تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۳/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۹/۱۶

مقایسه عملکردی مدلسازی تکنیک CCR -AP در فضای پیوسته داده‌ای با رویکردهای متداول چندشاخصه (مورد پژوهشی: خدمات بهداشتی-درمانی آبادی‌های استان آذربایجان‌غربی)

فرهاد برندک*، حامد عبداللهی
کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه پیام نور رشت
فردین قاسم زاده
کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری دانشگاه شهیدبهشتی
هادی کریمی
کارشناسی ارشد، جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه گیلان

چکیده

فنون و روش‌های ریاضی برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری اگرچه جوابی بهینه را ارایه می‌دهند؛ اما تحت شرایط و مفروضات خاصی از این توانایی برخوردار هستند. علی‌رغم دامنه وسیع کاربرد تصمیم-گیری‌های چند معیاره در دنیای واقعی، این رویکرد نیز محدودیت‌ها و چالش‌های خاص خود را دارد. رویه‌هایی نیز برای انتخاب متدمناسب وجود دارد که البته بعضا این رویه‌ها ابزاری برای حذف تکنیک‌ها تا انتخاب تکنیک مناسب می‌شوند. در روش شناسی پژوهش حاضر، تکنیک‌های چندشاخصه معمول که کاربرد متنوع و زیادی در تحقیقات داشته، با رویکرد بهینه DEA(CCR)-AP مورد مقایسه تطبیقی قرار گرفته است. برای استفاده از تکنیک DEA(CCR)/AP معرفی ورودی‌ها و خروجی‌ها ضروری است. در پژوهش حاضر، روش تحلیل پوششی داده‌ها در فضای پیوسته مدلسازی شده است. بدین ترتیب که تمامی شاخص‌های ماتریس تصمیم، به عنوان خروجی مدل تحلیل پوششی داده‌ها و هریک از گزینه‌های این ماتریس به عنوان یک واحد تصمیم گیرنده (DMU) در نظر گرفته شده است. نتایج کلی این آزمون نشان می‌دهد که مدلسازی تکنیک CCR-AP در فضای پیوسته داده‌ای با تکنیک‌های معمول چندشاخصه(تاپسیس، ویکور، پرومته و SAW) همبستگی معنادار مثبتی دارد. این همبستگی در بیشترین ارزش خود، در مقایسه با تکنیک تاپسیس ارزیابی شده است.

کلمات کلیدی: تکنیک‌های چند شاخصه، روش - CCR AP، مقایسه تطبیقی، آذربایجان غربی

نویسنده مسئول: فرهاد برندک، کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه پیام نور رشت، farhadbarandak20@gmail.com

مقدمه

در کشورهای در حال توسعه، سطوح توسعه به دلیل رشد سریع و نامتقارن و عدم توسعه متناسب مناطق و اختصاص غیراصولی منابع و امکانات به مناطق برخوردار و محرومیت سایر مناطق بخصوص مناطق روستایی دستخوش نابرابری‌های چشمگیر در سطح منطقه‌ای گردیده است که در موارد بسیاری نیز در حال افزایش است و عدم توسعه آنها را در تمام ابعاد سبب شده است (نظم‌فر و همکاران، ۱۳۹۴، ۱۸۱). از سوی دیگر بررسی‌های تجربی روشن می‌کند که وجه ممیزه و مشخصه شهرنشینی جهان سومی فعلی، ناموزونی و بی عدالتی است که این نابرابری‌ها در سه سطح متجلی می‌شوند(وارثی و همکاران، ۱۳۸۶: ۹۲):

۱- نابرابری در فرصت‌های امرار معاش در بخش‌های شهری و روستایی؛

۲- نابرابری از یک شهر تا شهر دیگر، به دلیل تمرکز منابع محدود در پایتخت‌ها؛

۳- نابرابری اقتصادی درون شهری میان توده‌ها و یک گروه کوچک نخبه توانگر؛

این عدم تعادل‌ها و نابرابری، بجز آسیب‌های ذاتی ممکن است در کارایی و انتظارات اقتصاد ملی نیز خلل ایجاد کند.

مطالعات متنوعی از برخورداری سکونتگاه‌ها از خدمات زیستی نظیر: شاعلی (۱۳۷۹)، حاتمی‌نژاد و همکاران(۱۳۸۷)، رستمی و شاعلی (۱۳۸۸)، عباسی (۱۳۸۸)، ذاکریان و همکاران (۱۳۸۹)، وارثی و همکاران (۱۳۹۰)، تقوایی و کیومرثی (۱۳۹۰)، داداش پور و رستمی (۱۳۹۰)، امانپور و همکاران (۱۳۹۲)، مرصوصی و خزایی(۱۳۹۳)، نیک‌پور و همکاران (۱۳۹۴)، توکلی نیا و همکارن (۱۳۹۴)، صورت پذیرفته است. لذا در پژوهش حاضر، با توجه به اهداف مقاله، از مدلهای معمول چندشاخصه نظیر Topsis، Vikor، Saw و Promethee و همچنین مدل رتبه بندی بهینه DEA(CCR)-AP برای سنجش سطوح توسعه خدمات بهداشتی-درمانی آبادی‌های شهرستان‌های استان آذربایجان غربی بهره برده شده است.

رویه‌های متفاوتی برای انتخاب تکنیک‌ها وجود دارد ولی دنپونشن و همکاران (۱۹۸۳) فهرست جامعی از روش‌های متفاوت تهیه کردند و چنین نتیجه گرفتند که تطبیق این روش‌ها در قالب یک چارچوب کلی مشکل است.

آذر و وفایی (۱۳۸۹) برای اندازه گیری کارآیی مدل‌های چند شاخصه از روش تحلیل پوششی داده‌ها استفاده نمودند. در اندازه گیری کارآیی این مدلها به کمک روش تحلیل پوششی داده‌ها از ۱۳ شاخص موثر در انتخاب مدل، به عنوان خروجی تکنیک یادشده استفاده شده است. در نهایت، روش AHP، به عنوان مناسبترین و کارترین، و روش‌های Permutation، Madian Ranking METHOD، وmrs به عنوان نامناسب‌ترین روش‌ها معرفی شده‌اند.

محمدی زنجیرانی و همکاران (۱۳۹۳) برای اندازه‌گیری کارایی متقاطع گزینه‌ها (واحدهای تصمیم‌گیرنده) از روش تلفیقی تحلیل پوششی داده‌ها و تحلیل سلسله‌مراتبی استفاده نمودند. نتیجه حاصل شامل یک جواب قطعی بهینه در فضای پیوسته است که می‌توان از آن به عنوان معیاری برای تحلیل فاصله و سنجش عملکرد تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه (با عنایت به آزمون‌های آمار استنباطی) استفاده کرد. در مطالعه حاضر، جواب‌های حاصل از حل یک ماتریس تصمیم مشخص به وسیله چهار روش معمول AHP، TOPSIS، SAW و ELECTRE با جواب قطعی (پیوسته) همین ماتریس مقایسه شده است. بررسی‌ها حاکی از آن است که، تکنیک AHP با میانگین رتبه ۱/۷۱ نزدیک‌ترین میانگین را به تکنیک DEA/AHP با میانگین رتبه ۱/۷۶ دارا می‌باشد.

