



## بررسی تأثیر تخفیفات حجمی بر مدل مقدار اقتصادی سفارش تحت رویکرد فازی

غلامرضا امینی خیابانی (نویسنده مسؤل)

کارشناس ارشد مدیریت اجرایی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دوره عالی علوم تحقیقات، تهران، ایران

Email: gh.a.kh.eng@gmail.com

کریم حمدی

عضو هیئت علمی و دانشیار دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دوره عالی علوم تحقیقات، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۱ \* تاریخ پذیرش: ۹۵/۴/۲۸

### چکیده

مسائل برنامه ریزی تولید و کنترل موجودی از جمله موضوعات کلیدی و تحت تابعیت شرایط عدم اطمینان در سازمان های تولیدی هستند زیرا از یک طرف این عدم قطعیت، باعث افزایش هزینه های سیستم می شود و از طرفی میزان صحیح سفارش مواد اولیه سود قابل توجهی را عاید سازمان می نماید. لذا در این پژوهش یک مدل کنترل موجودی در شرایط اعمال تخفیفات حجمی (مقداری) تحت رویکرد فازی طراحی می گردد. برای محاسبه فاکتور های بهینه مدل از رویکرد دیفازی سازی پارامترهای ورودی قبل از حل مدل و همچنین دیفازی سازی پارامترهای خروجی بعد از حل مدل بر مبنای روش گشتاورها در قطعی سازی پارامترها استفاده گردید. همچنین پارامترهای مدل پیشنهادی، از طریق تبدیل روش های دیفازی سازی به روش های کلاسیک و سپس جایگذاری اعداد دیفازی شده محاسبه شدند. جهت نشان دادن حساسیت مدل از یک مطالعه موردی استفاده شد و نتایج به دست آمده با استفاده از نرم افزار Solver 2013 نشان داد این رویکرد ابتکاری، مدل را با تفصیل بیشتری مورد بررسی قرار می دهد و برای هر سطح برش، مقادیر بهینه فاکتورها را ارائه می نماید. به بیان دیگر تصمیم گیری با استفاده از این رویکرد ابتکاری یک تصمیم گیری چندسطحی است و می توان بنا به سیاست های مدنظر سازمان، سطح مورد نظر را انتخاب نمود.

**کلمات کلیدی:** تخفیفات حجمی، رویکرد فازی، دیفازی سازی، کنترل موجودی، مدل اقتصادی سفارش.

## ۱- مقدمه

پیشرفت سریع و روز افزون علم در زمینه های مدیریت، اقتصاد، تکنولوژی و تغییر و تحولات گسترده در محیط پر تلاطم امروزی باعث به وجود آمدن خط مشی ها و استراتژی های جدیدی در مباحث مرتبط با سازمانهای انتفاعی شده است. هر چند موضوع خرید قدمتی طولانی دارد ولی بحث مدیریت خرید به ویژه در سطح سیستماتیک و مبتنی بر تجزیه و تحلیل گزارشات مواد اولیه مورد نیاز در سازمانهای تجاری، صنعتی، بازرگانی و حتی خدماتی یک موضوع نسبتاً جدید است. بخش خرید قلب فعالیت های تجاری یک شرکت است. در اغلب شرکت ها بین سود و بخش فروش رابطه ای مستقیم در نظر گرفته می شود تا جائیکه منجر به صرف نظر از بخش عمده ای از سودی می شود که ممکن است از یک سیستم خرید نظام مند، سازمان یافته، و کارآ حاصل شود. این در حالیست که گاهی فروش منجر به کاهش سود شرکت می شود، به ویژه این مسئله زمانی رخ می دهد که افزایش فروش نیازمند افزایش هزینه های خرید باشد. بخش خرید و بخش فروش باید توجه خود را مشترکاً به داد و ستد معطوف سازند. بخش خرید می تواند به بخش فروش کمک زیادی کند. می تواند به عنوان یک آزمایشگاه عملی برای بخش فروش باشد. بخش خرید شرکت به عنوان هدف بخش فروش بسیاری از تولیدکنندگان و توزیع کنندگان دیگر به شمار می رود. بخش خرید با فن فروش، سیاست های فروش و روشهای تبلیغاتی بسیاری از تولیدکنندگان و توزیع کنندگان آشناست. بنابراین می تواند به عنوان یک منبع عالی اطلاعاتی و ارتباطی منجر به توسعه روش های فروش شرکت شود. گرچه عملیات خرید طیف گسترده ای از فعالیت ها را شامل می شود ولی باید با استفاده از مدل های کنترل موجودی و تعیین مقادیر مطلوب و بهینه سفارشات، هدف های عملیاتی بخش خرید تعیین، و سپس استراتژی های مختلفی نظیر روش های مذاکره، منبع یابی، طراحی فضای انبار، مدیریت پرسنل بخش خرید و ... با تسلط و مراقبت کامل تا رسیدن به این اهداف عملیاتی اجرا گردد. امروزه در سازمان های حرفه ای روش های مختلف کنترل موجودی مواد اولیه، نقطه شریانی عملیات خرید بوده و با در نظر گرفتن حساسیت ها و ملاحظات گسترده و ضروری و با اعمال کنترل های کامل مراقبتی جهت جلوگیری از هرگونه انحراف از استاندارد های تعیین شده اجرا می گردد. عملکرد خرید از مولفه های پایه ای تجارت محسوب می شود. نظر به پتانسیل سوددهی بخش خرید، امروزه دیدگاه سنتی که خرید را بخش هزینه زای سازمان ها می دانست جای خود را به دیدگاه های مدرن داده است. این حقیقت که بخش خرید مسئول خرج کردن بیش از نیمی از درآمد شرکت است، نقش درآمد زایی آن را نشان می دهد. هر ریالی که صرفه جویی می شود به سود شرکت می افزاید. یکی از مبانی ارزیابی عملکرد بخش خرید در هر سازمانی توانایی مذاکره و قدرت چانه زنی با فروشندگان است که در قالب شاخص هایی نظیر اخذ انواع تخفیفات، خریدهای اعتباری، کیفیت مطلوب، تحویل به مقدار مناسب، و زمان مناسب و ... نمود می نماید. از طرفی برای کنترل موجودی و تجدید سفارش اقلام مورد نیاز سازمان ها روشهای گوناگونی وجود دارد که با در نظر گرفتن شاخص های مختلف و مناسب ترین مقدار سفارش مواد اولیه، منجر به تحمیل کمترین هزینه به سازمان ها می گردد. بیش از ۱۰ نوع روش های مختلف کنترل موجودی مواد اولیه در قالب مدل های تئوری و عملی وجود دارد و مدیران اجرایی در سازمان های مختلف بر مبنای نحوه ارتباط آنها با ویژگی های سازمان های مربوطه به پیاده سازی و بهره برداری از آنها اقدام می نمایند و در همه این مدل ها مدیران خرید می کوشند با تحمیل کمترین هزینه به سازمان نقش عمده ای در عملکرد سوددهی شرکت از خود باقی گذارند. لذا با توجه به مطالب مذکور، تلاش داریم با طراحی یک الگوی کنترل موجودی مواد اولیه بر مبنای روش مقدار اقتصادی سفارش تحت رویکرد عدم قطعیت ( فازی ) خلاء مطالعاتی و کاربردی ناشی از وجود متغیر های مختلف موثر بر فرایند خرید را پوشش دهیم. پیش بینی می گردد نتایج و یافته های این پژوهش در عملکرد و سوددهی سازمان ها، به مدیران بازرگانی کمک نماید و منجر به افزایش بهره وری سازمانی گردد. از جمله موضوعاتی که سازمان های مختلف با آن روبه رو هستند مسائل ریزی برای تولید و کنترل موجودی است. مسائلی از قبیل میزان و زمان سفارشات مواد اولیه یا قطعات نیمه ساخته، تعیین نوع سیستم کنترل موجودی، تعیین ظرفیت انواع انبارها و برنامه ریزی برای تحویل به موقع و اقتصادی سفارش ها در این بحث قرار دارند. موضوع اصلی مسائل کنترل موجودی و برنامه ریزی تولید، بهینه سازی مقدار اقتصادی سفارش یا تعیین اندازه دسته تولید با توجه به ظرفیت ها و محدودیتها به منظور کمینه کردن کل هزینه های مرتبط با سفارش، خرید، نگهداری و تحویل است. بنابراین مدل مقدار اقتصادی سفارش به طور گسترده برای تعیین

