فصلنامه مطالعات ساختار و کارکرد شهری، سال هفتم، شماره‌ی بیست و سوم، تابستان ۱۳۹۹، صفحات ۵۵-۲۹

حل مسئلهٔ درخت پوشای کمینه در طراحی شبکهٔ رسانه‌ای اجتماعی ایزولهٔ مدیریت بحران زلزله (مطالعهٔ موردی: شهر گرگان)

دکتر محمدحسین سرایی[۱]
دکتر محمدرضا رضایی[۲]
محسن عادلی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۰۵ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۲۸**

چکیده

دسترسی به داده‌های مطمئن از وضعیت کمپ‌های امدادی، یکی از مهم‌ترین چالش‌های مدیران امدادی در مقطع زمانی پسازلزله است. در تحقیق حاضر، به بررسی استفاده از شبکهٔ رسانه‌ای اجتماعی ایزوله، جهت برقراری ارتباط بین ۳۰ کمپ امدادی در شهر گرگان پرداخته شده است. وجود این بستر، می‌تواند باعث کاهش زمان و درنهایت، بهبود کیفیت ارتباط و تبادل کالاهای مورد نیاز، بین کمپ‌های امدادی شود. مواردی ازجمله: مدیریت بهینهٔ امکانات لجستیکی، رصد شرایط بهداشتی– درمانی، توزیع عادلانهٔ کالا و خدمات، سامان‌دهی کمک‌های مردمی و آموزش تصویری آسیب‌دیدگان، ازجملهٔ موضوعاتی هستند که در این شبکه قابل انجام هستند. تحقیق حاضر ازنظر هدف کاربردی، ازنظر شیوهٔ انجام تحقیق، توصیفی و تحلیلی و ازنظر شیوهٔ جمع‌آوری اطلاعات، اسنادی، میدانی و پیمایشی است. در پژوهش حاضر برای پیاده‌سازی این بستر، به حل مسئلهٔ درخت پوشای کمینه در طراحی ارتباط رسانه‌ای ایزوله بین کمپ‌های امدادی، در چارچوب استفاده از الگوریتم رقابت استعماری و سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی اقدام شده است. بر اساس نتایج به‌دست آمده، تنظیمات گزینهٔ شمارهٔ ۴ حل مسئلهٔ درخت پوشای کمینه، با ۶۴۹۳۲ متر طول، بهینه‌ترین حالت را جهت ارتباط رسانه‌ای بین کمپ‌های امدادی داشته است. هم‌چنین طول و زمان انتقال کالا با رعایت چارچوب حل مسئلهٔ مذکور در محیط GIS و بر اساس تحلیل شبکهٔ شهری به‌ترتیب برابر با ۸۴۳۳۲ متر و ۱۴۷/۴۸ دقیقه بوده است. شبکهٔ پیشنهادی، یکی از بهینه‌ترین راه‌حل‌های مسئله است و می‌تواند ضمن تحقق کیفیت ارتباط با کمترین هزینهٔ ممکن، ارتباط رسانه‌ای اجتماعی بین کمپ‌های امدادی را نیز میسر نماید.

واژگان کلیدی: مسئلهٔ درخت پوشای کمینه، شبکهٔ رسانهٔ اجتماعی ایزوله، الگوریتم رقابت استعماری، سیستم اطلاعات جغرافیایی، مدیریت بحران.

[۱] دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه یزد msaraei@yazd.ac.ir
[۲] استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه یزد
[۳] دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه یزد

۱- مقدمه

یکی از مهم‌ترین مخاطراتی که همواره شهرها را تهدید می‌کند، خطر وقوع زلزله است که می‌تواند خسارات شدیدی را نیز درپی داشته باشد (غفاری و همکاران، ۱۳۹۶: ۴۵ و ASEAN, 2019: 58) کشور ایران با توجه به موقعیت جغرافیایی و قرارگرفتن برروی کمربند جهانی زلزله همواره شاهد وقوع زلزله‌های شدیدی بوده است (طبیبیان و مظفری، ۱۳۹۷: ۹۳ و بهادری و همکاران، ۱۳۹۶:۱۱۰). این کشور ازنظر وقوع بلایای طبیعی، دارای رتبهٔ چهارم در آسیا و رتبت ششم در جهان است (خانکه، ۱۳۹۱: ۱۷) و طی بررسی‌های صورت‌گرفته، به‌طور متوسط هر ۲ تا ۳ سال، یک زلزلهٔ بزرگ در آن صورت پذیرفته است (اردلان و همکاران، ۲۰۰۵: ۳۲).

در اثر زلزله‌های شدید ممکن است که درصد قابل توجهی از ساختمان‌های شهر و مسیرهای عبوری بین آن‌ها آسیب ببینند (Takagi and Wada, 2019: 500 و Reuland et al, 2019: 254)، در این شرایط به‌علت عدم اطمینان از ایمنی ساختمان‌های مسکونی، معمولاً موضوع اسکان موقت در کمپ‌های امدادی دارای ظرفیت مطرح می‌شود (Wei XU et al, 2018: 675). نمونهٔ تجربی این موضوع، زلزلهٔ سال ۲۰۱۱ ژاپن است که در آن، در حدود ۲۵۰،۰۰۰ نفر از جمعیت آسیب‌دیدند و در پناهگاه‌های اضطراری و موقت اسکان داده شدند (Xiujuan et al, 2017:50).

در هنگام وقوع بحران‌های طبیعی هم‌چون زلزله، معمولاً ساختار شهر و به‌تبع آن عملکرد شهر نیز دست‌خوش تغییر می‌شود؛ بنابراین مدیریت آن نیز از حالت عادی خارج و به مدیریت بحران[۱] تبدیل می‌شود. مدیریت بحران درواقع فرایند پیش‌گیری، برنامه‌ریزی و ارزیابی برای کاهش و به حداقل رساندن عواقب احتمالی بحران‌هاست (Marwitz et al, 2008: 93) و از مؤلفه‌های آن دسترسی به اطلاعات صحیح، سریع و بروز است.

یکی از نیازهای اولیه و اساسی در مدیریت بحران، اطلاع از شرایط واقعی و به‌هنگام آسیب‌دیدگان زلزله است. امروزه با پیشرفت‌های قابل توجهی که در زمینهٔ فناوری اطلاعات و ارتباطات، سیستم‌های اطلاعات مکانی و الگوریتم‌های هوشمند صورت‌گرفته، می‌توان به مدیریت مجازی بحران در چارچوب بهره‌گیری از شبکهٔ رسانهٔ مجازی اقدام نمود.

مدیریت مجازی بحران در بستر فناوری‌های مذکور، کاهش زمان و هزینه و در عین حال، افزایش کیفیت امدادرسانی را درپی دارد و بخش قابل توجهی از تحقیقات انجام‌شده طی ۲۰ سال گذشته نیز تأییدکنندهٔ این موضوع هستند (Stieglitz et al, 2018، Solen and Palen, 2018: 161 و Homeland Security, 2018: 2). مواردی ازجمله سیستم تعیین موقعیت جهانی، گردآوری، ارسال و دریافت داده، ایجاد پایگاه داده، نمایش اطلاعات و آموزش، جزء لاینفک این نوع مدیریت هستند (فرجی سبکبار و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۵ و Higgins، ۲۰۱۵: ۳). این شیوهٔ مدیریت، از فضای سایبری که یک نوع فضای تعاملی است، جهت برقراری تعامل و ارتباط با یک موضوع خاص استفاده می‌کند

[۱] Crisis Management

و در حال حاضر، بخش مهمی از زندگی بشر را تشکیل می‌دهد (Reuter and Kaufhold, 2017: 41). محدودیت‌هایی که در شیوه‌های سنتی برقراری ارتباط و فعالیت‌های مدنی وجود دارد، در روش استفاده از فضاهای مجازی از بین رفته است و به همین علت شکل‌گیری هویت و فرهنگ در این فضا آسان است. از محیط مذکور می‌توان جهت برنامه‌ریزی، ارتباط، مدیریت و برآوردن نیازهای گوناگون شهروندان مستقر در کمپ‌های امدادی بهره گرفت (فلاح و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۳۵۴ و Ehnis et al, 2014). تجربیات زلزله‌های اخیر ایران نشان می‌دهند که در زمینهٔ تخصیص متعادل امکانات به ساکنان مستقر در مناطق زلزله‌زده مشکلاتی وجود دارد و این در حالی‌ست که یکی از اصول اساسی و بنیان‌های برنامه‌ریزی شهری، رعایت اصل عدالت در توزیع فضایی خدمات بوده است (تقوایی و رخشانی‌نسب، ۱۳۸۶: ۷۳) و مدیریت این موضوع نیز بدون داشتن نقشهٔ راه میسر نیست (نوری و همکاران، ۱۳۹۵: ۱).

تحقیق حاضر به‌دنبال ایجاد یک راه‌حل بهینه جهت مدیریت عادلانه امکانات لجستیکی امدادی به آسیب‌دیدگان زلزله است. برای انجام این موضوع از چارچوب حل مسئله درخت پوشای کمینه[۱] به‌عنوان یکی از مسائل بهینه‌سازی، جهت طراحی شبکه اختصاصی و ایزوله ارائه خدمات مجازی بحران استفاده شده است. بدین منظور تعداد ۳۰ نقطه از شهر گرگان که شرایط لازم جهت ایجاد کمپ‌های امدادی را داشته و در چارچوب مطالعه جداگانه‌ای که توسط نگارندگان صورت گرفته، مشخص شده‌اند، جهت اجرای مدل مدنظر قرار گرفته گرفتند (سرایی و همکاران، ۱۳۹۸).

این شهر به علت مواردی از جمله: عبور گسل اصلی البرز با طولی برابر با ۶۰۰ کیلومتر از مرکز شهر، مساحت قابل توجه بافت‌های تاریخی و فرسوده، بافت و جنس نرم خاک، بالا بودن شیب زمین در قسمت‌هایی از شهر، وجود ترافیک سنگین در برخی از محورها در ساعاتی از شبانه‌روز و کنتراست بالای ارتفاعی بین بالاترین و پایین‌ترین نقاط شهر، عملاً با پتانسیل خطر بالایی در مواجهه با زلزله و به‌تبع آن خطرات ثانویهٔ این حادثه روبرو است.

هدف از انجام تحقیق حاضر امکان‌سنجی و بررسی تبادل داده بین کمپ‌های امدادی به‌منظور تخصیص فضایی عادلانهٔ امکانات لجستیکی مورد نیاز آسیب‌دیدگان زلزلهٔ احتمالی این شهر است و مواردی ازجمله رصد شرایط بهداشتی و درمانی، امکانات و مایحتاج اولیهٔ غذایی، استقرار نظم، تخصیص امکانات اولیه و ثانویه، آموزش، بهبود کمک‌های روان‌درمانی، برآورد کمبودهای احتمالی، سامان‌دهی کمک‌های مردمی داخلی و بین‌المللی ازجمله مواردی است که می‌تواند در این چارچوب، بهینه‌سازی شود (Palen and Liu, 2007: 728).

مدیریت امکانات لجستیکی امدادی و تأمین نیازهای آسیب‌دیدگان مستقر در کمپ‌های امدادی یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های مدیران امدادی است. در حال حاضر هماهنگی بین اکیپ‌های امدادی معمولاً از طریق بی‌سیم‌های ارتباطی و برقراری ارتباط صوتی بین مدیران کمپ‌ها به انجام می‌رسد؛

---

[۱] Minimum Spanning Tree

درحالی‌که با پیشرفت‌های صورت‌گرفته در سالیان اخیر، به‌خصوص در مباحث رسانه‌های اجتماعی، این موضوع می‌تواند بستر سهل‌تری را تجربه نماید.

