Archive of SID

نشریه علمی - پژوهشی علوم و فنون نقشه برداری، دوره هفتم، شماره ۴، اردیبهشت ماه ۱۳۹۷

بررسی ارتباط وزن دهی و بازه تغییرات مقادیر معیارها در تصمیم‌گیری‌های مکانی چند معیاره

محمدرضا جلوخانی نیارکی*

استادیار گروه سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی - دانشکده جغرافیا - دانشگاه تهران
mrjelokhani@ut.ac.ir

(تاریخ دریافت شهریور ۱۳۹۶، تاریخ تصویب مهر ۱۳۹۶)

چکیده

بسیاری از تصمیم گیری های مکانی در دنیای واقعی به طور ذاتی، تصمیم گیری های چند معیاره می باشند. یک تحلیل تصمیم گیری مکانی چند معیاره عبارت است از فرآیندی که در آن یک یا چند گزینه مکانی بر اساس مجموعه ای از معیارهای مختلف، توسط یک یا گروهی از افراد، ارزیابی شده و انتخاب می گردند. وزن دهی معیارها یکی از ارکان مهم تحلیل های تصمیم گیری مکانی چند معیاره به شمار می آید. بر طبق اصل حساسیت به تغییرات مقادیر معیارها، مقدار وزن یک معیار علاوه بر اهمیت نسبی آن معیار نسبت به سایر معیارها، تابع محدوده و یا بازه تغییرات مقادیر آن معیار (اختلاف بین مقادیر مینیمم و ماکزیمم برای یک معیار) نیز می باشد. هدف از این تحقیق، پاسخ به سوال"آیا در یک تصمیم گیری مکانی چند معیاره مانند مکان یابی، تصمیم گیران به چه میزان بازه تغییرات مقادیر معیار ها را در حین وزن دهی در نظر می گیرند؟" می باشد. به منظور دستیابی به اهداف این پژوهش، مسئله مکانی یابی پارکینگ های عمومی در منطقه ۲۲ شهر تهران به عنوان مطالعه موردی انتخاب گردید. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می دهد که تصمیم گیران در حالت تصمیم گیری فردی (بدون دسترسی به تصمیم گروهی) ۵۵/۵، ۲۶/۸، ۲۴/۵ و ۱۴/۵ درصد و در حالت تصمیم گیری گروهی (با دسترسی به تصمیم گروهی) ۲۱/۸، ۸/۶، ۸/۴ و ۷/۹ درصد از بازه های مقادیر معیارها را به ترتیب در چهار حجم اطلاعات تصمیم گیری مختلف بررسی نمودند. همچنین نتایج آزمون آماری ANOVA نشان می دهد که این نسبت با افزایش حجم اطلاعات تصمیم گیری کاهش می یابد. بنابراین می توان نتیجه گرفت که تصمیم گیران در حین وزن دهی معیار ها به ویژه زمانی که با حجم اطلاعات تصمیم گیری بالایی مواجه هستند، عمدتاً اهمیت نسبی معیارها را در نظر گرفته و اکثر مواقع بازه یا محدوده تغییرات مقادیر معیارها را نادیده می گیرند.

واژگان کلیدی: تصمیم گیری مکانی چند معیاره، وزن دهی، بازه تغییرات مقادیر معیارها

* نویسنده رابط

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

اغلب نیاز ها، مسائل و مشکلات ما در دنیای واقعی دارای ماهیت مکانی می باشند. تصمیم گیری مکانی یکی از فعالیتهای روزمره مهم افراد، سازمانها، بخشهای دولتی و خصوصی و غیره در راستای رفع نیازها و مشکلات مکانی آنها می باشد. بسیاری از تصمیم گیری های مکانی در دنیای واقعی به طور ذاتی، تصمیم گیری های چند معیاره می باشند. بدین معنا که این تصمیم ها بر مبنای شاخص ها و یا معیارهای مختلف مکانی که وضعیت مطلوب یا رفع مشکل در دنیای واقعی را در نظر می گیرند، صورت می پذیرد. از دیدگاه مفهومی، یک تصمیم گیری مکانی چند معیاره عبارت است از فرآیندی که در آن یک یا چند گزینه مکان-مرجع بر اساس مجموعه ای از معیارهای مختلف، توسط یک یا گروهی از افراد، ارزیابی شده و انتخاب می گردند. چنین تصمیم گیری هایی متفاوت از تصمیم گیری چند معیاره معمولی می باشند چرا که در آن مولفه های تصمیم گیری بر مبنای خصوصیات و ابعاد مکانی مختلف تعریف می شوند. بر اساس این رویکرد، تحلیل تصمیم گیری مکانی چند معیاره می تواند به عنوان فرآیند ترکیب و تبدیل داده های مکانی (نقشه های معیار) و ارزشهای مربوط به داوری افراد (اولویت تصمیم گیران) به منظور بدست آوردن اطلاعات ارزشمند برای تصمیم گیری، محسوب شود.

به منظور دستیابی به اهداف تصمیم گیری مکانی چند معیاره یعنی ارزیابی و اولویت بندی گزینه ها برای یک کاربری خاص، نیاز به روشهای منسجم تحلیل تصمیم گیری چند معیاره می باشد. در ابتدایی ترین سطح، تحلیل تصمیم گیری مکانی چند معیاره عبارت است از فرآیندی که داده های مکانی مرتبط با گزینه ها (مقادیر معیارهای گزینه ها) و معیارها و اهمیت معیارهای مشخص شده توسط تصمیم گیران (وزن معیارها) را از طریق یک قائده تصمیم گیری با یکدیگر ترکیب نموده و اولویت گزینه ها را تعیین می نماید. این فرآیند از طریق ترکیب قابلیت های سیستمهای اطلاعات مکانی(GIS)[۱] و تحلیل های تصمیم گیری چند معیاره (MCDA)[۲] صورت می پذیرد. یکی از مزایای مهم ترکیب تکنیکهای GIS و MCDA آن است که این دو تکنیک می توانند به عنوان ابزارهای مکمل در پشتیبانی از تصمیم گیری های مکانی مورد استفاده قرار گیرند. در حالی که GIS به عنوان یک ابزار قدرتمند و یکپارچه با قابلیت های منحصر به فرد برای ذخیره، دستکاری، تجزیه و تحلیل و تجسم اطلاعات مکانی برای تصمیم گیری به رسمیت شناخته شده، MCDA مجموعه ای غنی از روش ها و الگوریتم ها به منظور ساختار، طراحی، ارزیابی و اولویت بندی گزینه های تصمیم گیری را فراهم می نماید.

وزن دهی معیارها یکی از ارکان مهم تحلیل تصمیم گیری مکانی چند معیاره به شمار می آید. وزن و یا ارجحیت یک معیار نمایانگر تقدم یک معیار نسبت به معیار دیگر در تصمیم گیری می باشد. محققان معتقدند که یک تصمیم گیر باید دو عامل مهم را در تعیین وزن معیارها در نظر گیرد: ۱) اهمیت نسبی هر معیار نسبت به سایر معیارها و ۲) بازه تغییرات مقادیر گزینه های مختلف برای هر معیار [۱-۵]. بر طبق اصل حساسیت[۳]، مقدار وزن یک معیار علاوه بر اهمیت نسبی آن نسبت به سایر معیارها، به محدوده و یا بازه تغییرات مقادیر آن معیار (اختلاف بین مقادیر مینیمم و ماکزیمم گزینه ها برای معیار) وابسته می باشد. به عبارت دیگر، وزنی که به یک معیار اختصاص داده می شود باید بر این اساس تعیین شود که تصمیم گیر بازه تغییرات مقادیر گزینه ها را برای معیارهای مختلف مقایسه و سپس وزن دهی نماید. اگر دو معیار دارای اهمیت نسبی یکسان باشند، در این صورت وزن بزرگتر به معیاری اختصاص می یابدکه بازه تغییرات مقادیر گزینه ها برای آن معیار بزرگتر باشد[۱۲, ۱۳]. لازم به ذکر است که کاربران باید وزن معیارها را با در نظر گرفتن اهمیت نسبی آنها و همچنین مقادیر آنها در محل های مختلف (مقادیر در جدول تصمیم گیری)، تعیین نمایند. مطالعات مختلفی در خصوص اهمیت لحاظ نمودن بازه تغییرات مقادیر معیارها در وزن معیارها صورت گرفته است[۷, ۱۱, ۱۳-۱۵]. برای نمونه، جلوخانی و مالچفسکی [۱۶] به مطالعه بررسی ارتباط بین مقادیر معیارها در جدول تصمیم گیری و همچنین نقشه های معیار و وزن معیارها پرداختند. آنها با استفاده از روش ردیابی فرآیندها و یا رفتارهای تصمیم گیران به بررسی نحوه جستجوی اطلاعات توسط تصمیم

[۱] Geographic Information System
[۲] Multicriteria Decision Analysis

[۳] The range-sensitivity principle

www.SID.ir

Archive of SID

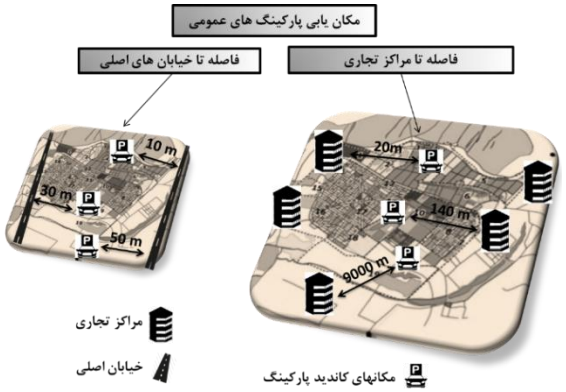
گیران در حین وزن دهی معیار ها در سامانه های تصمیم گیری مکانی چند معیاره پرداختند. مالچفسکی و لیو [۱۴] ترکیب مدل مکان-مبنا (محلی) وزن دهی مبتنی بر بازه تغییرات مقادیر معیارها و روش میانگین گیری وزنی مرتب شده (OWA)[۱] را پیشنهاد نمودند. به طور مشابه، کین [۱۵] مدل مکان-مبنا وزن دهی را با روش Topsis تلفیق نمودند. در این مدل ها، وزن معیارها تابعی از بازه تغییرات مقادیر معیارها می باشد.

تاکنون مطالعات متعددی در خصوص بکارگیری تحلیل های تصمیم گیری چند معیاره مکانی صورت گرفته است. برای نمونه میرمحمدی و همکاران [۱]، محسنی و همکاران [۲]، رییسی و سفیانیان[۳]، خورشید دوست و عادلی[۴]،کامیابی و طاهری [۵] و بوزرجمهری [۶] از تحلیل های چند معیاره مبتنی بر GIS در انواع مختلف مکان یابی استفاده نمودند. با این حال، هیچکدام از این مطالعات به ارتباط بین بازه تغییرات مقادیر معیارها و وزن دهی اشاره ای ننموده اند.

هدف از این تحقیق، پاسخ به سوال" آیا در یک تصمیم گیری مکانی چند معیاره مانند مکان یابی، تصمیم گیران به چه میزان بازه تغییرات مقادیر گزینه ها را در حین وزن دهی در نظر می گیرند؟ این تحقیق به دنبال توسعه یک سیستم پشتیبان تصمیم گیری مشارکتی و سپس مطالعه آماری رفتار تصمیم گیران در بررسی بازه مقادیر معیارها در حین وزن دهی انها می باشد. نتایج این بررسی می تواند نقش بسیار مهمی را در مدل سازی رفتار وزن دهی تصمیم گیران، بهبود وزن دهی و سپس کیفیت تصمیم گیری ها ایفا نماید.

۲- بازه تغییرات مقادیر گزینه ها

همانطور که قبلاً اشاره شد، علاوه بر اهمیت نسبی یک معیار نسبت به سایر معیارها، کاربران باید محدوده تغییرات مقادیر آن معیار را در تعیین ارجحیت و یا وزن دهی نظر بگیرند. به عنوان مثال، در مشکل تصمیم گیری مکان یابی پارکینگ های عمومی، فرض می کنیم که مقدار معیار "فاصله تا خیابان های اصلی" برای سه گزینه به ترتیب "۱۰ متر" و "۳۰ متر" و "۵۰ متر" می باشد و مقدار معیار "فاصله تا مراکز تجاری" برای این سه گزینه به ترتیب "۲۰ متر" و "۱۴۰ متر" و "۹۰۰۰ متر" می باشد. محدوده تغییرات مقادیر برای معیار " فاصله تا خیابان های اصلی" بین این سه گزینه کم است، یعنی از ۱۰ تا۵۰ متر است. از آنجاییکه محدوده تغییرات مقادیر این معیار کم است، بین سه محل فرق مهمی از لحاظ این معیار، وجود ندارد. در حالی که محدوده تغییرات مقادیر برای معیار "فاصله تا مراکز تجاری" زیاد است، یعنی ۱۵۰ تا ۹۰۰۰ متر است و بین سه محل تفاوت چشمگیری از لحاظ این معیار وجود دارد. در نتیجه از نظر کاربر به لحاظ مقادیر معیارها، باید معیار "فاصله تا مراکز تجاری" مهمتر از معیار " فاصله تا خیابان های اصلی" باشد.



شکل۱- فاصله محل های کاندید پارکینگ تا خیابان های اصلی و مراکز تجاری

جدول۱- جدول تصمیم گیری شامل گزینه های مکانی و مقادیر معیارهای انها

گزینه ها	معیار اول	معیار دوم
۱	۱۰	۲۰
۲	۳۰	۱۴۰
۳	۵۰	۹۰۰۰
بازه تغییرات مقادیر معیار (مقدار ماکزیمم - مقدار مینیمم)	۴۰ متر	۸۹۸۰ متر

۳- مواد و روش ها

در این بخش به مراحل انجام تحقیق شامل تعیین منطقه مورد مطالعه، توسعه سیستم تصمیم گیری مکانی تحت وب، مشارکت در تصمیم گیری، جمع آوری داده‌های تصمیم گیران و آنالیز آماری داده ها پرداخته می‌شود (شکل ۲).

[۱] Ordered Weighted Averaging

www.SID.ir

Archive of SID

شکل۲- مراحل انجام تحقیق

۳-۱- تعیین منطقه مورد مطالعه

منطقه ۲۲ شهرداری تهران جدیدترین منطقه شهری تهران با وسعتی حدود ۶۰۰۰ هکتار محدوده شهری و ۳۰ هزار هکتار حریم که۸/۴ درصد از مساحت محدوده خدماتی شهر تهران را به خود اختصاص داده، در شمال غرب تهران واقع شده است. این منطقه به لحاظ دارا بودن امکانات بالقوه و بالفعل زیست محیطی و تنوع ساختار زمین، بکر بودن قسمت اعظم آن، ویژگی های خاص طبیعی و موقعیت خود در پهنه پایتخت، به عنوان منطقه ای مستعد قطب گردشگری شناخته شده و چشم انداز آینده آن بر این اساس استوار شده است. این منطقه بدون تردید بزرگترین و وسیعترین نمود توسعه شهری متصل به تهران است که با هدف رفع کمبودهای خدماتی حوزه غرب تهران و نیز جابجایی بخشی از جمعیت ساکن از سایر نقاط به این منطقه ایجاد شده است. رفت وآمد شهروندان و مراجعات متعدد جهت استفاده از خدمات عمومی موجود در سطح منطقه ۲۲ جمعیت قابل توجهی را شامل می شود و قطعاً وجود چنین پتانسیل و توانمندی در منطقه، نیازمند افزایش امکانات شهری مانند پارکینگ های عمومی می باشد. از اینرو در این پژوهش، مکان یابی پارکینگ های عمومی به عنوان مطالعه موردی در این منطقه مورد استفاده قرار گرفته است (شکل ۳).

شکل۳- منطقه مورد مطالعه

۳-۲- توسعه سیستم تصمیم گیری مکانی تحت وب

به منظور دستیابی به اهداف این پژوهش، یک سیستم تصمیم گیری مکانی مشارکتی تحت وب طراحی و توسعه داده شد. این سیستم بر مبنای Google Map و OWA در دو حالت تصمیم گیری فردی و گروهی ایجاد شد. در هر یک از این حالات، کاربران در چهار سطح مختلف حجم اطلاعات تصمیم گیری (تعداد گزینه ها و معیارها) این سیستم را استفاده می نمایند. این چهار حالات به شرح زیر می باشند: (۱) اولویت بندی ۵ محل بر مبنای ۲ معیار، (۲) اولویت بندی ۱۰ محل بر مبنای ۴ معیار، (۳) اولویت بندی ۱۵ محل بر مبنای ۶ معیار و (۴) اولویت بندی ۲۰ محل بر مبنای ۸ معیار. معیارهای استفاده شده در این تحقیق عبارتند از:

- اندازه زمین (متر مربع): هر چه قدر اندازه زمین محل بزرگتر باشد، محل بهتر است.
- قیمت زمین (تومان): هر چه قدر قیمت زمین کمتر باشد، محل بهتر است.
- جمعیت در ۵۰۰ متری محل(نفر): هر چه قدر جمعیت اطراف محل بیشتر باشد، محل بهتر است.
- نزدیکی به مراکز تفریحی(متر): هر چه قدر فاصله کمتر باشد، محل بهتر است.
- نزدیکی به خیابان اصلی (متر): هر چه قدر فاصله کمتر باشد، محل بهتر است.
- نزدیکی به مراکز تجاری(متر): هر چه قدر فاصله کمتر باشد، محل بهتر است.
- نزدیکی به پایانه های حمل و نقل(متر): هر چه قدر فاصله کمتر باشد، محل بهتر است.

www.SID.ir

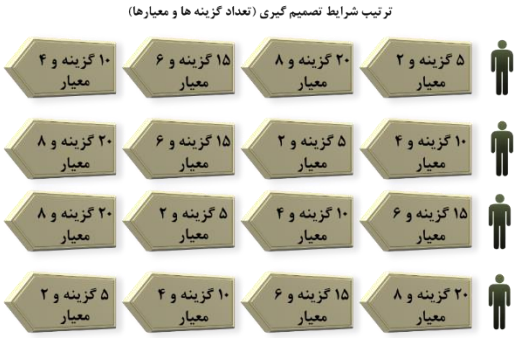
Archive of SID

- نزدیکی به مراکز اداری(متر): هر چه قدر فاصله کمتر باشد، محل بهتر است.

در هریک از حالات فوق، کاربران به دو شکل مختلف در تصمیم گیری شرکت می نمایند: تصمیم گیری فردی و تصمیم گیری گروهی. در حالت تصمیم گیری فردی، کاربران بدون توجه به نظرات و نتایج تصمیم سایر افراد، مراحل تصمیم گیری را طی می کنند. در حالی که در تصمیم گیری گروهی، افراد ابتدا نظرات و تصمیم گروه را بررسی می نمایند و سپس مراحل تصمیم گیری را طی می کنند. علت تصمیم گیری و نمایش اطلاعات در چهار حالت فوق و همچنین تصمیم گیری به صورت فردی و گروهی، آن است که بتوان رفتار تصمیم گیران را در میزان در نظر گرفتن بازه های تغییرات مقادیر معیارها در حین وزن دهی در حالت های مختلف تصمیم گیری پایش و مطالعه نمود. همچنین، این تحقیق به دنبال یافتن اثر حجم اطلاعات بر روی میزان بررسی بازه های تغییرات مقادیر معیار در حین وزن دهی توسط تصمیم گیران نیز می باشد.

برای حذف اثرات ترتیبی چهار سطح مختلف حجم اطلاعات تصمیم گیری (مثلا یک تصمیم گیر ممکن است در طول زمان خسته شود و یا تجربه آن برای استفاده از سیستم افزایش یابد)، ترتیب این چهار سطح در سیستم به صورت متعادل شده[1] می باشد. به عبارت دیگر ترتیب هر یک از این حالات به تعداد یکسان بین تصمیم گیران نمایش داده می شود. به عنوان مثال، همانگونه که در شکل ۴ نمایش داده شده است، اطلاعات حالت تصمیم گیری "۵ گزینه و ۲ معیار" به چهار تصمیم گیر مختلف، در ترتیب های مختلف اول، دوم، سوم و چهارم نمایش داده شده است. در هریک از این حالات، اطلاعات بازه مقادیر معیارها در یک جدول تصمیم گیری نمایش داده شد. سیستم تصمیم گیری مورد نظر، محل های (گزینه های مکانی) موجود را بر مبنای معیارهای مختلف ارزیابی نموده و سپس آنها را اولویت بندی (رتبه بندی) می نماید.

[1] Counterbalanced Measures Design



شکل۴- تعداد ترتیب یکسان نمایش اطلاعات به تصمیم گیران

۳-۳- مشارکت در تصمیم گیری

به منظور دستیابی به اهداف این پژوهش، حدود ۵۵ نفر از دانشجویان متخصص GIS و برنامه ریزی شهری از دانشگاه های تهران و شهید بهشتی دعوت به استفاده از این سامانه به منظور مکانی یابی پارکینگ های عمومی شدند. مشارکت کنندگان مراحل زیر را طی نمودند:

۳-۳-۱- جستجوی مقادیر معیارها در جدول تصمیم گیری و جستجوی فضای نقشه

همانگونه که قبلا یاد شد، لازمه تعیین وزن معیارها، جستجوی بازه تغییرات مقادیر معیارها در جدول تصمیم گیری می باشد. در جدول تصمیم گیری، ستون ها نمایانگر معیارها، ردیفها نمایانگر محل ها و هرخانه و یا سلول جدول نمایانگر مقدار یک معیار برای یک محل خاص می باشد. ردیف آخر در این جدول نمایانگر محدوده تغییرات مقادیر برای هر معیار می باشد. به عنوان مثال، جدول تصمیم گیری در شکل ۵، مقادیر دو معیار را برای ۳ محل نمایش می دهد. با کلیک کردن بر روی هر خانه در جدول، مقدار یک معیار برای یک محل مشخص ظاهر می شود و وقتی کاربر بر روی یک خانه دیگر در جدول کلیک می نماید، مقدار خانه قبلی ناپدید شده و مقدار خانه جدید ظاهر می شود[۷۱, ۸۱]. علت این امر، ردیابی دقیق تصمیم گیر در بررسی سلول های جدول می باشد زیرا که اگر امکان این باشد که سلولهای قبلی باز باشند ممکن است تصمیم گیر سلول های زیادی را با کلیک کردن سریع، تنها باز نماید و بعدا کلیه آنها را بررسی کند[۹۱]. در این صورت امکان ردیابی دقیق بازه های تغییرات مقادیر معیار وجود ندارد زیرا که رفتار واقعی بررسی بازه های تغییرات مقادیر معیارها توسط تصمیم

www.SID.ir

Archive of SID

گیر از طریق چشم او خواهد بود و نه کلیک کردن بر روی خانه های جدول. همچنین کاربران قادرند، محل های متناظر با خانه های انتخاب شده در جدول را با رنگ سبز بر روی نقشه Google Map مشاهده نمایند. کاربران می توانند عوارض مکانی مختلف مانند (خیابان اصلی، مراکز خرید و غیره) را نیز در قسمت بالای نقشه انتخاب نمایند و توزیع عوارض را در فضای نقشه مشاهده کنند.

۳-۳-۲- تعیین ارجحیت و تعامل پذیری معیارها

پس از جستجو ی مقادیر معیارها در جدول تصمیم گیری و جستجوی فضای نقشه، کاربران ارجحیت و عدد تعامل پذیری بین معیارها[۱] را تعیین می نمایند. با کلیک بر روی دکمه تصمیم گیری، پنجره تعیین ارجحیت و تعامل پذیری معیارها باز می شود (شکل ۵). لازم به ذکر است که با بسته شدن پنجره، اطلاعات کاربران همچنان در این پنجره باقی خواهد ماند. بنابراین کاربران می توانند در حین تعیین ارجحیت و عدد تعامل پذیری بین معیارها، پنجره را بسته و اطلاعات موجود را در جدول و نقشه جستجو نمایند و دوباره وارد پنجره شوند و کار خود را ادامه دهند.

از طریق پنجره باز شده، کاربران ارجحیت معیارها را با بالا و پایین بردن معیارها، تعیین می نمایند. پس از مشخص نمودن ارجحیت معیارها، کاربران عدد تعامل پذیری بین معیارها را با حرکت دادن موس بر روی نوار افقی درون پنجره، تعیین می نمایند. عدد تعامل پذیری بین معیارها نمایانگر میزان اهمیت نسبی مقادیر معیارهای یک محل نسبت به یکدیگر می باشد. این عدد بین صفر تا یک می باشد. با افزایش تدریجی این عدد از ۰/۵ به سمت ۱، مقادیر بالاتر معیارهای یک محل در اولویت بندی به طور نسبی مهمتر و مهمتر می شوند و مقادیر پایین تر آن کم اهمیت تر می شوند. به گونه ای که وقتی کاربر عدد ۱ را انتخاب می کند، تنها بالاترین مقدار در اولویت بندی محل به شمار می آید. با کاهش تدریجی این عدد از ۰/۵ به سمت ۰، مقادیر پایین تر یک محل در اولویت بندی به طور نسبی مهمتر و مهمتر می شوند و مقادیر بالاتر کم اهمیت تر می شوند. به گونه ای که وقتی کاربر عدد ۰ را انتخاب می کند، تنها کمترین مقدار در اولویت بندی محل به شمار می آید. شکل ۶ پنجره تعیین ارجحیت و عدد تعامل پذیری بین معیارها را در چهار حالت مختلف نمایش می دهد.

۳-۳-۳- مشاهده نتایج تصمیم فردی (اولویت محل‌ها)

پس از تعیین نمودن ارجحیت معیارها و عدد تعامل پذیری، کاربران می توانند اولویت محل ها را بر روی نقشه مشاهده نمایند. جهت نمایش اولویت محل ها، کاربران باید بر روی دکمه نمایش اولویت ها کلیک نمایید. علاوه بر اولویت محل ها، کاربران می توانند میزان امتیاز تصمیم بدست امده برای هر محل را نیز با کلیک بر روی ان محل، مشاهده نمایند (شکل ۷). پس از پایان مراحل تصمیم فردی، کاربران با کلیک بر روی دکمه مرحله بعد، وارد مرحله تصمیم گیری گروهی می شوند.

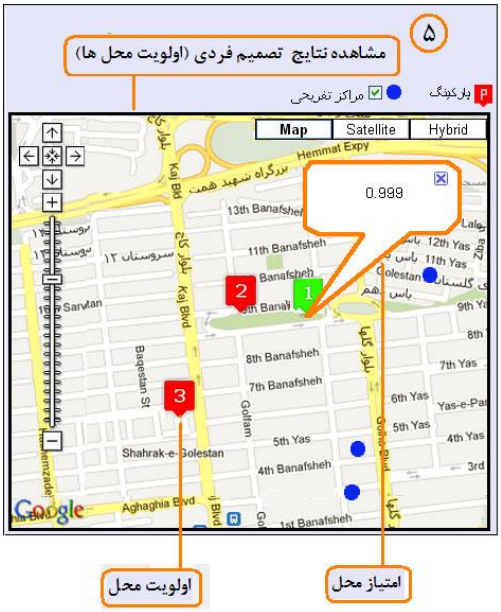
شکل۵- واسط گرافیکی سیستم تصمیم گیری مکانی تحت وب

شکل۶- چهار حالت مختلف اولویت بندی معیار ها پس از ارزیابی بازه های مقادیر معیارها در جدول تصمیم گیری

۱ ORness

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۷- مشاهده نتایج تصمیم گیری (اولویت های گزینه ها)

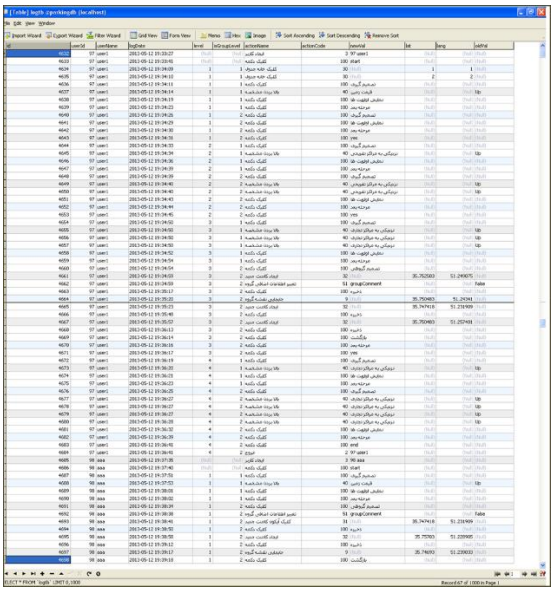
۳-۳-۴- مراحل شرکت در تصمیم گیری گروهی

مراحل شرکت در تصمیم گیری گروهی عینا مشابه مراحل تصمیم گیری فردی می باشد. تنها تفاوت آن در این است که در حالت تصمیم گیری گروهی، کاربران می توانند ابتدا تصمیم گروهی (میانگین اولویتهای بدست امده توسط کاربران مختلف) و همچنین نظرات سایر افراد را با کلیک بر روی دکمه تصمیم گروهی مشاهده نمایند و سپس نتایج تصمیم خود (اولویت فردی محل ها) و نتایج تصمیم گروهی را بر روی نقشه مقایسه نموده و دوباره مرحله تصمیم گیری خود (مراحل ذکر شده در بالا) را تکرار می نمایند (شکل ۸).

شکل۸- مشاهده تصمیم گروهی (اولویت گروهی محل ها) و نظرات افراد

۳-۴- جمع آوری داده های تصمیم گیران

داده های مربوط به رفتار تصمیم گیران در بررسی بازه تغییرات مقادیر معیارها از طریق ابزار Web Logging در پایگاه داده ثبت گردید. این ابزار یک روش کارآمد و بدون دخالت انسان را برای جمع آوری اطلاعات از افراد به منظور پایش، تجزیه و تحلیل تعاملات انسان و کامپیوتر فراهم می کند. مهمترین دلیل برای جمع آوری اطلاعات از طریق Logging، دقت و سرعت بالا و همچنین هزینه پایین آن می باشد و نیاز به مراجعه حضوری و درخواست از افراد برای تکمیل پرسشنامه نمی باشند. هر با که کاربر عملیاتی را درسیستم انجام می دهد (مثلا موس خود را از یک خانه جدول به خانه دیگر جا به جا می کند)، سیستم آن را با مکان و زمان مشخص ذخیره می نماید. از این طریق می توان رفتار تصمیم گیر در نحوه بررسی بازه تغییرات مقادیر معیارها را پایش نمود و همچنین الگوی های مختلف اطلاعات را استخراج کرد. در این تحقیق، داده های Logging شامل مکان و زمان و تعداد مشاهده سلول های جدول تصمیم گیری و ترتیب این مشاهدات می باشد. این داده ها در پایگاه داده MySQL به صورت شکل ۹ ذخیره شده است.



شکل ۹- ثبت تعداد بازه های مقادیر معیارهای بررسی شده در چهار حجم اطلاعات مختلف در حالت فردی و گروهی

۳-۵- آنالیز آماری داده ها و بحث

پس از ثبت تعداد بازه های مقادیر معیارهای بررسی شده توسط تصمیم گیران در چهار حجم اطلاعات مختلف در

www.SID.ir

Archive of SID

حالت فردی و گروهی، این داده ها مورد پردازش قرار گرفت. فرضیه اول این تحقیق آن است که تصمیم گیران بازه های تغییرات مقادیر معیارها را در حین وزن دهی بررسی می نمایند. با توجه به داده های جمع آوری شده در مرحله قبل، متغیر بازه های مقادیر معیارها برای هر تصمیم گیر که به صورت نسبت تعداد بازه های مقادیر معیارهای بررسی شده توسط تصمیم گیر به تعداد کل بازه های مقادیر معیارها در جدول تصمیم گیری تعریف شده است، محاسبه گردید. آزمون آماری ANOVA[1] بر روی این داده ها توسط نرم افزار SPSS[2] صورت گرفت. جداول ۲ و ۳ به ترتیب اطلاعات آماری مربوط به این متغیر را در چهار حالت حجم اطلاعات تصمیم گیری در دو نوع فردی و گروهی نشان می دهند. همانگونه که میانگین متغیر بازه های مقادیر معیارها نشان می دهد، تصمیم گیران نسبت بسیار پایینی از بازه های مقادیر معیارها را بررسی نمودند. این نتیجه با تحقیقات مختلف که نشان می دهند تصمیم گیران معمولا بازه های مقادیر معیارها در حین وزن دهی نادیده می گیرند، سازگاری دارد [۲۰-۲۵]. به عنوان نمونه، در یک مطالعه مربوط به تصمیم گیری چند معیاره، وون نیتزسچ و وبر[۲۱] یافتند که تصمیم گیران وزن معیارهای خود را با تغییرات در بازه های مقادیر معیارها، تغییر نمی دهند.

در رابطه با تاثیر حجم اطلاعات تصمیم گیری بر روی تعداد بازه های مقادیر معیارها بررسی شده توسط تصمیم گیر، نتایج یک رابطه منفی را بین حجم اطلاعات تصمیم گیری و تعداد بازه های مقادیر معیارها نشان می دهند. همانگونه که از جداول۲ و ۳ مشخص است با افزایش اطلاعات تصمیم گیری، تعداد بازه های بررسی شده مقادیر معیارها کاهش می یابد. همچنین خروجی های آزمون آماری ANOVA با اندازه گیری های مکرر[3] هم در حالت تصمیم گیری فردی ($p = 0 < 0.05$) و هم در حالت تصمیم گیری گروهی ($p = 0.005 < 0.05$) نشان می دهد که فرضیه عدم تاثیر حجم اطلاعات تصمیم گیری بر روی بررسی بازه های مقادیر معیارها توسط تصمیم گیر ها مورد قبول نمی باشد، لذا می توان نتیجه گرفت که با افزایش حجم اطلاعات تصمیم گیری نسبت بازه های تغییرات مقادیر معیارهای بررسی شده توسط تصمیم گیران به کل بازه های مقادیر معیارها در جدول تصمیم گیری کاهش می یابد.

زمانی که حجم اطلاعات تصمیم گیری افزایش می یابد، اضافه شدن گزینه ها و معیارهای بیشتر سبب تنوع بیشتر در بازه های مقادیر معیارها می شود که این امر به نوبه خود فشار ذهنی را بر دوش تصمیم گیر در حین وزن دهی وارد می نماید. از اینرو تصمیم گیر ترجیح می دهد تا کلیه بازه های مقادیر معیارها را بررسی نکند. به عبارت دیگر تصمیم گیر از اینکه کلیه بازه های مقادیر معیارها را به صورت دوبه دو در حین وزن دهی مقایسه نماید، اجتناب نموده و تنها تعداد محدودی از بازه های مقادیر معیارها را بررسی می نماید.

جدول۲- نتایج آماری نسبت تعداد بازه های مقادیر معیارهای بررسی شده به تعداد کل بازه ها در چهار حجم اطلاعات مختلف در حالت فردی

حجم اطلاعات (تعداد گزینه ها و معیارها)	میانگین	انحراف معیار	مقدار حداقل	مقدار حداکثر
۵ گزینه مکانی و ۲ معیار	0.555	0.426	0.000	1.000
۱۰ گزینه مکانی و ۴ معیار	0.268	0.336	0.000	1.000
۱۵ گزینه مکانی و ۶ معیار	0.245	0.286	0.000	1.000
۲۰ گزینه مکانی و ۸ معیار	0.145	0.230	0.000	1.000
آزمون آماری ANOVA	$F(3, 162) = 19.755, p = 0.000 < 0.05$			

جدول۳- نتایج آماری نسبت تعداد بازه های مقادیر معیارهای بررسی شده به تعداد کل بازه ها در چهار حجم اطلاعات مختلف در حالت گروهی

حجم اطلاعات (تعداد گزینه ها و معیارها)	میانگین	انحراف معیار	مقدار حداقل	مقدار حداکثر
۵ گزینه مکانی و ۲ معیار	0.218	0.369	0.000	1.000
۱۰ گزینه مکانی و ۴ معیار	0.086	0.221	0.000	1.000
۱۵ گزینه مکانی و ۶ معیار	0.084	0.207	0.000	1.000
۲۰ گزینه مکانی و ۸ معیار	0.079	0.204	0.000	0.875
آزمون آماری ANOVA	$F(2, 118) = 5.21, p = 0.005 < 0.05$			

نتایج حاصل از این تحقیق نشان می دهد که تصمیم گیران در حین وزن دهی معیار ها، عمدتاً اهمیت نسبی معیارها را در نظر می گیرند و بازه یا محدوده تغییرات مقادیر معیارها را لحاظ نمی نمایند. دلایل گوناگونی را می توان برای این موضوع مطرح نمود. مهمترین دلیل ممکن است عدم آگاهی از فرضیات کامل وزن دهی توسط تصمیم گیران می باشد [۱۱]. برای رفع این مشکل، لازم است که تصمیم گیران به فرضیات و اصول کامل عوامل موثر در وزن دهی معیارها یعنی هر دوی اهمیت نسبی

[1] Analysis of variance
[2] Statistical package for social science
[3] Repeated measure design

www.SID.ir

Archive of SID

معیارها و محدوده تغییرات مقادیر معیارها آگاهی لازم داشته باشند. همچنین سامانه های تصمیم گیری مکانی می توانند با ارائه ابزارهای کافی و جذاب بصری (مانند جداول و نقشه های تعاملی) برای جستجوی اطلاعات مرتبط با بازه های تغییرات مقادیر معیارها، احتمال بررسی اطلاعات بازه ها را افزایش دهند. لازم به ذکر است که در سال های اخیر، روشها و مدل های محاسبه وزن مکان-مبنا مبتنی بر بازه های مقادیر معیارها پیشنهاد شده اند که بازه های مقادیر معیارها را به طور اتوماتیکی از داده ها استخراج می کنند و به عنوان یکی از پارامترها در فرمولهای مختلف محاسبه وزن در نظر می گیرند. لذا استفاده از این روشها و مدل ها در روش های وزن دهی مکان-مبنا توصیه می گردد زیرا که نیاز به بررسی بازه های تغییرات مقادیر معیارها توسط تصمیم گیر نمی باشد و مدل مورد نظر آن را به صورت یکی از متغیرها به طور اتوماتیکی محاسبه و اعمال می نماید.

۴- نتیجه گیری و پیشنهادها

وزن دهی معیارها یکی از ارکان مهم تحلیل تصمیم گیری مکانی چند معیاره به شمار می آید. بر اساس اصول وزن دهی به معیارها، اهمیت نسبی معیارها و همچنین بازه تغییرات مقادیر آنها دو عامل بسیار مهم می باشند که باید در تعیین وزن معیارها در نظر گرفت. این تحقیق به دنبال بررسی و آزمون این فرضیه که "تصمیم گیران بازه تغییرات مقادیر معیار ها را در حین وزن دهی معیارها در نظر می گیرند" می باشد. به منظور تست این فرضیه، این تحقیق به توسعه یک سیستم پشتیبان تصمیم گیری مکانی مشارکتی در بستر وب و سپس مطالعه آماری رفتار تصمیم گیران در بررسی بازه تغییرات مقادیر معیارها در حین وزن دهی آنها پرداخته است.

اگرچه نتایج حاصل از این تحقیق نشان می دهد که تصمیم گیران به ندرت بازه یا محدوده مقادیر معیارها را در حین وزن دهی آنها لحاظ می نمایند، با این وجود تعمیم این نتایج باید با دقت صورت گیرد و فرضیه فوق باید در شرایط مختلف تصمیم گیری مورد تست قرار گیرد. از جمله مواردی که در پژوهش های آتی می توان در نظرگرفت، آزمون این فرضیه با افراد، سامانه تصمیم گیری مکانی، روش وزن دهی و منطقه مورد مطالعه مختلف می باشد. به عنوان پیشنهاد دیگر، می توان سیستم های تصمیم گیری مکانی هوشمند که بتواند بازه مقادیر معیارها را به طور اتوماتیک بررسی نماید، توسعه داد. این سیستم به ویژه زمانی مفید خواهد بود که تصمیم گیران از سطح دانش بالایی در استفاده از سامانه های تصمیم گیری و یا مشارکت در تصمیم گیری برخوردار نباشند.

نتایج حاصل از این تحقیق ممکن است با محدودیت‌هایی همراه باشد. یکی از محدودیت ها، نحوه نمایش اطلاعات تصمیم گیری (بازه یا محدوده مقادیر معیارها) در جدول تصمیم گیری می باشد. همانگونه که قبلا مطرح شد، بازه یا محدوده مقادیر معیارها در جدول تصمیم گیری ابتدا پنهان هستند و تصمیم گیران پس از کلیک روی هر سلول جدول اطلاعات را مشاهده می کنند و پس از کلیک روی سلول دیگر (بازه یا محدوده معیار دیگر) مقدار قبلی مجددا پنهان می شود. این حالت ممکن است بار ذهنی بر روی تصمیم گیر قرار دهد زیرا که تصمیم گیر نیاز دارد کلیه بازه های مقادیر پنهان شده را به خاطر بیاورد. این امر ممکن است نتایج این مطالعه را تحت الشعاع قرار دهد. برای رفع این مشکل می توان از دستگاه ردیاب چشم[۱] استفاده نمود، بدین گونه که دستگاه قادر است مشخص کند که تمرکز چشم تصمیم گیران دقیقاً روی کدام سلول جدول است و یا به چه میزان چشم از نقطه‌ای به نقطه دیگر حرکت می‌کند. در این حالت، نیاز به پنهان نمودن و به طبع به خاطر آوردن بازه تغییرات مقادیر معیار ها نمی باشد.

۱ Eye tracker

www.SID.ir

Archive of SID

مراجع

[۱] میرمحمدی فهیمه، جلوخانی نیارکی محمدرضا، علوی پناه سید کاظم، نیسانی سامانی نجمه. توسعه سامانه پشتیبان تصمیم گیری مکانی مشارکتی تحت وب مبتنی بر گزینه های مکانی کاربر محور (مطالعه موردی: مکان یابی سرویس های بهداشتی دائمی منطقه ۱ شهر مشهد). نشریه علمی پژوهشی علوم و فنون نقشه برداری. ۱۳۹۵; ۶ (۱) :۱۰۱-۱۱۵

[۲] محسنی نصیر، بهزادیان کوروش، اردشیر عبداله. مکان‌یابی محل ساخت پل با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و منطق فازی در GIS. نشریه بین المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید. ۱۳۹۰; ۲۲ (۱) :۱-۱۲

[۳] رییسی مرضیه، سفیانیان علیرضا. مکان یابی صنایع با استفاده از معیارهای جغرافیایی (مطالعه موردی: شعاع پنجاه کیلومتری شهر اصفهان). تحقیقات جغرافیایی. ۱۳۸۹; ۲۵ (۴) :۱۱۵-۱۳۴

[۴] خورشیددوست علی محمد، عادلی زهرا. استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) برای یافتن مکان بهینه دفن زباله (مطالعه موردی شهر بناب). محیط شناسی. ۱۳۸۸; ۳۵ (۵۰) :۲۷-۳۲

[۵] کامیابی سعید، طاهری سید مجتبی. بررسی و مکان‌یابی مراکز پارکینگ طبقاتی با استفاده از روشAHP وTOPSIS (مطالعه موردی: شهر سمنان). مطالعات ساختار و کارکرد شهری. ۱۳۹۴; ۳ (۹) :۲۷-۴۱

[۶] بوزرجمهری خدیجه، جوانی خدیجه، رضا کاتبی مجید. مکان‌یابی بهینهٔ پایگاه اسکان موقّت در مدیریت بحران نواحی روستایی (نمونهٔ موردمطالعه: بخش مرکزی شهرستان فاروج). جغرافیا و مخاطرات محیطی. ۱۳۹۴; ۴ (۱۶) :۱-۲۰

[7] Malczewski, J., On the use of weighted linear combination method in GIS: common and best practice approaches. Transactions in GIS, 2000. 4(1): p. 5-22.

[8] Pöyhönen, M., H. Vrolijk, and R.P. Hämäläinen, Behavioral and procedural consequences of structural variation in value trees. European Journal of Operational Research, 2001. 134(1): p. 216-227.

[9] Ligmann-Zielinska, A. and P. Jankowski, Impact of proximity-adjusted preferences on rank-order stability in geographical multicriteria decision analysis. Journal of Geographical Systems, 2012. 14(2): p. 167-187.

[10] Jelokhani-Niaraki, M. and J. Malczewski, Decision complexity and consensus in Web-based spatial decision making: A case study of site selection problem using GIS and multicriteria analysis. Cities, 2015. 45: p. 60-70.

[11] Jelokhani-Niaraki, M. and J. Malczewski, The decision task complexity and information acquisition strategies in GIS-MCDA. International Journal of Geographical Information Science, 2015. 29(2): p. 327-344.

[12] Fischer, M.M. and P. Nijkamp, Geographic information systems, spatial modelling and policy evaluation. 1993, Berlin: Springer-Verlag

[13] Malczewski, J. and C. Rinner, Multicriteria Decision Analysis in Geographic Information Science. 2015: Springer.

[14] Malczewski, J. and X. Liu, Local ordered weighted averaging in GIS-based multicriteria analysis. Annals of GIS, 2014. 20(2): p. 117-129.

[15] Qin, X., Local ideal point method for GIS-based multicriteria analysis: A case study in London, Ontario. 2013.

[16] Jelokhani-Niaraki, M. and J. Malczewski, The decision task complexity and information acquisition strategies in GIS-MCDA. International Journal of Geographical Information Science, 2014: p. 1-18.

[17] Klemz, B.R. and T.S. Gruca, Managerial assessment of potential entrants: processes and pitfalls. International Journal of Research in Marketing, 2001. 18(1): p. 37-51.

[18] Van Kerckhove, A., M. Geuens, and I. Vermeir, Intention superiority perspectives on preference-decision consistency. Journal of Business Research, 2012. 65(5): p. 692-700.

[19] Gabaix, X., et al., Costly Information Acquisition: Experimental Analysis of a Boundedly Rational Model. American Economic Review, 2006. 96(4): p. 1043-1068.

[20] Beattie, J. and J. Baron, Investigating the effect of stimulus range on attribute weight. Journal of Experimental Psychology: human perception and Performance, 1991. 17(2): p. 571-585.

[21] Von Nitzsch, R. and M. Weber, The effect of attribute ranges on weights in multiattribute utility measurements. Management Science, 1993. 39(8): p. 937-943.

www.SID.ir

Archive of SID

[22] Fischer, G.W., Range sensitivity of attribute weights in multiattribute value models. Organizational Behavior and Human Decision Processes, 1995. 62(3): p. 252-266.

[23] Yeung, C.W. and D. Soman, Attribute evaluability and the range effect. Journal of Consumer Research, 2005. 32(3): p. 363-369.

[24] Monat, J.P., The benefits of global scaling in multi-criteria decision analysis. Judgment and Decision Making, 2009. 4(6): p. 492-508.

[25] Riabacke, M., M. Danielson, and L. Ekenberg, State-of-the-Art prescriptive criteria weight elicitation. Advances in Decision Sciences, 2012

www.SID.ir