اندازه سفارش و یا خرید قطعات در سیستمهای تولیدی به کار می رود. این مدل با در نظر گرفتن نرخ تولید به صورت ثابت و مشخص به مدل مقدار اقتصادی تولید تعمیم یافته است. در نظر گرفتن کمبود مجاز به صورت فروش از دست رفته و تقاضای معوق، اضافه کردن انواع محدودیتها، لحاظ کردن حالت چند محصولی به صورت سیکل های تولیدی ثابت و متغیر، در نظر گرفتن کالاهایی که با گذشت زمان به ارزش آنها افزوده و یا از ارزش آنها کاسته می شود، در نظر گرفتن حالت های غیرقطعی نظیر حالت های احتمالی، فازی، هیبریدی و... از جمله پیشرفت های موجود در این زمینه هستند که برای تطابق با دنیای واقعی مورد بررسی بسیاری از محققان در این زمینه قرار دارند. بنابراین قصد داریم در این مقاله با استفاده از پارامترهای فازی به بررسی یک مدل کنترل موجودی و سفارش مواد اولیه در شرایط عدم قطعیت و تحت رویکرد فازی بپردازیم. همچنین در ادامه مروری بر پیشینه تحقیقات داخلی و خارجی که در این حوزه صورت گرفته است، خواهیم داشت:

نگی و لی<sup>۱</sup>، در تحقیق خود مدل صفی را مورد بررسی قرار دادند که در آن پارامترهای نرخ ورود و خروج مشتری به سیستم، فازی بوده و با روش برش آلفا فاکتورهای بهینه مدل را تعیین کردند. حل نهایی مدل، شامل اعداد قطعی بود و نتوانست توصیف تابع عضویت پارامترهای بهینه مدل را تعیین کند (Negi and Lee, 1992).

ژائو، چان و همکاران<sup>۲</sup>، با ارائه مدلی فازی، سیستم صفی را مورد بررسی قرار دادند که در آن پارامترهای نرخ ورود مشتریان به سیستم و زمان بیکاری سرویس دهنده به صورت عدد فازی دوزنقه ای در نظر گرفته شده است و در نهایت با استفاده از روش برش آلفا و اصل گسترش زاده<sup>۳</sup> و حل مدل با استفاده از برنامه ریزی غیرخطی پارامتریک<sup>۴</sup>، پارامترهای بهینه مدل را تعیین کردند. همچنین آنها با ارائه مدلی فازی، سیستم صفی را مورد بررسی قرار دادند که در آن نرخ ورود مشتریان به سیستم و نرخ سرویس دهی به مشتریان به صورت عدد فازی دوزنقه ای در نظر گرفته شد و سرویس دهنده نیز غیر قابل اطمینان فرض می گردید. در نهایت برای تعیین پارامترهای بهینه، مدل مسئله با استفاده از روش برش آلفا و اصل گسترش زاده با کمک برنامه ریزی غیر خطی فازی حل شد (Chuan et al., 2006).

شه پین<sup>۵</sup>، با ارائه مدل صف با محدود بودن ظرفیت ورود مشتریان به سیستم، مدل صف فازی را ارائه کرد که در آن نرخ ورود مشتریان و نرخ سرویس دهی به مشتریان به صورت عدد فازی دوزنقه ای در نظر گرفته شده و در نهایت با تعیین تابع عضویت با استفاده از روش برش آلفا و اصل گسترش زاده و حل آن با روش برنامه ریزی غیر خطی، پارامترهای بهینه مدل را محاسبه کرد. وی سپس یک مدل صفی طراحی کرد که در آن نرخ ورود مشتریان به سیستم، هزینه سرویس دهی به مشتریان و همچنین هزینه تأخیر در سرویس دهی به مشتریان به صورت عدد فازی دوزنقه ای در نظر گرفته شده و با ادغام روشهای برش آلفا، اصل گسترش زاده و برنامه ریزی صحیح غیرخطی، نرخ سرویس دهی مدل را با در نظر گرفتن یک تابع هزینه محاسبه کرد. او در نهایت، مدل صفی را ارائه کرد که در آن نرخ ورود و خروج مشتریان از سیستم عدد فازی دوزنقه ای و حالت سرویس دهی به مشتریان<sup>۶</sup> بوده و در نهایت مدل را با استفاده از روش برش آلفا و اصل گسترش زاده و تلفیق آن با برنامه ریزی غیرخطی حل، و فاکتورهای بهینه مدل را محاسبه کرد (Shih Pin, 2004).