در تحقیق حاضر، از الگوریتم درخت پوشای کمینه که جزو الگوریتم‌های حریصانه است. در زمینهٔ طراحی این شبکهٔ رسانه‌ای ایزوله ارتباطی بین کمپ‌های امدادی استفاده شده است. مسیر طراحی‌شده، ضمن تأمین حداقل کیفیت مورد نیاز برای ارتباط بین کمپ‌های امدادی، می‌تواند یکی از بهترین راه‌حل‌های مسئله ازنظر هزینه و امکانات و تجهیزات مورد نیاز کمپ‌ها باشد و عدالت فضایی را در تقسیم امکانات مورد نیاز فراهم نماید.

۲- مبانی نظری

از قرون گذشته تاکنون، نوع نگاه به مدیریت بحران دچار تغییرات زیادی شده است. در بخش اعظم قرن بیستم، دیدگاه‌های مبتنی بر پنداشت‌های مادی‌گرا، جبرگرا و اثبات‌گرا حاکم بوده است. این دیدگاه‌ها در چند دههٔ قبل، به‌دلیل تأکید بیش از حد بر نقش انتخاب فردی و در نظر نگرفتن تأثیرات عوامل نهادی، مورد انتقاد پژوهش‌گران قرار گرفت (روستایی و معبودی، ۱۳۹۴: ۱۰۵). در طول چند دههٔ گذشته، این دیدگاه فیزیکی به نگرش اجتماعی- اقتصادی تغییر یافته و بر ساخت اجتماعی آسیب‌پذیری و بحران تأکید کرده است. البته این نوع نگرش نیز خالی از اشکال ناست؛ زیرا مسائل مرتبط با مدیریت بحران، به‌صورت چندبعدی و فرایندی بوده و به همین علت تأکید همزمان و یکپارچه بر عوامل طبیعی و انسانی مورد نیاز است.

بخش مهمی از مفهوم مدیریت بحران به پیش‌بینی و پیشگیری از وقوع بحران مربوط است و در مقطع زمانی قبل از وقوع بحران مطرح می‌شود. مدیریت بحران درواقع نظامی پویاست که با هدف کاهش احتمال وقوع بحران و کمینه‌سازی آثار و صدمات مربوط به آن و هم‌چنین بازگرداندن اوضاع سیستم به وضعیت عادی و معمول طراحی می‌شود (یحیایی، ۱۳۸۵: ۴۰ و Van Western et al, 2010: 6). فرایند مدیریت بحران به‌صورت یک چرخه است که در آن مراحل چرخه به یکدیگر وابسته هستند. بر اساس شکل (۱)، چرخهٔ مدیریت بحران دو فاز اصلی دارد. الف) قبل از وقوع بحران. ب) پس از وقوع بحران. فاز الف) شامل مراحل پیشگیری و کاهش اثرات و هم‌چنین آمادگی است. فاز ب) نیز مراحل پاسخگویی و بازسازی را دربر می‌گیرد (Melkolm, 2010: 3).

شکل (۱): چرخهٔ مدیریت بحران (Melkolm, 2010)

یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های مدیریت بحران، چگونگی دسترسی به خدمات است. این مفهوم، تقریباً نیم قرن سابقه دارد و دربرگیرندهٔ آزادی و توانایی مردم در برآوردن نیازهای اساسی زندگی آنهاست (نیک‌پور و همکاران، ۱۳۹۶: ۸۸). دسترسی در حالت کلی، به دو نوع دسترسی نسبی و دسترسی ترکیبی تقسیم می‌شود. در دسترسی نسبی، ارتباط و تعامل بین دو نقطهٔ مشخص مورد بررسی قرار می‌گیرد. در دسترسی ترکیبی، ارتباط و تعامل یک نقطه و سایر نقاط در یک فضای جغرافیایی تحلیل می‌شود (نیک‌پور و همکاران، ۱۳۹۶: ۸۸).

جهت بررسی نحوهٔ دسترسی آسیب‌دیدگان مستقر در کمپ‌های امدادی به امکانات، کالاهای مورد نیاز و خدمات آموزشی می‌توان از تکنولوژی نوین و هم‌چنین الگوریتم‌های متعددی استفاده کرد. تعدادی از این تکنولوژی‌ها، ماهیت مکانی و تعدادی نیز ماهیت غیرمکانی دارند. مسئلهٔ تعریف‌شده در این مقاله، دارای خصوصیت مکانی بوده و بالتبع در محیطی می‌تواند به انجام برسد که یا این قابلیت را دارا باشد و یا بتواند از آن پشتیبانی نماید. یکی از این سامانه‌ها، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی است. این سیستم از مجموعه‌ای از نرم‌افزارها، سخت‌افزارها، مدل‌ها، الگوریتم‌های مکان مبنا و داده‌ها تشکیل شده و هدف آن انجام تحلیل‌های مکانی و کمک به تصمیم‌گیری فضایی است. امروزه در کنار این سامانه، می‌توان از الگوریتم‌های هوشمند استفاده کرد که علی‌رغم داشتن ماهیت غیرمکانی، می‌توانند در مدت زمان کم، پاسخ‌های مناسبی را تولید نمایند. در شرایطی که مسئلهٔ مورد نظر کوچک و فضای جستجوی آن نیز محدود باشد، می‌توان در یک زمان معقول به راه‌حل بهینه و منطقی دست یافت. ولی در زمانی که فضای جستجو وسیع است، رسیدن به راه‌حل منطقی بسیار مشکل خواهد شد. در این شرایط معمولاً از الگوریتم‌های هوشمند استفاده می‌شود. استفادهٔ فرایندی از قابلیت‌های GIS[۱] و الگوریتم‌های هوشمند می‌تواند باعث هم‌افزایی قابلیت‌های

[۱] Geographic Information Systems

هر دو شود و نتایج بهنیه‌تری را درپی داشته باشد. در ادامه به بررسی مسئلۀ درخت پوشای کمینه و الگوریتم رقابت استعماری[۲] پرداخته شده است.

۱-۲- مسئلۀ درخت پوشای کمینه

یکی از کاربردهای مهم تحلیل شبکه، یافتن کوتاه‌ترین مسیر یا گراف حرکتی بین نقاط شبکه است (مرادی سلوشی و وفایی‌نژاد، ۱۳۹۵: ۱۶ و سرگلزایی و وفایی‌نژاد، ۱۳۹۶، ۲۳۲). منظور از درخت پوشای کمینه، درختی است که بین درخت‌های پوشای آن گراف که اغلب گراف هم‌بند وزن‌دار هستند، مجموع وزن یال‌های آن، کمترین مقدار ممکن را داشته باشد. این مسئله درواقع از ماتریس مجاورت[۳] جهت ارزیابی حرکت بین گره‌های شبکه استفاده می‌نماید. در بحث‌های مرتبط با مکان، کمترین مقدار یا کمترین هزینه، می‌تواند تابعی از شرایط آب و هوایی، فاصله، کیفیت ارتباط و ... باشد. این الگوریتم کاربردهای متعددی در طراحی شبکه‌های ارتباطی و کامپیوتری دارد (Chakraborty et al, 2018: 1 و Al Mamum and Rajasekaran, 2016:1). برای به دست آوردن درخت پوشای کمینۀ بهینه در یک گراف جهت‌دار، الگوریتم‌های متفاوتی مورد استفاده قرار گرفتند که به‌عنوان نمونه، می‌توان به الگوریتم‌های کروسکال[۴]، پریم[۵]، بروکا[۶] و حذف معکوس اشاره داشت.

این الگوریتم، ازجمله الگوریتم‌های حریصانه[۷] است که از شخصیت معروف اسکروج الگوبرداری شده است. در الگوریتم درخت پوشای کمینه، اگر گراف مورد نظر شامل n رأس باشد، درخت پوشای آن حداقل 2^{n-1}-1 درخت خواهد داشت. به‌عنوان مثال، اگر تعداد رئوس برابر با ۴ باشد، درخت پوشای کمینه برابر با ۷ خواهد بود.

در الگوریتم درخت پوشای کمینه، یک گراف هم‌بند G به‌عنوان یک جفت (V,E) تعریف می‌شود که در آن V مجموعه‌ای از ورتکس‌ها و E نیز مجموعه‌ای از لبه‌هاست. هر لبه به دو ورتکس متصل است.

$$E = \{(u, v) \;\; u, v \epsilon V\}$$

یک گراف وزن‌دار غیرهم‌بند دارای یک تابع وزن است $w: E \rightarrow R$ که وزن هر لبه را تعیین می‌نماید. یک درخت یک زیرگرافی از G است که هیچ حلقه‌ای را شامل نمی‌شود. درنتیجه، دقیقاً یک مسیر از هر رأس درخت به یک رشته دیگر درخت وجود دارد. یک درخت پوشا از گراف G یک

---

[۲] Imperialist Competitive Algorithm

[۳] Adjacency Matrix

[۴] Kruskal Algorithm

[۵] Prim Algorithm

[۶] Boruvkas Algorithm

[۷] Greedy algorithm

درخت مشتمل بر تمام ورتکس‌های G خواهد بود. درواقع درخت پوشای کمینه، یک گراف وزن‌دار غیرهم‌بند است که در آن مجموع وزن‌های لبه (هزینه) حالت حداقلی دارد.

۲-۲- الگوریتم رقابت استعماری

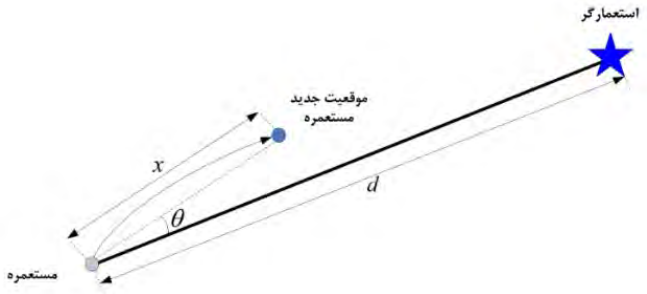
یکی از مهم‌ترین الگوریتم‌های نسل دوم، الگوریتم رقابت استعماری است که از فرایندهای اجتماعی، سیاسی و فرهنگی بشر الهام گرفته است (Lian et al: 2012: 5118 و Gordan et al, 2018: 5). این الگوریتم نخستین بار توسط آتش پز گرگری در سال ۱۳۸۷ ارائه شده است (آتش پز گرگری و همکاران، ۱۳۸۷).

الگوریتم حاضر با تعدادی جمعیت به‌عنوان جمعیت اولیه آغاز می‌شود (Hmida et al, 2018:9). هر یک از عناصر جمعیت، یک کشور نامیده می‌شود و در دو قالب مستعمره یا استعمارگر به بهینه‌سازی خصوصیات خود می‌پردازند (Gordan et al, 2018:5 و Pan et al, 2018:2) در این الگوریتم، هر استعمارگر با توجه به قدرت خود، دارای تعدادی کشور به‌عنوان مستعمره است و بالتبع هرچه این قدرت بیشتر باشد، تعداد مستعمرات نیز بیشتر می‌شود (Bagheri Tolabi et all, 2013: 959). در الگوریتم فوق، نوعی همکاری داخلی بین کلونی‌ها وجود دارد تا بتوانند وضعیت کلی امپراتوری را تحت هدف حداکثرسازی و یا حداقل‌سازی بهینه‌سازی کنند (Geetha Davasena et al, 2016). افراد گروه نیز سعی می‌کنند تا در حد امکان خود را به شرایط نفرات برتر و الگو نزدیک نمایند.

این الگوریتم، به‌عنوان یکی از الگوریتم‌های بهینه‌سازی، تعدادی از کشورها را از حوزه معمول خود خارج می‌کند و به حوزه‌ای بهتر از موقعیت قبلی انتقال می‌دهد. این انتقال برای کشور مستعمره، نوعی پیشرفت محسوب می‌شود؛ زیرا مؤلفه‌های ساختاری مستعمره، در جهت مؤلفه‌های کشور امپریالیست که قوی‌تر هستند قرار می‌گیرد. هزینهٔ انجام این انتقال، نزدیکی به کشور استعمارگر است. هر امپراتوری که نتواند در جذب مستعمره موفق عمل نماید، به‌مرور زمان از صحنهٔ رقابت استعماری حذف می‌شود و جای خود را به سایر امپراتوری‌ها می‌دهد (Maheri and Talezadeh, 2017: 2). بنابراین امپراتوری‌ها به‌ناگزیر سعی در افزایش قدرت و به‌تبع آن، جذب مستعمره و اعمال مؤلفه‌های اجتماعی خود خواهند داشت.

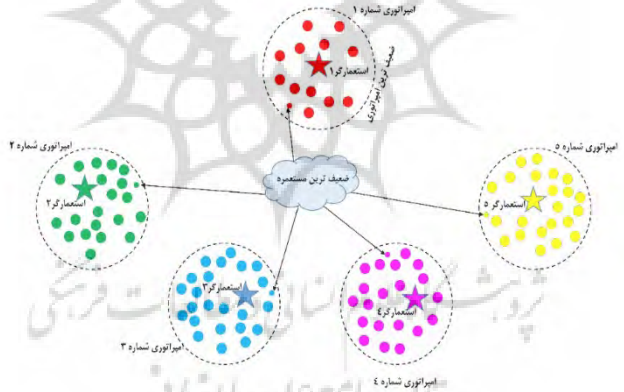
در جریان رقابت بین امپراتوری‌ها، درنهایت، یک نوع هم‌گرایی کلی ایجاد می‌شود و امپراتوری واحدی که دارای مستعمرات مناسب است، شکل می‌گیرد (Saif, 2016:24). مطابق شکل (۲)، کشور مستعمره در جهت محورهای X و Y که ممکن است مربوط به یک بعد خاص (اجتماعی، اقتصادی، زبان، فرهنگ و ...) باشد، سعی می‌کند که به کشور استعمارگر نزدیک شود (Bernal et al, 2017:3). در این شکل، فاصلهٔ بین مستعمره و استعمارگر با حرف d نشان داده شده است. مسیر حرکت مستعمره به استعمارگر ممکن است کاملاً منطبق بر الگوی حرکت استعمارگر به‌سمت توسعه نباشد، بلکه در همان مسیر اما با انحرافی به میزان θ صورت گیرد. θ درواقع میزان تابع بهره‌برداری

و جستجو را تعیین می‌نماید. افزایش و یا کاهش این تابع، می‌تواند سبب کاهش و یا افزایش فضای جستجو و تنوع شود.



شکل (۲): حرکت مستعمره به‌سوی مؤلفه‌های استعمارگر (Gargari and Lucas, 2007: 4662)

نهایتاً این الگوریتم تا زمان رسیدن به یک هم‌گرایی کلی ادامه پیدا می‌کند (شکل ۳) و درنهایت، پس از انجام تعداد تکرارهای لازم، همه امپراتوری‌ها سقوط می‌کند و امپراتوری تک‌قطبی ایجاد خواهد شد. در این محیط جدید، همهٔ مستعمرات توسط یک امپراتوری واحد اداره و موقعیت و هزینه‌های مترتب بر مستعمرات، برابر با موقعیت و هزینهٔ کلی امپریالیست می‌شود. در این هنگام و در صورت تحقق شروط خاتمه، الگوریتم رقابت استعماری به پایان می‌رسد.



شکل (۳): رقابت امپراتوری‌ها به صورت داخلی و خارجی جهت رسیدن به یک هم‌گرایی واحد
(Safari Mamaghani and Meybodi, 2011: 563)

۳- پیشینهٔ تحقیقاتی

ناکچبندی و ماتیو (۲۰۱۷)، در پژوهشی با عنوان الگوریتم درخت پوشای کمینه در گراف‌های پویای ضعیف، به مطالعه گراف‌های بدون جهت پویای ضعیف که قابلیت استفاده در برخی از شبکه‌های لجستیک را دارند، پرداختند. هدف از اجرای این الگوریتم، تحویل اقلام لجستیکی به تمام نقاط شبکه است. در این شبکه، وزن اکثر لبه‌ها و خصوصیات آن‌ها به صورت ثابت بوده و فقط وزن تعداد کمی از لبه‌ها، با توجه به شرایط محیطی، ازجمله ترافیک، ممکن است که تغییراتی داشته باشد. در این مطالعه، یک الگوریتم چندجمله‌ای کارآمد که پارامترهای پیشرفته درخت پوشای کمینه را مدنظر قرار می‌دهد، پیشنهاد شده است. بر این اساس و علی‌رغم تغییر احتمالی در شرایط اجرای الگوریتم، دیگر نیازی به انجام محاسبات مازاد وجود نخواهد داشت؛ زیرا تمام مؤلفه‌های مورد نیاز، برای الگوریتم شناخته شده است. از نتایج این تحقیق، می‌توان جهت محاسبه مقادیر بحرانی، در مواقعی که وزن‌های گراف ناپایدار هستند و محاسبهٔ بهترین مسیر استفاده کرد. درواقع در شرایطی که وزن‌های ناپایدار تغییر می‌کنند، درخت پوشای کمینه، می‌تواند بلافاصله و بدون انجام هیچ‌گونه عملیات پردازشی اضافی مورد بهره‌برداری قرار گیرد.

لی و همکاران (۲۰۱۹)، در مطالعه‌ای با عنوان یک الگوریتم درخت پوشا برای شبکهٔ حس‌گرهای بی‌سیم صنعتی مبتنی بر کلونی زنبورهای عسل مصنوعی کوانتومی، از ساختار درخت پوشای کمینه استفاده کردند. هدف از انجام این مطالعه، جمع‌آوری داده و توزیع آن در شبکه‌های بی‌سیم است و بدین منظور جهت تنظیم ساختار توپولوژی نودها، از الگوریتم‌های درخت پوشا کمینه و کلونی زنبورهای عسل بهره‌گیری شده است. الگوریتم‌های کلاسیک گراف، ازجمله کراسکال و پریم، فقط می‌توانند درخت پوشای کمینه را یافت نمایند، ولی با استفاده از الگوریتم‌های هوشمند، ازجمله الگوریتم‌های کلونی زنبورعسل می‌توان به راه‌حل‌های چندگانه دست یافت. این راه‌حل‌ها می‌توانند باعث بهبود پاسخ و افزایش کارایی شبکه‌های حس‌گر بی‌سیم صنعتی شوند. نتایج نشان می‌دهد که الگوریتم پیشنهادی تا حد زیادی قادر خواهد بود که پاسخ‌های مختلفی را ارائه دهد و کارایی و اثرگذاری مدل را، به‌خصوص در هنگام انجام عملیات جستجو بهبود بخشد.

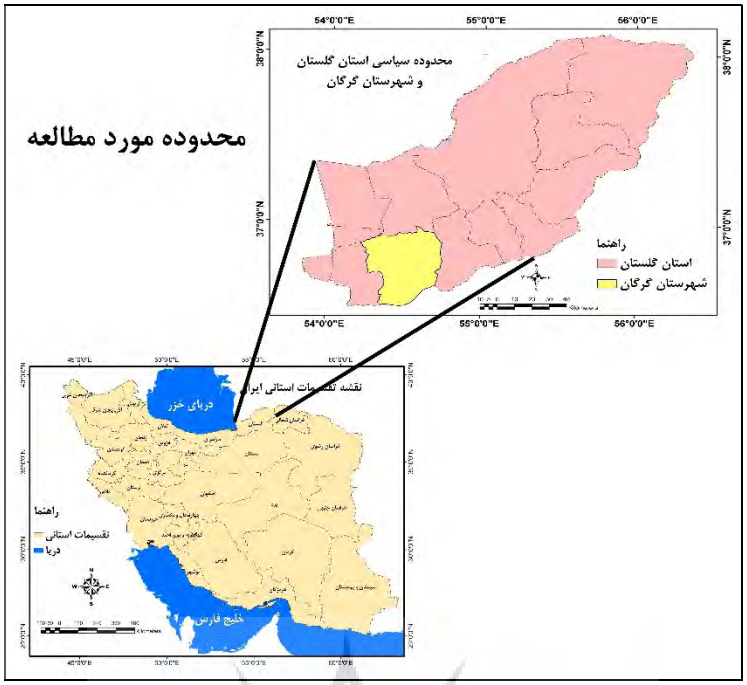
صبا و همکاران (۲۰۱۹)، در پژوهشی با استفاده از درخت پوشای کمینه و تحلیل داده‌های گراف MRI مغز، به بررسی و تجزیه و تحلیل جریان اطلاعات و متغیرهای رفتاری این گراف پرداختند. در این مطالعه، الگوریتم مذکور جهت تفسیر داده‌های MRI با ۱۱۶ نود و بر روی ۴۱ بیمار، بررسی شد و نتایج گراف آن با ۳۹ فرد سالم، مورد مقایسه قرار گرفت. دلیل استفاده از الگوریتم فوق نیز، ایجاد راه‌حل‌های غیرمبهم، اطمینان از دقت، استحکام‌پذیری و قابلیت تکرار آن عنوان شده است. یافته‌های تحقیق فوق نشان می‌دهد که، استفاده از درخت پوشای کمینه جهت تفسیر داده‌های MRI، یک روش مؤثر برای تعیین کمیت و تشخیص توابع شبکه مغز و اختلالات عملکردی آن است.

مطالعات دیگری نیز در این زمینه انجام شده است که اکثر آن‌ها روی جنبه‌های خاصی از مسئلهٔ تحقیق حاضر تمرکز داشتند. ازجملهٔ این پژوهش‌ها می‌توان به مطالعهٔ آشوب‌های خیابانی لندن سال ۲۰۱۱(Denef et al, 2013)، طوفان سال ۲۰۱۲ سندی (Hughes et al, 2014)، سیلاب‌های سال ۲۰۱۳ اروپا (Reuter et al, 2015)، Sutton (2010)، Heverin and Zach (2010)، Ruter et al (2012)، Kuttschreuter et al (2014)، Chaturvedi et al (2015)، Medina and Diaz (2016)، Zipf (2016)، Sugar (2016)،Reuter and Kaufhold (2017) و Cheng (2019) اشاره کرد.

