Archive of SID

طراحی شبکه هوشمند معابر شهری با استفاده از داده‌های OSM جهت امدادرسانی در مواقع وقوع بحران در محیط GIS (مطالعه موردی: ایستگاه آبرسان مترو تبریز)

سعید سلمانی (مسئول مکاتبات)، دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه سنجش از دور و GIS، دانشکده برنامه ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز ، تبریز، ایران

خلیل ولیزاده کامران، دانشیار، گروه سنجش‌از دور و GIS، دانشکده برنامه ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

بختیار فیضی زاده ، استادیار، گروه سنجش‌ازدور و GIS، دانشکده برنامه ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز

E-mail: said.salmani@yahoo.com

دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۱۰ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۲۶

چکیده

یکی از مهم‌ترین کاربردهای GIS درزمینه مدیریت بحران مدل‌سازی شبکه معابر شهری است. در این پژوهش با دریافت داده‌های OSM ابتدا خطا و صحت داده‌های موردنظر بررسی سپس پایگاه داده هوشمند برای شبکه معابر شهری تبریز جهت تجزیه‌وتحلیل‌های شبکه در محیط GIS طراحی شد، و در ادامه موقعیت ایستگاه مترو آبرسان نسبت به مسیرهای بهینه دسترسی مراکز امدادی با استفاده از مدل تحلیل شبکه در GIS مدل‌سازی شد. هدف پژوهش علاوه بر مشخص کردن قابلیت داده‌های OSM در ایجاد شبکه معابر در محیط GIS ،کاربرد این شبکه در مدیریت بحران ایستگاه‌های مترو نیز مشخص گردید. برای این منظور از انواع داده‌ها و روش‌های پردازش اطلاعات مکانی شامل موقعیت مکانی ایستگاه‌های آتش‌نشانی، مراکز فوریت‌های پزشکی (اورژانس)، بیمارستان‌ها و داده‌های شبکه معابر شهری همچنین داده‌های توصیفی مربوط به پایگاه داده شبکه معابر شامل سرعت حرکت، جهت حرکت، درجه معبر، تقاطع‌ها در قالب تحلیل شبکه پردازش و استفاده شد. نتایج نشان داد که داده‌های OSM از قابلیت و دقت بالایی جهت ساخت شبکه در محیط GIS برخوردار هستند. علاوه بر این، ایستگاه مترو آبرسان در موقعیت مناسبی نسبت به مراکز امدادی قرار گرفته است، به‌طوری‌که فاصله شبکه‌ای نزدیک‌ترین ایستگاه آتش‌نشانی و فوریت‌های پزشکی از ایستگاه مترو آبرسان به ترتیب ۲۲۵۳ و ۹۸۸ متر و فاصله نزدیک‌ترین بیمارستان از ایستگاه مترو آبرسان ۱۳۰۸ متر است. همچنین زمان لازم برای طی این مسیرها برای مراکز آتش‌نشانی، فوریت‌های پزشکی و بیمارستان‌ها به ترتیب ۳-۱-۲ دقیقه برآورد شد، این نتایج با استانداردهای دسترسی مراکز امدادی در شهر همخوانی و مطابق استانداردهای تعریف شده است.

واژه‌های کلیدی: ایستگاه مترو، شبکه معابر هوشمند، مدیریت بحران، OSM، GIS

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS[1]) با ارائه امکانات مربوط به ورود، آماده‌سازی، پردازش و مدل‌سازی پدیده‌های مکانی یکی از مهم‌ترین تکنولوژی‌های عصر حاضر در مدیریت بحران محسوب می‌شود. GIS با ارائه امکانات تحلیلی مدل‌سازی از وضعیت بحران در موضوعات متعدد را امکان‌پذیر نموده و می‌تواند بستری برای تحلیل‌های مکانی مرتبط با مدیریت بحران باشد. بلایای طبیعی مانند زلزله، زمین‌لغزه، سیل و ... می‌توانند در GIS مدل‌سازی شده و نمایش داده شوند. مدیران بحران می‌توانند از این مدل‌سازی برای آموزش، تدابیر لازم در طی یک مورد واقعی یا به‌منظور تجزیه‌وتحلیل نتایج بلایای ممکن استفاده نمایند. استفاده از این فنآوری، اطلاعات موردنیاز برای برنامه‌ریزی مدیریت بحران را در دسترس می‌نماید و به‌طور خلاصه، کاربرد اندیشمندانهGIS ، اضطراب و غافل‌گیری را در مدیریت بحران کاهش می‌دهد [ولیزاده کامران،۱۳۸۵].استفاده از علم سیستم اطلاعات جغرافیایی برای حل مشکلات حمل نقل، یکی از مهم‌ترین زمینه‌های کاربردی فنآوری GIS در دنیای امروز است. در حالی که عمده توانایی ساختاری GIS متداول در نمایش نقشه‌ها و پردازش داده‌های زمینی است.. GIS-T[2] نیازمند ساختارهای جدیدی برای نشان دادن پیچیدگی‌های شبکه حمل‌ونقل و انجام الگوریتم‌های مختلف به منظور عملی کردن توانایی آن در زمینه‌های ارتباطات لجستیکی دارد [فیشر، ۲۰۰٤]. قابلیت تحلیل‌های شبکه در GIS و استفاده از تکنولوژی‌های روز یکی از نقاط قوت این سیستم است، که می‌تواند بسیاری از مشکلات حمل نقل را حل کند. شبکه‌های حمل نقل به دلیل پیچیدگی و نیاز به الگوریتم‌های پیشرفته جهت تحلیل، باعث شده است که قابلیت‌های تحلیل شبکه سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی توسعه یافته و تصمیم‌گیری‌ها را سریع، آسان و راحت بکند [فیشر، ۲۰۰٤]. مدل داده‌های شبکه‌ای در زمینه حمل نقل به تحلیل‌های شبکه‌ای پیشرفته‌ای نیاز دارند. اغلب نرم‌افزارهای تجاری GIS در دو دهه گذشته این قابلیت را در خود توسعه داده‌اند [گودچایلد، ۱۹۹۸] . ایستگاه‌های مترو در محیط و مکانی کاملاً آشکار قرار دارند، به همین دلیل دارای آسیب‌پذیری و خطرات زیادی هستند. با توجه به ساختار مترو و همچنین وجود حجم زیاد جمعیت در ایستگاه‌ها و قطارهای در حال حرکت در داخل تونل‌ها به‌راحتی می‌تواند توسط عوامل طبیعی، انسانی و ذاتی مورد تهدید قرار گیرد. تهدیدات انسانی می‌تواند بمب‌گذاری‌ها (انفجار بمب در متروی استانبول در تاریخ ۱۳۹٤/۰۹/۱۰)، گروگان‌گیری، حمله‌های مسلحانه (تیراندازی در ایستگاه متروی پاریس در تاریخ ۱۳۹۳/۱۰/۱۸)، خرابکاری، ایجاد حریق عمدی (آتش زدن عمدی مترو در کره جنوبی در سال ۲۰۰۳ و کشته شدن حدود ۲۰۰ نفر)، ایجاد رعب و ترس، انتشار مواد و گازهای سمی، تهاجم سایبری (حمله هکرهای کره شمالی به متروی سئول در حدفاصل ماه‌های مارس تا آگوست ۲۰۱٤)، حمله نظامی و... را شامل شود. همچنین تهدیدات طبیعی بر متروها می‌تواند مواردی از قبیل زلزله، ورود سیل به داخل تونل‌های مترو (حادثه ورود سیل به تونل خط چهار مترو تهران روز یکشنبه مورخ ۹۱/۰۱/۲۷) و درنهایت در بررسی آسیب‌پذیری ذاتی مترو باید اشاره کرد مترو دارای آسیب‌پذیری ذاتی زیادی هستند و این آسیب‌پذیری‌ها شامل: خرابی قطارها، خرابی تأسیسات آب، برق (کشته شدن ۳۰۰ نفر در مترو جمهوری آذربایجان در سال ۱۹۹۵ به علت اشکال فنی) و تلفن، ریزش تونل، خرابی ریل‌ها، آسیب‌پذیری در سیستم نرم‌افزاری و شبکه کامپیوتری سیستم حمل‌ونقل، نیروی انسانی و متخصصین، قطعات کلیدی (تولیدات داخلی و وابستگی-ها) و ... است. وابستگی تأسیسات مترو به تأسیسات سطح شهر یکی از نقاط ضعف آن است. تأسیسات برق، آب، تلفن و ... به تأسیسات روی زمین وابسته است و در صورت آسیب دیدن آنان در هر شرایطی (بحران و عادی) کل تأسیسات شبکه مترو مختل می‌گردد. هر یک از تهدیدات فوق می‌تواند باعث ایجاد بحران و خسارات جبران‌ناپذیری بر یک سیستم قطار شهری (مترو) شود. تحقیق حاضر با بهره‌گیری از داده‌های معابر نقشه‌های شهری باز (OSM[3]) قابلیت این داده‌ها در ساخت شبکه بررسی و همچنین با تحلیل‌های مکانی و شبکه‌ای GIS مسیرهای بهینه دسترسی مراکز امدادی به ایستگاه مترو آبرسان مدنظر قرار داده است. با توجه به گسترش روزافزون شهر تبریز و همین‌طور مجاورت ایستگاه آبرسان به دانشگاه تبریز و تراکم بسیار بالای مسافر در این خط و ایستگاه بدیهی است که بایستی مطالعات مربوط به بحران جهت استفاده در مواقع ضروری انجام گیرد.

