

ارزیابی محورهای بهینه توسعه شهرهای دالکی - وحدتیه با استفاده از روش‌های SAW، Dematel و AHP

محسن پورخسروانی^۱

سیده الهام موسوی^۲

تاریخ دریافت مقاله: ۹۵/۰۴/۱۱

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۶/۰۲/۲۲

چکیده

توزیع جغرافیایی مخاطرات طبیعی که به کشته شدن تعداد زیادی از مردم و ویرانی جوامع انسانی می‌انجامد بر مکان‌گزینی نامناسب نواحی و رشد بی‌برنامه منطبق می‌باشد. رشد بی‌رویه شهرها و خزش مناطق شهری بر بستر طبیعی بدون توجه به مخاطرات طبیعی لزوم توجه به شناخت شرایط ژئومورفیک منطقه، مخاطرات محیطی و برنامه‌ریزی شهری در تعیین حریم امن و پایدار توسعه شهرها را می‌طلبد. در این تحقیق با مطالعه فرآیندهای ژئومورفولوژیک و مخاطرات محیطی در محدوده مورد مطالعه و با استفاده از مدل‌های SAW، Dematel و AHP سعی شده است که فرصت‌ها و محدودیت‌های موجود در جهات مختلف توسعه شهرهای دالکی - وحدتیه مشخص و در نهایت مناسب‌ترین محور برای توسعه آینده شهر تعیین شود. هر چند دو مدل AHP و Dematel هر دو به مقایسه زوجی هر عنصر نسبت به سایر پارامترها می‌پردازد، اما مدل AHP به دلیل مقایسه وزن طبقات هر معیار بر اساس ترجیح یک طبقه نسبت به تمام طبقات آن معیار، آن هم بدون تأثیرگذاری و یا تأثیرپذیری نتایج بهتری را ارائه می‌دهد. همچنین مدل SAW نیز با تعیین مستقیم اوزان نتایج را پیشنهاد می‌نماید. از این رو با توجه به تضاد نتایج نهایی وزن دهی پارامترها؛ در این نوشتار به ادغام اوزان با استفاده از روش میانگین رتبه‌ها پرداخته شد. مطابق با این روش پارامتر مواد مادری با میانگین رتبه ۱/۳۳ ارجح‌ترین پارامتر و شیب و سطوح اراضی با میانگین رتبه ۳/۷۶ دارای کمترین ارجحیت در وزن دهی عوامل می‌باشد. مطابق با این بررسی‌ها اراضی جنوب شرق، شمال، شمال شرق و دامنه‌های شرقی مناسب‌ترین جهات برای توسعه فیزیکی دو شهر دالکی و وحدتیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ژئومورفولوژی، توسعه فیزیکی، مخاطرات محیطی، ارزیابی چند معیاره، دالکی - وحدتیه.

۱- استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه شهید باهنر کرمان (نویسنده مسئول) mohsen_pourkhosravani_2007@yahoo.com

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه پیام نور اهواز urbanplanning68@gmail.com

۱- مقدمه

نیاکان ما در گذشته در مکان‌گزینی شهرها، بیشتر به تجربه تکیه داشتند که در بسیاری از مواقع با علم روز هماهنگ نبود، ولی امروزه زندگی ساده آن زمان به زندگی پیچیده شهری تبدیل شده است و مردم شهرهای پیشرفته و صنعتی با سیستم فاضلاب، مترو و آسمان خراش و غیره مأنوس شده‌اند.

در زمان‌های قدیم اگر مکانی دور از دسترس سیل بود یا موقعیت پناهگاهی و یا سوق‌الجیشی می‌داشت، سایر عوامل مؤثر در مکان‌گزینی شهر را تحت الشعاع قرار می‌داد و یا مورد بی‌توجهی قرار می‌گرفت (نگارش، ۱۳۸۳). بنابراین، شرایط طبیعی و محدودیت‌های فیزیکی تعیین‌کننده تناسب یک ناحیه برای توسعه شهر است. نادیده گرفتن اثرات این عوامل و شرایطی همچون موقعیت دشت سیلابی، شیب تند، وجود سنگ بستر و ... در امر توسعه می‌تواند مسائل بخرنج و حادی را موجب شود (سرور و همکاران، ۱۳۹۳).

با توجه به اشکالات مذکور ضروری است که توسعه شهری برای جلوگیری از بین رفتن کاربری‌های مناسب، منظم شود، که یکی از راه‌حل‌ها برای از دست رفتن کاربری‌های مناسب، مکانیابی بهینه توسعه شهری است (قرخلو و همکاران، ۱۳۹۰).

توسعه شهرهای دالکی و وحدتیه با توجه به قرار گرفتن آنها در محدوده کرانه‌ای خلیج فارس با محدودیت‌های فیزیکی شامل، کوهستان، رودخانه، وجود مزارع و باغات و همچنین با مخاطرات جدی همچون، بروز سیلاب، فرسایش خاک مواجه است. بنابراین باید توسعه فیزیکی در این شهر منظم شده و اراضی مناسب برای توسعه شهر به درستی مکانیابی شوند.

در این نوشتار سعی بر آن است که ضمن در نظر گرفتن متغیرهای مؤثر بر مکان استقرار این دو شهر با کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش‌های ریاضی MCDM مناطق بهینه جهت توسعه فیزیکی شهرهای دالکی و وحدتیه مشخص گردد.

۲- مبانی نظری

تا حدود دهه ۱۹۶۰، اصولاً مفهوم عام توسعه در معنای اقتصادی به کار می‌رفت. اما از دهه ۱۹۶۰ به بعد تغییرات اساسی در نحوه نگرش به مفهوم و شاخص‌های آن به ظهور رسیده که به نوبه خود اهداف و روش‌های برنامه‌ریزی را به شدت تحت تأثیر قرار داده است. توسعه شهری عبارت است از گسترش هماهنگ و متعادل سطح اختصاص داده شده به ساختمان‌های مسکونی در یک شهر، با سطوح مورد نیاز سایر کاربری‌ها در سطحی استاندارد (قرخلو و همکاران، ۱۳۹۰).

در بسیاری از منابع، گسترش فیزیکی شهرها، فرایندی پویا و مداوم تعریف شده است که طی آن محدوده‌های فیزیکی شهر و فضاهای کالبدی آن در جهات عمودی و افقی از حیث کمی و کیفی افزایش می‌یابد (پور احمد و همکاران، ۱۳۹۳).

توسعه روز افزون جامعه شهری، متأثر از رشد بی‌رویه جمعیت و مهاجرت، به ساخت و سازهای بدون برنامه‌ریزی و گسترش مهار نشدنی شهرها منجر شده و تغییرات زیادی در ساخت فضایی آنها به وجود آورده است که لزوم هدایت آگاهانه و طراحی فضای زیست مناسب برای شهرها را به دنبال داشته است. بنابراین در راستای هدایت آگاهانه و برنامه‌ریزی مناسب توسعه شهری باید اصول و معیارهایی برای توسعه شهری تعریف شود که گسترش شهری را به سوی توسعه شهری پایدار هدایت کند. بنابراین در امر امکان‌سنجی باید طوری معیارها و شاخص‌های مناسب برای توسعه شهر را انتخاب کرد که بتواند از توسعه شهر حمایت اکولوژیکی و محیطی نماید و پایداری توسعه شهری را تضمین نماید.