در ارتباط با موضوع پژوهش و پس از بررسی تحقیقات صورت‌گرفته، مطالعه‌ای که منطبق بر موضوع تحقیق باشد و در بستر مکانی دیگری انجام شده باشد، مشاهده نشده است و شاید مطالعهٔ حاضر اولین مطالعه صورت گرفته با این ترکیب موضوعی باشد. درواقع مطالعهٔ حاضر، به بررسی موضوعی که بیشتر در علوم فیزیکی مورد استفاده قرار می‌گرفته است، با نگاه جغرافیایی و مکان مبنا پرداخته است و با توجه به در نظر گرفتن این نوع نگاه، انتظار می‌رود که نتایج به‌دست‌آمده بتواند بخشی از خلأهای مطالعاتی را مرتفع نماید.

۴- معرفی منطقهٔ مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه این تحقیق، شهر گرگان است. گسترهٔ جغرافیایی این شهر بر اساس محدودهٔ خدماتی بین طول "۱۲ '۲۲ ° ۵۴ تا "۴۷ '۲۹ ° ۵۴ شرقی و عرض "۵۹ '۴۵ ° ۳۶ تا "۵۷ '۵۱ ° ۳۶ شمالی واقع شده است (شکل ۴). این شهر از شمال به شهرستان آق‌قلا، از سمت شمال‌غرب با شهرستان بندرترکمن، از سمت غرب با شهرستان کردکوی، از سمت شرق با شهرستان علی‌آباد و از سمت جنوب نیز با استان سمنان در ارتباط است. شهر گرگان از نظر اقلیمی، معتدل و مرطوب است (امینیان و همکاران، ۱۳۹۴: ۴۹). متوسط دمای شهر، برابر با ۱۷/۲ درجهٔ سانتی‌گراد با رطوبت نسبی ۷۱/۵ درصد است. میزان بارندگی نیز، بین ۶۰۰ تا ۷۵۰ میلی متر در نوسان است. نوسانات ارتفاعی شهر نیز، بین ۷۰ تا ۷۶۵ متر متغیر است. با توجه به قدمت ۶۰۰۰ سالهٔ شهر گرگان، مساحت بافت‌های تاریخی و قدیمی شهر قابل توجه است. جمعیت شهر بر اساس آمارهای موجود در سال ۱۳۹۵ برابر با ۳۶۵,۶۸۲ نفر عنوان شده است (استانداری گلستان، ۱۳۹۶، ۷). کاربری‌های مسکونی، شبکهٔ ارتباطی، بایر و زراعی بیشترین مساحت شهر را پوشش داده‌اند.



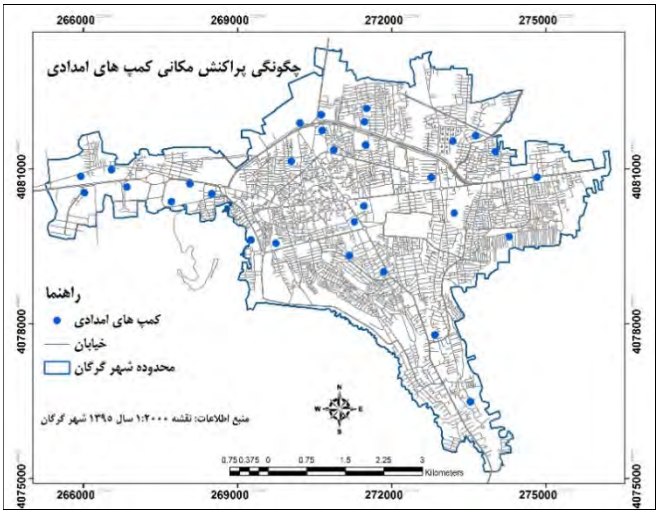
شکل (۴): محدودهٔ مورد مطالعه

منبع: نگارندگان

۵- روش‌شناسی تحقیق

تحقیق حاضر ازنظر هدف، کاربردی، ازنظر شیوهٔ انجام تحقیق، توصیفی و تحلیلی و ازنظر شیوهٔ جمع‌آوری اطلاعات، اسنادی، میدانی و پیمایشی است. در این تحقیق، به حل مسئلهٔ درخت پوشای کمینه در زمینهٔ ایجاد یک شبکهٔ رسانه‌ای ایزولهٔ اجتماعی- ارتباطی بین ۳۰ نقطه از بستر مکانی شهر گرگان به‌عنوان نقاط مستعد جهت ایجاد کمپ‌های امدادی در محیط نرم‌افزار MATLAB 2016 اقدام شده است. چگونگی پراکنش مکانی این کمپ‌ها در قالب شکل (۵) ارائه شده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل (۵): چگونگی پراکنش مکانی کمپ‌های امدادی

منبع: نگارندگان

تحقیق حاضر، از روش حل مسئلۀ درخت پوشای کمینه، در دو قالب و با دو موضوع متفاوت ولی مرتبط استفاده کرده است. این دو موضوع عبارت‌اند از: ایجاد شبکۀ رسانۀ اجتماعی ایزوله بین کمپ‌های امدادی و طراحی مسیر انتقال خدمات فیزیکی و لجستیکی مدیریت بحران زلزله. برای انجام موضوع نخست، با توجه به خصوصیات ساختاری شهر گرگان و کنتراست ۴۰۰ متری بین بالاترین و پایین‌ترین کمپ تخصیص‌یافته در شهر، جهت ارتباط بین کمپ‌های امدادی، سناریوی تعریف‌شده بر پایۀ دکل‌های تله‌ارتباطی موجود در شهر، برنامه‌ریزی شده است. بر این اساس، از بین تعداد ۱۷۹ دکل موجود در شهر که با اهداف مختلف طراحی و اجرا شدند، با انجام ملاحظات پوششی و وزنی، تعداد ۳۰ دکل که نزدیک‌ترین حالت دسترسی را به کمپ‌های امدادی داشتند، انتخاب شدند. با عنایت به این موضوع که ممکن است دکل‌های تله‌ارتباطی موجود، در جریان زلزلۀ احتمالی آسیب ببینند، مدل ارائه‌شده جهت اجرای الگوریتم درخت پوشای کمینه به‌صورت شناور و منعطف در نظر گرفته شود و با توجه به احتمال آسیب‌پذیری برخی از دکل‌ها، می‌توان از نزدیک‌ترین دکل‌های موجود در نظر گرفته‌شده، جهت اجرای الگوریتم بهره گرفت. در این شرایط، موقعیت دکل‌های باقی‌مانده، جهت برقراری ارتباط بین کمپ‌ها به الگوریتم معرفی می‌شود و با توجه به وضعیت جدید، روش حل مسئلۀ درخت پوشای کمینه، در بستر الگوریتم رقابت استعماری مجدداً اجرا می‌شود.

در این مرحله، به‌دلیل عدم وابستگی مسیر انتقال داده‌های مجازی بین کمپ‌های امدادی با شبکۀ راه‌های شهری، از فواصل اقلیدوسی جهت ارتباط بین کمپ‌ها بهره گرفته و این فواصل جهت اجرای الگوریتم درخت پوشای کمینه به محیط نرم‌افزار MATLAB 2016 وارد شده است. در قالب

جدول (۱)، فاصلهٔ اقلیدوسی بین دکل‌های مجاور کمپ‌ها برحسب متر، ارائه شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، اعداد موجود در ماتریس فاصله، در مسیر از – به و به – از، با یکدیگر مشابه‌اند.

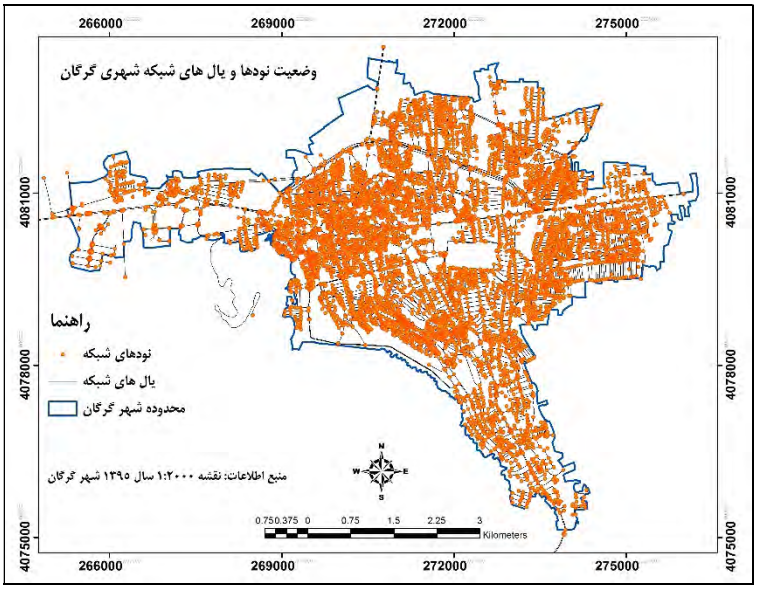
جدول (۱): ماتریس فاصلهٔ اقلیدوسی بین کمپ‌های امدادی برحسب متر

	کمپ ۱	کمپ ۲	کمپ ۳	کمپ ۴	کمپ ۵	کمپ ۶	کمپ ۷	کمپ ۸	کمپ ۹	کمپ ۱۰		کمپ ۳۰
کمپ ۱	۰	۲۵۱۸	۱۴۲۴	۱۱۲۸	۲۰۰۸	۱۴۲۴	۲۴۰۰	۱۱۷۸	۹۹۴	۱۰۴۳		۳۸۱۲
کمپ ۲	۲۵۱۸	۰	۳۱۲۸	۱۶۵۳	۲۲۹۴	۳۸۰۰	۲۲۲۶	۱۶۲۲	۱۵۷۰	۱۸۱۹		۱۷۱۶
کمپ ۳	۱۴۲۴	۳۱۲۸	۰	۹۶۱	۳۰۵۶	۲۴۷۶	۲۲۶۳	۲۰۴۰	۹۹۸	۱۲۴۹		۲۲۶۰
کمپ ۴	۱۱۲۸	۱۶۵۳	۹۶۱	۰	۹۲۱	۳۲۰۵	۲۱۰۶	۲۰۲۷	۱۰۱۸	۱۲۶۷		۳۵۸۲
کمپ ۵	۲۰۰۸	۲۲۹۴	۳۰۵۶	۹۲۱	۰	۲۵۵۹	۱۹۴۶	۱۹۱۸	۱۸۲۶	۲۰۷۵		۳۷۵۷
کمپ ۶	۱۴۲۴	۳۸۰۰	۲۴۷۶	۳۲۰۵	۲۵۵۹	۰	۲۸۰۹	۲۱۲۲	۲۸۲۴	۳۰۷۴		۴۶۹۲
کمپ ۷	۲۴۰۰	۲۲۲۶	۲۲۶۳	۲۱۰۶	۱۹۴۶	۲۸۰۹	۰	۱۱۲۴	۱۹۸۲	۲۴۳۲		۳۰۱۲
کمپ ۸	۱۱۷۸	۱۶۲۲	۲۰۴۰	۲۰۲۷	۱۹۱۸	۲۱۲۲	۱۱۲۴	۰	۳۲۳۵	۳۴۸۵		۳۸۳۵
کمپ ۹	۹۹۴	۱۵۷۰	۹۹۸	۱۰۱۸	۱۸۲۶	۲۸۲۴	۱۹۸۲	۳۲۳۵	۰	۱۷۴۱		۵۰۴۱
کمپ ۱۰	۱۰۴۳	۱۸۱۹	۱۲۴۹	۱۲۶۷	۲۲۰۷۵	۳۰۷۴	۲۴۳۲	۳۴۸۵	۱۷۴۱	۰		۷۰۱۷
کمپ ۳۰	۳۸۱۲	۱۷۱۶	۲۲۶۰	۳۵۸۲	۳۷۵۷	۴۶۹۲	۳۰۱۲	۳۸۳۵	۵۰۴۱	۷۰۱۷		۰

منبع: محاسبات تحقیق حاضر

در تحقیق حاضر، جهت حل مسئلهٔ درخت پوشای کمینه از الگوریتم رقابت استعماری استفاده شده و هزینهٔ ایجاد شبکه جهت اجرای درخت کمینه نیز از فواصل موجود بین کمپ‌ها اخذ گردیده است. بالتبع هرچه این اعداد کوچک‌تر باشند، با توجه به نوع تابع هدف که از نوع کمینه‌سازی است، مسیر بهینه‌تر خواهد بود.

