دسترسی در سایتِ http://jnrm.srbiau.ac.ir
سال هفتم، شماره بیست و نهم، فروردین و اردیبهشت ۱۴۰۰
شماره شاپا: ۲۵۸۸-۵۸۸X

دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات

پژوهش‌های نوین در ریاضی

# بکارگیری رویکرد فازی در سیستم سفارش‌دهی کنترل موجودی (مدل میزان اقتصادی سفارش)

**معصومه دانش شکیب** *

استادیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قزوین، قزوین، ایران

تاریخ ارسال مقاله: ۹۸/۰۵/۱۴ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۸/۰۷/۲۱

**چکیده**

اگرچه مدیران سازمان‌ها در پی آن هستند که با حداقل امکانات حداکثر استفاده و مطلوبیت را از آن خود و سازمان خود نمایند، با اینحال، تعداد محدودی از مؤسسات تولیدی هستند که به اهمیت کنترل موجودی و استفاده از سیستم‌های کنترل موجودی انبار بعنوان ابزاری مدیریتی واقفند و اقداماتی جهت برقراری آن نموده‌اند. سایر مؤسسات بعلت عدم دسترسی به اطلاعات درست و به موقع از موجودی‌ها و میزان و نوع آن‌ها قادر به تهیه و تدارک موجودی‌های موردنیاز نیستند. از طرفی در مدل‌های کنترل موجودی کلاسیک، پارامترها می‌بایست به صورت قطعی تعیین شوند و با توجه به این که در مسائل دنیای واقعی پارامترها اکثرا به صورت غیر قطعی و مبهم است بنابراین مدل‌های مذکور تا حدودی واقعیات را نادیده گرفته و این امر موجب شده تا مدیران تمایلی به بکارگیری این مدل‌ها نداشته باشند بنابراین تحقیق حاضر به دنبال پاسخ این سوال است که آیا بکارگیری مدل‌های کنترل موجودی فازی می‌تواند این نقیصه را بر طرف کرده، پارامترها را به صورت واقعی‌تری وارد مدل نماید و بنابراین در عمل موجب کاهش هزینه کل موجودی و بهبود نگرش مدیران صنایع نسبت به بکارگیری این مدل‌ها گردد؟ بدین منظور مدل میزان اقتصادی سفارش فازی ارائه و با یک مثال عددی مورد بررسی قرار گرفت، یافته‌ها پاسخ مثبت به سوالات فوق الذکر را مورد تأیید قرار دادند.

**واژه‌های کلیدی:** مدل‌های کنترل موجودی، میزان اقتصادی سفارش، هزینه نگهداری، هزینه سفارش، فازی

*. عهده‌دار مکاتبات: Email:ms_danesh.shakib@yahoo.com

## ۱. مقدمه

یکی از ابعاد بسیارمهم سازمان بعنوان نظام فنی و اجتماعی در حال حاضر، بهترین شیوه بکارگیری از دارائی‌های موسسه است و همچنین قسمت عمده‌ای از دارائی‌های موسسات در موجودی‌های انبارهای آن مؤسسات نهفته و انباشته شده است و مدیریت مالی و تدارکات و انبارها درصدند تا ترکیب بهینه‌ای را که متضمن حداکثر سود یا حداقل هزینه برای مؤسسه باشد را معین بنمایند [۱]. یکی از مسائلی که ذهن بسیاری از مدیران واحدهای تولیدی و بازرگانی را به خود اختصاص می‌دهد، کنترل و مدیریت موجودی‌های سیستم می‌باشد. مسائلی از قبیل میزان و زمان سفارش‌های مواد اولیه یا قطعات نیمه‌ساخته، تعیین نوع سیستم کنترل موجودی، تعیین ظرفیت انواع انبارها و برنامه‌ریزی برای تحویل به موقع و اقتصادی سفارش‌ها در این بحث قرار دارند [۲]. در این راستا بسیاری از محققین مدل‌های مختلف را برای کنترل موجودی در شرایط گوناگون ارائه داده‌اند [۱] و از سال ۱۹۱۵ توجه خاصی به ایجاد و توسعه مدل‌های ریاضی جهت کنترل موجودی انبار و کمک به تصمیم گیرنده در مورد تعیین مناسب‌ترین سطح موجودی شده است. یکی از این مدل‌ها، مدل میزان اقتصادی سفارش (EOQ) است. مدیران همواره به دنبال این پاسخ بوده‌اندکه چه موقع و چه مقدار ماده، محصول و یا قطعه‌ی مورد نظر خود را با توجه به شرایط بازار و محدودیت‌های داخلی سفارش دهند تا هزینه‌های موجودی سازمان در حداقل مقدار خود قرار گیرد [۳]. در واقع هزینه‌های موجودی از مهمترین پارامترهای مدل‌های کنترل موجودی هستند که برای مدیران حائز اهمیت بوده و می‌توان در تمامی این مدل‌ها با آن مواجه شد. در بسیاری از مدل‌های پایه‌ی کنترل موجودی از جمله EOQ، پارامترها و مقادیر مرتبط با هزینه، قطعی در نظر گرفته شده‌اند، درحالیکه مسائل قطعی فقط بخش کوچکی از مسائل دنیای واقعی را به خود اختصاص می‌دهند و پویایی محیط مانع تعیین دقیق مقادیر و پارامترها می‌شود. در واقع زمانی که نادقیقی و عدم قطعیت نادیده انگاشته می‌شود، این مدل زیاد هم واقعی نیست، در دنیای واقعی عوامل زیادی نظیر تغییرات نرخ تورم و یا نوسانات نرخ ارز می‌تواند در عدم قطعیت این هزینه‌ها صحه‌گذاری نماید. بنابراین مدل‌های کلاسیک تا حدودی واقعیات را نادیده گرفته و این امر موجب شده تا مدیران تمایلی به بکارگیری این مدل‌ها نداشته باشند. حال آنکه برنامه‌ریزی وکنترل موجودی همواره باید برای سازمان‌ها و مدیران حائز اهمیت باشد، زیرا معمولا ۱۵ تا ۳۵ درصد سرمایه شرکت‌ها را موجودی‌ها تشکیل می‌دهند، حدود ۱۷ تا ۲۰ درصد ارزش موجودی‌ها را شرکت‌ها به‌عنوان هزینه نگهداری متحمل می‌شوند، نسبت‌های موجودی به فروش حدود ۱۲ تا ۲۰ درصد می‌باشد و نسبت‌های موجودی به کل دارائی‌ها در حدود ۱۶ تا ۳۰ درصد بوده است [۴]. در چنین مواقعی تئوری مجموعه‌های فازی می‌تواند مانند یک ابزار مناسب برای مدیریت تولید و کنترل موجودی کاربرد داشته باشد [۵]. به همین دلیل با بکارگیری مدل‌های کنترل موجودی فازی و در نظر گرفتن پارامترهای فازی این نقص مرتفع می‌گردد و پارامترها به صورت واقعی‌تر وارد مدل می‌شوند، تصمیم‌گیری صحیح و دقیقی از برآورد کالاها و قطعات در زمان مناسب و به مقدار مورد نیاز به آنها انجام می‌شود و نتایج ایجاد شده از این مدل (خروجی مدل) که منجر به محاسبات هزینه کل می‌گردد در عمل به واقعیت نزدیک‌تر می‌باشد. بنابراین، هدف اصلی از انجام تحقیق حاضر این است که مدل میزان اقتصادی سفارش را به عنوان یکی از مدل‌های اصلی و پایه‌ای مدیریت موجودی با استفاده از منطق فازی طراحی نماید تا ضمن برآورد کالا و قطعات در زمان مورد نیاز، مقدار مورد نیاز به آن‌ها را نیز بسنجد و هزینه‌های اضافی وارد به سازمان چون هزینه‌های نگهداری، سفارش و موجودی مواد اولیه را کاهش داده و قابلیت اطمینان سیستم را افزایش دهد. بنابراین در این پژوهش به دنبال پاسخ به این سوال هستیم که:

