

## مدل سازی و تحلیل وضعیت شبکه معابر شهری در زمان وقوع بحران (مطالعه موردی: گرگان - گلستان)

### مقاله علمی - پژوهشی

امید ذاکر\*، دانشجوی دکتری، گروه مهندسی عمران - حمل و نقل، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران مرکز، ایران  
سید محمد سادات حسینی، استادیار، گروه ایمنی ترافیک، دانشگاه تربیت مدرس افسری امام حسن مجتبی (ع)، تهران، ایران  
محمد هادی الماسی، استادیار، گروه مهندسی عمران راه و ترابری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان، ایران  
\*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: ozaker@yahoo.com

دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۰۱ - پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۰۱

صفحه ۵۰۸-۴۸۳

### چکیده

این تحقیق با در نظر گیری تحلیل وضعیت شبکه راه‌ها پس از بحران در شهر گرگان با توجه به عوامل تاثیرگذار مختلف و معیارهای دسترسی تحلیل شبکه، پس از تعیین معیارهای تاثیرگذار با توجه به نظرات کارشناسان با استفاده از جمع آوری پرسشنامه از ۲۰ متخصص اهمیت بندی شده و پس از بررسی پایایی پرسشنامه به روش آلفای کرونباخ به تحلیل عاملی جهت تعیین عوامل مهم موثر خدمات رسانی به افراد پس از بحران پرداخته شد. در تحلیل عاملی به ترتیب فاکتورهایی نظیر ۱- دسترسی به شبکه ارتباطی با عملکرد راه‌های شریانی درجه ۱، ۲- توجه به مسیرها، رعایت فاصله و حریم از رودخانه‌ها و انهار، ۳- دسترسی به شبکه ارتباطی با عملکرد راه‌های شریانی درجه ۲ و ... اولویت بندی شدند. که اثر ویژه شبکه‌های دسترسی و حمل و نقلی در آن‌ها نتیجه شد. در ادامه با توجه به اینکه روش تحقیق به صورت تحلیل مکانی و شبکه در محیط GIS است، تمامی عوامل در شهر گرگان در محیط GIS مورد آنالیز شبکه قرار گرفت. در نهایت با توجه به شناخت لایه‌های مختلف در شبکه در وضع موجود و همچنین دسترسی به نقاط امدادی نقلیه محور وضعیت شبکه راه‌ها پس از بحران موثر تحلیل قرار گرفت. در قسمت نهایی تجزیه و تحلیل تحقیق به منظور کنترل دسترسی مناسب مناطق مختلف شهر گرگان نسبت به ۱۱ پایگاه امدادی با استفاده از ابزار تحلیل شبکه و معیارهای آن نظیر زمان سفر، عملکرد معابر، مسافت و ... شعاع عملکردی این پایگاه‌ها مورد تحلیل قرار گرفت. خروجی تحلیل شبکه این را نشان داد تمامی ۱۱ ایستگاه در موقعیت‌های مطلوبی قرار دارند. با این تفاوت که در برخی قسمت‌ها با کمبود سطح سرویس دهی در شبکه راه‌های شهر نیازمند به جانمایی چندین پایگاه آتش نشانی و هلال احمر و ... می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: مدیریت بحران، اسکان اضطراری، شبکه راه‌ها، تحلیل شبکه، زلزله، گرگان

### ۱- مقدمه

نقل در شهرگرگان، که از شهرهای زلزله خیز با اهمیت زیاد می‌باشد است. بحران، رخدادی غیرمترقبه است که به طور طبیعی یا توسط دست بشر، ترکیبات زندگی روزمره و عادی مردم را در ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی دستخوش تحول جدی می‌نماید. مدیریت بحران، یک سری فعالیت‌ها و عملیات پیوسته در قالب برنامه‌ریزی، سازماندهی تشکیلات، رهبری، کنترل و

وضعیت شبکه حمل و نقل و زمان پاسخگویی از سازمان‌های امداد رسانی حائز اهمیت است، که باید سطح سرویس دهی وسایل نقلیه از مراکز به نقاط مختلف در منطقه‌های شهری با توجه به شبکه‌های ترافیکی و محدودیت‌هایی که دارند به این مکان‌ها را مورد توجه قرار داد. هدف از این تحقیق، ارائه یک تحلیل آسیب‌پذیری پس از فاجعه برای شبکه‌های طراحی شده حمل و

از وقوع بحران (زلزله) است. همچنین امدادگران نیز باید خود را به مناطق زلزله زده برسانند و زلزله زدگان را به محله‌های امن برسانند. برای انجام این جابجایی‌ها لازم است که شبکه راه‌های گرگان آمادگی لازم را داشته باشد.

## ۲- پیشینه تحقیق

از مطالعاتی که در حوزه موضوع تحقیق صورت گرفته است شرالی و کارتر (۱۹۹۱) مدل مکانیابی پناهگاه‌ها و ارائه الگوریتم برای برنامه‌ریزی تخلیه تحت شرایط سیل و طوفان را بررسی کرده‌اند و ساتایهاتوا و ران (۱۹۹۹) پس از تحقیقات گسترده یک مدل مدیریت دینامیکی ترافیک برای تخلیه نیروگاه‌های هسته‌ای ارائه دادند. بنابراین، از بررسی مطالعات گذشته می‌توان گفت شبکه راه‌های درون شهری را از مهمترین عوامل تأثیرگذار بر نحوه مدیریت بحران در محیط‌های شهری به هنگام بروز سوانح دانسته و بیان کرده‌اند که تقاضا برای استفاده از شبکه راه‌های موجود به موازات بروز بحران به بیشینه حد خود می‌رسد. در سال‌های گذشته با اتفاقات متعدد در کشور عزیزمان ایران، به دلیل حادثه خیز بودن و بروز حوادث طبیعی مانند سیل و زلزله و ... تحقیقات در زمینه امداد رسانی در شبکه در حین و پس از وقوع بحران پر رنگ تر شده است، به گونه‌ای که در بسیاری از طرح‌های شهری و طرح‌های جامع مدیریت بحران معابر و شبکه‌های با نفوذ بالا تعیین شده تا بهترین خدمات رسانی به نقاط امن صورت گیرد. امروزه با گسترش راه‌ها و ایجاد روش‌های مختلف حمل و نقل مسأله‌تر مسیریابی پیچیده از گذشته گردیده است. بر همین اساس پژوهشگران همواره به دنبال یافتن بهترین راه حل برای این مسأله بوده‌اند که بتواند با توجه به ویژگی‌های مسئله و پارامترهایی که دارد جواب مناسب را برای آن پیدا کنند. اما در این میان کمتر به موضوع امداد رسانی و تخلیه اضطراری درون شهری و انتقال افراد به نقاط امن پرداخته شده است. از سوی دیگر شاخص‌ها و پارامترهای استاندارد و کارشناسی شده نیز برای تعیین مسیرهای مناسب برای امداد رسانی در ایران تعریف نشده است. با توجه به سانحه خیز بودن کشور ایران از یک سو و وجود کلان‌ها شهری مختلف در ایران که دارای بافت‌های آسیب پذیر در مقابل زلزله هستند، لزوم پرداختن به این موضوع بیش از پیش ملموس است. در ادامه بررسی دقیق‌تر تحقیقات در سال‌های اخیر پرداخته می‌شود.

تومر سیمون و همکاران (۲۰۱۵)، در پژوهشی با عنوان؛ نحوه عمل در شرایط اضطراری مروری بر استفاده از رسانه‌های اجتماعی در تخلیه راه‌های مواصلاتی، به بررسی موضوع نقش

هماهنگی جهت پیشگیری از بحران و کاهش اثرات ناشی از آن و بهبود امور و اوضاع بعد از بحران است. برنامه ریزی پیش از وقوع بحران از مسائل مهمی است که امروزه پیش روی مدیران شهری به ویژه در حوزه مدیریت بحران قرار دارد. با توجه به اینکه ایران از کشورهای بلاخیز دنیا به شمار می‌رود، لازم است مدیریت شهری قدرت و توانایی بالایی در مواجهه با حوادث ناگوار طبیعی داشته باشد و به منظور کاهش اثرات سوء بحران‌های شهری برای ارتقاء و گسترش توانایی‌های خود به طور مستمر تلاش نماید. در سال‌های اخیر احداث پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران در دستور کار سازمان‌ها در شهرها قرار گرفته است. یکی از موارد قابل توجه قبل از پایگاه این پایگاه‌ها مطالعه، بررسی سطح سرویس دهی خودروهای امدادی در شبکه راه‌ها است. به طوری که در شرایط بحرانی در نظریه محلی‌های ایمن بتواند در جهت کارایی هرچه بیشتر پایگاه موثر و مفید واقع شود و بتوان افراد به آن مکان‌ها پناه داده شوند و سازمان‌های امداد و نجات، بیمارستان‌ها و ... بهترین و سریعترین دسترسی به پایگاه مدیریت بحران را داشته باشند. همانطور که گفته شد علاوه بر معیارهای مکانیابی پایگاه‌های مدیریت بحران (نظیر: مشخصات کالبدی بافت، تراکم جمعیت، نوع عملکرد مسیر و ...)، وضعیت شبکه حمل و نقل و زمان پاسخگویی از سازمان‌های امداد رسانی حائز اهمیت است، که باید سطح سرویس دهی وسایل نقلیه از مراکز به نقاط مختلف در منطقه‌های شهری با توجه به شبکه‌های ترافیکی و محدودیت‌هایی که دارند به این مکان‌ها را مورد توجه قرار داد. این تحقیق می‌کوشد تا با نشان دادن چالش‌های ایجاد شده پس از وقوع یک زلزله چه شرایطی در نظر خواهد گرفت. در این زمان باید سناریوهای مختلف برای تخلیه اضطراری و جابجایی افراد به مکانهای امن را در سناریوهای مختلف در نظر گرفت. علاوه بر موضوعات و معیارهای موثر بر جانمایی ایستگاه‌های امن باید تحلیل‌های دسترسی حمل و نقل و تحلیل شبکه در اولویت قرار گیرند. به دلیل آنکه تقاضای سفر بعد از فاجعه را می‌توان اساساً از تقاضای روزانه سفر معمول تغییر داد و شاید پیش بینی تقاضای سفر در بسیاری از حالات نامشخص باشد و در شرایط دیگر غیرممکن به نظر می‌رسد چون رفتار سفر افراد ممکن است منطقی نباشد. بنابراین حل این مسأله در گام اول نیاز به بررسی تمامی عوامل موثر بر تحلیل شبکه با رویکرد ترافیک داشته و گاه‌های بعدی سناریوسازی حساسیت با توجه به شرایط مختلف ترافیکی شبکه در لحظه بحران می باشد که باید شرایط مختلف برای مدیریت پس از بحران نیز در نظر گرفته شود. هدف اصلی این تحقیق بررسی وضعیت شبکه راه‌های شهر گرگان بعد

مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان دهنده صحت کارکرد مدل و توانایی بالای آن در یافتن مسیرهای بهینه با چندین هدف متضاد است.

شریعت و افندی زاده در سال ۱۳۹۶، در تحقیق تحت عنوان "ارایه مدل بهینه امداد و نجات تیم‌های عملیاتی پلیس با استفاده از روش ANP" اذعان دارد نیروهای پلیس به عنوان فرمانده صحنه در مدیریت سوانح نقش کلیدی و اساسی به عهده دارند. بنابراین جانمایی مناسب محل استقرار این نیروها به عنوان پایگاه‌های پلیس در جاده‌های کشور علاوه بر افزایش کارایی سایر دست اندرکاران رسیدگی به سوانح، منجر به کاهش پیامدهای ناشی از بروز حوادث جاده‌ای در سراسر کشور خواهد شد. ایشان در این مقاله با توجه به وضعیت فعلی کشور در رابطه با اقدامات بعد از بروز سانحه، مدیریت سوانح و جایگاه پلیس را تشریح داده، سپس از طریق شاخص‌های مکانیابی محل استقرار و روش‌های تحلیل شبکه، پایگاه‌های عملیاتی پلیس را مکانیابی نموده است. برزو رستمی و همکاران در سال ۲۰۱۸ میلادی، در تحقیقی تحت عنوان "حل مسائل مسیریابی خودرو با زمان سفر تصادفی و هماهنگ شده"، به توسعه تعریف مدل حمل و نقل پرداخت. در این مقاله، یک نسخه از مسائل مربوط به مسیریابی مسطح (CVRP) که در آن زمان سفر به عنوان متغیر نامعین و آماری مرتبط (CVRP-SCT) فرض می‌شود، در نظر گرفته می‌شود. به طور خاص فرض شده است که زمان سفر یک توزیع احتمال چند متغیری است که لحظات اول و دوم آن شناخته شده است. هدف اصلی CVRP-CST برنامه‌ریزی مسیرهای وسیله نقلیه ای است که زمان سفر در آن قابل اعتماد است، به این معنی که زمان سفر مشاهده شده با توجه به ارزش مورد انتظار خود بیش از حد پراکنده نمی‌شود. مدل حمل و نقل در این تحقیق با یک رویکرد متوسط واریانس در نظر گرفته شده است. این منجر به یک برنامه درجه دوم دودویی-پارامتری می‌شود که برای آن دو الگوریتم مجزا پیشنهاد شده است. برای هر مدل، یک الگوریتم دقیق بر مبنای قیمت و ارزش زمانی ایجاد می‌شود. الگوریتم‌های این تحقیق بر روی مجموعه‌ای غنی از نمونه‌ها با اطلاعات واقعی آزمایش شده است. نتایج محاسباتی نشان می‌دهد که الگوریتم‌های تعریف شده در این تحقیق می‌توانند نمونه‌های مسئله مسیریابی هر خودرو را با بیش از ۷۵ مشتری حل کنند. علاوه بر این، راه‌حل‌های به دست آمده بطور قابل توجهی تغییرات زمان را در مقایسه با CVRP استاندارد اصلاح شده کاهش می‌دهد. چن و لی در سال ۲۰۱۸ میلادی در تحقیقی تحت عنوان "مدل سازی آسیب پذیری شبکه راه برای زلزله زدگان و