مروری بر پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهد که تاکنون نمونه‌ای منطبق با موضوع و هدف پژوهش حاضر انجام

www.SID.ir

Archive of SID

نشـده اســـت. ارزیابی پیشینه تحقیق بیانگر این واقعیت مهم است که با وجود قابلیت بالای داده‌های OSM از پتانسیل‌های این داده‌ای در مطالعات مدیریت بحران بهره کافی برده نشـده اســت، اما تحقیقاتی جانبی در ارتباط با بکارگیری تحلیل‌های شـبکه‌ای GIS در مواردی انجام شـده اسـت. از جمله آن‌ها می‌توان به تحقیق انجام شـده توسـط آل شیخ و کاظمی اشاره کرد که با بررسی تراکم جمعیت، دانه‌بندی قطعات، توده گذاری بناها، نحوه توزیع کارکرد فعالیت‌های مختلف، تأسـیسـات شـهری، نظام دسـترسـی‌ها، بسـتر طبیعی و نتایج مطالعات ریز پهنه‌بندی لرزهای شـهر تهران مدل پهنه‌بندی خطر نسـبی زلزله در شبکه حمل نقل ریلی تهران را ارائه کرده‌اند. این پژوهشگران در مطالعه حاضـر به مکان‌یابی ایسـتگاه‌های پرخطر با توجه به عواملی همچون برق، آب، مراکز آتش‌نشـانی، مراکز مخابراتی، انتظامی، مناطق تصـمیم‌گیری و مدیریتی، شـبکه‌های مرتبط و همچنین مکـان‌یـابی منـابعی کـه بالقوه خطرناک و خطرسـاز پرداختـه و بـا در نظر گرفتن اطلاعات مناطق و ایسـتگاه‌ها و برنامه‌ریزی کنترل ترافیک در هنگام وقوع سـانحه به شـناسایی نزدیک‌ترین مرکز امدادرسـانی پرداخته‌اند [آل شـیخ و کاظمی، ۱۳۸٦]. قنبری و احدنژاد در پژوهشـی به بررسـی و کاربرد و اجرای مـدل تحلیل شـبکه معابر و تعیین الگوریتم کوتاه‌ترین مسـیر در شهر تبریز با استفاده از GIS پرداختند و به این نتیجه رسـیدند که تحلیل شـبکه در برنامه‌ریزی بهینه حمل‌ونقل از ابزارهای بسـیار مناسـب بوده و مدل تحلیل شـبکه می‌تواند در تعیین کوتاه‌ترین و بهترین مسـیر از نظر خدماتی و دسترسی در برنامه‌ریزی‌های حمل‌ونقل به کار گرفته شود [قنبری و احدنژاد ، ۱۳۸۸]. سـلمانی در پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود به بررسی قابلیت داده‌های شـبکه معابر OSM جهت سـاخت و طراحی شـبکه هوشـمند معابر شهری در محیط GIS پرداخته و به این نتیجه می‌رسـد با توجه به این که داده‌های OSM در کشـور ایران که به نوعی با کمبود و یا عدم دسترسی به داده‌های مکانی با دقت متوسط به بالا روبه‌رو است قابلیت خوبی جهت ساخت شـبکه برای تحلیل‌های شـبکه در محیط GIS دارد[سـلمانی، ۱۳۹۵]. بونو و گوتیریز به تجزیه و تحلیل شـبکه معابر شـهری در محیط GIS بعد از بحران پرداخته و نحوه دسـترسـی به فضاهای شهری با در نظر گرفتن معابر آسیب دیده شده ارزیابی کرده اسـت [بونو و گوتیرز ، ۲۰۱۱]. عراقی و همکـاران، (۱۳۹۳) با اسـتفاده از GIS به طراحی شـبکه امدادرسـانی اضـطراری به ایسـتگاه متروی شـهید حقانی در شـرایط وقوع بحران در شـبکه معابر تهران پرداخته و با در نظر گرفتن سـه عامل کلی امکان ایجاد مسـیر امدادرسـانی، دسترسی مناسب به منـاطق بحران‌زده و اعتمـادپذیری مسـیرهای امدادرسـانی و همچنین در نظر گرفتن چند زیر عامل برای هر یک از عامل‌ها میزان اهمیت آن‌ها را مشـخص کرده است. در ادامه یک روش ابتکاری را جهت تعیین یک مسیر مناسب میان مراکز امدادی و نقاط آسـیب‌دیده پیشنهاد می‌کند این کار را با تعریف پارامتری تحت عنوان ریسک بر مبنای ویژگی‌های هندسی و توپولوژیکی مسـیرهـا انجام می‌دهد و درنهایت بهترین مسـیر با توجه به کمترین ریسـک انتخاب می‌کند [عراقی و همکاران، ۱۳۹۳].

هـادی پور و پورابراهیم به کمک مدل تحلیل شـبکه GIS به مدل‌سـازی بهینه مسـیرهای حمل‌ونقل سـوخت در داخل شهر اراک پرداخته اسـت [هادی‌پور و پورابراهیم، ۱۳۹۲].خط یک مترو تبریز و ایسـتگاه‌های آن به ویژه ایسـتگاه آبرسان به دلیل جدید احداث بودن نیاز دارد از نظر وضـعیت قرارگیری نسبت به مراکز امدادی بر روی شبکه ارتباطی مورد مطالعه قرار گیرد.

۲. داده‌ها و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق شـهر تبریز و خط ۱ شـبکه ریلی شـهر تبریز است. این خط یکی از چهار خط اصلی است که هنوز هم در حال سـاخت و تکمیل اسـت. این خط به طول ۱۷/۲ کیلومتر با ۱۸ ایسـتگاه از میدان ائل گلی آغاز و از طریق بلوار شـهید باکری و ۲۹ بهمن، خیابان امام خمینی، چهارراه محققی، باغ گلسـتان و خیابان خیام به کوی لاله ختم می‌شـود. حدود ۸ کیلومتر از مسیر به‌صورت تونل عمیق طراحی‌شده و با دو دسـتگاه حفار TBM در عمق حدود ۱٦ ـــــ ۲۵ متری حفاری‌شـده است. شکل شماره ۱ مسیر خط ۱ مترو شهر تبریز را نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۱. موقعیت ایستگاه آبرسان در خط ۱ قطار شهری تبریز

۲-۱ ایستگاه آبرسان

ایستگاه متروی آبرسان یکی از ایستگاه‌های متروی تبریز است که در چهارراه آبرسان و در خیابان امام خمینی واقع‌شده است. این ایستگاه، ایستگاه شماره ۸ خط یک است. مشخصات ایستگاه آبرسان در جدول شماره ۱ به شرح زیر است.

جدول ۱. مشخصات ایستگاه آبرسان

شماره ایستگاه	ایستگاه ۸
نام ایستگاه	آبرسان
نوع ایستگاه	عمیق
تعداد طبقات	۳
تعداد ورودی	۲
مساحت زیربنا ایستگاه‌ها (مترمربع)	٥٤٦٠
عمق ایستگاه	-۱۷/۸۸

در این پژوهش جهت مدل‌سازی شبکه معابر شهر تبریز از داده‌های OSM استفاده‌شده است. همچنین از داده‌های مکانی بیمارستان‌ها و آتش‌نشانی‌ها و مراکز اورژانس موجود در سطح شهر تبریز استفاده است. جدول شماره ۲ داده‌های مورداستفاده در این پژوهش را نشان می‌دهد.

جدول ۲. داده‌های مورداستفاده

لایه	منبع
شبکه معابر شهر تبریز	سرور Open Street Map
موقعیت ایستگاه‌های آتش‌نشانی	شهرداری تبریز
موقعیت بیمارستان‌های شهر تبریز	شهرداری تبریز
موقعیت مراکز اورژانس شهر تبریز	مرکز مدیریت حوادث و فوریت‌های پزشکی استان آذربایجان شرقی

۲-۲ نقشه شهری باز (OSM)

نقشه شهری باز یک پروژه‌های مشارکتی برای ایجاد یک نقشه قابل‌ویرایش رایگان از جهان است. این پروژه، سال ۲۰۰٤ در لندن، توسط استیو کاست کلید خورد. هدف پروژه جمع‌آوری پایگاه داده‌ای رایگان از اطلاعات جغرافیایی در سراسر دنیا بود. حجم زیادی از داده‌های جغرافیایی مانند جاده‌ها، ساختمان‌ها و اماکن دیدنی می‌توانند به این بانک اطلاعاتی اضافه شوند. نقشه‌ها با استفاده از داده‌های حاصل از دستگاه‌های قابل‌حمل جی‌پی‌اس، عکاسی هوایی، تصاویر ماهواره‌ای (سرور Bing) منابع رایگان دیگر و یا به‌سادگی از دانش محلی ترسیم می‌شوند. شکل ۲ استفاده سرور OSM از تصاویر ماهواره‌ای با رزولوشن بالا (سرور Bing) برای ویرایش داده‌های را نشان می‌دهد.

