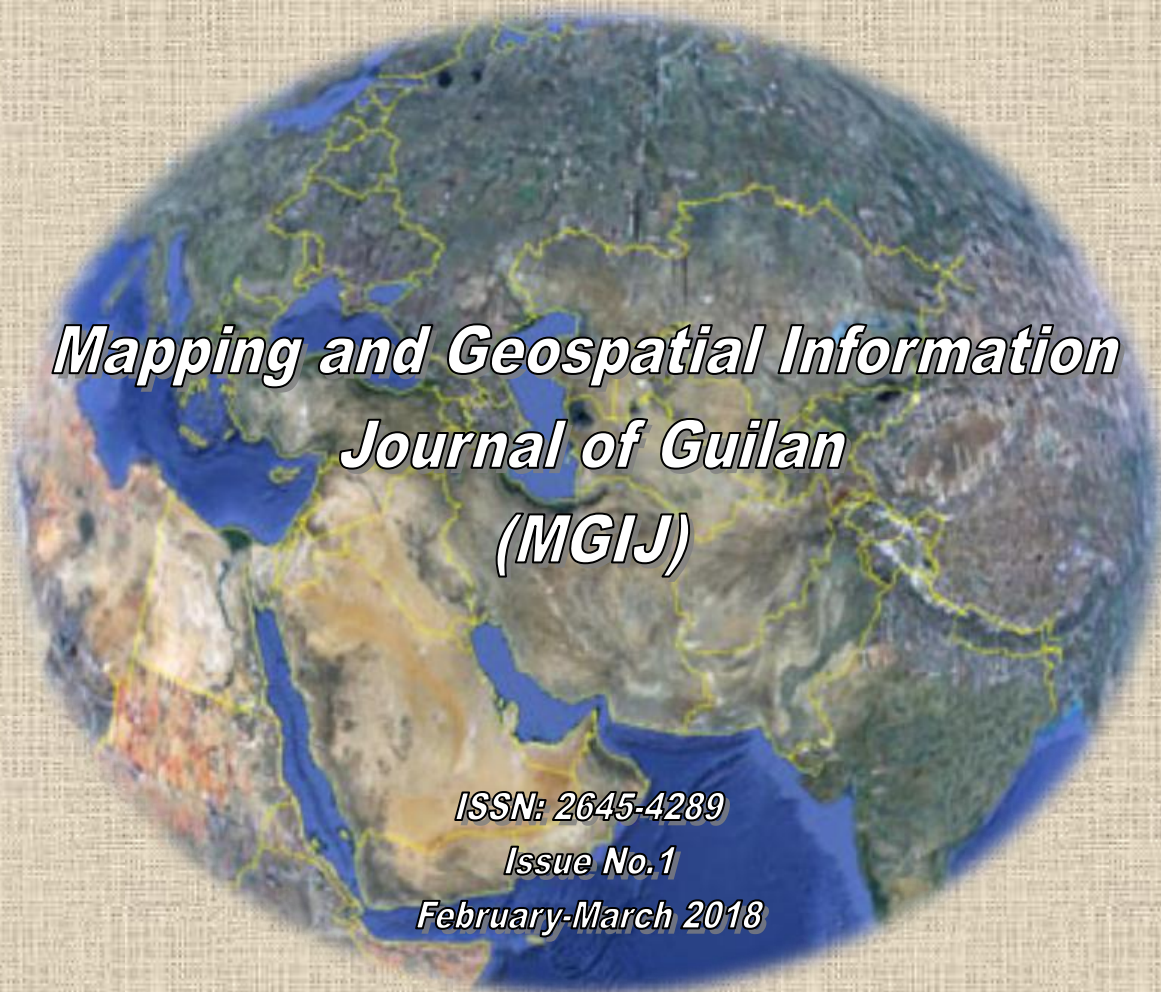


ریاست جمهوری
سازمان برنامه و بودجه کشور
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان گیلان

فصلنامه نقشه و اطلاعات مکانی گیلان



*Mapping and Geospatial Information
Journal of Guilan
(MGIJ)*

ISSN: 2645-4289

Issue No.1

February-March 2018

سال دوم / شماره ۴ / زمستان / ۱۳۹۶



عید نوروز باستانی و فرا رسیدن سال ۱۳۹۷ را پیشاپیش تبریک عرض نموده، سالی توأم با سلامتی، نشاط و کامیابی برایتان آرزومندیم. هیئت تحریریه فصلنامه نقشه و اطلاعات مکانی گیلان

فراخوان مقاله:

سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی 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، بدین وسیله 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 ۰۱۴-۳۳۶۶۴۰۱۳ داخلی ۲۸۱ تماس حاصل فرمایند.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



هیئت تحریریه فصلنامه نقشه و اطلاعات مکانی گیلان

Mapping and Geospatial Information Journal of Guilan (MGIJ)



کاوه حریری اصلی

kaveh Hariri Asli

Associate Editor علمی سردبیر

Ph.D., Mechanical Engineering,
energy conversion,
map_j@mpogl.ir



وحید طیفوری

Vahid Teyfour

Editor-in-Chief مدیرمسئول

MSc., Statistics
map_j@mpogl.ir



سید حسن 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 لشته نشایی

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



میشم عفتی

Meysam Effati

Editorial Board عضو

Ph.D., Geospatial Information
Systems (GIS)
meysameffati@guilan.ac.ir



پانته آ گياهچی

Panthea Giahchi

Editorial Board عضو

Ph.D., Geomorphology
pgiahchi@gmail.com



شهریار صبح زاهدی

Shahriar Sobh Zahedi

Editorial Board عضو

MSc., Forestry
sh.zahedi@gmail.com



علی امیری تلیکانی

Ali Amiri Talikani

Editorial Board عضو

MSc., Hydraulic Structures
amiri_talikani@yahoo.com



مجید یاسوری

Majid Yasouri

Editorial Board عضو

PH.D., Geography and rural
planning
m.yasori@yahoo.com

مشاوران هیئت تحریریه فصلنامه نقشه و اطلاعات مکانی گیلان
Mapping and Geospatial Information Journal of Guilan (MGIJ)



مهرداد جعفری سلیم

Mehrdad Jafari Salim

Advisor Editor

Ph.D., Land, Environment and Geo-
technology

mehrdad_jafarisalim@yahoo.com



میلاد جانعلی پور

Milad Janalipour

Advisor Editor

Ph.D., Remote Sensing

m_janalipour89@yahoo.com



خسرو تاجداری

Khosro Tajdari

Advisor Editor

Msc., Climatology in Environmental
Planning

Khosro1taj@gmail.com



پیام عالمی صفاول

Payam Alemi Safaval

Advisor Editor

Bsc., Geography-Cartography

alemi.payam@gmail.com

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۶	پیشگفتار مهندس مسعود شفیعی رئیس سازمان نقشه برداری کشور
۷	مقالات تخصصی و پژوهشی
۷	مدل مکان مرجع و اصلاح شبکه توزیع آب شهر لنگرود/نویسنده: مهندس سید محسن حسینی سالکده
	تحلیل فضایی پایگاه‌های امداد و نجات شهر یزد و ارائه مدل بهینه به منظور دستیابی به حداکثر بهره‌وری با رویکرد
۱۹	مدیریت بحران/نویسنده: دکتر سید علی الحسینی المدرسی
۲۹	تعیین مدارهای دینامیکی و تناوبی در مسئله سه جسم محدود/نویسنده: مهندس خدیجه فلاح شجاعی
۳۶	معرفی کتاب، مقاله، نشریه و مطالب کاربردی مرتبط

❖ صاحب امتیاز: 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: ۴۱۹۳۹-۸۳۷۳۹

پست الکترونیک: map_j@mpogl.ir

❖ مسئولیت آرا و نظرات ارائه شده در فصلنامه بر عهده نویسنده یا نویسندگان است و چاپ مطالب به معنای تأیید 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

انسان امروز، هر لحظه با طیف گسترده‌ای از داده‌ها مواجه است و به‌ندرت اتفاق می‌افتد که این داده‌ها فاقد جنبه‌های فضایی مکانی باشند. از طرفی توسعه مبتنی بر دانایی منوط به در اختیار داشتن اطلاعاتی است که مبتنی بر داده‌های صحیح باشد. در واقع زمانی می‌توان به حرکت در مسیر توسعه امیدوار بود که اطلاعات مطمئن در اختیار باشد و تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی بر پایه این اطلاعات صورت گیرد و لذا برای نیل به توسعه پایدار مبتنی بر



دانایی، ضرورت وجود، دسترسی و استفاده از اطلاعات مکانی بهنگام، قابل اعتماد و باکیفیت در فرآیند تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی اجتناب‌ناپذیر است. با توجه به اهمیت و ضرورت استفاده از اطلاعات مکانی در ابعاد مختلف تصمیم‌گیری، مدیریت و اجرا برای رسیدن به رشد و توسعه کشور و نیز مشکلات موجود بر سر راه استفاده از اطلاعات مکانی چه از نظر موجودیت، دسترسی و قابلیت به‌کارگیری و چه از نظر میزان استفاده از اطلاعات مکانی و نیز مشکلات به اشتراک‌گذاری آن‌ها، ایجاد زیرساختی منسجم برای حل مشکلات مذکور و تسهیل روند استفاده از داده‌های مکانی امری ضروری است که چنین زیرساختی “زیرساخت داده مکانی (SDI)” نام دارد.

برای اینکه بتوان تمام منابع SDI را با یک روش ساده و به‌صورت یکجا در دسترس کاربران قرارداد، می‌توان آن‌ها را در قالب یک پورتال مکانی سامان‌دهی نمود. به اشتراک‌گذاری اطلاعات مکانی، اطلاع‌رسانی از وجود و معرفی ویژگی‌های محصولات مکانی و جلوگیری از دوباره‌کاری‌ها، تأخیر در دسترسی به داده و به هدر رفتن منابع از مهم‌ترین مزایای پورتال مکانی است.

سازمان نقشه‌برداری کشور با قدمت بیش از ۶۰ سال در امر تولید، نظارت و سیاست‌گذاری در خصوص نقشه و اطلاعات مکانی، اقدام به راه‌اندازی پورتال ملی با بیش از ۲۷۰۰ سرویس نموده است که برخی از وزارتخانه‌ها و سازمان‌ها، از جمله سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان گیلان از این سرویس‌های مکانی استفاده می‌کنند.

همچنین اخیراً بین سازمان نقشه‌برداری کشور و سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان گیلان تفاهم‌نامه ساماندهی نقشه و اطلاعات مکانی استان گیلان منعقد شده است که امیدواریم باعث استفاده هر چه بیشتر از ظرفیت‌های این سازمان در برنامه‌ریزی و پشتیبانی از تصمیم‌گیری‌ها در استان گیلان شود.

سازمان نقشه‌برداری کشور اگرچه یک سازمان حاکمیتی و ملی است، اما بدون همکاری سازمان‌ها و نهادهای استانی و منطقه‌ای قادر نخواهد بود برای گسترش کاربرد اطلاعات مکانی در برنامه‌های توسعه و خصوصاً کمک به برنامه‌ریزی بر پایه آمایش سرزمین، نقش و وظیفه خطیر خود را ایفا نماید و لذا در این مسیر از همکاری و همفکری همه صاحب‌نظران و دغدغه‌مندان توسعه، در سطوح مختلف کشور و در مراکز علمی، پژوهشی و تخصصی استقبال می‌کند.

مسعود شفیعی

رئیس سازمان نقشه‌برداری کشور

مقالات تخصصی و پژوهشی

Geospatial modeling & Reclamation of water distribution network for Langarud city

Seyed Mohsen Hosseini Salekdeh (a), Kaveh Hariri Asli * (b), Seyed Zia Alavi (c), Mehdi Saki (d), Abdolkarim Abdollahi(e)

(a), (b) (c), (d), (e) Guilan province water & wastewater company, Rasht, Iran,
m.hosseini@gpww.ir, hariri_k@yahoo.com, Seyyedziaalavi@gmail.com,
Sakimehdi2003@gmail.com, abdollahi430@gmail.com

(* Corresponding author: kaveh Hariri Asli)

Abstract

The present work analysed the model of real condition for water distribution network of Langarud city by Geospatial modeling. Hydraulic calculations and comparison of water supply model of Langarud city in two existing variants and proposed model emphasized the modification of existing water distribution model while implementing two cases of GAP1 and GAP2 rings around the city. Along with this operation in 5 stages, creation of independent pressure zone and isolated consumption areas in the network besides the intelligent pressure management through the system of remote reading and implementation of demand management in the form of water split reform were also considered.

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

مدل مکان مرجع و اصلاح شبکه توزیع آب شهر لنگرود

سید محسن حسینی سالکده^۱، کاوه حریری اصلی^۲، سید ضیا علوی^۳، مهدی ساکی^۴، عبدالکریم عبدالهی^۵

^۱ فوق لیسانس مدیریت اجرایی، مدیرعامل آبفای شهری گیلان،

m.hosseini@gpww.ir

^۲ دکترای مهندسی مکانیک (تبدیل انرژی)، مشاور مدیرعامل آبفای شهری گیلان،

hariri_k@yahoo.com

^۳ فوق لیسانس مدیریت اجرایی، مدیر امور آبفای لنگرود،

Seyyedziaalavi@gmail.com

^۴ لیسانس مهندسی عمران، رئیس اداره مهندسی و توسعه آبفای لنگرود،

Sakimehdi2003@gmail.com

^۵ لیسانس مهندسی مکانیک، کارشناس فنی آبفای لنگرود،

abdollahi430@gmail.com

چکیده

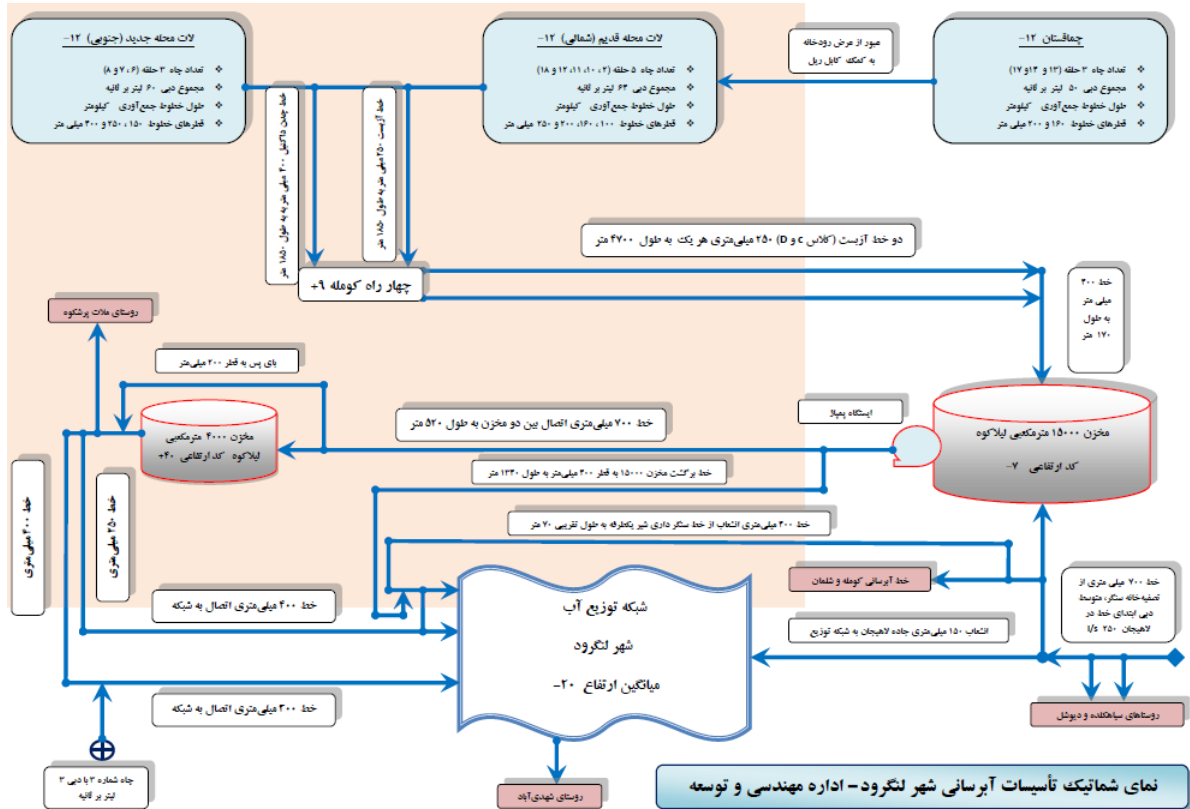
در این تحقیق ضمن بهره‌گیری از فن‌آوری گردش سریع اطلاعات، مدل وضعیت موجود شبکه توزیع آب شهر لنگرود در بستر GIS تحلیل گردید. محاسبات هیدرولیکی و مقایسه مدل آب‌رسانی شهر لنگرود در دو واریانت وضعیت موجود و مدل پیشنهادی، اصلاح مدل توزیع آب موجود را ضمن اجرای دو مورد رینگ GAP1 و GAP2 دور شهر را مورد تأکید قرار داد. به‌موازات این عملیات، تکمیل رینگ بزرگ شهر در ۵ فاز و ایجاد نواحی فشاری و مصرفی مستقل در شبکه و مدیریت هوشمند فشار از طریق سیستم قرائت از راه دور و اجرای مدیریت تقاضا در قالب اصلاح انشعابات آب نیز مدنظر قرار گرفت.

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

۱- مقدمه

تأمین آب شهر لنگرود از طریق تصفیه‌خانه بزرگ آب گیلان (با دبی ۲۵۰ لیتر بر ثانیه) و مجموعه‌ای از چاه‌ها در منطقه لات محله قدیم (۵ حلقه با مجموع دبی ۶۴ لیتر بر ثانیه) و در منطقه لات محله جدید (۳ حلقه با مجموع دبی ۶۰ لیتر بر ثانیه) و در منطقه چماقستان (۳ حلقه با مجموع دبی ۵۰ لیتر بر ثانیه) و ۱ حلقه چاه شماره سه در محدوده شهری با دبی ۳ لیتر بر ثانیه انجام گردیده و آب به مخزن ۱۵۰۰۰ مترمکعب شهر لنگرود انتقال یافته و متأثر از توپوگرافی شهر،

از مخزن زمینی ۱۵۰۰۰ مترمکعب آب به مخزن زمینی-هوایی ۴۰۰۰ مترمکعب لیلا کوه پمپاژ شده و با ارتفاع استاتیک مخزن ۴۰۰۰ مترمکعب لیلا کوه (۶۳ متر)، آب به‌صورت ثقلی با مجموع دبی ۴۲۷ لیتر بر ثانیه از طریق خطوط انتقال ۲۰۰ میلی‌متر و ۴۰۰ میلی‌متر شبکه را تغذیه می‌نماید (شکل ۱).

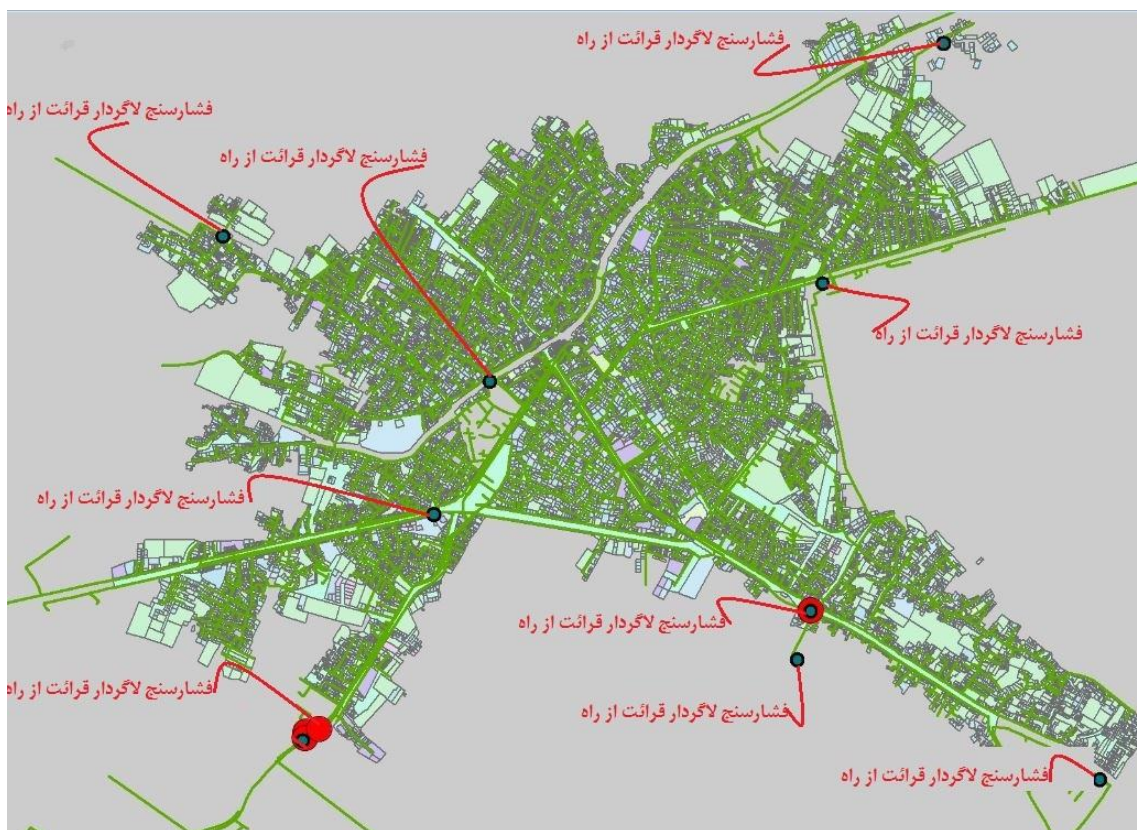


شکل (۱): فلودیگرام مدل آبرسانی شهر لنگرود

۱-۱- مانیتورینگ فشار و دبی نصب‌شده در شهر لنگرود

تجهیزات مانیتورینگ فشار و دبی نصب‌شده در شهر لنگرود شامل ۹ دستگاه فشارسنج لاگردار قرائت از راه دور و یک دستگاه فلومتر التراسونیک لاگردار قرائت از راه دور می‌باشد (شکل ۲). در سال ۱۳۸۲ از محل اعتبارات طرح کاهش آب به‌حساب نیامده به شماره ۴۰۹۰۲۰۵۷ مطالعات پیاده‌سازی سیستم اطلاعات جغرافیایی شهر لنگرود توسط مشاور (شرکت مهندسین مشاور ایراناب) و در سال

۱۳۸۸ از محل منابع داخلی مطالعات پیاده‌سازی سیستم اطلاعات جغرافیایی شهر لنگرود توسط مشاور (دانشگاه گیلان) انجام شد [۲-۱].



