

## برنامه‌ریزی و مدیریت مکانی شعب اخذ رأی انتخابات در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

کیومرث یزدان پناه<sup>۱</sup>

استادیار، گروه جغرافیای سیاسی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

محمدرضا جلوخانی نیارکی

استادیار، گروه سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۹۵/۸/۲ - تاریخ تصویب: ۹۶/۶/۸)

### چکیده

مدیریت و برنامه‌ریزی مکانی انتخابات، از مباحث مهمی است که در دنیای معاصر اهمیت گسترده‌ای پیدا کرده است. امروزه شیوه‌های متعددی در حوزه مدیریت انتخابات در کشورهای دنیا مرسوم است و در ایران نیز با گذشت ۳۷ سال از انقلاب اسلامی، مسئله انتخابات و شیوه‌های اجرایی آن از مباحث مورد توجه نظام سیاسی کشور است، چراکه از یک سو، انتخابات از مهم‌ترین رویدادهای سیاسی کشور بوده و از سوی دیگر با حداقل بیش از ۳۰ سال تجربه در برگزاری انتخابات متعدد ملی، منطقه‌ای (استانی) و محلی، هم‌اکنون این بحث به یک متون حرفه‌ای در ادبیات سیاسی کشور تبدیل شده است. امروزه فناوری‌های اطلاعات نقش مهمی در مدیریت انتخابات دارند. سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به‌عنوان یک فناوری قدرتمند با قابلیت‌های منحصربه‌فرد برای ذخیره، تجزیه و تحلیل و تجسم اطلاعات مکانی می‌تواند نقش مهمی را در برنامه‌ریزی و مدیریت انتخابات ایفا کند. با توجه به اینکه فضای سیاسی حاکم در زمان هر انتخاباتی عامل اولیه در تعیین سرنوشت انتخابات است، اما در هر دوره انتخاباتی مدیریت و برنامه‌ریزی مکانی شعب اخذ رأی به دلایل متعدد امنیتی، سیاسی، اجتماعی، اهمیت ویژه‌ای دارد. از این رو در این مقاله سعی شده است با تلفیق مفاهیم جغرافیای سیاسی انتخابات و سیستم اطلاعات جغرافیایی شیوه‌ای نو به‌منظور مدیریت و برنامه‌ریزی انتخابات ارائه شود.

### واژگان کلیدی

جغرافیای انتخابات، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، شعب اخذ رأی، مدیریت مکانی انتخابات

## مقدمه

برنامه‌ریزی و مدیریت شعب اخذ رأی، بحثی کلیدی در جغرافیای سیاسی انتخابات به‌شمار می‌آید. در بسیاری از موارد، در امور انتخابات کشورها از جمله ایران، عوامل برنامه‌ریزی و مدیریتی شعب اخذ رأی نقش مهمی در عرصه سیاستگذاری انتخابات آن کشور دارند. ساختار برنامه‌ریزی یا مدیریت مناسب شعب اخذ رأی از عوامل مهمی است که می‌تواند بر برنده یا بازنده بودن انتخابات تأثیرگذار باشد. از طرفی نادیده گرفتن اصول مسلم انتخاباتی به‌ویژه موضوع برنامه‌ریزی و مدیریت استقرار صندوق‌های رأی به‌منزله نقض ناخواسته یک قانون ساده تلقی می‌شود و نادیده گرفتن آن ممکن است به شکست انتخاباتی بینجامد یا حتی هزینه‌های گزاف امنیتی و ملی در پی داشته باشد.

امروزه سیستم‌های اطلاعاتی کامپیوتری، نقش مهمی در ارائه اطلاعات و پشتیبانی از انتخابات دارند. شایان ذکر است که بخش اعظمی از مبانی استراتژی انتخاباتی کشور به اطلاعات مکانی وابسته است. سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی که برای اهداف مکانی یا جغرافیایی به‌کار می‌رود، می‌تواند نقش بسیار مهمی را در امر مدیریت شعب اخذ رأی ایفا کنند. سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) را می‌توان به‌عنوان یک سیستم اطلاعاتی کامپیوترمنا متشکل از سخت‌افزار، نرم‌افزار، افراد، داده‌ها، متدها و مدل‌ها دانست که به‌منظور جمع‌آوری و ذخیره‌سازی داده‌های مکانی و توصیفی، مدیریت داده‌ها، نمایش داده‌ها، پرسش و پاسخ، پردازش و تحلیل داده‌ها و تولید اطلاعات جغرافیایی و نمایش این اطلاعات استفاده می‌شود. با توجه به اینکه اغلب نیازها، مسائل و مشکلات ما در برنامه‌ریزی و مدیریت انتخابات دارای ماهیت مکانی‌اند، GIS می‌تواند نقش مهمی را در مدیریت و برنامه‌ریزی انتخابات ایفا کند (نظریان و همکاران، ۱۳۹۰؛ عیدی و همکاران، ۱۳۹۳).

تلفیق GIS و ابزارهای تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره قابلیت‌های مهمی را تصمیم‌گیری‌ها و برنامه‌ریزی‌های مکانی انتخابات فراهم می‌سازند. از مزایای مهم ترکیب تکنیک‌های GIS و تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره این است که این دو تکنیک به‌عنوان ابزارهای مکمل استفاده می‌شوند. درحالی‌که GIS به‌عنوان ابزاری قدرتمند و یکپارچه با قابلیت‌های منحصربه‌فرد برای ذخیره، دستکاری، تجزیه و تحلیل و نمایش اطلاعات مکانی به رسمیت شناخته شده، تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره مجموعه‌ای غنی از روش‌ها و الگوریتم‌ها برای مشکلات تصمیم‌گیری ساختار، طراحی، ارزیابی و اولویت‌بندی گزینه‌ها فراهم می‌کند. در این مقاله سعی شده است با استفاده از سیستم اطلاعاتی جغرافیایی و همچنین تلفیق آن با ابزارهای تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره به مدیریت و برنامه‌ریزی انتخابات پرداخته شود.

### روش تحقیق

هدف از این تحقیق برنامه‌ریزی و مدیریت مکانی شعب اخذ رأی انتخابات در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) است. همان‌گونه که در شکل ۱ نمایش داده شده، این مقاله به چهار مورد از برنامه‌ریزی و مدیریت مکانی شعب اخذ رأی پرداخته است: ۱. مکان‌یابی شعب اخذ رأی؛ ۲. مسیریابی بهینه بین شعب اخذ رأی؛ ۳. یافتن نزدیک‌ترین مراکز انتظامی، امداد و آتش‌نشانی به شعب اخذ رأی؛ ۴. تعیین محل‌های بهینه برای خدمات‌رسانی به شعب اخذ رأی. به‌منظور مکان‌یابی شعب اخذ رأی و مسیریابی بین شعب از روش تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره Topsis استفاده شده است. در ابتدایی‌ترین سطح، تحلیل تصمیم‌گیری مکانی چندمعیاره عبارت است از فرایندی که داده‌های مکانی مرتبط با گزینه‌ها (گزینه‌های مکانی شعب اخذ رأی) و معیارها و اهمیت معیارهای مشخص‌شده توسط تصمیم‌گیران (ارجحیت معیارها) را از طریق یک قاعده تصمیم‌گیری با یکدیگر ترکیب کرده و اولویت گزینه‌ها را تعیین می‌کند. این فرایند از طریق ترکیب قابلیت‌های سیستم‌های اطلاعات مکانی (GIS) و تحلیل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDA) صورت می‌پذیرد.



شکل ۱. برنامه‌ریزی و مدیریت مکانی صندوق‌های آرا (شعب اخذ رأی) در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی

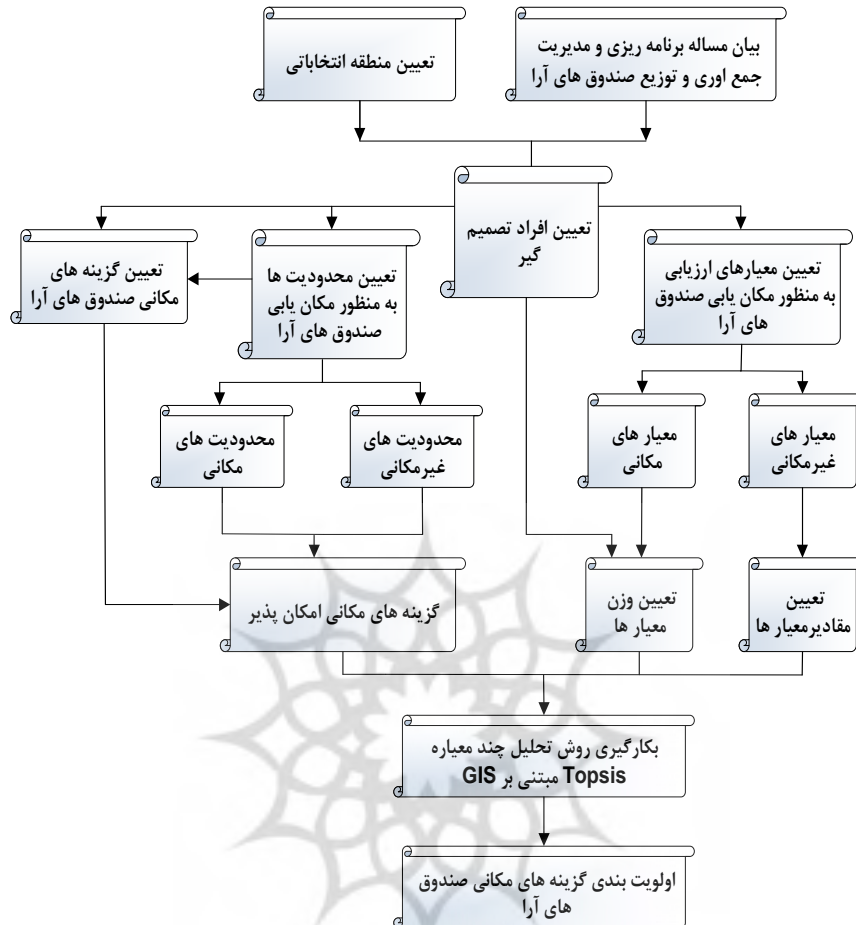
### مکان‌یابی شعب اخذ رأی

برنامه‌ریزی برای شعب رأی‌گیری در مراحل اولیه چرخه انتخابات انجام می‌پذیرد. از این رو مکان‌یابی یا یافتن بهترین محل برای شعب اهمیت زیادی دارد. شکل ۲ مراحل مکان‌یابی شعب اخذ رأی را نمایش می‌دهد. ابتدایی‌ترین مرحله در مکان‌یابی شعب اخذ رأی، شناخت مسئله یا مشکل مکان‌یابی شعب اخذ رأی است. در این مرحله ابعاد و ویژگی‌های مسئله

مکانی بررسی می‌شود؛ جنبه‌های مختلف آن تجزیه و تحلیل و ارزیابی می‌شود و درک کامل و جامعی از مسئله به دست می‌آید.

پس از شناخت مسئله یا مشکل مکان‌یابی شعب اخذ رأی، نیاز به تعیین گزینه‌های مکانی است. گزینه‌های مکانی بیانگر مکان‌های مستعدی هستند که در راستای رفع مشکل مکانی و تحقق هدف تصمیم‌گیری تعیین می‌شوند و سپس توسط تصمیم‌گیر ارزیابی شده و بهترین آنها انتخاب می‌شوند. در بیشتر مواقع، همه محل‌های موجود یا گزینه‌های مکانی را نمی‌توان به‌عنوان مکان‌های مناسب برای شعبه‌های اخذ رأی در نظر گرفت. برای مثال، در انتخاب محل‌های بهینه برای یک صندوق آرا باید این شرط را در نظر داشت که صندوق‌ها نمی‌توانند بیشتر از فاصله مشخصی از نواحی مسکونی یا در منطقه ناامن قرار بگیرند. به عبارت دیگر، محل‌هایی که دورتر از ۱۰ کیلومتر از نواحی مسکونی قرار دارند، نمی‌توانند برای شعب اخذ رأی در نظر گرفته شوند.

تعیین معیارهای مکانی از ارکان مهم مکان‌یابی شعب اخذ رأی به‌شمار می‌آید. معیارها را می‌توان به‌عنوان فاکتورها یا ابزارهای سنجشی در نظر گرفت که بر مبنای آنها گزینه‌های مکانی شعب اخذ رأی ارزیابی شده و بهترین‌ها انتخاب می‌شوند. به‌طور کلی، معیارها را می‌توان به‌طور سلسله‌مراتبی به دو صورت زیر تعریف کرد: هدف و مشخصه‌ها. یک هدف عبارت است از تمایلات و خواسته‌های تصمیم‌گیران در راستای مکان‌یابی شعب اخذ رأی که می‌تواند با عباراتی مانند حداکثر کردن و حداقل کردن و... بیان شود. برای مثال، حداکثر کردن امنیت انتخابات می‌تواند به‌عنوان یک هدف تعریف شود. هر یک از هدف‌ها توسط یک یا چندین شاخص محقق می‌شود. به عبارت دیگر، مشخصه‌ها پارامترهایی هستند که توسط آنها اهداف سنجش می‌شوند. برای هدف مذکور می‌توان مشخصه‌هایی مانند فاصله تا مراکز انتظامی، امنیت محل و غیره را تعریف کرد.



شکل ۲. مراحل مکان‌یابی شعب اخذ رأی

بر اساس معیارها و همچنین گزینه‌های مکانی امکان‌پذیر می‌توان مکان‌های اخذ رأی را اولویت‌بندی و سپس شعب اخذ رأی را تعیین کرد. از روش‌های مختلفی می‌توان برای اولویت‌بندی استفاده کرد. در این مقاله از روش TOPSIS استفاده شده است. به‌کارگیری مدل‌های نقطه ایده‌آل TOPSIS جایگاه برجسته‌ای در حوزه تحلیل تصمیم‌گیری مکانی چندمعیاره دارد (Malczewski, 2006). به‌طور ویژه، این مدل نقش بسزایی در تحلیل‌های تناسب اراضی مبتنی بر GIS داشته است (Malczewski, 2004; Santé-Riveira et al., 2008). برای مثال رویکردهای نقطه ایده‌آل به‌منظور تحلیل تناسب کاربری اراضی برای گستره وسیعی از کاربردها استفاده شده است، مانند مدیریت و ارزیابی زیست‌محیطی (Strager & Liu et al., 2006)؛ مدیریت پسماند رادیواکتیو (Rosenberger, 2007)؛ مدیریت پسماند رادیواکتیو (Carver, 1991; Salt & Dunsmore, 2000).

مدیریت منابع آب (Tkach & Simonovic, 1997)، مدیریت کاربری اراضی روستایی (Elaalem *et al.*, 2011) و ارزیابی سکونت و توسعه سکونتگاه‌ها (Ligmann- Natividade-Jesus *et al.*, 2007)؛ Zielinska, 2009).

روش TOPSIS بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی، باید کمترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل مثبت (بهترین حالت ممکن) و بیشترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل منفی (بدترین حالت ممکن) داشته باشد. این تکنیک گزینه‌های تصمیم را با توجه به فاصله چندبعدی آنها از نقطه ایده‌آل امتیازدهی می‌کند. به عبارت دیگر، این روش گزینه‌ای را که به نقطه ایده‌آل مثبت نزدیک است و در عین حال از نقطه ایده‌آل منفی هم دور است، به عنوان بهترین گزینه در نظر می‌گیرد. به طور کلی، شاخص ارزیابی TOPSIS از طریق رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$(1) \quad L^{\pm}(A_i) = \frac{L^{-}(A_i)}{L^{+}(A_i) + L^{-}(A_i)}$$

شاخص  $L^{\pm}(A_i)$  از دو شاخص  $L^{+}(A_i)$  و  $L^{-}(A_i)$  که به ترتیب نمایانگر مقادیر نقطه ایده‌آل منفی و مثبت‌اند، تشکیل شده است. در واقع، بهترین گزینه‌ها، گزینه‌هایی هستند که مقادیر  $L^{+}(A_i)$  و  $L^{-}(A_i)$  را به ترتیب به حداقل (کمترین فاصله) و حداکثر (بیشترین فاصله) برسانند. شاخص  $L^{\pm}(A_i)$  از طریق معادله زیر محاسبه می‌شود:

$$(2) \quad L^{+}(A_i) = \sqrt{\sum_{k=1}^n (w_k |1 - v(a_{ik})|)^2}$$

$w_k$  وزن معیار  $k$ ام است؛  $v(a_{ik})$  تابع ارزش معیار  $k$ ام است؛  $|1 - v(a_{ik})|$  ابراتور قدرمطلق است.  $v(a_{ik})$  تابع ارزش معیار  $k$ ام است. اگر مقدار معیار  $k$ ام  $a_{ik}$  (  $k = 1, 2, \dots, n$  ) برای گزینه  $i$ ام (  $1, 2, \dots, m$  ) باشد، آنگاه تابع ارزش  $v(a_{ik})$  ارزش یا مطلوبیت آن گزینه  $i$ ام را نسبت به معیار  $k$ ام نمایش می‌دهد. به طور کلی برای نقشه معیار (مشخصه)  $k$ ام، تابع ارزش، مقادیر معیاری خام مانند  $a_{1k}, a_{2k}, \dots, a_{mk}$  را به امتیازها (مقادیر) استاندارد  $v(a_{ik})$  تبدیل می‌کند. مقادیر امتیازهای استاندارد شده،  $v(a_{ik})$ ، از صفر تا یک است؛ که صفر نمایانگر کم‌اهمیت‌ترین مقدار و یک بیانگر مهم‌ترین و مطلوب‌ترین مقدار است. برای مینیمم کردن معیار  $K$ ام؛

$$(3) \quad v(a_{ik}) = \frac{\max\{a_{ik}\} - a_{ik}}{r_k}$$

برای ماکزیمم کردن معیار  $K$ ام؛

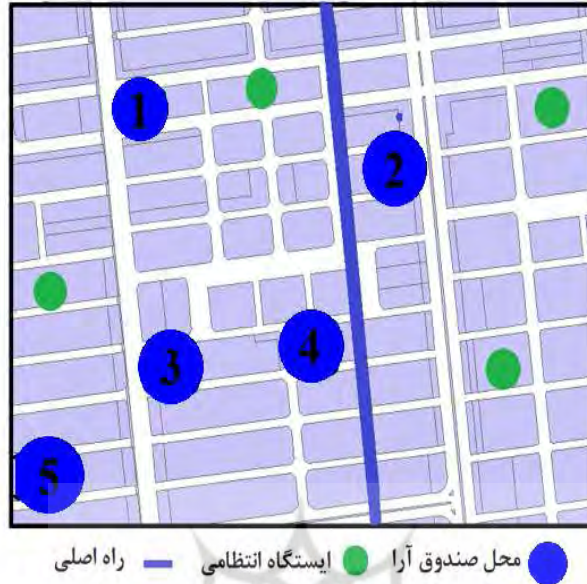
$$(4) \quad v(a_{ik}) = \frac{a_{ik} - \min\{a_{ik}\}}{r_k}$$

$$v(a_{ik}) = \max\{a_{ik}\} - \min\{a_{ik}\} \quad (5)$$

به ترتیب مقادیر ماکزیمم و مینیمم معیار  $k$  هستند.  $\max\{a_{ik}\}$  و  $\min\{a_{ik}\}$  به ترتیب مقادیر ماکزیمم و مینیمم معیار  $k$  هستند. به طور مشابه شاخص  $L^-(A_i)$  یا نقطه ایده‌آل منفی از طریق رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$L^-(A_i) = \sqrt{\sum_{k=1}^n (w_k v(a_{ik}))^2} \quad (6)$$

برای مثال، مسئله فرضی که ۵ مکان (نقطه) شعب اخذ رأی را براساس دو معیار نزدیکی به راه‌های اصلی و نزدیکی به مراکز انتظامی ارزیابی می‌کند، در نظر می‌گیریم (شکل ۳). همان‌گونه که در جدول ۱ نمایش داده شده است، ابتدا مقادیر معیارها براساس روابط ۳ و ۴ به مقادیر استاندارد  $V_k(a_i)$  تبدیل می‌شوند. شایان ذکر است که به منظور مکان‌یابی بهینه شعب رأی‌گیری هر دو معیار مذکور باید مینیمم شوند. به عبارت دیگر، هرچه فواصل گزینه‌های مکانی شعب به راه‌های اصلی و مراکز انتظامی کمتر باشد، امتیاز گزینه‌ها بالاتر است. پس از تعیین مقادیر معیارهای نرمال‌شده، نوبت تعیین وزن‌ها می‌شود. با تلفیق وزن معیارها و مقادیر معیارها، روش Topsis شاخص‌های ایده‌آل مثبت و منفی  $L^+(A_i)$  و  $L^-(A_i)$  و همچنین  $L^\pm(A_i)$  را تعیین می‌کند و بر این اساس گزینه‌های مکانی شعب اخذ رأی اولویت‌بندی می‌شوند. به منظور درک بهتر، نمونه‌ای از روش Topsis برای گزینه مکانی شماره ۱ در جدول ۱ آورده شده است.



گزینه i ام	نزدیکی به مراکز انتظامی (متر)	$V_1(a_i)$	نزدیکی به راههای اصلی (متر)	$V_2(a_i)$
۱	۸۰۰	۱	۲۰۰۰	۰,۳۸
۲	۹۰۰	۰,۸۷	۳۰۰۰	۰
۳	۸۵۰	۰,۹۳	۴۰۰	۱
۴	۱۶۰۰	۰	۵۰۰	۰,۹۶
۵	۱۰۰۰	۰,۷۵	۱۸۰۰	۰,۴۶

شکل ۳. نمونه‌ای از گزینه‌ها و مقادیر معیارها برای مکان‌یابی شعب اخذ رأی

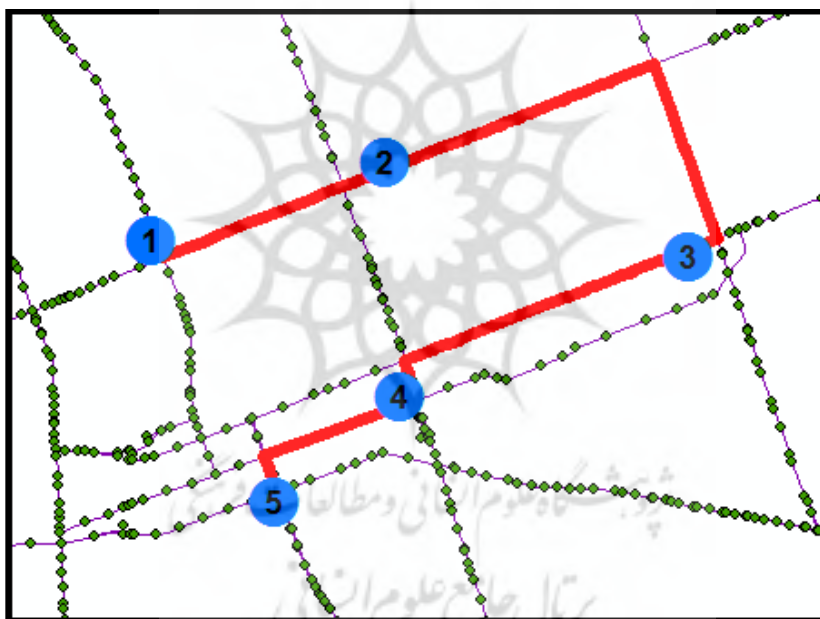
جدول ۱. محاسبه امتیاز نهایی برای گزینه ۱ از طریق روش Topsis

گزینه i ام	معیار k ام	ارزش معیارها	وزن معیارها	$L^-(A_i)$	$L^+(A_i)$	$L^\pm(A_i)$
		$V_k(a_i)$	$w_k$			
گزینه شماره ۱	نزدیکی به راههای اصلی	۰,۳۸	۰,۶۴	۰,۳۹	۰,۴۳	۰,۵۲
	نزدیکی به مراکز انتظامی	۱	۰,۳۶			



### مسیریابی بین شعب اخذ رأی

به‌طور مشابه با تعیین امتیاز مکان‌های شعب اخذ رأی، برای امتیازبندی قطعات خیابان‌ها نیز از روش Topsis استفاده می‌شود. مطالعات زیادی روش Topsis را برای مسیریابی پیشنهاد کرده‌اند (Yamani et al., 2014). به‌منظور مسیریابی بهینه برای توزیع و جمع‌آوری شعب اخذ رأی، ابتدا ارزش یا امتیاز هر یک از قطعات خیابان بر مبنای معیارهای مختلف مانند امنیت، ترافیک، کوتاه بودن مسیر و غیره محاسبه می‌شود، سپس با مشخص کردن مبدأ و مقصد، یک الگوریتم مسیریابی خاص (مثلاً الگوریتم دایجسترا) امتیاز بین آن مبدأ و مقصد را تعیین می‌کند و مسیری را کمترین ارزش (ارزش کمتر مسیر بهتر) را دارد، مشخص می‌سازد (شکل ۴). شایان ذکر است که پیش از ارزیابی قطعات خیابان‌ها، محدودیت‌های مکانی و توصیفی مانند یکطرفه بودن مسیر، عدم عبور از یک خیابان خاص و غیره در نظر گرفته می‌شود.

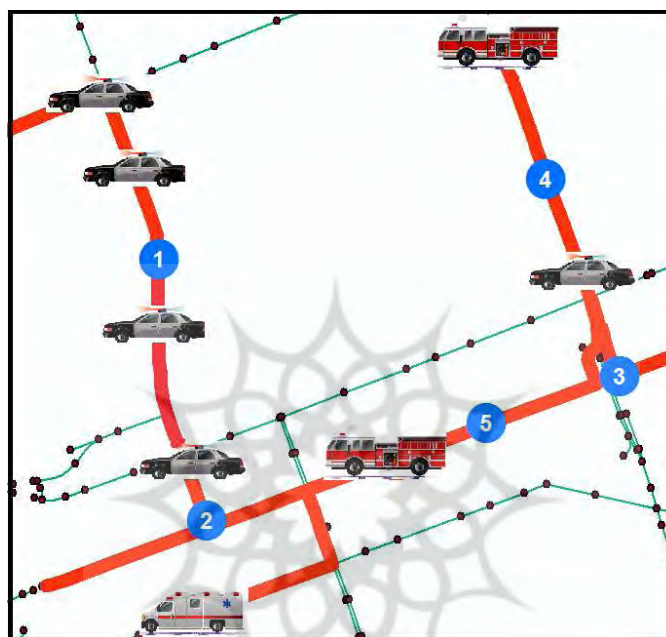


شکل ۴. مسیریابی بهینه بین شعب اخذ رأی

### یافتن نزدیک‌ترین مراکز انتظامی، امداد و آتش‌نشانی به شعب اخذ رأی

یکی از تحلیل‌های مکانی مهم، یافتن نزدیک‌ترین امکانات نسبت به یک نقطه خاص است. برای مثال، در مواقع نیاز، لازم است که نزدیک‌ترین فاصله تا امکاناتی مانند فرمانداری، بخشداری، ایستگاه پلیس، آتش‌نشانی، امداد و غیره اطراف یک مرکز رأی‌گیری را تعیین کنیم. برای مثال، تحلیل شبکه در GIS این امکان را فراهم می‌کند که تعیین کنیم که کدام، به چه