با توسعه دانش در همه زمینه‌های مختلف علم از سوی افراد متعددی با هدف آسان کردن کار و سهولت دستیابی به نتایج بهتر پایه‌ریزی شد. سیستم‌های تصمیم‌گیری چند معیارها از این دسته‌اند. تصمیم‌گیری در مورد معیارهای چندگانه از جمله مسائل مورد بحث در روش‌های تصمیم‌گیری چند

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (۳۰۳)

ارزیابی محورهای بهینه توسعه شهرهای دالکی - وحدتیه ... / ۲۰۳

شهر را به صورت خطی پیش‌بینی نموده و روند توسعه شهر در گذشته را معلول عوامل مختلفی از جمله اسکان عشایر، رشد طبیعی شهر، اتصال روستاها به هم و ... می‌داند. یکی دیگر از این نوع پژوهش‌ها مکانیابی سدهای مخزنی با استفاده از رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد که در سال ۱۳۸۹ توسط خداشناس و یاراحمدی با استفاده از تکنیک Dematel، AHP و Topsis صورت گرفته است. آنها در این پژوهش ضمن مشخص نمودن اولویت‌های سدهای مخزنی در ایران سه حوضه لرستان، کرمانشاه و همدان را به عنوان مناطق برتر جهت احداث سد مخزنی معرفی می‌نمایند.

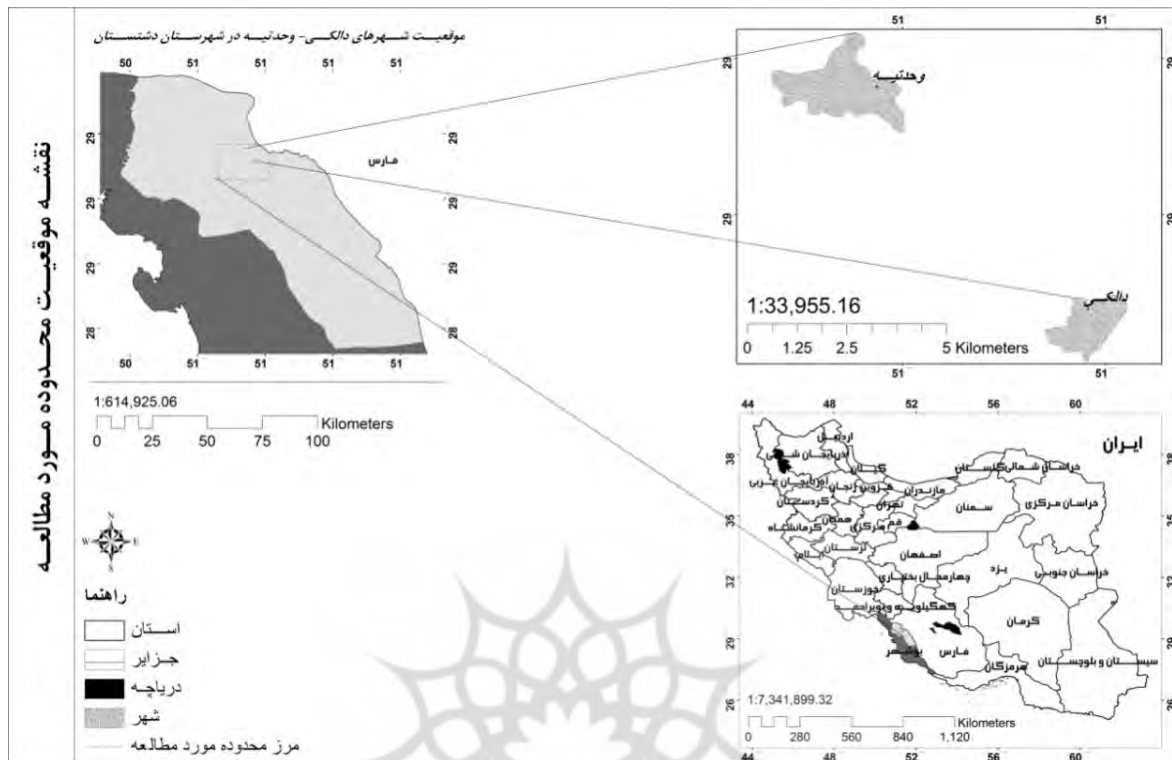
در پژوهشی دیگر عشورنژاد در سال ۱۳۹۱ به مکانیابی شعب جدید بانک‌ها در منطقه ۶ شهر تهران با استفاده از روش‌های ANP، Dematel و روش مجموع ساده وزنی پرداخت. نتایج حاصله از پژوهش حاکی از رابطه بسیار قوی بین متغیرهای این پژوهش است. همچنین جعفری (۱۳۹۱) ضمن بررسی شاخص‌های طبیعی و انسانی استان کهگیلویه و بویراحمد به معرفی مکان‌های مناسب جهت دفن زباله با استفاده از روش‌های AHP و Saw می‌پردازد. حسینی (۱۳۹۲) در پژوهش خود به بررسی و تعیین جهات بهینه توسعه آتی شهر رشت پرداخته و ضمن بررسی عوامل تأثیرگذار در این زمینه جهت جنوب شهر را به عنوان بهترین مکان برای توسعه فیزیکی این شهر معرفی می‌کند. همچنین پورا احمد (۱۳۹۳) با استفاده از روش AHP ضمن بررسی و شناخت عوامل طبیعی و انسانی مؤثر بر توسعه فیزیکی شهر سرخنگلاته؛ جهات شمالی، غربی و شمال شرقی شهر را مکانی مناسب جهت توسعه فیزیکی آتی این شهر معرفی می‌کند.

کرسیتیچ و همکاران (۱۳۹۳) در پژوهشی با عنوان استفاده از روش‌های ترکیبی MCDM مبتنی بر ANP Fuzzy و Dematel Fuzzy و ویکور فازی جهت گزینش مفهوم بهینه آمایش شهری، ضمن معرفی مفهوم آمایش شهری؛ سیستم تصمیم‌گیری چند معیاره را یک سیستم خبره معرفی نموده

معیاره است. MCDM در انواع موقعیت‌های واقعی مانند، برآورد ریسک، انتخاب مواد و ... کاربرد دارد (wang, 2016). این سیستم‌ها مجموعه‌ای از روش‌های تحلیلی است که به تصمیم‌گیران در حل مسائل پیچیده کمک می‌کند (جعفری و همکاران، ۱۳۹۱).

