مکان‌یابی آمبولانس‌های هوایی با استفاده از تلفیق Fuzzy ANP و Dematel Fuzzy در محیط ArcGIS

یک مطالعه موردی از استان سیستان و بلوچستان

فرزاد فیروزی جهانتیغ[۱]، مجتبی قادری[۲*]

تاریخ دریافت: ۹۶/۸/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۷/۵/۱۳

چکیده:

زمینه و هدف: *اورژانس هوایی با توجه به‌سرعت بالا، دسترسی به مناطق صعب‌العبور، امکان جابجایی بیماران بیشتر، ارائه کیفیت درمان بالاتر به بیمار در حال حمل و همچنین دسترسی به بیمارستان بدون مشکلاتی همچون ترافیک و تصادفات ناگهانی، یکی از مهم‌ترین و مؤثرترین انواع اورژانس‌ها در بخش بهداشت و درمان به شمار می‌رود. بنابراین مکان‌یابی صحیح با توجه به اصول علمی کارایی اورژانس‌های هوایی را می‌افزاید.*

مواد و روش‌ها: *پژوهش توصیفی-تحلیلی حاضر به منزله پژوهش کاربردی در استان سیستان و بلوچستان در بازه زمانی سال ۱۳۹۵ انجام شد. در ابتدا، شاخص‌های تاثیرگذار در مکان‌یابی آمبولانس‌ها شناسایی شدند. سپس با بهره‌گیری از رویکرد تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاری و به کارگیری مدل فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی در کنار تکنیک دیمتل فازی و تلفیق با سیستم اطلاعات جغرافیایی مکان‌یابی انجام شد.*

نتایج: *معیارهای انتخاب بهترین نقاط استقرار آمبولانس‌های هوایی در استان سیستان و بلوچستان، نزدیکی به راه-های مواصلاتی، شیب مناسب منطقه، نزدیکی به مراکز پرجمعیت، نزدیکی به معابر پرخطر و فاصله مناسب از مراکز خدمات فوریت‌های پزشکی در نظر گرفته شده‌اند. وزن‌های خروجی تکنیک به کارگرفته شده برای اثردادن در نرم‌افزار GIS، به ترتیب ۰/۲۴۴، ۰/۰۸۳، ۰/۴۳۵، ۰/۱۸۲ و ۰/۰۵۷ محاسبه شدند.*

نتیجه‌گیری: *نتایج این تحقیق نشان داد که تعداد و سطح پوشش پایگاه‌های آمبولانس هوایی در شهرها و جاده‌های استان سیستان و بلوچستان مناسب نیستند. لذا نقشه حاصل از تلفیق فازی لایه‌های اطلاعاتی عوامل موثر شناسایی شده نشان می‌دهد که محدوده شهرهای زابل و ایرانشهر بهترین وضعیت معیارهای انتخابی را جهت تاسیس پایگاه‌های اورژانس هوایی در سطح استان سیستان و بلوچستان دارند.*

کلمات کلیدی: *مکان‌یابی، آمبولانس‌های هوایی، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)، فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی، روش دیمتل فازی*

[۱] استادیار بخش مهندسی صنایع، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران
[۲] کارشناسی ارشد بخش مهندسی صنایع، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران؛ (*نویسنده مسئول)،
آدرس الکترونیکی mojtaba_ghaderi @pgs.usb.ac.ir ، تلفن تماس: ۰۹۱۵۷۰۶۷۳۹۰

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-20]

مقدمه

سازمان بهداشت جهانی (WHO[1]) هر رخداد که منجر به آسیب، تخریب، اختلال زیست‌محیطی، از دست‌دادن زندگی انسان، درد و رنج انسان و عدم توانایی خدمات بهداشت و درمان برای پاسخ و رسیدگی در مقیاس کافی به این موارد را به‌عنوان یک فاجعه تعریف می‌کند. لذا بحران از موانع اصلی توسعه پایدار کشورها به شمار رفته و از اولویت‌های به‌نام هر کشور محسوب می‌شوند (۱).

بحران‌ها به بروز جراحات منجر می‌شوند که چهارمین عامل مرگ و میر افراد در تمام سنین محسوب می‌شوند. خدمات فوریت‌های پزشکی (EMS[2]) برای مراقبت از بیمار قبل از دسترسی به بیمارستان ضروری است و زمان پاسخگویی و واکنش برای رسیدگی به بیمار در زنده‌ماندن آن بسیار موثر واقع می‌شود. در واقع ماموریت EMS هماهنگ‌کردن، تحویل به موقع و مناسب کمک‌های اضطراری و اورژانسی در اولین لحظه هایی که از گزارش حادثه می‌گذرد و در نتیجه کاهش مرگ و میر و ارتقا شانس بهبودی بیمار است. البته برای رسیدن به بیمار در زمان مناسب EMS به دلیل عبور فیزیکی از موانع و طی‌کردن فواصل با چالش‌های زیادی روبه‌رو می‌شود (۲).

به طور خاص، زمان مورد نیاز برای پاسخگویی به یک تماس اضطراری یک جنبه مهم برای ارائه دهندگان EMS به‌خصوص مواقعی که عوامل تهدیدکننده حیات وجود دارد، می‌باشد. بر طبق نظر سانچزمانگاها و همکاران[3]، کاهش ۱۰ دقیقه‌ای زمان پاسخگویی (از ۲۵ به ۱۵دقیقه) در اتوبان‌ها و جاده‌های معمولی، احتمال مرگ را تا یک سوم، کاهش می‌دهد (۳).

مطالعات ووکمیر[4]، همچنین نشان داد که حد بالای زمانی برای اقدامات حیاتی جهت جلوگیری از ایست قلبی و جان سالم به‌دربردن بیمار در همان اقدامات قبل از بیمارستان ۳۰ دقیقه اول بوده است. از این رو داشتن یک زمان پاسخگویی کمتر از یک حد خاص مهم است؛ چرا که معمولا به عنوان یک تعهد حقوقی/ قراردادی و یا یک هدف مدیریتی بیان می‌شود (۴). برای بهبود EMS می‌توان از هلیکوپترها برای دسترسی به مناطقی که دسترسی زمینی دشواری دارند، مانند مناطق جغرافیایی مجزا و یا مناطقی که فاقد مسیر و جاده می‌باشند، استفاده کرد (۵-۹).

بنابراین آنچه به دنبال وقوع حوادث و سوانح از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است؛ رسیدگی به مصدومان و آسیب‌دیدگان از حادثه در کمترین زمان و به بهترین صورت است، تا میزان مرگ‌ومیر و آسیب‌های متعاقب سوانح به حداقل ممکن برسد (۱۰). خدمات فوریت‌های پزشکی هلیکوپتر (HEMS[5])، سبب ارائه مراقبت‌های پیشرفته پزشکی به بیماران و مصدومان بدحال در اسرع وقت و در نتیجه کاهش مدت‌زمان بستری ایشان در بیمارستان می‌شود. زمان ذخیره شده مزیت بالقوه استفاده از آمبولانس هوایی است. هلیکوپتر اورژانس می‌تواند مسافت بین دو نقطه را به طور مستقیم طی کند و نیز منطقه وسیع‌تری را نسبت به آمبولانس زمینی پوشش دهد. هلیکوپتر می‌تواند بر موانع جغرافیایی مانند مسافت، کوه‌ها و درختان فائق آمده و بیماران را از مناطق غیرقابل دسترسی نجات دهد و از این لحاظ نسبت به آمبولانس‌های زمینی ارجحیت دارند. خدمات فوریت‌های پزشکی هلیکوپتر جهت راه‌اندازی و به‌اجرا درآمدن، معمولا نسبت به آمبولانس‌های زمینی گران‌تر و هزینه‌برتر است، اما نتیجه رسیدگی سریع به بیماران در مناطق غیرقابل دسترس و احیاء و انتقال سریع‌تر، این هزینه را توجیه می‌کند (۱۱).

مکان‌یابی مناسب ایستگاه‌های خدمات فوریت‌های پزشکی هلیکوپتر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است چرا که در بهداشت و درمان، تصمیمات نادرست محل قرارگیری تسهیلات، یک تاثیر جدی بر جامعه دارد که فراتر از هزینه و خدمات ساده است، به طور مثال: دسترسی سخت به تسهیلات بهداشت و درمان، به احتمال زیاد همراه با افزایش نرخ مرگ و میر خواهد بود (۱۲).

حمل‌ونقل پزشکی هوایی از محیط‌های نظامی آغاز گردید و در طول زمان در محیط‌های غیرنظامی پیشرفت کرد. اولین هلیکوپتر نظامی ارتش طی سال ۱۹۴۴ در بروما در جنگ جهانی دوم به عنوان اورژانس هوایی به‌کار گرفته شد (۱۳). موفقیت HEMS در ارتش مقدمه‌ای بر کاربرد آن در محیط‌های غیرنظامی شد، به طوری که HEMS امروز جزئی از سیستم‌های بهداشت و درمان مدرن دنیا به‌حساب می‌آید (۱۱). در ایران از HEMS برای اولین بار در سال ۱۹۸۱در جنگ ایران و عراق برای انتقال بیماران تروما استفاده شد (۱۴). هلیکوپتر امداد هوایی اورژانس تهران از خردادماه سال ۱۳۷۹ آغاز به کارنموده است. در استان سیستان و بلوچستان خدمات فوریت‌های پزشکی هلیکوپتر از تیرماه سال ۱۳۹۳ آغاز به‌کار کرد. اولین پایگاه HEMS در شهر زاهدان با شعاع عملکرد ۱۵۰ کیلومتری، استقرار یافت. طبق مطالعات میدانی در پایگاه اورژانس هوایی زاهدان، میانگین زمان رسیدن بر بالین بیمار ۲۵/۴۵ دقیقه و میانگین زمان انتقال بیمار از محل حادثه به مرکز درمانی ۲۴/۵۰ دقیقه است. همچنین در اواخر سال ۱۳۹۵ نیز دومین پایگاه HEMS در شهر چابهار با همین شعاع عملکرد تاسیس گردید.

