ارائه سه مدل جدید برای سطح اهمیت اقلام طبقه ABC با هدف کاهش هزینه‌های موجودی

منصور اسماعیل‌زاده[۱] دانشگاه ولیعصر (عج)

لعیا الفت[۲] دانشگاه علامه طباطبایی

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۰۸/۲۲

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۱۱/۲۰

چکیده

با مطالعه‌ی روشهای ارائه شده در حوزه‌ی طبقه‌بندی ABC چند معیاره‌ی موجودی، می‌توان به این نکته پی برد که تلاش آنها در جهت ارائه یک روش جدید برای طبقه‌بندی موجودی یا مقایسه روشها با یکدیگر بوده است. نکته اصلی این است که در روشهای ارائه شده سطح اهمیت اقلامی که در یک طبقه قرار می‌گیرند یکسان فرض شده است. فرض یکسان بودن سطح اهمیت اقلام می‌تواند اشتباه باشد. ما در این مقاله سه رویکرد جدید جهت تعیین سطح اهمیت اقلام موجودی پیشنهاد می‌دهیم. این رویکردها می‌توانند هزینه‌های کنترل موجودی را کاهش دهند. رویکردهای پیشنهاد شده روی ۴۷ قلم موجودی و مدل انجی[۳] آزمون شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که تعداد اقلام با اهمیت بالا کاهش و تعداد اقلام با اهمیت پائین افزایش می‌یابند. با توجه به اینکه سیاستهای کنترلی اقلام کم‌اهمیت نیاز به هزینه‌های کمتری دارد، می‌توان گفت این نتایج، هزینه‌های کنترل موجودی را کاهش خواهند داد. نرم‌افزارهای لینگو و اکسل برای محاسبات استفاده می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: طبقه‌بندی چند معیاره‌ی موجودی[۴]، مدل انجی.

۱- مقدمه

شرکتها از یک سو باید موجودی انبارشان را در یک سطح مطلوبی حفظ کنند تا با کمبود مواجه نشوند و از سویی دیگر باید هزینه‌های موجودی را در پایین‌ترین سطح ممکن حفظ نمایند. در صورت وجود حجم زیاد اقلام موجودی، شرکت ها باید اقلام را طبقه‌بندی کنند و سیاست‌های موجودی اثربخشی را برای این طبقه‌ها تدوین کنند[گووینر و ارل، ۱۹۹۸]. طبقه‌بندی موجودی‌ها با استفاده از تحلیل ABC یکی از رایج‌ترین تکنیک‌های مورد استفاده در سازمان‌هاست. در طبقه‌بندی کلاسیک، اقلام بر اساس دو معیار قیمت واحد و مصرف سالیانه طبقه‌بندی می‌شوند[راماناتان، ۲۰۰۶]، اما لزومی ندارد که طبقه‌بندیABC تنها بر اساس ارزش مصرف سالیانه (قیمت ضربدر مصرف) انجام شود[سیلور و همکاران، ۱۹۹۸]. معیارهای دیگری نیز وجود دارند که در مدیریت موجودی‌ها با اهمیت هستند که از آن جمله می‌توان به زمان انتظار، از رده خارج شدن، قابلیت دسترسی، قابلیت جایگزینی، درجه بحرانی، قابلیت تعمیر، عمومیت داشتن، قابلیت اطمینان تامین، هزینه موجودی، میزان تقاضای سالیانه، کمیابی، قابلیت دوام، اندازه‌ی سفارش، قابلیت ذخیره‌سازی و توزیع تقاضا اشاره کرد[راماناتان، ۲۰۰۶، فلورس و وای بارک، ۱۹۸۶ و انجی، ۲۰۰۷]. از یک سو با

۱- عضو هیات علمی گروه مدیریت صنعتی دانشکده علوم اداری و اقتصاد دانشگاه ولیعصر(عج)، نویسنده مسئول، پست الکترونیک: smailzadeh570@gmail.com نشانی: رفسنجان- دانشگاه ولیعصر (عج)

۲- استاد گروه مدیریت صنعتی دانشگاه علامه طباطبائی، پست الکترونیک: Olfat90@gmail.com

[3]- Ng Model

[4]- Multi-Criteria Inventory Classification

افزایش مشتریانی که خواهان محصولات مختلف هستند نیاز به تنوع اقلام موجودی افزایش می‌یابد و از سویی دیگر در موارد بسیاری معیارهای دیگری نسبت به ارزش مصرف سالیانه در تصمیم‌گیری یک قلم موجودی، با اهمیت‌تر می‌شوند.

فلورس و وای‌بارک [فلورس و وای بارک، ۱۹۸۶و ۱۹۸۷] اولین کسانی هستند که طبقه‌بندیABC چند معیاره را مطرح کرده‌اند. آنها یک روش ماتریسی را ارائه دادند که ماتریس معیار مشترک[5] نامیده می‌شود. ماتریس معیار مشترک برای طبقه‌بندی دو معیاره توسعه یافته است و زمانی که معیارهای بیشتری مد نظر باشد استفاده از این متدلوژی نسبتا" مشکل است [راماناتان، ۲۰۰۶]. بعلاوه در این روش وزن معیارهای مختلف مساوی در نظر گرفته شده‌اند [پرتوی و آناندراجان، ۲۰۰۲]. به هر حال مدل آنها راه‌گشای بسیاری از پژوهشگران برای معرفی روش‌های جدید طبقه‌بندیABC چند معیاره موجودی گردید که در اینجا به بعضی از آنها اشاره می شود. مطالعات دیگری که در این زمینه صورت گرفته‌اند شاملاین موارد می‌باشند: کوهن وارنست [کوهن و ارنست، ۱۹۸۸] از یک روش آماری به نام تحلیل در اندازه گروهی[6] برای اقلام گروهی با ابعاد زیاد استفاده کردند. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)[7] که توسط ساعتی ارائه شده است در نوشته‌های بسیاری از نویسندگان طبقه‌بندیABC به کار گرفته شده است. [راماناتان، ۲۰۰۶]. پرتوی و بارتون [پرتوی و بارتون، ۱۹۹۳] یک روش چند معیاره برای مساله طبقه‌بندی در کنترل موجودی ارائه کردند که بر اساس فرآیند تحلیل سلسله مراتبی می‌باشد و در آن معیارهای اقلام هم به صورت کیفی و هم بصورت کمی در نظر گرفته شده‌اند. گونیر و ارل[گونیر و ارل، ۱۹۹۸] یک روش به نام GAMIC[8] ارائه دادند که در آن از الگوریتم ژنتیک برای بدست آوردن وزن‌های معیارها با توجه به نقاط جدا شده AB وBC از اقلام از قبل طبقه‌بندی شده استفاده می‌شود. بعد از بدست آوردن اوزان معیارها، اقلام با نمره‌های بیشتر از AB در طبقه A ، بین AB و BC در طبقه B و باقیمانده اقلام در طبقه C قرار می‌گیرند. پوئنته و همکاران [پوئنته و همکاران، ۲۰۰۲] یک مدل فازی از طبقه‌بندی اقلام تولیدی مختلف در یک شرکت را ارائه کرده‌اند. پرتوی و آناندراجان [پرتوی و آناندراجان، ۲۰۰۲] شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANNs)[9] را برای طبقه‌بندی موجودی ارائه دادند. آنها دو روش را در مدلشان توسعه دادند که عبارتند از: توالد برگشتی[10] و الگوریتم ژنتیک. راماناتان[راماناتان، ۲۰۰۶] مدل بهینه‌سازی خطی موزون (R-model) را برای طبقه‌بندی اقلام موجودی با چندین معیار ارائه کرده است که یک تابع هدف ماکزیمم‌سازی را برای مجموع عملکرد یک قلم موجودی در معیارهای مختلف مورد استفاده قرار می‌دهد. ژوو و فان [ژوو و فان، ۲۰۰۷] با توسعه R-model یک مدل جدید ارائه دادند که مدلشان یک شاخص جامع‌تر و منطقی‌تری را برای طبقه‌بندی ABC چند معیاره موجودی فراهم کرد.

انجی [انجی، ۲۰۰۷] یک مدل ساده برای طبقه‌بندی ABC چند معیار موجودی ارائه نمود. این مدل تمام معیارهای یک قلم موجودی را به نمره‌های قابل سنجش تبدیل می‌کند. در این مدل ابتدا یک مدل برنامه‌ریزی خطی موزون فرموله شده است. سپس یک تغییر جهت ساده کردن مکانیزم حل برای محاسبه میزان یکپارچه شده از کل نمره‌های یک قلم موجودی بکار برده شده است. نمره کل می‌تواند به آسانی با محاسباتی ساده بدون بهینه‌سازی خطی برای تعداد زیادی از اقلام به دست آید. این مدل می تواند به طور گسترده‌ای توسط مدیران موجودی که کمترین دانش را در بهینه‌سازی دارند، مورد استفاده قرار گیرد.