رسانه‌های اجتماعی در تخلیه‌ی راه‌ها و ایجاد راه ارتباطی سالم پرداختند. جین ام بینر و همکاران (۲۰۱۶)، در پژوهشی به بررسی مسئله‌ی روند تخلیه‌ی اضطراری راه‌های ارتباطی شهری و نحوه‌ی استفاده از رسانه‌های اجتماعی در انجام مناسب‌تر این فرایند پرداختند. آن‌ها در این پژوهش با استفاده از نقش مهم رسانه‌های اجتماعی در تخلیه و مدیریت بحران، نشان دادند که این رسانه‌ها یک میدان سرعت در حال گسترش در مورد تخلیه‌ی اضطراری راه‌های مهم می‌باشند، بنابراین مقاله آن‌ها اشاره‌ی زیادی به نقش جدی رسانه‌ها در این امر دارد. آن‌ها در مورد زمانی که باید این تخلیه صورت پذیرد بحث‌های فراوانی انجام دادند و بیان نمودند که تسهیل تخلیه‌ی اضطراری با استفاده از رسانه‌های اجتماعی باید مداخلات مبتنی بر تخلیه را در میان مفاهیم بیشتر، برای ارتباط فاجعه و مدیریت بحران در نظر بگیرد. آن‌ها در برابر رفتار افراد توسط استخراج استراتژی متضاد الگوی مطلوب عمل نمودند و تدوین و فرموله کردن الگوریتم بیزی را به‌گونه‌ای انجام دادند که توانستند تخلیه‌ی مطلوب را به ترتیب مورد نظر در شرایط وخیم‌تر نیز انجام دهند. متکتن و همکاران در سال ۱۳۹۶ در تحقیق تحت عنوان "ارائه مدل مکانی هوشمند به منظور یافتن مسیرهای بهینه در شبکه حمل و نقل شهری" مدل مکانی هوشمند در محیط GIS با استفاده از حل مسئله به کمک الگوریتم‌های فراابتکاری ارایه دادند. الگوریتم‌های بهینه سازی، به ویژه الگوریتم‌هایی مانند الگوریتم ژنتیک چندهدفه NSGA-II، که توانایی در نظر گرفتن هم زمان چندین پارامتر ناسازگار در یک مسئله را دارند، می‌توانند GIS را در حل این گونه مسائل یاری کنند. هدف از این پژوهش عرضه مدلی بر مبنای الگوریتم NSGA-II در بستر GIS، به منظور کشف مسیرهای بهینه در شبکه حمل و نقل شهری است. بدین منظور، الگوریتم NSGA-II به گونه ای مدل شد تا ساختار توپولوژیک مسیرهای بهینه (پیوستگی و نبود حلقه در مسیر) حفظ شود؛ بنابراین، هم در تولید مسیرهای اولیه و هم در عملگرهای ژنتیکی مورد استفاده، حفظ ساختار توپولوژیک مسیرهای خروجی مدنظر قرار گرفت. در این راستا به منظور رسیدن به اهداف یادشده، دو عملگر ژنتیکی ابتکاری، متناسب با مسئله بهینه سازی مسیر در شبکه حمل و نقل شهری، توسعه داده شد. همچنین با هدف بالابردن کارایی مدل در ارائه مسیرهای بهینه، افزون بر در نظر گرفتن طول مسیر، ترافیک و کیفیت مسیر به منزله توابع هدف، دشواری عبور از تقاطع‌ها نیز به مثابه یکی دیگر از توابع هدف مدل شد. به منظور آزمودن قابلیت‌های مدل، یک شبکه حمل و نقل شهری فرضی با محدودیت‌های لازم طراحی شد و مدل، با بهره‌گیری از آن،

ارایه دادند. برای حل مسئله از الگوریتم شبیه‌سازی تبرید در مطالعه موردی تهران استفاده شده است. یافته‌های مقاله کارآیی روش پیشنهادی را تأیید می‌کند. زیرا قادر است در یک زمان محاسباتی نسبتاً معقول، یک راه حل با کیفیت بالا پیدا کند (بیژنی و صالحی، ۱۴۰۰).

### ۳- هدف تحقیق

هدف از این تحقیق، ارائه یک تحلیل آسیب پذیری پس از فاجعه برای شبکه‌های طراحی شده حمل و نقل در شهرگران، که از شهرهای زلزله خیز با اهمیت زیاد می‌باشد است.

### سطح سرویس مسیره‌های اصلی

مفهوم سطح سرویس در سال ۱۹۶۵ به‌وسیله به‌عنوان یک راه مناسب برای توضیح کیفیت کلی عملکرد یک تسهیلات با شرایط ترافیکی، جاده‌ای و شرایط کنترلی مشخص معرفی شد. با کاربرد یک مقیاس حرفی از A تا F، یک سری حروف فنی برای بیان عملکرد یک تسهیلات ایجاد شده تا ابزار مناسبی برای عموم و مسئولان در بیان مسائل ترافیکی باشد. HCM ۲۰۰۰ سطح سرویس را مطابق مفهوم زیر تعریف می‌کند. سطح سرویس (LOS) یک مقیاس کیفیتی است که شرایط عملکردی مانند سرعت، زمان سفر، آزادی عمل، اغتشاشات ترافیکی و راحتی را در یک جریان ترافیک توضیح می‌دهد. ۶ سطح سرویس از A تا F، بهترین تا بدترین عملکرد را برای هر نوع از تسهیلات توضیح می‌دهد گرچه در ابتدا مدل‌ها برای پیش‌بینی یک معیار کیفی در بیشتر انواع تسهیلات به‌وجود نیامدند ولی در حال حاضر انواع تسهیلات دارای سطوح سرویسی هستند که براساس معیارهای مورد نظر تعریف شده است.

برای مشخص نمودن کیفیت جریان ترافیک یا سطح سرویس یک مسیر در حالت کلی دو پارامتر سرعت سفر و نسبت حجم ترافیک موجود به ظرفیت مسیر را که از جمله پارامترهای تعیین کننده و قابل اندازه‌گیری می‌باشند در نظر می‌گیرند، برای سنجش کیفیت ترافیک شبکه معیار معمولاً شش وضعیت در نظر گرفته می‌شود. جدول شماره ۱ نحوه تعیین کیفیت جریان ترافیک به روش‌های مختلف و کیفیت هر سطح سرویس را براساس آیین نامه طراحی راه‌های شهری و HCM نشان می‌دهد.

پاسخ ابتدایی در تخلیه بدون آگاهی " آسیب پذیری برای توسعه سیستم‌های حمل و نقل که از بروز بلایای ویرانگر برخوردار بوده و از تخلیه کارآمد محلات اطمینان حاصل شود، را مورد بررسی قرار داده است. مطالعات موجود در مورد آسیب پذیری شبکه جاده‌ای از دو جنبه مهم تحلیل است: تخلیه بدون اطلاع و اهداف مختلف تخلیه و پاسخ ابتدایی رفتاری افراد در شبکه. اول، تخلیه بدون توجه زمان محدودی را برای برنامه‌ریزی اضطراری پیشگیرانه باقی می‌گذارد. بنابراین، استراتژی‌های نجات در این سناریو به اطلاعات ترافیکی در زمان واقعی وابسته است. دوم، هدف تخلیه و پاسخ ابتدایی رفتاری افراد در شبکه این است که بلافاصله پس از وقوع یک رویداد خطرناک به منطقه آسیب دیده منتقل شوند، و خطری که با آنها روبرو هستید با خطرناک شدن رفتار افراد فرق می‌کند. برای این منظور، این مقاله یک مدل مبتنی بر شبکه برای ارزیابی آسیب پذیری در حین تخلیه بدون اطلاع و ایجاد آن برای یک مطالعه موردی در دوبلین، اوهایو، ایالات متحده فراهم نموده است. این مدل برای ارزیابی آسیب‌پذیری شبکه در پاسخ به حوادث با عدم اطمینان و هماهنگی استراتژی‌های کنترل ترافیک در تخلیه بدون آگاهی اولیه مناسب است. تیلور و همکاران در سال ۲۰۱۹ میلادی، در مقاله ای تحت عنوان " آسیب پذیری و تحلیل حساسیت شبکه حمل و نقل: روشی برای تشخیص مکان‌های بحرانی در سیستم ساختار شبکه‌های حمل و نقل"، ملاحظات زیرساخت‌ها و شبکه حمل و نقل در شرایط بحرانی را مورد ارزیابی قرار داد. نگرانی از دلایل مختلفی از جمله وضعیت توسعه، وضعیت و میزان استفاده از سیستم‌های زیرساختی موجود، به ویژه نفوذپذیری شبکه‌های حمل و نقل مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق مشکلات مربوط به تأمین زیرساخت‌های جدید در بخش حمل و نقل عمومی، مشارکت عمومی برای تأمین زیرساخت‌ها و درک خطرات و تهدیدات زیرساخت‌ها از هر دو منظر بلایای طبیعی (مانند سیل، آتش سوزی یا زلزله) و یا انسانی مانند اعمال خرابکاری، جنگ یا تروریسم ارزیابی شد و سطح دسترسی و نفوذپذیری شبکه معابر با توجه به معیارها در نظر گرفته شده نظیر کاربری زمین، و خصوصیات ترافیکی معابر در زمان بحران با استفاده از ابزار تحلیلگر شبکه اندازه‌گیری شد. حبیب زاده بیژنی و صالحی در سال ۱۴۰۰، یک مدل ریاضی دو هدفه را در زمینه مدیریت پسماندهای خطرناک صنعتی گسترش می‌دهد که تصمیمات یکپارچه دو سطح را یعنی مکان یابی و مسیریابی وسایل نقلیه را

جدول ۱. تعیین سطح سرویس بر اساس میزان نسبت حجم ترافیک موجود به ظرفیت خیابان یا سرعت (بهزادی، ۱۳۹۰)

توضیح	میانگین سرعت سفر		نسبت حجم به ظرفیت	کیفیت ترافیک
	درجه دو فرعی	درجه دو اصلی		
کیفیت عالی	۴۰	۵۵	$\leq 0.35$	A
کیفیت بسیار خوب	۳۴	۴۵	$0.35 - 0.50$	B
کیفیت خوب	۲۸	۳۵	$0.50 - 0.75$	C
حداقل کیفیت پذیرفتنی	۲۳	۲۷	$0.75 - 0.90$	D
کیفیت در وضعیت استفاده از ظرفیت مطلق (نامناسب)	۱۸	۲۰	$0.90 - 1$	E
کیفیت در حالت بسیار ضعیف (ناپایدار و راه بندان)	<۱۸	<۲۰	>1	F

### مسافت و طول شبکه معابر

پارامتر مسافت که در واقع مستقیماً به بعد مکانی شبکه معابر بستگی دارد، به راحتی در محیط GIS با توجه به سیستم تصویری که موقعیت شبکه دارد، قابل محاسبه می‌باشد.

با توجه به قابلیت سیستم اطلاعات جغرافیایی در حل مسائل پیچیده شهری و سهولت در تحلیل و آنالیزهای مکانی، از توانایی‌های این سیستم جهت آماده سازی، تلفیق و تحلیل لایه‌ها بهره گرفته خواهد است. با توجه به بررسی تحقیقات پیشین و مبنای نظری معیارها و زیرمعیارهای تحلیل مکانی به صورت جدول ۲ تعیین شده است.

سیستم اطلاعات مکانی سیستمی یک پارچه برای کار با نقشه‌های رایانه ای و مدیریت پایگاه داده‌های مکانی است که آرایه وسیعی از کارکردهای لازم برای ذخیره‌سازی، بازیابی مدیریت، تحلیل و نمایش داده‌های مکانی مرجع را فراهم می‌کند. قابلیت‌های متداول سیستم‌های اطلاعات مکانی عبارت است از (تحسین پورقشویی، ۱۳۹۱).

-نقشه نگاری و نقشه نگاری موضوعی و موضعی

-مدیریت پایگاه داده‌ها

-پرسجو تعاملی

-بازاریابی داده‌های مکانی

-کار روی داده‌های مکانی

-تحلیل داده‌های مکانی

-کدگذاری منطق جغرافیایی

-جانمایی لایه‌های مختلف (نقطه‌ای، خطی و چند ضلعی)

موضوع عمده در پیاده‌سازی سیستم اطلاعات مکانی، دسترس پذیری همه جانبه و کیفیت داده‌های مکانی است. در کشورهای پیشرفته، داده‌های مکانی بسیار خوب با اطلاعاتی در مورد شبکه خیابان‌ها و جمعیت، با قیمت بسیار ارزانی در دسترس قرار دارد. اما در کشورهای دیگر ممکن است این داده‌ها برای هر کاربردی کامل نباشند، یا ممکن است قدیمی باشند و یا ممکن است هیچگونه اطلاعاتی از آنها وجود نداشته باشد، بنابراین، برای کار با آنها نیاز به ساخت و یا به روز رسانی آنها باشد و این نکته یکی از اهداف مهم نگارنده در تدوین این پایان نامه می‌باشد.