شکل ۲. استفاده از تصاویر ماهواره‌ای با رزولیشن بالا (سرور Bing) برای ویرایش داده‌های OSM

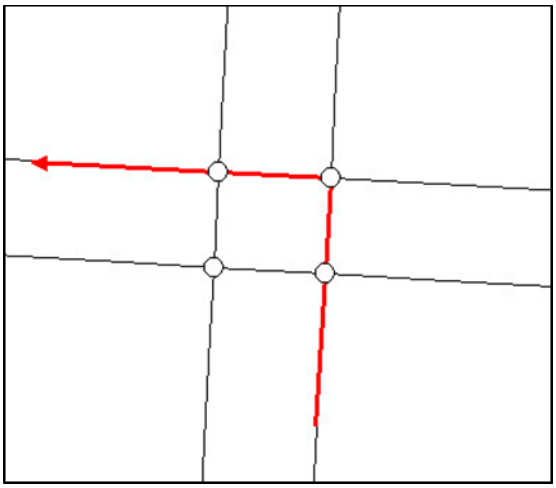
www.SID.ir

Archive of SID

درواقع OSM یک پروژه شناخته‌شده درزمینه مشارکت داوطلبانه اطلاعات جغرافیایی است [الوود، ۲۰۰۸ ، گودچایلد، ۲۰۰۷] . توسعه موفق داده‌های OSM توسط کاربران در سال‌های اخیر باعث افزایش استفاده از این داده‌ها درزمینه‌های تحقیقاتی و همچنین باعث پیشرفت بسیاری از برنامه‌های کاربردی مسیریابی، مدل‌های سه‌بعدی شهری و خدمات مبتنی بر مکان شده است [فریتز و همکان، ۲۰۰۹]مونی و کورکرن، ۲۰۱۰]. کمبود و عدم دسترسی به داده در بحث مربوط به شبکه معابر شهری یکی از مشکلات مهم در تحلیل‌های شبکه در GIS است. داده‌ها و شبکه معابر در سرور OSM به دلیل بروز رسانی توسط کاربران محلی و بومی آشنا به منطقه و همچنین استفاده این سرور از تصاویر ماهواره‌ای سرور Bing به‌عنوان نقشه پایه دقت مکانی این داده‌ها را در حد مطلوبی بالابرده است [نلسون و همکاران، ۲۰۰۶]. در جداول توصیفی این داده‌ها علاوه بر نوع خیابان‌ها جهت حرکت، سرعت حرکت، زیرگذرها و روگذرها هم مشخص‌شده است [واحدی طرقبه و آل شیخ، ۱۳۹٤]. استفاده از این داده‌ها در کشور ایران که به‌نوعی با کمبود و یا عدم دسترسی به داده‌ها دارد، می‌تواند کمک شایانی در دسترسی به داده‌های مورد نیاز باشد. تحقیق حاضر با هدف بهره‌گیری از این داده‌ها ارزیابی کارایی این داده‌ها را در مدیریت بحران شهری مد نظر قرار داده است. در این پژوهش برای آماده‌سازی داده‌های خام، اصلاح و حذف خطاها، جهت تحلیل‌های شبکه در GIS ابتدا داده‌های موردنظر از سرور OSM دریافت شد و در مرحله بعدی داده‌های موردنظر ازنظر خطاهای توپولوژیکی و غیر توپولوژیکی ویرایش و اصلاح گردید.

۲-۳ تعریف و ساخت پایگاه داده هوشمند

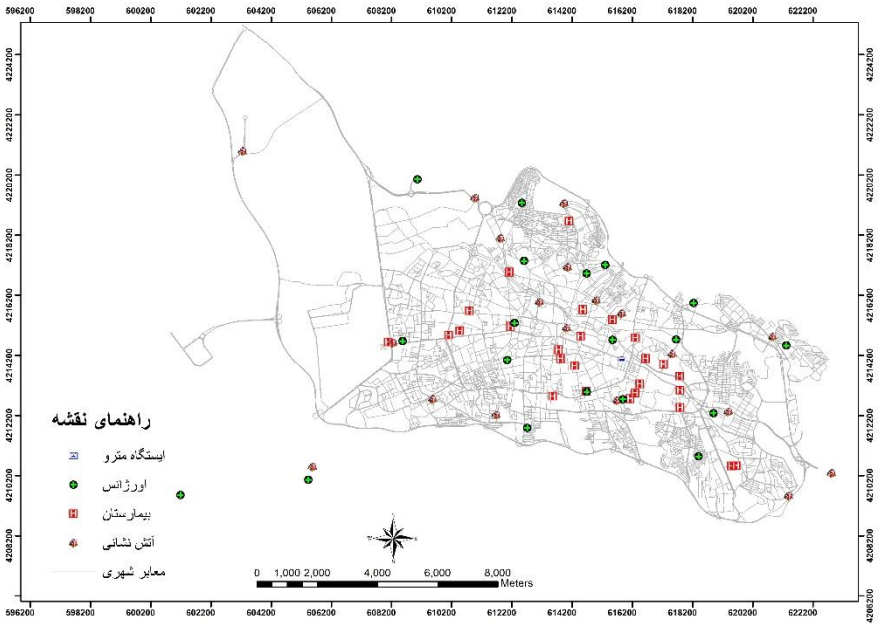
در این پژوهش با توجه به میزان دسترسی به داده‌ها، پایگاه داده شبکه معابر شهری تبریز ایجاد شد. این مرحله وقت‌گیرترین و حساس‌ترین مرحله در طراحی شبکه هوشمند معابر شهری جهت تحلیل‌های شبکه در GIS است که در مدت سه ماه در قالب ژئودیتابیس طراحی‌شده است. شبکه راه‌ها به صورت کلی شامل لبه‌ها، گره‌ها و گردش‌ها است. لبه‌ها یا اتصالات، عوارض خطی مرتبط به هم را نمایش می‌دهند که مجاری حمل نقل و ارتباطات به شمار می‌آیند. گره‌های شبکه، نقاط انتهایی و تقاطع‌های اتصالات شبکه اند. عناصر گردشی اطلاعات حرکتی بین دو یا تعداد بیشتری از لبه‌ها را ثبت می‌کنند. به عنوان مثال وقتی دو خیابان در نقطه‌ای به هم می‌رسند آن نقطه به عنوان گره و خیابان‌ها به عنوان لبه در سیستم شناخته شده و محدودیت گردش به چپ از یکه لبه مخصوص به لبه دیگر را با گردش (Turn) نشان می‌دهند [اعمی ازغدی و دیگران،۱۳۸۹]. برای ساخت پایگاه داده شبکه معابر شهر تبریز بعد از رفع خطاهای توپولوژیکی فیلدهای مربوط به سرعت حرکت در معابر، جهت حرکت، درجه معبر، طول معبر، زمان حرکت در معبر، تقاطع‌های غیر هم‌سطح و گردش‌ها تعریف شده است. شکل ۳ نمونه‌ای از گردش صحیح تعریف‌شده برای شبکه را نشان می‌دهد. همچنین شکل ٤ شبکه معابر و موقعیت ایستگاه آبرسان و مراکز امدادی شهر تبریز را نشان می‌دهد.