رضائی [رضائی ۲۰۱۰] نتایج حاصل از مدل راماناتان را اصلاح نموده و راهکاری برای بهبود مدل بهینه‌یابی خطی موزون ارائه داده است. فرآیند پژوهش بدین ترتیب بوده است که ابتدا نتایج حاصل از مدل راماناتان با نتایج حاصل ازمدل تحلیل پوششی داده‌ها که در مقالات تعدادی از پژوهشگران از آن استفاده شده است، مقایسه شده و پس از تائید ناهمخوانی نتایج مدل راماناتان با مفاهیم اساسی مدل‌ها، راهکاری جهت بهبود مدل ارائه شده است. رضائی[رضائی، ۲۰۰۷] با استفاده از AHP فازی و ارائه یک الگوریتم ابتکاری به طبقه‌بندی چند معیاره موجودی‌ها پرداخت. رضائی و دولت شاهی[رضائی و دولت شاهی ، ۲۰۱۰] یک روش تحت عنوان

[5]- Joint Criteria Matrix
[6]- Cluster Analysis
[7]- Analytical Hierarchy Process(AHP)
[8]- Genetic Algorithms for Multi - Criteria Inventory Classification (GAMIC)
[9]- Artificial Neural Networks (ANNs)
[10]- Back Propagation (BP)

سیستم فازی ارائه داده‌اند.. مهمترین ویژگی این روش در نظر گرفتن ابهاماتی است که معمولاً در فرآیند طبقه‌بندی در نظر گرفته نمی‌شوند. نتایج حاصل از روش ارائه شده با نتایج حاصل از روش فرآیند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی مقایسه شده‌اند.

گالسن و کاسکان [گالسن و کاسکان، ۲۰۱۳] از الگوریتم خوشه‌بندی FCM برای طبقه‌بندی ABC چندمعیاره موجودی استفاده کرده‌اند. روش آنها تصمیم‌گیری مدیریت را در شرائط فازی جهت کنترل موجودی بهبود می‌دهد. اسلامی نسب و دوکوهکی[اسلامی نسب و دوکوهکی، ۲۰۱۲] از برنامه‌ریزی غیرخطی موزون برای طبقه‌بندی ABC چندمعیاره موجودی استفاده کرده‌اند. آنها ابتدا ماتریس بازده اقلام در شاخصهای مختلف را بی‌مقیاس کرده سپس با تعیین اوزان هر کدام از شاخصها، مدل برنامه‌ریزی خطی مربوطه را تشکیل و در نهایت اقلام طبقه‌بندی شده‌اند. رضائی و اسماعیل زاده [رضائی و اسماعیل زاده، ۱۳۸۶] یک روش به نام میانگین نیکوئی روشها یرای مقایسه نتایج حاصل از طبقه‌بندی روش‌های مختلف ارائه دادند. روش ارائه شده بسیار ساده و برای مقایسه مدل‌های مختلف طبقه‌بندی ABC چند معیاره موجودی بدون محدودیت تعداد روشها قابل کاربرد است. در این روش نتایج چهار مدل انجی، فان و ژوو، راماناتان و سنتی با یکدیگر مقایسه شده‌اند. نتایج حاصل مدل انجی را در اولویت اول و مدل سنتی را در اولویت آخر قرار داده است. صفائی و همکاران[صفائی و همکاران، ۱۳۸۷]یک روش تلفیقی برای طبقه‌بندی ABC چند معیاره موجودی ارائه دادند. در این روش دو مدل مجزاء از تلفیق مفاهیم اساسی مدل‌های راماناتان، فان و ژوو و انجی ارائه شده است. در پژوهش مذکور نتایج حاصل از دو مدل پیشنهادی و سه مدل تلفیق شده با یکدیگرمقایسه شده‌اند.

در همه مدلهای ارائه‌شده در این حوزه سطح اهمیت اقلامی که در یک طبقه قرار می‌گیرند یکسان فرض شده است. در صورتی که علاوه بر متفاوت بودن سطح اهمیت اقلام طبقات مختلف، سطح اهمیت اقلامی که در یک طبقه قرار می‌گیرند نیز می‌تواند متفاوت باشد. زیرا نمره نهائی اولین قلم در یک طبقه با نمره نهائی آخرین قلم همان طبقه اختلاف دارد و هر چقدر این اختلاف بیشتر باشد هزینه‌های ناشی از یکسان گرفتن اهمیت اقلام آن طبقه بیشتر خواهد شد. به عبارتی دیگر هر چقدر تفاوت نمره‌های نهائی اقلام یک طبقه بیشتر باشد هزینه‌های کنترل بدلیل سیاست کنترلی نامناسب بیشتر خواهد بود. از طرفی بدیهی است که هر چقدر تعداد اقلام طبقه A بیشتر باشند (طبق نتایج حاصل از یک روش) بدلیل اعمال سیاست کنترلی دقیق برای آنها، هزینه‌های موجودی نیز بالا خواهند بود و هر چقدر تعداد اقلام طبقه C بیشتر باشند (طبق نتایج حاصل از یک روش) بدلیل اعمال سیاست کنترلی ساده برای آنها، هزینه‌های موجودی پایین خواهند بود. با توجه به اینکه اگر اقلامی از نظرمعیارهای مختلف امتیاز پائینتری بگیرند، نیازبه کنترل کمتری خواهند داشت می‌توان گفت این امر(افزایش اقلام طبقه‌ی کم اهمیت و کاهش اقلام طبقه‌ی با اهمیت) هزینه‌های کنترل موجودی را کاهش خواهد داد. با توجه به توضیحات ارائه شده در این مقاله بدنبال رویکردهایی جهت تعیین دقیق میزان اهمیت هر قلم و به تبع آن کاهش اقلام طبقه A و افزایش اقلام طبقه C برای کاهش دوجانبه هزینه‌های موجودی خواهیم بود. همانطور که ذکر شد هدف دیگری که تحقق خواهد یافت این است که در تعیین اهمیت و نوع طبقه اقلام نیز دقیق‌تر عمل خواهیم کرد. در ادامه ابتدا مدل انجی را توضیح داده، سپس متدولوژی مقاله، جمع‌بندی و نتیجه‌گیری آمده است.

۲- مدل انجی[۱۲]

فرض کنید که M قلم موجودی داریم و می‌خواهیم این اقلام را بر اساس N معیار طبقه بندی کنیم بازده قلم Mدر معیار N با y_{mn} نشان داده می شود. همچنین فرض بر این است که همه معیار ها رابطه مثبت با سطح اهمیت موجودی دارند. دراین مدل تمام معیارها را طوری در نظر می‌گیریم که قابل مقایسه باشند. برای تبدیل بازده اقلام در مقیاس صفر تا یک از رابطه (۵) استفاده می‌شود. همچنین نیاز داریم که تصمیم گیرنده معیارهای مورد نظر را اولویت‌بندی کند.

$$\frac{y_{mn} - \min_{m=1,2,...,M}\{y_{mn}\}}{\max_{m=1.2.....M}\{y_{mn}\} - \min_{m=1,2,...,M}\{y_{mn}\}} \qquad (1)$$

در مدل انجی ابتدا معیارها توسط مدیران ارشد اولویت‌بندی می شوند. یک وزن غیر منفی w_{mn} تعریف می‌کنیم که وزن قلم mدر معیار n می باشد. بعد از اینکه معیارها اولویت‌بندی شدند، آنها برای تمام اقلام به صورت نزولی مرتب می‌شوند. یعنی: $w_{m1} \geq w_{m2} \geq ... \geq w_{mn}$.

$$(P_1) = MaxS_m = \sum_{n=1}^{N} w_{mn} y_{mn}$$

$s.t.$

$$(2) = \sum_{n=1}^{N} w_{mn} = 1 \qquad (2)$$

$$(3) = w_{mn} - w_{m(n+1)} \geq 0, n = 1,2,..., (N-1)$$

$$(4) = w_{mn} \geq 0, n = 1,2,..., N$$

نمره قلم M (با S_m نشان داده شده) به عنوان مجموع موزون اندازه‌های عملکرد قلم با چندین معیار بیان می‌شود.(تابع هدف) یک مدل بهینه‌یابی خطی موزون برای قلم M در زیر نشان داده شده است(مدل 2) محدودیت ۲ یک محدودیت نرمال شده است. محدودیت ۳ در واقع تضمین توالی درجه‌بندی معیارها می‌باشد.یعنی: $w_{m1} \geq w_{m2} \geq ... \geq w_{mn}$ این مدل نیز همانند مدل DEA وزنها را به طور وابسته بدست می‌دهد زمانی که مدل (2) برای هر قلم حل می‌شود، نمره و ارزش وزنها خود بخود بدست می‌آید. بنابراین هیچ نیازی به ارزش وزنی از قبل تعیین شده نداریم. همانطور که ملاحظه می‌کنید هیچ تابع پارامتریکی، قبل از نمره‌دهی تعریف نشده است، بنابراین مدل درمفهوم یک مدل ناپارامتریک می‌باشد. مدل (2) برای هر قلم موجودی یک مدل برنامه‌ریزی خطی حل می‌کند، اما این عمل نیاز به یک بهینه ساز خطی قابل دسترس برای تصمیم‌گیرنده دارد. بنابراین بمنظور ساده‌کردن مدل، در آن تغییر ایجاد می‌کنیم که مدل ساده‌شده می‌تواند به‌آسانی بدون بهینه‌ساز خطی حل شود:

در نظر بگیرید:

$$u_{mn} = w_{mn} - w_{m(n+1)} \qquad (3)$$
$$m = 1,2,..., M$$
$$n = 1,2,..., (N-1)$$

و

$$u_{mN} = w_{mN}$$
$$m = 1,2,..., M$$

بنابراین محدودیت ۲ و ۳ را می‌توان بصورت زیر در نظر گرفت:

$$\sum_{n=1}^{N} n u_{mn} = 1 \qquad (4)$$
$$m = 1,2,..., M$$

و

$$u_{mn} \geq 0$$
$$m = 1,2,..., M$$
$$n = 1,2,..., N$$

با بسط سمت چپ (4) و جایگزینی (3) داریم:

$$\sum_{m=1}^{N} nu_{mn} = u_{m1} + 2u_{m2} + 3u_{m3} + ... + Nu_{mN}$$
$$= (w_{m1} - w_{m2}) + 2(w_{m2} - w_{m3}) + 3(w_{m3} - w_{m4} + ... + N(w_{iN})$$
$$= \sum_{m=1}^{N} w_{mn}$$
$$= 1$$

همچنین در نظر بگیرید که:

$$x_{mn} = \sum_{k=1}^{n} y_{mk} \qquad (5)$$
$$m = 1,2,...,M$$

نمره S_m برای هر قلم با u_{mn} و x_{mn} برای $n = 1,2,...,N$ بیان شده است:

$$S_m = \sum_{n=1}^{N} w_{mn} y_{mn} = \sum_{n=1}^{N} u_{mn} x_{mn} \qquad (6)$$

با جایگزینی (3) و (4) در سمت راست (5) و بسط آن، داریم:

$$\sum_{n=1}^{N} u_{mn} x_{mn} = \sum_{n=1}^{N-1} \left((w_{mn} - w_{m(n+1)}) \sum_{k=1}^{m} y_{mk} \right) + u_{mN} \sum_{k=1}^{N} y_{mk}$$
$$= ((w_{m1} - w_{m2}) y_{m1}) + ((w_{m2} - w_{m3})(y_{m1} + y_{m2})) + ((w_{m3} - w_{m4})(y_{m1} + y_{m2} + y_{m3})) + ...$$
$$+ ((w_{m(N-1)} - w_{mN})(y_{m1} + y_{m2} + ... + y_{m(N-1)})) + w_{mN}(y_{m1} + y_{m2} + ... + y_{mN})$$
$$= (w_{m1} y_{m1} - w_{m2} y_{m1}) + (w_{m2} y_{m1} + w_{m2} y_{m2} - w_{m3} y_{m1} - w_{m3} y_{m2})$$
$$+ (w_{m3} y_{m1} + w_{m3} y_{m2} + w_{m3} y_{m3} - w_{m4} y_{m1} - w_{m4} y_{m2} - w_{m4} y_{m3}) + ...$$
$$+ (w_{m(N-1)} y_{m1} + w_{m(N-1)} y_{m2} + ... + w_{m(N-1)} y_{m(N-1)} - w_{mN} y_{m1} - w_{mN} y_{m2} - ... - w_{mN} y_{m(N-1)})$$
$$+ (w_{mN} y_{m1} + w_{mN} y_{m2} + ... + w_{mN} y_{mN})$$
$$= w_{m1} y_{m1} + w_{m2} y_{m2} + ... + w_{mN} y_{mN}$$
$$= \sum_{n=1}^{N} w_{mn} y_{mn}$$

بعلاوه برای تمام اقلام داریم:

$$w_{mn} = \sum_{k=n}^{N} u_{mk} \qquad (7)$$
$$n = 1,2,...,N$$

از آنجائی که $u_{mn} \geq 0, n = 1,2,...,N$ محدودیت غیرمنفی را برای تمام w_{mn} احراز می‌کنیم. براساس این تغییر می‌توانیم مدل (2) را به مدل زیر برای تمام اقلام موجودی تبدیل کنیم:

$$(P_2) = MaxS_m = \sum_{n=1}^{N} u_{mn} x_{mn}$$

$$s.t.$$

$$\sum_{n=1}^{N} nu_{mn} = 1 \qquad (8)$$

$$u_{mn} \geq 0, n = 1,2,...,N.$$

مدل(۸) دال بر این است که تنها یک جواب غیر صفر برای u_{mn} وجود دارد و بقیه u_{mn} ها صفر خواهند بود. (چون یک محدودیت دارد و تعداد متغیرهای اساسی برابر تعداد

محدودیتها می‌باشد). بعلاوه تنها متغیر تصمیم غیر صفر ($u_{mn} \geq 0$) مساوی با ۱ تقسیم بر j می‌باشد. بنابراین نمره S_m هر قلم موجودی می‌تواند بصورت زیر تعریف شود :

$$Max_{n=1,2,...,N} = (\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n} y_{mk}) \qquad (9)$$

به طور جایگزین نمره S_m می‌تواند از مدل دوگان (8) بدست آید. مدل دوگان (8) با متغیر دوگان Zi به صورت زیر می‌باشد:

$$(P2dual) \min z_i$$
$$s.t.$$
$$z_i \geq \frac{1}{j} x_{mn} \qquad (10)$$
$$j = 1,2,..., N$$

حداقل Zi برای قلم i دقیقا" همان $\max_{j=1,2,...,N} (\frac{1}{n} x_{mn})$ است. که این نیز همان $\max_{n=1,2,...,N} (\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n} y_{mk})$ متغیر تصمیم در مساله اصلی (مدل 2) می‌باشد. برای بدست آوردن نمره هر قلم مراحل زیر انجام می‌گیرد:

مرحله ۱- تمامی میانگین‌های تجمعی را با استفاده ازرابطه‌ی زیر محاسبه کنید.

$$\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n} x_{mk}, n = 1,2,..., N.$$

مرحله ۲- میانگین‌ها را مقایسه و ماکزیمم آنها را انتخاب کنید. این مقدار نشان دهنده‌ی نمره قلم M می‌باشد.

مرحله ۳- نمره‌های S_m را بطور نزولی مرتب کنید.

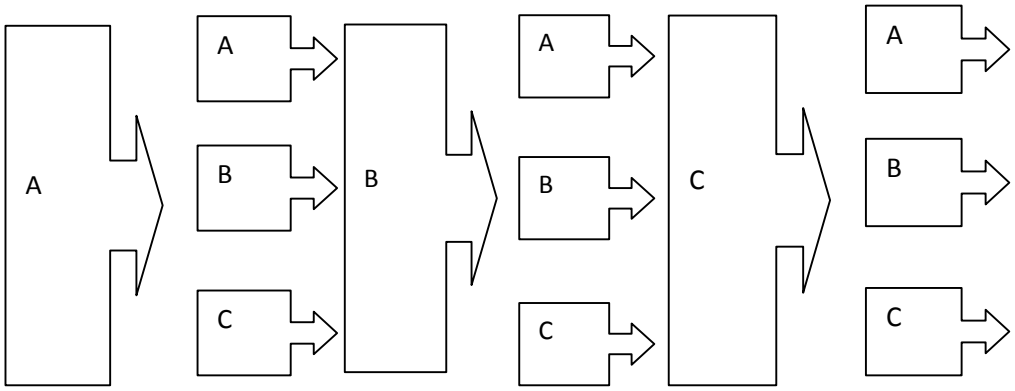
مرحله ۴- اقلام موجودی را با استفاده از اصل تحلیل ABC گروه بندی کنید.

فرآیند هیچ نیازی به بهینه ساز خطی ندارد و برای گروههای وسیعی از اقلام به آسانی قابل اجرا است. لازم به ذکر است که در صورت تغییر رتبه‌بندی معیارها توسط تصمیم گیرنده، حساسیت تغییر برای نمره یک قلم موجودی می‌تواند با بررسی موقعیت حداکثر میانگین‌های تجمعی صورت گیرد.

۳- متدولوژی

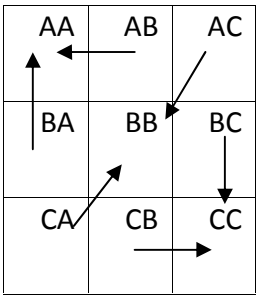
هر چند مدلهای زیادی جهت طبقه‌بندی ABC چندمعیاره موجودی ارائه شده است ولی در همه آنها سطح اهمیت اقلامی که در یک طبقه قرار می‌گیرند، یکسان فرض شده است. در صورتی که علاوه بر متفاوت بودن سطح اهمیت اقلام طبقات مختلف، سطح اهمیت اقلامی که در یک طبقه قرار می‌گیرند نیز می‌تواند متفاوت باشد. به عبارتی بهتر، در یک نمونه بزرگ از اقلام موجودی، نمره نهائی اولین قلم طبقه A با آخرین قلم طبقه A فاصله زیادی خواهد داشت و همینطور نمره های اولین و آخرین قلم طبقات B و C. این مقاله جهت پاسخ مناسب به این مساله سه رویکرد ارائه می‌نماید. رویکردهایی که مد نظر هستند عبارتند از:

۱- ما می‌توانیم اقلام هر طبقه را مجددا طبقه‌بندی کنیم تا بتوانیم طبقات بیشتری از اقلام داشته باشیم و به تبع آن سیاست کنترلی دقیقتری برای اقلام طبقات مختلف اعمال کنیم. سوالی که ممکن پیش آید این است که در صورت طبقه‌بندی مجدد چگونه طبقه‌ی نهائی قلم را مشخص کنیم؟ به عنوان مثال قلمی که در طبقه A بوده است و در طبقه بندی مجدد در طبقه C قرار گرفته است نهایتاً در چه طبقه‌ای قرار می گیرد؟ برای پاسخ به این سوال از ماتریس معیار مشترک فلورس و وای بارک (با کمی تعدیل) می توان ایده گرفت.



شکل۱- طبقه‌بندی مجدد اقلام طبقات A، B و C

همانطور که در شکل ۱ ملاحظه می‌شود اقلامی که در طبقه‌های A، B و C قرار گرفته‌اند مجدداً طبقه‌بندی شده‌اند. در این مقاله هر کدام از اقلام یک طبقه را یکبار دیگر با مدل مورد استفاده طبقه‌بندی خواهیم کرد و طبقه نهائی اقلام را با استفاده از ماتریس معیار مشترک فلورس و وای بارک (شکل۲) تعیین خواهیم کرد.



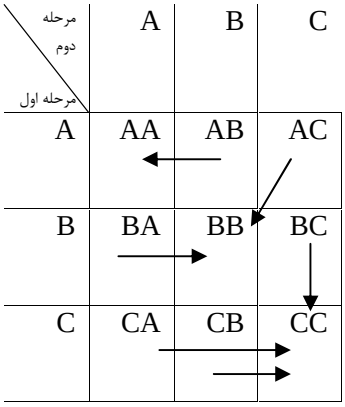
شکل۲- ماتریس معیار مشترک (فلورس و وای بارک، ۱۹۸۶)

همانطور که ملاحظه می‌شود قلمی که توسط یک شاخص در طبقه A و توسط شاخصی دیگر در طبقه B قرار گرفته است، طبقه نهائی آن A در نظر گرفته می‌شود. قلمی که توسط یک شاخص در طبقه A و توسط شاخصی دیگر در طبقه C قرار گرفته است، طبقه نهائی آن B در نظر گرفته می‌شود. قلمی که توسط یک شاخص در طبقه B و توسط شاخصی دیگر در طبقه C قرار گرفته است، طبقه نهائی آن C در نظر گرفته می‌شود. در روش مورد استفاده در این مقاله نیز بعد از طبقه‌بندی مجدد اقلام به ماتریس فوق خواهیم رسید با این تفاوت که هر کدام از حالات نه‌گانه داخل ماتریس معیار مشترک مربوط به یک طبقه خواهند بود. به عنوان مثال اگر یک قلم در مرحله‌ی اول در طبقه‌یA، و در مرحله‌ی دوم در طبقه‌ی C قرار گرفته است، این حالت AC بوده ولی AC مربوط به طبقه A می‌باشد. در مقایسه با این حالت اگر یک قلم در مرحله‌ی اول در طبقه‌ی B، و در مرحله‌ی دوم در طبقه‌ی A قرار گرفته است، این حالت BA بوده ولی BA مربوط به طبقه B می‌باشد. لذا برای تعیین طبقه نهائی یک قلم توجه به دو وضعیت ضروری می‌گردد. بطور کلی با الهام از ماتریس معیار مشترک می‌توان برای تعیین طبقه نهائی اقلام بصورت زیر عمل کرد:

- اگر یک قلم در مرحله اول در طبقه A، و در مرحله دوم در طبقه A قرار بگیرد. طبقه نهائی قلم A بود.
- اگر یک قلم در مرحله اول در طبقه A، و در مرحله دوم در طبقه B قرار بگیرد. طبقه نهائی قلم A بود.
- اگر یک قلم در مرحله اول در طبقه A، و در مرحله دوم در طبقه C قرار بگیرد. طبقه نهائی قلم B بود.
- اگر یک قلم در مرحله اول در طبقه B، و در مرحله دوم در طبقه A قرار بگیرد. طبقه نهائی قلم B بود.
- اگر یک قلم در مرحله اول در طبقه B، و در مرحله دوم در طبقه B قرار بگیرد. طبقه نهائی قلم B بود.

- اگر یک قلم در مرحله اول در طبقه B، و در مرحله دوم در طبقه C قرار بگیرد. طبقه نهائی قلم C بود.
- اگر یک قلم در مرحله اول در طبقه C، و در مرحله دوم در طبقه A قرار بگیرد. طبقه نهائی قلم C بود.
- اگر یک قلم در مرحله اول در طبقه C، و در مرحله دوم در طبقه B قرار بگیرد. طبقه نهائی قلم C بود.
- اگر یک قلم در مرحله اول در طبقه C، و در مرحله دوم در طبقه C قرار بگیرد. طبقه نهائی قلم C بود.

در شکل (۳) زیر نحوه تعیین طبقه نهائی اقلام آمده است.



شکل۳- نحوه‌ی تعیین طبقه‌ی نهائی

شایان ذکر است که در واقع اقلامی که در مرحله‌ی اول در طبقه C قرار گرفته‌اند نیازی به طبقه‌بندی مجدد ندارند زیرا در هر صورت طبقه نهائی آنها تغییری نمی‌کند. همچنین اقلامی که در مرحله اول در طبقه B قرار گرفته‌اند، فقط اگر در مرحله دوم در طبقه C قرار بگیرند در نهایت به طبقه C نزول پیدا خواهند کرد. و اقلامی در مرحله اول در طبقه A قرار گرفته‌اند، فقط اگر در مرحله دوم در طبقه C قرار بگیرند در نهایت به طبقه B نزول پیدا خواهند کرد. بطور کلی اقلام در طبقه‌بندی نهائی یا به طبقه پائینتر نزول پیدا می‌کنند و یا در همان طبقه‌ی مرحله‌ی اول باقی خواهند ماند.

۲- اصل تحلیل ABC می‌گوید ۲۰ درصد اقلام در طبقه A، ۴۰ درصد در طبقه B و ۴۰ درصد در طبقه C قرار گیرند. با عنایت به اصل تحلیل ABC و شدت کنترل اقلام سه طبقه(با این فرض که شدت کنترل اقلام طبقه A حدوداً دو برابر شدت کنترل اقلام طبقه B و شدت کنترل اقلام طبقه B حدوداً دو برابر شدت کنترل اقلام طبقه C می‌باشد) برای نزدیک شدن به هدف مقاله می‌توان درصد اقلام طبقه A و B را کاهش داده و به درصد اقلام طبقه C اضافه کنیم. با توجه به بررسیهای انجام شده، این درصدها به ترتیب برای اقلام طبقات A، B و C به ترتیب بصورت ۱۵، ۳۰ و ۵۵ درصد تعریف شده اند.

۳- راهکار سوم این است که تعداد طبقات را افزایش دهیم، با توجه به اینکه زیاد بودن تعداد طبقات ممکن است پیچیدگی سیاستهای کنترلی را افزایش دهد (افزایش پیچیدگی ممکن است موجب افزایش هزینه شود) در اینجا یک طبقه‌ی دیگر به نام D تعریف می‌شود و درصدها نیز بصورت ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد به‌ترتیب برای اقلام طبقات A، B، C و D تعریف خواهند شد.

۴- نمونه انتخابی و طبقه‌بندی آنها با استفاده از مدل انجی

در جدول(۱) یک نمونه ۴۷ تایی از اقلام یک شرکت آمده است. شاخصهای با اهمیت از نظر مدیران موجودی قیمت واحد، مصرف، و زمان انتظار بوده‌اند. همانطور که قبلاً ذکر شد در مدل انجی ابتدا شاخصهای با اهمیت طبق نظر مدیران موجودی اولویت-بندی می‌شوند. سپس مراحل انجام محاسبات و طبقه‌بندی انجام می‌گیرد.

جدول۱- داده‌های مربوط به نمونه مورد مطالعه و طبقه‌بندی آنها

SKUs	شاخص			نمره نهائی روش انجی	طبقه قلم (روش انجی)
	قیمت واحد(دلار)	مصرف(واحد)	زمان انتظار(هفته)		
S1	5840.64	49.92	2	۱	A
S2	5670.00	210.00	5	۰.۹۹	A
S3	5037.12	23.76	4	۰.۸۶	A
S4	4769.56	27.73	1	۰.۸۲	A
S5	3478.80	57.98	3	۰.۵۹	A
S10	2407.50	160.50	4	۰.۵۸	A
S29	268.68	134.34	7	۰.۵۶	A
S9	2423.52	73.44	6	۰.۵۳	A
S13	1038.00	86.50	7	۰.۵۲	A
S6	2936.67	31.24	3	۰.۵۰	A
S7	2820.00	28.20	3	۰.۴۸	B
S8	2640.00	55.00	4	۰.۴۵	B
S14	883.20	110.40	5	۰.۴۴	B
S28	313.60	78.40	6	۰.۴۱	B
S45	34.40	34.40	7	۰.۳۸	B
S18	594.00	49.50	6	۰.۳۸	B
S40	103.36	51.68	6	۰.۳۶	B
S34	190.89	7.07	7	۰.۳۵	B
S31	216.00	72.00	5	۰.۳۴	B
S23	432.50	86.50	4	۰.۳۲	B
S39	119.20	59.60	5	۰.۳۲	B
S19	570.00	47.50	5	۰.۳۲	B
S12	1043.50	20.87	5	۰.۳۱	B
S33	197.92	49.48	5	۰.۳۰	B