پور اصغر و همکاران (۱۳۹۲)، برای مقایسه تکنیک‌های چند شاخصه نظیر: روش تحلیل مولفه‌های اصلی، روش تحلیل عاملی، روش مک گراناهان، موریس و روش Z استاندارد از همبستگی اسپرمن استفاده نمودند. یافته‌های تحقیق آنها نشان داد که تمامی روش‌ها ارتباط معنی داری با یکدیگر دارند، اما این رابطه در برخی از روش‌ها از جمله روش مک گراناهان با روش تحلیل مولفه‌های اصلی بیشتر است.

تصمیم گیری در مورد مدلهای چند شاخصه

مدل نمادی از واقعیت است که ویژگی‌های دنیای واقعی را به صورتی ساده و کلی بیان می‌کند در واقع مدل رفتار یک پدیده را در دنیای واقعی با استفاده از چندین عامل (متغیر) ارائه می‌کند. بعلاوه برداشتی از واقعیت است که برای توضیح مفاهیم و تقلیل پیچیدگی جهان به نحوی قابل درک بوده، ویژگی‌های آن به راحتی مشخص شود، مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین بهترین مدل مدلی است که با کمترین تعداد متغیر و عامل بهترین نتیجه را به دست دهد (حسن‌پور، ۱۳۹۰: ۲۶). مدلها مبدا و منشأ خود را در رشته‌های مختلف دارند. جمعیت شناس‌ها مدل‌های ریاضی را برای سال‌های متمادی بکار برده‌اند، در سالهای اخیر اقتصاددانان توانستند مدل‌هایی را در اقتصاد شهری و منطقه‌ای توسعه دهند. ابزارهای تحلیل برنامه‌ریزی، دامنه گسترده‌ای از مفاهیم و فنون را در برمی‌گیرند که به منظور درک و بیان ماهیت شهرها و پیش‌بینی پیامدهای تغییر آن‌ها، توسعه یافته‌اند. این دامنه، از روش‌های پایه آماری توصیفی تا ساخت الگوهای پیچیده‌تر ریاضی را دربر می‌گیرد. الگو صرفا راهی برای ارائه واقعیت‌هایی است که در قالب آن اشیای دنیای واقعی و روابط آنها، به صورت فیزیکی یا التزامی مرتبط با ویژگی‌های آنان بیان می‌شود. ارزش آن‌ها در این است که در وضعیتی که امکان تجربه در دنیای واقعی وجود ندارد، درک انسان از واقعیت را بهبود می‌بخشد (پورمحمدی و همکاران، ۱۳۹۱: ۶). احتمالا مهمترین چالش در علوم، اتخاذ تصمیم در موقعیت‌های مختلف است و این مسئله‌ای است به قدمت نوع بشر. MADM که یکی از شناخته‌شده‌ترین شاخه‌های تصمیم‌گیری است دارای تنوع تکنیکی بسیار گسترده‌ای است (آذر و وفاهی، ۱۳۸۹: ۲۴) که امروزه در زمینه‌های متعدد و مختلف به طور وسیع مورد استفاده قرار می‌گیرند. دلیل این امر توانایی و قابلیت بالای این روش‌ها در مدل‌سازی مسایل واقعی و سادگی و قابل فهم بودن آن‌ها برای اکثر کاربران می‌باشد.

فنون و روش‌های ریاضی برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری اگرچه جوابی بهینه را ارایه می‌دهند؛ اما تحت شرایط و مفروضات خاصی از این توانایی برخوردار هستند. طبیعی است که حل مسایل تصمیم‌گیری چند معیاره دارای پیچیدگی است و به راحتی امکان‌پذیر نمی‌باشد به ویژه آنکه اغلب معیارهای مورد نظر با یکدیگر تعارض داشته؛ افزایش مطلوبیت یکی می‌تواند باعث کاهش مطلوبیت برای دیگری شود. به همین دلیل روش‌هایی تحت عنوان تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) توسعه داده شده‌اند که به حل مسایل مزبور کمک می‌کنند (زنجیرانی و همکاران، ۱۳۹۳: ۶۶). بسیاری از تصمیمات به اندازه‌ای پیچیده‌اند که فرد تجزیه و تحلیل کننده با فردی که تصمیم نهایی را می‌گیرد؛ متفاوت است. علی‌رغم دامنه وسیع کاربرد تصمیم‌گیری‌های چند معیاره در دنیای واقعی، این رویکرد نیز محدودیت‌ها و چالش‌های خاص خود را دارد. این تحلیل‌گراست که تشخیص دهد از کدام روش (برای تعیین وزن و یا ارزیابی گزینه‌ها) استفاده کند و یا در چه موقعیتی تنها بخشی از روش را به کار ببرد.

مدل CCR

مدل CCR از روش‌های مطرح در تحلیل پوششی داده‌ها می‌باشد که در سال۱۹۷۸، چارنز، کوپر و رودز معرفی کردند و به مدل CCR معروف است. در این مدل که یک الگوی برنامه‌ریزی خطی است به دنبال حداکثر کردن امتیاز کارایی نسبی واحد P از طریق انتخاب مجموعه‌ای از اوزان برای تمامی ورودی‌ها و خروجی‌ها است. این درحالی است که امتیاز هر واحد باید کوچکتر یا مساوی ۱ شود.

(۱)

$$\text{MAX}_{w_P} = \sum_{r=1}^{S} u_r y_{rp} \quad \text{(CCR}_{D'}\text{-I)}$$

ST:

$$\sum_{i=1}^{k} v_i x_{ip} = 1$$

$$\sum_{r=1}^{S} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{k} v_i x_{ij} \le 0 \qquad j = 1,\ldots, n$$

$$u_r \ge 0 \qquad r = 1,\ldots, s$$

$$v_i \ge 0 \qquad i = 1,\ldots, k$$

در این مدل w_p کارایی نسبی واحد تصمیم گیری p است (DMU_P)، به عبارت دیگر، مدل به دنبال یافتن حداکثر ستانده با توجه به محدودیتهای نهاده‌ای است. x_i و y_r به ترتیب، بیانگر k ورودی و s خروجی برای n واحد تحت بررسی است. بردارهای v و u نیز به ترتیب، اوزان ورودی‌ها و

خروجی‌ها را نشان می‌دهند. محدویت اول در واقع مخرج تابع هدف اولیه کسری است که از این طریق می‌توان مدل را در قالب یک برنامه‌ریزی خطی حل کرد. محدویت دوم این اطمینان را می‌دهد که تحت مجموعه انتخاب شده از اوزان، امتیاز کارایی هیچ کدام از واحدهای تصمیم‌گیری بیشتر از عدد ۱ نشود. مدل فوق برای هر یک از واحدهای تصمیم‌گیری باید به اجرا درآید تا کارایی نسبی تک‌تک واحدها مشخص شود.