یک سیستم GIS شامل یک بسته کامپیوتری (شامل سخت افزار و نرم‌افزار) از برنامه‌های رایانه‌ای با یک واسطه کاربر می‌باشد که دست یابی به عملیات و اهداف ویژه‌ای را فراهم می‌سازد. مولفه‌های چنین سیستمی عبارتند از:

کاربران ۱: مهارت در انتخاب و استفاده از ابزارها در یک سیستم اطلاعات جغرافیایی و شناخت کافی از اطلاعاتی که استفاده می‌شوند یکی از موارد اساسی برای موفقیت در استفاده از تکنولوژی GIS است که این از وظایف یک کاربر می‌باشد.

سخت افزارها: امروزه شبکه‌های GIS شامل تعدادی کامپیوترهای شخصی، چاپگرها و پلاترها می‌باشد که معرف مولفه سخت افزار یک سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌باشند.

نرم افزارها ۳: به منظور استفاده بهتر از سیستم اطلاعات جغرافیایی، استفاده از نرم افزارهای به روز و توانمند توصیه می‌شود.

۴- اطلاعات ۴: قلب هر GIS پایگاههای اطلاعاتی آن است در این پایگاهها به پرسشهایی از قبیل چه شکلی است؟ کجاست و چگونه به دیگر اشکال مرتبط می شود داده می شود.

۵- روشها: شیوههای صحیح به کارگیری اطلاعات در جهت رسیدن به اهداف ویژه در یک سیستم اطلاعات جغرافیایی از مهمترین مولفه های آن است.

جدول ۲. معرفی لایه های اطلاعاتی و عوامل تاثیرگذار در خدمات رسانی پس از بحران

اصول	معیار	زیر معیار			
کارایی	مشخصا کالبدی بافت	مجاورت با بافت فرسوده			
	جمعیت	تراکم جمعیت			
	مشخصات کالبدی محدوده	مساحت مناسب			
	دسترسی به شبکه ارتباطی		راه های شریانی درجه ۱		
			راه های شریانی درجه ۲		
			جمع و پخش کننده		
			خیابان های محلی		
سازگاری	همجواری با کاربری های پدافندی و امدادی	پایگاه اورژانس و هلال احمر			
		آتش نشانی			
		بیمارستان			
	سازگاری با کاربری		فضای سبز و روباز		
			آموزشی		
			مذهبی		
			ورزشی و فرهنگی		
			اداری و انتظامی		
			رعایت حریم با کاربری و فضاها ناسازگار		پمپ بنزین
					پست برق
پمپ گاز					
پست های تقلیل فشار					
خط لوله نفت					
خط لوله گاز					
خطوط انتقال انرژی برق					
ایمنی	مشخصات زمین شناختی	شیب زمین			
		گسل			
	مسیل	رودخانه و انهار و حرایم			
		کانال			
	نوع پوشش گیاهی پیرامون		کشاورزی		
			مرتع		
			جنگلی		

مدل های داده های مکانی

دیجیتالی براساس اعداد یا کارکترهایی که در درون خود به صورت اعداد دو رقمی نگهداری می کنند، عمل می نمایند. بنابراین پدیده های مورد نظر در جهان واقع در یک سیستم کامپیوتری، باید به شکل نمایندن عرضه شوند پس ابتدا باید مرحله جمع آوری داده انجام گیرد و سپس فرایند فشرده سازی گستره

سیستم اطلاعات جغرافیایی و کامپیوترها را نمی توان به طور مستقیم برای جهان واقعی به کاربرد، زیرکامپیوترهای

### ورودی داده‌ها

مؤلفه ورودی داده‌ها، آنها را از شکل مودشان به شکلی یا صورتی قابل استفاده در GIS تبدیل می‌کند در این مرحله داده‌های زمین مرجع که به صورت نقشه‌های کاغذی، جدولی از اطلاعات توصیفی، فایل‌های الکترونیک و اطالات توصیفی مربوط به آنها، عکس‌های هوایی و یا تصاویر ماهواره‌ای می‌باشند، طبق استانداردهای مورد نظر، برای دقت خروجی‌هایی که قرار است تهیه گردند، مورد ارزیابی قرار می‌گیرند.

### مدیریت داده‌ها

این مرحله شامل توابعی برای ذخیره، نگهداری و بازیابی اطلاعات موجود در پایگاه داده‌های می‌باشد.

### تجزیه و تحلیلی و پردازش داده‌ها

شامل مجموعه فعالیت‌های می‌شود که توسط نرم‌افزارها، سخت افزارها و کاربر، بر روی داده‌ها به منظور آماده سازی و پردازش آنها برای مراحل بعد صورت می‌گیرد.

### خروجی داده‌ها

توابع خروجی مورد استفاده بر اساس نیازهای کاربران تعیین می‌شود. لذا، داده‌های خروجی به اشکال مختلف از قبیل نقشه، جدول، یا به صورت نوشتاری‌های کاغذی و یا به صورت رقومی ارائه می‌گردند (سپهر، ۱۳۹۰)

-معرفی داده‌ها و شناخت مطالعه موردی

-محدوده مورد مطالعه (شهر گرگان)

شهرستان گرگان در بخش جنوبی استان گلستان واقع شده است این شهرستان از شمال به شهرستان‌های آق قلا و ترکمن و از جنوب به استان سمنان و از شرق به شهرستان علی آباد و از غرب به شهرستان کردکوی محدود می‌شود. گرگان دارای سه منطقه شهرداری می‌باشد. شهرداری مرکزی که در مرکز شهر گرگان؛ شهرداری منطقه یک در خیابان مصطفی خمینی (کوی علی محمدی)، منطقه دو در در بلوار قدس (خیابان چاله‌باغ و منطقه سه که در خیابان رجایی واقع شده‌اند. وسعت شهرستان گرگان ۱۶۱۵٫۸ کیلومتر مربع (۷٫۹۱ درصد از مساحت استان) می‌باشد و بر اساس تقسیمات کشوری سال ۸۹ از دو بخش مرکزی و بهاران و سه شهر گرگان، سرخنگلاته و جلین، پنج

زمین شناسی، ساختار ژئو فیزیکی با هر ویژگی دیگری از سطح زمین که اطلاعات آن گردآوری شده بود، به شکل قابل دستیابی در کامپیوتر با استفاده از مدل‌های نمادین صورت گیرد. هر نقشه زمین شناسی یک مدل نمادین است زیرا گستره ساده شده قسمتی از جهان واقعی است که از زاویه دید زمین شناس صحرایی مشاهده شده است. مؤلفه‌های مدل گفته شده عوارض مدل گفته شده عوارض مکانی هستند که به تقریب همان موجودیت‌های مستقل جهان واقعی هستند که بر روی نقشه توسط نمادهای گرافیکی عرضه می‌شوند.

### ورودی و خروجی داده‌ها

برای اینکه یک سیستم اطلاعات جغرافیایی مفید واقع گردد باید قادر به دریافت و تولید اطلاعات به صورت موثر باشد. توابع ورودی و خروجی داده‌ها، مفاهیمی هستند که توسط آنها یک GIS با جهان خارج ارتباط برقرار می‌کند و ورودی داده‌ها عبارتند از: روند کد گذاری داده‌ها به یک شکل خوانا توسط کامپیوتر و قرار دادن داده‌ها در پایگاه اطلاعاتی GIS.

داده‌هایی که در سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌توانند وارد شوند دوتنوع هستند. داده‌های مکانی که موقعیت جغرافیایی عوارض را نشان می‌دهند (مانند نقاط یا خطوطی که عوارض جغرافیایی مانند خیابان دریاچه و غیره را نشان می‌دهند).

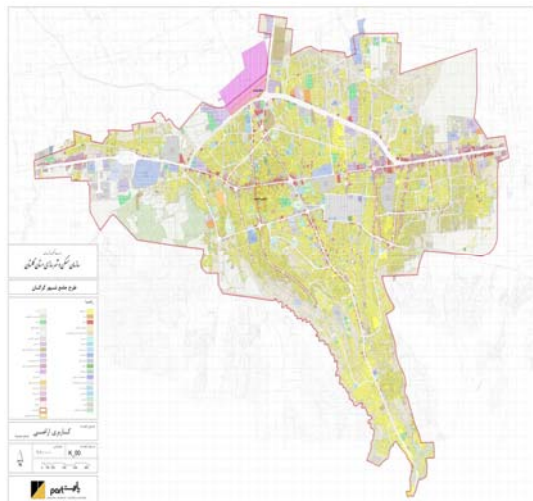
داده‌های توصیفی غیر مکانی که به توصیف خصوصیات عوارض می‌پردازند مثل شوری آب یک دریاچه و یا اطلاعاتی مانند اسم یک خیابان.

ورود داده‌های به یک سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌تواند به اشکال ثبت توسط صفحه کلید هندسه مختصات رقومی کردن دستی، اسکن کردن و وارد کردن فایل‌های رقومی موجود صورت گیرد. خروجی داده‌ها روندی است که توسط آن اطلاعات حاصل از GIS به یک شکل مناسب جهت استفاده کاربر ارائه می‌شود.

### مراحل ایجاد و پیاده سازی GIS

ایجاد و برپایی GIS در قالب یک پروژه شامل مراحل ورودی داده‌ها، مدیریت داده‌ها، تجزیه و تحلیل و پردازش داده‌ها و در نهایت خروجی داده‌ها می‌باشد.

هکتار که ۱۷,۹۳ درصد از مساحت شهر را به خود اختصاص داده است؛ و در آخر اراضی زراعی با سطحی معادل ۴۵۳,۶۰ هکتار که ۱۲,۷۴ درصد از مساحت شهر را به خود اختصاص داده است. در مجموع می‌توان گفت این چهار کاربری روی هم رفته با سطحی در حدود ۲۸۲۴,۴۵ هکتار که ۷۹,۳۴ درصد از مساحت شهر را به خود اختصاص داده اند.



شکل ۱. نقشه کاربری اراضی موجود شهر گرگان (پارت، ۱۳۹۰)

### بررسی وضعیت شبکه معابر شهر گرگان

از نقطه نظر ساختاری شبکه شریانی‌های شهری، ساختار داخلی کم و بیش شطرنجی است اما در مناطق حاشیه‌ای شهر ساختار حلقوی دیده می‌شود. البته در قسمت‌های داخلی نیز با ساختار برخی معابر نظیر بلوار قدس و بلوار رسالت تمایل به ایجاد حلقه‌های درونی نیز دیده می‌شود؛ اما این حلقه‌ها به دلیل بافت متراکمی که شبکه را به سمت الگوی شطرنجی سوق می‌دهد، تکمیل نشده‌اند و تنها کمانهای مجزایی شده‌اند که عملاً نقش جزئی از ساختار شطرنجی موجود را ایفا می‌کنند.

در شکل ۲ ساختار شبکه معابر اصلی شهر در محدوده مورد مطالعه قابل مشاهده است.

دهستان و ۹۸ روستا تشکیل شده است (سایت استانداری گلستان، ۱۳۹۳). جمعیت شهرستان گرگان ۴۶۲۴۵۵ نفر می‌باشد که نسبت به جمعیت استان حدود ۳۵٪ را به خود اختصاص داده است. تراکم نسبی جمعیت در شهرستان گرگان به ازای هر کیلو متر مربع ۲۵۹ نفر می‌باشد که نسبت به استان که ۸۳ نفر می‌باشد بیش از ۳ برابر تراکم نسبی جمعیت را دارا می‌باشد.

جمعیت شهر گرگان در نخستین سرشماری ۱۳۳۵ برابر با ۲۸ هزار نفر بود که در سال ۱۳۴۵ به ۵۱ هزار نفر و در سال ۱۳۵۵ به ۸۸ هزار نفر می‌رسد. با وقوع انقلاب اسلامی و سیاست‌های تشویقی جمعیت بعد از آن و همچنین تداوم مهاجرت‌ها جمعیت این شهر از ۱۴۰ هزار نفر در سال ۱۳۶۵ به ۱۸۵ هزار نفر در سال ۱۳۷۵ افزایش یابد روند این افزایش در دهه اخیر شتاب بیشتری گرفته و در سال ۱۳۹۰ به ۳۹ هزار نفر بالغ گردیده است. گرچه شهر گرگان در سال ۱۳۰۴ شهر شده است، ولی از جمله شهرهای قدیمی کشور است که در متون قدیمی با نام‌های جرجان و استرآباد شناخته شده است. این شهر چنان که اشاره شد به لحاظ جمعیتی مهمترین شهر استان و به لحاظ فعالیت‌های اقتصادی-اجتماعی، مهمترین مرکز تبادلات در استان و از استان با سایر مراکز جمعیتی کشور است. این شهر بر اساس آخرین سرشماری نفوس و مسکن مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۰ دارای ۳۸۲۴۶۰ نفر جمعیت بوده است. برای بررسی سیر تحولات جمعیتی شهر گرگان به آمار سرشماری عمومی نفوس و مسکن سالهای ۹۰-۱۳۳۵ استناد شده که تغییرات جمعیتی به شرح زیر می‌باشد. رشد سالیانه جمعیت شهر گرگان در دهه سال‌های ۴۵-۱۳۳۵ برابر ۵,۹ درصد بوده که به تدریج همراه با گسترش شهر و بالاتر رفتن حجم جمعیت رو به کاهش گذاشته و نهایتاً در دوره سال‌های ۷۰-۱۳۶۵ به ۳,۱ درصد رسیده است. متناسب با کاهش رشد جمعیت، بعد خانوار نیز روند کاهنده داشته و از ۵,۳ نفر در سال ۱۳۳۵ به ۳,۵۰ هزار نفر در سال ۱۳۹۵ رسیده است.

