

ساماندهی فضایی مراکز امدادرسانی اورژانس با استفاده از تحلیل شبکه در محیط

ArcGIS (مطالعه موردی: پایگاه‌های فوریت‌های پزشکی شهر سنندج)

عطا غفاری گیلانده^{۱*}، فرشید کاظمی^۲، سمیرا سعیدی زارنجی^۳، حسین رمضان تاش دهگرچی^۴

۱-استاد، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم اجتماعی، گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، اردبیل،

ایران Atagafari@gmail.com

۲-کارشناسی ارشد. دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم اجتماعی، گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، اردبیل،

ایران.

۳-دانشجوی دکتری، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم اجتماعی، گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، اردبیل،

ایران

۴-کارشناسی ارشد. دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم اجتماعی، گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، اردبیل،

ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۱۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۲۳

چکیده:

مراکز امدادرسانی و اورژانس به‌عنوان مکانی جهت استقرار و انتظار خودروهای امداد و نجات، ازجمله مراکز مهم و حیاتی خدمات‌رسانی هستند که نقش مهمی را در تأمین ایمنی و آسایش شهروندان و توسعه اقتصادی - اجتماعی شهرها ایفا می‌کنند. بدیهی است که خدمات‌رسانی به‌موقع و مطمئن توسط این مراکز، مستلزم آرایش مناسب فضایی آن‌ها و مسیریابی بهینه سرویس‌های امدادرسانی و اورژانس در حدفاصل بین محل پایگاه اورژانس تا محل حادثه و محل حادثه تا محل بیمارستان می‌باشد. در تحقیق حاضر با انتخاب شهر سنندج به‌عنوان مطالعه موردی، سعی شده است ضمن استفاده عملیاتی از قابلیت‌های تحلیل شبکه در محیط ArcGIS، به ارائه الگوی مناسب در ساماندهی فضایی مراکز امدادرسانی اورژانس در این شهر پرداخته شود. در همین راستا ابتدا به آماده‌سازی و پردازش داده‌ها و لایه‌های اطلاعاتی مورد استفاده در فرایند تحلیل شبکه همچون طول مسیر، سرعت مسیر، یک‌طرفه و دوطرفه بودن مسیر، تقاطع‌های غیر همسطح، و موقعیت پایگاه‌های اورژانس در سطح شهر، در محیط ArcGIS پرداخته شده و بعد از ایجاد Dataset مربوطه، به بارگذاری آن‌ها در چهارچوب مدل تحلیل شبکه به‌عنوان یک مدل قابل اجرا و نمایش در محیط ArcGIS اقدام شد. طبق نتایج حاصل از پژوهش، عواملی چون وجود محدوده‌های ترافیکی، کمبود مراکز امدادرسانی و همچنین عدم مکان‌گزینی مطلوب مراکز امدادرسانی موجود؛ باعث می‌شود عملکرد مراکز اورژانس در خدمات‌رسانی در حوزه فعالیت خود با ضعف همراه باشد. در برآیند اجرای تحقیق، ضمن ارائه الگوی بازنمایی شده از مسیرهای مناسب و تعیین پایگاه‌های ارجحیت دار برای اعزام واحدهای امدادی به محل حادثه در حداقل زمان ممکن، نواحی واقع در خارج از شعاع عملکرد بهینه پایگاه‌های اورژانس، مشخص شده و با توجه به آن موقعیت‌های بهینه برای استقرار واحدهای اورژانس، در راستای پوشش خدمات امدادرسانی، در آستانه‌های زمانی تعیین شده مشخص گردیدند.

کلید واژه: مراکز اورژانس، سیستم اطلاعات جغرافیایی، تحلیل شبکه، شهر سنندج

۱- مقدمه:

امروزه اهتمام به مسئله ایمنی در شهرها و تجهیز شهرها به نظام سرویس‌های اورژانس و آتش‌نشانی از ملزومات توسعه پایدار است تا در پرتو آن، امکان ادامه عملکردهای حیاتی هنگام وقوع سوانح و حوادث برای شهرها امکان‌پذیر باشد. این امر جز با برنامه‌ریزی هدفمند و مناسب امکان‌پذیر نخواهد بود (زنگی‌آبادی و همکاران، ۱۳۸۸: ۲). بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی در رابطه با بیش از پنج میلیون نفری که سالانه جان خود را از دست داده و بیشتر از صد میلیون نفری که سالانه دچار معلولیت می‌شوند علل اصلی را می‌توان در صدمات ناشی از خشونت، تصادفات جاده‌ای، سوختگی و غرق شدن جستجو کرد ضمن آنکه بیش از (۹۰٪) از این مرگ‌ومیر و معلولیت در کشورهای با درآمد کم و متوسط اتفاق می‌افتد (W.H.O, 2007: 19). در هر ۲۴ ساعت ۷۲ نفر و در سال نزدیک به ۲۶ هزار نفر در ایران در اثر تصادف جان خود را از دست می‌دهند و علاوه بر این درصد مرگ‌ومیر ناشی از بیماری‌های قلبی- عروقی در دهه اخیر به شدت افزایش یافته و تقریباً ۴۰ درصد تمام مرگ‌ومیرها را در برمی‌گیرد (عصارودی، ۱۳۸۷). با توجه به آمار تکان‌دهنده مذکور که با رشد شتابان شهری، فراوانی رو به رشدی را در شهرها به نمایش می‌گذارد، اهمیت ساماندهی سرویس‌های امدادرسانی و خدمات فوریت‌های پزشکی^۱، بیش‌ازپیش نمایان می‌شود. در غیر این صورت متحمل شدن تبعات منفی ناکارآمدی سرویس‌های اورژانس که دیر رسیدن امدادگران اورژانس به بالین بیماران و مصدومان از مصادیق بارز این روند است امری اجتناب‌ناپذیر خواهد بود.

مراکز امدادرسانی و اورژانس به‌عنوان مکانی جهت استقرار و انتظار خودروهایی امداد و نجات، از جمله مراکز مهم و حیاتی خدمات‌رسانی هستند که نقش مهمی را در تأمین ایمنی و آسایش شهروندان و توسعه اقتصادی- اجتماعی شهرها ایفا می‌کنند. بدیهی است که خدمات‌رسانی به موقع و مطمئن توسط این مراکز، مستلزم آرایش مناسب فضایی آن‌ها و مسیریابی بهینه سرویس‌های امدادرسانی و اورژانس در حدفاصل بین محل پایگاه اورژانس تا محل حادثه و محل حادثه تا محل بیمارستان می‌باشد. در این میان انتظار بر این است استفاده از قابلیت‌های تحلیل شبکه مبتنی بر GIS در امر ترافیک و حمل‌ونقل شهری بالأخص ناوبری سرویس‌های امدادرسانی و اورژانس بتواند در عینیت‌بخشی به ناوبری و هدایت سرویس‌های اورژانس در کوتاه‌ترین مسیر به لحاظ زمانی، ارجاع مراکز حادثه به نزدیک‌ترین واحد اورژانس، تعیین شعاع خدمات‌رسانی مراکز اورژانس در سقف‌های زمانی موردنظر برای امدادرسانی، و مشخص کردن محدوده‌های خارج از شعاع خدمات‌رسانی بهینه واحدهای اورژانس در سقف زمانی تعیین شده به‌عنوان پیش درآمدی بر چیدمان مکانی - فضایی پایگاه‌های اورژانس پیشنهادی، تأثیر بسزایی داشته باشد.