شکل (۲): مانیتورینگ فشار شبکه توزیع آب شهر لنگرود

۲- مواد و روش تحقیق

- خصیصه‌های مفید حفظ و خصیصه‌های مختص فضای CAD حذف گردید.
- رفع خطاهای توصیفی و مکانی موجود در فضای GIS .
- حذف خطاهای Overshoot
- حذف خطاهای Undershoot
- حذف خطاهای Multipart
- حذف خطاهای Duplicate
- حذف خطاهای SILVER - GAP
- حذف خطاهای PATTERN
- حذف خطای بسته نبودن پلیگون‌ها
- اجرای Snap عوارض جدا شده از هم با تلورانس مناسب.
- حذف خطاهای عوارضی که در مکان نامناسب قرار داشتند.
- ایجاد کلیدهای اولیه و خارجی برای جدول عوارض.
- ایجاد تلورانس مناسب و تبادل عوارض از فضای توپولوژی.
- تهیه مدل مفهومی جهت مدل‌سازی خط انتقال در فضای GIS
- مدل ERD (Entity-Relationship Diagram)
- مورد نظر بوده و در این مدل اطلاعات توسط سه مفهوم پایه‌ای موجودیت، خصوصیت و رابطه (شامل نوع و میزان رابطه) بیان گردید.
- کامل کردن خصیصه‌های هر یک از عوارض.
- تهیه نام مناسب برای هر فیلد.
- کامل کردن جداول عوارض بر اساس فرم‌های تهیه شده.

جهت گردش سریع اطلاعات در انواع عارضه‌ها، کلاس‌ها و زیر کلاس‌های مربوط به تأسیسات تأمین، ذخیره، انتقال و توزیع آب، ایجاد بستر مکان‌مبنای GIS مورد نیاز است؛ بنابراین تأسیسات شهری را می‌توان با کمک منطق GIS به بهترین وجه هدایت و کنترل نمود.

در این تحقیق برای بستر سازی GIS و گردش سریع اطلاعات ابتدا تهیه GIS Ready نقشه‌های تأسیسات در مدل آبرسانی شهر لنگرود به شرح ذیل اجرا گردید:

- تبادل اطلاعات گرافیکی از فضای CAD به فضای GIS
- رفع خطاهای موجود در فضای CAD
- تبدیل اطلاعات گرافیکی از فرمت DWG به SHP
- برای سیستم مختصات فایل‌های SHP از سیستم مختصات نقشه اولیه تبعیت گردید.
- نوع CODEPAGE فونت مورد استفاده در جدول اطلاعات توصیفی از نوع UNICODE می‌باشد.
- سیستم‌عامل مورد استفاده برای تولید داده WINDOWSXP
- در پایان کار سه پوشه نقطه‌ای، خطی و سطحی به نام‌های POINT, LINE, AREA ایجاد و نقشه‌های مربوط به هر کدام در پوشه ذی‌ربط قرار گرفت.

- ایجاد پایگاه داده زمینی مناسب.
 - بالا بردن سرعت رسیدگی به حوادث و کاهش تلفات فیزیکی آب.
 - سیستماتیک نمودن ذخیره و استفاده از اطلاعات تجهیزات شبکه توزیع با استفاده از GIS
 - صرفه‌جویی اقتصادی با توجه به کاهش پیگیری اتفاقات و ...
 - ایجاد نقشه‌ها و گزارش‌گیری در تمام موارد فوق.
 - ترکیب انواع آنالیزهای فوق جهت مدیریت بهینه و فوری تأسیسات.
- در این تحقیق پس از تهیه GIS Ready نقشه‌های تأسیسات مدل آب‌رسانی شهر لنگرود به منظور دستیابی به اهداف ذیل انتخاب گردید:
- برآورد و ارزیابی سیستم توزیع آب.
 - مطالعات کیفیت آب.
 - مطالعات جلوگیری از هدر رفت آب و انرژی.
 - اصلاح و توسعه سیستم توزیع آب.
 - برقراری ارتباط با شبکه‌های مجاور.
 - به‌روزرسانی تأسیسات موجود.
- فرآیند انتخاب مدل و نوع نرم‌افزار جهت تهیه مدل هیدرولیکی به شرح ذیل است:
- آنالیز هیدرولیکی
 - آنالیز کیفیت آب
 - خصوصیات و مشخصات شبیه‌سازی
 - خصوصیات گرافیکی
 - نیازهای سخت‌افزاری
 - ملزومات نرم‌افزاری
 - قابلیت‌های نرم‌افزاری
 - داده‌های موردنیاز
 - هزینه
- اطلاعات موردنیاز در تهیه مدل هیدرولیکی سیستم توزیع آب شامل، اطلاعات مربوط به لوله‌ها، شیرآلات، پمپ‌ها، گره‌ها، وضعیت بهره‌برداری، مصارف و نیازهای آبی، نوسانات مصرف و الگوهای مصرف آب در شهر و ضریب تلفات است. از این‌رو اطلاعات کمی موردنیاز مدل‌سازی و تحلیل هیدرولیکی تحت سه شاخه به شرح زیر تهیه و مورد بررسی قرار گرفت [۳-۶]:
- اطلاعات مربوط به شبکه
 - اطلاعات مربوط به بهره‌برداری
 - اطلاعات مربوط به مصرف
- اطلاعات مربوط به شبکه شامل لوله‌ها به شرح ذیل است:
- کد لوله
 - جهت جریان در لوله
- پایگاه داده زمینی پیشنهادی شامل پایگاهی است که توسط ArcGIS و SQLSERVER پشتیبانی می‌شود و قابل برنامه‌نویسی است. ویژگی‌های پایگاه داده شامل موارد زیر است:
 - ایجاد دامنه‌هایی برای توصیفات (Attribute domains)
 - ضروری برای وارد نشدن توصیفات غیرحقیقی به داخل پایگاه داده (با دادن کدهای توصیفات).
 - ایجاد دسته‌های (Datasets) مختلف برای عوارض جهت مدیریت‌های متفاوت.
 - به‌روز شدن خودکار اندازه‌ها و مساحت‌ها بعد از هر تغییر (Dimension update)
 - ایجاد رفرنس مکانی (Spatial reference) برای عوارض و همچنین ایجاد دامنه‌های مکانی برای عوارض جهت وارد نشدن داده‌های مکانی پرت.
 - ایجاد کلاس‌های رابطه‌ای (Relationship classes) بین داده‌های مکانی و غیرمکانی جهت ارتباط مکانی عوارض به‌طوری که هر عارضه با توجه به نوع ارتباط (ساده یا مرکب) و میزان آن (Cardinality) مرتبط می‌گردد. با این کلاس‌ها می‌توان به نقاط نشن خط انتقال دست‌یافت.
 - ایجاد زیرگروه‌ها برای عوارض جهت ایجاد قوانین معتبرسازی (Validate rules) و همچنین جلوگیری از پرس‌وجوهای اضافی در پایگاه داده.
 - ایجاد Index برای جداول توصیفی جهت بالا بردن دقت و سرعت پرس‌وجوها.
 - ایجاد قوانین توپولوژی جهت جلوگیری از ادیت‌های اشتباه مثل جدایی تجهیزات از لوله‌ها مثل جدایی شیر از لوله و یا منهول از لوله و ...
 - ایجاد کلاس‌های Annotation جهت فراخوانی فوری توصیفات به‌منظور چاپ آن‌ها.
 - تعیین لوازم موردنیاز برای رفع حادثه، با در دسترس داشتن نوع شیر یا لوله حادثه‌دیده.
 - ایجاد شبکه هوشمند خط انتقال آب با واردکردن عوارض درون شبکه (Networking)
 - ایجاد قابلیت ردیابی و اجرای آنالیزهای شبکه مثل:
 - اطلاعات توصیفی مکانی شیرهایی که باید بسته شوند تا آب منطقه حادثه‌دیده قطع شود.
 - اطلاعات توصیفی مکانی لوله‌هایی که در اثر بستن یک شیر خط انتقال بی‌آب می‌شوند.
 - اطلاعات توصیفی مکانی شیرهای مشترک لوله‌ها.
 - اطلاعات توصیفی مکانی لوله‌های پایین‌دست منهول حادثه‌دیده.
 - اطلاعات توصیفی مکانی لوله‌های بالادست منهول حادثه‌دیده (لوله‌های گرفته) و ...

در ساعات سه تا پنج صبح، مقدار دبی خروجی مخزن ۴۰۰۰ مترمکعب پایین تر از حد استاندارد اندازه گیری دبی سنخ التراسونیک بوده و منحنی مصرف (شکل ۵) بیانگر کاهش دبی خروجی مخزن در ساعات یادشده و به موازات آن کاهش فشار در ساعات یک تا چهار صبح (شکل ۳) است.

لذا به استناد داده‌های خروجی شبکه می‌توان گفت که کاهش شدید فشار در شبکه از ساعت یک تا چهار صبح (شکل ۳) و در ساعات پیک مصرف ناشی از عوامل ذیل است:

- کاهش دبی آب خروجی از مخزن ۴۰۰۰ مترمکعب لیلا کوه به دلیل آبیگری مخازن ۱۵۰۰۰ و ۴۰۰۰ در شب.
- آبیگری مخازن مشترکین از شبکه توزیع در ساعات یک تا چهار صبح.
- کاهش فشار در شبکه به دلیل افزایش مصرف در ساعات پیک مصرف (۹ صبح تا ۱۲ ظهر و ۱۷ عصر تا ۲۰ شب).

در حال حاضر مدل شبکه توزیع آب شاخه‌ای بوده و به استناد موارد مشروحه بندهای قبلی لزوم اصلاح مدل از طریق اجرای رینگ بزرگ دور شهر (GAP1 و GAP2):

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

در اولویت عملیاتی قرار گرفته و از محل اعتبارات طرح کاهش آب به حساب نیامده به شماره ۴۰۹۰۲۰۵۷ و سایر منابع اعتباری در شرف اجرا است. لذا بهره‌گیری نهایی از آن مستلزم اجرای پروژه GAP1 به طول ۱۶۵۰ متر لوله پلی‌اتیلن به قطر ۴۰۰ میلی‌متر با فشار کار ۱۰ بار (شکل ۷) و پروژه GAP2 به طول ۴۳۰۰ متر لوله پلی‌اتیلن به قطر ۴۰۰ میلی‌متر با فشار کار ۱۰ بار (شکل ۷) می‌باشد. پس از اتمام هریک از دو پروژه رینگ بزرگ دور شهر (GAP1 و GAP2) و به منظور اصلاح فرهنگ استفاده از مخازن ذخیره، مقایسه مدل آب‌رسانی شهر لنگرود در دو واریانت شبکه قدیم (وضعیت موجود) و شبکه جدید (وضعیت اصلاح شده شبکه) در اختیار مشترکین و مسئولین قرار خواهد گرفت (شکل ۸).

- کد گرہ ابتدا و انتهائی لوله
- قطر
- جنس
- طول
- ضریب زبری
- ضریب C
- ضرایب افت جزئی
- فشار کار و فشار طراحی

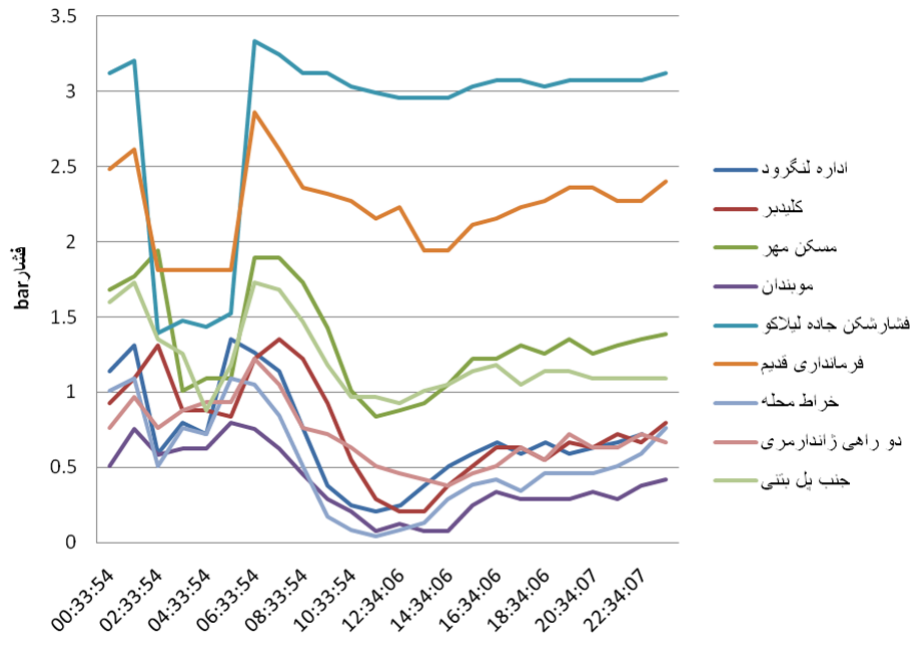
اطلاعات مربوط به پمپ‌ها به شرح ذیل است:

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

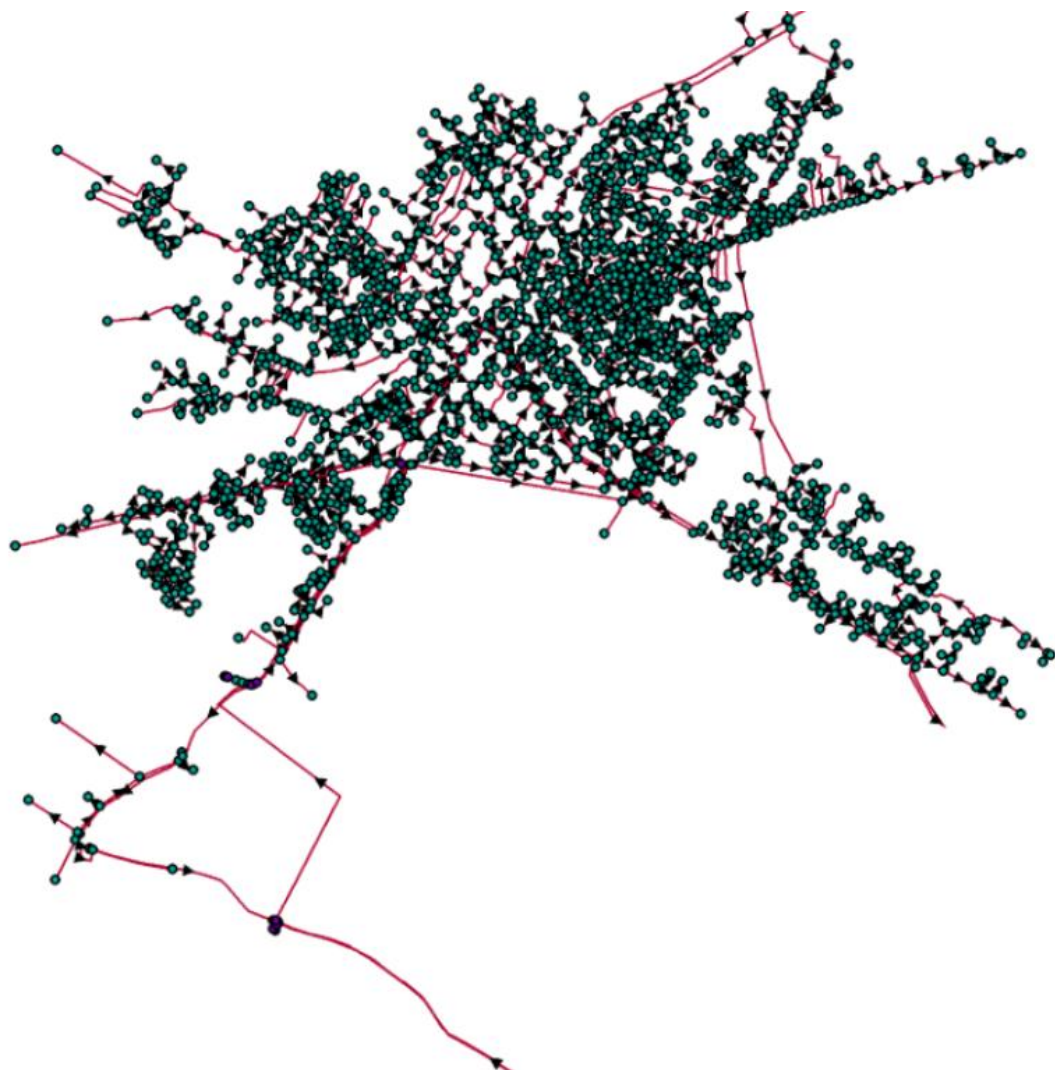
بنابراین در تحقیق حاضر مدل هیدرولیکی آب بدون درآمد در قالب تحلیل هدر رفت در انطباق با GIS و در محیط WaterGems8.2 تحت مدیریت ArcGIS9-ArcMap10 تعریف شد. بررسی و مقایسه مدل آب‌رسانی و محاسبات هیدرولیکی شهر لنگرود در دو واریانت شبکه قدیم (وضعیت موجود) و شبکه جدید (وضعیت اصلاح شده شبکه) نکات ذیل را پیش رو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

با توجه به آمار مشترکین در مورخ ۱۳۹۶/۸/۱۵ تعداد مشترک موجود ۳۵۷۱۶ فقره و نیاز آبی حدود ۵۵۰ لیتر بر ثانیه است که ۱۲۳ لیتر بر ثانیه بیشتر از دبی تزریق موجود به شبکه می‌باشد.

رقوم ارتفاعی مخزن ۴۰۰۰ مترمکعب لیلاکوه +۳۰ و رقوم ارتفاعی پایین‌ترین گرہ شبکه ۳۳- متر است که اختلاف ارتفاع حدود ۶۳ متر بیانگر وضعیت هد استاتیک و هد دینامیک کل شبکه شهر است. لذا علیرغم مسطح بودن شبکه، مانیتورینگ توزیع فشار (شکل ۳) در گرہ‌های شبکه و فلودیاگرام و منحنی مصرف (شکل ۵-۴) متناسب با هد استاتیک ۶۳ متر-آب را در این شهر نشان نمی‌دهد (جدول ۲-۱) که این موضوع اصلاح مدل شبکه توزیع موجود ضمن اجرای دو رینگ GAP1 و GAP2 دور شهر (شکل ۶) و ایجاد نواحی فشاری و مصرفی مستقل در شبکه و مدیریت هوشمند فشار از طریق سیستم قرائت از راه دور و اجرای مدیریت تقاضا از طریق اصلاح انشعابات آب را مورد تأکید قرار می‌دهد.



شکل (۳): مانیتورینگ فشار از طریق سیستم قرائت از راه دور در واریانت شبکه قدیم شهر لنگرود



شکل (۴): فلودیاگرام شبکه توزیع آب شهر لنگرود

جدول (۱): مدل توزیع آب شهر لنگرود (واریانت شبکه قدیم)

ID	Label	Length (Scaled) (ft)	Start Node	Stop Node	Material	Hazen-Williams C	Flow (lit/s)	Velocity (m/s)
30	pipes-804	2	J-1	J-2	PE	130/0	0.945	۰,۳۳
33	pipes-1792	3	J-3	J-4	PE	130/0	0.063	۰,۰۴
36	pipes-641	4	J-5	J-6	AC	130/0	8.883	۱,۱۲
39	pipes-548	5	J-7	J-8	AC	130/0	0.315	۰,۰۰۶
42	pipes-543	6	J-9	J-10	AC	130/0	-4.219	۰,۰۰۵
45	pipes-643	6	J-11	J-12	AC	130/0	0.252	۰,۰۳
48	pipes-546	6	J-13	J-14	AC	130/0	-4.158	۰,۵۳۳
51	pipes-257	8	J-15	J-16	PE	130/0	1.638	۰,۱۱۹
54	pipes-1206	8	J-17	J-18	PE	130/0	-0.63	۰,۰۹
57	pipes-863	9	J-19	J-20	AC	130/0	0.252	۰,۰۲۳
60	pipes-920	10	J-21	J-22	PE	130/0	2.394	۰,۳۷
63	pipes-384	10	J-23	J-24	AC	130/0	1.386	۰,۱۷
66	pipes-1802	12	J-25	J-26	AC	130/0	0.189	۰,۱۶
69	pipes-402	11	J-27	J-28	AC	130/0	2.394	۰,۳۰۴
72	pipes-926	11	J-29	J-30	PE	130/0	-1.89	۰,۳۰۲
75	pipes-837	12	J-31	J-32	AC	130/0	0.252	۰,۰۳۷
78	pipes-1575	12	J-33	J-34	AC	130/0	21.42	۰,۴۳
81	pipes-785	12	J-35	J-36	AC	130/0	-4.158	۰,۵۲
84	pipes-1804	12	J-37	J-38	PE	130/0	3.528	۰,۵۵
87	pipes-1283	13	J-39	J-40	AC	130/0	-4.473	۰,۵۷
90	pipes-705	13	J-41	J-42	PE	130/0	1.008	۰,۱۵
93	pipes-1217	13	J-43	J-44	PE	130/0	0.126	۰,۰۱۵
96	pipes-1384	13	J-45	J-46	AC	130/0	-0.945	۰,۱۲۲
99	pipes-481	13	J-47	J-48	AC	130/0	1.575	۰,۱۹
102	pipes-1448	14	J-49	J-50	AC	130/0	-6.363	0.131
105	pipes-1803	14	J-51	J-14	AC	130/0	-12.411	1.57
107	pipes-1315	14	J-52	J-53	AC	130/0	0.441	0.056
110	pipes-1487	14	J-54	J-55	AC	130/0	2.457	0.304
113	pipes-486	15	J-56	J-57	AC	130/0	0.882	0.116
116	pipes-970	15	J-58	J-59	AC	130/0	-1.071	0.137
119	pipes-708	15	J-60	J-61	PE	130/0	0.63	0.104
122	pipes-248	15	J-62	J-63	PE	130/0	-4.284	0.677
125	pipes-473	15	J-64	J-65	PE	130/0	1.575	0.53
128	pipes-265	16	J-66	J-67	AC	130/0	0.126	0.012
131	pipes-680	16	J-68	J-69	PE	130/0	-0.252	0.039
134	pipes-1694	16	J-70	J-71	PE	130/0	0.126	0.037
137	pipes-1260	16	J-72	J-73	AC	130/0	-0.945	0.119
140	pipes-256	17	J-74	J-15	PE	130/0	-0.126	0.012
142	pipes-499	17	J-75	J-76	PE	130/0	0.252	0.076
145	pipes-409	17	J-77	J-78	AC	130/0	-4.725	0.597
151	pipes-914	17	J-81	J-82	PE	130/0	-0.693	0.107
154	pipes-1697	17	J-83	J-84	AC	130/0	0.126	0.015
157	pipes-626	17	J-85	J-86	AC	130/0	20.727	0.66
160	pipes-1379	18	J-87	J-88	AC	130/0	-2.52	0.317
163	pipes-533	18	J-89	J-90	AC	130/0	0.378	0.046
166	pipes-827	18	J-91	J-92	AC	130/0	2.016	0.256
169	pipes-992	18	J-93	J-94	AC	130/0	0.819	0.104
172	pipes-1637	19	J-95	J-96	AC	130/0	1.701	0.219
175	pipes-1034	19	J-97	J-98	AC	130/0	-1.323	0.167
178	pipes-971	19	J-59	J-99	AC	130/0	0.063	0.006
180	pipes-1567	19	J-100	J-101	AC	130/0	1.071	0.134

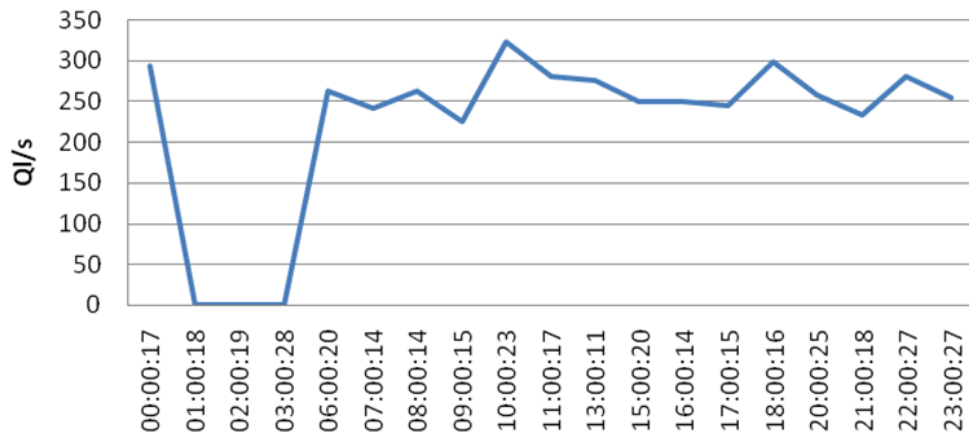
جدول (۲) مدل توزیع آب شهر لنگرود (واریانت شبکه قدیم)

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

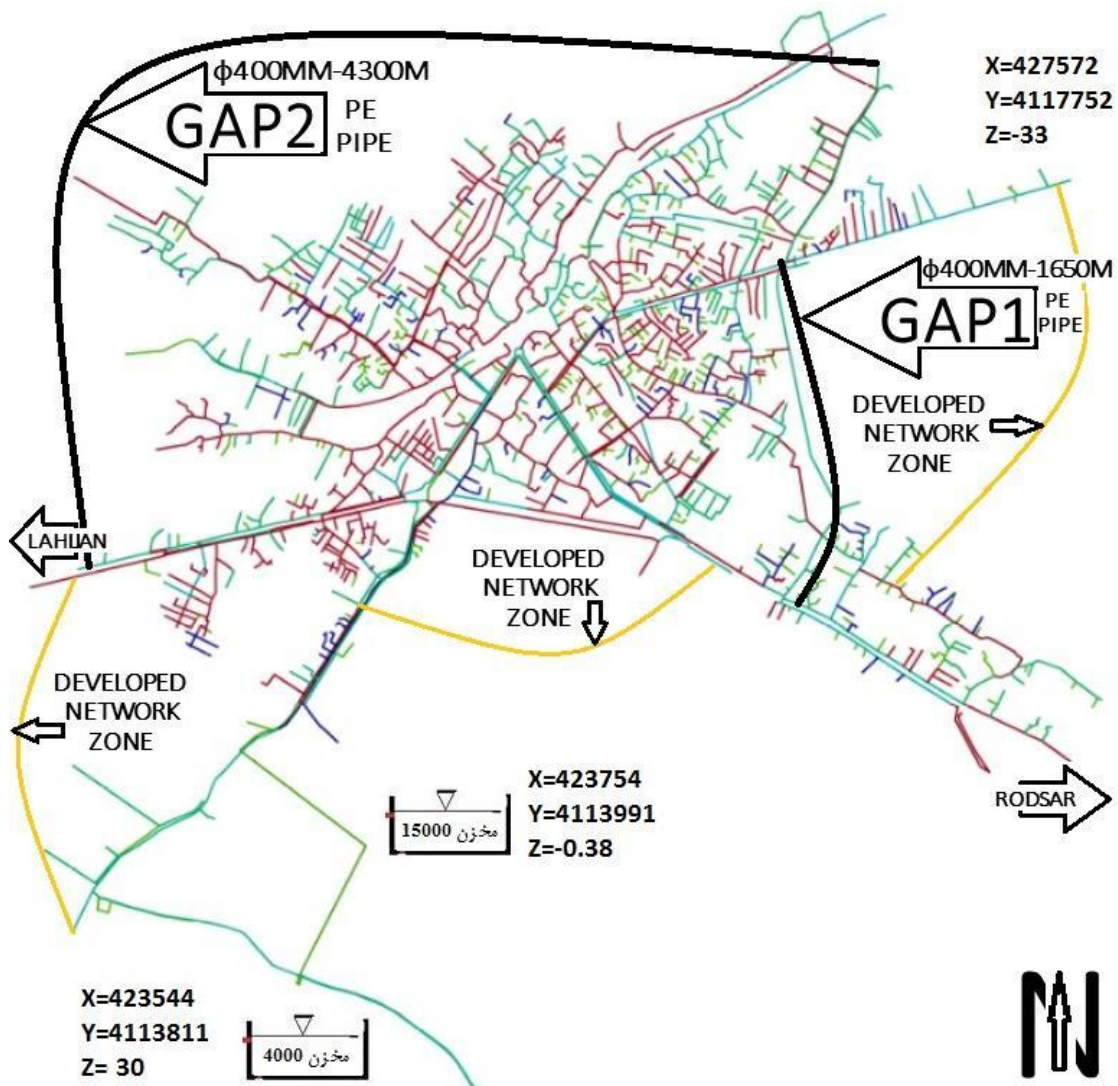
شرقی و جنوب غربی، ضروری است در نقشه راه توسعه شبکه توزیع آب لنگرود، اجرای پروژه‌های آبی رینگ بزرگ (خطوط نارنجی / شکل ۶) در این بخش‌ها مدنظر آبیای لنگرود قرار داده شود.

۳- نتایج

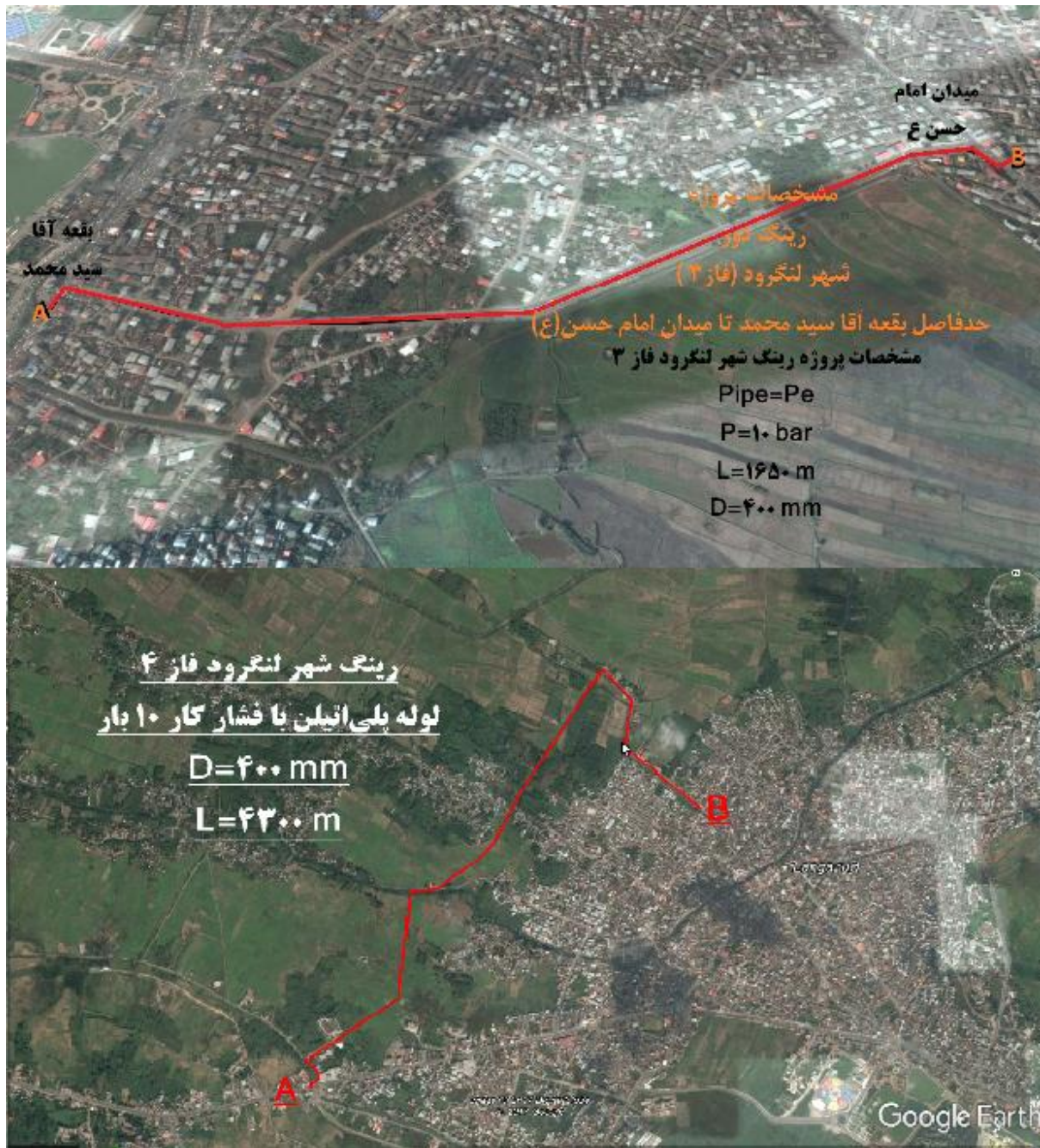
نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که در توسعه مشهود شبکه developed network zone در بخش‌های جنوبی، جنوب



شکل (۵): منحنی مصرف شبکه توزیع آب شهر لنگرود



شکل (۶): اصلاح مدل شبکه موجود ضمن اجرای پروژه رینگ GAP1 و GAP2 دور شهر لنگرود (واریانت جدید)

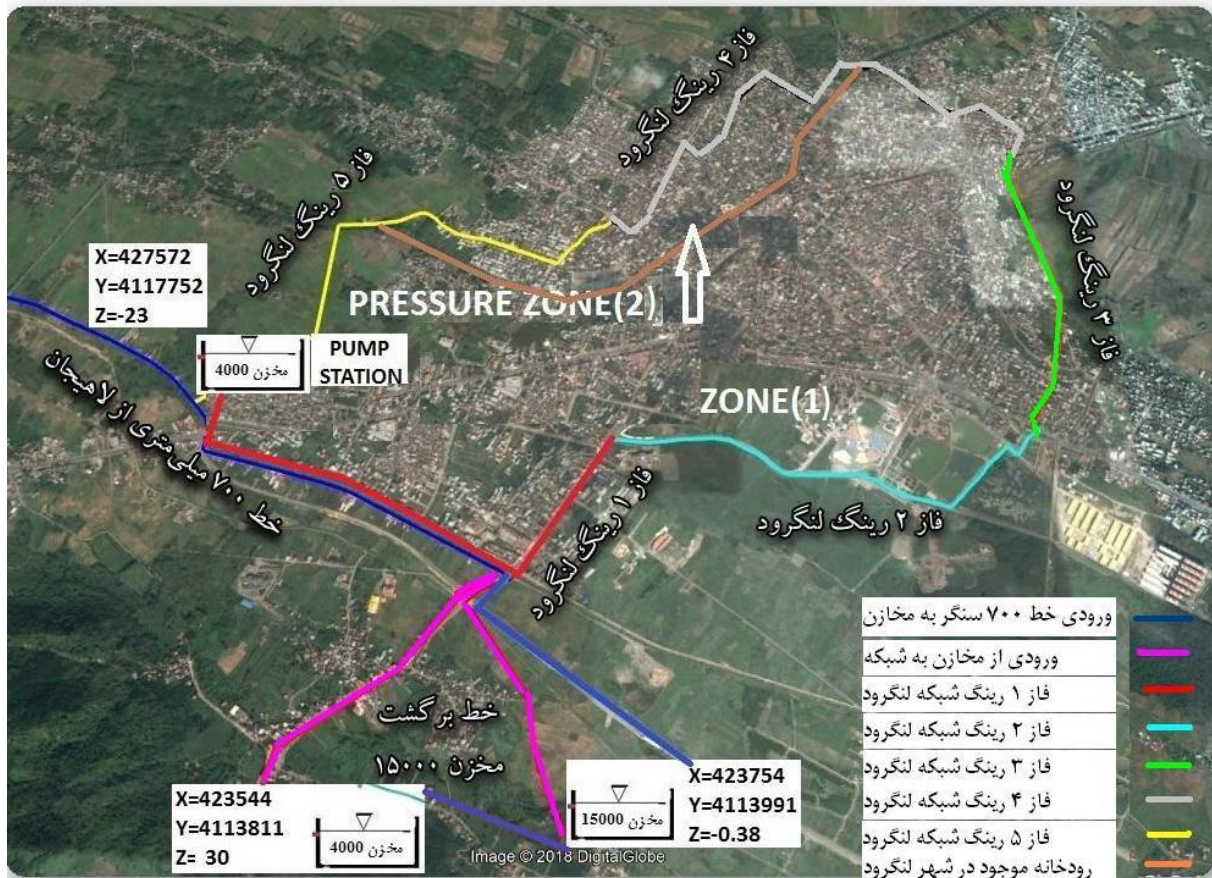


شکل (۷): رینگ شبکه توزیع آب شهر لنگرود

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

۲ تزریق شده و به طور همزمان آب تصفیه‌خانه به همراه مجموعه‌ای از چاه‌ها به مخزن ۱۵۰۰۰ مترمکعب شهر لنگرود انتقال یافته و متأثر از توپوگرافی شهر در انتها به مخزن ۴۰۰۰ مترمکعب لیلا کوه پمپاژ شده و با ارتفاع استاتیک مخزن ۴۰۰۰ مترمکعب لیلا کوه (۶۳ متر)، به صورت ثقلی به زون شماره ۱ تزریق گردیده (شکل ۸) و از این طریق در بستر سیستم اطلاعات جغرافیایی و ضمن گردش سریع اطلاعات عملیات کاهش آب بدون درآمد در مدل اصلاح‌شده توزیع آب در نواحی فشاری و مصرفی مستقل شهر لنگرود مقدور می‌گردد.

به‌عنوان مهم‌ترین نتیجه تحقیق می‌توان به تکمیل رینگ بزرگ شهر در ۵ فاز (شکل ۸) و ایجاد نواحی فشاری و مصرفی مستقل در دو طرف رودخانه و اجرای مدیریت هوشمند فشار از طریق سیستم قرائت از راه دور و مدیریت تقاضا در قالب اصلاح انشعابات آب اشاره نمود. به‌طوری‌که در صورت تکمیل رینگ، تأمین آب شهر لنگرود از طریق تصفیه‌خانه بزرگ آب گیلان (با دبی ۲۵۰ لیتر بر ثانیه) به مخزن جدید ۴۰۰۰ مترمکعب در محل ورودی غربی شهر و تحت هد دینامیکی ایستگاه پمپاژ مخزن جدید ۴۰۰۰ مترمکعب به زون شماره



شکل (۸): اصلاح مدل هیدرولیکی شبکه توزیع آب شهر لنگرود در انطباق با GIS و در محیط WaterGems8.2 تحت مدیریت ArcGIS9.3-ArcMap10

۴- نتیجه گیری نهایی

- نتایج تحقیق حاضر، انجام اقدامات ذیل را مورد توجه و تأکید قرار داد:
- مدیریت مصرف و تقاضای آب مطابق برنامه ریزی قبلی.
 - شناسایی انشعابات غیرمجاز بزرگ و پر مصرف و برخورد لازم.
 - شناسایی محل برداشت آب برای فضای سبز و جداسازی سامانه های آبیاری فضای سبز از آب شرب.
 - در صورت عدم جداسازی سامانه های آبیاری فضای سبز از آب شرب، آبیاری در ساعات غیر پیک و با مدیریت شرکت آب و فاضلاب انجام شود.
 - شناسایی مشترکین با مصرف متوسط بالاتر از نیم لیتر بر ثانیه و مذاکره با آنها جهت جابجایی مصرف آنها به ساعات غیر پیک.
 - از مخازن به عنوان ابزاری برای کنترل و جابجایی پیک شبکه استفاده شود.
 - تا حد امکان از قطع آب و جیره بندی پرهیز شود و با کاهش فشار شبکه وضعیت شبکه به صورت پایدار نگهداری گردد.
 - مدیریت فشار شبکه به وسیله مخازن، شیرهای فشار شکن و شیرهای کنترل دبی و نصب فشارسنج های لاگردار و زون بندی صورت پذیرد.
 - نصب ادوات بهبوددهنده مصرف در اماکن عمومی نظیر مدارس، مساجد، دانشگاه ها، بیمارستان ها صورت پذیرد.
 - مصارف فرآیندی شرکت نظیر مصارف واحدهای تصفیه خانه، شست و شوی شبکه، فیلترها و ... کنترل گردد.
 - با انجام اقدامات فرهنگی، مردم به مصرف صحیح، عدم گرفتن انشعاب غیرمجاز، گزارش شکستگی ها و هدر رفتن آب و ... حساس شوند.
 - نصب کنتور در ورودی شبکه جهت یافتن نشت قابل حذف و اقدامات لازم جهت کاهش آن صورت پذیرد.
 - نصب تایمر در مدار فرمان الکترومپمپ چاه ها و ایستگاه های پمپاژ از سرریز مخازن در مکان هایی که مصداق دارد جلوگیری شود.
 - به کارگیری پابلوت های هوشمند بر روی شیرهای فشار شکن به منظور مدیریت فشار شبکه پایین دست در زمان حداقل مصرف.

- [4] Walski, T.M., *Hydraulic transients cause low pressure problems*, Am. Water Works Assoc. Journal, Vol. **75**, No. ۲, 1994.
- [5] Hariri Asli K., *GIS and nonlinear dynamics model: some computational aspects and practical hints*, International journal on technical and physical problems of engineering, NO.4, VOL: 2, PP: 1-5, 2010.
- [6] Hariri Asli K., Hozori A., Baziyar S., Nikkar M., *Hydraulic Model of Non-Revenue Water & Water Economy*, 1st national conference of water economy, 26-27, Tehran, Iran, July, 2016, <http://www.wfec.ir/Congress/UIPanel/Index>

منابع

- [۱] مطالعات پیاده‌سازی سیستم اطلاعات جغرافیایی شهر لنگرود توسط مشاور (دانشگاه گیلان)، ۱۳۸۸.
- [2] Hariri Asli K., Hozori A., Baziyar S., Nikkar M., *data intercommunication and non-revenue water modeling on GIS*, 3rd national conference on application of GIS in the management of water and power industries, 13-14 december, Sari, Iran, 2015.
- [3] Hariri Asli K., *Advances in Control and Automation of Water Systems*, Published by the Apple Academic Press, Inc., ISSN: 978-1-926895-22-2, 2012, www.AppleAcademicPress.com.

Spatial analysis relief and rescue bases in Yazd model in order to achieve maximum efficiency with crisis management approach

Mehdi Arbabi (a), Seyyed Ali Alhosseini Almodaresi * (b)

(a) MSc Student of Remote Sensing and Geographic Information Systems, Civil Engineering, Yazd Unit, Islamic Azad University, Yazd, Iran

m.arbabi92@yahoo.com

(b) Faculty Member of Islamic Azad University, Yazd

almodaresi@yahoo.com

(* Corresponding author: Seyyed Ali Alhosseini Almodaresi)

Abstract

In order to conduct this research, spatial and spatial proportionality of emergency rescue and rescue centers of Yazd city was carried out in 12 indicators. The indexes of the five-point Likert spectrum were performed. The relative weight of the indices was obtained from the AHP technique. Then, the layer and composite index were calculated using the Weighted Overlay model. The results of the research showed that none of the rescue and rescue centers of Yazd are in a fully compatible position, and many of the centers are in an indifferent and relatively incompatible position. Medical and educational centers are also suitable places for creating crisis management bases in Yazd and the largest area of the historical area is in the middle position and the smallest area is suitable for the situation. On the other hand, a significant part of the historical fabric of Yazd is destroyed. Accordingly, it can be said that the historical context of Yazd city in the event of an accident does not have the ability to manage the crisis appropriately.

Keywords: Spatial analysis, rescue and relief base, crisis management, Yazd city.

تحلیل فضایی پایگاه‌های امداد و نجات شهر یزد و ارائه مدل بهینه به منظور دستیابی به حداکثر بهره‌وری با رویکرد مدیریت بحران

مهدی اربابی^۱، سیدعلی الحسینی المدرسی^{۲*}

^۱ دانشجوی کارشناس ارشد سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، گروه عمران، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران

m.arbabi92@yahoo.com

^۲ عضو هیئت‌علمی دانشگاه آزاد اسلامی، یزد

almodaresi@yahoo.com

چکیده

جهت انجام تحقیق، سنجش تناسب مکانی - فضایی مراکز امداد و نجات مدیریت بحران شهر یزد در ۱۲ شاخص انجام شد. رتبه‌دهی شاخص‌ها در قالب طیف پنج‌گانه لیکرت انجام شد. وزن نسبی شاخص‌ها از تکنیک AHP به دست آمد. سپس، لایه و شاخص ترکیبی با استفاده از مدل Weighted Overlay محاسبه گردید. نتایج تحقیق نشان داد، هیچ‌کدام از مراکز امداد و نجات شهر یزد در موقعیت کاملاً سازگار قرار ندارد و تعداد زیادی از مراکز در موقعیت بی‌تفاوت و نسبتاً ناسازگار قرار گرفته‌اند. همچنین مراکز درمانی و آموزشی مکان‌های مناسبی برای ایجاد پایگاه‌های مدیریت بحران در شهر یزد می‌باشند و بیشترین مساحت ناحیه تاریخی در وضعیت متوسط قرار دارد و کمترین مساحت مربوط به وضعیت مناسب می‌باشد. از طرفی بخش قابل توجهی از بافت تاریخی شهر یزد را بناهای تخریبی تشکیل می‌دهد. بر این اساس می‌توان گفت بافت تاریخی شهر یزد در صورت وقوع حادثه قابلیت مدیریت بحران مناسبی را ندارد.