مدل شرح داده شده به CCR ورودی مبنا معروف است که سیاست آن برای رسیدن یک واحد تصمیم‌گیری ناکارآ به سطح پوشش (مرز کارایی)، ثابت نگه داشتن مقدار ورودی‌ها و افزایش متناسب خروجی‌ها است. در مقابل این روش، روش دیگری نیز وجود دارد که خروجی‌ها را مبنای کار خود قرار می دهد. سیاست این روش که CCR خروجی مبنا نامیده می‌شود، برای رسیدن یک واحد تصمیم‌گیری ناکارآ به سطح پوشش، ثابت نگه داشتن خروجی‌ها و کاهش متناسب ورودی‌ها است. در مدل CCR فرض می‌شود که تولید، بازده به مقیاس ثابت دارد. یعنی اگر ورودی‌های دو برابر شوند، خروجی‌ها افزایش بیش از دو برابر داشته باشد، بازده به مقیاس افزایشی و اگر افزایشی کمتر از دو برابر داشته باشد، بازده به مقیاس، کاهشی است.

مدلسازی تحقیق حاضر از روش CCR، به صورت پیوسته داده‌ای بوده است. به طوری که همه شاخص‌ها به عنوان خروجی تکنیک، مطرح شده و یک ورودی ثابت به همه واحدها اختصاص می‌یابد.

مدل اندرسون-پیترسون(AP)

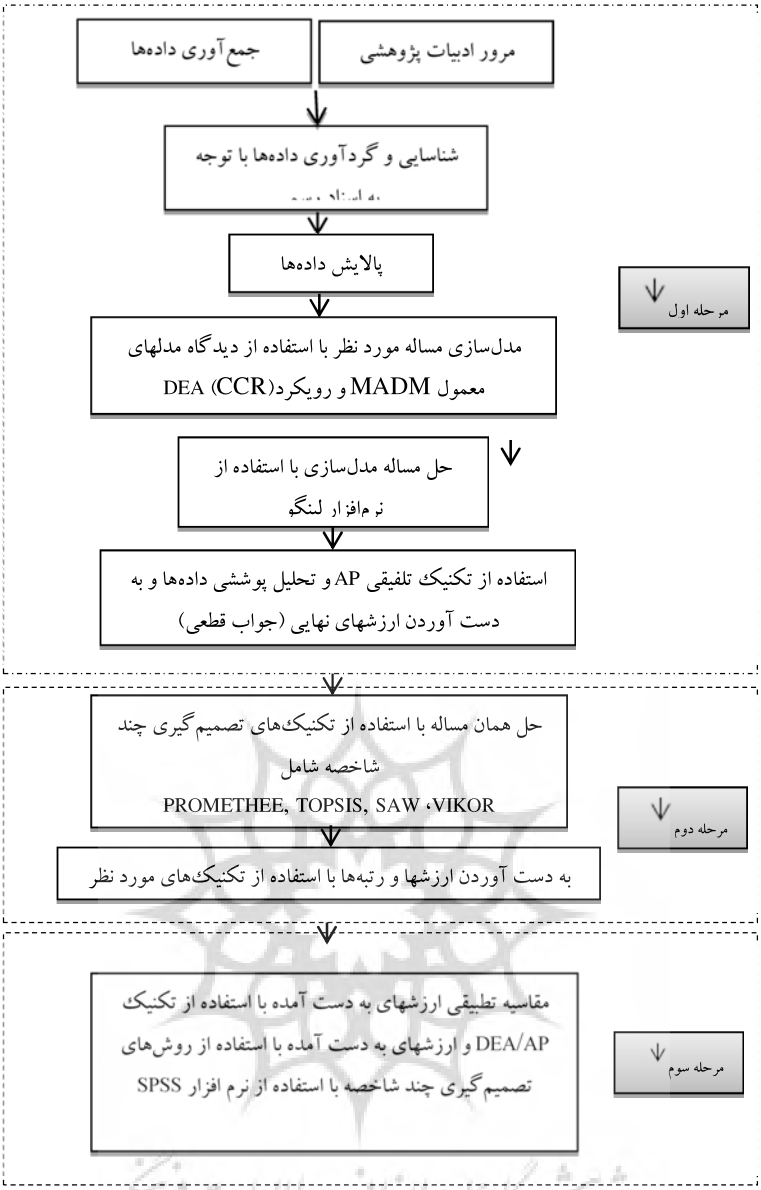
مدل‌های اصلی DEA به دلیل عدم رتبه‌بندی کامل بین واحدهای کارآ امکان مقایسه واحدهای کارآ با یکدیگر را فراهم نمی‌آورد. اندرسون و پیترسون در سال ۱۹۹۳ روشی را مطرح کردند که برای رتبه‌بندی واحدهای کارآ مناسب است و به کمک آن می‌توان واحدهایی که کارآیی حداکثر دارند را نیز با هم مقایسه و از تفکیک کرد. این مدل یکی از تکنیک‌های رتبه بندی واحدهای کاراست که به یک واحد کارآی p اجازه می‌دهد مقدار کارآیی بزرگ‌تر از یک را کسب کند و این کار از طریق حذف p امین محدودیت در مدل اولیه انجام می گیرد.

(۲)

$$\begin{aligned} &\text{MAX}_{wp} = \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rp} \\ &\text{St}: \sum_{i=1}^{k} v_i x_{ip} = 1 \\ &\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{k} v_i x_{ij} \le 0 \quad j = 1,\dots, n \text{ و } j \ne p \\ &u_r \ge 0 \qquad r = 1,\dots, s \\ &v_i \ge 0 \qquad i = 1,\dots, k \end{aligned}$$

روش و مراحل اجرای پژوهش

در پژوهش توصیفی-تحلیل حاضر برای دست‌یابی به اطلاعات بخش نظری از روش‌های مختلفی همچون مطالعات کتابخانه‌ای، مراجعه به اسناد و منابع علمی و جستجوی رایانه‌ای در سایت‌ها و پایگاه‌های مختلفی استفاده شده است. همچنین برای شناسایی، پالایش و استخراج معیارهای ارزیابی تحقیق از منبع آماری فرهنگ آبادی‌های استان آذربایجان غربی در محدوده زمانی سال ۱۳۹۰ استفاده شده است. شاخص‌های ارزیابی کننده خدمات بهداشتی-درمانی آبادی‌های استان آذربایجان غربی در سطح تحلیلی شهرستان، عبارتند از: نسبت آبادی‌های دارای دامپزشک به کل آبادی‌های دارای سکنه، نسبت آبادی‌های دارای بهورز به کل آبادی‌های دارای سکنه، نسبت آبادی‌های دارای بهیار به کل آبادی‌های دارای سکنه، نسبت آبادی‌های دارای حمام عمومی به کل آبادی‌های دارای سکنه، نسبت آبادی‌های دارای مرکز بهداشتی-درمانی به کل آبادی‌های دارای سکنه، نسبت آبادی‌های دارای داروخانه به کل آبادی‌های دارای سکنه، نسبت آبادی‌های دارای خانه بهداشت به کل آبادی‌های دارای سکنه، نسبت آبادی‌های دارای پایگاه بهداشت روستایی به کل آبادی‌های دارای سکنه، نسبت آبادی‌های دارای مرکز تسهیلات زایمانی به کل آبادی‌های دارای سکنه، نسبت آبادی‌های دارای پزشک به کل آبادی‌های دارای سکنه. به منظور دستیابی به اهداف پژوهش، متدولوژی طراحی و تدوین گردد. این متدولوژی شامل چندین مرحله به صورت نمودار (۱) می‌باشد. لازم به اشاره است برای انجام فرآیند تحقیق، از نرم افزارهای، Lingo، Spss و Visual PROMETHEE بهره برده شده است.