با توجه به قابلیت‌های استفاده‌ی عملیاتی تحلیلی شبکه بر مبنای GIS، در تحقیق حاضر سعی شده است با انتخاب شهر سنندج به‌عنوان مطالعه موردی، کارایی تحلیلی شبکه مبتنی بر ArcGIS در ارائه الگوی مناسب پوشش دهی

¹ Emergency Medical Services

خدمات اورژانس در سطح شهر مورد آزمون قرار گیرد. شهر سنندج به‌عنوان مرکز استان کردستان در چند سال اخیر به دلیل عواملی از قبیل مهاجرت‌های روستا شهری و رشد طبیعی جمعیت، با افزایش نسبتاً سریع جمعیت و رشد فیزیکی بی‌برنامه در مناطق شهری مواجه بوده است. در عطف به ادبیات برنامه‌ریزی شهری، عقیده بر این است که اگر شتاب افزایش جمعیت شهری بیش از شتاب افزایش ظرفیت جمعیت‌پذیری شهر باشد، مسائل شهری رو به وخامت نهاده و ضعف در ارائه خدمات مناسب به شهروندان خودنمایی می‌کند. یکی از موارد قابل‌طرح از این خدمات که در تحقیق حاضر مدنظر قرار دارد، خدمات امداد رسانی و اورژانس می‌باشد که بر مبنای وضعیت چیدمان مکانی - فضایی سرویس‌های امداد رسانی و اورژانس، کیفیت خدمات این مراکز و بازه زمانی معمول در انجام عملیات اورژانس، می‌توان میزان کارآمدی این فقره از خدمات را مورد بررسی قرارداد. اهمیت توجه به مؤلفه‌های فوق‌الذکر در شهر سنندج را می‌توان در عطف به تعدد سوانح اورژانسی در این شهر، امری اجتناب‌ناپذیر تلقی کرد (جدول ۱). تعلق در تحقق این هدف موجب می‌شود آسیب دیدگان نیز به دلیل نبود امکانات مؤثر در لحظات حساس پس از حادثه (و یا تصادف)، حیاتشان به مخاطره افتاده، یا دچار ضایعات جبران‌ناپذیر معلولیت‌های جسمی بشوند. بنابراین این تحقیق در عرصه ارائه الگوی مناسب پوشش دهی ترافیکی و استفاده عملیاتی از قابلیت‌های تحلیل شبکه در این رابطه که در مقاله حاضر مورد توجه قرار گرفته است به‌عنوان پیش مقدمه‌ای بر اقدامات عملی، می‌تواند از اهمیت قابل توجهی برخوردار باشد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
 پرتال جامع علوم انسانی

جدول شماره ۱. تعداد و نوع حوادث اورژانسی در شهر سنندج از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۰

سال	نوع حادثه					
	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰
تصادفی	۵۳	۶۳	۷۱	۸۳	۸۱	۴۷
	۱	۲	۴	۳	۲	۲
	۲	۳	۳	۱	۴	۶
	۱۵۱	۱۶۳	۱۸۱	۲۰۹	۲۲۱	۲۷۱
	۸۴۷	۷۹۸	۸۷۱	۸۹۱	۹۷۱	۱۰۱۲
	۱۰۵۴	۱۰۲۷	۱۱۳۰	۱۱۸۷	۱۲۷۹	۱۳۳۸
غیر تصادفی	-	۱	-	-	-	-
	۱	۳	۱	۲	۲	۳
	۲۱۱	۱۸۱	۲۱۵	۲۷۱	۲۷۷	۲۸۲
	۸	۴	۱۰	۱۱	۱۱	۱۴
	۴۸	۳۶	۵۷	۶۳	۶۱	۶۹
	۱۶۱	۱۷۸	۱۸۳	۱۹۳	۲۲۱	۲۷۱
	۲۷۴	۱۷۳	۲۸۱	۲۴۹	۲۵۳	۲۷۴
	۷۸	۷۳	۸۸	۸۷	۷۹	۷۷
	۸۱۶	۸۳۲	۸۲۱	۸۳۱	۸۴۳	۸۵۳
	۲۷۱۱	۳۱۴۹	۲۹۵۸	۳۰۳۸	۳۰۵۱	۳۱۲۴
	۴۳۰۸	۴۶۳۱	۴۶۴۱	۴۷۴۴	۴۷۹۸	۴۹۶۷
	-	۵۳۶۲	۵۶۵۸	۵۷۷۱	۶۰۷۷	۶۳۰۵
	جمع کل	مأموریت				

مأخذ: مرکز مدیریت فوریت‌های پزشکی شهر سنندج، ۱۳۹۰

۲- بررسی پیشینه تحقیق:

در سالهای گذشته در عرصه‌ی ساماندهی مکانی - فضایی مراکز امداد رسانی مطالعات چندی صورت گرفته است. از جمله این تحقیقات که در غنای پایه‌های نظری تحقیق حاضر، نقش مؤثری داشتند می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

کوتان پانیچ و همکاران^۱ (۲۰۰۵) در طی یک کار پژوهشی، با استفاده از یک سیستم جامع یکپارچه متشکل از کامپیوترهای همراه، GIS و GPS، نقش و کارکرد تلفیق این تکنولوژی‌ها در کنترل و مدیریت سیستم اطلاعات امداد رسانی را مورد مطالعه قرار داده‌اند. گانشکومار و رامش^۳ (۲۰۱۰) با انتخاب شهر مودورایی واقع در کشور

¹ Kowtanapanich & et al

³ Ganeshkumar & Ramesh

یونان به عنوان مطالعه موردی، با قابلیت‌های GIS، مدیریت و کنترل واکنش به سوانح اورژانسی را مورد بررسی قرار دادند. تشکیل پایگاه اطلاعات شبکه حمل و نقل، تعیین موقعیت محل سوانح و پایگاه‌های امداد رسانی و همچنین تعیین مسیر خودروهای امداد رسانی از موضوعات مطالعاتی مورد توجه در این پژوهش بوده است. جپینگ و همکاران^۴ (۲۰۱۰) در پژوهشی در خصوص بررسی نحوه مدیریت اطلاعات اورژانسی، در جهت ارتقای عملکرد مطلوب خدمات امداد رسانی؛ قابلیت‌ها و نحوه استفاده از فن‌آوری‌های نوین GIS و GPS و RS (3S) در مدیریت اطلاعات جغرافیایی سوانح اورژانسی را مورد مطالعه قرار داده‌اند. وانگ و لی^۵ (۲۰۱۰) در پژوهش خود با یک مدل پویا برای مسیریابی بهینه سرویس‌های امداد رسانی و اورژانسی بر اساس اطلاعات آنلاین، راهکارهای مطلوبی برای مسیریابی بهینه و سایل نقلیه امداد رسانی ارائه داده‌اند. هامدان و همکاران^۶ (۲۰۱۱) کاربرد سامانه‌های GIS و GPS در کنترل ترافیک و مدیریت سوانح اورژانسی در مالزی را مورد مطالعه قرار داده‌اند. هدف اصلی از این پژوهش به کارگیری سامانه‌های مذکور توسط کاربران عملیات امداد و نجات به منظور کاهش زمان رسیدن به محل سوانح اورژانسی و همچنین کنترل تصادفات خودروها و ترافیک شهری بوده است.

