



# مکان‌یابی مرکز فرهنگی شهر یزد با روش ترکیبی شبیه‌سازی ترافیکی و ارزیابی چند معیاره مکانمند در فضای GIS

مصطفی آدرسی<sup>1\*</sup> و سعید بهزادی<sup>2</sup>

تاریخ دریافت: 1400/09/17

تاریخ پذیرش: 1401/06/30

**چکیده:** استقرار هر عنصر شهری در موقعیت مکانی از سطح شهر، تابع اصول و قواعد خاصی است که در صورت رعایت شدن، منجر به کاهش کارایی عملکردی آن عنصر در همان مکان مشخص خواهد شد. انتخاب مکان مناسب که تحت عنوان مطالعات مکان‌یابی مطرح می‌شود، جهت استقرار هر نوع کاربری از جمله کاربری فرهنگی، اقتصادی و توسعه زیرساخت‌ها مهمترین مرحله از مراحل چندگانه مطالعات استقرار و احداث انواع کاربری‌ها محسوب می‌شود. همچنین در تجزیه و تحلیل مسائل ترافیکی و شهرسازی، می‌بایست به‌طور هم‌زمان حجم انبوهی از متغیرها در نظر گرفته شود و تصمیم‌گیری‌ها بر اساس ارزش و وزن هر یک از این متغیرها اتخاذ شود. بنابراین استفاده هم‌زمان از سامانه اطلاعات مکانی (GIS) و روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) می‌تواند چارچوب مناسبی را برای حل مسائل فضایی فراهم نماید. یکی از مسائل شهری کمیود مرکز فرهنگی در اثر افزایش جمعیت شهرها و عدم توزیع و جایگزینی مناسب آن‌ها است. در این پژوهش از GIS و روش ارزیابی چندمعیاره مکانمند (SMCE) با رویکرد AHP و همچنین نرم‌افزار ترافیکی کلان‌نگر TransCAD برای مکان‌یابی مرکز فرهنگی در شهر یزد استفاده شده است. نقشه نهایی به دست آمده مشخص‌کننده مناسب‌ترین مکان‌ها برای ایجاد مرکز فرهنگی است و با استفاده از نرم‌افزار ترافیکی، گزینه برتر انتخاب شده است. ترکیب دو روش بالا توانست تا حدود زیادی تأثیر تقاضای سفر ناشی از تأسیس مرکز فرهنگی را بر اساس کشش شبکه‌های موجود ترابری در ساعت اوج تخمین بزند. بنابراین تصمیم‌گیری بر این اساس در پیش‌گیری از ایجاد گره ترافیکی پس از ساخت مرکز فرهنگی بسیار مؤثر بود و به نوعی این روش توانست با ایجاد ارتباط بین مسأله شهرسازی و ترافیک، از بروز مسایل پسی در سطح شبکه ترافیک شهری به دلیل اشتباه در انتخاب محل مناسب مرکز فرهنگی، پیش‌گیری کند.

**واژگان کلیدی:** مکان‌یابی، مرکز فرهنگی، TransCAD، سیستم اطلاعات مکانی، SMCE.

<sup>1</sup> استادیار دانشکده مهندسی عمران دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران، (نویسنده مسئول) m.adresi@sru.ac.ir

<sup>2</sup> استادیار دانشکده مهندسی عمران دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران.

## 1- مقدمه

با رشد و توسعه شهرها، اطلاعات لازم برای مدیریت و برنامه‌ریزی شهری به شدت افزایش یافته و پیچیده می‌شوند. شبکه‌های وسیع امکانات شهری، توزیع و تراکم جمعیت، کاربری زمین‌ها و بسیاری از موارد نظیر این، چنان بر پیچیدگی این برنامه‌ریزی می‌افزایند که چاره‌ای جز استفاده از GIS نوین برای گردآوری این اطلاعات و پردازش آن‌ها در قالب تئوری‌های جدید مدیریت و برنامه‌ریزی شهری وجود ندارد.

مکان‌یابی از جمله مهم‌ترین فعالیت‌های مدیریت فضا در جوامع انسانی است. این فعالیت به نوبه خود می‌تواند سبب صرفه‌جویی در زمان، هزینه و فراهم‌نمودن فرصت و موجبات افزایش عدالت فضایی موجود و ترفیع آن را فراهم سازد. این عرصه پرمخاطره در سطح شهر، به عنوان سیستمی بسیار پیچیده از روابط انسانی و طبیعی با تعاملات پیچیده فضایی، با چالش نظری و عملی بیشتری مواجه می‌شود. چرا که از یک سو پندار درستی از پس نظری مسأله نسبت به رویکردها، نظریات، مدل‌ها و روش‌های مکان‌یابی که مورد پذیرش عامه پژوهشگران این عرصه باشد، وجود نداشته و بین این مفاهیم مختلف در طی سالیان اخیر غالباً خلط مفهومی صورت گرفته و از سوی دیگر پیچیدگی و پویایی نظام شهری در حال تحول، شیوه‌های اجرایی متفاوت، طرز تفکر و پس‌زمینه اندیشه‌ای مجریان و در پس اجرایی، بازتاب فضایی متفاوتی را پدید آورده است. به‌رغم همه این چالش‌های نظری و اجرایی، در عرصه مکان‌یابی، به‌طور مکرر الگوها و مدل‌های جدیدی نمایان می‌شود که بحث از عرصه نظری و اجرایی مکان‌یابی را بیش از پیش با چالش مواجه می‌سازند (Amin et al., 2018). سیستم اطلاعات جغرافیایی با امکانات ویژه‌ای چون سرعت و دقت، ورود و خروج اطلاعات و نقشه‌ها از سیستم‌های دیگر، امکان تحلیل و تلفیق چند متغیره، امکان برنامه‌نویسی، تهیه بانک‌های اطلاعاتی داده‌های مکانی، آنالیز واحدهای همسایگی و پیوستگی، درون‌یابی، مسیریابی و... از مهم‌ترین سیستم‌های طراحی‌شده سال‌های اخیر است که پیاده‌سازی تکنیک‌های پیشرفته و پیچیده برنامه‌ریزی را در کوتاه‌ترین زمان ممکن میسر ساخته است.

ابزاری که می‌تواند به ما در به‌روز نگه‌داشتن داده‌ها و ساماندهی و ذخیره آن‌ها کمک کند و در عین حال دسترسی سریع و آسان به آن‌ها را در تمام لحظات فراهم نماید. در شهرهای کنونی با پیچیدگی‌ها و عدم قطعیت‌ها و عوامل متعددی که بر نحوه توسعه آن تاثیر می‌گذارند، روش‌های سنتی در حل مسایل فضایی نظیر رویهم‌گذاری دستی نقشه‌ها دیگر نمی‌تواند پاسخگو باشد. سرعت رشد و دگرگونی شهرها و همچنین حجم انبوه عوامل تاثیرگذار بر مسایل فضایی در شهر، چاره‌ای جز استفاده از چارچوبی مدون مبتنی بر GIS در حل مسایل فضایی در شهرسازی باقی نگذاشته است (Yousefi and Carranza, 2016, Sadeghi and Khalajmasoumi, 2015). استفاده از برنامه‌ها و نرم‌افزارهای تخصصی در این ارتباط علاوه بر تسریع و تسهیل مطالعه، دقت آن را نیز افزایش داده و از خطاهای انسانی می‌کاهد. مدل‌های نرم‌افزاری که بر اساس سیستم‌های مختلف مکانی و فضایی طراحی شده‌اند، در این مورد بسیار کارایی خواهند داشت. استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS و با استفاده از برنامه‌هایی از قبیل ILWIS و ارزیابی چندمعیاره فضایی SMCE، به خوبی در فرایند مکان‌یابی، هدف مورد نظر را تأمین می‌نماید. مطالعه پیرامون مکان‌یابی از سال‌های قبل از جنگ جهانی اول مورد توجه بوده است و در زمینه استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره MCDM مبتنی بر سیستم اطلاعات مکانی GIS در حل مسائل تصمیم‌گیری در شهرسازی، پژوهش‌های متعددی در سطح جهان و ایران صورت گرفته است که در زیر به چند مورد از آنها اشاره می‌شود:

عبدالقادر لطفی و همکاران سعی کردند تا با ارزیابی مراکز فرهنگی و ورزشی به جهت مکانیابی و احداث این مراکز با استفاده از سیستم GIS در منطقه 18 شهرداری تهران به این مسأله از نگاه علمی توجه ویژه داشته باشند. آنها با توجه به شاخص‌های اجتماعی و فرهنگی و عدم تجانس قومی در احداث و مکان‌یابی مناسب کاربری‌ها با هدف پیوستگی فضایی و محیطی مطلوب و سرزنده در کالبد شهر که بتواند به سرانه‌ها و استانداردهای زیستی در کلان‌شهر تهران و منطقه کمک نماید با استفاده از



مکان‌یابی محل دفن مواد زاید جامد شهری پیشنهاد نموده‌اند. در این پژوهش با استفاده از داده‌هایی چون فاصله از محدوده قانونی شهر، فاصله از جاده، فرودگاه، کاربری اراضی، قابلیت اراضی و ... از طریق مدل‌های تلفیق اطلاعات و نقشه‌ها براساس منطق فازی (Kharat et al., 2016)، مناسب‌ترین مکان جهت دفن مواد زاید جامد شهری در نمونه مورد مطالعه انتخاب شد (Bahrani et al., 2016).

گری هیگز و همکاران در پژوهش خود بر روی مزایا و فواید استفاده از روش ارزیابی چندمعیاره یکپارچه‌شده با GIS در بالا بردن مشارکت عمومی بحث می‌کند. او به منظور نشان دادن این فواید، چالش‌ها و فرصت‌هایی را که تصمیم‌گیران در رابطه با افزایش مشارکت عمومی در مراحل فرآیند مدیریت مواد زاید با آنها مواجه هستند، بیان و در نهایت نتیجه‌گیری می‌کند که استفاده از روش ارزیابی چندمعیاره مبتنی بر GIS می‌تواند کارایی بسیار بالایی در افزایش مشارکت عمومی در طرح‌ها داشته باشد (Jamshidi et al., 2018). رود گرمی و همکاران (1386) پژوهشی درباره ارزش‌یابی گزینه‌های توسعه در ارزیابی اثرات زیست‌محیطی به روش ارزش‌یابی چندمعیاره مکانی در شهرستان رباط کریم انجام دادند که در نهایت به این نتیجه رسیدند که اجزای محیط طبیعی می‌تواند از نظر اولویت و اهمیت نسبت به هم نقش مهمی در تصمیم‌گیری‌ها داشته باشد و SMCE توانایی بالایی در بیان کمی اثرات از خصوصیات کیفی دارد (Rezaei, 2015b, Marttunen et al., 2017). کیاورز مقدم (1390) در پژوهشی به مکان‌یابی مرکز فرهنگی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در منطقه 6 شهرداری تهران پرداخته که با استفاده از معیارهای وضعیت مکانی و طبیعی، قابلیت و شعاع دسترسی، منافع اجتماعی و اقتصادی و ... مکان‌های مناسب برای استقرار مرکز فرهنگی در منطقه 6 تهران را شناسایی کرده است (Jia et al., 2017, Longley and Cheshire, 2017). مشکینی و همکاران (1389) در پژوهشی به تحلیل فضایی- مکانی تجهیزات شهری و کاربری مدل تحلیل سلسله‌مراتبی در محیط GIS برای ایستگاه‌های آتش‌نشانی هسته مرکزی تهران پرداخته‌اند که در این

فنون GIS توجه نمودند (Lotfi et al., 2010). شهپر و احمدی به مکان‌یابی کاربری فرهنگی در منطقه 8 کلان‌شهر کرج با استفاده از تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و تحلیل شبکه (N.A) پرداختند. آنها این کار را به روش توصیفی- تحلیلی و تطبیقی انجام دادند. نتایج نشان می‌دهد، در این منطقه به میزان 446610 متر مربع کمبود سطح فرهنگی وجود دارد و بسیاری محلات از دسترسی و بهره‌مندی از کاربری فرهنگی محرومند، ضمن اینکه برخی از معیارهای مکان‌یابی نیز رعایت نشده است. در پایان با استفاده از استانداردهای مکان‌یابی و تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) از میان زمین‌های منطقه 8، اراضی مستعد برای احداث کاربری مورد نظر انتخاب شدند، سپس با استفاده از تکنیک تحلیل شبکه‌ای (N.A) نحوه پوشش شبکه، شعاع عملکردی و دسترسی محلات مختلف به کاربری فرهنگی در سطح منطقه ارائه شد (Shahpar and Ahmadi, 2017). یکی از مهم‌ترین نکات پیرامون جایگاه‌های عرضه سوخت، مکان‌یابی مناسب آنهاست. نوبخت و ماریان سعی در تعیین تعداد و محل مناسب قرارگیری جایگاه‌های عرضه سوخت با استفاده از مدل برنامه‌ریزی ریاضی به گونه‌ای که این جایگاه‌ها بیشترین خدمت‌رسانی ممکن را داشته باشند، نمودند. شهر مشهد برای مطالعه انتخاب و اطلاعات و مشخصات مربوط به حوزه ترافیکی آنجا پس از گردآوری، در محیط GIS سامان دهی شد. همچنین بر مبنای مصرف بنزین در یک بازه مشخص و با در نظر گرفتن شرایطی، تعداد ایستگاه‌های پمپ بنزین مورد نیاز محاسبه شد. برای بررسی خدمت‌رسانی یک ناحیه در صورت احداث پمپ بنزین در آنجا، با در نظر گرفتن سناریوهایی، پتانسیل هر ناحیه تعریف و محاسبه شد. در ادامه به تعریف مدل ریاضی مکان‌یابی بر مبنای حداکثر پتانسیل خدمت‌رسانی نواحی و حل آن با استفاده از نرم‌افزار Lingo پرداخته شد، بهترین نواحی از نظر خدمت‌رسانی انتخاب و در انتها اولویت‌بندی نواحی گزینش شده در قالب سناریوهای مفروض در محیط GIS ارائه شد (Nobakht and Marian, 2010). حبیبی و همکاران (1384) در پژوهشی با استفاده از تلفیق روش ارزیابی چندمعیاره و GIS، مدلی به منظور

پژوهش مدلی برای مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی ارائه شده و در نهایت با استفاده از این مدل سایت‌هایی برای احداث ایستگاه‌های آتش‌نشانی پیشنهاد شده است (Chaudhary et al., 2016, ALIABADI et al., 2017). حمیدرضا جودکی و همکاران سعی کردند با مکان‌یابی ایستگاه‌های سوخت رسان CNG در سطح شهر تهران بر اساس معیارهای اقتصادی، اجتماعی، ترافیکی، زیست‌محیطی، کاربری زمین و بررسی مکان جایگاه‌های موجود، مکان‌های مناسبی برای جایگاه‌های عرضه این سوخت‌ها پیشنهاد شود. بر این اساس با استفاده از مدل‌های مکان‌یابی در سیستم‌های اطلاعات مکانی (GIS)، مکان‌های مناسبی برای جایگاه‌های عرضه این سوخت‌ها پیشنهاد شود. در ادامه مکان‌های اولیه پیشنهاد شده با استفاده از روش‌های وزن دهی و آنالیزهای مکانی، اولویت‌بندی شدند (Jodki and Heydari, 2019). خسروی و همکاران نیز با گردآوری داده‌های محیطی مؤثر بر ایمنی یک راه و تحلیل مکانی آن‌ها در طول مسیر استفاده از تکنیک‌های هوش مصنوعی در دسته‌بندی نقاط شبیه به هم، توانستند محل‌های مستعد تصادفات را مکان‌یابی کنند (Khosravi et al., 2022). عارضه‌سنجی ترافیکی<sup>1</sup> یکی از مهمترین مؤلفه‌های ترابری شهری، به منظور ارزیابی تأثیر ایجاد کاربری‌های جدیدی بر وضعیت تردد معابر محدوده تحت تأثیر کاربری، از طریق مطالعات عارضه‌سنجی ترافیکی است. کاربری زمین و ترابری از گذشته تاکنون پیوند ناگسستنی با یکدیگر داشته‌اند. طبق پژوهشات انجام شده علت انجام 60 تا 70 درصد سفرهای شهری را نوع کاربری زمین تعیین می‌کند. زمین‌های مسکونی، تولیدی و عمومی میانگین نرخ تولید سفر تقریباً یکسانی دارند، در حالی‌که زمین‌ها با کاربری تجاری چهار برابر بزرگتر تولید سفر می‌کنند. بعضاً با احداث یک کاربری خاص، شبکه معابر اطراف آن کاربری دارای ظرفیت کافی برای پاسخ‌گویی به درخواست ایجاد شده نخواهند بود و در این شرایط، مقوله عارضه‌سنجی یا مطالعه تأثیرات یک کاربری خاص بر روی عملکرد شبکه ترابری اهمیت ویژه‌ای می‌یابد (Stover, 1987). بررسی مطالعات مختلف نشان داد که بستر GIS امکان فراوانی را برای بررسی همه‌جانبه مبتنی بر چندین معیار مختلف تصمیم‌گیری

در قالب روش‌های مختلف تصمیم‌سازی و حل مسأله برای حل مسأله مکان‌یابی پیش روی پژوهشگران قرار می‌دهد. نقطه قوت این پژوهش که در مطالعات مختلف مغفول مانده بود، بررسی تحلیل مرتبط با شبکه ترافیک معابر و ارزیابی دقیق‌تر آثار احداث مرکز فرهنگی بر روی شبکه به‌طور دقیق‌تر بر اساس اصول حاکم بر تولید و جذب خودروها با موضوعیت مرکز فرهنگی است.

## 2- روش تحقیق

### 1-1- مروری بر نرم‌افزار شبیه‌ساز کلان نگر جریان

#### ترافیک (TransCAD)

جهت تحلیل دقیق ترافیکی اماکن مورد نظر و شبکه‌های اطراف، از نرم‌افزار شبیه‌سازی کلان‌نگر TransCAD استفاده شده است. TransCAD ابزاری جدید بر پایه GIS با قابلیت برنامه‌ریزی و مدل‌سازی است که در راستای ساده‌سازی، تسریع و بهبود فرآیند برآورد تقاضا در برنامه‌ریزی ترابری توسعه یافته است. این نرم‌افزار بسیاری از انواع مدل‌های تقاضای سفر مانند روش‌های برنامه‌ریزی Sketch، مدل‌های تقاضای چهار مرحله‌ای نوع UTPS، تکنیک‌های مدل‌سازی تفکیک پیشرفته، مدل‌های همزمان برای انتخاب‌های چندگانه و مجموعه-ای گسترده از مدل‌های تخصیص ترافیک را برای استفاده برنامه‌ریزان و مهندسين، پشتیبانی می‌کند. مدل‌سازی با TransCAD محدود به نواحی شهری یا ناحیه‌ای نیست بلکه قابلیت مدل‌سازی جریان مسافر و کالا در سطح ایالت، کشور و فراتر از آن نیز وجود دارد. در این پژوهش با توجه به اهمیت فراوان موضوعات ترافیکی و دسترسی، پس از انتخاب گزینه‌های اولیه، گزینه نهایی از طریق مقایسه سطح سرویس شبکه‌های اطراف هر کدام از این گزینه‌ها به دست خواهد آمد.

### 2-2- تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM)

روش تصمیم‌گیری چندمعیاره شامل یک سری از تکنیک‌ها (از جمله جمع وزن‌ها یا تحلیل‌های همگرایی) است که اجازه می‌دهد طیفی از معیارهای وابسته به یک مبحث امتیازدهی و وزن‌دهی شده و سپس توسط کارشناسان و گروه‌های ذینفع رتبه‌بندی شود.

اطلاعات جغرافیایی را قادر می‌سازد تا عمل تجزیه و تحلیل داده‌ها و تصمیم‌گیری را انجام دهند. ورودی برای این برنامه تعدادی نقشه‌های رستری از یک منطقه معین و جداول توصیفی است. بخش مهم این برنامه درخت معیار است که بخشی برای استاندارد کردن، وزن‌دهی و تجمیع معیارهاست. در درخت معیار نقشه‌های متعدد ورودی و یا اطلاعات توصیفی ترکیب می‌شوند که این عمل طبق قوانین و معیارهای تعریف شده مشخص است و خروجی یک یا چند نقشه از همان منطقه است (Marttunen et al., 2017). کاربرد فضایی مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره مکانی با بهره‌گیری از روش تحلیل سلسله‌مراتبی در بستر سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، برای نخستین بار در نرم‌افزار ILWIS به کار گرفته شد. مدل ترکیبی روش تصمیم‌گیری چندمعیاره و GIS که در واقع به روش سلسله‌مراتبی مکانی تصمیم‌گیری می‌نماید، نه تنها مبنایی را در پس فضایی در مرحله شناخت وضع موجود، بلکه برای تصمیم‌گیری برای چگونگی مداخله در فضای جغرافیایی فراهم می‌آورد. تفاوت اصلی روش‌های MCDM و SMCE وجود مؤلفه مکانی در حالت دوم است.

#### 4-2- روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

##### 4-4-2- بررسی معیارها

در این پژوهش تمامی مراحل بر مبنای نظرات کارشناسان و خبرگان سازمان میراث فرهنگی و گردشگری در بخش‌های معاونت معاون میراث فرهنگی، گردشگری، صنایع دستی و هنرهای سنتی پیاده سازی شده است. در این بخش، نخست با استفاده از مطالعه ادبیات موضوع، بالغ بر 38 معیار مرتبط با ساخت مرکز فرهنگی، شناسایی شده است. لیست تهیه شده در کنار معیارهای معرفی شده از سوی 15 کارشناسان حوزه میراث فرهنگی و گردشگری از طریق مصاحبه های شفاهی تکمیل و در نهایت، 9 معیار به عنوان مهمترین معیارها انتخاب شد. پس از استخراج 9 معیار در زمینه ساخت مرکز فرهنگی و تهیه پرسشنامه ارزیابی معیارها و تبدیل نظرات در مقیاس لیکرت، نهایتاً 5 معیار با امتیاز بالاتر از میانگین، انتخاب شده و به عنوان مبنای انجام

تصمیم‌گیری چندمعیاره بر یک فرآیند ارزش به گزینه‌هایی که با چند معیار ارزیابی شده‌اند، دلالت دارد. تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌تواند به دو طبقه وسیع زیر تقسیم شود: تصمیم‌گیری چندشاخصه<sup>2</sup> و تصمیم‌گیری چندمنظوره<sup>3</sup> (Ioki et al., 2019, Du and Wang, 2018). مدل‌های تصمیم‌گیری چندمنظوره به منظور طراحی به کار گرفته می‌شوند، در حالی که مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه به منظور انتخاب گزینه برتر استفاده می‌شوند (Rezaei, 2015a, Kumar et al., 2017). روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره تا حد زیادی فضایی هستند، در واقع معیارها در داخل فضا، میان تعداد زیادی از مسائل تصمیم‌گیری، متفاوتند (Malczewski, 1999, Malczewski, 2010). روش AHP یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه است که به علت داشتن مبانی نظری محکم و قابلیت استفاده از آن در جنبه‌های مختلف تصمیم‌گیری، امروزه کاربرد فراوانی به‌ویژه در زمینه تعیین کاربری اراضی شهری پیدا نموده است (Farkas, 2009, Chandio et al., 2013, Mousavi, 2019a, and Behzadi, 2019a). AHP به عنوان یک روش تصمیم‌گیری چندمعیاره، از مقایسه دویه دوی معیارها استفاده می‌کند تا به درجه‌بندی اولویت‌های مربوط به گزینه‌های مختلف برسد (Husák et al., 2018, Mousavi and Behzadi, 2019b).

##### 3-2- روش ارزیابی چندمعیاره مکانی SMCE

به‌منظور تصمیم‌گیری در حل مسائل مکانی، در صورتی که تعداد معیارهای تصمیم‌گیری متعدد باشند، از مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره مکانی در سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری مکانی استفاده می‌شود. روش SMCE (ارزش‌یابی چندمعیاره مکانمند) در سامانه اطلاعات جغرافیایی صورت می‌گیرد و این سامانه را قادر به تصمیم‌گیری می‌سازد. ارزش‌یابی چندمعیاره مکانمند بر اساس محدودیت‌های سامانه اطلاعات جغرافیایی برای تصمیم‌گیری تهیه شده است (Rezaei, 2015, Marttunen et al., 2017). SMCE مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره مکانی است و این برنامه رایانه‌ای نوع مکانمند روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است و سامانه

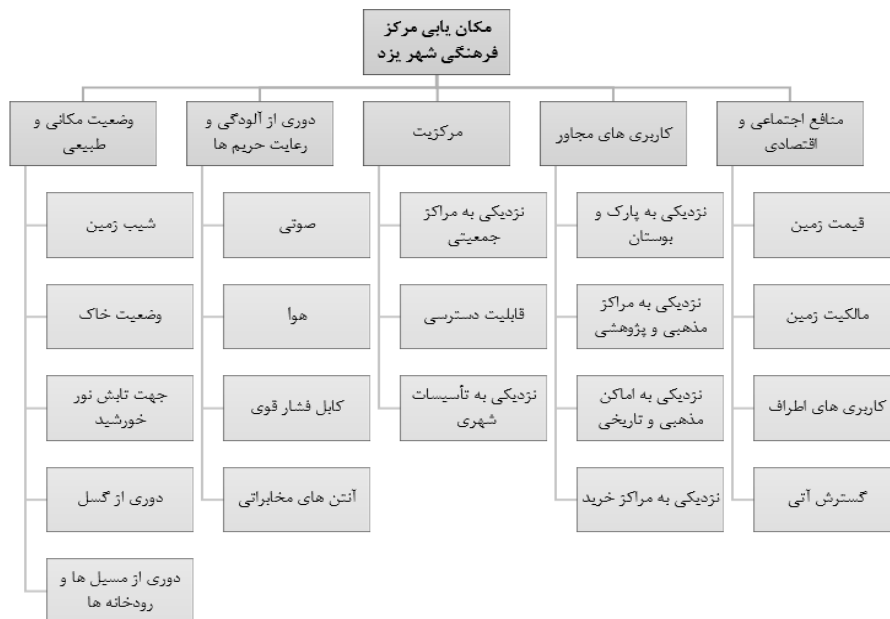
پژوهش مد نظر قرار گرفتند که در شکل 1 ارایه شده است، افزون بر این، حجم محاسبات برای تعداد معیارهای اصلی، بسیار زیاد و خارج از کنترل بوده است. در جدول 1 نیز معیارهای استخراجی و نمرات کسب شده، ارایه شده است.

#### 2-4-2- تشکیل درخت معیار

در مرحله پسی با استفاده از نظر کارشناسان، معیارها و زیرمعیارهای دخیل در امر مکان‌یابی و اولویت‌بندی احداث مرکز فرهنگی، شناسایی و با استفاده از آنها درخت معیار تشکیل و در این پژوهش پنج معیار اصلی برای مکان‌یابی مشخص شد. این معیارها شامل: «مناسبت»، «آلودگی شهری»، «دسترسی»، «همسایگی» و «منافع» است. در معیار، این مناسبت بررسی می‌شود که منطقه مورد مطالعه چقدر مناسب مرکز فرهنگی است. این معیار تحت عنوان «وضعیت مکانی و طبیعی» نام‌گذاری می‌شود. در این معیار عواملی چون شیب زمین، میزان نور خورشید و ... مورد بررسی قرار می‌گیرد. معیار دوم یعنی «آلودگی شهری» شامل آلودگی‌های صوتی، آلودگی هوا و ... یک معیار بازدارنده است. هر چه منطقه مورد مطالعه از این معیارها فاصله داشته باشد، احتمال انتخاب آن به عنوان مرکز فرهنگی بیشتر می‌شود. در دسته سوم یعنی معیار «دسترسی»،

نزدیک بودن به مراکز خدماتی و رفاهی مورد توجه قرار می‌گیرد. این معیار یک معیار شتاب دهنده است و هر چه منطقه مورد مطالعه به این معیارها نزدیک باشد، احتمال انتخاب آن به عنوان مرکز فرهنگی بیشتر است. معیار پسی «همسایگی» است که به همسایگی منطقه مورد نظر با عوامل مختلف توجه می‌کند. دسته آخر یعنی، معیار «منابع» به ویژگی‌های مالکیت منطقه مورد مطالعه توجه می‌کند. شکل 1 جزئیات معیار و زیرمعیارها را نمایش می‌دهد.

پس از تشکیل درخت معیار، معیارها و زیرمعیارهای شناسایی شده، توسط کارشناسان مختلف و با استفاده از جدول مقایسه دودویی Saaty مقایسه و ضریب ناسازگاری برای هرکدام از مقایسات صورت‌گرفته محاسبه شد. در صورتی که ضریب ناسازگاری بیش از 0.1 به دست می‌آمد، مقایسه تجدید نظر قرار می‌شد. پس از کنترل جداول مقایسه، جدول AHP گروهی برای به‌دست آوردن وزن و یا تأثیر هرکدام از معیارها و زیرمعیارها محاسبه شد (Mahjoobi and Behzadi, 2022). جدول (1) وزن معیارهای اصلی پس از محاسبات AHP گروهی را نشان می‌دهد. نحوه انتخاب اوزان در این جدول بر اساس اتفاق آرای اعضای گروه مشخص شد.



شکل 1- درخت معیار تشکیل شده برای مکان‌یابی مرکز فرهنگی

Fig. 1- Criteria decision tree for cultural center location

جدول 1- وزن‌های معیارهای اصلی حاصل از AHP گروهی

Tab.1- Main criteria weighting in the AHP method

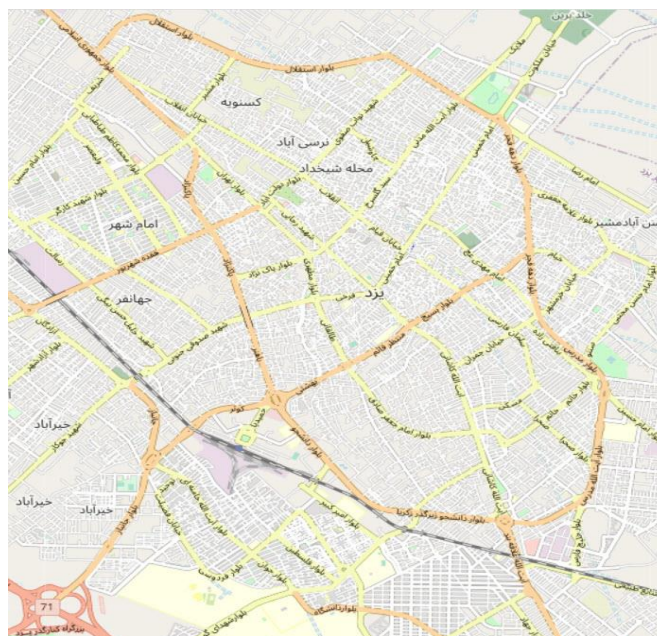
| وزن    | وضعیت مکانی و طبیعی | مرکزیت | دوری از آلودگی | کاربری های مجاور | AHP                     |                         |
|--------|---------------------|--------|----------------|------------------|-------------------------|-------------------------|
|        |                     |        |                |                  | منافع اقتصادی و اجتماعی | کاربری های مجاور        |
| 0.2414 | 1.437               | 1.182  | 1.473          | 1.109            | 1                       | منافع اقتصادی و اجتماعی |
| 0.2345 | 1.644               | 1.196  | 1.365          | 1                | 0.902                   | کاربری های مجاور        |
| 0.1724 | 1.282               | 0.812  | 1              | 0.733            | 0.679                   | دوری از آلودگی          |
| 0.2036 | 1.374               | 1      | 1.231          | 0.836            | 0.846                   | مرکزیت                  |
| 0.1480 | 1                   | 0.728  | 0.780          | 0.608            | 0.696                   | وضعیت مکانی و طبیعی     |

#### 5-2- محدوده جغرافیایی مورد مطالعه

شهر یزد مرکز استان یزد و در مرکز ایران با جمعیتی بالغ بر نیم میلیون نفر یکی از شهرهای باستانی و با سابقه غنی فرهنگی است. یکی از دغدغه‌های اصلی مردم این دیار، فرهنگ است و فعالیت‌ها فرهنگی با رنگ و بوی مذهبی در بین مرد این دیار مورد توجه خاصی است تا جایی که این شهر را حسینیه ایران نامیده‌اند. توجه به توسعه زیرساخت‌های فرهنگی با توجه به سرانه نسبتاً پایین مراکز فرهنگی نسبت به متوسط کشور در این شهر، در اولویت تصمیم‌گیران برای رفع این نیاز است. شکل 2 محدوده مورد مطالعه در این پژوهش را نشان می‌دهد.

#### 2-4-2- وزن‌دهی و روی هم‌گذاری

در مرحله پس با توجه به درخت معیار تشکیل شده، نقشه‌ها و جداول توصیفی لازم برای هر کدام از زیرمعیارها تهیه شد و پس از ساخت درخت معیار در برنامه SMCE نرم‌افزار ILWIS 3.7، نقشه‌ها و جداول توصیفی مربوط به هر زیر معیار وارد، استانداردسازی و امتیازبندی شد. پس از این مرحله وزن هر کدام از زیرمعیارهایی که به روش AHP گروهی محاسبه شده بود به طور مستقیم وارد نرم‌افزار شد و نقشه‌های مربوط به هر کدام از معیارهای اصلی به دست آمد. پس از به دست آوردن نقشه‌های مربوط به معیارهای اصلی و تأثیر وزن محاسبه شده هر کدام از معیارها در این نقشه‌ها، با رویهم‌گذاری آن‌ها نقشه نهایی که نشان‌دهنده اماکن مناسب برای ساخت مرکز فرهنگی بود، به دست آمد.



شکل 2- نقشه شبکه معابر و بافت مسکونی شهر یزد

Fig.2- Yazd map with road networks and residential areas

### 3- نتایج و بحث

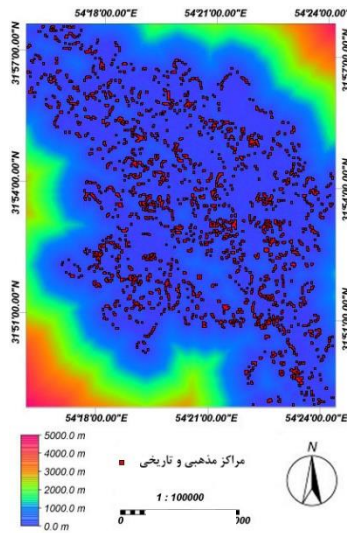
جدول (1) وزن معیارهای اصلی را پس از محاسبات AHP گروهی نشان می‌دهد. در ابتدا نیاز است که نقشه‌های حاصل از وزن‌دهی معیارهای اصلی مشخص شود. وجود مراکز جمعیتی یکی از معیارهای اصلی برای مکان‌یابی مراکز فرهنگی است. نقشه مراکز جمعیتی در مناطق مختلف شهر با توجه به واحد نفر در هکتار تهیه به صورت خطی امتیازبندی شد، بدین صورت که مناطقی با بیشترین جمعیت، بیشترین امتیاز و مناطق کم جمعیت، کمترین امتیاز را گرفتند و سایر مناطق به صورت خطی امتیازبندی شدند. شکل 3 نقشه نهایی تراکم جمعیت پس از استانداردسازی را نمایش می‌دهد. معیار دوم که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفت فاصله از مراکز مذهبی و تاریخی است. این معیار یکی دیگر از معیارهای اصلی برای مکان‌یابی مراکز فرهنگی در نظر گرفته می‌شود. بر همین اساس نقشه حریم برای کاربری‌های مذهبی و فرهنگی در سطح شهر یزد ساخته شد. حریم ایجاد شده بر اساس فواصل 1000 متری به 5 کلاس تقسیم شد. شکل 4 نقشه فاصله از مراکز مذهبی

و تاریخی را نمایش می‌دهد. از دیگر معیارهای مورد بررسی در این پژوهش، قیمت زمین در سطح شهر یزد بود که برای این کار متوسط قیمت زمین برای هر محله با مراجعه به دفاتر معاملات ملکی در سطح شهر به صورت حضوری دریافت و ثبت شد. با توجه به اینکه این معیار جزء هزینه هاست، بنابراین هرچه قیمت زمین کمتر باشد، امتیاز تعلق گرفته به آن بیشتر است و هرچه قیمت زمین بالاتر امتیاز کمتری به آن تعلق می‌گیرد. شکل 5 نقشه نهایی پس از امتیازبندی و استانداردسازی برای قیمت زمین را نشان می‌دهد. شکل 6 نیز نقشه حاصل از وزن‌دهی معیارهای اصلی را نشان می‌دهد. از روی هم‌گذاری این نقشه‌های وزن داده شده در محیط نرم‌افزار، نقشه نهایی به دست آمد. در نقشه نهایی (شکل 7) مناسب‌ترین مکان‌ها به ترتیب اولویت برای ساخت مرکز فرهنگی مشخص شد. مناسب‌ترین مکان‌ها، لکه‌هایی به رنگ سبز تیره و درجه مناسب بودن 0.9 تا 1 است. لکه‌هایی که با رنگ سبز کم‌رنگ مشخص شده‌اند با درجه مناسب بودن 0.8 تا 0.9 در رده پسی قرار دارند. مناطق با کمترین درجه مناسب بودن با رنگ قرمز و درجه 0 تا 0.3 نشان داده شده‌اند.



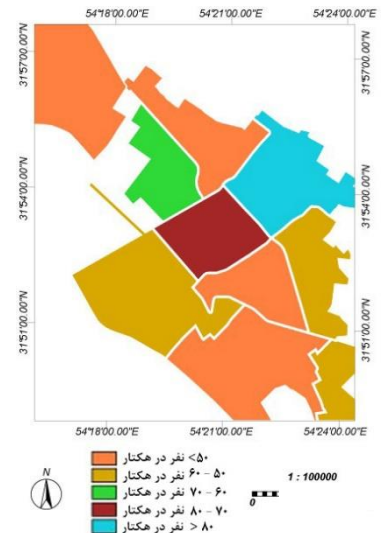
شکل 5- نقشه قیمت زمین پس از استانداردسازی

Fig. 5- Normalized land price



شکل 4- نقشه فاصله از مراکز مذهبی و تاریخی

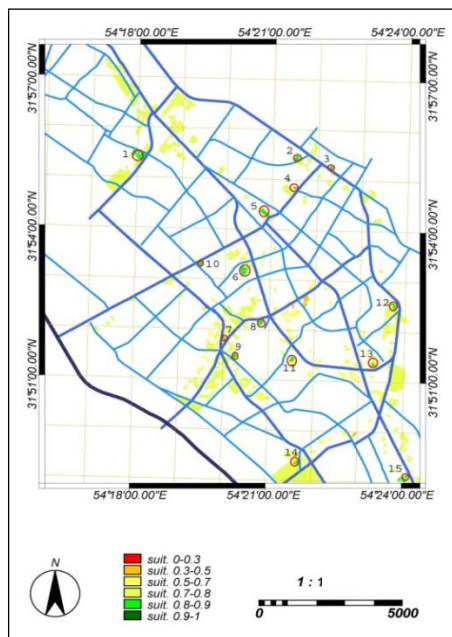
Fig. 4- The distance to historical and religious centers



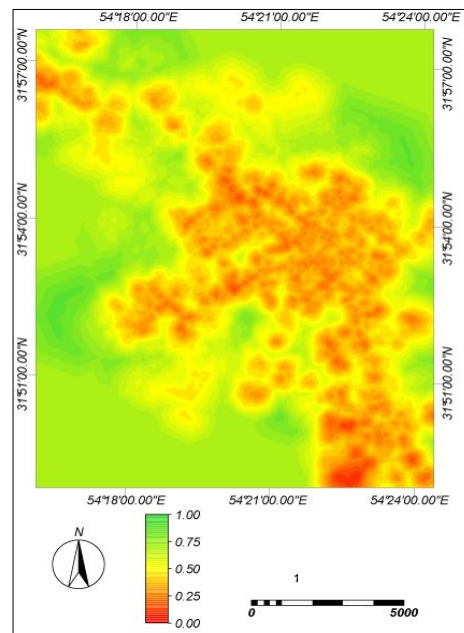
شکل 3- نقشه تراکم جمعیتی در سطح شهر یزد

Fig. 3- The population density in Yazd residential areas





شکل 7- نقشه نهایی بدست آمده با درجات مختلف مناسب بودن برای ساخت مرکز فرهنگی  
**Fig. 7- Final maps containing high-ranked spots for the cultural center**



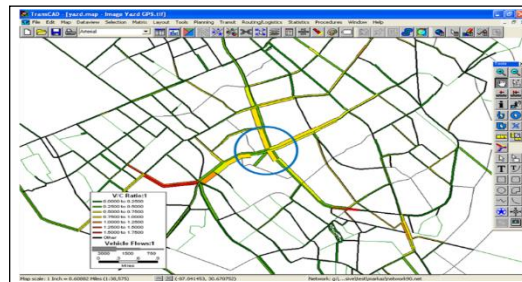
شکل 6- نقشه معیار اصلی کاربری های مجاور پس از رویهم گذاری نقشه های زیرمعیارها و اعمال وزن آنها  
**Fig. 6- All possible areas based on analyzing sub-criteria and their weights**

در مطالعات طرح جامع ترابری شهر یزد که چندی پیش به اتمام رسید، میزان تقاضای سفر برای شهر بزرگ یزد (شامل شهرهای یزد، شاهده و حمیدیا) برای وضع موجود مدل سازی و برآورد شده است. بر این اساس نسبت تردد ساعت اوج به ظرفیت معبر برای بخش های مختلف شبکه در سال 1387 (به روز شده در سال 1398) مدل سازی و برآورد شده است.

با توجه به حجم ترافیک جذب شده به این مرکز (حداکثر مقدار پیش بینی شده مساوی 2000 نفر بر اساس کاربری های تعریف شده در نقشه های معماری و با استناد به پیش نویس مبحث 23 مقررات ملی ساختمان)، این مقدار بین نواحی مختلف شهر یزد توزیع و به مقصد مرکز فرهنگی روانه شد، تا ظرفیت معابر اطراف این مرکز تحت تأثیر این جریان به دست بیاید. پس از اجرا کردن نرم افزار شبیه ساز با ماتریس مبدا-مقصد جدید، خروجی نرم افزار که نسبت حجم به ظرفیت را در معابر نشان می دهد به دست آمد و مورد بررسی قرار گرفت که نمونه ای از آن در شکل 8 ارائه شده است.

### 3-1- شبیه سازی ترافیکی

در مرحله آخر و پس از مشخص شدن گزینه های اولیه (15 گزینه)، نوبت به انتخاب گزینه برتر و نهایی می رسد. برای این منظور با انجام مطالعه عارضه سنجی ترافیک اثر هر گزینه بر روی شبکه به طور مجزا بررسی می شود. به منظور انجام مطالعات عارضه سنجی ترافیکی ابتدا بر اساس آمار وضع موجود شبکه ترابری که در مطالعات طرح جامع ترافیک شهر یزد در سال 1387 پایه ریزی شد و در سال 1398 دوباره به روز رسانی شد، ماتریس مبدا-مقصد مناطق مختلف بر اساس آمار برداری گسترده به دست آمد و شبکه معابر در نرم افزار TransCAD مدل شد. به منظور شبیه سازی محل های مورد نظر از دو سناریو استفاده شد. در سناریوی اول وضع موجود شبیه سازی و مدل با توجه به وضع موجود کالیبره شد. در ادامه سناریوی دوم با فرض احداث ساختمان مرکز فرهنگی، ایجاد و اثر مرکز فرهنگی بر روی شبکه های اطراف با اضافه نمودن میزان ترافیک به ترافیک وضع موجود مدل شده و در ادامه عملکرد شبکه های اطراف در دو حالت قبل و پس از ایجاد مرکز فرهنگی بررسی شد.



شکل 8- مدل سازی کلان نگر شبکه راه های شهر یزد در

نرم افزار TransCAD

Fig. 8- Yزد network macro-simulation in TransCAD

این معیار (دوری و نزدیکی به شبکه معابر اصلی) در بین معیارهای تصمیم گیری جای داده نشده بود گزینه های بیشتری به عنوان گزینه محتمل شناخته می شد که بعضاً به دلیل قرار گرفتن در کنار شبکه فرعی یا اصلی درجه 2 قطعاً در فرایند شبیه سازی شبکه را با مشکل روبرو می نمود و لذا شبیه سازی ترافیک را می توان مکمل گزینه های مکان یابی همراه با معیار (دوری و نزدیکی به شبکه معابر اصلی) دانست که هدف از آن یافتن شبکه ای با تاب آوری بیشتر برای کنترل ترافیک تولید و جذب شده به مرکز فرهنگی نامید. دقت شود که شبیه سازی انجام شده از نوع کلان نگر است و عموماً در این نوع شبیه سازی گره های ترافیکی ناشی از ورود و خروج به مرکز فرهنگی قابل مدل سازی نیست که این مسأله می تواند به طور موضعی مشکلاتی را برای حرکت ترافیک در معبر پدید آورد. برای حل این مسأله نیز می توان گزینه برتر را در شبیه سازی خرد جریان ترافیک مدل وارد (Adresi et al., 2016) و الزامات ورود و خروج ایمن و کارا را برای اتصال مرکز فرهنگی به شبکه اصلی در قالب اصلاحات طرح هندسی معبر پیاده نمود که در این مطالعه بدان پرداخته نشده است.

#### 4- نتیجه گیری

مناسب ترین مکان ها با توجه به نتایج به دست آمده از مرحله نخست این پژوهش در محدوده شمال شرقی شهر که با مشخصات نزدیک به بافت تاریخی، اماکن مذهبی و تاریخی، تراکم جمعیتی بالا، نزدیک به خیابان اصلی با بار ترافیکی کم و پارک بزرگ شهر است. رده دوم، مناطقی با قیمت زمین مناسب، نزدیک به دانشگاه ها و مرکز شهر و دور از آلودگی هوا و صوت و سرانجام مناطق

پس از استخراج نتایج مربوط به سطح سرویس معابر پیرامون هر کدام از 15 گزینه در دو سناریوی قبل و پس از احداث مرکز فرهنگی و میان گیری از آنها، نتایج زیر به دست آمده است که در جدول 2 مشاهده می شود.

در جدول 2 مشاهده می شود که گزینه 8 نسبت به سایر گزینه ها از سطح سرویس پایین تر و قابل قبول تری برخوردار است. قرارگیری در مجاورت شریان های اصلی، سهولت دسترسی برای ساکنین نواحی مختلف شهر و ... از مهمترین مزایای این گزینه از لحاظ ترافیکی است. همان طور که مشاهده می شود، با توجه به اینکه یکی از معیارهای تعیین محل و مکان یابی مرکز فرهنگی دوری و نزدیکی به شریان های اصلی بود، گزینه های پانزده گانه به گونه ای به دست آمد که عموماً نزدیک به شبکه معابر اصلی یا شریان نوع دوم باشد. این معیار مکان یابی از این جهت اهمیت داشت که گزینه های نهایی در وهله اول به صورت صحیح مشخص شوند. لذا همان طور که در جدول 2 مشاهده می شود تأثیر وجود مرکز فرهنگی در حالت پیش و پس، در حد چند درصد (حداکثر 4٪) وضعیت شبکه را بدتر می کند. بدیهی است در صورتی که

جدول 2- سطح سرویس معابر مجاور با محل های تعیین شده برای احداث مرکز فرهنگی شهر یزد، قبل و پس از احداث

Tab.2- Before-after level of service of networks beside different possible allocated cultural centers

| گزینه | سطح سرویس قبل | سطح سرویس پس | گزینه | سطح سرویس قبل | سطح سرویس پس | گزینه | سطح سرویس قبل | سطح سرویس پس |
|-------|---------------|--------------|-------|---------------|--------------|-------|---------------|--------------|
| 1     | 0.73          | 0.76         | 6     | 0.82          | 0.85         | 11    | 0.71          | 0.74         |
| 2     | 0.67          | 0.69         | 7     | 0.72          | 0.74         | 12    | 0.69          | 0.72         |
| 3     | 0.58          | 0.60         | 8     | 0.52          | 0.54         | 13    | 0.63          | 0.65         |
| 4     | 0.77          | 0.80         | 9     | 0.61          | 0.64         | 14    | 0.66          | 0.69         |
| 5     | 0.56          | 0.60         | 10    | 0.79          | 0.81         | 15    | 0.83          | 0.85         |



limit method on motorway safety. *Građevinar*, 68, 705-713.

ALIABADI, Z., NASTARAN, M., PIRANI, F. & SHEIKHZADE, F. 2017. Fire station location using AHP and GIS compilation Case Study: third zone of Esfahan city.

AMIN, A., VALVERDE, R. & TALLA, M. 2018. Risk Assessment, Impact Analysis and Control Methodology Via Digital Dashboards in Statistics Data Centers.

BAHRANI, S., EBADI, T., EHSANI, H., YOUSEFI, H. & MAKNOON, R. 2016. Modeling landfill site selection by multi-criteria decision making and fuzzy functions in GIS, case study: Shabestar, Iran. *Environmental Earth Sciences*, 75, 337.

CHANDIO, I. A., MATORI, A. N. B., WANYUSOF, K. B., TALPUR, M. A. H., BALOGUN, A.-L. & LAWAL, D. U. 2013. GIS-based analytic hierarchy process as a multicriteria decision analysis instrument: a review. *Arabian Journal of Geosciences*, 6, 3059-3066.

CHAUDHARY, P., CHHETRI, S. K., JOSHI, K. M., SHRESTHA, B. M. & KAYASTHA, P. 2016. Application of an Analytic Hierarchy Process (AHP) in the GIS interface for suiTab. fire site selection: A case study from Kathmandu Metropolitan City, Nepal. *Socio-Economic Planning Sciences*, 53, 60-71.

DU, X. & WANG, Z. 2018. Optimizing monitoring locations using a combination of GIS and fuzzy multi criteria decision analysis, a case study from the Tomur World Natural Heritage site. *Journal for nature conservation*, 43, 67-74.

FARKAS, A. Route/site selection of urban transportation facilities: an integrated GIS/MCDM approach. 7<sup>th</sup> International Conference on Management, Enterprise and Benchmarking June, 2009. 5-6.

HUSÁK, M., KOMÁRKOVÁ, J., BOU-HARB, E. & ČELEDA, P. 2018. Survey of attack projection, prediction, and forecasting in cyber security. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 21, 640-660.

IOKI, K., DIN, N. M., LUDWIG, R., JAMES, D., HUE, S. W., JOHARI, S. A., AWANG, R. A., ANTHONY, R. & PHUA, M.-H. 2019. Supporting forest conservation through community-based land use planning and

با کمترین درجه تناسب مناطقی است که نزدیک به گره‌های پرتدد شهری و خیابان‌های با بار ترافیکی زیاد با آلودگی صوتی و هوای بالا قرار دارد. بنابراین با توجه به نتایج به‌دست آمده، با استفاده از SMCE می‌توان با ارزیابی گزینه‌های متعدد مکان‌های بهینه جهت ایجاد کاربری‌های مختلف مانند مرکز فرهنگی را مشخص نمود. لازمه هر طرح مکان‌یابی، بررسی معابر دسترسی به محل‌های منتخب به جهت پیشنهاد یک طرح جامع است. به همین دلیل در این پژوهش، بررسی ترافیکی در مرحله آخر که مرحله تأثیرگذارتری است اعمال شده. در بررسی معابر لازم است ابتدا بار ترافیکی که پروژه مرکز فرهنگی ایجاد می‌کند، محاسبه شود. در ادامه با استفاده از ابزار شبیه‌سازی، بار ترافیک ایجاد شده با توسعه زمین‌های مورد نظر به مرکز فرهنگی به نحوی شایسته با بار ترافیکی موجود ترکیب شود. در نهایت کفایت شبکه‌های اطراف محل از نظر سطح سرویس مورد ارزیابی قرار گیرد.

پس از تعیین گزینه برتر می‌توان به این نکته پی برد که قرارگیری در مجاورت شریانی‌های اصلی، سهولت دسترسی برای ساکنین نواحی مختلف شهر و همچنین ایجاد حداقل بار ترافیکی اضافی برای معابر با سطح سرویس بالا از مهمترین مزایای این گزینه از نظر ترافیکی است و بالاخره اینکه با استفاده از روش‌های ترکیبی می‌توان موارد بسیار بیشتری را مورد بررسی قرار داد و نتایج مطلوبتر و واقع‌گرایانه‌تری را به دست آورد.

### تقدیر و تشکر

این پژوهش با حمایت مالی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی طبق ابلاغ پژوهانه شماره 3567 مورخ 1401/03/07 انجام شده است.

### پی‌نوشت

<sup>1</sup> Traffic Impact Study

<sup>2</sup> Multi Attribute

<sup>3</sup> Multi Objective

### مراجع

ADRESI, M., BAGHALISHAHI, A. M., ZEINI, M. & KHISHDARI, A. 2016. Impact of speed



MALCZEWSKI, J. 1999. GIS and multicriteria decision analysis, John Wiley & Sons.

MALCZEWSKI, J. 2010. Multiple criteria decision analysis and geographic information systems. Trends in multiple criteria decision analysis. Springer.

MARTTUNEN, M., LIENERT, J. & BELTON, V. 2017. Structuring problems for Multi-Criteria Decision Analysis in practice: A literature review of method combinations. European Journal of Operational Research, 263, 1-17.

MOUSAVI, Z. & BEHZADI, S. 2019a. Geo-Portal Implementation with a Combined Approach of AHP and SWOT. International Journal of Natural Sciences Research, 7, 23-31.

MOUSAVI, Z. & BEHZADI, S. 2019b. Introducing an Appropriate Geoportal Structure for Managing Wildlife Location Data. International Journal of Natural Sciences Research, 7, 32-48.

NOBAKHT, S. & MARIAN, A. M. 2010. Optimum location of fuel supply locations using mathematical programming and geographic information system (GIS), a case study of Mashhad city. Journal of Transportation Engineering, 2. [In Persian]

REZAEI, J. 2015a. Best-worst multi-criteria decision-making method. Omega, 53, 49-57.

REZAEI, J. 2015b. A systematic review of multi-criteria decision-making applications in reverse logistics. Transportation Research Procedia, 10, 766-776.

SADEGHI, B. & KHALAJMASOUMI, M. 2015. A futuristic review for evaluation of geothermal potentials using fuzzy logic and binary index overlay in GIS environment. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 43, 818-831.

SHAHPAR, R. H. & AHMADI, M. 2017. Analysis of location of cultural use using hierarchical analysis (AHP) and network analysis (NA), case example: district 8 of Karaj metropolis. Urban Ecological Research, 8, 65-82. [In Persian]

STOVER, V. G. 1987. Transportation and land development.

YOUSEFI, M. & CARRANZA, E. J. M. 2016. Data-driven index overlay and Boolean logic mineral prospectivity modeling in greenfields exploration. Natural Resources Research..18-3 ,25

participatory GIS—lessons from Crocker Range Park, Malaysian Borneo. Journal for Nature Conservation, 52, 125740.

JAMSHIDI, O., DOOSTIPASHA, M., RAZAVI, S. M. H. & GUDARZI, M. 2018. Adjustment of Optimal Sports Site Selection Criteria for Elderly Using Analytical Hierarchy Process and Geographic Information System. Iranian Journal of Ageing, 12, 506-517.

JIA, P., CHENG, X., XUE, H. & WANG, Y. 2017. Applications of geographic information systems (GIS) data and methods in obesity-related research. Obesity reviews, 18, 400-411.

JODKI, H & .HEYDARI, A. 2019. Optimal and sustainable location of fuel distribution centers in Tehran using GIS. journal of Sustainable Architecture and Urban Design (JSAUD), 10, 1-10. [In Persian]

KHARAT, M. G., KAMBLE, S. J., RAUT, R. D., KAMBLE, S. S. & DHUME, S. M. 2016. Modeling landfill site selection using an integrated fuzzy MCDM approach. Modeling Earth Systems and Environment, 2, 53.

KHOSRAVI, Y., HOSSEINALI, F. & ADRESI, M. 2022. Assessing Road Accidents in Spatial Context via Statistical and Nonstatistical Approaches to Detect Road Accident Hotspot Using GIS. Geodetski vestnik, 66, 412-431.

KUMAR, A., SAH, B., SINGH, A. R., DENG, Y., HE, X., KUMAR, P. & BANSAL, R. 2017. A review of multi criteria decision making (MCDM) towards sustainable renewable energy development. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 69, 596-609.

LONGLEY, P. A. & CHESHIRE, J. A. 2017. Geographical information systems. The Routledge Handbook of Mapping and Cartography. Routledge.

LOTFI, H., IRANKHAH, S., BARANJA, R. D. & SADEGHI, B. 2010. Evaluation of cultural and sports centers in order to locate and build these centers using GIS system, case study: District 18 of Tehran Municipality. Journal of Environmental-based Territorial Planning (JETP), 10, 43-72. [In Persian]

MAHJOOBI, M. & BEHZADI, S. 2022. Solar desalination site selection on the Caspian Sea coast using AHP and fuzzy logic methods. Modeling Earth Systems and Environment, 1-9.