کلمات کلیدی: تحلیل فضایی - پایگاه امداد و نجات - مدیریت بحران - شهر یزد

1- مقدمه

همواره مورد توجه سازمان‌های مسئول در مدیریت بحران قرار دارد، انتخاب مکانی جهت استقرار اضطراری یا موقت جمعیت‌های آسیب‌دیده از سوانح می‌باشد. در ایران معمولاً مکان‌گزینی برای اسکان موقت شهروندان به صورت تجربی پس از بروز سانحه توسط سازمان‌های امداد رسانی انجام می‌گیرد. بدیهی است عدم رعایت مکان‌گزینی صحیح ممکن است فاجعه‌ی دیگری حتی به مراتب وخیم‌تر از سانحه‌ی اولیه به دنبال داشته باشد؛ بنابراین لزوم برنامه‌ریزی، مدیریت و ارائه راهکارهای مناسب در استقرار اضطراری یا موقت جمعیت‌های آسیب‌دیده قبل از وقوع زلزله الزامی می‌نماید. در این راستا می‌بایست با مدیریت بحران در شهرها با شناخت شرایط اضطراری در شهرها، مراکز امداد و نجات را جهت انجام فعالیت‌ها و کمک در شرایط بحرانی را انتخاب نماید. تا بتوان از این طریق تلفات و صدمات غیرقابل پیش‌بینی را به حداقل برساند. از این‌رو در وهله‌ی اول شناخت ویژگی‌ها و وضع موجود مراکز امداد نجات شهری آشکار شده و سپس با انتخاب معیارها و استانداردها، موقعیت قرارگیری هر یک از مراکز امداد و نجات و قرارگیری آن در شرایط بحرانی می‌بایست مورد بررسی قرار گیرد. شهر یزد به عنوان یک شهر با بافت‌های گوناگون شهری و روستایی با بحران‌های متفاوتی روبرو است. جهت مقابله با بحران‌های احتمالی در سطح شهر مکان‌های امداد و نجات مکان‌یابی و مستقر گردیده است. در پژوهش حاضر سعی بر آن است تا با تحلیل و ارزیابی فضایی پایگاه‌های امداد و نجات شهر یزد از یک سو به بررسی اصول مکان‌یابی و میزان بهره‌وری آن پرداخته شود و از دیگر سو به تعیین مکان‌های مناسب در جهت استقرار بهینه و مناسب مراکز در سطح شهر پرداخته شود تا در نهایت بتوان با ارائه مدلی مناسب در جهت مکان‌یابی بیشترین بازدهی و بهره‌وری ایجاد گردد و گامی بلند در جهت تحلیل مکان‌های موجود امداد و نجات و ایجاد مکان‌های بهینه برداشته شود. در این راستا مطالعات متعددی در ایران و جهان انجام پذیرفته است. مطالعه پژوهش‌های قبلی صورت گرفته در هر زمینه تحقیقی می‌تواند برای محقق جهت شناخت موضوع و تطبیق اهداف مطالعه مؤثر واقع شود. در این بخش به طور خلاصه بخشی از آثار داخلی و خارجی که در روند تهیه و تکمیل این پژوهش نقش به‌سزایی داشته‌اند اشاره می‌کنیم. عسگری و همکاران (۱۳۸۷)، در مقاله‌ای تحت عنوان بررسی کارکرد خدمات شهری در مدیریت بحران و سوانح پرداخته و با استفاده از فناوری‌های نوین اطلاعاتی نظیر سیستم اطلاعات جغرافیایی، تحلیل‌های لازم را انجام داده و به منظور نشان دادن ابعاد مختلف آن نمونه‌هایی از تحلیل‌هایی که بر روی مناطقی از شهر تبریز صورت گرفته است را نیز ارائه نموده‌اند. پورمحمدی و همکاران (۱۳۸۵)، در مقاله خود تحت عنوان نقش و کاربرد GIS در مدیریت و نجات ساکنین سکونتگاه‌های شهری و روستایی مطالعه موردی تبریز، از منظر کاربردی نقش اساسی GIS در مدیریت بحران و فرایند امداد و نجات در قبل، حین و بعد از بحران در شهر تبریز مورد مطالعه قرار داده‌اند.

نوریان و اسفندی (۱۳۹۴)، در پژوهشی تحت عنوان تحلیل اولویت مکانی پایگاه‌های پشتیبان مدیریت بحران زلزله بر مبنای

حوادث یا مخاطرات طبیعی پدیده‌هایی هستند که همه‌ساله در گوشه و کنار جهان رخ می‌دهد. در جهان ۴۰ نوع بالای طبیعی شناسایی شده است و وقوع ۳۱ نوع آن در ایران سابقه دارد. ایران دهمین کشوری است که بلایای طبیعی در آن رخ می‌دهد. دهه‌ای که گذشت، بیش از ۲۰۰ میلیون نفر در سال به علت بلایای طبیعی دچار صدمات مالی و جانی شده‌اند به طوری که این رقم ۷ برابر تعداد کسانی است که متحمل آثار جانبی ناشی از جنگ شده‌اند. عوامل متعددی همچون کاربری نامناسب اراضی، ساخت و طراحی نامناسب ساختمان‌ها و زیرساخت‌های شهری موجب افزایش ریسک خطر سکونتگاه‌های انسانی شده است. در این رابطه با توجه به وضعیت کشور ایران و قرارگیری آن در یکی از زلزله‌خیزترین نقاط جهان که منجر به رویارویی مداوم این کشور با پدیده طبیعی زلزله شده، شایسته است همواره تلاش‌هایی جهت دستیابی علمی به روش‌ها و راهکارهای منسجم جهت مقابله و برخورد منطقی و به حداقل رساندن ابعاد فاجعه‌آمیز چنین رخدادی صورت گیرد. همچنین یکی دیگر از حوادثی که کشورها از وقوع آن هراس دارند جنگ می‌باشد. در کل بحران از لحاظ نوع به سه بخش زیر تقسیم می‌شود:

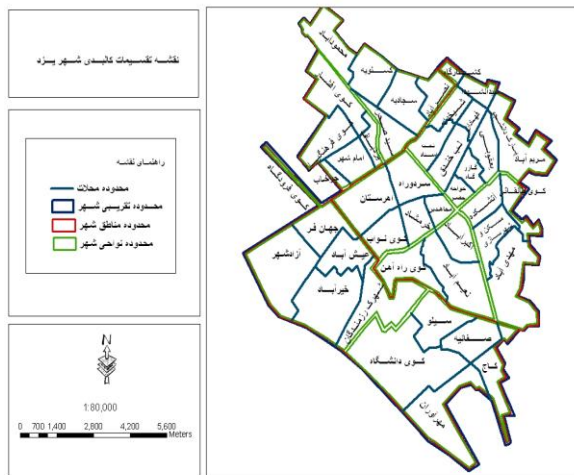
۱) بحران طبیعی (زلزله، سیل، آتش‌فشان، بهمین و...)

۲) بحران تکنولوژیک یا انسان‌ساخت (آتش‌سوزی و انفجار رایج‌ترین آن است)

۳) بحران جنگی و تروریستی.

با گسترش جوامع انسانی و متناسب با تعدد و تنوع حوادث طبیعی و غیرطبیعی ایجاد شده، مدیریت این گونه سوانح نیز پیچیده‌تر شده است. از طرف دیگر اهمیت پاسخ مناسب و به موقع، سازمان‌های امدادی را مجبور به اتخاذ سیاست‌ها و رویه‌های علمی و قابل محاسبه در مقابله با این گونه رخدادها می‌نماید تا خدمات ارائه‌شده از کیفیت قابل قبولی برخوردار گردد. شهرها به خاطر تمرکز و گنجایش زیاد جمعیت، همچنین داشتن مراکز تجاری و صنعتی، این خصوصیت را دارند که از اثرات فجایع و بلایایی مثل زلزله که مستعد پذیرش متأثر شوند. به‌ویژه آن‌که در کشورهای در حال توسعه این شرایط نیز حکم فرماست؛ وجود بسیاری از ساختمان‌های زیر استاندارد و محله‌های بزرگ محقر و کثیف، همچنین مراقبت‌های ناقص و ضعیف، آب ناکافی و خدمات بهداشتی کم، شبکه حمل‌ونقل ناقص و غیره. ساختمان‌ها و زیرساخت‌های شهری این گونه مناطق را نابود ساخته و پیامدهای ناگوار اقتصادی و اجتماعی بر شهرها و کشورها تحمیل کرده است. شناخت محیط‌های شهری و ارتقاء دانش‌های مربوط به مدیریت بحران در زمینه کاهش اثرات مخرب بلایای طبیعی به‌ویژه زلزله، یکی از اقدامات الزامی جهت آمادگی در برابر بحران زلزله می‌باشد. آنچه از این پدیده یک فاجعه می‌سازد، عدم پیشگیری از تأثیر و عدم آمادگی جهت مقابله با عواقب آن است؛ بنابراین یکی از ضروری‌ترین اقدامات به کارگیری "اصول مدیریت بحران" است. اقدامات مدیریت بحران را می‌توان در سه بخش ۱. پیشگیری، ۲. واکنش، ۳. بازسازی خلاصه کرد. یکی از مسائلی که

علل گسترش و توسعه این شهر می‌توان به ۴ عامل مهم باد، مرکزیت، آب و اقتصاد بازرگانی اشاره کرد. شهر یزد شامل سه منطقه شهری و ۹ ناحیه شهری است و تعداد محلات این شهر ۴۵ است. نقشه محدوده مطالعاتی که تقسیمات کالبدی شهر یزد به تفکیک منطقه، ناحیه و محلات در آن مشخص شده در (شکل ۱) نشان داده شده است.



شکل (۱): نمای از منطقه مطالعاتی در ایران و تهران

2-2- روش اجرای تحقیق

با توجه به فرضیه‌های تحقیق و ماهیت آن‌ها، روش تحقیق از نظر ماهیت و روش گردآوری، توصیفی-تحلیلی می‌باشد. در این پژوهش، بر اساس روش توصیفی-تحلیلی، بر اساس شاخص‌های انتخاب شده وضعیت آن‌ها بررسی شد. در ادامه بر اساس معیارها و استانداردهای برنامه‌ریزی شهری، وضع موجود هم برحسب تک‌تک شاخص‌ها و نیز برحسب ترکیب شاخص‌ها تحلیل و ارزیابی گردید. بر این اساس، روش این پژوهش مبتنی بر توصیف و تحلیل وضع موجود مراکز امداد و نجات از طریق گردآوری داده‌ها و شاخص‌های توصیفی مناسب می‌باشد.

✓ تعریف عملیاتی مفاهیم اصلی فرضیه‌ها

با بررسی سؤالات تحقیق، چهار فرضیه طرح گردید که جهت آزمون آن‌ها لازم بود مفاهیم اصلی آن‌ها مشخص و تعریف عملیاتی شوند. لذا با توجه به فرضیه‌های تحقیق، مفاهیمی که نیازمند تعریف عملیاتی هستند، عبارت‌اند از: تناسب مکانی-فضایی مراکز امداد و نجات. در ادامه تعریف عملیاتی این مفهوم ارائه شده است.

تناسب مکانی-فضایی مراکز امداد و نجات شهر یزد در ۱۲ شاخص سنجیده شد. در (جدول ۱) شاخص‌های مورد استفاده در تحقیق نشان داده شده است. رتبه‌دهی شاخص‌های ۱۲ گانه عمدتاً در قالب طیف پنج‌گانه لیکرت صورت گرفت. بدین صورت که در هر شاخص، به مناسب‌ترین حالت برای مکان مراکز امداد و نجات رتبه پنج و به بدترین حالت، رتبه یک داده شد. حالت‌های بینابین نیز به تناسب رتبه‌های ۲، ۳ و ۴ داده شد. تعریف شاخص‌ها و ترکیب آن‌ها

استاندارد طبقه‌بندی زمین مرجع کاربری‌ها با استفاده از روش تاپسیس (مطالعه موردی: ناحیه ۱ منطقه ۶ شهرداری تهران) ابتدا با بررسی نقش سیستم‌های مدیریت زمین در مدیریت بحران و سپس با رعایت اصول مکان‌یابی پایگاه‌های پشتیبان، شاخص‌های تعیین اولویت مکانی پایگاه شناسایی و استخراج گردید. این شاخص‌ها عبارت بودند از بافت فرسوده، سلسله‌مراتب شبکه‌ی دسترسی، هم‌جواری‌های سازگار و ناسازگار و تراکم جمعیتی و مسکونی که در کنار بحث کاربری زمین مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

تودس و یگیتیر (۲۰۱۱)، در پژوهشی ابتدا با استفاده از معیارهای GIS و تکنیک AHP با استفاده از معیارهای مختلف از جمله نوع کاربری، شیب و کیفیت زمین، ارتفاع و ... برای شهرستان Adana یکی از زلزله‌خیزترین مناطق کشور ترکیه نقشه پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله تهیه کرده و سپس از آن برای مکان‌یابی پاره‌ای از کاربری‌های شهری بهره می‌گیرند.

جیفو لیو (۲۰۱۱)، در پژوهشی زلزله مخرب ۷٫۱ ریشتری سال ۲۰۱۰ بخش یوشو کشور چین با ۲۶۹۸ نفر کشته را مورد مطالعه قرار داده و در آن ضمن بیان عوامل مؤثر در شدت گرفتن خسارات وارده بر منطقه، به تجربیات بازسازی و بازگرداندن منطقه به حالت قبل از وقوع زلزله و نقش سازمان‌ها و نهادهای دولتی در امداد رسانی به آسیب دیدگان از جمله اسکان آن‌ها پرداخته است. این پژوهش شرایط محیطی خاص منطقه و کمبود امکانات زیرساختی برای امداد رسانی را از جمله عوامل مؤثر در شدت تلفات دانسته است.

سول تودس (۲۰۱۰)، در پژوهشی ابتدا با استفاده از GIS و تکنیک AHP با استفاده از معیارهای مختلف از جمله نوع کاربری، شیب و کیفیت زمین ارتفاع و ... برای شهرستان آدانا یکی از زلزله‌خیزترین مناطق کشور ترکیه نقشه پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله تهیه کرده و سپس از آن برای مکان‌یابی پاره‌ای از کاربری‌های شهری بهره می‌گیرند.

کونینگ وو (۲۰۰۴)، در تحقیقی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و با به کارگیری معیارهای اصلی چون نحوه پراکندگی خطوط قطار درون شهری، خیابان‌های شهری، تراکم جمعیت و آب‌وهوا و زیرمعیارهای مربوطه به تهیه نقشه آسیب‌پذیری شهر یوکی از منطقه شانگسی کشور چین پرداخته‌اند [۱۷-۱].

2- مواد و روش‌ها

2-1- معرفی محدوده مطالعاتی

شهر یزد در مشرق اصفهان و جنوب کویر لوت، با طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۴ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۵ دقیقه، در مرکز ایران قرار گرفته است. این شهر ۸۷ کیلومتر مربع است و ارتفاع متوسط آن از سطح دریا ۱۲۳۰ متر می‌باشد. شهر یزد به علت دارا بودن جاذبه‌های شغلی، رفاهی، تمرکز اداری و نظایر این‌ها پرجمعیت‌ترین شهر این استان محسوب می‌شود [۵]. به طوری که جمعیت این شهر حدود هشت برابر جمعیت دومین شهر شده است. از

رابطه (۱):

$$P = \sum_{i=1}^n w_i x_i$$

در رابطه (۱)، P میزان تناسب مکانی- فضایی، w_i وزن

شاخص‌ها و x_i شاخص‌های میزان تناسب مکانی- فضایی از ۱ تا ۱۰ هستند. اهمیت و وزن نسبی معرف‌های تشکیل‌دهنده نیز از طریق پرسشنامه خبرگان و تکنیک AHP گروهی به دست می‌آید.

جدول (۲): وزن دهی به هر یک از شاخص‌های ارزیابی مکان امداد و نجات مدیریت بحران

معیار	شاخص	وزن (درصد)
جمعیت	تراکم جمعیت	۸/۵
دسترسی	درجه یک	۱۱
	درجه دو	۹/۸
سازگاری	آموزشی	۷/۳
	درمانی	۱۱
	آتش‌نشانی	۷/۳
	انتظامی	۶/۱
	اداری	۴/۹
	فضای سبز	۸/۵
	مذهبی	۷/۳
زمین‌شناسی	ورزشی	۸/۵
	شیب	۹/۸

۳- نتایج تحقیق

همان‌طور که در روش تحقیق بیان شد با استفاده از منابع موجود و بر مبنای استانداردها و بر مبنای منطق معیارهای مؤثر در پهنه‌بندی آسیب‌پذیری زلزله شناسایی و انتخاب گردید و به‌صورت نقشه وارد نرم‌افزار جهت تصمیم‌گیری شد. این نقشه‌ها به‌صورت شکل‌های (۲) تا (۱۴) است که در ذیل نشان داده شده است.

✓ شاخص تراکم جمعیت

هرچه تراکم جمعیت در واحد سطح بیشتر باشد آسیب‌پذیری بیشتر می‌شود [۴]. بحث تراکم جمعیت و نقش آن در برنامه‌ریزی‌ها از مقوله‌های مطالعاتی بسیار مهم در عرصه علم برنامه‌ریزی شهری می‌باشد. با توجه به اینکه هر چه تراکم جمعیت در شهر کمتر باشد و این تراکم به‌طور متعادل در سطح شهر توزیع شده باشد، آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله کمتر خواهد بود. برعکس تراکم جمعیتی بالا در شهر به معنای تلفات و خسارت‌های بیشتر به هنگام وقوع زلزله است [۱۳]. بنابراین احداث پایگاه‌های چندمنظوره در مناطق با تراکم بالا بیشتر اهمیت دارد و این مسئله موجب کاهش صدمات جانی خواهد

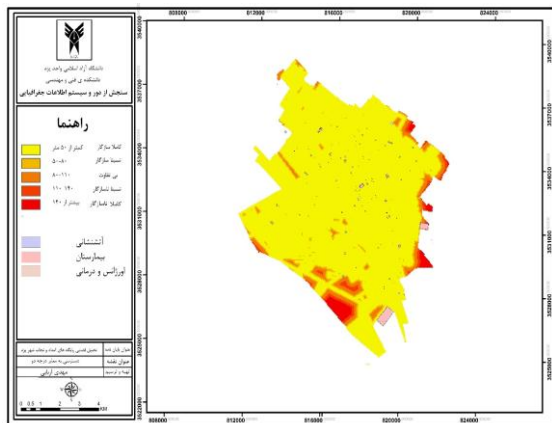
مبتنی بر تلفیق روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاری (AHP) و GIS می‌باشد. بدین‌صورت که لایه‌های مکانی مربوط به هر شاخص با توجه به وضعیت شهر و نقشه مربوطه در محیط نرم‌افزار تهیه گردید. سپس وزن شاخص‌ها از طریق روش AHP گروهی به دست آمد. بدین‌صورت که پرسشنامه‌ای متناسب تدوین و توسط خبرگان تکمیل شد و وزن هر شاخص محاسبه گردید. در ادامه، وزن شاخص‌ها به لایه‌های مربوطه در ArcGIS تعلق گرفت و لایه ترکیبی نهایی از طریق تابع Weighted Overlay در چهار کلاس به دست آمد. بر این اساس، سطح شهر در قالب پنج سطح کاملاً سازگار، سازگار، بی‌تفاوت، ناسازگار و کاملاً ناسازگار پهنه‌بندی گردید. بدین‌صورت با توجه به نحوه قرارگیری مراکز امداد و نجات موجود در پهنه‌های به‌دست‌آمده، ارزیابی میزان تناسب مکانی- فضایی مراکز امداد و نجات شهر یزد قابل‌سنجش و عملیاتی می‌گردد.

جدول (۱): شاخص‌های مورد استفاده در تحقیق

شاخص	کاملاً سازگار	نسبتاً سازگار	بی‌تفاوت	نسبتاً ناسازگار	کاملاً ناسازگار
تراکم جمعیتی	کمتر از ۲۲ نفر	۲۲-۳۲ نفر	۳۲-۴۲ نفر	۴۲-۵۲ نفر	بیشتر از ۵۲ نفر
نزدیکی به معابر درجه یک	کمتر از ۱۰۰ متر	۱۰۰-۱۵۰ متر	۱۵۰-۲۰۰ متر	۲۰۰-۲۵۰ متر	بیشتر از ۲۵۰ متر
نزدیکی به معابر درجه دو	کمتر از ۵۰ متر	۵۰-۸۰ متر	۸۰-۱۱۰ متر	۱۱۰-۱۴۰ متر	بیشتر از ۱۴۰ متر
نزدیکی به فضاهای آموزشی	کمتر از ۳۰۰ متر	۳۰۰-۶۰۰ متر	۶۰۰-۱۰۰۰ متر	۱۰۰۰-۱۵۰۰ متر	بیشتر از ۱۵۰۰ متر
نزدیکی به فضاهای درمانی	کمتر از ۳۰۰ متر	۳۰۰-۶۰۰ متر	۶۰۰-۱۰۰۰ متر	۱۰۰۰-۱۵۰۰ متر	بیشتر از ۱۵۰۰ متر
نزدیکی به فضاهای آتش‌نشانی	کمتر از ۳۰۰ متر	۳۰۰-۶۰۰ متر	۶۰۰-۱۰۰۰ متر	۱۰۰۰-۱۵۰۰ متر	بیشتر از ۱۵۰۰ متر
نزدیکی به فضاهای انتظامی	کمتر از ۳۰۰ متر	۳۰۰-۶۰۰ متر	۶۰۰-۱۰۰۰ متر	۱۰۰۰-۱۵۰۰ متر	بیشتر از ۱۵۰۰ متر
نزدیکی به فضاهای اداری	کمتر از ۳۰۰ متر	۳۰۰-۶۰۰ متر	۶۰۰-۱۰۰۰ متر	۱۰۰۰-۱۵۰۰ متر	بیشتر از ۱۵۰۰ متر
نزدیکی به فضای سبز	کمتر از ۳۰۰ متر	۳۰۰-۶۰۰ متر	۶۰۰-۱۰۰۰ متر	۱۰۰۰-۱۵۰۰ متر	بیشتر از ۱۵۰۰ متر
نزدیکی به فضاهای مذهبی	کمتر از ۳۰۰ متر	۳۰۰-۶۰۰ متر	۶۰۰-۱۰۰۰ متر	۱۰۰۰-۱۵۰۰ متر	بیشتر از ۱۵۰۰ متر
نزدیکی به فضاهای ورزشی	کمتر از ۳۰۰ متر	۳۰۰-۶۰۰ متر	۶۰۰-۱۰۰۰ متر	۱۰۰۰-۱۵۰۰ متر	بیشتر از ۱۵۰۰ متر
وضعیت شیب	کمتر از ۲ درصد	۲-۴ درصد	۴-۶ درصد	۶-۸ درصد	بیشتر از ۸ درصد

در (جدول ۲)، تناسب مکانی- فضایی مراکز امداد و نجات در ۱۲ شاخص سنجش گردید. روش ترکیب شاخص‌ها نیز روش مجموع ساده وزین است. وزن هر یک از شاخص‌ها نیز از طریق روش AHP گروهی به دست آمد. نهایتاً اینکه مفهوم میزان تناسب مکانی- فضایی بر اساس رابطه ذیل عملیاتی گردید.

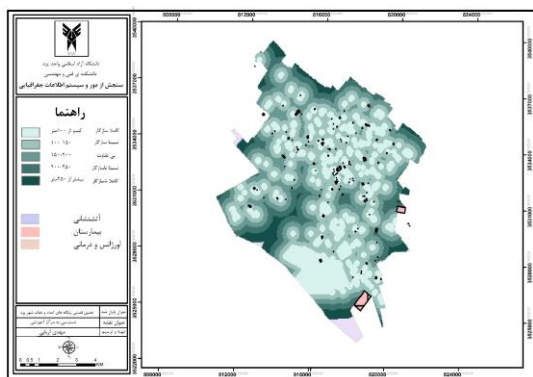
داشته باشد. بنابراین در تحلیل تناسب مراکز امداد و نجات در این پژوهش، نزدیکی به معابر درجه دو نیز به عنوان معیار سنجش تناسب مراکز امداد و نجات در نظر گرفته شده است و در شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل (۴): فاصله از معابر درجه دو به متر و موقعیت مراکز امداد و نجات شهر یزد

✓ شاخص فاصله از کاربری آموزشی

به جهت سهولت در رفت و آمد و برای تداوم انگیزه آموزش و تحصیل در کودکان و نوجوانان، مکان‌یابی محل‌های اسکان آسیب‌دیدگان باید به گونه‌ای باشد که کم‌ترین فاصله را از مدارس داشته باشند؛ بنابراین هم‌جواری مراکز امداد و نجات مدیریت بحران با کاربری آموزشی در کل، به عنوان پدیده‌ای سازگار و مطلوب شناخته می‌شود. (شکل ۵) فاصله از کاربری آموزشی به متر و موقعیت مراکز امداد و نجات شهر یزد را نشان می‌دهد.

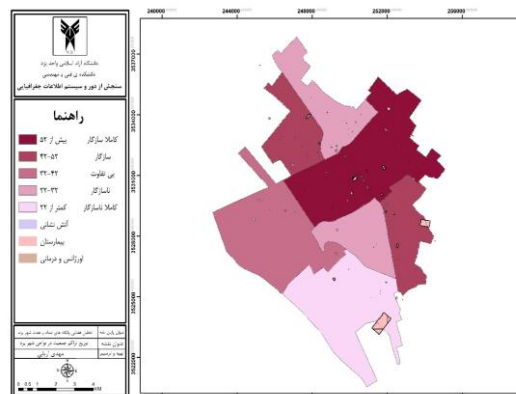


شکل (۵): فاصله از کاربری آموزشی به متر و موقعیت مراکز امداد و نجات شهر یزد

✓ شاخص فاصله از کاربری درمانی

مراکز درمانی بدون شک از اساسی‌ترین نیازهای یک شهر در مواقع بحرانی است. چراکه برای عملکرد بهتر و امداد رسانی و ارائه خدمات درمانی سریع و مطلوب به آسیب‌دیدگان، ضروری است که پایگاه‌ها

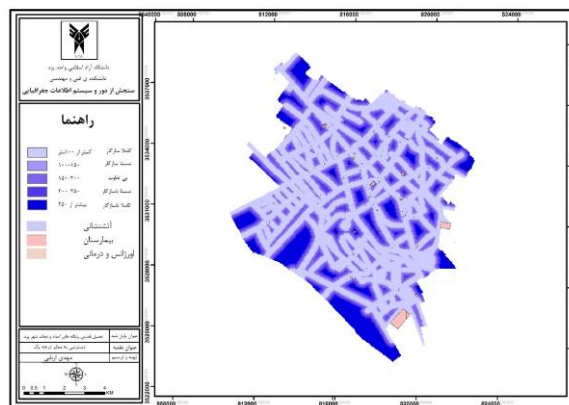
شد. (شکل ۲) توزیع فضایی تراکم جمعیت شهر یزد را در سطح نواحی شهری نشان می‌دهد.



شکل (۲): توزیع فضایی تراکم جمعیت و موقعیت مراکز امداد و نجات شهر یزد

✓ شاخص فاصله از معابر درجه یک

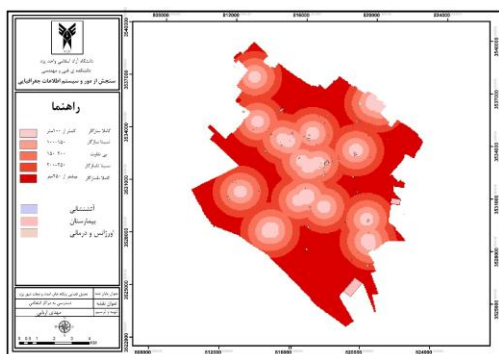
یکی از مشکلاتی که عمدتاً در هنگام زلزله در برابر عملیات امداد و نجات وجود دارد، بسته شدن راه‌های ارتباطی در اثر جابه‌جایی‌های ناشی از زلزله و یا آوار شدن بناهای تخریب‌شده در معابر است [۲]. در واقع بعد از وقوع زلزله کارایی شبکه‌های ارتباطی به علت فروریختن ساختمان‌ها و احتمال بسته شدن مسیرها به شدت کاهش می‌یابد. این در حالی است که بعد از وقوع یک فاجعه با وضعیت اضطراری، شبکه‌های ارتباطی نقش حیاتی در نجات جان انسان‌ها و شدت بخشیدن به عملیات بازسازی و بازگشت حالت عادی به شهر را بر عهده دارند. در (شکل ۳) بخش عمده‌ای از مراکز امداد و نجات در وضعیت ناسازگار و کاملاً ناسازگار قرار دارند.



شکل (۳): فاصله از معابر درجه یک به متر و موقعیت مراکز امداد و نجات شهر یزد

✓ شاخص فاصله از معابر درجه دو

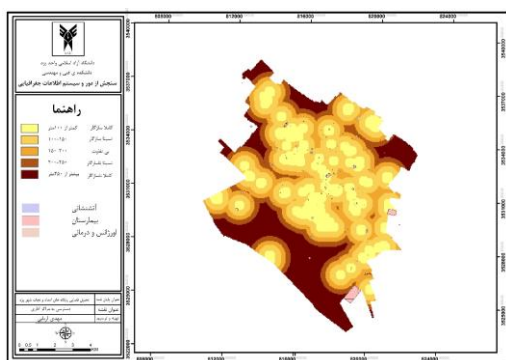
کاربری معابر شهری بیشترین میزان از سطح شهر را اشغال می‌نماید. در واقع عامل هم‌جواری مراکز امداد و نجات با شبکه ارتباطی مناسب و راحت می‌تواند در نجات شهروندان هنگام بحران تأثیر به‌سزایی



شکل (۸): فاصله از کاربری انتظامی به متر و موقعیت مراکز امداد و نجات شهر یزد

✓ شاخص فاصله از کاربری اداری

در هنگام رویداد زلزله این فضاها می‌توانند با توجه به نیاز پایگاه‌های موردنظر استفاده شوند. (شکل ۹) فاصله از کاربری اداری و موقعیت مراکز امداد و نجات شهر یزد را نشان می‌دهد. با توجه به این شکل بخشی از مراکز امداد و نجات در موقعیت ناسازگار و کاملاً ناسازگار قرار دارند.

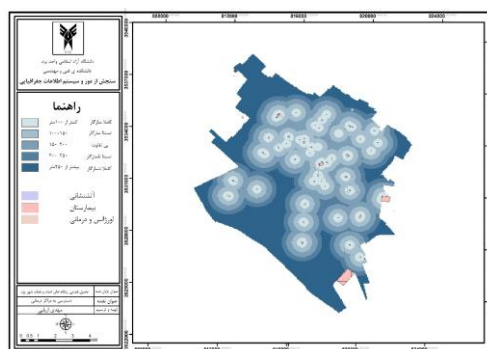


شکل (۹): فاصله از کاربری اداری به متر و موقعیت مراکز امداد و نجات شهر یزد

✓ شاخص فاصله از فضای سبز

این اماکن به عنوان محل امن جهت تخلیه اضطراری و تأمین ایمنی خود پایگاه‌های مجاور آن از نظر ریزش آوار مدنظر قرار می‌گیرد. (شکل ۱۰) فاصله از کاربری فضای سبز به متر و موقعیت مراکز امداد و نجات شهر یزد را نشان می‌دهد. مطابق با این شکل بر اساس شاخص فضای سبز بخش قابل‌توجهی از مراکز امداد و نجات در موقعیت ناسازگار و کاملاً ناسازگار قرار دارند.

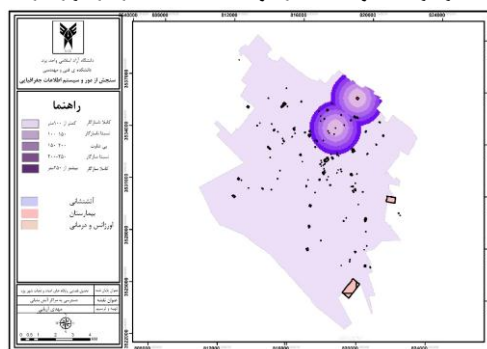
به مراکز درمانی نزدیک‌تر باشند. در نتیجه کاربری درمانی جزء کاربری‌های سازگار می‌باشد (شکل ۶) فاصله از کاربری درمانی به متر و موقعیت مراکز امداد و نجات شهر یزد را نشان می‌دهد.



شکل (۶): فاصله از کاربری درمانی به متر و موقعیت مراکز امداد و نجات شهر یزد

✓ شاخص فاصله از آتش‌نشانی

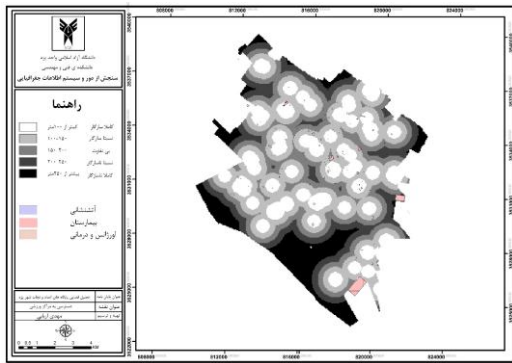
به علت احتمال وقوع آتش‌سوزی در اردوگاه‌ها و مراکز اسکان به دلیل استفاده از وسایل گرمایشی، نزدیکی به ایستگاه‌های آتش‌نشانی برای اطفای حریق اهمیت ویژه‌ای دارد. بر این اساس اولویت‌گزینه‌ها با محلهایی است که به این ایستگاه‌ها نزدیک‌تر باشند [۱۰]. مراکز آتش‌نشانی نیز جزء کاربری‌های سازگار بوده که با توجه به (شکل ۷) اکثریت مراکز امداد و نجات در موقعیت کاملاً ناسازگار قرار دارند.



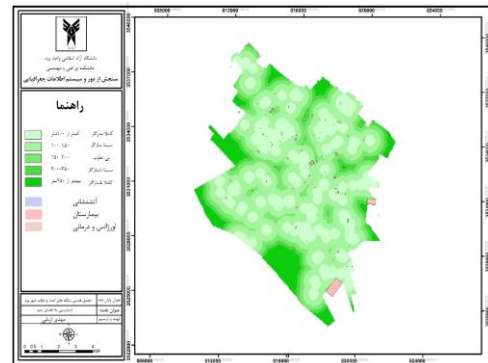
شکل (۷): فاصله از مراکز آتش‌نشانی به متر و موقعیت مراکز امداد و نجات شهر یزد

✓ شاخص فاصله از کاربری انتظامی

یکی دیگر از کاربری‌های سازگار با مراکز امداد و نجات مدیریت بحران کاربری انتظامی می‌باشد. به طوری که نزدیکی به این مراکز سبب برقراری و حفظ امنیت در زمان بحران و نقش مؤثر در جستجو و نجات و توزیع احتیاجات آسیب‌دیدگان در زمان بروز بحران می‌گردد [۹]. (شکل ۸) فاصله از کاربری انتظامی و موقعیت مراکز امداد و نجات شهر یزد را نشان می‌دهد.



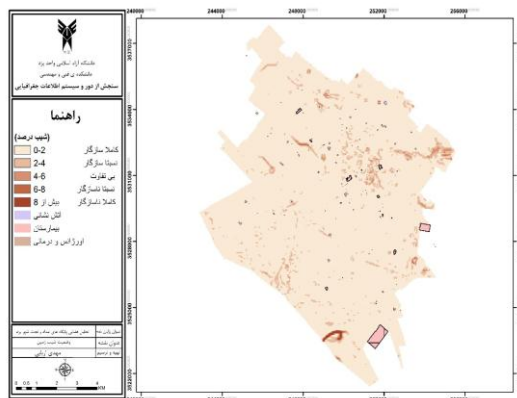
شکل (۱۲): فاصله از کاربری ورزشی به متر و موقعیت مراکز امداد و نجات شهر یزد



شکل (۱۰): فاصله از کاربری فضای سبز به متر و موقعیت مراکز امداد و نجات شهر یزد

✓ شاخص شیب

در مکان‌یابی پایگاه‌های مدیریت بحران، شیب عمومی زمین باید ملایم و کمتر از ۴ درصد باشد. این مقدار سراسریی زه‌کشی را تسهیل می‌نماید. در واقع شیب زمین از جمله عوامل زمین‌شناسی است که می‌توان آن را در ارزیابی تناسب کاربری‌ها بهره‌جست. مطابق با (شکل ۱۳) مراکز امداد و نجات شهر یزد از نظر میزان شیب بیشتر در وضعیت کاملاً سازگار قرار دارد.



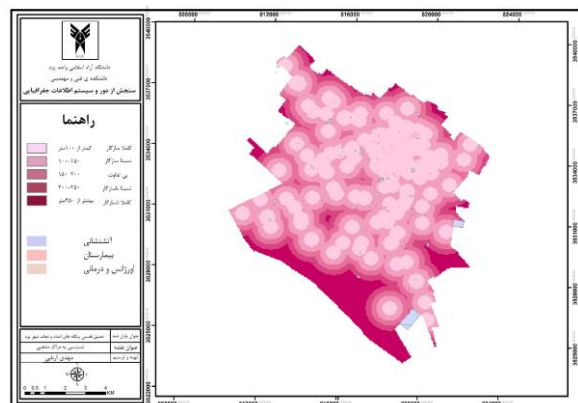
شکل (۱۳): میزان تناسب مراکز امداد و نجات شهر یزد با میزان شیب (درصد)

✓ تحلیل تناسب مکانی- فضایی با ترکیب شاخص‌ها از طریق روش همپوشانی وزنی

برای ارزیابی جامع، شاخص‌های فوق‌باهم ترکیب شدند و بر اساس امتیاز نهایی و ترکیبی حاصل، پهنه‌های مناسب برای استقرار مراکز امداد و نجات مدیریت بحران بررسی شود. برای این کار، مطابق با روش تحقیق ذکر شده، ابتدا وزن شاخص‌های ۱۲ گانه با استفاده از پرسشنامه خبرگان و نیز روش AHP، به شرح (۱۴) محاسبه گردید. در ادامه جهت تلفیق شاخص‌های تحقیق بر اساس وزن‌های به‌دست‌آمده از تابع Weighted Overlay در محیط ArcGIS استفاده شد. نتیجه مطابق (شکل ۴-۱۳)، بیانگر نقشه نهایی مکان‌یابی مراکز امداد و نجات مدیریت بحران با استفاده از روش شاخص همپوشانی بر اساس شاخص‌های ۱۲ گانه در شهر یزد می‌باشد

✓ شاخص فاصله از کاربری مذهبی

هم‌جواری مراکز امداد و نجات مدیریت بحران با کاربری مذهبی، به‌عنوان پدیده‌ای سازگار و مطلوب شناخته می‌شود؛ بنابراین مجاورت این دو کاربری نیز به‌عنوان یک معیار برای سنجش تناسب مراکز امداد و نجات در نظر گرفته شده است. مطابق با (شکل ۱۱) در شهر یزد بخشی از مراکز امداد و نجات در وضعیت ناسازگار و کاملاً ناسازگار قرار گرفته‌اند. یعنی در فاصله بالاتر از ۱۵۰ متر از کاربری مذکور قرار دارند.



شکل (۱۱): فاصله از کاربری مذهبی به متر و موقعیت مراکز امداد و نجات شهر یزد

✓ شاخص فاصله از کاربری ورزشی

این اماکن پتانسیل خوبی به لحاظ مکان، وسعت و ساختمان جهت اسکان حادثه‌دیدگان دارند، اما تابع شرایط، وجود امنیت و کارایی می‌باشند. همان‌طور که در (شکل ۱۲) مشاهده می‌شود در شهر یزد تعدادی از مراکز امداد و نجات در وضعیت نامناسب و کاملاً ناسازگار قرار گرفته‌اند. یعنی در فاصله بالاتر از ۱۵۰ متر از کاربری مذکور قرار دارند.

جدول (۳): تناسب اراضی شهر یزد جهت ایجاد مراکز امداد و

نجات مدیریت بحران

مؤلفه‌ها	تعداد پیکسل	مساحت (m ²)	درصد
کاملاً سازگار	۹۵	۷۹۹۹	۰/۳
نسبتاً سازگار	۱۷۳۰۹	۱۹۲۳۹۸	۴۷/۸
بی تفاوت	۱۵۲۱۶	۲۴۵۰۲۰	۴۲/۰
نسبتاً ناسازگار	۳۱۱۰	۵۵۶۱۷	۸/۶
کاملاً ناسازگار	۵۱۵	۶۴۳۰	۱/۴

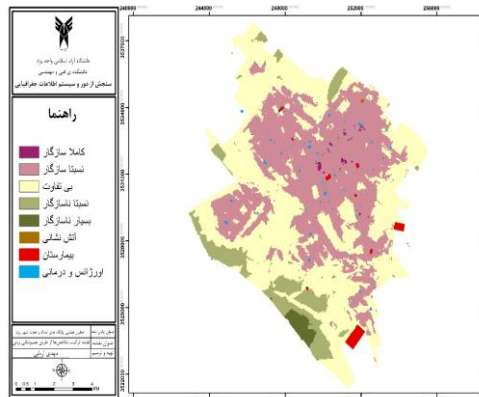
۴- بحث و نتیجه گیری

در این پژوهش، بررسی و ارزیابی مراکز امداد و نجات شهر یزد مورد توجه قرار گرفته است. در واقع مسئله این است که شناخت مکانی مناسبی از نحوه توزیع مراکز امداد و نجات شهر یزد وجود ندارد. فقدان چنین شناختی به عنوان مانع و چالش اساسی برای برنامه ریزی و ساماندهی مکانی- فضایی مراکز امداد و نجات این شهر می باشد. بر این اساس، این تحقیق باهدف ارزیابی و سپس برنامه ریزی و ساماندهی مکانی- فضایی مراکز امداد و نجات شهر یزد؛ و با توجه به مسئله اساسی فوق الذکر، سؤال های پژوهشی ذیل را طرح نموده است:

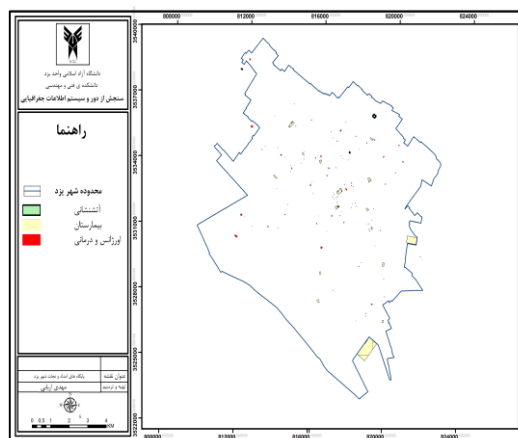
- ۱- آیا مکان گزینی مراکز امداد و نجات مدیریت بحران شهر یزد بر طبق ضوابط و استانداردهای مکان یابی می باشد؟
 - ۲- مناسب ترین مکان برای ایجاد پایگاه و مراکز امداد و نجات پیشنهادی مدیریت بحران در شهر یزد دارای چه ویژگی هایی است؟
- در تحقیق حاضر سعی بر این بوده است که ضمن ارزیابی وضع موجود مراکز امداد و نجات شهر یزد و دستیابی به مسائل و مشکلات مربوط به استقرار این مراکز در منطقه مورد مطالعه، بتوان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، مکان های مناسب جهت احداث مراکز امداد و نجات مدیریت بحران را تعیین کرد. مطابق سوالات و مبانی نظری تحقیق، فرضیات تحقیق به منظور پاسخگویی و تبیین تئوریک به سوالات به صورت ذیل طرح شدند.
- ۱- به نظر می رسد مکان یابی امداد و نجات مدیریت بحران شهر یزد مطابق ضوابط مکان یابی و شهرسازی نمی باشد.
 - ۲- به نظر می رسد مناسب ترین مکان برای ایجاد پایگاه های مدیریت بحران شهر یزد مراکز درمانی و آموزشی است.
 - ۳- به نظر می رسد بافت تاریخی شهر یزد در صورت وقوع حادثه قابلیت مدیریت بحران مناسبی را ندارد.
 - ۴- به نظر می رسد مکان یابی امداد و نجات مدیریت بحران شهر یزد در بافت تاریخی در مقایسه با بافت جدید شهری نمی تواند عملکرد مناسبی را ارائه دهد.

با توجه به فرضیه های تحقیق، مفاهیمی که تعریف عملیاتی شدند، عبارت اند از: تناسب مکانی- فضایی مراکز امداد و نجات شهر یزد. در تعریف عملیاتی این مفهوم شاخص هایی همچون: شاخص تراکم جمعیت، فاصله از معابر درجه یک، فاصله از معابر درجه دو، فاصله از کاربری آموزشی، فاصله از کاربری درمانی، فاصله از

که به پنج طبقه کاملاً سازگار، نسبتاً سازگار، بی تفاوت، نسبتاً ناسازگار و کاملاً ناسازگار می باشد. (جدول ۳) تناسب اراضی شهر یزد جهت ارزیابی مراکز امداد و نجات مدیریت بحران را به لحاظ تعداد پیکسل، مساحت و درصد نشان می دهد.



شکل (۱۴): تلفیق شاخص های ۱۲ گانه و موقعیت مراکز امداد و نجات شهر یزد



شکل (۱۵): مکان های موجود امداد و نجات شهر یزد

با بررسی مناطق موجود امداد و نجات و تحلیل ها و خروجی های نرم افزار مشاهده می شود، تناسب بالایی بین مناطق انتخابی و مناطق امداد و نجات فعلی وجود دارد. مناطق کاملاً سازگار نیز تا حد بالایی با مناطق امداد و نجات فعلی همخوانی دارد. درصد سازگاری مناطق انتخابی با بیمارستان های محدوده مطالعاتی ۶۷/۵٪ و میزان تطابق مناطق انتخابی سازگار با مراکز آتش نشانی ۴۲/۴٪ و میزان تطابق آن با اورژانس و مراکز درمانی ۵۱/۸٪ به دست آمد.

در صورت وقوع حادثه قابلیت مدیریت بحران مناسبی را ندارد. پس فرضیه سوم نیز پذیرفته شد.

جهت ارزیابی فرضیه چهارم، از لحاظ مکان‌یابی مدیریت بحران، بافت تاریخی شهر وضعیت مناسب‌تری را نسبت به بافت جدید شهر دارا می‌باشد؛ اما این در حالی است که بخش زیادی از مساحت بافت تاریخی را کیفیت بنای تخریبی تشکیل داده است، در صورتی که در بافت جدید کیفیت بنای تخریبی مساحت بسیار کوچکی را شامل می‌شود؛ و بیشتر مساحت بافت را کیفیت بنای قابل نگهداری شامل می‌شود؛ بنابراین از لحاظ کیفیت بنا، بافت جدید شهر وضعیت مناسب‌تری را نسبت به بافت تاریخی شهر دارا می‌باشد؛ بنابراین با توجه به محاسبات انجام شده می‌توان گفت مکان‌یابی امداد و نجات مدیریت بحران شهر یزد در بافت تاریخی در مقایسه با بافت جدید شهری نمی‌تواند عملکرد مناسبی را ارائه دهد؛ بنابراین فرضیه چهارم نیز پذیرفته شد.

بنابراین با توجه به اینکه مکان‌یابی مراکز امداد و نجات مدیریت بحران شهر یزد مطابق ضوابط مکان‌یابی و شهرسازی نمی‌باشد و بافت تاریخی شهر یزد در صورت وقوع حادثه قابلیت مدیریت بحران مناسبی را ندارد، لذا اهمیت و توجه مدیران و مسئولین شهر را طلب می‌کند تا با تدابیر لازم در راستای به حداقل رساندن میزان خسارت جانی و مالی در سطح شهر یزد تلاش کنند.

منابع

- [۱] بهتاش، فرزاد، محمدرضا و بهنوش اسدی نظری، مدیریت بحران در بافت تاریخی شهرها، همایش سراسری راهکارهای ارتقاء مدیریت بحران در حوادث و سوانح غیرمترقبه، ۱۳۸۵.
- [۲] بهرام پور، مهدی و محمدرضا بمانیان، تبیین الگوی جانمایی پایگاه‌های مدیریت بحران با استفاده از GIS، نمونه موردی شهر تهران منطقه سه، فصلنامه مدیریت بحران، شماره اول، صص ۵۱-۵۹، ۱۳۹۱.
- [۳] پورمحمدی، محمدرضا و ماجده عساکره، ارزیابی مکان‌یابی کاربری‌های آموزشی (مدارس ابتدایی) شهر شادگان، مجله پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال سوم، شماره نهم، صص ۱-۲۰، ۱۳۹۱.
- [۴] پیشگاهی فرد، زهرا، ناصر اقبالی، عبدالرضا فرجی راد و بشیر بیگ بابایی، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و نقش آن در مکان‌یابی مناطق مخاطره‌آمیز شهری در استفاده از مدیریت بحران (مطالعه موردی: منطقه ۸ شهرداری تبریز)، فصلنامه جغرافیایی آمایش محیط، شماره ۱۳، صص ۹۱-۱۰۴، ۱۳۹۱.
- [۵] زیاری، کرامت ا...، بررسی آسایش و امنیت در محله‌های شهر یزد، فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای انسانی، شماره ۷۶، ۱۳۹۰.
- [۶] صبائی مهر، مهدیه، نقش اقلیم در توسعه کالبدی شهر یزد، دانشگاه پیام نور رضوانشهر صدوق، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، ۱۳۸۹.
- [۷] ضرابی، اصغر و میر نجف موسوی، بررسی کارکرد شهرهای کوچک در نظام شهری و توسعه منطقه‌ای، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، شماره ۲، ۱۳۸۸.

آتش‌نشانی، فاصله از کاربری انتظامی، فاصله از کاربری اداری، فاصله از فضای سبز، فاصله از کاربری مذهبی، فاصله از کاربری ورزشی و شیب بررسی قرار گرفته است؛ و روش تحلیل فرضیه‌ها با استفاده از ترکیب لایه‌های وزن‌دار در محیط ArcGIS از طریق تابع Weighted Overlay بوده است.

روش گردآوری داده‌های مذکور، روش کتابخانه‌ای می‌باشد به نحوی که با مراجعه به شهرداری و سایر سازمان‌های مربوطه اطلاعات لازم گردآوری گردید. داده‌های مذکور در محیط نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی سازمان دهی و جهت توصیف و تحلیل وضعیت مراکز امداد و نجات شهر یزد آماده شدند. روش تجزیه و تحلیل داده‌ها جهت فرضیه‌های تحقیق به شرح ذیل صورت گرفت:

سنجش تناسب مکانی - فضایی مراکز امداد و نجات مدیریت بحران در ۱۲ شاخص انجام شد. رتبه‌دهی شاخص‌های ۱۲ گانه در قالب طیف پنج‌گانه لیکرت انجام شد. بدین صورت که در هر شاخص، به مناسب‌ترین حالت برای مکان پارک‌ها رتبه پنج و به بدترین حالت، رتبه یک داده شد. حالت‌های بینابین نیز به تناسب رتبه‌های ۲، ۳ و ۴ داده شد.

وزن نسبی شاخص‌ها نیز از طریق پرسشنامه خبرگان و تکنیک AHP گروهی به دست می‌آید. بدین صورت که پرسشنامه‌ای متناسب تدوین و توسط ۳۰ نفر از خبرگان تکمیل شد. سپس وزن هر شاخص از طریق AHP محاسبه گردید. سپس، لایه و شاخص ترکیبی با استفاده از مدل Weighted Overlay (یعنی مدل همپوشانی وزنی) در محیط ArcGIS 10.4 محاسبه گردید. فرضیه‌ها بر اساس استدلال منطقی بر روی نتایج به دست آمده از مدل Weighted Overlay خواهد بود.

جهت ارزیابی فرضیه اول و تحلیل تناسب مکانی - فضایی مراکز امداد و نجات شهر یزد بر اساس شاخص‌های ۱۲ گانه و روش AHP صورت گرفت. مطابق با محاسبات صورت گرفته هیچ‌کدام از مراکز امداد و نجات شهر یزد در موقعیت کاملاً سازگار قرار ندارد. همچنین تعداد زیادی از مراکز در موقعیت بی‌تفاوت و نسبتاً ناسازگار قرار گرفته‌اند؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که مکان‌یابی امداد و نجات مدیریت بحران شهر یزد مطابق ضوابط مکان‌یابی و شهرسازی نمی‌باشد. بر این اساس فرضیه اول تأیید شد.

جهت ارزیابی فرضیه دوم و تحلیل تناسب مکانی - فضایی مراکز درمانی و آموزشی جهت ایجاد پایگاه‌های مدیریت بحران شهر یزد ۱۱ شاخص در نظر گرفته شد. مطابق با این نتایج اکثریت مراکز درمانی و آموزشی در موقعیت سازگار قرار دارند؛ بنابراین مراکز درمانی و آموزشی مکان‌های مناسبی برای ایجاد پایگاه‌های مدیریت بحران در شهر یزد می‌باشند؛ بنابراین فرضیه دوم تأیید شد.

جهت ارزیابی فرضیه سوم تحقیق، مطابق با محاسبات انجام شده ملاحظه شد بیشترین مساحت ناحیه تاریخی در وضعیت متوسط قرار دارد و کمترین مساحت مربوط به وضعیت مناسب می‌باشد. از طرفی بخش قابل توجهی از بافت تاریخی شهر یزد را بناهای تخریبی تشکیل می‌دهد. بر این اساس می‌توان گفت بافت تاریخی شهر یزد

- [۱۳] نوریان، فرشاد و سعید اسفندی، تحلیل اولویت مکانی پایگاه‌های پشتیبان مدیریت بحران زلزله بر مبنای استاندارد طبقه‌بندی زمین مرجع کاربری‌ها با استفاده از روش تاپسیس (مطالعه موردی: ناحیه ۱ منطقه ۶ شهرداری تهران)، فصلنامه مدیریت بحران، شماره هشتم، صص ۵۵-۷۲، ۱۳۹۴
- [14] Jifu Liu, Yida Fan, Piejun Shi, Response to a high-Altitude Earthquake: The Yushu Earthquake example, *Int J. Disaster risk sci*, 2(1), 43-53.2011.
- [15] Qiang Wu, Siyuan Ye, Xiong Wu, Pei Pei Chen(2004), Risk assessment of earth fractures by constructing an intrinsic vulnerability map, a specific vulnerability map and a hazard map, using Yuci city, Shanxi, china as an example, *Environmental Geology*, 46: 104-112.
- [16] Sule Tudes, Nazan Duygu Yigiter(2010), Preparation of land use planning model using GIS based on AHP, Case study Adana-Turkey, *Bull Eng Geology Environment*, 69: 235-245.
- [17] Tudes, S., and Yigiter, N.D., (2011), "Preparation of land use planning model using GIS based on AHP: case study Adana-Turkey", *Bulletin of engineering geology and the environment*, Vol. 69, Pp. 235-245.
- [۸] عسگری، علی و همکاران، کاربرد روش‌های برنامه‌ریزی در کاهش آسیب‌پذیری خطرات زلزله با GIS، مطالعه موردی: منطقه ۱۷ شهرداری تهران، شماره ۵۵۴، ۱۳۸۷.
- [۹] علی‌حسینی، قاسم، مهدی غلامعلی فرد و حمید قربانی، پهنه‌بندی پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران منطقه یک شهرداری تهران به روش ترکیب خطی وزنی در محیط GIS، نشریه مهندسی فناوری اطلاعات مکانی، سال دوم، شماره چهارم، صص ۷۷-۹۸، ۱۳۹۳.
- [۱۰] فرقانی، محمدعلی و سمانه دربندی، ارزیابی عوامل مؤثر در انتخاب مکان‌های اسکان موقت پس از زلزله با استفاده از GIS و تکنیک AHP، مطالعه موردی: منطقه ۴ کرمان، فصلنامه امداد و نجات، سال هفتم، شماره ۲، صص ۱-۲۸، ۱۳۹۴.
- [۱۱] گیوه‌چی، سعید، محمدمین عطار، اصغر رشیدی ابراهیم حساری و نسترن نصبی، مکان‌یابی اسکان موقت پس از زلزله با استفاده از GIS و تکنیک AHP مطالعه موردی، منطقه شش شهر شیراز، مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، سال پنجم، شماره هفدهم، صص ۱۰۱-۱۱۸، ۱۳۹۲.
- [۱۲] نادری، لیلا، تحلیل جغرافیایی خدمات شهری سمیرم با استفاده از GIS، دانشگاه یزد، گروه جغرافیا، یزد، ۱۳۹۲.

Determination of dynamic and periodic orbits in limited three body problem

Khadijeh Fallah Shojaei * (a), Mehdi Raoofian. (b), Ali Aram (c)

(a) Msc. of Geodesy, Department of survey engineering, The K.N.Toosi University of Technology.

kh.fallah.sh.eng@gmail.com

(b) Assistant Professor of Geodesy group, The K.N.Toosi University of Technology.

mraoofian@kntu.ac.ir

(c) Researcher of Shahid Rezaei Institute, The Sharif University of Technology.

aaram1980@yahoo.com

(* Corresponding author: Khadijeh Fallah Shojaei)

Abstract

In this research dynamic orbits of limited circular and elliptical three body problem in planar and three dimensional cases and also periodic orbits in planar case are calculated. For this purpose, equations of motion in limited three body problem with use of proper numerical integration method and specific primary conditions are calculated and the results are drawn into various orbits. The way of achieving to zero velocity surfaces which are determinant of allowed regions of motion, are another cases that are studied in this research.

Keywords: limited three body problem, lagrangian points, Hill's problem, periodic orbits

تعیین مدارهای دینامیکی و تناوبی در مسئله سه جسم محدود

خدیدجه فلاح شجاعی^۱، مهدی رؤفیان نائینی^۲، علی آرام^۳

^۱ کارشناس ارشد ژئودزی، دانشکده مهندسی نقشه برداری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

kh.fallah.sh.eng@gmail.com

^۲ استادیار گروه ژئودزی، دانشکده مهندسی نقشه برداری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

mraoofian@kntu.ac.ir

^۳ پژوهشگر پژوهشکده شهید رضایی، دانشگاه صنعتی شریف

aaram1980@yahoo.com

چکیده

در این تحقیق، مدارهای دینامیکی در مسئله سه جسم محدود دایروی و بیضوی، در حالت‌های صفحه‌ای و سه‌بعدی و همچنین مدارهای تناوبی در حالت صفحه‌ای محاسبه شده‌اند. بدین منظور معادلات حرکت در مسئله سه جسم محدود با استفاده از روش انتگرال‌گیری عددی مناسب و با اعمال شرایط اولیه خاص حل شده و نتایج آن به صورت مدارهای متنوع ترسیم گردیده است. نحوه دستیابی به سطوح صفر حرکت که تعیین‌کننده مناطق مجاز حرکت می‌باشند از جمله موارد دیگری است که در این تحقیق به آن پرداخته شده است.

واژه‌های کلیدی: مسئله سه جسم محدود، نقاط لاگرانژی، مسئله هیل، مدارهای پریودیک

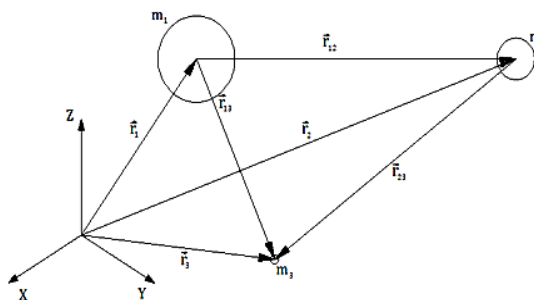
۱. مقدمه

خاص حاصل از مسئله سه جسم محدود را به عنوان مسیرهایی برای مأموریت‌های فضایی مورد مطالعه قرار داده‌اند. هنون (۱۹۷۴)، شپهلی (شپهلی و ناکوزی (۱۹۶۷)، شپهلی (۱۹۷۴، ۱۹۷۱)، کانالوس و ماسدمونت (۲۰۰۸)، بولت و میس (۱۹۹۵) و گومز و همکاران (۲۰۰۴) تحقیقات بسیار مهمی درباره مسئله‌ی سه جسم محدود مسطح انجام داده‌اند. در شاخه‌ای دیگر، پلاشن و همکاران (۲۰۰۶) تلاش زیادی برای یافتن مدارهای پریودیک انجام دادند اما موفق به یافتن مدارهای پریودیک نشدند و تنها وجود این مدارها را در مسئله سه جسم به اثبات رسانیدند. آرام و همکاران (۲۰۱۰) با ارائه الگوریتمی جدید مدارهای خاصی را در مسئله سه جسم پیدا کردند.

کارهای انجام شده در مسئله‌ی سه جسم بیشتر در حالت دایروی و بر مسئله‌ی صفحه‌ای متمرکز بوده است. در این تحقیق قصد داریم مدارهای دینامیکی در مسئله‌ی سه جسم محدود را علاوه بر حالت دایره‌ای، در حالت بیضوی در فضای سه بعدی بپردازیم. همچنین با تحلیل سطوح صفر حرکت، به مرزها و مناطق مجاز حرکت جسم سوم پرداخته می‌شود. مدارهای پریودیک در مسئله‌ی سه جسم محدود دایروی مسطح از دیگر مسائل مطرح در این تحقیق می‌باشد. مدارهای دینامیکی با حل معادلات حرکت با استفاده از روش انتگرال‌گیری عددی *runge kutta* و اعمال شرایط اولیه مختلف، حل و ترسیم شده است [۱۴-۱].

۲. بیان مسئله

سیستم مختصات اینرسیال $(O: X, Y, Z)$ را مطابق شکل (۱) مدنظر قرار می‌دهیم. سه ذره با جرم‌های m_1, m_2, m_3 را به ترتیب با بردار موقعیت‌های r_1, r_2, r_3 و نسبت به سیستم مختصات فوق در نظر می‌گیریم. فرض می‌کنیم این ذرات تنها تحت تأثیر نیروی جاذبه نیوتنی متقابل، قرار دارند. اگر شرایط اولیه حرکت آن‌ها مشخص باشد با حل معادلات حرکت آن‌ها می‌توان موقعیت سه جسم را در هر زمان دلخواه دیگر محاسبه نمود.



شکل ۱: نمایش مسئله سه جسم در سیستم مختصات اینرسیال

معادلات حرکت هر کدام از جسم‌های m_1 و m_2 و m_3 با استفاده از قانون دوم نیوتن و قانون جاذبه نیوتن در سیستم مختصات اینرسیال به صورت زیر بیان می‌گردد (۸-۱):

در مطالعه‌ی حرکت مداری ماهواره‌ها، یکی از نیروهای مهم وارد بر ماهواره، اثرات جاذبی مربوط به سایر اجرام سماوی مانند ماه و خورشید می‌باشد. برای بررسی این اثرات در تقریب اول می‌توان فرض کرد که هندسه‌ی مدار ماهواره، در هر لحظه قابل‌نمایش به صورت یک مدار کپلری لحظه‌ای با المان‌های نوسانی بوده و اثرات این نیروها را به صورت ترم‌های اغتشاشی در معادله‌ی حرکت ماهواره مورد بررسی قرار داد. در واقع در این تقریب، نیروهای فوق به طور مستقیم در حرکت ماهواره دخیل نبوده و تنها به صورت اثر اغتشاشی بر مدار کپلری ظاهر می‌شوند. با افزایش فاصله‌ی ماهواره از زمین، اثرات جاذبی سایر اجسام بر حرکت ماهواره افزایش می‌یابد به نحوی که دیگر نمی‌توان این اثرات را به صورت نیروهای اغتشاشی در نظر گرفت. بلکه اثر آن‌ها به طور مستقیم در مدار حرکت ماهواره تأثیر می‌گذارد. لذا حرکت ماهواره دیگر از قوانین کپلر تبعیت نخواهد کرد و حتی می‌تواند یک مدار باز (غیر پریودیک) باشد. نمود عملی این مسئله زمانی اتفاق می‌افتد که طراحی مدار ماهواره‌ها برای مأموریت‌های بین سیاره‌ای مدنظر قرار گیرد. از جمله این مأموریت‌های فضایی می‌توان به مأموریت فضایی سوهو و تلسکوپ *James webb space* اشاره کرد؛ یعنی ماهواره‌هایی که الزاماً به دور زمین گردش نمی‌کنند. لذا در اینجا لازم است معادلات حرکت ماهواره در حضور اثرات جاذبی سایر اجرام سماوی مورد بررسی قرار گرفته و مدار حرکت آن تعیین گردد.

