مهندسی صنایع و مدیریت شریف، (تابستان ۱۴۰۰)
دوره‌ی ۱-۳۷، شماره‌ی ۱، ص. ۲۷-۳۵، (پژوهشی)

Original Article

توسعه‌ی مدل تاپسیس برای رتبه‌بندی پویا با رویکرد پنجره زمانی (مطالعه‌ی موردی: پردیس فنی و مهندسی دانشگاه یزد)

ژاله آزادی (کارشناس‌ارشد)
حسن خادمی زارع * (استاد)
محمد صالح اولیا (استاد)
گروه مهندسی صنایع، دانشگاه یزد

رتبه‌بندی یکی از مباحث مهم مدیریتی در سازمان‌ها به حساب می‌آید و این که چه روشی برای رتبه‌بندی در سازمان مورد استفاده قرار گیرد سؤالی مهم در نظریه و عمل است. بارزترین مشخصه‌ی هر سازمان پویا، ارزیابی و نقد فعالیت‌های آن درگذر زمان است. در این پژوهش، به‌منظور رتبه‌بندی پویا، مدل تاپسیس با لحاظ کردن تکنیک پنجره زمانی، توسعه داده شده است. با توجه به اهمیت میزان کارا بودن مدل توسعه یافته، مدل پیشنهادی در این پژوهش، برای رتبه‌بندی واحدهای پردیس فنی و مهندسی دانشگاه یزد پیاده‌سازی شده است. این روش قادر به بررسی رشد و افول واحدهای مورد نظر در افق برنامه‌ریزی از نظر هریک از شاخص‌ها و در کل است. در این پژوهش ۱۵ شاخص با توجه به فراوانی در مقالات و محدودیت داده‌های بانک اطلاعاتی، انتخاب شدند و مدل توسعه داده شده برای دوره‌ی ۱۶ ساله اجرا و در نهایت اعتبارسنجی مدل انجام شد. علاوه بر انطباق بالای نتایج مدل تاپسیس پنجره‌یی با روش‌های پویای دیگر و شرایط موجود، این روش محاسبات کم‌تر و ساده‌تری دارد و محدودیتی در تعداد شاخص‌ها ندارد.

zhaleazadi@gmail.com
hkhademiz@yazd.ac.ir
owliams@yazd.ac.ir

واژگان کلیدی: رتبه‌بندی، پویا، تاپسیس، پنجره زمانی، دانشگاه یزد.

۱. مقدمه

تصمیم‌گیری در دنیای امروز یکی از مسائل بسیار مهم به شمار می‌رود؛ در این فرایند، تصمیم‌گیرنده با گزینه‌های متفاوت تحت معیارهای مختلفی روبرو است. هدف از تصمیم‌گیری انتخاب بهترین گزینه یا وزن‌دهی به عوامل تصمیم‌گیری است. روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، به دو دسته تصمیم‌گیری چندهدفه و تصمیم‌گیری چند شاخصه تقسیم می‌شوند. در روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه، گزینه‌های موجود رتبه‌بندی، یا بهترین آنها انتخاب می‌شود. روش تاپسیس از روش‌های پرکاربرد در رتبه‌بندی سازمان‌ها، از زیرمجموعه‌ی مدل‌های جبرانی تصمیم‌گیری چند شاخصه است. از جمله ویژگی‌های این روش محدود نبودن تعداد شاخص‌های مورد ارزیابی است. بنابراین در این پژوهش، برای رتبه‌بندی پویا از روش تاپسیس استفاده شده است.

در مدل‌های کلاسیک تصمیم‌گیری چندمعیاره، به‌هنگام تصمیم‌گیری نسبت به ارزیابی شاخص‌ها، گزینه‌ها، اوزان شاخص‌ها و مقادیر گزینه‌ها به‌ازای هر شاخص در یک دوره‌ی زمانی ثابت، اقدام می‌شود. فرض بر این است که موارد ذکر شده، تماماً متعلق به یک دوره‌ی زمانی است و تغییر این موارد طی دوره‌های گذشته یا آتی به‌صورت چنددوره‌یی کم‌تر مد نظر قرار گرفته است. در حالی‌که در دنیای واقعی، کاملاً واضح است که تمام مشاهدات مربوط به ماتریس‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه می‌تواند با گذر زمان تغییر کند. مقادیر این ماتریس‌ها طی چند دوره زمانی لزوماً ثابت نیست، لذا این موارد در روند تصمیم‌گیری و نتایج اولویت‌بندی گزینه‌ها مؤثر باشد. تصمیم‌گیری چندشاخصه‌یی را که تغییرات مربوط به مقادیرشاخص‌ها به‌ازای گزینه‌های مختلف در طی زمان را در نظر می‌گیرد، اصطلاحاً «تصمیم‌گیری چند شاخصه‌ی چنددوره‌یی» یا «تصمیم‌گیری چند شاخصه‌ی پویا» می‌نامند.

استفاده و حل مدل‌های پویای تصمیم‌گیری چندمعیاره، معمولاً دشوارتر از مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است، اما این مدل‌های پویا از این جهت حائز اهمیت‌اند که هم می‌توانند تغییرات پارامترهای مختلف در طی زمان را نشان دهند و هم با استفاده از این مدل‌ها تحلیل‌گر می‌تواند تصمیمات آتی تصمیم‌گیرنده‌ی نهایی را طی دوره‌های آتی پیش‌بینی کند. تحت چنین شرایطی تحلیل پنجره به عنوان یکی از روش‌های پویاسازی، می‌تواند روش مناسبی برای بررسی تغییرات رتبه‌بندی واحدها طی چند دوره‌ی زمانی باشد. تحلیل پنجره یکی از روش‌های کارا برای

* نویسنده مسئول
تاریخ: دریافت ۱۳۹۸/۹/۴، اصلاحیه ۱۳۹۹/۱۱/۲۵، پذیرش ۱۳۹۹/۱۲/۱۸.
10.24200/J65.2021.54240.2041

ارزیابی تغییرات عملکرد واحدهای تصمیم‌گیرنده طی زمان است. از روش تحلیل پنجره‌یی برای ارزیابی عملکرد در طول زمان استفاده شده است که مطالعات زیادی، در زمینه‌ی استفاده از تحلیل پنجره‌یی برای ارزیابی عملکرد پویا با روش تحلیل پوششی داده‌ها انجام گرفته است.[۱-۷] در این روش، عملکرد یک واحد در یک دوره‌ی خاص در مقابل عملکرد خود آن واحد در سایر دوره‌ها، علاوه بر عملکرد سایر واحدها مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

اولین فرمولاسیون تحلیل پنجره توسط سان در سال ۱۹۸۸ ارائه شده است. اگر فرض کنیم که n واحد تصمیم‌گیری داریم که در T دوره زمانی مورد ارزیابی قرار می‌گیرند، آنگاه ρ نشان‌دهنده‌ی طول پنجره w و نماینده‌ی تعداد پنجره‌هاست.

تعداد پنجره‌ها: $w = T - \rho + ۱$

تعداد واحدهای تصمیم‌گیری متفاوت: $n\rho w$.[۸]

روش تحلیل پنجره‌یی، این امکان را فراهم می‌کند تا از داده‌های پانل به جای داده‌های مقطعی در فرایند ارزیابی استفاده شود. همچنین، روش تحلیل پنجره با امکان‌پذیر ساختن ترکیب مشاهدات در سری‌های زمانی و مقطعی تا حدودی مشکل ناکافی بودن مشاهدات را در ارزیابی‌های زمانی برطرف می‌کند. این تکنیک بر اساس میانگین متحرک عمل می‌کند و برای یافتن روندهای عملکرد یک واحد در طول زمان مفید است. با هر واحد در یک دوره متفاوت، مانند یک واحد مستقل رفتار می‌شود. در این صورت، عملکرد یک واحد در یک دوره‌ی خاص در مقابل عملکرد خود آن واحد در سایر دوره‌ها، علاوه بر عملکرد سایر واحدها مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. بدین ترتیب با در نظر گرفتن اثر تغییرات زمان و لحاظ نمودن داده‌های چند دوره زمانی به جای تنها یک دوره، نتایج قابل اتکاتری حاصل می‌شود. بر این اساس در این پژوهش، به‌منظور رتبه‌بندی پویا، مدل تاپسیس (TOPSIS) با لحاظ کردن تکنیک پنجره زمانی، توسعه داده شده است. با توجه به اهمیت میزان کارایی مدل توسعه یافته ارائه شده، مدل پیشنهادی در این پژوهش، برای رتبه‌بندی واحدهای پردیس فنی و مهندسی دانشگاه یزد پیاده‌سازی شده است. در این تحقیق، ۱۵ شاخص با توجه به فراوانی در مقالات و محدودیت داده‌های بانک اطلاعاتی، انتخاب شد و مدل توسعه یافته برای یک دوره‌ی ۱۶ ساله اجرا شد و در نهایت نیز مدل اعتبارسنجی شده است.

ساختار این مقاله در ادامه به شرح زیر است: در بخش دوم ادبیات موضوع بیان شده و در بخش سوم روش‌شناسی پژوهش، مدل تاپسیس و توسعه‌ی مدل تاپسیس ارائه می‌شود. در بخش چهارم تجزیه‌وتحلیل داده‌ها و در بخش پنجم اعتبارسنجی مدل انجام شده است. در نهایت پیشنهادهایی برای کار آیندگان و سازمان نیز ارائه می‌شود.

۲. ادبیات موضوع

توسعه‌ی مدل‌های تصمیم‌گیری و ارزیابی همواره به‌عنوان یک موضوع مهم مورد توجه فعالان در این حوزه بوده است. تحقیقات محدودی در زمینه‌ی تصمیم‌گیری چندشاخصه‌ی پویا و چنددوره‌یی انجام شده است.

بدیرو و همکاران، در سال ۱۹۹۳، یک سیستم پشتیبان تصمیم مبتنی بر شبیه‌سازی بر اساس روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی ارائه کردند که «تصمیم‌گیری پویا» نامیده شده و برای اجرای سناریوهای تصمیم‌گیری پویا قابل اجرا و استفاده است.[۹] در سال ۲۰۰۸، رویکردی جدید برای مسائل تصمیم‌گیری چندشاخصه‌ی چنددوره‌یی توسط زو ارائه شده است. در این پژوهش، دو عملگر جمعی پویا به‌صورت عملگر میانگین وزنی پویا و عملگر میانگین وزنی پویای متغیر تعریف شده است؛ این دو عملگر با توجه به در نظر گرفتن عامل زمان، می‌توانند ضعف‌های عملگرهای جمعی ایستا را که تا به حال وجود داشت، بپوشانند.[۱۰] همچنین، در همان سال، زو و یاگر، مسئله‌ی تصمیم‌گیری چندشاخصه‌ی پویا را بر روی مجموعه فازی شهودی بررسی کردند. آنها، دو عملگر میانگین وزنی فازی شهودی پویا و عملگر میانگین وزنی فازی شهودی پویای متغیر را معرفی کردند و مدل تاپسیس را برای مسائل تصمیم‌گیری چندشاخصه پویا با داده‌های فازی تعمیم دادند.[۱۱] در سال ۲۰۰۸، لین و همکاران، مدل تاپسیس را برای حل مسئله‌ی تصمیم‌گیری چندشاخصه‌ی پویا روی اعداد خاکستری توسعه دادند. آنها، ابتدا با استفاده از دو مفهوم فاصله‌ی اقلیدسی بین دو عدد خاکستری و مفهوم تابع فاصله‌ی مینکوسکی وزنی، تابع فاصله‌ی مینکوسکی عدد خاکستری وزنی را به دست آوردند و سپس مراحل روش مدل تاپسیس را پیاده‌سازی کردند.[۱۲] وی در سال ۲۰۰۹، مسئله‌ی تصمیم‌گیری چند شاخصه‌ی فازی شهودی پویا را که در آن همه‌ی مقادیر شاخص‌ها به‌صورت اعداد فازی شهودی یا مقدار بازه‌یی اعداد فازی شهودی بیان شده‌اند، بررسی کرده است و برخی از عملگرهای تجمعی هندسی مانند عملگر هندسی وزنی فازی شهودی پویا و عملگر هندسی وزنی فازی شهودی پویای غیرقطعی را برای جمع‌آوری اطلاعات فازی شهودی پویا یا پویای غیرقطعی ارائه داده است.[۱۳] وی در سال ۲۰۱۱، مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره‌ی ترکیبی پویا را با استفاده از تکنیک تصمیم‌گیری تاپسیس و نظریه‌ی خاکستری تجزیه و تحلیل کرد.[۱۴] چن و لی در سال ۲۰۱۱، یک مدل تصمیم‌گیری چندشاخصه‌ی پویا بر اساس اعداد فازی مثلثی شهودی، برای حل مسائل تصمیم‌گیری چندشاخصه‌ی پویا ارائه کردند، که در آن همه‌ی اطلاعات تصمیم به شکل اعداد فازی مثلثی شهودی است.[۱۵] هو و یانگ نیز در سال ۲۰۱۱، یک روش مبتنی بر نظریه‌ی چشم‌انداز تجمعی و تحلیل مجموعه‌ی زوجی برای حل مسائل تصمیم‌گیری پویای تصادفی پیشنهاد کرده‌اند که در آن اطلاعات وزن معیارها کاملاً ناشناخته‌اند و مقادیر معیارها در قالب متغیرهای تصادفی گسسته‌اند.[۱۶] در همان سال، کامپلنا و ربریو، یک چارچوب انعطاف‌پذیر برای حل مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره پویا بر اساس مدل کلاسیک معرفی کرده‌اند که می‌تواند در هر فرایند تصمیم‌گیری پویا به کار گرفته شود.[۱۷] صادقیان و فروتن در سال ۲۰۱۲، در تحقیق خود، الگوریتم نحوه تشکیل و حل مدل تصمیم‌گیری چندشاخصه تاپسیس در حالت چند دوره‌یی و با استفاده از معادلات رگرسیونی ارائه دادند و مدل پیشنهادی را در صنعت نساجی به‌عنوان یک مطالعه‌ی موردی، پیاده‌سازی کردند.[۱۸] جاسبی و همکاران در سال ۲۰۱۴، یک مدل MCDM برای تصمیم‌گیری گروهی با در نظر گرفتن دیدگاه پویای آن ارائه داده‌اند. یک مطالعه‌ی موردی درمورد رتبه‌بندی هتل‌ها، شامل چند گروه در فرایند تصمیم‌گیری، برای نشان دادن روش ارائه شده است.[۱۹] ژانگ و همکاران در سال ۲۰۱۴، برای پردازش اطلاعات ترتیبی از روش تصمیم‌گیری گروهی پویای دومرحله‌یی استفاده کرده‌اند.[۲۰] مندیک و همکاران در سال ۲۰۱۴، برای ارزیابی عملکرد بانک‌های صربستان در سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۰، هشت پارامتر مالی در نظر گرفتند و از FAHP برای تعیین اولویت وزن شاخص‌ها و تاپسیس در رتبه‌بندی بانک‌ها استفاده کرده‌اند و در نهایت از میانگین عملکرد ۵ سال به‌عنوان عملکرد بانک‌ها در طول زمان برای رتبه‌بندی بانک‌ها استفاده شده است.[۲۱] علی‌نژاد، در سال ۲۰۱۶، چارچوبی برای حل مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره‌ی پویا، بر اساس نظریه‌ی مجموعه‌های فازی و روش ویکور به‌منظور اولویت‌بندی بیماران در بخش اورژانس ارائه داده است. نتایج نشان داده است که زمان انتظار بیماران، در الگوریتم پویا نسبت به الگوریتم ایستا کاهش قابل ملاحظه‌یی داشته است.[۲۲] آقاسی و بیاتی در سال ۲۰۱۶، از داده‌های

مقطعی بیست بانک خصوصی، برای رتبه‌بندی بانک‌های خصوصی کشور طی یک دوره‌ی ۱۶ ساله از ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۶ بر اساس مدل تاپسیس و رابطه‌ی آن با راهبرد توسعه‌ی شعب استفاده کرده‌اند.[۲۳] لورنزوتی و کرولینگ در سال ۲۰۱۶، با توسعه‌ی روش تاپسیس، یک روش گروهی برای تصمیم‌گیری گروهی با اطلاعات ناهمگن و در محیط پویا ارائه دادند که در آن هر تصمیم‌گیرنده می‌تواند به طور مستقل مجموعه معیارها، بردار وزن، عوامل اساسی مؤثر در رتبه‌بندی گزینه‌ها و همچنین نوع اطلاعات برای هر معیار را تعریف کند.[۲۴] سنوسی و همکارانش در سال ۲۰۱۶، روش‌های پویایی مبتنی بر تاپسیس را برای انتخاب رابط شبکه پیشنهاد داده‌اند که به طور کارآمد با مسئله‌ی ناهنجاری رتبه‌بندی در شبکه‌های HWN مقابله می‌کنند. عملکرد روش‌های پیشنهادی، از طریق شبیه‌سازی ارزیابی شده است.[۲۵] یانگ و همکاران در سال ۲۰۱۷، در اشاره به مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره‌ی فازی نرمال شهودی پویا با وزن زمان نامعلوم، یک روش MADM مبتنی بر عملگرهای جمعی فازی طبیعی شهودی پویا (DINFA) و روش ویکور (VIKOR) با ترجیح توالی زمانی ارائه داده‌اند.[۲۶] جعفری و همکاران در سال ۲۰۱۸، در تحقیق خود، تصمیمات را بر اساس ادغام مدل فازی نوع دوم و تصمیم‌گیری چندشاخصه‌ی ترکیبی پویا به روش ویکور در صنعت کاغذ اولویت‌بندی کرده‌اند.[۲۷] لی و همکارانش در سال ۲۰۱۸، پایداری ۳۴ شهر در سطح استان و بالاتر در شمال شرقی چین را ارزیابی کرده‌اند. فرایند ارزیابی به‌عنوان یک مسئله‌ی ارزیابی پویا شناخته شد. یک روش تاپسیس پویا و آنتروپی پویا با گسترش وزن آنتروپی و تاپسیس به وضعیت پویا توسعه داده شد. نتایج نشان داد که سطح پایداری شهرهای شمال شرقی چین نسبتاً پایین است.[۲۸] امیریان و همکاران در سال ۲۰۱۸، به‌منظور ارزیابی عملکرد پویا با لحاظ کردن پنجره‌های زمانی از بانک‌های ایران، مدل TW-AHP را توسعه دادند. مدل آن‌ها با پنجره‌هایی به طول ۳ سال روی‌داده‌های ده‌ساله‌ی ۷ بانک ایران با ۵ شاخص بررسی شد و در اعتبارسنجی مدل نتایج مدل انطباق ۰٫۸۲ و ۰٫۸۷ درصد با روش AHP و گزارش عملکرد بانک مرکزی را نشان می‌دهد و نتایج مدل پیشنهادی نسبت به معمولی به‌اندازه ۵ درصد دقیق‌تر است.[۲۹]

ین و شور در سال ۲۰۱۹، یک روش جدید تصمیم‌گیری پویا برای انتخاب ارائه دهنده‌ی خدمات کلان داده پیشنهاد داده‌اند. ماهیت پویای چنین فرایندی با استفاده از سازوکار بازخورد بررسی می‌شود. الگوریتم رتبه‌بندی برای روش پیشنهادی از نظریه‌ی چشم‌انداز برای انعکاس رفتار تصمیم‌گیرنده در برابر ریسک استفاده می‌کند.[۳۰] بایکاسوگلو و گلاک در سال ۲۰۱۹، یک مدل جدید تصمیم‌گیری چندمعیاره‌ی پویا با یادگیری نقشه‌های شناختی فازی (FCM) برای حمایت از تصمیم‌گیرندگان در تصمیم‌گیری آگاهانه با در نظرگرفتن عملکرد آینده‌ی گزینه ارائه داده‌اند. مطابق مدل پیشنهادی، الگوریتم Jaya، یک روش بهینه‌سازی فرااابتکاری ساده و مؤثر است که برای آموزش FCMها در گرفتن الگوهای داده‌های تاریخی کاربرد دارد.[۳۱] تنگ و همکاران در سال ۲۰۲۰، یک روش تاپسیس توسعه یافته در مجموعه‌ی نوتروزفیک با ارزش بازه با اطلاعات وزن ناشناخته در محیط‌های نوتروزوفیک پویا توسعه داده‌اند.[۳۲]

تحلیل پنجره‌یی یکی از روش‌های کارا برای ارزیابی تغییرات عملکرد واحدهای تصمیم‌گیرنده در طی زمان است. از این روش برای ارزیابی عملکرد در طول زمان استفاده شده است؛ مطالعات زیادی در زمینه‌ی استفاده از تحلیل پنجره‌یی برای ارزیابی عملکرد پویا با روش تحلیل پوششی داده‌ها انجام گرفته است. در نوشتار حاضر، مدل تاپسیس به کمک تحلیل پنجره‌ی زمانی، برای رتبه‌بندی پویا توسعه داده شده است. همچنین برای وزن‌دهی به شاخص‌ها در طول زمان، توسعه‌ی مدل آنتروپی شانون برای داده‌های ماتریسی نیز انجام شده است.

۳. روش‌شناسی پژوهش

با توجه به ماهیت موضوع، پژوهش حاضر کاربردی توسعه‌یی بوده و اطلاعات به‌صورت کتابخانه‌یی و میدانی گردآوری شده است. همچنین تحقیق از نوع گذشته‌نگر است و بر این اساس، پس از بیان توضیح روش تاپسیس و توسعه‌ی مدل‌های آنتروپی و تاپسیس با استفاده از پنجره‌های زمانی، شاخص‌های رتبه‌بندی واحدهای پردیس فنی و مهندسی معرفی و مدل برای سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۶ در هفت واحد این پردیس اجرا، و در انتها اعتبارسنجی مدل انجام می‌شود.

۱.۳. مدل تاپسیس

روش تاپسیس، یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه است که به رتبه‌بندی گزینه‌ها می‌پردازد. در این روش، ابتدا باید ماتریس تصمیم‌گیری را با مشخص کردن معیارها و گزینه‌های تصمیم‌گیری، تشکیل داد. به‌عنوان نمونه، ماتریس تصمیم‌گیری D را که از m گزینه و n شاخص تشکیل شده است می‌توان مطابق رابطه‌ی ۱ تعریف کرد:

$$D = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \qquad (1)$$

در این روش، بعد از نرمال‌سازی داده‌ها و تشکیل ماتریس نرمال موزون، فاصله‌ی هر گزینه از نقطه‌ی ایده‌آل مثبت و منفی محاسبه می‌شود. بدین معنا که گزینه‌ی انتخابی باید، کم‌ترین فاصله از راه حل ایده‌آل مثبت و بیشترین فاصله از ایده‌آل منفی را داشته باشد.[۱۸]

۲.۳. توسعه‌ی مدل تاپسیس

گام‌های زیر برای توسعه‌ی مدل TW-TOPSIS ارائه می‌شود:

گام ۰. شروع؛

گام ۱. تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری چندشاخصه‌ی چنددوره‌یی:
از آن‌جا که در مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه‌ی چنددوره‌یی، تمام عناصر ماتریس وابسته به زمان هستند و با گذشت زمان می‌توانند تغییرکنند، ماتریس‌های تصمیم‌گیری به ازای هر دوره به‌صورت رابطه‌ی ۲ نشان داده می‌شود:

$$D^t = \begin{bmatrix} x_{11}^t & x_{12}^t & \cdots & x_{1n}^t \\ x_{21}^t & x_{22}^t & \cdots & x_{2n}^t \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_{m1}^t & x_{m2}^t & \cdots & x_{mn}^t \end{bmatrix} ; t = 1, ..., T \qquad (2)$$

که در آن D^t ماتریس تصمیم‌گیری مربوط به دوره‌ی tام و x_{ij}^t امتیاز مربوط به iامین گزینه $(i = 1, .., m)$ و jامین شاخص $(j = 1, .., n)$ متعلق به دوره‌ی t را نشان می‌دهد $(t = 1, ..., T)$.

گام ۲. تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری چندشاخصه‌ی پنجره‌یی:
ماتریس شاخص‌های تصمیم‌گیری پنجره‌یی شامل $n * m * w$ بعد $(m * w$ مشاهده) است. هر پنجره با طول w (منظور از «طول پنجره» تعداد دوره (سال)

موجود در هر پنجره است)، از زمان k $(k = ۱, ..., T - w + ۱)$شروع می‌شود. با توجه به طول پنجره (w) و تعداد کل دوره‌های زمانی (T)، تعداد کل پنجره‌ها $T - w + ۱$ است که برای نشان دادن پنجره‌ی زمانی kام از اندیس TW_k استفاده می‌شود. ماتریس شاخص‌های تصمیم‌گیری پنجره‌ی kام به‌صورت رابطه‌ی ۳ نشان داده می‌شود:

$$D_{TW_k} = \begin{bmatrix} x^k_{۱۱} & x^k_{۱۲} & \dots & x^k_{۱n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x^k_{m۱} & x^k_{m۲} & \dots & x^k_{mn} \\ x^{k+۱}_{۱۱} & x^{k+۱}_{۱۲} & \dots & x^{k+۱}_{۱n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x^{k+۱}_{m۱} & x^{k+۱}_{m۲} & \dots & x^{k+۱}_{m۲} \\ . & & & \\ . & & & \\ . & & & \\ x^{k+w-۱}_{۱۱} & x^{k+w-۱}_{۱۲} & \dots & x^{k+w-۱}_{۱n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x^{k+w-۱}_{m۱} & x^{k+w-۱}_{m۲} & \dots & x^{k+w-۱}_{mb} \end{bmatrix} ; k = ۱, ..., T - w + ۱ \quad (۳)$$

گام ۳. تعیین وزن شاخص‌های ماتریس‌های پنجره‌یی:

برای وزن‌دهی به شاخص‌ها با روش آنتروپی در پنجره‌ها، این روش به‌صورت رابطه‌ی ۴ بیان می‌شود:

$$P^t_{ij} = \frac{x^t_{ij}}{\sum_{t=k}^{k+w-۱} \sum_{i=۱}^{m} x^t_{ij}} \quad (۴)$$

$$(k = ۱, ..., T + w - ۱;\ t = k, .., k + w - ۱;\ i = ۱, ..., m;\ j = ۱, .., n)$$

$$(e_j)_{TW_k} = -\frac{۱}{Ln(w\,m)} \sum_{t=k}^{k+w-۱} \sum_{i=۱}^{m} P^t_{ij} Ln P^t_{ij} \quad (k = ۱, ..., T + w - ۱;\ j = ۱, .., n) \quad (۵)$$

$$(d_j)_{TW_k} = ۱ - (e_j)_{TW_k} \quad (k = ۱, ..., T + w - ۱;\ j = ۱, .., n)$$

$$if \sum_{t=k}^{k+w-۱} \sum_{i=۱}^{m} x^t_{ij} = ۰ \Rightarrow (d_j)_{TW_k} = ۰ \quad (۶)$$

$$(W_j)_{TW_k} = \frac{(d_j)_{TW_k}}{\sum_{j=۱}^{n} (d_j)_{TW_k}} \quad (k = ۱, ..., T + w - ۱;\ j = ۱, .., n) \quad (۷)$$

شرط $if \sum_{t=k}^{k+w-۱} \sum_{i=۱}^{m} x^t_{ij} = ۰ \Rightarrow (d_j)_{TW_k} = ۰$ باعث می‌شود چنانچه برای پنجره‌یی شاخص موجود نباشد، وزن شاخص صفر در نظر گرفته شود.

گام ۴. استفاده از مدل تاپسیس پنجره‌یی

پس از تعیین وزن شاخص‌ها، در فاز دوم تاپسیس پنجره‌یی به‌صورت زیر در هر پنجره انجام می‌شود:

گام ۱.۴ نرمال‌سازی: تبدیل ماتریس تصمیم پنجره‌یی

$$r^t_{ij} = \frac{x^t_{ij}}{\sqrt{\sum_{t=k}^{k+w-۱} \sum_{i=۱}^{m} (x^t_{ij})^۲}}$$

$$(k = ۱, ..., T + w - ۱;\ t = k, .., k + w - ۱;\ i = ۱, ..., m;\ j = ۱, .., n)\ if \sum_{t=k}^{k+w-۱} \sum_{i=۱}^{m} (x^t_{ij})^۲ = ۰ \Rightarrow r^t_{ij} = ۰ \quad (۸)$$

روش تاپسیس با فرض این که تمامی شاخص‌ها موجود است، قابل اجراست. با توجه به این که در بلندمدت ممکن است در پنجره‌یی شاخص برای همه‌ی واحدها صفر باشد شرط $if \sum_{t=k}^{k+w-۱} \sum_{i=۱}^{m} (x^t_{ij})^۲ = ۰ \Rightarrow r^t_{ij} = ۰$ اجازه می‌دهد تاپسیس روی پنجره اجرا شود. از طرفی شرط اضافه شده در رابطه‌ی ۵ باعث صفر شدن وزن این شاخص می‌شود.

گام ۲.۴ تشکیل ماتریس نرمال موزون:

$$(v^t_{ij})_{TW_k} = (W_j)_{TW_k} \times (r^t_{ij})_{TW_k} \quad (k = ۱, ..., T + w - ۱;\ t = k, .., k + w - ۱;\ i = ۱, ..., m;\ j = ۱, .., n) \quad (۹)$$

گام ۳.۴ محاسبه‌ی ایده‌آل مثبت و منفی:

$$(A^{+t})_{TW_k} = \left\{ \left(\underset{j}{Max} (v^t_{ij})_{TW_k} | j \in J \right), \left(\underset{j}{Min} (v^t_{ij})_{TW_k} | j \in J' \right) \right\} = \left[(v^{+t}_۱)_{TW_k}, (v^{+t}_۲)_{TW_k}, ..., (v^{+t}_n)_{TW_k} \right]$$

$$(k = ۱, ..., T + w - ۱;\ t = k, .., k + w - ۱;\ i = ۱, ..., m;\ j = ۱, .., n) \quad (۱۰)$$

$$(A^{-t})_{TW_k} = \left\{ \left(\underset{j}{Min} (v^t_{ij})_{TW_k} | j \in J \right), \left(\underset{j}{Max} (v^t_{ij})_{TW_k} | j \in J' \right) \right\} = \left[(v^{-t}_۱)_{TW_k}, (v^{-t}_۲)_{TW_k}, ..., (v^{-t}_n)_{TW_k} \right]$$

$$(k = ۱, ..., T + w - ۱;\ t = k, .., k + w - ۱;\ i = ۱, ..., m;\ j = ۱, .., n) \quad (۱۱)$$

J مربوط به شاخص‌های سود J' و مربوط به شاخص‌های هزینه است.

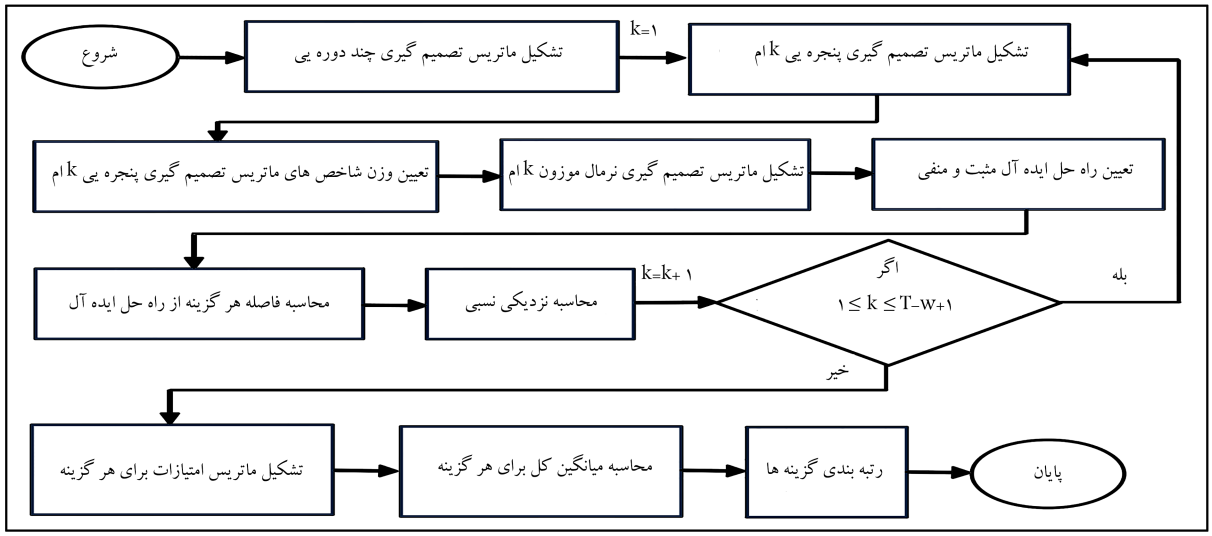
گام ۴.۴ محاسبه‌ی فاصله از ایده‌آل مثبت و منفی:

$$(d^{+t}_i)_{TW_k} = \sqrt{\sum_{j=۱}^{n} \left((v^t_{ij})_{TW_k} - (v^{+t}_j)_{TW_k} \right)^۲} \quad (۱۲)$$

$$(d^{-t}_i)_{TW_k} = \sqrt{\sum_{j=۱}^{n} \left((v^t_{ij})_{TW_k} - (v^{-t}_j)_{TW_k} \right)^۲} \quad (۱۳)$$

گام ۵.۴ محاسبه‌ی راه‌حل ایده‌آل:

$$(CL^{*t}_i)_{TW_k} = \frac{(d^{-t}_i)_{TW_k}}{(d^{-t}_i)_{TW_k} + (d^{+t}_i)_{TW_k}} \quad (۱۴)$$



شکل ۱. فلوچارت مراحل روش تاپسیس پنجره‌یی.

گام ۵. تشکیل ماتریس امتیازات برای هرگزینه به‌صورت جداگانه؛ در سطرهای هر ماتریس، پنجره‌ها و در ستون‌های هر ماتریس، دوره‌ها قرار دارند؛

گام ۶. محاسبه‌ی میانگین سطری و ستونی برای هر ماتریس و در نهایت محاسبه‌ی میانگین کل؛

گام ۷. رتبه‌بندی گزینه‌ها با توجه به امتیازات کل محاسبه شده برای هرگزینه درگام ۶.

شماتیک گام‌های ذکر شده برای این روش در شکل ۱ نمایش داده شده است:

۳.۳. مطالعه‌ی موردی

به‌منظور رتبه‌بندی واحدهای پردیس فنی و مهندسی دانشگاه یزد، پس از بررسی مقالات و همچنین بانک اطلاعاتی دانشگاه و توجه به برنامه راهبردی دانشگاه، تعداد ۱۵ شاخص که در مطالعه‌ی حاضر در چهار طبقه گروه‌بندی شده‌اند، شناسایی شد. این اطلاعات برای سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۶ موجود بود و در جدول ۱ نمایش داده شده است. در ادامه با استفاده از بررسی هم‌خطی بر روی‌داده‌های ماتریسی برای ۷ واحد در سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۶ بر اساس آزمون وایف، هم‌خطی شاخص‌ها بررسی شد و شاخص پنجم به دلیل هم‌خطی بالا حذف شد.

۴. تجزیه و تحلیل داده‌ها

به‌لحاظ نظری روشی برای تعیین اندازه‌ی بهینه‌ی پنجره وجود ندارد، اما در بیشتر مطالعات، طول پنجره بین ۲ تا ۴ انتخاب شده است،[۳،۲۹،۳۳] در بعضی از مطالعات[۲۹،۳۳،۳۴] طول پنجره ۳ و در بعضی دیگر[۳۵] طول پنجره ۴ در نظر گرفته شده است.

در این پژوهش با توجه به دوره‌ی چهار ساله‌ی مدیریت دانشکده‌ها، طول پنجره‌زمانی ۴ انتخاب شد. در این مطالعه، شانزده دوره‌ی زمانی داریم و طول پنجره نیز ۴ در نظر گرفته شده است. با توجه به فرمول بیان شده در بخش ۲.۳ (گام ۲)، برای تعداد کل پنجره‌ها $(T-w+۱)$، $(۱۳ = ۱ + ۴ - ۱۶)$، در نهایت ۱۳ پنجره برای تحلیل باید در نظر گرفت. ضرایب شاخص‌ها برای هر پنجره، در جدول ۱ پیوست، با روش آنتروپی به دست آمده است. به طور مثال شاخص ۱ در پنجره‌ی دوم با طول ۴ سال، وزن ۰٫۰۱۹۲ را به دست آورده است. سپس امتیاز واحدها در پنجره‌های زمانی شامل ۱۳ پنجره‌ی چهار ساله به دست آمد. به‌طور مثال پنجره‌ی زمانی واحد دانشکده‌ی مهندسی برق به‌صورت جدول ۲ پیوست است و در نهایت امتیاز هر واحد در طول سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۶ مطابق جدول ۲ به دست آمده است.

۵. اعتبارسنجی

جهت اعتبارسنجی نتایج، مدل با سه روش، میانگین‌گیری (تاپسیس) روی نتایج هر سال، یک دوره‌ی بلندمدت از داده‌های مقطعی و تحلیل پوششی داده‌ها، بررسی شده است. روش اول، روش میانگین‌گیری است که امتیاز هر واحد در سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۶ به روش تاپسیس به دست آمده است و درنهایت میانگین امتیاز ۱۶ سال به‌عنوان امتیاز عملکرد در طول زمان در نظر گرفته شده است. نتایج حاصل از این روش در جدول ۳ قابل مشاهده است. در حالت دوم، جمع مقادیر ۱۶ سال به‌عنوان یک دوره حساب شده است و بر اساس داده‌های مقطعی، امتیاز واحدها در یک دوره‌ی شانزده ساله با روش تاپسیس به دست آمده است. نتایج این روش در جدول ۴ گزارش شده است. در روش سوم از روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌یی با پنجره‌های زمانی چهار ساله استفاده شده است. برای قابل مقایسه بودن روش تاپسیس پنجره‌یی و روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌یی، با توجه به این که در روش تاپسیس تمامی شاخص‌ها مثبت در نظر گرفته شده است، لذا در روش DEA تمامی شاخص‌ها را خروجی فرض می‌کنیم و یک شاخص مجازی بی‌اثر با مقدار ۱ به‌عنوان ورودی در نظر می‌گیریم.[۲۸] از طرفی با توجه به زیاد بودن تعداد شاخص‌ها در برابر تعداد DMU ها در هر پنجره، برای رتبه‌بندی واحدهای کارا، از یک واحد ایده‌آل مجازی استفاده می‌کنیم که با بیشینه مقدار هر شاخص خروجی و کمینه مقدار هر شاخص ورودی مقداردهی می‌شود.[۳۶] لازم به ذکر است که در این تحقیق از رویکرد CCR خروجی‌محور تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌یی استفاده شده است. دلیل انتخاب خروجی‌محور آن است که به دانشکده‌ها مقدار ثابتی از

جدول ۱. شاخص‌ها و زیرشاخص‌های رتبه‌بندی دانشکده‌ها و گروه‌ها.

معیار	زیرمعیار	نام
ترکیب جمعیتی دانشجویان	۱.نسبت دانشجویان تحصیلات تکمیلی	A۱
	۲. نسبت دانشجویان خارجی	A۲
اعضای هیئت‌علمی	۳. نسبت هیئت‌علمی دانشیار و بالاتر	A۳
	۴. ارتقا به مرتبه بالاتر به تعداد کل اعضای هیئت‌علمی	A۴
نسبت‌های هیئت‌علمی و دانشجو	۵. نسبت هیئت‌علمی به دانشجو (کل)	A۵
	۶. نسبت هیئت‌علمی به دانشجو (روزانه)	A۶
	۷. نسبت پذیرش دانشجو به اعضای هیئت‌علمی	A۷
	۸. نسبت فارغ‌التحصیل به اعضای هیئت‌علمی	A۸
تولیدات علمی	۹. سرانه مقالات معتبر بین‌المللی	A۹
	۱۰. سرانه مقالات معتبر داخلی	A۱۰
	۱۱. نسبت اختراعات و اکتشافات	A۱۱
	۱۲. مقالات معتبر کنفرانسی به اعضای هیئت‌علمی	A۱۲
	۱۳. همایش برگزار شده به اعضای هیئت‌علمی	A۱۳
	۱۴. نسبت کتب منتشر شده به اعضای هیئت‌علمی	A۱۴
	۱۵. درآمد طرح‌های پژوهشی به اعضای هیئت‌علمی	A۱۵

جدول ۲. امتیاز واحدها (دانشکده) با استفاده از تاپسیس پنجره‌یی.

واحد (دانشکده)	امتیاز	رتبه
برق	۰٫۰۳۲۳	۴
عمران	۰٫۰۳۶۵	۳
معدن	۰٫۰۴۲۴	۲
مکانیک	۰٫۰۲۶۰	۶
صنایع	۰٫۰۳۱۵	۵
کامپیوتر	۰٫۰۲۳۹	۷
نساجی	۰٫۰۵۷۳	۱

جدول ۳. امتیاز واحدها با استفاده از روش میانگین‌گیری (تاپسیس).

واحد (دانشکده)	امتیاز	رتبه
برق	۰٫۱۵۳۸	۳
عمران	۰٫۱۴۵۴	۴
معدن	۰٫۱۶۸۴	۲
مکانیک	۰٫۱۰۸۱	۶
صنایع	۰٫۱۳۹۳	۵
کامپیوتر	۰٫۰۶۲۶	۷
نساجی	۰٫۲۲۲۴	۱

جدول ۴. امتیاز واحدها با استفاده از روش داده‌های مقطعی.

واحد (دانشکده)	امتیاز	رتبه
برق	۰٫۱۹۹۶	۲
عمران	۰٫۱۴۲	۳
معدن	۰٫۱۲۸۱	۴
مکانیک	۰٫۰۳۵	۷
صنایع	۰٫۱۱۰۹	۵
کامپیوتر	۰٫۰۴۶۳	۶
نساجی	۰٫۳۳۸۱	۱

جدول ۵. امتیاز واحدهابا استفاده از تحلیل پوششی داده‌ی پنجره‌یی.

واحد (دانشکده)	امتیاز	رتبه
برق	۰٫۸۷۶۳	۳
عمران	۰٫۸۸۵۵	۲
معدن	۰٫۰۴۲۴	۵
مکانیک	۰٫۹۱۷۴	۷
صنایع	۰٫۸۴۰۷	۴
کامپیوتر	۰٫۸۷۸۸	۶
نساجی	۰٫۸۹۴۷	۱

منابع داده می‌شود، اما خروجی بیشینه از آن‌ها خواسته می‌شود. از این‌رو دانشکده‌ها در تعیین میزان ورودی‌های خود نقش چندانی ندارند، ولی خروجی‌ها به فعالیت‌ها و نحوه‌ی تخصیص منابع به بخش‌های مختلف بستگی دارد و برای ارزیابی آن‌ها مدل‌های خروجی‌محور مناسب‌تر است (جدول ۵). درنهایت با انجام آزمون پیرسون روی امتیازات ۴ روش، نتایج مطابق جدول ۶ به دست آمد.

نتایج آزمون پیرسون، هم‌بستگی قوی بین روش توسعه یافته‌ی تاپسیس با روش مقطعی، روش میانگین‌گیری و روش تحلیل پوششی داده‌ها را نشان می‌دهد. روش توسعه یافته‌ی تاپسیس پنجره‌یی ۷۱٫۹٪ بر نتایج روش تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌یی و ۸۹٪ بر نتایج روش داده‌های مقطعی و ۹۳٫۲٪ با روش میانگین‌گیری در سطح اطمینان ۹۹٪ انطباق دارد.

جدول ۶. نتایج اعتبارسنجی.

Correlations					
Average	W − DEA	[1]Cross − sectional data	TW− TOPSIS	N = ۷	
۰/۹۳۲**	۰/۷۱۹	۰/۸۹۰**	۱	Pearson Correlation	TW − TOPSIS
۰/۰۰۲	۰/۰۶۸	۰/۰۰۷		Sig.(۲ − tailed)	

**. Correlation is significant at the ۰/۰۱ level (۲ − tailed)

*. Correlation is significant at the ۰/۰۵ level (۲ − tailed)

۶. نتیجه‌گیری

با توجه به همبستگی بالای به دست آمده، بین روش توسعه یافته‌ی تاپسیس پنجره‌یی و سه روش دیگر (میانگین‌گیری، داده‌های مقطعی، تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌یی) در قسمت اعتبارسنجی، میزان همگرایی جواب‌های مدل توسعه یافته، با جواب مدل‌های موجود در طول زمان، بیانگر اعتبار مدل ارائه شده است.

از جمله مزایای روش پیشنهادی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- اجرای یک مدل تاپسیس با پنجره زمانی به جای چند مدل تاپسیس معمولی
- کاهش زمان و میزان محاسبات؛ درصد کاهش زمان و میزان محاسبات به میزان $\frac{T-w+1}{T}$ است که در آن T تعداد کل دوره‌های زمانی و w طول پنجره یا تعداد سال موجود در هر پنجره است. برای مثال در این پژوهش، با توجه به این که مقدار $T = 16$ و مقدار $w = 4$ است، بنابراین به میزان ۱۸/۷۵٪، زمان و میزان محاسبات، نسبت به حالت اجرای روش تاپسیس معمولی، کاهش می‌یابد؛
- ارزیابی عملکرد یک واحد در یک دوره‌ی خاص در مقابل عملکرد خود آن واحد در سایر دوره‌ها، علاوه بر عملکرد سایر واحدها؛
- ارزیابی عملکرد واقع‌بینانه‌تر و دقیق‌تر با استفاده از داده‌های پانل در طول زمان؛
- ارائه‌ی مدل ارزیابی به‌صورت الگو و بردار به‌جای نقطه‌یی و اسکالر؛
- دقت و اعتبار بالا و مناسب؛
- عدم نیاز به روش‌های رتبه‌بندی واحدهای کارا مانند AP؛
- عدم نیاز به معادلات ریاضی DEA؛
- مفید برای یافتن روند (افزایش/کاهش) عملکرد هر واحد در طول زمان.

با توجه به مطالعات و مدل‌سازی انجام شده‌ی این مقاله، در ادامه می‌توان تحقیقات زیر را انجام داد:

۱. محققین حالت فازی را در نظرگرفته و روش تاپسیس فازی پنجره‌یی را توسعه دهند؛

۲. تعیین تعداد دوره‌ی بهینه برای پنجره‌ی زمانی که غالباً به‌صورت سعی و خطا محاسبه می‌شود؛

۳. توسعه‌ی سایر روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه برای رتبه‌بندی پویا (DEMATEL-VIKOR-SAW و . . ..)

از جمله پیشنهادات کاربردی برای سازمان مورد مطالعه می‌توان اشاره کرد به:

۱. تدوین چشم‌انداز، رسالت و اهداف سازمان برمبنای وضعیت ایده‌آل که بر اساس گزینه‌ی ایده‌آل روش تاپسیس ترسیم می‌شود؛

۲. شناسایی و تعریف پروژه‌ها و برنامه‌های هر گروه و دانشکده برای دست‌یابی به اهداف اولویت‌بندی پروژه و برنامه‌ها به روش تاپسیس؛

۳. تعیین سهم هریک از گروه‌ها و دانشکده‌ها برای دست‌یابی به اهداف پردیس بر اساس پروژه‌ها و برنامه‌های تعریف شده؛

۴. تخصیص بودجه به هریک از گروها و دانشکده‌ها با توجه به محدودیت منابع مالی و سهم هریک از آن‌ها برای دست‌یابی به وضعیت ایده‌آل؛

۵. استفاده از وضعیت مطلوب شاخص‌های عملکردی برنامه‌ی راهبردی دانشگاه در کنار وضعیت ایده‌آل تاپسیس.

منابع (References)

1. Kazley, A.S. and Ozcan, Y.A. "Electronic medical record use and efficiency: a DEA and windows analysis of hospitals", *Socio-Economic Planning Sciences*, **43**(3), pp. 209-216 (2009).
2. Ramazanian. M., Oveysi Omran, A. and Yakideh, K. "An explanation of evaluation of performance over time with window analysis", *Industrial Management Journal*, **4**, pp. 69-86, (In Persian) (2012).
3. Ramezanian M.R., Esmaeilpour, R., Yakideh K. and et al. "Checking the performance changes of distribution channels of pars khazar company over time using window analysis", *Journal of Industrial Management Perspective*, **2**(8), pp. 167-183, (In Persian) (2013).
4. Wanga, K., Yuc, S.H. and Zhangd, W. "China's regional energy and environmental efficiency: A DEA window analysis based dynamic evaluation", *Mathematical and Computer Modelling*, **58**(5-6), pp. 1117-1127 (2013).
5. Dastgir, M., Momeni, M., Saati-mohadi, M. and et al. "Analysis of financial statements of companies accepted in tehran stock exchange using the window data envelop-

ment analysis model", Accounting and Audit Research. (In Persian) (2015).

6. Ebrahimi, A., Alimohamadlo, M. and Sharifiyan, S. "Performance measurement of faculty in shiraz university by window data envelopment analysis", *Intarnational Conference of Management Elites*, (In persian) (2016).
7. Hamzei, A. and Shojaati, G. "A model for using statistical tests to determine the width of the window and reviewing the efficiency of university departments by using window analysis", *Journal of Operational Research In Its Applications*, **51**, winter.(95), pp.85-102 (In Persian) (2017).
8. Tone, K., Cooper, W.W. and Seiford, L.M., *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models. Applications*, References and DEA- Solver Software. 2nd edition. New York: Springer (2007).
9. Badiru, A.B., Simin, P. and Kang, M. "DDM: decision support system for hierarchical dynamic decision making", *Decision Support Systems*, **10**(1), pp. 1-18 (1993).
10. Xu, Z. "On multi-period multi-attribute decision making", *Knowledge-Based System*, **21**(2), pp. 164-171 (2008).
11. Xu, Z. and Yager, R.R. "Dynamic intuitionistic fuzzy multi-attribute decision making", *International Journal of Approximate Reasoning*, **48**(1), pp. 246-262 (2008).
12. Lin, Y.H., Lee, P.C. and Ting, H.I. "Dynamic multi-attribute decision making model with grey number evaluations", *Expert Systems with Applications*, **35**(4), pp. 1638-1644 (2008).
13. Wei, G.W. "Some geometric aggregation functions and their application to dynamic multiple attribute decision making in the intuitionistic fuzzy setting", *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, **17**(02), pp. 179-196 (2009).
14. Wei, G. "Grey relational analysis model for dynamic hybrid multiple attribute decision making", *Knowledge-Based Systems*, **24**(5), pp. 672-679 (2011).
15. Chen, Y. and Li, B. "Dynamic multi-attribute decision making model based on triangular intuitionistic fuzzy numbers", *Scientia Iranica*, **18**(2), pp. 268-274 (2011).
16. Hu, J. and Yang, L. "Dynamic stochastic multi-criteria decision making method based on cumulative prospect theory and set pair analysis", *Systems Engineering Procedia*, **1**, pp. 432-439 (2011).
17. Campanella, G., and Riberio, R.A. "A framework for dynamic multiple-criteria decision making", *Decision Support Systems*, **52**(1), pp. 52-60 (2011).
18. Sadeghian, R. and Foroutan, S. "Utilization of multi period multiple attribute decision making models by using regression equations", *International Journal of Industrial Engineering and Production Management*, **23**(2), pp. 138-148 (In Persian) (2012).
19. Jassbi, J.J., Ribeiro, R. A. and Dargam, F. "Dynamic MCDM for multi group decision making", *In Joint International Conference on Group Decision and Negotiation (90-99)*, Springer, Cham, (2014).
20. Zhang, F., Ignatius, J., Lim, C.P. and et al. "A two-stage dynamic group decision making method for processing ordinal information", *Knowledge-Based Systems*, **70**, pp. 189-202 (2014).
21. Mandic, K., Delibasic, B., Knezevic, S. and et al. "Analysis of the financial parameters of serbian banks through the application of the fuzzy AHP and TOPSIS methods", *Economic Modelling*, **43**, pp. 30-37 (2014).
22. Alinezhad, A. "A framework for dynamic MCDM in fuzzy environment (case study: emergency department and triage patients)", *Journal of Industrial Management*, **11**(37), pp. 63-80, (In Persian) (2016).
23. Aghasi, S. and Bayati, M. "Ranking of private banks in Iran based on the Topsis model and its relationship with the development leader-the market for 2014-2014", *5th International Conference on New Directions in Management, Economics and Accounting*, (In persian) (2016).
24. Lourenzutti, R. and Krohling, R.A. "A generalized TOPSIS method for group decision making with heterogeneous information in a dynamic environment", *Information Sciences*, **330**, pp. 1-8 (2016).
25. Senouci, M. A., Mushtaq, M.S., Hoceini, S. and et al. "TOPSIS-based dynamic approach for mobile network interface selection", *Computer Networks*, **107**, pp. 304-314 (2016).
26. Yang, Z., Li, J., Huang, L. and et al. "Developing dynamic intuitionistic normal fuzzy aggregation operators for multi-attribute decision-making with time sequence preference", *Expert Systems With Applications*, **82**, pp. 344-356 (2017).
27. Jafari, M., Sadeghian, R., Yarahmadi, F. and et al. "A dynamic combination multi criteria decision making in the paper manufacturing industry based on fuzzy VIKOR type 2 approach", *Management Tomorrow*, **16**(52), (In Persian) (2018).
28. Li, W., Yi, P., and Zhang, D. "Sustainability evaluation of cities in northeastern China using dynamic TOPSIS-entropy methods", *Sustainability*, **10**(12), p. 4542 (2018).
29. Amiriyan, F., Khademizare, H. and Akhavan, A. "Developing the AHP model to evaluate dynamic performance by time window", *International Conference on Management and Accounting*, (In Persian) (2018).
30. Yin, L. and Shyur, H.J. "A dynamic MADM method for the selection of a big data service provider", *International Journal of Information and Management Sciences*, **30**(1), pp. 57-71 (2019).
31. Baykasoğlu, A. and Gölcük, İ. "A dynamic multiple attribute decision making model with learning of fuzzy cognitive maps", *Computers & Industrial Engineering*, **135**, pp. 1063-1076 (2019).
32. Thong, N.T., Lan, L.T.H., Chou, S.Y. and et al. "An extended TOPSIS method with unknown weight information in dynamic neutrosophic environment", *Mathematics*, **8**(3), p. 401 (2020).
33. Sokhanvar, M., Sadeghi, H., Assari, A. and et al. "Structural analysis and efficiency trend of electricity distribution companies in iran by using window data envelopment analysis", *Journal of Economic Growth and Development Research*, **1**(4), pp. 145-182 (In Persian) (2011).
34. Charnes, A., Cooper, W.W., Lewin, A.Y. and et al., *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, And Application*, Kluwer Academic Publishers, Norwell (1994).
35. Al-Eraqi, A.S., Mustafa, A., Khader, A.T. and et al. "Efficiency of middle eastern and East African seaports: application of DEA using window analysis", *European Journal of Scientific Research*, **23**(4), pp. 597-612 (2008).
36. Khademizare, H., Akhavan, A. and Dadashi, M. "Improved data envelopment analysis model with unit design ideal for evaluating and ranking industrial engineering departments in Iranian public universities", *13 th International Conference on Industrial Engineering*, (In persian) (2017).

۷. پیوست

جدول ۱. وزن شاخص‌ها در پنجره‌های زمانی چهار ساله بر اساس روش آنتروپی شانون.

	TW_1	TW_2	TW_3	TW_4	TW_5	TW_6	TW_7	TW_8	TW_9	TW_{10}	TW_{11}	TW_{12}	TW_{13}
A1	۰/۰۲۳۴	۰/۰۱۹۲	۰/۰۱۰۴	۰/۰۰۹۰	۰/۰۰۷۸	۰/۰۰۷۵	۰/۰۰۶۷	۰/۰۰۶۹	۰/۰۰۵۸	۰/۰۰۳۴	۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۱۴
A2	۰	۰	۰/۲۶۶۰	۰/۲۱۵۵	۰/۱۹۸۴	۰/۱۶۱۷	۰/۱۴۱۰	۰/۱۲۷۵	۰/۱۱۲۴	۰/۰۹۶۸	۰/۱۰۱۷	۰/۱۱۹۴	۰/۱۰۸۸
A3	۰/۰۵۲۸	۰/۰۵۹۲	۰/۰۴۳۴	۰/۰۴۳۳۸	۰/۰۴۱۱	۰/۰۳۶۶	۰/۰۳۲۲	۰/۰۳۰۰	۰/۰۲۵۸	۰/۰۱۸۳	۰/۰۱۲۷	۰/۰۱۰۴	۰/۰۰۷۸
A4	۰/۱۴۶۹	۰/۱۱۰۹	۰/۰۷۹۷	۰/۰۷۷۶	۰/۰۷۳۲	۰/۰۶۶۲	۰/۰۵۱۷	۰/۰۶۷۹	۰/۰۹۲۵	۰/۰۹۸۰	۰/۰۸۲۶	۰/۰۵۶۶	۰/۰۳۹۶
A6	۰/۰۰۳۲	۰/۰۰۴۱	۰/۰۰۳۱	۰/۰۰۴۲	۰/۰۰۵۶	۰/۰۰۵۲	۰/۰۰۳۹	۰/۰۰۴۲	۰/۰۰۵۱	۰/۰۰۲۶	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۸
A7	۰/۰۰۵۶	۰/۰۰۷۱	۰/۰۰۴۳	۰/۰۰۵۰	۰/۰۰۶۳	۰/۰۰۵۶	۰/۰۰۳۷	۰/۰۰۵۱	۰/۰۰۶۰	۰/۰۰۲۸	۰/۰۰۴۷	۰/۰۰۴۴	۰/۰۰۱۹
A8	۰/۰۰۳۴	۰/۰۰۴۵	۰/۰۰۲۱	۰/۰۰۳۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۲۹	۰/۰۰۲۶	۰/۰۰۲۶	۰/۰۰۵۱	۰/۰۰۴۴	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۷۱	۰/۰۱۳۱
A9	۰/۰۶	۰/۰۶۳۱	۰/۰۴۹۲	۰/۰۴۵۵	۰/۰۴۴۱	۰/۰۳۱۱	۰/۰۲۴۴	۰/۰۲۲۷	۰/۰۲۷۶	۰/۰۲۶۶	۰/۰۲۳۰	۰/۰۲۵۴	۰/۰۲۸۰
A10	۰/۰۶۸۲	۰/۰۶۹۵	۰/۰۳۶۸	۰/۰۳۴۷	۰/۰۴۷۴	۰/۰۵۳۵	۰/۰۶۰۲	۰/۰۸۰۲	۰/۰۹۰۰	۰/۰۶۷۸	۰/۰۶۰۵	۰/۰۴۴۰	۰/۰۳۰۳
A11	۰/۲۸۳۲	۰/۲۲۲۸	۰/۱۲۷۶	۰/۱۷۱۴	۰/۱۸۳۲	۰/۱۸۵۱	۰/۲۰۴۰	۰/۱۸۳۴	۰/۲۰۲۵	۰/۲۳۸۹	۰/۲۳۸۲	۰/۲۳۹۶	۰/۲۱۸۰
A12	۰/۳۹۷	۰/۰۴۴۴	۰/۰۳۶۰	۰/۰۴۱۱	۰/۰۳۴۷	۰/۰۲۳۷	۰/۰۲۷۲	۰/۰۲۱۵	۰/۰۲۶۵	۰/۰۲۶۹	۰/۰۱۷۵	۰/۰۱۴۸	۰/۰۲۲۳
A13	۰/۱۹۲۰	۰/۲۳۱۵	۰/۲۱۱۷	۰/۲۱۲۸	۰/۲۱۸۹	۰/۳۱۶۵	۰/۰۳۳۳۶	۰/۳۲۷۱	۰/۲۷۸۶	۰/۲۷۲۲	۰/۳۰۶۷	۰/۳۴۰۸	۰/۳۷۸۵
A14	۰/۱۲۰۱	۰/۱۶۱۸	۰/۱۲۸۰	۰/۱۳۳۵	۰/۱۳۱۸	۰/۱۰۱۲	۰/۰۹۸۸	۰/۱۰۲۴	۰/۱۰۹۰	۰/۱۳۱۷	۰/۱۴۱۶	۰/۱۳۱۲	۰/۱۴۵۰
A15	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۲۲	۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۲۹	۰/۰۰۳۴	۰/۰۰۳۱	۰/۰۱۰۰	۰/۰۱۸۵	۰/۰۱۳۰	۰/۰۰۴۳	۰/۰۰۴۴	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۴۶

جدول ۲. عملکرد دانشکده‌ی مهندسی برق (تاپسیس پنجره‌یی $w = 4$).

برق	۸۱	۸۲	۸۳	۸۴	۸۵	۸۶	۸۷	۸۸	۸۹	۹۰	۹۱	۹۲	۹۳	۹۴	۹۵	۹۶	میانگین سطری
TW۱	۰/۰۱۳۵	۰/۰۲۰۱ ۰	۰/۰۳۷۶ ۰/	۰/۰۳۳ ۰/۱													۰/۰۲۶۱
TW۲		۰/۰۱۴۷ ۰	۰/۰۲۹۷ ۰/	۰/۰۱۷ ۰/۷	۰/۰۴۱ ۰/۷												۰/۰۲۵۹
TW۳			۰/۰۲۷۳ ۰/	۰/۰۱۲ ۰/۰	۰/۰۲۱ ۰/۵	۰/۰۳۶۷ ۰/											۰/۰۲۴۴
TW۴				۰/۰۰۷ ۰/۹	۰/۰۱۱ ۰/۳	۰/۰۲۵۶ ۰/	۰/۰۴۲۲ ۰/										۰/۰۲۱۷
TW۵					۰/۰۱۰ ۰/۳	۰/۰۲۳۴ ۰/	۰/۰۳۸۶ ۰/	۰/۰۲۲ ۰/۲									۰/۰۲۳۶
TW۶						۰/۰۱۵۱ ۰/	۰/۰۲۷۱ ۰/	۰/۰۲۰ ۰/۱	۰/۰۲۴ ۰/۲								۰/۰۲۱۶
TW۷							۰/۰۲۰۳ ۰/	۰/۰۱۶ ۰/۲	۰/۰۲۰ ۰/۷	۰/۰۴۷۵ ۰/							۰/۰۲۶۲
TW۸								۰/۰۲۰ ۰/۶	۰/۰۳۱ ۰/۵	۰/۰۷۰۱ ۰/	۰/۰۱۲ ۰/۳						۰/۰۳۳۶
TW۹									۰/۰۳۵ ۰/۸	۰/۰۷۶۹ ۰/	۰/۰۰۹ ۰/۷	۰/۰۷۱۱					۰/۰۴۸۴
TW۱۰										۱/۰۱۴ ۰/	۰/۰۰۶ ۰/۸	۰/۰۶۸۴	۰/۰۳۹۷				۰/۰۵۴۱
TW۱۱											۰/۰۰۴ ۰/۷	۰/۰۷۳۸	۰/۰۴۱۲	۰/۰۲۱۶ ۰/			۰/۰۳۵۳
TW۱۲												۰/۰۷۸۰	۰/۰۳۹۶	۰/۰۱۷۵ ۰/	۰/۰۴۷۵		۰/۰۴۵۶
TW۱۳													۰/۰۳۵۴	۰/۰۱۴۱ ۰/	۰/۰۴۳۰	۰/۰۴۳۰ ۰/	۰/۰۳۳۹
میانگین ستونی	۰/۰۱۳۵	۰/۰۱۷۴ ۰	۰/۰۳۱۵ ۰/	۰/۰۱۷ ۰/۷	۰/۰۲۱ ۰/۲	۰/۰۲۵۲ ۰/	۰/۰۳۲۱ ۰/	۰/۰۱۹ ۰/۸	۰/۰۲۸ ۰/۰	۰/۰۷۴۰ ۰/	۰/۰۰۸ ۰/۴	۰/۰۷۲۸	۰/۰۳۹۰	۰/۰۱۷۸ ۰/	۰/۰۴۵۳	۰/۰۴۳۰ /	۰/۰۳۲۳