در، چن و ژینگ، شینگ<sup>۷</sup>، مدل مقدار تولید اقتصادی را با فرض میزان تولید اقتصادی به صورت عدد فازی دوزنقه ای مورد بررسی قرار دادند و با استفاده از اصل گسترش زاده و دیفازی سازی مدل را طراحی و پارامترهای مدل را با روش مرکز ثقل میزان تولید اقتصادی را تعیین کردند. (Chen, and Jing, 2000 ; Shing, Der, 2000)

سان، چی<sup>۸</sup>، مدل مقدار تولید اقتصادی را با فرض میزان تولید اقتصادی به صورت عدد فازی مثلثی مورد بررسی قرار داد و با استفاده از یک مدل هزینه ای و دیفازی سازی با روش مرکز ثقل میزان تولید اقتصادی را محاسبه کرد (San Chyi, 1999).

<sup>1</sup> Negi and Lee ( 1992 )

<sup>2</sup> Jau-Chuan et al., (2006 )

<sup>3</sup> Zadeh Extension Principle

<sup>4</sup> Parametric Non Linear Programing

<sup>5</sup> Shih Pin ( 2004 )

<sup>6</sup> First Come First Serve (FCFS)

<sup>7</sup> Der-Chen, L. and Jing-Shing ( 2000 )

<sup>8</sup> San-Chyi, C. (1999)

ژینگ، شینگ و ژرسان<sup>۹</sup>، مدل مقدار سفارش اقتصادی را با فرض تقاضا و هزینه سفارش دهی به صورت عدد فازی مثلثی مورد بررسی قرار دادند و دیفازی سازی با روش فاصله جهت دار و مرکز ثقل میزان سفارش اقتصادی و هزینه متغیر سالیانه را با یکدیگر مقایسه کردند (Shing and Jershan, 2003).

شیانگ، تای<sup>۱۰</sup>، با در نظر گرفتن دو عامل تقاضا و هزینه خرید در مدل، مقدار سفارش اقتصادی به صورت عدد فازی مثلثی و با استفاده از روش برش آلفا و برنامه ریزی غیر خطی تابع عضویت و سود مدل را محاسبه کرد. (Tai, Shiang, 2008)

های، مینگ و ژینگ، شینگ<sup>۱۱</sup>، با فازی گرفتن مقدار تقاضا و نرخ تولید و قطعی در نظر گرفتن واحد هزینه سفارش دهی و هزینه نگهداری، و با محاسبات پیچیده و دشوار و استفاده از روش مقدار اقتصادی، الگوی بهینه تولید<sup>۱۲</sup> را به دست آوردند (Ming and Shing, 1998).

یائو و لی<sup>۱۳</sup>، یائو و همکاران و لی و یائو مدل را به صورت فازی، و مقدار سفارش دهی را مثلثی و ذوزنقه ای در نظر گرفتند و با استفاده از اصل گسترش زاده، تابع عضویت هزینه کل موجودی را محاسبه کرده و سپس با استفاده از روش گشتاورها، مقدار هزینه کل موجودی را تخمین زدند (Yao and Lee, H.M., 1996, 1998, 1999, 2000).

ووجسویک<sup>۱۴</sup>، با به کارگیری روش های مختلف به تعیین مقدار سفارش اقتصادی در حالت فازی پرداخت و روشهای دیفازی سازی را با یکدیگر مقایسه نمود. روش های مورد استفاده وی برای تعیین فاکتورهای بهینه مدل روش هایی پیچیده و طولانی هستند. همچنین اگر همه پارامترهای مدل به صورت فازی در نظر گرفته شوند، پیچیدگی و فرایند حل مدل افزایش خواهد یافت (Vujosevic, 1996).

شیشه بری و همکاران<sup>۱۵</sup>، با رویکرد فازی، استفاده از روش مقدار اقتصادی تولید، برنامه ریزی غیرخطی و روشهای دیفازی سازی را مورد بررسی قرار دادند و کارایی روش های دیفازی سازی را با یکدیگر مقایسه کردند (Shishehbori, 2009).

چن و چان<sup>۱۶</sup>، مدل مقدار تولید اقتصادی را با در نظر گرفتن کالای غیرقابل جایگزین معیوب در دو حالت نرخ تولید به صورت قطعی و فازی ذوزنقه ای ارائه کردند. مدل ارائه شده در حالتی که نرخ تولید قطعی است، با استفاده از اصل گسترش زاده و روش مرکز ثقل، و در حالتی که نرخ تولید فازی است، با استفاده از روش ضرایب لاگرانژ بررسی و حل شده است (Chen and Chang, 2008).

ژرک<sup>۱۷</sup>، مدل مقدار تولید اقتصادی را با در نظر گرفتن سیکل تولید به صورت عدد فازی مثلثی مورد بررسی قرار داد. مدل ارائه شده با استفاده از اصل گسترش زاده و روش مرکز ثقل مورد بررسی قرار داده شد و نتایج حل عددی نشان دهنده افزایش اندازه سیکل تولیدی در حالت فازی نسبت به حالت کلاسیک است. (Björk, 2008).

ژرک، همچنین مدل مقدار سفارش اقتصادی با کمبود را با در نظر گرفتن تقاضا و لیدتایم به صورت عدد فازی مثلثی مورد بررسی قرار داد و با استفاده از اصل گسترش زاده و دیفازی سازی با استفاده از روش فاصله جهت دار به محاسبه فاکتورهای بهینه مدل پرداخت و همچنین با مثال عددی ثابت کرد که در حالت عدم قطعیت مقدار انباشته اقتصادی نسبت به حالت کلاسیک افزایش می یابد (Björk, 2009).

یانگ<sup>۱۸</sup>، مدل مقدار تولید اقتصادی کلاسیک را با در نظر گرفتن هزینه راه اندازی، نرخ تقاضا و نرخ تولید در حالت فازی ذوزنقه ای و حل مدل با استفاده از ضرایب لاگرانژ مورد بررسی قرار داد و با به کارگیری اصل گسترش و روش ابتکاری جبری به محاسبه فاکتورهای بهینه مدل پرداخت (Yang, 2011).

9 Jing-Shing, Y. and Jershan, C. (2003)

10 Shiang-Tai, L. (2008).

11 Huey-Ming, L. and Jing-Shing, Y. (1998)

12 Economic production quantity (EPQ)

13 Yao, J. s. and Lee, H.M. (1996 & 1998)

14 Vujosevic (1996)

15 Shishehbori (2009)

16 Chen Sh-H. and Chang (2008)

17 Björk (2008)

18 Yang (2011)

هو و همکاران<sup>۱۹</sup>، مدل مقدار تولید اقتصادی برای اقلام معیوب را بررسی کردند که در آن نسبت اقلام معیوب به صورت عدد فازی در نظر گرفته شده است. در این بررسی دو مدل با فرض نرخ بازرسی بزرگ تر از نرخ تولید و برعکس ارائه شده و در نهایت فاکتورهای بهینه مدل با استفاده از اصل گسترش، روش فاصله جهت دار و روش جبری محاسبه شده است (Hu, J., Xu, R, and Guo, 2011).

رزمی و همکاران<sup>۲۰</sup>، مسئله انتخاب بهترین زنجیره تأمین در حالت فازی را با استفاده از روش تاپسیس فازی<sup>۲۱</sup> بررسی کردند و در نهایت مدل ارائه شده را با مثال عددی و آنالیز حساسیت پارمترها مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند (Razmi, Seifoory, and Pishvae, 2011).

ملاحظه می‌گردد که علیرغم تجزیه و تحلیل متغیرهای مختلف موثر بر فرایند سیستماتیک کنترل موجودی تحت رویکرد فازی و بررسی حساسیت‌های متغیرهای مدل که توسط پژوهشگران داخلی و خارجی به عمل آمده است، مطالعات پیشرفته‌ای در خصوص نقش تخفیفات حجمی (مقداری) بر مقدار اقتصادی سفارش به چشم نمی‌خورد که خود اهمیت و ضرورت بیش از پیش پژوهش حاضر را نشان می‌دهد.

## ۲- مواد و روشها

برای بیان مدل پیشنهادی پژوهش، ابتدا مروری بر مدل حل مسئله در حالت قطعی می‌نماییم. در این مدل، قیمت واحد کالا تابعی از مقدار سفارش است یعنی قیمت واحد کالا تا مقدار مشخصی ثابت است و پس از آن با نرخ معینی کاهش می‌یابد. در این صورت با توجه به مدل کلاسیک سفارش اقتصادی، جمع هزینه‌ها در واحد زمان در شرایط اقتصادی، برابر با رابطه (۱) خواهد بود:

(۱)

$$\sqrt{2.C.D.h}$$

و در رابطه فوق، متغیرها به شرح ذیل می‌باشند:

C: واحد هزینه سفارش دهی

D: نرخ تقاضا (مصرف) کالا

h: هزینه نگهداری کالا

اما چون بحث تغییر قیمت نسبت به مقادیر مختلف سفارش (تخفیف حجمی) مطرح است برای عمومیت بخشیدن به مدل، قیمت را شامل دو بخش ثابت و متغیر در نظر می‌گیریم و در نتیجه به جای h عبارت  $hc+i.u$  قرار می‌گیرد و با گرفتن مشتق از خالص صرفه‌جویی نسبت به مقدار خرید و مساوی قراردادن آن با صفر، مدل اقتصادی سفارش به صورت رابطه (۲) محاسبه خواهد شد:

$$Q^* = \frac{(U_1 - U_0).D}{U_c + I.U_0} + \frac{U_c + I.U_1}{U_c + I.U_0} \cdot \sqrt{\frac{2.C.D}{U_c + I.U_1}} - I(q^*) \quad (2)$$

در رابطه (۲)، متغیرها به شرح ذیل تعریف می‌گردند:

$Q^*$ : مقدار سفارش اقتصادی در حالت تخفیف

$q^*$ : مقدار پیشنهادی فروشنده برای کسب تخفیف

$U_c$ : قیمت ثابت کالا

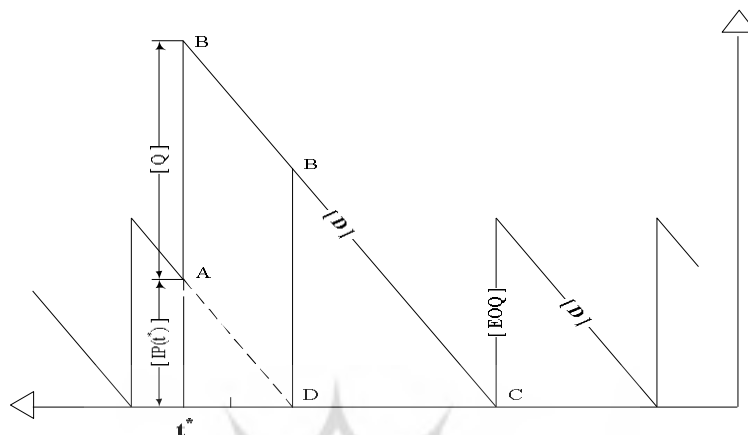
19 Hu, J., Xu, R, and Guo (2011)

20 Razmi, J., Seifoory, M. and Pishvae (2011)

21 Fuzzy Topsis

U<sub>0</sub>: قیمت واحد نسبت به مقادیر مشخص کالا طبق مدل اقتصادی سفارش  
 U<sub>1</sub>: قیمت واحد نسبت به مقادیر مشخص کالا طبق تخفیفات اجاری پیشنهادی  
 !: نسبت بخش متغیر واحد هزینه نگهداری به قیمت کالا

و رفتار سطح موجودی در زمان کاهش قیمت مقطعی به صورت شکل ۱ میباشد:



شکل شماره (۱): سطح موجودی در زمان کاهش قیمت مقطعی

پس از تشریح وضعیت حل مسئله در حالت قطعی، رویکرد پژوهش با در نظر گرفتن یکی از پرکاربردترین روش های عدم قطعیت، یعنی استفاده از مفاهیم مجموعه های فازی عنوان می گردد. مهمترین مزیت به کارگیری مجموعه های فازی این است که می توان پارامترهای مدل را به صورت بازه ای از مقادیر مورد انتظار در نظر گرفت؛ علاوه بر این در برخی از موارد پارامترهای مدل به صورت متغیرهای زبانی بیان می شوند که در این صورت به کارگیری مجموعه های فازی می تواند بسیار کمک کننده باشد؛ در این مقاله برای تطابق بیشتر با واقعیت، پارامترهای مدل به صورت عدد فازی مثلثی در نظر گرفته شده اند و نمایش فازی آنها به صورت روابط شماره (۳) است:

$$\begin{aligned}
 U_0 &= \{ (U_0, \mu_{u_0}(x)), x \in X \} & i &= \{ (i, \mu_i(z)), z \in Z \} \\
 U_1 &= \{ (U_1, \mu_{u_1}(y)), y \in Y \} & C &= \{ (C, \mu_C(w)), w \in W \} \\
 D &= \{ (D, \mu_D(u)), u \in U \} & tp &= \{ (tp, \mu_{tp}(j)), j \in J \} \\
 hc &= \{ (hc, \mu_{hc}(v)), v \in V \} & s &= \{ (s, \mu_s(r)), r \in R \}
 \end{aligned}$$

(۳)

متغیرهای روابط شماره (۳) به شرح زیر می باشند:

- X = مجموعه های قطعی از قیمت واحد کالا تا مقدار t<sub>p</sub>
- Y = قیمت واحد کالا از مقدار t<sub>p</sub> به بعد
- U = نرخ تقاضا
- V = بخش ثابت قیمت
- Z = بخش متغیر قیمت
- W = هزینه هر بار سفارش
- J = مقدار منجر به کاهش قیمت
- R = سطح موجودی فعلی

اثر سفارش بیش از مقدار اقتصادی نیز فازی خواهد بود و بر اساس اصل گسترش زاده به صورت رابطه (۴) تعریف میشود:

$$\mu_E(NS) = \sup_{\substack{x \in X, y \in Y, u \in U \\ v \in V, z \in Z, w \in W}} \min\{\mu_{u_0}(X), \mu_u(Y), \mu_D(U), \mu_{h_c}(V), \mu_1(Z), \mu_c(W)\} \quad (4)$$

$$Q.(u_1 - u_0) + \sqrt{2.C.D.(h_c + i.u_1).(t_b - t_a)} - (h_c + i.u_0).(\frac{QI(t^*)}{D} + \frac{Q^2}{2D}) - C\}$$

با توجه به رابطه (۴) تعیین شکل تابع هدف با استفاده از روشهای عنوان شده دشوار بوده و نیاز به محاسبات پیچیده دارد؛ علاوه بر این هر چه تعداد پارامترهای فازی افزایش یابد، پیچیدگی محاسباتی نیز افزایش خواهد یافت. این مقاله با به کارگیری دیفازی سازی شاخص های خروجی و تکنیک برنامه ریزی غیرخطی پارامتری، شکل تابع عضویت بالا را به روش ساده تری تعیین می کند و در نهایت با ارایه جواب به صورت برش های یک عدد فازی در هر سطح برش تصمیم گیری واقع بینانه تری را با توجه به فازی بودن پارامترها در اختیار تصمیم گیرنده قرار می دهد.

برای حل مسئله در حالت عدم قطعیت، لازم است شاخص های خروجی دیفازی سازی شوند. دو روش معمول برای دیفازی سازی شاخص ها عبارتند از: (۱) دیفازی سازی شاخص های خروجی قبل از حل مدل (۲) دیفازی سازی شاخص های خروجی پس از حل مدل.

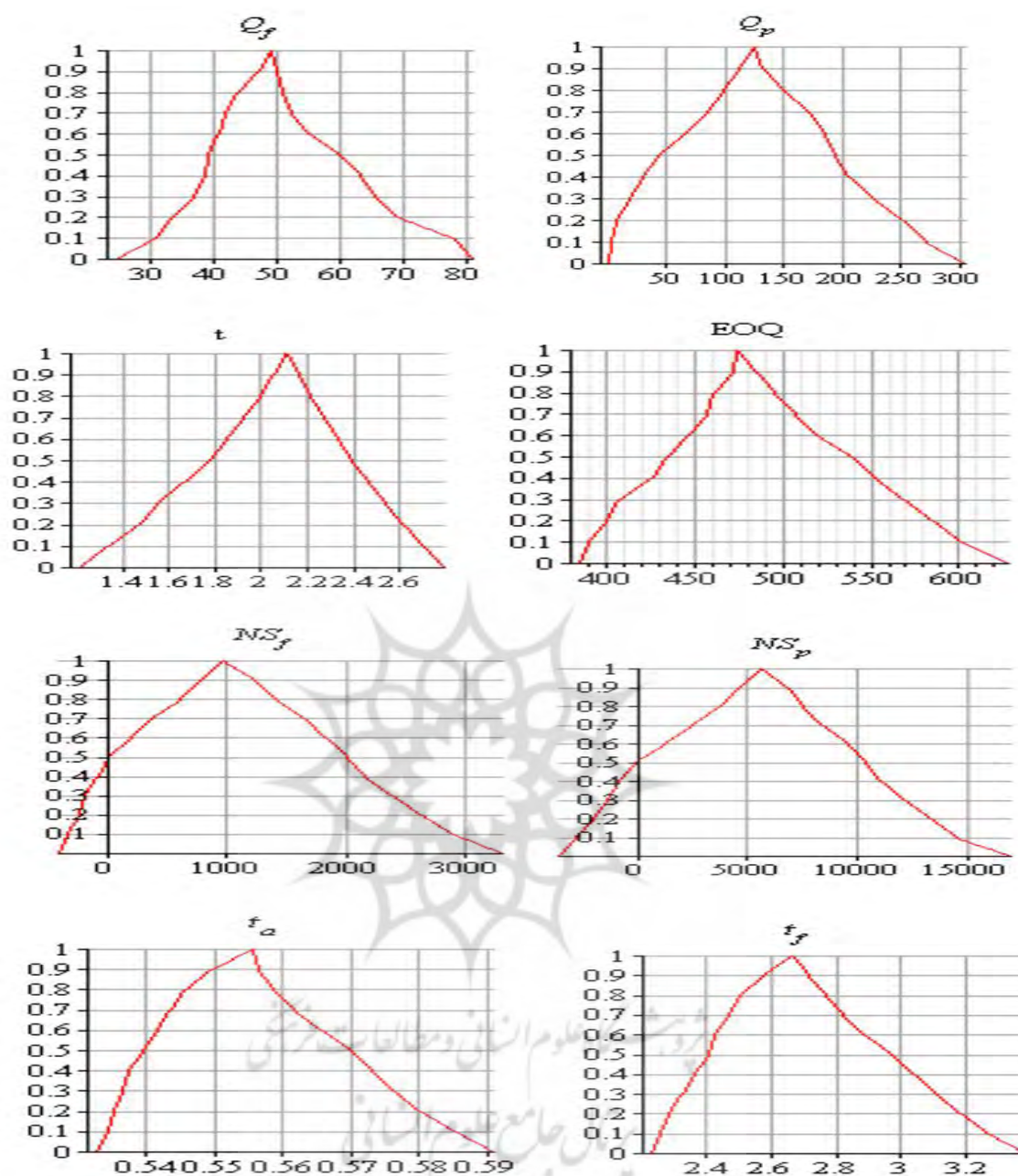
روش اول برگرفته از مدلی است که توسط ووجسویک و همکاران ارائه شده و در آن ابتدا پارامترهای فازی را با یکی از روش های دیفازی سازی مانند روش های مرکز ثقل، حداکثر درجه عضویت و گشتاورها به حالت کلاسیک تبدیل می کنیم و در نهایت با جایگذاری مقادیر دیفازی شده در توابع مورد نظر مقادیر آنها را محاسبه می کنیم.