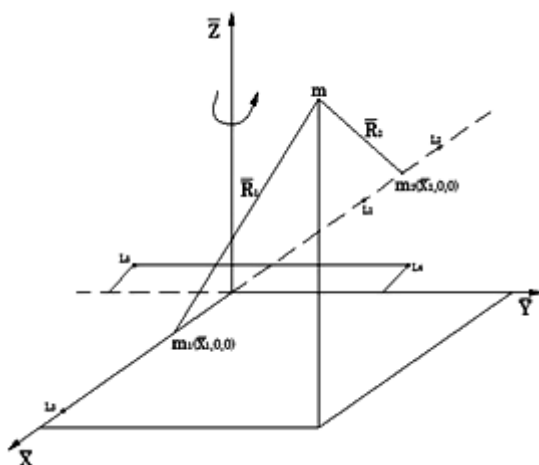
مطالعه‌ی حرکت یک جسم در میدان نیروی جاذبه حاصل از چندین جسم، یک مسئله‌ی کلاسیک در مکانیک سماوی است که اصطلاحاً به آن مسئله چند جسم گفته می‌شود. ساده‌ترین حالت مسئله‌ی فوق، همان مسئله‌ی دو جسم بوده که دارای حل تحلیلی است و مدارات حرکت آن از قوانین کپلر تبعیت می‌کند. نخستین تعمیم در مسئله‌ی دو جسم، در نظر گرفتن اثرات جاذبی جسم سوم بوده که به آن مسئله سه جسم گفته می‌شود. این مسئله به بررسی حرکت سه جسمی می‌پردازد که تحت تأثیر نیروی جاذبه متقابل یکدیگر قرار دارند. مسئله‌ی سه جسم، مسئله‌ی مهمی در دینامیک فضایی می‌باشد که از گذشته تاکنون مورد توجه بسیاری از دانشمندان قرار گرفته است. اوایل در سال ۱۷۷۲ برای اولین بار این مسئله را بررسی کرد و پس از او در قرن ۱۸ و ۱۹ کارهای زیادی درباره این مسئله ارائه شد. دهه‌ی ۶۰ تا ۷۰ تحقیقات بر روی دسته‌بندی مدارها و کاربرد مسئله‌ی سه جسم توسط شپهلی و هنون انجام گرفت. در مطالعات آن‌ها برخی ترم‌ها وارد معادلات شد که از آن جمله، صرف نظر کردن از جرم جسم سوم و عدم تأثیر آن بر حرکت جسم-های اولیه به عنوان فرض اصلی در نظر گرفته شد و مسئله به مسئله محدود مبدل گشت. مسئله‌ی هیل مورد خاص دیگری در مسئله سه جسم می‌باشد که در آن فرض می‌شود مدار جسم سوم در صفحه‌ی مداری جسم‌های اولیه (این اجسام در مدارهای دایروی به دور یکدیگر دوران می‌کنند) قرار دارد؛ بنابراین معادلات حرکت شکل بسیار ساده‌ای به خود می‌گیرند. برخی از محققان استفاده از مدارهای

واضح است که مسئله سه جسم محدود بیضوی سه بعدی حالت کلی- تری از سه مسئله دیگر می باشد و لذا با تحلیل دینامیکی این مسئله، نتایج مربوط به سایر مسائل به صورت حالت خاصی از آن به دست می آید. حل این مسئله و مطالعه رفتار دینامیکی آن در سیستم مختصات اینرسیال مطابق روابط (۲) نسبتاً مشکل می باشد. به همین منظور مطالعه این حرکت در سیستم مختصات دیگری $(0: \bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z})$ مورد بررسی قرار می گیرد. مبدأ این سیستم در مرکز جرم دو جسم m_1 و m_2 و محور \bar{X} آن به سمت جسم m_1 است. این سیستم با سرعت زاویه ای حرکت مداری دو جسم m_1 و m_2 حول محور \bar{Z} خود دوران می کند. از آنجاکه در مسئله سه جسم بیضوی فاصله دو جسم m_1 و m_2 متغیر می باشد، با معرفی سیستم مختصات بدون بعد $(0: \bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z})$ به صورت

$$\bar{x} = \frac{\bar{X}}{r}, \bar{y} = \frac{\bar{Y}}{r}, \bar{z} = \frac{\bar{Z}}{r} \quad \text{که در آن}$$

$$r = \frac{a(1-e^2)}{1+e \cos f} \quad (3)$$

فاصله بین دو جسم در حرکت کپلری است، معادلات حرکت جسم سوم به صورت زیر بیان می گردند [۳]:



شکل ۲: نمایش مسئله سه جسم محدود در سیستم مختصات چرخان

$$\begin{aligned} \frac{d^2 \bar{x}}{df^2} - 2 \frac{d\bar{y}}{df} &= (1+e \cos f)^{-1} \left[\bar{x} - (1-\mu) \frac{\bar{x}-\bar{x}_1}{r_1^3} - \mu \frac{\bar{x}-\bar{x}_2}{r_2^3} \right] \\ \frac{d^2 \bar{y}}{df^2} + 2 \frac{d\bar{x}}{df} &= (1+e \cos f)^{-1} \left[\bar{y} - (1-\mu) \frac{\bar{y}}{r_1^3} - \mu \frac{\bar{y}}{r_2^3} \right] \\ \frac{d^2 \bar{z}}{df^2} &= (1+e \cos f)^{-1} \left[\bar{z} - (1-\mu) \frac{\bar{z}}{r_1^3} - \mu \frac{\bar{z}}{r_2^3} \right] \end{aligned} \quad (4)$$

که در آن e خروج از مرکزیت مدار حرکت و f آنامولی حقیقی است. همان طور که دیده می شود در سیستم مختصات بدون بعد، به منظور ساده تر شدن روابط، پارامتر مستقل معادلات حرکت آنامولی حقیقی جسم m_1 نسبت به m_2 است به طوری که

$$\frac{d}{df} = \frac{d}{dt} \frac{dt}{df} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \ddot{\mathbf{r}}_1 &= Gm_2 \frac{\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1}{|\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1|^3} + Gm_3 \frac{\mathbf{r}_3 - \mathbf{r}_1}{|\mathbf{r}_3 - \mathbf{r}_1|^3} \\ \ddot{\mathbf{r}}_2 &= -Gm_1 \frac{\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1}{|\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1|^3} + Gm_3 \frac{\mathbf{r}_3 - \mathbf{r}_2}{|\mathbf{r}_3 - \mathbf{r}_2|^3} \\ \ddot{\mathbf{r}}_3 &= -Gm_1 \frac{\mathbf{r}_3 - \mathbf{r}_1}{|\mathbf{r}_3 - \mathbf{r}_1|^3} - Gm_2 \frac{\mathbf{r}_3 - \mathbf{r}_2}{|\mathbf{r}_3 - \mathbf{r}_2|^3} \end{aligned} \quad (1)$$

در روابط فوق G ثابت جهانی گرانش است. معادلات فوق سیستم دینامیکی مسئله سه جسم را در حالت کلی تشریح می کنند. به دلیل اینکه تحلیل دینامیکی سیستم معادلات فوق بسیار دشوار بوده و از منظر عملی چندان کاربردی برای آن وجود ندارد، لذا حالت کلی مسئله سه جسم به بندرت مورد توجه محققین قرار گرفته است. حالت خاصی از این مسئله که کاربردهای بسیار زیادی در دینامیک فضایی و طراحی مدارهای بین سیاره ای دارد، تحت عنوان مسئله سه جسم محدود شناخته می شود. در این حالت، جرم جسم سوم در مقایسه با دو جسم دیگر بسیار ناچیز در نظر گرفته شده و عملاً در معادلات حرکت از آن صرف نظر می شود. در این حالت با فرض $m_3 = 0$ در معادلات (۱) خواهیم داشت:

$$\begin{aligned} \ddot{\mathbf{r}}_1 &= Gm_2 \frac{\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1}{|\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1|^3} \\ \ddot{\mathbf{r}}_2 &= -Gm_1 \frac{\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1}{|\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1|^3} \\ \ddot{\mathbf{r}}_3 &= -Gm_1 \frac{\mathbf{r}_3 - \mathbf{r}_1}{|\mathbf{r}_3 - \mathbf{r}_1|^3} - Gm_2 \frac{\mathbf{r}_3 - \mathbf{r}_2}{|\mathbf{r}_3 - \mathbf{r}_2|^3} \end{aligned} \quad (2)$$

که به آن معادلات حرکت سه جسم محدود گفته می شود. روابط اول m_1 و m_2 دو در معادلات فوق نشان می دهند که حرکت دو جسم مستقل از جسم سوم بوده و با توجه به روابط مربوطه واضح است که حرکت مداری این دو جسم مطابق با حرکت کپلری می باشد. مسئله سه جسم محدود را می توان با اعمال فرضیاتی بر مدار حرکت آن ها به صورت حالت های ساده تری مطابق زیر بیان نمود:

۱. مدار کپلری دو جسم m_1 و m_2 دایروی بوده و حرکت جسم سوم تنها در صفحه مداری آن ها باشد (مسئله سه جسم دایروی صفحه ای محدود).
۲. مدار کپلری دو جسم m_1 و m_2 دایروی بوده و حرکت جسم سوم در صفحه مداری دو جسم نباشد (مسئله سه جسم دایروی سه بعدی محدود).
۳. مدار کپلری دو جسم m_1 و m_2 بیضی بوده و حرکت جسم سوم تنها در صفحه مداری آن ها باشد (مسئله سه جسم بیضوی صفحه ای محدود گفته می شود).
۴. مدار کپلری دو جسم m_1 و m_2 بیضی بوده و حرکت جسم سوم در صفحه مداری دو جسم نباشد (مسئله سه جسم بیضوی سه بعدی محدود).

لازم است که طرفین سطر اول از معادله حرکت را در \dot{x} سطر دوم را در \dot{y} سطر سوم را در \dot{z} ضرب و بعد از جمع از رابطه حاصل نسبت به زمان انتگرال گیری نمود

$$\frac{1}{2}(\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2) = \int \Omega_x dx + \Omega_y dy + \Omega_z dz \quad (11)$$

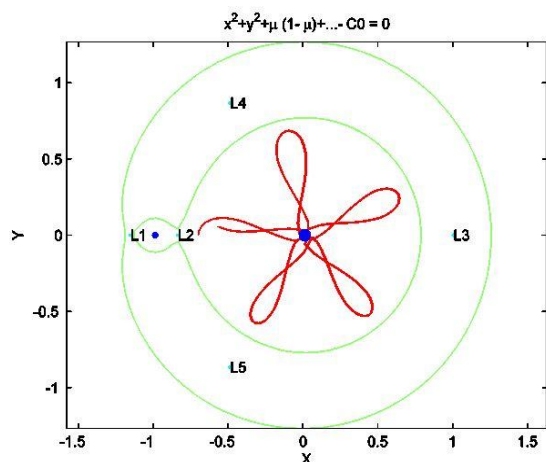
این تابع در واقع مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل جاذبی جسم سوم می باشد که آن را تابع انرژی جسم سوم می نامند و دارای انتگرالی است که نخستین بار توسط کارل ژاکوبی تعریف شده و به انتگرال ژاکوبی معروف است و به فرم زیر تعریف می گردد [۳]:

$$\frac{1}{2}v^2 = \Omega(x, y, z) - C \quad (12)$$

در رابطه فوق v سرعت نسبی جسم سوم نسبت به سیستم مختصات چرخان، Ω تابع انرژی و C ثابت ژاکوبی می باشد. برای دستیابی به سطوح صفر کافی است که سرعت را در رابطه بالا برابر با صفر قرار داده و با حل معادله به مرزهای مجاز حرکت رسید، اما در مسئله سه جسم بیضوی محدود به دلیل متغیر بودن سرعت زاویه ای، در هر لحظه از زمان (به ازای هر مقدار از آنامولی حقیقی) یک مجموعه منحنی های صفر خواهیم داشت بنابراین منحنی های صفر حرکت برای این مسئله نوسانی خواهد بود و تحلیل مناطق مجاز حرکت در مسئله سه جسم بیضوی محدود پیچیده تر از مسئله سه جسم محدود دایروی خواهد بود.

۴. نتایج عددی و نمودارها

در این بخش، با حل معادلات حرکت با استفاده از روش انتگرال گیری عددی *runge kutta* به مدارهای دینامیکی جسم سوم دست می یابیم که نمونه هایی از آن را در حالت های مختلف به ازای شرایط اولیه مختلف خواهیم دید. شکل ۳ نمونه ای از مدار صفحه ای جسم سوم در مسئله سه جسم دایروی محدود به همراه منطقه ای مجاز حرکت آن را نشان می دهد.



شکل ۳: نمونه ای از مدار صفحه ای در مسئله سه جسم دایروی محدود از ای یک بار گردش جسم اول به دور جسم دوم به

در معادلات ذکر شده در رابطه (۴)

$$\bar{r}_1 = \sqrt{(\bar{x} - \bar{x}_1)^2 + \bar{y}^2 + \bar{z}^2} \quad (6)$$

$$\bar{r}_2 = \sqrt{(\bar{x} - \bar{x}_2)^2 + \bar{y}^2 + \bar{z}^2}$$

\bar{x}_1 و \bar{x}_2 موقعیت جسم های اولیه در سیستم مختصات چرخان بدون بعد می باشد به طوری که

$$\bar{x}_1 = \mu, \bar{x}_2 = 1 - \mu \quad (7)$$

که در آن

$$\mu = \frac{m_2}{m_1 + m_2} \quad (8)$$

معادلات مسئله سه جسم دایروی با مساوی صفر قرار دادن خروج از مرکزیت در روابط فوق حاصل می گردد لذا شکل معادلات حرکت بسیار ساده تر خواهند شد. بعلاوه از آنجا که در حرکت دایروی $f = nt$ که در آن $n = \sqrt{G(m_1 + m_2)/a^3}$ مقدار ثابتی است، معادلات حرکت مستقیماً بر حسب زمان به دست می آیند. در مسائل صفحه ای نیز کافی است مؤلفه \bar{z} مربوط به جسم سوم را در معادلات حرکت برابر صفر قرار دهیم.

همچنین در مسئله سه جسم، نقاطی در اطراف دو جسم m_1 و m_2 وجود دارد که اگر جرم سومی با گرانش ناچیز در آن ها قرار گیرد، در تعادل گرانشی (درواقع در موقعیت این نقاط نیروی جاذبه و نیروی گریز از مرکز یکدیگر را خنثی می کنند) خواهد بود. این نقاط تحت عنوان نقاط تعادل لاگرانژی شناخته شده و شامل ۵ نقطه می باشند.

۳. مناطق مجاز حرکت جسم سوم

از آنجا که میدان نیروی جاذبه دارای پتانسیل می باشد، می توان به رابطه ثابتی در مسئله سه جسم محدود رسید که نشان دهنده انرژی سیستم می باشد. برای رسیدن به این رابطه از معادلات حرکت مسئله سه جسم محدود دایروی در سیستم مختصات چرخشی بدون بعد استفاده می کنیم (۹-۱۲):

$$\begin{aligned} \ddot{\bar{x}} - 2\dot{\bar{y}} &= \Omega_x \\ \ddot{\bar{y}} + 2\dot{\bar{x}} &= \Omega_y \end{aligned} \quad (9)$$

$$\ddot{\bar{z}} = \Omega_z$$

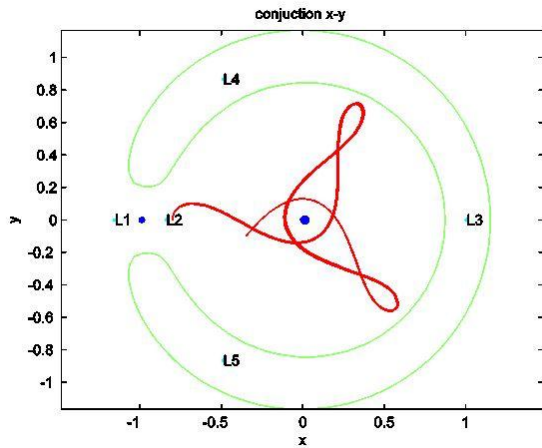
که در آن

$$\Omega = \frac{1}{2}(\bar{x}^2 + \bar{y}^2) + \frac{1-\mu}{r_1} + \frac{\mu}{r_2} + \frac{1}{2}\mu(1-\mu)$$

$$r_1^2 = (\bar{x} - \mu)^2 + \bar{y}^2 + \bar{z}^2, \quad (10)$$

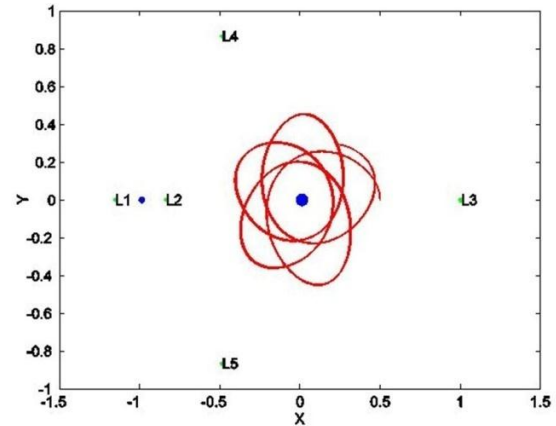
$$r_2^2 = (\bar{x} - \mu + 1)^2 + \bar{y}^2 + \bar{z}^2$$

همراه منطقه مجاز حرکت

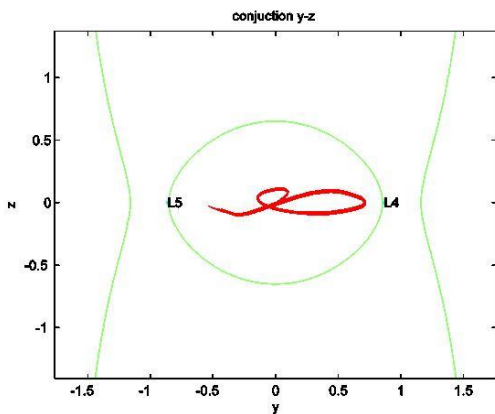


شکل ۳ ب: تصویر مدار سه بعدی در مسئله سه جسم دایروی محدود به همراه منطقه مجاز حرکت در صفحه xy

با توجه به شکل ۳ درمی یابیم که جسم سوم تنها در محدوده دمبل شکل، مجاز به حرکت می باشد. شکل ۴ نمونه ای دیگر از مدار صفحه ای حرکت جسم سوم در مسئله سه جسم بیضوی محدود می باشد.

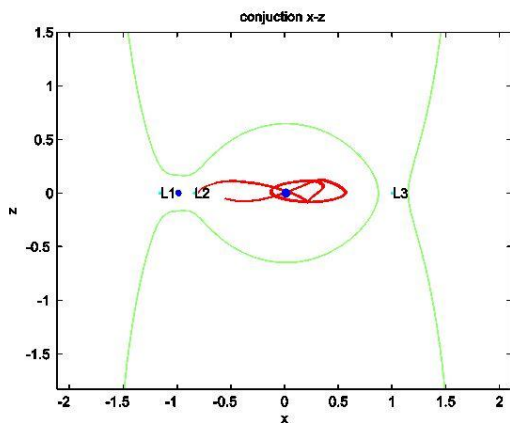


شکل ۴: مدار صفحه ای مسئله سه جسم بیضوی محدود به ازای یک بار گردش جسم اول به دور جسم دوم با خروج از مرکزیت ۰.۵

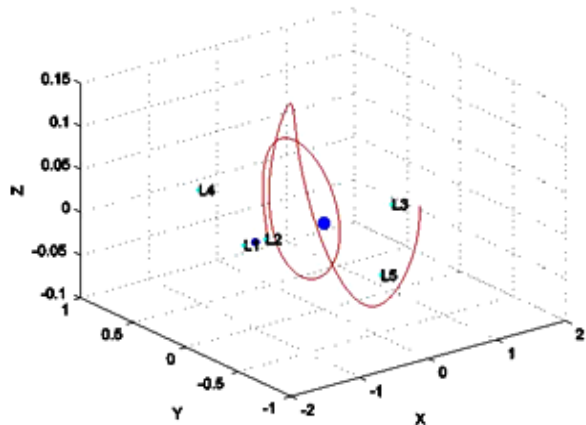


شکل ۵ ج: تصویر مدار سه بعدی در مسئله سه جسم دایروی محدود به همراه منطقه مجاز حرکت در صفحه yz

شکل ۶ مدار سه بعدی حرکت در مسئله سه جسم محدود دایروی به همراه تصویر منطقه مجاز حرکت آن بر صفحات مختصاتی می باشد.

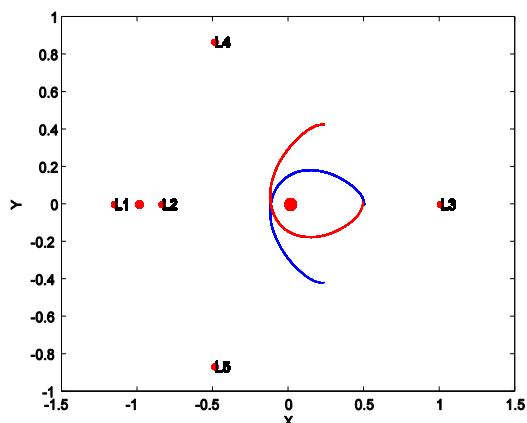


شکل ۶ د: تصویر مدار سه بعدی در مسئله سه جسم دایروی محدود به همراه منطقه مجاز حرکت در صفحه xz



شکل ۷ الف: مدار سه بعدی در مسئله سه جسم دایروی محدود به ازای یک بار گردش جسم اول به دور جسم دوم

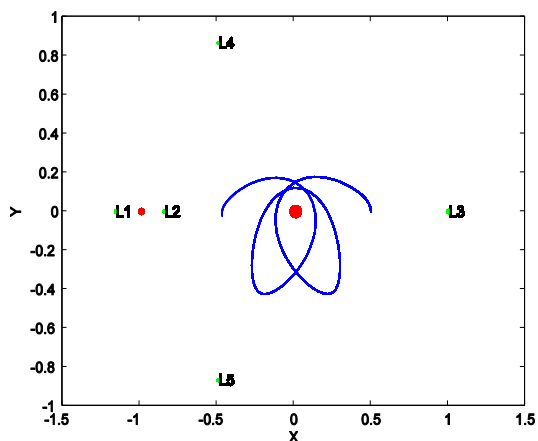
با توجه به تصویر منطقه مجاز در صفحه xy درمی یابیم که نقاط لاگرانژی L_3 ، L_4 و L_5 در منطقه ممنوعه قرار گرفته اند و امکان



شکل ۷: مسیر آبی رنگ مسیر حرکت از x_0 به x_f در بازه زمانی موردنظر و مسیر قرمز رنگ مسیر حرکت از AX_0 به AX_f در همان بازه زمانی

با توجه به شکل ۷ مدار حاصل مداری متقارن می‌باشد. حال با فرض اینکه جسم سوم در لحظه $t = 0$ از محور x با سرعت اولیه نرمال بر محور که در جهت x مؤلفه‌ای ندارد شروع به حرکت کند و در زمان $t = \tau$ دوباره به محور x با سرعت نرمال بر محور اما در جهت مخالف با سرعت اولیه بازگردد، آنگاه مدار حاصل مداری پریودیک با دوره تناوب $T = 2\tau$ خواهد بود [۱۴].

با در نظر گرفتن شرایط اولیه $r_0 = [0.5, 0]$ و $v_0 = [0, 0.4]$ ، مسیر به دست آمده در بازه زمانی $[0, \pi]$ در شکل ۸ ترسیم می‌گردد.



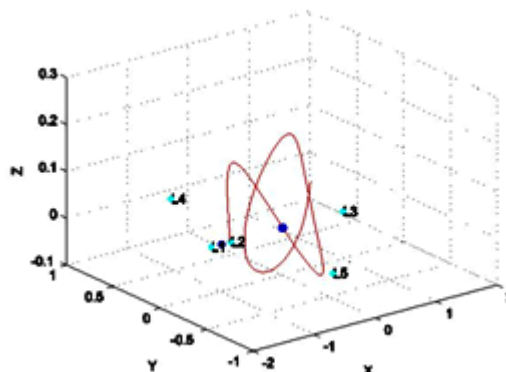
شکل ۸: مدار حرکت صفحه‌ای مسئله سه جسم محدود دایروی در بازه زمانی $[0, \pi]$

با توجه به شکل ۸ ذره در لحظه $T = \pi$ با سرعتی برابر اما در خلاف جهت سرعت اولیه به محور x بازمی‌گردد که گویای پریودیک بودن مدار حاصل با دوره تناوب 2π می‌باشد.

شکل ۹ مدار حرکت پریودیک را در یک دوره تناوب در مسئله سه جسم محدود دایروی مسطح به تصویر کشیده است.

طراحی مسیر به این نقاط با توجه به شرایط اولیه به کاررفته وجود ندارد.

شکل ۶ نمایانگر مدار سه‌بعدی در مسئله سه جسم بیضوی محدود می‌باشد.



شکل ۶: مدار سه‌بعدی مسئله سه جسم بیضوی محدود به ازای یک‌بار گردش جسم اول به دور جسم دوم با خروج از مرکزیت $0, 0, 3$

۵. مدارهای پریودیک در مسئله سه جسم محدود

دایروی مسطح

با فرض شرط اولیه $X_0 = (r_0, v_0) \in \mathbb{R}^4$ در مسئله سه جسم محدود دایروی مسطح و با فرض اینکه تابع $\phi(X_0, [0, T])$ مسیر طی شده توسط ذره در بازه زمانی T بوده و نیز $X_f = \phi(X_0, T)$ باشد، آنگاه در صورت برقراری رابطه زیر

$$\phi^*(AX_f, [0, T]) \equiv A\phi(X_f, [0, -T]) \quad (13)$$

که در آن

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (14)$$

یا به‌طور ساده‌تر

$$\phi^*(AX_f, 0) = AX_f, \quad \phi^*(AX_f, T) = AX_0 \quad (15)$$

مسیر طی شده متقارن خواهد بود.

