Industrial Management Journal

Print ISSN: 2008-5885

Online ISSN: 2423-5369

Providing an Appropriate Model for Improving Multi-Criteria Inventory Classification Using SBM Model (Case Study: Pars Khazar Industrial Company)

Mohamad Rahim Ramzaniyan*

*Corresponding Author, Associate Prof., Department of Management, Faculty of Literature and Humanities, University of Guilan, Rasht, Iran. E-mail: ramazannian@guilan.ac.ir

Keykhosro Yakideh

Assistant Prof., Department of Management, Faculty of Literature and Humanities, University of Guilan, Rasht Iran. E-mail: yakideh@guilan.ac.ir

Narjes Mohammadi Bazghaleh

MSc., Department of Management, Faculty of Literature and Humanities, University of Guilan, Rasht, Iran. E-mail: manager@gmail.com

Abstract

Objective: In Workplaces, organizations need to balance warehouse inventory and maintenance costs. Therefore, inventory control is one of the major concerns of organizations. In many organizations, they use the ABC classification method for controlling a large volume of inventory. in the traditional ABC classification, items are categorized only by a single criterion; but considering other criteria is also essential, so in such cases, the multi-criteria inventory classification is used. The purpose of this study is to present a new model in multi-criteria inventory classification.

Methods: In this study, the data envelopment analysis method has been used to present an appropriate model for inventory classification. In the literature of Radial and non-radial models of data envelopment analysis have been used in inventory classification and the comparison of the results of the models indicates that non-radial models provide a more rational classification. Hence, other types of non-radial models have been proposed in this paper to improve inventory classification.

Results: the proposed method does not have the weakness of the radial models and improves the multi-criteria inventory classification using non-radial models.

Conclusion: 47 items of inventory related to a common numerical example in the literature as well as 80 items of inventory items of Pars Khazar industrial company have been used in order To implement the new models and compare them with existing models. The results of comparing the proposed model with the existing ones in the literature show the superiority of the proposed model.

Keywords: R model, RAM model, SBM model without input, Data Envelopment Analysis, Multi-criteria inventory classification.

Citation: Ramzaniyan, Mohamad Rahim; Yakideh, Keykhosro & Mohammadi Bazghaleh, Narjes (2020). Providing an Appropriate Model for Improving Multi-Criteria Inventory Classification Using SBM Model (Case Study: Pars Khazar Industrial Company). *Industrial Management Journal*, 12(3), 485-501. (*in Persian*)

Industrial Management Journal, 2020, Vol. 12, No.3, pp. 485-501

DOI: 10.22059/imj.2021.288943.1007652

Received: September 14, 2019; Accepted: May 22, 2021

© Faculty of Management, University of Tehran

مدیریت صنعتی
شاپا چاپی: ۵۸۸۵-۲۰۰۸
شاپا الکترونیکی: ۵۳۶۹-۲۴۲۳

ارائه مدلی مناسب جهت بهبود طبقه بندی چندمعیاره اقلام موجودی با استفاده از مدل SBM (مطالعه موردی: شرکت صنعتی پارس خزر)

محمدرحیم رمضانیان*

* نویسنده مسئول، دانشیار، گروه مدیریت، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران. رایانامه: ramazannian@guilan.ac.ir

کیخسرو یاکیده

استادیار،گروه مدیریت، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران. رایانامه: yakideh@guilan.ac.ir

نرجس محمدی بازقلعه

کارشناسی ارشد،گروه مدیریت صنعتی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران. رایانامه: manager@gmail.com

چکیده

هدف: در محیط های کاری، سازمان ها نیازمند ایجاد تعادل بین موجودی انبار و هزینه های نگهداری می باشند.از این رو کنترل موجودی یکی از دغدغه های اصلی سازمان هاست.در بسیاری از سازمان ها از روش طبقه بندی **ABC** جهت کنترل حجم زیاد موجودی ها استفاده می کنند. در طبقه بندی **ABC** سنتی ،اقلام تنها براساس یک معیار واحد دسته بندی می شوند اما توجه به معیارهای دیگر نیز ضروری است که در اینگونه موارد از طبقه بندی چندمعیاره اقلام موجودی استفاده می شود.هدف این پژوهش ارائه مدل جدید در طبقه بندی چندمعیاره اقلام موجودی است.

روش: در این پژوهش از روش تحلیل پوششی داده ها جهت ارائه مدلی مناسب برای طبقه بندی اقلام موجودی استفاده شده است. در ادبیات پژوهش از مدل های شعاعی و غیر شعاعی تحلیل پوششی داده ها برای طبقه بندی اقلام موجودی استفاده شده است که از مقایسه نتایج مدل ها نتیجه می شود مدل های غیرشعاعی طبقه بندی منطقی تری را ارائه می دهند. به همین دلیل در این مقاله انواع دیگر مدل های غیرشعاعی جهت بهبود طبقه بندی اقلام موجودی پیشنهاد شده است.

یافته‌ها: روش پیشنهاد شده ضعف مدل های شعاعی را ندارد و در راستای مدل های غیرشعاعی باعث بهبود طبقه بندی چندمعیاره اقلام موجودی شده است.

نتیجه‌گیری: جهت اجرای مدل های جدید و مقایسه آن ها با مدل های موجود از۴۷ قلم از اقلام موجودی مربوط به یک مثال عددی مشترک موجود در ادبیات پژوهش و همچنین ۸۰ قلم از اقلام موجودی شرکت صنعتی پارس خزر استفاده شده است.نتایج مقایسه مدل پیشنهاد شده با مدل های موجود در ادبیات پژوهش، نشان دهنده برتری مدل پیشنهاد شده است.

کلیدواژه‌ها: مدل آر، مدل RAM، مدل SBM بدون ورودی، تحلیل پوششی داده ها، طبقه بندی چند معیاره اقلام موجودی

استناد: رمضانیان، محمدرحیم؛ یاکیده، کیخسرو؛ محمدی بازقلعه، نرجس (۱۳۹۹). ارائه مدلی مناسب جهت بهبود طبقه بندی چندمعیاره اقلام موجودی با استفاده از مدل SBM (مطالعه موردی: شرکت صنعتی پارس خزر). *مدیریت صنعتی*، ۱۲(۳)، ۴۸۵-۵۰۱.

مدیریت صنعتی، ۱۳۹۹، دوره ۱۲، شماره ۳، صص. ۴۸۵- ۵۰۱
DOI: 10.22059/imj.2021.288943.1007652
دریافت: ۱۳۹۸/۰۶/۲۳، پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۰۱
© دانشکده مدیریت دانشگاه تهران