در چارچوب مرحلهٔ اول تحقیق، انتقال داده‌های با ماهیت رسانه‌ای ازقبیل فایل‌های آموزشی در فرمت‌های مختلف و رصد شرایط بهداشتی– درمانی میسر است. در مرحلهٔ بعد و پس از شناسایی مشکلات و کمبودهای موجود در کمپ‌ها، سناریوی توزیع عادلانه و مدیریت بهینهٔ امکانات لجستیکی مطرح می‌شود. با توجه به ماهیت این هدف، انتقال در قالب شبکهٔ راه‌های شهری ضروری خواهد بود. بدین منظور در این مرحله به تهیهٔ ماتریس فاصلهٔ زمانی و مکانی تردد بین کمپ‌ها اقدام شد. جهت انجام این ماتریس، از فاصلهٔ عملکردی بین کمپ‌ها در چارچوب مفروضات تحلیل شبکهٔ شهری، استفاده شد. این شبکه منطبق بر شبکهٔ واقعی و جهت‌دار شهر گرگان مشتمل بر ۸۱۴۷ نود و ۹۸۶۹ یال بوده است شکل (۶).

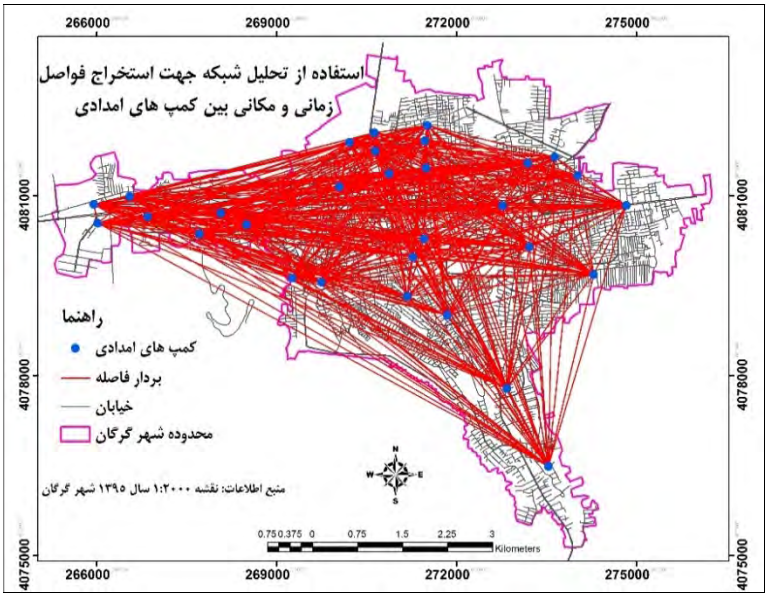


شکل (۶): وضعیت توزیع مکانی نودها و یال‌های شبکهٔ شهری گرگان

منبع: نگارندگان

هم‌چنین چگونگی استخراج فواصل زمانی و مکانی در قالب شکل (۷)، و اعداد متناظر با آن نیز در قالب جداول (۲) و (۳) ارائه شده است. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، با توجه به دریافت اطلاعات ورودی فواصل زمانی و مکانی از شبکه واقعی و جهت‌دار شهر گرگان، فاصله نود به نود در دو مسیر از – به و به – از، با یکدیگر متفاوت است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل (۷): استفاده از تحلیل شبکه در محیط ArcGIS جهت استخراج فواصل زمانی و مکانی بین کمپ‌های امدادی

منبع: نگارندگان

جدول (۲): ماتریس فاصلهٔ زمانی (عملکردی) بین کمپ‌های امدادی برحسب دقیقه

	کمپ ۱	کمپ ۲	کمپ ۳	کمپ ۴	کمپ ۵	کمپ ۶	کمپ ۷	کمپ ۸	کمپ ۹	کمپ ۱۰	...	کمپ ۳۰
کمپ ۱	۰	۱۳/۳۳	۴/۴	۴/۷۱	۱۶/۹۸	۷/۹۷	۱۰/۳۳	۹/۵۶	۳/۳۵	۳/۹۴		۱۵/۷۵
کمپ ۲	۱۲/۴۷	۰	۸/۶۸	۷/۴۹	۹/۶۸	۱۱/۲۷	۵/۸۹	۵/۱۳	۶/۴۹	۷/۰۸		۴/۹۰
کمپ ۳	۲/۷۶	۷/۸۱	۰	۲/۱۳	۱۷/۰۱	۸/۲۲	۱۰/۳۶	۹/۵۹	۲/۷۸	۳/۳۸		۱۰/۲۳
کمپ ۴	۴/۲۹	۶/۶۵	۱/۵۳	۰	۱۳/۸۲	۹/۷۴	۷/۴	۶/۶۳	۴/۹۵	۵/۵۵		۹/۰۷
کمپ ۵	۱۰/۵۱	۸/۱۱	۱۴/۷۱	۱۴/۱۸	۰	۷/۲۱	۱۰/۴۲	۹/۶۵	۲۱/۱۲	۲۱/۷۱		۱۴/۳۳
کمپ ۶	۷/۱۹	/۲۹ ۱۶۹	۸/۸۸	۱۹/۴۰	۱۱/۶۸	۰	۹/۲۰	۴۹/۸	۸/۴۳	۱۰/۱۳		۱۸/۷۱
کمپ ۷	۶/۵۸	۸/۴۱	۹/۸۱	۶/۳۳	۱۲/۴۶	۸/۸۰	۰	۴/۶۵	۸/۷۷	۹/۳۶		۱۰/۸۳

ادامه جدول (۲): ماتریس فاصلهٔ زمانی (عملکردی) بین کمپ‌های امدادی برحسب دقیقه

	کمپ ۱	کمپ ۲	کمپ ۳	کمپ ۴	کمپ ۵	کمپ ۶	کمپ ۷	کمپ ۸	کمپ ۹	کمپ ۱۰	...	کمپ ۳۰
کمپ ۸	۷/۳۵	۸/۴۹	۱۰/۵۸	۶/۴۱	۹/۰۳	۸/۳۷	۰/۷۷	۰	۹/۵۳	۱۰/۱۳		۱۰/۹۲
کمپ ۹	۶/۶۹	۹/۱۱	۶/۳۲	۵/۹۸	۲۱/۰۸	۱۳/۶۶	۱۲/۵۳	۱۱/۷۶	۰	۳/۸۶		۸/۵۱
کمپ ۱۰	۵/۹۰	۱۶/۶۸	۹/۰۶	۹/۳۷	۱۹/۷۵	۷/۶۲	۱۳/۶۹	۱۲/۹۲	۹/۲۵	۰		۱۹/۱۱
...												
کمپ ۳۰	۲۵/۲۸	۱۷/۶۸	۲۲/۹۷	۲۶/۰۵	۱۵/۳۵	۱۵/۶۶	۲۶/۰۴	۱۳/۹۱	۱۹/۹۸	۱۹/۲۱		۰

منبع: محاسبات تحقیق حاضر

جدول (۳): ماتریس فاصلهٔ مکانی (عملکردی) بین کمپ‌های امدادی برحسب متر

	کمپ ۱	کمپ ۲	کمپ ۳	کمپ ۴	کمپ ۵	کمپ ۶	کمپ ۷	کمپ ۸	کمپ ۹	کمپ ۱۰		کمپ ۳۰
کمپ ۱	۰	۳۹۸۲	۱۸۴۶	۱۹۲۷	۳۵۹۳	۲۳۳۷	۲۹۰۴	۲۷۱۲	۱۱۶۵	۱۴۸۲		۴۵۰۰
کمپ ۲	۴۲۸۱	۰	۳۴۲۵	۲۷۷۲	۲۵۱۵	۴۲۴۷	۲۴۴۲	۲۲۵۰	۴۲۴۷	۴۵۶۳		۲۲۳۰
کمپ ۳	۹۴۸	۳۲۲۷	۰	۱۱۲۳	۳۲۰۰	۲۶۶۰	۲۵۱۰	۲۳۱۹	۱۰۵۸	۱۳۷۵		۴۶۴۵
کمپ ۴	۱۷۱۶	۲۴۳۱	۷۶۸	۰	۳۳۶۱	۳۴۲۸	۳۳۶۵	۳۱۷۳	۱۷۷۱	۲۰۸۸		۳۸۵۰
کمپ ۵	۳۹۰۲	۳۴۹۶	۳۸۱۴	۳۴۴۴	۰	۲۹۱۸	۳۲۵۹	۲۰۶۷	۴۴۰۲	۴۷۱۸		۴۵۷۱
کمپ ۶	۳۳۲۵	۴۵۹۴	۳۵۰۵	۳۵۴۰	۲۹۰۴	۰	۲۹۹۴	۲۸۰۲	۳۱۶۰	۳۴۷۶		۶۰۱۲
کمپ ۷	۱۸۳۹	۲۵۳۴	۲۰۳۳	۱۸۷۹	۲۳۸۹	۲۵۴۸	۰	۱۲۶۵	۲۳۲۶	۲۶۴۳		۳۹۵۳

ادامه جدول (۳): ماتریس فاصلهٔ مکانی (عملکردی) بین کمپ‌های امدادی برحسب متر

	کمپ ۱	کمپ ۲	کمپ ۳	کمپ ۴	کمپ ۵	کمپ ۶	کمپ ۷	کمپ ۸	کمپ ۹	کمپ ۱۰		کمپ ۳۰
کمپ ۸	۲۰۳۱	۲۵۹۵	۲۲۲۵	۱۹۳۹	۱۶۳۳	۲۶۰۱	۱۹۲	۰	۲۵۱۸	۲۸۳۵		۴۰۱۳
کمپ ۹	۲۵۳۵	۴۶۰۴	۲۵۸۱	۲۵۱۵	۵۳۲۸	۴۵۴۱	۴۳۳۳	۴۱۴۱	۰	۱۸۰۸		۵۳۶۴
کمپ ۱۰	۳۸۰۵	۷۰۵۴	۵۶۱۴	۵۶۹۵	۶۴۲۷	۴۱۲۹	۵۹۷۶	۵۷۸۴	۴۹۷۰	۰		۸۴۷۲
کمپ ۳۰	۵۴۶۰	۲۶۰۸	۴۵۱۳	۳۸۵۹	۴۸۳۱	۶۱۷۰	۴۶۲۳	۴۴۳۱	۴۷۴۰	۵۰۵۷		۰