شکل ۳. نمونه‌ای از Turn تعریف‌شده برای شبکه

www.SID.ir

Archive of SID



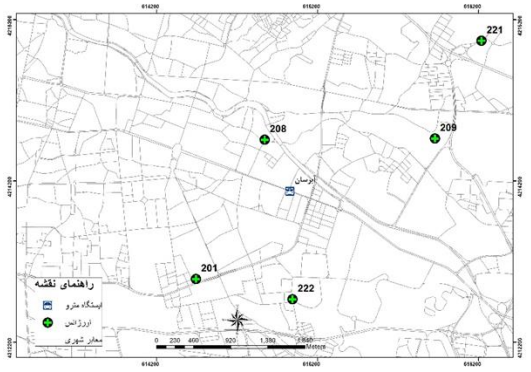
شکل ٤. شبکه معابر شهری و موقعیت ایستگاه آبرسان و مراکز امدادی شهر تبریز

۳. ایستگاه مترو آبرسان و مسیرهای بهینه دسترسی مراکز امدادی

ایستگاه‌های مترو در محیط و مکانی کاملاً آشکار قرار دارند، به همین دلیل دارای آسیب‌پذیری و خطرات زیادی هستند. با توجه به ساختار مترو و همچنین وجود حجم زیاد جمعیت در ایستگاه‌ها و قطارهای در حال حرکت در داخل تونل‌ها به‌راحتی می‌تواند توسط عوامل طبیعی، انسانی و ذاتی مورد تهدید قرار گیرد. همچنین ایستگاه‌های امدادی مانند آتش‌نشانی یا اورژانس و بیمارستان‌ها در صورتی می‌توانند خدمات‌رسانی خود را به‌موقع و مطمئن انجام دهند که در مکان‌های مناسب مستقر باشند و بتوانند در کمترین زمان و بدون مواجه‌شدن با موانع و محدودیت‌های محیط شهری خود را به محل حادثه برسانند، بنابراین با در نظر گرفتن این‌که اگر حادثه‌ای در ایستگاه آبرسان خط ۱ قطار شهری تبریز اتفاق بیفتد وضعیت نزدیک‌ترین مراکز امدادی به‌صورت زیر خواهد بود.

۳-۱ مراکز فوریت‌های پزشکی (آمبولانس‌ها)

بررسی‌ها و پژوهش‌های علمی نشان داده که اگر به‌محض وقوع یک حادثه در ۲ الی ۸ دقیقه اول به انسان حادثه‌دیده رسیدگی شود تا ٤٠ درصد می‌توان انسان حادثه‌دیده را از مرگ حتمی نجات داد [سوادکوهی فر و ذکائی فاتح، ۱۳۹۲]. در صورت حادثه در یک نقطه مثل ایستگاه مترو اولین مراکز امدادی که باید درصحنه آماده شود آمبولانس‌ها است. شکل ۵ موقعیت ایستگاه مترو آبرسان و مراکز فوریت‌های پزشکی موجود در محدوده اطراف آن را نشان می‌دهد.

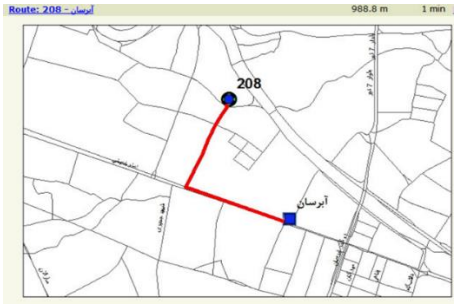


شکل ۵. موقعیت ایستگاه آبرسان و مراکز اورژانس

نتایج تحلیل شبکه بر روی GIS نشان می‌دهد که نزدیک‌ترین ایستگاه امدادی جهت ارسال آمبولانس به ایستگاه مترو آبرسان پایگاه شماره ۲۰۸(مرکز مدیریت حوادث و فوریت‌های پزشکی آذربایجان شرقی) است، که در فاصله ۹۸۸٫۸ متری (روی شبکه) قرار دارد و همچنین زمان لازم جهت طی این مسیر حدود ۱ دقیقه است. شکل ٦ مسیر بهینه توصیه‌شده را نشان می‌دهد.

www.SID.ir

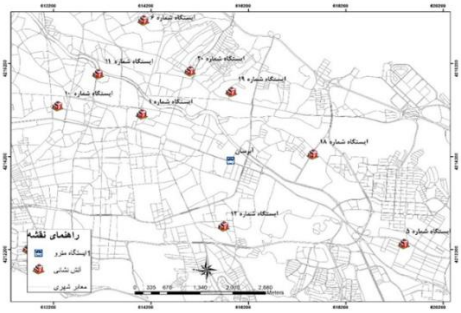
Archive of SID



شکل ٦. مسیر توصیه‌شده برای ارسال آمبولانس به ایستگاه مترو

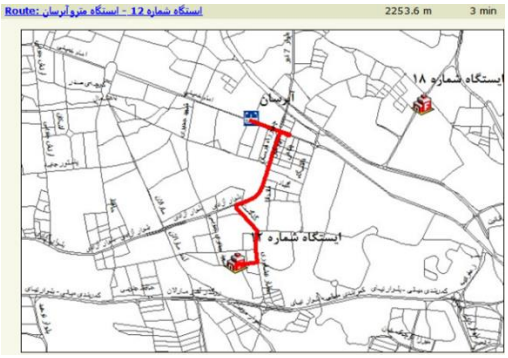
۳-۲ مراکز آتش‌نشانی

از میان کاربری‌ها و خدمات موجود در شهر ایستگاه‌های آتش‌نشانی به دلیل اهمیت و توجه روزافزون به ارائه خدمات ایمنی و تمهیدات پیشگیری و مقابله با حوادث آتش‌سوزی و مدیریت بحران در شهرها از اهمیت قابل‌توجهی برخوردار است. بدون شک، خدمات رسانی بموقع ایستگاه‌های آتش‌نشانی بیش از هر چیز مستلزم استقرار آن‌ها در مکان‌های مناسب بوده تا بتوانند در اسرع وقت و بدون مواجهه با موانع و محدودیت‌های محیط شهری به محل حادثه برسند [علوی و همکاران، ۱۳۹۱]. طبق تعریف موسسه ملی استاندارد، حداکثر فاصله زمانی بین محل ایستگاه آتش‌نشانی تا محل حادثه باید ۵ دقیقه باشد، زیرا بر اساس منحنی استاندارد زمان – درجه حرارت، چنانچه در ۵ دقیقه اول وقوع آتش‌سوزی نتوان در محل حادثه حضور یافت و به خاموش کردن آن اقدام نمود، آتش از کنترل خارج می‌گردد و پیامدهای ناگواری در پی خواهد داشت. در این میان عامل مهم تأثیرگذار در بحث کنترل و مدیریت بحران فاصله (فاصله روی شبکه) مراکز آتش‌نشانی از محل حادثه است. طبیعی است که هر چه این فاصله کمتر باشد کنترل و مدیریت بحران زودتر و شاید هم راحت‌تر خواهد بود. شکل ۷ موقعیت ایستگاه آبرسان و مراکز آتش‌نشانی موجود در محدوده اطراف آن را نشان می‌دهد.



شکل ۷. موقعیت ایستگاه آبرسان و مراکز آتش‌نشانی

نتایج تحلیل شبکه برای امدادرسانی به ایستگاه مترو آبرسان نشان می‌دهد که ایستگاه آتش‌نشانی شماره ۱۲ واقع در منطقه گلگشت نزدیک‌ترین ایستگاه بوده و در فاصله ۲۲۵٦ متری ایستگاه مترو آبرسان قرار دارد همچنین مدت‌زمان لازم برای طی این مسیر حدود ۳ دقیقه است. شکل ۸ مسیر بهینه ایجادشده را نشان می‌دهد.



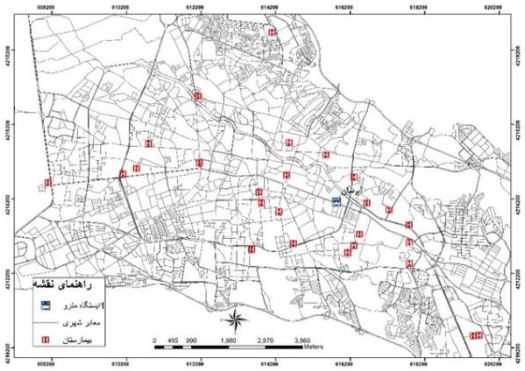
شکل ۸. مسیر توصیه‌شده برای ارسال آتش‌نشانی به ایستگاه مترو

۳-۳ فاصله از بیمارستان‌ها

امدادرسانی سریع و به‌موقع پس از یک حادثه طبیعی نظیر زلزله، سیل، طوفان و یا هر حادثه بحرانی برای نجات جان حادثه دیدگان یکی از مهم‌ترین اصولی است که در سایه انتخاب راهبرد صحیح، اتخاذ تصمیمات به‌موقع و توانایی اجرای این تصمیمات قبل، حین و بعد از حوادث فوق‌الذکر، به‌عنوان یک ضرورت مطرح است و می‌تواند اثرات زیان‌بار و مخرب ناشی از این اتفاقات را تا حد مطلوبی کاهش دهد [فریدونی، مهدیان، شهانقی، ۱۳۹۳].طبق مطالعات انجام شده توسط راهنما و امیر فخریان و همچنین احدنژاد در سال ۱۳۹۳ استاندارد موجود در خصوص فاصله هر فرد تا خدمات بهداشتی درمانی (بیمارستان‌ها) در داخل شهرها ۱۵۰۰ متر است[رهنما و امیر فخریان، ۱۳۹۲] ، [احدنژاد و همکاران ، ۱۳۹۳]. مراکز درمانی در مواقع بحران می‌توانند نقش کنترلی بر بحران داشته باشند. فاصله مراکز درمانی (بیمارستان‌ها) از مرکز حادثه نقش بسزایی در به گنترل بحران دارد. در این پژوهش فاصله از ایستگاه‌های مترو آبرسان به بیمارستان‌ها مدنظر بوده است. شکل ۱۰ موقعیت ایستگاه آبرسان و بیمارستان‌های موجود در شهر تبریز را نشان می‌دهد.

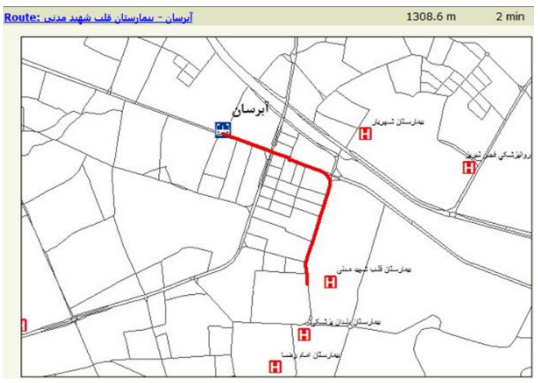
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۹. موقعیت ایستگاه آبرسان و بیمارستان‌های موجود در شهر تبریز

دسترسی به بیمارستان‌ها، یکی از اصول اولیه جهت سرویس‌دهی به این مراکز است. نحوه ارتباط آن با شریان‌های ارتباطی شهری مانند بزرگراه‌ها، خدمات حمل‌ونقل عمومی (مترو، اتوبوس، تاکسی)، ایستگاه آتش‌نشانی و مراکز مدیریت بحران از نیازهای اولیه مکان قرارگیری بیمارستان‌ها است که نبود هریک از آن‌ها موجب اختلال در سرویس‌دهی این مراکز می‌شود. شکل ۱۰ مسیر بهینه دسترسی از ایستگاه مترو به نزدیک‌ترین بیمارستان یعنی بیمارستان شهید مدنی را نشان می‌دهد. نتایج تحلیل شبکه نشان می‌دهد که نزدیک‌ترین بیمارستان به فاصله شبکه‌ای از ایستگاه مترو آبرسان، بیمارستان شهید مدنی است که در فاصله ۱۳۰۸ متری قرار دارد همچنین زمان لازم جهت حرکت وسایل امدادی از مرکز حادثه (ایستگاه مترو آبرسان) حدود ۲ دقیقه است.



شکل ۱۰. مسیر بهینه توصیه‌شده برای ارسال آمبولانس از ایستگاه مترو به بیمارستان

٤. نتیجه‌گیری و پیشنهاد برای تحقیقات آتی

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که با توجه به این‌که در کشور ایران به نوعی با کمبود و یا عدم دسترسی به داده‌های مکانی با دقت متوسط به بالا روبه‌رو هستیم، استفاده از داده‌های OSM برای کارهای تحقیقاتی و حتی کاربردی در سازمان‌ها مقرون‌به‌صرفه است، و این‌که داده‌های OSM به دلیل به روز رسانی به‌وسیله افراد بومی و استفاده از نقشه‌های پایه مثل تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک بالا دقت قابل قبولی را برای ساخت شبکه هوشمند جهت تحلیل‌های شبکه در محیط GIS دارا است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که داده‌های مکانی OSM قابلیت خوبی برای ساخت شبکه هوشمند معابری شهری جهت تحلیل شبکه در GIS را دارد. با این وجود، این داده‌ها نیاز به حجم وسیعی از عملیات آماده‌سازی و ویرایش و تشکیل پایگاه داده دارند و این قسمت یکی از وقت‌گیرترین مراحل پردازش این داده‌ها است. البته بایستی به این مهم اذعان نمود که چنین حجم آماده‌سازی به دلیل ارزش بالای این شبکه برای سازمان‌ها و ارگان‌ها قابل توجیه است، و درنهایت این‌که هدف از این پژوهش بعد از ساخت شبکه معابر هوشمند، مشخص کردن مسیرهای بهینه امدادرسانی به ایستگاه مترو آبرسان است. نتایج تحلیل‌های شبکه نشان می‌دهد که ایستگاه آبرسان در موقعیت مکانی مناسبی نسبت به مراکز امدادی قرارگرفته است. جدول ۳ نتایج تحلیل‌های شبکه بر روی GIS جهت تعیین مسیرهای بهینه دسترسی مراکز امدادی به ایستگاه مترو آبرسان را نشان می‌دهد.

جدول ۳. نتایج تحلیل‌های شبکه بر روی GIS

نام	فاصله روی شبکه از ایستگاه مترو آبرسان (متر)	زمان لازم جهت طی مسیر (دقیقه)
اورژانس	۹۸۸/۸	۱
آتش‌نشانی	۲۲۵۳/۶	۳
بیمارستان	۱۳۰۸/۶	۲

مقایسه نتایج به دست آمده از مدل تحلیل شبکه در GIS و استانداردهای دسترسی مراکز امدادی نشان می‌دهد که مسیرهای

www.SID.ir

Archive of SID

بهینه توصیه شده در GIS برای ایستگاه مترو آبرسان خط یک مترو تبریز دارای استاندارد دسترسی بر فاصله شبکه‌ای را دارد.

نتایج این تحقیق برای ارزیابی قابلت استفاده از داده‌های OSM در مدیریت بحران و همچنین آنالیز قابلیت تحلیل‌های شبکه‌ای GIS از اهمیت زیادی برخوردار بوده و می‌تواند راهگشای تحقیقات آتی در این زمینه باشد. همچنین نتایج این تحقیق برای سازمان‌های اجرایی در سطح شهر تبریز نظیر شهرداری، مدیریت بحران و سازمان قطار شهری از اهمیت بالایی برخوردار است.

محدودیت‌های پژوهش

- عدم دسترسی به داده های ترافیک از معابر شهر تبریز جهت زمانمند کردن شبکه.
- نبود نقشه‌های پایه شهری و عدم واگذاری این نقشه‌ها از طرف ارگان‌های مربوطه جهت بالا بردن دقت پایگاه داده هوشمند شبکه معابر (جهت حرکت، عرض معبر، محدودیت‌های عبور و ...).

پیشنهادات برای تحقیقات آتی به شرح زیر است:

- استفاده از داده‌های ترافیک در ایجاد پایگاه داده معابر و در نتیجه زمانمند کردن شبکه هوشمند معابر شهری در GIS.
- مقایسه نتایج شبکه ایجاد شده در محیط GIS با قسمت‌های مسیریابی نقشه‌های آنلاین مثل Google Maps و Here map.
- استفاده و استخراج وضعیت قراری گیری سایر ارگان‌های درگیر در امر مدیریت بحران بر روی شبکه معابر.
- تحلیل همه ایستگاه‌های مترو از نظر قرارگیری پایگاه‌های امدادی و نحوه دسترسی آن‌ها بر روی شبکه.
- با توجه به این که مترو و ایستگاه‌های آن یکی از پرترددترین مکان‌های هر شهر است، بنابراین نیاز است که در مکان گزینی مراکز امدادی در شهرهای که بعداً در آن‌ها مترو احداث شده است تجدید نظر شود.

۵. پی‌نوشت‌ها

1. Geographic Information System
2. Geographic Information Systems for Transportation (GIS-T)
3. Open street map

٦. مراجع

- احدنژاد، محسن، قادری، حسین، هادیان، محمد، حقیقت فرد، پیام، درویشی، بنفشه، حقیقت فرد، الهام، ذگردی، بیتاسادات و بردبار، آرش (۱۳۹۳) "مکان یابی بهینه مراکز درمانی شهری با استفاده از GIS : منطقه ۱۱ شهر تهران"، مجله دانشگاه علوم پزشکی فسا، سال چهارم، شماره ٤، ص. ٤٦٣-٤٧٤.

- اعمی ازغدی، علی، رنگزن، کاظم، وطن خواه، محسن و آبشیرینی، احسان (۱۳۸۹) "بهینه‌سازی مسیر خطوط حمل‌ونقل عمومی با استفاده از GIS و روش AHP نمونه موردی: منطقه گلستان شهر اهواز"، مجله کاربرد GIS. RS در برنامه‌ریزی فصلنامه، سال اول، شماره ۱، ص. ۷ – ١٤.

- آل شیخ، علی‌اصغر و کاظمی، روح‌الله (۱۳۸٦) "مدیریت بحران زلزله و سوانح در خطوط راه‌آهن شهری تهران با استفاده ازGIS "، نهمین همایش حمل‌ونقل ریلی، تهران، انجمن حمل‌ونقل ریلی، دانشگاه علم و صنعت.

- رهنما، محمدرحیم و امیرفخریان، مصطفی (۱۳۹۲) "تحلیل دسترسی فضایی به خدمات بهداشتی درمانی در شهر مشهد"، فصل‌نامه برنامه ریزی کالبدی – فضایی، سال اول، شماره سوم، ص. ٦١-٧٤.

- سلمانی، سعید (۱۳۹۵) "مدل‌سازی حوادث بحرانی مترو شهر تبریز در محیط GIS مطالعه موردی: خط ۱ مترو"، پایان نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما: خلیل ولیزاده کامران، تبریز: دانشکده برنامه ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز.

- سواد کوهی‌فر، ساسان و ذکائی فاتح، جواد (۱۳۹۲) "ملاحظات پدافند غیرعامل و مدیریت بحران در خدمات اورژانس پزشکی صحرایی در شرایط بحران"، همایش سراسری پدافند غیرعامل در علوم و مهندسی با تأکید بر استتار، اختفا و فریب، دانشگاه جامع امام حسین (ع) موقعیت امام صادق (ع)- دانشکده و پژوهشکده پدافند غیرعامل، تهران.