مدل میزان اقتصادی سفارش با پارامترهای فازی چگونه خواهد بود؟

مدل فازی طراحی شده، چه میزان هزینه‌های سیستم کنترل موجودی را کاهش می‌دهد؟

به منظور پاسخدهی به سوالات فوق، ادامه مقاله بدین صورت ارائه شده است: در بخش دوم مروری بر ادبیات و

پیشینه تحقیق ارائه می‌گردد. بخش سوم، متدولوژی تحقیق و مدل میزان اقتصادی سفارش فازی را بیان می‌نماید. در بخش چهارم، مدل مذکور با استفاده از داده‌های یک مثال عددی واقعی بکار گرفته می‌شود و یافته‌ها ارائه می‌گردد. یافته‌ها، در بخش پنجم مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد و در نهایت در بخش ششم نتایج کلی حاصل از تحقیق حاضر، محدودیت‌ها و پیشنهادات ارائه می‌گردد.

## ۲. مروری بر ادبیات تحقیق

### ۲-۱. مبانی نظری تحقیق

موجودی به همه کالاها و موادی اطلاق می شود که در فرآیندهای تولید و توزیع استفاده شده یا مورد مصرف قرار می گیرند [۴]. اقلامی نظیر مواد اولیه، قطعات خریداری شده، کالاهای در جریان ساخت و محصولات نهایی جزو مهمترین موجودی‌هایی هستند که در فرآیندهای تولید و توزیع استفاده می شوند [۳]. کاملترین تعریفی که می توان از موجودی ارائه داد، تعریفی است که از سوی انستیتو حسابداران رسمی ایالات متحده ارائه شده است و آن عبارت است از اقلامی از دارائی‌های مشهود و غیرمشهود و متعلق به یک موسسه که؛ الف) برای فروش در جریان عادی فعالیت‌های تجاری آن مؤسسه نگهداری می‌شود ب) به منظور ساخت و فروش محصول در فرآیند تولید قرار داشته باشد ج) در تولید کالاها و یا خدمات قابل فروش و ارائه به مصرف‌کننده باشد. علی‌رغم هزینه‌های مرتبط با نگهداری موجودی، داشتن موجودی در واحد امری غیرقابل اجتناب است. مسئله و هدف اصلی نگهداری موجودی‌ها برطرف نمودن یا کاهش دادن هزینه‌هایی است که به علت فقدان موجودی‌ها حاصل می‌شوند، هزینه‌های روبه‌رو شدن با کمبود کالا و مواد اولیه، از دست رفتن فرصت فروش کالا و کسر اعتبار [۶]. بنابراین توجیه نگهداری موجودی بایستی این باشد که، هزینه‌های صرفه‌جویی شده بیش از هزینه‌های نگهداری آن است بطور خلاصه منظور از کنترل موجودی فعالیت، بررسی یا فرآیندی مبنی بر حصول اطمینان از اینکه مقدار موجودی در حدی است که میزان تحویل کالا در مورد کلیه واحدهای انبارداری رضایت‌بخش و در عین حال هزینه‌های انبارداری در کمترین سطح قرار گیرد [۷].

یکی از سیستم‌های اصلی موجودی، سیستم موجودی با اندازه سفارش ثابت (FOS) نامیده شده است که در آن مقدار ثابت Q در فواصل مساوی یا متغیر، سفارش داده می شود، این مقدار ثابت برابر با مقدار اقتصادی سفارش (EOQ) است [۱]. میزان اقتصادی سفارش مقداری از سفارش است که مجموع هزینه‌ها حداقل شود. چنانکه گفته شد در ارتباط با موجودی‌ها چهار نوع هزینه وجود دارد، هزینه سفارش، هزینه نگهداری، هزینه کمبود و هزینه خرید. سیستم با صرفه‌ترین مقدار سفارش به دلیل مجاز ندانستن کمبود مجموع سه نوع از هزینه را در نظر می‌گیرد [۸]. هزینه‌های نگهداری شامل هزینه‌های سرمایه راکد، هزینه محل، بیمه، مالیات، دستمزد کارکنان انبارها، فاسد، مفقود، جابجا، فرسوده و مستهلک شدن و... و هزینه‌های سفارش شامل هزینه‌های دفتری سفارشات، هزینه‌های ناشی از تغییرات فصلی قیمت‌ها، هزینه آماده کردن تجهیزات، هزینه عدم استفاده از تخفیفات خرید، هزینه خرابی محصولات و کارگری و ... می‌باشد. در هر هزینه سفارش هر چقدر تعداد سفارش افزایش یابد در ازای آن هزینه سفارش افزایش می‌یابد، بنابراین تعداد سفارش با هزینه سفارش رابطه مستقیم دارد [۹]. هزینه قیمت (خرید) نیز مبلغی است که برای خرید موجودی‌ها پرداخت می‌شود [۶].

اشکال کار سیستم FOS اینست که باید گزارش مداوم از سیستم انبار داشته باشیم و برای رفع این نقیصه از سیستم دوظرفی استفاده می کنند. هر وقت مجموع موجودی‌ها کمتر از Mmax یا مساوی با آن باشد اقدام به سفارش می کنیم. در سیستم FOS گزارش دقیق از محصولات در دست و در راه همیشه لازم است [۱۰]. همچنین در این سیتم‌ها اغلب ذخیره ایمنی[1] نگهداری می‌شود که عبارتست از میزان اضافه موجودی انبار برای جلوگیری از کمبودهای احتمالی در زمان انتظار که باعث کاهش هزینه کمبود می‌گردد اما هزینه‌های نگهداری را افزایش می‌دهد [۹]. حداکثر موجودی بالاترین مقدار کالا در انبار است که نگهداری بیش از آن مقدار،

1. Safty Stock

مقرون بصرفه نمی‌باشد میزان حداکثر موجودی عبارتست از مقدار اقتصادی بعلاوه ذخیره احتیاطی (Max Q=EOQ+SS) [۳]. نقطهٔ سفارش مقداری بین حداکثر و حداقل موجودی است که وقتی موجودی کالا در انبار به این مقدار رسید لازم است درخواست خرید صادر شود این مقدار عبارت است از میزان

مصرف کالا طی زمان انتظار، بعلاوه ذخیره احتیاطی، مدت زمان بین درخواست خرید کالا، ورود کالا به انبار و دریافت آن یا در واقع مدتی که تشریفات اجرای درخواست خرید تا اصطلاح زمان انتظار گفته می‌شود. نمایش شماتیک سیستم موجودی در شکل ۱ ارائه شده است. [۳و۱۱]

باتوجه به شکل ۱ و آنچه ذکر شد؛ مدل میزان اقتصادی سفارش در شکل کلاسیک خود بر مفروضات زیر استوار است [۲۰]:

۱- پیش‌بینی مصرف به صورت یک عدد قطعی و برای مدت زمانی معلوم (معمولا یکسال) صورت می‌پذیرد.

۲- سفارشات بلافاصله پس از مصرف کالا انجام گرفته و موجودی انبار به صورت آنی تکمیل می‌گردد.

