شخصی‌سازی نقشه‌های شبکه حمل‌ونقل شهری برای معلولین

فائزه فریادرس ، دانشجوی کارشناسی ارشد **GIS**، موسسه آموزش عالی عمران و توسعه همدان
faeze.faryadras92@gmail.com
محمد عباسی، عضو هیئت‌علمی موسسه آموزش عالی عمران و توسعه همدان
mohammadabbasi@ut.ac.ir
فرید کریمی پور [1]، عضو هیئت‌علمی دانشکده مهندسی نقشه‌برداری و اطلاعات مکانی، پردیس دانشکده‌های فنی دانشگاه تهران
fkarimipour@ut.ac.ir

Archive of SID

چکیده

معلولین به‌عنوان بخشی از هر جامعه‌ای دارای حقوق مشخصی همانند سایر افراد جامعه هستند. با بالا رفتن سطح رفاه اجتماعی توجه به افراد دارای معلولیت در جامعه نیز بیشتر شده است، به‌طوری‌که این افراد هم حق استفاده عادلانه از فضاهای شهری رادارند، لذا در تمامی پروژه‌ها در سطح شهرها سعی شده، امکاناتی ایجاد شود تا همه افراد بتوانند به‌راحتی از آن‌ها استفاده کنند. دراین‌بین مهم‌ترین مشکل معلولین مسیریابی و استفاده از شبکه حمل‌ونقل عمومی مناسب است، زیرا وجود وسایل حمل‌ونقل عمومی قابل‌استفاده برای معلولین، توان آن‌ها را برای مشارکت در امور اجتماعی بیشتر می‌کند. در این پژوهش به شناسایی امکانات شبکه‌های حمل‌ونقل عمومی شهر تهران شامل شبکه اتوبوس‌رانی بی‌آرتی و مترو برای معلولین استفاده‌کننده از ویلچر پرداخته و مسیرهای بهینه با توجه به امکانات مرتبط با تسهیل استفاده معلولین در ایستگاه‌ها تعیین‌شده‌اند. در این پژوهش ابتدا حداقل پارامترهای مؤثر برای استفاده معلولان از ایستگاه‌ها مشخص‌شده‌اند سپس با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره تحلیل سلسله مراتبی پارامترها وزن دهی شده‌اند و یک شبکه مسیریابی با در نظر گرفتن محدودیت‌های هر مسیر با استفاده از روش دایجسترا ایجادشده است که با استفاده از آن فرد معلول می‌تواند برای مسیریابی بهینه اقدام نماید. درنهایت نقشه‌های مسیرهای مناسب و شخصی‌سازی‌شده تولیدشده است.

واژه‌های کلیدی: معلولین، سیستم اطلاعات مکانی، حمل‌ونقل شهری

[1]-نویسنده مسئول

www.SID.ir

۱- مقدمه

معلولیت پدیده‌ای است اجتماعی در زندگی بشری، به‌طوری که بعضی از افراد از همان آغاز تولد یا بعضی در طول دوران زندگی در اثر حادثه‌ای و در کشور ما بیشتر افراد پس از جنگ تحمیلی ۸ سال دفاع مقدس دچار معلولیت شده اند. بر اساس آمار سازمان ملل متحد حدود ۱۵ درصد از افراد جهان را افراد معلول تشکیل می دهند. معلولیت‌ها می‌تواند ناشی از حوادث جاده‌ای، بیماری، حوادث طبیعی، جنگ و ... باشد. مابعد از پیروزی انقلاب اسلامی جنگ هفت ساله دفاع مقدس را پشت سر گذاشته که تعداد زیادی از عزیزان جانباز شده‌اند. همچنین یکی دیگر از عوامل حوادث جاده‌ای است. این در حالی است که در ۴۰۰ هزار تصادف جاده‌ای در سال، روزانه بیش از ۷۰ نفر و سالانه بیش از ۲۰ هزار نفر در جاده‌ها کشته می‌شوند و شمار هم وطنانی که در این حوادث دچار نقص عضو، معلولیت و جراحت‌های شدید یا سطحی می‌شوند، از ۲۰۰ هزار مورد هم می‌گذرد(تقوای و همکاران، ۱۳۸۹). اهمیت قشر معلولین تا جایی است که سازمان ملل متحد بین سال‌های ۱۹۸۳-۱۹۹۲ را دهه معلولین نامید و همچنین روز سوم دسامبر ۱۹۸۲ را روز جهانی معلولان و سال ۱۹۸۱ را سال معلولین و سال های ۱۹۹۳-۲۰۰۲ را دهه معلولین در آسیا و اقیانوسیه و سال ۲۰۰۷ سال از طرف کنوانسیون جهانی سال حقوق معلولان نام‌گذاری شده بود. در سال‌های اخیر در اکثر کشورهای دنیا طراحان فضاهای شهری با توجه به نیازی که این قشر از جامعه به امکانات شهری علی‌الخصوص وسایل حمل‌ونقل عمومی شهری مثل اتوبوس و مترو و ... دارند، باید نسبت به مناسب‌سازی این فضاها اقدام کنند که استفاده از آن‌ها برای جانبازان و معلولین جسمی - حرکتی راحت‌تر و با سهولت بیشتری انجام بگیرد(رضایی حاجیده، ۱۳۹۲). بدین‌جهت ایجاد بستری مناسب برای فعالیت‌های روزانه و اجتماعی این جوامع خاص ازجمله مهم‌ترین اقداماتی است که کشورها برای تساوی حقوق افراد معلول و غیر معلول، به این معنی که معلولین نیز بایستی مانند دیگر افراد در جامعه از امکانات و تسهیلات لازم برای انجام فعالیت‌های روزانه، اجتماعی، تفریحی، گردشگری و همچنین سیستم حمل‌ونقل شهری مناسب برخوردار باشند، انجام می‌دهند.

در این پژوهش سعی بر آن بوده است که بتوان دسترسی به سیستم حمل‌ونقل عمومی شهر تهران را بررسی نموده و مسیرهای مناسب دسترسی به سیستم حمل‌ونقل شهری را اطلاع‌رسانی نمود. با تهیه نقشه‌های شخصی‌سازی‌شده برای افراد استفاده‌کننده از ویلچر این امکان برنامه‌ریزی قبل از حرکت برای مسیرهای موردنظر با اطلاعات موجود فراهم آورده خواهد شود.

۱-۲- اهداف پژوهش

این تحقیق به‌طورکلی اهداف زیر را دنبال می‌کند.

الف- شناسایی عوامل و پارامترهای مؤثر در مسیریابی بهینه شبکه حمل‌ونقل شهری برای معلولین،

ب- تحلیل نقش و وزن هر پارامتر و مدل‌سازی جهت وزن دهی در مسیریابی،

پ- تهیه نقشه ایستگاه‌های مناسب شبکه حمل‌ونقل شهری برای استفاده معلولین و اولویت‌بندی جهت تردد معلولین،

ت- طراحی و ایجاد پایگاه داده مکانی برای منطقه موردمطالعه،

ث- مسیریابی بهینه بر اساس وزن پارامترهای ایستگاه‌ها بر مبنای دسترسی آسان معلولین به‌تنهایی.

۱-۳- مبانی نظری

۱-۳-۱- مناسب‌سازی فضاهای شهری

Archive of SID

www.SID.ir

یکی از راه‌های مناسب‌سازی فضای شهری اصلاح محیط و تدارک وسایل حمل‌ونقل است، به‌طوری‌که افراد معلول قادر باشند تا آزادانه و بدون خطر در محیط پیرامون خود اعم از اماکن عمومی، معابر، فضاهای شهری و بین‌شهری ساختمان عمومی حرکت کنند و از تسهیلات محیطی، اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی با حفظ استقلال فردی لازم بهره‌مند گردند(مرکز تحقیقات وزارت مسکن و شهرسازی، ۱۳۸۰: ۲-۳).

به‌عبارت‌دیگر مناسب‌سازی فضای شهری، فضای است که استفاده مستقل کلیه افراد از آن فضا و تجهیزات معماری درون آن امکان‌پذیر باشد و به‌جز ممانعت‌های امنیتی یا مالکیتی، هیچ‌گونه مانع حرکتی برای دسترسی به آن ساختمان یا فضا وجود نداشته باشد (ایروانی و همکارانش،۱۳۸۵ :۴).

۱-۳-۲- سیستم حمل‌ونقل شهری

حمل‌ونقل عبارت است از هرگونه جابجایی کالا یا انسان از مبدأ (نقطه آغاز) به مقصد (نقطه پایان) باهدف مشخص در مسیر معین با وسیله‌ی نقلیه مناسب در مدت‌زمان تعیین‌شده، همچنین حمل‌ونقل شهری به مجموعه فعالیت‌های حمل‌ونقلی اطلاق می‌شود که مبدأ و مقصد سفرهای آن در حریم استحفاظی یک شهر قرار دارد. سفر نیز به‌صورت جابجایی از مبدأ به مقصد تعریف می‌شود. سفرها عمدتاً به دو گروه خانه مبنا و غیر خانه مبنا تقسیم می‌شوند. سفرهای خانه مبنا نیز به پنج گروه کاری، آموزشی، خرید، تفریح و سایر دسته‌بندی می‌شوند(Tight, M ,2011:1580-1589).

۱-۳-۳- اتوبوس‌های BRT [۲]

اغلب عنوان BRT به اتوبوس‌های حمل‌ونقل سریع اطلاق می‌شود که می‌تواند محوری جایگزین برای پروژه‌های راه‌آهن باشد. سیستم اتوبوس که بیشتر شبیه به یک سیستم راه‌آهن معمولی، محلی سنتی است که ما عادت به سوارشدن آن کرده‌ایم و ازآنجایی‌که خدمات توقف اتوبوس محدود است ولی ترکیبی از کاهش قیمت و افزایش علاقه در ارائه کیفیت بهتر حمل‌ونقل عمومی، را دارا است که به همین دلیل BRT در خط مقدم بحث حمل‌ونقل در سراسر جهان است. اغلب اتوبوس‌های حمل‌ونقل محلی در فواصل زمانی بسیار بیشتری نسبت به BRT توقف می‌کنند(رضائی حاجیده، ۱۳۹۲: ۹۰). در سیستم‌های حمل‌ونقل سریع اتوبوس (BRT)نشان داده‌شده است که دارای مزایای بسیاری ازجمله قیمت پایین، ظرفیت جابه‌جایی بالا، و خدمات قابل‌اعتماد است که با توجه به این مزیت‌های جذاب، بسیاری از شهرها در سراسر جهان در فرایند برنامه‌ریزی ساخت‌وساز از سیستم‌های BRT استفاده می‌کنند(Fazhi li, 2012).

۱-۳-۴- مترو

سیستم راه‌آهن شهری که بانام فرانسوی یعنی مترو شهرت دارد، از انواع سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی شهری است که برای جابجایی مسافر در حجم بالا و به‌منظور ارتباط با شهرک‌های اقماری و مراکز تولید و جذب سفر ایجاد می‌گردد. این سیستم در انگلیس بانام (Underground) یا (Tube) و در آمریکا بانام (Subway) شناخته می‌شود. این سیستم در اکثر موارد به‌صورت زیرزمینی، بخصوص در مراکز پرازدحام شهری،

2. System Rapib Bus

Archive of SID

www.SID.ir

ساخته می‌شود ولی لزوماً همه سیستم زیرزمینی نبوده و درزمانی که امکان تردد آن بدون وجود مانع درروی زمین وجود داشته باشد(نظری مناطق خارج از محدوده مرکزی) به‌صورت روزمینی ساخته می‌شود(رفیعیان تفرشی، ۱۳۸۷: ۱۷). مزیت بزرگ این سیستم جدایی کامل از ترافیک شهری است که موجب افزایش سرعت و ظرفیت سیستم می گردد. از دیگر مزیت‌های استفاده از این سیستم کاهش زمان سفر، کاهش مصرف سوخت، افزایش نظم شهری، کاهش آلودگی هوا و بهبود وضعیت دسترسی است(رفیعیان تفرشی، ۱۳۸۷: ۱۸).

۱-۴- پیشینه پژوهش

Mahdi Hashemi و همکارش در سال (۲۰۱۶) به مسیریابی شخصی‌سازی‌شده چند معیاره برای کاربران ویلچر دار پرداخته-اند. در این مقاله با ترکیب روش‌های چند معیاره قبلی به روشی جدید به مسیریابی قابل‌دسترس و نه‌تنها مسیرهای بهینه پرداخته است. ایشان با شش پارامتر مناسب برای این افراد با تکنیک تحلیل سلسله مراتبی اوزانی را نسبت داده است که در آن کاربران یک ماتریس مقایسه زوجی را پرکرده‌اند و به‌کل مسیر یک امتیاز جامع داده‌اند که هم مسیر بهینه برای هر کاربر به دست بیاید و هم شخصی‌سازی مسیرها صورت بگیرد درنهایت این روش با شبیه‌سازی مونت‌کارلو ارزیابی‌شده است.

Pascal Neis و همکارانش در سال (۲۰۱۴) به تولید یک شبکه مسیریابی مناسب برای افراد معلول بر اساس داده‌های مکانی جمع‌آوری‌شده پرداخته است. ایشان در این مقاله از یک الگوریتم برای مسیریابی در پیاده‌روها که توسط نقشه‌های شهری OSMارائه‌شده است، استفاده کرده است. نقشه‌های اصلی از سیستم تعیین موقعیت جهانی استخراج‌شده و سپس با داده‌های اضافی که با استاندارد FGSV آلمان به‌دست‌آمده است، نقشه‌های مسیر پیاده‌روها را تکمیل کرده‌اند. در این مقاله خیابان و پیاده‌روها را بر اساس مؤلفه‌های متناسب با افراد بررسی‌شده و سپس آماده‌سازی داده‌ها را انجام داده‌اند و درنهایت به شبکه‌ای از پیاده‌روهای مناسب برای افراد ناتوان در منطقه موردمطالعه دست یافتند.

صفدر زاده در سال (۱۳۹۲) به بررسی میزان انطباق معابر شهری با نیاز جامعه معلولین و جانبازان و بررسی ضوابط معابر پیاده برای معلولین و جانبازان شهر شیروان به‌صورت توصیفی و تحقیقی پرداخته است.

محمد عسگری ورکی و همکارانش در سال(۱۳۹۲) به بررسی سنجش میزان رضایت‌مندی از سامانه حمل‌ونقل اتوبوس‌رانی تهران پرداخته‌اند. ایشان ابتدا با مفاهیم و مدل‌های اندازه‌گیری رضایت مشتری جهت تعیین عوامل مؤثر بر رضایت از جنبه نظری را بررسی کرده است، سپس با نظرسنجی ۱۵۰ نفری از جامعه معلولین یک الگوی مورداستفاده برای سنجش رضایت با استفاده از مدل ACSI را معرفی کرده است.

خزایی پول همکارانش (۱۳۹۲) به بررسی و ارزیابی حمل‌ونقل شهری با توجه به نیازهای معلولان و جانبازان پرداخته، که روش پژوهش به‌صورت مطالعه کتابخانه‌ای و اسنادی، مشاهدات عینی، مصاحبه و به دست آوردن داده‌ها از طریق پرسشنامه و میزان پراکندگی این کاربری با نرم‌افزار GIS بوده است.

مجیدی و همکاران در سال (۱۳۹۰) در پژوهشی باهدف اینکه گذر مناسب برای عبور جانبازان و معلولین چه مشخصاتی را باید داشته باشد، به مطالعه خیابان چهارباغ اصفهان با توجه به پارامترهای همچون شیب و گذرهای مناسب پرداخته‌اند.

Archive of SID

www.SID.ir

Seyed Hassan Khalifeh Soltani و همکارانش در سال (۲۰۱۲) در مقاله‌ای به تعیین دسترسی برای معلولان در پایانه‌های حمل‌ونقل عمومی پرداخته‌اند. در این مقاله از رویکرد کمی برای روش‌شناسی استفاده‌شده است و حجم نمونه با استفاده از فرمول‌های آماری تعیین‌شده است که در قالب پرسشنامه به جمع‌آوری اطلاعات موردنیاز برای ادراک دسترسی به پایانه‌های حمل‌ونقل عمومی با استفاده از ۳۰ پرسشنامه و تجزیه‌وتحلیل با SPSS در ۲ منطقه موردمطالعه پرداخته‌شده است. در این مقاله به شناسایی و برجسته‌سازی دسترسی‌ها و ارزیابی زیرساخت‌های داخلی پایانه‌ها برای دسترسی معلولین با توجه به ضوابط دست‌یافته است.

Deborah J & John Brown در سال (۲۰۱۲) در پژوهشی به بررسی نحوه تعیین پارکینگ مخصوص معلولین و تعیین دسترسی‌های لازم برای این افراد در پردیس دانشگاه آرکانزاس پرداخته است که به طرح مکان بهینه برای کمک به دسترسی آن‌ها و تعیین بهترین مسیر دسترسی در سراسر محوطه دانشگاه پرداخته است.

Piyawan K & Hassan A در سال (۲۰۰۹) به شخصی‌سازی مسیریابی برای ناوبری صندلی چرخ‌دار پرداخته است. ایشان با استفاده از استانداردهای ADA و با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی AHP به تحلیل و وزن دهی به معیارهای مورد در منطقه موردنظر برای مسیریابی که به‌صورت آنی نیست و برای برنامه‌ریزی قبل از سفر است، پرداخته است. ایشان با استفاده از منطق فازی و ماتریس مقایسه زوجی به مسیریابی در سیستم اطلاعات مکانی پرداخته و درنهایت به تهیه و توسعه یک پایگاه داده‌های ناوبری برای کاربران صندلی چرخ‌دار دست‌یافت.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- روش انجام پژوهش

در این پژوهش ابتدا حداقل پارامترهای مؤثر برای استفاده معلولان از ایستگاه‌ها مشخص‌شده‌اند که برای شبکه حمل‌ونقل مترو شامل آسانسور، رمپ، ورودی و خروجی‌های مناسب برای معلول ویلچر دار و برای شبکه حمل‌ونقل عمومی بی آر تی شامل رمپ، گیت ورودی با ابعاد مناسب و ارتفاع سکو در سوار و پیاده کردن افراد استفاده‌کننده از ویلچر است. سپس با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره تحلیل سلسله مراتبی پارامترها وزن دهی شده‌اند و یک شبکه مسیریابی با در نظر گرفتن محدودیت‌های هر مسیر با استفاده از روش دایجسترا ایجادشده است که با استفاده از آن فرد معلول می‌تواند برای مسیریابی بهینه اقدام نماید. درنهایت نقشه‌های مسیرهای مناسب و شخصی‌سازی‌شده تولیدشده است.

۲-۲- روش تصمیم‌گیری AHP

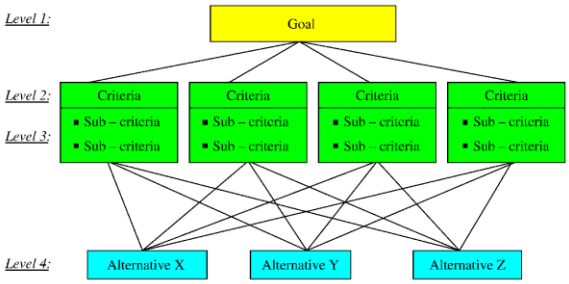
این روش در سال ۱۹۷۷ به‌وسیله توماس الساعتی ارائه گردید و تاکنون کاربردهای متعددی در علوم مختلف داشته است (محمدی و همکاران، ۱۳۸۶). این روش به‌عنوان یکی از معروف‌ترین فنون تصمیم‌گیری چندمنظوره برای وضعیت‌های پیچیده‌ای که سنجه‌های چندگانه و متضادی دارند، ابزار تصمیم‌گیری نرمش پذیر و درعین‌حال قوی به شمار می‌رود. به‌عبارت‌دیگر فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) روشی است منعطف، قوی و ساده که برای تصمیم گیری در شرایطی که معیارهای تصمیم‌گیری متضاد، انتخاب بین گزینه‌ها را با مشکل مواجه می‌سازند، مورداستفاده قرار می‌گیرد(قدسی پور حسن، ۱۳۸۴).

Archive of SID

www.SID.ir

۲-۲-۱- گام‌های ایجاد فرایند تحلیل سلسله مراتبی

قدم اول در ساختن یک سلسله‌مراتب تصمیم‌گیری، تشکیل یک درخت سلسله مراتبی است که در رأس آن هدف کلی مسئله و در سطوح بعدی آن معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌های آن قرار دارد؛ به‌عبارت‌دیگر تبدیل موضوع یا مسئله موردبررسی به یک درخت سلسله مراتبی، تبدیل یک مسئله پیچیده در قالب ساختار سلسله مراتبی و در حقیقت باز کردن مسئله است. بدین‌صورت که سطح صفرم هر درخت بیان‌کننده هدف تصمیم‌گیرنده، سطح اول آن که اصلی‌ترین سطح است، بیان‌کننده معیارهایی است که بر اساس آن گزینه‌های رقیب مقایسه می‌گردند و سطح آخر نشان‌دهنده گزینه‌های پیشنهادی هریک از معیارهایی است که با یکدیگر رقابت کرده و مقایسه می‌شوند. شکل (۲-) طرحی شماتیک از یک درخت سلسله مراتبی را نشان می‌دهد.



شکل (۲-۱) طرح شماتیک درخت تصمیم‌گیری سلسله مراتبی(Cimren, 2007)

سایر مراحل فرایند تحلیل سلسله مراتبی به‌صورت زیر است:

- محاسبه وزن معیارها و زیر معیارها،
- محاسبه وزن گزینه‌ها،
- محاسبه امتیاز نهایی گزینه‌ها،
- بررسی سازگاری منطقی قضاوت‌ها.

۲-۳- روش مسیریابی دایجسترا

روش دایجسترا از سوی دانشمند هلندی با همین نام، در سال ۱۹۵۹ ارائه شد. این روش یکی از روش‌های پیمایش گراف است که مسئله‌ی کوتاه‌ترین مسیر از مبدأ واحد را برای گراف‌های وزن‌داری که یال با وزن منفی ندارند، حل می‌کند و درنهایت با ایجاد درخت کوتاه‌ترین مسیر، کوتاه‌ترین راه از مبدأ به همه‌ی رأس‌های گراف را محاسبه می‌کند. همچنین با توقّف اجرای مدل به محض پیداشده کوتاه‌ترین مسیر از مبدأ به مقصد، می‌توان آن را برای پیدا کردن کوتاه‌ترین مسیر از مبدأ تا رأس مقصد به کاربرد. اگر گراف، یالی با وزن منفی داشته باشد، این روش درست کار نمی‌کند و باید از روش‌های دیگری استفاده شود (Thomas et al, 2001; Diestel, 2010).

۲-۴- منطقه موردمطالعه

منطقه موردمطالعه در این پژوهش شهر تهران است. استان تهران ۷۳۰ کیلومترمربع وسعت و دارای جمعیتی بر اساس آخرین سرشماری نفوس و مسکن سال ۹۵ بیش از ۱۳ میلیون نفر است و با توجه به اینکه میزان رشد جمعیت سالانه تهران ۱٫۷۹است. امکان افزایش جمعیت تهران در سال‌های آتی نیز وجود دارد و شهر تهران دارای ۸ میلیون نفر جمعیت است. (مرکز آمار ایران) می‌توان گفت با توجه به این‌که تهران ۱۷ درصد جمعیت کشور را داشته و جزو سه استان اول درزمینه تصادفات است، دست کم سالانه چیزی حدود ده هزار نفر به جمعیت معلولان این استان اضافه می‌شود، یعنی حدوداً یک‌دهم درصد جمعیت تهران، این در حالی است که طبق

Archive of SID
www.SID.ir

آمارهای جهانی در کشورهای درحال توسعه ۱۰ تا ۱۵ درصد افراد دچار معلولیت هستند، اما دراین بین ۴ تا ۴/۵ درصد افراد دچار معلولیت های جدی هستند که نیاز به خدمات ویژه دارد، با توجه به این آمار و جمعیت کشورمان می توان گفت تقریباً سه میلیون و ۲۰۰ هزار نفر معلول در کشورمان زندگی می کنند که نیاز به خدمات تخصصی دارند.

۲-۵- داده‌های مورداستفاده

در این پژوهش پارامترهای موردمطالعه با توجه به نظر سه کارشناس حمل نقل و جامعه معلولین ایران موردبررسی قرارگرفته است. برای سیستم حمل‌ونقلی مترو مطابق جدول (۲-۱) شامل: وجود آسانسور قابل‌دسترس، وجود رمپ قابل‌دسترس، وجود ورودی و خروجی‌های قابل‌دسترس است.

جدول (۲-۱):ضوابط و مقررات فضاهای عمومی شهری

آسانسور	رمپ	ورودی‌ها
هم‌سطح ورودی با دسترسی بلامانع	عرض حداقل ۱۲۰cm	هم‌سطح پیاده‌رو
حداقل فضای انتظار ۱۵۰*۱۵۰cm	شیب طولی حداکثر ۸ درصد	حداقل عمق ۱۴۰cm
حداقل عرض مفید ۸۰cm	شیب عرضی حداکثر ۲ درصد	حداقل عرض ۱۴۰cm
ابعاد مفید اتاقک ۱۱۰*۱۴۰cm	حداقل عرض بازشو ۱۶۰cm	حداقل عرض بازشو ۱۶۰cm
دستگیره کمکی در دیواره با ارتفاع ۷۵cm	حداکثر قطرمیله دستگرد ۵cm	وجود علائم حسی
ارتفاع دکمه‌های کنترل‌کننده با ارتفاع ۱۲۰cm	عمق حداکثر ۱۲۰cm	ارتفاع ۲۰cm

منبع: سازمان بهزیستی کشور

همچنین برای سیستم حمل‌ونقلی بی آر تی پارامترهای موردمطالعه شامل وجود رمپ ورودی قابل‌دسترس، گیت ورودی با ابعاد مناسب و ارتفاع سکو در سوار و پیاده کردن افراد استفاده‌کننده از ویلچر است. این پارامترها دارای اولویت و ضرورت نسبت به وجود فضای بهداشتی مناسب و یا ارتفاع آبخوری‌ها در ایستگاه‌ها می‌باشند. بنابراین در این تحقیق فقط نیازهای اصلی یک فرد معلول در برخورداری از آن سیستم حملی و نقلی بررسی‌شده است. همچنین کلیه ایستگاه‌های خطوط مترو و بی آر تی به دلیل نبود اطلاعات دقیق و منسجم و به‌روز از جانب سازمان‌های مرتبط، به‌صورت میدانی و مراجعه مستقیم در مدت ۲ ماه برداشت‌شده است. این اطلاعات در یک پرسش‌نامه به همراه مسئول هر ایستگاه پرشده است. این اطلاعات شامل وجود پارامتر و در دسترس بودن آن بوده است. همچنین در برخی موارد همچون ارتفاع سکو در ایستگاه‌های بی آر تی وجود رمپ بازشو در قسمت جلویی ورودی اتوبوس‌ها به سوار و پیاده شدن فرد معلول کمک کرده است.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- تعیین وزن معیارها به روش سلسله مراتبی تحلیلی

به‌منظور تعیین وزن معیارهای منتخب، از نظرات سه کارشناس محترم حمل نقل و جامعه معلولین ایران استفاده‌شده است. جهت تولید وزن معیارها از طریق نمرات خام خبرگان، از

Archive of SID

www.SID.ir

نرم‌افزار ExpertChoice استفاده شد. پس از تعیین وزن معیارها مقدار عدم قطعیت ۰/۰۷ است که با توجه به این که عدم قطعیت کمتر از ۸٪ قابل‌قبول است، نتایج فرایند وزن دهی صحیح است (Saaty, 1987). جدول ۳-۱، میانگین نمرات کارشناسان را برای ایستگاه‌های مترو و جدول ۳-۲، میانگین نمرات کارشناسان را برای ایستگاه‌های بی آر تی نشان داده است. همچنین شکل ۳-۱، نمودار وزن‌های به‌دست آمده در نرم‌افزار ExpertChoice را نشان داده است.

جدول(۳-۱): میانگین نمرات تهیه‌شده از کارشناسان به روش سلسله مراتبی تحلیلی

ورودی‌های مناسب	رمپ قابل‌دسترس	آسانسور قابل‌دسترس	
۳	۴	۱	آسانسور قابل‌دسترس
۳	۱	–	رمپ قابل‌دسترس
۱	–	–	ورودی‌های مناسب

شکل(۳-۱): نمودار وزن‌های تهیه‌شده هر معیار متر و در نرم‌افزار Expert Choice

جدول(۳-۲): میانگین نمرات تهیه‌شده از کارشناسان به روش سلسله مراتبی تحلیلی

ارتفاع	گیت ورودی	رمپ ورودی	
۳	۴	۱	رمپ ورودی
۳	۱	–	گیت ورودی
۱	–	–	ارتفاع

شکل(۳-۲): نمودار وزن‌های تهیه‌شده هر معیار بی‌آرتی در نرم‌افزار Expert Choice

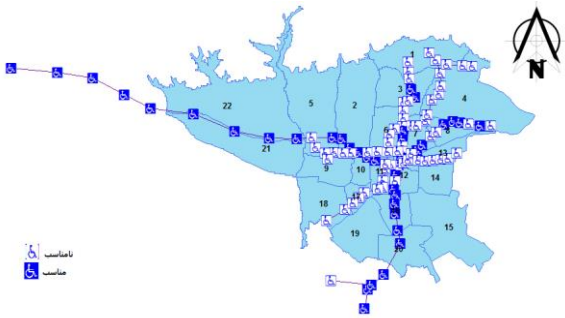
۳-۲- تعیین ایستگاه‌های مناسب برای تردد معلولین

پس از طبقه‌بندی معیارهای منتخب بر اساس شاخص‌های همپوشانی تعریف‌شده در جدول ۳-۱، و تعیین وزن معیارها بر اساس فرایند سلسله مراتبی تحلیلی، با همپوشانی نقشه‌های طبقه‌بندی‌شده، نقشه‌ی نهایی ایستگاه‌های مناسب تولید گردید. بدین منظور در نرم‌افزار ArcGIS از دستور WeightedOverlay استفاده شد. نقشه نهایی در دو کلاس نامناسب و مناسب ایجاد شد. شکل ۳-۳ و۳-۴ نقشه‌ی ایستگاه‌های مناسب مترو و بی آر تی را نشان می‌دهد.

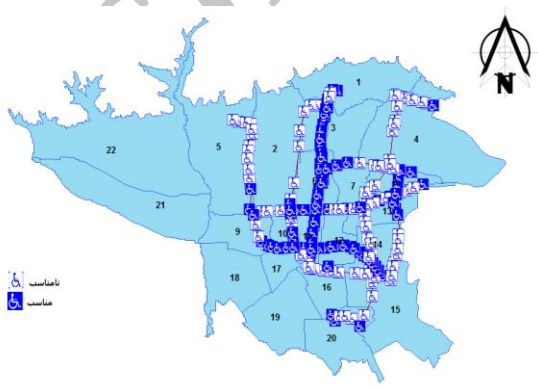
نتایج نشان داد از ۱۰۲ ایستگاه مترو فقط ۳۸ ایستگاه مناسب تردد معلولین است و از ۲۱۲ ایستگاه موردمطالعه بی آر تی ۱۱۰ ایستگاه مناسب برای تردد معلولین است.

Archive of SID

www.SID.ir



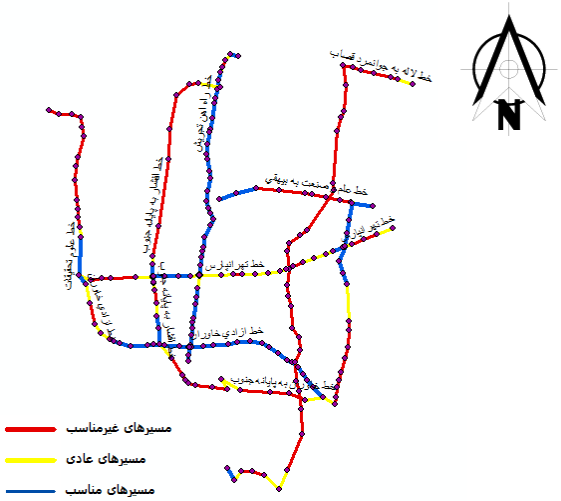
شکل(۳-۳): نقشه ایستگاه‌های مناسب و نامناسب در مترو



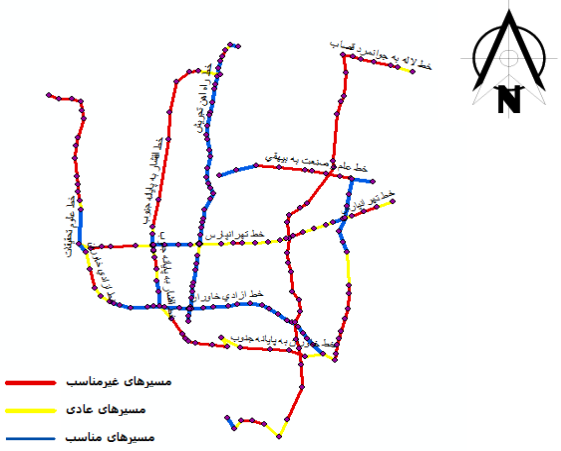
شکل(۳-۴): نقشه ایستگاه‌های مناسب و نامناسب در بی‌آرتی

۳-۳- ایجاد نقشه مسیرهای مناسب برای تردد

با توجه با اوزان به‌دست‌آمده برای ارزیابی ایستگاه‌های حمل‌ونقلی مسیرهای عبوری برای دسترسی افراد استفاده‌کننده از ویلچر در سه کلاس مسیرهای مناسب با شرط مناسب بودن هردو ایستگاه ابتدا و انتها و مسیرهای نامناسب با شرط نامناسب بودن ایستگاه ابتدا و انتها و همچنین مسیرهای عادی با شرط مناسب بودن یکی از ایستگاه‌های ابتدا یا انتهایی، کلاس‌بندی شده است. در شکل(۳-۵) نقشه وضعیت مسیرهای بی آر تی نمایش داده است و در شکل(۳-۶)نقشه وضعیت مسیرهای مترو نمایش داده‌شده است.



شکل(۳-۵): نقشه مسیرهای ایستگاه‌های بی آر تی

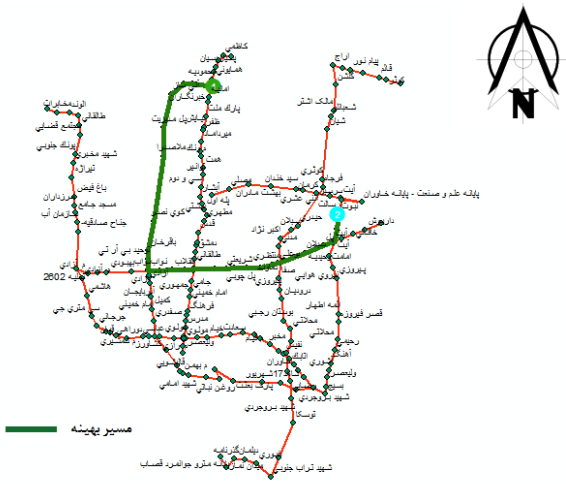


شکل(۳-۶): نقشه مسیرهای ایستگاه‌های مترو

www.SID.ir

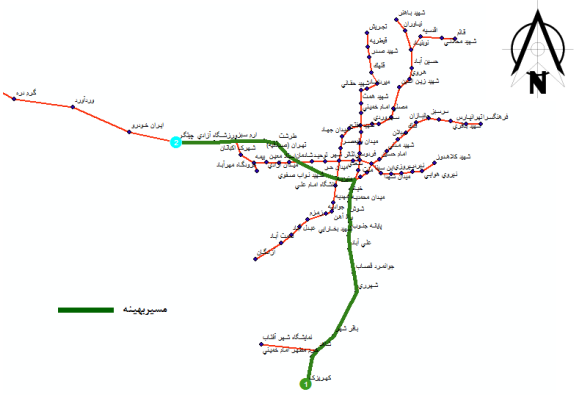
۳-۴- ساخت شبکه‌ها و نمونه‌هایی از نتایج آن برای مسیریابی بر اساس روش دایجسترا

با توجه به مسیرها و نتایج به‌دست‌آمده، شبکه‌های هرکدام از سیستم مترو و بی آر تی به‌صورت جداگانه در محیط نرم‌افزار ArcGIS ساخته شد. در شبکه مسیر مترو به‌صورت نمونه مسیریابی بین ایستگاه کهریزک در خط ۱ جنوب تهران و ایستگاه چیتگر در خط۵ در غرب تهران انجام شد. فرد معلول ابتدا در ایستگاه امام خمینی که ایستگاه مناسب برای معلولین بوده خط خود را عوض کرده و وارد خط ۲ خواهد شد. سپس در ایستگاه صادقیه نیز که ایستگاه مناسب تعیین‌شده است، وارد خط ۵ خواهد شد و در ایستگاه چیتگر به مقصد خواهد رسید. شکل(۳-۷)



شکل(۳-۷): نقشه مسیریابی بهینه در شبکه بی آر تی

در شبکه مسیر بی آر تی به‌صورت نمونه مسیریابی بین ایستگاه افشار خط۴ در پارک‌وی شمال تهران و ایستگاه نبوت خط ۳ در شرق تهران انجام شد. فرد معلول ابتدا در ایستگاه آزادی در تقاطع نواب که ایستگاه مناسب برای معلولین بوده خط خود را عوض کرده و وارد خط ۱ خواهد شد سپس در ایستگاه آیت خط خود را عوض و وارد خط ۳ خواهد شد و در ایستگاه نبوت به مقصد خواهد رسید. نتایج نشان داد فرد معلول می‌تواند مسیر بهینه را از میان ایستگاه‌ها و مسیرها به دست آورد.شکل(۳-۸)



شکل(۳-۸): نقشه مسیریابی بهینه در شبکه مترو

۴- نتیجه‌گیری

در این پژوهش با استفاده از اطلاعات به‌دست‌آمده از ایستگاه‌های مترو و بی آر تی به مسیریابی بهینه بین ایستگاه‌هایی پرداخته‌شده است که درگذشته مطالعاتی به‌صورت نقشه‌های شخصی‌سازی‌شده نبوده است، با توجه به ایستگاه‌های موردمطالعه نتایج به شرح زیر است:

از ۱۰۲ ایستگاه مترو فقط ۳۸ ایستگاه مناسب تردد معلولین است. از ایستگاه‌های مهم و پرتردد نامناسب می‌توان به ایستگاه‌های دروازه دولت، دروازه شمیران و تئاتر شهر در

Archive of SID
www.SID.ir

تقاطع خطوط اشاره نمود که باعث تردد دشوار در کلیه خطوط دیگر نیز گردیده است اما با توجه به وضعیت مابقی ایستگاه و خطوط فرد معلول می‌تواند مسیرهای بهینه نیز پیدا کند و به مقصد برسد.

توصیه می‌شود برخلاف استقلال فردی، فرد استفاده‌کننده از ویلچر در هنگام تردد در مترو حتماً همراه داشته باشد.

از ۲۱۲ ایستگاه موردمطالعه بی آر تی ۱۱۰ ایستگاه مناسب برای تردد معلولین است که می‌توان وضع رضایتمندتری را نسبت به ایستگاه‌های مترو نشان دهد. ازجمله ایستگاه‌های نامناسب می‌توان به تقاطع چهارراه ولیعصر اشاره کرد که با توجه به قرارگیری درتقاطع دو خط پرتردد باعث طولانی شدن مسیرها در مسیریابی GIS شده است. نقشه‌های مسیر اگرچه از ایستگاه‌های مناسب عبور کرده‌اند اما مسافت‌های طولانی را در نظر گرفته است تا افراد بتوانند به‌صورت مستقل تردد کنند.

با توجه به وزن دهی صورت گرفته برای تمام ایستگاه‌ها ازنظر میزان مناسب بودن و تأثیر آن‌ها در شبکه ایجادشده بر اساس روش دایجسترا، امکان مسیریابی بهینه برای معلولین فراهم‌شده است. به‌طوری‌که معلول ویلچر دار می‌تواند ضمن شناسایی ایستگاه‌های مناسب با همراه یا بدون همراه تصمیم به سفر با شبکه حمل‌ونقل عمومی نماید.

۵-منابع مورداستفاده

۱. ایروانی محمدرضا، تاجبخش غلامرضا (۱۳۸۵)."طراحی فضاهای عمومی و خصوصی برای معلولین جسمی-حرکتی مناسب‌سازی وضع موجود و تدوین وضع مطلوب" اولین همایش ملی مناسب‌سازی محیط شهری. تهران. ص ۴.

۲. تقوایی مسعود ، مرادی گلشن ، صفرآبادی اعظم ،(۱۳۸۹) "بررسی و ارزیابی وضعیت پارک‌های شهر اصفهان بر اساس معیارها و ضوابط موجود برای دسترسی معلولان و جانبازان"، دوره ۲۱، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۹، صفحه ۴۷-۶۴

۳. خزائی پول فاطمه، بسطامی بندپی نرجس،(۱۳۹۲) "بررسی حمل‌ونقل شهری و نیازهای معلولان و جانبازان". اولین همایش ملی معماری، مرمت، شهرسازی و محیط‌زیست پایدار.

۴. رضائی حاجیده، سمیه(۱۳۹۲)،"بررسی مناسب‌سازی سیستم حمل‌ونقل عمومی شهری به‌منظور استفاده معلولین جسمی - حرکتی (مطالعه موردی در خط یک BRT تهران)". پایان‌نامه کارشناسی ارشد گرایش:جغرافیا برنامه‌ریزی شهری. دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز.ص۱۶-۳۰.

۵. صفدر زاده زکیه، (۱۳۹۲)، "میزان انطباق معابر شهری با نیاز جامعه معلولین و جانبازان"، فصلنامه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری چشم‌انداز زاگرس، سال پنجم، شماره ۱۵

۶. "ضوابط و مقررات شهرسازی و معماری برای افراد معلول جسمی و حرکتی". مرکز تحقیقات وزارت مسکن و شهرسازی. ص ۳-۲. ۱۳۸۰

۷. عسگری ورکی محمد، والی بخت بهروز، تنگستانی آتوسا،(۱۳۹۲)، "ضرورت راه‌اندازی سامانه حمل‌ونقل عمومی معلولین و جانبازان در کلان‌شهر تهران"، سیزدهمین کنفرانس ترافیک بین‌المللی مهندسی حمل‌ونقل ترافیک.

۸. قدسی پور حسن، (۱۳۸۴)، "کتاب فرایند تحلیل سلسله مراتبی". انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران.

۹. مجیدی فاطمه سادات، تیموری سیاوش، (۱۳۹۰)، "مطالعه موردی خیابان چهارباغ جهت اصلاح دسترسی جانبازان و معلولین (جسمی-حرکتی)"، نشریه علمی پژوهشی طب جانباز، دوره سوم، شماره سوم.

۱۰. مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن،"ضوابط و مقررات شهرسازی و معماری برای معلولین جسمی- حرکتی"،تیرماه ۱۳۶۸.

Archive of SID

www.SID.ir

۱۱. "ضوابط و مقررات شهرسازی و معماری برای افراد معلول جسمی و حرکتی". مرکز تحقیقات وزارت مسکن و شهرسازی. ص ۳-۲. ۱۳۸۰

۱۲. مرکز آمار ایران، (۱۳۹۵)، "سرشماری عمومی نفوس و مسکن"، تهران، انتشارات: مرکز آمار ایران. ص ۳

13. Cantone, D. and Faro, S., (2004), Two-Levels-Greedy: A Generalization of Dijkstra's Shortest Path Algorithm, Electronic Notes in Discrete Mathematics, Vol. 17, No.20, PP. 81-86
14. Deborah J. Raiees-Dana & John Brown, (2012), diversity, Navigation and Accessibility for Persons with Disabilities: An Anthropological Study Using GIS on the University of Arkansas Campus, Theses and Dissertations.
15. Mahdi Hashemi Hassan A. Karimi, (2016), Collaborative personalized multi-criteria wayfinding for wheelchair users in outdoors, Transactions in GIS; 00: 1-14.
16. Pascal Neis and Dennis Zielstra, (2014), Generation of a tailored routing network for disabled people based on collaboratively collected geodata, Applied Geography 47 70-77.
17. Piyawan Kasemsuppakorn & Hassan A. Karimi, (2009) Personalised routing for wheelchair navigation, Journal of Location Based Services, 3:1, 24-54.
18. Seyed Hassan Khalifeh Soltani, Mashita Sham, Mohamad Awang& Rostam Yaman, (2012), Accessibility for Disabled in Public Transportation Terminal, Procedia - Social and Behavioral Sciences 35 pp 89 – 96.
19. Tight, M. (2011) Visions for a walking and cycling focussed urban transport syste Journal of Transport Geography. Vol. 19, No. 6, pp. 1580- 1589.

Archive of SID

www.SID.ir

Abstract

Disabled people as a part of any society, have the specific rights like other members of the society. With the rise of social welfare, attention to disabled people in society has also increased, so that they also have the right to fair use of urban spaces, therefore, in all projects in the cities has been tried to create facilities that everyone can use easily. The most important problem for the disabled people are navigating and using a proper public transportation network, because the availability of public transportation vehicles usable for them, increases their ability to participate in social affairs. In this research, the facilities of public transportation networks in Tehran including the Bus Rapid Transit (BRT) and subway network for wheelchairs users have been investigated and optimal routes with respect to the using facility at the stations have been identified. First, the minimum effective parameters for using the stations for disabled have been specified that for subway system include elevator, ramp, proper entrance and exit for wheelchairs users and for the BRT includes ramp, entrance gate with appropriate dimensions and platform height for wheelchairs users. Then parameters have been weighted using the Multi Criteria Decision Making Analytic Hierarchy Process (MCDM AHP) and a routing network has been developed by using the Dijkstra method with regard to the limitation of each path which by using that the disabled person is able to identify the optimal route. Finally, the maps of appropriate and personalized routes have been produced.

Keyword: disabled people, geographic information system, routing, urban transportation

Archive of SID

www.SID.ir