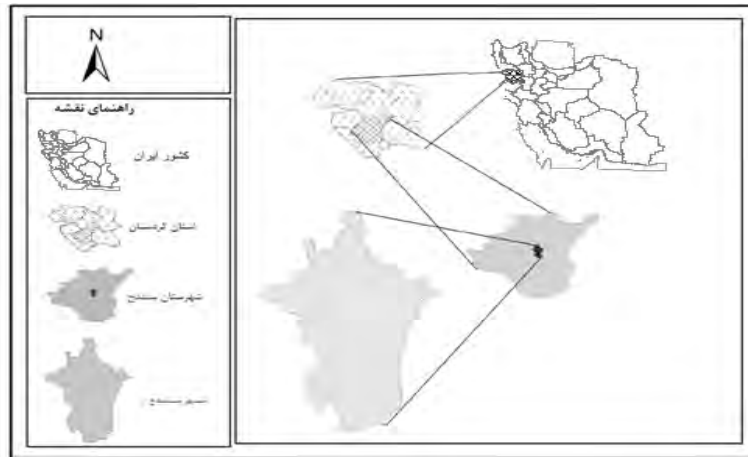
۳- محدودۀ مورد مطالعه:

شهر سنندج بین مدارهای ۱۶° ۳۵' تا ۲۱° ۳۵' عرض شمالی و ۴۶° ۵۷' تا ۴۷° ۲' طول شرقی از نصف النهار گرینویچ با ارتفاع متوسط ۱۵۳۵ از سطح دریا قرار گرفته است. در شکل (۱) موقعیت جغرافیایی محدودۀ مورد مطالعه نشان داده شده است. این شهر در دو دهه‌ی اخیر شاهد تحولات چشمگیری چه از نظر وسعت، چه از نظر جمعیت و چه از لحاظ تحولات کالبدی بوده است. شبکه خیابان‌های موجود در شهر، به صورت شطرنجی به شکل کمابیش نامنظم است که یکی از علل اصلی این نامنظمی را می‌توان در وضعیت توپوگرافی شهر جستجو کرد. شبکه معابر اتومبیل‌رو در سنندج دارای ویژگی‌های متفاوتی است به طوری که معابر اتومبیل‌رو اولیه شهر، اگرچه در زمان شکل‌گیری به دلیل محدود بودن تعداد وسایل نقلیه با مشکل روبه‌رو نگشته است، اما متعاقب رشد و گسترش شهر و افزایش وسایل نقلیه با مشکلاتی در زمینه‌ی پایین آمدن سطح سرویس شبکه معابر دچار شده‌اند. این موضوع مشکلات ترافیکی زیادی در شبکه معابر شهر به وجود آورده است و ناگزیر بسیاری از خیابان‌های شهر در چند سال اخیر به صورت یک‌طرفه تعریف شده‌اند. به علاوه کندی معابر جدید و عدم کفایت معابر موجود موجب ناهماهنگی در نقش و کارکرد فعلی عمده معابر شهر دارد، که در مجموع عوامل مذکور اختلال امداد رسانی به محل حادثه را شدیدتر می‌سازند.

⁴Japing & et al

⁵ Wang & Li

⁶ Hamadan & et al



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه (شهر سنندج)

جمعیت شهر سنندج با توجه به آخرین سرشماری کشوری در سال ۱۳۹۵، بالغ بر ۴۱۴۰۶۹ نفر است. در این شهر به دلایل متعددی همچون تصادفات، سقوط، سوختگی، بیماری‌های قلبی و عروقی و غیره سالانه بیشتر از ۶۰۰۰ مورد حوادث اورژانس رخ می‌دهد. با توجه به آمار موجود شهر سنندج در مقطع سال ۱۳۹۱ دارای ۵ پایگاه اورژانس بود که با ۴۱ نفر نیرو و ۸ دستگاه آمبولانس خدمات امداد را انجام می‌داد که با توجه به استاندارد کشوری (به ازای هر ۵۰۰۰۰ نفر یک پایگاه) و رشد روزافزون جمعیت شهری نیاز به ۳ پایگاه فوریت پزشکی دیگر بود.

۴- روش‌شناسی تحقیق:

رویکرد اصلی در پژوهش حاضر تو صیفی - تحلیلی و نوع آن کاربردی است. اطلاعات مورد نیاز پژوهش با استفاده از منابع کتابخانه‌ای، اسنادی، پایگاه‌های اینترنتی، دستگاه GPS و نیز با مراجعه به سازمان‌های شهرداری، مرکز مدیریت فوریت‌های پزشکی و اداره راه و شهرسازی شهر سنندج به دست آمده است. نرم‌افزارهای مورد استفاده در این پژوهش به تناسب کاربرد عبارت‌اند از: نرم‌افزار Excel برای ترسیم نمودارها و انجام محاسبات کمی و نرم‌افزار ArcGIS برای ایجاد بانک‌های اطلاعاتی، ذخیره سازی و مدیریت داده‌ها و در نهایت تجزیه و تحلیل و خروجی نقشه‌های نهایی می‌باشند. استفاده عملیاتی از تحلیل شبکه در محیط ArcGIS، از محورهای اصلی رویکرد متدولوژیکی مقاله حاضر است. در پژوهش حاضر، شبکه مجموعه‌ای از مکان‌های جغرافیایی است که به وسیله تعدادی از مسیرها با همدیگر ارتباط دارند. در مطالعه تحلیل شبکه، داده‌ها معمولاً به دو صورت - گره‌ها و لبه‌ها - که عناصر کلیدی شبکه را تشکیل می‌دهند نمایش داده می‌شوند. لبه‌ها همان حد واسط گره‌ها و گره‌ها نیز از تقاطع دو یا چند مسیر حدفاصل بین گره‌ها تشکیل می‌شوند (Porta, 2005:7). با استفاده از تحلیل شبکه می‌توان بسیاری از مسائل مرتبط با شبکه‌های ارتباطی و یا شهری نظیر خیابان‌ها،

رودخانه‌ها، شبکه‌های آب، برق و غیره را تحلیل نمود. پیدا کردن مسیر بهینه جاده، یافتن مؤثرترین روند جابجایی و یا تعریف سطح سرویس‌دهی بر اساس زمان مسافرت از جمله مواردی است که با این برنامه قابل حل می‌باشد (مطیعی، ۱۳۸۴: ۱۶). عمده‌ترین قابلیت‌های تحلیل شبکه که در پژوهش حاضر به آن‌ها پرداخته شده و نمود عینی آن‌ها عملیاتی شده عبارت‌اند از:

الف- یافتن بهترین مسیر^۷: بهترین مسیر در تحلیل شبکه، سریع‌ترین مسیر، کوتاه‌ترین مسیر و همچنین مسیری است که کمترین هزینه را در برداشته باشد. این مسیر می‌تواند شامل یک مبدأ و یک مقصد باشد و همچنین مناطقی در مسیر عبور را در برمی‌گیرد. برای این منظور باید مبدأ و مقصد و محل‌های عبور برای کاربر، مشخص باشد (فرج‌زاده و حکیمی، ۱۳۸۴: ۵۷).