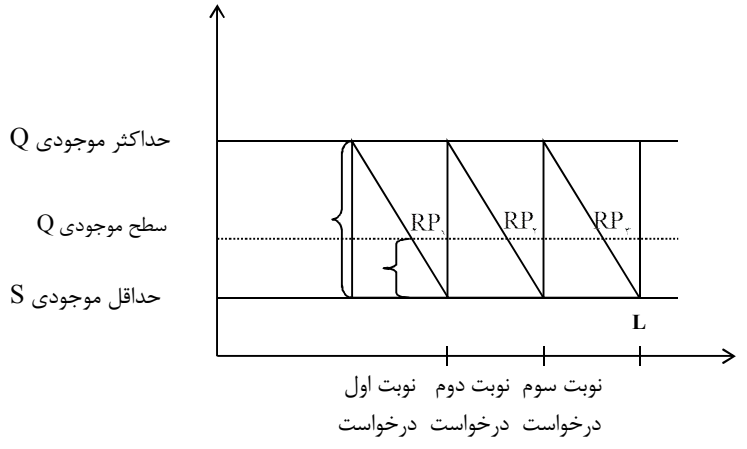
۳- مصرف (تقاضا) در تمام مدت زمانی تعیین شده ثابت است.

۴- هزینه هر بار سفارش (علیرغم میزان سفارش) ثابت و قطعی است.

۵- زمان تأخیر ثابت و مشخص است.

۶- قیمت هر واحد کالا معین و قطعی است.

۷- هزینه نگهداری معلوم و معین است و معمولا به صورت درصدی از قیمت واحد بیان می‌گردد. در شرایط واقعی عوامل زیادی می‌تواند در عدم قطعیت آنچه ذکر شد، تأثیرگذار باشد؛ نظریه مجموعه‌های فازی برای بیان عدم قطعیت در تعیین دقیق یا ذهنی اولویت‌ها، محدودیت‌ها و اهداف به کار می‌رود [۱۲]. این مجموعه‌ها در سال ۱۹۶۵ توسط پرفسور لطفی عسگرزاده جهت مدل‌سازی متغیرهای کیفی معرفی شد. این مجموعه به وسیله تابع عضویت مشخص می‌شود که برای هر موضوع (عضو) درجه‌ای از عضویت را در دامنه بین صفر و یک تعیین می‌کند [۲۱]. نظریه فازی قادر است بسیاری مفاهیم و متغیرها و سیستم‌هایی را که نادقیق و مبهم هستند، صورتبندی ریاضی بخشد و زمینه را برای استدلال، استنتاج، کنترل و تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان فراهم آورد [۱۳].




**شکل ۱. نمایش شماتیک سیستم موجود**

در اغلب مدل‌ها، مجموعه‌های فازی را به صورت اعداد فازی درنظر می‌گیرند، در واقع هر متغیر زبانی را می‌توان با اعداد فازی مثلثی و ذوزنقه‌ای بیان نمود. به دلیل سادگی در محاسبات و همچنین سودمندی در معرفی و پردازش اطلاعات در محیط فازی، کار با اعداد فازی مثلثی (TFN) ساده‌تر است. عدد فازی مثلثی $\tilde{a}$، بر اساس یک سه تایی مرتب $(a^l, a^m, a^u)$ نشان داده می‌شود که نشاندهنده حد پایین مرکز و حد بالای آن عدد فازی می‌باشد [۶].

## ۲-۲. پیشینه تحقیق

مدل میزان اقتصادی سفارش (EOQ) از ابتدای معرفی در ۱۹۱۳، به عنوان ابزار تحقیقاتی قدرتمندی شناخته شده است، زیرا با بهره‌گیری از ساختار ساده آن می‌توان تأثیر عوامل مختلف را بر تصمیمات بهینه موجودی مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. بعضی از مطالعات نظیر آندریولو و همکاران (۲۰۱۴)، احمد و سلطان (۲۰۱۴)، پریرا و کوستا (۲۰۱۵) و بوشیو و همکاران (۲۰۱۸)، تخفیف‌های مبتنی بر تعداد، تأمین مالی، نقایص کیفیت تأمین، اختلال در تأمین و مدت زمان گارانتی اقلام را مورد بررسی و تحلیل
قرار داده‌اند و نتایج را در مقالات ارائه نمودند. طالی زاده و همکاران (۲۰۱۳) یک مدل EOQ را با فرض اینکه بخشی از هزینه خرید بصورت پرداخت‌های جزئی و چندگانه، قبل از دریافت سفارش، پرداخت شود، توسعه داد که در آن هم مقدار سفارش و هم تعداد پیش پرداخت متغیرهای تصمیم هستند. کرومیدا و همکاران (۲۰۱۹) اثر ترکیبی ۳ عامل مربوط به بحران مالی جهانی را در نظر گرفته و یک مدل EOQ یکپارچه را ارائه می کند و برای بررسی تأثیر مشترک این سه عامل در تصمیمات بهینه موجودی، از یک راه حل کلی مدل یکپارچه برای به دست آوردن بهینه برای هر ترکیب فاکتور مورد نظر استفاده کرد.

از طرفی، در شرایط واقعی، نرخ تقاضا ثابت نیست و تحت عوامل مختلف تغییر می‌کند. بنابراین، بسیاری از محققان، سیستم موجودی را با الگوی تقاضای غیرثابت و یا احتمالی مطالعه کرده‌اند. به عنوان نمونه یک سیستم مرور دوره‌ای با تقاضای احتمالی و هزینه‌های متغیر در مطالعه عینان و کراپ (۲۰۰۶) آورده شده است که از بسط سری تیلور برای تقریب بخشی از تابع هزینه‌ها استفاده شده است. نمونه های دیگری از توسعه مدل‌های احتمالی کنترل موجودی در وو (۲۰۰۱)، اویانگ و چانگ (۲۰۰۳) و نیلسن و لارنسن (۲۰۰۴) آورده شده است. در این زمینه در سال‌های اخیر، خانرا و همکاران (۲۰۱۳) با در نظر گرفتن کمبودها و تأخیر مجاز در پرداخت در تقاضای مشتری، یک تابع درجه دوم زمان برای مدل موجودی یک محصول واحد ارائه کردند. آویناداو و همکاران. (۲۰۱۳) با در نظر گرفتن قیمت و نرخ تقاضای وابسته به زمان برای یک محصول فسادپذیر، یک مدل موجودی تهیه کردند وهدف آنها تعیین قیمت بهینه و مقدار بهینه سفارش بود. آلفارس و غیاثان (۲۰۱۶) مدل موجودی کمیت سفارش اقتصادی را پیشنهاد کردند که در آن نرخ تقاضا تابعی از قیمت فروش است، هزینه سفارش تابعی از زمان ذخیره‌سازی است و هزینه خرید بستگی به میزان سفارش با در نظر گرفتن تخفیف‌های کمیت در کل واحدها دارد. میشرا و همکاران. (۲۰۱۷) یک مدل موجودی EOQ با قیمت فروش و تقاضای وابسته به سهام برای فرسودگی محصولات ایجاد کردند و قیمت بهینه و مقدار بهینه سفارش را تعیین کردند. کردناس و همکاران (۲۰۱۸) یک مدل موجودی مقدار اقتصادی سفارش (EOQ) از دیدگاه خرده‌فروش و با سیاست خرید اعتباری، ارائه کردند که در آن تقاضای و هزینه نگهداری وابسته به زمان و بصورت غیرخطی در نظر گرفته شده است و میزان بهینه و سطح نهایی موجودی تعیین می‌شود.