جدول۱- داده‌های مربوط به نمونه مورد مطالعه و طبقه‌بندی آنها					
طبقه قلم (روش انجی)	نمره نهائی روش انجی	شاخص			SKUs
		زمان انتظار(هفته)	مصرف(واحد)	قیمت واحد(دلار)	
C	۰.۲۹	4	65.00	455.00	S22
C	۰.۲۸	4	58.45	467.60	S20
C	۰.۲۷	3	71.20	854.40	S15
C	۰.۲۷	5	30.00	150.00	S37
C	۰.۲۶	5	29.89	59.78	S43
C	۰.۲۳	5	8.46	25.38	S47
C	۰.۲۲	3	67.40	134.80	S38
C	۰.۲۲	3	45.00	810.00	S16
C	۰.۲۲	4	14.66	703.68	S17
C	۰.۲۲	1	84.03	336.12	S27
C	۰.۲۲	4	24.40	463.60	S21
C	۰.۲۱	3	60.60	181.80	S35
C	۰.۱۸	3	33.20	398.40	S24
C	۰.۱۸	2	5.12	1075.20	S11
C	۰.۱۸	3	40.82	163.28	S36
C	۰.۱۸	3	48.30	48.30	S44
C	۰.۱۸	3	33.84	338.40	S26
C	۰.۱۵	3	28.80	28.80	S46
C	۰.۱۴	1	56.00	224.00	S30
C	۰.۱۴	2	53.02	212.08	S32
C	۰.۱۱	2	37.70	75.40	S42
C	۰.۱۱	1	37.05	370.50	S25
C	۰.۰۸	2	19.80	79.20	S41

همانطور که ملاحظه می‌شود ده قلم ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۹، ۱۰، ۱۳ و ۲۹ در طبقه A، چهارده قلم ۷، ۸، ۱۲، ۱۴، ۱۸، ۱۹، ۲۳، ۲۸، ۳۱، ۳۲، ۳۴، ۳۹، ۴۰ و ۴۵ در طبقه B و بیست و سه قلم دیگر در طبقه C قرار گرفته‌اند. این طبقه‌بندی نتیجه روش انجی می‌باشد. نمره نهائی اولین قلم طبقه A (قلم ۱) یک و نمره نهائی آخرین قلم طبقه A (قلم ۶) ۰.۵۰ است و اختلاف بین نمره نهائی این دو قلم ۰.۵ است بنابراین اهمیت این دو قلم نباید یکسان در نظر گرفته شود و همینطور اختلاف بین نمره نهائی اولین و آخرین قلم طبقه B (قلم ۷ و ۳۳) برابر است با ۰.۱۸ و اختلاف بین نمره نهائی اولین و آخرین قلم طبقه C (قلم 22 و 41) برابر ۰.۲۱ می‌باشد. برای دقیقتر شدن میزان اهمیت اقلام، در بخش بعدی رویکردهای ارائه شده روی ۴۷ قلم موجودی آزمون خواهند شد.

۵- آزمون رویکردها

۵-۱- رویکرد اول(طبقه بندی مجدد اقلام)

در این رویکرد اقلام هر طبقهرا مجدداً طبقه‌بندی خواهند شد. در جدوال (۲، ۳ و۴) اقلام سه طبقه با نمره‌های مربوط به شاخصها، بطور جداگانه آمده است. در ستون آخر طبقه جدید قلم در مرحله دوم نوشته شده است. در این جداول اقلام بر اساس نمره‌های نهائی آنها بصورت نزولی مرتب شده‌اند.

جدول۲- اقلام طبقه A و طبقه‌بندی مجدد آنها

SKUs	شاخص				
	قیمت واحد(دلار)	مصرف(واحد)	زمان انتظار(هفته)	نمره نهائی	طبقه
S1	5840.64	49.92	2	1	A
S2	5670.00	210.00	5	0.984688	A
S3	5037.12	23.76	4	0.855792	A
S4	4769.56	27.73	1	0.807773	A
S5	3478.80	57.98	3	0.57612	B
S10	2407.50	160.50	4	0.559034	B
S29	268.68	134.34	7	0.53125	B
S9	2423.52	73.44	6	0.495605	C
S13	1038.00	86.50	7	0.491649	C
S6	2936.67	31.24	۳	0.478824	C

با توجه به اینکه نمره چهار قلم اول با یکدیگر اختلاف زیادی ندارند، آنها را در طبقه A قرار می‌دهیم و نمره قلم ۵ با قلم قبل از آن(قلم ۴) فاصله زیادی پیدا می‌کند به همین دلیل از این قلم به بعد را در طبقه B قرار داده‌ایم و سه قلم آخر در طبقه C قرار گرفته‌اند زیرا نمره آنها به کمتر از ۰.۵ رسیده است.

جدول۳- اقلام طبقه B و طبقه‌بندی مجدد آنها

SKUs	شاخص				
	قیمت واحد(دلار)	مصرف(واحد)	زمان انتظار(هفته)	نمره نهائی	طبقه
S7	2820.00	28.20	3	1	A
S8	2640.00	55.00	4	0.935382	A
S14	883.20	110.40	5	0.652355	B
S28	313.60	78.40	6	0.513514	B
S45	34.40	34.40	7	0.421497	C
S18	594.00	49.50	6	0.453839	C
S40	103.36	51.68	6	0.40216	C
S34	190.89	7.07	7	0.352059	C
S31	216.00	72.00	5	0.397856	C
S23	432.50	86.50	4	0.455808	C
S39	119.20	59.60	5	0.346271	C
S19	570.00	47.50	5	0.361182	C
S12	1043.50	20.87	5	0.362256	C
S33	197.92	49.48	5	0.323045	C

جدول۴- اقلام طبقه C و طبقه‌بندی مجدد آنها

SKUs	شاخص				
	قیمت واحد(دلار)	مصرف(واحد)	زمان انتظار(هفته)	نمره نهائی	طبقه
S22	455.00	65.00	4	0.639357	B
S20	467.60	58.45	4	0.615689	B
S15	854.40	71.20	3	0.813544	A
S37	150.00	30.00	5	0.478001	C
S43	59.78	29.89	5	0.44889	C
S47	25.38	8.46	5	0.347442	C
S38	134.80	67.40	3	0.464494	C
S16	810.00	45.00	3	0.747385	A
S17	703.68	14.66	4	0.646111	B
S27	336.12	84.03	1	0.647997	B
S21	463.60	24.40	4	0.470584	C
S35	181.80	60.60	3	0.450692	C
S24	398.40	33.20	3	0.403722	C
S11	1075.20	5.12	2	1	A
S36	163.28	40.82	3	0.361257	C
S44	48.30	48.30	3	0.356346	C
S26	338.40	33.84	3	0.387375	C
S46	28.80	28.80	3	0.267782	C
S30	224.00	56.00	1	0.41699	C
S32	212.08	53.02	2	0.39243	C
S42	75.40	37.70	2	0.236841	C
S25	370.50	37.05	1	0.36669	C
S41	79.20	19.80	2	0.162434	C

در جدول(۵) لیست همه اقلام با طبقه‌های مرحله اول و دوم و طبقه‌نهائی آمده است. در تعیین طبقه‌ی نهائی قلم از ماتریس معیار مشترک کمک گرفته شده است که توضیحات مربوط به آن در بخش متدولوژی آورده شد. در این جدول اقلام بر اساس نمره-های نهائی آنها بصورت نزولی مرتب شده‌اند.

جدول ۵- لیست اقلام با طبقه‌های مرحله اول و دوم و طبقه‌نهائی

SKUs	شاخص				طبقه قلم در مرحله دوم	طبقه نهائی
	قیمت واحد(دلار)	مصرف(واحد)	زمان انتظار(هفته)	طبقه قلم در مرحله اول		
S1	5840.64	49.92	2	A	A	A
S2	5670.00	210.00	5	A	A	A
S3	5037.12	23.76	4	A	A	A
S4	4769.56	27.73	1	A	A	A
S5	3478.80	57.98	3	A	B	A
S10	2407.50	160.50	4	A	B	A
S29	268.68	134.34	7	A	B	A
S9	2423.52	73.44	6	A	C	B
S13	1038.00	86.50	7	A	C	B
S6	2936.67	31.24	3	A	C	B
S7	2820.00	28.20	3	B	A	B
S8	2640.00	55.00	4	B	A	B
S14	883.20	110.40	5	B	B	B
S28	313.60	78.40	6	B	B	B
S45	34.40	34.40	7	B	C	C
S18	594.00	49.50	6	B	C	C
S40	103.36	51.68	6	B	C	C
S34	190.89	7.07	7	B	C	C
S31	216.00	72.00	5	B	C	C
S23	432.50	86.50	4	B	C	C
S39	119.20	59.60	5	B	C	C
S19	570.00	47.50	5	B	C	C
S12	1043.50	20.87	5	B	C	C
S33	197.92	49.48	5	B	C	C
S22	455.00	65.00	4	C	B	C
S20	467.60	58.45	4	C	B	C
S15	854.40	71.20	3	C	A	C
S37	150.00	30.00	5	C	C	C
S43	59.78	29.89	5	C	C	C
S47	25.38	8.46	5	C	C	C
S38	134.80	67.40	3	C	C	C
S16	810.00	45.00	3	C	A	C
S17	703.68	14.66	4	C	B	C
S27	336.12	84.03	1	C	B	C
S21	463.60	24.40	4	C	C	C
S35	181.80	60.60	3	C	C	C
S24	398.40	33.20	3	C	C	C
S11	1075.20	5.12	2	C	A	C
S36	163.28	40.82	3	C	C	C
S44	48.30	48.30	3	C	C	C
S26	338.40	33.84	3	C	C	C
S46	28.80	28.80	3	C	C	C
S30	224.00	56.00	1	C	C	C
S32	212.08	53.02	2	C	C	C
S42	75.40	37.70	2	C	C	C
S25	370.50	37.05	1	C	C	C
S41	79.20	19.80	2	C	C	C

تعداد اقلام طبقه A از ۱۰ قلم به ۷ قلم کاهش یافت، بدیهی است که این هفت قلم از همان ۱۰ قلم انتخاب شده‌اند زیرا در رویکرد ارائه شده فقط اقلامی که در مرحله اول در طبقه A قرار گرفته‌اند می‌توانند در نهایت در طبقه A قرار بگیرند. به عبارتی اقلامی که در مرحله اول در طبقه A قرار گرفته‌اند یا در همان طبقه A خواهند ماند و یا به یک طبقه پائینتر نزول پیدا خواهند کرد. تعداد اقلام طبقه B از ۱۴ قلم به ۷ قلم رسید. در هر صورت کاهش اقلام طبقه A به میزان ۳۰٪ و اقلام طبقه B به میزان ۵۰٪ باعث کاهش قابل ملاحظه‌ای در هزینه‌ها خواهد شد. تعداد اقلام طبقه C از ۲۳ قلم به 33 قلم افزایش یافت. همانطور که قبلاً ذکر شده هدف ما کاهش هزینه‌ها از طریق کاهش اقلام طبقه A و B و افزایش اقلام طبقه C می‌باشد. در اینجا به این هدف دست پیدا کردیم زیرا علاوه بر کاهش قابل ملاحظه‌ی اقلام طبقه A و B، اقلام طبقه C به میزان بیش از ۴۳٪ افزایش داشته‌اند.

۵-۲- رویکرد دوم(کاهش درصد اقلام طبقات AوB و افزایش درصد اقلام طبقه C)

همانطور که قبلاً ذکر شد در این رویکرد درصدها تعدیل می‌شوند. در طبقه‌بندی مدل انجی حدود ۲۲درصد اقلام در طبقه A، حدود ۳۰ درصد در طبقه B و حدود ۴۸ درصد در طبقه C قرار گرفته‌اند(ستون ششم) حال اگر این درصدها را به ۱۵، ۳۰ و ۵۵ تغییر دهیم به طبقه‌بندی ستون هفتم در جدول(۶) خواهیم رسد.

جدول۶- طبقه‌بندی اقلام با استفاده از رویکرد دوم(کاهش درصد اقلام طبقات AوB و افزایش درصد اقلام طبقه C)

SKUs	شاخص				طبقه قلم در روش انجی	طبقه قلم در صورت تعدیل درصدها
	قیمت واحد(دلار)	مصرف(واحد)	زمان انتظار(هفته)	نمره نهائی روش انجی		
S1	5840.64	49.92	2	۱	A	A
S2	5670.00	210.00	5	۰.۹۹	A	A
S3	5037.12	23.76	4	۰.۸۶	A	A
S4	4769.56	27.73	1	۰.۸۲	A	A
S5	3478.80	57.98	3	۰.۵۹	A	A
S10	2407.50	160.50	4	۰.۵۸	A	A
S29	268.68	134.34	7	۰.۵۶	A	A
S9	2423.52	73.44	6	۰.۵۳	A	B
S13	1038.00	86.50	7	۰.۵۲	A	B
S6	2936.67	31.24	3	۰.۵۰	A	B
S7	2820.00	28.20	3	۰.۴۸	B	B
S8	2640.00	55.00	4	۰.۴۵	B	B
S14	883.20	110.40	5	۰.۴۴	B	B
S28	313.60	78.40	6	۰.۴۱	B	B
S45	34.40	34.40	7	۰.۳۸	B	B
S18	594.00	49.50	6	۰.۳۸	B	B
S40	103.36	51.68	6	۰.۳۶	B	B
S34	190.89	7.07	7	۰.۳۵	B	B

ادامه جدول۶- طبقه‌بندی اقلام با استفاده از رویکرد دوم(کاهش درصد اقلام طبقات AوB و افزایش درصد اقلام طبقه C)

	شاخص					
SKUs	قیمت واحد(دلار)	مصرف(واحد)	زمان انتظار(هفته)	نمره نهائی روش انجی	طبقه قلم در روش انجی	طبقه قلم در صورت تعدیل درصدها
S31	216.00	72.00	5	۰.۳۴	B	B
S23	432.50	86.50	4	۰.۳۲	B	C
S39	119.20	59.60	5	۰.۳۲	B	C
S19	570.00	47.50	5	۰.۳۲	B	C
S12	1043.50	20.87	5	۰.۳۱	B	C
S33	197.92	49.48	5	۰.۳۰	B	C
S22	455.00	65.00	4	۰.۲۹	C	C
S20	467.60	58.45	4	۰.۲۸	C	C
S15	854.40	71.20	3	۰.۲۷	C	C
S37	150.00	30.00	5	۰.۲۷	C	C
S43	59.78	29.89	5	۰.۲۶	C	C
S47	25.38	8.46	5	۰.۲۳	C	C
S38	134.80	67.40	3	۰.۲۲	C	C
S16	810.00	45.00	3	۰.۲۲	C	C
S17	703.68	14.66	4	۰.۲۲	C	C
S27	336.12	84.03	1	۰.۲۲	C	C
S21	463.60	24.40	4	۰.۲۲	C	C
S35	181.80	60.60	3	۰.۲۱	C	C
S24	398.40	33.20	3	۰.۱۸	C	C
S11	1075.20	5.12	2	۰.۱۸	C	C
S36	163.28	40.82	3	۰.۱۸	C	C
S44	48.30	48.30	3	۰.۱۸	C	C
S26	338.40	33.84	3	۰.۱۸	C	C
S46	28.80	28.80	3	۰.۱۵	C	C
S30	224.00	56.00	1	۰.۱۴	C	C
S32	212.08	53.02	2	۰.۱۴	C	C
S42	75.40	37.70	2	۰.۱۱	C	C
S25	370.50	37.05	1	۰.۱۱	C	C
S41	79.20	19.80	2	۰.۰۸	C	C

از نقطه‌ای که طبقه B شروع می‌شود نمره‌ها نیز به میزان ۰.۰۳ کاهش یافته‌اند (فاصله بین نمرات اقلام ۲۹ و ۹) که این امر می‌تواند منطقی باشد اما در نقطه تغییر طبقه B به C، نمره آخرین قلم طبقه B (۲۳ و ۳۹) با اولین قلم طبقه C (۱۱) برابر است (نمرات اقلام ۲۳، ۳۹ و ۱۱ برابر ۰.۳۲ است) با توجه به اینکه هدف کاهش اقلام طبقات A و B و افزایش اقلام طبقه C می‌باشد اقلام ۲۳ و ۳۹ را نیز در طبقه C قرار داده‌ایم.

۵-۳- رویکرد سوم(افزایش تعداد طبقات)

در این رویکرد تعداد طبقات از ۳ به ۴ افزایش یافته است. همچنین درصدها بصورت ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ تغییر کرده‌اند. نتایج در جدول (۷) آمده است.

جدول۷- طبقه‌بندی اقلام با استفاده از رویکرد سوم(افزایش تعداد طبقات)

SKUs	شاخص					
	قیمت واحد(دلار)	مصرف(واحد)	زمان انتظار(هفته)	نمره نهائی روش انجی	طبقه قلم در روش انجی	طبقه قلم در صورت افزایش تعداد طبقات
S1	5840.64	49.92	2	۱	A	A
S2	5670.00	210.00	5	۰.۹۹	A	A
S3	5037.12	23.76	4	۰.۸۶	A	A
S4	4769.56	27.73	1	۰.۸۲	A	A
S5	3478.80	57.98	3	۰.۵۹	A	B
S10	2407.50	160.50	4	۰.۵۸	A	B
S29	268.68	134.34	7	۰.۵۶	A	B
S9	2423.52	73.44	6	۰.۵۳	A	B
S13	1038.00	86.50	7	۰.۵۲	A	B
S6	2936.67	31.24	3	۰.۵۰	A	B
S7	2820.00	28.20	3	۰.۴۸	B	B
S8	2640.00	55.00	4	۰.۴۵	B	B
S14	883.20	110.40	5	۰.۴۴	B	B
S28	313.60	78.40	6	۰.۴۱	B	B
S45	34.40	34.40	7	۰.۳۸	B	C
S18	594.00	49.50	6	۰.۳۸	B	C
S40	103.36	51.68	6	۰.۳۶	B	C
S34	190.89	7.07	7	۰.۳۵	B	C
S31	216.00	72.00	5	۰.۳۴	B	C
S23	432.50	86.50	4	۰.۳۲	B	C
S39	119.20	59.60	5	۰.۳۲	B	C
S19	570.00	47.50	5	۰.۳۲	B	C
S12	1043.50	20.87	5	۰.۳۱	B	C
S33	197.92	49.48	5	۰.۳۰	B	C
S22	455.00	65.00	4	۰.۲۹	C	C
S20	467.60	58.45	4	۰.۲۸	C	C
S15	854.40	71.20	3	۰.۲۷	C	C
S37	150.00	30.00	5	۰.۲۷	C	C

ادامه جدول۷- طبقه‌بندی اقلام با استفاده از رویکرد سوم(افزایش تعداد طبقات)

SKUs	شاخص					
	قیمت واحد(دلار)	مصرف(واحد)	زمان انتظار(هفته)	نمره نهائی روش انجی	طبقه قلم در روش انجی	طبقه قلم در صورت افزایش تعداد طبقات
S43	59.78	29.89	5	۰.۲۶	C	D
S47	25.38	8.46	5	۰.۲۳	C	D
S38	134.80	67.40	3	۰.۲۲	C	D
S16	810.00	45.00	3	۰.۲۲	C	D
S17	703.68	14.66	4	۰.۲۲	C	D
S27	336.12	84.03	1	۰.۲۲	C	D
S21	463.60	24.40	4	۰.۲۲	C	D
S35	181.80	60.60	3	۰.۲۱	C	D
S24	398.40	33.20	3	۰.۱۸	C	D
S11	1075.20	5.12	2	۰.۱۸	C	D
S36	163.28	40.82	3	۰.۱۸	C	D
S44	48.30	48.30	3	۰.۱۸	C	D
S26	338.40	33.84	3	۰.۱۸	C	D
S46	28.80	28.80	3	۰.۱۵	C	D
S30	224.00	56.00	1	۰.۱۴	C	D
S32	212.08	53.02	2	۰.۱۴	C	D
S42	75.40	37.70	2	۰.۱۱	C	D
S25	370.50	37.05	1	۰.۱۱	C	D
S41	79.20	19.80	2	۰.۰۸	C	D

در جدول(۸) نتایج مدل انجی و سه رویکرد ارائه شده با هم آمده‌اند. این جدول جهت مقایسه آسانتر رویکردها با یکدیگر آمده است. همانطور که در جدول (۸) مشاهده می‌شود تعداد اقلام طبقه‌ی A در دو رویکرد اول و دوم با یکدیگر برابر هستند(به تعداد ۷ قلم). این اقلام، اقلامی هستند که قیمت زیاد و مصرف نسبتاً زیاد دارند ولی زمان انتظار آنها می‌تواند زیاد، متوسط و یا کم باشد. علت اینکه بعضی از این اقلام با وجود زمان انتظار کم، در طبقه‌ی A قرار گرفته‌اند (مثل قلم S4) این است که در روش انجی شاخصی که از نظر مدیران موجودی در اولویت اول است(در اینجا قیمت واحد) تعیین‌کننده است و همانطور که از شاخص قرارگرفته در اولویت اول دور می‌شویم تاثیر شاخصها در تعیین نمره و نتیجتاً طبقه‌ی قلم کمتر می‌شود. تعداد اقلام طبقه‌ی A در رویکرد سوم به تعداد ۴ کاهش یافته است که دلیل آن اضافه‌شدن یک طبقه به‌نام D، به طبقات سه‌گانه است. در این حالت(رویکرد سوم) تعدادی از اقلام که قبلاً در طبقه‌ی C قرار داشتند به طبقه‌ی D، تعدادی از اقلام که قبلاً در طبقه‌ی B قرار داشتند به طبقه‌ی C و تعدادی از اقلام که قبلاً در طبقه‌ی A قرار داشتند به طبقه‌ی B انتقال یافته‌اند و در نتیجه تعداد اقلام طبقات A کاهش یافته‌اند. با مقایسه‌ی تعداد اقلام طبقه‌ی B در سه رویکرد متوجه می‌شویم که تعداد اقلام طبقه‌ی B در رویکرد دوم کمتر از تعداد اقلام طبقه‌ی B در دو رویکرد دیگر است که این کاهش از سیاست این رویکرد(کاهش درصد اقلام طبقه‌ی A، B و افزایش درصد اقلام طبقه‌ی C) ناشی می‌شود. در مورد مقایسه‌ی تعداد اقلام طبقه‌ی C می‌توان گفت که علت کاهش تعداد آنها در رویکرد سوم و افزایش آنها در

رویکرد دوم به ترتیب اضافه‌شدن یک طبقه به‌نام D در رویکرد سوم و افزایش درصد اقلام طبقه‌ی C در رویکرد دوم است. علاوه بر مقایسه‌ی سه رویکرد براساس تعداد اقلام طبقات می‌توان آنها را براساس هزینه‌ی کل موجودی در طی یک دوره نیز مقایسه کرد. برای این مقایسه باید هرکدام از رویکردها را بطور جداگانه در یک شرکت که تنوعی از موجودیها را دارد در طی یک دوره‌ی زمانی(هفتگی، ماهانه و...)بکار گرفت و هزینه‌ی کل موجودی را محاسبه کرد. پیش‌بینی ما این است که هزینه‌های موجودی سه-رویکرد نسبت به حالت اولیه‌ی طبقه‌بندی کاهش خواهند یافت. اما مقایسه‌ی هزینه‌ی موجودی سه رویکرد نیاز به مطالعه‌ی دقیقتر دارد و یا شاید با عملیاتی کردن آنها در یک شرکت بتوان هزینه‌های ناشی از آنها را مقایسه نمود. البته شایان ذکر است که نتایج مقایسه‌ی هزینه‌ها در شرکتهای مختلف بدلیل موجودیهای مختلفی که دارند، می‌تواند متفاوت باشد.

جدول۸- نتایج مدل انجی و سه رویکرد

SKUs	شاخص				طبقه قلم در مرحله اول	طبقه قلم در مرحله دوم	طبقه نهائی قلم (رویکرد اول)	طبقه نهائی قلم (رویکرد دوم)	طبقه نهائی قلم (رویکرد سوم)
	قیمت واحد(دلار)	مصرف(واحد)	زمان انتظار(هفته)	نمره نهائی روش انجی					
S1	5840.64	49.92	2	۱	A	A	A	A	A
S2	5670.00	210.00	5	۰.۹۹	A	A	A	A	A
S3	5037.12	23.76	4	۰.۸۶	A	A	A	A	A
S4	4769.56	27.73	1	۰.۸۲	A	A	A	A	A
S5	3478.80	57.98	3	۰.۵۹	A	B	A	A	B
S10	2407.50	160.50	4	۰.۵۸	A	B	A	A	B
S29	268.68	134.34	7	۰.۵۶	A	B	A	A	B
S9	2423.52	73.44	6	۰.۵۳	A	C	B	B	B
S13	1038.00	86.50	7	۰.۵۲	A	C	B	B	B
S6	2936.67	31.24	3	۰.۵۰	A	C	B	B	B
S7	2820.00	28.20	3	۰.۴۸	B	A	B	B	B
S8	2640.00	55.00	4	۰.۴۵	B	A	B	B	B
S14	883.20	110.40	5	۰.۴۴	B	B	B	B	B
S28	313.60	78.40	6	۰.۴۱	B	B	B	B	B
S45	34.40	34.40	7	۰.۳۸	B	C	C	B	C
S18	594.00	49.50	6	۰.۳۸	B	C	C	B	C
S40	103.36	51.68	6	۰.۳۶	B	C	C	B	C
S34	190.89	7.07	7	۰.۳۵	B	C	C	B	C
S31	216.00	72.00	5	۰.۳۴	B	C	C	B	C
S23	432.50	86.50	4	۰.۳۲	B	C	C	C	C
S39	119.20	59.60	5	۰.۳۲	B	C	C	C	C
S19	570.00	47.50	5	۰.۳۲	B	C	C	C	C
S12	1043.50	20.87	5	۰.۳۱	B	C	C	C	C

ادامه جدول۸- نتایج مدل انجی و سه رویکرد

SKUs	شاخص								
	قیمت واحد(دلار)	مصرف(واحد)	زمان انتظار(هفته)	نمره نهائی روش انجی	طبقه قلم در مرحله اول	طبقه قلم در مرحله دوم	طبقه نهائی قلم (رویکرد اول)	طبقه نهائی قلم (رویکرد دوم)	طبقه نهائی قلم (رویکرد سوم)
S33	197.92	49.48	5	۰.۳۰	B	C	C	C	C
S22	455.00	65.00	4	۰.۲۹	C	B	C	C	C
S20	467.60	58.45	4	۰.۲۸	C	B	C	C	C
S15	854.40	71.20	3	۰.۲۷	C	A	C	C	C
S37	150.00	30.00	5	۰.۲۷	C	C	C	C	C
S43	59.78	29.89	5	۰.۲۶	C	C	C	C	D
S47	25.38	8.46	5	۰.۲۳	C	C	C	C	D
S38	134.80	67.40	3	۰.۲۲	C	C	C	C	D
S16	810.00	45.00	3	۰.۲۲	C	A	C	C	D
S17	703.68	14.66	4	۰.۲۲	C	B	C	C	D
S27	336.12	84.03	1	۰.۲۲	C	B	C	C	D
S21	463.60	24.40	4	۰.۲۲	C	C	C	C	D
S35	181.80	60.60	3	۰.۲۱	C	C	C	C	D
S24	398.40	33.20	3	۰.۱۸	C	C	C	C	D
S11	1075.20	5.12	2	۰.۱۸	C	A	C	C	D
S36	163.28	40.82	3	۰.۱۸	C	C	C	C	D
S44	48.30	48.30	3	۰.۱۸	C	C	C	C	D
S26	338.40	33.84	3	۰.۱۸	C	C	C	C	D
S46	28.80	28.80	3	۰.۱۵	C	C	C	C	D
S30	224.00	56.00	1	۰.۱۴	C	C	C	C	D
S32	212.08	53.02	2	۰.۱۴	C	C	C	C	D
S42	75.40	37.70	2	۰.۱۱	C	C	C	C	D
S25	370.50	37.05	1	۰.۱۱	C	C	C	C	D
S41	79.20	19.80	2	۰.۰۸	C	C	C	C	D

۶- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

ما در این مقاله سه رویکرد برای طبقه‌بندی موجودی ارائه دادیم. در این رویکردها تلاش شده است تا نگرشی دقیق‌تر به مدیران موجودی داده شود. پیش‌بینی ما این است که رویکردهای ارائه شده بطور قابل ملاحظه ای هزینه های کنترل موجودی را کاهش خواهند داد. رویکردهای ارائه شده روی ۴۷ قلم موجودی آزمون شدند که پس از انجام محاسبات، اقلام طبقه A و B کاهش یافته‌اند که این کاهش‌ها باعث کاهش هزینه‌های کنترل اقلام این دو طبقه خواهند شد. با توجه به اینکه برای کنترل اقلام طبقه A به

سیاستهای کنترلی بسیار دقیق و برای کنترل اقلام طبقه B به سیاستهای کنترلی تا حدودی دقیق نیاز است و تدوین اینگونه سیاستها نیاز به صرف وقت و هزینه زیادی دارد، کاهش تعداد اقلام این دو طبقه می‌تواند منجر به کاهش سیاستهای دقیق و نتیجتاً کاهش هزینه‌ها شود. اقلام طبقه C به میزان قابل ملاحظه ای افزایش یافته‌اند که با توجه به اینکه برای کنترل اقلام طبقه C سیاستهای ساده اتخاذ می‌گردند و هزینه زیادی نیز ندارند، افزایش اقلام این طبقه کاهش هزینه‌ها را بدنبال خواهد داشت. بطور کلی هرچه از اقلام طبقه‌ی A به سمت اقلام طبقه‌ی C نزدیکتر می‌شویم سیاستهای کنترل موجودی ساده‌تر می‌شوند در رویکرد سوم که یک طبقه به‌نام D اضافه شده است و تعداد طبقات از ۳ طبقه و ۴ طبقه افزایش یافته‌اند، تعداداقلام طبقه‌یA و B کاهش یافته و تعداد اقلام طبقه‌ی C و D بطور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته‌اند که این امر نیز منجر به کاهش سیاستهای دقیق و افزایش سیاستهای ساده‌ی کنترل موجودی و نتیجتاً کاهش هزینه‌ها خواهد شد. ذکر این نکته ضروری است که هدف ما فقط کاهش اقلام طبقات بالاتر و افزایش اقلام طبقات پائینتر نبوده است بلکه هدف اصلی دقیقتر شدن مدیران در طبقه‌بندی و کاهش هزینه‌های کنترل موجودی است. مدیران موجودی می‌توانند با توجه به شرائط سازمان و متناسب با اهدافشان از یک یا چند رویکرد ارائه شده استفاده کنند.

در سازمان‌های امروزی بدلیل افزایش تنوع خواسته‌های مشتریان، تنوع مواد اولیه نیز زیاد است و سازمانها مجبور هستند اقلام متنوع در حجم کم نگهداری کنند تا بتوانند پاسخگوی نیازهای متنوع مشتریان باشند. بنابراین اگر رویکردهای ارائه شده در مقیاسهای بزرگتر از موجودی بکار گرفته شوند تفاوت هزینه‌ها قابل‌ملاحظه خواهد بود. البته ذکر این نکته ضروری به نظر می‌رسد که هرچه اقلام بیشتری در طبقه‌های با اهمیت کمتر قرار گیرند به دلیل اهمیت کمتر ممکن است محاسبات کمتری صورت گرفته و در تعداد بیشتر سفارش داده شوند، که این امر افزایش موجودی و هزینه‌های موجودی را در پی خواهد داشت.

با توجه به اینکه نگهداری حداقل موجودی یک امر ضروری برای سازمانها محسوب می‌شود و حذف موجودی تقریباً غی ممکن است، پژوهش در زمینه طبقه‌بندی موجودی می‌تواند کمک شایانی به مدیران موجودی داشته باشد. از جمله موضوعاتی که پژوهشگران در پژوهشهای آینده می‌توانند درمورد آنها پژوهش کنند می‌توان به ارائه روشهایی جهت تدوین سیاستهای کنترلی اقلام طبقات مختلف، بکارگیری تکنیکهای چند هدفه برای طبقه‌بندی موجودی و مقایسه‌ی نتایج روشهای مختلف طبقه‌بندی موجودی در عمل اشاره کرد.

منابع

[1] Cohen, M.A. and Ernst, R., Multi-item classification and generic inventory stock control policies. Production and Inventory Management Journal 29(3) (1988) 6–8.

[2] Flores, B.E., D.C. Whybark. Implementing multiple criteria ABC analysis. Journal of OperationsManagement 79(1) (1987) 79-84.

[3] Flores, B.E., D.C. Whybark. Multiple criteria ABC analysis. International Journal of Operations and Production Management 6(3) (1986) 38-46.

[4] Guvenir, H.A. and Erel, E., Multicriteria inventory classification using a genetic algorithm, European Journal of Operational Research 105 (1998) 29-37.

[5] Ng, W.L., A simple classifier for multiple criteria ABC analysis, European Journal of Operational Research 177(2007) 344–353

[6] Partovi FY, Burton J. Using the analytic hierarchy process for ABC analysis. International Journal of Production and Operations Management 13(9) (1993) 29–44.

[7] Partovi, FY.and Anandarajan, M., Classifying inventory using an artificial neural network approach. Computers & Industrial Engineering 41 (2002) 389–404.

[8] Puente, J., D. de la Fuente, P. Priore, R. Pino. ABC classifcation with uncertain data: a fuzzy model vs. a probabilistic model. Applied Artifcial Intelligence 16(6) (2002) 443-456.

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

[10] Rezaei, J. and Dowlatshahi, S., 2010. A rule-based multi-criteria approach to inventory classification, International Journal of Production research, Vol. 48, No. 23, pp. 7107-7126.

[11] Rezaei, J., A fuzzy model for multi-criteria inventory classification, 6th International Conference on Analysis of Manufacturing Systems, AMS 2007, Lunteren, The Netherlands, 11-16 May 2007, 167-172.

[12] Rezaei, J., A note on multi-criteria inventory classification using weighted linear optimization, Yugoslav Journal of Operations Research, 20(2), 293-299.

[13] Silver, E.A., D.F. Pyke, R. Peterson. 1998. Inventory Management and Production Planning and Scheduling.John Wiley & Sons, New York.

[14] Van Laarhoven, P.J.M., Pedrycz, W., 1983. A fuzzy extension of Saaty's priority theory. Fuzzy Sets and Systems 11, 229-241.

[15] Vollmann, T.E., W.L. Berry, D.C. Whybark. 1997. Manufacturing Planning and Control Systems. McGraw-Hill,Boston.

[16] Zhou P. and Fan, L., A note on multi-criteria ABC inventory classification using weighted linear optimization, European Journal of Operational Research 182(2007) 1488-1491

[17] .Gulsen Aydin Keskin, and Coskun Ozkan, Multiple Criteria ABC Analysis with FCM Clustering, Hindawi Publishing Corporation Journal of Industrial Engineering Volume 2013, Article ID 827274, 7 pages

[18] Z. Eslaminasab, T. Dokoohaki, ABC inventory classification withmultiple-criteria using weighted non-linear programmin, Available online at www.ispacs.com/conferences/cjac Volume 1, Year 2012, Article ID cjac-001-028, Pages 242-251 doi:10.5899/2012/cjac-001-028 Conference Article.

[۱۹] رضائی، جعفر، اسماعیل زاده، منصور، «مقایسه روش های مختلف طبقه بندی ABC چند معیاره موجودی»، فصلنامه علمی- پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی دانشگاه علامه طباطبائی، سال ششم، شماره ۱۷، پائیز ۸۶، صص ۲۲-۱.

[۲۰] صفائی قادیکلائی، عبدالحمید، مدهوشی، مهرداد، اسماعیل زاده، منصور، «تلفیق دو مدل طبقه بندی ABC چند معیاره موجودی»، فصلنامه علمی- ترویجی مطالعات مدیریت دانشگاه علامه طباطبائی ، شماره ۵۷، بهار ۸۷، صص ۱۵۶-۱۳۳