ب- تخصیص منابع و تعیین محدوده خدمات سرویس‌دهی^۸: منابع در امتداد پدیده‌های خطی و برحسب ملاک‌های مختلف مانند فاصله و زمان از هر مرکز و ظرفیت کل آن‌ها به هر مرکز تخصیص داده می‌شوند (حسینی، ۱۳۷۸: ۱۷). در یافتن محدوده خدمات سرویس‌دهی در محیط تحلیل شبکه؛ پلی‌گونی دور خدمات خاص نظیر (ایستگاه آتش‌نشانی، پایگاه اورژانس و...) ترسیم می‌کند و بر اساس زمان تعریف شده و محدودیت دسترسی‌ها محدوده خدمات‌رسانی آن را مشخص می‌نماید (محمودزاده، ۱۳۸۹: ۱۰۵).

ج- یافتن نزدیک‌ترین امکانات^۹: این تحلیل، یک نوع خاص از مسئله مسیر بهینه است که هدف آن یافتن نزدیک‌ترین نقاط به مکان داده شده است. اصطلاح "به این نقاط (Facilities) و به مکان موردنظر برای ارائه سرویس به محل حادثه (event) گفته می‌شود. به‌عنوان نمونه در این برنامه مشخص می‌شود که کدام پایگاه اورژانس سریع‌تر می‌تواند اتومبیل امدادی خود را به مکان حادثه‌دیده برساند (فرج‌زاده و حکیمی، ۱۳۸۴: ۵۸).

در تحقیق حاضر در فرایند عملیاتی سازی تحلیل شبکه، ابتدا کلیه مسیرهای ارتباطی یا شبکه‌های دسترسی شهر در محیط ArcGIS رقومی و تهیه گردید (مسیر و جهت رقومی کردن معابر بر اساس جهات واقعی ترافیک در شهر صورت گرفت). در ادامه متوسط سرعت خودروها در دو ساعت پیک ترافیک، در خیابان‌های اصلی در نظر گرفته شد و با توجه به سرعت مجاز خودروها؛ متوسط سرعت اتومبیل در سایر سلسله‌مراتب معابر شهری نیز به دست آمد و به جدول اطلاعاتی شبکه معابر وارد گردید. سایر اطلاعات تکمیلی لایه شبکه معابر مانند یک‌طرفه یا دوطرفه بودن، سلسله‌مراتب شهر خیابان‌ها (خیابان اصلی، فرعی و کوچه‌ها)، طول و عرض مسیرها و وجود تقاطع‌های غیر هم‌سطح در پایگاه داده‌های توصیفی مربوط به شبکه دسترسی‌های شهر سنندج وارد گردید. سپس از تقسیم طول خیابان‌ها بر سرعت متوسط خیابان‌ها، مدت‌زمان هر مسیر به دست آمده و سیستم شبکه شهر با

⁷ Find Best Rout

⁸ Find Service Area

⁹ Find closet Facilities

اطلاعات موجود هو شمند گردید. بعد از تکمیل پایگاه اطلاعاتی برای اجرای آنالیز شبکه به ساخت شبکه یا ایجاد (Dataset) اقدام شد. در این مرحله تمام قوانین و محدودیت‌های مورد نیاز مدل تعریف می شوند و در نهایت با توجه به ضوابط و معیارهای نامبرده و بانک اطلاعاتی ایجاد شده بروی نقشه شبکه معابر؛ مدل تحلیل شبکه به صورتی که در ادامه به آن پرداخته می شود عملیاتی گردید. در شکل (۲) فرایند عملیاتی سازی تحلیل شبکه در محیط ArcGIS در جهت ناوبری و ساماندهی مکانی- فضایی مراکز اورژانس شهر سنندج نشان داده شده است.



شکل ۲. مراحل انجام کار مدل‌سازی تحلیل شبکه

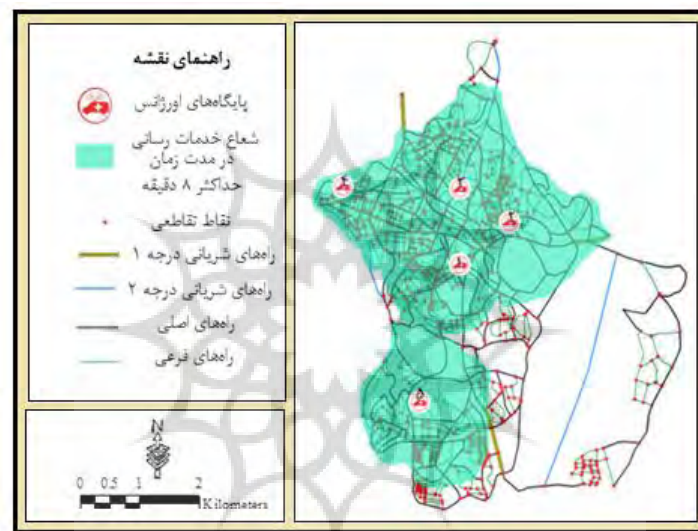
۵-بحث :

همان‌گونه که در معرفی مدل اشاره گردید در یک سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌توان انواع مختلفی از توابع مربوط به تحلیل شبکه را اجرا کرد. سه مورد از این توابع که در تحقیق حاضر بکار برده شده‌اند عبارت‌اند از: تعیین محدوده خدمات سرویس‌دهی، یافتن نزدیک‌ترین امکانات و یافتن بهترین مسیر که در ادامه به عملیاتی سازی

استفاده از هر یک از این توابع تحلیل شبکه در رابطه با خدمات رسانی مراکز امداد رسانی اورژانس در شهر سنندج پرداخته می شود.

تعیین محدوده خدمات سرویس دهی پایگاه های اورژانس

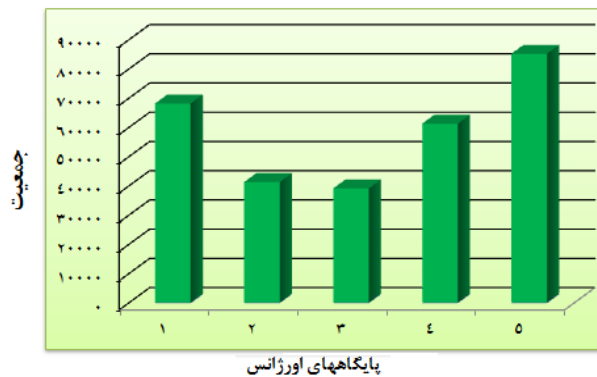
طبق استاندارد جهانی بهداشت، مدت زمان رسیدن آمبولانس به محل حادثه در کلان شهرها حدود ۱۰ دقیقه و در شهرهای کوچک تر ۸ دقیقه می باشد. در ایران نیز همین زمان به عنوان معیار استاندارد در نظر گرفته می شود (طحانیان و همکاران، ۱۳۸۵: ۲۲). با توجه به استاندارد مذکور در کشور و وسعت شهر سنندج در تحقیق حاضر زمان ۸ دقیقه به عنوان زمان استاندارد لحاظ شده است. یعنی با اعمال زمان ۸ دقیقه، شعاع خدمات رسانی و میزان مساحت تحت پوشش مراکز اورژانس محاسبه شد (شکل ۳ تا ۵).