درواقع این تئوری می‌گوید که اگر تابع Φ ، X_0 به X_f را در زمان T در مسیر C طی کند C^* و مسیر طی شده از AX_f به AX_0 در همان زمان باشد که $C^* = AC$ ، با چنین شرایطی مسیر طی شده یا همان مدار حرکت متقارن خواهد بود [۱۴].

به‌طور مثال جسمی را با شرایط اولیه دلخواه در نظر می‌گیریم و در بازه زمانی موردنظر مدار را ترسیم می‌کنیم. اگر مسیر به دست آمده از AX_f به AX_0 در همان زمان، در تئوری بیان شده صدق کند مدار حرکت این جسم متقارن خواهد بود.

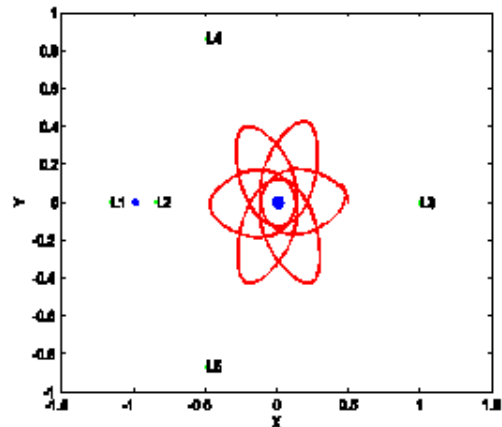
orbits and invariant manifolds in the spatial restricted three-body problem. *Nonlinearity*, Vol. 17, pp. 571–1606.

[11] Palacian, J. F., Yanguas, P., Fernandez, S. & Nicotra, M., (2006), Searching for periodic orbits of the spatio-elliptic restricted three-body problem by double averaging. *Physica D*, Vol. 213, pp. 15-24.

[12] Aram, A., Zohoor, H. & Sohrabpour, S., (2010), Spatial limit cycles around the moon in the TBP, *Acta Astronautica*, Vol. 67, No. 1-2, pp. 46-52.

[13] Vallado, D., (2004) *Fundamentals of Astrodynamics and Applications*, United States, The McGraw-Hill companies.

[14] Mireles James, J., (2006) *Symmetric Periodic Orbits of the Circular Restricted Three Body Problem and their Stable and Unstable Manifolds*, *Celestial Mechanics Notes Set 5*.



شکل ۹: مدار پرئودیک حرکت صفحه‌ای مسئله سه جسم محدود دایروی

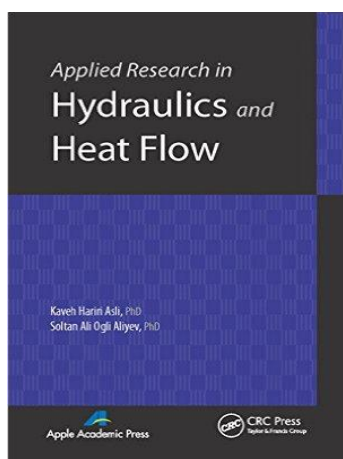
۶. نتیجه گیری

کارهای انجام شده در مسئله سه جسم غالباً بر مسئله صفحه‌ای متمرکز بوده‌اند. در این تحقیق نحوه دستیابی به مدارهای دینامیکی مسئله سه جسم محدود در فضای سه بعدی و همچنین مدارهای پرئودیک مورد بررسی قرار گرفت. از دیدگاه کاربردی از مدارهای دینامیکی حاصل خصوصاً مدارهای پرئودیک به دلیل ماهیت برگشت پذیری می‌توان برای طراحی مسیرهای انتقالی برای انجام مأموریت‌های بین سیاره‌ای، استفاده نمود.

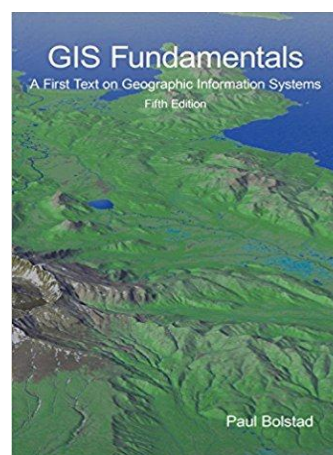
مراجع

- [۱] آرام، علی، بررسی پایداری و ردگیری مدارهای تناوبی در دستگاه زمین و ماه، ۱۳۹۰، تز دکترا، دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده مهندسی مکانیک.
- [2] Moulton, F., (1960), *An introduction to celestial mechanics*, New York. The Macmillan company.
- [3] Szebehely, V., (1967), *Theory of Orbits: The Restricted Problem of Three Bodies*, New York, Academic Press.
- [4] Euler, L., (1772), *Theoria Motuum Lunae, una cum Tabulis Astronomicis*, Academia Imperialis Scientiarum, vol. 22.
- [5] Szebehely, V. & Nacozy, P., (1967), A class of E. Stromgren's direct orbits in the restricted problem. *The Astronomical Journal*, Vol. 72, No. 2, pp. 184-190.
- [6] Henon, M., (1974), Families of periodic orbits in the three-body problem, *Celestial Mechanics*, vol. 10, pp. 375-38.
- [7] Serban, R. & et al., (2002), Halo orbit mission correction maneuvers using optimal control, *Automatica*, vol. 38, No. 4, pp. 571-583.
- [8] Canalias, E. & Masdemont, J. J., (2008), Computing natural transfers between Sun–Earth and Earth–Moon Lissajous libration point orbits. *Acta Astronautica*, Vol. 63, pp. 238–248.
- [9] Bollt, E. M. & Meiss, J. D., (1995), Targeting chaotic orbits to the Moon through recurrence. *Physics Letter A*, Vol. 204, pp. 373-378.
- [10] Gomez, G., Koon, W. S., Lo, M. W., Marsden, J. E., Masdemont, J. & Ross, S. D., (2004), *Connecting*

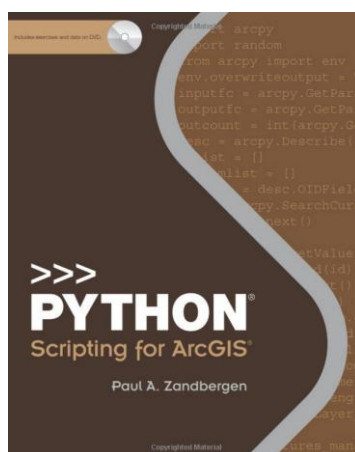
معرفی کتاب، مقاله، نشریه و مطالب کاربردی مرتبط



**Applied Research in
Hydraulics and Heat Flow**
Kaveh Hariri Asli, PhD,
Soltan Ali Oglu Abiyev, PhD,
Taylor & Francis Group,
2014



**GIS Fundamentals: A First
Text on Geographic
Information Systems**
Paul Bolstad, PhD,
Amazon Press, 2016



**Python Scripting for
ArcGIS**
Paul A. Zandbergen, PhD,
Esri Press, 2013

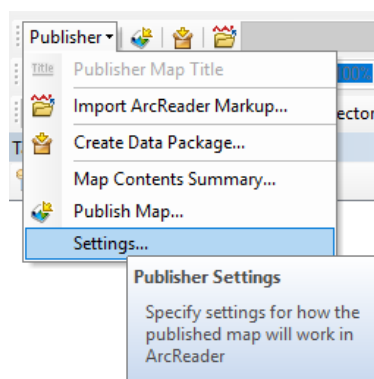
مطالب کاربردی مرتبط

آشنایی با افزونه Publisher و نرم افزار ArcReader (قسمت دوم)

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

Hashemi_Ashka@yahoo.com

در شماره گذشته، افزونه Publisher، نرم افزار ArcReader و کاربرد آن‌ها به صورت اجمالی معرفی شد. به منظور تبدیل نقشه آماده شده در محیط Arcmap به فرمتی مناسب برای استفاده در نرم افزار ArcReader لازم است پس از فعال سازی افزون Publisher، برخی از تنظیمات انجام پذیرد. این تنظیمات با هدف ایجاد برخی از محدودیت‌ها در نحوه نمایش نقشه منتشر شده در نرم افزار ArcReader از سوی تهیه کننده نقشه صورت می گیرد. دسترسی به این تنظیمات، از طریق گزینه setting در منوی Publisher امکان پذیر است (شکل ۱).

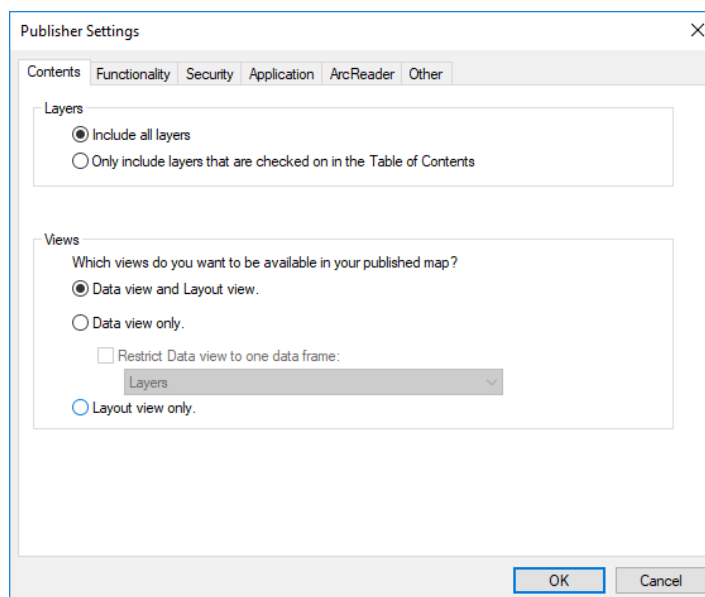


شکل (۱): گزینه setting در منوی Publisher

در سربرگ Content، می توان تنظیمات مربوط به لایه های نمایش داده شده در فایل خروجی را انجام داد. با انتخاب گزینه Include all layers همه لایه های اصلی مورد استفاده در نقشه آماده شده به نقشه منتشر شده اضافه می شود. در صورتی که گزینه:

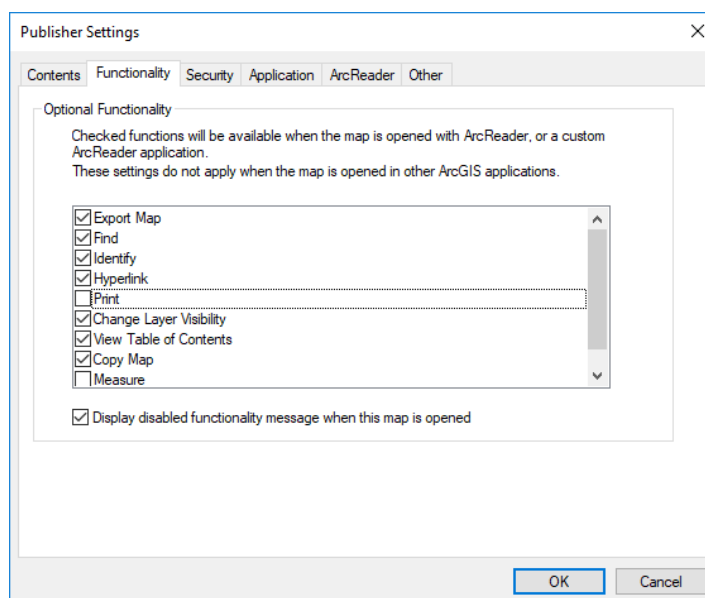
Only include layers that are checked on in the Table of Contents، انتخاب شود؛ صرفاً لایه هایی که در حالت نمایش هستند به نقشه منتشر شده اضافه می شود. در قسمت Views حالت نمایش نقشه مشخص می شود که با انتخاب گزینه مناسب، می توان نمایش نقشه منتشر شده را در یکی از حالات Data view یا Layout view یا هر دو، تنظیم نمود. در صورتی که گزینه Data view only انتخاب گردد، مشاهده می شود گزینه: Restrict Data view to one data frame و لیست بازشوی Data frame فعال می شود. اگر نقشه آماده شده در محیط Arcmap دارای چندین Data frame باشد؛ با انتخاب این گزینه می توان نقشه منتشر شده را در حالت Data view قرار داده و به چارچوب داده انتخاب شده از لیست بازشوی Data frame محدود کرد (شکل ۲).

سربرگ Functionality، مشخص کننده مجموعه ابزارهای نرم افزار ArcReader در هنگام باز شدن نقشه منتشر شده است. با انتخاب یا عدم انتخاب این ابزارها، می توان آن‌ها را در هنگام باز شدن نقشه منتشر شده در محیط ArcReader فعال یا غیرفعال نمود. به عنوان مثال، با عدم انتخاب ابزارهای Print و Measure، قابلیت های چاپ و اندازه گیری در نقشه منتشر شده در محیط ArcReader از بین خواهد رفت (شکل ۳).



شکل (2): سربرگ Content در پنجره Publisher setting

با انتخاب گزینه: Display disabled functionality message when this map is open، در هنگام باز کردن نقشه منتشرشده در محیط ArcReader، پیامی مبنی بر محدودیت عملکرد برخی از ابزارها نمایش داده می‌شود. در شماره آتی، توضیحات مربوط به سایر تنظیمات ارائه خواهد شد.



شکل (3): سربرگ Funtionality در پنجره Publisher setting

منابع:

[۱] Using ArcReader and ArcGIS publisher, GIS by Esri, Mark Bockenbauer

مطالب کاربردی مرتبط (کارتوگرافی رقومی نقشه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی)

پیام عالمی صف اول، کارشناس کارتوگرافی اداره کل زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی گیلان

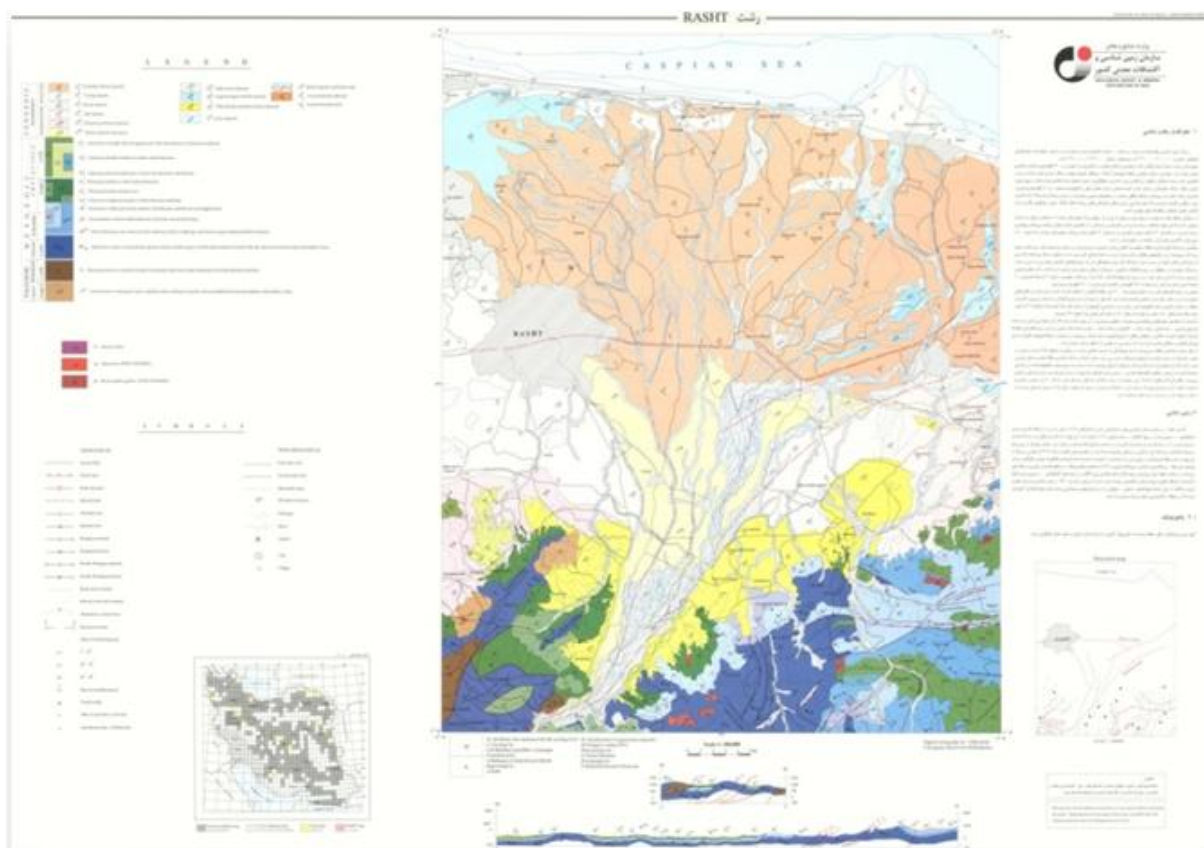
alemi.payam@gmail.com

نقشه‌های زمین‌شناسی از لایه‌های مهم اطلاعاتی پایه هر کشور به شمار می‌روند که در طرح‌های عمرانی، صنعتی و توسعه‌ای کاربرد اساسی دارند. علاوه بر این، در انجام تحقیقات لرزه‌خیزی، لغزش، آتش‌فشان، پهنه‌بندی خطر، مخاطرات طبیعی و ژئومورفولوژی به‌عنوان نقشه‌های مبنای کاربرد دارند.

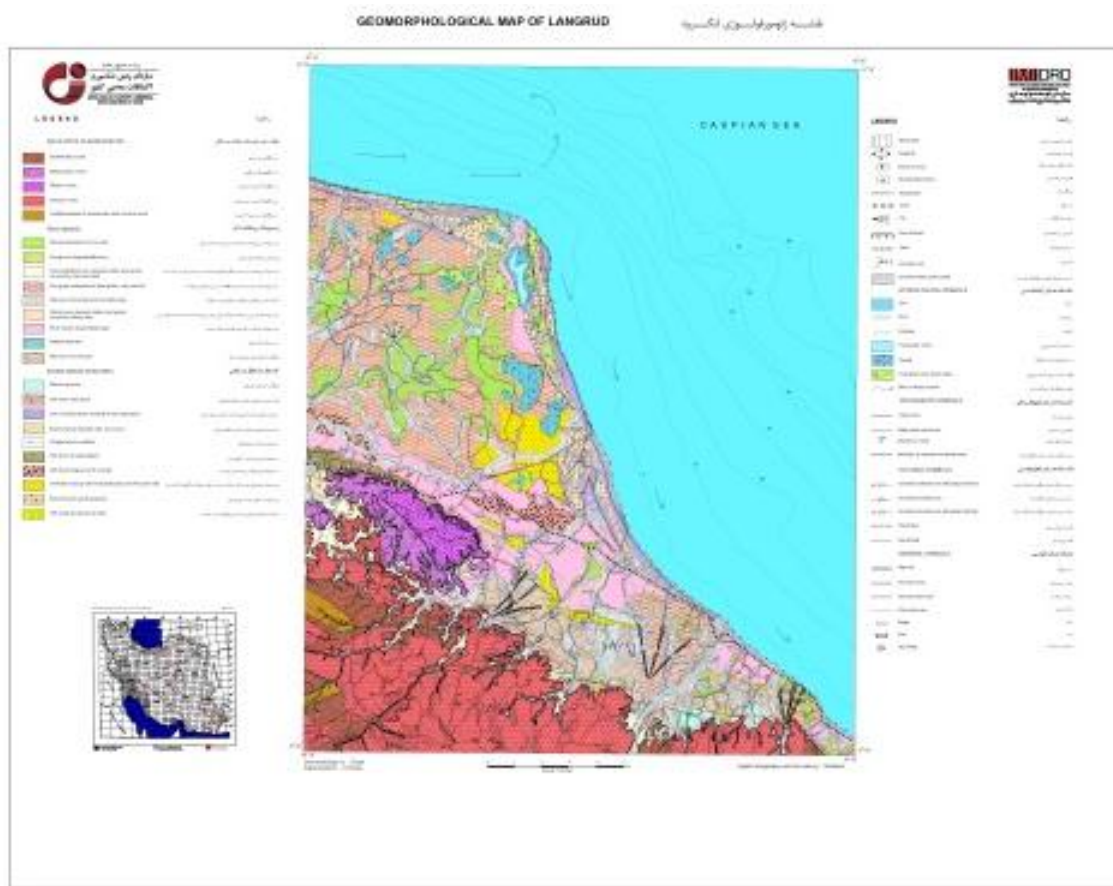
داده‌های مکانی زمین‌شناسی دربردارنده اطلاعات جامعی درباره ویژگی‌های مختلف زمین شامل:

جنس و سن سنگ‌ها و روابط بین آن‌ها، ساختمان زمین و پتانسیل کانه‌زایی واحدهای زمین‌شناسی می‌باشند.

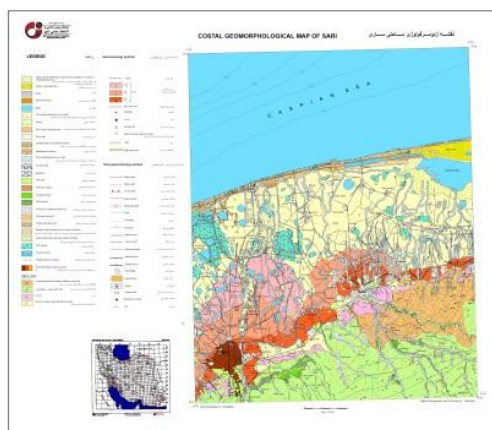
در این راستا سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور به‌عنوان یکی از ارگان‌های پیش‌تاز در تولید اطلاعات مکانی رقومی در ایران اقدام به تهیه و تولید نقشه‌های پوششی کل کشور با مقیاس‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰ در بخش‌های ژئومتیکس و کارتوگرافی برای کاربران نموده که در اینجا به چند نمونه از نقشه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی که توسط یکی از کارکنان اداره کل زمین‌شناسی و اکتشافی استان گیلان رقومی و کارتوگرافی شده اشاره می‌گردد.



شکل (۱): نقشه یکصد هزارم زمین‌شناسی برگه رشت



شکل (۲): نقشه یکصد هزارم ژئومورفولوژی لنگرود



نقشه یکصد هزارم ژئومورفولوژی ساری



نقشه یکصد هزارم ژئومورفولوژی بهشهر

شکل (۳): کارتوگرافی رقومی: دکتر سیده ایران میر توحیدی



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
- ژئوداینامیک 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

Presidency Islamic Republic of Iran
Plan and Budget Organization
Management and Planning
Organization of Guilan



Mapping and Geospatial Information
Journal of Guilan
(MGIJ)

ISSN: 2645-4289

Issue No.1

February-March 2018