همچنین، بسیاری از مفاهیم و متغیرها در مباحث موجودی نادقیق و مبهم هستند، به همین دلیل پژوهش‌های بسیاری برروی کنترل موجودی با رویکرد و پارامترهای فازی انجام شده است. به عنوان نمونه در تحقیقی که توسط چانگ (۲۰۰۳) انجام شد فروش از دست رفته به صورت فازی را برای مدل سفارش‌دهی با دوره‌ی ثابت اجرا شد. مقاله دیگری توسط ابراهیم و چن (۲۰۰۳) ارائه شد که با فازی درنظر گرفتن نرخ بهره، به عنوان ابزار اندازه‌گیری هزینه‌ها و سرمایه‌گذاری در مدل

کلاسیک EOQ به ارائه مدل جدید پرداخت. یادولی (۲۰۰۵) نیز بر اساس مدل EOQ یک مدل از سیستم چند کالایی را در یک محیط فازی معرفی نمود و کاربرد آن را در مدل برنامه‌ریزی منابع انسانی تشریح کرد. همچنین در تحقیق یائو (۲۰۱۵) مقدار تقاضای کل و مقدار سفارش به صورت فازی و دیگر پارامترها به صورت قطعی در نظر گرفته شد. کومار و وامیر (۲۰۱۶) به دنبال حداکثر کردن سود و حداقل کردن هزینه ضایعات بوده و مسئله موجودی دو هدفه را در یک محیط فازی فرموله کرد. داس و مایتی (۲۰۱۸) در مطالعه خود، دو مدل موجودی ارائه کردند که در آنها دو محدودیت بودجه‌ای و فضای انبار به صورت فازی بوده و یک هدف کمینه‌سازی مجموع هزینه‌ها در نظر گرفته شده بود.

با توجه به آنچه ذکر شد؛ مشاهده می‌شود که در پژوهش‌های گذشته یا اثر عوامل متفاوت بر میزان اقتصادی سفارش و هزینه درنظر گرفته شده است، یا برخی از پارامترها مانند تقاضا بصورت احتمالی درنظر گرفته شده‌اند. در پژوهش حاضر، با توجه به شرایط عدم قطعیت اقتصادی، تمامی پارامترهای مدل میزان اقتصادی سفارش و هر سه دسته هزینه‌های نگهداری، سفارش و خرید بصورت فازی در نظر گرفته شده‌اند و مدل EOQ ارائه شده است که بکارگیری آن منجر به کاهش هزینه کل و صرفه اقتصادی می‌گردد.

## ۳. متدولوژی تحقیق

با توجه به نقطه ضعف رویکرد کلاسیک EOQ مبنی بر قطعیت تمامی پارامترها در این پژوهش از رویکرد و پارامترهای فازی برای مدل میزان اقتصادی سفارش استفاده شده است. در مدل کلاسیک موجودی هر یک از هزینه‌های نگهداری، سفارش و خرید به صورت قطعی معین می‌گردند. لیکن هر یک از این هزینه‌ها شامل مجموعه وسیعی از هزینه‌های مشهود و نامشهود است و بنابراین برآورد دقیق هر یک از آنها به صورت یک عدد قطعی کاری بسیار پیچیده و شاید نشدنی است. بنابراین در مورد هزینه نگهداری، هزینه سفارش و قیمت معمولا تخمین‌های زبانی بکار گرفته می‌شود. در نتیجه اگر به جای $C_o$ ,$C_h$ ,$C_p$ که در مدل کلاسیک موجودی به شکل اعداد قطعی هستند از اعداد فازی استفاده کنیم. آنگاه هزینه کل موجودی و EOQ نیز به صورت یک ارزش فازی درخواهد آمد:

$$\widetilde{T_c} = (\tilde{C}_p N) + \left(\frac{\tilde{C}_h \tilde{C}_p Q}{2}\right) + \left(\frac{\tilde{C}_o N}{Q}\right) \qquad (۱)$$

$C_o \frac{N}{Q}$= هزینه سفارش سالیانه

$N$= هزینه مصرف (تقاضا) سالیانه

$C_h$= هزینه نگهداری یک واحد

$C_h C_p \frac{Q}{2}$= هزینه نگهداری سالیانه

$Q$= میزان حجم سفارش در هر بار

$C_o$= هزینه هر بار سفارش

$C_p N$= هزینه خرید سالیانه

$C_p$= قیمت خرید یک واحد

$$\widetilde{Q}^* = \sqrt{\frac{2\tilde{C}_o N}{\tilde{C}_h \tilde{C}_p}} \qquad (۲)$$

در پژوهش حاضر، مقادیر فازی به صورت اعدا فازی ذوزنقه‌ای در نظر گرفته شده‌اند و با توجه به این که همیشه هزینه‌ها و قیمت اعداد غیرمنفی هستند بنابراین صرفاً اعداد فازی مثبت در نظر گرفته می‌شوند. تابع عضویت مربوط به هزینه سفارش، هزینه نگهداری و قیمت به ترتیب در روابط ۳، ۴ و ۵ مطرح می‌شوند.

$$\mu_{\tilde{C}o}(o) = \begin{cases} 0 & 0 \le C_{o1} \\ \frac{O - C_{o1}}{C_{o2} - C_{o1}} & C_{o1} \le 0 \le C_{o2} \\ 1 & C_{o2} \le 0 \le C_{o3} \\ \frac{C_{o4} - 0}{C_{o4} - C_{o3}} & C_{o3} \le 0 \le C_{o4} \\ 0 & 0 \ge C_{o4} \end{cases} \qquad (۳)$$

$$\mu_{\tilde{C}h}(h) = \begin{cases} 0 & h \le C_{h1} \\ \frac{h - C_{h1}}{C_{h2} - C_{h1}} & C_{h1} \le h \le C_{h2} \\ 1 & C_{h2} \le h \le C_{h3} \\ \frac{C_{h4} - h}{C_{h4} - C_{h3}} & C_{h3} \le h \le C_{h4} \\ 0 & h \le C_{h4} \end{cases} \qquad (۴)$$

$$\mu_{\tilde{C}p}(p)=\begin{cases}0 & p\le C_{p1}\\ \frac{P-Cp_1}{C_{p2}-C_{p1}} & C_{p1}\le p\le C_{p2}\\ 1 & C_{p2}\le p\le C_{p3}\\ \frac{C_{p4}-P}{C_{p4}-C_{p3}} & C_{p3}\le p\le C_{p4}\\ 0 & p\ge C_{p4}\end{cases} \quad (۵)$$

بدین ترتیب برای به دست آوردن تابع عضویت EOQ ابتدا تابع عضویت حاصل تقسیم $C_o$ بر $C_h$ بدست آمده، سپس تابع عضویت حاصل این تقسیم بر قیمت $(C_p)$ به دست می آید و با توجه به این که در رابطه EOQ از حاصل این تابع عضویت (که عبارت است از حاصل تقسیم هزینه سفارش بر حاصلضرب هزینه نگهداری در قیمت) جذر گرفته شده و در $\sqrt{2N}$ ضرب می‌گردد، بنابراین تابع عضویت Q* به صورت رابطه ۶ به دست می‌آید: که در آن:

$S= -C_{o2}C_{h4}+ C_{o2}C_{h3}+ C_{o1}C_{h4}- C_{o1}C_{h3}$

$T= (-C_{o2}C_{h3}C_{p4}+ C_{o1}C_{h3}C_{p4}+ C_{o2}C_{h4}C_{p3}- C_{o1}C_{h3})\frac{Q^2}{2N}-(C_{o1})^2-(C_{o2})^2$