شکل ۳. محدوده خدمات رسانی پایگاه های اورژانس در مدت زمان حداکثر ۸ دقیقه



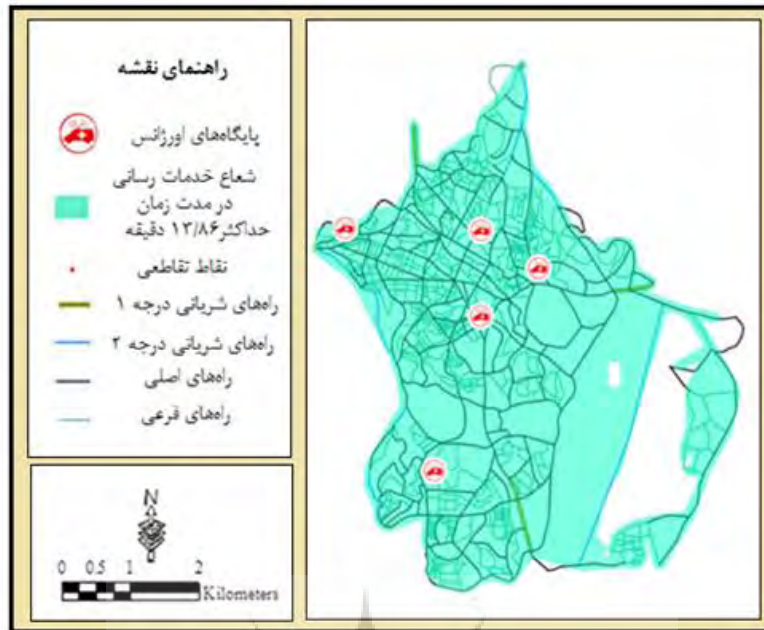
شکل ۴. میزان مساحت تحت پوشش خدمات رسانی پایگاه های اورژانس در مدت زمان ۸ دقیقه



شکل ۵. میزان جمعیت تحت پوشش خدمات رسانی پایگاههای اورژانس در مدت زمان ۸ دقیقه

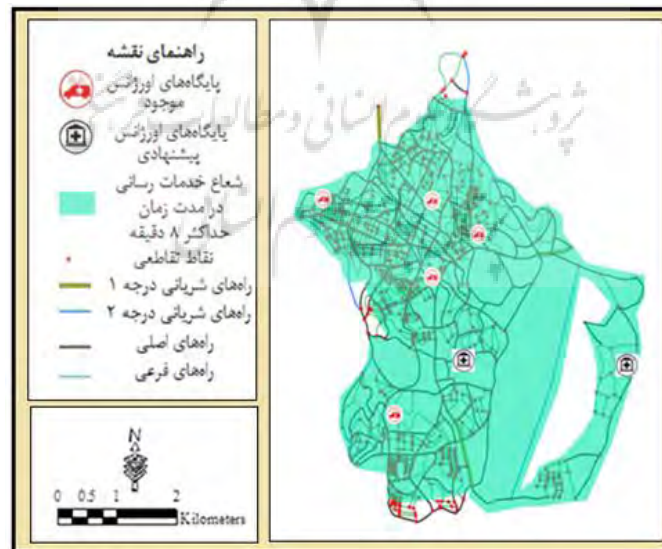
با توجه به شکل های (۳)، (۴) و (۵) و مطابقت آن ها با نقشه تراکم جمعیت در سطح شهر، چنین استنباط می شود که پایگاه های اورژانس ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ در مدت زمان استاندارد حداکثر ۸ دقیقه به ترتیب ۷۲۵/۳، ۷۸۷/۶، ۷۴۵/۵، ۶۳۵/۵، ۸۲۵/۳ هکتار و در مجموع ۳۷۱۹/۲ هکتار از کل مساحت شهر و نیز به ترتیب ۶۸۳۴۳، ۱۴۵۱، ۴۱۴۵۱، ۸۵۳۳۹، ۶۱۴۵۳، ۳۹۲۷۶ نفر و در مجموع ۲۹۵۸۶۲ نفر از جمعیت شهر را تحت پوشش خدمات رسانی خود قرار می دهند، اما از این مقدار حدود ۸۳۴/۷ هکتار و ۶۳۴۶۱ نفر در محدوده خدماتی مشترک پایگاه ها قرار دارد، بدین صورت که پایگاه های ۱ و ۲ با ۲۳۱/۶ هکتار و ۱۳۲۴۱ نفر، پایگاه های ۲ و ۳ با ۱۹۷/۴ هکتار و ۲۴۵۵۱ نفر، پایگاه های ۱ و ۳ با ۱۶۱/۹ هکتار و ۱۱۳۴۵ نفر، پایگاه های ۳ و ۴ با ۱۸۳/۶ هکتار و ۱۲۴۴۵ نفر و پایگاه های ۱ و ۴ با ۵۹/۸ هکتار و ۱۸۷۵ نفر در محدوده خدماتی مشترک پایگاه قرار دارند. بنابراین هرچند حدود ۹۵ درصد از فضای شهر و ۸۴/۵۳ درصد از جمعیت شهر تحت شعاع عملکرد پایگاه های اورژانس قرار دارد، اما در واقع حدود ۷۵ درصد از کل فضای شهر و ۶۶/۶ درصد از جمعیت موجود شهر جز خدمات رسانی مطلوب محسوب می شود.

در مرحله بعدی برای به دست آوردن مدت زمان شعاع عملکرد در رابطه با کل محدوده شهر توسط پایگاه های موجود، با افزایش زمان در نوار ابزار تحلیل شبکه، این مدت زمان محاسبه شد که در شکل (۶) خروجی حاصله نشان داده شده است.



شکل ۶. نقشه شعاع عملکرد نامطلوب پایگاه‌های اورژانس در مدت زمان ۱۳/۸۶ دقیقه

شکل شماره ۶ گویای آن است که با فرض افزایش حداکثر زمان خدمات‌رسانی به ۱۳/۸۶ دقیقه کل فضای شهر در محدوده خدمات‌رسانی پایگاه‌های موجود قرار می‌گیرد. مرحله آخر در تعیین محدوده خدمات‌رسانی پایگاه‌های اورژانس، پایگاه‌های پیشنهادی در سطح شهر می‌باشد. در این مرحله به دلیل عدم پوشش دهی کل فضای شهر توسط پایگاه‌های موجود؛ ۲ پایگاه دیگر با فرض تحقق پوشش دسترسی در مدت زمان ۸ دقیقه، پیشنهاد شده است (شکل ۷).



شکل ۷. پایگاه‌های پیشنهاد شده و محدوده آن‌ها خدمات‌رسانی در مدت زمان حداکثر ۸ دقیقه

یافتن نزدیک‌ترین تسهیلات

۴- این امکان وجود دارد که نزدیک‌ترین مسیر بین دو نقطه عرضه (پایگاه اورژانس) و تقاضای خدمات (محل‌های وقوع حوادث) به‌عنوان بهترین مسیر مطرح باشد، ولی عکس این قضیه صادق نیست؛ چراکه نزدیک‌ترین مسیر می‌تواند به علت داشتن تقاطع‌ها، گره‌ها، مشخصات فیزیکی راه‌ها و غیره، زمان بیشتری را برای حرکت خودروهای امدادرسائی به خود اختصاص دهد. جهت انتخاب نزدیک‌ترین مسیر می‌توان از تابع مربوط به پیدا کردن نزدیک‌ترین تسهیلات در تحلیل شبکه استفاده کرد. در مقاله حاضر با مراجعه به پایگاه‌های اورژانس و مصاحبه با امدادگران پایگاه‌ها و همچنین مصاحبه با مأموران اداره راهنمایی و رانندگی، بیشترین محل وقوع سوانح اورژانسی و تصادفات شناسایی شده و با بازنمایی نقاط شناسایی شده در محیط ArcGIS، نقشه پراکندگی نقاط با فراوانی بالاتر وقوع سوانح اورژانسی تهیه شد. در ادامه با آنالیز پیدا کردن نزدیک‌ترین تسهیلات در محیط تحلیل شبکه، نزدیک‌ترین پایگاه‌ها به محل سانحه مشخص شدند. در شکل (۸) و جدول (۲) خروجی حاصل از یافتن نزدیک‌ترین پایگاه‌های اورژانس و نتایج حاصل از آن نشان داده شده است.



شکل ۸. نقشه یافتن نزدیک‌ترین پایگاه به محل وقوع سوانح اورژانسی

جدول ۲. نتایج آنالیز پیدا کردن نزدیک‌ترین پایگاه‌ها و مسیرها به نقاط حادثه‌خیز

محل حادثه	نزدیک‌ترین پایگاه	مسیرهای طی شده (۱)	زمان (دقیقه)	طول (متر)
خ ارشاد (A)	۳ و ۲، ۱	خ کمالی، سید قطب، ۲۸ دی، خ کمالی	۳/۹۱	۱۶۵۴/۴۵
کوچه طلوع (B)	۲ و ۳، ۱	خ کمال الملک، چهل چشمه، قائم مقام، عدالت، میخک، طلوع	۳/۱۶	۱۵۴۶/۳۱
تقاطع کوچه ژاله ۲ (C)	۳ و ۱	خ لشکر، امام، بزرگی، مردوخ، ک ژاله ۱	۴/۸۳	۱۹۵۶/۴۷
خ لاله زار (E)	۱ و ۴	خ معلم، کمر بندی آیدر، بلوار ارتش	۵/۶۷	۲۴۵۶/۴۶
کوچه فردین (F)	۳ و ۲	خ عباس آباد، خیام، شهید پناهی	۶/۴۵	۲۹۵۶/۲۷
انتهای خ کوسه هجیب (G)	۵ و ۱	کما الملک، حافظ، امیر کبیر، صنوبر	۷/۴۳	۳۲۵۰/۴۶
انتهای خ گلستان ۷ (H)	۵	خ وفایی، خ نسیم، خ گلستان ۶	۵/۵۳	۲۸۷۱/۳۵
خ شادی (L)	خارج از شعاع خدمات رسانی مفید	-	-	-
ابوعلی سینا (K)	"	-	-	-
تقاطع خ زبویه و حجاب (D)	"	-	-	-

همان‌طور که در شکل (۸) و جدول (۲) مشاهده می‌شود از ۱۰ نقطه مشخص شده در سطح شهر که بیشترین سوانح در آنجا رخ می‌دهد، ۷ نقطه در مدت زمان حداکثر ۸ دقیقه خدمات رسانی، دارای مطلوبیت بوده و ۳ نقطه نیز خارج از شعاع عملکرد مفید پایگاه‌ها در مدت زمان تعیین شده قرار دارند. در جدول (۲) نزدیک‌ترین پایگاه‌ها با در نظر گرفتن ظرف زمانی ۸ دقیقه به ترتیب آورده شده است. به‌عنوان مثال نزدیک‌ترین پایگاه به محل حادثه در خیابان ارشاد، پایگاه شماره یک می‌باشد اما مواقعی که این پایگاه قادر به خدمات رسانی نباشد، پایگاه شماره ۲ و ۳ به ترتیب در اولویت‌های بعدی قرار دارند.

آنالیز یافتن بهترین مسیر:

نظر به توسعه شهر، تراکم، تنوع، پیچیدگی و پویایی شبکه‌های حمل و نقل و نیاز مسافران و امدادگران در زمینه دسترسی به اطلاعات مسیرها و پیدا کردن بهترین مسیر، امری ضروری می‌باشد. در این رابطه، پیدا کردن بهترین مسیر بین دو یا چند محل یکی از آنالیزهای تحلیل شبکه می‌باشد که بهترین مسیر می‌تواند در حالت‌های مختلف معانی مختلف داشته باشد. در تحقیق حاضر برای مسیریابی در ارتباط با پایگاه‌های اورژانس، ابتدا ۶ نقطه در نقاط مختلف شهر به عنوان محل حادثه فرضی انتخاب شدند و در ادامه با استفاده از تابع مربوطه به تعیین مسیر بهینه در حرکت از پایگاه‌های اورژانس به سمت نقاط مذکور پرداخته شد. در فرایند انتخاب مسیر، با فرض وجود مانع در مسیر اول؛ مسیر بعدی که از لحاظ نزدیکی در اولویت دوم می‌باشد مشخص می‌شود. در شکل (۹) و جدول (۳) مسیریابی پایگاه‌های اورژانس و نتایج حاصل از آن نشان داده شده است.



شکل ۹. نقشه مسیریابی بهینه پایگاه‌های اورژانس

جدول ۳. نتایج مسیریابی بهینه پایگاه‌های اورژانس برای چند تا محل حادثه در سطح شهر

محل حادثه	مسیرهای طی شده		زمان (دقیقه)	مسافت (متر)	پایگاه‌های اورژانس
تقاطع بلوار معلم (A)	مسیر اول	خ عباس‌آباد، بلوار حسینی، بلوار معلم	۹/۴۵	۳۹۵۰/۳۸	۲
	مسیر دوم	خ طالقانی، بلوار معلم، خ حجاب	۱۰/۱۵	۳۷۵۰/۵۶	۳
خیابان سعادت (B)	مسیر اول	بلوار توحید، خ لاله‌زار، خ ژاله، خ وحدت	۹/۱۵	۳۶۵۵/۶۱	۱
	مسیر دوم	خ پاسداران، خ هنرستان، خ شادی، خ وحدت	۹/۸۵	۳۷۴۱/۳۷	۱
خیابان امیرکبیر (C)	مسیر اول	کمال‌الملک، خ نیشاپوری، خ سعدی، خ امیرکبیر	۷/۸۶	۲۸۵۶/۵۳	۱
	مسیر دوم	خ کمال‌الملک، قائم‌مقام، خ چهل چشمه، خ امیرکبیر	۸/۲۶	۲۹۷۶	۱
خیابان یاسمن (D)	مسیر اول	خ هاوین، بلوار جانبازان، گلپهار، بهادری، یاسمن	۱۳/۵۱	۷۳۴۰/۳۲	۲
	مسیر دوم	خ هاوین، بلوار جانبازان، گلپهار، صنم، یاسمن	۱۳/۹۷	۷۳۸۳/۴۳	۲
تقاطع خ مروارید (E)	مسیر اول	خ عدالت، استاد حمیدی، امام غزالی	۹/۸۶	۳۲۳۵/۱۴	۵
	مسیر دوم	عدالت، سعیدی، ۱۲ افروزدین	۱۰/۲۵	۳۴۴۷/۶۵	۵
خیابان لاله‌زار (F)	مسیر اول	وحدت، ژاله، هنرستان، توحید	۱۰/۲۵	۳۲۷۱/۳۲	۱
	مسیر دوم	ژاله، هنرستان، دیدگاه، پاسداران، بتوحید	۱۱/۲۷	۳۴۵۱/۳۴	۱

همانطور که در شکل (۹) مشاهده می‌شود در صورت وجود مانع (بالا بودن حجم ترافیک، بسته بودن مسیر و غیره) در مسیرهای با اولویت اول (مسیرهای مشخص شده با خط قرمز پر رنگ) که با علامت ضرب (X) نشان داده شده‌اند، یک مسیر دیگر جایگزین که با خط مشکی پررنگ مشخص شده است در نظر گرفته می‌شود. در واقع در اینجا برای هر نقطه حادثه‌خیز دو بار مسیریابی بهینه صورت گرفته است. در جدول (۳) نتایج آنالیز مسیریابی بهینه در رابطه با ۶ محل حادثه فرضی که امکان وقوع حادثه در آنجا وجود دارد نشان داده شده است. در این جدول منظور از مسیرهای اول و دوم به ترتیب نزدیک‌ترین مسیرها به محل حادثه در اولویت اول و نزدیک‌ترین مسیرها به محل سانحه در اولویت دوم در صورت مسدود بودن مسیر اول می‌باشد.

۶- نتیجه‌گیری:

🔍 یافته‌های حاصل از تعیین محدوده خدمات‌رسانی

با اعمال شعاع عملکردی و اجرای تحلیل فوق‌الذکر، نتیجه خروجی به صورت یک عارضه پلی گونی حاصل گردید که نتایج حاصله را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

در تعیین نواحی خدمات‌رسانی مراکز اورژانس که با احتساب زمان مفید ۸ دقیقه اجرا شد، مشخص شد که از نظر میزان مساحت تحت پوشش، پایگاه‌های ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ به ترتیب در ۷۲۵/۳، ۷۸۷/۶، ۷۴۵/۵، ۶۳۵/۵، ۸۲۵/۳ هکتار و در مجموع در ۳۷۱۹/۲ هکتار از کل مساحت شهر خدمات ارائه می‌دهند اما از این مقدار حدود ۸۳۴/۷ هکتار در محدوده خدماتی مشترک پایگاه‌ها قرار دارند. از نظر میزان پوشش‌دهی جمعیت نیز مشخص شد که هر یک از پایگاه‌های نامبرده به ترتیب به ۸۵۳۳۹، ۶۱۴۵۳، ۳۹۲۷۶، ۶۸۳۴۳، ۴۱۴۵۱ نفر و در مجموع به ۲۹۵۸۶۲ نفر از جمعیت شهر خدمات‌رسانی ارائه می‌کنند. اما از این مقدار نزدیک ۶۳۴۶۱ نفر در محدوده مشترک پایگاه‌ها قرار دارند. بنابراین ۲۵ درصد از محدوده و ۳۰ درصد از جمعیت شهر، خارج از محدوده خدمات‌رسانی پایگاه‌های اورژانس در زمان تعریف شده در روش، قرار می‌گیرند. به دلیل عدم پوشش دهی کل محدوده شهر در زمان مطلوب ۸ دقیقه، دو پایگاه دیگر در شرق و جنوب شرقی شهر پیشنهاد شده است که با احتساب پایگاه‌های موجود حدود ۹۷ درصد از محدوده و جمعیت شهر در محدوده خدماتی مفید پایگاه‌ها قرار خواهد گرفت.

یافته‌های حاصل از آنالیز پیدا کردن نزدیک‌ترین تسهیلات

از آنالیز پیدا کردن نزدیک‌ترین امکانات (پایگاه‌های اورژانس) می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که از ۱۰ محل پر سانحه شهر، ۷ نقطه در مسیرهای خیابان ارشاد، کوچه طلوع، کوچه ژاله، خیابان لاله‌زار، کوچه فردین، انتهای خیابان کوسه هجیج و انتهای خیابان گلستان قرار گرفته‌اند که نزدیک‌ترین مراکز اورژانس به آنها به ترتیب شامل پایگاه‌های (۱، ۲ و ۳)، (۱، ۲ و ۳)، (۱ و ۳)، (۱ و ۴)، (۲ و ۳)، (۱ و ۵) و (۵) می‌باشند و در مدت زمان مطلوب حداکثر ۸ دقیقه تحت پوشش خدمات‌رسانی قرار می‌گیرند. ۳ نقطه پر سانحه دیگر شامل تقاطع خیابان زیویه، خیابان شادی و خیابان ابوعلی سینا می‌باشند که موقعیت آنها در محدوده خدمات‌رسانی پایگاه‌های موجود در مدت زمان مفید تعیین شده، قرار نگرفت.

یافته‌های حاصل از آنالیز مسیریابی بهینه

برای مسیریابی پایگاه‌های اورژانس با تعیین ۶ نقطه حادثه فرضی، آنالیز مسیریابی بهینه صورت گرفت که نتایج آن بدین صورت می‌باشد؛ از ۶ نقطه محل سانحه، در یک نقطه با مدت زمان ۷/۵۶ دقیقه (زمان مطلوب) و در ۵ نقطه دیگر بین ۹/۱۵ تا ۱۳/۵۱ دقیقه خدمات ارائه می‌شود. لازم به ذکر است محل حوادث اعمال شده در مسیریابی بهینه پایگاه‌های امداد رسانی به عنوان نمونه و جهت تفهیم موضوع انجام شده است و در صورت لزوم برای سایر نقاط حادثه در سطح شهر به همین روال می‌توان مسیریابی بهینه انجام داد.