### کاربری اراضی

بررسی‌ها شماره نشان می‌دهد که کاربری مسکونی با سطحی معادل ۱۱۱۲,۶۸ هکتار ۳۱,۲۶ درصد از مساحت شهر را به خود اختصاص داده است، پس از کاربری مسکونی، شبکه ارتباطی با سطحی معادل ۶۱۹,۷۵ هکتار، ۱۷,۴۱ درصد از مساحت شهر را به خود اختصاص داده، دارای سرانه‌ای معادل ۲۰,۴۱ متر مربع برای هر نفر است. پس از آن اراضی بایر با سطحی معادل ۶۳۸,۴۳

حجم یک ساعت اوج در نهایت برای هر یک از معابر به صورت حجم معادل سواری گزارش می‌شود.

پس از برداشت حجم تردد و محاسبه ظرفیت معابر، نسبت حجم به ظرفیت معابر اصلی در ساعات اوج صبح و ظهر و سطح سرویس معابر در محاسبه می‌گردد. نتیجه شکل‌های ۴ و ۵ در ادامه از نقشه محلات آمارگیری حجم تردد معابر و در همچنین سطح سرویس آن‌ها را نشان می‌دهد.

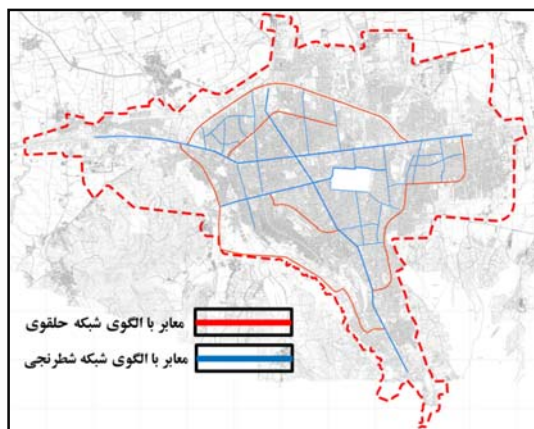
جدول ۳. ضریب معادل سواری را برای راه‌های درون شهری (بهزادی، ۱۳۹۰)

ش	نوع وسیله نقلیه	راه‌های درون شهری	
		دو خطه	چهار خطه
۱	تاکسی	۱,۳	۱,۱
۲	سواری	۱	۱
۳	وانت - نیسان	۱,۳	۱,۱
۴	دوچرخه	۰,۳	۰,۷
۵	موتور سیکلت	۰,۵	۰,۵
۶	مینی بوس	۲,۵	۱,۵
۷	اتوبوس	۴	۲,۵
۸	خاور	۲	۱,۳
۹	کامیون	۴	۴
۱۰	تریلی	۷	۵

**بررسی سطح سرویس و زمان سفر لینک‌ها در شبکه معابر**  
در اینجا به نتایج، اطلاعات و داده‌های مربوط به مسیرهای حرکت که درگیر ترافیک هستند پرداخته می‌شود. در جدول زیر بر اساس ایستگاه‌های آمارگیری وضعیت حجم ساعت اوج و سطح سرویس آنها در کل ساعت روز را مشخص نموده است.

#### بررسی تاخیر در تقاطعات

با توجه به تقاطع‌های زیاد در ساختار شبکه معابر شهر گرگان که به دلیل نوع ساختار حلقوی - شطرنجی نیز می‌باشد، بهتر است



شکل ۲. نقشه ساختار و الگوی شبکه معابر اصلی شهر گرگان (طرح جامع گرگان، ۱۳۹۲)

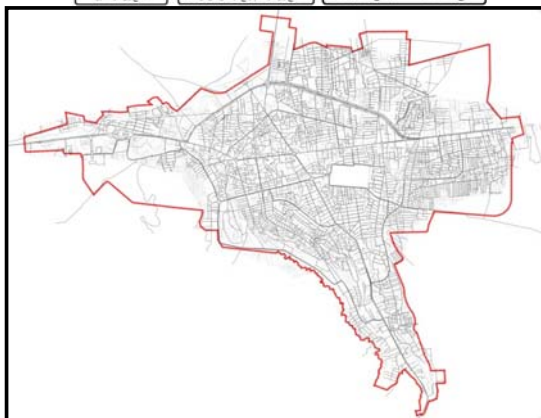


شکل ۳. نقشه سلسله مراتب راه‌های درون شهری گرگان

همچنین در شکل ۳ نقشه سلسله مراتب اصلی (تا جمع و پخش کننده) و برخی از معابر محلی قابل مشاهده است. آمارگیری‌های شمارش حجم وسایل نقلیه مختلف در روزهای کاری وسط هفته (یکشنبه تا چهارشنبه) انجام می‌شود که اطلاعات این بخش از طرح جامع حمل و نقل ۱۳۹۶ برگرفته شده است. همانطور که مشخص است، تعداد وسایل نقلیه به تفکیک سواری شخصی و تاکسی، وانت، موتور، اتوبوس و مینی بوس و کامیون گردآوری می‌شود.

آمارهای حجم تردد در وضع موجود معابر باید براساس یک ساعت اوج جمع آوری و پس از تبدیل به معادل سواری گزارش شود. بنابراین با توجه به نوع تغییرات حجم برداشت شده در هر تقاطع در هر یک از نوبت‌های آمارگیری (صبح، ظهر، عصر)

مکانی دقیق مسیرهای حرکتی برخی از تقاطعات غیر همسطح نشان داده شده است.



شکل ۶. نقشه بعد مکانی شبکه حمل و نقل به همراه برخی از تقاطعات غیر همسطح

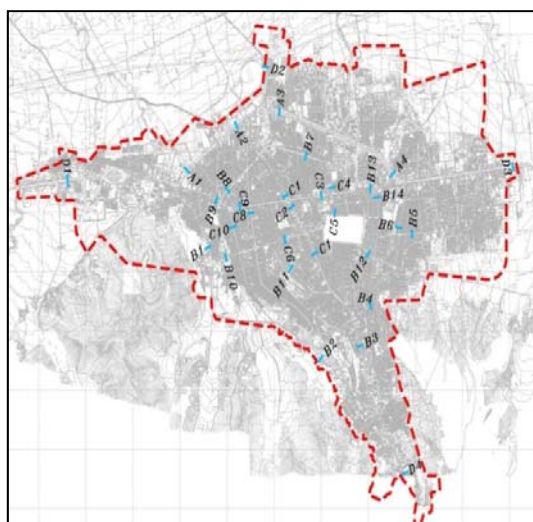


شکل ۷. تعداد خط مفید عبوری برای سواری شخصی

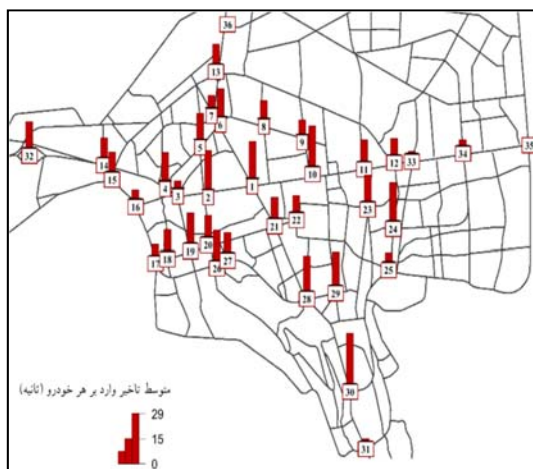
#### تعیین وضعیت تعداد خطهای عبور در معابر

این مسئله بیشتر در محاسبه ظرفیت و معیار حجم وسایل نقلیه به ظرفیت مسیر حائز اهمیت است، که قبل تر در این پژوهش، به مبانی نظری و همچنین محاسبه آن در مطالعه موردی پرداخته شده است. در اینجا نقشه شکل ۷ در بالا تعداد خطها در شبکه معابر شهر به تصویر کشیده است.

وضعیت تاخیر در تقاطعات به عنوان یکی از عوامل شبکه مورد بررسی قرار می گیرد. بدین منظور موقعیت تقاطعها و میزان تاخیر وارده بر هر خودرو با شماره‌های مربوطه در نقشه شکل ۵ نشان داده شده است.



شکل ۴. محلات آمارگیری حجم تردد وسایل نقلیه



شکل ۵. موقعیت تقاطعها در شهر گرگان و نمودار میانگین تاخیر وارده بر هر خودرو در تقاطع

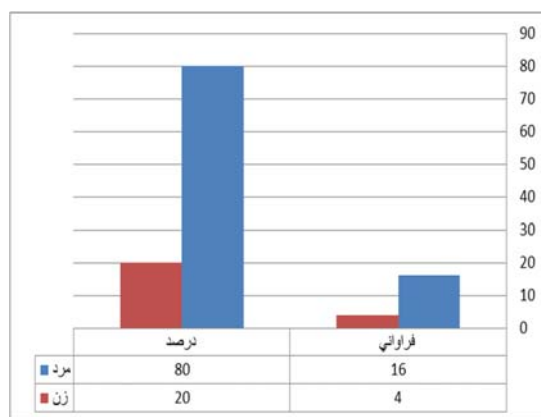
#### بعد مکانی شبکه معابر گرگان

در شکل ۶ شمای کلی و بعد مکانی از شبکه معابر با تمامی عملکردهای مختلف از شریانی درجه ۱ تا خیابانهای محلی که در GIS مورد طراحی دقیق قرار گرفته اند. همچنین طراحی

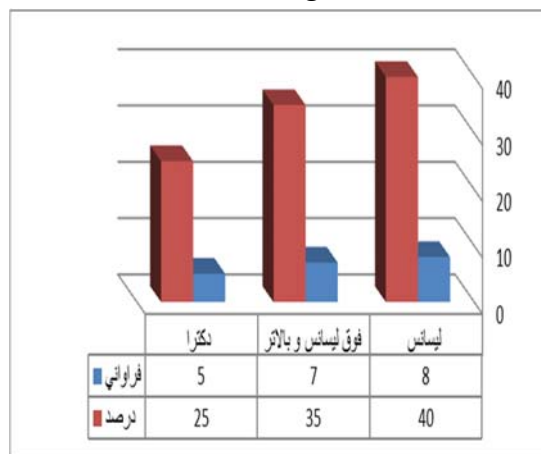
جدول ۳. جدول نمونه‌گیری مورگان، N حجم جامعه هدف

**S و به معنای حجم نمونه‌ای**

N	S	N	S	N	S	N	S	N	S
۲۸۰۰	۳۳۸	۸۰۰	۲۶۰	۲۸۰۰	۱۶۲	۱۰۰	۸۰	۱۰	۱۰
۳۰۰۰	۳۴۱	۸۵۰	۲۶۵	۲۹۰۰	۱۶۵	۱۱۰	۸۶	۱۵	۱۴
۳۵۰۰	۳۴۶	۹۰۰	۲۶۹	۳۰۰۰	۱۶۹	۱۲۰	۹۲	۲۰	۱۹
۴۰۰۰	۳۵۱	۹۵۰	۲۷۴	۳۲۰۰	۱۷۵	۱۳۰	۹۷	۲۵	۲۴
۴۵۰۰	۳۵۱	۱۰۰۰	۲۷۸	۳۴۰۰	۱۸۱	۱۴۰	۱۰۳	۳۰	۲۸
۵۰۰۰	۳۵۷	۱۱۰۰	۲۸۵	۳۶۰۰	۱۸۶	۱۵۰	۱۰۸	۳۵	۳۲
۶۰۰۰	۳۶۱	۱۲۰۰	۲۹۱	۳۸۰۰	۱۸۱	۱۶۰	۱۱۳	۴۰	۳۶
۷۰۰۰	۳۶۶	۱۳۰۰	۲۹۷	۴۰۰۰	۱۹۶	۱۸۰	۱۱۸	۴۵	۴۰
۸۰۰۰	۳۶۷	۱۴۰۰	۳۰۲	۴۲۰۰	۲۰۱	۱۹۰	۱۲۳	۵۰	۴۴
۹۰۰۰	۳۶۸	۱۵۰۰	۳۰۶	۴۴۰۰	۲۰۵	۲۰۰	۱۲۷	۵۵	۴۸
۱۰۰۰۰	۳۷۳	۱۶۰۰	۳۱۰	۴۶۰۰	۲۱۰	۲۱۰	۱۳۲	۶۰	۵۲
۱۵۰۰۰	۳۷۵	۱۷۰۰	۳۱۳	۴۸۰۰	۲۱۴	۲۲۰	۱۳۶	۶۵	۵۶
۲۰۰۰۰	۳۷۷	۱۸۰۰	۳۱۷	۵۰۰۰	۲۱۷	۲۳۰	۱۴۰	۷۰	۵۹
۳۰۰۰۰	۳۷۹	۱۹۰۰	۳۲۰	۵۵۰۰	۲۲۵	۲۴۰	۱۴۴	۷۵	۶۳
۴۰۰۰۰	۳۸۰	۲۰۰۰	۳۲۲	۶۰۰۰	۲۳۴	۲۵۰	۱۴۸	۸۰	۶۶
۵۰۰۰۰	۳۸۱	۲۲۰۰	۳۲۷	۶۵۰۰	۲۴۲	۲۶۰	۱۵۲	۸۵	۷۰
۷۵۰۰۰	۳۸۲	۲۴۰۰	۳۳۱	۷۰۰۰	۲۴۸	۲۷۰	۱۵۵	۹۰	۷۳
۱۰۰۰۰۰	۳۸۴	۲۶۰۰	۳۳۵	۷۵۰۰	۲۵۶	۲۷۰	۱۵۹	۹۵	۷۶