در روش دوم پس از تعیین پارامترهای مدل به صورت فازی با یکی از روش های دیفازی سازی پارامتر مورد نظر را تعیین می شود. لازم به ذکر است که در اکثر این روشها پس از دیفازی سازی جواب نهایی به صورت یک عدد قطعی بوده و در مورد سطوح مختلف تابع عضویت پارامترها بحث نمی شود.

در ادامه برای درک بهتر رویکرد پیشنهادی، یک مطالعه موردی تحت شرایط عدم قطعیت مطرح می گردد. برای یک کالا، میزان تقاضا (مصرف) تقریباً ۳۰۰ تن در ماه است. هزینه نگهداری هر تن کالا در انبار به مدت یک سال در حدود ۲۰ واحد پولی به صورت ثابت بوده و علاوه بر آن، به ازای هر سال به نسبت ۱۶ درصد سرمایه موجود در انبار، برای هزینه نگهداری کالا منظور می شود. صدور یک سفارش برای این کالا تقریباً ۲۰۰۰ واحد پولی هزینه به خود اختصاص میدهد. چنانچه کالا بیش از ۳۰۰ تن در ماه سفارش داده شود مشمول ۵ درصد تخفیف مقداری خواهد بود. در این حالت پس از تعیین تابع عضویت هریک از پارامترهای مدل باید آن را به نزدیکترین تابع عضویت (مثلی، نوزنقه ای، گوسی و ...) تقریب بزنیم و سپس با یکی از روشهای دیفازی سازی تابع عضویت مورد نظر را به حالت قطعی درآوریم سپس مقدار سفارش اقتصادی در حالت عادی و در حالت مشمول تخفیف را تحت شرایط عدم قطعیت بررسی نماییم.

برای حل مسئله ابتدا نمونه ای به کمک یکی از روشهای دیفازی سازی فاکتورهای بهینه مدل تعیین می گردد:

دیفازی سازی با استفاده از روش مرکز ثقل: در روش اول برای بهینه سازی فاکتور های مدل اگر عدد  $[a, b, c]$  عددی فازی مثلی باشد بنا به روش مرکزیت میزان عدد قطعی آن برابر  $(a+b+c)/3$  است. با استفاده از روش دیفازی سازی مرکزیت و با توجه به اینکه در شکل (۲) توابع عضویت پارامترها شبیه به عدد فازی مثلی است می توانیم پارامترهای مدل را با این روش محاسبه کنیم:



شکل شماره (۲): تابع عضویت هر یک از پارامترهای خروجی مدل به ازاء مقادیر به دست آمده از حل مدل برنامه ریزی غیرخطی پارامتری دیفازی سازی با استفاده از روش حداکثر درجه عضویت: این روش در مواقعی کاربرد دارد که شکل تابع عضویت پیچیده بوده و به دست آوردن تابع عضویت امکان پذیر نباشد. در این روش یک مجموعه یا عدد فازی تبدیل به یک عدد کلاسیک که بیشترین درجه عضویت را در مجموعه یا عدد فازی دارد می‌شود. با این فرض که برای پیدا کردن حداقل متغیر مناسب برای تصمیم گیری اقدام کرده و مجموعه های فازی با استفاده از عملیات منطقی جمع می‌شود و با این شرح که حداکثر از دو یا چند تابع عضویت بهترین را با به حداکثر رساندن درجه عضویت حداقل انتخاب کرده است.

دیفازی سازی با استفاده از روش مرکز ناحیه: روش سوم که بیشترین کاربرد را نسبت به سایر روشها دارد و به شرح رابطه شماره (۵) است:



(۵)

$$X^* = \frac{\int \mu_A(X) \cdot X dX}{\int \mu_A(X) dX}$$

در رابطه بالا علامت  $\int$ ، انتگرال جبری است و نتایج مربوط به محاسبه فاکتورهای مدل با این سه روش و با استفاده از نرم افزار مایکروسافت سالور در جدول شماره ( ۱ ) آمده است. همانطور که ملاحظه می گردد این روش ها جواب بهینه را به ازای همه برشها تعیین می کنند:

جدول شماره (۱): نتایج مربوط به شاخص های مدل ارائه شده با روش های دیفازی سازی

| مرکز ثقل  | گشتاورها | حداکثر درجه عضویت | شاخص بهینه سازی                                 |
|-----------|----------|-------------------|---|
| ۳۵۱/۲۲۲   | ۳۱۱/۲۵۴  | ۳۲۲/۱۰۱           | مقدار اقتصادی سفارش، EOQ                        |
| ۰/۴۷۰     | ۰/۶۳۱    | ۰/۴۱۶             | زمان سفارش دهی طبق مدل اصلی، ta                 |
| ۴/۷۰۰     | ۴/۲۹۶    | ۴/۲۹۵             | زمان سفارش دهی خارج از نوبت، tf                 |
| ۵۲/۷۱۵    | ۴۸/۲۴۴   | ۴۵/۶۱۲            | شاخص تابع عضویت مقادیر، Qf                      |
| ۱۰۰۳۳/۷۰۰ | ۴۹۶/۶۵۰  | ۱۰۰۰/۴۷۹          | صرفه جوئی ناشی از مدل، NSf                      |
| ۱۴۵/۹۱۱   | ۱۲۰/۹۱۲  | ۱۲۰/۰۲۰           | شاخص تابع عضویت مقادیر ناشی از سفارش خارج از Qp |
| ۷۴۱۶/۷۵۳  | ۵۴۱۴/۲۱۲ | ۵۲۱۶/۳۲۱          | صرفه جوئی ناشی از سفارش خارج از نوبت، NSp       |
| tp        | tp       | tp                | زمان سفارش                                      |
| ۱۴۵/۹۱۱   | ۱۲۰/۹۱۲  | ۱۲۰/۰۲۰           | میزان سفارش                                     |
| ۵۴۱۶/۷۵۳  | ۷۴۱۴/۲۱۲ | ۵۲۱۶/۳۲۱          | میزان صرفه جویی نهایی                           |