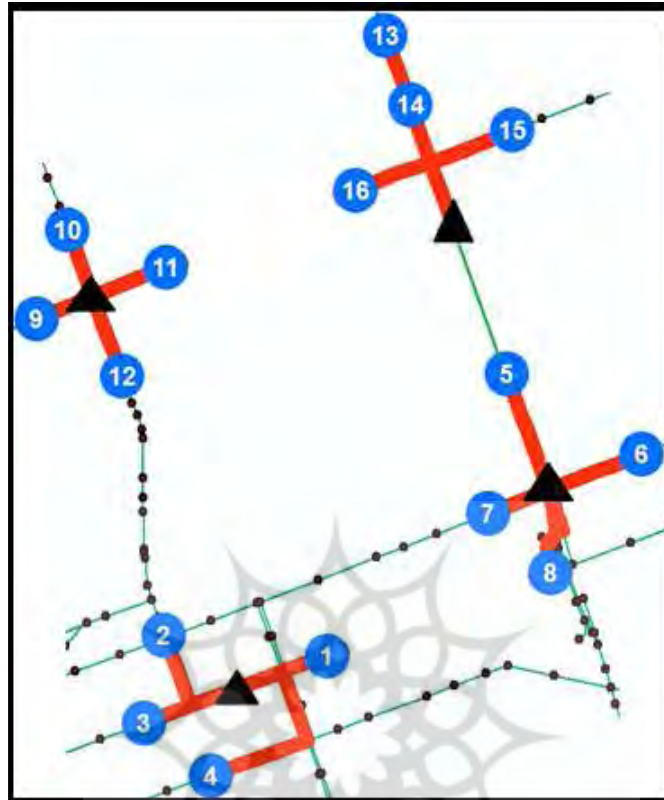
تعداد و در کدام جهت ایستگاه‌های پلیس در اطراف یک مرکز رأی‌گیری قرار دارند. همچنین مشابه حالات مذکور، این امکان وجود دارد تا محدودیت‌هایی مانند اینکه تنها ایستگاه‌های پلیس در ۳ کیلومتری مرکز رأی‌گیری که امکان رسیدن به مرکز رأی‌گیری را تا حداکثر ۵ دقیقه دارند، مشخص شوند (شکل ۵).



شکل ۵. نزدیک‌ترین مراکز انتظامی، امداد و آتش‌نشانی به شعب اخذ رأی

### تعیین محل‌های بهینه برای خدمات‌رسانی به شعب اخذ رأی

در طول انتخابات، خدمات‌رسانی به شعب اخذ رأی مانند توزیع غذا، برگه، صندوق و غیره اهمیت بسیاری دارد. GIS این امکان را می‌دهد تا به بهترین نحو محل‌های خدمات‌رسانی به شعب مختلف اخذ رأی اختصاص یابند. در این تحقیق، محل‌های خدمات‌رسانی به گونه‌ای انتخاب می‌شوند که پوشش خدمات‌رسانی (نقطه منبع) به شعب اخذ رأی (نقاط تقاضا) را بیشینه سازند. همچنین مشابه حالات مذکور، این امکان وجود دارد تا محدودیت‌هایی مانند اینکه تنها شعب اخذ رأی در ۳ کیلومتری هر محل خدمت‌رسان در نظر گرفته شوند (شکل ۶).



شکل ۶. محل‌های بهینه برای خدمات‌رسانی به شعب اخذ رأی

### نتیجه

مبنای کلیه برنامه‌ریزی‌ها و اقدامات انتخاباتی اطلاعات مکان-مبناست. امروزه سیستم‌های اطلاعاتی کامپیوتری گوناگونی برای ارائه اطلاعات در زمینه‌های مختلف موجودند. یکی از این سیستم‌ها که برای اهداف مکانی یا جغرافیایی استفاده می‌شود، GIS است. در این تحقیق، هدف برنامه‌ریزی و مدیریت مکانی شعب اخذ رأی انتخابات از طریق GIS است. به‌طور خاص، برنامه‌ریزی‌ها و اقدامات انتخاباتی شامل مکان‌یابی شعب اخذ رأی، مسیریابی بین شعب اخذ رأی، یافتن نزدیک‌ترین مراکز انتظامی، امداد و آتش‌نشانی به شعب اخذ رأی و تعیین محل‌های بهینه برای خدمات‌رسانی به شعب اخذ رأی در محیط GIS صورت پذیرفت.

در این تحقیق به مواردی از نقش GIS در برنامه‌ریزی‌های انتخاباتی اشاره شد، لکن کاربردهای بسیار مهم دیگری در حوزه انتخاباتی موجودند که از طریق GIS قابل حل خواهند بود. به‌عنوان پیشنهادهای آینده می‌توان به توسعه سامانه GIS تحت وب برای پایش و دسترسی به اطلاعات به‌هنگام انتخابات به تفکیک محل‌ها، شهرها، روستاها و غیره اشاره کرد. متولیان

انتخابات می‌توانند از ابزارهای وب و موبایل GIS برای ارائه خدمات انتخاباتی به شهروندان مانند تعیین نزدیک‌ترین (مناسب‌ترین) صندوق رأی به یک شهروند، ردیابی صندوق‌های آرا و غیره استفاده کنند. همچنین از طریق سامانه GIS، امکان تعیین الگوی مکانی مشارکت در انتخابات، نمایش نتایج انتخابات روی نقشه، تحلیل مکانی-زمانی نتایج انتخابات، توسعه سامانه پشتیبانی از انتخابات و تعیین محل‌های بهینه برای تبلیغات انتخاباتی و غیره فراهم می‌شود.

## منابع و مأخذ

### الف) فارسی

۱. نظریان، اصغر؛ قورچی، مرتضی؛ بخشی، حمید (۱۳۹۰). «تحلیل فضایی - مکانی صندوق اخذ آرا در منطقه ۱۵ شهر تهران با کمک GIS»، جغرافیایی سرزمین، بهار، دوره ۸، ش ۲۹، ص ۳۵ - ۲۵.
۲. عبدی، عطاءالله؛ ضیائیان فیروزآبادی، پرویز؛ بهرامعلی، خدائی (۱۳۹۳). تحلیل فضایی مکانی تهدیدات شهری صندوق‌های اخذ آرا با استفاده از (GIS) مورد: شهر زنجان، هفتمین کنگره انجمن ژئوپلیتیک ایران (جغرافیای سیاسی شهر).

### ب) خارجی

3. Berger, P. A. (2006). Generating agricultural landscapes for alternative futures analysis: A multiple attribute decision-making model, *Transactions in GIS*, 10(1), 103-120 .
4. Carver, S. J. (1991). "Integrating multi-criteria evaluation with geographical information systems", *International Journal of Geographical Information System*, 5(3), 321-339 .
5. Eastman, J. R., Jin, W., Kyem, P. A. K., & Toledano, J. (1995). "Raster procedures for multi-Criteria/multi-objective decisions", *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing (PE&RS)*, 61(5), 539-547. doi:citeulike-article-id:729813
6. Elaalem, M., Comber, A., & Fisher, P. (2011). "A comparison of fuzzy AHP and ideal point methods for evaluating land suitability", *Transactions in GIS*, 15(3), 329-346 .
7. Koo, B., & O'connell .P. (2006). "An integrated modelling and multicriteria analysis approach to managing nitrate diffuse pollution: 2. A case study for a chalk catchment in England", *Science of the total environment*, 358(1), 1-20 .
8. Ligmann-Zielinska, A. (2009). "The impact of risk-taking attitudes on a land use pattern: an agent-based model of residential development", *Journal of Land Use Science*, 4(4), 215-232 .
9. Liu, C., Frazier, P., Kumar, L., Macgregor, C., & Blake, N. (2006). "Catchment-wide wetland assessment and prioritization using the multi-criteria decision-making method TOPSIS", *Environmental management*, 38(2), 316-326 .
10. Malczewski, J. (2004). "GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview", *Progress in Planning*, 62(1), 3-65. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.progress.2003.09.002
11. Malczewski, J. (2006). "GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature", *International Journal of Geographical Information Science*, 20(7), 703-726. doi:10.1080/13658810600661508
12. Natividade-Jesus, E., Coutinho-Rodrigues, J., & Antunes, C. H. (2007). "A multicriteria decision support system for housing evaluation", *Decision Support Systems*, 43(3), 779-790 .

13. Pereira, J. M. C., & Duckstein, L. (1993). "A multiple criteria decision-making approach to GIS-based land suitability evaluation", *International Journal of Geographical Information Systems*, 7(5), 407-424. doi:10.1080/02693799308901971
14. Salt, C., & Dunsmore, M. C. (2000). "Development of a spatial decision support system for post-emergency management of radioactively contaminated land", *Journal of Environmental Management*, 58(3), 169-178 .
15. Santé-Riveira, I., Crecente-Maseda, R., & Miranda-Barrós, D. (2008). "GIS-based planning support system for rural land-use allocation", *Computers and Electronics in Agriculture*, 63,257-273(2). doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.compag.2008.03.007
16. Strager, M. P., & Rosenberger, R. S. (2007). "Aggregating high-priority landscape areas to the parcel level: An easement implementation tool", *Journal of Environmental Management*, 82(2), 290-298 .
17. Tkach, R. J., & Simonovic, S. P. (1997). "A new approach to multi-criteria decision making in water resources. *J. Geogr", Inf. Decis. Anal.*, 1(1), 25-43 .
18. Yamani, O., Mouncif, H., & Rida, M. (2014). "A fuzzy TOPSIS approach for finding shortest path in multimodal transportation networks", *Int. J. Comput. Optimization*, 1(2), 95-111 .