- عراقی، مرتضی، دهگانی، محسن و مصطفی پور، سامان (۱۳۹۳) "طراحی شبکه امدادرسانی اضطراری به ایستگاه متروی شهید حقانی در شرایط وقوع بحران در شبکه معابر

www.SID.ir

Archive of SID

شهر تهران با استفاده ازGIS "، هشتمین کنگره ملی مهندسی عمران، بابل، دانشگاه صنعتی نوشیروانی.

– علوی، سیدعلی، سالاروند، اسماعیل، احمدآبادی، علی، فرخی سیس، سعیده و بسحاق، محمدرضا (۱۳۹۱) "تحلیل فضا–مکانی عملکرد ایستگاه‌های آتش‌نشانی بر پایه مدیریت بحران با استفاده از روش تلفیقی MCDM و تحلیل شبکه مطالعه موردی: منطقه ٦ تهران"، دو فصلنامه علمی و پژوهشی مدیریت بحران، دوره ۱، شماره ۲، ص. ۵۷ – ٦۵.

– فریدونی، میثم، فرزانه، مهدیان و شهانقی، کامران (۱۳۹۳) "ارائه مدل بهینه‌سازی مکان‌یابی و تخصیص هنگام وقوع زلزله در شبکه‌های بحران"، دومین کنفرانس ملی مدیریت بحران و HSE در شریان‌های حیاتی، صنایع و مدیریت شهری، تهران، دبیرخانه دایمی کنفرانس ملی مدیریت بحران وHSE .

– قنبری، حکیمه و احدنژاد، محسن (۱۳۸۸) "کاربرد GIS در تحلیل شریانهای حمل‌ونقل و بررسی کاربرد و اجرای مدل تحلیل شبکه و تعیین الگوریتم‌های کوتاه ترین مسیر در آن (نمونه مورد مطالعه: استان آذربایجان شرقی – تبریز)" همایش سراسری سامانه اطلاعات مکانی، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران.

– واحدی طرقبه، بهزاد و آل شیخ، علی اصغر (۱۳۹٤) " ارزیابی دقت توصیفی عوارض در اطلاعات مکانی مردم گستر"، علوم و فنون نقشه برداری ،بهمن ۱۳۹٤، دوره ۵، شماره ۳، ص. ٤۹–٦۳.

– ولیزاده کامران، خلیل (۱۳۸۵) "نرم‌افزار مدیریت بحران مبتنی برGIS ، سومین همایش سیستم‌های اطلاعات مکانی"، قشم، سازمان نقشه‌برداری کشور، منطقه آزاد قشم.

– هادی پور، مهرداد و پورابراهیم، شراره (۱۳۹۲) "مدیریت زیست محیطی حمل‌ونقل شهری اراک به کمک مدل‌سازی کاهش مصرف سوخت در مسیریابی مناسب به کمک GIS"، فصلنامه مهندسی حمل و نقل سال چهارم، شماره ٤، ص. ٤۱۸–٤۰۷.

- Bono, F. and Gutiérrez, E. (2011) "A network-based analysis of the impact of structural damage on urban accessibility following a disaster: the case of the seismically damaged Port Au Prince and Carrefour urban road networks", Journal of Transport Geography, Vol.19, No. 6, pp. 1443-1455.

- Elwood, Sarah (2008) "Volunteered geographic information: future research directions motivated by critical, participatory, and feminist GIS", GeoJournal, Vol.72, No. 3-4, pp. 173-183.

- Fischer, M. M. (2004) "GIS and network analysis", In Handbook of transport geography and spatial systems (pp. 391-408), Emerald Group Publishing Limited.

- Fischer, M. M., 2006 "GIS and network analysis", Spatial Analysis and GeoComputation: Selected Essays, pp.43-60.

- Fritz, S., McCallum, I., Schill, C., Perger, C., Grillmayer, R., Achard, F. and Obersteiner, M. (2009) "Geo-Wiki. Org: The use of crowdsourcing to improve global land cover", Remote Sensing, Vol.1, No. 3, pp.345-354.

- Goodchild, M. F. (2007)"Citizens as voluntary sensors: spatial data infrastructure in the world of Web", 2.0. IJSDIR, Vol.2, pp.24–32.

- Goodchild, M. F. (1998) "Geographic information systems and disaggregate transportation modeling", Geographical Systems, Vol.5, pp.19-44.

- Mooney, P. and Corcoran, P. (2012) "Using OSM for LBS–an analysis of changes to attributes of spatial objects", In Advances in Location-Based Services (pp. 165-179). Springer Berlin Heidelberg.

- Nelson, A., de Sherbinin, A. and Pozzi, F. (2006) "Towards development of a high quality public domain global roads database", Data Science Journal, Vol.5, pp. 223-265.

www.SID.ir

Archive of SID

بختیار فیضی زاده، درجه کارشناسی در رشته جغرافیای طبیعی را در سال ۱۳۸۳ از دانشگاه تبریز و درجه کارشناسی ارشد در رشته سنجش از دور و GIS را در سال ۱۳۸٦ از همان دانشگاه اخذ نمود. در سال ۱۳۹۳ موفق به کسب درجه دکتری در رشته GIS از دانشگاه سالزبورگ کشور اتریش گردید. زمینه های پژوهشی مورد علاقه ایشان GIS و سنجش از دور در زمینه منابع طبیعی، مخاطرات محیطی، SDI و تحلیل های شیءگرا بوده و در حال حاضر عضو هیات علمی با مرتبه استادیار در دانشگاه تبریز است.

خلیل ولیزاده کامران، درجه کارشناسی در رشته نقشه برداری را در سال ۱۳۷٦ از دانشگاه تبریز و درجه کارشناسی ارشد در رشته سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیائی (GIS) را در سال ۱۳۸۰ از دانشگاه تربیت مدرس اخذ نمود. در سال ۱۳۹۰ موفق به کسب درجه دکتری در رشته اقلیم و سیستم‌های اطلاعات جغرافیائیGIS از دانشگاه تبریز گردید. زمینه‌های پژوهشی مورد علاقه ایشان سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) بوده و در حال حاضر عضو هیات علمی با مرتبه دانشیار در دانشگاه تبریز است.

سعید سلمانی، درجه کارشناسی در رشته مهندسی منابع طبیعی، گرایش مرتع و آبخیزداری را در سال ۱۳۹۰ از دانشگاه ارومیه و درجه کارشناسی ارشد در رشته سنجش از دور (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) را در سال ۱۳۹۵ از دانشگاه تبریز اخذ نمود. زمینه های پژوهشی مورد علاقه ایشان سنجش از دور و GIS است.

www.SID.ir