در جمع‌بندی یافته‌های حاصل از بهره‌گیری از قابلیت‌های تحلیل شبکه در موضوع مورد بررسی، می‌توان گفت که به دلیل موردهای ترافیکی از قبیل یک‌طرفه بودن مسیرها، تقاطع‌ها، گره‌ها و سایر محدودیت‌های ترافیکی، کمبود

مراکز امدادرسانی و همچنین مسایل مرتبط با مکان‌گزینی مراکز امدادرسانی در وضع موجود؛ فاصله پایگاه‌های اورژانس تا محل حوادث و سوانح در بعضی محدوده‌ها زیاد بوده و می‌تواند مسایلی در جهت خدمات بهینه مراکز امدادرسانی موجود برای شهروندان در شهر سنندج بوجود آورد. نهایتاً با بهره‌گیری از قابلیت‌های مدل تحلیل شبکه می‌توان با امکانات موجود، نزدیک‌ترین مراکز امدادرسانی و بهترین و کوتاه‌ترین مسیرها را به محل حادثه تعیین کرد و برای محدوده‌هایی که در خارج از شعاع مناسب عملکرد پایگاه‌های اورژانس در مدت زمان تعیین شده هستند، تدبیری اندیشید. بنابراین به‌کارگیری این مدل در مدیریت خدمات شهری از جمله مراکز امدادرسانی می‌تواند مفید باشد. با توجه به نتایج حاصل از تحقیق می‌توان پیشنهادات زیر را ارائه داد:

- ◀ با عنایت به قابلیت‌های مدل تحلیل شبکه به‌عنوان یک مدل قابل اجرا و نمایش در زمینه کاربردی از GIS؛ پیشنهاد می‌شود، استفاده از این روش در برنامه‌ریزی‌های مربوط به مراکز امدادرسانی به‌ویژه در پیدا کردن بهترین مسیر، یافتن نزدیک‌ترین تسهیلات و شناسایی محدوده مناسب خدمات‌رسانی این مراکز با جزئیات بیشتر و داده‌های تفصیلی‌تری دنبال شود.
- ◀ با توجه به تأثیر بسیار مهم زمان در به حداقل رساندن تلفات و عوارض جانی ناشی از سوانح؛ لازم است که مدیران شهری و مسئولان ذی‌ربط بر اساس شاخص‌ها و معیارهای تعریف‌شده و موقعیت مطلوبی که برای پایگاه‌ها در نظر گرفته می‌شود، به‌دور از ملاحظات اقتصادی نسبت به ایجاد و یا تجهیز پایگاه‌های اورژانس اقدام نمایند.
- ◀ برداشت اطلاعات زمان سفر به‌عنوان پارامتر مهم در ناوبری و ساماندهی پایگاه فوریت‌های پزشکی؛ بهتر است با جزئیات و دقت بیشتر در مسیرها و ساعات مختلف صورت گیرد تا بتوان در مسیرهای مختلف به تفکیک ساعات؛ مسیریابی بهینه‌ای را به انجام رسانید.

منابع

۱. زنگی‌آبادی، علی. نسترن، مهین، آقابابایی، محبوبه. (۱۳۸۸) کاربرد GIS در مدیریت سوانح و حوادث آتش - نشانی خمینی شهر، دروازه‌ای به سوی شهر الکترونیک، همایش سراسری سامانه اطلاعات مکانی (GIS)، تهران.
۲. سعدیان، ماشا...، امینی زاده، جواد (۱۳۹۰) مکان‌یابی ایستگاه‌های اورژانس شهری با استفاده از GIS و بهینه‌سازی شبکه خدمات امدادی، ماهنامه طاق، شماره ۵۰، خرداد و تیر ۱۳۹۰، صص ۹۷ - ۱۰۰.
۳. شفاهی، یوسف، کریمی و وزدعلیا، بهزاد (۱۳۸۵) یک مدل چندهدفه برای مکان‌یابی امکانات خدمات فوریت - های پزشکی در کلان‌شهرها، قابلیت دستیابی در سایت WWW.CIVILICA.cam.
۴. طحانیان، منصور. جنتی‌راد، حجت. اخوت، شهاب. زاهدی‌مهر، علیرضا (۱۳۸۵) میانگین زمان رسیدن به محل حادثه توسط کارکنان اورژانس پیش بیمارستانی در سطح استان گلستان طی سال ۱۳۸۵، مجله علمی دانشکده پرستاری و مامایی گرگان، دوره سوم، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۸۵، صص ۲۱ تا ۲۴.

۵. عصارودی، عبدالقادر(۱۳۸۷) علل دیر رسیدن اورژانس بر بالین بیماران از دیدگاه پرسنل اورژانس ۱۱۵ مشهد، فصلنامه علمی دنا، شماره ۱۲، پاییز و زمستان ۱۳۸۷ صص ۱۰-۱۶.
۶. فرج زاده، منوچهر، حکیمی، هادی(۱۳۸۴) تحلیل شبکه و کاربردهای آن در برنامه‌ریزی شهری، فصلنامه سپهر (سازمان جغرافیایی) سال هجدهم، شماره ۷۰، تابستان ۱۳۸۸، صص ۵۴-۵۸.
۷. محمود زاده، حسن(۱۳۸۹) کاربرد نرم‌افزار ArcGIS در برنامه‌ریزی شهری، انتشارات علمیران، چاپ اول، تبریز.

۸. مرکز آمار مدیریت خدمات فوریت‌های پزشکی سنندج، اسفند ۱۳۹۰.
۹. نصیری پور، امیر اشکان، بهادری، محمد کریم، توفیقی، شهرام، گوهری‌ف محمودرضا(۱۳۸۸) عملکرد اورژانس پیش بیمارستانی در ایران؛ چشم‌انداز طرح پوشش فراگیر، مجله پرستاری مراقبت ویژه دوره، شماره ۴، زمستان ۱۳۸۸ صص ۱۴۱-۱۴۵.

10. Curtin, Kevin M(2007) Network Analysis in Geographic Information Science: Review, Assessment, and Projections

11. Ganeshkumar, B. Ramesh, D(2010) Emergency Response Management and Information System(ERMIS) – A GIS based software to resolve the emergency recovery challenges in madurari city, Tamil nadu

12. Ismail, H. Othman, J. Rohani Enput, Intan (2011): “The A applications of GIS and GPS on HAZMAT Operation for Hazardous Materials transportation Incident in Malaysia”. Malaysia Institute of Transport, University Tknologi MARA

13. Jiping, Liu. Shenghua, Xu Fuhao, Zhang. Yong, Wang .Rongshang, Fan (2010) EMERGENCY GE ORAPHIC INFORMATION SERVICES: A FRAMEWORK AND TYPICAL APPLICATION. (Research Center of Government Geographic Information System, Chinese Academy of Surveying and Mapping, Beijing, 100039, Chinap.p3-10

14. Kowtanapanich, Wichuda. TANABORIBOON, Yordphol. CHAD BUNCHAC H AI, MD, Witaya.. 2005. AN Integration OF HAND-HELD COMPUTERS, GPS DEVICES, AND GIS TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF EMS DATA SYSTEM. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 6, pp. 3551 - 3561, 2005

Porta, Sergio. Crruccti, Paolo. Latora ,vito (2005) The Network Analysis OF Urban Streets: A Primal Approach

15. Sevtsuk, Andree. Mekonnen, Michael(2011) Urban Network Analysis: A new toolbox for ArcGIS

16. Wang, Tiejun. Li ,Yijun(2010) Research On the Method of Dynamic Emergency Rescue Vehicle Routing Based On Real-time Information

17. World Health Organization. The world health report 2007: Emergency-care systems 2007

18. www.Esri.com