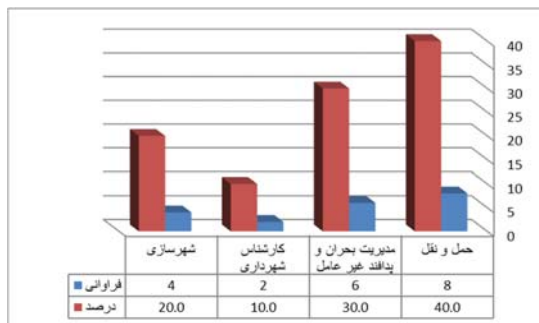
شکل ۸. نمودار توزیع فراوانی جنسیت متخصصان



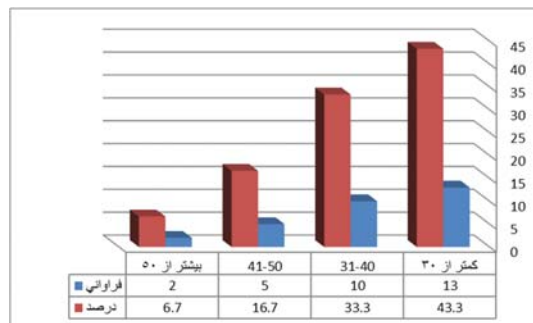
شکل ۹. نمودار توزیع فراوانی سطح تحصیلات متخصصان

### تعیین نمونه و دموگرافی نمونه

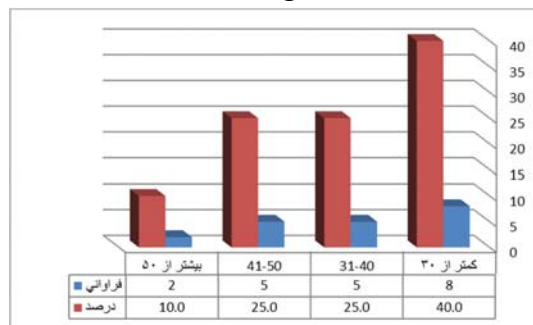
زمانی که نه از واریانس جامعه و نه از احتمال موفقیت یا عدم موفقیت متغیر اطلاع دارید و نمی‌توان از فرمول‌های آماری برای برآورد حجم نمونه استفاده کرد، از جدول مورگان استفاده می‌شود. این جدول حداکثر تعداد نمونه را نشان می‌دهد. در مواردی که واریانس جامعه یا درصد خطا را در اختیار نباشد، از جدول معروف مورگان برای برآورد حجم نمونه استفاده می‌گردد. این جدول در حالتی محافظه‌کارانه حجم نمونه را ارائه می‌دهد. جالب است که در فرمول کوکران که شیوه محاسبه حجم نمونه ذکر شد، هنگامی که خطا یا  $d$  را برابر  $0,05$  قرار دهید و حجم جامعه معلوم باشد، به نتایج این جدول خواهید رسید و در اصل می‌توان گفت این جدول برای راحتی تصمیم‌گیری حجم نمونه با خطایی قابل تحمل  $(0,05)$  و در حالت‌های مختلف تهیه شده است. در جدول نمونه‌گیری مورگان،  $N$  به معنای حجم جامعه هدف تحقیق است و  $S$  به معنای حجم نمونه‌ای که باید از این جامعه انتخاب شود. به طور مثال: برای تحقیق این مقاله با عنوان تأثیر افزایش انگیزه بر عملکرد بازیکنان لیگ برتر فوتبال، جامعه هدف ما  $(N)$  شامل تمامی بازیکنان لیگ برتر است. با توجه به وجود  $16$  تیم در لیگ برتر، اگر هر تیمی  $20$  بازیکن داشته باشد، جامعه هدف ما  $320$  نفر خواهد بود. حال باید از طریق جدول نمونه‌گیری مورگان حجم نمونه را مشخص کنیم تا تحقیق ما از اعتبار کافی برخوردار باشد. در این مثال  $S$  مساوی است با  $175$  نفر، به این معنا که اگر قرار است پرسش‌نامه‌ای به نمونه داده شود، جمعیت نمونه باید  $175$  نفر یا بازیکن باشد. طبق جدول مورگان در خصوص تعیین تعداد نمونه جامعه آماری، با توجه به بررسی‌های به انجام هیات علمی در استان گلستان (مرتبط با موضوع تحقیق)، تعداد متخصصین در رشته‌های همچون حمل و نقل، شهرسازی، پدافند غیر عامل و مدیریت بحران و ... که دارای تجربه کافی در موضوع تحقیق بوده و بتوانند در رابطه با پرسشنامه خبرگان اظهار نظر کرده و آن را ارزیابی کنند برابر با  $20$  تا  $25$  نفر بوده‌اند، طبق جدول مورگان از آنجایی که جامع آماری ما بین  $20$  تا  $25$  نفر است، جامعه نمونه ما بین  $19$  تا  $24$  نفر انتخاب می‌شود. بنابراین در این تحقیق جامعه نمونه و تعداد افرادی که باید پرسشنامه اهمیت بندی معیارها را ارزیابی کنند  $24$  متخصص انتخاب شد. اما به دلیل عدم پایایی برخی از پرسشنامه‌ها، برخی حذف شده و به عدد  $20$  رسیده است. در ادامه به ویژگی‌های کلی افرادی که پرسشنامه اهمیت بندی متغیرها را پر نموده‌اند پرداخته خواهد شد.



شکل ۱۲. نمودار توزیع فراوانی سابقه کار متخصصان



شکل ۱۰. نمودار توزیع فراوانی سن متخصصان



شکل ۱۱. نمودار توزیع فراوانی سابقه کار متخصصان

### بررسی پایایی ارزیابی‌های متخصصین

روش استفاده از ضریب آلفای کرونباخ را برای تعیین پایایی یک پرسشنامه یا آزمون با تاکید بر همبستگی درونی می‌توان استفاده کرد. در این روش اجزا یا قسمت‌های پرسشنامه برای سنجش ضریب پایایی آزمون به کار می‌روند. میزان آلفای کرونباخ بر اساس میزان همبستگی درونی متغیرها مشخص می‌شود، عدد آلفای کرونباخ بالای ۰,۷ تا ۰,۸ خوب، ۰,۸ تا ۰,۹ خیلی خوب و ۰,۹ تا ۱ عالی می‌باشد. در جدول زیر برای ۱۵ معیار تعیین شده با توجه به ۲۰ پرسشنامه تکمیل شده، آلفای کرونباخ ۰,۸۳۳ تعیین شده است.

جدول ۴. ارزیابی آلفای کرونباخ و سطح پایایی ۳۰ معیار تعیین شده با جمع آوری ۲۰ پرسشنامه متخصصین

#### Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
.833	.826	30

جدول ۵. آزمون KMO جهت بررسی روایی ارزیابی پرسشنامه

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.	.۸۴۹.	
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	۴۱۲,۲۰۱۰
	df	۱۷۱
	Sig.	./۰۰۰

### بررسی روایی ارزیابی متخصصین

KMO، به این مسئله پرداخته می‌شود که «آیا نمونه‌گیری مناسبی از عامل‌ها (بر اساس همبستگی دو به دو معرف‌ها و همبستگی جزئی آن‌ها) به عمل آمده است یا خیر؟».

جهت بررسی روایی ارزیابی متخصصین از آزمون KMO استفاده شد. شاخص KMO معیاری برای کفایت تعداد پرسشنامه‌ها در این تحقیق است. به عبارت دیگر، با بهره‌گیری از شاخص

### سهم متغیرها را در عامل‌ها

جدول زیر سهم متغیرهای تاثیرگذار در ارزیابی عوامل موثر بر وضعیت خدمات دهی به افراد پس از وقوع بحران را در عامل‌ها بعد از چرخش و ۱۸ بار تکرار نشان می‌دهد. هر متغیر در عاملی قرار می‌گیرد که با آن عامل همبستگی بالای معنی داری داشته باشد. که اعداد مشخص شده‌اند. همانطور که مشخص است با توجه به ۹ مقدار ویژه، به ترتیب متغیرها و عوامل همچون: ۱- دسترسی به شبکه ارتباطی با عملکرد راه‌های شریانی درجه ۱،۲- توجه به مسیل‌ها، رعایت فاصله و حریم از رودخانه‌ها و انهار، ۳- دسترسی به شبکه ارتباطی با عملکرد راه‌های شریانی درجه ۲، ۴- همجواری مکان مورد انتخاب با فضای سبز و رویاز، ۵- تراکم جمعیت، ۶- همجواری مکان مورد انتخاب با پایگاه اورژانس و هلال احمر، ۷- همجواری مکان مورد انتخاب با ایستگاه آتش نشانی، ۸- همجواری مکان مورد انتخاب با بیمارستان، ۹- تاثیر مجاورت با بافت فرسوده، ۱۰- همجواری مکان مورد انتخاب فضاهای آموزشی، ۱۱- دسترسی به شبکه ارتباطی با عملکرد جمع و پخش کننده، ۱۲- رعایت حریم با کاربری ناسازگار پمپ بنزین، ۱۳- مشخصات زمین شناختی، عدم وجود شیب بیش از حد، ۱۴- مساحت مناسب محل، ۱۵- همجواری مکان مورد انتخاب با فضاهای اداری و انتظامی از اولویت بالاتری در خدمات رسانی پس از بحران برخوردار هستند.

هر چه همبستگی‌های جزئی کوچک‌تر باشند، شاخص KMO بزرگتر خواهد بود و برعکس. هر چه اندازه شاخص KMO به ۱ نزدیک‌تر باشد، کفایت نمونه‌گیری بهتری در انتخاب معرف‌ها (عامل‌های مسئله) وجود داشته است. مقدار مرزی شاخص KMO برای کفایت نمونه‌گیری بالای ۰،۷ بوده، البته مقادیر بین ۰،۵ تا ۰،۷ نیز با احتیاط قابل قبول است. به عبارتی اگر این شاخص بالاتر از ۰،۷ باشد، ملاک کفایت پرسشنامه برآورد شده است، در غیر این صورت ملاک کفایت پرسشنامه برآورد نشده است. نتایج حاصل با توجه به ضریب ۰،۸۴۹ که در تحلیل عاملی در نرم افزار SPSS محاسبه شده است، عدد KMO بالای ۰،۷ بوده و همبستگی بین عامل‌ها در حد مطلوبی است و می‌توان به تحلیل عاملی جهت تعیین و اولویت بندی موثر بر وضعیت خدمات دهی به افراد به ویژه شبکه راه‌های شهر گرگان در زمان وقوع بحران پرداخت. همچنین آزمون بارتلت نیز دارای سطح معناداری است. میزان اشتراک مجموعه ۳۰ متغیر مقیاس اندازه گیری از طریق تحلیل مولفه‌های جهت تعیین و اولویت بندی موثر بر وضعیت خدمات دهی به افراد در زمان وقوع بحران به دست آمده است که در جدول ۴ نشان داده شده است، همانطور که ملاحظه می‌شود کمترین مورد اشتراک برابر با ۷،۲۸٪، متعلق به مشخصات زمین شناختی، عدم وجود گسل و بیشترین میزان اشتراک برابر با ۹۸،۳٪، متعلق به دسترسی به معابر با عملکرد جمع و پخش کننده است می‌باشد.

جدول ۶. ماتریس عاملی دوران یافته- ارزیابی عوامل موثر بر وضعیت خدمات دهی به افراد پس از وقوع بحران

(اولویت بندی آنان)

Rotated Component Matrixa									
	Component								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
همجواری مکان مورد انتخاب با فضاهای مذهبی	.921	.118					.249	.106	
رعایت حریم با فضای ناسازگار خطوط انتقال انرژی برق	.840	.133			.222		.192	.156	
رعایت حریم با کاربری ناسازگار پست‌های تقلیل فشار	.783		.291		.193		.229	.177	.123
نوع پوشش گیاهی پیرامون، اراضی کشاورزی	.757		.173	.341		.235	.316	.215	.150
دسترسی به شبکه ارتباطی با عملکرد محلی	-.177	.931						.103	
رعایت حریم با فضای ناسازگار خط لوله نفت		.869	.112	.180			.149		
مشخصات زمین شناختی، عدم وجود گسل	.141	.785	.248	.156					
همجواری مکان مورد انتخاب با فضاهای ورزشی و فرهنگی	.264	.751	.363		.229	.215			.206
رعایت حریم با فضای ناسازگار خط لوله گاز	.476	.586	.196		.179		.252	.117	.234
رعایت حریم با کاربری ناسازگار پمپ گاز	.172	.166	.856			.174	.223		.101
توجه به مسیل‌ها، رعایت فاصله و حریم از کانال‌ها			.822		.105	.152	.138	.117	.112
نوع پوشش گیاهی پیرامون، اراضی جنگلی	.147	.164	.743	.328		.349			

نوع پوشش گیاهی پیرامون، اراضی جنگلی	.265	.241	.720			.409	.279		.112
رعایت حریم با کاربری ناسازگار پست برق		.590	.597	.108	.110	.182	.120	.222	.178
نوع پوشش گیاهی پیرامون، اراضی مرتع			.128	.948					.173
همجواری مکان مورد انتخاب با فضاهای اداری و انتظامی			.130	.914	.195			.137	.164
مساحت مناسب محل			.357	.703		.108	.170	.457	.149
مشخصات زمین شناختی، عدم وجود شیب بیش از حد	.396	.421		.556	.127	.365		.249	.174
رعایت حریم با کاربری ناسازگار پمپ بنزین				.152	.944			.128	
دسترسی به شبکه ارتباطی با عملکرد جمع و پخش کننده		.103			.942				
همجواری مکان مورد انتخاب فضاهای آموزشی	.241	.321	.200			.787	.313		
تاثیر مجاورت با بافت فرسوده			.183	.134	.319	.732	.362	.142	.218
همجواری مکان مورد انتخاب با بیمارستان	.494	.187	.277		.202	.552	.166		.194
همجواری مکان مورد انتخاب با ایستگاه آتش نشانی	.225		.318	.189		.122	.796	.141	
همجواری مکان مورد انتخاب با پایگاه اورژانس و هلال احمر	.294	.184	.114	.152		.362	.731	.113	
تراکم جمعیت	.232	.237	.199	.168	.407		.434	.364	.375
همجواری مکان مورد انتخاب با فضای سبز و روباز	.151				.247			.914	
دسترسی به شبکه ارتباطی با عملکرد راه‌های شریانی درجه ۲	.512	.249		.126	.213	.317	.318	.525	.185
توجه به مسیل‌ها، رعایت فاصله و حریم از رودخانه‌ها و انهار،				.419	.153	.147			.864
دسترسی به شبکه ارتباطی با عملکرد راه‌های شریانی درجه ۱	.588			.330	.107		.202	.144	.638
Extraction Method: Principal Component Analysis. Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.									
a. Rotation converged in 18 iterations.									