نمودار (۱): فرآیند انجام تحقیق

پالایش داده‌ها و مدل‌سازی

در گام اول داده‌ها با استفاده از روش DEA(CCR) به سنجش داده‌ها و ارزیابی نتایج پرداخته شده و با روش DEA-AP نتایج تفکیک می‌شوند.

برای استفاده از تکنیک یاد شده معرفی ورودی‌ها و خروجی‌ها ضروری است. در پژوهش حاضر، روش تحلیل پوششی داده‌ها در فضای پیوسته مدلسازی شده است. بدین ترتیب که تمامی شاخص‌های ماتریس تصمیم، به عنوان خروجی مدل تحلیل پوششی داده‌ها و هریک از گزینه‌های این ماتریس به عنوان یک واحد تصمیم‌گیرنده (DMU) در نظر گرفته شده است در این صورت باید برای این مدل به تعریف ورودی پرداخته شود. برای این منظور، برای تعیین کارایی نسبی واحدها، یک ورودی معین و ثابت [مثل ۱] در نظر گرفته می‌شود(زنجیرانی و همکاران، ۱۳۹۳: ۷۰). برای مدل‌سازی مساله مورد نظر، مدل DEA(CCR) برای هر کدام از واحدها طراحی گردیده و واحدهایی که ارزش ۱ یعنی کارآ را کسب کرده‌اند با روش AP دوباره مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند تا بین آن واحدها رتبه بندی صورت گیرد. برای مدل‌سازی مساله مورد نظر از نرم‌افزار LINGO بهره گرفته شده است.

جدول (۱): ارزش واحدها به لحاظ DEA(CCR)-AP

نام شهرستان	ارزش CCR	ارزش CCR-AP	وزن(به ترتیب اولویت)
ارومیه	۱	1.151	1.744
سلماس	۱	1.090	1.628
خوی	۱	1.628	1.492
چالدران	۰.۴۸۵	0.485	1.455
چاپپاره	۱	1.744	1.169
شوط	۱	1.031	1.151
پلدشت	۱	1.029	1.090
ماکو	۰.۵۶۷	0.567	1.072
اشنویه	۰.۷۸۱	0.781	1.031
پیرانشهر	۰.۸۵۶	0.856	1.029
نقده	۱	1.455	0.860
میاندوآب	۱	0.492	0.856
مهاباد	۱	1.072	0.842
سردشت	۰.۷۴۴	0.744	0.781
بوکان	۰.۸۶۰	0.860	0.744
شاهین دژ	۰.۸۴۲	0.842	0.567
تکاپ	۱	1.169	0.485

مقایسه نتایج تکنیک‌های معمول MADMو DEA-AP

در این قسمت از پژوهش، مساله مورد نظر با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه رتبه‌بندی گردیده است. به دلیل محدودیت از آوردن مراحل انجام کار خودداری و فقط رتبه‌بندی نهایی ارایه شده است.

روش پرومته

روش پرومته به راحتی قادر به بکارگیری معیارهایی با مقیاس‌های مختلف اندازه‌گیری (بدون نیاز به همسان سازی معیارها) می‌باشد و متناسب با اطلاعات و مقیاس معیار توابع ششگانه مجزایی را تعریف می‌کند؛ لذا در تصمیم گیری‌های چندمعیاره که معمولا معیارها دارای مقیاس‌های مختلف اندازه گیری می‌باشد یک نقطه‌قوت برای تصمیم‌گیر محسوب می‌شود (بخشی و همکاران، ۱۳۹۰: ۲۰). در واقع پس از این شروع، پرومته توسعه یافت و از آن در شرایط مختلف نسخه‌هایی به وجود آمد و می‌توان از آنها با عنوان خانواده پرومته یاد کرد. پرومته I، گزینه‌ها را بصورت جزئی رتبه بندی می‌کند. پرومته II، گزینه‌های گسسته را بصورت کامل رتبه بندی می‌کند (Brans and Vincke, 1985: 647). تابع انتخابی پژوهش تابع V شکل می‌باشد که آستانه بی تفاوتی آن ۰ و با توجه به تنظیم همه شاخص‌ها به صورت نسبت، آستانه برتری، ۱ در نظر گرفته شده است. نتایج حاصل شده از روش پرومته در شکل (۱) آورده شده است:

Preference Flows

	Phi+	Phi-	Phi
ارومیه	0,0153	0,0220	-0,0067
سلماس	0,0422	0,0041	0,0382
خوی	0,0433	0,0042	0,0391
چالدران	0,0012	0,0566	-0,0554
چابهاره	0,0278	0,0199	0,0078
شوط	0,0215	0,0137	0,0078
بلدشت	0,0345	0,0088	0,0256
ماکو	0,0022	0,0445	-0,0423
اشنویه	0,0124	0,0253	-0,0129
پیرانشهر	0,0076	0,0280	-0,0204
نقده	0,0197	0,0181	0,0015
میاندوآب	0,0396	0,0048	0,0348
مهاباد	0,0112	0,0249	-0,0137
سردشت	0,0034	0,0399	-0,0365
بوکان	0,0174	0,0160	0,0014
شاهین دژ	0,0155	0,0193	-0,0038
تکاب	0,0408	0,0054	0,0354

Unicriterion | Multicriteria

شکل (۱): ارزش‌های بدست آمده از روش پرومته

SAW

مدل مجموع ساده وزنی، یکی از قدیمی ترین روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه است که در محاسبات خود اوزان شاخص‌ها را در نظر می‌گیرد. این روش نیاز به مقیاسهای مشابه یا اندازه گیریهای بی‌مقیاس شده دارد که آنها را با یکدیگر بتوان مقایسه کرد. در حقیقت این تکنیک بر مبنای پارامترهای مرکزی در علم آمار شکل گرفته است. به بیان دیگر تابع مطلوبیت تصمیم گیرنده این تکنیک خطی است و قابلیت جمع‌پذیری شاخص‌ها تضمین شده است. در این روش از نرم خطی برای بی‌مقیاس سازی یا بهنجار سازی ماتریس داده‌ها استفاده می‌شود (پورطاهری، ۱۳۹۳: ۱۳۱).ارزش‌های گزینه‌ها در مدل SAW به صورت جدول (۲) است.

تاپسیس

برای اجرای تکنیک تاپسیس بر اساس موضوع مورد مطالعه می‌توان از داده‌های ثانویه و یا از داده‌های اولیه که از طریق تعدادی پاسخگو و یا کارشناس بدست می‌آید، برای تحلیل و یا ارزیابی موضوعات استفاده کرد (کلانتری، ۱۳۹۱: ۲۶۹). روش تاپسیس یک روش تصمیم‌گیری قوی و تکنیکی برای اولویت‌بندی به وسیله شباهت ایده‌آل است. براین اساس که گزینه انتخاب شده باید کوتاه‌ترین فاصله را از جواب ایده آل و دورترین فاصله را از بدترین جواب داشته باشد. نتایج مدل تاپسیس به صورت جدول (۳) می‌باشد:

ویکور

روش ویکور یکی از روش‌های جدید برای حل مسائل چندمعیاره است که اوپریکوویچ و تزنگ در سال ۱۹۹۸ آن را ارائه کردند (توکلی نیا و همکاران، ۱۳۹۴: ۲۹۷). این روش بر مبنای راه حل‌های توافقی بر مبنای معیارهای متضاد می‌باشد. در این مدل همواره چند گزینه مختلف وجود دارد که این گزینه‌ها بر اساس چند معیار به صورت مستقل ارزیابی می‌شوند و در نهایت گزینه‌ها بر اساس ارزش و اهمیت، رتبه‌بندی می‌گردند. در این روش با توجه به مقادیر R، S و Q گزینه‌ها در سه گروه از کوچکتر به بزرگتر مرتب می‌شوند. در نهایت گزینه‌ای به عنوان گزینه برتر انتخاب می‌شود که در گروه Q به عنوان گزینه برتر شناخته شود (نظم فر و علی بخشی، ۱۳۹۳: ۱۶۴). ارزش‌ها و وزن نهایی بدست آمده از روش ویکور به صورت جدول (۴) ارائه می‌شود.

جدول (۲): ارزش بدست آمده از روش SAW

نام شهرستان	ارزش SAW	وزن(به ترتیب اولویت)
ارومیه	۰.۵۸۱	0.712
سلماس	۰.۶۴۲	0.688
خوی	۰.۶۸۸	0.642
چالدران	۰.۲۱۰	0.638
چایپاره	۰.۶۳۸	0.638
شوط	۰.۴۷۶	0.581
پلدشت	۰.۴۴۶	0.573
ماکو	۰.۲۵۱	0.522
اشنویه	۰.۲۷۵	0.476
پیرانشهر	۰.۴۳۰	0.457
نقده	۰.۵۷۳	0.446
میاندوآب	۰.۷۱۲	0.430
مهاباد	۰.۵۲۲	0.386
سردشت	۰.۳۳۱	0.331
بوکان	۰.۴۵۷	0.275
شاهین دژ	۰.۳۸۶	0.251
تکاپ	۰.۶۳۸	0.210

جدول (۳): ارزش بدست آمده از روش تاپسیس

نام شهرستان	S^*	S^-	C^*	وزن(به ترتیب اولویت)
ارومیه	۰.۰۷۰	0.077	0.523	0.576
سلماس	۰.۰۷۴	0.075	0.503	0.573
خوی	۰.۰۶۷	0.090	0.573	0.550
چالدران	۰.۱۲۷	0.020	0.134	0.523
چایپاره	۰.۰۷۵	0.092	0.550	0.508
شوط	۰.۰۹۹	0.057	0.365	0.504
پلدشت	۰.۱۱۲	0.048	0.300	0.503
ماکو	۰.۱۱۸	0.023	0.162	0.446
اشنویه	۰.۱۲۵	0.024	0.162	0.365
پیرانشهر	۰.۰۹۴	0.051	0.350	0.350
نقده	۰.۰۷۸	0.081	0.508	0.349
میاندوآب	۰.۰۶۳	0.086	0.576	0.303
مهاباد	۰.۰۷۷	0.062	0.446	0.300
سردشت	۰.۱۰۳	0.045	0.303	0.265
بوکان	۰.۰۹۰	0.048	0.349	0.162
شاهین دژ	۰.۱۱۱	0.040	0.267	0.162
تکاپ	۰.۰۷۴	0.075	0.504	0.134

جدول (۴): ارزش بدست آمده از روش ویکور

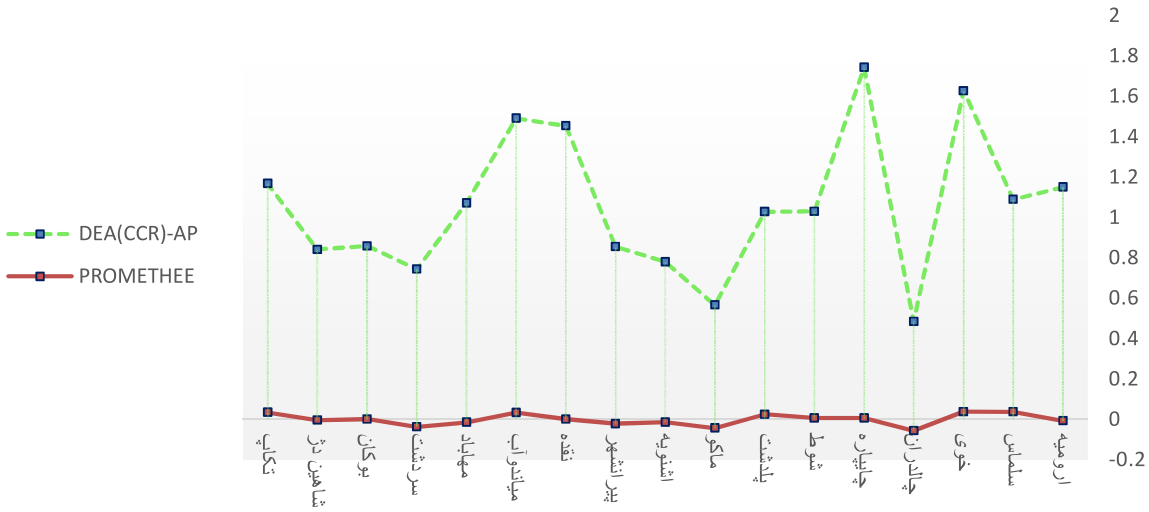
نام شهرستان	S	R	Q	وزن(به ترتیب اولویت)
ارومیه	۰.۴۹۲	0.079	0.292	0.060
سلماس	۰.۳۹۰	0.075	0.150	0.083
خوی	۰.۳۴۸	0.073	0.083	0.150
چالدران	۰.۹۱۷	0.100	0.100	0.204
چایپاره	۰.۴۳۱	0.100	0.600	0.292
شوط	۰.۵۸۴	0.100	0.725	0.432
پلدشت	۰.۵۹۸	0.100	0.737	0.567
ماکو	۰.۸۶۸	0.100	0.960	0.600
اشنویه	۰.۸۱۵	0.100	0.916	0.659
پیرانشهر	۰.۶۶۰	0.100	0.789	0.725
نقده	۰.۵۰۳	0.100	0.659	0.737
میاندوآب	۰.۳۱۱	0.074	0.060	0.789
مهاباد	۰.۵۵۸	0.070	0.204	0.810
سردشت	۰.۷۸۷	0.100	0.893	0.893
بوکان	۰.۶۱۹	0.081	0.432	0.916
شاهین دژ	۰.۶۸۷	0.100	0.810	0.960
تکاب	۰.۳۹۲	0.100	0.567	1.000

در این گام، با آزمون توصیفی نیز به بررسی اولیه شباهت بین تکنیک‌های رتبه‌بندی پرداخته شده است. نتایج این آزمون به شرح جدول (۵) می‌باشد.