[1] World Health Organization (WHO)
[2] Emergency Medical Service (EMS)
[3] SanchezMangas et al.
[4] Vukmir
[5] Helicopter Emergency Medical Service (HEMS)

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-20]

Published By Tehran University Of Medical Sciences: www.TUMS.ac.ir

استان سیستان و بلوچستان با توجه به رخدادها و حوادث گوناگون، نیازمند یک طرح بهینه جهت استقرار مناسب اورژانس‌های هوایی است. همچنین توجه به بهینه‌سازی خدمات آمبولانس‌های هوایی می‌تواند اثربخشی خدمات را ارتقا دهد و رویکرد بهینه‌سازی هوایی است که منجر به استفاده هرچه بهتر از این منابع در استان سیستان و بلوچستان می‌گردد.

به طور کلی مدل‌های مکان‌یابی آمبولانس که متمرکز بر نقش هلیکوپتر در سیستم‌های EMS باشند، کمیاب هستند و نسبت به مدل‌هایی که تنها شامل آمبولانس‌های زمینی‌اند، بسیار کمتر توسعه‌یافته‌اند (۱۵).

اردمیر[1] و همکاران در سال ۲۰۱۰ ، دو مدل پوششی جهت تعیین مکان بهینه آمبولانس، هلیکوپتر و نقاط قرار[2] ارائه کردند. آن‌ها در پژوهش خود با روش حل ابتکاری به بررسی حداقل کردن هزینه‌های استقرار و حداکثرکردن پوشش تقاضای پاسخ داده شده، پرداختند (۱۶).

فوروتا[3] و تاناکا[4] در سال ۲۰۱۳، مدل‌های Minisum و Minimaxرا به‌منظور استقرار موثر و عادلانه هلیکوپترهای اورژانس با تمرکز بر روی زمان انتقال بیمار به بیمارستان را با هدف حداقل کردن حداکثر زمان و حداقل کردن زمان براساس تقاضای پاسخ داده شده ارائه کردند (۱۵).

وایدنر[5] و همکاران در سال ۲۰۱۵ با استفاده از GIS به بررسی و مقایسه زمان انتقال مجروحان از محل حادثه به وسیله خدمات فوریت‌های پزشکی هوایی و زمینی براساس نوع، مسافت و زیرساخت‌های جاده‌ها پرداختند (۱۷).

بروگلیری[6] و همکاران در سال ۲۰۱۶ با هدف ایجاد حداکثر میزان پوشش و حداقل میزان تسهیلات به بررسی مکان‌های مناسب سایت‌های HEMS با در نظر گرفتن آمبولانس‌ها پرداختند. نوع انتقال بیمار در این پژوهش، انتقال بیمار به وسیله آمبولانس به سایت‌های HEMS و سپس انتقال به وسیله هلیکوپتر به بیمارستان است (۱۸).

بزرگی امیری و همکاران در سال ۲۰۱۷ یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی عدد صحیح را با در نظر گرفتن عدم قطعیت در نقاط تقاضا با هدف مکان‌یابی پایگاه‌های هلیکوپترها و مکان هلیپدها ارائه کردند. آن‌ها همچنین فرض کردند که تقاضاها در مناطقی مربعی شکل اتفاق می‌افتد که هر ضلع آن به دنبال یک توزیع یکنواخت رخ می‌دهد (۱۹).

در این پژوهش پس از شناسایی شاخص‌های تاثیرگذار، به مکان‌یابی آمبولانس‌های هوایی و تعیین بهینه‌ترین نقاط جهت استقرار آمبولانس‌های هوایی استان سیستان و بلوچستان می‌پردازیم. هدف اصلی پژوهش ارائه طرح بهینه جهت استقرار آمبولانس‌های هوایی است که موجب بهبود خدمات فوریت‌های پزشکی ارائه‌شده در مواقع ضروری و کاهش‌دادن صدمات منجر به مرگ با کاهش زمان واکنش به حوادث رخ داده، می‌شود.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به منزله پژوهش کاربردی و روش تحقیق آن توصیفی-تحلیلی است. روش گردآوری اطلاعات آن متکی بر سه روش اسنادی، مطالعات میدانی و تکمیل پرسشنامه استوار است. براساس روش اسنادی به مطالعه مبانی نظری و ادبیات استقرار آمبولانس‌های هوایی و کاربرد GIS در حوزه سیستم‌های سلامت پرداخته شد. در روش میدانی با مراجعه به مراکز حوادث و خدمات فوریت‌های پزشکی استان‌های سیستان و بلوچستان، کرمان و خراسان جنوبی ، اداره راهداری و حمل و نقل جاده‌ای استان سیستان و بلوچستان، دفتر آمار و اطلاعات معاونت برنامه‌ریزی استانداری سیستان و بلوچستان و پلیس راه استان سیستان و بلوچستان و تجربیات کسب شده در این حوزه، شاخص‌های تاثیرگذار در مکان‌یابی آمبولانس‌ها شناسایی شدند که شامل نزدیکی به راه‌های مواصلاتی، شیب مناسب منطقه، نزدیکی به مراکز پرجمعیت، نزدیکی به معابر پرخطر و فاصله مناسب از مراکز EMS است. همچنین اطلاعات مراکز جمعیت شهری و روستایی، پراکنش مناطق جمعیتی، اطلاعات توپوگرافی استان، معابر و نقاط حادثه‌خیز و پراکنش آمبولانس‌های زمینی جهت تحلیل و ایجاد لایه‌های پنج عامل موثر در مکان‌یابی آمبولانس‌های هوایی در نرم افزار GIS دریافت شد.

اکثر پژوهش‌های انجام گرفته در این حوزه که مستقیما به مکان‌یابی مناسب پایگاه‌های خدمات اورژانس هلیکوپتر مربوط است با استفاده از روش‌های مدل‌سازی ریاضی و روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره به صورت دقیق و غیردقیق انجام شده است. پژوهش‌های محدودی نیز برای دستیابی به مکان‌یابی مناسب از تحلیل‌های فضایی و داده‌های مکانی با استفاده از GIS پرداخته‌اند. در این پژوهش‌ها گروه‌های محدودی از فاکتورهای مرتبط به داده‌های مکانی بررسی می‌شود. برای بررسی جامع‌تر مسئله مورد نظر به بررسی همزمان پنج معیار متناسب با شرایط استان سیستان و بلوچستان که قابل تجزیه و تحلیل توسط تحلیل‌های فضایی هستند، می‌پردازیم.

بطور کلی مسئله مکان‌یابی، یکی از مسائل متداول در تصمیم‌گیری است. در این راستا، روش‌های تصمیم‌گیری چند

---

[1] Erdemir

[2] نقاطی که بیمار از آمبولانس زمینی به هلیکوپتر جهت انتقال به بیمارستان منتقل می‌شود.

[3] Furuta

[4] Tanaka

[5] Widener

[6] Bruglieri

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-20]

معیاره بعنوان یکی از روش‌های مورد توجه محققین و کارشناسان برای رتبه‌بندی و مکان‌یابی در کاربردهای مختلفی به کاررفته است (۲۰, ۲۱).

در این پژوهش با بهره‌گیری از رویکرد تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاری و بکارگیری مدل فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی (Fuzzy ANP) در کنار تکنیک DEMATEL فازی و تلفیق با GIS مکان‌یابی انجام شده است. به این صورت که با توجه به تاثیرگذاری و تاثیرپذیری معیارها از یکدیگر و تعیین اندازه و جهت تاثیرگذاری این روابط از روش DEMATEL استفاده شد. در این راستا تدوین دو پرسشنامه جهت اخذ نظرات کارشناسان و شناسایی روابط میان معیارها و مقایسات زوجی آن‌ها صورت گرفت. متخصصانی که در این پژوهش مورد سوال قرار گرفته‌اند ۲۴ نفر شامل مدیران و معاونان، مسئولین بخش مدیریت حوادث[1] (EOC)، مسئولین بخش امور پایگاه‌ها و اورژانس پیش‌بیمارستانی، مدیران بخش برنامه‌ریزی و توسعه و مدیران بخش آموزش و پژوهش مراکز حوادث و فوریت‌های پزشکی تشکیل می‌دهند.

از آنجایی که روش DEMATEL و همچنین روش ANP استاندارد برای مقایسات زوجی و امتیازدهی‌ها، نیازمند ارائه نظرات کارشناسان بصورت صریح و با استفاده از اعداد دقیق می‌باشند، بنابراین به نظر می‌رسد روش DEMATEL و ANP استاندارد دارای مشکل در نظر نگرفتن عدم قطعیت‌ها و خطا در نظرات کارشناسان می‌باشند و باید به نحوی عدم قطعیت-های ناشی از قضاوت‌های انسانی در داده‌های ورودی تاثیر داده شود.

برای برطرف‌کردن این مشکل، از منطق فازی (Fuzzy) برای در نظرگرفتن عدم قطعیت در حل مسئله مکان‌یابی مورد نظر پیشنهاد شده است. به منظور بالابردن دقت، کاهش زمان و هزینه صرف‌شده برای مکان‌یابی مناسب از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) بهره برده شده‌است. GIS بانک داده‌ای غنی و کارآمدی را برای نظارت و بررسی بهتر منطقه مورد مطالعه فراهم می‌نماید (۲۱). کاربرد ترکیبی GIS به همراه تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره، نقشه‌های GIS را یکپارچه می‌سازد و ترجیحات و عدم قطعیت نظرات متخصصان از گزینه‌های تصمیم‌گیری، ارزیابی جامعی را ارائه می‌دهند (۲۲). بنابراین نقشه‌های فازی فاکتورهای موثر در مکان‌یابی آمبولانس‌های هوایی در محیط نرم افزار GIS تولید شدند. سپس ضریب اهمیت به دست‌آمده از روش ترکیبی ANP فازی و DEMATEL فازی که در محیط نرم افزار MATLAB کدنویسی آن‌ها انجام شده است برای هر شاخص در لایه اطلاعاتی مربوط به آن تاثیر داده و در نهایت بهترین مکان‌ها برای استقرار آمبولانس‌های هوایی اولویت‌بندی می‌شوند.

فرآیند تحلیل شبکه (ANP)

فرایند تحلیلی شبکه (ANP)، فرم عمومی فرآیند سلسله مراتب تحلیلی[2] (AHP) است. به عبارت دیگر توسعه‌یافته AHP می‌باشد. این روش ابتدا توسط ساعتی[3] در سال ۱۹۹۶ معرفی شده است. وی در مقدمه مقاله " اصول فرآیند تحلیل شبکه-ای" خود بیان می‌دارد که ANP یک مرحله اساسی و ضروری در فرآیند تصمیم‌گیری به حساب می‌آید که به دلیل اهمال و قصور رویکرد سنتی به دلیل ساختار خطی‌اش، ساختار بازگشت‌پذیری را موردتوجه قرار داده که با در نظرگرفتن تمامی جوانب مثبت و منفی‌اش می‌توان آن را یک مرحله گم-شده در فرآیند تصمیم‌سازی به حساب آورد (۲۳).

ANP یک ساختار حل مسئله می‌باشد که ادراکات، احساسات، قضاوت‌ها و اطلاعات ذهن تصمیم‌گیرنده را سازماندهی می‌کند و در واقع عوامل موثر در نتیجه تصمیم-گیری را به فرم سلسله مراتبی موردبررسی قرار می‌دهد (۲۴, ۲۵). ANP اندازه‌گیری‌هایی را برای ارزیابی اولویت‌های توزیع نفوذ بین عوامل و گروه‌های عوامل در تصمیم‌گیری فراهم می-کند (۲۶).

بسیاری از مسائل تصمیم‌گیری به صورت سلسله‌مراتبی نمی‌توانند سازماندهی شوند، زیرا شامل تعامل و وابستگی عناصر سطح بالا و سطح پایین در یک سلسله مراتب هستند. به عبارت دیگرگاهی اوقات فاکتورهای سطح بالا وابستگی خاصی به فاکتورهای سطح پایین دارند.

تصمیم‌گیری ممکن است یک رده‌بندی ساده یا حتی یک رده‌بندی چندسطحی نباشد بلکه تصمیمات می‌توانند از یک شبکه حاصل شوند که می‌تواند تفاوت قابل ملاحظه‌ای با تصمیماتی که از یک رده‌بندی پیچیده‌تر حاصل می‌شود، داشته باشند. نمی‌توان پیچیدگی را به ساختاری ساده که دارای معیار و راه‌حل باشد، تجزیه کرد و انتظار داشت که به درستی تمام آنچه را که در جهان رخ می‌دهد، منعکس کند.

مدل فرآیند تحلیل شبکه‌ای جهت رفع این مشکل روش AHP و به دلیل اینکه روابط مابین سطوح را نمی‌توان به سادگی بالا-پایین، غالب-مغلوب یا مستقیم و غیرمستقیم تصور کرد با جایگزین‌کردن چارچوب شبکه‌ای به جای سلسله مراتبی که روش ANP می‌باشد برطرف کرده است. در واقع روش AHP برای حل مسائلی که بین گزینه‌ها و معیارها استقلال وجود دارد به کار می‌رود و روش ANP روابط پیچیده

[1] Emergency Operations Center (EOC)

[2] Analytical Hierarchy process (AHP)
[3] Saaty

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-20]

داخلی بین سطوح مختلف تصمیم و معیارها را نشان می‌دهد و برای مسائلی که وابستگی بین گزینه‌ها یا معیارها وجود دارد، به کار می‌رود (۲۷-۳۰).

روش ANP شامل چهار مرحله اصلی می‌باشد (۲۸-۳۳). که این مراحل به ترتیب پایه‌ریزی ساختار مسئله، ماتریس‌های مقایسات زوجی و بردارهای تقدم، تشکیل سوپرماتریس و انتخاب بهترین گزینه است. در ANP به منظور وزن‌دهی و رتبه‌بندی ترجیحات، از ماتریس مقایسات زوجی استفاده می‌شود. اما در روش ANP فازی که داده‌های ورودی ابهام دارند، از این ماتریس نمی‌توان استفاده نمود (۳۴). برای حل این مسئله، وو[1] و همکارانش (۳۵) مدلی که ANP را به صورت فازی معرفی می‌کند، ارائه دادند. تنها تفاوتی که مدل ارائه شده با روش ANP معمولی دارد روش استخراج وزن‌های امتیازدهی از ماتریس مقایسات زوجی می‌باشد. در تحقیق حاضر با توجه به مزیت‌های ذکر شده از روش ANP فازی به منظور وزن‌دهی به معیارهای انتخابی و تعیین میزان اثرگذاری هریک از این معیارها در هدف مسئله مورد نظر، استفاده می‌شود. برای اجتناب از پیچیدگی و اتلاف زمان از کدنویسی روش ANP در نرم‌افزار متلب استفاده شده است.

تکنیک Dematel فازی:

به منظور ساخت یک نمودار علی و تجسم ساختار روابط علیت پیچیده بین مجموعه‌ای از عوامل یک سیستم از روش Dematel استفاده می‌شود. برای رفع ابهام قضاوت متخصصان روش Dematel با منطق فازی ترکیب شده است و در واقع پاسخگویان بجای داوری بر اساس مقادیر دقیق، عدم قطعیت‌ها را در قالب یک تشخیص زبان‌شناختی براساس تجربه ارائه می‌دهند. از این رو باید به عدم قطعیت پارامترهای ورودی سیستم تصمیم‌گیری به اندازه کافی توجه شود تا اطمینان نتایج بهبود یابد (۳۶, ۳۷).

روش Dematel فازی شامل پنج مرحله محاسبه ماتریس فازی رابطه مستقیم اولیه، محاسبه ماتریس فازی رابطه مستقیم اولیه نرمال‌شده، محاسبه ماتریس فازی رابطه کل و محاسبه مقادیر فازی R (جمع i امین ردیف ماتریس $\tilde{T}$، $\tilde{R}_i$) و D (جمع jامین ستون ماتریس $\tilde{T}$، $\tilde{D}_j$) و دیفازی‌کردن مقادیر فازی$\tilde{R}+\tilde{D}$ و $\tilde{R}-\tilde{D}$ ، برای به دست آوردن اهمیت معیارها و درک رابطه علی بین معیارها است(۳۸-۴۵). برای اجتناب از پیچیدگی و اتلاف زمان از کدنویسی روش DEMATEL فازی در نرم‌افزار متلب استفاده شده است.

در این پژوهش از روش ترکیبی Dematel فازی و ANP فازی برای امتیازدهی به فاکتورهای اساسی موثر در مکان‌یابی آمبولانس‌های هوایی استفاده شده است و داده‌های خروجی این روش به عنوان ورودی نرم‌افزار GIS برای وزن‌دهی به لایه‌های تولیدشده در این نرم‌افزار استفاده شده است. به‌طور کلی GIS یک مجموعه منسجم و سازماندهی‌شده از سخت‌افزار، نرم‌افزار، ابزارهای حرفه‌ای و ارجاعات داده‌های مکانی است که امکان ادغام، ذخیره، ویرایش، تجزیه و تحلیل، به اشتراک‌گذاشتن و نمایش اطلاعات جغرافیایی را برای کاربران فراهم می کند (۴۶).

برای کاربرد GIS ابتدا باید پایگاه اطلاعاتی که شامل مراحل ۱- گردآوری اطلاعات جهت بررسی و ارزیابی فاکتورهای موثر، ۲- ایجاد پایگاه اطلاعاتی مکانی به منظور ایجاد لایه‌های مرتبط با معیارهای شناسایی شده (این اطلاعات از منابعی شامل مرکز حوادث و فوریت‌های پزشکی استان، مرکز آمار ایران، اداره کل راهداری و حمل و نقل جاده‌ای و معاونت برنامه‌ریزی- دفتر آمار و اطلاعات استانداری استان سیستان و بلوچستان جمع‌آوری شده است) و ۳-رقومی کردن عوارض نقطه‌ای، خطی و چند ضلعی است که عوارض نقطه‌ای شامل: مراکز اورژانس زمینی (EMS) و مراکز شهرستان‌ها و بخش‌ها و عوارض خطی شامل: جاده‌های مواصلاتی و معابر پرخطر استان و عوارض چندضلعی شامل: محدوده استان سیستان و بلوچستان هستند که در محیط GIS به صورت لایه‌های جداگانه‌ای در نظر گرفته می‌شوند، ایجاد شود.

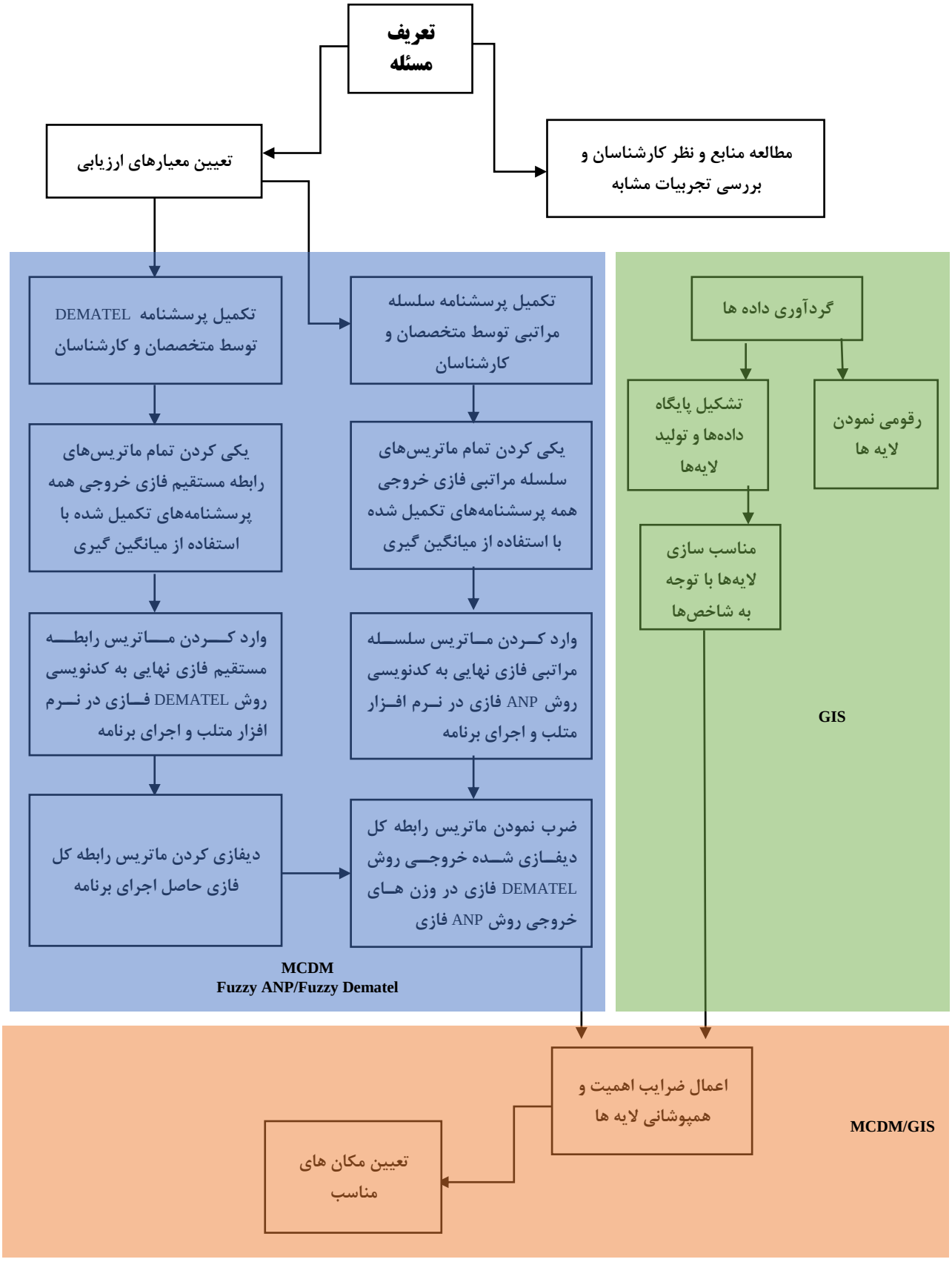
مدل مفهومی پژوهش در شکل ۱ ارائه شده است.

[1] Wu C-R

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-20]

Published By Tehran University Of Medical Sciences: www.TUMS.ac.ir

شکل ۱. مدل مفهومی پژوهش



[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-20]

منطقه مورد مطالعه

استان سیستان و بلوچستان دارای مساحتی بالغ بر ۱۸۷۵۰۲ کیلومترمربع و دارای ۲۰۰ کیلومتر بزرگراه، ۸۸۸ کیلومتر راه اصلی معمولی، ۲۲۵۶ کیلومتر راه فرعی، ۷۵۴۰ کیلومتر راه روستایی می‌باشد (۴۷). این استان به عنوان پهناورترین استان در ناحیه جنوب شرق کشور واقع شده است و که ۱۱.۵ درصد از وسعت کشور را در برمی‌گیرد و دارای ۱۹ شهرستان، ۳۷ شهر، ۴۸ بخش و ۱۱۲ دهستان و ۹۲۸۵ آبادی می‌باشد (۴۸).

جاده‌های اصلی استان اغلب دوطرفه و باریک با عدم روشنایی کافی و عدم تعمیرات مقطعی کافی و جاده‌های فرعی نیز باریک و نامناسب می‌باشند؛ بنابراین این منطقه یکی از پرخطرترین مناطق کشور در زمینه تصادفات جاده‌ای است در حالی که یکی از محروم‌ترین مناطق نیز در زمینه رفع این مشکلات جاده‌ای نیز است (۴۹).

یافته‌ها

با توجه به هدف پژوهش، با استفاده از مطالعات اسنادی، GIS ابزار مناسبی جهت مکان‌یابی در حوزه سیستم‌های سلامت تعیین گردید (۱۸, ۵۰, ۵۱). سپس براساس خروجی روش میدانی مهم‌ترین عوامل و معیارها به منظور مکان‌یابی آمبولانس‌های هوایی طبق نظر ۲۴ خبره در سه مرکز حوادث و خدمات فوریت‌های پزشکی استان‌های سیستان و بلوچستان، خراسان جنوبی و کرمان شناسایی شدند. سپس به جمع‌آوری اطلاعات و داده‌های مکانی متناسب با عوامل شناسایی‌شده پرداخته شد. برای پیاده‌سازی روش ترکیبی ANP فازی تکمیل دو مدل پرسشنامه لازم است:

۱. پرسشنامه سلسله مراتبی

۲. پرسشنامه روابط داخلی

با توجه به ارائه روش ترکیبی ANP فازی و DEMATEL فازی پرسشنامه روابط داخلی، همان پرسشنامه روش DEMATEL خواهد بود و پرسشنامه سلسله مراتبی برای مقایسات زوجی معیارها است.

خروجی هر پرسشنامه یک ماتریس رابطه مستقیم مربوط به قضاوت هر کارشناس است که در نهایت ۲۴ ماتریس خواهیم داشت که میان درایه‌های متناظر میانگین گرفته می‌شود تا ماتریس نهایی حاصل شود که در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول۲. ماتریس نهایی رابطه مستقیم فازی خروجی پرسشنامه‌های DEMATEL

S_D	نزدیکی به راه‌های مواصلاتی	شیب	نزدیکی به مراکز پرجمعیت	نزدیکی به معابر پرخطر	فاصله مناسب از مراکز EMS
نزدیکی به راه‌های مواصلاتی		(۰/۱۲۵ ,۰/۳۷۵,۰/۶۲۵)	(۰/۷۵,۱,۱)	(۰/۷۵,۱,۱)	(۰/۵,۰/۷۵,۱)
شیب مناسب منطقه	(۰/۲۵ ,۰/۵,۰/۷۵)		(۰,۰/۲۵,۰/۵)	(۰/۲۵ ,۰/۵,۰/۷۵)	(۰,۰,۰/۲۵)
نزدیکی به مراکز پرجمعیت	(۰/۶۲۵,۰/۸۷۵,۱)	(۰/۲۵ ,۰/۵,۰/۷۵)		(۰/۷۵,۱,۱)	(۰/۷۵,۱,۱)
نزدیکی به معابر پرخطر	(۰/۱۲۵ ,۰/۳۷۵,۰/۶۲۵)	(۰,۰,۰/۲۵)	(۰,۰/۱۲۵,۰/۳۷۵)		(۰/۶۲۵,۰/۸۷۵,۱)
فاصله مناسب از مراکز EMS	(۰,۰,۰/۲۵)	(۰,۰,۰/۲۵)	(۰,۰,۰/۲۵)	(۰/۱۲۵ ,۰/۳۷۵,۰/۶۲۵)	

روش DEMATEL فازی با استفاده از کد نویسی در محیط نرم افزار متلب پیاده سازی شده است. بنابراین ماتریس رابطه مستقیم فازی نهایی به عنوان ورودی به کدنویسی وارد می کنیم و تمام مراحل روش DEMATEL پیاده‌سازی می‌شود. با توجه به فازی‌بودن درایه‌های ماتریس و مثلثی‌بودن اعداد فازی ماتریس رابطه مستقیم اولیه، این ماتریس به سه ماتریس شامل ماتریس اول، کران‌های پایین، ماتریس دوم، کران‌های وسط و ماتریس سوم کران‌های بالای اعداد مثلثی موجود در ماتریس رابطه مستقیم مذکور خواهند بود، تفکیک می‌شود. هر بار کدنویسی روش DEMATEL برای هر کدام از ماتریس‌ها اجرا می‌شود و در نهایت ماتریس روابط کل دیفازی که با استفاده از روش میانگین دیفازی شده است به صورت جدول ۳ حاصل می شود.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-20]

جدول۳ . ماتریس نهایی رابطه کل دیفازی خروجی روش DEMATEL

S_T	نزدیکی به راه‌های مواصلاتی	شیب مناسب منطقه	نزدیکی به مراکز پرجمعیت	نزدیکی به معابر پرخطر	فاصله مناسب از مراکز EMS
نزدیکی به راه‌های مواصلاتی	۰/۲۳۱	۰/۲۳۱	۰/۴۲۳	۰/۵۸۸	۰/۵۷۱
شیب مناسب منطقه	۰/۲۶۰	۰/۰۸۱	۰/۱۸۰	۰/۳۱۹	۰/۲۱۸
نزدیکی به مراکز پرجمعیت	۰/۴۳۸	۰/۲۶۰	۰/۱۹۲	۰/۵۸۹	۰/۶۱۵
نزدیکی به معابر پرخطر	۰/۱۸۹	۰/۰۷۹	۰/۱۲۶	۰/۱۵۰	۰/۳۸۷
فاصله مناسب از مراکز EMS	۰/۰۶۷	۰/۰۴۸	۰/۰۵۶	۰/۱۶۵	۰/۰۷۹

پرسشنامه سلسله مراتبی بر مبنای این پرسش که برای دستیابی به مکان مناسب آمبولانس‌های هوایی در استان سیستان و بلوچستان کدام یک از دو عامل A و B با اهمیت‌تر است و به چه میزان، در اختیار ۲۴ کارشناس قرار گرفت. در ماتریس مقایسات زوجی فازی قطر اصلی همیشه عدد یک قرار می‌گیرد و مقایسات یک طرف قطر اصلی معکوس طرف دیگر آن است. ماتریس مقایسات زوجی نهایی حاصل از تجمیع تمام جامعه آماری به صورت جدول ۴ است. خروجی هر پرسشنامه یک ماتریس مقایسات زوجی است که در نهایت ۲۴ ماتریس خواهیم داشت که میان درایه‌های متناظر میانگین گرفته می‌شود تا ماتریس نهایی حاصل شود.

جدول۴ . ماتریس مقایسات زوجی نهایی معیارها

	نزدیکی به راه‌های مواصلاتی	شیب	نزدیکی به مراکز پرجمعیت	نزدیکی به معابر پرخطر	فاصله مناسب از مراکز EMS
نزدیکی به راه‌های مواصلاتی	(۱,۱,۱)	$(\frac{7}{3}.\frac{13}{3}.\frac{19}{3})$	$(\frac{17}{105}.\frac{11}{45}.\frac{5}{9})$	$(1,\frac{7}{3}.\frac{13}{3})$	$(1\frac{7}{3}.\frac{11}{3},)$
شیب مناسب منطقه	$(\frac{17}{105}.\frac{11}{45}.\frac{5}{9})$	(۱,۱,۱)	$(\frac{19}{135}.\frac{13}{63}.\frac{7}{15})$	$(\frac{189}{25}.\frac{19}{125}.\frac{13}{45})$	$(\frac{71}{315}.\frac{23}{45}.\frac{7}{9})$
نزدیکی به مراکز پرجمعیت	$(\frac{7}{3}.\frac{13}{3}.\frac{19}{3})$	$(\frac{11}{3}.\frac{17}{3}.\frac{23}{3})$	(۱,۱,۱)	$(\frac{11}{3}.\frac{17}{3}.\frac{23}{3})$	$(\frac{11}{3}.\frac{17}{3}.\frac{23}{3})$
نزدیکی به معابر پرخطر	$(\frac{11}{45}.\frac{5}{9}.1)$	$(\frac{11}{3}.\frac{17}{3}.\frac{23}{3})$	$(\frac{19}{135}.\frac{13}{63}.\frac{7}{15})$	(۱,۱,۱)	$(\frac{7}{3}.\frac{13}{3}.\frac{19}{3})$
فاصله مناسب از مراکز EMS	$(\frac{13}{45}.\frac{7}{9}.1)$	$(\frac{5}{3}.3.5)$	$(\frac{25}{189}.\frac{19}{105}.\frac{13}{45})$	$(\frac{17}{105}.\frac{11}{45}.\frac{5}{9})$	(۱,۱,۱)

کدنویسی روش ANP فازی در نرم‌افزار متلب انجام شده است بنابراین ماتریس مقایسات زوجی نهایی حاصل از تجمیع قضاوت‌های همه کارشناسان به صورت بردار به کدنویسی وارد می‌شود و خروجی وزن معیارها است. که وزن‌های داده شده به معیارها با استفاده از روش ANP فازی به صورت جدول ۵ است:

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-20]

جدول۵. وزن‌های خروجی روش ANP فازی

معیارهای موثر در مکان‌یابی آمبولانس‌های هوایی	وزن های خروجی روش ANP فازی
نزدیکی به راه‌های مواصلاتی	۰.۲۴۴
شیب مناسب منطقه	۰.۰۸۳
نزدیکی به مراکز پرجمعیت	۰.۴۳۵
نزدیکی به معابر پرخطر	۰.۱۸۲
فاصله مناسب از مراکز EMS	۰.۰۵۷

در نهایت ماتریس روابط کل نهایی حاصل شده در روش DEMATEL را که یک ماتریس ۵×۵ است را در ماتریس خروجی ANP فازی که یک ماتریس ۵×۱ است ضرب می‌کنیم بنابراین روش ترکیبی DEMATEL و ANP پیاده‌سازی می‌شود و وزن‌های حاصل‌شده در لایه‌های GIS تاثیر داده می‌شوند. نتایج نهایی این روش در جدول ۶ نشان‌داده شده است.

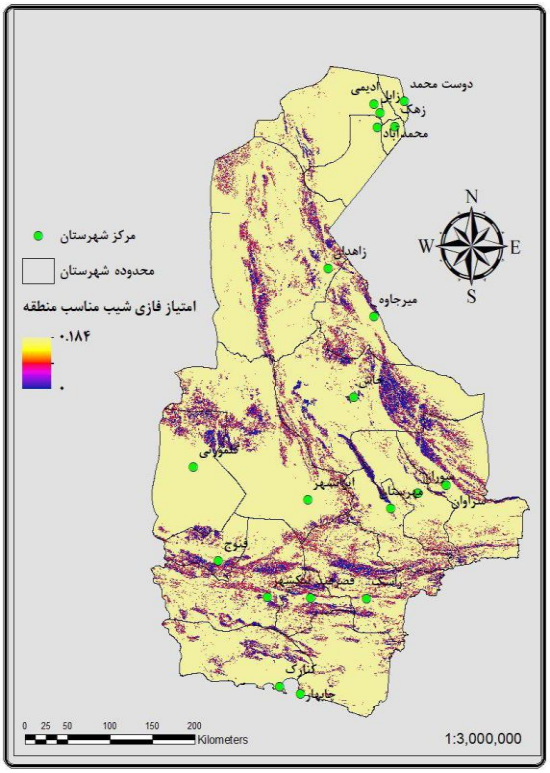
جدول۶. وزن‌های فاکتورهای موثر خروجی روش ترکیبی ANP فازی و DEMATEL فازی

معیارهای موثر در مکان‌یابی آمبولانس‌های هوایی	وزن‌های خروجی روش ترکیبی ANP فازی و DEMATEL فازی
نزدیکی به راه‌های مواصلاتی	۰.۳۳
شیب مناسب منطقه	۰.۱۸۴
نزدیکی به مراکز پرجمعیت	۰.۲۹۳
نزدیکی به معابر پرخطر	۰.۱۲۵
فاصله مناسب از مراکز EMS	۰.۰۶۸

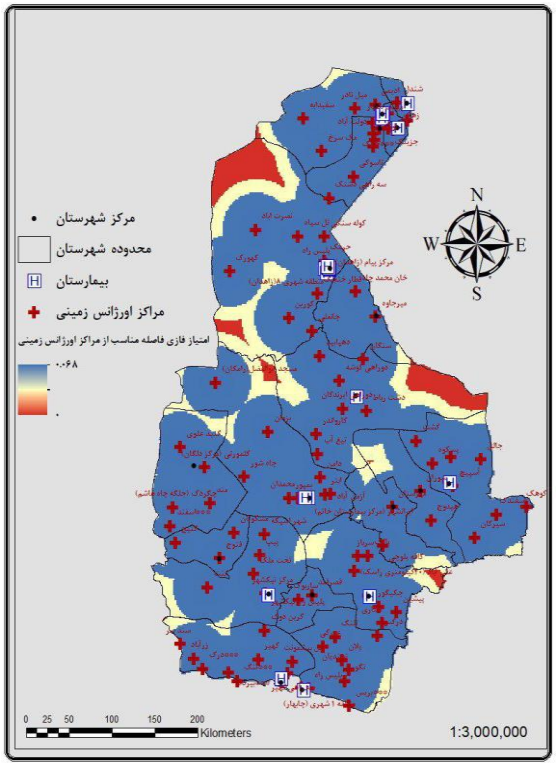
پس از تعیین سهم اثرگذاری هر یک از معیارها، لایه‌های اطلاعاتی مربوط به هر یک از معیارها در نرم‌افزار ARCGIS با استفاده از اطلاعات میدانی از ارگان‌های مختلف، نقشه‌های تفضیلی تهیه گردید. سپس هر یک از لایه‌ها ابتدا جهت یکسان‌سازی کلاس‌های مربوطه توسط عملگر Reclassify کلاس‌بندی شده و در مرحله بعد با استفاده از عملگر FuzzyMembership به صورت فازی ایجاد شدند. سپس وزن-های به‌دست آمده در جدول ۶ در هر یک از لایه‌های فازی توسط عملگر Raster Calculator اعمال گردیده و نقشه‌های فازی وزن‌دهی شده حاصل شدند (اشکال ۲،۳،۴،۵ و ۶). نهایتا تمامی لایه‌های فازی تهیه شده جهت همپوشانی با استفاده از عملگر Fuzzy Overly و تابع گاما با نرخ ۰/۹ بر روی یکدیگر قرار داده شدند (شکل ۷).

در وضعیت موجود استان سیستان و بلوچستان دو پایگاه اورژانس هوایی در شهرهای زاهدان و چابهار موجود می‌باشد. هر پایگاه مانند شکل ۸ توانایی پوشش منطقه اطراف خود با شعاع ۱۵۰ کیلومتری را دارند. با توجه به مساحت گسترده استان سیستان و بلوچستان این میزان از پوشش اندک می-باشد. با توجه به شکل نهایی به دست آمده از معیارهای موثر در مکان‌یابی آمبولانس هوایی در استان سیستان و بلوچستان (شکل ۷) مشاهده می‌گردد که نقاط بهینه مناسب جهت این مکان‌یابی در محدوده شهرهای زابل (دشت سیستان) و ایرانشهر می‌باشد (شکل ۹).

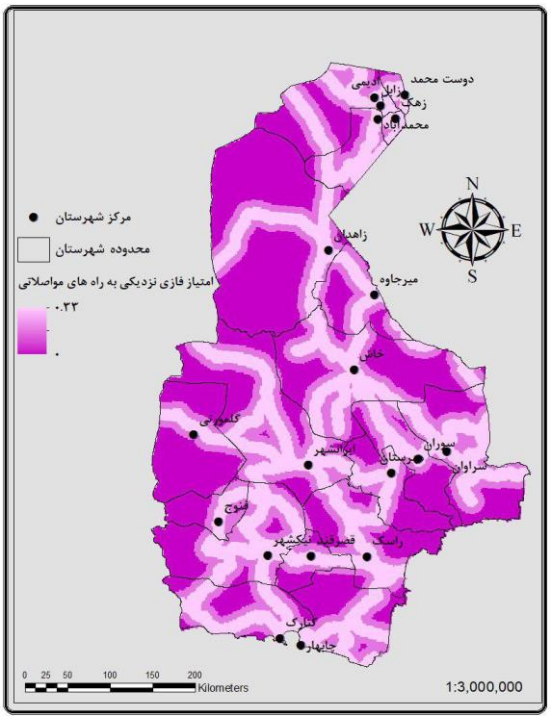
[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-20]



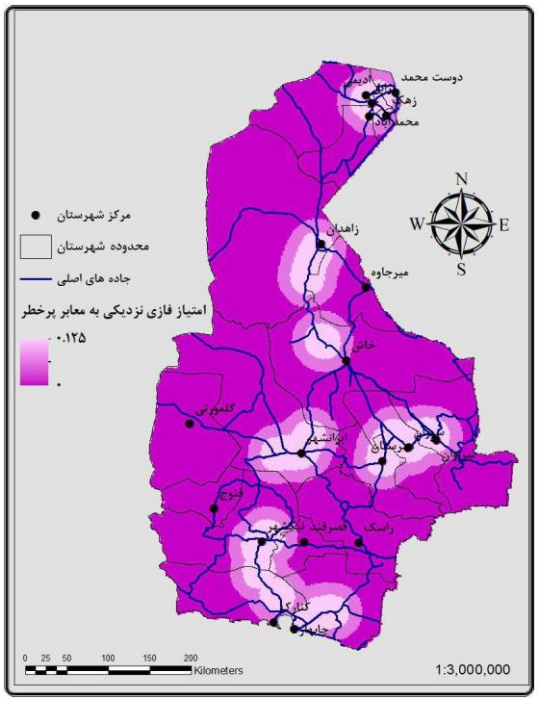
شکل۲. نقشه امتیازدهی شده فازی شاخص شیب مناسب منطقه



شکل۳ . نقشه امتیازدهی شده فازی شاخص فاصله مناسب از مراکز اورژانس زمینی

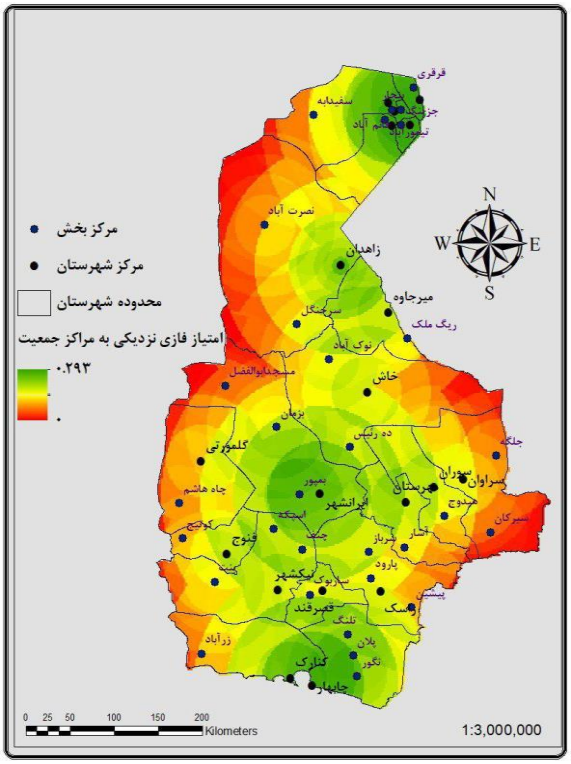


شکل۴. نقشه امتیازدهی شده فازی شاخص نزدیکی به راه‌های مواصلاتی

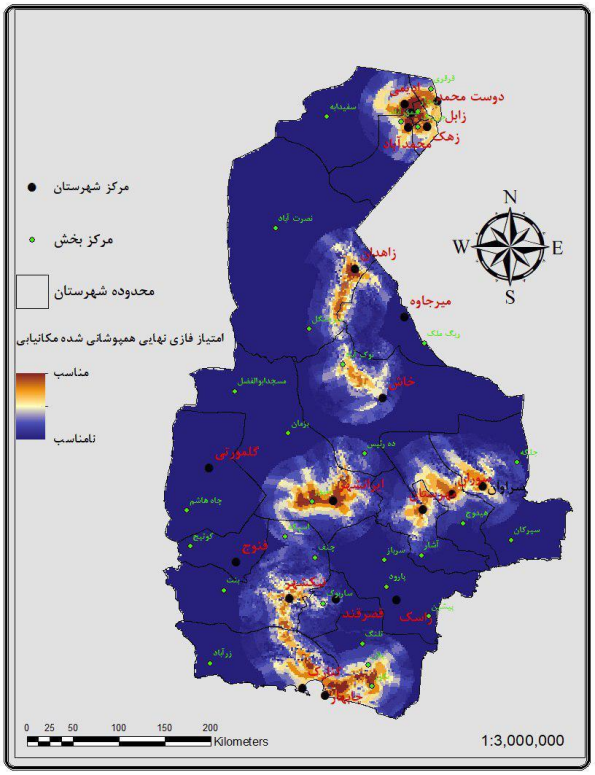


شکل۵. نقشه امتیازدهی شده فازی شاخص نزدیکی به راه‌های مواصلاتی

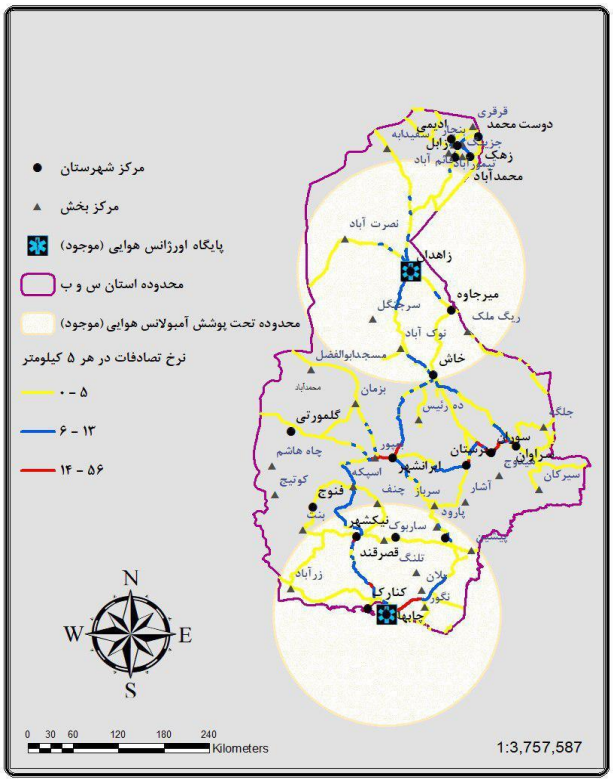
[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-20]



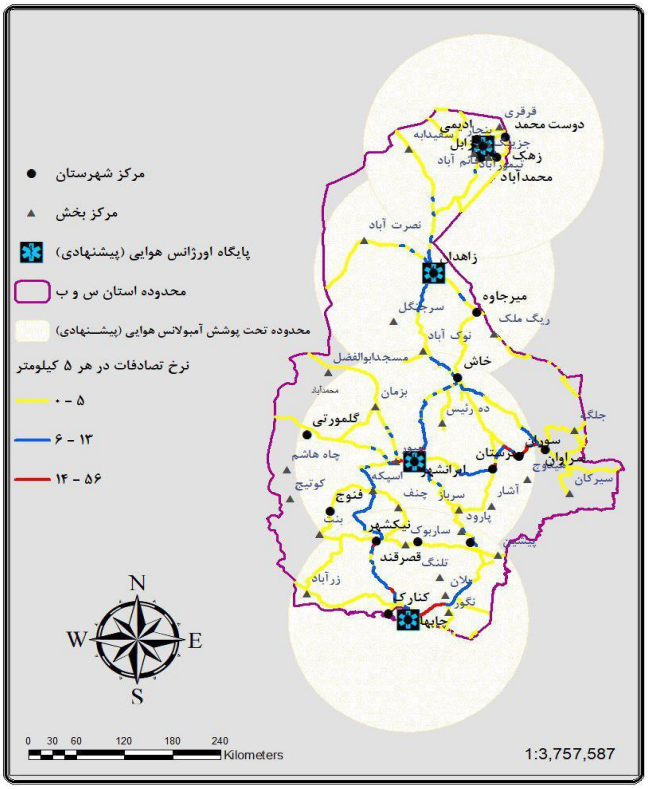
شکل۶. نقشه امتیازدهی شده فازی شاخص نزدیکی به مراکز پرجمعیت (منبع: نگارندگان)



شکل۷ . نقشه ارزش‌گذاری شده نهایی استان سیستان و بلوچستان جهت مکان‌یابی اورژانس‌های هوایی (منبع: نگارندگان)



شکل۸. نقشه وضعیت موجود ایستگاه‌های اورژانس هوایی (منبع: نگارندگان)



شکل۹. نقشه وضعیت پیشنهادی این پژوهش جهت مکانیابی پایگاه‌های اورژانس هوایی (منبع: نگارندگان)

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-20]

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به محدودیت‌های پژوهش که مربوط به شرایط استان سیستان و بلوچستان شامل وسعت جغرافیایی بالا، تراکم ناهمگون مراکز مسکونی و عدم دسترسی همه شهرها به سیستم‌های اورژانس پیشرفته، مجهز و مناسب است. ضرورت تدوین یک طرح بهینه جهت استقرار مناسب اورژانس‌های هوایی افزایش می‌یابد که انتخاب روش ترکیبی Fuzzy ANP و Fuzzy Dematel در محیط GIS از نقاط قوت این پژوهش محسوب می‌شود.

در راستای دستیابی به مکان‌یابی مناسب پایگاه‌های اورژانس هوایی در استان سیستان و بلوچستان و با توجه به روش مورد استفاده، معیارهای موثر در مکان‌یابی با بررسی‌های میدانی، پژوهش‌ها و تجربه‌های مشابه و مطالعه منابع کتابخانه‌ای شامل نزدیکی به راه‌های مواصلاتی، شیب مناسب منطقه، نزدیکی به مراکز پرجمعیت، نزدیکی به معابر پرخطر، و فاصله مناسب از مراکز EMS شناسایی شدند. خروجی روش ترکیبی تصمیم-گیری چندمعیاره استفاده شده یعنی ANP فازی و DEMATEL فازی، وزن‌هایی است که در محیط نرم‌افزار GIS باید به هر معیار تخصیص داد که به ترتیب ۰/۲۴۴، ۰/۰۸۳، ۰/۴۳۵، ۰/۱۸۲ و ۰/۰۵۷ محاسبه شدند.

پژوهش‌های متعددی در زمینه مکان‌یابی آمبولانس‌های هوایی به وسیله ارائه انواع مدل‌های ریاضی با در نظر گرفتن قطعیت و یا عدم قطعیت و همچنین در راستای اهداف مختلف شامل حداکثر کردن پوشش تقاضاهای پاسخ داده شده (۱۶, ۱۹, ۵۲)، حداقل کردن استقرار سایت‌های خدمات‌رسانی (۱۶) و حداقل کردن متوسط زمان ارائه خدمات (۵۳) انجام شده است.

اما پژوهش‌هایی در این زمینه با استفاده از نرم‌افزار GIS در راستای اهداف مختلف مانند بررسی مکان مناسب برای گسترش خدمات اورژانسی هلیکوپتر پیش بیمارستانی با ارزیابی میزان پوشش جمعیتی براساس مکان مراکز خدمات و همچنین مدت زمان دسترسی به این خدمات(۵۰)، بررسی و مقایسه زمان انتقال مجروحان از محل حادثه به وسیله خدمات فوریت‌های پزشکی هوایی و زمینی براساس نوع، مسافت و زیرساخت‌های جاده‌ها(۱۷) و بررسی مکان‌های مناسب سایت-های HEMS با هدف ایجاد حداکثر میزان پوشش با حداقل میزان تسهیلات (۱۸) انجام شده است.

اما در پژوهش حاضر به بررسی مسئله مکان‌یابی آمبولانس-های هوایی با در نظر گرفتن همزمان پنج معیار موثر پرداخته شد در واقع با نرم‌افزار GIS به بررسی نقاطی که بهترین موقعیت از لحاظ همه این معیارها با وزن‌های متفاوت دارند بررسی کرده و برای محاسبه وزن‌ها از روش ترکیبی ANP فازی و DEMATEL فازی استفاده شد.

با توجه به بررسی‌های میدانی و نقشه پراکنش آمبولانس-های هوایی استان سیستان و بلوچستان که فقط در دو شهر زاهدان و چابهار با شعاع عملکرد ۱۵۰ کیلومتری (شکل ۸) وجود دارند، نتیجه حاصله دلالت براین دارد که پراکنش مکانی این آمبولانس‌ها مناسب نیست در واقع می‌توان ادعا کرد که سیستم فعلی خدمات رسانی اورژانس هوایی این استان از نظر مساحت تحت پوشش و زمان خدمت‌رسانی کارایی مناسبی ندارد. از آنجا که زمان پاسخ معیاری است که به عنوان شاخص کارایی در نظر گرفته شده و بطور مستقیم رفاه و ایمنی بیمار را فراهم می‌کند، به عنوان یکی از معیارهای مهم به منظور سنجش کیفیت مراقبت‌های اورژانس پزشکی می‌باشد (۵۴, ۵۵). زمان پاسخ به مدت زمان سپری شده از موقع برقراری تماس تا لحظه رسیدن آمبولانس به بیمار گفته می‌شود (۵۶, ۵۷). بنابراین توزیع نامناسب سایت‌های HEMS منجر به عدم رعایت زمان طلایی (۵۸) و در نتیجه افزایش مرگ و میر خواهد شد.

در این پژوهش با استفاده از معیارهای موثر در تاسیس یک پایگاه هوایی و روش پیشنهادی و با توجه به شرایط جاده‌ها و امکانات استان سیستان و بلوچستان، نقاط مناسبی جهت ایجاد پایگاه‌های اورژانس هوایی مطابق شکل ۷ شناسایی شدند. از این مناطق دو شهر زابل در منطقه سیستان و ایرانشهر در منطقه بلوچستان با توجه به شرایط مناسب معیارهای منتخب در این دو شهر به عنوان مطلوب‌ترین نقاط جهت تاسیس پایگاه‌های اورژانس هوایی تعیین گردیدند. همانطور که در شکل ۹ مشاهده می‌شود با تاسیس پایگاه اورژانس هوایی در دو شهر زابل و ایرانشهر علاوه بر امکان امدادرسانی به اغلب شهرهای پرجمعیت (۱۸ مرکز شهرستان از ۱۹ مرکز شهرستان استان)، اکثر جاده‌های مواصلاتی و به خصوص نقاط پرتصادف جاده‌های استان نیز تحت پوشش کامل آمبولانس هوایی قرار می‌گیرند که منجر به کاهش زمان امدادرسانی، بهبود خدمات پزشکی و افزایش نرخ بقای بیماران و مصدومان سوانح در سطح استان سیستان و بلوچستان می‌گردد.

برای تحقیقات آینده می‌توان به بررسی مسئله مکان‌یابی با معیارهای متفاوت و حتی بیشتر مانند میزان پوشش منطقه براساس شاخص طول مسافت، تقاضاهای ارائه شده در هر شهر، در نظر گرفتن شرایط محیطی همچون فاصله مناسب از گسل-ها و بلایای طبیعی مانند بادهای صدو بیست روزه سیستان و باران‌های موسمی در محدوده بلوچستان پرداخت. همچنین می‌توان این مسئله را در سایر استان‌ها و یا حتی کل کشور مورد بررسی قرار داد.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-20]

References

1. Navaee-Joghtaee M, Rajabzadeh M, Bozorgi-Amiri A. Locating and allocating health services with regard to cost and efficiency: case study Amol city. Journal of Health Administration (JHA). 2016;19(63).
2. Goli A, ghalinaghian M, F m. Multi-Detection Location and Routing of Rescue Vehicles in Crises with the Purpose of Reducing Relief Times Using Covered Tour Approach and Random Simulation. 12th International Industrial Engineering Conference2015.
3. Sánchez-Mangas R, García-Ferrrer A, De Juan A, Arroyo AM. The probability of death in road traffic accidents. How important is a quick medical response? Accident Analysis & Prevention. 2010;42(4):1048-56.
4. Vukmir RB. Survival from prehospital cardiac arrest is critically dependent upon response time. Resuscitation. 2006;69(2):229-34.
5. McGregor J, Hanlon N, Emmons S, Voaklander D, Kelly K. If all ambulances could fly: putting provincial standards of emergency care access to the test in Northern British Columbia. Canadian journal of rural medicine. 2005;10(3):163.
6. Jennings PA, Cameron P, Walker T, Bernard S, Smith K. Out-of-hospital cardiac arrest in Victoria: rural and urban outcomes. Medical Journal of Australia. 2006;185(3):135-9.
7. Flanigan M, Blatt A, Lombardo L, Mancuso D, Miller M, Wiles D, et al. Assessment of air medical coverage using the Atlas and Database of Air Medical Services and correlations with reduced highway fatality rates. Air medical journal. 2005;24(4):151-63.
8. Danne PD. Trauma management in Australia and the tyranny of distance. World journal of surgery. 2003;27(4):385-9.
9. Feero S, Hedges JR, Simmons E, Irwin L. Does out-of-hospital EMS time affect trauma survival? The American journal of emergency medicine. 1995;13(2):133-5.
10. Fattahi P, Hosseinpanahi K, Chobtashan M, Sepehri M. Modeling and solving the problem of locating ambulance stations, a review study. 12th International Industrial Engineering Conference2015.
11. Taylor CB, Stevenson M, Jan S, Middleton PM, Fitzharris M, Myburgh JA. A systematic review of the costs and benefits of helicopter emergency medical services. Injury. 2010;41(1):10-20.
12. Ahmadi-Javid A, Seyedi P, Syam SS. A survey of healthcare facility location. Computers & Operations Research. 2017;79:223-63.
13. Dorland P, Nanney J. Dust off: Army aeromedical evacuation in Vietnam: DIANE Publishing; 1982.
14. Akhtari AS, Jafari NS, Kariman H, Amini A, Monsef V, Noorizadeh M, et al. The coast and benefits of helicopter emergency medical services instead of the ground unit in traumatic patients: A cost-effectiveness analysis. Health. 2013;5(5):903.
15. Furuta T, Tanaka K-i. Minisum and minimax location models for helicopter emergency medical service systems. Journal of the Operations Research Society of Japan. 2013;56(3):221-42.
16. Erdemir ET, Batta R, Rogerson PA, Blatt A, Flanigan M. Joint ground and air emergency medical services coverage models: A greedy heuristic solution approach. European Journal of Operational Research. 2010;207(2):736-49.
17. Widener MJ, Ginsberg Z, Schleith D, Floccare DJ, Hirshon JM, Galvagno S. Ground and helicopter emergency medical services time tradeoffs assessed with geographic information. Aerospace medicine and human performance. 2015;86(7):620-7.
18. Bruglieri M, Cardani C, Putzu M, editors. Optimizing the Location of Helicopter Emergency Medical Service Operating Sites. International Workshop on Machine Learning, Optimization and Big Data; 2016: Springer.
19. Bozorgi-Amiri A, Tavakoli S, Mirzaeipour H, Rabbani M. Integrated locating of helicopter stations and helipads for wounded transfer under demand location uncertainty. The American journal of emergency medicine. 2017;35(3):410-7.
20. Ko J. Solving a distribution facility location problem using an analytic hierarchy process approach. situations (Zahedi, 1996). 1980;1988:1996.
21. Rietveld P, Ouwersloot H. Ordinal data in multicriteria decision making, a stochastic dominance approach to siting nuclear power plants. European journal of operational research. 1992;56(2):249-62.
22. Boroushaki S, Malczewski J. Implementing an extension of the analytical hierarchy process using ordered weighted averaging operators with fuzzy quantifiers in ArcGIS. Computers & Geosciences. 2008;34(4):399-410.
23. Thomas SL, editor Fundamentals of The Analytic Network Process. The International Symposium on the Analytic Hierarchy Process, Japan, Kobe; 1999.
24. Atmaca E, Basar HB. Evaluation of power plants in Turkey using Analytic Network Process (ANP). Energy. 2012;44(1):555-63.
25. Fetanat A, Khorasaninejad E. A novel hybrid MCDM approach for offshore wind farm site selection: A case study of Iran. Ocean & Coastal Management. 2015;109:17-28.
26. Saaty TL. Decision making with dependence and feedback: The analytic network process: RWS publications Pittsburgh; 1996.
27. Saaty TL. Theory and applications of the analytic network process: decision making with benefits, opportunities, costs, and risks: RWS publications; 2005.
28. Lee JW, Kim SH. Using analytic network process and goal programming for interdependent information system project selection. Computers & Operations Research. 2000;27(4):367-82.
29. Ertay T, Ruan D, Tuzkaya UR. Integrating data envelopment analysis and analytic hierarchy for the facility layout design in manufacturing systems. Information Sciences. 2006;176(3):237-62.
30. Momoh J, Zhu J, editors. Application of AHP/ANP to unit commitment in the deregulated power industry. Systems, Man, and Cybernetics, 1998 1998 IEEE International Conference on; 1998: IEEE.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-20]

31.Chung S-H, Lee AH, Pearn W-L. Analytic network process (ANP) approach for product mix planning in semiconductor fabricator. International journal of production economics. 2005;96(1):15-36.
32.Dyson RG. Strategic development and SWOT analysis at the University of Warwick. European journal of operational research. 2004;152(3):631-40.
33.Sarkis J, Talluri S. A model for strategic supplier selection. Journal of supply chain management. 2002;38(4):18-28.
34.Saaty TL. Fundamentals of the analytic network process—multiple networks with benefits, costs, opportunities and risks. Journal of systems science and systems engineering. 2004;13(3):348-79.
35.Wu C-R, Chang C-W, Lin H-L. A fuzzy ANP-based approach to evaluate medical organizational performance. International journal of information and management sciences. 2008;19(1):53-74.
36.Zadeh LA. Fuzzy sets. Information and control. 1965;8(3):338-53.
37.Bellman RE, Zadeh LA. Decision-making in a fuzzy environment. Management science. 1970;17(4):B-141-B-64.
38.BaykasoğLu A, KaplanoğLu V, DurmuşOğLu ZD, ŞAhin C. Integrating fuzzy DEMATEL and fuzzy hierarchical TOPSIS methods for truck selection. Expert Systems with Applications. 2013;40(3):899-907.
39.Büyüközkan G, Çifçi G. A novel hybrid MCDM approach based on fuzzy DEMATEL, fuzzy ANP and fuzzy TOPSIS to evaluate green suppliers. Expert Systems with Applications. 2012;39(3):3000-11.
40.Hosseini MB, Tarokh MJ. Type-2 fuzzy set extension of DEMATEL method combined with perceptual computing for decision making. Journal of Industrial Engineering International. 2013;9(1):10.
41.Jassbi J, Mohamadnejad F, Nasrollahzadeh H. A Fuzzy DEMATEL framework for modeling cause and effect relationships of strategy map. Expert systems with Applications. 2011;38(5):5967-73.
42.Lin R-J. Using fuzzy DEMATEL to evaluate the green supply chain management practices. Journal of Cleaner Production. 2013;40:32-9.
43.Patil SK, Kant R. A hybrid approach based on fuzzy DEMATEL and FMCDM to predict success of knowledge management adoption in supply chain. Applied Soft Computing. 2014;18:126-35.
44.Tadić S, Zečević S, Krstić M. A novel hybrid MCDM model based on fuzzy DEMATEL, fuzzy ANP and fuzzy VIKOR for city logistics concept selection. Expert Systems with Applications. 2014;41(18):8112-28.
45.Tseng M-L, Lin YH. Application of fuzzy DEMATEL to develop a cause and effect model of municipal solid waste management in Metro Manila. Environmental monitoring and assessment. 2009;158(1):519-33.
46.Clarke KC. Advances in geographic information systems. Computers, environment and urban systems. 1986;10(3-4):175-84.
47.transportation sbpdorma. 2017 [Available from: http://sb.rmto.ir/Pages/UnitedTransportView.aspx.
48.Sistan & Balouchestan province portal. 2017.
49.Mohammadi M, Martiniuk ALC, Ansari-Moghaddam A, Rad M, Rashedi F, Ghjasemi A, et al. Police response time to road crashes in south-east of Iran. JPMA: Journal of the Pakistan Medical Association. 2013;63(12):1523-7.
50.Schuurman N, Bell NJ, L'Heureux R, Hameed SM. Modelling optimal location for pre-hospital helicopter emergency medical services. BMC emergency medicine. 2009;9(1):6.
51.Branas CC, Carr BG, Heckert M, Cheetham R. Trauma center siting, optimization modeling, and GIS. GIS in Hospital and Healthcare Emergency Management. 2010:75-86.
52.Furuta T, Tanaka K-i. Maximal Covering Location Model for Doctor-Helicopter Systems with Two Types of Coverage Criteria. Urban and Regional Planning Review. 2014;1:39-58.
53.Fulton LV, Lasdon LS, McDaniel Jr RR, Coppola MN. Two-stage stochastic optimization for the allocation of medical assets in steady-state combat operations. The Journal of Defense Modeling and Simulation. 2010;7(2):89-102.
54.Gendreau M, Laporte G, Semet F. A dynamic model and parallel tabu search heuristic for real-time ambulance relocation. Parallel computing. 2001;27(12):1641-53.
55.Wilde ET. Do emergency medical system response times matter for health outcomes? Health economics. 2013;22(7):790-806.
56.Gonzalez RP, Cummings GR, Phelan HA, Mulekar MS, Rodning CB. Does increased emergency medical services prehospital time affect patient mortality in rural motor vehicle crashes? A statewide analysis. The American Journal of Surgery. 2009;197(1):30-4.
57.Mayer JD. Emergency medical service: delays, response time and survival. Medical care. 1979:818-27.
58.Black J, Ward M, Lockey D. Appropriate use of helicopters to transport trauma patients from incident scene to hospital in the United Kingdom: an algorithm. Emergency medicine journal. 2004;21(3):355-61.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-20]

Location of the Aerial Ambulances Using Combination of Fuzzy ANP and Fuzzy Dematel in the Environment of ArcGIS : A Case study in Sistan and Baluchestan province

Firouzi Jahantigh F[1], Ghaderi M[2*]

Submitted: 2017.11.2 Accepted: 2018.8.4

Abstract

Background: Among various emergency services, the air emergency due to access to the extreme areas, possibility to move more patients, providing higher quality treatment to the patient being carried and also access to the hospital without problems such as traffic and sudden crashes, is one of the most important types of emergencies in the health sector. So, the right location according to the scientific principles, enhances the efficiency of the aerial emergency.

Materials and Methods: This descriptive- analytical present study was conducted as an applied research in Sistan and Baluchestan province in 2016. At first, indicators affecting the location of ambulances were identified. Then, the location using deploying a Fuzzy network analysis process model next to the Fuzzy Dematel technique and the integration with geographic information system was performed.

Results: Criteria for selecting the best places for deploying air ambulances in Sistan and Baluchestan province are considered as proximity to the roads, appropriate tilt area, proximity to crowded areas, proximity to high risk passages, and the convenient distance from the medical emergencies. Output weights of the technique used for affecting on GIS software were calculated 0.244, 0.083, 0.435, 0.182 and 0.057, respectively.

Conclusion: Study results revealed that number and coverage of aerial ambulances in cities and roads of Sistan and Baluchestan province are not suitable. Therefore, the map derived from the Fuzzy integration of the information layers identified by the effective factors, illustrated that the districts of Zabol and Iranshahr cities have the best status of selected criteria to establish the air emergencies bases in the province of Sistan and Baluchestan.

Keywords: Location, Aerial ambulances, Geographic Information System (GIS), Fuzzy Network Analysis Process (Fuzzy ANP), Fuzzy Dematel method (Fuzzy Dematel).

[1] Assistant Professor, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran

[2] MSC of Industrial Engineering, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran (*Corresponding author),
Email: mojtaba_ghaderi @pgs.usb.ac.ir , Tel: +989157067390

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-20]