### بررسی پرسشنامه واکنش افراد پس از وقوع زلزله در شبکه معابر

در ادامه در جداول زیر با توج به خروجی آماری از نرم افزار به بررسی آن‌ها پرداخته می‌شود.

جدول ۷. شاخص‌های آماری از ویژگی‌های عمومی و فردی پرسشنامه های جمع آوری شده

	مالکیت خودرو	سن	جنسیت	شغل	میزان تحصیلات	عمده هدف سفر	میزان در آمد	میانگین امتیازها به آرام سازی ترافیک
N	Valid	392	392	392	392	392	392	392
	Missing	0	0	0	0	0	0	0
Mean		1.452			3.485	3.051		3.362
Median		1.000			4.000	3.000		3.000
Mode		1.0			4.0	3.0		4.0
Std. Deviation		.4983			1.2428	1.0716		.9709
Variance		.248			1.545	1.148		.943
Sum		569.0			1366.0	1196.0		1318.0

وابسته مدل در مدل سازی نیر هست، متغیر امتیاز افراد به آران سلزى ترافیک آمار نشان می‌دهد میانگین امتیازها به صورت، متوسط ارزیابی شده است و جمع امتیاز کلی برابر بیش از ۱۳۰۰ امتیاز می باشد.

در جدول فوق برخی از شاخص‌های آماری و اصلی نظیر میانگین، میانه، مد و انحراف معیار و پراکندگی داده‌ها به نمایش آمده ایت، این اطلاعات پیرامون سوالات بخش عمومی پرسشنامه‌ها هستند. مهمترین سوال ارزیابی که در واقع متغیر

جدول ۸. نتایج حاصل از پرسشنامه در خصوص مالکیت خودرو

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	دارد	215	54.8	54.8
	ندارد	177	45.2	100.0
	Total	392	100.0	100.0

همان طور که مشخص است، حدود بیش از نیمی از افراد دارای خودروی شخصی هستند.

جدول ۹. نتایج حاصل از پرسشنامه در خصوص شاخص رده سن

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	زیر ۱۹ سال	6	1.5	1.5
	25-19	78	19.9	21.4
	50-26	235	59.9	81.4
	70-51	73	18.6	100.0
	Total	392	100.0	100.0

حدود ۶۰ درصد از افراد نمونه آماری در بازه معمولاً فعال ۲۶ تا ۵۰ سال قرار گرفته‌اند.

جدول ۱۰. نتایج حاصل از پرسشنامه در خصوص شاخص جنسیت

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	مذکر	198	50.5	50.5	50.5
	مونث	194	49.5	49.5	100.0
	Total	392	100.0	100.0	

جدول ۱۱. نتایج حاصل از پرسشنامه در خصوص شاخص شغل

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	بازنشسته	39	9.9	9.9	9.9
	بیکار	8	2.0	2.0	12.0
	خانه دار	22	5.6	5.6	17.6
	شاغل	248	63.3	63.3	88.8
	محصل	44	11.2	11.2	100.0
	سایر	31	7.9	7.9	25.5
	Total	392	100.0	100.0	

جدول ۱۲. نتایج حاصل از پرسشنامه در خصوص شاخص میزان تحصیلات

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	زیر دیپلم	38	9.7	9.7	9.7
	دیپلم	47	12.0	12.0	21.7
	فوق دیپلم	86	21.9	21.9	43.6
	لیسانس	129	32.9	32.9	76.5
	فوق لیسانس و بالاتر	92	23.5	23.5	100.0
	Total	392	100.0	100.0	

جدول ۱۳. نتایج حاصل از پرسشنامه در خصوص شاخص عمده هدف سفر با وسایل نقلیه شخصی در محدوده مورد مطالعه

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	سفرهای تفریحی	114	29.1	29.1	34.4
	سفرهای شغلی	119	30.4	30.4	64.8
	سفرهای خرید	100	25.5	25.5	90.3
	سفرهای تحصیلی	38	9.7	9.7	100.0
	سفرهای سایر	21	5.4	5.4	5.4
	Total	392	100.0	100.0	

جدول ۱۴. نتایج حاصل از پرسشنامه در خصوص شاخص میزان در آمد

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	خیلی کم (۱)	99	25.3	25.3	25.3
	کم (۲)	49	12.5	12.5	37.8
	متوسط (۳)	235	59.9	59.9	97.7
	زیاد (۴)	0	0	0	97.7
	خیلی زیاد (۵)	9	2.3	2.3	100.0
	Total	392	100.0	100.0	

جدول ۱۵. نتایج حاصل از پرسشنامه در خصوص امتیازها و وضعیت پاسخ‌دهی و خدمت‌دهی شبکه معابر گرگان در هنگام وقوع زلزله

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	خیلی کم (۱)	26	6.6	6.6	6.6
	کم (۲)	28	7.1	7.1	13.8
	متوسط (۳)	149	38.0	38.0	51.8
	زیاد (۴)	156	39.8	39.8	91.6
	خیلی زیاد (۵)	33	8.4	8.4	100.0
	Total	392	100.0	100.0	

از نمودارهای فوق می‌توان نتیجه گرفت که بیشترین بازه سنی مربوط به رده ی سنی ۲۶-۵۰ سال می‌باشند، بالا بودن میزان این درصد بیشتر به دلیل بزرگ تر بودن بازه ۲۶-۵۰ نسبت به دیگر بازه‌هاست و فعال تر بودن این گروه در جامعه است، همچنین در جمع آوری پرسشنامه سعی شده است که تعادلی نسبی بین جمع آوری پرسشنامه ها در خانم ها و آقایان باشد. همچنین همانطور که مشخص است بیشتر افراد جامعه آماری در خانوار خود دارای اتومبیل شخصی هستند.

#### بررسی شاخصه‌ها در خصوص واکنش افراد پس از وقوع زلزله در شبکه

با توجه به نظرسنجی‌های انجام شده، واکنش افراد در این سیستم در محدوده شهر گرگان مورد ارزیابی قرار گرفته است که به شرح جداول ۱۶ و ۱۷ می‌باشد.

جدول ۱۶. ارزیابی مهمترین ترجیحات افراد در هنگام وقوع زلزله در محدوده مورد مطالعه

ترجیحات افراد در هنگام وقوع زلزله				
مشکلات	استقرار در محیط اطراف ساختمان منزل	رفت به پناهگاه‌های عمومی در هر محل	رفتن به مکان‌ها و پارک‌های چند منظوره مدیریت بحران	ماندن در خانه
درصد	٪۳۸/۸	٪۳۵/۸	٪۱۹/۶	٪۱۲/۳

جدول ۱۷. ارزیابی دسترسی به نیازها پس از زلزله و یا دسترسی به نقاط امن در محدوده مورد مطالعه

دسترسی به نیازها					
مشکلات	استفاده از خیابان‌های محلی	خیابان‌های اصلی در درون محدوده‌های شهری	استفاده از خیابان‌های جمع پخش کننده	محورهای عبوری و کمربندی‌ها	سایر موارد
درصد	٪۱۸/۵	٪۲۶/۴	٪۲۳/۵	٪۱۹/۳	٪۱۲/۳

شد است. سوالات به صورت دو بخش است که به صورت زیر تشریح می‌شوند. جدول زیر اولویت‌بندی واکنش‌های کیفی در از خیلی کم تا خیلی خوب ارزیابی شده‌اند را نشان می‌دهد.

همانطور که گفته شد در طراحی سئوالات پیرامون متغیرهای از پرسشهایی که در تحقیقات پیشین وجود داشت و اهمیت شان در واکنش افراد پس از وقوع زلزله مورد تأیید قرار گرفته بود، استفاده شده است، همچنین دیگر فاکتورها که با شناخت اولیه و برداشت‌های میدانی و نظرات کارشناسان و اساتید به آن‌ها ادغام

جدول ۱۸. امتیاز عوامل موثر بر آرام سازی ترافیک معابر با عملکرد اصلی در محدوده مورد مطالعه شهر اصفهان

متغیر/شاخص آماری	Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Variance	Sum
سطح خدمت دهی خیابان‌های اصلی در درون محدوده شهر	3.658	4.00	4.00	1.13	1.27	1434.0
سطح خدمت دهی مسیرهای عبوری و کمربندی ها	3.508	4.00	5.00	1.30	1.69	1375.0
سطح خدمت دهی خیابان های محلی	3.439	3.00	3.00	1.13	1.28	1348.0
دسترسی به خدمات حمل و نقل محور (نظیر: پمپ بنزین ها، پارکینگ‌های امن و باز در محدوده‌های شهری و ...)	3.406	3.00	5.00	1.33	1.78	1335.0

#### آلفای کرونباخ (پایایی پرسشنامه)

آلفای کرونباخ بالای ۰٫۷ تا ۰٫۸ خوب، ۰٫۸ تا ۰٫۹ خیلی خوب و ۰٫۹ تا ۱ عالی می باشد. در جداول زیر برای متغیرهای تعیین شده واکنش افراد پس از وقوع زلزله در شبکه معابر با توجه به پرسشنامه‌های تکمیل شده، به ترتیب آلفای کرونباخ ۰٫۸۸۲ تعیین شده است.

روش استفاده از ضریب آلفای کرونباخ را برای تعیین پایایی یک پرسشنامه یا آزمون با تاکید بر همبستگی درونی می توان استفاده کرد. در این روش اجزا یا قسمت‌های پرسشنامه برای سنجش ضریب پایایی آزمون به کار می‌روند. میزان آلفای کرونباخ بر اساس میزان همبستگی درونی متغیرها مشخص می‌شود، عدد

جدول ۱۹. ارزیابی آلفای کرونباخ و سطح پایایی ۸ متغیر تعیین شده در واکنش افراد پس از وقوع زلزله در شبکه معابر گرگان

Reliability Statistics		
Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
۰/۸۸۲	۰/۸۸۱	۸

همچنین در جدول ۲۰ در صورت حذف هریک از متغیرها آلفای کرونباخ مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول ۲۰. آلفای کرونباخ در صورت حذف هریک از ۱۳ عامل موثر در واکنش افراد پس از وقوع زلزله در شبکه معابر گرگان

	Item-Total Statistics				
	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Squared Multiple Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
سطح خدمت دهی خیابان‌های اصلی در درون محدوده شهر	38.477	96.956	.713	.753	.865
سطح خدمت دهی مسیرهای عبوری و کمربندی‌ها	38.783	95.234	.708	.766	.865
سطح خدمت‌دهی خیابان‌های محلی	39.153	100.800	.583	.699	.872
دسترسی به خدمات حمل و نقل محور (نظیر: پمپ بنزین‌ها، پارکینگ‌های امن و باز در محدوده‌های شهری و ...)	39.069	102.182	.565	.646	.873
ترجیحات افراد در هنگام وقوع	38.727	99.089	.597	.804	.871
دسترسی به نیازها پس از زلزله و یا دسترسی به نقاط امن	38.709	101.971	.534	.804	.875
وضعیت پاسخ‌دهی و خدمت دهی شبکه معابر گرگان در هنگام وقوع زلزله	38.867	97.282	.703	.651	.866

بررسی وضعیت کاربری‌های تحت تاثیر در ارزیابی عوامل و شرایط موثر بر وضعیت خدمات دهی به افراد در زمان وقوع بحران

#### موقعیت ایستگاه‌های آتش نشانی و خدمات شهری

از بین کاربری‌ها و فضاها خدمات شهری، استقرار بهینه فضای مکانی ایستگاه‌های آتش‌نشانی به دلیل اهمیت و توجه روز افزون به ارائه خدمات ایمنی و تمهیدات پیشگیری و مقابله با حوادث مدیریت در شهرها از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. بیشک خدمات رسانی به موقع ایستگاه‌های آتش‌نشانی بیش از هر چیز مستلزم سطح پوشش و دسترسی آن‌ها بوده، تا بتوانند در اسرع وقت و بدون مواجهه با موانع و محدودیت‌های محیط شهری از یکسو، و نیز با ایجاد کمترین آثار منفی بر زندگی ساکنان شهر از سوی دیگر، به محل حادثه برسند. در نقشه شکل ۱۲ موقعیت و سطح نفوذ مشخص است.