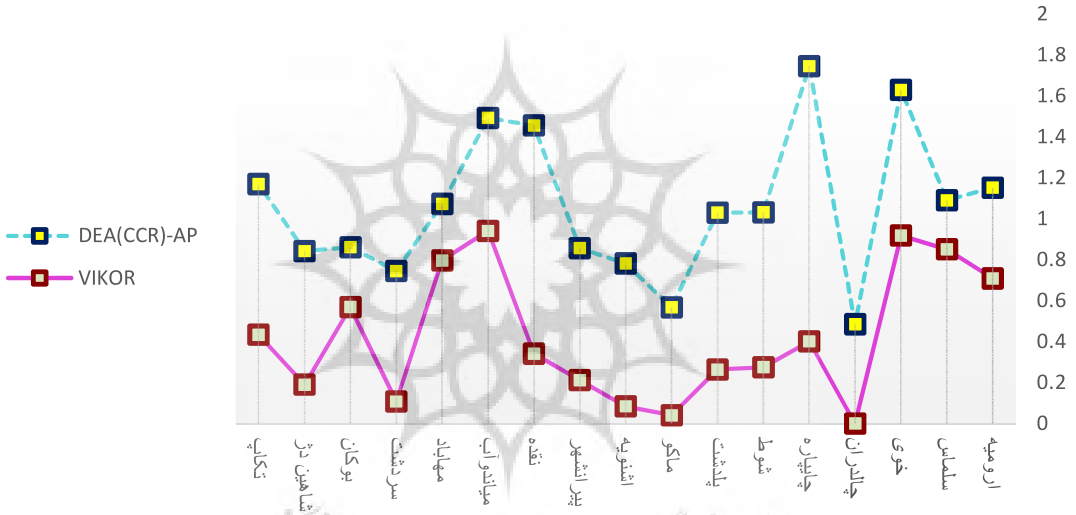
	TOPSIS	VIKOR(1-Q)	SAW	PROMETHEE	DEA(CCR)/AP
میانگین	۰.۳۸۷	0.419	0.486	0.000	1.059
انحراف معیار	۰.۱۵۰	0.319	0.157	0.029	0.357
بیشترین ارزش	۰.۵۷۶	0.940	0.712	0.039	1.744
کمترین ارزش	۰.۱۳۴	0.000	0.210	-0.055	0.485
دامنه ارزش	۰.۴۴۲	0.940	0.502	0.095	1.259

جدول (۵): مقایسه پارامترهای کلی تکنیکهای کاربردی

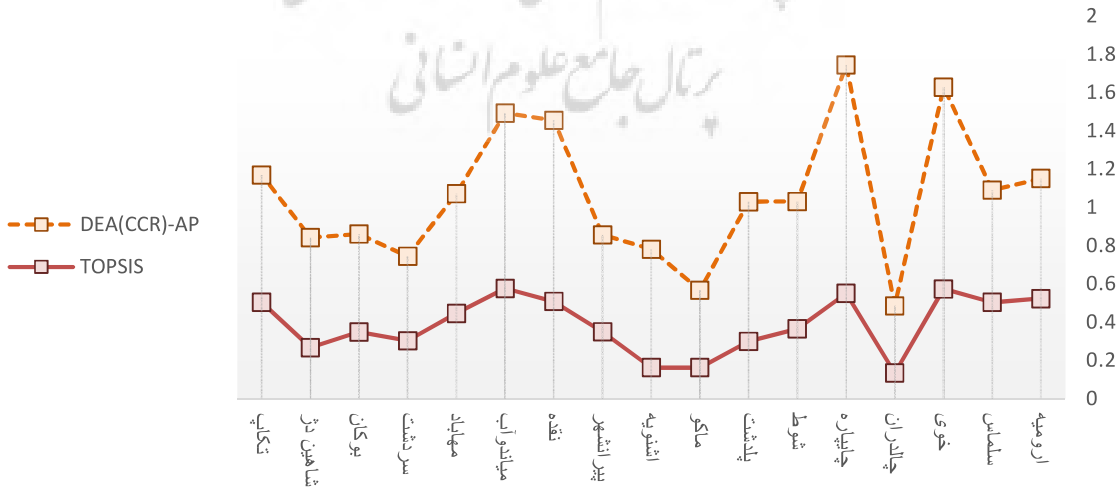
همانطور که مشاهده می‌شود کمترین میزان انحراف معیار در بین تکنیک های کاربردی مقاله حاضر، مربوط به تکنیک PROMETHEE است؛ از سوی دیگر مدل بهینه DEA(CCR)-AP بیشترین میزان انحراف معیار را دارد. برای درک بهتر نتایج بدست آمده از سوی تکتیک‌های معمول چندشاخصه و مقایسه آنها با روش DEA(CCR)-AP نمودارهای حاصل از اولویت ارزش‌های بدست آمده به صورت زوجی ارائه می‌شود:



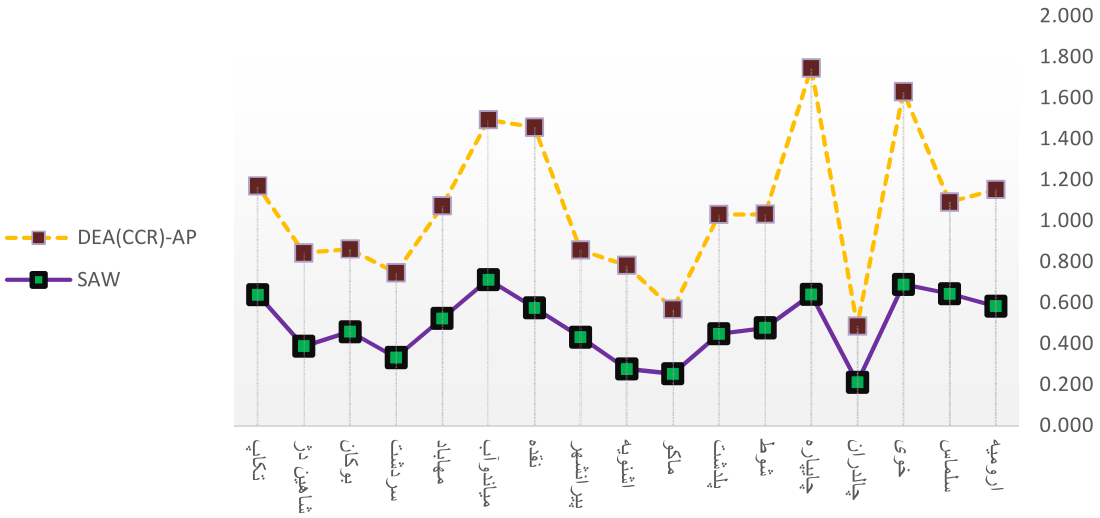
نمودار (۲): مقایسه تکنیک PROMETHEE با جواب بهینه DEA(CCR)/AP



نمودار (۳): مقایسه تکنیک VIKOR با جواب بهینه DEA(CCR)/AP



نمودار (۴): مقایسه تکنیک TOPSIS با جواب بهینه DEA(CCR)/AP



نمودار (۵): مقایسه تکنیک SAW با جواب بهینه DEA(CCR)/AP

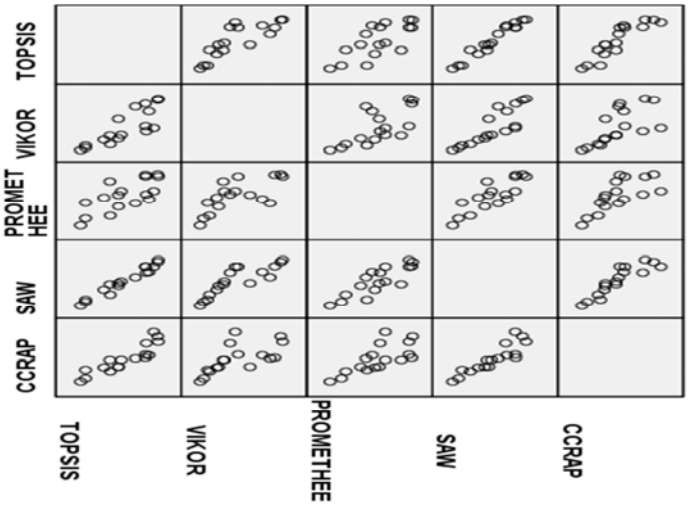
در نهایت، با استفاده از آزمون آماری پیرسون میزان همبستگی ارزش‌های بدست آمده تکنیک‌های معمول سنجیده می‌شود. همان-طور که نتایج این آزمون نشان می‌دهد؛ در مقایسه تکنیک DEA(CCR)/AP با تکنیک‌های معمول چندشاخصه، همبستگی معناداری بین آنها وجود دارد که در این میان، بیشترین مقدار همبستگی را با تکنیک تاپسیس نشان می‌دهد. جدول (۶) میزان و اطلاعات کلی همبستگیها را بین تکنیک‌های چندشاخصه نشان می‌دهد.

Correlations

		TOPSIS	VIKOR	PROMETHEE	SAW	CCRAP
TOPSIS	Pearson Correlation	1	.826**	.731**	.979**	.897**
	Sig. (2-tailed)		.000	.001	.000	.000
	N	17	17	17	17	17
VIKOR	Pearson Correlation	.826**	1	.694**	.848**	.659**
	Sig. (2-tailed)	.000		.002	.000	.004
	N	17	17	17	17	17
PROMETHEE	Pearson Correlation	.731**	.694**	1	.846**	.726**
	Sig. (2-tailed)	.001	.002		.000	.001
	N	17	17	17	17	17
SAW	Pearson Correlation	.979**	.848**	.846**	1	.895**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000		.000
	N	17	17	17	17	17
CCRAP	Pearson Correlation	.897**	.659**	.726**	.895**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.004	.001	.000	
	N	17	17	17	17	17

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

جدول (۶): همبستگی رتبه‌های تکنیک‌های چندشاخصه



نمودار (۶): ماتریس همبستگی تکنیک‌های چندشاخصه

نتیجه گیری

فنون و روش‌های ریاضی برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری اگرچه جوابی بهینه را ارایه می‌دهند؛ اما تحت شرایط و مفروضات خاصی از این توانایی برخوردار هستند. طبیعی است که حل مسایل تصمیم‌گیری چند معیاره دارای پیچیدگی است و به راحتی امکان‌پذیر نمی‌باشد به ویژه آنکه اغلب معیارهای مورد نظر با یکدیگر تعارض داشته؛ افزایش مطلوبیت یکی می‌تواند باعث کاهش مطلوبیت برای دیگری شود. به همین دلیل روش‌هایی تحت عنوان تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) توسعه داده شده‌اند که به حل مسایل مزبور کمک می‌کنند. بسیاری از تصمیمات به اندازه‌ای پیچیده‌اند که فرد تجزیه و تحلیل کننده با فردی که تصمیم نهایی را می‌گیرد؛ متفاوت است. علی‌رغم دامنه وسیع کاربرد تصمیم‌گیری‌های چند معیاره در دنیای واقعی، این رویکرد نیز محدودیت‌ها و چالش‌های خاص خود را دارد. این تحلیل‌گراست که تشخیص دهد از کدام روش (برای تعیین وزن و یا ارزیابی گزینه‌ها) استفاده کند و یا در چه موقعیتی تنها بخشی از روش را به کار ببرد. در روش شناسی پژوهش حاضر، تکنیک‌های چند شاخصه معمول که کاربرد متنوع و زیادی در تحقیقات داشته، با روش بهینه DEA-AP مورد مقایسه تطبیقی قرار گرفته است. برای استفاده از تکنیک DEA/AP معرفی ورودی‌ها و خروجی‌ها ضروری است. در پژوهش حاضر، روش تحلیل پوششی داده‌ها در فضای پیوسته مدلسازی شده است. بدین ترتیب که تمامی شاخص‌های ماتریس تصمیم، به عنوان خروجی مدل تحلیل پوششی داده‌ها و هریک از گزینه‌های این ماتریس به عنوان یک واحد تصمیم‌گیرنده (DMU) در نظر گرفته شده است در این صورت باید برای این مدل به تعریف ورودی پرداخته شود. برای این منظور، برای تعیین کارایی نسبی واحدها، یک ورودی معین و ثابت [مثل ۱] در نظر گرفته می‌شود. در نهایت، با استفاده از آزمون آماری پیرسون میزان همبستگی اولویت ارزش‌های بدست آمده از تکنیک‌های معمول سنجیده می‌شود. همان‌طور که نتایج این آزمون نشان می‌دهد؛ بین تکنیک‌های چند شاخصه معمول با مدلسازی تکنیک DEA(CCR)-AP در فضای پیوسته داده‌ای همبستگی وجود دارد.

منابع

۱. آذر، عادل و وفایی، فرهاد (۱۳۸۹). رتبه‌بندی فنون تصمیم‌گیری چندشاخصه MADM با استفاده از برخی روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در محیط فازی و مقایسه آن با رتبه بندی به روش DEA، دوماهنامه دانشور-مدیریت و پیشرفت، شماره ۴۱، صص ۲۳-۳۸.

۲. امانپور، سعید؛ علیزاده، هادی و امن باغ، صفیه (۱۳۹۲). ارزیابی میزان توسعه‌یافتگی شهرستان‌های استان کرمانشاه از لحاظ برخورداری از شاخص‌های خدمات شهری، آمایش محیط، دوره ۶، شماره ۲۳، صص ۱۰۵-۱۲۶.

۳. پوراصغر سنگاچین، فرزام؛ صالحی، اسماعیل و دیناورندی، مرتضی (۱۳۹۲)، مقایسه روش‌های سنجش توسعه پایدار منطقه‌ای با استفاده از شاخص‌های ترکیبی (مطالعه موردی: استان‌های کشور ایران)، پژوهش‌های محیط زیست، سال چهارم، شماره ۷، صص ۴۵-۵۸.