مقدمه

موجودی انبار در فعالیت‌های اقتصادی اهمیت بسیاری دارد. اگر موجودی‌های انبار به‌صورت صحیح کنترل نشوند می‌تواند سبب ایجاد مشکلاتی در سیستم تولیدی شود. برای جلوگیری از بروز مشکلات و زیان‌های احتمالی، سازمان‌ها از تکنیک‌هایی برای کنترل موجودی استفاده می‌کنند. امروزه در محیط‌های کاری، سازمان‌ها نیازمند ایجاد تعادل بین موجودی انبار و هزینه‌های نگهداری می‌باشند تا بتوانند متناسب با نیاز مشتری و ایجاد تقاضا، از قدرت پاسخگویی مناسب برخوردار باشند. از این‌رو مدیریت و کنترل موجودی یکی از دغدغه‌های اصلی سازمان‌ها به شمار می‌آید. یکی از روش‌های کنترل موجودی، طبقه‌بندی موجودی‌ها و انتخاب مناسب‌ترین سیاست کنترل موجودی برای هر طبقه می‌باشد. یکی از روش‌های شناخته‌شده طبقه‌بندی موجودی، طبقه‌بندی ABC است (شریفی،۱۳۹۵). تحلیل ABC یکی از کارآمدترین تکنیک‌هایی است که سازمان‌ها مورد استفاده قرار می‌دهند. در طبقه‌بندی ABC سنتی، اقلام تنها بر اساس یک معیار واحد طبقه‌بندی می‌شوند. درحالی‌که در نظر گرفتن عوامل دیگری نیز برای طبقه‌بندی اقلام موجودی ضروری است. تجزیه‌وتحلیل ABC سنتی اقلام را بر اساس اصل پاره تو به ۳ دسته تقسیم می‌کند: A (بسیار مهم)، B (متوسط) و C (کم‌اهمیت). در این روش اقلام بر اساس معیار واحد ارزش مصرف سالیانه طبقه‌بندی می‌شوند. تنها درنظرگرفتن یک معیار برای نشان دادن اهمیت یک آیتم منطقی نیست. در طبقه‌بندی ABC چند معیاره علاوه بر معیار ارزش مصرف سالانه تعداد زیادی از معیارهای دیگر نیز وجود دارند که مهم می‌باشند. ازجمله آن‌ها می‌توان به زمان انتظار، درجه بحرانی بودن، قابلیت جایگزینی، قابلیت دسترسی، هزینه موجودی، دوام و کمیابی اشاره نمود که در روش طبقه‌بندی ABC در نظر گرفته نشده‌اند (اشی زاکا و همکاران[1]،۲۰۱۸). نیاز به تنوع اقلام موجودی با افزایش مشتریانی که خواهان محصولات هستند افزایش می‌یابد از طرفی همان‌طور که گفته شد در موارد بسیاری معیارهای دیگری نیز وجود دارند که در مقایسه باارزش مصرف سالانه در تصمیم‌گیری یک‌قلم موجودی از اولویت بالاتری برخوردار می‌شوند؛ بنابراین در عمل واضح است که طبقه‌بندی سنتی ABC ممکن است نتواند یک طبقه‌بندی خوب از اقلام موجودی را فراهم کند (صفائی و همکاران،۱۳۸۶). از این‌رو طبقه‌بندی چندمعیاره اقلام موجودی مورد توجه محققان قرارگرفته است و مدل های جدیدی در این زمینه ارائه شده است. اخیراً روش‌های چندمعیاره طبقه‌بندی موجودی با استفاده از روش‌های تحلیل پوششی داده‌ها ارائه‌شده‌اند که منجر به طبقه‌بندی منطقی‌تری می‌شوند. تحلیل پوششی داده‌ها یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مبتنی بر برنامه‌ریزی خطی است که برای اندازه‌گیری کارایی نسبی مجموعه‌ای از واحدهای همگن به کار می‌رود (رمضانیان و همکاران،۱۳۹۷). آر- مدل[2] یک مدل بهینه یابی خطی وزن‌دار است که برای طبقه‌بندی اقلام موجودی استفاده‌شده است اما مشکل اساسی این مدل این است که اگر در یک معیار کم‌اهمیت دارای مقدار بالایی باشد آن قلم موجودی را به‌صورت نادرست در طبقه A قرار می‌دهد. همچنین آر مدل یک مدل DEA[3] بدون ورودی است که بر اساس مدل مضربیCCR[4] ساخته‌شده است مدل CCR مدل ساده‌ای

[1]. Ishizaka
[2] .R-Model
[3] . Data Envelopment Analysis
[4] . Charnes-Cooper-Rhodes

است که شعاعی عمل می‌کند (راماناتان[1]،۲۰۰۶). می‌توان به‌جای CCR بدون ورودی مدل‌های جمعی و غیر شعاعی را بررسی نمود. با استفاده از بررسی پیشینه تحقیق در مورد شیوه‌های طبقه‌بندی چندمعیاره موجودی مبتنی بر مدل‌های مشابه DEA، مسئله پژوهش حاضر ارائه مدل‌های مناسب و مقایسه آن‌ها با روش‌های موجود جهت بهبود آن روش‌ها و طبقه‌بندی دقیق‌تر از اقلام است.

پیشینه پژوهش

برای برنامه‌ریزی موجودی‌ها لازم است کالاها بر اساس میزان ارزش و حجم آن‌ها دسته‌بندی گردد. به‌طورکلی کالاها را می‌توان به سه A،B،C تقسیم نمود. بررسی‌ها نشان داده است که معمولا ۲۰ درصد اقلام موجودی،۸۰-۷۰ درصد ارزش کل موجودی‌ها را تشکیل می‌دهند. این دسته کالاها را "دسته A"نامیده‌اند. دسته دوم کالاهایی هستند که در حدود ۳۰ درصد اقلام موجودی انبار را در برگرفته و ازنظر ارزش ۱۵ درصد کل موجودی‌ها را به خود اختصاص می‌دهند. این دسته کالاها"دسته B" گویند و دسته سوم ۶۰-۵۰ درصد اقلام انبار را تشکیل داده و ۱۰-۵ درصد ارزش کل موجودی‌ها را به خود اختصاص داده است؛ و"دسته C" نام دارد. بیشترین توجه مدیریت مواد باید ابتدا، به دسته A معطوف باشد و طبقات بعدی از اولویت کمتری برخوردار هستند، به دلیل آنکه عدم کنترل دقیق صحیح اقلام دسته A، هزینه گزافی به دنبال خواهد داشت (متقی،۱۳۹۱).

در مطالعات پیشین، طبقه‌بندی ABC به‌صورت دو روش تک معیاره و چندمعیاره ارائه شده است.تعداد کمی از محققان به طبقه‌بندی اقلام موجودی با یک معیار واحد پرداختند. از آن جمله می توان به گل درز و ون لویی، اشاره کرد که قطعات موجودی در یک شرکت پتروشیمی بزرگ را تنها بر اساس یک معیار واحد طبقه‌بندی نمودند، درصورتی‌که امروزه در نظر گرفتن معیارهای چندگانه جهت طبقه‌بندی اقلام موجودی حائز اهمیت است (گلدرز و ون‌لویی[2]، ۱۹۷۸). اما زمان انتظار، درجه بحرانی بودن، قابلیت جایگزینی، قابلیت دسترسی، قابلیت تعمیر، عمومیت داشتن، هزینه موجودی، درجه اطمینان برای تأمین، قابلیت ذخیره‌سازی، میزان تقاضای سالیانه، میزان سفارش، توزیع تقاضا، دوام و کمیابی ازجمله معیارهای دیگری هستند که در طبقه‌بندی اقلام موجودی مهم می‌باشند (اشی زاکا و همکاران،۲۰۱۸). در سال‌های اخیر از مدل‌های زیادی جهت طبقه‌بندی ABC چندمعیاره استفاده شده است.مدل‌های استفاده شده در زمینه طبقه‌بندی چند معیاره در دو دسته روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و روش تحلیل پوششی داده‌ها قرار می‌گیرند. از جمله مدل‌هایی که در زمینه روش تصمیم‌گیری چندمعیاره ارائه شد: طبقه‌بندی چند معیار موجودی توسط فلورسان و ای باراک است که برای اولین بار با به‌کارگیری روشی به نام ماتریس معیار مشترک مطرح شد، که این روش برای طبقه‌بندی دو معیار موجودی مناسب است (فلورس و ای باراک[3]،۱۹۸۷). از مدل‌های هوش مصنوعی مانند الگوریتم ژنتیک و شبکه‌های عصبی مصنوعی نیز برای طبقه‌بندی چندمعیاره موجودی استفاده‌شده است که این مدل‌ها بسیار

[1] .Ramathan
[2] . Gelders and Van Looy
[3] Flores and Whybark

پیچیده هستند و درک آن‌ها برای مدیران موجودی دشوار است (گاونیر و ارل[1]، ۱۹۹۸). یکی از پرکاربردترین روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، فرایند تجزیه‌وتحلیل سلسله مراتبی (AHP) است که می‌توان از ترکیب معیارهای کمی و کیفی استفاده نمود، اما به دلیل اینکه وزن معیارها توسط نظرات ذهنی متخصصان تعیین می‌شود نتایج واقعی را ارائه نمی‌دهد و در مواردی که تعداد معیارها و اقلام موجودی زیاد باشد موجب پیچیدگی محاسبات می‌شود (وانگ[2]،۲۰۱۰). نیکو و همکاران جهت تجزیه‌وتحلیل ABC چندمعیاره در شرکت دلپسند از روش تاپسیس استفاده نمودند. تاپسیس یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره پرکاربرد است اما زمانی که تعداد معیارها و اقلام زیاد باشد موجب پیچیدگی محاسبات می‌شود (نیکو و همکاران،۱۳۹۳). سرمه و ماهارانا یک مدل فازی را برای طبقه‌بندی اقلام موجودی در قطعات یدکی با توجه به معیارهای متعدد برای مدیریت بهتر فعالیت‌های تعمیر و نگهداری ارائه نمودند. مدل‌های فازی دارای حجم محاسبات بالایی می‌باشند (سرمه و ماهارانا[3]،۲۰۱۵). پونته و همکاران برای طبقه بندی اقلام تولیدی مختلف شرکتی یک مدل فازی ارائه کردند. مدل را با طبقه بندی کلاسیک مقایسه کردند. طبقه های به دست آمده با استفاده از روش کلاسیک براساس اطلاعاتی در مورد هزینه ها و تقاضای یک دوره گذشته میباشد، بنابراین در این روش اطلاعات فازی جدید درباره آینده نیز به دست می آید. (پونته[4] و هکاران،۲۰۰) .

برخی از محققان مدل‌های طبقه‌بندی چندمعیاره موجودی با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها را ارائه نمودند که به بعضی از آن‌ها اشاره می‌نماییم. راماناتان، یک مدل بهینه‌سازی خطی وزنی (مدل آر) ارائه نمود. این روش جهت طبقه-بندی اقلام بسیار ساده و کاربردی می‌باشد که درک آن برای مدیران موجودی آسان است (راماناتان،۲۰۰۶). فان و ژو، مدل توسعه‌یافته‌ای از مدل آر را برای طبقه‌بندی چندمعیاره موجودی ارائه دادند که ضمن حفظ سادگی مدل آر شاخص-های منطقی‌تری را با استفاده از دو مجموعه وزن با حداقل و حداکثر مجموع موزون معیارها برای هر آیتم تعیین می‌کنند (فان و ژو[5]،۲۰۰۷). نگ، یک مدل ساده برای طبقه‌بندی چندمعیاره موجودی پیشنهاد داد. این مدل اندازه تمام معیارهای اقلام موجودی را به نمره اسکالر تبدیل می‌کند. سپس طبقه‌بندی بر اساس نمرات به‌صورت ABC اعمال می‌شود. این مدل می‌تواند جهت طبقه‌بندی اقلام موجودی بدون بهینه‌یاب توسط مدیران موجودی بکار برده شود اما نمره محاسبه شده برای اقلام موجودی در این مدل، مستقل از وزن اقلام می باشد و به همین دلیل ممکن است که یک قلم موجودی در طبقه نامناسبی قرار گیرد (نگ[6]،۲۰۰۷). هادی ونچه، یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی که از مدل Ng گرفته‌شده است را ارائه نموده که هر دو مدل به اطلاعات ذهنی تصمیم‌گیرنده برای تعیین وزن معیارها نیازمند هستند (ونچه[7]،۲۰۱۰). ژنگ،لای و لانگ، مدل Ng را بهبود داده و برای تعیین اهمیت معیارها از روش آنتروپی شانون استفاده نمودند (ژنگ[8] ،۲۰۱۷). چن، یک رویکرد بهبودیافته از MCIC بر اساس ارزیابی زوجی ارائه داد. او با استفاده از مدل ZF که قبلاً

[1] Gavenir and Erel
[2] Wong
[3] Sarmah and Moharana
[4] Puente
[5] Fan and Zhou
[6] Ng
[7] vencheh
[8] Zheng

توسط فان و ژو ارائه شده بود مدلی جدید ارائه داد. چن به جای نمرات کارایی، از نمرات دیگری که کارایی متقاطع نامیده می‌شود استفاده نمود؛ یعنی جهت محاسبه بازده هر قلم موجودی علاوه بر بهترین وزن‌های خودش، بهترین وزن‌های اقلام دیگر نیز در نظر گرفته‌شده است. او دو گروه از حداقل و حداکثر مطلوبیت وزن معیارها را برای تخمین بازده هریک از اقلام تعیین نمود. سپس بدون نیاز به ضریب خوش‌بینی لاندا آن‌ها را جمع نمود؛ اما این مدل نیاز به انجام محاسبات و عملیات ریاضی زیادی دارد (چن[1]،۲۰۱۱). ترابی و همکاران، با در نظر گرفتن معیارهای کیفی در مدل آر، مدل جدیدی در حضور هر دو معیارهای کمی و کیفی ارائه نمودند (ترابی[2] و همکاران،۲۰۱۲) . توسلی و همکاران، از تحلیل پوششی داده‌ها برای طبقه‌بندی اقلام موجودی در سه گروه A، B و C با در نظر گرفتن محدودیت‌های وزن استفاده کردند. آن‌ها نشان دادند که عوامل دیگری نیز علاوه بر هزینه سالانه نقش قابل‌توجهی در طبقه‌بندی اقلام موجودی دارند (توسلی[3]،۲۰۱۴). اسماعیل‌زاده، ضمن مرور نسبتاً کاملی از مدل‌های طبقه‌بندی چندمعیاره موجودی، جهت طبقه‌بندی قطعات انبارهای تولیدی شرکت سایپا با استفاده از منطق فازی روش ساده‌ای ارائه نمود. در این روش ابتدا معیارهایی برای طبقه‌بندی انتخاب گردید، سپس با استفاده از یک سیستم فازی اقلام در طبقه‌های مختلف جای گرفتند (اسماعیل‌زاده،۱۳۹۴). همه مدل‌های ارائه‌شده با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها که تا به اینجا نام برده شد جزو مدل‌های شعاعی بودند. با توجه به پیشینه تحقیق آر مدل یک مدل DEA بدون ورودی است که بر اساس مدل مضربی CCR ساخته‌شده است مدل CCR مدل ساده‌ای است که شعاعی عمل می‌کند. می‌توان به‌جای CCR بدون ورودی مدل‌های جمعی و غیر شعاعی را بررسی نمود. رمضانیان و همکاران،جهت رفع مشکلات مدل‌های شعاعی از روش RAM [4] که یک مدل جمعی و غیر شعاعی می‌باشد جهت طبقه‌بندی اقلام موجودی در شرکت پارس خزر استفاده نمودند که در مقایسه با مدل‌های شعاعی طبقه‌بندی منطقی‌تری را ارائه می‌دهد زیرا به همه معیارها توجه می‌نماید (رمضانیان و همکاران،۱۳۹۷). با توجه به اهمیت مدل‌های غیر شعاعی در طبقه‌بندی موجودی و برتری مدل RAM بر مدل‌های شعاعی در این مقاله از انواع دیگر مدل‌های غیر شعاعی به نام مدل SBM که یکی از شاخص‌ترین مدل‌های جمعی و غیر شعاعی می‌باشد جهت طبقه‌بندی اقلام موجودی استفاده می‌شود و با مدل RAM مقایسه می‌شود.همچنین جهت بررسی بیشتر ازآنجایی‌که مدل آر در بین مدل‌های شعاعی استفاده‌شده در طبقه‌بندی چندمعیاره اقلام موجودی بسیار شناخته‌شده است و اکثر محققان آن را به‌کاربرده‌اند را با مدل SBM مورد مقایسه قرار می‌دهیم. در ادامه در مورد مدل آر،مدل RAM و مدل SBM توضیحاتی ارائه خواهد شد.

مدل‌های طبقه‌بندی ABC چندمعیاره موجودی

در این بخش به ارائه مختصری از دو مدل آر و مدل RAM می‌پردازیم. سپس مدل پیشنهادی این مقاله را معرفی می‌کنیم و به مقایسه آن جهت نشان دادن برتری نسبت به دو مدل آر و RAM می‌پردازیم.

[1] . Chen
[2]. Torabi
[3] .Tavassoli
[4] . Range Adusted Model (RAM)

مدل بهینه‌یابی خطی موزون (آر–مدل)

آر– مدل نوعی مدل CCR بدون ورودی است. فرض بر این است که n قلم موجودی را می‌خواهیم بـر اسـاسs معیـار طبقه‌بندی نماییم. $Y_{r\ j}$ نشان‌دهنده بازده قلم j ام برحسب معیار r ام می‌باشد. همچنین فرض بـر ایـن اسـت کـه تمـام معیارها با سطح اهمیت اقلام رابطه مثبت دارد یعنی هر قلم موجودی که نمره بیشتری در معیارهـا داشـته باشـد شـانس بیشتری برای قرار گرفتن در طبقه A دارد (رمضانیان و همکاران،۱۳۹۷). مدل بهینه یابی خطی موزون با این مفروضات به‌صورت مدل زیر است:

رابطه ۱)

$$\sum_{r=1}^{s} Max\ u_r y_{r0}$$

St:

$$\sum_{r=1}^{s} u_r\ y_{rj} \leq 1 \qquad j = 1. \ldots . N$$

$$u_r \geq 0 \qquad r = 1. \ldots . S$$

که در آن Ur وزن r مین معیار و Yr0 بازده واحد موردبررسی در r مین معیار است.

آر–مدل نوعی مدل CCR بدون ورودی است که شعاعی عمل می‌کند. در این مدل هر قلم می‌تواند خودش بـرای تخمین عملکردش وزن‌ها را انتخاب نماید. در این صورت وزن‌های انتخاب‌شده توسط هر قلم تمایل بـه مطلـوب کـردن خودشان دارند (راماناتان،۲۰۰۶). بنابراین چنین شیوه‌ای ممکن است وزن‌های نامعتبری به معیارهـا اختصـاص دهـد کـه باعث می‌شود یک آیتم با عملکرد خوب در یک معیار کم‌اهمیت به شکل نادرست در طبقـه A قـرار گیـرد. رمضـانیان و همکاران به منظور بر طرف کردن این مشکل استفاده از مدل غیر شعاعی RAM را پیشنهاد دادند در زیر به توضیح این روش می پردازیم (رمضانیان و همکاران،۱۳۹۷):

مدل RAM

مدل RAM یکی از انواع مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها می‌باشد که برای اولین بار توسط کوپر، پارک و پاستور در سال ۱۹۹۹ارائه‌شده است . این مدل، یکی از انواع مدل‌های جمعی و غیر شعاعی می‌باشد و توانایی محاسبه کارایی واحدها را نیز داراست.فرم پوششی مدل RAM به‌صورت زیر می‌باشد:

$$\max \frac{1}{m+s}\left(\sum_{i=1}^{m}\frac{s_i^-}{R_i^-}+\sum_{r=1}^{s}\frac{s_r^+}{R_r^+}\right)$$

$$subject\ to \sum_{j=1}^{n} x_{ij}\lambda_j + s_i^- = x_{i0}\ , \quad i = 1,\ldots,m,$$

$$\sum_{j=1}^{n} y_{rj}\lambda_j - s_r^+ = y_{r0}\ , \quad r = 1,\ldots,s, \qquad \text{رابطه ۲)}$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j = 1,$$

$$\lambda_j \geq 0,\ \ s_i^- \geq 0,\ \ and\ \ s_r^+ \geq 0;$$

بطوریکه:

$$R_i^- = \max(x_{ij}.j = 1.\dots .n) - \min(x_{ij}.j = 1.\dots .n).i = 1.\dots .n$$
$$R_r^+ = \max(y_{rj}.j = 1.\dots .n) - \min(y_{rj}.j = 1.\dots .n).r = 1.\dots .s$$

که در آن اندیس j نشان‌دهنده هریک از واحدهاست. تعداد m ورودی و s خروجی وجود دارد که اندیس i نشان‌دهنده ورودی‌ها و اندیس r نشان‌دهنده خروجی‌هاست.x_{ij} مقدار ورودی iام واحد j ام و y_{rj} مقدار خروجی rام واحد jام است.واحد تحت ارزیابی با اندیس صفر نشان داده می‌شود (کوپر[1] و همکاران، ۱۹۹۱).

مدل رم بدون ورودی به‌صورت زیر می‌باشد:

$$\min 1 - \{1/(m+s)(\sum_{r=1}^{s} \frac{S_{ro}^+}{R_r^+})\}$$

St:

رابطه ۳)

$$\sum_{j=1}^{n} y_{rj}\lambda_j - S_{r0}^+ = y_{r0} \qquad r = 1.\dots .s$$
$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1 \qquad \lambda_j \geq 0\ , S_{r0}^+ \geq 0$$

با نوشتن دوگان رابطه ۳، مدل مضربی RAM بدون ورودی به شکل رابطه ۴ می‌باشد:

$$\max \quad 1 + (\sum_{r=1}^{s} u_r y_{ro} + W)$$

St:

رابطه ۴)

$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} + W \leq 0 \qquad j = 1.\dots .n$$
$$u_r \geq \frac{1}{s(R_r^+)} \qquad r = 1.\dots .s$$
$$u_r \geq 0 \quad \text{آزاد در علامت}, w$$

که در آن u_r وزن rمین معیار و y_{rj} بازده واحد (در اینجا قلم موجودی) j ام در r مین معیار است و W آزاد در علامت است. این مدل مشکل مدل های شعاعی را ندارد و تمام شاخص ها را در ارزیابی یک قلم کالا به حساب می آورد. اما ملاحظه می شود که مدل به شاخص هایی با دامنه تغییرات کوچکتر در ارزیابی تمام اقلام الزاما وزن های بزرگتری را بکار می گیرد. چرا که رابطه (۵) در مدل از مجموعه محدودیتهاست.

رابطه ۵)

$$u_r \geq \frac{1}{s(R_r^+)} \qquad r = 1.\dots .s$$

در نتیجه هر چه دامنه تغییرات شا خص r کوچکتر شود مخرج سمت راست قید کوچکتر شده و حد پـایین وزن u_r بالاتر می رود. ولی برای چنین الزامی هیچ توجیهی مرتبط یا غیر مرتبط با زمینه ازریابی اقلام کـالا وجـود نـدارد. بنابراین در ذیل به معرفی مدل دیگری می پردازیم که حد پائین وزن ها در آن بر اساس قاعده دیگری محدود می شوند.

[1]. Cooper

روش پیشنهادشده

مدل SBM بدون ورودی

مدل جمعی را در سال ۱۹۸۵ چارنز، کوپر، گولانی، سیفورد و استوتس معرفی کردند. مدل جمعی که Slack- based model نیز نامیده می‌شود، مدلی است که هم‌زمان کاهش ورودی‌ها و خروجی‌ها را موردتوجه قرار می‌دهد (مهرگان،۱۳۹۲). مدل SBM ویرایشی از مدل جمعی است که توانایی محاسبه کارایی واحدها را نیز داراست. در این پژوهش ما از مدل SBM بدون ورودی استفاده نموده‌ایم. فرم پوششی مدلSBM به‌صورت زیر است:

$$Min\ e = \frac{1-\frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} {s_i^-}/{x_{io}}}{1+\frac{1}{s}\sum_{r=1}^{s} {s_r^+}/{y_{ro}}}$$

St:

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij}\,\lambda_j + S_i^- = x_{i0} \qquad r = 1.\ldots .s$$

رابطه ۶)

$$\sum_{j=1}^{n} y_{rj} - S_r^+ = y_{ro} \qquad j = 1.\ldots .n$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0$$

برای آنکه مدل SBM بدون ورودی را به دست آوریم مقدار ورودی‌ها را برابر مقدار ثابت a قرار می‌دهیم.در رابطه ۶ شرط $x_{ij=a}$ را قرار می‌دهیم.با قرار دادن این قید در رابطه ۶ خواهیم داشت:

$$Min\ e = \frac{1-\frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} {s_i^-}/{x_{io}}}{1+\frac{1}{s}\sum_{r=1}^{s} {s_r^+}/{y_{ro}}}$$

رابطه ۷)

St:

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij}\,\lambda_j + S_i^- = a \qquad r = 1.\ldots .s$$

$$\sum_{j=1}^{n} y_{rj} - S_r^+ = y_{ro} \qquad j = 1.\ldots .n$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1$$

قید اول رابطه ۷ را به‌صورت زیر می‌نویسیم:

$$a\sum_{j=1}^{n} \lambda_j + S_i^- = a$$

با توجه به اینکه $\sum \lambda_j = 1$ می‌باشد.بنابراین خواهیم داشت:

$$a + S_i^- = a \rightarrow S_i^- = 0$$

بنابراین رابطه ۷ به شکل رابطه ۸ نوشته می‌شود:

رابطه ۸)

$$e = \frac{1}{1+(\frac{1}{s})\sum_{r=1}^{s}(\frac{s_r^+}{y_{ro}})}$$

Min

St:

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j\ y_{rj} - s_r^+ = y_{r0}$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j = 1$$

$$s_r^+ \geq 0 \qquad r = 1,\dots,s$$

$$\lambda_j \geq 0 \qquad j = 1,\dots,n$$

که در آن Ur وزن r مین معیار و Yr0 بازده واحد موردبررسی در r مین معیار است و S_r^+ متغیر کمکی مربوط به خروجی‌هاست.

با نوشتن دوگان رابطه ۸، مدل مضربی SBM بدون ورودی به شکل رابطه ۹ به دست می‌آید:

رابطه ۹)

$$\min e^* = 1 + (-\sum_{r=1}^{s} u_r y_{r0} + w)$$

$$-\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} + w \geq 0 \qquad j = 1,\dots,n$$

$$u_r \geq \frac{1}{s y_{r0}} \qquad r = 1,\dots,s$$

$$U \geq 0 \text{ , } w \text{ آزاد در علامت}$$

رابطه ۹ مدل پیشنهادی ما جهت طبقه‌بندی چندمعیاره اقلام موجودی است که در آن u_r وزن r مین معیار و y_{rj} بازده واحد j ام در r مین معیار است و w آزاد در علامت است.

در مدل SBM بر خلاف مدل RAM حد پائین وزن ها با دامنه تغییرات شاخص ها تنظیم نمی شود. بلکه این مقدار شاخص در قلم تحت ارزیابی است که حد پائین وزن را تحت تاثیر قرار می دهد. به این ترتیب که هر چه مقدار شاخص در قلم تحت ارزیابی کمتر باشد حد پائین وزن بالاتر می رود. چرا که رابطه (۱۰) در مدل به عنوان محدودیت وجود دارد.

رابطه ۱۰)

$$u_r \geq \frac{1}{s y_{r0}} \qquad r = 1,\dots,s$$

به این مفهوم که مدل با اعمال کف بالاتر برای وزن های شاخص هایی با مقدار کمتر عملا موجب می شود نقش این شاخص ها در ارزیابی تقویت شود. از آنجا که تخصیص وزن های بالاتر به این شاخص ها به مفهوم تخصیص وزن های کوچکتر به شاخص های دیگر نیست. این ویژگی مدل SBM در چارچوب فلسفه تخصیص بهترین وزن ها به واحد تحت ارزیابی که فلسفه اصلی تحلیل پوششی داده هاست قابل فهم است.

لذا با بکارگیری مدل SBM به جای مدل RAM یک ویژگی نا خواسته و غیر قابل توجیه مدل به یک ویژگی قابل فهم تبدیل می شود.

مثال عددی

در این پژوهش جهت مقایسه مدل جدید ارائه‌شده با مدل‌های موجود در زمینه طبقه‌بندی اقلام موجودی از مثال مشترکی که فان و ژوو(۲۰۰۷)،ان جی(۲۰۰۷)،چن(۲۰۱۱) و پارک و همکاران(۲۰۱۴) در پژوهش‌های خود بکار برده‌اند استفاده نمودیم.داده‌ها شامل ۴۷ قلم موجودی در سه معیار ارزش مصرف سالانه(ADU)، میانگین هزینه واحد(AUC) و زمان انتظار(LT) است. مقایسه مدل‌ها، همان طبقه‌بندی‌ای را که آن‌ها در پژوهش خود در نظر گرفته بودند را مورداستفاده قراردادیم. به این صورت که ۱۰قلم از ۴۷قلم در طبقه A ، ۱۴ قلم در طبقه B و ۲۳ قلم در طبقه C قرار می‌گیرند.نتایج محاسبات در جدول ۱ آمده است:

جدول ۱: فهرست ۴۷ قلم موجودی و طبقه‌بندی آن‌ها با استفاده از مدل پیشنهادی و مقایسه با مدل‌های پیشین

قطعه	متوسط هزینه هر واحد	مصرف سالیانه	زمان انتظار	بازده مدل پیشنهادی	طبقه‌بندی مدل آر	طبقه‌بندی مدل رم بدون ورودی	طبقه‌بندی مدل SBM بدون ورودی
D1	۴۹,۹۲	۵۸۴۰/۶۴	۲	۱	A	A	A
D2	۲۱۰	۵۶۷۰	۵	۱	A	A	A
D3	۲۳/۷۶	۵۰۳۷/۱۲	۴	۰/۲۷	A	A	B
D4	۲۷/۷۳	۴۷۶۹/۵۶	۱	۰/۲۲	B	C	B
D5	۵۷/۹۸	۳۴۷۸/۸	۳	۰/۴۳	B	B	A
D6	۳۱/۲۴	۲۹۳۶/۶۷	۳	۰/۰۴	C	A	C
D7	۲۸/۲	۲۵۲۰	۳	۰/۲۷	C	C	B
D8	۵۵	۲۶۴۰	۴	۰/۴۱	B	C	A
D9	۷۳/۴۴	۲۴۰۷/۵۲	۶	۰/۶۵	A	B	A
D10	۱۶۰/۵	۲۴۰۷/۵	۴	۰/۶۱	B	B	A
D11	۵/۱۲	۱۰۷۵/۲	۲	۰/۲۱	C	C	C
D12	۲۰/۸۷	۱۰۴۳/۵	۵	۰/۱۸	B	B	B
D13	۸۶/۵	۱۰۳۸	۷	۱	A	A	A
D14	۱۱۰/۴	۸۸۳/۲	۵	۰/۳۲	B	B	A
D15	۷۱/۲	۸۵۴/۴	۳	۰/۲۷	C	A	B
D16	۴۵	۸۱۰	۳	۰/۲۳	C	C	B
D17	۱۴/۶۶	۷۰۳/۶۸	۴	۰/۱۳	C	B	C
D18	۴۹/۵	۵۹۴	۶	۰/۳۱	A	B	A
D19	۴۷/۵	۵۷۰	۵	۰/۲۰	B	B	B
D20	۵۸/۴۵	۴۶۷/۶	۴	۰/۱۸	C	C	B
D21	۲۴/۴	۴۶۳/۶	۴	۰/۱۴	C	C	B
D22	۶۵	۴۵۵	۴	۰/۱۸	C	B	B
D23	۸۶/۵	۴۳۲/۵	۴	۰/۱۸	C	C	B
D24	۳۳/۲	۳۹۸/۴	۴	۰/۱۳	C	C	B
D25	۳۷۰/۵	۳۷۰/۵	۱	۰/۱۲	C	C	C
D26	۳۳/۸۴	۳۳۸/۴	۴	۰/۱۲	C	C	C

D27	۸۴/۰۳	۳۳۶/۱۲	۱	۰/۱۲	C	C	C
D28	۷۸/۴	۳۱۳/۶	۶	۰/۲۲	A	C	B
D29	۱۳۴/۳۴	۲۶۸/۶۸	۷	۱	A	B	A
D30	۵۶	۲۲۴	۱	۰/۰۹	C	C	C
D31	۷۲	۲۱۶	۵	۰/۱۰	B	A	C
D32	۵۳/۰۲	۲۱۲/۰۸	۲	۰/۰۹	C	C	C
D33	۴۹/۴۸	۱۹۷/۹۲	۵	۰/۰۹	B	C	C
D34	۷/۰۷	۱۹۰/۸۹	۷	۰/۱۴	A	C	B
D35	۶۰/۶	۱۸۱/۸	۳	۰/۰۸	C	B	C
D36	۴۰/۸۲	۱۶۳/۲۸	۳	۰/۰۷	C	C	C
D37	۳۰	۱۵۰	۵	۰/۰۷	B	C	C
D38	۶۷/۴	۱۳۴/۸	۳	۰/۰۶	C	C	C
D39	۴۹/۶	۱۱۹/۲	۵	۰/۰۶	B	A	C
D40	۵۱/۶۸	۱۰۳/۳۶	۶	۰/۰۸	B	C	C
D41	۱۹/۸	۷۹/۲	۲	۰/۰۳	C	A	C
D42	۳۷/۷	۷۵/۴	۲	۰/۰۴	C	C	C
D43	۲۹/۸۹	۵۹/۷۸	۵	۰/۰۳	B	C	C
D44	۴۸/۳	۴۸/۳	۳	۰/۰۲	C	B	C
D45	۳۴/۴	۳۴/۴	۷	۰/۱۰	A	B	C
D46	۲۸/۸	۲۸/۸	۳	۰/۰۱	C	B	C
D47	۸/۴۶	۲۵/۳۸	۵	۰/۰۱	B	A	C

مثال تجربی

در این پژوهش جهت بررسی مدل‌ها از۸۰ قلم از اقلام موجودی شرکت پارس خزر مربوط به گروه محصول پلوپز استفاده نمودیم.که ۳۶ قلم از اقلام مربوط به انبار داخلی، ۲۴ قلم از انبار خارجی و ۲۰ قلم از انبار پلاستیک انتخاب‌شده‌اند. جهت طبقه‌بندی این اقلام سه معیار قیمت، مصرف سالیانه و زمان انتظار در نظر گرفته‌شده است.سرانجام جهت طبقه‌بندی اقلام بعد از به دست آوردن بازده اقلام، بازده آن‌ها را به‌صورت نزولی مرتب نموده و بر اساس اصل پاریتو ۲۰درصد از اقلام (معادل ۱۶ قلم) در طبقه A ، ۳۰ درصد از اقلام (معادل ۲۴ قلم) در طبقهB ، و ۵۰ درصد (معادل ۴۰ قلم) در طبقه C قرار می‌گیرند. نتایج اجرای مدل‌ها در جدول ۲ آمده است:

جدول ۲: فهرست ۸۰ قلم موجودی و طبقه‌بندی آن‌ها با استفاده از مدل پیشنهادی و مقایسه با مدل‌های پیشین

قطعه	مصرف سالیانه	زمان انتظار	قیمت	بازده مدل پیشنهادی	طبقه‌بندی مدل آر	طبقه‌بندی رم بدون ورودی	طبقه‌بندی SBM بدون ورودی
D1	۲۵۰۱۰۰	۳۰	۳۵	۰/۰۰۰۴	B	B	C
D2	۱۵۱۴۰۰	۳۰	۵۴	۰/۰۰۰۴	C	C	C
D3	۴۱۶۲۰۰	۳۰	۳۰	۱	A	A	A
D4	۷۰۲۰۰	۳۰	۴۵	۰/۰۰۰۲	C	C	C
D5	۱۶۸۴۰۰	۳۰	۱۶۰	۰/۰۰۱	C	C	C
D6	۷۹۴۰۰	۳۰	۱۰۰	۰/۰۰۰۵	C	C	C
D7	۱۵۰۰	۳۰	۱۶۳۵۰	۰/۰۱	C	C	C

C	C	C	۰/۰۲	۹۶۰۰	۴۵	۲۰۰۰	D8
C	C	C	۰/۰۱	۱۶۷۵۰	۴۵	۱۵۰۰	D9
B	B	C	۰/۰۵	۲۷۲۰۰	۴۵	۶۰۰۰	D10
B	B	B	۰/۰۶	۲۹۵۰۰	۴۵	۵۸۰۰	D11
C	B	B	۰/۰۰۶	۱۴۷۵	۴۵	۸۰۰۰	D12
C	C	C	۰/۶۲	۸۸۶	۴۵	۵۰۰۰	D13
C	C	C	۰/۰۰۶	۱۳۵۰	۴۵	۴۰۰۰	D14
C	C	C	۰/۰۰۴	۷۸۵	۴۵	۷۶۷۰۰	D15
C	C	C	۰/۰۰۴	۸۷۰۰	۳۰	۴۰۰۰	D16
C	C	C	۰/۰۳	۸۷۰۰	۳۰	۴۰۰۰	D17
B	C	C	۰/۰۴	۵۷۲۰۰	۱۰	۴۹۹۴	D18
A	C	C	۰/۱۰	۵۰۳۲۸	۳۰	۱۴۵۰۰	D19
A	B	B	۰/۱۲	۳۵۲۹۱	۳۰	۳۴۵۰۰	D20
C	B	B	۰/۰۱	۲۶۸۰	۴۵	۴۷۰۰۰	D21
C	C	C	۰/۰۰۷	۱۴۸۰	۴۵	۳۴۷۰۰	D22
C	B	B	۰/۰۰۹	۲۱۸۰	۴۵	۷۰۰۰	D23
C	A	A	۰/۰۲	۲۴۰	۳۰	۳۹۰۱۰۰	D24
C	B	B	۰/۰۰۳	۲۴۰	۳۰	۲۶۲۱۰۰	D25
B	B	B	۰/۰۷	۱۷۹۷۶	۶۰	۳۲۰۰۰	D26
B	B	B	۰/۰۸	۱۹۱۰۰	۶۰	۳۰۰۰۰	D27
A	B	B	۰/۱۲	۳۳۹۰۰	۳۰	۴۰۷۰۰	D28
B	C	C	۰/۰۵	۳۰۹۷۰	۳۰	۶۵۰۰	D29
B	C	C	۰/۰۸	۲۲۸۰۰	۳۰	۱۲۰۰۰	D30
B	B	B	۰/۰۴	۲۹۶۰۰	۵۰	۵۰۰۰	D31
A	B	B	۰/۰۹	۲۸۴۵۰	۵۰	۱۳۰۰۰	D32
A	B	B	۰/۱۰	۲۵۵۰۰	۵۰	۱۹۰۰۰	D33
A	B	B	۰/۰۹	۲۲۷۰۰	۵۰	۱۶۰۰۰	D34
A	B	B	۰/۰۹	۱۹۰۳۴	۹۰	۸۶۱۱۳	D35
B	B	B	۰/۰۸	۱۹۰۳۴	۹۰	۶۳۰۴۰	D36
C	C	C	۰/۰۰۰۹	۱۹۸	۹۰	۵۲۰۰۰	D37
B	A	A	۰/۷۸	۳۹۴۷۴	۱۲۰	۴۰۰۰	D38
C	C	C	۰	۰	۹۰	۲۵۵۰۰	D39
B	B	B	۰/۰۴	۳۹۴۷۴	۱۲۰	۲۵۰۰	D40
C	C	C	۰	۰	۹۰	۱۳۵۰۰	D41
C	B	B	۰/۰۲	۴۹۳۴	۱۲۰	۵۰۰۰	D42
B	B	B	۰/۰۳	۸۲۲۴	۱۲۰	۸۰۰۰	D43
A	A	A	۰/۶۱	۲۶۳۱۸	۱۵۰	۸۵۷۰۰	D44
C	A	A	۰/۰۰۲	۰	۱۸۰	۴۰۰۰	D45
C	A	A	۰/۰۲	۳۹۴۷	۱۲۰	۴۴۷۰۰	D46
B	A	A	۰/۰۷	۱۶۴۴۸	۱۲۰	۱۳۵۰۰	D47
B	A	A	۰/۰۳	۶۷۲۰	۱۲۰	۶۰۷۰۰	D48
B	A	A	۰/۰۸	۱۵۴۲۴	۱۲۰	۸۶۷۰۰	D49
B	B	B	۰/۰۵	۱۲۱۶۰	۱۲۰	۱۴۵۰۰	D50
B	B	B	۰/۰۵	۱۲۳۰۰	۱۲۰	۵۰۰۰	D51
A	A	A	۰/۱۹	۴۷۰۰۰	۱۵۰	۷۴۷۲	D52
A	A	A	۰/۲۰	۴۷۰۰۰	۱۵۰	۱۱۶۸۰	D53

D54	۱۶۷۲۴	۱۵۰	۴۷۰۰۰	۰/۲۱	A	A	A
D55	۱۵۷۶۳	۱۸۰	۲۴۳۰	۱	A	A	A
D56	۳۴۲۸	۱۸۰	۲۵۰۰	۱	A	A	A
D57	۱۴۷۰	۱۵۰	۷۰۰۰۰	۱	A	A	A
D58	۱۱۹۳	۱۵۰	۶۰۰۰۰	۰/۲۰	A	A	A
D59	۲۹۰۸۹	۹۰	۲۷۱۱	۰/۰۱	C	B	B
D60	۱۳۱۴۰	۹۰	۹۱۰۲	۰/۰۴	B	B	B
D61	۵۰۰۰	۲۰	۳۱۲۳۲	۰/۰۴	B	C	C
D62	۵۰۰۰۰	۱۰	۱۱۱۲	۰/۰۰۵	C	C	C
D63	۴۰۰۰۰	۱۰	۱۳۸۱	۰/۰۰۶	C	C	C
D64	۱۵۰۰۰۰	۱۰	۱۲۳۹	۰/۰۰۸	C	C	C
D65	۲۰۰۰۰۰	۵	۳۷۲	۰/۰۰۳	C	C	C
D66	۵۰۰۰۰	۱۵	۶۵۷۸	۰/۰۳	B	C	C
D67	۱۰۰۰۰	۱۰	۱۰۸۶۴	۰/۰۴	B	C	C
D68	۵۰۰۰۰	۱۰	۳۷۴۶	۰/۰۲	C	C	C
D69	۵۰۰۰۰	۱۰	۱۴۵۱	۰/۰۰۷	C	C	C
D70	۱۰۰۰۰	۱۰	۷۹۴۸	۰/۰۳	B	C	C
D71	۱۰۰۰۰	۱۰	۱۱۸۴۲	۰/۰۴	B	C	C
D72	۵۰۰۰۰	۱۰	۱۷۰۶	۰/۰۰۸	C	C	C
D73	۵۰۰۰۰	۱۰	۵۰۹	۰/۰۰۲	C	C	C
D74	۴۰۰۰۰	۱۰	۴۵۱	۰/۰۰۲	C	C	C
D75	۱۰۰۰۰	۱۰	۴۵۵۰	۰/۰۲	C	C	C
D76	۱۵۰۰۰	۱۰	۲۸۴۵	۰/۰۱	C	C	C
D77	۱۵۰۰۰۰	۱۰	۳۹۳	۰/۰۰۳	C	B	B
D78	۳۰۰۰۰	۱۰	۱۰۰۰	۰/۰۰۵	C	C	C
D79	۵۰۰۰۰	۱۰	۷۶۴	۰/۰۰۴	C	C	C
D80	۱۰۰۰۰	۱۵	۱۶۲۳۸	۰/۰۶	B	C	C

بحث، نتیجه‌گیری و پیشنهادها

پس از اجرای مدل ها و مقایسه مدل ها با یکدیگر به این نتیجه رسیدیم که مدل SBM بدون ورودی که در این پژوهش ارائه شده است طبقه بندی منطقی تری نسبت به سایر مدل ها ارائه می دهد. این مدل ضعف مدل آر را ندارد. مدل آر به این صورت است که اگر یک قلم دارای مقدار بالایی در یک معیار خاص باشد ولی در سایر معیارها مقدار ناچیزی داشته باشد، مدل آر آن را به نادرستی در طبقه A قرار می دهد. اما مدل SBM بدون ورودی به همه معیارها توجه می کند و طبقه بندی مناسب تری صورت می گیرد. مدل SBM بدون ورودی در راستای مدل RAM بدون ورودی جهت بهبود طبقه بندی چند معیاره اقلام ارائه شده است و از مثال های عددی برتری مدل SBM بدون ورودی نتیجه گیری شد. همان‌گونه که در جدول ۱ ملاحظه می‌فرمایید قلم D34 دارای زمان انتظار ۷ ، متوسط هزینه واحد ۷/۰۷ و مصرف سالیانه ۱۹۰/۸۹می‌باشد، این قطعه زمان انتظار بالایی دارد اما در معیار متوسط هزینه دارای مقدار ناچیزی می‌باشد. ازآنجایی‌که زمان انتظار بالایی دارد مدل آر آن را در طبقه A قرار داده‌اند.اما مدل SBM بدون ورودی آن را در طبقه B قرار داده است که منطقی‌تر به نظر می‌رسد.همچنین D45 دارای زمان انتظار بالا برابر با ۷ می‌باشد اما در دو معیار دیگر مقادیر ناچیزی دارد که توسط مدل آر در طبقه A و توسط مدل RAM بدون ورودی در طبقه B

قرارگرفته است اما مدل SBM آن را در طبقه C قرار داده است.این وضعیت در مورد قلم D47 نیز صدق می‌نماید.با توجه به اینکه این قلم دارای مقادیر ناچیزی در دو معیار متوسط هزینه و مصرف سالیانه می‌باشد مدل SBM آن را در طبقه C قرار داده است اما مدل آر به دلیل اینکه این قلم مقدار بالایی در زمان انتظار دارد آن را در طبقه B قرار داده‌اند. نمونه‌ای دیگر از برتری مدل SBM بدون ورودی از مقایسه طبقه‌بندی قلم D32 و D43 نتیجه می‌شود.قلم D32 دارای متوسط هزینه واحد۵۳،مصرف سالیانه ۲۱۲ و زمان انتظار ۲ می‌باشد. قلم D43 دارای متوسط هزینه واحد ۲۹،مصرف سالیانه ۵۹ و زمان انتظار ۵ می‌باشد.D32 توسط همه مدل‌ها در طبقه C قرارگرفته است اما D43 بااینکه در دو معیار متوسط هزینه و مصرف سالیانه مقدار کمتری نسبت به D32 دارد ،توسط مدل آر در طبقه B قرارگرفته است که چنین طبقه‌بندی‌ای درست نیست و این قلم توسط SBM بدون ورودی در طبقه C قرارگرفته است. با توجه به این نتایج،مدل SBM بدون ورودی طبقه‌بندی مناسب‌تری نسبت به سایر مدل‌ها ارائه می‌دهد.همچنین در جدول ۲ مشاهده می‌کنیم که قلم D24 دارای مصرف سالیانه بالا به مقدار ۳۹۰۱۰۰ هست اما در دو معیار دیگر مقدار آن ناچیز می‌باشد، بااین‌وجود این قلم توسط مدل‌های آر و مدل RAM بدون وردی در طبقه A قرارگرفته است اما مدل SBM بدون ورودی آن را در C قرار داده است.این وضعیت برای قلم D25 نیز صدق می‌نماید.D25 در مصرف سالیانه مقدار بالایی دارد اما در دو معیار دیگر چنین نیست. این قلم توسط مدل‌های آر و مدل RAM بدون ورودی در طبقه B قرارگرفته است اما مدل SBM بدون ورودی آن را در طبقه C قرار داده است.نمونه‌ای دیگر از برتری مدل SBM بدون ورودی از مقایسه طبقه‌بندی قلم D1 و D10 نتیجه می‌شود. قلم D10 دارای قیمت ۲۷۲۰۰،مصرف سالیانه ۶۰۰۰ و زمان انتظار ۴۵روز می‌باشد.این قلم در دو معیار دارای مقادیر بیشتری نسبت به D1 می‌باشد. بنابراین D10 باید در طبقه بالاتر از D1 قرار بگیرد. درحالی‌که D10 توسط مدل آر در طبقه C قرارگرفته است و D1 در طبقه B که این طبقه‌بندی منطقی نمی‌باشد. مدل SBM بدون ورودی D1 را در طبقه C و قلم D10 را در طبقه B قرار داده است که منطقی می‌باشد.این وضعیت در مورد اقلام D77 و D80 نیز صدق می‌کند. D80 در دو معیار مقدار بیشتری نسبت به D77 دارد. بنابراین D77 نمی‌تواند در طبقه بالاتری نسبت به D80 قرار بگیرد. بااین‌حال مدل‌های آر و مدل RAM بدون ورودی D80 را در طبقه C و D77 را در طبقه B قراردادند. اما مدل SBM بدون ورودی قلم D80 را در طبقه B و قلم D77 را در طبقه C قرار داده است که منطقی می‌باشد.بنابراین نتایج اجرای مدل‌ها روی مثال عددی و تجربی نشان‌دهنده این است که مدل پیشنهادی طبقه‌بندی مناسب‌تری را نسبت به مدل‌های آر و RAM ارائه می‌دهد.