منبع: یافته های تحقیق

در رویکرد پیشنهادی برای حل مدل، پیش از حل مدل پارامترهای فازی را با یکی از روش های دیفازی سازی به عدد کلاسیک تبدیل می کنیم و سپس با جایگذاری اعداد دیفازی شده در مدل پارامترهای مدل تعیین می گردد. همانطور که در شکل (۱) ملاحظه شد، شاخص هایی که تحت شرایط فازی قرار دارند به سه شیوه دیفازی شدند، در رویکرد پیشنهادی برای حل مدل، دیفازی سازی محاسبه متغیرها با استفاده از روش گشتاورها با حداکثر درجه عضویت و با استفاده از نرم افزار ماکروسافت سالور می باشد، اگر با استفاده از روش گشتاورها هر یک از پارامترهای مدل را قبل از حل دیفازی کنیم آنگاه محاسبات مربوط به پارامترهای بهینه مدل به شرح جدول شماره ( ۲ ) می باشند:

جدول شماره (۲): نتایج مربوط به شاخص های مدل ارائه شده با روش های دیفازی سازی گشتاورها

| روش دیفازی سازی گشتاورها | آیتم مورد نظر |
|--------------------------|---------------|
| ۳۱۱/۲۵۴                  | EOQ           |
| ۰/۶۳۱                    | ta            |
| ۴/۲۹۶                    | tf            |
| ۴۸/۲۴۴                   | Qf            |
| ۴۹۶/۶۵۰                  | NSf           |
| ۱۲۰/۹۱۲                  | Qp            |
| ۵۴۱۴/۲۱۲                 | NSp           |

|          |                |
|----------|----------------|
| tp       | زمان سفارش دهی |
| ۱۲۰/۹۱۲  | میزان سفارش    |
| ۷۴۱۴/۲۱۲ | صرفه جویی      |

منبع: یافته های تحقیق

### ۳- نتایج و بحث

در این مقاله یک مدل کنترل موجودی با در نظر گرفتن روند تغییرات هزینه و مقدار اقتصادی سفارش در شرایط وجود تغییرات معلوم قیمت کالا در مقادیر مشخص و تحت رویکرد فازی ارائه شد. برای نزدیکتر شدن مدل به واقعیت، همه فاکتورهای ورودی به صورت عدد فازی مثلثی در نظر گرفته شدند و با حل مدل با روشهای مختلف و تعیین فاکتورهای بهینه درباره کارایی سه رویکرد عنوان شده بحث گردید. در مطالعه موردی، مقدار اقتصادی سفارش در حالت عادی ۲۸۸ واحد در ماه برآورد شد. در حالت قطعیت اگر ۳۲۲ واحد سفارش دهیم، صرفه جویی حاصل از تخفیف ۵۲۱۶ واحد پولی و اگر ۳۵۱ واحد سفارش دهیم صرفه جویی حاصل از تخفیف ۵۴۱۶ واحد پولی خواهد بود (جدول ۱). اما پس از دیفازی سازی پارامترهای مدل به روش گشتاورها مقدار بهینه سفارش اقتصادی معادل ۳۱۱ واحد و صرفه جویی ناشی از تخفیف حجمی معادل ۷۴۱۴ واحد پولی محاسبه گردید.

همان طور که در بالا با استفاده از مثال عددی نشان دادیم کارایی روش ابتکاری، که از روش برنامه ریزی غیر خطی به دست آمده، مناسب و قابل قبول می باشد. چرا که این روش فاکتورهای بهینه را در سطوح مختلف تعیین و گزینه های بیشتری را برای اتخاذ تصمیم بهینه، در اختیار مدیران سازمان قرار می دهد. همچنین این رویکرد ابتکاری مدل را با تفصیل بیشتری مورد بررسی قرار داده و برای هر سطح برش مقادیر بهینه فاکتورها را ارائه می دهد. به بیان دیگر تصمیم گیری با استفاده از رویکرد ابتکاری، یک تصمیم گیری چند سطحی است که می توان بنا به سیاست های اتخاذ شده سازمان، سطح مورد نظر را انتخاب نمود. شرکت ها رابطه مستقیم بین وظایف بازاریابی و سود را شناخته و تشخیص داده اند. به هر حال بسیاری از شرکت ها در عین اشتیاق به افزایش فروش جهت دستیابی به سود بیشتر، تمایل زیادی به کاهش و صرفه جویی در هزینه های مواد اولیه برای دستیابی به سود بیشتر نیز دارند. هدف اصلی این تحقیق ارائه مدلی جهت پشتیبانی تصمیمات مدیران اجرایی بخش خرید با استفاده از الگوهای متداول کنترل موجودی است و بر این اساس نتایج ذیل حاصل گردید:

- ارتباط تنگاتنگ بخش خرید با سایر واحد های سازمان به ویژه بخش بازاریابی و فروش در راستای تحقق اهداف عملیاتی شرکت من جمله هدف سود دهی بررسی گردید.
- تاثیر شرایط متغیر محیط خارج از سازمان بر مفروضات ثابت تشکیل دهنده مدل اقتصادی سفارش عمیق بوده و نیازمند بررسی در مراحل مختلف تصمیم گیری است.
- علیرغم نتیجه حاصل از نمونه مورد کاوی شده در این تحقیق لزوماً تخفیفات تجاری ارائه شده از طرف فروشنده منجر به سودآوری نمی گردد بلکه باید بهترین راه حل از طریق محاسبه هزینه کل یک راه حل و مقایسه آن با سایر راه حل های ممکن انتخاب شود.
- نتیجه حاصل از این تحقیق ثابت نمود مفروضات الگوی نوین مدیریت موجودی Just in Time که بر کاهش موجودی مواد اولیه با هدف کاهش هزینه ها تاکید دارد در صورتی مورد پذیرش می باشد که هزینه هر بار سفارش کاهش هزینه های نگهداری کالا را پوشش ندهد و بار دیگر بر اهمیت مقایسه نتایج راه حل های مختلف و انتخاب بهترین آنها تاکید گردید.

برای تحقیقات بعدی می توان بحث کمبود و مقایسه سایر روشهای دیفازی سازی را پیشنهاد داد. همچنین برای تعیین دقیق تر فاکتورها می توان از برشهای آلفا استفاده کرد، که در این صورت با افزایش تعداد برش ها با گزینه های بیشتری برای تصمیم گیری بهینه مواجه می شویم و برای تعیین سطح برش مورد نظر توسط تصمیم گیرنده، می توان برای هر سطح برش تابع ریسک پذیرش را در نظر گرفت و با اعمال هزینه ریسک به مدل به ازای هر سطح، تعداد گزینه های موجود برای تصمیم گیری بهینه، توسط تصمیم گیرنده را کاهش داد.