۴. پورطاهری، مهدی (۱۳۹۳). کاربرد روشهای تصمیم گیری چند شاخصه در جغرافیا ، انتشارات سمت، تهران.

۵. پورمحمدی، محمدرضا؛ رنجبرنیا، بهزاد؛ ملکی، کیومرث و شفاعتی، آرزو (۱۳۹۱). تحلیل توسعه‌یافتگی شهرستان‌های استان کرمانشاه، مجله برنامه‌ریزی فضایی، سال دوم، شماره۵، صص ۱-۲۶.

۶. تقوایی، مسعود و کیومرثی، حسین (۱۳۹۰)، سطح‌بندی محلات شهری بر اساس میزان بهره‌مندی از امکانات و خدمات شهری با بهره‌گیری از تکنیک (TOPSIS مطالعه موردی: محلات شهر آباده)، پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، دوره ۲، شماره ۵، صص ۲۳-۴۲.

۷. توکلی نیا، جمیله؛ مسلمی، ارمان؛ فیروزی، ابراهیم و بندانی، سارا (۱۳۹۴)، تحلیلی بر پراکنش جمعیت توزیع خدمات شهری بر پایه عدالت فضایی(مطالعه موردی: شهر اردبیل)، پژوهش‌های جغرافیای برنامه ریزی شهری، دوره ۳، شماره ۳، صص ۲۸۵-۳۰۸.

۸. حاتمی‌نژاد، حسین؛ فرهودی، رحمت‌اله و محمدپور جابری، مرتضی (۱۳۸۷). تحلیل نابرابری اجتماعی در برخورداری از کاربری‌های خدمات شهری (مورد مطالعه: شهر اسفراین)، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دوره ۴۰، شماره ۶۵، صص ۷۱-۸۵.

۹. حسن پور، امید (۱۳۹۰). تحلیل توزیع فضایی و مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش نشانی با استفاده از GIS نمونه موردی: منطقه یک تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد به راهنمایی اکبر پرهیزکار، دانشگاه آزاد اسلامی تهران.

۱۰. داداش پور، هاشم و رستمی، فرامرز (۱۳۹۰)، سنجش عدالت فضایی یکپارچه خدمات عمومی شهری بر اساس توزیع جمعیت، قابلیت دسترسی و کارایی در شهر یاسوج، مطالعات و پژوهش‌های شهری منطقه‌ای، دوره ۳، شماره ۱۰، صص ۱-۲۲.

۱۱. ذاکریان، ملیحه؛ موسوی، میرنجف و باقری کشکولی، علی (۱۳۸۹)، تحلیلی بر پراکنش جمعیت و توزیع خدمات در محلات شهری میبد از منظر توسعه پایدار، نشریه جغرافیا، دوره ۴، شماره ۱۳، صص ۴۱-۷۳.

۱۲. رستمی، مسلم و شاعلی، جعفر (۱۳۸۸). تحلیل توزیع فضایی خدمات شهری در شر کرمانشاه، چشم انداز جغرافیایی، دوره ۴، شماره۹، صص ۲۷-۵۱.

۱۳. شاعلی، جعفر (۱۳۷۹). توزیع فضایی مراکز خدمات درمانی و بهداشتی در مناطق شهری تهران، دوره ۳۲، شماره ۳۸، صص ۱۹-۳۱.

۱۴. عباسی، محمدرضا (۱۳۸۸)، بررسی توزیع فضایی خدمات شهری در مناطق شهر شیراز (نمونه مراکز آموزشی شهر شیراز)، جغرافیا و مطالعات محیطی، دوره ۱، شماره ۲، صص ۴۵-۵۴.

۱۵. کلانتری، خلیل (۱۳۹۱). مدل‌های کمی در برنامه ریزی (منطقه‌ای، شهری و روستایی)، نشر فرهنگ صبا، تهران.

۱۶. محمدی زنجیرانی، داریوش؛ سلیمی فر، خداکرم و یوسفی ده بیدی، شهلا (۱۳۹۳)، بررسی عمکرد متداول‌ترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه با رویکرد بهینه یابی، مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، سال یازدهم، شماره ۴۰، صص ۶۵-۸۴.

۱۷. مرصوصی، نفیسه و خزایی، کاظم (۱۳۹۳)، توزیع فضایی خدمات شهری و نقش آن در توسعه پایدار شهر مطالعه موردی مادرشهر تهران، پژوهش و برنامه ریزی شهری، دوره ۵، شماره ۱۸، صص ۲۱-۴۰.

۱۸. مهرگان، محمدرضا (۱۳۸۷). مدل‌های کمی در ارزیابی عملکرد سازمان‌ها. تهران، انتشارات دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران.

۱۹. نظم‌فر، حسین؛ باختر، سهیلا و علوی، سعیده (۱۳۹۴)، رتبه بندی سطوح توسعه یافتگی مناطق روستایی(مطالعه موردی: دهستان‌های استان کرمانشاه)، فصلنامه جغرافیا و مطالعات محیطی، سال چهارم، شماره ۱۴، صص ۱۸۱-۱۹۲.

۲۰. نظم‌فر، حسین و علی بخشی، آمنه (۱۳۹۳)، سنجش میزان برخورداری شهرستان‌های استان خوزستان از شاخص‌های توسعه با استفاده از تکنیک ادغام، مجله آمایش جغرافیایی فضا، سال چهارم، شماره ۱۴، صص ۱۵۱-۱۷۸.

۲۱. نیک‌پور، عامر؛ ملک شاهی، غلامرضا و رزقی رمی، فاطره (۱۳۹۴)، ارزیابی شاخص‌های توسعه پایدار شهری با تاکید بر

عدالت در توزیع خدمات (مورد مطالعه: شهر بابل)، پژوهش و برنامه ریزی شهری، دوره ۶، شماره ۲۲، صص ۱۲۵-۱۳۸.

۲۲. وارثی، حمیدرضا، بیک محمدی، حسن و اکبری، محمود (۱۳۹۰). تحلیل فضایی و برنامه ریزی نارسائی‌های مراکز خدمات شهری یاسوج، تحقیقات جغرافیایی، دوره ۲۶، شماره ۱۰۰، صص ۷۱-۸۸.

۲۳. وارثی، حمیدرضا، صفر قائدرحمتی و ایمان باستانی فر، (۱۳۸۶)، بررسی اثرات توزیع خدمات شهری در عدم تعادل فضایی جمعیت مطالعه موردی؛ مناطق شهراصفهان، فصلنامه جغرافیا و توسعه، سال پنجم، صص ۹۱-۱۰۶.

24. Brans, J. P., and Vincke, Ph. 1985, A Preference Ranking Organisation Method (The PROMETHEE Method for Multiple Criteria Decision-Making), Management Science, Vol. 31, No. 6, pp. 647-656.

25. Denpontin, M., Mascarola, H., Spronk, J., (1983). A user oriented listing of MCDM. Revue Beige de Researche Operationelle 23, 3-11.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی