

ارزیابی سطح پاسخگویی مورد نیاز یک محصول با

استفاده از روش AHP فازی در زنجیره تأمین

محمد رضا رسولی بیرامی^{*۲}

علی محمد احمدوند^۱

سازمان تأمین اجتماعی

دانشگاه جامع امام حسین (ع)

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۳/۵

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۴/۱۵

چکیده

امروزه مدیریت زنجیره تأمین یک رویکرد اثر بخش جهت یکپارچه سازی و هماهنگی عملکرد سازمان‌هایی است که در صنایع مختلف درگیرند و به صورت ارائه محصول یا خدمت به مشتری تولید ارزش می‌کنند. در این راستا، طراحی زنجیره تأمین یک محصول تصمیمی استراتژیک و بنیادی در این حوزه به شمار می‌رود. به این منظور زنجیره تأمین محصول مورد نظر بایست بتواند انتظارات گروه مشتریانی که توسط استراتژی رقابتی زنجیره مشخص می‌شود پاسخ دهد. پاسخ‌گویی و کارآیی دو وجه عمده انتظارات مشتریان یک محصول است که هم در ادبیات مدیریت استراتژیک و هم در ادبیات مدیریت زنجیره تأمین بر آن تأکید شده است. از این رو تعیین سطح پاسخگویی مورد نیاز برای زنجیره تأمین در راستای طراحی زنجیره تأمین مطلوب آن بسیار کارگشا خواهد بود. بر این اساس در این مقاله در گام اول معیارهای اندازه‌گیری سطح پاسخگویی یک زنجیره تأمین مبتنی بر ادبیات موضوع احصاء گردیده است. سپس در قالب یک روش شش مرحله‌ای و با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و کمی نمودن ترم‌های زبانی با استفاده از خواص مجموعه‌های فازی، رهیافتی جهت تعیین سطح پاسخگویی مورد نیاز یک زنجیره تأمین ارائه شده است. همچنین این رهیافت در قالب یک نمونه واقعی که داده‌های آن در ادبیات موضوع موجود بوده است تبیین گردیده است. نتایج این رهیافت می‌تواند بستری معتبر جهت توسعه استراتژی‌های زنجیره تأمین در ارکان مختلف اعم از موجودی، حمل و نقل، منبع‌یابی و خرید، مکان‌یابی و جریان اطلاعات باشد.

واژه‌های کلیدی: سطح پاسخ‌گویی زنجیره تأمین، مدیریت راهبردی، تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه، منطق فازی.

مقدمه

نامطمئن و پر رقابت، شرکت‌ها با چالش‌های گسترده و جدی مواجه شده‌اند و به منظور رویارویی با این چالش‌ها هر روز شاهد ظهور روش‌ها و رویکردهای جدید در دنیای کسب و کار هستیم.

رویکرد مدیریت زنجیره تأمین از جمله روش‌های جدید در دنیای کسب و کار است که برای رویارویی و مقابله با این چالش‌ها ظهور یافته است. شرایطی که باعث تعریف و طراحی چنین نگرشی شده، افزایش روزافزون رقابت و تلاش شرکت‌ها به منظور بقاء است. به منظور دستیابی به اهداف توسعه داده شده در فضای رقابتی، بایست مدیریت زنجیره تأمین مبتنی بر استراتژی‌های مشخص و صحیح صورت پذیرد. برای توسعه این استراتژی‌ها شناخت سطح پاسخگویی مورد نیاز یک زنجیره تأمین کلیدی و اجتناب ناپذیر است.

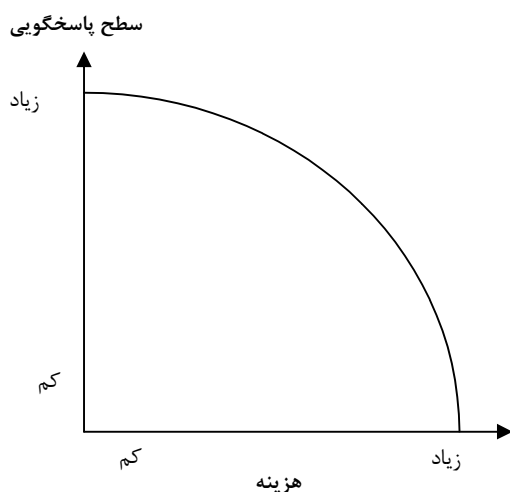
در بازارهای جهانی امروزی، شرکت‌ها واحدهایی با نام‌های تجاری منحصر به فرد نیستند که بتوانند به صورت مستقل فعالیت کنند. پیچیدگی کالاها و خدمات در دنیای امروز به گونه‌ای است که بسیار کم اتفاق می‌افتد سازمان یا مؤسسه‌ای به تنهایی و بدون کمک گرفتن و همکاری با دیگر سازمان‌ها بتواند محصولی را تولید یا خدمتی را ارائه نماید. در این محیط

۱ - دانشیار دانشگاه جامع امام حسین (ع)، پست‌الکترونیکی:

Alimohamad.ahmadvand@gmail.com

*۲ - کارشناس ارشد مهندسی صنایع - مدیرکل دفتر برنامه‌ریزی اقتصادی و اجتماعی سازمان تأمین اجتماعی، نویسنده پاسخگو، پست‌الکترونیکی: Mrrrasouli@yahoo.com نشانی: خیابان آزادی، جنب وزارت کار، نعاون و رفاه اجتماعی، سازمان تأمین اجتماعی، دفتر برنامه‌ریزی اقتصادی و اجتماعی

پایین آمدن کارایی می‌گردد. لذا متعاقب هر تصمیم استراتژیک برای ارتقاء سطح پاسخگویی یک زنجیره تأمین، کارایی آن زنجیره تأمین کاهش خواهد یافت. این امر توسط چپرا و مندل [۸] در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل (۱): رابطه هزینه و پاسخگویی

لذا اندازه‌گیری و ارزیابی سطح پاسخگویی مورد نیاز برای یک زنجیره تأمین نقش اساسی و مهم در تعیین رویکرد استراتژیک زنجیره و طراحی زنجیره تأمین ایفا می‌نماید. به منظور ارزیابی سطح پاسخگویی مورد نیاز یک زنجیره تأمین بایست ابتدا معیارهای معنی‌دار ارزیابی زنجیره تأمین احصاء گردد و سپس با استفاده از یک مدل ارزیابی و بر مبنای معیارهای تعیین شده، ارزیابی صورت پذیرد.

۲- تعیین معیارهای ارزیابی سطح پاسخگویی زنجیره تأمین

برای ارزیابی سطح پاسخگویی سطح مورد نیاز یک زنجیره تأمین بایست ابتدا معیارهای معنی‌دار به این منظور را تعیین نمود که این معیارها از مطالعه دقیق ادبیات مربوط به متمایز بودن یا خوشه‌بندی زنجیره‌های تأمین احصاء می‌گردد [۳،۶،۹،۱۰،۱۱]. توویل و کریستوفر^۲ در سال ۲۰۰۳ و چیلدرهوس و همکاران^۳ در سال ۲۰۰۲ سه معیار تغییر پذیری تقاضا، بازه زمانی تحویل، حجم، تنوع و تغییر پذیری را

سطح پاسخگویی یک زنجیره تأمین رویکرد زنجیره را در خصوص شاخصه‌های مختلفی از قبیل کیفیت محصول، بازه زمانی تحویل، سیستم توزیع و ... مشخص خواهد نمود.

۱- ادبیات موضوع و بیان مسئله

تناسب نوع زنجیره تأمین با نوع محصول و هماهنگی قابلیت‌های زنجیره تأمین با ویژگی‌های محصول امری است که در حوزه مباحث استراتژیک زنجیره تأمین مورد توجه قرار گرفته است و پژوهش‌های مختلفی جهت تبیین نوع زنجیره تأمین مناسب با نوع محصول صورت پذیرفته است [۳]. مارشال ال. فیشر^۱ در سال ۱۹۹۷ [۲] عنوان نمود که محصولات مصرفی با تقاضای پایدار معمولاً با تولید ناب یا زنجیره تأمینی که به صورت فیزیکی کاراست تأمین می‌شود؛ در حالی که محصولاتی که جنبه نوآورانه دارند بر مبنای پاسخگویی به بازار و توسط یک زنجیره تأمین چابک تأمین می‌گردند.

بر این اساس در طراحی یک زنجیره تأمین بایست قابلیت‌های مورد نیاز برای پاسخگویی مطلوب به مشتریان محصول زنجیره در نظر گرفته شود و شرکت بایست مطمئن شود که توانمندی‌های زنجیره تأمینش توانایی پاسخگویی به بخش‌های مشتری مشخص شده توسط استراتژی رقابتی را دارا می‌باشد [۸]. چنانچه ناهماهنگی بین آنچه که زنجیره تأمین به خوبی انجام می‌دهد و نیازهای مشتری مورد نظر وجود داشته باشد، در این صورت نیاز به بازطراحی زنجیره تأمین جهت پشتیبانی استراتژی رقابتی و یا تغییر استراتژی رقابتی وجود دارد.

برای درک توانمندی‌های یک زنجیره تأمین ویژگی‌های مختلفی را می‌توان مد نظر قرار داد و براساس آن به ارزیابی و تحلیل قابلیت‌های یک زنجیره تأمین پرداخت که این ویژگی‌ها و خصوصیات بر میزان پاسخگویی و کارایی زنجیره تأمین اثر می‌گذارند [۸]. پاسخگویی زنجیره تأمین در برگیرنده توانایی زنجیره تأمین برای انجام مواردی نظیر پاسخگویی زنجیره تأمین به بازه وسیعی از انواع تقاضا، زمان تحویل محصول کم، ارائه تنوع بالایی از محصولات، تولید محصولات با سطح نوآوری بالا، سطح خدمت بالا و اداره عدم قطعیت تأمین می‌باشد. البته بایست خاطر نشان نمود که پاسخگویی در قبال صرف هزینه به‌دست می‌آید که این امر مستلزم

2 - Towill and Christopher
3 - Childerhouse et al

1 - Marshall L. Fisher

به این منظور طرح کردند [۱۱،۶]. مارشال ال. فیشر در سال ۱۹۹۷ طبیعت تقاضا، تنوع محصول و استانداردهای بازار در خصوص زمان تحویل و سطح خدمت را به عنوان معیارهای تعیین کننده در این حوزه طرح می کند و طبیعت تقاضا را در قیاس با بقیه عوامل در سطح بالاتری از منظر تأثیرگذاری قرار می دهد که بر این اساس محصول به دو دسته محصولات عملیاتی یا مصرفی و محصولات نوآورانه تقسیم می شود که هر کدام از این دو دسته محصولات، زنجیره تأمین متناسب با ویژگی های خود را می طلبد [۲]. از دیگر سو چپرا و مندل در کتاب مدیریت زنجیره تأمین و ویرایش ۲۰۰۷ پاسخگویی به بازه وسیعی از انواع تقاضا، زمان تحویل محصول کم، ارائه تنوع بالایی از محصولات، تولید محصولات را با سطح نوآوری بالا، سطح خدمت بالا و اداره عدم قطعیت تأمین را به عنوان معیارها و ویژگی های یک زنجیره تأمین پاسخگو بیان می نماید [۸].

۳- ارزیابی سطح پاسخگویی مورد نیاز یک زنجیره تأمین برای تعیین سطح پاسخگویی مورد نیاز بر اساس معیارهای تعیین شده از رویکردهای مختلفی استفاده شده است. فیشر در مقاله معروف خود تحت عنوان «زنجیره تأمین مناسب برای محصول شما چیست» با طرح معیارهای ذکر شده در فوق، چارچوبی برای تعیین نوع زنجیره تأمین مناسب ارائه نموده است [۲]. سی وای وونگ و همکاران^۱ در سال ۲۰۰۶ با بررسی زنجیره تأمین ۶۶۷ محصول مربوط به صنعت اسباب سازی که از محصولات نوآورانه محسوب می شوند و خوشه بندی این نوع محصولات براساس معیارهای در نظر گرفته شده چارچوبی برای تعیین نوع زنجیره تأمین مناسب براساس سطح تعیین شده برای هر کدام از معیارها پیشنهاد کرده اند [۱].

اما آن چه که در این حوزه به نظر می رسد این که استفاده از مدل های تصمیم گیری جهت ارزیابی سطح پاسخگویی مورد نیاز در زنجیره تأمین می تواند مفید فایده باشد و با در نظر گرفتن عموم معیارهای مرتبط سطح پاسخگویی مورد نیاز برای یک زنجیره تأمین را تعیین نماید. استفاده از تکنیک های تصمیم گیری با معیارهای چندگانه همچنین بستری جهت استفاده از نظرات خبرگان و تجمیع و تلفیق آنها را فراهم می آورد. از دیگر سو آن چه که بایست مورد توجه قرار داد این است که

1 - C.Y.Wong et al.

اندازه گیری معیارهای طرح شده در این حوزه از مجرای قضاوت و نظر خبره به دست می آید و دارای ماهیتی فازی است. روش ها و تکنیک های مختلف و متعددی در حوزه تصمیم گیری با معیارهای چندگانه طرح شده است؛ مانند روش ELECTRE، روش TOPSIS، روش AHP و ... در این مقاله با توجه به نوع مسأله و با توجه به این که تجمیع نظرات مختلف در AHP گروهی کارآمد تر است و می توان از روش های مقایسه زوجی و تعیین میزان ناسازگاری نظرات جهت معتبر یا نامعتبر شناختن نظرات استفاده نمود، این روش را از بین سایر روش های تصمیم گیری مدنظر قرار می دهیم. از سوی دیگر با توجه به ماهیت فازی تصمیم از رویکرد فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی بهره خواهیم برد.

۴- AHP فازی

روش تحلیل فرآیند سلسله مراتبی (AHP)^۲ یک روش تصمیم گیری است که تصمیم گیرنده (یا گروه تصمیم گیری) را قادر می سازد تا مسأله مورد نظر خود را شکل داده و حل نمایند. این روش برای اولین بار در سال ۱۹۸۰ توسط توماس ساعتی مطرح شد [۱۲]. فرآیند AHP مستلزم مقایسه های زوجی است و تصمیم گیرنده کار خود را با ترسیم سلسله مراتب کلی تصمیم خود شروع می کند.

روش AHP فازی شامل مراحل زیر می باشد [۱۳]:

قدم ۱: ساختن سلسله مراتبی

قدم ۲: تشکیل ماتریس مقایسات زوجی با استفاده از اعداد فازی

قدم ۳: محاسبه ارزش هر سطر

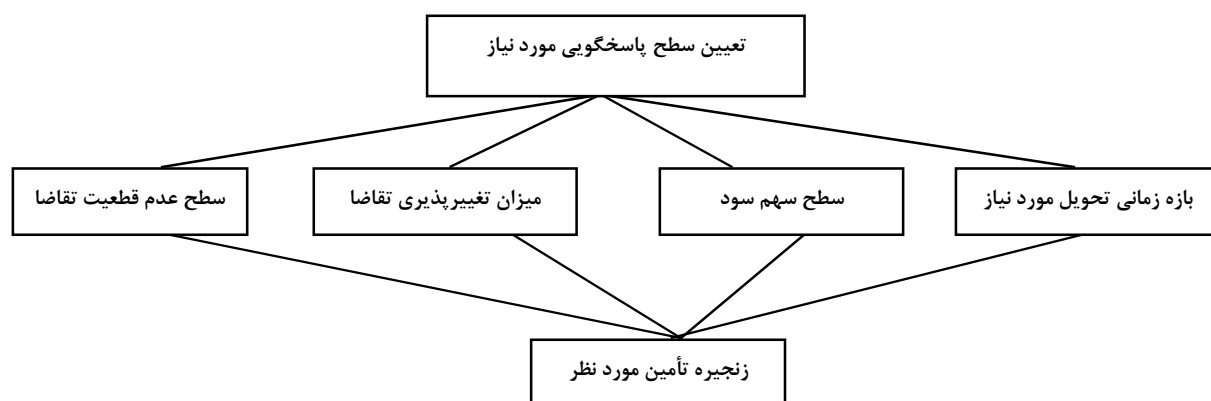
قدم ۴: به دست آوردن درجه بزرگی سطرها نسبت به هم

قدم ۵: به دست آوردن وزن های نسبی

قدم ۶: به دست آوردن وزن نهایی به وسیله مجموع حاصل ضرب اهمیت معیارها در وزن گزینه ها

اکنون بر مبنای مباحث عنوان شده به توضیح هر کدام از گام های ذکر شده در راستای اندازه گیری سطح پاسخگویی مورد نیاز زنجیره تأمین می پردازیم و با طرح گام به گام یک نمونه واقعی در اثنای فرآیند پیشنهادی به تبیین بحث می پردازیم.

2 - Analytical Hierarchy Process (AHP)



شکل (۲): ساختار سلسله مراتبی تعیین سطح پاسخگویی مورد نیاز زنجیره تأمین یک محصول

جدول (۱): سطح بندی معیارهای ارزیابی سطح پاسخگویی زنجیره تأمین

نام معیار	سطح ۱	سطح ۲	سطح ۳
عدم قطعیت تقاضا	کم (کمتر از ۲۰٪)	متوسط (۲۰٪ تا ۴۰٪)	زیاد (بیشتر از ۴۰٪)
تغییرپذیری تقاضا	کم ($C.O.V < ۰.۵$)	متوسط ($۰.۵ < C.O.V < ۱.۵$)	زیاد ($C.O.V > ۱.۵$)
سهم سود	کم	متوسط	زیاد
بازه زمانی تحویل	بلند (بیشتر از ۴ هفته)	کوتاه (کمتر از ۵ روز)	کوتاه (کمتر از ۵ روز)

مواجه می‌باشند. سطح تغییرپذیری تقاضا بر انتخاب سیاست موجودی و استراتژی تولید اثر می‌گذارد. به‌عنوان مثال سیستم تولید به‌هنگام (JIT) نسبت به تغییرپذیری تقاضا حساس‌تر از تولید بسته‌ای بر مبنای سیستم برنامه‌ریزی احتیاجات مواد (MRP) است [۱۴]. در صورتی که تقاضاها از دوره‌ای به دوره دیگر با تغییرات زیادی روبرو شوند، نیاز به انعطاف، قطعی و مسلم است. شایان ذکر است که با در نظر گرفتن تغییر پذیری تقاضا به‌عنوان یک معیار ارزیابی، در واقع مفروضات مربوط به حجم تولید نیز لحاظ شده است. تقاضاهای با حجم زیاد امکان اتخاذ استراتژی تولید ناب^۳ [۶] و استراتژی تولید برای ذخیره (MTS)^۴ را فراهم می‌آورد [۱۵]. بر این اساس مشخص است که با افزایش میزان تغییرپذیری تقاضا افزایش سطح پاسخگویی زنجیره تأمین اجتناب ناپذیر و ضروری است.

قدم ۱: ساختن سلسله مراتبی

برای ساختن سلسله مراتبی، ابتدا معیارهای ارزیابی سطح پاسخگویی مورد نیاز یک زنجیره تأمین را تعیین می‌نماییم. با توجه به معیارهای ذکر شده، چهار معیار جهت ارزیابی سطح پاسخگویی یک زنجیره تأمین مطلوب و مناسب وجود دارد که می‌توانند جوانب مختلف ارزیابی سطح پاسخگویی مورد نیاز را پوشش دهند.

معیار ۱- سطح عدم قطعیت تقاضا برای محصول: عدم قطعیت تقاضا به‌طور مستقیم بر ریسک سرمایه‌گذاری تأثیر می‌گذارد، چرا که سطح موجودی غیر قابل فروش و منسوخ، فروش از دست رفته و افت قیمت را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۲]. خطر فروش از دست رفته و موجودی منسوخ غیر قابل استفاده با افزایش میزان عدم قطعیت تقاضا افزایش می‌یابد. از این رو با افزایش سطح عدم قطعیت تقاضای یک زنجیره تأمین سطح پاسخگویی زنجیره بیشتر می‌شود.

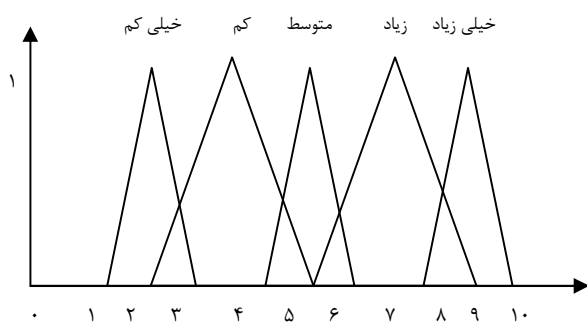
معیار ۲- میزان تغییر پذیری تقاضا: تغییر پذیری تقاضا به تغییر پذیری روز به روز و یا هفته به هفته تقاضا مربوط می‌شود، که بیشتر تولید کنندگان و خرده فروشان با آن

1 - Just In Time
2 - Material Requirements Planning
3 - Lean Production Strategy
4 - Make To Stock

خیلی زیاد است و دسته دوم شامل کوتاه و بلند می‌باشد. با توجه به ماهیت متغیرهای زبانی فوق از اعداد فازی به صورت جدول (۲) برای متغیرهای زبانی ذکر شده استفاده می‌کنیم.

جدول (۲): تعریف متغیرهای زبانی

متغیر زبانی	عدد فازی
خیلی کم	(۳,۲,۱)
کم	(۵,۳,۲,۵)
متوسط	(۶,۵,۴)
زیاد	(۸,۵,۶,۵)
خیلی زیاد	(۸,۷,۹)
کوتاه	(۵,۳,۱)
بلند	(۹,۷,۵)



شکل (۳): نمودار اعداد فازی متغیرهای زبانی

لذا نمودار اعداد فازی متغیرهای زبانی تعریف شده به صورت شکل (۳) خواهد بود.

در ادامه برای توضیح روش پیشنهادی جهت تعیین سطح پاسخگویی مورد نیاز برای یک زنجیره تأمین از داده‌های مربوط به یک زنجیره تأمین واقعی استفاده می‌کنیم. داده‌های مورد استفاده از مقاله سی وای وونگ و همکارانش با عنوان «ارزیابی سطح پاسخگویی یک زنجیره تأمین فصلی و چابک» اخذ شده است. در ادامه می‌باید جداول مقایسه زوجی اول برای مقایسه زوجی معیارها و تعیین وزن هر کدام از معیارها تشکیل می‌شود. شایان ذکر است که وزن این معیارها برای هر محصول بسته به ویژگی‌های آن می‌تواند متفاوت باشد و بر اساس نظر خبره تعیین می‌شود. مهم‌ترین و اساسی‌ترین عامل تأثیرگذار در این حوزه می‌تواند نوع محصول باشد و دسته‌بندی ارائه شده توسط فیشر در سال ۱۹۹۷

معیار ۳- سطح سهم محصول: سهم سود عبارت است از قیمت محصول منهای هزینه متغیر تقسیم بر قیمت محصول که به صورت درصد بیان می‌شود. سطح بالای سهم سود محصول به‌عنوان یک عامل انگیزشی جهت سرمایه‌گذاری در محصولات نوآورانه به شمار می‌آید [۲]. معمولاً محصولات نوآورانه سهم بالایی از سود را شامل می‌شوند و پتانسیل کسب سود را دارا می‌باشند، اما دارای عدم قطعیت تقاضای بالایی نیز می‌باشند. این نوع از محصولات نیازمند سطح بالایی از پاسخگویی هستند تا از این مجرا زمان تحویل آن‌ها به اندازه کافی کوتاه باشد و با وجود عدم قطعیت تقاضا بتوانند از سهم سود بالا بهره ببرند.

معیار ۴- بازه زمانی تحویل: بازه زمانی تحویل به مدت زمان بین سفارش و تحویل کالا که توسط خرده‌فروشان سفارش داده می‌شود اطلاق می‌گردد. بازه زمانی تحویل معیاری مهم به شمار می‌رود چرا که یکی از نیازمندی‌های مهم مشتری را منعکس می‌نماید [۲].

با توجه به معیارهای بیان شده ساختار سلسله مراتبی تعیین سطح پاسخگویی مورد نیاز زنجیره تأمین به صورت شکل (۲) خواهد بود.

قدم ۲: تشکیل ماتریس مقایسات زوجی با استفاده از اعداد فازی

در این مرحله ابتدا به تعریف متغیرهای زبانی مورد استفاده در ساختار تصمیم‌گیری می‌پردازیم. سپس به سطح‌بندی هریک از معیارهای قید شده براساس متغیرهای زبانی مورد استفاده می‌پردازیم. سی وای وونگ و همکارانش در سال ۲۰۰۶ سطح‌بندی معیارهای ارزیابی سطح پاسخگویی زنجیره تأمین را مطابق جدول (۱) ارائه نمودند [۱].

همچنین برای مقایسه زوجی معیارها و تعیین وزن آن‌ها از متغیرهای زبانی خیلی کم، کم، متوسط، زیاد، و خیلی زیاد استفاده می‌کنیم. براین اساس و با توجه به جدول (۱) نیازمند تعریف اعداد فازی برای دو دسته از متغیرهای زبانی هستیم. متغیرهای زبانی دسته اول شامل خیلی کم، کم، متوسط، زیاد،

$$\left[\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m M_{ij} \right]^{-1} = (15.7, 21.98, 31.75)^{-1} = (., ., 314, 0.0454, 0.0636)$$

$$\tilde{S}_1 = (7.1, 15)(0, 0314, 0.0454, 0.0636) = (0.2204, 0.4549, 0.9554)$$

$$\tilde{S}_2 = (3.33, 5.5, 8)(0, 0314, 0.0454, 0.0636) = (0.1048, 0.25, 0.5095)$$

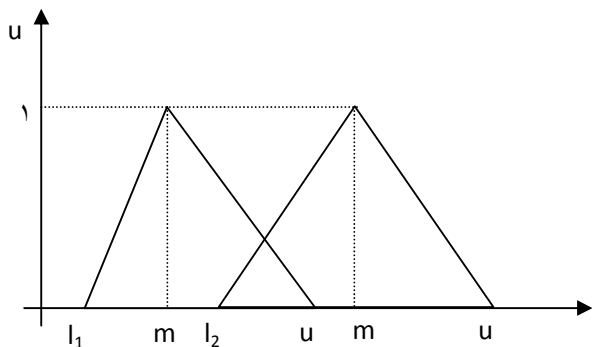
$$\tilde{S}_3 = (3.66, 5.5, 8)(0, 0314, 0.0454, 0.0636) = (0.1152, 0.25, 0.5095)$$

$$\tilde{S}_4 = (1.7, 1.98, 2.75)(0, 0314, 0.0454, 0.0636) = (0.535, 0.09, 0.1751)$$

در خصوص جدول (۴) نیز با توجه به این که هر کدام از جداول مقایسه زوجی مربوطه تنها دارای یک درایه می باشد از این رو ارزش هریک از سطرها برابر درایه مورد نظر خواهد بود.

قدم ۴: به دست آوردن درجه بزرگی سطرها نسبت به هم در این مرحله برای به دست آوردن بزرگی هر سطر نسبت به هم از روابط زیر استفاده می کنیم:

$$\begin{cases} V(\tilde{S}_1 \leq \tilde{S}_2) = 1; m_1 \geq m_2 \\ V(\tilde{S}_1 \leq \tilde{S}_2) = \frac{u_1 - l_2}{(u_1 - l_2) + (m_1 - m_2)}; else \end{cases} \quad (2)$$



شکل (۴): نمودار اعداد فازی معیارهای ارزیابی سطح پاسخگویی زنجیره تأمین

با توجه به روابط فوق خواهیم داشت:

$$\tilde{S}_1 = (l_1, m_1, u_1) \quad \tilde{S}_2 = (l_2, m_2, u_2)$$

$$V(\tilde{S}_1 \geq \tilde{S}_2) = 1 \quad V(\tilde{S}_3 \geq \tilde{S}_1) = 0.5854$$

$$V(\tilde{S}_1 \geq \tilde{S}_3) = 1 \quad V(\tilde{S}_3 \geq \tilde{S}_2) = 1$$

$$V(\tilde{S}_1 \geq \tilde{S}_4) = 1 \quad V(\tilde{S}_3 \geq \tilde{S}_4) = 1$$

$$V(\tilde{S}_2 \geq \tilde{S}_1) = 0.5854 \quad V(\tilde{S}_4 \geq \tilde{S}_1) = 0.1104$$

$$V(\tilde{S}_2 \geq \tilde{S}_3) = 1 \quad V(\tilde{S}_4 \geq \tilde{S}_2) = 0.349$$

$$V(\tilde{S}_2 \geq \tilde{S}_4) = 1 \quad V(\tilde{S}_4 \geq \tilde{S}_3) = 0.2721$$

می تواند مفید فایده باشد. در مثال عددی ذکر شده در ادامه، محصول مورد مطالعه ما یک محصول نوآورانه است. در سطح دوم و پس از تعیین وزن هریک از معیارها می باید مقدار مطلوب هریک از معیارها را در زنجیره تأمین مورد نظر به دست آوریم. در این سطح ملاک قضاوت سطحی از معیار است که زنجیره تأمین مورد نظر در حالت مطلوب در آن قرار داشته باشد را نمایش می دهد.

جدول (۳): ماتریس مقایسه زوجی

معیار	عدم قطعیت تقاضا	تغییرپذیری تقاضا	سهم سود	بازه زمانی تحویل
عدم قطعیت تقاضا	(۱,۱,۱)	(۳,۲,۱)	(۳,۲,۱)	(۶,۵,۴)
تغییرپذیری تقاضا	(۱/۳, ۱/۲, ۱)	(۱,۱,۱)	(۳,۲,۱)	(۳,۲,۱)
سهم سود	(۱/۳, ۱/۲, ۱)	(۱/۳, ۱/۲, ۱)	(۱,۱,۱)	(۵,۵,۳,۲)
بازه زمانی تحویل	(۱/۶, ۱/۵, ۱/۴)	(۱/۳, ۱/۲, ۱)	(۱/۵, ۱/۳, ۱/۲)	(۱,۱,۱)

جدول (۴): اعداد فازی معیارها

معیار	سطحی که زنجیره تأمین محصول مورد نظر در آن قرار دارد.	عدد فازی مربوط
عدم قطعیت تقاضا	متوسط	(۶,۵,۴)
تغییرپذیری تقاضا	زیاد	(۸,۵,۶,۵)
سهم سود	کم	(۵,۵,۳,۲)
بازه زمانی تحویل	بلند	(۹,۷,۵)

قدم ۳: محاسبه ارزش هر سطر

حال برای به دست آوردن ارزش هر یک از سطرها از رابطه زیر استفاده می کنیم:

$$\tilde{S}_k = \sum_{j=1}^m M_{kj} \left[\sum_{j=1}^m \sum_{j=1}^m M_{ij} \right]^{-1}, k = 1, \dots, m \quad (1)$$

لذا با توجه به جدول (۳) خواهیم داشت:

قدم ۵: به دست آوردن وزن‌های نسبی

در این مرحله با توجه به روابط زیر وزن‌های نسبی هر یک از معیارها را به دست آورده و سپس اوزان نرمال را به دست می‌آوریم.

$$w_i = \text{Min}(V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_k)), k = 1, \dots, m, k \neq i \quad (3)$$

$$w_i^* = \frac{w_i}{\sum w_i}, i = 1, \dots, m \quad (4)$$

لذا خواهیم داشت:

$$w_1 = 1 \quad w_2 = 0.5854 \quad w_3 = 0.5854 \quad w_4 = 0.1104$$

$$w_1^* = 0.438 \quad w_2^* = 0.257 \quad w_3^* = 0.257 \quad w_4^* = 0.048$$

همچنین در خصوص سطح مورد نیاز هر معیار در زنجیره تأمین، مقدار میانی عدد فازی را به عنوان وزن آن معیار در نظر می‌گیریم و نرمالیزه می‌کنیم. شایان ذکر است که ما برای نرمال کردن مقادیر از روش مقیاس اسمی استفاده کرده و هر مقدار میانی را به بیشترین مقدار ممکن - که در اعداد فازی فوق ۹ است - تقسیم می‌کنیم. همچنین با توجه به اینکه نحوه تأثیر عامل بازه زمانی تحویل، عکس نحوه تأثیر عوامل دیگر می‌باشد و در صورت زیاد بودن آن سطح پاسخگویی کمتری نیاز است، لذا برای رفع تعارض مقدار این معیار را معکوس می‌کنیم. در این صورت مقدار نرمال شده هر سطح به صورت جدول (۵) خواهد بود.

جدول (۵): مقدار نرمال شده سطح معیارها

معیار	مقدار نرمالیزه شده
عدم قطعیت تقاضا	۰.۵۶
تغییرپذیری تقاضا	۰.۷۲
سهم سود	۰.۳۹
بازه زمانی تحویل	۰.۱۴

قدم ۶: به دست آوردن وزن نهایی به وسیله مجموع حاصل ضرب اهمیت معیارها در وزن گزینه‌ها

در این مرحله با ضرب مقدار هر معیار در وزن آن و جمع کردن همه مقادیر، سطح پاسخگویی مورد نیاز برای زنجیره

تأمین محصول مورد نظر به دست می‌آید. بر این اساس در مثال عددی ذکر شده خواهیم داشت:

$$R.L = 0.438 * 0.56 + 0.257 * 0.72 + 0.257 * 0.39 + 0.048 * 0.14 = 0.537$$

۵- جمع بندی و نتیجه گیری

در این مقاله سعی گردید رهیافتی کمی جهت تعیین سطح پاسخگویی مورد نیاز زنجیره تأمین ارائه گردد. بدین منظور بر مبنای مرور ادبیات موضوع و مد نظر قرار دادن چارچوب‌های کیفی که بدین منظور توسعه داده شده بود، معیارهای اندازه‌گیری سطح پاسخگویی یک زنجیره تأمین احصاء گردید. سپس مسئله در قالب فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ساختار بندی شده و بر مبنای کمی کردن ترم‌های زبانی با استفاده از منطق فازی، سطح پاسخگویی مورد نیاز زنجیره تأمین محاسبه گردید. برای تبیین و توضیح روش پیشنهادی از یک نمونه واقعی که داده‌های مورد نیاز آن در ادبیات موجود بود استفاده گردید. در این نمونه بررسی شده سطح پاسخگویی مورد نیاز زنجیره تأمین مورد نظر ۰/۵۳۷ به دست آمد که این مقدار می‌تواند در تعیین جایگاه زنجیره در طیف پاسخگویی - کارایی و توسعه استراتژی زنجیره تأمین مفید فایده باشد.

انجام پژوهش‌هایی در جهت کمی کردن ابعاد دیگر مورد نیاز در توسعه استراتژی زنجیره تأمین از جمله اندازه‌گیری سطح عدم قطعیتی که زنجیره تأمین با آن روبرو می‌باشد و نیز تجمیع کردن این عدم قطعیت با دوره عمر محصول زنجیره تأمین و رهیافت این پژوهش می‌تواند مورد توجه پژوهشگران قرار گیرد.

منابع

- [1] Chee Yew Wong, Jan Stentoft, Arlbjorn, Hans-Henrik Hvolby, Johansen, Assessing responsiveness of a volatile and seasonal supply chain: A case study, *Int. J. Production Economics* 104, 709-721, 2006.
- [2] Fisher, M., What is the right supply chain for your product? *Harvard Business Review* 75 (2), 105-117, 1997.

[16] Matthias J. Schnetzler, Andreas Sennheiser, Paul Schönsleben, A decomposition-based approach for the development of a supply chain strategy, *Int. J. Production Economics* 105: 21-42, 2007.

[3] Fuller, J.B. O'Conor, J., Rewlinson, R., Tailored logistics. The next advantage. *Harvard Business Review* 71(3), 87-96, 1993.

[4] Mason – Jones, R., Nylor, J.B., Towill, D., Engineering the leagile supply chain. *International Journal of Agile Management Systems* 2 (1) 54-61, 2000.

[5] Li, D., O'Brien, C., A quantitative analysis of relationships between product types and supply chain strategies *international Journal of production Economics* 73 (1), 29-39, 2001.

[6] Childerhouse, P., Aitken, J., Towill, D.R., Analysis and design of focused demand chains. *Journal of operations Management* 20 (6), 675-689, 2002.

[7] Towill, D., Christopher, M., A taxonomy for selecting global supply chain strategies, proceeding of the 10th International Conference of European Operation Management (EUROMA), Italy vol. I, PP,817-826, 2003.

[8] Sunil Chopra, peter Meindl, *Supply Chain Management*, 3rded, 2007.

[9] Pagh, J.D., Cooper, M.C., Supply chain postponement and speculation strategies: How to choose the right strategy. *Journal of Business Logistics* 19 (2), 13-34, 1998.

[10] Lamming, R., Johnsen, T., Zheng, J., Harland, C., An intial classification of supply networks. *International Journal of Operations and production Management* 20 (6), 675-691, 2000.

[11] Christopher, M., Towill, D, An integrated model for the design of agile supply chains. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management* 31 (4), 235-246, 2001.

[12] T.L. saaty, *The Analytic Hierarchy process*, McGrew- Hill, New York, 1980.

[13] H.J. Zimmermann, *Fuzzy Set Theory and Its Application*, Kluwer Academic publication, 3rdEdition, 1996.

[14] Newman, W.R., Sridharan, v., Linking manufacturing planning and control to the manufacturing environment. *Integrated Manufacturing Planning and System* 6(4),36-42, 1995.

[15] Vollmann, T.E., Berry, W.L., Whyback, D.C., *Manufacturing Planning and Control Systems*. Irwin/McGraw Hill, Boston, 1997.