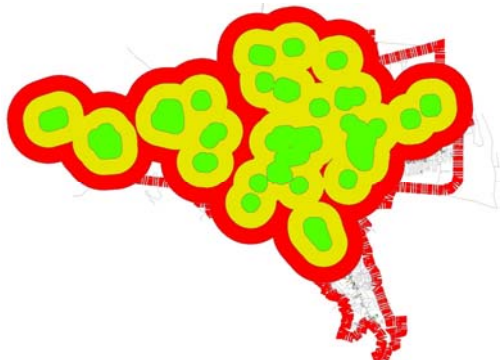
#### پایگاه‌های اورژانس و حلال احمر

پایگاه‌های اورژانس و حلال احمر، جز پایگاه‌های امدادی و پیشگیری از خطرات و صدمات بیشتر به آسیب دیدگان است که به عنوان یک مرکز امدادی-حمل و نقلی می‌توان در بررسی عوامل موثر بر وضعیت خدمات‌دهی به افراد پس از وقوع بحران در نظر گرفت. در نقشه زیر طبق آخرین نقشه کاربری وضعیت، موقعیت آن‌ها به نمایش در آمده است.



شکل ۱۱. سطح نفوذ مناسب پایگاه‌های امدادی حلال احمر و اورژانس‌های مهم

می‌باشند. در نقشه شکل زیر این فضاها به همراه حوزه نفوذ مثبت آن‌ها در خدمات رسانی در شبکه راه‌ها پس از بحران در شهر گرگان مشخص گردیده‌اند.



شکل ۱۴. پراکندگی فضاها و کاربری‌های اداری و انتظامی مهم تحت تاثیر در خدمات رسانی در شبکه راه‌ها پس از بحران در شهر گرگان

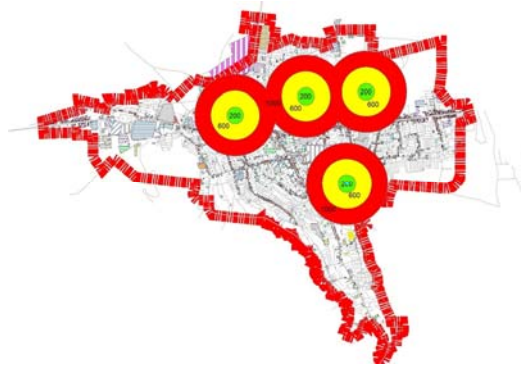
همچنین حوزه تحت نفوذ فرماندهی ناحیه ارتش و سپاه به صورت نقشه شکل زیر است.



شکل ۱۵. حوزه تحت نفوذ ناحیه سپاه و بسیج تحت تاثیر در خدمات رسانی در شبکه راه‌ها پس از بحران در شهر گرگان

#### تاسیسات خطر ساز و حرایم آنها

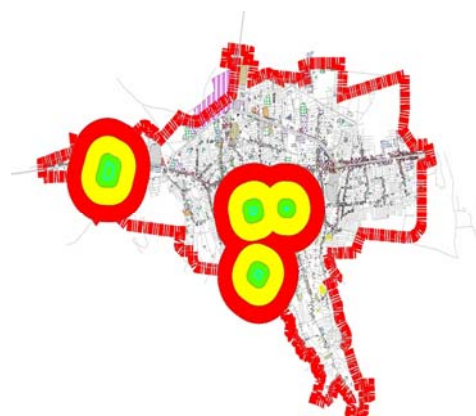
در خدمات رسانی پس از بحران برخی از کاربری‌ها مانند پست‌های برق و گاز، مخازن آبی و ... بسایر تاثیر گذار است، و باید جانمایی طوری صورت گیرد که در فاصله استاندارد (حدود ۲۰۰ متر) بر اساس پیشنهاد اداره کل مدیریت بحران استان فراهم شود. در نقشه شکل زیر حوزه تحت خطر این کاربری‌ها در شهر گرگان به نمایش در آمده است.



شکل ۱۲. سطح نفوذ مناسب مراکز خدمات رسانی مهم خدمات شهری و آتش نشانی

#### موقعیت بیمارستان‌ها و مراکز درمانی

بر اساس بررسی‌های به انجام آمده، ضرورت پیش بینی ارایه خدمات بهداشتی درمانی و بیمارستان‌ها در خدمات رسانی پس از بحران، باعث کاهش و یا به حداقل رساندن مرگ و میر، بیماری و ناتوانی‌های جسمی و روانی ناشی از بلایا طبیعی و حوادث غیر مترقبه می‌شود. بنابر این لازم است تحلیل سطح سرویس شبکه راه‌ها طوری جانمایی شوند که در موقعیتی مناسب نسبت به بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی درمانی قرار گیرد و آمادگی لازم برای مواجهه و مقایسه اصولی با بحران‌های احتمالی کسب گردد. در نقشه شکل زیر حوزه نفوذ این مراکز در شهر گرگان در فاصله‌های مختلف پیش بینی شده است.



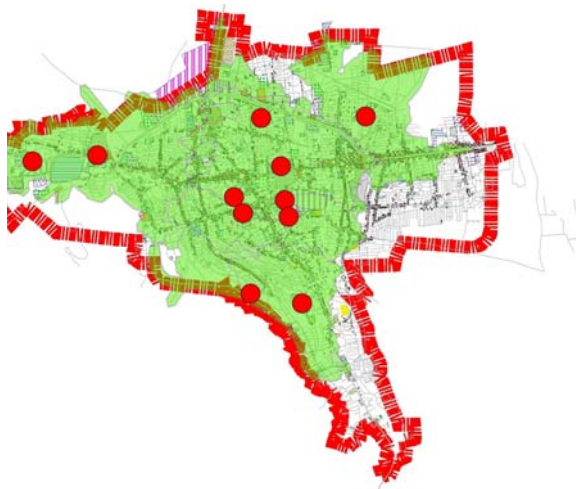
شکل ۱۳. سطح نفوذ مناسب مراکز خدمات درمانی در مقیاس شهر در شهر گرگان

#### اداری و انتظامی

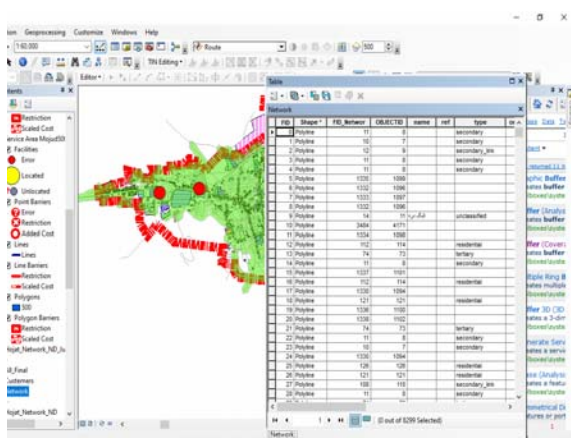
کاربری‌های اداری و انتظامی به عنوان فضاهایی با عملکرد پشتیبانی در زمان وقوع بحران و پس از آن می‌توانند بسیار حایز اهمیت باشند. برای مثال کاربری‌هایی نظیر شهرداری، مقر نیروهای انتظامی، فرمانداری و ... غیره از جمله این فضاها

## ارزیابی وضعیت شبکه و خدمات رسانی پس از زلزله در شهر گرگان

برنامه ریزی پیش از وقوع بحران از مسائل مهمی است که امروزه پیش روی مدیران شهری به ویژه در حوزه مدیریت بحران قرار دارد. با توجه به اینکه ایران از کشورهای بلاخیز دنیا به شمار می رود، لازم است مدیریت شهری قدرت و توانایی بالایی در مواجهه با حوادث ناگوار طبیعی و یا داشته باشد و به منظور کاهش اثرات سوء بحران های شهری برای ارتقاء و گسترش توانایی های خود به طور مستمر تلاش نماید. در سال های اخیر خدمات رسانی پس از بحران در دستور کار سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهرها قرار گرفته است. یکی از موارد قابل توجه قبل بررسی سطح سرویس شبکه معابر و نفوذپذیری مناسب به مکان ها و انواع کاربری است. در مرحله قبلی به شناسایی و بررسی عوامل موثر بر خدمات رسانی پس از بحران، از قبیل معابر با نفوذ بالا، کاربری های سازگار و ناسازگار، برخی از حرایم نظیر حریم رودخانه و جایگاه سوخت و ... به صورت آماری تحلیل و در سیستم GIS به نمایش در آمد، حال در این قسمت قبل از پرداختن به تحلیل سطح سرویس شبکه معابر با توجه به افت وضعیت نفوذپذیری و دسترسی پس از بحران پرداخته شده تا برهم کنش عوامل نسبت به یکدیگر به صورت توامان اندازه گیری شود. در نقشه زیر تاثیر در خدمات رسانی در شبکه راه ها پس از بحران در شهر گرگان در زمان بحران و بلایا و حوادث طبیعی و غیر طبیعی با توجه به معیارهای شبکه، نسبت به پایگاه های امدادی (هلال احمر، آتش نشانی و اورژانس) ارایه شده است.



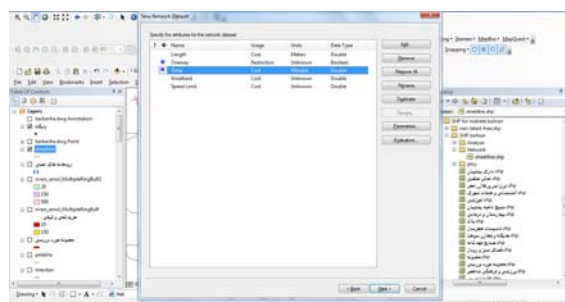
شکل ۱۶. نقشه فضاهای تحت تاثیر در خدمات رسانی در شبکه راه ها پس از بحران در شهر گرگان



شکل ۱۷. ساخت مجموعه شبکه داده در سیستم GIS

## ساخت مجموعه داده حمل و نقل

با توجه به مبانی نظری مورد بررسی نظیر Geocoding, topology, routing و ... به منظور تحلیل، ابتدا باید شبکه ساخته شود و اتصال مسیرهای حرکت و جهت آن ها به یکدیگر به صورت واقعی در محیط GIS شبیه سازی شود، که این امر به کمک فایل شکی شبکه حمل نقل گرگان ساخته شده که کاری بسیار زمانبر بوده است، به دلیل آنکه با توجه به بررسی ها و تلاش های نگارنده هیچ گونه اطلاعاتی نه تنها در زمینه شبکه حمل و نقل در محیط GIS وجود نداشته است، بلکه دیگر اطلاعات نظیر اطلاعات کاربری ها نیز در دسترس نبود. در شکل زیر با استفاده از ابزار network dataset در محیط arcatalog به ساخت لینکها و نودهای شبکه حمل و نقل گرگان پرداخته شده است.

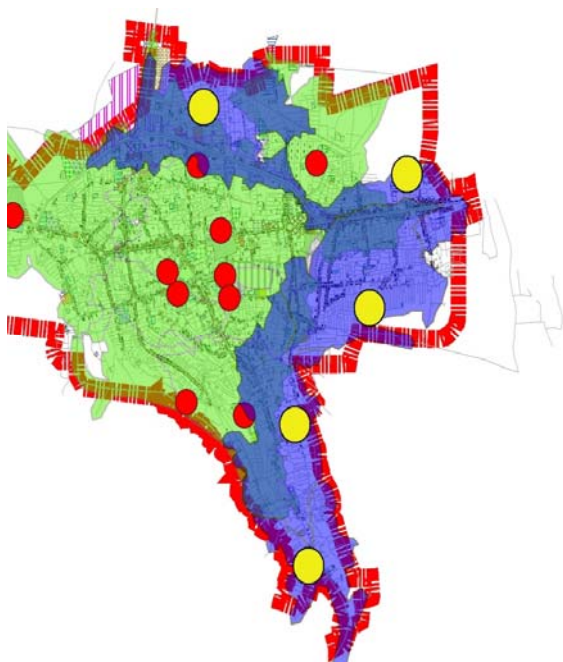


شکل ۱۸. تعریف و ساخت معیارهای شبکه نظیر سرعت، زمان سفر، مسافت، عملکرد و ...

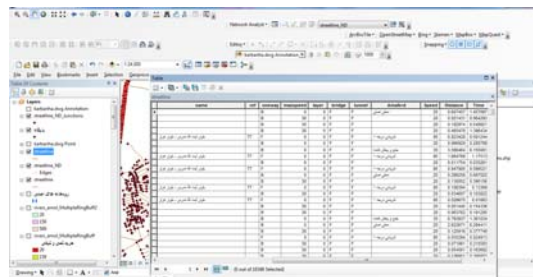
کمربندی خیابان گلشهر و بلوار ولیعصر (شریانی درجه ۲) و با رعایت حریم رودخانه و توجه به دیگر معیارها است. در نهایت در این تحقیق با توجه به عوامل تاثیرگذار تحلیل وضعیت شبکه راهها، ۱۶ نقطه پیشنهادی به منظور ایجاد این پایگاهها امدادی- حمل و نقلی در شهر گرگان پیشنهاد گردید. نقشه نهایی به صورت شکل زیر است که موقعیت آنها و زمان دسترسی به آنها مشخص شده است.



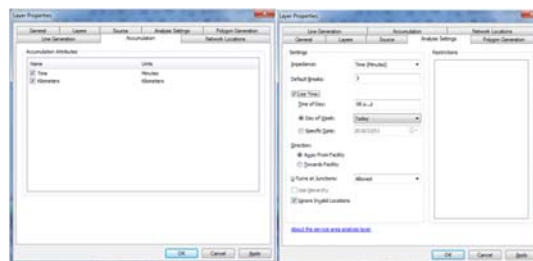
شکل ۲۱. تحلیل شبکه شهر گرگان برای دسترسی به ۱۱ پایگاه پیشنهادی اولیه در زمانهای ۵ دقیقه



شکل ۲۲. تحلیل شبکه شهر گرگان برای دسترسی به ۱۶ پایگاه پیشنهادی نهایی در زمانهای ۵ دقیقه



شکل ۱۹. معیارها و اطلاعات شبکه ساخته شده شهر گرگان



شکل ۲۰. تعیین معیارهای اصلی تعیین سطح خدمات رسانی (Service Area) و پوشش شبکه

تحلیل شبکه شعاع دسترسی و تحلیل وضعیت شبکه راهها پس از بحران در شهر گرگان (با در نظر گیری نقاط پیشنهادی)

در شکل زیر شعاع دسترسی به پایگاهها در زمانهای مختلف برای ۱۱ پیشنهاد اولیه در شهر گرگان، مورد بررسی قرار گرفت، همانطور که مشخص بود در نواحی غربی و جنوبی شهر گرگان از لحاظ خدمات رسانی با مشکل وضعیت خدمات رسانی در شبکه راهها با کمبود مواجه بوده، بویژه در ناحیه جنوبی شهر گرگان که تراکم ساختمانی به شدت بالاست. بنابراین نقاطی پیشنهاد خواهد شد، تا سطح سرویس شبکه راهها بهبود یابد.

همانطور که از نقشه فوق مشخص است، تقریباً تمامی مناطق شهر به جز قسمتی از غربی و جنوبی و یک بخش منتهی علیه جنوب محدوده شهر در پیشنهاد اولیه پایگاهها به منظور تحلیل دسترسی مناسبی در زمانهای ۵ دقیقه دارند. همان طور که قبلاً نیز گفته شده بود این فضاها در مواقع غیر بحران نیز می توانند کاربری عمومی نظیر پارک و فضای سبز، محل فعالیت های ورزشی و ... قرار گیرد که این خود باعث تامین خدمات در نواحی و محلات مختلف شهر گرگان می گردد.

همچنین به منظور دسترسی به پایگاهها در قسمت شمالی یک ایستگاه دیگر پیشنهاد می گردد، بیشتر این ایستگاه در جوار

## ۵- نتیجه گیری

محل احداث پناهگاه عمومی و پایگاه‌های امدادی- حمل و نقلی باید بر اساس فاصله مناسب جهت دسترسی سریع افراد، ساختار شهری، تأسیسات شهری و ملاحظات دیگر تعیین گردد. هماهنگی با سازمان آب، برق منطقه‌ای، مخابرات، شرکت گاز، سازمان فاضلاب و شهرداری ضروری است. رعایت فاصله محل احداث پناهگاه از تانکرها و مخازن سوخت تحت فشار، فاضلاب، چاههای آب، کابل‌های فشار قوی، انبارهای شیمیایی و چاههای موجود الزامی است، این فاصله با توجه به مقیاس خطرات احتمالی حاصل از موارد مذکور، تعیین میشود. تعیین محل باید با طرح ورودیها و خروجیها هماهنگ گردد تا آوار ناشی از خرابی ساختمانهای مجاور آنها را مسدود نکند و حداقل امکان در جوار مسیرهای با عملکرد و نفوذ بالا قرار گیرند. لذا با توجه به یافته‌های تحقیق نتایج و یافته‌های زیر در این تحقیق مطرح می‌شود.

شهر گرگان با توجه به قرارگیری بر روی بستر چندین رودخانه و شیب اطراف آن، تراکم جمعیتی بالا، بافت فرسوده شهر که بیش از نیمی از مرکز شهر را در بر می‌گیرد و ... باید فضاهایی با دسترسی مناسب و پوشش کامل می‌باشد. یا توجه فرضیه فوق و با توجه به وجود دسترسی‌های مناسب و پرنفوذ در سطح شهر گرگان و مدیریت صحیح در حین بحران ظرفیت اجرای طرح امداد و اسکان تحت تاثیر تحلیل مناسب شبکه راه‌های شهر گرگان را دارا می‌باشد. همانطور که مشخص است نتایج تحلیل عاملی برای ۳۰ معیار در نظر گرفته شده نشان می‌دهد که، به ترتیب متغیرها و عوامل همچون: دسترسی به شبکه ارتباطی با عملکرد راه‌های شریانی درجه ۱، توجه به مسیرها، رعایت فاصله و حریم از رودخانه‌ها و انهار، دسترسی به شبکه ارتباطی با عملکرد راه‌های شریانی درجه ۲، همجواری مکان مورد انتخاب با فضای سبز و روباز، تراکم جمعیت، همجواری مکان مورد انتخاب با پایگاه اورژانس و هلال احمر، همجواری مکان مورد انتخاب با ایستگاه آتش نشانی، همجواری مکان مورد انتخاب با بیمارستان، تاثیر مجاورت با بافت فرسوده، همجواری مکان مورد انتخاب فضاهای آموزشی، دسترسی به شبکه ارتباطی با عملکرد جمع و پخش کننده، رعایت حریم با کاربری ناسازگار پمپ بنزین مشخصات زمین شناختی، عدم وجود شیب بیش از حد، مساحت مناسب محل، همجواری مکان مورد انتخاب با فضاهای اداری و انتظامی از اولویت بالاتری در خدمات رسانی پس از بحران برخوردار هستند، این اولویت بندی به ویژه منجر به تاثیرگذاری

## ۶- مراجع

- احمدی نژاد، محمود، شریعت، افشین و احمدی فینی، علیرضا (۱۳۸۵). تحلیل عملکرد شبکه حمل و نقل جاده‌ای در زمان وقوع

- ذوالفقاری، اکرم و همکاران. (۱۳۹۲). مسیریابی هوشمند -کیپ‌های امدادی با استفاده از الگوریتم تئوری بازی‌ها نمونه موردی: شهر سمنان. *فصل نامه مهندسی حمل و نقل*. سال پنجم.
- Borzou Rostami, Guy Desaulniers, Fausto Errico, Andrea Lodi. (2018). the vehicle routing problem with stochastic and correlated travel times. *Data Science for Real-Time Decision-Making H3c 3a7*, Canada.
- Behzad Behdani, Bart Wiegman, Violeta Roso & Hercules Haralambides (2020). Port-hinterland transport and logistics: emerging trends and frontier research, Published: 24 February 2020.
- Grigorios D. Konstantakopoulos, Sotiris P. Gayialis & Evripidis P. Kechagias, (2020). Vehicle routing problem and related algorithms for logistics distribution: a literature review and classification, *Operational Research Journal*, Published: 09 September 2020.
- Parichehr Paam, Regina Berretta, Mojtaba Heydar, R.H. Middleton, (2019). Planning Models to Optimize the Agri-Fresh Food Supply Chain for Loss Minimization: A Review, in book: Reference Module in Food Science Publisher, the online Reference Module in Food Sciences, *Elsevier*.
- Rabbani, M., Navazi, F., Farrokhi-asl, H., & Balali, M. H. (2018). A sustainable transportation-location-routing problem with soft time windows for distribution systems. *Uncertain Supply Chain Management*, 6, 229-254.
- Alistair C. Ford., Stuart L. Barr., Richard J. Dawson. OrcID and Philip James, (2016). Transport Accessibility Analysis Using GIS: Assessing Sustainable Transport in London, *GIS for Sustainable Urban Transport*, Published: 20 January.
- Head Quarters Department of the Army, (2000). Urban Operation, Washington, DC, 26 October. Jane M. Binner, John Fry (2018). Elementary modelling and behavioural analysis for emergency evacuations using social media. *European Journal of Operational Research*.
- Jean-Paul Rodrigue (2020). The Geography of Transport System Fourth Edition, *Chapter 6 Urban Transportation*, City Logistic.
- Liu, X, Song, Y, Wu, K, Wang, J, Li, D, Long, Y. (2015). Understanding urban China with open data, *Cities*, 47:53-61.
- حادثه، سیزدهمین کنفرانس دانشجویان مهندسی عمران سراسر کشور، کرمان، دانشگاه شهید باهنر کرمان.
- اسکندری، پیمان (۱۳۹۴). شناسایی میزان رابطه بین توزیع مویرگی و کارایی کانال توزیع و پخش (مطالعه موردی کارخانه مواد لبنی پرشنگ). *کنفرانس بین‌المللی مدیریت، اقتصاد و سامانه‌های مالی*.
- ستاره، علی اکبر زنگنه (۱۳۸۹). آمایش و مکانیابی از منظر پدافند غیر عامل.
- شجاع عراقی، مهناز (۱۳۹۱). مکان‌یابی بهینه پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی منطقه ۶ شهرداری تهران). *مجله مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای*.
- طرح جامع حمل و نقل شهر گرگان (۱۳۹۶).
- طرح جامع شهر گرگان (۱۳۹۲).
- علی اکبر متکان کمال اکبری، میرباقری، بابک و محمد تناسان، (۱۳۹۶). ارائه مدل مکانی هوشمند به منظور یافتن مسیرهای بهینه در شبکه حمل و نقل شهری، سنجش از دور و GIS ایران سال نهم پاییز، شماره ۳ (پیاپی ۳۵).
- فکورثقیه، امیرمحمد و افشین شریعت، (۱۳۹۷). شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های ارزیابی عملکرد با استفاده از روش AHP فازی، دومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت و کسب و کار، تبریز، گروه مدیریت دانشگاه تبریز.
- حبیب زاده بیژنی، سحر و صاحبی، هادی (۱۴۰۰). طراحی شبکه حمل و نقل پسماندهای صنعتی خطرناک با در نظر گرفتن ریسک وابسته به زمان، *فصلنامه علمی پژوهشی*. مقالات آماده انتشار، پذیرفته شده انتشار آنلاین از تاریخ ۰۹ تیر.
- علی محمدی، میلاد و احمدعلی نژاد، علی و تی تی دژ، امید، (۱۳۹۸). بهینه سازی توزیع و حمل و نقل بار با استفاده از سیستم های اطلاعات مکانی (GIS) مطالعه موردی: شهر آمل، چهارمین کنفرانس بین‌المللی پژوهش در علوم و مهندسی.
- شفیع نیک آبادی، محسن، ملائی، احسان و اخوان راد، مهسا (۱۴۰۰). بهینه‌سازی چندهدفه مسیریابی حرکت خودرو تحت شرایط عدم قطعیت با تأکید بر اقدامات سبز-تاب و رضایت مشتری (مورد مطالعه: شرکت شهید پاک)، *فصلنامه علمی پژوهشی حمل و نقل*، دوره ۱۸، شماره ۱ - شماره پیاپی ۶۶، بهار، ۱۳۴-۱۱۳.

review of the use of social media in emergency situations. *International Journal of Information Management*.

-Tomer Simon, A. Avishay Goldberg, Bruria Adini (2015). Socializing in emergencies—A review of the use of social media in emergency situations. *International Journal of Information Management*.

-Xiang Chen, and Qiang Li, (2018). Modeling Road Network Vulnerability for Evacuees and First Responders in No-Notice Evacuation, Vol. Article ID 6193127-139.

-Michael A. P. Taylor, Glen M. D'Este, (2019). Transport Network Vulnerability: a Method for Diagnosis of Critical Locations in Transport Infrastructure Systems, *Critical Infrastructure*, 9-30.

-Tomer Simon a, b, Avishay Goldberg, Bruria Adini. Socializing in emergencies (2017). A review of the use of social media in emergency situations. *International Journal of Information Management*.

-Tomer Simon, A. Avishay Goldberg, Bruria Adini. (2015). Socializing in emergencies—A

# **Modeling and Analysis of Urban Road Network in Times of Crisis (Case Study: Gorgan-Golestan)**

*Omid. Zaker, Ph.D., Student, Department of Civil Engineering - Transportation,  
Islamic Azad University, Tehran, Markaz, Iran.*  
*Seyed Mohammad Sadat Hosseini, Assistant Professor, Department of Traffic Safety,  
Imam Hassan University, Tehran, Iran.*  
*Mohammad Hadi Almasi, Assistant Professor, Department of Civil  
Engineering - Transportation, Islamic Azad University, Tehran, Markaz, Iran.*

*E-mail: ozaker@yahoo.com*

Received: November 2024- Accepted: February 2025

## **ABSTRACT**

This research is considered by considering the analysis of the road network after the crisis in Gorgan according to various influencing factors and access criteria for network analysis, after determining the effective criteria according to the opinions of experts using a questionnaire collected from 20 experts and After examining the reliability of the questionnaire by Cronbach's alpha method, factor analysis was performed to determine the important effective factors in providing services to people after the crisis. - Paying attention to the channels, observing the distance and privacy from rivers and streams, 3- Access to the communication network with the function of 2nd degree arterial roads, etc., were prioritized, in which the special effect of access and transportation networks. The result was. Furthermore, considering that the research method is spatial and network analysis in GIS environment, all effective factors in post-crisis conditions, travel time, route performance, distance related to Network criteria in Gorgan were analyzed in GIS environment. Finally, according to the knowledge of different layers in the network in the current situation and also access to vehicle-centered relief points, the situation of the road network was analyzed after the modern crisis. In the final part of the research analysis, in order to control the proper access of different relief areas of Gorgan to 11 relief bases using network analysis tools and its criteria such as travel time, road performance, distance, etc., the functional radius of these bases is analyzed. The output of the network analysis showed that all 11 stations are in good condition, with the difference that in some parts, due to the lack of service level in the city road network, it is necessary to locate several fire stations and the Red Crescent.

**Keywords:** Crisis Management, Emergency Accommodation, Road Network, Network Analysis, Earthquake, Gorgan City