منبع: محاسبات تحقیق حاضر

۶- تجزیه و تحلیل یافته‌ها و بحث

با عنایت به تغییراتی که در سالیان اخیر در روند رشد تکنولوژی، به‌خصوص در حوزهٔ فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات صورت پذیرفته است، انتظارات شهروندان درخصوص استفاده از این بستر نوین جهت تبادل داده در موضوعات مختلف نیز دست‌خوش تغییرات عظیمی شده است. یکی از موضوعاتی که با توجه به اهمیت زمان، می‌تواند از این بستر به خوبی بهره‌برداری نماید، موضوعات مرتبط با مدیریت بحران است. استفاده از شبکهٔ ایزوله ارتباطی، می‌تواند ضمن تحقق دسترسی سریع، آسان و مطمئن به داده‌های واقعی از شرایط کمپ‌های امدادی، صرفه‌جویی‌های زمانی مناسبی را نیز جهت تحقق اهداف مدیران بحران فراهم نماید. همان‌گونه که قبلاً نیز اشاره شد، در تحقیق حاضر، روش حل مسئلهٔ درخت پوشای کمینه جهت کمینه‌سازی مسیر انتقال داده‌های رسانه‌ای در چارچوب الگوریتم رقابت استعماری مورد استفاده قرار گرفته است. با توجه به اینکه خروجی این الگوریتم نیز، همانند سایر الگوریتم‌های متاهیوریستیک، وابستگی بالایی به مقادیر مؤلفه‌های تعریف‌شده در مسئله دارد، سناریوهای مختلفی مورد استفاده قرار گرفتند. گزینه‌های مختلف اجرای الگوریتم در قالب جدول (۴) ارائه شده است. همانگونه که ملاحظه می‌شود، در بین گزینه‌های مورد استفاده، گزینهٔ ۴ با هزینه‌ای برابر با ۶۴۹۳۲ متر کمترین هزینه و بردار انتقال را بین کمپ‌های امدادی، در چارچوب حل مسئلهٔ تحقیق حاضر داشته است.

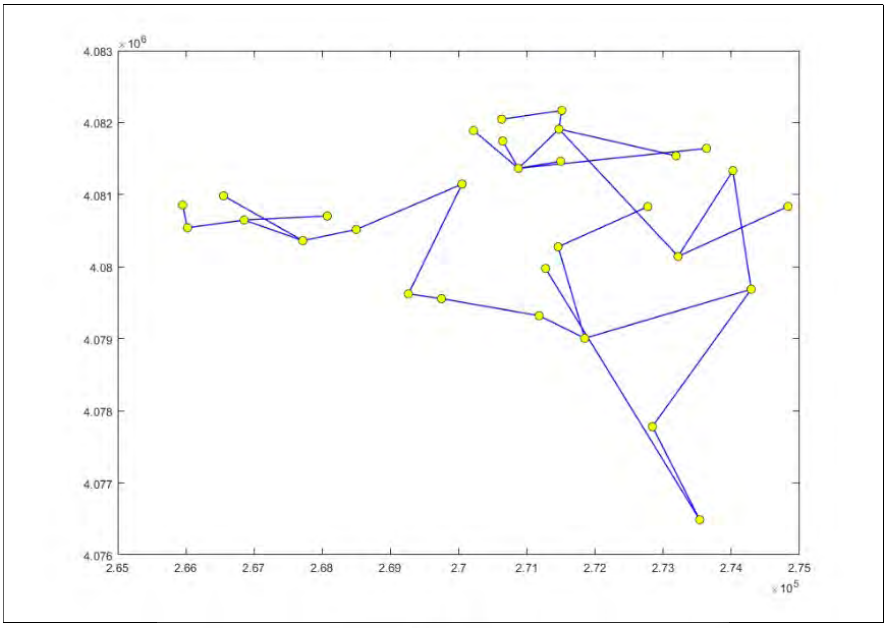
جدول (۴): گزینه‌های مختلف اجرای الگوریتم رقابت استعماری

مؤلفه		گزینه ۱	گزینه ۲	گزینه ۳	گزینه ۴	گزینه ۵	گزینه ۶	گزینه ۷
حداکثر تعداد تکرار	Maximum Number of Iteration	۱۰۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰
تعداد جمعیت	Population Size	۳۰۰	۳۰۰	۵۰۰	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰
تعداد امپراتور	Number of Empires	۲۰	۲۰	۱۰۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
آلفا	Selection Pressure	۱	۱	۱	۲	۴	۲	۲
بتا	Assimilation Coefficient	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۲
درصد احتمال انقلاب	Revolution Probability	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴
ضریب انقلاب	Revolution Rate	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۲	۰/۲
زتا	Colonies Mean Cost Coefficient	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
بهترین هزینه	Best Cost	۸۲۲۶۴	۱۰۴۹۵۵	۱۶۳۳۶۴	۶۴۹۳۲	۷۶۴۷۸	۸۲۰۲۶	۸۱۶۷۱

منبع: محاسبات تحقیق حاضر

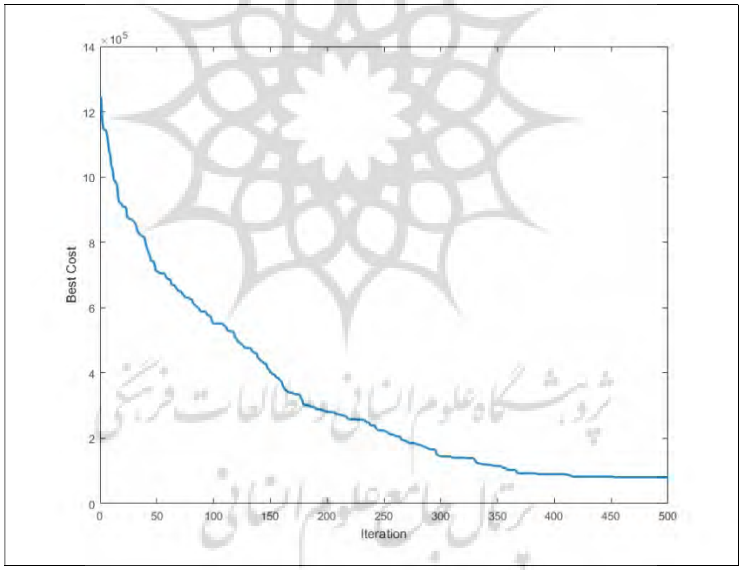
خروجی بهترین گزینهٔ ارتباط بین کمپ‌های امدادی در شکل (۸) و هم‌چنین تابع مورد استفاده نیز در شکل (۹) قابل مشاهده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل (۸): خروجی بهترین گزینۀ مورد استفاده در الگوریتم درخت پوشای کمینه

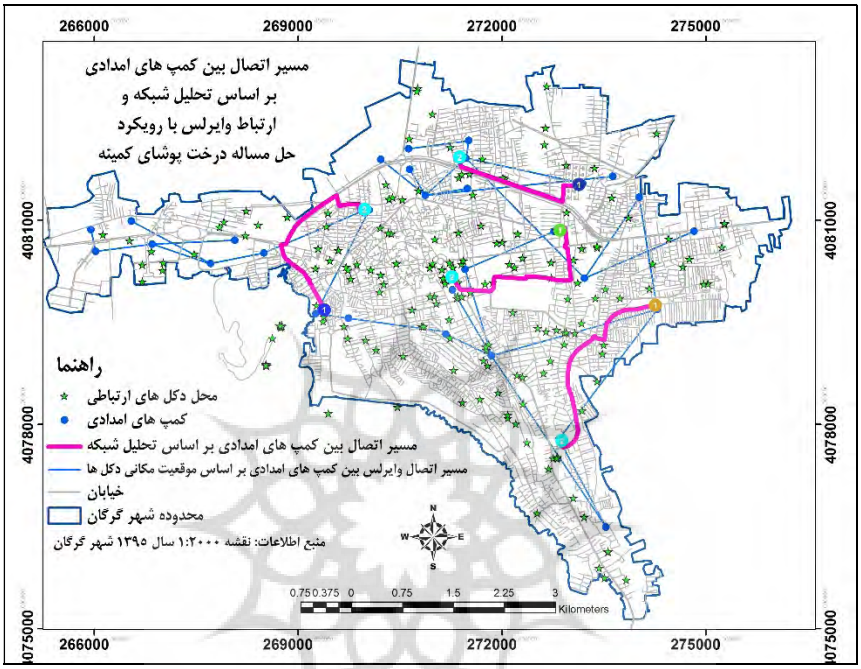
منبع: نگارندگان



شکل (۹): تابع بهترین گزینۀ مورد استفاده در الگوریتم درخت پوشای کمینه در محیط نرم‌افزار MATLAB2016

منبع: نگارندگان

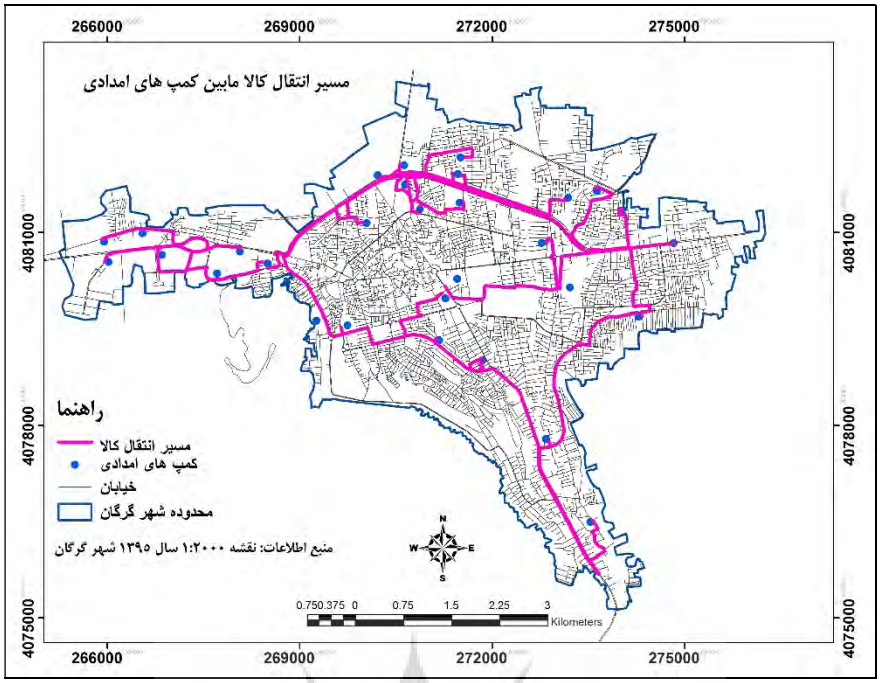
خروجی متناظر بهینه‌ترین ارتباط بین کمپ‌های امدادی اجراشده در محیط MATLAB 2016، در قالب شکل (۱۰) در محیط نرم‌افزار ArcGIS 10.3 ارائه شده است. هم‌چنین مسیر انتقال کالا مابین کمپ‌های امدادی، تحت چارچوب درخت پوشای کمینه در بستر شبکهٔ شهری نیز در شکل (۱۱) مشاهده می‌شود. همان‌گونه که انتظار می‌رود، با عنایت به ساختار متفاوت تبادل داده‌های با قابلیت رسانه‌ای با اقلام دارای چارچوب فیزیکی، بردارهای انتقال خدمات و طول مسیر آن‌ها نیز با یکدیگر تفاوت دارد.



شکل (۱۰): خروجی استفاده از نزدیک‌ترین دکل به محل کمپ‌های امدادی تحت چارچوب درخت پوشای کمینه

منبع: نگارندگان

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل (۱۱): مسیر انتقال کالا بین کمپ‌های امدادی تحت چارچوب درخت پوشای کمینه در بستر شبکه شهری

منبع: نگارندگان

۷- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

تحقیق حاضر ضمن بیان اهمیت وجود بستر ارتباطی ایزوله، نقش و کارایی وجود این بستر را در مدیریت مجازی بحران و بهینه‌سازی امدادرسانی ارائه داده و در این بین از تلفیق الگوریتم‌های متاهیوریستیک و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی بهره‌گیری نموده است. امروزه با پیشرفت‌های صورت‌گرفته درخصوص فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی، توجه به ابعاد اجتماعی و انسانی مدیریت بحران و عدالت فضایی توزیع خدمات امدادی، ضروری‌تر از گذشته است. به‌طوری‌که اگر این مهم به صورت صحیح مدیریت نشود، ممکن است که پس از وقوع بحران‌های طبیعی، بحران اجتماعی دیگری در بستر جامعه شکل بگیرد. البته با توجه به شرایط احتمالاتی در مقطع زمانی پسازلزله، برنامه‌ریزی صورت‌گرفته نیز، با عدم قطعیت روبه‌رو خواهد شد؛ ولی داشتن برنامه‌ریزی و پیش‌بینی سناریوهای احتمالی، منطقی‌تر از برخورد تجربی و مقطعی خواهد بود.

وجود یک بستر ایزولهٔ ارتباطی، می‌تواند ضمن استفاده از قابلیت‌های این رسانهٔ ارتباطی-اجتماعی در مدیریت لجستیک امدادی، تبعات منفی ناشی از شایعه‌پراکنی، تشویش اذهان عمومی و عدم تحقق عدالت فضایی را نیز کمرنگ‌تر نماید. بدین ترتیب در تحقیق حاضر، سعی در بررسی

سناریوهای ممکن ایجاد این بستر در بین کمپ‌های امدادی زلزله شهر گرگان شده است. مسیر ارتباطی پیشنهادی، از دکل‌های مخابراتی و ارتباطی موجود شهر، جهت برقراری ارتباط ایزوله چندرسانه‌ای و از بستر شبکهٔ شهری، جهت انتقال کالاهای مورد نیاز در قالب تحلیل شبکه و با شرط حفظ قواعد روش حل مسئلهٔ درخت پوشای کمینه بهره گرفته است.

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده و با توجه با تنظیمات صورت‌گرفته، گزینهٔ شمارهٔ ۴ با طول ۶۴۹۳۲ متر، بهترین جواب و هزینه را جهت اجرای شبکهٔ اجتماعی ایزوله ارتباطی داشته است. عدد و نتیجهٔ به‌دست‌آمده، الزاماً بهترین راه‌حل ممکن جهت برقراری ارتباط بین نودهای تعریف‌شده (کمپ‌های امدادی) نیست؛ ولی ضمن تحقق کیفیت مورد نیاز، می‌تواند یکی از بهینه‌ترین راه‌حل‌های ممکن در چارچوب روش حل مسئلهٔ درخت پوشای کمینه در بستر بهره‌گیری از الگوریتم رقابت استعماری قلمداد گردد. هم‌چنین با توجه به وابستگی انتقال کالاهای مورد نیاز بین کمپ به شبکهٔ شهری، طول کل مسیر طی‌شده جهت انتقال کالاها در چارچوب حل مسئلهٔ مذکور، برابر با ۸۴۳۳۲ متر و زمان احتمالی انتقال نیز برابر با ۱۴۷/۴۸ دقیقه محاسبه شده است. خروجی تحقیق حاضر، علاوه‌بر ارائهٔ مدل جهت مدیریت بهینهٔ لجستیکی امداد، می‌تواند در زمینهٔ استفاده هدف‌مندتر از بستر شبکهٔ رسانه‌ای اجتماعی نیز مؤثر باشد.

چگونگی تعریف ساختار و توپولوژی موجود در شبکه، تأثیر زیادی بر کارایی و کیفیت روش حل مسئلهٔ درخت پوشای کمینه دارد؛ پیشنهاد می‌شود که این موضوع، در قالب ساختار همسایگی مورد بررسی قرار گیرد و تأثیرات آن در مدت زمان جستجو، تحلیل شود. علاوه‌بر این، با توجه به شرایط شبکه در مقطع زمانی پس از زلزله، پیشنهاد می‌شود که از داده‌های به‌هنگام وضعیت شبکه، جهت افزایش کیفیت راه‌حل‌های مسئلهٔ درخت پوشای کمینه بهره‌گیری شود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

۱. استانداری استان گلستان (۱۳۹۶). **چکیدۀ نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵ استان گلستان**. سازمان برنامه و بودجه، معاونت آمار و اطلاعات، صص ۲۰-۱.

۲. امینیان، امیراحمد؛ صیامی، قدیر، تقی‌نژاد، کاظم و زاهدی کلاکی، ابراهیم (۱۳۹۴). تخمین آسیب‌پذیری شهر گرگان دربرابر زلزله با تأکید بر فاصله از تأسیسات شهری با روش منطق فازی. **مدیریت بحران**، شمارۀ هشتم، صفحات ۴۷ تا ۵۴.

۳. آتش‌پز گرگری، اسماعیل؛ کارو، لوکس؛ نیلی احمدآبادی، مجید و بخار اعرابی، بابک (۱۳۸۷). **توسعۀ الگوریتم بهینه‌سازی اجتماعی و بررسی کارایی آن**، رسالۀ کارشناسی ارشد مهندسی برق، دانشکدۀ مهندسی برق دانشگاه تهران.

۴. بهادری، هادی؛ هاشمی‌نژاد، آراز، برانی، مریم و کریمی، امجد (۱۳۹۶). مکان‌یابی بهینۀ محل اسکان موقت پس از زلزله (مطالعۀ موردی: شهر مهاباد)، **مجلۀ مخاطرات محیطی**، سال ششم، شمارۀ سیزدهم، صفحات ۱۰۹ – ۱۴۲.

۵. تقوایی، مسعود و رخشانی نسب، حمیدرضا (۱۳۸۶). تحلیل و ارزیابی مکان‌گزینی فضاهای آموزشی شهر اصفهان، مدرس علوم انسانی- **برنامه‌ریزی و آمایش فضا**، دورۀ چهاردهم، شمارۀ ۳، صفحات ۷۳ – ۹۵.

۶. خانکه، حمیدرضا (۱۳۹۱). **آمادگی بیمارستانی در حوادث و بلایا (برنامۀ کشوری)**، دانشگاه علوم بهزیستی و توان‌بخشی، مرکز تحقیقات توان‌بخشی در حوادث و بلایا، چاپ کاریا، ۲۴۰ صفحه.

۷. روستایی، شهریور و معبودی، محمدتقی، (۱۳۹۴)، تحلیل فضایی آسیب‌پذیری اجتماعی مناطق شهری درمقابل زلزله با استفاده از مدل SVI (نمونۀ موردی: منطقۀ دو شهرداری تبریز)، **فصل‌نامۀ مطالعات برنامه‌ریزی شهری**، سال سوم، شمارۀ یازدهم، صفحات ۱۲۶ – ۱۰۵.

۸. سرایی، محمدحسین؛ رضایی، محمدرضا و عادلی، محسن (۱۳۹۸). ارزیابی مکانی دسترسی به فضاهای باز شهری در مقطع زمانی پس از زلزله با استفاده از الگوریتم‌های بهینه‌سازی هاب و ژنتیک (نمونۀ موردی شهر گرگان)، **فصل‌نامۀ علمی پژوهشی پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری**، دانشگاه تهران.

۹. سرگلزائی، عالیه و وفائی‌نژاد، علیرضا (۱۳۹۶). یافتن کوتاه‌ترین مسیر شبکه با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی فاخته در سیستم اطلاعات مکانی، **نشریۀ علمی- پژوهشی علوم و فنون نقشه‌برداری**، دورۀ ششم، شمارۀ ۴، صص ۲۳۱-۲۳۹.

۱۰. طبیبیان، منوچهر و مظفری، نگین (۱۳۹۷). ارزیابی آسیب‌پذیری بافت‌های مسکونی دربرابر زلزله و راهکارهای کاهش آسیب‌پذیری. مطالعهٔ موردی: منطقهٔ شش شهرداری تهران. **فصل‌نامهٔ علمی– پژوهشی مطالعات شهری**، شمارهٔ بیست و هفت، صفحات ۹۳ – ۱۱۲.

۱۱. غفاری، عطا؛ پاشازاده، اصغر و آقائی، واحد (۱۳۹۶). سنجش و اولویت‌بندی تاب‌آوری شهری درمقابل زلزله (نمونهٔ موردی شهر اردبیل و مناطق چهارگانهٔ آن). **جغرافیا و مخاطرات محیطی**، شمارهٔ بیست و یکم، صص ۴۵- ۶۵.

۱۲. فرجی سبکبار، حسنعلی؛ مدیری، مهدی؛ آقاطاهر، رضا؛ تقی‌زاده قلعه‌جوقی، سیامک و رحیمی، سعید (۱۳۹۵). طراحی سامانهٔ واکنش اضطراری در مدیریت بحران‌های طبیعی (زلزله) با استفاده از تله ژئوانفورماتیک، **اطلاعات جغرافیایی**، دورهٔ ۲۵، شمارهٔ ۹۷، صفحات ۱۵ – ۲۸.

۱۳. فلاح، مسعود؛ مسعود، محمد و نوایی، اسدالله (۱۳۹۳). **نقش طراحی فضاهای شهری انعطاف‌پذیر و تاب‌آور در مدیریت بحران**. پنجمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت جامع بحران‌های طبیعی (INDM-2014). صص ۱۳۵۴ – ۱۳۶۳.

۱۴. مرادی سلوشی، بهرام و وفایی‌نژاد، علیرضا (۱۳۹۵). تعیین ظرفیت شبکهٔ ریلی ایران با استفاده از سیستم اطلاعات مکانی (GIS)، **نشریهٔ علمی– پژوهشی علوم و فنون نقشه‌برداری**، دورهٔ ششم، شمارهٔ ۳، صفحات ۱۵ – ۲۲.

۱۵. نوری، مهسا؛ قاسمی، جمال و غلامی، محمد (۱۳۹۵). **مدیریت بحران در زمان زلزله مبتنی بر فناوری اطلاعات**، کنفرانس بین‌المللی مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات.

۱۶. نیک‌پور، عامر، لطفی، صدیقه و رضازاده، مرتضی،۱۳۹۶، تحلیل رابطه میان فرم شهر و شاخص دسترسی (مورد مطالعه: شهر بابلسر)، **فصل‌نامهٔ علمی- پژوهشی برنامه‌ریزی فضایی (جغرافیا)**، سال هفتم، شمارهٔ سوم، (پیاپی ۲۶)، صص ۸۵- ۱۰۶.

۱۷. یحیایی ایله‌ای، احمد، (۱۳۸۵)، روابط عمومی و مدیریت بحران، **فصل‌نامهٔ تحقیقات روابط عمومی**، سال پنجم.

18. Al Mamun., A and Rajasekaran., S. (2016). **An Efficient Minimum Spanning Tree Algorithm**. IEEE Symposium on Computers and Communication (ISCC).