$W= (C_{o1}C_{o2}C_{p3}+ C_{o1}C_{o2}C_{p4}- (C_{o2})^2C_{p4})\frac{Q^2}{2N}-(C_{o1})^2C_{p3}C_{p4}$

$u= (C_{o4})^2- 2C_o3C_{o4}+ (C_{o3})^2+ (C_{o3}C_{h2}C_{p1}- C_{o4}C_{h2}C_{p1}- C_{o3}C_{h1}C_{p1}+ C_{o4}C_{h1}C_{p2})\frac{Q^2}{2N}$

$M= C_{o4}C_{h2}- C_{o4}C_{h1}- C_{o3}C_{h2}+C_{o3}C_{h1}$

$G= (2(C_{o4})^2C_{p1}+ C_{o3}C_{o4}C_{p1}- (C_{o3})2C_{p1}- (C_{o4})^2C_{p2}+C_{o3}C_{o4}C_{p2}-C_{o3}C_{h1}C_{p2}+C_{o3}C_{h1}C_{p1})\frac{Q^2}{2N}$

همچنین با توجه به رابطه هزینه کل، تابع عضویت آن به صورت رابطه ۷ محاسبه خواهد شد:که در آن:

$I=(C_{p1}-C_{p2})^2(C_{h2}-C_{h1})^2Q^2$

$S=-2C_{o1}\ NQ(C_{p2}-C_{p1})(C_{h2}-C_{h1})^2+ 2Q(C_{p2}-C_{p1})(C_{h2}-C_{h1})$

$$\left[\frac{N}{Q}(C_{o2}-C_{o1})(C_{p1}\left(\frac{C_{h2}Q}{2}+N\right)-C_{p2}\left(\frac{C_{h1}Q}{2}+N\right)+2(C_{p2}\left(\frac{C_{h1}Q}{2}+N\right)-C_{p1}\left(\frac{C_{h2}Q}{2}+N\right))\right]+\frac{2N^2}{Q}(C_{p2}-C_{p1})(C_{h2}-C_{h1})(C_{o2}-C_{o1})^2$$

$$A=\left(C_{o1}N(C_{p2}-C_{p1})(C_{h2}-C_{h1})\right)^2-2C_{o1}N(C_{p2}-C_{p1})(C_{h2}-C_{h1})(\frac{N}{Q}(C_{o2}-C_{o1})\left(\left(C_{p1}\left(\frac{C_{h2}Q}{2}+N\right)\right)+C_{p2}\left(\frac{C_{h1}Q}{2}+N\right)\right)+2\left(C_{p2}\left(\frac{C_{h1}Q}{2}+N\right)-C_{p1}\left(\frac{C_{h1}Q}{2}+N\right)\right)+\frac{2N^2}{Q}(C_{p2}-C_{p1})(C_{h2}-C_{h1})(C_{o2}-C_{o1})^2TC+\left[\frac{2N}{Q}(C_{o2}-C_{o1})\left(C_{p2}\left(\frac{C_{h1}Q}{2}+N\right)-C_{p1}\left(\frac{C_{h1}Q}{2}+N\right)\right)^2+\frac{4N^2}{Q^2}(C_{o2}-C_{o1})^2\right](C_{p1}\left(\frac{C_{h2}Q}{2}+N\right)-C_{p2}(\left(\frac{C_{h1}Q}{2}+N\right)(C_{p2}(\left(\frac{C_{h1}Q}{2}+N\right)-C_{p1}(\left(\frac{C_{h1}Q}{2}+N\right)$$

$J= ((C_{p4}-C_{p3})(C_{h4}-C_{h3})Q)^2$

$B= -2C_{o4}NQ(C_{h4}-C_{h3})^2(C_{p4}-C_{p3})^2+ 2Q(C_{h4}-C_{h3})(C_{p4}-C_{p3})\left[(C_{h4}Q+N)(\frac{N}{Q}(C_{o4}-C_{o3})(C_{p4}-C_{p3})+(C_{o4}-C_{o3})\frac{N}{Q}(C_{p3}\left(\frac{C_{h4}Q}{2}+N\right)-C\left(\frac{C_{h3}Q}{2}+N\right))\right]+\frac{2N^2}{Q}(C_{h4}-C_{h3})(C_{p4}-C_{p3})(C_{o4}-C_{o3})^2$

$$R=C_{o4}NQ(C_{p4}-C_{p3})^2(C_{h4}-C_{h3})^2-2C_{o4}N(C_{p4}-C_{p3})(C_{h4}-C_{h3})\left[\frac{2N}{Q}\left(\frac{C_{h4}Q}{2}+N\right)(C_{o4}-C_{o3})(C_{p4}-C_{p3})+(C_{o4}-C_{o3})\frac{Q}{N}(C\left(\frac{C_{h4}Q}{2}+N\right)-C\left(\frac{C_{h3}Q}{2}+N\right))\right]+\frac{2N^2}{Q}(C_{p4}-C_{p3})(C_{h4}-C_{h3})(C_{o4}-C_{o3})^2TC+4\left[\left(\frac{C_{h4}Q}{2}+N\right)(C_{o4}-C_{o3})\frac{N}{Q}(C_{p4}-C_{p3})\right]^2+\frac{4N^2}{Q^2}(\frac{C_{h4}Q}{2}+N)(C_{o4}-C_{o3})(C_{p4}-C_{p3})(C_{p3}\left(\frac{C_{h4}Q}{2}+N\right)-C\left(\frac{C_{h3}Q}{2}+N\right)))$$

$$\begin{cases}0 & Q\le\sqrt{\frac{2NC_{o1}}{C_{h4}C_{p4}}}\\ \frac{C_{p4}\frac{Q^2}{N}(s)+T-\sqrt{T^2+4(s)(w)}}{\left(C_{pe}\frac{Q^2}{N}-C_{p3}\frac{Q^2}{N}\right)(s)} & \sqrt{\frac{2NC_{o1}}{C_{h4}C_{p4}}}\le Q\le\sqrt{\frac{2NC_{o2}}{C_{h3}C_{p3}}}\\ 1 & \sqrt{\frac{2NC_{o2}}{C_{h3}C_{p3}}}\le Q\le\sqrt{\frac{2NC_{o3}}{C_{h2}C_{p2}}}\\ \frac{-(u)+\sqrt{u^2-4(M)(G)}-C_{p1}\frac{Q^2}{N}(M)}{(C_{p2}-C_{p1})\frac{Q^2}{N}(M)} & \sqrt{\frac{2NC_{o3}}{C_{h2}C_{p2}}}\le Q\le\sqrt{\frac{2NC_{o4}}{C_{h1}C_{p1}}}\\ 0 & Q\ge\sqrt{\frac{2NC_{o4}}{C_{h1}C_{p1}}}\end{cases} \quad (۶)$$

$$\mu_{\widetilde{TC}}-(TC)=\begin{cases}0 & TC\le C_{p1}\left(\frac{\widetilde{C}_{h1}Q}{2}+N\right)+\frac{\widetilde{C}_{o1}N}{Q}\\ \frac{-S+\sqrt{S^2-4AI}\ -2\frac{N}{Q}IC_{o1}}{2\frac{N}{Q}I(C_{o2}-C_{o1})} & C_{p1}\left(\frac{\widetilde{C}_{h1}Q}{2}+N\right)+\frac{\widetilde{C}_{o1}N}{Q}\le TC\le C_{p2}\left(\frac{\widetilde{C}_{h2}Q}{2}+N\right)+\frac{\widetilde{C}_{o2}N}{Q}\\ 1 & C_{p2}\left(\frac{\widetilde{C}_{h2}Q}{2}+N\right)+\frac{\widetilde{C}_{o2}N}{Q}\le TC\le C_{p3}\left(\frac{\widetilde{C}_{h3}Q}{2}+N\right)+\frac{\widetilde{C}_{o3}N}{Q}\\ \frac{2C_{o4}\frac{N}{Q}I+B-\sqrt{B^2-4RJ}}{2\frac{N}{Q}J(C_{o4}-C_{o3})} & C_{p3}\left(\frac{\widetilde{C}_{h3}Q}{2}+N\right)+\frac{\widetilde{C}_{o3}N}{Q}\le TC\le C_{p4}\left(\frac{\widetilde{C}_{h4}Q}{2}+N\right)+\frac{\widetilde{C}_{o4}N}{Q}\\ 0 & TC\ge C_{p4}\left(\frac{\widetilde{C}_{h4}Q}{2}+N\right)+\frac{\widetilde{C}_{o4}N}{Q}\end{cases}\qquad(۷)$$

پس از محاسبه مقدار EOQ که به شکل یک مجموعه فازی ارائه می‌شود، این مقدار دیفازی‌سازی شده و یک مقدار تقریبی به عنوان تخمینی از EOQ به دست می‌آید. بدین منظور و برای دسترسی به جواب‌های دقیق و واقعی‌تر از روش زیر استفاده می‌شود، در این روش امتیاز چپ و راست عدد فازی محاسبه می‌شود و سپس امتیاز نهایی از میانگین حسابی این دو حاصل می‌گردد: [۱۹]

$X_L = m_1 - \frac{a^2}{(2a+\beta)}$ امتیاز چپ

$X_R = m_2 + \frac{a^2}{(2\beta+a)}$ امتیاز راست

$X_T = \frac{1}{2}\ (X_L + X_R)$ امتیاز نهائی

همچنین برای دیفازی‌سازی هزینه کل موجودی و تعیین حداقل هزینه کل باید دامنه‌ای از مقدار سفارش $\Omega$ را جدا نموده و در آن دامنه به جستجوی مقدار حداقل هزینه کل بپردازیم. کاملا منطقی است که فرض کنیم دامنه‌ای که مشمول مقدار سفارشی با حداقل هزینه است در همسایگی EOQ به دست آمده از مدل کلاسیک باشد. بنابراین برای هر یک از اقلام موجودی باید مقدار EOQ از مدل کلاسیک و با استفاده از داده‌های قطعی محاسبه شود و سپس دامنه‌ای در همسایگی EOQ در نظر گرفته و آنگاه ارزش دیفازی شده هزینه کل به ازای هر Q متعلق به دامنه مذکور پیدا خواهد شد و از بین این مقادیر دیفازی شده کمترین آنها را به عنوان حداقل هزینه کل شناسایی نموده مقدار $Q^*$ مربوط به آن مقدار بهینه نامیده می‌شود. بر این اساس مراحل تعیین حداقل هزینه کل موجودی عبارتند از:

۱- به دست آوردن مقدار سفارش اقتصادی EOQ در مدل کلاسیک.

۲- انتخاب دامنه‌ای ($\Omega$) در همسایگی EOQ قطعی.

۳- به ازای هر Q متعلق به $\Omega$ تابع عضویت $\widetilde{Tc}$ را به دست آورده آنگاه مقدار دیفازی شده TC را برای همه این توابع عضویت به دست آورده از بین مقادیر دیفازی شده TC کمترین را انتخاب نموده و Q مربوط به آن به عنوان مقدار بهینه سفارش معرفی می‌شود.

## ۴. یافته‌ها

به منظور حل مدل میزان اقتصادی سفارش فازی از یک مثال عددی با داده‌های واقعی، استفاده شده است. داده‌ها برای ۵۰ قلم از اقلام گروه A موجودی‌های انبار مواد افزودنی و شیمیایی یک شرکت صنایع غذایی صورت گرفته است. انبار مذکور کلا دارای چندین قلم موجودی است که براساس تحلیل ABC صورت گرفته چندین قلم موجودی در گروه A قرار می‌گیرد که از این اقلام ۵۰ قلم به صورت تصادفی انتخاب گردید. داده‌های جمع‌آوری شده مربوط به اقلام انتخابی شامل داده‌های مربوط به قیمت هر یک از اقلام به صورت فازی، داده‌های مربوط به هزینه سفارش برای هر یک از اقلام به صورت فازی، داده‌های مربوط به درصد هزینه نگهداری هر یک از اقلام به صورت فازی، داده‌های مربوط به مصرف سالیانه هر یک از اقلام به صورت قطعی می‌باشد. داده‌های مذکور همگی از اسناد مالی سال ۱۳۹۶ شرکت استخراج گردید که البته به دلیل ماهیت فازی بودن داده‌های اول تا سوم از نظرات و پیشنهادات مدیران و کارشناسان شرکت در تعیین حدود بالا و پایین و ارتفاع مجموعه‌های فازی مربوطه استفاده گردید. این داده‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

**جدول ۱. قیمت، هزینه نگهداری و هزینه سفارش اقلام به صورت اعداد فازی (حد پایین، حد میانی ۲، حد میانی ۳، حد بالا)، میزان تقاضا، میزان سفارش در سیستم به صورت اعداد قطعی**

| اقلام | قیمت | | | | هزینه نگهداری | هزینه سفارش | | | | تقاضا | میزان سفارش در سیستم |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | 69300 | 68100 | 68100 | 67000 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 235000 | 220000 | 220000 | 210000 | 13150 | 500 |
| ۲ | 17290 | 16000 | 16000 | 14700 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 80000 | 70000 | 70000 | 65000 | 879 | 180 |
| ۳ | 97000 | 95000 | 95000 | 91500 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 165000 | 150000 | 150000 | 145000 | 156 | 50 |
| ۴ | 108000 | 105000 | 105000 | 101200 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 270000 | 250000 | 250000 | 200000 | 202 | 101 |
| ۵ | 187300 | 175500 | 175500 | 172300 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 58000 | 55000 | 55000 | 52000 | 30 | 15 |
| ۶ | 10400 | 9950 | 9950 | 9190 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 370000 | 360000 | 360000 | 355000 | 3960 | 1500 |
| ۷ | 48000 | 45000 | 45000 | 43910 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 1200000 | 1100000 | 1100000 | 1000000 | 4860 | 1000 |
| ۸ | 77900 | 76000 | 76000 | 75260 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 215000 | 207000 | 207000 | 200000 | 836 | 100 |
| ۹ | 131350 | 125500 | 125500 | 120750 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 40000 | 37000 | 37000 | 35000 | 25 | 25 |
| ۱۰ | 286900 | 280000 | 280000 | 275100 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 90000 | 82000 | 82000 | 80000 | 90 | 30 |
| ۱۱ | 249000 | 242000 | 242000 | 235000 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 30000 | 27000 | 27000 | 25000 | 10 | 10 |
| ۱۲ | 276000 | 250000 | 250000 | 245000 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 31000 | 28000 | 28000 | 27000 | 10 | 10 |
| ۱۳ | 275000 | 230000 | 230000 | 225000 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 30000 | 28000 | 28000 | 27000 | 10 | 10 |
| ۱۴ | 15000 | 14000 | 14000 | 13000 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 8000 | 7500 | 7500 | 7000 | 50 | 25 |
| ۱۵ | 13000 | 12500 | 12500 | 11000 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 4000 | 3650 | 3650 | 3500 | 28 | 28 |
| ۱۶ | 800000 | 780000 | 780000 | 765000 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 120000 | 115000 | 115000 | 110000 | 15 | 15 |
| ۱۷ | 50000 | 49000 | 49000 | 48000 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 52500 | 50000 | 50000 | 45000 | 100 | 20 |
| ۱۸ | 45500 | 45000 | 45000 | 44000 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 95000 | 90000 | 90000 | 88000 | 200 | 45 |
| ۱۹ | 140700 | 135000 | 135000 | 132000 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 9200 | 9000 | 9000 | 8700 | 1411 | 55 |
| ۲۰ | 82000 | 81500 | 81500 | 80000 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 110000 | 105000 | 105000 | 100000 | 131 | 55 |
| ۲۱ | 48000 | 47000 | 47000 | 46000 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 1700000 | 1620000 | 1620000 | 1610000 | 7030 | 500 |
| ۲۲ | 5900 | 5850 | 5850 | 5800 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 1200000 | 1170000 | 1170000 | 1125000 | 19676 | 2500 |
| ۲۳ | 77000 | 76500 | 76500 | 76000 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 180000 | 179000 | 179000 | 173000 | 478 | 150 |
| ۲۴ | 20000 | 19000 | 19000 | 18500 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 4000 | 3700 | 3700 | 3600 | 20 | 20 |
| ۲۵ | 450000 | 448000 | 448000 | 445000 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 22500 | 21900 | 21900 | 20000 | 5 | 5 |
| ۲۶ | 17600 | 17500 | 17500 | 175000 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 35000 | 34300 | 34300 | 33000 | 20 | 20 |
| ۲۷ | 35170 | 32000 | 32000 | 31888 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 46500 | 44000 | 44000 | 42000 | 140 | 70 |
| ۲۸ | 17000 | 16500 | 16500 | 16000 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 9000 | 5000 | 5000 | 4500 | 50 | 25 |
| ۲۹ | 16000 | 14500 | 14500 | 13000 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 13000 | 11200 | 11200 | 11000 | 79 | 35 |
| ۳۰ | 17000 | 16500 | 16500 | 15500 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 10000 | 8500 | 8500 | 7800 | 50 | 25 |
| ۳۱ | 170000 | 165000 | 165000 | 15500 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 8900 | 8500 | 8500 | 8000 | 53 | 25 |
| ۳۲ | 17000 | 16500 | 16500 | 15500 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 7800 | 7500 | 7500 | 7100 | 45 | 45 |
| ۳۳ | 18000 | 17500 | 17500 | 17000 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 9200 | 8560 | 8560 | 8000 | 50 | 25 |
| ۳۴ | 22000 | 21000 | 21000 | 20000 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 4500 | 4100 | 4100 | 4000 | 20 | 20 |
| ۳۵ | 21000 | 20500 | 20500 | 20000 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 4400 | 4100 | 4100 | 4000 | 20 | 20 |
| ۳۶ | 240000 | 235000 | 235000 | 220000 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 48000 | 46500 | 46500 | 45000 | 20 | 20 |
| ۳۷ | 21500 | 21000 | 21000 | 19000 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 5000 | 4200 | 4200 | 4000 | 20 | 20 |
| ۳۸ | 23000 | 22000 | 22000 | 21000 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 5200 | 4400 | 4400 | 4200 | 20 | 20 |
| ۳۹ | 37000 | 35000 | 35000 | 31500 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 38000 | 36000 | 36000 | 35000 | 226 | 30 |
| ۴۰ | 18000 | 17000 | 17000 | 16500 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 4200 | 3300 | 3300 | 3000 | 20 | 20 |
| ۴۱ | 19500 | 19000 | 19000 | 18700 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 5600 | 3800 | 3800 | 3200 | 40 | 20 |
| ۴۲ | 22000 | 21160 | 21160 | 20000 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 5000 | 4200 | 4200 | 4100 | 20 | 20 |
| ۴۳ | 16800 | 15000 | 15000 | 13650 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 7500 | 6200 | 6200 | 6000 | 40 | 40 |
| ۴۴ | 22680 | 20000 | 20000 | 18375 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 9000 | 7400 | 7400 | 7200 | 38 | 36 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۴۵ | 21000 | 16000 | 16000 | 12500 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 3450 | 3100 | 3100 | 3000 | 20 | 20 |
| ۴۶ | 82000 | 81500 | 81500 | 81300 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 2800000 | 2650000 | 2650000 | 2100000 | 250 | 9940 |
| ۴۷ | 47000 | 46500 | 46500 | 42000 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 16000 | 13800 | 13800 | 13500 | 30 | 30 |
| ۴۸ | 46500 | 46000 | 46000 | 45000 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 15500 | 13800 | 13800 | 13500 | 30 | 30 |
| ۴۹ | 90000 | 89000 | 89000 | 87000 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 9200 | 8700 | 8700 | 8200 | 10 | 10 |
| ۵۰ | 190000 | 187500 | 187500 | 183000 | 0.02 0.015 0.012 0.01 | 95500 | 91700 | 91700 | 67000 | 50 | 50 |

برای هر یک از اقلام با توجه مدل میزان اقتصادی سفارش فازی، می‌توان یک تابع عضویت بدست آورد. در اینجا با جاگذاری پارامترهای فازی مربوط به موجودی سی و پنجم جدول در تابع عضویت عمومی (رابطه ۶) به دست آمده، تابع عضویت میزان سفارش این قلم موجودی به صورت رابطه ۸ به دست می‌آید:

با استفاده از روش ارائه شده در بخش قبل مقدار دیفازی شده سفارش این قلم عبارت ۲۴/۵۳ شده است. تابع عضویت مقدار سفارش و مقدار دیفازی شده آنها برای همه اقلام در جدول ۲ ارائه شده است.

با توجه به آنچه در بخش پیش ذکر شد؛ برای بدست آوردن مقدار سفارش اقتصادی که هزینه کل موجودی فازی را حداقل سازد می‌توان ابتدا دامنه‌ای در همسایگی EOQ قطعی مربوط به هر قلم انتخاب نمود و برای هر یک از این اقلام دامنه، تابع عضویت هزینه کل موجودی را با استفاده از رابطه ۷ تشکیل داد و سپس میزان دیفازی شده هزینه کل موجودی را به ازاء هر Q مربوط به این دامنه محاسبه نمود و آنگاه از بین این هزینه‌های دیفازی شده، کمترین را انتخاب نمود. این مقدار «حداقل هزینه کل موجودی در حالت فازی» نام دارد. مقدار حداقل هزینه کل موجودی در حالت فازی برای هر یک از اقلام محاسبه گردیده و در جدول ۲ ارائه شده است و Q متناظر با «حداقل هزینه کل موجودی در حالت فازی» را با $Q^*$ نشان داده و «میزان سفارش اقتصادی در حالت فازی» می‌نامیم. این مقادیر نیز برای هر یک از اقلام مشخص شده و در جدول ۲ ارائه شده است.

$$\mu_{\tilde{Q}}(Q) == \begin{cases} 0 & Q \le 19.518 \\ \frac{-100-2.875Q^2+\sqrt{10{,}000+1575Q^2+5.640625Q^4}}{-0.125Q^2} & 19.518 \le Q \le 23.094 \\ 1 & 23.094 \le Q \le 25.820 \\ \frac{-300-1.125Q^2+\sqrt{90{,}000+1115Q^2+0.765625Q^4}}{0.05Q^2} & 25.820 \le Q \le 29.66 \\ 0 & Q \ge 29.66 \end{cases} \quad (۸)$$