## ۴، منابع

1. Björk, M. (2008). The Economic Production Quantity Problem with a Finite Production Rate and Fuzzy Cycle Time. Proceedings of the 41<sup>st</sup> Hawaii International Conference on System Sciences.
2. Björk, K. M. (2009). An Analytical Solution to a Fuzzy Economic Order Quantity Problem. International Journal of Approximate Reasoning, 50(3), 485° 493.
3. Chen, Sh. H., & Chang, SH. M. (2008). Optimization of Fuzzy Production Inventory Model with Unrepairable Defective Products. International Journal Production Economics, 113(2), 887° 894.
4. Der, Chen, L., & Jing, Shing, Y. (2000). Fuzzy Economic Production for Production Inventory. Fuzzy Sets and Systems, 111(3), 465.495.
5. Haaj, Shirmohammadi, A. (2005). Principles of Production and Inventory Planning and Control. Arkan Publishing.
6. Hu, J., Xu, R., & Guo, C. (2011). Fuzzy Economic Production Quantity Models for Items with Imperfect Quality. International Journal of Information and Management Sciences, 22(1), 43- 58.
7. Huey.Ming, L., & Jing, Shing, Y. (1998). Economic Production Quantity for Fuzzy Demand Quantity and Fuzzy Production Quantity. European Journal of Operational Research, 109(1), 203-211.
8. Jau.Chuan, K., Hsin.I, H. & Chuen, Horng, L. (2006). Parametric Programming Approach for Batch Arrival Queues with Vacation Policies and Fuzzy Parameters. Applied Mathematics and Computation, 180(1), 217° 232.
9. Jau. Chuan, K., & Chuen, Horng, L. (2005). Fuzzy Analysis of Queuing Systems with an Unreliable Server: A Nonlinear Programming Approach. Applied Mathematics and Computation, 175(1), 330° 346.
10. Jershan, C., Jing. Shing, Y. and Huey. Ming, L. (2005). Fuzzy Inventory Defuzzification by Singned Distance method. Journal of Information Science and Engineering, 21(1), 673.694.
11. Jing.Shing, Y., & Jershan, C. (2003). Inventory without Backorder with Fuzzy Total Cost and Fuzzy Storing Cost Defuzziife□by Centroid and Signed Distance. European Journal of Operational Research, 148(2), 401□409.
12. Jolai, F., Gheisariha, E. and Nojavan, F. (2011). Inventory Control of Perishable Items in a Tw, Echelon Supply Chain. Journal of Industrial Engineering, University of Tehran, Special Issue, 69, 77.
13. Lee, H. M., & Yao, J. S. (1999). Economic Order Quantity in Fuzzy Sense for Inventory without Backorder Model. Fuzzy Sets and Systems, 105(1), 13. 31.
14. Mohabbatdar, S. and Esmaeili, M. (2011). Optimal Selling Price, Marketing Expenditure and Order Quantity with Backordering. Journal of Industrial Engineering, University of Tehran, Special Issue, 103-112.
15. Negi, D. S. & Lee, E. S. (1992). Analysis and Simulation of Fuzzy Queue. Fuzzy Sets and Systems, 46(3), 321° 330.
16. Razmi, J., Seifoory, M. & Pishvae, M. S. (2011). A Fuzzy Multi.Attribute Decision Making Model for Selecting the Best Supply Chain Strategy: Lean, Agile or Leagile. Journal of Industrial Engineering, University of Tehran, Special Issue, 127.142.
17. San, Chyi, C. (1999). Fuzzy Production Inventory for Fuzzy Product Quantity with Triangular Fuzzy Number. Fuzzy Sets and Systems, 107(1), 37-57.

18. Shiang.Tai, L. (2008). Fuzzy Profit Measures for a Fuzzy Economic Order Quantity Model. *Applied Mathematical Modelling*, 32(10), 2076-2086.
19. Shih, Pin, C. (2004). Parametric Nonlinear Programming for Analyzing Fuzzy Queues with Finite Capacity. *European Journal of Operational Research*, 157(2), 429-438.
20. Shi, Pin, C. (2007). Solving Fuzzy Queuing Decision Problems via a Parametric Mixed Integer Nonlinear Programming Method. *European Journal of Operational Research*, 177(1), 445-457.
21. Shih, Pin, C. (2005). Parametric Nonlinear Programming Approach to Fuzzy Queues with Bulk Service. *European Journal of Operational Research*, 163(2), 434-444.
22. Shishebori, D., & Hejazi, S. R. (2009). Application of Fuzzy AHP Technique to Selection the Most Efficient Method of Improving of Productivity. *Journal of Industrial Engineering*, University of Tehran, 43(1), 5-66.
23. Taheri.Tolgari, J., Mirzazadeh, A. & Jolai, F. (2012). An Inventory Model for Imperfect Items under Inflationary Conditions with Considering Inspection Errors. *Computers and Mathematics with Applications*, 63(6), 1007-1019.
24. Vujosevic, M., Petrovic, D. & Petrovic, R. (1996). EOQ Formula when Inventory Cost is Fuzzy. *International Journal of Production Economics*, 45(1.3), 499-504.
25. Yang, G., K. (2011). Discussion of Arithmetic Defuzzifications for Fuzzy Production Inventory Models. *African Journal of Business Management*, 5(6), 233-2344.
26. Yao, J. s., & Lee, H. M. (1996). Fuzzy Inventory with Backorder for Fuzzy Order Quantity. *Information Sciences*, 93(3-4), 283-319.
27. Yao, J. s., & Lee, H. M. (1999). Fuzzy Inventory with or without Backorder for Fuzzy Order Quantity with Trapezoid Fuzzy Number. *Fuzzy Sets and Systems*, 105(3), 311-337.
28. Yao, J. S., Chang, S. C. & Su, J. S. (2000). Fuzzy Inventory without Backorder for Fuzzy Order Quantity and Fuzzy Total Demand Quantity. *Computer and Operation Research*, 27(10), 935-962.
29. Zadeh, L. A. (1978). Fuzzy Sets as a Basis for a Theory of Possibility. *Fuzzy Sets and Systems*, 1(1), 28-31
30. Zimmermann, H. J. (2001). *Fuzzy Set Theory and its Applications*. 4<sup>th</sup> ed., Kluwer Academic, Boston