19. Ardalan A, Pourmalek F, Mohammadi H, Russel M. (2005). **Concise emergency country profile: Islamic Republic of Iran**. Tehran: Ministry of Health and Medical Education.

20. ASEAN. (2019). **Disaster Management Reference Handbook**. Center for Excellence in Disaster Management & Humanitarian Assistance. Pp 1- 86.

21. Bagheri Tolabi H, Moradi MH, Shahrin Bin M.A, and Zandebasiri M R. (2013). New Technique for Global Solar Radiation Prediction using Imperialist Competitive Algorithm. **Journal of Basic and Applied Scientific Research**. 3(3)958-964.2013.

22. Benali N, Abdelkafi I, and Feki F. (2018). Natural-disaster shocks and government's behavior: evidence from middle-income countries. **Int J Disaster Risk Reduct** 27:1–6. doi: 10.1016/j.ijdrr.2016.12.014.

23. Bernal E, Castillo O, Soria J and Valdez F. (2017). **Imperialist Competitive Algorithm with Dynamic Parameter Adaptation Using Fuzzy Logic Applied to the Optimization of Mathematical Functions**. Algorithms 2017, 10, 18; doi: 10.3390/a10010018. www.mdpi.com/journal/algorithms. 2017.
24. Chakraborty, M., Chowdhury, S., Chakraborty, J., Mehera, R and Kumar, R. (2018). **Algorithms for generating all possible spanning trees of a simple**.
25. Chaturvedi, A., Simha, A., & Wang, Z. (2015). **ICT infrastructure and social media tools usage in disaster/crisis management**. In 2015 Regional conference of the International Telecommunications Society (ITS), Los Angeles, CA, 25–28 October, 2015. Los Angeles, CA.
26. Cheng., A. (2019). The social-mediated crisis communication research: Revisiting dialogue between organizations and publics in crises of China. **Public Relations Review**, journal homepage: www.elsevier.com/locate/pubrev.
27. Denef, S., Bayerl, P. S., & Kaptein, N. (2013). **Social media and the police Tweeting practices of British police forces during the August 2011 Riots**. In Proceedings of the 31th international conference on human factors in computing systems (pp. 3471–3480).
28. Ehnis, C., Mirbabaie, M., Bunker, D. and Stieglitz, S. (2014). **The Role of Social Media Network Participants in Extreme Events.** In: Proceedings of the Australasian Conference on Information Systems. Auckland: New Zealand Auckland.
29. Gargari A, Lucas E. (2007). **Imperialist competitive algorithm: an algorithm for optimization spired by imperialistic competition**. IEEE Congress on Evolutionary Computation, p.4661-4667. [doi:10.1109/CEC.2007.442 5083].
30. Geetha Devasena MS, Gopu G, Valarmathi ML (2016) **Automated and Optimized Software Test Suite Generation Technique for Structural Testing**. Int J Softw Eng Knowl Eng 26:1–13. doi: 10.1142/S0218194016500017.
31. Gordan., M. Abdul Razak., H. Ismail., Z. Ghaedi., Kh. (2018). Data mining based damage identification using imperialist competitive algorithm and artificial neural network. **Latin American Journal of Solid and Structures**. http://dx.doi.org/10.1590/1679-78254546. Pp 1 – 14.
32. Heverin, T., & Zach, L. (2010). **Microblogging for crisis communication: Examination of twitter use in response to a 2009 violent crisis in the Seattle-Tacoma, Washington Area**. In Proceedings of the Information Systems for Crisis Response and Management (ISCRAM) (pp. 1–5). Seattle, USA.
33. Higgins S, H. E. (2015). The Impact of School Environments. A literature review, The Centre for Learning and Teaching, School of Education, **Communication and Language Science**, p. 14.
34. Hmida., J B. Morshed., M J. Lee., J. Chambers., T. (2018). Hybrid Imperialist Competitive and GreyWolf Algorithm to Solve Multiobjective Optimal Power Flow withWind and Solar Units. **Energies** 2018, 11, 2891; doi:10.3390/en11112891. Pp 1 -23.
35. hokati B and Feizizadeh B. (2018). Sensitivity and uncertainty analysis of agro-ecological modeling for Saffron plant cultivation using GIS spatial decision making methods. **J Environ Plan Manag.** doi:10.1080/09640568.2018.1427561.
36. Homland Security. (2018). Countering False Information on Social Media in Disasters and Emergencies Social Media Working Group for Emergency Services and Disaster Management, **Science and Technology**, pp 1 -19.
37. Hughes, A. L., Denis, L. A. S., Palen, L., & Anderson, K. M. (2014). **Online public communications by police & fire services during the 2012 Hurricane Sandy**.

Proceedings of the conference on human factors in Computing Systems (CHI) (pp. 1505–1514). Toronto, Canada: ACM.

38. Kuttschreuter, M., Rutsaert, P., Hilverda, F., Regan, A., Barnett, J., & Verbeke, W. (2014). Seeking information about food-related risks: The contribution of social media. **Food Quality and Preference**, 37, 10–18. https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2014.04.006.

39. Li, Y, Zhao, Y and Zhang, Y. (2019). A spanning tree construction algorithm for industrial wireless sensor networks based on quantum artificial bee colony, **Journal on Wireless Communications and Networking** (2019) 2019:176. https://doi.org/10.1186/s13638-019-1496-z.

40. Lian K, Zhang C, Gao L, Shao X. (2012). **A modified colonial competitive algorithm for the mixed-model U-line balancing and sequencing problem**. Int. J. Prod. Res. 2012, 50, 5117–5131.

41. Maheri., M R. Talezadeh., M. (2017). An Enhanced Imperialist Competitive Algorithm for optimum design of skeletal structures. **Swarm and Evolutionary Computation. journal homepage**: https://doi.org/10.1016/j.swevo.2017.12.001. Pp 1 - 13.

42. Marwitz, Steve, Neil Maxson, Bill Koch, Todd Aukerman, Jim Cassidy, David Belonger. (2008). Corporate Crisis Management: Managing a major crisis in a chemical facility, **Journal of Hazardous Materials**, 159(1), PP. 92-104.

43. Medina, R. Z., & Diaz, J. C. L. (2016). Social media use in crisis communication management: An opportunity for local communities? In M. Z. Sobaci (Ed.), **Social media and local governments** (pp. 321–335). Cham: Springer International Publishing. Retrieved from https://doi.org/10. 1007/978-3-319-17722-9_17.

44. Melkolm, E. Baird., (2010), **The Phases of Emergency Management**, International Freight Transportation Institute(IFTI).1 – 50.

45. Nakechbandi, M and Mathieu, H. (2017). Minimum Spanning Trees in Weakly Dynamic Graphs, **10th International Colloquium of Logistics and Supply Chain Management LOGISTIQUA 2017** April, 27-28 ENSIAS, Rabat, Morocco.

46. Palen, L., & Liu, S. B. (2007). **Citizen communications in crisis: Anticipating a future of ICT-supported public participation**. Proceedings of the conference on Human Factors in Computing Systems (CHI) (pp. 727– 736). San Jose, USA: ACM Press.

47. Pan., Z. Lei., D. Zhang., Q. (2018). A New Imperialist Competitive Algorithm for Multi-Objective Low Carbon Parallel Machines Scheduling. **Hindawi Mathematical Problems in Engineering**. Volume 2018, Article ID 5914360, 13 pages. https://doi.org/10.1155/2018/5914360.

48. Reuland Y, Lestuzzi P and Smith L. (2019). A model-based data-interpretation framework for post-earthquake building assessment with scarce measurement data. **Soil Dynamics and Earthquake Engineering**. Volume 116, January 2019, Pages 253-263.

49. Reuter, C., Ludwig, T., Friberg, T., Pratzler-Wanczura, S., & Gizikis, A. (2015). Social media and emergency services? Interview study on current and potential use in 7 European countries. **International Journal of Information Systems for Crisis Response and Management** (IJISCRAM), 7(2).

50. Reuter, C., Marx, A., & Pipek, V. (2012). Crisis management 2.0: Towards a systematization of social software use in crisis situations. **International Journal of Information Systems for Crisis Response and Management** (IJISCRAM), 4(1), 1–16.

51. Reuter., C. Kaufhold., M. (2017). Fifteen years of social media in emergencies: A retrospective review and future directions for crisis Informatics. **J Contingencies and Crisis Management**. 2018; 26:41–57. DOI: 10.1111/1468-5973.12196. PP 41 – 57.
52. Saba, V., Premi, E., Cristillo, V., Gazzina, S., Palluzzi, F., Zanetti, O., Gasparotti, R., Padovani, A., Borroni, B., and Grassi., M. (2019). Brain Connectivity and Information-Flow Breakdown Revealed by a Minimum Spanning Tree-Based Analysis of MRI Data in Behavioral Variant Frontotemporal Dementia. **Frontiers in Neuroscience**. ORIGINAL RESEARCH. published: 14 March 2019. doi: 10.3389/fnins.2019.00211.
53. Safari Mamaghani A, Meybodei M R. (2011). **An Application of Imperialist Competitive Algorithm to Solve the Quadratic Assignment Problem**. 6th International Conference on Internet Technology and Secured Transaction, 11 – 14 December, Abu Dhabi, United Arab Emirates.562 – 565.
54. Sagar, V. C. (2016). As the water recedes: Sri Lanka rebuilds. **RSIS Commentaries**, 141.
55. Saif S M. (2016). An Improved Imperialist Competitive Algorithm Based on a New Assimilation Strategy. **Journal of Advances in Computer Engineering and Technology**, 2(2) 2016. PP 23 – 32.
56. Soden, R., Palen, L. (2018). **Informating Crisis: Expanding Critical Perspectives in Crisis Informatics**. PACM, Vol. 2, No. CSCW, Article #162: Publication Date: November 2018.
57. Stieglitz, S., Mirbabaie, M., Ross, B. and Neuberger, C. (2018a). Social Media Analytics -Challenges in Topic Discovery, Data Collection, and Data Preparation. **International Journal of Information Management** 39, 156-168.
58. Sutton, J. (2010). Twittering tennessee: Distributed networks and collaboration following a technological disaster. In S. French, B. Tomaszewski, & C. Zobel (Eds.), **Proceedings of the Information Systems for Crisis Response and Management** (ISCRAM). USA: Seattle.
59. Takagi J and Wada A. (2019). Recent earthquakes and the need for a new philosophy for earthquake-resistant design. **Soil Dynamics and Earthquake Engineering**. Volume 119, April 2019, Pages 499-507.
60. Van Western. C.J, Alkema. M.C.J, Damen. N, Kerle. N.C. and Kingma N.C., (2010), **Multi-hazard risk assessment**, Distance education course, RiskCity exercise book.
61. Wei Xu, Xiujuan Zhao, Yunjia Ma, Ying Li, Lianjie Qin, Ying Wang & Juan Du. (2018). A multi-objective optimization based method for evaluating earthquake shelter location–allocation, Geomatics, **Natural Hazards and Risk**. https://doi.org/10.1080/19475705.2018.1470114
62. Xiujuan Zhao, Graham Coates, Wei Xu. (2017). **Solving the earthquake disaster shelter location-allocation problem using optimization heuristics, Analytical Modeling and Simulation**, Proceedings of the 14th ISCRAM Conference – Albi, France, May 2017. pp 50 -62.
63. Zipf, A. (2016). Mit Netz und Geodaten. Katastrophen-Management Online. **Ruperto Carola Forschungsmagazin**, 8, 42–49.