**جدول ۲. حدود تابع عضویت میزان سفارش، میزان دیفازی شده و میزان سفارش اقتصادی فازی و حداقل هزینه**

| اقلام | Q-1 | Q-2 | Q-3 | Q-4 | defuzz-Q | Q* | MIN defuzz-TC- |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | 6312.57 | 7524.10 | 8414.44 | 9604.49 | 7963.75 | 7709 | 903432762.60 |
| ۲ | 574.85 | 716.07 | 800.59 | 978.13 | 768.40 | 734 | 14232520.12 |
| ۳ | 152.71 | 181.22 | 202.61 | 237.20 | 193.60 | 187 | 15010114.66 |
| ۴ | 193.41 | 253.23 | 283.12 | 328.31 | 264.12 | 254 | 21549244.27 |
| ۵ | 28.86 | 35.41 | 39.58 | 44.94 | 37.17 | 36 | 5426602.46 |
| ۶ | 3676.59 | 4370.76 | 4886.65 | 5646.84 | 4647.04 | 4476 | 39702298.99 |
| ۷ | 3181.98 | 3979.95 | 4449.72 | 5153.97 | 4188.81 | 4034 | 223880099.72 |
| ۸ | 463.29 | 551.00 | 616.04 | 691.12 | 580.01 | 562 | 64417186.75 |
| ۹ | 25.81 | 31.35 | 35.05 | 40.70 | 33.23 | 32 | 3203338.90 |
| ۱۰ | 50.10 | 59.28 | 66.28 | 76.74 | 63.13 | 61 | 25496408.66 |
| ۱۱ | 10.02 | 12.20 | 13.64 | 15.98 | 12.96 | 13 | 2463655.42 |
| ۱۲ | 9.89 | 11.63 | 13.66 | 15.91 | 12.79 | 12 | 2663213.11 |
| ۱۳ | 9.91 | 11.65 | 14.24 | 16.33 | 13.04 | 12 | 2557317.07 |
| ۱۴ | 48.30 | 59.76 | 66.82 | 78.45 | 63.34 | 61 | 712352.59 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱۵ | 27.46 | 33.02 | 36.91 | 45.13 | 35.70 | 34 | 348447.16 |
| ۱۶ | 14.36 | 17.17 | 19.20 | 21.96 | 18.10 | 18 | 11917843.47 |
| ۱۷ | 94.87 | 116.64 | 130.41 | 147.90 | 122.34 | 118 | 4983385.75 |
| ۱۸ | 196.68 | 230.94 | 258.20 | 293.88 | 244.96 | 237 | 9125419.81 |
| ۱۹ | 93.41 | 111.99 | 125.21 | 140.24 | 117.62 | 114 | 191756677.42 |
| ۲۰ | 126.39 | 150.01 | 167.72 | 189.80 | 158.44 | 154 | 10819628.02 |
| ۲۱ | 4855.90 | 5684.02 | 6354.93 | 7208.39 | 6026.51 | 5838 | 334358711.31 |
| ۲۲ | 19369.51 | 22906.19 | 25609.89 | 28533.83 | 24087.97 | 23373 | 117067534.82 |
| ۲۳ | 327.71 | 386.17 | 431.75 | 475.84 | 404.98 | 395 | 36998756.42 |
| ۲۴ | 18.97 | 22.79 | 25.48 | 29.41 | 24.17 | 23 | 389191.03 |
| ۲۵ | 4.71 | 5.71 | 6.38 | 7.11 | 5.97 | 6 | 2275832.67 |
| ۲۶ | 19.36 | 22.83 | 25.52 | 28.28 | 23.98 | 22 | 3568622.05 |
| ۲۷ | 129.30 | 160.21 | 179.12 | 202.07 | 162.46 | 161 | 4665756.96 |
| ۲۸ | 36.38 | 44.95 | 50.25 | 75.00 | 52.00 | 50 | 836918.59 |
| ۲۹ | 73.70 | 90.20 | 100.85 | 125.70 | 97.83 | 93 | 1165249.49 |
| ۳۰ | 47.90 | 58.60 | 65.52 | 80.32 | 63.20 | 61 | 532463.45 |
| ۳۱ | 49.94 | 60.34 | 67.46 | 78.02 | 63.94 | 62 | 881767.71 |
| ۳۲ | 43.35 | 52.22 | 58.39 | 67.30 | 55.32 | 53 | 748908.30 |
| ۳۳ | 47.14 | 57.10 | 63.85 | 73.56 | 60.41 | 58 | 889712.87 |
| ۳۴ | 19.07 | 22.82 | 25.51 | 30.00 | 24.37 | 23 | 427131.11 |
| ۳۵ | 19.52 | 23.09 | 25.82 | 29.66 | 24.53 | 24 | 417005.58 |
| ۳۶ | 61.24 | 22.97 | 25.68 | 93.42 | 131.17 | 72 | 485374.84 |
| ۳۷ | 19.29 | 23.09 | 25.82 | 32.44 | 25.24 | 24 | 419103.17 |
| ۳۸ | 19.11 | 23.09 | 25.82 | 31.47 | 24.92 | 24 | 447622.85 |
| ۳۹ | 146.21 | 176.05 | 196.83 | 233.51 | 188.34 | 181 | 7907195.31 |
| ۴۰ | 18.26 | 22.75 | 25.44 | 31.91 | 24.64 | 24 | 348607.03 |
| ۴۱ | 25.62 | 32.66 | 36.51 | 48.95 | 36.07 | 35 | 771725.21 |
| ۴۲ | 19.31 | 23.01 | 25.72 | 31.62 | 24097.00 | 24 | 428742.79 |
| ۴۳ | 37.80 | 46.95 | 52.49 | 66.30 | 51.01 | 49 | 615718.76 |
| ۴۴ | 34.73 | 43.30 | 48.41 | 61.01 | 46.97 | 45 | 784326.03 |
| ۴۵ | 16.90 | 22.73 | 25.41 | 33.23 | 24.62 | 23 | 333908.49 |
| ۴۶ | 5045.60 | 6564.58 | 7339.42 | 8274.50 | 6790.57 | 6575 | 818615889.15 |
| ۴۷ | 29.35 | 34.45 | 38.52 | 47.81 | 37.64 | 36 | 1387073.79 |
| ۴۸ | 29.51 | 34.64 | 38.73 | 45.46 | 37.13 | 36 | 1399538.41 |
| ۴۹ | 9.55 | 11.42 | 12.76 | 14.54 | 12.06 | 12 | 902138.37 |
| ۵۰ | 47.85 | 57.10 | 63.84 | 72.24 | 60.23 | 58 | 9504130.05 |

همچنین برای هر یک از اقلام انتخابی میزان سفارش اقتصادی قطعی (EOQ) محاسبه می‌گردد. جهت انجام این امر نیاز به داده‌های قطعی وجود دارد، لکن به دلیل این که داده‌ها ماهیتاً به صورت فازی هستند و به همین شکل نیز جمع‌آوری شده‌اند ابتدا باید یک مقدار قطعی برای هر یک از داده‌ها محاسبه شود. بدین منظور از روش دیفازی‌سازی بخش قبل استفاده می‌شود. برای هر یک از اقلام انتخاب شده هزینه کل قطعی موجودی محاسبه می‌گردد. جهت انجام این کار نیز نیاز به داده‌های قطعی مربوط به قیمت، هزینه نگهداری، هزینه سفارش و مصرف می‌باشد که از مقادیر دیفازی شده قیمت، هزینه نگهداری و هزینه سفارش و مقدار قطعی مصرف سالیانه استفاده شده و از طریق رابطه ۱ میزان هزینه کل قطعی موجودی محاسبه می‌شود. مقادیر دیفازی شده داده‌ها در جدول ۳ ارائه شده است.