فرآیند سیستم تحلیل سلسله‌مراتبی از طریق مقایسات زوجی معیارها و زیرمعیارها به تصمیم‌گیرنده در انتخاب بهترین گزینه کمک می‌کند (Karanika, 2016). به این ترتیب که تصمیم‌گیرنده، معیارها و زیر معیارهای هر معیار را فقط به صورت دو به دو مقایسه می‌کند و نیازی به وزن دهی همزمان تمام معیارها وجود ندارد. Dematel و Saw نیز از دیگر روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و پرکاربرد برای رتبه‌بندی و امتیازدهی به معیارها و طبقات آن هستند. با این حال تاکنون بیشترین مطالعات پژوهشی در زمینه توسعه فیزیکی شهری با استفاده از مدل AHP صورت گرفته است. در روش Dematel تصمیم‌گیری بر پایه مقایسه زوجی است که براساس قضاوت خبرگان صورت می‌گیرد. در این روش مقایسه‌های زوجی ساده بوده و نیازمند آگاهی فرد از چگونگی فرایند Dematel نمی‌باشد. اما کیفیت نظر و گستره بینش و تخصص آنها از جوانب گوناگون مسأله در نتیجه حاصل از Dematel بسیار اثرگذار است ولی در روش Saw طبقات مختلف معیار نسبت به هم مقایسه نمی‌شوند و هر طبقه صرفاً بر اساس نظر فرد یا گروه یک امتیاز کسب می‌کند. مکانیابی بندر جدید در سواحل جنوب کشور از جمله پژوهش‌هایی است که با استفاده از مدل مجموع ساده وزین در سال ۱۳۸۳ توسط شهبازی مورد بررسی قرار گرفته است.

مطابق نتایج این پژوهش بندر امام خمینی و ساحل شمالی جزیره قشم مناسب‌ترین مکان جهت ایجاد بندر جدید در سواحل جنوب کشور هستند. در دیگر بررسی‌ها مطالعه روند توسعه فیزیکی شهر فیروزآباد از جمله پژوهش‌هایی است که در این زمینه توسط علی نژاد در سال ۱۳۸۹ صورت گرفته است. وی با استفاده از مدل AHP روند گسترش آتی



نگاره ۱: نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه

و با استفاده از این روش ۱۰ معیار آمایش شهری را در محدوده شهر بلگراد مورد بررسی قرار داده‌اند، نتایج این پژوهش حاکی از تأثیر بسیار بالای روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در انتخاب بهترین مفهوم از آمایش شهری و مدیریت خدمات شهری می‌باشد.

پاشانژاد و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهشی تحت عنوان ارزیابی میزان روایی روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه در تعیین پهنه‌های مناسب توسعه شهری، به بررسی و ارزیابی میزان روایی روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه چون روش‌های ویکور، روش مجموع ساده وزنی و Ahp در تعیین پهنه‌های مناسب توسعه شهری در شهرستان آذر شهر پرداخته‌اند.

مطابق با بررسی‌های این پژوهشگران روش تحلیل سلسله مراتبی با ضرایب صحت کلی ۱۴/۸۳ بیشترین مقدار روایی را در میان انواع روش‌های مورد ارزیابی برای پهنه‌بندی مناسب توسعه شهری به دست آورد.

۳- منطقه مورد مطالعه

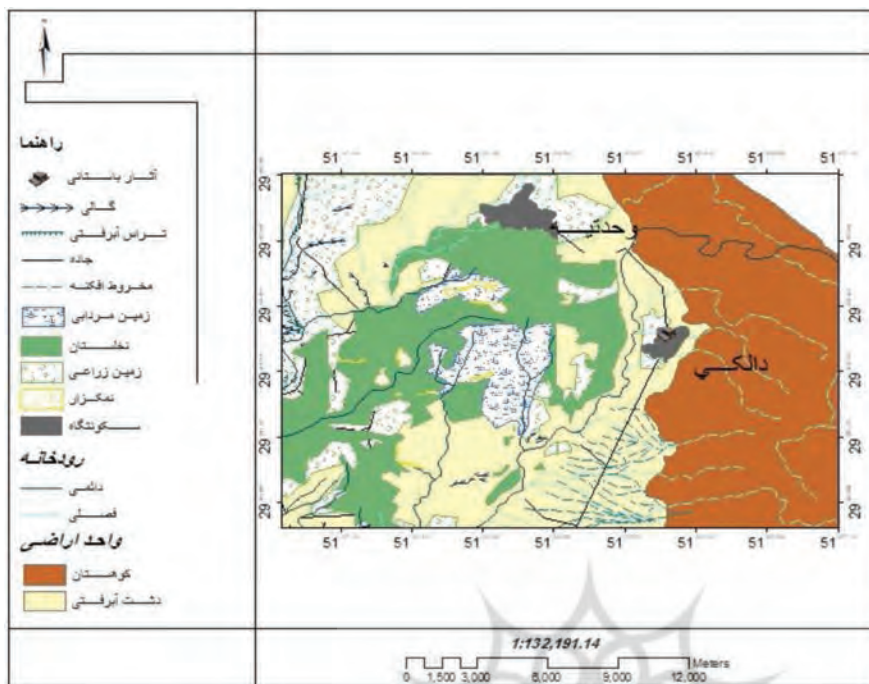
منطقه مطالعاتی در واحد زاگرس چین خورده واقع شده و از لحاظ جغرافیایی در محدوده ۵۱ درجه و ۱۴ دقیقه طول شرقی و ۲۹ درجه و ۲۱ دقیقه تا ۲۷ دقیقه عرض شمالی واقع شده است (نگاره ۱).

این محدوده از جنوب با شهر برازجان، از شرق با شهرهای شبانکاره، آب‌پخش و سعدآباد، از شمال با کوهستان و از شمال غرب با روستای بنه محمد همجوار می‌باشد. همچنین در این محدوده متوسط دما بین ۲۸/۲ درجه سانتیگراد، حداکثر سرعت باد غالب ۲۷ متر بر ثانیه و حداقل بارش ۲۸۳ و حداکثر ۳۲۴ میلیمتر و میانگین بلند مدت آن ۲۵۷/۵ میلیمتر می‌باشد.

۴- روش تحقیق

روش تحقیق در پژوهش حاضر، توصیفی - تحلیلی، از نوع کاربردی است. در این پژوهش با استفاده از روش‌های

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (ص ۳۰۵)
 ارزیابی محورهای بهینه توسعه شهرهای دالکی - وحدتیه ... / ۲۰۵



نگاره ۲: نقشه ژئو فرم‌های محدوده مورد مطالعه

منظور توسعه پایدار منطقه مورد مطالعه و بهره‌گیری پایدار و درخور، شناسایی و استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری مناسب ضروری به نظر می‌رسد.

جدول ۱. درجه اهمیت مقایسات زوجی

مقدار عددی	ترجیحات
۹	کاملاً مرجح
۷	ترجیح خیلی قوی
۵	ترجیح قوی
۳	کمی مرجح
۱	ترجیح یکسان
۲، ۴، ۶، ۸	ترجیح بین فواصل فوق

۱-۵- تکنیک AHP

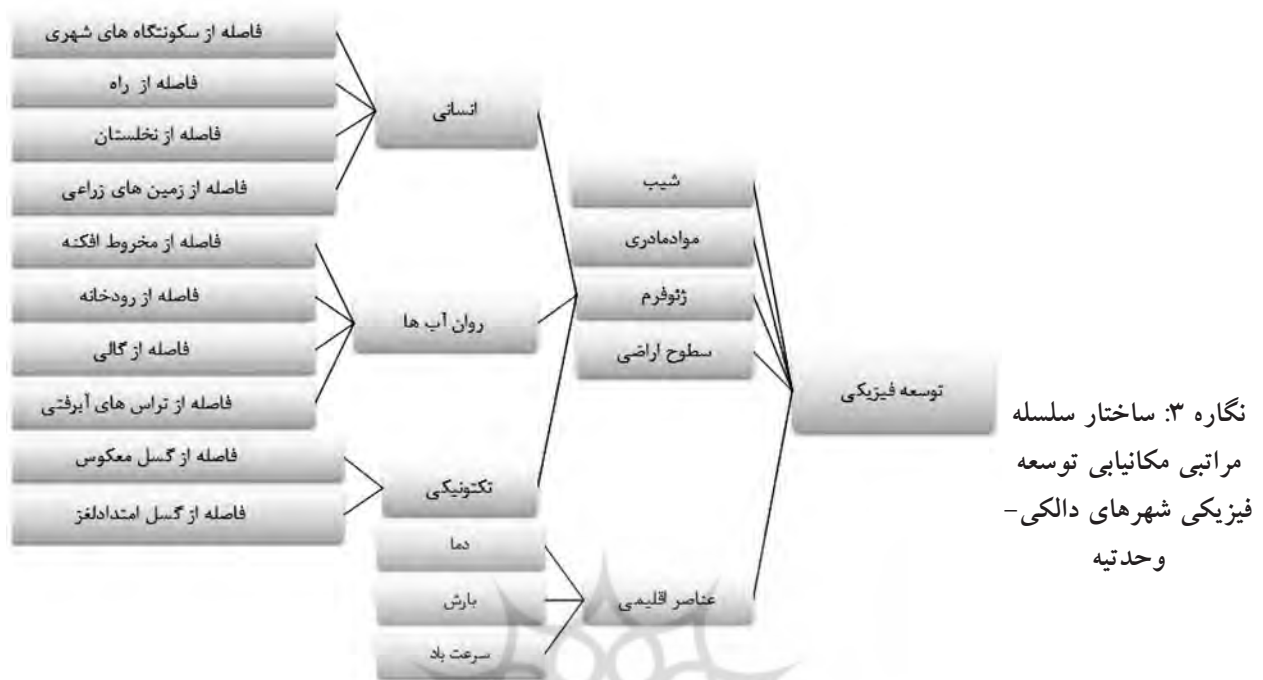
مرحله اول: تشکیل ساختار سلسله مراتبی

مرحله دوم: تهیه پرسشنامه و تشکیل ماتریس مقایسات زوجی
 این مرحله شامل تهیه پرسشنامه بر پایه ساختار سلسله مراتبی (نگاره ۳) و جدول درجه اهمیت مقایسات زوجی

میدانی و کتابخانه‌ای به گردآوری اطلاعات مورد نیاز پژوهش پرداخته و سپس با استفاده از نرم افزارهای Excel، AutoCad، Arc GIS و Google Earth و روش‌های مجموع ساده وزین، در دو مرحله به بررسی موضوع مورد مطالعه پرداخته شده است. بدین صورت که در مرحله اول با استفاده از نقشه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین شناسی و نقشه‌های ۱:۵۰۰۰۰ توپوگرافی - سری ۷۵۳k، برگ ۶۱۴۸ IV و I، ۶۲۴۸، مدل رقومی ارتفاعی (DEM) و تصاویر ماهواره‌ای به تهیه نقشه‌های ژئومورفولوژی به عنوان نقشه‌های مبنا پرداخته شد (نگاره ۲). در این روش تشخیص نوع عوارض ژئومورفولوژیکی بر اساس شکل خطوط منحنی میزان، نوع آبراهه‌ها و تصاویر ماهواره‌ای خواهد بود. در مرحله دوم با استفاده از روش AHP به وزندهی زیر معیارها و با روش‌های SAW، Dematel و AHP به وزندهی معیارهای اصلی پژوهش و در نهایت به تهیه نقشه نهایی پرداخته شد.

۵- یافته‌های تحقیق

برنامه‌ریزی مبتنی بر توان‌های سرزمین شاید بهترین راهکار در جلوگیری از ادامه بحران‌های موجود باشد. به



نگاره ۳: ساختار سلسله مراتبی مکانیابی توسعه فیزیکی شهرهای دالکی - وحدتیه

(جدول ۱) می گردد. بر این اساس ابتدا با توجه به جدول ۱ و نگاره ۳، ۲۰ پرسشنامه در بین پژوهشگران و اساتید متخصص در امور شهری توزیع و در مرحله بعد با توجه به بیشترین فراوانی و میانگین نظرات ماتریس های اولیه تهیه گردید (جدول ۲).

ب: محاسبه مقدار شاخص ناسازگاری (I.I): این مرحله مطابق با فرمول شماره (۱) محاسبه می گردد:

$$I.I = \frac{\lambda_{max} - N}{N - 1} \rightarrow \frac{5.320 - 5}{5 - 1} \rightarrow 0.080$$

پ: محاسبه نرخ ناسازگاری (RI): در این مرحله نرخ ناسازگاری از تقسیم شاخص ناسازگاری بر شاخص ناسازگاری ماتریس تصادفی (جدول ۳)؛ مطابق فرمول شماره (۲) محاسبه شد.

$$I.I = \frac{I.I}{R.I} \rightarrow \frac{0.080}{1.12} \rightarrow 0.071$$

۲-۵- روش Dematel

این روش با استفاده از اصول تئوری گرافها در ایجاد ساختار سیستم به صورت گرافهای جهت دار و عناصر تشکیل دهنده آن براساس نظر خبرگان، ساختار سلسله مراتبی (نگاره ۳) و از روابط تأثیرپذیری و تأثیرگذاری عوامل تشکیل می شود.

جدول ۲. ماتریس مقایسات زوجی اولیه

عناصر اقلیمی	سطوح اراضی	ژئو فرم ها	مواد مادری	شیب	توسعه فیزیکی
۶	۵	۴	۳	۱	شیب
۵	۴	۳	۱	۰/۳۳	موادمادری
۴	۳	۱	۰/۳۳	۰/۲۵	ژئو فرم ها
۳	۱	۰/۳۳	۰/۲۵	۰/۲۰	سطوح اراضی
۱	۰/۳۳	۰/۲۵	۰/۲۰	۰/۱۷	عناصر اقلیمی

مرحله سوم (محاسبه وزن): وزن عوامل در این محاسبه حاصل میانگین هر ردیف برای هر عامل می باشد.
 مرحله چهارم: محاسبه نرخ ناسازگاری: این مرحله شامل سه مرحله می گردد؛
 الف: بردار ویژه (λ_{max}):

جدول ۳. شاخص تصادفی بودن

۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	n
۴۹/۱	۴۵/۱	۴۱/۱	۳۲/۱	۲۴/۱	۱۲/۱	۹/۰	۵۸/۳	۰	RI

ماخذ: حکمت نیا، ۱۳۹۲: ۳۵۳

$$k = \frac{1}{\max \sum_{j=1}^n a_{ij}} \quad \text{فرمول (۳)}$$

$$k = \frac{1}{13} = 0.076$$

مرحله سوم: محاسبه ماتریس شدت نسبی ممکن از کلیه روابط مستقیم و غیرمستقیم: این مرحله از طریق فرمول شماره (۴) محاسبه می‌گردد. در این فرمول I ماتریس واحد می‌باشد. در ماتریس واحد (I) به تمام درایه‌های قطر اصلی عدد ۱ تعلق می‌گیرد.

$$M \times (I - M)^{-1} \quad \text{فرمول (۴)}$$

۳-۵ روش SAW

روش مجموع ساده وزنی احتمالاً یکی از ساده‌ترین روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه می‌باشد. در این روش رتبه نهایی هر گزینه به وسیله مجموع وزنی تمام مقادیر هر پارامتر تخمین زده می‌شود. این روش دارای سه مرحله اصلی است: ۱- نرمال سازی ماتریس داده‌ها. ۲- تعیین وزن (w) و ۳- در نهایت محاسبه رتبه کلی هر پارامتر. جزئیات دقیق این روش به شرح زیر است:

۱: همان طور که در قسمت قبل اشاره شد: داده‌های اصلی باید به ارزش قابل مقایسه‌ای با استفاده از یک روش متداول تبدیل گردند. برای تبدیل ارزش در تکنیک SAW روش‌های گوناگونی وجود دارد. این مرحله از طریق فرمول شماره (۵) محاسبه می‌گردد:

فرمول (۵): روش بی‌مقیاس سازی خطی

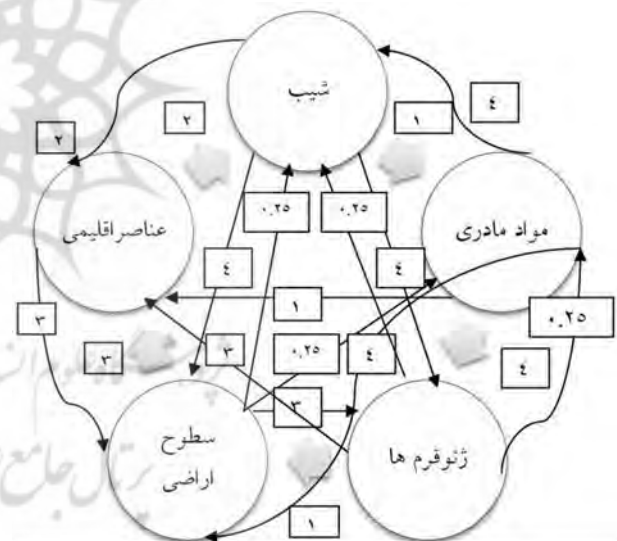
$$r_{ij} = \begin{cases} X_{ij} / X_{j+}, j \in \Omega_{Max} \\ X_{j-} / X_{ij}, j \in \Omega_{Min} \end{cases}$$

که در آن r_{ij} مقدار نرمال هر معیار، X_{j+} بیشترین مقدار هر ستون برای هر معیار مثبت، X_{j-} کمترین مقدار هر ستون برای هر معیار منفی و Ω_{Max} , Ω_{Min} به ترتیب اعضاء پارامترهای مثبت و منفی هستند.

جدول ۴. وزن پارامترها بر اساس روش AHP

رتبه	وزن نهایی	توسعه فیزیکی
۱	۰/۴۶	شیب
۲	۰/۲۶	موادمادری
۳	۰/۱۵	ژئو فرم‌ها
۴	۰/۰۹	سطوح اراضی
۵	۰/۰۵	عناصر اقلیمی
	۰/۰۷	نرخ ناسازگاری

ماخذ: نگارندگان



نگاره ۴: دیاگرام جهت دار اولیه

مرحله اول (تشکیل ماتریس ارتباطات مستقیم): در این مرحله از ۲۰ نفر از خبرگان امور شهری خواسته شده تا مطابق با جدول شماره ۵ پارامترها را اولویت‌بندی نمایند.

مرحله دوم: محاسبه ماتریس شدت نسبی حاکم بر روابط مستقیم: (در این مرحله ابتدا هر متغیر را در معکوس بیشترین مجموع ردیفی (k) ضرب می‌نماییم. همچنین k از طریق فرمول شماره (۳) محاسبه می‌گردد.

جدول ۵: درجه اهمیت مقایسات بر اساس روش Dematel

تأثیر خیلی زیاد	تأثیر زیاد	تأثیر کم	تأثیر خیلی کم	بدون تأثیر	ترجیحات
۴	۳	۲	۱	۰	مقدار عددی

مأخذ: (Bacudío, ۲۰۱۶)

جدول ۶: جدول ماتریس اولیه ارتباطات مستقیم (M)

ماتریس داده ها						
توسعه فیزیکی	شیب	مواد مادری	ژئو فرم ها	سطوح اراضی	عناصر اقلیمی	جمع سطری
شیب	۰	۱	۴	۴	۴	۱۱
مواد مادری	۴	۰	۴	۴	۱	۱۳
ژئو فرم ها	۰/۲۵	۰/۲۵	۰	۱	۳	۵
سطوح اراضی	۰/۲۵	۰/۲۵	۳	۰	۳	۷
عناصر اقلیمی	۲	۴	۴	۳	۰	۱۳

جدول ۷: ماتریس شدت نسبی ممکن از کلیه روابط مستقیم و غیر مستقیم

R	عناصر اقلیمی	سطوح اراضی	ژئو فرم ها	مواد مادری	شیب	توسعه فیزیکی
۰/۱۹	۰/۰۱	۰/۱۰	۰/۰۸	۰/۰۱	۰/۰۰	شیب
۰/۲۷	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۰	۰/۱۸	مواد مادری
۰/۱۱	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۲	ژئو فرم ها
۰/۱۶	۰/۰۵	۰/۰۰	۰/۰۹	۰/۰۰	۰/۰۲	سطوح اراضی
۱/۳۳	۰/۰۰	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۰۲	۰/۷۷	عناصر اقلیمی
-	۰/۱۳	۰/۴۴	۰/۴۸	۰/۰۲	۰/۹۹	J

جدول ۸: وزن پارامترها بر اساس روش Dematel

رتبه	R-J	R+J	J	R	توسعه فیزیکی
۱	-۰/۰۲	۰/۲۹	۰/۰۲	۰/۲۷	مواد مادری
۲	-۰/۱۳	۱/۴۷	۰/۱۳	۱/۳۳	عناصر اقلیمی
۳	-۰/۴۴	۰/۶۰	۰/۴۴	۰/۱۶	سطوح اراضی
۴	-۰/۴۸	۰/۵۹	۰/۴۸	۰/۱۱	ژئو فرم ها
۵	-۰/۹۹	۱/۱۸	۰/۹۹	۰/۱۹	شیب

لازم است ابتدا k و $\ln(m)$ را محاسبه کنیم. لازم به ذکر است که در این جا m تعداد گزینه ها است.

$$E_j = -K \sum_{i=1}^n [n_{ij} \ln(n_{ij})] \rightarrow \begin{cases} j=1, 2, 3, \dots, n \\ k = \frac{1}{\ln(m)} \end{cases} \quad (6) \text{ فرمول}$$

در نتیجه k مساوی است با:

$$k = \frac{1}{\ln(m)} \rightarrow \frac{1}{\ln(5)} = 0.621 \quad (7) \text{ فرمول}$$

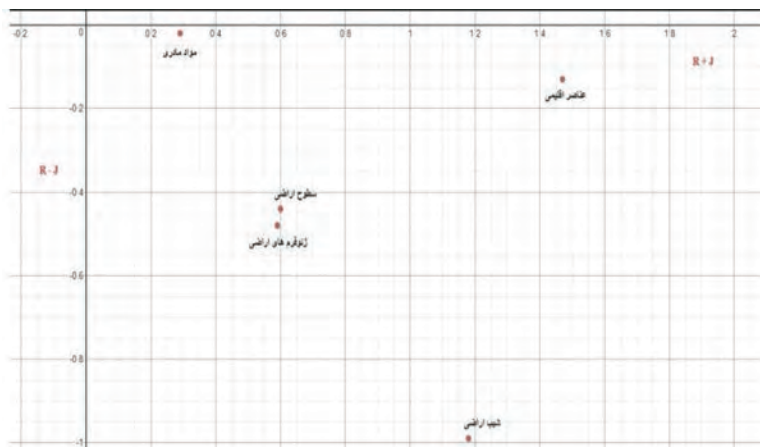
محاسبه درجه انحراف معیار: برای محاسبه درجه انحراف معیار از طریق فرمول زیر عمل می کنیم.

فرمول (۸)

$$d_j = 1 - E_j$$

۲: وزن دهی به شاخص ها: این مرحله از طریق روش آنتروپی صورت می گیرد. در این روش هرچه پراکندگی متغیرهای یک شاخص بیشتر باشد آن شاخص دارای اهمیت بیشتری است. برای محاسبه اوزن در این روش

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر)
 ارزیابی محورهای بهینه توسعه شهرهای دالکی-وحدتیه ... / ۲۰۹



نگاره ۵: گراف نهایی

شاخص‌ها	محدوده	امتیاز	نرمال سازی	LN(Pi)	Pi*Ln(Pi)	جمع	E	D	W
	۳-۲	۰.۳۳	۰.۱۱	-۲.۲۰	-۰.۲۴	-۱.۵۲	۰.۹۴	۰.۰۶	۰.۰۲
	۵-۷	۰.۵۶	۰.۱۹	-۱.۶۹	-۰.۳۱				
	۷-۸	۰.۷۸	۰.۲۶	-۱.۳۵	-۰.۳۵				
	۹-۱۵	۱.۰۰	۰.۳۳	-۱.۱۰	-۰.۳۷				
شیب	به بالا ۱۵	۰.۳۳	۰.۱۱	-۲.۲۰	-۰.۲۴	-۰.۹۶	۰.۶۰	۰.۴۰	۰.۱۷
مواد مادری	۹	۱.۰۰	۰.۳۳	-۱.۱۰	-۰.۳۷				
	۷	۰.۷۸	۰.۲۶	-۱.۳۵	-۰.۳۵				
	۳	۰.۳۳	۰.۱۱	-۲.۲۰	-۰.۲۴				
زئوفرم	۹	۱.۰۰	۰.۳۳	-۱.۱۰	-۰.۳۷	-۱.۰۸	۰.۶۷	۰.۳۳	۰.۱۳
	۷	۰.۷۸	۰.۲۶	-۱.۳۵	-۰.۳۵				
	۶	۰.۶۷	۰.۲۲	-۱.۵۰	-۰.۳۳				
سطوح اراضی	محدب	۰.۳۳	۰.۱۱	-۲.۲۰	-۰.۲۴	-۰.۵۶	۰.۳۵	۰.۶۵	۰.۲۷
	مسطح	۱.۰۰	۰.۳۳	-۱.۱۰	-۰.۳۷				
عناصر اقلیمی	دما	۰.۳۳	۰.۱۱	-۲.۲۰	-۰.۲۴	-۰.۲۲	۰.۰۱	۰.۹۹	۰.۴۱
	بارش	۰.۷۸	۰.۲۶	-۱.۳۵	-۰.۳۵				
	سرعت باد	۰.۵۶	۰.۰۰	-۷.۴۷	۰.۰۰				

نگاره ۶. وزن اولیه شاخص‌ها

که در آن S_i وزن نهایی هر عامل، w_j وزن هر معیار، و r_{ij} نرمال شده هر متغیر از هر معیار است. به بیانی دیگر، در روش مجموع ساده وزنی گزینه‌ای انتخاب می‌شود که: (S_i) آن از بقیه گزینه‌ها بیشتر باشد (Wang, 2016).

بر این اساس و مطابق با جدول (۹) مواد مادری و عناصر اقلیمی به ترتیب با میزان: ۰/۳۵ و ۰/۲۰ به ترتیب بیشترین رتبه را به خود اختصاص می‌دهند.

محاسبه وزن هر یک از شاخص‌ها: برای محاسبه وزن هر یک از شاخص‌ها از طریق فرمول زیر عمل می‌کنیم.

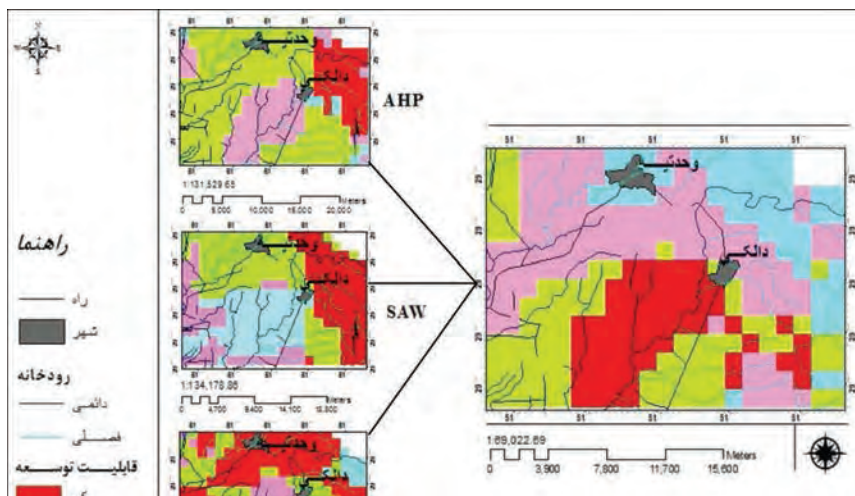
$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{i=1}^n d_i}$$

فرمول (۹)

۳: انتخاب بهترین گزینه (S_i) :

$$S_i = \sum_{j=1}^n W_j \times r_{ij}$$

فرمول (۱۰)



نگاره ۷: نقشه توسعه پیشنهادی

مرحله نهایی (تلفیق نقشه‌ها و تولید نقشه نهایی): این مرحله از همپوشانی نقشه‌های وزن‌دار با روش‌های SAW, Dematel و AHP بدست می‌آید.

به طوری که از تلفیق لایه‌های وزن‌دهی شده در هر روش نقشه توسعه فیزیکی مجزا و منطبق بر هر یک از این روش‌ها در محیط نرم‌افزار Arc GIS تهیه گردید (نگاره ۷). لازم به ذکر است که در پژوهش حاضر تمامی اوزان با استفاده از نرم‌افزار اکسل محاسبه گردیده است.

۶- نتیجه‌گیری

توسعه فیزیکی شهری جزء مسائل اساسی رشد شهری است و اگر توسعه فیزیکی در شهرها مکانیابی بهینه نشود اثرات منفی بسیاری را چه از جنبه طبیعی و چه از جنبه انسانی برای شهرها به بار خواهد آورد. از این رو در پژوهش حاضر پس از تهیه نقشه‌های اقلیمی و ژئومورفولوژیکی محدوده مورد مطالعه و با استفاده از سه مدل سیستم تحلیل سلسله مراتبی، مجموع ساده وزنی و Dematel به بررسی این موضوع پرداختیم. همچنین نکته حائز اهمیت در این پژوهش یکسان بودن پارامترها برای هر سه مدل می‌باشد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که:

۱: با توجه به شرایط خاص ژئومورفولوژیکی و اقلیمی محدوده مورد مطالعه که به آن اشاره شد مناسب‌ترین مکان جهت توسعه این شهر در روش تحلیل سلسله مراتبی شرق

جدول ۹: وزن عناصر بر اساس روش Saw

رتبه	S_i	شاخص
۱	۰/۳۵	مواد مادری
۲	۰/۲۰	عناصر اقلیمی
۳	۰/۰۷	ژئو فرم
۴	۰/۰۴	سطوح اراضی
۵	۰/۰۲	شیب

جدول ۱۰: وزن نهایی با استفاده از روش میانگین رتبه‌ها

رتبه نهایی	میانگین رتبه‌ها	توسعه فیزیکی
۱	۱/۳۳	مواد مادری
۲	۳	عناصر اقلیمی
۳	۳/۳۳	ژئو فرم‌ها
۴	۳/۶۷	شیب
۴	۳/۶۷	سطوح اراضی

ماخذ: محاسبات نگارندگان

استراتژی‌های اولویت‌بندی

ممکن است با توجه به تکنیک‌های مختلفی که ذکر شد، رتبه‌بندی‌های متفاوتی برای یک مسأله واحد بدست بیاید، بنابراین برای حل این مشکل، می‌توان از روش‌های ادغام گوناگون مانند (روش میانگین رتبه‌ها، روش بردار و روش کپلند) استفاده نمود. روش ادغام در پژوهش حاضر روش میانگین رتبه‌ها می‌باشد.

منابع و مآخذ

- ۱- آفریده، اسدی؛ فائزه، اکرم؛ ۱۳۹۳؛ پتانسیل سنجی توسعه فیزیکی شهر جدید پردیس با تأکید بر شاخص‌های ژئومورفولوژی، پژوهش‌های جغرافیایی برنامه‌ریزی شهری، دوره ۲، شماره ۴، صص ۵۴۰-۵۲۱.
- ۲- اصغری زمانی، اکبر؛ ۱۳۹۰؛ رویکردی بر تأثیرات شاخص‌های توسعه پایدار شهری در مکانیابی توسعه بهینه مناطق شهری (مطالعه موردی: بخش مرکزی شهرستان تبریز)، مجله کاربرد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در برنامه‌ریزی دانشگاه آزاد سمنان، سمنان، شماره ۳، صص ۲۱-۳۳.
- ۳- پوراحمد، احمد؛ ۱۳۹۳؛ مکانیابی بهینه جهات توسعه فیزیکی شهر سرخنگلاته با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (Ahp)، جغرافیا و توسعه، شماره ۳۷، صص ۱۶۷-۱۶۴.
- ۴- پورمحمدی، محمدرضا؛ ۱۳۹۱؛ برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری، تهران: انتشارات سمت، چاپ هشتم.
- ۵- تقی‌زاده، موسوی؛ عبدالحکیم، سیدحجت؛ ۱۳۸۸؛ تهیه نقشه ژئومورفولوژی شاهرود، مجله پژوهش‌های علوم انسانی نقش جهان، دانشگاه اصفهان، شماره ۲، صص ۸۳-۷۳.
- ۶- جعفری، حمیدرضا؛ ۱۳۹۱؛ مکانیابی دفن پسماندهای شهری با استفاده از AHP و SAW در محیط (مطالعه موردی: استان کهگیلویه و بویراحمد)، محیط‌شناسی، شماره ۶۱، صص ۱۴۰-۱۳۱.
- ۷- حسین‌زاده دلیر، هوشیار؛ کریم، حسن؛ ۱۳۸۵؛ دیدگاه‌ها، عوامل و عناصر مؤثر در توسعه فیزیکی شهرهای ایران، شماره ۶، صص ۲۲۶-۲۱۳.
- ۸- حسینی، پوراحمد؛ سیدعلی، احمد؛ ۱۳۹۲؛ چشم‌انداز جغرافیایی در مطالعات انسانی، شماره ۲۳، صص ۷۲-۵۷.
- ۹- حکمت‌نیا، موسوی؛ حسن، میرنجف؛ ۱۳۹۲؛ کاربرد مدل در جغرافیا با تأکید بر برنامه‌ریزی شهری و ناحیه‌ای، چاپ سوم، تهران: انتشارات آزادپیما.
- ۱۰- خداشناس، یاراحمدی؛ سعیدرضا، نیلوفر؛ ۱۳۸۹؛ مکانیابی سدهای مخزنی با استفاده از رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره، نهمین کنفرانس هیدرولیک ایران، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، صص ۱۴-۵.

و جنوب غرب برای شهر دالکی و برای وحدتیه در سطح متوسط تمامی جهات، همچنین در روش مجموع ساده وزنی جنوب و جنوب غرب و برای شهر وحدتیه در حد متوسط برای تمامی جهات، در روش Dematel جهات جنوب و جنوب غرب برای شهر دالکی و برای شهر وحدتیه در تمامی جهات دارای محدودیت است، و در روش ادغام رتبه‌ها جهت شرق و شمال برای شهر دالکی و برای شهر وحدتیه در تمامی جهات هیچگونه محدودیتی وجود ندارد.

۲: هر چند دو مدل Dematel و روش تحلیل سلسله مراتبی هر دو به مقایسه زوجی هر عنصر نسبت به سایر پارامترها می‌پردازد، اما به دلیل اینکه مدل Dematel صرفاً به تأثیرگذاری و تأثیرپذیری یک عنصر نسبت به سایر پارامترها می‌پردازد؛ با این حال مدل AHP به دلیل مقایسه وزن طبقات هر معیار بر اساس ترجیح یک طبقه نسبت به تمام طبقات آن معیار، آن هم بدون تأثیرگذاری و یا تأثیرپذیری نتایج بهتری را ارائه می‌دهد.

روش مجموع ساده وزنی نیز به دلیل تعیین مستقیم اوزان دارای نتایج ضعیف‌تری نسبت به سایر مدل‌ها است. از اینرو با توجه به تضاد نتایج نهایی وزن دهی پارامترها؛ در این نوشتار به ادغام اوزان با استفاده از روش میانگین رتبه‌ها پرداخته شد. نتیجه نهایی حکایت از تناسب اراضی جنوب شرق، شمال، شمال شرق و دامنه‌های شرقی محدوده مورد مطالعه دارد (نگاره ۷).

۳: بر اساس بررسی‌های انجام شده با روش Dematel هر چه مقدار R-J هر پارامتر بیشتر باشد آن عنصر تأثیرگذارترین پارامتر نسبت به سایر پارامترها بوده و بیشترین رتبه را به خود اختصاص می‌دهد. همچنین هر چه میزان R+J بیشتر باشد، آن عامل تعامل بیشتری با سایر عوامل در توسعه فیزیکی دارد. بر این اساس و مطابق با محاسبات انجام شده مواد مادری و عناصر اقلیمی به ترتیب با R-J: (۰/۰۲- و ۰/۱۳-) تأثیرگذارترین عوامل و عناصر اقلیمی و شیب با R+J (۱/۱۸ و ۱/۴۷) متعامل‌ترین پارامترها در زمینه توسعه فیزیکی شهری هستند.

- ۱۱- رامشت، محمد حسین؛ ۱۳۸۵؛ نقشه‌های ژئومورفولوژی (نمادها و مجازها)، انتشارات سمت، تهران، چاپ دوم.
- ۱۲- رجائی، عبدالحمید؛ ۱۳۸۷؛ کاربرد جغرافیای طبیعی در برنامه‌ریزی شهری و روستایی، انتشارات سمت، تهران.
- ۱۳- روستایی، جباری؛ شهرام، ایرج؛ ۱۳۸۶؛ ژئومورفولوژی مناطق شهری، انتشارات سمت، تهران.
- ۱۴- زبردست، اسفندیار؛ کاربرد فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، دانشگاه تهران، مجله دانشکده هنرهای زیبا، شماره ۱۰، صص ۲۰.
- ۱۵- زیاری، کرامت الله؛ ۱۳۸۸؛ برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری، تهران: انتشارات دانشگاه تهران، چاپ هفتم.
- ۱۶- سرور، خیری‌زاده؛ هوشنگ، منصور؛ ۱۳۹۳؛ نقش عوامل محیطی در امکان‌سنجی توسعه فیزیکی بهینه شهر ملکان، مجله پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال پنجم، شماره ۱۸، صص ۹۵-۱۱۴.
- ۱۷- سعیدنیا، احمد؛ ۱۳۸۳؛ کتاب سبز راهنمای شهرداری‌ها، تهران: انتشارات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور، جلد اول.
- ۱۸- شایان، پرهیزکار؛ سیاوش، اکبر؛ ۱۳۸۸؛ تحلیل امکانات و محدودیت‌های ژئومورفولوژیک در انتخاب محورهای توسعه شهری (نمونه موردی: شهرداراب)، دوره ۱۳، شماره ۳، صص ۵۳ - ۳۱.
- ۱۹- عشورنژاد، غدیر؛ ۱۳۹۱؛ مکانیابی شعب جدید بانک‌ها و مؤسسات مالی و اعتباری با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی (Fuzzy ANP)، مجله پژوهش و برنامه‌ریزی، سال دوم، شماره ۷، صص ۲۰-۱.
- ۲۰- عظیمی حسینی، محمد؛ ۱۳۹۰؛ کاربرد GIS در مکانیابی، تهران: انتشارات مهرگان قلم، چاپ دوم.
- ۲۱- عنابستانی، صالحی؛ علی اکبر، طاهره؛ ۱۳۸۹؛ سنجش پایداری سکونتگاه‌ها در مخروط افکنه‌ها (مطالعه موردی: دشت جوین)، فصلنامه جغرافیا و مطالعات محیطی، شماره ۳، صص ۹۴-۸۵.
- ۲۲- قرخلو، مهدی؛ ۱۳۹۰؛ مکانیابی مناطق بهینه توسعه فیزیکی شهر بابلسر بر مبنای شاخص‌های طبیعی، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۲۳، صص ۱۲۲-۹۹.
- ۲۳- کرم، محمدی؛ امیر، اعظم؛ ۱۳۸۸؛ ارزیابی و پهنه‌بندی تناسب زمین برای توسعه فیزیکی شهر کرج و اراضی پیرامونی بر پایه‌ی فاکتورهای طبیعی و روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، فصلنامه جغرافیای طبیعی، شماره ۴، صص ۷۴-۵۹.
- ۲۴- معتمد، مقیمی؛ احمد، ابراهیم؛ ۱۳۷۸؛ کاربرد ژئومورفولوژی در برنامه‌ریزی، انتشارات سمت.
- ۲۵- مهتابی اوغانی، نجفی؛ مرضیه، اکبر؛ ۱۳۹۲؛ مقایسه دو روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس در مکانیابی محل دفن پسماندهای شهری (مطالعه موردی: شهر کرج)، مجله سلامت و محیط، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی انجمن علمی بهداشت محیط ایران، دوره ۶، شماره ۳، صص ۳۵۲-۳۴۱.
- ۲۶- مهندسین مشاور پارسوماش؛ ۱۳۸۸؛ طرح جامع-تفصیلی شهر آپخش، شیراز: سازمان مسکن و شهرسازی استان بوشهر.
- ۲۷- ولی خانی، چرخابی؛ نیلوفر، امیرحسین؛ ۱۳۹۰؛ کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی و تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) در پهنه‌بندی درجه تناسب توسعه فیزیکی اراضی شهری (مطالعه موردی: شمال شهرکرج)، مجله کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، سال دوم، شماره ۲، صص ۱۳-۱.
- 28- Applied Mathematics and Computation, Volume 279, Pp: 103-124.
- 29- Bacudio, L.R, 2016, Analyzing barriers for implementing industrial symbiotic, Sustainable Production and Consumption, Pp: 1-9.
30. Celik, Erkan, Akyuz, Emre, 2015, A fuzzy DEMATEL method to evaluate critical operational hazards during gas freeing process in crude oil tankers, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Volume 38, Pp: 243-253.
- 31- Govindan, Kannan, Chaudhuri, Atanu, 2016, Interrelationships of risks faced by third party logistics service, providers: A DEMATEL based approach, Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, Volume 90, Pp: 177-195.
- 32- Wang, Peng, 2016, A novel hybrid MCDM model combining the SAW, TOPSIS and GRA Methods Based on experimental design, Information Sciences, Volume 345, Pp: 27-45.