جهت طبقه‌بندی چندمعیاره اقلام موجودی در پژوهش‌های انجام‌شده از معیارهای کمی استفاده‌شده است. در این پژوهش از مدل هایی استفاده شده است که امکان استفاده از معیارهای کیفی در آن ها وجود ندارد. در پژوهش‌های آتی می‌توان از معیارهای کیفی و مدل‌های متناسب با معیارهای کیفی نیز استفاده گردد. همچنین می‌توان سایر مدل‌های مناسب را شناسایی و اجرا کرد. از آنجایی که طبقه بندی چندمعیاره اقلام موجودی توسط مدل های ارائه شده نتایج مثبتی دارد، پیشنهاد می گردد که این مدل ها در سازمان های دیگر نیز اجرا شود تا در راستای بهبود طبقه بندی اقلام موجودی مثمر ثمر واقع شود.

منابع

اسماعیل‌زاده، منصور، (۱۳۹۴)، «طبقه‌بندی ABC چند معیاره موجودی‌ها با استفاده از منطق فازی»، کنفرانس بین‌المللی مدیریت در قرن ۲۱.

رمضانیان، محمدرحیم، یاکیده، کیخسرو، علیدوست، عاطفه، (۱۳۹۷)، «ارائه مدلی جدید در راستای بهبود مدل های مبتنی بر DEA در طبقه‌بندی چندمعیاره اقلام موجودی (مطالعه موردی: شرکت پارس خزر)»، فصلنامه مدیریت صنعتی،۱۰(۳)، ۳۶۶-۳۵۳.

شریفی، فاطمه (۱۳۹۵)؛ «تجزیه‌وتحلیل طبقه‌بندی ABC چندمعیاره در سیستم کنترل موجودی دارو (موردمطالعه: بیمارستان سلمان فارسی شهر بوشهر)»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه خلیج‌فارس بوشهر.

صفائی قادیکلائی، عبدالحمید، مدهوشی، مهرداد، اسماعیل‌زاده، منصور، (۱۳۸۶)، «تلفیق دو مدل طبقه‌بندی ABC چندمعیاره موجودی»، فصلنامه مطالعات مدیریت، شماره ۵۷، صفحات ۱۳۳-۱۴۶.

مهرگان، محمدرضا (۱۳۹۲)؛ تحلیل پوششی داده‌ها، مدل‌های کمی در ارزیابی عملکرد سازمان‌ها، تهران: نشر کتاب دانشگاهی، چاپ دوم.

متقی، هایده (۱۳۹۱)؛ مدیریت تولید و عملیات، تهران: انتشارات آوای شروین، چاپ سیزدهم.

نیکو، حسین، سلامت، مجید، رسولیان، علی، (۱۳۹۳)، «به‌کارگیری روش تاپسیس در آنالیز ABC چند معیاره موردمطالعه: واحد تولیدی محصولات صنایع غذایی دلپسند»، کنفرانس بین‌المللی اقتصاد، حسابداری، مدیریت و علوم اجتماعی، کشور لهستان.

References

Chen, J. X. (2011). Peer-estimation for multiple criteria ABC inventory classification. Computers & Operations Research, 38, 1784–1791.

Cooper, W.W. Park, K.S. Pastor, J.T, (1999). RAM: A range adjusted measure of inefficiency for use with additive models, and relations to other models and measures in DEA. *Journal of Productivity Analysis*, 11(1), 5-42.

Esmailzadeh, Mansour. (2015). Multi-Criteria inventory ABC Classification Using Fuzzy Logic. 7th international Conference on Management.

Flores, B.E. and Whybark, D.C. (1986), Multiple criteria ABC analysis", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 6 No. 3, pp. 38-46.

Gelders, L.F. and Van Looy, P.M. (1978), An Inventory policy for slow and fast movers in a petrochemical plant: a case study, *The Journal of the Operational Research Society*, Vol. 29 No. 9, pp. 867-874.

Guvenir, H. A. & Erel, E. (1998). Multi criteria inventory classification using a genetic algorithm. *European Journal of Operational Research*, 105, 29–37.

Hadi-Vencheh, A. (2010). An improvement to multiple criteria ABC inventory classification. *European Journal of Operational Research*, 201, 962–965.

Ishizaka, F .Lolli, E .Balugani, R .Cavallieri and R .Gamberini. (2018) DEASort: Assigning items with data envelopment analysis in ABC classes ،*International Journal of Production Economics.*

M .Tavassoli،Gh .R .Faramarzi and R .Farzipoor Saen. (2014), Multi-criteria ABC inventory classification using DEA-discriminant analysis to predict group membership of new items ،Int. J. Applied Management Science, Vol. 6, No. 2.

Mottaghi, Hydeh (2012).Production & Operations Management. Tehran: Avaye Sherwin Press. (in Persian)

Mehregan, Mohammad (2012). Data Envelopment Analysis (Quantitative Models for Organizational Performance Evaluation). Tehran: University Book Press. (in Persian)

Ng, W.L. (2007), A simple classifier for multiple criteria ABC analysis, *European Journal of Operational Research*, Vol. 177 No. 1, pp. 344-353.

Niko, Hossein, Salamat, Majid, Rasulian, Ali. (2014).Applying the TOPSIS method in Multi-criteria ABC Analysis (Case Study: Delpasand Food Production Unit).International Conference on Economics, Accounting, Management and Social Sciences, Poland. (in Persian)

Park, Jaehun, Hyerim Bae, and Joonsoo Bae. (2014), Cross-evaluation-based weighted linear optimization for multi-criteria ABC inventory classification. *Computers & Industrial Engineering*/ 76: 40-48.

Puente, D. de la Fuente, P. Priore, R. Pino. (2002), ABC Classification with uncertain data: a fuzzy model vs. a probabilistic model. *Applied Artificial Intelligence*; 16(6) 443–456.

Ramanathan, R. (2006), ABC inventory classification with multiple criteria using weighted linear optimization, *Computers & Operations Research*. 33, 695–700.

Ramzanian, Mohamadrahim, Yakideh, Keikhosro, Alidost, Atefeh. (2019**).** providing a New Model to Improving DEA-based Models in Multi-criteria Inventory Classification (case study: Pars Khazar**).** *Journal of Industrial Management*, Volume 10, Issue 3, Spring 353-366.

Sarmah S. P. Moharana, U. C. (2015), Multi-criteria classification of spare parts inventories – a web based approach, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 21 ISS4 pp. 456 – 477.

Sharifi, Fatemeh, (2016).Multi-criteria ABC Classification analysis in Drug inventory Control System (Case Study: Slman Farsi Hospital of Busher).Master thesis, *Persian Gulf university of Busher*. (in Persian)

Torabi, S. A., Hatefi, S. M., & Saleck Pay, B. S. (2012). ABC inventory classification in the presence of both quantitative and qualitative criteria. *Computers & Industrial Engineering*, 63(2), 530-537.

Wong, W.P. (2010), Decision support model for inventory management using AHP approach: a case study on a Malaysian semiconductor firm, *California Journal of Operations Management*, Vol. 8 No. 2, pp. 55-71.

Zheng, S., Fu, Y., Lai, K. K., & Liang, L. (2017). An improvement to multiple criteria ABC inventory classification using Shannon entropy. *Journal of Systems Science and Complexity*, *30*(4), 857-865.

Zhou, P. and Fan, L. (2007), A note on multi-criteria ABC inventory classification using weighted linear optimization, *European Journal of Operational Research*, Vol. 182 No. 3, pp. 1488-1491.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی