

**کالج پروژه**

**[www.collegeprozheh.ir](http://www.collegeprozheh.ir)**



**دانلود پروژه های دانشگاهی**

**بانک موضوعات پایان نامه**

**دانلود مقالات انگلیسی با ترجمه فارسی**

**آموزش نگارش پایان نامه ، مقاله ، پروپوزال**



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

الفدیر

مؤسسه آموزش عالی غیردولتی غیرانتفاعی

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

رشته: مهندسی صنایع

گرایش: مدیریت سیستم و بهره وری

عنوان:

انتخاب تامین کننده مناسب با استفاده از تکنیک تصمیم گیری چند معیاره فازی با در نظر گرفتن وابستگی معیارها ( مطالعه موردی: شرکت صنایع چوب و کاغذ استان مازندران)

استاد راهنما: دکتر سید هادی ناصری

استاد مشاور: دکتر هوشنگ تقی زاده

پژوهشگر:

نیما کاظمی

تبریز

بهمن ماه ۸۸

الحَمْدُ  
لِلْحَمِيزِ الْكَرِيمِ

تقدیم بہ پدر و مادر عزیزم کہ

اول بار بانم رابا واثرہ

کام ہایم رابا خاک

وانگشتانم رابا قلم آشنا کردند

و ہرچہ امروز بہ آنہا دست یافتہ ام ثمرہ تلاش آنہاست

و

تقدیم بہ خواہر عزیزم

بہ پاس نثار مہربانی ہای بی نہایت، ہمراہی ہای بی دریغ و دلسوزی ہای بی حساب.

## مراتب امتنان

در اینجا لازم می دانم از اساتید ارجمندم به جهت کمک های شایان در به ثمر رسیدن این اثر نهایت تشکر و کمال قدردانی را بنمایم.

استاد راهنمای فرهیخته، دکتر سید هادی ناصری که همواره با اخلاقی نیکو پذیرای بنده بوده اند و آشنایی با ایشان بابی جدید در زندگی علمی ام بوده است.

استاد مشاور ارجمند، دکتر هوشنگ تقی زاده که نظرات سازنده ایشان باعث بهبود کیفی اثر حاضر شده است.

استاد داور گرانقدر، دکتر جواد مهری که با نگاه نقادانه و تیز بین به بهترین شیوه به ارزیابی پژوهش حاضر پرداخته اند.

## شناسه پایان نامه (فارسی)

نام خانوادگی دانشجو: کاظمی		نام: نیما	
عنوان پایاننامه: انتخاب تامین کننده مناسب با استفاده از تکنیک تصمیم گیری چند معیاره فازی با در نظر گرفتن وابستگی معیارها ( مطالعه موردی: شرکت صنایع چوب و کاغذ استان مازندران )			
استاد راهنما: دکتر سید هادی ناصری		استاد مشاور: دکتر هوشنگ تقی زاده	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد		رشته: مهندسی صنایع	
گرایش: مدیریت سیستم و بهره وری		تاریخ فارغ التحصیلی: بهمن ۱۳۸۸	
مؤسسه آموزش عالی: الغدیر تبریز		تعداد صفحات: ۱۷۷	
واژه های کلیدی: انتخاب تامین کننده، انتگرال فازی، اندازه فازی، تصمیم گیری چند معیاره فازی، مدل سازی ساختاری توصیفی چکیده به زبان فارسی:			
در این پایان نامه هدف، ارائه یک مدل تصمیم گیری چند معیاره ترکیبی فازی به منظور ارزیابی و رتبه بندی تامین کنندگان یکی از مواد اولیه شرکت چوب و کاغذ مازندران است به طوری که روابط بین معیارهای تصمیم گیری در فرایند انتخاب تامین کننده مورد توجه قرار گیرد. الگوریتم مدل ارائه شده بدین صورت است که ابتدا معیارهای مد نظر در ارزیابی تامین کنندگان از طریق مصاحبه با مدیران و کارشناسان سازمان بدست می آیند. در ادامه توسط ابزار پرسشنامه نظرات کارشناسان در مورد ارتباط بین معیارها کسب می گردند و با استفاده از روش ISM نمودار روابط بین معیارها ترسیم می شود. در مرحله بعد توسط روش AHP فازی و با استفاده از نظرات کارشناسان در مورد ارجحیت معیارها نسبت به یکدیگر وزن معیارها تعیین می شوند. در این قسمت از مدل از کارشناسان خواسته می شود تا نظرات خود را در مورد عملکرد هر یک از تامین کنندگان و با استفاده از متغیرهای زبانی بیان نمایند. سپس اندازه فازی معیارها محاسبه شده و با توجه به روابط معیارها با یکدیگر و همچنین روش رتبه بندی انتگرال فازی امتیاز هر تامین کننده تعیین شده و تامین کنندگان رتبه بندی می شوند. در انتها نیز با توجه به امتیازات تامین کنندگان پیشنهاداتی جهت بهبود عملکرد ارائه می شود.			

## فهرست مطالب

فصل اول : کلیات تحقیق .....	۱
۱-۱: مقدمه .....	۲
۲-۱: بیان مساله.....	۳
۳-۱: اهمیت و ضرورت تحقیق .....	۳
۴-۱: اهداف تحقیق .....	۴
۵-۱: سؤالات تحقیق .....	۴
۶-۱: پیش فرض ها .....	۵
۷-۱: سازمان های استفاده کننده از نتایج تحقیق .....	۵
۸-۱: قلمرو مکانی تحقیق .....	۶
۹-۱: قلمرو زمانی تحقیق .....	۶
۱۰-۱: شرح واژه های کلیدی پژوهش .....	۶
۱۱-۱: محدودیت های تحقیق .....	۷
۱۲-۱: ساختار نگارش تحقیق .....	۷
منابع فصل اول .....	۸
فصل دوم : مبانی نظری و پیشینه تحقیق .....	۹
۱-۲: مقدمه .....	۱۰
۲-۲: تامین کنندگان .....	۱۰
۱-۲-۲: تامین کنندگان در زنجیره تامین .....	۱۰

- ۲-۲-۲: تامین کنندگان در فرایند خرید ..... ۱۱
- ۳-۲-۲: مراحل انتخاب تامین کنندگان ..... ۱۲
- ۴-۲-۲: تعیین معیارهای انتخاب تامین کننده ..... ۱۳
- ۵-۲-۲: پیش ارزیابی تامین کنندگان ..... ۱۷
- ۱-۵-۲-۲: روش های قطعی ..... ۱۷
- ۲-۵-۲-۲: روش تحلیل پوششی داده ها. .... ۱۸
- ۳-۵-۲-۲: روش تحلیل خوشه ای ..... ۱۸
- ۴-۵-۲-۲: روش سیستم های استدلال مبتنی بر مورد ..... ۱۹
- ۶-۲-۲: انتخاب تامین کنندگان نهایی ..... ۱۹
- ۱-۶-۲-۲: مدل های وزن دهی خطی ..... ۱۹
- ۲-۶-۲-۲: مدل های هزینه کل مالکیت ..... ۲۱
- ۳-۶-۲-۲: مدل های برنامه ریزی ریاضی ..... ۲۲
- ۴-۶-۲-۲: مدل های آماری ..... ۲۳
- ۵-۶-۲-۲: مدل های بر اساس هوش مصنوعی ..... ۲۴
- ۳-۲: تئوری مجموعه های فازی ..... ۲۵
- ۱-۳-۲: مجموعه های کلاسیک و معرفی مجموعه های فازی ..... ۲۶
- تعریف ۱-۲: مجموعه فازی ..... ۲۷
- ۲-۳-۲: عملیات در مجموعه های فازی ..... ۲۷
- ۳-۳-۲: نظریه عملیات مجموعه های فازی ..... ۲۸



- تعریف ۲-۲ : مجموعه های فازی گسسته و پیوسته ..... ۳۰
- تعریف ۳-۲ : برش  $\alpha$  در مجموعه های فازی ..... ۳۰
- تعریف ۴-۲ : ارتفاع مجموعه فازی ..... ۳۱
- تعریف ۵-۲ : مجموعه فازی نرمال ..... ۳۱
- تعریف ۶-۲ : کاردینالیتی یک مجموعه فازی ..... ۳۲
- تعریف ۷-۲ : جمع جبری یک مجموعه فازی ..... ۳۲
- تعریف ۸-۲ : جمع کران دار یک مجموعه فازی ..... ۳۲
- تعریف ۹-۲ : ضرب جبری مجموعه های فازی ..... ۳۳
- تعریف ۱۰-۲ : مجموعه پشتیبان ..... ۳۳
- تعریف ۱۱-۲ : عدد فازی ..... ۳۳
- تعریف ۱۲-۲ : عدد فازی مثلثی ..... ۳۴
- تعریف ۱۳-۲ : عدد فازی ذوزنقه ای ..... ۳۴
- ۴-۳-۲ : تبدیل کمیت های فازی به کلاسیک ..... ۳۴
- ۱-۴-۳-۲ : روش برش  $\alpha$  ..... ۳۵
- ۲-۴-۳-۲ : روش درجه عضویت حداکثر ..... ۳۵
- ۳-۴-۳-۲ : روش مرکز ثقل ..... ۳۶
- ۴-۴-۳-۲ : روش میانگین وزنی ..... ۳۷
- ۶-۴-۳-۲ : روش مرکز ناحیه ..... ۳۸
- ۵-۳-۲ : تبدیل واژه های زبانی به اعداد فازی ..... ۳۸

۴-۲: تصمیم گیری	۳۹
۱-۴-۲: تصمیم گیری چند معیاره	۴۱
۲-۴-۲: تصمیم گیری در محیط فازی	۴۲
۳-۴-۲: تصمیم گیری چند معیاره فازی	۴۳
۵-۲: فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی	۴۴
۱-۵-۲: AHP فازی با استفاده از آنتروپی شانون	۴۴
۲-۴-۲: AHP فازی با استفاده از متغیر های زبانی	۴۷
۳-۴-۲: روش تحلیل توسعه ای	۴۸
منابع فصل دوم	۵۴
<b>فصل سوم: روش شناسی</b>	۶۰
۱-۳: مقدمه	۶۱
۲-۳: جامعه آماری	۶۱
۳-۳: روش نمونه گیری	۶۲
۴-۳: روش جمع آوری اطلاعات	۶۲
۵-۳: متغیر های تحقیق	۶۳
۶-۳: روش تحقیق	۶۳
۱-۶-۳: روش ISM	۶۴
۲-۶-۳: اندازه فازی	۷۰
۳-۶-۳: انتگرال فازی	۷۵

منابع فصل سوم .....	۸۲
<b>فصل چهارم: اجرای مدل .....</b>	<b>۸۳</b>
۱-۴: مقدمه .....	۸۴
۲-۴: تعیین معیارهای ارزیابی تامین کنندگان .....	۸۴
۳-۴: تعیین روابط بین زیر معیارها .....	۸۶
۱-۳-۴: تعیین روابط بین زیر معیارهای معیار کیفیت .....	۸۷
۲-۳-۴: تعیین روابط بین زیر معیارهای معیار قیمت .....	۹۱
۳-۳-۴: تعیین روابط بین زیر معیارهای معیار پشتیبانی زنجیره تامین .....	۹۲
۴-۳-۴: تعیین روابط بین زیر معیارهای معیار ساختار تولیدی .....	۹۳
۵-۳-۴: تعیین روابط بین زیر معیارهای معیار ویژگی های سازمانی .....	۹۴
۴-۴: به دست آوردن وزن معیارها و زیرمعیارها توسط روش AHP فازی .....	۹۵
۱-۴-۴: تعیین وزن معیارهای اصلی .....	۹۷
۲-۴-۴: تعیین وزن زیر معیارهای معیار کیفیت .....	۱۰۱
۳-۴-۴: تعیین وزن زیر معیارهای معیار قیمت .....	۱۰۳
۴-۴-۴: تعیین وزن زیر معیارهای معیار پشتیبانی زنجیره تامین .....	۱۰۵
۵-۴-۴: تعیین وزن زیر معیارهای معیار ساختار تولیدی .....	۱۰۶
۶-۴-۴: تعیین وزن زیر معیارهای ویژگی های سازمانی .....	۱۰۶
۵-۴: تعیین عملکرد فازی هر تامین کننده نسبت به هر زیر معیار .....	۱۰۷
۶-۴: محاسبه اندازه فازی زیر معیارها .....	۱۱۴

۱-۶-۴: تعیین اندازه های فازی زیر معیار های معیار کیفیت .....	۱۱۵
۲-۶-۴: تعیین اندازه های فازی زیر معیار های معیار قیمت .....	۱۱۶
۳-۶-۴: تعیین اندازه های فازی زیر معیار های معیار پشتیبانی زنجیره تامین .....	۱۱۸
۴-۶-۴: تعیین اندازه های فازی زیر معیار های معیار ساختار تولیدی .....	۱۱۹
۵-۶-۴: تعیین اندازه های فازی زیر معیار های معیار ویژگی های سازمانی .....	۱۱۹
۷-۴: رتبه بندی تامین کنندگان توسط روش انتگرال فازی .....	۱۲۰
۱-۷-۴: خروجی نرم افزار انتگرال فازی برای زیر معیارهای معیار کیفیت .....	۱۲۱
۲-۷-۴: خروجی نرم افزار انتگرال فازی برای زیر معیارهای معیار قیمت .....	۱۲۲
۳-۷-۴: خروجی نرم افزار انتگرال فازی برای زیر معیارهای معیار پشتیبانی زنجیره تامین .....	۱۲۳
۳-۷-۴: خروجی نرم افزار انتگرال فازی برای زیر معیارهای معیار ساختار تولیدی .....	۱۲۵
۸-۴: محاسبه امتیاز نهایی تامین کنندگان .....	۱۲۶
۹-۴: تجزیه و تحلیل و جمع بندی نهایی .....	۱۲۸
منابع فصل چهارم .....	۱۳۱
<b>فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات</b> .....	۱۳۲
۱-۵: جمع بندی و نتیجه گیری .....	۱۳۳
۱-۵: پیشنهادات .....	۱۳۴
<b>پیوست ها</b> .....	۱۳۷
پیوست ۱- مدیریت زنجیره تامین .....	۱۳۸
پیوست ۲- روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) .....	۱۴۱

۱۵۲	..... پیوست ۳- نظرات کارشناسان
۱۷۲	..... پیوست ۴- الگوریتم بخش ۳-۶-۲ به زبان برنامه نویسی ویژوال بیسیک
۱۷۷	..... منابع پیوست ها

فصل اول

کلیات تحقیق

## ۱-۱: مقدمه

در جهان صنعتی امروز که تحت تاثیر رقابت های تنگاتنگ صنعتی است ضرورت توجه به کیفیت محصول یا خدمات نهایی و بهبود مستمر آن برای مدیران هر سازمان تولیدی یا خدماتی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. به بیان دیگر، مطلوب بودن کیفیت محصول و خدمات نهایی، دیگر به تنهایی عامل اساسی برای موفقیت در رقابت و حضور برتر و پیوسته در بازار به شمار نمی آید. بلکه عوامل موثر و متعدد دیگری نیز مطرح شده اند که در زمره آنها اطمینان مشتریان از توانائی سازمان ها در استمرار سطح کیفیت محصول یا خدماتی است که تولید و عرضه می نمایند. بر این اساس می توان گفت که توجه اصلی از مطلوب بودن کیفیت محصول یا خدمات نهایی، به کیفیت در عملکردها و فرایندهای تاثیر گذار بر کیفیت و سطح مطلوب خدمات، در سراسر ساختار موسسه و در مجموعه نرم افزارها و سخت افزارها معطوف شده است. از طرف دیگر با توجه به رقابت شدید، پیشرفت سریع تکنولوژی، چرخه کوتاه تولید و نیاز به خدمت دهی در سطح بالا به مشتری، دیگر شرکت ها نمی توانند به تنهایی از عهده همه فعالیت های خود بر آیند به طوری که امروزه رقابت از سطح سازمان ها به سطح زنجیره عرضه حرکت کرده است و شاخص خدمات مطلوب در سیستم نظام گرا در طول زنجیره عرضه مورد نظر می باشد. در چارچوب این زنجیره عرضه، شرکت ها مجبورند قسمتی یا تمامی عملیات تولیدی خود را در خارج از سازمان توسط تامین کنندگان انجام دهند. در این جاست که شرکت ها، تامین کنندگان خود را به عنوان یکی از حلقه های بسیار مهم زنجیره عرضه تلقی کرده و از این رو تامین کنندگان قسمت عمده ای از انجام عملکردها و فرایندهای تاثیر گذار بر کیفیت محصول یا خدمات نهایی شرکت را به عهده دارند. در واقع در یک زنجیره عرضه، سازمان ها خود در زمره مشتریان تامین کنندگان محسوب می گردند و بدیهی است که هر گونه کیفیت و خدمات نامطلوب از سوی تامین کنندگان به سازمان ها مانند موجی به مشتریان نهایی خواهد رسید.

متخصصان امر بر این باورند که بخش عمده ای از مشکلات سازمان ها، ناشی از انتخاب و مدیریت ضعیف تامین کنندگان می باشد [۵]. بنابراین سازمان ها تلاش خواهند کرد تا با احاطه بر وظایف تامین کنندگان، انتخاب درست و مدیریت آن ها بخش اعظمی از مشکلات خود را از میان بردارند. اهمیت مساله انتخاب تامین کننده تا آنجاست که پیوند استراتژیک و مناسب با تامین کنندگان مناسب می تواند

موجب رشد و شکوفایی سازمان شود و بالعکس عدم انتخاب درست تامین کنندگان می توان موجب رکود و حتی زوال سازمان گردد.

در فصل اول، هدف، بیان کلیاتی از تحقیق شامل مواردی مانند بیان مساله، اهمیت و ضرورت تحقیق، اهداف تحقیق، سؤالات تحقیق و ... است تا خواننده با ساختار کلی آن آشنا شود.

## ۱-۲: بیان مساله

مساله انتخاب تامین کننده از معیارهای متعددی تشکیل شده است که هر کدام از این معیارها ممکن است به زیر معیارهایی تقسیم شوند. هر کدام از این معیارها و زیر معیارها، به تنهایی وزن و تاثیر خود را در فرایند انتخاب تامین کننده دارند. در مسائل واقعی و در یک سیستم انتخاب تامین کننده، ممکن است اجزای آن متاثر از یکدیگر بوده و دارای اثر متقابل باشند [۸]. در تحقیقات گذشته که با تصمیم‌گیری چند معیاره و روشهای دیگر انجام شده است، معیارهای گزینش عمدتاً از یکدیگر مستقل فرض شده‌اند و تاثیر آنها بر یکدیگر و بر فرایند انتخاب کمتر مورد توجه قرار گرفته شده است. در حالی که اغلب معیارها از یکدیگر مستقل نمی‌باشند و اثر ترکیبی که بر یکدیگر و در نتیجه بر کل فرایند ارزیابی می‌گذارند باید مد نظر قرار گیرد [۱۰]. روش رتبه بندی غیر جمعی انتگرال فازی احتیاج به فرض استقلال معیارها ندارد و روش مناسبی برای برآورد قضاوت‌های ذهنی ارزیابان می باشد [۹]. در این تحقیق با تلفیق روش تصمیم‌گیری چند معیاره فازی و مفاهیم انتگرال فازی و اندازه فازی، فرایند مساله وابستگی زیر معیارها در نظر گرفته شده و تامین کنندگان در یک فرایند تحلیل سلسله مراتبی ارزیابی و انتخاب می شوند.

## ۱-۳: اهمیت و ضرورت تحقیق

امروزه مدیریت زنجیره تامین بعنوان یک عنصر بسیار حیاتی و تاثیر گذار در استراتژی های سازمان ها است و یکی از موثرترین راه ها برای ایجاد ارزش برای مشتریان می باشد. ساختار زنجیره تامین متشکل از تامین کنندگان بالقوه، تولید کنندگان، توزیع کنندگان، خرده فروشان، مشتری و ... می باشد و تامین کنندگان به عنوان یکی از اعضای با اهمیت زنجیره تامین نقش بسیار اساسی را در دست یابی به اهداف یک زنجیره تامین ایفا می کنند [۳]. انتخاب یک تامین کننده مناسب می تواند سبب افزایش ارزش ایجاد شده در یک زنجیره تامین گردد که منفعت آن به تمامی اجزای دخیل در زنجیره تامین خواهد رسید.



در نتیجه ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان مناسب و پیوندهای استراتژیک با آنها جز انکارناپذیری از یک زنجیره تامین می باشد که می تواند سبب بهبود عملکرد در بسیاری از موارد شامل: کاستن از هزینه ها توسط حذف ضایعات، بهبود مستمر کیفیت به منظور دستیابی به نرخ عیوب صفر، بهبود قابلیت انعطاف به منظور ارضای نیازهای مشتریان نهایی، کاهش زمان تاخیر در مراحل مختلف زنجیره تامین و ... شود [۶].

## ۴-۱: اهداف تحقیق

### الف) اهداف کلی

هدف این تحقیق استفاده از یک مدل رتبه بندی غیر جمعی برای ارزیابی و رتبه بندی تامین کنندگان یکی از مواد اولیه انتخابی شرکت چوب و کاغذ مازندران می باشد.

### ب) اهداف جزئی

- تعیین وزن هر یک از معیارها و زیر معیارها در فرایند انتخاب تامین کننده
- تعیین وزن مشترک زیرمعیارها در فرایند انتخاب تامین کننده
- تعیین رابطه بین زیر معیارها در فرایند انتخاب تامین کننده
- تعیین نوع ویژگی زیر معیارها (هم افزایی، جمعی، جایگزینی) در فرایند انتخاب تامین کننده
- اولویت بندی تامین کنندگان با استفاده از مدل ارائه شده
- مقایسه دو روش انتگرال فازی چوکت و انتگرال فازی سوگنو

## ۵-۱: سؤالات تحقیق

در تحقیق حاضر به دنبال یافتن جواب سؤالات زیر هستیم :

- ۱- میزان اهمیت هر یک از معیارها و زیر معیارها در فرایند انتخاب تامین کننده چقدر است؟
- ۲- کدامیک از زیر معیارها بر یکدیگر اثر گذارند؟
- ۳- زیر معیارهای هر یک از معیارهای اصلی دارای چه ویژگی اعم از هم افزایی، جمعی و جایگزینی می باشند؟

۴- الویت بندی گروه تامین کنندگان انتخاب شده به چه صورت است؟

۵- در تحقیق حاضر کدامیک از روش های انتگرال فازی سوگنو و انتگرال فازی چوکت جهت ارزیابی تامین کنندگان مناسب تر است؟

## ۱-۶: پیش فرض ها

در سراسر این تحقیق فرض می شود که موارد زیر برقرار هستند :

۱- معیارهای بالاترین سطح که همان معیارهای اصلی انتخاب تامین کننده هستند از یکدیگرمستقل اند و هیچگونه رابطه ای با یکدیگر ندارند و اثری روی هم نمی گذارند. لذا در فرایند ارزیابی و انتخاب به بررسی قابلیت ترکیبی زیر معیارها پرداخته می شود و از پرداختن به اثر ترکیبی معیارها صرفنظر خواهد شد.

۲- نظرات کارشناسان که در قالب ماتریس مقایسه بدست می آید، سازگار است. به عبارت دیگر فرض بر این است که هر یک از کارشناسان بر اهمیت معیارها بر یکدیگر اشراف کامل دارد و ماتریس های فازی بدست آمده از نظرات آن ها سازگار است.

۳- در طول این تحقیق وزن نظرات هر کدام از کارشناسان با یکدیگر برابر می باشد و نظرات آن ها از اهمیت کاملاً یکسانی برخوردار خواهد بود.

## ۱-۷: سازمان های استفاده کننده از نتایج تحقیق

با توجه به کاربردی بودن این تحقیق، کلیه شرکت ها و سازمان هایی که خدمات و مواد اولیه خود را خارج از سازمان دریافت می کنند می توانند از نتایج این تحقیق استفاده کنند. از آنجایی که ارتباط با یک تامین کننده مناسب یکی از اجزای حیاتی یک زنجیره تامین می باشد این تحقیق برای سازمانهایی که خواستار دستیابی به مزیت رقابتی از طریق مدیریت صحیح زنجیره تامین هستند، بسیار مفید می باشد. همچنین به این علت که پژوهش اخیر از ساختار تصمیم گیری چند معیاره برای انتخاب تامین کننده استفاده می کند می توان از آن در کلیه تصمیم گیری هایی که در آن تصمیم گیرنده با یک ساختار پیچیده، چند معیاره و با اثر گذاری معیارها بر یکدیگر روبرو است، استفاده نمود.

## ۸-۱: قلمرو مکانی تحقیق

قلمرو مکانی تحقیق حاضر، تامین کنندگان یکی از مواد اولیه انتخابی شرکت چوب و کاغذ مازندران می باشد.

## ۹-۱: قلمرو زمانی تحقیق

قلمرو زمانی تحقیق ابتدای سال ۱۳۸۸ تا پایان آبان سال ۱۳۸۸ می باشد.

## ۱۰-۱: شرح واژه های کلیدی پژوهش

**زنجیره تامین:** شامل دو یا چند سازمان است که بطور قانونی از یکدیگر جدا بوده و توسط جریان های مواد، مالی و اطلاعات به هم مرتبط هستند و هدف آن ها ارائه خدمت یا محصول به مشتری نهایی می باشد [۴].

**مدیریت زنجیره تامین:** مدیریت زنجیره تأمین به عنوان مجموعه ای از رویکردها و تلاش هایی بشمار می رود که از تولیدکنندگان، عرضه کنندگان و توزیع کنندگان حمایت نموده و زنجیره ارزش را به گونه ای هماهنگ می نمایند که محصولات در مقادیر مناسب، زمان مناسب و مکان مناسب تولید و توزیع گردیده تا در نتیجه رضایت مشتری حاصل گردد [۴].

**تامین کننده:** به سازمانی اطلاق می شود که کالای مورد نیاز سازمان دیگر را به مقدار مناسب، در زمان مناسب و تحت شرایط مورد نیاز فراهم سازد [۷].

**ارزیابی تامین کننده:** عبارت است از مجموعه اقداماتی که توسط مدیران و عوامل خرید در راستای اهداف استراتژیک سازمان از جمله کاهش هزینه ها، تامین نیازهای مشتری، و افزایش رضایت مشتری به منظور شناسایی تامین کننده صورت می گیرد [۷].

**انتخاب تامین کننده:** فرایند یافتن تامین کننده یا تامین کنندگان مناسب که بیشترین میزان انطباق را با معیارهای مورد نظر سازمان داشته باشند [۷].

**تصمیم گیری چند معیاره:** شاخه ای از علم تصمیم گیری می باشد که شامل مجموعه ای از روش ها است که هدف آن انتخاب گزینه برتر از بین چندین گزینه با در نظر گرفتن معیارهای مطلوب می باشد [۱].

**روش های جمعی:** روش های تصمیم گیری هستند که در آن ها وزن های معیارهای مد نظر در ارزیابی گزینه ها نرمال هستند [۸].

**روش های غیر جمعی:** روش های تصمیم گیری هستند که در آن ها وزن های معیارهای مد نظر در ارزیابی گزینه ها لزوما نرمال نیستند [۸].

## ۱-۱: محدودیت های تحقیق

عدم دسترسی سریع و آسان به اطلاعات ( این مشکل در تمامی تحقیقات در زمینه های مختلف در کشور وجود دارد) که ناشی از عدم وجود اطلاعات یا عدم همکاری دارندگان اطلاعات با محققان می باشد. برای از بین بردن محدودیت عدم وجود اطلاعات در مورد سوابق خرید از تامین کنندگان، محقق با بکارگیری مفهوم فازی و در نظر گرفتن نظرات کارشناسان خبره خلا عدم وجود اطلاعات را پر نموده است. همچنین محقق سعی نموده است در طی تحقیق، کارشناسان و مدیران سازمان را در مورد اهمیت و تاثیرات موضوع تحقیق بر پیشرفت سازمان آگاه سازد تا مشکل عدم همکاری بعضی از کارشناسان یا مدیران تا حدودی بر طرف گردد.

## ۱-۲: ساختار نگارش تحقیق

تحقیق حاضر مشتمل بر پنج فصل خواهد بود که فصل اول مربوط به کلیات تحقیق بوده و شامل مواردی همچون مقدمه، ضرورت انجام تحقیق، اهداف، کاربردهای تحقیق، پیش فرض های تحقیق و ... است. در فصل دوم، که مربوط به مبانی نظری و پیشینه تحقیق می باشد، در ابتدا مساله انتخاب تامین کننده و مراحل آن مورد بررسی قرار گرفته و سپس تحقیقات انجام شده پیرامون موضوع تحقیق با تکیه بر دسته بندی آن ها مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار می گیرد و در آخر نیز با پرداختن به برخی از مفاهیم مرتبط با نظریه مجموعه های فازی به اتمام می رسد. در فصل سوم به بررسی مدل ارائه شده و الگوریتم آن جهت انتخاب تامین کننده مناسب پرداخته می شود. فصل چهارم شامل اجرای گام به گام مدل ارائه شده

همراه با مطالعه موردی خواهد بود. در نهایت، فصل پنجم به نتیجه گیری، جمع بندی و پیشنهادات اختصاص دارد.

### منابع:

- ۱- مومنی، منصور، ۱۳۸۵، مباحث نوین در تحقیق در عملیات، انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.
2. Chu, M.T., Shyu, J.Z. and Tzeng, G.H., (2007), Using Non-additive Fuzzy Integral to Assess Performances of Organizational Transformation Via Communities of Practice, IEEE Transactions on Engineering Management, 54( 2), 327-339.
3. Hang Hong, G., Park, S.C., Jang, D.S. and Hyung, M.R., (2005), An effective supplier selection method for constructing a competitive supply-relationship, Expert Systems with Applications, 28, 629-639.
4. Lowson, B., Russell, K. and Hunter, A., (1999), Managing the Supply Chain to Meet Consumer Demand, John Wiley & Sons, New York.
5. Monczka, R., Trent, R. and Handfield, R., (1998), Purchasing and supply chain management, southwestern college, Cincinnati, Ohio, USA.
6. Shyur, H.J. and Shih, H.S., (2006), A hybrid MCDM model for strategic vendor selection, Mathematical and Computer Modeling, 44, 749-761.
7. Sonmez, M., (2006), A review and critique of supplier selection process and practices, Occasional Papers Series, Loughborough University.
8. Tseng, M.L., Jui, H. C. and Lawrence, W. L., (2009), Selection of optimal supplier in supply chain management strategy with analytic network process and choquet integral, Computers & Industrial Engineering,
9. Tzeng, G.H., Yang, Y.P.O., Lin, C.T. and Chen, C.B., (2005), Hierarchical MADM with fuzzy integral for evaluating enterprise intranet web sites, Information Sciences, 169, 409-426.
10. Yang, J.L., Chiu, H.N., Tzeng, G.H., and Yeh, R.H., (2008), Vendor selection with independent and interdependent relationships, Information Sciences, 178, 4166-4183.

## فصل ۲

# مبانی نظری و پیشینه تحقیق

## ۲-۱: مقدمه

هدف از این فصل ارائه کلیاتی از مبانی نظری تحقیق شامل آشنایی با تامین کنندگان و نقش و اهمیت آنها در زنجیره تامین و فرایند خرید، مراحل انتخاب تامین کننده مناسب، آشنایی با تئوری مجموعه های فازی، تصمیم گیری و تصمیم گیری چند معیاره فازی و روش های ارائه شده برای روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی و همچنین آشنایی با پیشینه تحقیق شامل تحقیقات انجام شده در زمینه مراحل مختلف انتخاب تامین کننده در گذشته می باشد.

## ۲-۲: تامین کنندگان

### ۲-۲-۱: تامین کنندگان در زنجیره تامین

با تغییر بازارها، تغییر روز افزون نیازها و سلیقه مشتریان و تبدیل شدن محیط کسب و کار به محیطی که در آن سازمان ها باید از کمترین فرصت بیشترین بهره را بگیرند و برای بقا و موفقیت خود بجنگند، توجه به عوامل موفقیت را که توجه به آن سازمان ها را در مسیر موفقیت و پیشگامی قرار می دهد، سخت مورد توجه قرار گرفته است [۶۱]. سازمان ها می دانند که حیات آنها وابسته به مشتری است و باید در مقابل تغییرات حاکم انعطاف پذیری لازم را داشته باشند. در این مسیر سازمان ها به شیوه های مختلف به بازبینی و بازنگری استراتژی های خود پرداخته اند و رمز بقا را در رضایت مندی هر چه بیشتر مشتریان خود یافتند. لذا شرایط رقابت پذیری، انعطاف پذیری و تنوع محصولات مورد توجه سازمان ها و به ویژه سازمان های تولیدی قرار گرفته است. در این راستا یکی از فلسفه هایی که مورد توجه قرار گرفت، فلسفه ی مدیریت زنجیره تامین بوده است [۴۴]. در این نگرش ارضای نیازهای مشتری، تنها، وظیفه سازمان نیست بلکه اعضای زنجیره نیز باید به شکلی موثر در این امر دخیل باشند. هم چنین نه یک تامین کننده بلکه مجموعه ای از تامین کنندگان به منظور مشارکت مد نظر قرار می گیرند [۷۳]. در یک زنجیره تامین حضور تامین کنندگان در راس هرم و به عنوان سر آغاز تولید و ارائه خدمات حائز اهمیت است. با توجه به نقش کلیدی تامین کنندگان در فرایند پشتیبانی از تولید، توزیع و ارائه خدمات به متقاضیان کالا فرایندهایی مانند: تدارک، تامین به موقع کالا یا خدمات، دستیابی به کیفیت بیشتر و هزینه تمام شده کمتر، رضایت مشتریان و ... تنها در سایه انتخاب تامین کنندگان مناسب که

بتوانند همگام با سازمان در جهت دستیابی به اهداف ذکر شده تلاش کنند، امکان پذیر خواهد بود [۸۰]. آنچه امروزه مشاهده می شود رقابت بین سازمان ها در حال تبدیل به رقابت بین زنجیره های تامین است که این به معنی همکاری نزدیک تر اعضای زنجیره تامین برای به دست آوردن مزیت رقابتی می باشد. در این حالت ارتباط یا به عبارتی به اشتراک گذاری اطلاعات یک معیار کلیدی برای شرکت های خریدار در انتخاب تامین کنندگان می باشد و سازمان ها می بایست یک ارتباط بلند مدت با تامین کنندگان اصلی خود را جایگزین ارتباط کوتاه مدت کنند [۴۴].

## ۲-۲-۲: تامین کنندگان در فرایند خرید

در دنیای تجارت دو نوع خرید وجود دارد که از انواع اصلی آن به شمار می رود. خرید برای فروش و خرید برای مصرف یا تبدیل. خرید برای فروش مجدد توسط دلالان و بازرگانان صورت می گیرد، اما خرید برای مصرف توسط مامورین خرید صنعتی صورت می گیرد. در ادبیات مربوط به ارزیابی تامین کنندگان منظور از خرید، خرید صنعتی بوده که برای مصرف (در راستای تولید) صورت می گیرد. در اغلب صنایع، هزینه خرید مواد اولیه و لوازم جانبی به بیش از ۷۰ درصد قیمت تمام شده یک محصول می رسد. همچنین در صنایع با تکنولوژی بالا هزینه مواد خرید شده و خدمات یک محصول، بیش از ۸۰ درصد قیمت تمام شده یک محصول را تشکیل می دهد [۱۷]. از طرفی در سازمان های تولید کننده، سهم خرید از کل گردش مالی بین ۵۰ تا ۹۰ درصد است. با این اوصاف بدیهی است که تصمیم گیری در مورد خرید و استراتژی های مربوط به آن تاثیر مستقیم بر سود آوری سازمان دارد.

همان طور که بیان شد خرید صنعتی توسط مامورین خرید صنعتی انجام می شود. این اشخاص بر طبق پیش بینی فروش و برنامه تولید، کار خرید را هماهنگ می سازند و با در نظر گرفتن سود هر دو طرف افرادی را که می خواهند از آنها خرید کنند انتخاب می کنند. آنچه مسلم است انتخاب یک مجموعه خوب از تامین کنندگان که به صورت منسجم با یک سازمان در همکاری باشند، از عوامل موفقیت آن سازمان محسوب می شوند. انگلند<sup>۱</sup> (۱۹۷۵) ارزیابی و انتخاب تامین کننده را مهمترین مسئولیت واحد خرید می داند. وبر و

۱-England



همکارانش [۷۲] نیز تولید محصول با بهای تمام شده پائین را در محیط رقابتی امروز ممکن نمی دانند مگر با انتخاب تامین کنندگان مناسب.

## ۲-۲-۳: مراحل انتخاب تامین کنندگان

انتخاب تامین کننده مناسب در پنج مرحله اصلی انجام می پذیرد. در مرحله اول سازمان به منظور ارائه محصول یا خدمات جدید احتیاج به تامین مواد اولیه و یا خدمات دیگر از خارج از سازمان دارد. در این مرحله مساله نیاز به یک تامین کننده ظاهر خواهد شد. در مرحله دوم که مرحله اساسی و پایه ی تصمیم گیری در مورد انتخاب تامین کننده می باشد، کارشناسان مربوطه با بررسی و در نظر گرفتن استراتژی ها و شرایط سازمان، لیستی از معیارهایی را تعیین می کنند که تامین کننده ملزم به دارا بودن آن است. در صورتی که سازمان با تعداد تامین کنندگان بیشتر از نیاز خود مواجه باشد لازم است که یک فرایند پیش ارزیابی را اجرا نماید که در آن از بین تامین کنندگان اولیه تعدادی به عنوان تامین کنندگان بالقوه انتخاب می شوند. در مرحله چهارم که مرحله ارزیابی نهایی است با استفاده از یکی از روشهای انتخاب تامین کننده، تامین کننده یا تامین کنندگان نهایی از بین تامین کنندگان بالقوه انتخاب می شوند. این عمل پایان کار نبوده و بلکه تامین کننده باید به طور مستمر و پیوسته توسط سازمان ارزیابی شود [۶۵]. در جدول ۲-۱ پنج مرحله ی فرایند انتخاب تامین کننده بیان شده است.

جدول ۲-۱. پنج مرحله ی فرایند انتخاب تامین کننده، منبع: [۶۵]

مرحله ۱	مرحله ۲	مرحله ۳	مرحله ۴	مرحله ۵
احساس نیاز به تامین کننده	تعیین معیارهای مورد نظر	پیش ارزیابی تامین کنندگان	انتخاب تامین کننده نهایی	ارزیابی مستمر و پیوسته تامین کننده

در مورد مرحله اول لازم به ذکر است که هر سازمانی که درحال فعالیت تولیدی یا ارائه خدمات به مشتریان است، خود نیز مشتری تامین کنندگان خود است. لذا می توان گفت هر سازمانی که در حال حیات است،

احساس نیاز به یک یا چندین تامین کننده خواهد داشت. در ادامه، مساله انتخاب تامین کننده با تاکید بر فعالیت های گذشته مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

## ۲-۲-۴: تعیین معیارهای انتخاب تامین کننده

سازمان ها معمولاً پتانسیل تامین کننده را ارزیابی می کنند و جهت این ارزیابی معیارهایی را به کار می برند. این معیارها با توجه به نوع فعالیت و کسب و کار، استراتژی های سازمان، نوع ساختار تامین کننده و ... تعیین می گردد. با توجه به پیچیده تر شدن کسب و کارها و تاثیر گذاری عوامل بسیار زیاد در موفقیت سازمان ها، فرایند انتخاب تامین کننده اصولاً شامل بیش از یک معیار می باشد. لذا فرایند انتخاب تامین کننده یک مساله تصمیم گیری چند معیاره است. مدیران خرید، در ابتدا تامین کنندگان خود را توسط سه معیار اولیه قیمت، کیفیت و زمان تحویل ارزیابی می کنند. این سه معیار اصولاً اساسی ترین و بحرانی ترین معیارها توسط سازمان های خریدار می باشد. اگر چه این سه معیار برای اکثر سازمان ها در فرایند خرید صادق است اما ممکن است همه معیارهای لازم را در بر نگیرد. بنابراین برای انتخاب تامین کننده تحلیل های عمیق تر از توانایی های آنها و مطالعات بیشتر جهت ارزیابی درست آنها لازم است.

در گذشته تحقیقات بسیار زیادی به منظور شناسایی معیارهای مورد نیاز در انتخاب تامین کننده انجام پذیرفته است. اولین مطالعه توسط دیکسون [۳۳] انجام شد. وی خلاصه ای از یک لیست شامل حداقل ۵۰ عامل مختلف را که توسط نویسندگان بیان شده بود، جهت بررسی در تصمیمات انتخاب تامین کننده تهیه نمود. دیکسون پرسشنامه هایی را برای ۲۱۳ نماینده و مدیر فروش در سراسر آمریکا فرستاد و از این تعداد ۱۷۰ عدد را دریافت کرد. خلاصه یافته های دیکسون درباره معیارها و اهمیت آنها در جدول ۲-۲ آمده است. همان طور که مشاهده می شود، دیکسون معیارها را اولویت بندی نمود. وی به معیار کیفیت بیشترین امتیاز و به معیار خرید های آتی با توافق دو جانبه، کمترین امتیاز را داد. تحقیقات بعدی در این زمینه به شدت متأثر از کار دیکسون بوده است به نوعی گسترش آن محسوب می گردد.

جدول ۲-۲. معیارهای ارزیابی تامین کننده ی دیکسون، منبع: [۳۳]

رتبه	معیارها	میزان اهمیت
۱	کیفیت	اهمیت زیاد ( قابل توجه )
۲	تحويل به موقع	
۳	عملکرد گذشته	
۴	ضمانت ها و سیاست های تضمین کالا	
۵	ظرفیت و امکانات تولید	
۶	قیمت خالص	
۷	توانایی فنی	
۸	وضعیت مالی	
۹	شباهت روشهای تامین کننده در عملیات	اهمیت متوسط
۱۰	سیستم ارتباطی تامین کننده	
۱۱	موقعیت و اعتبار در صنعت	
۱۲	مطلوبیت برای انجام معامله با تامین کننده	
۱۳	مدیریت و سازمان تامین کننده	
۱۴	کنترل عملیات	
۱۵	خدمات پس از فروش	
۱۶	تمایل و علاقه مندی تامین کننده	
۱۷	اثر ایجاد شده توسط پرسنل تامین کننده در خریدار	
۱۸	توانایی بسته بندی	
۱۹	سوابق روابط کاری	
۲۰	موقعیت جغرافیایی	
۲۱	مقدار معاملات انجام شده در گذشته	
۲۲	میزان استفاده از کمکهای آموزشی	
۲۳	خرید های آتی با توافق دو جانبه	اهمیت پایین

ویلیام دمپسی [۳۲]، ۲۰ معیار ارزیابی تامین کننده را مورد بررسی قرار داده است. وی معتقد است که اهمیت شاخص انتخاب مهمتر از سایر بخش های فرایند انتخاب تامین کنندگان است. دمپسی معیارهای ارزیابی و انتخاب فروشندگان را به دو دسته معیارهای صریح شامل توانایی تحويل به موقع، کیفیت، قیمت و خدمات

تعمیر، توانایی فنی و عملکرد گذشته و ... و معیارهای ضمنی شامل شهرت، موقعیت مالی، شباهت رویه های کاری ارتباطات و تمایل تامین کننده به خریدار و ... تقسیم بندی نمود. دمپسی همچنین سه عامل را موثر در معیارهای انتخاب و استراتژی های خرید می داند که عبارتند از :

۱- عوامل خاص مخصوص صنعت

۲- عوامل سازمانی

۳- عامل اثر گذاری معیارها بر یکدیگر

جدول ۲-۳. معیارهای ارزیابی تامین کننده ی دمپسی، منبع: [۳۲]

ردیف	نوع معیار	معیار
۱	صریح	توانایی تحویل به موقع، قیمت، کیفیت، خدمات تعمیر، توانایی فنی، عملکرد گذشته
۲	ضمنی	شهرت، موقعیت مالی، شباهت رویه های کاری، ارتباطات، تمایل تامین کنندگان به خریدار

بچ [۷] نیز در سال ۱۹۸۷، ۵۱ معیار را برای انتخاب تامین کننده بیان کرده است و آنها را در هشت گروه طبقه بندی نموده است :

۱- کیفیت

۲- برنامه ریزی

۳- تسهیلات ماشین آلات

۴- کنترل

۵- تمایل و علاقه مندی فروشنده

۶- ابزار تامین کننده

۷- سازمان و مدیریت تامین کننده

۸- تعهد مسئولیت

الرام [۳۵] معیارهای انتخاب تامین کننده را که ۱۵ معیار بود، مورد مطالعه قرار داده و آنها را در ۴ طبقه بندی نموده است که در جدول ۲-۴ آمده است.

جدول ۲-۴. معیارهای ارزیابی تامین کننده ی الرام<sup>۲</sup>، منبع : [۳۵]

ردیف	طبقه	معیار
۱	مالی	عملکرد اقتصادی
۲	استراتژی ها و فرهنگ سازمانی	احساس اعتماد، تمایل وعلاقمندی مدیریت، دورنمای آینده، تناسب استراتژیک، سازگاری میان سطوح و وظایف شرکت های خریدار وتامین کننده
۳	تکنولوژیکی	ارزیابی تسهیلات، قابلیت تولید جاری وآینده، قابلیت طراحی تامین کننده، سرعت تامین کننده در بهبود و توسعه
۴	عوامل دیگر	سوابق ایمنی تامین کننده، منابع سازمان

ویر و همکارانش [۷۲] با مطالعه و دسته بندی حدود ۷۴ مقاله ارائه شده از سال ۱۹۶۶ به بعد، به بررسی تاثیر انتخاب تامین کننده در سیستم تولیدی JIT<sup>۳</sup> پرداختند. معیارهای مورد بررسی تقریباً همان معیارهایی بودند که توسط دیکسون ارائه شده بودند و تفاوت چندانی نداشتند. آنها به این نتیجه رسیدند که قیمت خالص، مهمترین معیار برای انتخاب تامین کننده است، زیرا تقریباً در ۸۰ درصد مقالات مطالعه شده، عامل قیمت در درجه اول اهمیت قرار داشت و تحویل به موقع، کیفیت، تسهیلات و قابلیت تولید به ترتیب در رده های بعدی اهمیت بودند. گرچه معیار های ویر و همکارانش با معیارهای دیکسون تفاوت چندانی با هم ندارند، اما برخی از معیارها توسط ویر و همکارانش [۷۲] توسعه یافتند و مفاهیم بیشتری را شامل شدند و همچنین آنها اولویت بندی جدیدی را برای معیارهای انتخاب ارائه کردند. از جمله معیارهایی که مفهوم آن گسترش پیدا کرد مفهوم قیمت بود. در تعریف دیکسون قیمت به معنای قیمت پیشنهادی توسط تامین کننده بود که شامل تخفیف و هزینه حمل نیز می شد. اما در توسعه این مفهوم به سایر هزینه های تامین کننده نیز توجه

<sup>۲</sup>-Ellram

<sup>۳</sup>-Just In Time

شده است. از جمله هزینه های ثابت، هزینه طراحی، هزینه تکنولوژی و هزینه خدمات پس از فروش. دیکسون معیار کیفیت را به این شکل بیان می کند: رعایت سازگاری با مشخصه های کیفی. اما در تعریف جدید مشخصه های دیگری به آن اضافه گردیده است از جمله سیستم ایزو ۹۰۰۱، بازرسی، پرسنل کنترل کیفی و ... . همچنین دیکسون معیار توزیع را به صورت رعایت زمان بندی حمل و نقل تعریف می کند اما تعاریف جدید مشخصه های زمان تحویل، ظرفیت توزیع، کیفیت حمل و نقل و قابلیت توزیع در سیستم تولید JIT را مورد توجه قرار داده است.

## ۲-۲-۵: پیش ارزیابی تامین کنندگان

در بحث انتخاب تامین کننده به علت ازدیاد مراکز انتخاب تامین کننده همواره کثرت انتخاب ها امری اجتناب ناپذیر است. در اکثر موارد تاکید بر این است که از بین تعداد بسیاری از تامین کنندگان، گزینه های برتر انتخاب شوند تا بتوان با آنها پیوندهای استراتژیک و روابط بلند مدت برقرار کرد. اساس این روش بر این است که همواره تعداد اندک تامین کنندگان بهتر و کاراتر از تعداد زیاد آنهاست. این همان رویکردی است که بسیاری از سازمان های ژاپنی از آن تبعیت می کنند و اصطلاحاً تک منبعی یا دو منبعی شده اند. به همین دلایل یک تصمیم گیرنده باید ابتدا بتواند از بین تعدادی از تامین کنندگان، عده ای را جدا کرده و از بین آنها انتخاب تامین کننده یا تامین کنندگان اصلی را انجام دهد. برای این منظور روش های زیادی به کار گرفته شده است که در ذیل به تعدادی از آنها اشاره می کنیم:

## ۲-۲-۵-۱: روش های قطعی<sup>۴</sup>

این روش ها مختص مدل های کیفی می باشند و بر پایه اطلاعات تجربی که براساس ارزیابی تامین کنندگان بدست می آید بنا شده است. در این نوع روشها عملکرد تامین کنندگان بر اساس سه معیار مثبت، خشتی و منفی انجام می شود. پس از اینکه تامین کننده بر اساس همه معیارها رتبه بندی شد، خریداران رتبه بندی نهایی را بر اساس یکی از این سه معیار انجام می دهند. روش های قطعی بطور گسترده توسط تیمرمن [۶۸]، زنز [۷۹] و هوشیار [۴۳] مورد بررسی قرار گرفته است [۲۷].

۴-Categorical methods

## ۲-۵-۲-۲: روش تحلیل پوششی داده ها<sup>۵</sup>

روش DEA بر اساس مفهوم کارایی گزینه های تصمیم گیری بنا نهاده شده است. در این روش گزینه ها بر اساس مزیت معیارها به عنوان خروجی و هزینه معیارها به عنوان ورودی ارزیابی می گردند. کارایی یک گزینه (در اینجا تامین کننده) نسبت مجموع وزنی خروجی اش (در اینجا عملکرد تامین کننده) به مجموع وزنی ورودی اش (هزینه استفاده از تامین کننده) است. برای هر تامین کننده، روش DEA مطلوب ترین مجموعه وزن ها را می یابد بطوری که این مجموعه وزن ها کارایی تامین کننده را به حداکثر خود برساند. بدین ترتیب روش DEA تامین کنندگان را به دو دسته ی تامین کنندگان کارآمد و نا کارآمد تقسیم می کند [۸۰].

ویر کاربرد DEA در انتخاب تامین کننده را در مقالات زیادی مورد بررسی قرار داده است که از این میان می توان به ویر و الرام [۷۶]، ویر و دسای [۷۴] و ویر و دیگران [۷۵]، اشاره کرد. همچنین از دیگر کارها در این زمینه می توان به [۱۱] و [۵۱] اشاره نمود.

## ۲-۵-۲-۳: روش تحلیل خوشه ای<sup>۶</sup> (CA)

CA یک روش پایه ای آماری می باشد که از الگوریتم کلاس بندی برای گروه بندی تعدادی از اقلام که بر اساس خاصیتشان امتیاز دهی شده و به شاخه هایی تقسیم شده اند، استفاده می کند. این شاخه ها طوری هستند که اختلاف بین اقلام یک شاخه کمترین مقدار و اختلاف بین اقلام یک شاخه و شاخه های دیگر بیشترین مقدار می باشد. از روش CA به منظور دسته بندی تامین کنندگان استفاده شده است. بدین ترتیب که تامین کنندگانی که بر اساس معیارهای تصمیم گیری ارزیابی و امتیاز دهی شده اند توسط این روش دسته بندی و مرتب شده اند. هینکل و همکارانش [۴۰] اولین افرادی بودند که این روش را بکار بردند و در ادامه این روش زیاد مورد بحث قرار نگرفت تا اینکه ۲۰ سال بعد هلت [۴۱] آن را برای دسته بندی پیمانکاران پروژه های عمرانی مورد بحث قرار داد [۲۷].

۵-Data Envelopment Analysis (DEA)

۶-Cluster Analysis (CA)

## ۲-۵-۴: روش سیستم های استدلال مبتنی بر مورد<sup>۷</sup> (CBR)

سیستم های CBR روشی است که در هوش مصنوعی ارائه شده است. اساساً یک سیستم CBR یک بانک اطلاعاتی است که توسط نرم افزار به تصمیم گیرنده (DM) اطلاعات بسیار مفیدی در باره مورد های شبیه و تجربیات گذشته ارائه می دهد. در ابتدا این سیستم را آن جی و همکارانش [۵۴] برای دسته بندی مطرح نمودند و در ادامه این روش گسترش بیشتری یافت ولی با این حال CBR هنوز یک سیستم نو پاست که استفاده از آن در تصمیم گیری کم می باشد. چوی و همکارانش در این زمینه کارهای زیادی ارائه نمودند که به عنوان نمونه می توان به [۱۸] الی [۲۰] اشاره نمود [۶۵].

## ۲-۶-۲: انتخاب تامین کنندگان نهایی

پس از شناسایی تامین کنندگان بالقوه لازم است یک فرایند ارزیابی به منظور شناسایی تامین کننده یا تامین کنندگان نهایی انجام گیرد. بسیاری از کارشناسان بر این باورند که روشی واحد برای ارزیابی تامین کنندگان نهایی وجود ندارد و سازمانها می توانند به اقتضای شرایط و صلاحدید کارشناسان خود از روش های مختلفی استفاده کنند. در طول نیم قرنی که مساله انتخاب تامین کننده مورد توجه قرار گرفته است روش های متعددی ارائه شده است که به علت گستردگی روش ها تنها به تعدادی از آنها اشاره می شود.

## ۲-۶-۲-۱: مدل های وزن دهی خطی<sup>۸</sup>

در مدل های وزن دهی خطی، به هر معیاری وزنی تعلق می گیرد، بطوریکه بیشترین وزن به بهترین معیار و کمترین وزن به کم اهمیت ترین معیار تعلق خواهد گرفت. بر این اساس نرخ هر معیار در وزن ضرب شده و حاصل ضربها جمع می شوند تا یک تابع برای هر تامین کننده بدست آید و در نتیجه تامین کننده ای انتخاب خواهد شد که بیشترین حاصل جمع نرخ ها را داشته باشد. تیمر من [۶۸] و زنز [۷۹] درباره تعدادی از مدل های وزن دهی خطی بحث نموده اند.

<sup>۷</sup>-Case-Based-Reasoning(CBR)

<sup>۸</sup>-Linear weighting models



در طول چند سال اخیر تعداد زیادی از مدل های مختلف با تفاوت بسیار کم ارائه شده اند. اولین کاربرد مدل های وزن دهی خطی در انتخاب تامین کننده به مدل های جبرانی مربوط می شود. در این مدل یک معیار با وزن زیاد می تواند توسط یک معیار با وزن کم جبران گردد (در صورتیکه در مدل غیر جبرانی کمترین سطح اختلاف بین دو معیار احتیاج می باشد) [۲۷]. در این بین روش outranking بوسیله ی دی بوئر و همکارانش [۲۸] پیشنهاد گردید که یک روش شبه جبرانی می باشد. این راه حل به خریدار امکانات بیشتری می دهد تا بتواند بین جبران کردن معیارها محدودیت داشته باشد و یک معیار خوب توسط یک معیار بد جبران نشود. سیانسی و گراندو [۳۸] مدلی غیر جبرانی ارائه نمودند به این صورت که نرخها یا معیارهای مختلف با هم جمع نمی شوند فقط اطلاعات مختلفی به تصمیم گیرنده جهت راحت تر شدن تصمیم گیری ارائه می نمایند. هر چند بنظر می رسد این راه حل کافی نمی باشد اما همچنان در این راه بهبودی حاصل نشده است.

گریگوری [۳۹] روشی را جهت تخصیص سفارشها به تامین کنندگانی که با هم بیشترین نرخ وزن دهی را کسب کردند، ارائه نمود. این روش دومین کاربرد ارائه شده از مدل وزن دهی خطی می باشد. بطور کلی تعداد مدل های ارائه شده جهت حل مساله غیر قطعی و غیر دقیق انتخاب تامین کننده بسیار زیاد می باشند.

سوکوپ [۶۳] یک راه حل بر پایه شبیه سازی جهت به حساب آوردن عدم قطعیت با در نظر گرفتن تقاضا و خدمات پس از فروش ارائه نمود. مشکل استفاده از بعضی روش ها مانند شبیه سازی این است که در این گونه روش ها وزن دهی به معیارها کمی مشکل تر از روش های دیگر می باشد. در این مسائل امتیاز دهی و انتخاب تامین کننده کمی مشکل می باشد.

هیل و نیدیک [۵۵]، یازگاچ و بارباراس اوقلو [۸] مقاله هایی در زمینه استفاده از AHP در انتخاب تامین کننده در شرایطی که اطلاعات غیر دقیق در هنگام تصمیم گیری موجود باشد، ارائه نمودند. بطور خلاصه AHP توانست مشکل وزن دهی به معیارهای مدل های وزن دهی خطی را حل کند. در AHP که روشی بر مبنای مقایسات دودوئی است، کفایت تصمیم گیرندگان یا به عبارتی خریداران اطلاعاتی در مورد رابطه کیفی بین معیارهای مختلف و همچنین ارتباط معیارها بین تامین کنندگان مختلف را بصورت شفاهی بیان نماید.

تالوری و سالکی [۶۲] در مورد انتخاب تامین کننده با استفاده از ANP که همان پردازش تحلیلی شبکه و نسخه پیشرفته تر AHP می باشد ارائه نمودند. ویلیس و همکارانش [۷۷] یک مقایسه دودویی بین معیارهای دو تامین کننده مختلف برای انتخاب بهترین تامین کننده را تحلیل و بررسی نمودند. مین [۸]، براگلیا و پترونی [۵۷] به ترتیب روشی را که آنرا سنجش سطحی<sup>۹</sup> نامیدند مورد بررسی قرار دادند. اختلاف این روش با روشهای قبل در این است که خریدار احتیاج به بدست آوردن دقیق وزنهای ندارد.

تامپسون [۶۶] و [۶۷] به ترتیب شبیه سازی مونت کارلو<sup>۱۰</sup> و تکنیک مقیاس گذاری را ارائه نمود. هر چند استفاده از این روش ها برای بسیاری از استفاده کنندگان ساده نبوده و تحلیل را پیچیده تر و سخت تر می نماید در عوض کافی است که حدود بازده معیارها و یا بصورت ساده اطلاعات کیفی را مشخص نمود. بالاخره تعدادی از نویسندگان جهت غلبه بر عدم قطعیت، استفاده از تئوری مجموعه های فازی را پیشنهاد کردند. این مفهوم بطور گسترده ای وارد بحث انتخاب تامین کننده شده است [۸۰].

## ۲-۶-۲-۲: مدل های هزینه کل مالکیت<sup>۱۱</sup> (TCO)

مدل های بر پایه TCO سعی در به حساب آوردن کلیه هزینه های خرید که در چرخه خرید اتفاق می افتد دارند. الرام [۳۵] اظهار داشت که هزینه های قبل از خرید، هنگام خرید و بعد از خرید تفاوت دارند. مدل های بر اساس TCO که برای انتخاب تامین کننده به کار می روند اساسا شامل خلاصه و تعریف کردن اغلب هزینه های مربوط به انتخاب فروشنده و تنظیم و حساب کردن قیمت واحدی است که توسط تامین کننده اعلام می شود. برای سازمان های بزرگ که حساب های آنها به صورت کامپیوتری انجام می شود روشی تحت عنوان سهم هزینه<sup>۱۲</sup> توسط تیمرمن [۶۸] ارائه شده است. این روش تمام هزینه های مربوط به کیفیت، تحویل و سرویس را جمع آوری نموده و مشخص می نماید که کدام به عنوان سود و کدام به عنوان هزینه باید در واحد قیمت به حساب آیند [۲۷]. ترچا و مونزکا [۵۳]، کلمنز و اسمیتکا [۶۴]، روش حل هزینه کل مالکیت را با

۹-Indifference trade-off

۱۰-Monte Carlo simulation

۱۱-Total Cost of Ownership(TCO)

۱۲-Cost share

سیستم های نرخ دهی جهت معیارهایی مانند سرویس یا تحویل به موقع را بکار بردند که به حساب آوردن هزینه این دو معیار مشکل تر از بقیه می باشد.

## ۲-۲-۶-۳: مدل های برنامه ریزی ریاضی<sup>۱۳</sup>

فرمول بندی مناسب یک مساله تعریف درست تابع هدف و محدودیت ها سبب تصمیم گیری صحیح توسط تصمیم گیرنده می شود. مدل های برنامه ریزی ریاضی مدل هایی هستند که در آن ها متغیر های تصمیم گیری در قالب یک تابع هدف که باید بیشینه (در حالت دستیابی به حداکثر سود) یا کمینه (در حالت دستیابی به کمترین هزینه) شود، فرموله گردد. مدل های برنامه ریزی ریاضی به سه دسته زیر تقسیم می شوند:

- ۱- برنامه ریزی ریاضی<sup>۱۴</sup> ۲- برنامه ریزی عدد صحیح<sup>۱۵</sup> ۳- برنامه ریزی آرمانی<sup>۱۶</sup>. از کارهایی که در این زمینه انجام گرفته است می توان به چادری و همکارانش [۱۵]، داس و تیاگی [۲۶]، کارنت و وبر [۷۱] و بوفا و جکسون [۱۲]، اشاره کرد.

تعدادی از مدل های برنامه ریزی ریاضی که ارائه شده است مانند: پن [۵۶]، روزنتال و همکارانش [۵۹]، چادری و همکارانش [۱۵] و صدریان و یون [۶۰]، سطح کیفیت، سرویس و زمان تحویل را از قبل مشخص می نمایند. وبر و کانت [۷۱]، این مشکل را با استفاده از پیچیده تر کردن مساله و با روش های محدودیت و وزن دهی و ارائه منحنی های مختلف تصمیم گیری به تصمیم گیرنده و مدیر خرید کمک می نماید. وبر و دسای [۷۴] تحلیل پوششی داده ها (DEA) را برای ارزیابی تامین کنندگانی که انتخاب شده اند ارائه نمودند. دسای و کارنت و وبر [۷۵]، برنامه ریزی ریاضی و تحلیل پوششی داده ها را با هم ترکیب کرده و به خریدار این امکان را دادند که بتواند تامین کنندگانی را که انتخاب نشده اند مورد تحلیل و بررسی قرار دهد. وبر و همکارانش [۷۳] و کارپاک و همکارانش [۴۶]، از برنامه ریزی آرمانی جهت کمینه کردن هزینه ها، بهینه کردن کیفیت و اطمینان از زمان تحویل زمانی که تامین کننده را انتخاب می کنند و سفارش ها را بین آنها تقسیم می کنند استفاده نموده اند. برخی از مدل های برنامه ریزی ریاضی مانند: رزنتال و

۱۳-Mathematical programming models

۱۴-Linear programming

۱۵-Mixed integer programming

۱۶-Goal programming

همکارانش [۵۹]، چادری و همکارانش [۱۵]، صدریان و یون [۶۰]، گانشان و همکارانش [۳۶]، مدل کردن مساله با در نظر گرفتن تخفیف را ارائه نموده اند. بنتون [۱۰]، یک راه حل تجربی برای حل مساله چند معیاره و با تابع هدف خطی ارائه نمود. در این میان تنها بندر و همکارانش [۹]، بوبا و جکسون [۱۲]، دگریو و رودهافت [۳۰]، همزمان مدیریت موجودی را در انتخاب تامین کننده منظور نمودند. هر چند بندر و همکاران او فرمول ریاضی آن را ارائه نکردند، ولی بوبا و جکسون [۱۲] فقط مساله تک موردی آنرا حل نمودند. از دیگر کارها در این زمینه کار هنگ و همکارانش [۴۲] می باشد. آن ها مدلی را ارائه نمودند که همزمان هم محدودیت های تامین کنندگان و هم میزان سفارش مشتریان را در نظر می گرفت و هدف آن کسب حداکثر سود خریدار بود.

دگریو و رودهافت [۳۰] و [۳۱] یک مدل برنامه ریزی ریاضی ارائه نمودند که کل هزینه مالکیت را کمینه می کرد و اطلاعات هزینه های جاری در مدیریت موجودی نیز در آن استفاده شده بود. دگریو و همکارانش [۲۹]، این روش شناختی را گسترش داده و آنرا به بخش سرویس نیز ربط داده و هزینه های پرواز هوایی تجاری را نیز به آن اضافه نموده اند. قدسی پور و ابرایان [۵۰] نیز AHP و MP را با هم ترکیب نمودند تا معیارهای غیر ملموس و ملموس را جهت انتخاب تامین کننده و تقسیم بندی سفارشات بین آنها را انجام دهد [۸۰].

## ۲-۲-۴: مدل های آماری<sup>۱۷</sup>

مدل های آماری برای انتخاب تامین کننده با داده های غیر قطعی و احتمالی کار می کنند. گر چه مقدار قطعی بسیاری از اطلاعات مانند میزان دقیق سفارش در هنگام خرید در اختیار نیست ولی تعداد کمی از مدل های انتخاب تامین کننده به آن پرداخته اند. تریش و رانن [۵۸] یک مدل عدم قطعیت در مورد زمان تحویل را حل نمودند. سوکوپ [۶۳] در مدل نرخ دهی خود یک حل با استفاده از روش شبیه سازی برای تقاضای غیر دقیق را ارائه نمود. تریسی و تان [۶۹] نیز بطور همزمان از دو روش آنالیز عوامل<sup>۱۸</sup> و آنالیز مسیر<sup>۱۹</sup> به منظور

۱۷-Statistical models

۱۸-Factor analysis

۱۹-Path analysis

تعیین رابطه بین معیارها، تعیین قابلیت تیم طراحی تامین کننده، رضایت مشتری و همچنین عملکرد کلی سازمان استفاده نمودند [۲۷].

## ۲-۲-۶-۵) مدل های بر اساس هوش مصنوعی<sup>۲۰</sup> (AI)

مدل های بر پایه هوش مصنوعی از اطلاعات تجربی یا پیشرفته استفاده نموده و از طریق سیستم های کامپیوتری و مکانیزه به انتخاب تامین کننده می پردازند. برای مثال از میان مدل های بر پایه هوش مصنوعی که جهت انتخاب تامین کننده استفاده شده اند می توان به شبکه عصبی و سیستم های خبره اشاره نمود. مزیت شبکه عصبی این است که احتیاج به پایه ریزی فرایند تصمیم گیری ندارد. به همین علت شبکه های عصبی نسبت به روشهای سنتی بهتر می توانند بر پیچیدگی و عدم قطعیت محیط های تصمیم گیری غلبه نمایند. فرایند هایی که بر پایه هوش مصنوعی طراحی شده اند به گونه ای ساخته شده اند که بسیار شبیه به تصمیم گیری های انسانی باشند. استفاده کنندگان از چنین سیستم هایی تنها باید شبکه عصبی را مدلسازی کنند که حالت فعلی سیستم را تداعی کند (به عنوان مثال شبکه عصبی عملکرد هر تامین کننده نسبت به هر معیار) و همچنین یکی دیگر از مزیت های این روش استفاده از تجربیات گذشته می باشد. این مساله باعث می شود شبکه های عصبی برای مواقعی که احتیاج به ترکیب با روش های گذشته است، به راحتی به کار گرفته شوند.

آلینو و گاروالی [۶]، یک سیستم پشتیبان تصمیم گیری را ارائه نمودند که بر اساس شبکه عصبی است. خو و همکارانش [۴۷] به بحث در مورد استفاده از یک تکنولوژی بر پایه اینترنت پرداختند که نرم افزار نمایندگی هوشمند<sup>۲۱</sup> (ISA) نامیده شد. ISA ها بطور گسترده ای برای مکانیزه سازی فرایند خرید کالا بکار می روند. از دیگر موارد استفاده از هوش مصنوعی می توان به یک سیستم CBR که توسط کوک [۲۵]، ارائه شده اشاره نمود. این تکنولوژی در نوع خودش بسیار جدید می باشد و تنها تعداد کمی از سیستم های CBR برای استفاده در فرایند تصمیم گیری خرید توسعه یافته اند [۲۷]. از دیگر کارها در این زمینه می توان به ان جی و همکارانش [۵۴] و وکورکا و همکارانش [۷۰]، اشاره نمود.

<sup>۲۰</sup>-Artificial intelligence (AI)-based models

<sup>۲۱</sup>-Intelligent Software Agents (ISA)

## ۲-۳: تئوری مجموعه های فازی

مسایل دنیای واقعی معمولاً ساختار پیچیده ای دارند که به دلیل وجود ابهام و عدم قطعیت در تعریف آنهاست. از زمانی که انسان توانست فکر کند همواره با ابهام در مسایل مختلف اجتماعی، تکنیکی و اقتصادی مواجه است. حتی اختراع کامپیوتر و توسعه کاربردی آن در تحلیل مسائل دنیای واقعی نیز نتوانست مشکل ابهام یا عدم قطعیت را حل نماید. در بیان و تحلیل کامل یک مساله نیاز به اطلاعات کافی و دقیق است. حال اگر به دلایل مختلف اطلاعات کافی و دقیق در دسترس نباشد چه باید کرد؟ پاسخ این سوال بهره گیری از ظرفیت استدلال تقریبی انسان است. قابلیت که کامپیوتر از آن بی بهره است. انسان علیرغم اطلاعات نادقیق و ناکافی در مواجهه با مسایل پیچیده دنیای واقعی، رفتار و ماهیت سیستم را به طور تقریبی درک و تحلیل می نماید. آیا کامپیوتر نیز می تواند مانند انسان با اطلاعات نادقیق و ناکافی درک و تحلیل کند؟ برای پاسخ به این سوال می توان به اصل ناسازگاری که توسط پروفیسور لطفی زاده در سال ۱۹۷۳ مطرح گردید مراجعه نمود. هر چه میزان آگاهی از یک سیستم افزایش یابد پیچیدگی سیستم کاهش می یابد. زمانی که پیچیدگی سیستم کاهش یابد، دقت روش مدل سازی افزایش یافته و لذا ابزار مفیدی برای تحلیل سیستم مهیا می شود [۳].

برای سیستم هایی که پیچیدگی آنها کم و عدم قطعیت نیز ناچیز است می توان با استفاده از معادلات ریاضی ماهیت و رفتار سیستم را به طور دقیق مدل سازی و تحلیل کرد. برای سیستم هایی که پیچیدگی آن ها کمی بیشتر است و عدم قطعیت نیز نسبتاً زیاد است دیگر نمی توان تحلیل قطعی و دقیقی از سیستم داشت. در این سیستم ها امکان استفاده از روش های ابتکاری مدرن مانند شبکه عصبی و هوش مصنوعی وجود دارد. در شبکه های عصبی به دلیل قابلیت یادگیری سیستم، عدم قطعیت به مرور کاهش یافته و قابلیت تحلیل موثر سیستم افزایش می یابد. سرانجام برای سیستم هایی با پیچیدگی بالا و عدم قطعیت زیاد که اطلاعات کافی و دقیقی نیز در دسترس نیست رویکرد استدلال تقریبی فازی مطرح می شود که به سیستم های فازی معروف هستند. ورودی سیستم های فازی می تواند اطلاعات نادقیق ( فازی ) باشند و پردازش های سیستم نیز با بهره گیری از استدلال تقریبی و بطور فازی انجام می شود.

پرفسور لطفی زاده در سال ۱۹۶۵ برای اولین بار با معرفی نظریه مجموعه های فازی مقدمات مدل سازی اطلاعات نادقیق و استدلال تقریبی با معادله ریاضی را فراهم نمود. ایده نظریه مجموعه فازی با این عبارت توسط پرفسور لطفی زاده مطرح شد: « ما نیازمند یک نوع دیگری از ریاضیات هستیم تا بتوانیم ابهامات و عدم دقت رویدادها را مدل سازی نماییم، مدلی که متفاوت از نظریه احتمالات است. » لذا نظریه فازی برای بیان و تشریح عدم قطعیت و عدم دقت در رویدادها به کار می رود که بر اساس منطق چند ارزشی بوجود آمده است. با این مقدمه کوتاه می توان چنین نتیجه گیری کرد: جایی که پیچیدگی سیستم به حدی است که نمی توان با دقت و صراحت در مورد پارامترها، مشخصات و رفتار سیستم قضاوت کرد. مفهوم فازی جهت مدل سازی و تحلیل مطرح می شود.

## ۲-۳-۱: مجموعه های کلاسیک و معرفی مجموعه های فازی

در ادامه به بیان برخی از مفاهیم و مقدماتی از مجموعه های فازی که دانستن آن ها در ادامه مباحث ضروری است، پرداخته می شود. این مفاهیم عمدتاً از مراجع [۳]، [۵]، [۴]، [۴۹] و [۵۰] اخذ شده اند.

در نظریه مجموعه های کلاسیک، یک مجموعه شامل تعدادی از اجزا است که بواسطه خصوصیات مشترک گرد هم جمع شده اند. به عنوان مثال «مجموعه اعداد طبیعی کوچکتر از ۵» یا مجموعه « یک خط در فضای دو بعدی » که به صورت ذیل نشان داده می شوند :

A: مجموعه اعداد طبیعی کوچکتر از ۵ :  $A = \{1, 2, 3, 4\}$

B: یک خط در فضای دو بعدی  $(R^2)$  :

$$B = \{(x, y) | ax + by + c = 0, (x, y, a, b, c) \in R\}$$

راه های مختلفی برای نمایش مجموعه وجود دارد که اولین نحوه نمایش مجموعه، نمایش عناصر آن مجموعه است:

$$A = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$$

دومین نحوه نمایش، تعریف خصوصیات عناصر مجموعه است :

$$A = \{x \in X \mid x \text{ خاصیت } p \text{ را داشته باشد}\}$$

و سومین نحوه نمایش، استفاده از تابع مشخصه<sup>۲۲</sup> است. تابع مشخصه به صورت ذیل تعریف می شود :

$$\mu_A(x): X \rightarrow \{0,1\}$$

تابع مشخصه عناصر مجموعه جهانی  $X$  را به دو مقدار صفر و یک تصویر می کند. عناصری که عضو مجموعه  $A$  هستند مقدار یک و در غیر اینصورت مقدار صفر می گیرند.

**تعریف ۱-۲: مجموعه فازی :** اگر  $X$  مجموعه ای از عناصر باشد که با  $x$  نشان داده می شود، آنگاه مجموعه فازی<sup>۲۳</sup>  $\tilde{A}$  در  $X$ ، مجموعه زوج های مرتب به شرح زیر می باشد :

$$\tilde{A} = \{(x, \mu_{\tilde{A}}(x)) \mid x \in X\}$$

$\mu_{\tilde{A}}(x)$  تابع عضویت یا درجه عضویت  $x$  در  $\tilde{A}$  است. تابع عضویت، مجموعه  $X$  را به فضای  $M$  تصویر می کند. اگر فضای تابع عضویت  $M$  تنها شامل اعداد صفر و یک باشد آن گاه مجموعه مورد نظر یک مجموعه کلاسیک خواهد بود و اگر  $M$  شامل اعداد حقیقی بین صفر تا یک باشد آن گاه مجموعه مورد نظر یک مجموعه فازی خواهد بود.

## ۲-۳-۲: عملیات در مجموعه های فازی

### مکمل مجموعه فازی :

مکمل مجموعه فازی  $\tilde{A}$  به صورت  $\tilde{A}^c$  یا  $\bar{\tilde{A}}$  نشان داده می شود و درجه عضویت عناصر آن به صورت ذیل به دست می آیند.

$$\mu_{\tilde{A}^c}(x) = 1 - \mu_{\tilde{A}}(x)$$

۲۲-Characteristic function

۲۳-Fuzzy set



**اشتراک مجموعه های فازی :**

تابع عضویت عناصر مشترک مجموعه های فازی  $\tilde{A}$  و  $\tilde{B}$  با به کارگیری عملگر حداقل به صورت ذیل به دست می آید.

$$\mu_{\tilde{A} \cap \tilde{B}}(x) = \mu_{\tilde{A}}(x) \wedge \mu_{\tilde{B}}(x) = \min \{\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)\}$$

**اجتماع مجموعه های فازی :**

تابع عضویت اجتماع دو مجموعه فازی با به کار گیری عملگر حداکثر به صورت ذیل به دست می آید.

$$\mu_{\tilde{A} \cup \tilde{B}}(x) = \mu_{\tilde{A}}(x) \vee \mu_{\tilde{B}}(x) = \max \{\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)\}$$

**۲-۳-۳: نظریه عملیات مجموعه های فازی**

عملگرهایی که در بخش قبل از نظر گذرانده شد در واقع نوع خاصی از عملگر های تعمیم یافته ای هستند که به t-norms و s-norms معروف هستند [۳۵]. به طور کلی عملگرهای s-norms که به اختصار عملگرهای S نامیده می شوند برای اجتماع مجموعه های فازی و عملگرهای t-norms که به اختصار عملگرهای t نامیده می شوند برای اشتراک مجموعه های فازی استفاده می شوند. در این خصوص نمادهای ذیل تعریف شده اند [۴۹] :

$$\mu_{\tilde{A} \cup \tilde{B}}(x) = s[\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)] : \text{عملگر اجتماع فازی}$$

$$\mu_{\tilde{A} \cap \tilde{B}}(x) = t[\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)] : \text{عملگر اشتراک فازی}$$

**عملگرهای s :**

اگر برای هر عملگر s، به ازای مقادیر  $x, y, z, w$  در بازه  $[0, 1]$  روابط ذیل برقرار باشند آن گاه آن عملگر متعلق به طبقه عملگرهای s-norms خواهد بود [۴۹] :

1.  $S[1,1] = 1, S[0,x] = x$
2.  $S[x,y] \leq S[z,w]$  if  $x \leq z$  and  $y \leq w$

$$3. S[x, y] = S[y, x]$$

$$4. S[x, S[y, z]] = S[S[x, y], z]$$

برخی از عملگرهای s-norms دیگر که اجتماع فازی را مدل می کنند به شرح ذیل هستند [۴۹]:

$$(s_1) \text{ Drastic sum: } s^D[x, y] = \begin{cases} \max(x, y), & \text{if } \min(x, y) = 0 \\ 1, & \text{if } x > 0 \text{ and } y > 0 \end{cases}$$

$$(s_2) \text{ Hamacher sum: } s[x, y] = \frac{x+y-2xy}{1-xy}$$

برای مجموعه های فازی  $\tilde{A}$  و  $\tilde{B}$ ، پارامترهای  $\mu_{\tilde{A}}(x)$  و  $\mu_{\tilde{B}}(x)$  جایگزین  $x$  و  $y$  در روابط فوق می شود.

### عملگرهای t:

اگر برای هر عملگر  $t$ ، به ازای مقادیر  $x, y, z, w$  در بازه  $[0, 1]$  روابط ذیل برقرار باشند آن گاه آن

عملگر متعلق به طبقه عملگرهای t-norms خواهد بود [۴۹].

$$1) t[0, 0] = 0, t[1, x] = t[x, 1] = x$$

$$2) t[x, y] \leq t[z, w] \text{ if } x \leq z \text{ and } y \leq w$$

$$3) t[x, y] = t[y, x]$$

$$4) t[x, t[y, z]] = t[t[x, y], z]$$

برخی از عملگرهای t-norms دیگر که اجتماع فازی را مدل می کنند به شرح ذیل هستند [۴۹]:

$$(t_1) \text{ Drastic product: } t^D[x, y] = \begin{cases} \min(x, y), & \text{if } \max(x, y) = 1 \\ 0, & \text{if } x < 1 \text{ and } y < 1 \end{cases}$$

$$(t_2) \text{ Hamacher product: } t[x, y] = \frac{xy}{x+y-xy}$$

مهمترین خواص عملگرهای  $s, t$  به شرح زیر می باشند [۴۹]:

الف) عملگرهای s-norms در حد پایین به عملگر حداکثر و در حد بالا به عملگر  $s_1$  محدود هستند، یعنی

$$\max[\mu_A(x), \mu_B(x)] \leq s[\mu_A(x), \mu_B(x)] \leq s^D[\mu_A(x), \mu_B(x)]$$

ب) عملگرهای t-norm نیز در حد پایین به عملگر  $t_1$  و در حد بالا به عملگر حداقل محدود هستند، یعنی

$$t^D[\mu_A(x), \mu_B(x)] \leq t[\mu_A(x), \mu_B(x)] \leq \min[\mu_A(x), \mu_B(x)]$$

### تعریف ۲-۲ [۵]: مجموعه های فازی گسسته و پیوسته

اگر مجموعه عناصر یک مجموعه فازی، گسسته باشد به آن مجموعه فازی گسسته گفته می شود که درجه عضویت هر یک از عناصر آن، با یک عدد بین صفر و یک بیان می شود. نحوه نمایش مجموعه فازی گسسته می تواند به صورت مجموعه زوج های مرتب و یا بصورت ذیل باشد :

$$\tilde{A} = \frac{\mu_{\tilde{A}}(x_1)}{x_1} + \frac{\mu_{\tilde{A}}(x_2)}{x_2} + \dots$$

که در حالت کلی به صورت زیر نشان داده می شود :

$$\tilde{A} = \sum_{i=1}^n \frac{\mu_{\tilde{A}}(x_i)}{x_i}$$

در اینجا نماد سیگما به معنی جمع نیست بلکه به معنی گسسته بودن مجموعه فازی است. اگر مجموعه عناصر یک مجموعه فازی، پیوسته باشد به آن مجموعه فازی پیوسته گویند و معمولاً تابع عضویت آن به صورت یک تابع بیان می شود. مجموعه های فازی پیوسته را علاوه بر مجموعه زوج های مرتب، به صورت ذیل نیز می توان نشان داد :

$$\tilde{A} = \int \frac{\mu_{\tilde{A}}(x)}{x}$$

در اینجا نماد انتگرال به معنی پیوسته بودن مجموعه فازی است.

### تعریف ۳-۲ [۵]: برش $\alpha$ در مجموعه های فازی

برش  $\alpha$  در مجموعه فازی زیر مجموعه ای از عناصر آن است که درجه عضویت آن ها بزرگتر یا مساوی  $\alpha$  است و به صورت  $A_\alpha$  نشان داده می شود :

$$A_\alpha = \{x | \mu_{\tilde{A}}(x) \geq \alpha\}$$

اگر در برش  $\alpha$ ، زیر مجموعه عناصر با درجه عضویت بزرگتر از  $\alpha$  تعیین شوند به آن برش قوی  $\alpha$  گفته می شود و به صورت  $A'_\alpha$  نشان داده می شود :

$$A'_\alpha = \{x | \mu_{\tilde{A}}(x) > \alpha\}$$

مجموعه های بدست آمده از برش  $\alpha$  و برش قوی  $\alpha$  مجموعه های کلاسیک هستند. در حقیقت مجموعه  $\alpha$  برش ها بازه هایی را در خط اعداد حقیقی مشخص می کند.

یک راه دیگر برای نمایش مجموعه های فازی استفاده از برش های  $\alpha$  آن است که به صورت ذیل نمایش داده می شود :

$$\tilde{A} = \bigcup_{\alpha \in [0,1]} \alpha A_\alpha$$

به این رابطه، اصل تجزیه مجموعه های فازی نیز گفته می شود. منظور از  $\alpha A_\alpha$ ، ضرب مقدار  $\alpha$  در درجه عضویت عناصر مجموعه  $A_\alpha$  است. با این عمل مجموعه کلاسیک  $A_\alpha$  تبدیل به یک مجموعه فازی می شود که درجه عضویت عناصر مجموعه آن صفر یا  $\alpha$  است که با  $\tilde{A}_\alpha$  نشان داده می شود. لذا با اجتماع مجموعه های فازی  $\tilde{A}_\alpha$  به ازای تمام مقادیر  $\alpha$  بین صفر و یک، مجموعه فازی  $\tilde{A}$  بدست می آید.

## تعریف ۲-۴ [۳]: ارتفاع مجموعه فازی

ارتفاع مجموعه فازی برابر با حد اکثر درجه عضویت عناصر آن مجموعه است. به عبارت دیگر :

$$h(\tilde{A}) = \sup_{x \in X} \mu_{\tilde{A}}(x)$$

## تعریف ۲-۵ [۵]: مجموعه فازی نرمال

مجموعه فازی  $\tilde{A}$  نرمال است اگر ارتفاع آن برابر با یک باشد، در غیر اینصورت مجموعه فازی، زیر نرمال است.

**تعریف ۶-۲ [۴]: کاردینالیتی یک مجموعه فازی**

برای یک مجموعه فازی متناهی  $\tilde{A}$  کاردینالیتی آن به صورت ذیل نمایش داده می شود :

$$|\tilde{A}| = \sum_{x \in X} \mu_{\tilde{A}}(x)$$

کاردینالیتی نسبی یک مجموعه فازی  $\tilde{A}$  نیز به شرح زیر تعریف می شود :

$$\|\tilde{A}\| = \frac{|\tilde{A}|}{|X|}$$

همچنین اگر  $\tilde{A}$  یک مجموعه فازی پیوسته باشد، کاردینالیتی آن در فضای نامتناهی  $X$  به صورت زیر تعریف می شود :

$$|\tilde{A}| = \int \mu_{\tilde{A}}(x) dx$$

**تعریف ۷-۲ [۴]: جمع جبری یک مجموعه فازی**

جمع جبری دو مجموعه فازی، یک مجموعه فازی خواهد بود که به شرح ذیل است :

$$\tilde{C} = \tilde{A} + \tilde{B}$$

$$\tilde{C} = \{(x, \mu_{\tilde{A} + \tilde{B}}(x)) | x \in X\}$$

که در آن :

$$\mu_{\tilde{A} + \tilde{B}}(x) = \mu_{\tilde{A}}(x) + \mu_{\tilde{B}}(x) - \mu_{\tilde{A}}(x)\mu_{\tilde{B}}(x)$$

در واقع عملگر جمع جبری به عنوان یک عملگر اجتماع مجموعه های فازی می تواند استفاده شود.

**تعریف ۸-۲ [۴]: جمع کران دار یک مجموعه فازی**

جمع کران دار دو مجموعه فازی به صورت ذیل تعریف می شود :

$$\tilde{C} = \tilde{A} \oplus \tilde{B}$$

$$\tilde{C} = \{(x, \mu_{\tilde{A} \oplus \tilde{B}}(x)) | x \in X\}$$

که در آن :

$$\mu_{\tilde{A} \oplus \tilde{B}}(x) = \min \{1, \mu_{\tilde{A}}(x) + \mu_{\tilde{B}}(x)\}$$

**تعریف ۹-۲ [۵]: ضرب جبری مجموعه های فازی**

ضرب جبری دو مجموعه فازی بصورت زیر خواهد بود :

$$\tilde{C} = \tilde{A} \cdot \tilde{B}$$

$$\tilde{C} = \{(x, \mu_{\tilde{A}}(x)\mu_{\tilde{B}}(x)) | x \in X\}$$

عملگر ضرب جبری نیز می تواند به عنوان یک عملگر اشتراک استفاده شود.

**تعریف ۱۰-۲ [۵]: مجموعه پشتیبان**

مجموعه پشتیبان یک مجموعه فازی، یک مجموعه کلاسیک است که زیر مجموعه ای از عناصر مجموعه فازی با درجه عضویت مثبت است و به صورت زیر تعریف می شود.

$$Supp(\tilde{A}) = \{x | \mu_{\tilde{A}}(x) > 0\}$$

**تعریف ۱۱-۲ [۵]: عدد فازی**

عدد فازی، یک مجموعه فازی روی خط اعداد حقیقی است که حداقل سه شرط زیر را دارا باشد :

۱-  $\tilde{A}$  باید یک مجموعه فازی نرمال باشد.

۲-  $A_\alpha$  باید یک بازه بسته روی هر مقدار  $(\alpha \in [0,1])$  باشد.

۳- مجموعه پشتیبان (تکیه گاه)  $\tilde{A}$  باید محدود باشد.

**تعریف ۲-۱۲[۵]: عدد فازی مثلثی**

یکی از کاربردی ترین اعداد فازی، اعداد فازی مثلثی (T.F.N)<sup>۲۵</sup> است و به صورت  $\tilde{A}=(l, m, u)$  نشان داده می شود که تابع عضویت آن به صورت زیر تعریف می شود :

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & x < l, \\ \frac{x-l}{m-l}, & l \leq x \leq m, \\ \frac{u-x}{u-m}, & m \leq x \leq u, \\ 0, & x > u, \end{cases}$$

**تعریف ۲-۱۳[۵]: عدد فازی دوزنقه ای**

اگر در تابع عضویت عدد فازی مثلثی تغییری ایجاد کنیم و بخواهیم به جای یک عدد در تابع عضویت، مقدار تابع عضویت در طول یک بازه برابر با یک باشد، آنگاه عدد فازی حاصل عدد دوزنقه ای خواهد بود. یک عدد فازی دوزنقه ای را بصورت  $\tilde{A} = (l, m, n, u)$  نشان داده می شود که تابع عضویت آن به صورت زیر است :

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & x < l, \\ \frac{x-l}{m-l}, & l \leq x < m, \\ 1, & m \leq x < n, \\ \frac{u-x}{u-n}, & n \leq x < u, \\ 0, & x > u, \end{cases}$$

**۲-۳-۴[۵۰]: تبدیل کمیت های فازی به کلاسیک**

استفاده از اطلاعات فازی در تصمیم گیری، محاسبات و مدل سازی و پیاده سازی نتایج فازی حاصل از آن با کاربرد کمیت های کلاسیک (قطعی) در دنیای واقعی تفاوت دارد. علیرغم این که بسیاری از اطلاعاتی که هر روزه انسان با آن سرو کار دارد فازی هستند، بسیاری از اقدامات یا تصمیماتی که اتخاذ می شوند، قطعی هستند. سخت افزارها و کامپیوترهایی که استفاده می کنیم، همگی بر اساس نظریه دودویی عمل می کنند. به

<sup>۲۵</sup>-Triangular fuzzy number

عنوان مثال اگر می خواهیم بر روی تولید یک محصول جدید تصمیم گیری کنیم دو حالت وجود دارد : یا تولید کنیم یا تولید نمی کنیم، نمی توانیم بگوییم که تقریباً تولید می کنیم. لذا جایی که تحلیل و محاسبات با اطلاعات فازی انجام می شوند و یا مدلی بر اساس ساختار فازی و اطلاعات ورودی فازی ایجاد می شود یا باید محاسبات و مدل طوری عمل نماید که خروجی آن که یک تصمیم یا اقدام قطعی باشد ( البته نه در همه موارد بلکه در مواردی که ماهیت تصمیم حکم می کند که باید قطعی باشد ) یا اینکه با اعمال یک سری عملگرهایی نتیجه فازی به قطعی تبدیل شود. در ادامه چند نمونه از روشهای تبدیل یک مجموعه فازی به مجموعه کلاسیک بیان می گردد.

### ۲-۳-۴-۱ [۵۰] : روش برش $\alpha$

برای یک مجموعه فازی  $\tilde{A}$ ، مجموعه برش  $\alpha$  که با  $A_\alpha$  نشان داده می شود (  $0 \leq \alpha \leq 1$  ) یک مجموعه کلاسیک است و اعضا آن، اعضای هستند که درجه عضویت آن ها در مجموعه فازی  $\tilde{A}$ ، بزرگتر یا مساوی با  $\alpha$  است.

$$A_\alpha = \{x | \mu_{\tilde{A}}(x) \geq \alpha\}$$

هر مجموعه فازی  $\tilde{A}$  می تواند به بی نهایت مجموعه کلاسیک  $A_\alpha$  تبدیل شود. زیرا بی نهایت مقدار در بازه (  $0 \leq \alpha \leq 1$  ) وجود دارد.

### ۲-۳-۴-۲ [۳] : روش درجه عضویت حداکثر

به این روش، روش ارتفاع نیز گفته می شود. در این روش یک مجموعه (عدد) فازی تبدیل به عدد کلاسیکی می شود که بیشترین درجه عضویت را در مجموعه (عدد) فازی دارد.

$$\mu_{\tilde{A}}(x^*) \geq \mu_{\tilde{A}}(x) , \quad \forall x \in R$$

مثال ۱-۲: عدد فازی  $\tilde{A} = \{(1,0.1), (2,0.8), (3,0.3), (6,0.2), (7,0.4), (8,0.1), (9,0.6)\}$  با استفاده از روش درجه عضویت حداکثر، معادل عدد کلاسیک  $defuzz(\tilde{A}) = 2$  است.



## ۲-۳-۴-۳ [۶۱]: روش مرکز ثقل

این روش، که روش مرکز سطح نیز نامیده می شود، یکی از رایج ترین روش های تبدیل کمیت فازی به کلاسیک است و به شرح زیر است :

$$\text{defuzz}(\tilde{A}) = \frac{\int \mu_{\tilde{A}}(x) \cdot x \, dx}{\int \mu_{\tilde{A}}(x) \, dx}$$

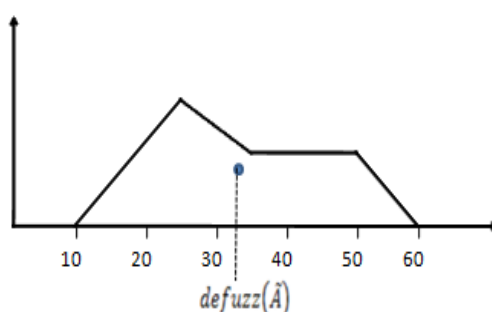
نماد  $\int$  انتگرال جبری است. براین اساس دیفازی شده عدد فازی مثلثی  $\tilde{A}$  به صورت زیر بدست می آید :

$$\text{defuzz}(\tilde{A}) = \frac{\int \mu_{\tilde{A}}(x) \cdot x \, dx}{\int \mu_{\tilde{A}}(x) \, dx} = \frac{\int_l^m x \cdot \frac{x-l}{m-l} \, dx + \int_m^u x \cdot \frac{u-x}{u-m} \, dx}{\int_l^m \frac{x-l}{m-l} \, dx + \int_m^u \frac{u-x}{u-m} \, dx} = \frac{ml + 5l^2 + 5um - u^2}{3(m+l)}$$

بر همین اساس دیفازی شده عدد فازی ذوزنقه ای  $\tilde{A}$  به قرار زیر است :

$$\begin{aligned} \text{defuzz}(\tilde{A}) &= \frac{\int \mu_{\tilde{A}}(x) \cdot x \, dx}{\int \mu_{\tilde{A}}(x) \, dx} = \frac{\int_l^m x \cdot \frac{x-l}{m-l} \, dx + \int_m^n x \, dx + \int_n^u x \cdot \frac{u-x}{u-n} \, dx}{\int_l^m \frac{x-l}{m-l} \, dx + \int_m^n 1 \, dx + \int_n^u \frac{u-x}{u-n} \, dx} \\ &= \frac{-ml + nu + \frac{1}{3}(u-n)^2 - \frac{1}{3}(m-l)^2}{-l-m+n+u} \end{aligned}$$

مثال ۲-۲: عدد فازی نشان داده شده در شکل ۱-۲ را در نظر بگیرید. دیفازی شده عدد نشان داده شده با استفاده از روش مرکز ثقل بصورت زیر خواهد بود.



شکل ۱-۲. عدد فازی مثال ۲-۲

$$defuzz(\tilde{A}) = \frac{\int_{10}^{25} \frac{x-10}{15} x dx + \int_{25}^{35} \frac{45-x}{20} x dx + \int_{35}^{50} 0.5 x dx + \int_{50}^{60} \frac{60-x}{20} x dx}{\int_{10}^{25} \frac{x-10}{15} dx + \int_{25}^{35} \frac{45-x}{20} dx + \int_{35}^{50} 0.5 dx + \int_{50}^{60} \frac{60-x}{20} dx} = 32.92$$

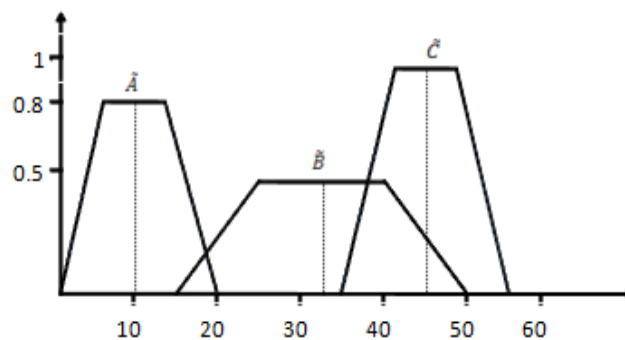
### ۲-۳-۴-۳: روش میانگین وزنی

این روش صرفاً برای مجموعه (عدد) فازی با تابع عضویت متقارن معتبر بوده و به شرح زیر است :

$$x^* = \frac{\sum \mu_{\tilde{A}}(\bar{x}) \cdot \bar{x}}{\sum \mu_{\tilde{A}}(\bar{x})}$$

نماد  $\sum$ ، علامت جمع جبری است. در این روش وزن هر کدام از توابع خروجی برابر با مقدار ماکزیمم درجه عضویت آن در نظر گرفته می شود.

مثال ۲-۳: سه عدد فازی  $\tilde{A}$  و  $\tilde{B}$  و  $\tilde{C}$  که در شکل ۲-۲ نشان داده شده است را در نظر بگیرید. با استفاده از روش میانگین وزنی مقدار دیفازی شده مجموعه فازی که از اجتماع  $\tilde{A}$  و  $\tilde{B}$  و  $\tilde{C}$  حاصل می شود به صورت زیر بدست می آید.



شکل ۲-۲. اعداد فازی مثال ۲-۳

$$x^* = \frac{10(0.8) + 32.5(0.5) + 45(1)}{0.8 + 0.5 + 1} = 30.1$$

## ۲-۳-۴-۵: روش مرکز ناحیه

روش مرکز ناحیه<sup>۲۶</sup> (COA) روشی است که نسبت به روشهای دیگر بسیار مورد اقبال عمومی قرار گرفته است. اگر  $\tilde{A} = (l, m, u)$  یک عدد فازی مثلثی باشد آنگاه مرکز ناحیه عدد  $\tilde{A}$  یا به عبارتی دیفازی شده عدد  $\tilde{A}$  بصورت زیر است:

$$\text{defuzz}(\tilde{A}) = \frac{(u - l) + (m - l)}{3} + l$$

## ۲-۳-۵: تبدیل واژه های زبانی به اعداد فازی

ما در زبان طبیعی از متغیرهایی که مقادیر آنها نادقیق و مبهم است بیشتر استفاده می کنیم تا متغیرهای معمولی که مقادیر آنها دقیق و کاملاً مشخص اند. برای مثال هیچ وقت نشنیده ایم که گفته شود: «در جامعه ای با میزان باسوادی بیشتر از ۹۰٪، ناهنجاری اجتماعی در کمتر از ۲۳٪ افراد جامعه مشاهده می شود»، یا این که «افراد کمتر از ۱۰۰ کیلوگرم، دو برابر و نیم بیشتر از افراد کم وزن تر از ۷۰ کیلوگرم در معرض ایست قلبی اند». بلکه می گوییم «در جامعه ای با میزان باسوادی بالا ناهنجاری های اجتماعی کم است»، یا این که «افراد سنگین وزن بیشتر در معرض ایست قلبی اند». در دو جمله ی اخیر از واژه هایی مانند: بالا، کم، سنگین و بیشتر استفاده شده است که مقادیر عددی نیستند بلکه زبانی هستند. به طور خلاصه، منظور از واژه های زبانی<sup>۲۷</sup>، واژه هایی چون بالا، پایین، کم، زیاد، راضی، متوسط و ... است. برای نمونه برای سن، بعضی از مواقع به جای استفاده از عدد از واژه های زبانی مثل جوان، خیلی جوان، کمی جوان، پیر، نه خیلی پیر و ... استفاده می کنیم.

برای تبدیل واژه های زبانی به اعداد فازی مقیاس های مختلفی وجود دارد. توجه به این نکته ضروری است که حتی وقتی تعداد واژه ها در دو متغیر مختلف یکسان باشد، واژه های زبانی ممکن است قدری با هم اختلاف داشته باشند. این بدان جهت است که یک واژه ی زبانی، در موقعیت های مختلف، معانی مختلفی

۲۶-Center of Area(COA)

۲۷-Linguistic terms

دارند. منظور از معرفی مقیاس های مختلف انتخاب ساده ی یکی از اشکال بر حسب تعداد واژه های زبانی است که تصمیم گیرندگان استفاده می کنند.

## ۲-۴: تصمیم گیری

همه ما در زندگی فردی و سازمانی خود، آگاهانه و ناآگاهانه، تصمیمات مختلفی اتخاذ می کنیم. یعنی از بین چند راهکار، یک راهکار را انتخاب می کنیم. برای مثال در مورد این که پول خود را در بانک پس انداز کنیم یا سهام بخریم، تصمیم می گیریم. درمورد خرید یک نوع اتومبیل خاص یا گذران اوقات فراغت و ... تصمیم می گیریم. براین اساس می توان گفت زندگی مملو از تصمیم گیری های مختلف است. در قلمروی مدیریت نیز تصمیم گیری، از ارکان مهم و اصلی است، بطوریکه هربرت سایمون<sup>۲۸</sup>، تصمیم گیری را با مدیریت یکی می داند. علاوه بر سایمون، گروه دیگری از صاحب نظران نیز مدیریت و تصمیم گیری را یکی دانسته و هم معنی تعریف کرده اند. اینان مدیریت را چیزی جز تصمیم گیری ندانسته اند و معتقدند کانون اصلی مدیریت را تصمیم گیری تشکیل می دهد. در واقع آن ها انجام وظایفی چون برنامه ریزی، سازماندهی و کنترل را چیزی جز تصمیم گیری نمی دانند. نیومن نیز کیفیت مدیریت را تابع کیفیت تصمیم گیری می داند. بنابراین از دیدگاه این صاحب نظران، اساس مدیریت سازمان ها، تصمیم گیری است [۵].

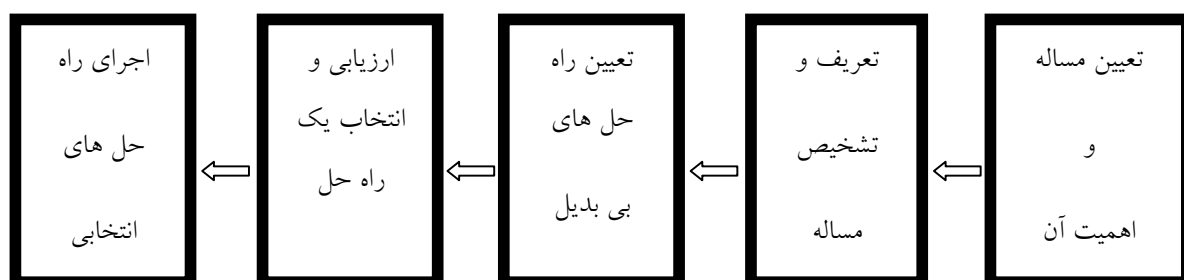
تصمیم گیری را در واقع می توان طریقه ی عمل و یا حرکت در مسیر خاصی تعریف کرد که با تامل و به صورت آگاهانه، از بین روش های مختلف برای نیل به یک هدف مطلوب، انتخاب شده است. بنابراین تصمیم گیری، مستلزم انتخاب راهی از میان راه هاست. یعنی اگر تنها یک راهکار وجود داشته باشد، دیگر تصمیم گیری معنا ندارد. هر چند تجزیه و تحلیل که منجر به انتخاب راهی از میان راه ها می شود، امری عقلایی است، ولی عوامل ناخود آگاه و هم چنین جنبه های احساسی و عاطفی نیز در تصمیم گیری، نقش مهمی ایفا می کنند.

به طور کلی، تصمیم گیری عبارت است از انتخاب یک یا چند راه حل از راه های مختلف ممکن. تصمیم گیری از وظایف اصلی مدیران به شمار می آید و تحقق اهداف به کیفیت آن بستگی دارد. برای تصمیم

گیری قبل از هر چیز، به اطلاعات نیاز است. البته در تصمیم گیری، نه تنها کیفیت اطلاعات، بلکه مقدار اطلاعاتی که گردآوری و تحلیل می شود، نیز اهمیت دارد. اطلاعات بیش از اندازه، استفاده نا کارآمد از منابع محسوب می شود. اطلاعات کمتر از حد مورد نیاز نیز احتمال تصمیم گیری های ضعیف را افزایش می دهد. در شرایط ایده آل، باید تا آن حد به گردآوری اطلاعات پرداخت که ارزش پیش بینی شده ی آن اطلاعات، از هزینه ی گردآوری مربوطه، بیشتر باشد. در غیر اینصورت، اطلاعات اضافی و غیر ضروری، جمع آوری می شوند. البته در برخی موارد مدیریت ناگزیر به تصمیم گیری با اطلاعات کمتر است زیرا زمان کافی برای گردآوری اطلاعات بیشتر را ندارد. در برخی موارد نیز با وجود توجه پذیر بودن اطلاعات از لحاظ محدودیت های هزینه و زمان، صرفا به دلیل فقدان اطلاعات مناسب نمی توان اقدامی به عمل آورد. فرایند تصمیم گیری شامل پنج مرحله، به شرح زیر است [۵]:

- ۱- تعیین مساله و اهمیت آن،
- ۲- تعریف و تشخیص مساله،
- ۳- تعیین راه حل های بی بدیل،
- ۴- ارزیابی و انتخاب یک راه حل،
- ۵- اجرای راه حل انتخابی.

در عمل تصمیم گیری شامل مراحل ۲ تا ۴ می شود و مرحله ی اجرای راه حل ها و ارزیابی مجدد آنها هم به عنوان بازخور، جزئی از فرایند محسوب می شود. فرایند تصمیم گیری، در شکل ۲-۳ آورده شده است.



شکل ۲-۳. فرایند تصمیم گیری

## ۲-۴-۱ [۵ و ۲]: تصمیم گیری چند معیاره

در مدل های کلاسیک بهینه سازی، معمولاً یک معیار ارزیابی یا یک تابع هدف وجود دارد که می بایست در مواجهه با یک سری محدودیت بهینه شود. شرایطی وجود دارد که جواب بهینه با در نظر گرفتن بیش از یک معیار می بایست تعیین گردد. یعنی لازم است فاکتورها و معیارهای مختلفی برای تعیین جواب بهینه، بررسی شود. به این گونه موارد، مدل های تصمیم گیری چند معیاره (MCDM)<sup>۲۹</sup> گفته می شود. تصمیم گیری چند معیاره به دو طبقه عمده تقسیم می شود:

۱- تصمیم گیری چند هدفه<sup>۳۰</sup> (MODM)

۲- تصمیم گیری چند شاخصه<sup>۳۱</sup> (MADM)

مدل های تصمیم گیری چند هدفه بیشتر به منظور طراحی به کار گرفته می شوند و عمدتاً با مدل سازی ریاضی در فضای پیوسته همراه هستند. مدل چند هدفه را می توان به صورت زیر فرموله کرد [۲]:

$$\{f_1(x), f_2(x), \dots, f_k(x)\} = F(x)$$

$$\text{s.t. : } \begin{matrix} \leq \\ g_i(x) \geq 0 \\ = \end{matrix} ; \quad i=1,2,\dots,m$$

در حالی که مدل های تصمیم گیری چند شاخصه برای انتخاب یک گزینه برتر در بین چندین گزینه کاندید مستعد و عموماً با در نظر گرفتن معیارهای کیفی استفاده می شوند. مدل چند شاخصه (MADM) ماتریس تصمیم گیری به صورت جدول ۲-۵ فرموله می گردد.

<sup>۲۹</sup>- Multi Criteria Decision Making(MCDM)

<sup>۳۰</sup>- Multi Objective Decision Making(MODM)

<sup>۳۱</sup>- Multi Attribute Decision Making(MADM)

جدول ۲-۵. ماتریس تصمیم گیری چند معیاره

معیارها \ گزینه ها	$x_1$	$x_2$	...	$x_n$
$A_1$	$r_{11}$	$r_{12}$	...	$r_{1n}$
$A_2$	$r_{21}$	$r_{22}$	...	$r_{2n}$
$A_3$	$r_{31}$	$r_{32}$	...	$r_{3n}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	...	$\vdots$
$A_m$	$r_{m1}$	$r_{m2}$	...	$r_{mn}$

$A_m, \dots, A_2, A_1$  در ماتریس تصمیم گیری به ترتیب تشکیل دهنده  $m$  گزینه از قبل تعیین شده است،  $x_n, \dots, x_2, x_1$  نشان دهنده  $n$  معیار تصمیم گیری و عناصر  $r_{ij}$  بیانگر مقادیر خاص از معیار  $i$ ام برای گزینه  $j$ ام است. لازم به ذکر است که هر یک از این معیارها می تواند کیفی یا کمی باشد.

## ۲-۴-۲: تصمیم گیری در محیط فازی

در تصمیم گیری کلاسیک، یک مجموعه از گزینه های تصمیم که فضای تصمیم<sup>۳۲</sup> نامیده می شود وجود دارد که با یک فضای حالت و یک رابطه تخصیص تصمیم بین هر یک از حالت ها و یک تابع مطلوبیت همراه است. تابع مطلوبیت، تصمیم مطلوب را با انطباق تصمیم ها و حالت ها و روابط بین آن ها مشخص می کند.

در تصمیم گیری کلاسیک، تصمیم گیرنده نسبت به این که در چه مرحله و حالتی قرار دارد آگاه است. لذا گزینه مناسب را با بیشترین مطلوبیت انتخاب می کند. در حالی که در تصمیم گیری تحت شرایط ریسک، تصمیم گیرنده به طور قطعی نمی داند که چه وضعیتی در آینده رخ خواهد داد و او تنها تابع احتمال وضعیت های آینده را می داند لذا تصمیم گیری ساختار پیچیده تری نسبت به شرایط قطعی پیدا می کند. اگر با استفاده از اطلاعات و سوابق گذشته امکان بر آورد توزیع آماری شرایط آینده باشد، آن گاه مساله تحت شرایط ریسک و با ساختار احتمالی تحلیل می شود. ولی اگر اطلاعات ثبت شده از سوابق گذشته در دست نباشد یا این که در

شرایط موجود اطلاعات نادقیق یا تقریبی در دسترس هستند آن گاه لازم است که مساله با ساختار فازی تحلیل شود.

مسائل تصمیم گیری می توانند در دو طبقه کیفی و کمی مدل سازی و تحلیل شوند. در مدل های کیفی لازم است وزن معیارها و امتیاز هر یک از گزینه ها در مواجهه با معیارها تعیین شوند. معمولاً تعیین وزن معیارها و امتیاز گزینه ها توسط متخصصین امر و به طور نظری انجام می شود. واضح است که در این مورد استفاده از مفهوم فازی و تعیین وزن معیارها و امتیاز گزینه ها به صورت متغیرهای کلامی تا چه اندازه در کارایی و اثر بخشی مدل و تحلیل می تواند کارساز باشد.

## ۲-۴-۱: تصمیم گیری چند معیاره فازی

عناصر یک ماتریس تصمیم گیری می تواند به جای اعداد قطعی به صورت متغیرهای کلامی (اعداد فازی) بیان شود و وزن معیارها نیز با متغیرهای کلامی (اعداد فازی) بیان شود. این در حالتی است که تصمیم گیرندگان در فرایند تصمیم گیری نتوانند به طور قطعی نظر خود را در مورد معیارهای تصمیم گیری ابراز کنند. در این حالت بهتر است از متغیرهای فازی و به تبع آن از محاسبات فازی برای انتخاب بهترین گزینه استفاده شود. ماتریس تصمیم گیری در حالت فازی به صورت جدول ۲-۶ در می آید. استفاده از تابع عضویت مثلثی برای اعداد فازی حاصل از متغیرهای کلامی، بسیار مفید و کاربردی خواهد بود، ولی هر عدد فازی پیوسته یا گسسته نیز می تواند استفاده شود. ماتریس تصمیم گیری چند معیاره فازی با عناصر فازی در جدول ۲-۶ نشان داده شده است.

جدول ۲-۶. ماتریس تصمیم گیری چند معیاره فازی

گزینه ها \ معیارها	$x_1$	$x_2$	....	$x_n$
$A_1$	$\tilde{r}_{11}$	$\tilde{r}_{12}$	....	$\tilde{r}_{1n}$
$A_2$	$\tilde{r}_{21}$	$\tilde{r}_{22}$	....	$\tilde{r}_{2n}$
$A_3$	$\tilde{r}_{31}$	$\tilde{r}_{32}$	....	$\tilde{r}_{3n}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	....	$\vdots$
$A_m$	$\tilde{r}_{m1}$	$\tilde{r}_{m2}$	....	$\tilde{r}_{mn}$



## ۲-۵ [۱ و ۳]: فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP)<sup>۳۳</sup>

ابهام و عدم قطعیت خاصیت ذاتی بسیاری از محیط های تصمیم گیری است و یک مدل تصمیم گیری مناسب باید توانایی در نظر گرفتن این ویژگی را داشته باشد. علاوه بر این در بسیاری از مواقع تصمیم گیرندگان نسبت به مورد تصمیم گیری نظر نادقیق و غیر قطعی دارند، بنابر این مقایسات زوجی که در روش AHP انجام می گردد نمی تواند پاسخگوی عدم قطعیت نظرات کارشناسان باشد و مقادیر نادقیق و مبهم باید جایگزین همه و یا بعضی از مقایسات زوجی گردد. در نتیجه استفاده از روش AHP فازی بسیار مناسب تر و موثرتر از روش AHP سنتی به نظر می رسد. اولین روش تحلیل سلسله مراتبی فازی در سال ۱۹۸۳ و توسط لارھون و پردریک ایجاد شد که به دلیل پیچیدگی محاسباتی مورد استقبال واقع نشد [۱]. بعد از آن محققان بسیاری در صدد ارائه روشهای مختلف برای حل و توسعه تحلیل سلسله مراتبی فازی بر آمدند. لذا روش واحدی برای AHP فازی وجود نداشته و به اقتضای مساله می توان از روشهای مختلفی استفاده نمود [۳]. در ادامه به تعدادی از روشهای ارائه شده اشاره می شود.

## ۲-۵-۱ [۳۴]: AHP فازی با استفاده از آنتروپی شانون

دان لین و همکارانش در مقاله خود برخی نواقص وارده بر روش AHP را به صورت زیر بر شمرده اند [۳۴]:

۱- روش AHP عمدتاً در موارد تصمیم گیری نزدیک به واقعیت استفاده می شود.

۲- رتبه بندی در AHP خیلی دقیق نیست.

۳- ذهنیت فرد تصمیم گیرنده، انتخاب و ترجیحات او تاثیر بسیاری در نتایج AHP دارد.

برای غلبه بر این مشکل در این مقاله از اعداد فازی  $\tilde{1}$  تا  $\tilde{9}$  برای بیان اهمیت نسبی اجزا در سلسله مراتب استفاده می شود. سپس اوزان با استفاده از آنتروپی شانون و حساب بازه ها ( برش  $\alpha$  اعداد فازی ) و با استفاده از ضریب خوش بینی  $\lambda$  ( درجه رضایت مندی تصمیم گیرنده ) محاسبه شده است. در این روش به

جای استفاده از ماتریس مقایسات زوجی از حاصلضرب ماتریس اوزان  $\tilde{w}$  در ماتریس تصمیم گیری  $\tilde{x}$  به عنوان ماتریس نهایی  $\tilde{A}$  استفاده می شود. برای حل مساله نیز از اعداد فازی مثلثی و حساب مربوط به بازه ها بر روی برش  $\alpha$  اعداد فازی استفاده می شود. همچنین اعداد فازی  $\tilde{1}$  تا  $\tilde{9}$  بر اساس تعریف داده شده در مرجع [۴۵] استفاده می شود که بیانگر مفهوم حدوداً  $x$  است استفاده شده است.

$$\tilde{1} \quad (1,1,3), \quad x = 1$$

$$\tilde{x} \quad (x-2, x, x+2), \quad x = 3,5,7$$

$$\tilde{9} \quad (7,9,9), \quad x = 9$$

وزن های نهایی بر اساس آنترופی شانون به قرار زیر محاسبه می شود :

$$\begin{bmatrix} \frac{a_{11}}{s_1} & \frac{a_{12}}{s_1} & \dots & \frac{a_{1n}}{s_1} \\ \frac{a_{21}}{s_2} & \frac{a_{22}}{s_2} & \dots & \frac{a_{2n}}{s_2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \frac{a_{n1}}{s_n} & \frac{a_{n2}}{s_n} & \dots & \frac{a_{nn}}{s_n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} & \dots & f_{1n} \\ f_{21} & f_{22} & \dots & f_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f_{n1} & f_{n2} & \dots & f_{nn} \end{bmatrix} H_1 = - \sum_{j=1}^n (f_{1j}) \ln (f_{1j})$$

$$H_2 = - \sum_{j=1}^n (f_{2j}) \ln (f_{2j})$$

⋮

$$H_n = - \sum_{j=1}^n (f_{nj}) \ln (f_{nj})$$

$$s_k = \sum_{j=1}^n a_{kj}$$

وزن های آنترופی پس از نرمال سازی مقادیر  $H_1$  تا  $H_n$  بدست می آید.

روش ارائه شده به صورت زیر می باشد :

۱- تشکیل ماتریس تصمیم گیری با استفاده از اعداد مطرح شده در فوق برای هر یک از معیارها :

$$\tilde{X} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix}$$

اهمیت نسبی زیر معیارها نیز در معیار مربوطه بیان می شود. در حقیقت اهمیت نسبی هر گزینه در هر معیار بیان می شود.

$$\tilde{w} = \begin{bmatrix} \tilde{w}_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \tilde{w}_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \tilde{w}_n \end{bmatrix} \quad A = \tilde{X} \tilde{w} = \begin{bmatrix} \tilde{w}_1 \tilde{x}_{11} & \tilde{w}_2 \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{w}_n \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{w}_1 \tilde{x}_{21} & \tilde{w}_2 \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{w}_n \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{w}_1 \tilde{x}_{m1} & \tilde{w}_2 \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{w}_n \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix}$$

۲- محاسبه اوزان و محاسبه ماتریس  $\tilde{A}$ .

۳- محاسبه ماتریس  $\tilde{A}_\alpha$  بر اساس برش  $\alpha$  از ماتریس  $\tilde{A}$ .

$$\tilde{A}_\alpha = \begin{bmatrix} [a_{11e}^\alpha, a_{11u}^\alpha] & [a_{12e}^\alpha, a_{12u}^\alpha] & \dots & [a_{1ne}^\alpha, a_{1nu}^\alpha] \\ [a_{21e}^\alpha, a_{21u}^\alpha] & [a_{22e}^\alpha, a_{22u}^\alpha] & \dots & [a_{2ne}^\alpha, a_{2nu}^\alpha] \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ [a_{m1e}^\alpha, a_{m1u}^\alpha] & 0 & \dots & [a_{mne}^\alpha, a_{mnu}^\alpha] \end{bmatrix} \quad a_{12l}^\alpha = w_{il}^\alpha \cdot x_{ijl}^\alpha \cdot a_{kju}^\alpha = w_{iu}^\alpha \cdot x_{iju}^\alpha$$

در واقع نیازی به محاسبه  $x$  به طور مستقیم نیست و  $\tilde{A}_\alpha$  به طور مستقیم از عملیات حساب بازه ای محاسبه می شود.

برای یک  $\alpha$  مشخص و برای یک  $\lambda$  مشخص ماتریس درجه رضایت مندی قضاوت  $\tilde{A}$  محاسبه می شود :

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} \tilde{a}_{11}^2 & \tilde{a}_{12}^2 & \dots & \tilde{a}_{1n}^2 \\ \tilde{a}_{21}^2 & \tilde{a}_{22}^2 & \dots & \tilde{a}_{2n}^2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{m1}^2 & \tilde{a}_{m2}^2 & \dots & \tilde{a}_{mn}^2 \end{bmatrix}$$

که در آن

$$\tilde{a}_{ij}^\alpha = \lambda \tilde{a}_{ijl}^\alpha + (1 - \lambda) \tilde{a}_{iju}^\alpha \quad \forall \lambda \in [0,1]$$

۴- محاسبه اوزان نهایی بر اساس آنتروپی شانون.

## ۲-۵-۲ AHP: فازي با استفاده از متغير های زبانی

در این روش به جای استفاده از ماتریس مقایسات زوجی از ماتریس تصمیم با نظرات چند فرد تصمیم گیرنده استفاده شده است. برای بیان اوزان از متغیرهای زبانی مانند: خیلی کم (VL)، کم (L)، متوسط (M)، زیاد (H)، خیلی زیاد (VH) و همچنین برای بیان اهمیت نسبی گزینه ها نسبت به معیارها از متغیرهای زبانی مانند: خیلی ضعیف (VP)، ضعیف (P)، متوسط (F)، خوب (G) و خیلی خوب (VG) استفاده می شود. البته این متغیرها پنج سطحی هستند و می توان بنا بر تشخیص کارشناسان از متغیرهای بیشتری استفاده گردد. برای این متغیرها از اعداد فازی مثلثی استفاده می شود. افراد خبره می توانند نظرات خود را به صورت اعداد فازی دوزنقه ای و در هر شکل دلخواه (به غیر از متغیرهای زبانی) بیان کنند.

مراحل اجرای این روش به شرح زیر می باشد:

- ۱- جمع آوری نظرات خبرگان در مورد اهمیت نسبی معیارها نسبت به هدف مساله.
- ۲- جمع آوری نظرات خبرگان در مورد اهمیت نسبی گزینه ها نسبت به هر معیار به صورت ماتریس تصمیم گیری.
- ۳- جمع بندی نظرات خبرگان نسبت به هر معیار بر اساس روش میانگین حسابی و با استفاده از حساب فازی بر روی اعداد فازی مثلثی.

محاسبه میانگین اهمیت گزینه  $A_i$  نسبت به  $G_i$ :

$$S_{ij} = \left(\frac{1}{n}\right) \otimes (S_{ij1} \oplus S_{ij2} \oplus S_{ij3} \oplus \dots \oplus S_{ijk})$$

محاسبه میانگین اهمیت معیار  $G_i$  نسبت به هدف مساله:

$$W_i = \left(\frac{1}{n}\right) \otimes (W_{i1} \oplus W_{i2} \oplus W_{i3} \oplus \dots \oplus W_{ik})$$

۴- محاسبه وزن نهایی

$$F_i = \left(\frac{1}{m}\right) \otimes [(S_{i1} \otimes W_1) \oplus (S_{i2} \otimes W_2) \oplus (S_{i3} \otimes W_3) \oplus \dots \oplus (S_{ik} \otimes W_k)] , \quad F_i \cong (Y_i, Q_i, Z_i)$$

$$U_I(F_i) = \alpha U_M(F_i) + (1 - \alpha) V_G(F_i)$$

با استفاده از رتبه بندی پارک و کیم داده شده در مرجع [۱۶] در حالت تصمیم گیری گروهی (بیان ضریب خوش بینی  $\alpha$  توسط چند نفر) مقدار  $\beta$  بر اساس این مفهوم محاسبه می گردد که اگر عدد فازی نرمال مثلثی  $\tilde{A} = (l, m, u)$  را در نظر بگیریم، مقدار  $\gamma = \frac{m-l}{u-l}$  نگرش تصمیم گیرنده نسبت به بازه مورد استفاده را نشان می دهد. اگر  $\gamma > 0.5$  باشد شخص ریسک پذیر است. اگر  $\gamma < 0.5$  باشد ریسک گریز و اگر  $\gamma = 0.5$  باشد بی تفاوت است.

$$S_{ijk} = (q_{ijk}, o_{ijk}, p_{ijk}), \quad W_{jk} = (c_{jk}, a_{jk}, b_{jk}),$$

$$\beta = [\sum \sum (a_{jk} - b_{jk}) / (b_{jk} - c_{jk}) + \sum \sum \sum (o_{ijk} - q_{ijk}) / (p_{ijk} - q_{ijk})] / (k \times n + m \times k \times n)$$

محاسبه مقدار عددی رتبه هر گزینه

$$U_I(F_i) \cong (z_i - x_1) / (x_2 - x_1 - Q_1 + z_1) / (1 - \beta) [1 - (x_2 - Y_1) / (x_2 - x_1 + Q_i - Y_i)],$$

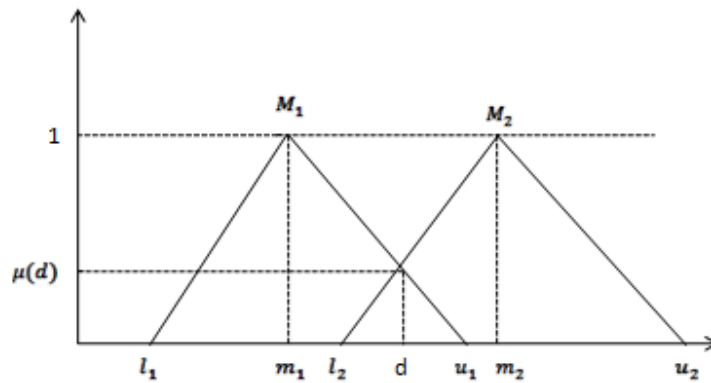
که در آن

$$x_1 = \min\{y_1, y_2, y_3, \dots, y_m\}, x_2 = \max\{z_1, z_2, z_3, \dots, z_m\}$$

## ۲-۵-۳ [۴۸ و ۱۳]: روش تحلیل توسعه ای

روش تحلیل توسعه ای (EA)<sup>۳۴</sup> برای اولین بار توسط چانگ [۱۳] ارائه گردید و نسبت به سایر روش های دیگر در زمینه AHP فازی از کاربرد بیشتری برخوردار است. اعداد مورد استفاده در این روش، اعداد فازی مثلثی هستند. مفاهیم و تعاریف AHP فازی بر اساس روش EA به شرح زیر می باشد:

دو عدد فازی مثلثی  $M_1 = (l_1, m_1, u_1)$  و  $M_2 = (l_2, m_2, u_2)$  را در نظر بگیرید که در شکل ۲-۴ نشان داده شده اند [۴۸]:



شکل ۲-۴. اعداد مثلثی  $M_1$  و  $M_2$

عملگرهای ریاضی این اعداد به صورت زیر می باشد [۴۴]:

$$M_1 + M_2 = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2), \quad M_1 \times M_2 = (l_1 \cdot l_2, m_1 \cdot m_2, u_1 \cdot u_2),$$

$$M_1^{-1} = \left(\frac{1}{u_1}, \frac{1}{m_1}, \frac{1}{l_1}\right), \quad M_2^{-2} = \left(\frac{1}{u_2}, \frac{1}{m_2}, \frac{1}{l_2}\right).$$

توجه به این نکته لازم است که حاصل ضرب دو عدد فازی مثلثی، یا معکوس یک عدد فازی مثلثی، دیگر یک عدد فازی مثلثی نیست. این روابط، فقط تقریبی از حاصلضرب واقعی دو عدد فازی مثلثی و معکوس یک عدد فازی مثلثی را بیان می کنند [۴۸].

در روش EA برای هر یک از سطرهای ماتریس مقایسات زوجی، مقدار  $S_k$  که خود یک عدد فازی مثلثی است، به صورت زیر محاسبه می شود:

$$S_k = \sum_{j=1}^n M_{kj} \cdot \left[ \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n M_{ij} \right]^{-1}$$

که در آن  $k$  بیانگر شماره سطر و  $i$  و  $j$  به ترتیب نشان دهنده ی گزینه ها و شاخص ها می باشند. در این روش پس از محاسبه  $S_k$  ها باید، درجه بزرگی آنها را نسبت به هم بدست آورد. بطور کلی اگر  $M_1$  و  $M_2$  دو عدد فازی مثلثی باشند، درجه بزرگی  $M_1$  بر  $M_2$  که با  $V(M_1 \geq M_2)$  نشان داده می شود، بصورت زیر تعریف می شود:

$$\begin{cases} V(M_1 \geq M_2) = 1, & m_1 \geq m_2 \quad \text{اگر} \\ V(M_1 \geq M_2) = hgt(M_1 \cap M_2) = \mu(d), & \text{در غیر اینصورت} \end{cases}$$

که در آن

$$hgt(M_1 \cap M_2) = \frac{u_1 - l_2}{(u_1 - l_2) + (m_2 - m_1)},$$

میزان بزرگی یک عدد فازی مثلثی از  $k$  عدد فازی مثلثی دیگر نیز از رابطه زیر به دست می آید :

$$V(M_1 \geq M_2, \dots, M_K) = V(M_1 \geq M_2) \text{ و } \dots \text{ و } V(M_1 \geq M_K)$$

هم چنین برای محاسبه وزن شاخص ها در ماتریس مقایسات زوجی به صورت زیر عمل می کنیم :

$$w'(x_i) = \min \{ V(s_i \geq s_k) \} \quad k=1,2,\dots,n, k \neq i$$

بنابراین، بردار وزن شاخص ها به صورت زیر خواهد شد :

$$w' = [w'(x_1), w'(x_2), \dots, w'(x_n)]^n$$

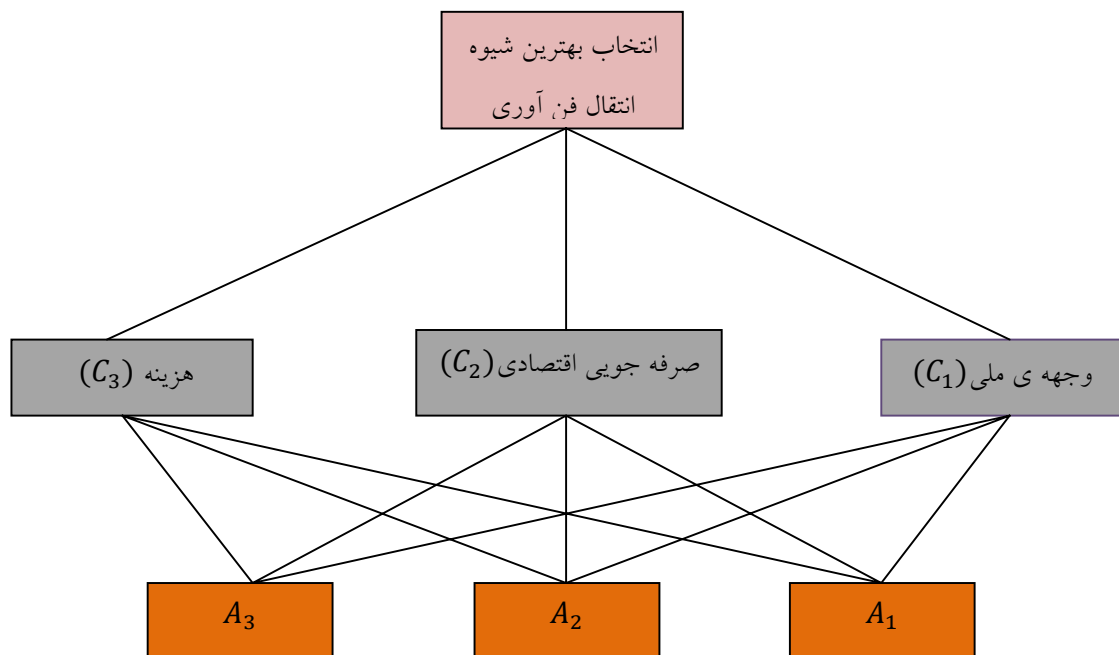
که همان بردار ضرایب نابهنجار AHP فازی است. به منظور تفهیم بیشتر این روش مثالی آورده می شود.

مثال ۲-۴ [۴۴] : فرض کنید هدف تصمیم گیرنده ای انتخاب بهترین شیوه ی انتقال فن آوری با توجه

به سه شاخص : وجهه ی ملی، صرفه جویی اقتصادی و هزینه است. سه شیوه ی  $A_1$ ،  $A_2$  و  $A_3$  پیشنهاد شده

است که ارجحیت آنها از نظر معیارهای سه گانه متفاوت است. سلسله مراتب این تصمیم در شکل ۲-۵ رسم

شده است.



شکل ۲-۵. سلسله مراتب تصمیم گیری

تصمیم گیرنده یک بار شاخص ها را با هم مقایسه می کند و یک بار گزینه ها را از نظر هر شاخص مورد مقایسه قرار می دهد. از اعداد فازی مثلثی برای مقایسه ها استفاده می شود. با استفاده از طیف  $\frac{1}{9}$  تا ۹ ساعتی ماتریس مقایسه زوجی به صورت اعداد فازی تشکیل می شود، یعنی تصمیم گیرنده ترجیحات خود را با مقایسه ی زوجی عناصر هر سطح نسبت به عناصر سطوح بالاتر به شیوه ی فازی بیان می کند. این مقایسه ها در جداول ۲-۷ تا ۲-۱۰ آمده است.

جدول ۲-۷. ماتریس مقایسه ی زوجی شاخص ها از نظر تصمیم گیرنده

شاخص ها	$C_1$	$C_2$	$C_3$
$C_1$	(1,1,1)	$(\frac{1}{4}, \frac{1}{3}, 2)$	$(\frac{1}{2}, 1, 2)$
$C_2$	$(\frac{1}{2}, 3, 4)$	(1,1,1)	(1,2,3)
$C_3$	$(\frac{1}{2}, 1, 2)$	$(\frac{1}{3}, \frac{1}{2}, 1)$	(1,1,1)



جدول ۲-۸. ماتریس مقایسه ی زوجی روش های انتقال فن آوری نسبت به شاخص وجهه ی ملی

وجهه ی ملی	$A_1$	$A_2$	$A_3$
$A_1$	(1,1,1)	$(\frac{1}{3}, \frac{1}{2}, 2)$	$(\frac{1}{4}, \frac{1}{2}, 2)$
$A_2$	$(\frac{1}{2}, 2, 3)$	(1,1,1)	(1,2,3)
$A_3$	$(\frac{1}{2}, 2, 4)$	$(\frac{1}{3}, \frac{1}{2}, 1)$	(1,1,1)

جدول ۲-۹. ماتریس مقایسه ی زوجی روش های انتقال فن آوری نسبت به شاخص صرفه جویی اقتصادی

صرفه جویی اقتصادی	$A_1$	$A_2$	$A_3$
$A_1$	(1,1,1)	$(1, 2, \frac{5}{2})$	$(\frac{3}{2}, 3, 4)$
$A_2$	$(\frac{2}{5}, \frac{1}{2}, 1)$	(1,1,1)	(1,2,3)
$A_3$	$(\frac{1}{4}, \frac{1}{2}, \frac{2}{3})$	$(\frac{1}{3}, \frac{1}{2}, 1)$	(1,1,1)

جدول ۲-۱۰. ماتریس مقایسه ی زوجی روش های انتقال فن آوری نسبت به شاخص هزینه

هزینه	$A_1$	$A_2$	$A_3$
$A_1$	(1,1,1)	$(\frac{1}{3}, \frac{1}{2}, 1)$	$(\frac{1}{2}, \frac{2}{3}, 2)$
$A_2$	(1,2,3)	(1,1,1)	(1,2,3)
$A_3$	$(\frac{1}{2}, \frac{2}{3}, 2)$	$(\frac{1}{3}, \frac{1}{2}, 1)$	(1,1,1)

ابتدا ضرایب هر یک از ماتریس مقایسه ها زوجی محاسبه می شود. بدین منظور جدول ۲-۷ را در نظر

می گیریم. برای محاسبه  $S_k$  ها ابتدا عبارت زیر را در محاسبه می کنیم :

$$1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + 1 + 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + 1 = 6.08$$

$$1 + \frac{1}{3} + 1 + 3 + 1 + 2 + 1 + \frac{1}{2} + 1 = 10.83$$

$$1 + 2 + 2 + 4 + 1 + 3 + 2 + 1 + 1 = 17$$

$$\frac{1}{17} = 0.059,$$

$$\frac{1}{10.83} = 0.092,$$

$$\frac{1}{6.08} = 0.164,$$

$$[\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n M_{ij}]^{-1} = (6.08, 10.83, 17)^{-1} = (0.059, 0.092, 0.164)$$

بنابراین :

$$(1, 1, 1) + (\frac{1}{4}, \frac{1}{3}, 2) + (\frac{1}{2}, 1, 2) = (1.75, 2.33, 5)$$

با محاسبه بقیه موارد، می توانیم  $S_k$  ها را حساب کنیم :

$$S_1 = (1.75, 2.33, 5) \times (0.059, 0.092, 0.164) = (0.103, 0.215, 0.820),$$

$$S_2 = (2.5, 6, 8) \times (0.059, 0.092, 0.164) = (0.147, 0.552, 1.312),$$

$$S_3 = (1.833, 2.5, 4) \times (0.059, 0.092, 0.164) = (0.108, 0.230, 0.656).$$

حال باید درجه بزرگی هر یک از عناصر فوق را بر یکدیگر محاسبه کنیم.

$$V(S_1 \geq S_2) = \frac{u_1 - l_2}{(u_1 - l_2) + (m_2 - m_1)} = \frac{0.820 - 0.147}{(0.820 - 0.147) + (0.552 - 0.215)} = 0.666,$$

$$V(S_1 \geq S_3) = \frac{u_1 - l_3}{(u_1 - l_3) + (m_3 - m_1)} = \frac{0.820 - 0.108}{(0.820 - 0.108) + (0.230 - 0.215)} = 0.979,$$

$$V(S_2 \geq S_1) = 1,$$

$$V(S_2 \geq S_3) = 1,$$

$$V(S_3 \geq S_1) = 1,$$

$$V(S_3 \geq S_2) = \frac{u_3 - l_2}{(u_3 - l_2) + (m_2 - m_3)} = \frac{0.656 - 0.147}{(0.656 - 0.147) + (0.552 - 0.230)} = 0.503.$$

هم چنین برای محاسبه ی درجه بزرگی یک  $S_i$  بر سایر  $S_i$  ها داریم :

$$V(S_1 \geq S_2, S_3) = \min(0.666, 0.979) = 0.666,$$

$$V(S_2 \geq S_1, S_3) = \min(1, 1) = 1,$$

$$V(S_3 \geq S_1, S_2) = \min(1, 0.503) = 0.503.$$

که این وزن ها بیانگر وزن نابهنجار شده ی شاخص های  $C_1$  و  $C_2$  و  $C_3$  می باشند.

$$W' = (0.666, 1, 0.503)^T$$

حال بر اساس رابطه  $W_i = \frac{W_i'}{\sum W_i'}$ ، مقدار اوزان بهنجار شده ی شاخص های  $C_1$  و  $C_2$  و  $C_3$  بدست می آید:

$$W = (0.307, 0.461, 0.232)^T$$

به همین ترتیب کلیه مراحل فوق برای جداول ۲-۹، ۲-۱۰، ۲-۱۱ نیز انجام می گیرد تا وزن های بهنجار شده ی آنها بدست آید. پس از به دست آوردن وزن ها، نتایج با استفاده از میانگین موزون ادغام می شوند تا ضریب اهمیت نسبی هر یک از راهبرد های انتقال فن آوری به دست آید. نتیجه نهایی در جدول ۲-۱۲ آورده شده است.

جدول ۲-۱۱. ضرایب اهمیت معیارها و گزینه ها با استفاده از روش EA

معیارها گزینه ها	$C_1$ ۰/۳۰۷	$C_2$ ۰/۴۶۱	$C_3$ ۰/۲۳۲	ضریب اهمیت نسبی گزینه ها
$A_1$	۰/۲۶۸	۰/۵۲۱	۰/۲۷۸	۰/۳۸۷
$A_2$	۰/۴۱۵	۰/۳۴۶	۰/۴۷۲	۰/۳۹۶
$A_2$	۰/۳۱۷	۰/۱۳۳	۰/۲۵۰	۰/۲۱۷

#### منابع:

- ۱- آذر، عادل و حجت فرجی، ۱۳۸۷، علم مدیریت فازی، انتشارات مهربان نشر، تهران.
- ۲- اصغریپور، محمد جواد، ۱۳۸۷، تصمیم گیری های چند معیاره، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۳- شوندی، حسن، ۱۳۸۵، نظریه مجموعه فازی و کاربرد آن در مهندسی صنایع و مدیریت، انتشارات گسترش علوم پایه، تهران.
- ۴- غضنفری، مهدی و محمود رضایی، ۱۳۸۵، نظریه مجموعه های فازی، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران.
- ۵- مومنی، منصور، ۱۳۸۵، مباحث نوین در تحقیق در عملیات، انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.

6. Albino, V. and Garavelli, A.C., (1998), A neural network application to subcontractor rating in construction firms, *International Journal of Project Management*, 16 (1), 9 -14.
7. Bach, J., Carr, R., Parnaby, J. and Tobias, A. M., (1987), Supplier development system, *International Journal of Technology Management*, 2(2), 219-228.
8. Barbarosoglu, G. and Yazgac, T., (1997), An application of the analytic hierarchy process to the supplier selection problem, *Production and Inventory Management Journal* 1st quarter, 14-21.
9. Bender, P.S., Brown, R.W., Isaac, M.H. and Shapiro, J.F., (1985), Improving purchasing productivity at IBM with a normative decision support system, *Interfaces*, 15 (3), 106 -115.
10. Benton, W.C., (1991), Quantity discount decisions under conditions of multiple items, multiple suppliers and resource limitations, *International Journal of Production Research*, 29 (10), 1953-1961.
11. Bhutta, K. S. and Huq, F., (2002), Supplier selection problem: a comparison of the total cost of ownership and analytic hierarchy process approaches, *Supply Chain Management: An International Journal*, 7(3), 126-135.
12. Buffa, F.P. and Jackson, W.M., (1983), A goal programming model for purchase planning, *Journal of Purchasing and Materials Management*, 19 (3), 27-34.
13. Chang, D.Y., (1996), Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP, *European Journal of Operational Research*, 95(3), 649-655.
14. Chang, P.L and Chen, Y.C., (1994), A fuzzy multi-criteria decision making method for technology transfer strategy selection in biotechnology, *Fuzzy Sets and Systems*, 63, 131-139.
15. Chaudhry, S.S., Forst, F.G. and Zydiak, J.L., (1993), Vendor selection with price breaks, *European Journal of Operational Research*, 70, 52-66.
16. Chen S.J. and Hwang C.L., (1992), *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making*, Springer-Verlag.
17. Chou, S.Y., and Chang, Y.H, (2008), A decision support system for supplier selection based on a strategy-aligned fuzzy smart approach, *Expert Systems with Applications*, 34, 2241-2253.
18. Choy, K. L., Lee, W. B., Lau, H. C. W. and Choy, L. C., (2005), A knowledge-based supplier intelligence retrieval system for outsource manufacturing, *Knowledge-Based Systems*, 18(1), 1-17.
19. Choy, K. L., Lee, W. B. and Lo, V., (2002), An intelligent supplier management tool for benchmarking suppliers in outsource manufacturing, *Expert Systems with Applications*, 22(3), 213-224.
20. Choy, K. L., Lee, W. B. and Lo, V., (2004), An enterprise collaborative management system - a case study of supplier relationship management, *The Journal of Enterprise Information Management*, 17(3), 191-207.
21. Choy, K. L., Lee, W. B. and Lo, V., (2002), Development of a case based intelligent customer-supplier relationship management system, *Expert Systems with Applications*, 23(3), 281-297.

22. Choy, K. L., Lee, W. B. and Lo, V., (2003), Design of a case based intelligent supplier relationship management system-the integration of supplier rating system and product coding system, *Expert Systems with Applications*, 25(1), 87-100.
23. Choy, K. L., Lee, W. B. and Lo, V., (2003), Design of an intelligent supplier relationship management system: a hybrid case based neural network approach, *Expert Systems with Applications*, 24(2), 225-237.
24. Choy, K. L., Lee, W. B. and Lo, V., (2004), Development of a case based intelligent supplier relationship management system - linking supplier rating system and product coding system, *Supply Chain Management: An International Journal*, 9(1), 86-101.
25. Cook, R.L., (1997), Case-based reasoning systems in purchasing: applications and development, *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 33 (1), 32-39.
26. Das, C. and Tyagi, R., (1994), Wholesaler: a decision support system for wholesale procurement and distribution, *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 24 (10), 4-12.
27. De Boer, L., Labro, E. and Morlacchi, P., (2001), A review of methods supporting supplier selection, *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 7, 75-89.
28. De Boer, L., Van der Wegen, L. and Telgen, J., (1998), Outranking methods in support of supplier selection, *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 4 (2/3), 109-118.
29. Degraeve, Z., Labro, E. and Roodhooft, F., (2000), An evaluation of supplier selection methods from a total cost of ownership perspective. *European Journal of Operational Research*, 125 (1), 34-59.
30. Degraeve, Z. and Roodhooft, F., (2000), A mathematical programming approach for procurement using activity based costing, *Journal of Business Finance and Accounting*, 27 (1 -2), 69 -98.
31. Degraeve, Z. and Roodhooft, F., (1998), Determining sourcing strategies: a decision model based on activity and cost driver information, *Journal of the Operational Research Society*, 49 (8), 781 -789.
32. Dempsey, W.A., (1978), An analysis of vendor selection systems and decision, *Journal of purchasing*, 7, 257-267.
33. Dickson, G. W., (1966), An analysis of vendor selection systems and decisions, *Journal of Purchasing and Supply Management*, 2, 5-17.
34. Don-Lin, M ., Cheng, C.H and Chen, L.J., (1994), Evaluating weapon system using fuzzy analytic hierarchy process based on entropy weight, *Fuzzy Sets and Systems*, 62, 127-134.
35. Ellram, L. M., (1990), The supplier selection decision in strategic partnerships, *Journal of Purchasing and Material Management*, 26(4), 8-12.
36. Ganeshan, R., Tyworth, J.E. and Guo, Y., (1999), Dual sourced supply chains: the discount supplier option, *Transportation Research Part*, 35, 11-23.

37. Ghoudsypour, S.H. and O'Brien, C.O., (1998), A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming, *International Journal of Production Economics*, 56 -57 (1 -3), 199 -212.
38. Grando A. and Sianesi A., (1996), Supply management: a vendor rating assessment, *CEMS Business Review*, 1, 199-212.
39. Gregory, R.E., (1986), Source selection: a matrix approach, *Journal of Purchasing and Materials Management*, 22 (2), 24-29.
40. Hinkle, C.L., Robinson, P. J. and Green, P. E., (1969), Vendor evaluation using cluster analysis. *Journal of Purchasing*, 5 (3), 49-58.
41. Holt, G.D., (1998), Which contractor selection methodology?, *International Journal of Project Management*, 16 (3), 153-164.
42. Hong, G. H., Park, S. C., Jang, D. S., and Rho, H. M., (2005), An effective supplier selection method for constructing a competitive supply-relationship, *Expert Systems with Applications*, 28, 629–639.
43. Houshyar, A. and Lyth, D., (1992), A systematic supplier selection procedure, *Computers and Industrial Engineering*, 23(1-4), 173-176.
44. Hugos, M., (2003), *Essentials of Supply Chain Management*, John Wiley & Sons, Inc.
45. Juang C.H. and Lee D.H., (1991) , A fuzzy scale for measuring weight criteria hierarchical structure, *International Fuzzy Engineering Symposium*, 12, 415-421.
46. Karpak, B., Kumcu, E. and Kasuganti, R., (1999), An application of visual interactive goal programming: a case in vendor selection decisions, *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 8, 93-105.
47. Khoo, L.P., Tor, S.B. and Lee, S.S.G., (1998), The potential of intelligent software agents in the World Wide Web in the automated part procurement, *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 34 (1), 46-52.
48. Lee, A.H.I., (2008), A fuzzy supplier selection model with the consideration of benefits, opportunities, costs and risks, *Expert Systems with Applications*, 25,3456-3466.
49. Lee, K.H., (2005), *First Course on Fuzzy Theory and Applications*, Springer.
50. Liu, X., and Pedrycz, W., (2009), *Axiomatic Fuzzy Set Theory and Its Applications*, Springer.
51. Liu, J., Ding, F.-Y. and Lall, V., (2000), Using data envelopment analysis to compare suppliers for supplier selection and performance improvement, *Supply Chain Management: An International Journal*, 5(3), 143-150.
52. Min, H., (1994), International supplier selection: a multi-attribute utility approach, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 24 (5), 24-33.

53. Monczka, R.M. and Trecha, S.J., (1988), Cost-based supplier performance evaluation, *Journal of Purchasing and Materials Management*, 24 (2), 2-7.
54. Ng, S.T. and Skitmore, R.M., (1995), CP-DSS: decision support system for contractor prequalification: Decision Making Problem Solving, *Civil Engineering Systems*, 12 (2), 133-160.
55. Nydick, R.L., Hill, R.P., (1992), Using the Analytic Hierarchy Process to structure the supplier selection procedure, *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 28 (2), 31-36.
56. Pan, A.C., (1989), Allocation of order quantities among suppliers, *Journal of Purchasing and Materials Management*, 25 (2), 36-39.
57. Petroni, A. and Braglia, M., (2000), Vendor selection using principal component analysis, *The Journal of Supply Chain Management: A Global Review of Purchasing and Supply*, 36 (2), 63-69.
58. Ronen, B., Trietsch, D., (1988), A decision support system for purchasing management of large projects, *Operations Research*, 36 (6), 882-890.
59. Rosenthal, E.C., Zydiak, J.L. and Chaudhry, S.S., (1995), Vendor selection with bundling, *Decision Sciences*, 26 (1), 35-48.
60. Sadrian, A.A., Yoon, Y.S., (1994), A procurement decision support system in business volume discount environments, *European Journal of Operational Research*, 42 (1), 14-23.
61. Sanayei, A., Mousavi, S. F., and Yazdankhah, A., (2010), Group decision making process for supplier selection with VIKOR under fuzzy environment, *Expert Systems with Applications*, 37(1), 24-30.
62. Sarkis, J. and Talluri, S., (2000), A model for strategic supplier selection, In: Leenders, M. (Ed.), *Proceedings of the 9th international IPSERA Conference*, Richard Ivey Business School, London, Ontario, 652-661.
63. Soukup, W.R., (1987), Supplier selection strategies, *Journal of Purchasing and Materials Management*, 23 (3), 7-12.
64. Smytka, D.L. and Clemens, M.W., (1993), Total cost supplier selection model: a case study, *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 29 (1), 42-49.
65. Sonmez, M., (2006), A review and critique of supplier selection process and practices, *Occasional Papers Series*, Loughborough University.
66. Thompson, K., (1991), Scaling evaluative criteria and supplier performance estimates in weighted pint prepurchase decision models, *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 27 (1), 27-36.
67. Thompson, K., (1990), Vendor prole analysis, *Journal of Purchasing and Materials Management*, 26 (1), 11-18.

68. Timmerman, E., (1986), An approach to vendor performance evaluation, *Journal of Purchasing and Supply Management*, 1, 27-32.
69. Tracey, M. and Tan, C. L., (2001), Empirical analysis of supplier selection and involvement, customer satisfaction, and firm performance, *Supply Chain Management: An International Journal*, 6 (4), 174-188.
70. Vokurka, R.J., Choobineh, J. and Vadi, L., (1996), A prototype expert system for the evaluation and selection of potential suppliers, *International Journal of Operations and Production Management*, 16 (12), 106 -127.
71. Weber, C.A. and Current, J.R., (1993), A multi-objective approach to vendor selection, *European Journal of Operational Research*, 68, 173-184.
72. Weber, C. A., Current, J. R., and Benton, W. C., (1991), Vendor selection criteria and methods, *European Journal of Operational Research*, 50(1), 2-18.
73. Weber, C.A., Current, J.R. and Desai, A., (2000), An optimization approach to determining the number of vendors to employ, *Supply Chain Management: an International Journal*, 5 (2), 90-98.
74. Weber, C.A. and Desai, A., (1996), Determination of paths to vendor market efficiency using parallel co-ordinates representation: a negotiation tool for buyers, *European Journal of Operational Research*, 90, 142-155.
75. Weber, C.A., Current, J.R. and Desai, A., (1998), Non-cooperative negotiation strategies for vendor selection, *European Journal of Operational Research*, 108, 208-223.
76. Weber, C.A. and Ellram, L.M., (1992), Supplier selection using multi-objective programming: a decision support system approach, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 23 (2), 3-14.
77. Willis, T.H., Huston, C.R. and Pohlkamp, F., (1993), Evaluation measures of just-in-time supplier performance, *Production and Inventory Management Journal*, 2nd quarter, 1-5.
78. Yang, J.L., Chiu, H.N., Tzeng, G.H., and Yeh, R.H., (2008), Vendor selection with independent and interdependent relationships, *Information Sciences*, 178, 4166-4183.
79. Zenz, G., (1981), *Purchasing and the Management of Materials*, Wiley, New York.
80. Zhang, Z., Lei, J., Cao, N., To, K. and Ng, K., (2005), Evolution of Supplier Selection Criteria and Methods, *International Journal of Production Economic*, 116, 199 -218.



## فصل ۳

# روش شناسی

## ۳-۱: مقدمه

هدف این فصل، شناخت نوع تحقیق و روش انجام آن است. مواردی که در این فصل به آن پرداخته می شود شامل عناوینی مانند جامعه آماری تحقیق، روش نمونه گیری، روش جمع آوری اطلاعات، متغیر های تحقیق و روش انجام تحقیق است و در ادامه آن به تشریح کامل ساختار مدل استفاده شده پرداخته خواهد شد.

## ۳-۲: جامعه آماری

جامعه آماری تحقیق حاضر شرکت چوب و کاغذ مازندران می باشد. در ابتدا به ذکر مختصری از معرفی جامعه آماری در نظر گرفته شده به منظور آشنایی بیشتر با آن پرداخته می شود. شرکت صنایع چوب و کاغذ مازندران بزرگترین تولید کننده انواع کاغذ در ایران دارای ظرفیت تولید ۱۷۵۰۰۰ تن کاغذ در سال شامل ۹۰۰۰۰ تن کاغذ روزنامه و چاپ و تحریر و ۸۵۰۰۰ تن کاغذ فلوتینگ می باشد که در تاریخ ۱۳۷۶/۵/۷ افتتاح و راه اندازی شد. میزان سرمایه گذاری برای احداث و راه اندازی این کارخانه ۶۰۰ میلیون دلار آمریکا شامل ریالی و ارزی و هزینه های فاینانس می باشد. این شرکت در شمال کشور و در قسمت جنوب شرقی ساری و کنار جنگلهای سرسبز شمال احداث گردیده است. سهام داران این صنایع و میزان سهم آنها عبارتست از :

۱- بانک ملی ایران ۵۸/۰۶٪

۲- سازمانهای بازنشستگی کشوری و تامین اجتماعی ۴۱/۹۴٪

کارخانه مذکور دارای سه محصول و دو خط تولید و بزرگترین تولید کننده کاغذ در خاورمیانه است و علاوه بر این موفق به کسب گواهینامه های ایزو ۱۴۰۰۱ و ۹۰۰۱ از شرکت RWTUV آلمان شده است [۱].

در این تحقیق در مرحله اول به منظور تعیین معیارهای مد نظر در ارزیابی تامین کنندگان از یک جامعه آماری متشکل از پنج نفر از مدیران بخشهای مختلف سازمان شامل : مدیر خرید داخل، مدیر خرید خارج، مدیر تولید، مدیر تضمین کیفیت، مدیر بخش تحقیقات و پژوهش و همچنین کارشناسان خرید بخش بازرگانی استفاده شده است. در مرحله دوم جهت پاسخ دادن به پرسشنامه های تحقیق از یک جامعه آماری متشکل از

کارشناسان بخش خرید سازمان استفاده شده است. علاوه بر این جامعه آماری تامین کنندگان شامل تامین کنندگان اصلی شش ماده اولیه مورد نیاز شرکت چوب و کاغذ مازندران شامل: چوب، خمیر سفید خارجی، خمیر بازیافت داخل، سود سوز آور، آلوم کلوخه ای و خمیر کرافت قهوه ای است.

### ۳-۳: روش نمونه گیری

از آنجا که شناخت کارشناسان بخش بازرگانی نسبت به تامین کنندگان بیشتر از مدیران می باشد، با مشورت با مدیران، جامعه آماری متشکل از ۷ نفر از کارشناسان زبده بخش بازرگانی که دارای تجربه بیشتر و شناخت کافی نسبت به تامین کنندگان بودند، به منظور دست یابی به اطلاعات لازم و اجرای مدل تشکیل شد. همچنین از بین مجموعه محصولات اصلی شرکت چوب و کاغذ مازندران، محصول خمیر کرافت قهوه ای به صورت تصادفی انتخاب شده و تامین کنندگان آن مورد ارزیابی قرار گرفته است.

### ۳-۴: روش جمع آوری اطلاعات

در این تحقیق اطلاعات مورد نیاز به دو شیوه جمع آوری می شوند:

الف) از طریق مطالعه ادبیات موضوع و مطالعات کتابخانه ای و همچنین مصاحبه با مدیران و متخصصان سازمان معیارها و زیر معیارهای مورد نیاز به منظور انتخاب و ارزیابی تامین کننده استخراج می گردند. به این ترتیب که محقق با مطالعه دقیق مقالات و کتب معتبر و کارهای عملی انجام شده در زمینه انتخاب تامین کننده به طور کامل اطلاعات نظری لازم را کسب کرده و با استفاده از مصاحبه های نیمه هدایت شده معیارهای مهم در ارزیابی تامین کنندگان را به دست آورده است.

ب) اطلاعات لازم برای اجرای مدل از روش میدانی بدست آمده اند. بدین صورت که ابتدا با توضیح هدف انجام تحقیق و نوع همکاری های لازم برای کارشناسان، آن ها بطور کامل توجیه گردیدند و سپس به ترتیب اجرای مراحل مدل، با توزیع پرسشنامه های مربوطه و تشریح نحوه جواب دادن به سوالات، اطلاعات لازم به منظور ارزیابی تامین کنندگان به دست آمده و به عنوان ورودی به مدل داده شدند.

### ۳-۵: متغیرهای تحقیق

متغیرهای تحقیق حاضر بر حسب دو گونه مستقل و وابسته به شرح زیر است :

**متغیرهای مستقل :** معیارهای ارزیابی تامین کنندگان، روش ارزیابی.

**متغیرهای وابسته :** میزان اهمیت معیارها، رتبه بندی تامین کنندگان، رابطه بین زیر معیارها، عملکرد تامین کنندگان.

### ۳-۶: روش تحقیق

شرکت چوب و کاغذ مازندران به علت تنوع محصولات با تامین کننده های زیادی در داخل و خارج از کشور در ارتباط می باشد. با توجه به توسعه صنعت تولید کاغذ در سالهای اخیر و پیدایش رقبای جدید برای این شرکت بازار رقابتی برای فروش محصولات شدیدتر و وارد مرحله جدیدی شده است بطوری که شرکت صنایع چوب و کاغذ مازندران در صدد ارزیابی تامین کنندگان بالقوه خود به منظور دستیابی به کیفیت هر چه بیشتر محصولات و رتبه بندی آنها بر آمده است. این ارزیابی موجب می گردد تامین کنندگان مناسب شناسایی شده و برای خریدهای آتی دارای اولویت بیشتری باشند. بنابر این نیاز به وجود یک سیستم مدون ارزیابی و انتخاب تامین کننده به شدت مشهود است. برای انجام این تحقیق از بین تامین کنندگان اصلی شش ماده اولیه مورد نیاز شرکت، تامین کنندگان خمیر کرافت قهوه ای انتخاب شد و بر اساس فرایندهای خرید گذشته، اقدام به ارزیابی تامین کنندگان این قلم کالا شده است.

تحقیق حاضر از نظر سطح شناخت توصیفی و از نظر ماهیت مشاهده از نوع میدانی می باشد. مدل ارائه شده در این تحقیق به صورت گام به گام به شرح زیر می باشد :

۱- تعیین معیارها و زیرمعیارهای مورد نظر در ارزیابی تامین کنندگان.

۲- تعیین ارتباط بین زیر معیارها توسط روش ISM.

۳- تعیین گزینه های مورد ارزیابی.

۴- تعیین وزن معیارها و زیرمعیارها توسط روش AHP فازی.

۵- تعیین عملکرد هر یک از تامین کنندگان در مورد هر یک از زیرمعیارها و دیفازی سازی آنها.

۶- تعیین اندازه های فازی هر گروه از زیر معیار ها.

۷- تعیین امتیاز نهایی هر یک از تامین کنندگان از طریق روش انتگرال فازی و رتبه بندی آنها.

گام اول در این تحقیق تعیین معیارهای مورد نظر شرکت چوب و کاغذ مازندران در ارزیابی تامین کنندگان خود می باشد و همان گونه که پیشتر بیان شد معیارهای مورد نظر با همکاری مدیران و کارشناسان این سازمان بدست می آیند. در گام دوم با استفاده از روش ISM نوع روابط بین زیر معیارهای انتخاب تامین کنندگان بدست خواهد آمد. از طریق این روش تعیین می گردد که کدامیک از زیرمعیارها بر یکدیگر اثر گذارند و همچنین از طریق این روش مشخص خواهد شد که برای تعیین امتیاز عملکرد تامین کنندگان نسبت به زیر معیارها از روش غیر جمعی انتگرال فازی استفاده شود یا خیر. در گام بعدی توسط نظرات کارشناسان در قالب مقایسات زوجی فازی و از طریق روش AHP فازی وزن معیارها و زیر معیارها تعیین می گردد. به دست آوردن عملکرد هر یک از تامین کنندگان نسبت به زیر معیارهای تعیین شده قدم بعدی در این تحقیق است. نظرات کارشناسان در قالب متغیر های زبانی که متناظر با اعداد فازی مثلثی هستند به دست خواهد آمد. دیفازی شده عملکرد تامین کنندگان یکی از ورودی های انتگرال فازی خواهد بود. ورودی دیگر انتگرال فازی، اندازه فازی است که در گام ششم تعیین می گردد. در این مرحله به کمک نرم افزار MAPLE: version 11 اندازه های فازی بدست خواهند آمد. نهایتا با داده های به دست آمده امتیاز هر یک از تامین کنندگان بدست آمده و رتبه بندی خواهند شد. برای به دست آوردن انتگرال فازی از یک نرم افزار آنالین استفاده می شود.

### ۳-۶-۱: روش ISM

در بسیاری از تصمیم گیری ها، تصمیم گیرندگان همواره با ساختاری پیچیده از تعداد زیادی متغیر مواجه هستند که هر کدام به طور مستقل عمل نمی کنند بلکه یا از متغیر های دیگر تاثیر می پذیرند و یا بر آنها اثر می گذارند. در سیستم هایی که مولفه های تشکیل دهنده آنها کاملاً به هم وابسته هستند، هر یک از این مولفه ها بر یکدیگر اثر می گذارند که تغییر در هر یک از این مولفه ها سبب تغییر در مولفه های دیگر خواهد شد. از این روست که تصمیم گیرندگان به دنبال روش هایی هستند که بتواند آنها را در هر چه بهتر شناختن

یک سیستم و روابط بین مولفه های آن کمک کند. یکی از روش هایی که برای این کار پیشنهاد شده است روش ISM<sup>۱</sup> می باشد. این روش برای اولین بار توسط وارفیلد [۱۲ و ۱۳] برای کمک به یک برنامه کامپیوتری ارائه شد. این روش بر مبنای نظریه گراف، ریاضیات گسسته و تصمیم گیری گروهی پایه گذاری شده است و هدف آن کمک کردن به تصمیم گیرندگان به منظور تجزیه و تحلیل یک ساختار پیچیده و تفکیک آن به یک ساختار ساده سلسله مراتبی و شناسایی روابط بین اجزا می باشد. سازمان های زیادی وجود دارند که روش ISM را به طور گسترده ای در تصمیم گیری هایی مانند : طراحی فرایند، طراحی شغل، طراحی استراتژیک، طراحی محصول، فرایند مهندسی مجدد، تصمیم گیری های مالی و ... به کار برده اند و تجربه های موفقیت آمیزی داشته اند. الگوریتم روش ISM به ترتیب به صورت زیر می باشد :

**مرحله اول :** قدم اول در روش ISM شناسایی پارامترهایی است که باید در تصمیم گیری نهایی لحاظ شوند. این پارامترها از طریق تجربه و دانش کارشناسان خبره و به دست می آید. در فرایند انتخاب تامین کننده این پارامترها همان معیارهای مد نظر به منظور انتخاب تامین کننده خواهد بود.

**مرحله دوم :** در این مرحله از نظرات کارشناسانی که شناخت و تجربه کافی نسبت به پارامترها دارند به منظور تشخیص روابط بین آنها استفاده خواهد شد و ماتریسی به نام ماتریس مجاورت<sup>۲</sup> تشکیل خواهد شد. عوامل مد نظر تصمیم گیری در سطر و ستون یک ماتریس و به صورت زوجی مد نظر قرار می گیرند. برای دو عامل  $i$  و  $j$  حالات زیر ممکن است وجود داشته باشد :

- ۱- عامل  $i$  بر عامل  $j$  اثر می گذارد.
- ۲- عامل  $j$  بر عامل  $i$  اثر می گذارد.
- ۳- عامل  $i$  بر عامل  $j$  و بطور متقابل عامل  $j$  بر عامل  $i$  اثر می گذارد.
- ۴- هیچکدام از عوامل بر یکدیگر اثر نمی گذارند.

۱-Interpretive Structural Modeling(ISM)

۲-Adjacency matrix

اگر نظر کارشناس بر این باشد که عامل  $i$  بر عامل  $j$  اثر می گذارد عنصر  $j - i$  ماتریس ارزیابی برابر با یک و اگر کارشناس اعتقاد داشته باشد که عامل  $j$  بر عامل  $i$  اثر گذار است، عنصر  $i - j$  ماتریس ارزیابی برابر یک قرار می گیرد. در غیر اینصورت یعنی در مواقعی که به عقیده کارشناس هیچ رابطه ای بین دو عنصر مورد بررسی وجود ندارد، عدد صفر در سطر و ستون مربوط به عناصر مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در حالت کلی ماتریس دسترسی  $A$  که توسط کارشناس داده می شود به صورت زیر می باشد :

$$A = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_{i1} & C_{i2} & \dots & C_{it} \end{matrix} \\ \begin{matrix} C_{i1} \\ C_{i2} \\ \vdots \\ C_{it} \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & e_{12}^p & \dots & e_{1t}^p \\ e_{21}^p & 0 & \dots & e_{2t}^p \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ e_{t1}^p & e_{t2}^p & \dots & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}, \quad r=1,\dots,t; \quad p=1,\dots,P,$$

(۱-۳)

در این ماتریس عدد  $p$  نشان دهنده کارشناس  $p$ -ام و  $e_{rr'}^p$  بیانگر مقدار رابطه بین زیر معیار  $C_{ir'}$  و  $C_{ir}$  می باشد. همانطور که بیان شد اگر نظر کارشناس بر این باشد که بین زیر معیارهای  $C_{ir'}$  و  $C_{ir}$  رابطه وجود دارد  $e_{rr'}^p = 1$  خواهد بود، در غیر این صورت اگر فرد کارشناس تشخیص دهد که رابطه ای بین زیر معیارهای  $C_{ir'}$  و  $C_{ir}$  وجود ندارد  $e_{rr'}^p = 0$  خواهد بود. پس از تکمیل شدن ماتریس مجاورت  $A$  توسط هر کارشناس از روش مد برای اجماع نظرات ارزیابان استفاده می شود. اگر نظر غالب برای رابطه بین دو زیر معیار عدد ۱ باشد در ماتریس مجاورت نهایی عدد ۱ درج خواهد شد و در غیر اینصورت یعنی زمانی که اکثریت کارشناسان بر این اعتقاد باشند که رابطه ای بین دو زیر معیار وجود ندارد عدد صفر در ماتریس مجاورت نهایی درج خواهد شد.

**مرحله سوم :** در این مرحله ماتریس دسترسی<sup>۳</sup> که با  $T$  نشان داده خواهد شد به صورت زیر به دست خواهد آمد :

$$T = (A + I) \quad (۲-۳)$$

<sup>۳</sup>-Reachability matrix

$$T^l = T^{l+1} \quad l > 1 \text{ تا زمانی که}$$

در این رابطه  $I$  ماتریس همانی و  $l$  نشان دهنده تعداد دفعاتی است که ما  $T$  را در خودش ضرب می‌کنیم. در این الگوریتم پس از اینکه ماتریس مجاورت  $A$  با ماتریس همانی  $I$  جمع زده و ماتریس دسترسی  $T$  تشکیل شد، آنگاه این ماتریس آنقدر در خودش ضرب می‌شود تا اینکه ماتریس حاصل از مرتبه  $l$  ام و  $l+1$  ام با یکدیگر برابر شوند و در این قسمت الگوریتم متوقف شده و ماتریس  $T^l$  ماتریس دسترسی ثابت خواهد بود. لازم به ذکر است که در محاسبات ضرب ماتریس‌ها از قوانین جمع و ضرب بولی استفاده خواهد شد. همانطور که می‌دانیم عملگرهای جمع و ضرب بولی به صورت زیر می‌باشند:

$$1 \times 1 = 1, 1 \times 0 = 0 \times 1 = 0, 0 \times 0 = 0, 1 + 1 = 1, 1 + 0 = 0 + 1 = 1, 0 + 0 = 0$$

**مرحله چهارم:** در این مرحله که مرحله پایانی می‌باشد، سلسله مراتب عوامل و روابط بین آنها به دست می‌آید. طبق تعریف مجموعه دسترسی ثابت  $R_r$ <sup>۴</sup> و مجموعه اولویت  $A_r$ <sup>۵</sup> بصورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$R_r = \{C_{ir} | e_{rr'}^{*P} = 1\}, \quad (۳-۳)$$

$$A_r = \{C_{ir} | e_{r'r}^{*P} = 1\}, \quad (۴-۳)$$

برای به دست آوردن سلسله مراتب دو مجموعه  $R_r$  و  $A_r$  را در نظر می‌گیریم. هر کدام از عوامل که در رابطه  $R_r \cap A_r = R_r$  صدق کنند به عنوان سطح اول در نظر گرفته می‌شود. سپس این عامل از هر دو مجموعه  $R_r$  و  $A_r$  حذف شده و دوباره رابطه  $R_r \cap A_r = R_r$  تشکیل می‌گردد تا سطح دوم به دست آید. همین مرحله آنقدر ادامه پیدا می‌کند تا ساختار سلسله مراتبی معیارها بدست آید. روابط بین معیارها نیز از طریق درایه های ماتریس مجاورت  $A$  و ماتریس های  $T^l$  به دست می‌آید. به منظور آشنایی بیشتر با مفهوم روش ISM به مثال زیر پرداخته می‌شود.

۴-Stable reachability set

۵-Priority set



مثال ۳-۱: فرض کنید یک اکو سیستم شامل پنج عنصر : ۱- آب (W)، ۲- ماهی (F)،

۳- ماهی گیر (M)، ۴- گیاهان دریایی (P) و ۵- عوامل ثانویه (E) باشد. هدف به دست آوردن نمودار روابط

بین این عوامل می باشد. ماتریس مجاورت A به صورت زیر داده شده است :

$$A = \begin{matrix} & \begin{matrix} W & F & M & P & S \end{matrix} \\ \begin{matrix} W \\ F \\ M \\ P \\ E \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}, \quad T = A + I = \begin{matrix} & \begin{matrix} W & F & M & P & S \end{matrix} \\ \begin{matrix} W \\ F \\ M \\ P \\ E \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}.$$

در قدم بعدی برای بدست آوردن ماتریس دسترسی، ماتریس  $T$  بطور مکرر تحت عملگرهای بولین در خود ضرب می شود تا زمانی که  $T^l = T^{l+1}$  در اینصورت عملیات ضرب کردن متوقف شده و ماتریس حاصل ماتریس دسترسی خواهد بود.

$$T^2 = T \otimes T = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \otimes \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1^* & 1^* & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1^* \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad l = 2.$$

$$T^3 = T^2 \otimes T = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \otimes \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1^* & 1^* & 1^{**} \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad l = 3.$$

$$T^4 = T^3 \otimes T = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \otimes \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad l = 4.$$

در ماتریس  $T^2$  علامت \* نشان دهنده عناصری است که در ماتریس  $T$  وجود ندارند و در ماتریس  $T^3$ ، \*\* نشان دهنده عناصری است که در ماتریس  $T^2$  وجود ندارند. این درایه ها علاوه بر درایه های ماتریس  $T$  برای ترسیم نمودار روابط استفاده خواهد شد. همانطور که مشاهده می شود در مرحله  $l = 4$  الگوریتم متوقف شده است زیرا :  $T^3 = T^4$ . لذا ماتریس دسترسی به صورت زیر خواهد بود :

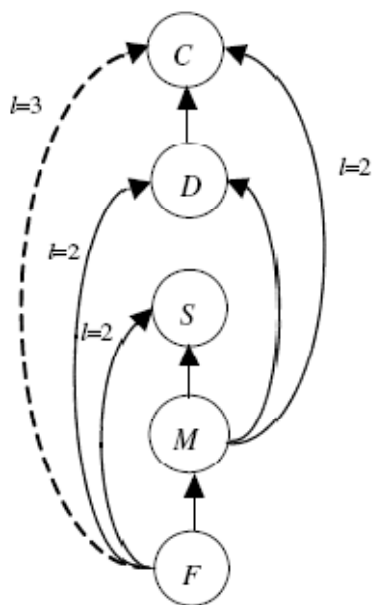
$$\begin{matrix} W \\ F \\ M \\ P \\ E \end{matrix} \begin{bmatrix} W & F & M & P & S \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

از این ماتریس برای تعیین سلسله مراتب سطوح دیاگرام روابط استفاده می شود. بدین منظور ابتدا مجموعه های دسترسی ثابت و مجموعه اولویت به صورت زیر تشکیل می گردد :

جدول ۱-۳. دسترسی بین زیر معیارها

$R_r$	$A_r$	$R_r \cap A_r$
۱و۲و۳و۴و۵	۱	۱
۲و۳و۴و۵	۱و۲	۲
۳	۱و۲و۳	۳
۴و۵	۱و۲و۴	۴
۵	۱و۲و۴و۵	۵

با توجه به رابطه  $R_r \cap A_r = R_r$  سطر اول به دست می آید که  $F$  می باشد. حال عنصر  $F$  که متناظر با عدد پنج در جدول می باشد از دو مجموعه  $R_r$  و  $A_r$  حذف شده و دوباره اشتراک این دو مجموعه محاسبه شده و سطح بعدی بدست می آید. این مراحل آنقدر ادامه می یابد تا سطح تمام عناصر تعیین گردند. نمودار روابط بین عناصر این اکو سیستم در شکل ۱-۳ نشان داده شده است.



شکل ۳-۱. دیاگرام روابط بین عناصر

در شکل ۳-۱ پیکان هایی که با  $l = 2$  نشان داده شده اند، روابطی هستند که از ماتریس  $T^2$  استخراج شده اند و پیکانی که با  $l = 3$  نشان داده شده است، رابطه ای است که از ماتریس  $T^3$  استخراج شده است. همچنین دیگر روابط از ماتریس  $A$  به دست آمده اند.

### ۳-۶-۲: اندازه فازی

اندازه فازی<sup>۶</sup> مقداری است که برای نشان دادن درجه عضویت یک شی در یک مجموعه به کار می رود. اندازه فازی برای اولین بار توسط سوگنو [۹] ارائه شد. این مفهوم به طور گسترده ای در حوزه های مختلف بخصوص در زمینه های جمع آوری و خلاصه سازی اطلاعات مورد استفاده قرار گرفته است.

**تعریف ۱.۳:** فرض کنید  $X$  یک مجموعه ناتهی و  $P(X)$  مجموعه تمام زیر مجموعه های مجموعه  $X$  و ناتهی باشد و  $g: P(X) \rightarrow [0, 1]$  یک تابع حقیقی و غیر منفی تعریف شده روی  $P(X)$  باشد. در اینصورت  $g$  یک اندازه فازی روی  $(X, P(X))$  نامیده می شود اگر و فقط اگر [۱۱]:

<sup>۶</sup>-Fuzzy measure

$$۱- g(\emptyset) = 0 \text{ و } g(X) = 1 \text{ (شرط مرزی)}$$

$$۲- \text{اگر } A \in P(X) \text{ و } B \in P(X) \text{ و } A \subseteq B \text{ آنگاه } g(A) \leq g(B) \text{ (شرط یکنوایی)}$$

$$۳- \text{اگر } A_1 \subset A_2 \subset A_3 \subset A_4 \subset \dots \text{ و } \bigcup_{i=1}^{\infty} A_i \in P(X) \text{، آنگاه:}$$

$$\lim_{i \rightarrow \infty} g(A_i) = g\left(\bigcup_{i=1}^{\infty} A_i\right) \text{ (شرط پیوستگی از پایین)}$$

$$۴- \text{اگر } A_1 \supset A_2 \supset A_3 \supset A_4 \supset \dots \text{ و } \bigcap_{i=1}^{\infty} A_i \in P(X) \text{، آنگاه:}$$

$$\lim_{i \rightarrow \infty} g(A_i) = g\left(\bigcap_{i=1}^{\infty} A_i\right) \text{ (شرط پیوستگی از بالا)}$$

تابع  $g$  را در این حالت یک تابع اندازه پذیر<sup>۷</sup> گویند. اندازه فازی همچنین با یک تابع کلی تر بصورت  $g: \beta \rightarrow [0, 1]$  که  $\beta \subset P(X)$  به طوری که  $\emptyset \in \beta$  و  $X \in \beta$  اگر  $A \in \beta$ ، تحت عملیات مجموعه ها بسته است. همچنین اگر  $A \in \beta$  و  $B \in \beta$ ، آنگاه  $A \cup B \in \beta$  و این مجموعه  $\beta$  میدان بورل<sup>۸</sup> نامیده می شود. سه گانه  $(X, \beta, g)$  فضای اندازه فازی نامیده می شود در صورتی که  $g$  یک اندازه فازی در فضای  $(X, \beta)$  باشد [۲]. گر چه مجموعه  $X$  میتواند نامحدود باشد اما در مسائل واقعی محدود در نظر گرفته می شود. بنابراین در مسائل واقعی،  $X$  مجموعه محدودی به صورت  $n$  تایی  $X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$  در نظر گرفته می شود و  $P(X)$  یک کلاس از تمام زیر مجموعه های مجموعه  $X$  است. بنا بر تعریف  $g(\{x_i\})$  چگالی فازی عنصر  $\{x_i\}$  نامیده می شود و با نماد اختصاری  $g_i$  نشان داده می شود [۴].

اندازه فازی طبق آنچه که سوگنو ارائه داده بود با جایگزین نمودن خاصیت جمعیت اندازه های کلاسیک با خاصیت ضعیف تر یکنوایی و پیوستگی به دست آمد. اما با این حال بدست آوردن اندازه های فازی خصوصا زمانی که مقدار پارامترهای تصمیم گیری زیاد بودند بسیار مشکل بود و همچنین شروط پیوستگی و یکنوایی برای اندازه های تعریف شده بسیار محدود کننده و دست و پاگیر به نظر می رسید، لذا سوگنو به معرفی اندازه فازی  $\lambda$ <sup>۹</sup> پرداخت که عدد  $\lambda$  عنصر محوری و نشان دهنده میزان وابستگی عناصر به یکدیگر می باشد [۱۰]. اندازه فازی  $\lambda$  طبق تعریف به شرح زیر می باشد [۱۱]:

۷- Measurable function

۸- Borel field

۹-  $\lambda$ -fuzzy measure

تعریف ۲.۳. تابع  $g$  در فضای سه گانه  $(X, \beta, g)$  را اندازه فازی  $\lambda$  نامند اگر و فقط اگر  $\lambda \in (\frac{-1}{\sup g}, \infty)$  که  $sup\ g = sup_{A \in P(X)} g(A)$  وجود داشته باشد که بطوری که :

$$g_\lambda(A \cup B) = g_\lambda(A) + g_\lambda(B) + \lambda g_\lambda(A) g_\lambda(B) \quad (5-3)$$

که در آن  $A \in \beta$  و  $B \in \beta$  و  $A \cap B = \emptyset$ . این اندازه فازی در بعضی مواقع اندازه فازی سوگنو نیز نامیده می شود و تمایز آن با دیگر اندازه ها در این است که باید در خاصیت جمعی  $\lambda$ <sup>۱۰</sup> صدق کند. همچنین اندازه فازی مجموعه مرجع  $X$  یعنی  $g_\lambda(X) = g_\lambda(\{x_1, x_2, \dots, x_n\})$  در عبارت زیر صدق می کند [۱۲]:

$$g_\lambda\{x_1, x_2, \dots, x_n\} = \sum_{i=1}^n g_i + \lambda \sum_{i=1}^{n-1} g_i \sum_{i_2=i_1+1}^n g_{i_1} g_{i_2} + \lambda^2 \sum_{i=1}^{n-2} g_i \sum_{i_2=i_1+2}^n g_{i_1} g_{i_2} + \dots$$

$$+ \lambda^{n-1} g_1 g_2 \dots g_n = \frac{1}{\lambda} |\prod_{i=1}^n (1 + \lambda g_i) - 1| \quad -1 < \lambda < \infty \quad (6-3)$$

بر اساس تعریف بالا ثابت می شود که عدد منحصر به فرد  $\lambda$  دارای سه خاصیت زیر است [۱۰]:

۱- اگر  $\sum_{i=1}^n g_i > g_\lambda(X)$  آنگاه  $-1 < \lambda < 0$  و در اینصورت بین عناصر اثر جایگزینی<sup>۱۱</sup> وجود دارد.

۲- اگر  $\sum_{i=1}^n g_i = g_\lambda(X)$  آنگاه  $\lambda = 0$  و در اینصورت بین عناصر اثر جمعی<sup>۱۲</sup> وجود دارد.

۳- اگر  $\sum_{i=1}^n g_i < g_\lambda(X)$  آنگاه  $\lambda > 0$  و در اینصورت بین عناصر اثر افزایشده<sup>۱۳</sup> وجود دارد.

چون طبق شرایط مرزی در تعریف اندازه فازی باید  $g_\lambda(X) = 1$  در اینصورت

۱- اگر  $\sum_{i=1}^n g_i > 1$  آنگاه  $-1 < \lambda < 0$  و در اینصورت بین عناصر اثر جایگزینی وجود دارد.

۲- اگر  $\sum_{i=1}^n g_i = 1$  آنگاه  $\lambda = 0$  و در اینصورت بین عناصر اثر جمعی وجود دارد.

۳- اگر  $\sum_{i=1}^n g_i < 1$  آنگاه  $\lambda > 0$  و در اینصورت بین عناصر اثر افزایشده وجود دارد.

۱۰-  $\lambda$ -additive

۱۱- Substitutive

۱۲- Additive

۱۳- Multiplicative

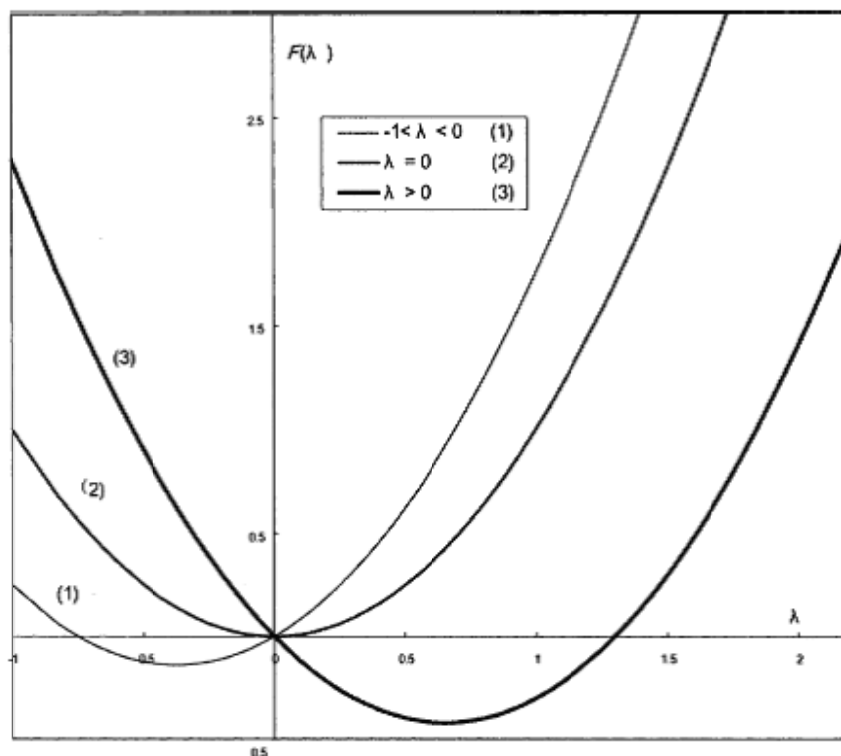
همچنین از معادله بالا طبق شرایط مرزی خواهیم داشت [۱۰]:

$$1 + \lambda = \prod_{i=1}^n (1 + \lambda g_i) \quad (۷-۳)$$

برای راحتی کار قرار می دهیم  $G(\lambda) = \prod_{i=1}^n (1 + \lambda g_i)$ ، به طور مشخص عدد  $\lambda$  که جواب (۷-۳) می باشد از تلاقی چند جمله ای  $G(\lambda)$  و خط  $1 + \lambda$  بدست می آید.  $F(\lambda)$  را به صورت زیر تعریف می کنیم:

$$F(\lambda) = \prod_{i=1}^n (1 + \lambda g_i) - \lambda - 1 \quad (۸-۳)$$

چون  $G(\lambda)$  تابعی محدب نسبت به  $\lambda$  در فاصله  $(-\infty, 1)$  است  $F(\lambda)$  نیز نسبت به  $\lambda$  تابعی محدب خواهد بود [۱۰]. رفتار شماتیک تابع  $F(\lambda)$  هنگامی که  $-1 < \lambda < 0$ ،  $\lambda = 0$  و  $\lambda > 0$  در شکل ۲-۳ نشان داده شده است.



شکل ۲-۳. شکل تابع  $F(\lambda)$

همانطور که از شکل ۳-۲ بر می آید یکی از جوابهای  $F(\lambda) = 0$ ،  $\lambda = 0$  می باشد که در معادله ۳-۹ نشان داده شده است :

$$F(\lambda) = \lambda(-1 + \sum_{i=1}^n g_i + \lambda \sum_{i_1=1}^{n-1} g_{i_1} \sum_{i_2=i_1+1}^n g_{i_2} g_{i_1} + \lambda^{n-1} g_1 g_2 \dots g_n) \quad (۹-۳)$$

جواب دیگر  $F(\lambda)$  می تواند بوسیله یک الگوریتم دو مرحله ای به دست آید. الگوریتمی که توسط تی زنگ و همکاران [۱۰] برای به دست آوردن  $\lambda$  ارائه شده است، به صورت زیر می باشد :

مرحله اول : اگر  $\sum_{i=1}^n g_i = 1$ ، آنگاه  $\lambda = 0$  و توقف کن.

مرحله دوم : اگر  $\sum_{i=1}^n g_i > 1$ ، آنگاه قرار بده  $p = -1$  و  $m=0$  و سپس برای شروع یک جستجوی دو مرحله ای به مرحله پنج برو.

مرحله سوم : اگر  $\sum_{i=1}^n g_i < 1$ ، آنگاه  $p = 1$  و  $m=0$  و سپس برای یافتن محدوده  $\lambda$  به مرحله ۴ برو.

مرحله چهارم : اگر  $F(P) < 0$  قرار بده  $m = P$  و  $P = P*2$  و آنقدر مرحله چهار را ادامه بده تا  $F(P) > 0$  ( آنقدر  $P$  را در خودش ضرب کن تا  $F(P) > 0$  ).

مرحله پنجم : اگر  $F(\frac{m+p}{2}) = 0$ ، آنگاه قرار بده  $\lambda = \frac{m+p}{2}$  و توقف کن.

مرحله ششم : اگر  $F(\frac{m+p}{2}) > 0$ ، آنگاه قرار بده  $p = \frac{m+p}{2}$ ، در غیر اینصورت قرار بده  $m = \frac{m+p}{2}$  و برو به مرحله پنجم.

سوگنو نشان داد که  $\lambda$  به دست آمده از معادله (۳-۸) منحصر به فرد است. با استفاده از  $\lambda$  به دست آمده، اندازه فازی بر روی مجموعه  $K$  که  $K \subset X$  به صورت زیر محاسبه می شود [۵] :

$$g(K) = \frac{1}{\lambda} [\prod_{x_i \in K} (1 + \lambda g_i)] \quad (۱۰-۳)$$

اما برای بدست آوردن اندازه های فازی بوسیله رابطه ۳-۹ ابتدا باید اندازه های فازی پایه یعنی  $g_i(x)$  ها محاسبه گردند. اندازه های فازی پایه بصورت زیر بدست می آیند [۲] :

$$\begin{aligned}
g_{\lambda}(\{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}) &= c \sum_{i=1}^n w_i + c^2 \lambda \sum_{\substack{i=1, j=1 \\ i \neq j, i < j}}^n w_i w_j \\
&+ c^3 \lambda^2 \sum_{\substack{i=1, j=1, k=1 \\ i \neq j \neq k, i < j < k}}^n w_i w_j w_k \\
&+ c^4 \lambda^3 \sum_{\substack{i=1, j=1, k=1, l=1 \\ i \neq j \neq k \neq l, i < j < k < l}}^n w_i w_j w_k w_l + \dots + c^n \lambda^{n-1} \prod_{i=1}^n w_i
\end{aligned}$$

در این رابطه  $w_i$ ،  $i = 1, 2, \dots, n$  وزن هایی است که توسط روش AHP و یا AHP فازی به دست می آیند.  $\lambda$  مورد استفاده در این رابطه یک  $\lambda$  غیر بهینه است که نشان دهنده میزان وابستگی وزن های غیر نرمال روش AHP است. در نهایت اندازه های فازی پایه از رابطه  $g_i = w_i \times c$  به دست می آیند. لازم به ذکر است که همانگونه که پیشتر در تعریف اندازه فازی بیان شد  $g_{\lambda}(\{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}) = 1$  که در رابطه ۳-۱۰ لحاظ می گردد.

### ۳-۶-۳: انتگرال فازی

یکی از روشهای سستی برای اجتماع اطلاعات روش میانگین وزنی می باشد که بطور مثال می توان به روشهایی نظیر انتگرال خطی<sup>۱۴</sup> و انتگرال لبگ<sup>۱۵</sup> اشاره نمود. این روشها بر این فرض استوارند که منابع اطلاعاتی<sup>۱۶</sup> مستقل اند و تعامل مشترک ندارند، بنابراین اثرات وزنی آنها از نوع جمعی در نظر گرفته می شود. اما این فرض در بسیاری از مسائل واقعی و کاربردی معقولانه به نظر نمی رسد. به علت برخی تعاملات ذاتی و وابستگی ها بین منابع اطلاعاتی، روش میانگین وزنی به خوبی در مسائل واقعی به کار نمی آید. برای تشریح تعاملات، یک روش موثر جایگزین نمودن وزن های جمعی<sup>۱۷</sup> با یک مجموعه غیر جمعی<sup>۱۸</sup> است که بر روی

۱۴-Linear integral

۱۵ -Lebesgue integral

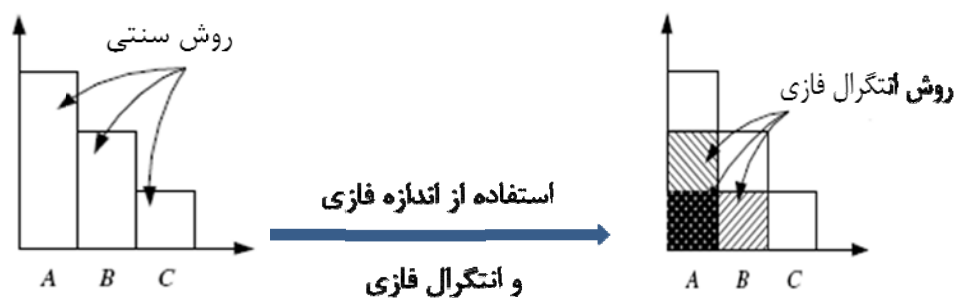
۱۶-Information sources

۱۷-Additive weights

۱۸ -Non-additive set



مجموعه کل منابع اطلاعاتی تعریف شده است. به جای روش میانگین وزنی روش انتگرال چوکت<sup>۱۹</sup> یا انتگرال فازی غیر جمعی<sup>۲۰</sup>، روش مناسبی به نظر می رسند. این روش برای اولین بار توسط سوگنو [۸ و ۹] ارائه شد. انتگرال چوکت روش بسیار مناسبی به منظور استفاده در مسائل چند معیاره است، خصوصاً مسائلی که در آنها معیارهای تصمیم گیری بر یکدیگر تاثیر گذارند [۱۰]. این روش دو ویژگی بسیار مناسب دارد که آنرا از روشهای جمعی متمایز می سازد. انتگرال چوکت احتیاج به خاصیت جمعی معیارها ندارد، یعنی لزومی وجود ندارد که مجموع وزن معیارها برابر حاصل جمع وزن هر کدام از آنها در یک سیستم چند معیاره باشد. این ویژگی نسبت به ویژگی روش های جمعی معقولانه تر به نظر می رسد، زیرا در مسائل واقعی وقتی دو یا چند معیار در کنار یکدیگر قرار می گیرند ممکن است هر یک از دیگری تاثیر پذیرفته و در کنار هم قرار گرفتن آنها وزنی غیر از حالت مجزا در سیستم داشته باشد. از طرف دیگر در روش های جمعی همواره فرض استقلال بین معیارها برقرار است در حالی که در روش های غیر جمعی فرض استقلال بین معیارها از بین می رود. شکل زیر بر گرفته از منبع [۱۳] نشان می دهد که در روش سنتی ترکیب اطلاعات تاثیر هر معیار مجزا از سایر معیارها در نظر گرفته می شود در حالی که روش انتگرال فازی سعی در به حساب آوردن تاثیر مجزا و اشتراکی کلیه معیارهای تصمیم گیری دارد.



شکل ۳-۳. مقایسه بین روش سنتی (جمعی) و روش انتگرال فازی (غیر جمعی)

۱۹-Choquet integral

۲۰-Non-additive fuzzy integral

## تعریف انتگرال فازی

تابع  $g$  را در فضای سه گانه  $(X, \beta, g)$  در نظر بگیرید. فرض کنید  $h$  یک تابع اندازه پذیر از  $X$  به  $[0, 1]$  باشد. انتگرال فازی  $h$  روی  $A$  با در نظر گرفتن  $g$  به صورت زیر می باشد [۶]:

$$\int_A h(x) dg = \sup[\alpha \wedge g(A \cap F_\alpha)] \quad \alpha \in [0, 1] \quad (12-3)$$

که در آن

$$F_\alpha = \{x | h(x) \geq \alpha\}$$

و  $A$  دامنه انتگرال فازی می باشد. هنگامی که  $A$  برابر با  $X$  باشد انتگرال فازی بیان شده را می توان بصورت  $\int h dg$  نشان داد.

## انتگرال فازی سوگنو

اندازه فازی  $g$  را در فضای  $(X, P(X))$  در نظر بگیرید که در آن  $X$  یک مجموعه متناهی است. فرض کنید  $h: X \rightarrow [0, 1]$  و همچنین بدون اینکه از کلیت قضیه کاسته گردد فرض کنید  $h(x_i)$  یک تابع بطور یکنواخت نزولی نسبت به اندیس  $i$  است. بطور مثال  $h(x_1) \geq h(x_2) \geq \dots \geq h(x_n)$ . انتگرال سوگنوی تابع  $h$  بصورت زیر تعریف می گردد [۶]:

$$\int h(x) dg = \bigvee_{i=1}^n (h(x_i) \wedge g(H_i)) \quad (13-3)$$

که در آن  $H = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  و  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ .

## انتگرال فازی چوکت

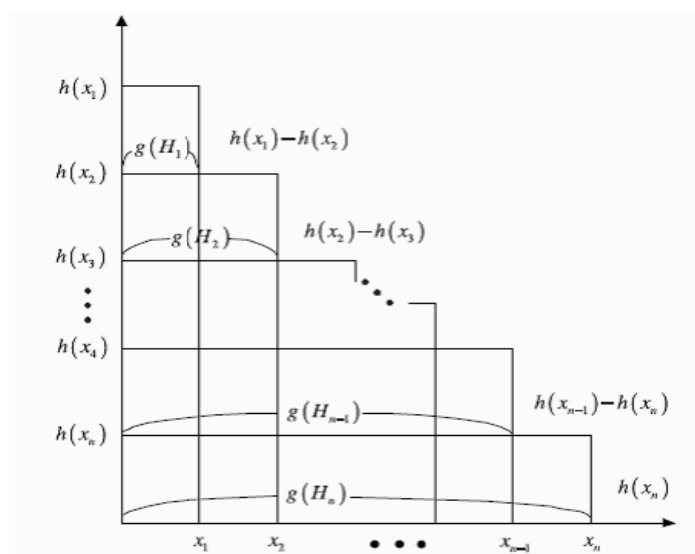
فرض کنید  $h$  یک تابع شمارای تعریف شده از  $X$  به  $[0, 1]$  باشد. انتگرال فازی چوکت تابع  $h$  بصورت زیر تعریف می شود [۳]:

$$\int h dg = h(x_n)g(H_n) + [h(x_{n-1}) - h(x_n)]g(H_{n-1}) + \dots + [h(x_1) - h(x_2)]g(H_1) = \\ h(x_n)[g(H_n) - g(H_{n-1})] + h(x_{n-1})[g(H_{n-1}) - g(H_{n-2})] + \dots + h(x_1)g(H_1) \quad (۱۴-۳)$$

که در آن  $0 \leq h(x_1) \leq h(x_2) \leq \dots \leq h(x_n) \leq 1$  و  $h(x_0) = 0$  و همچنین

$$H_1 = \{x_1\}, H_2 = \{x_1, x_2\}, H_3 = \{x_1, x_2, x_3\} \dots, H_n = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$$

البته اگر  $\lambda = 0$  و  $g_1 = g_2 = \dots = g_n$  در اینصورت لزومی به برقراری شرط  $h(x_1) \leq h(x_2) \leq \dots \leq h(x_n)$  در رابطه ۱۱-۳ نمی باشد. همانطور که پیشتر بیان شد ورودی های تکنیک انتگرال فازی اندازه فازی  $g(\cdot)$  و مجموعه تعریف شده  $h$  می باشند. در مسائل تصمیم گیری چند معیاره ورودی  $h$  اغلب مقدار سنجش عملکرد هر کدام از گزینه ها تحت هر یک از معیارها می باشند. مفهوم رابطه ۱۱-۳ در شکل ۴-۳ که بر گرفته از منبع [۶] می باشد، نشان داده شده است.



شکل ۴-۳. روش انتگرال فازی بصورت ترسیمی

در ادامه، ذکر مثالهایی ساده، مفهوم انتگرال فازی و دلیل برتری آن بر روشهای گذشته را بیشتر مشخص می سازد.

مثال ۳-۲: فرض کنید قصد داریم کیفیت دو قطعه کامپیوتری را با یکدیگر مقایسه کنیم. معیارهای در نظر گرفته شده عبارتند از : ۱- استفاده آسان که آنرا با  $x_1$  نشان می دهیم و ۲- مدت زمان کارایی که آنرا با  $x_2$  نشان می دهیم. فرض می کنیم  $g_\lambda(\{x_1\}) = 0.5$  و  $g_\lambda(\{x_2\}) = 0.3$  و دو محصول کامپیوتری P و Q مورد ارزیابی قرار می گیرد که نمرات آنها برای هر معیار  $P: h(x_1) = 90, h(x_2) = 20$  و  $Q: h(x_1) = h(x_2) = 60$  می باشد. نتایج ارزیابی این دو محصول توسط روش انتگرال فازی و روش جمعی به صورت زیر می باشد :

انتگرال فازی:

$$P: \int h \, dg = 20 \times 1 + (90-20) \times 0.5 = 55$$

$$Q: \int h \, dg = 60 \times 1 = 60$$

روش جمعی:

$$P: 90 \times \frac{0.5}{0.5+0.3} + 20 \times \frac{0.5}{0.5+0.3} = 63.75$$

$$Q: 60 \times 1 = 60$$

همانطور که مشاهده می شود در روش انتگرال فازی  $Q > P$  و در روش جمعی ساده  $P > Q$ . چون  $g_\lambda(\{x_1\}) + g_\lambda(\{x_2\}) = 0.8 < 1$  در نتیجه  $\lambda > 0$  حال اگر ما روش جمعی ساده را به کار ببریم، آنگاه:

$$g_\lambda(\{x_1\}) / \sum_{i=1}^2 g_\lambda(\{x_i\}) > g_\lambda(\{x_1\}) / g_\lambda(\{x_1, x_2\})$$

$$g_\lambda(\{x_2\}) / \sum_{i=1}^2 g_\lambda(\{x_i\}) > g_\lambda(\{x_2\}) / g_\lambda(\{x_1, x_2\})$$

بنابراین مقداری که در روش جمعی ساده به دست می آید بیشتر از مقداری است که از روش انتگرال فازی بدست می آید. بنابراین  $Q > P$  بسیار منطقی تر به نظر می رسد، زیرا در روش جمعی ساده رابطه بین معیارها نادیده گرفته می شود [۱۰].

مثال ۳-۳: سازمانی قصد استخدام یک نفر به منظور تصدی پست مدیریت یکی از بخشهای خود را دارد. کمیته ارزیابی سه معیار: مهارت مدیریتی، دانش حرفه ای و تجربه را مد نظر قرار داده است. با سه شخص  $P_1$  و  $P_2$  و  $P_3$  مصاحبه انجام شده است و امتیازی که توسط ارزیابان به هریک از این اشخاص داده شده است پس از جمع بندی نهایی در جدول ۳-۲ نشان داده شده است. علاوه بر این کمیته ارزیابی وزن های هر معیار را به صورت زیر به دست آورده است:

$$g_{\lambda}(\{C_1\}) = g_{\lambda}(\{C_2\}) = 0.45, \quad g_{\lambda}(\{C_3\}) = 0.3$$

$$g_{\lambda}(\{C_1, C_2\}) = 0.5, \quad g_{\lambda}(\{C_2, C_3\}) = g_{\lambda}(\{C_1, C_3\}) = 0.9$$

جدول ۳-۲. امتیازات کاندیداها نسبت به معیارهای مثال ۳-۳

گزینه ها	$(C_1)$ مهارت مدیریتی	$(C_2)$ دانش حرفه ای	$(C_3)$ تجربه
$P_1$	90	80	50
$P_2$	50	60	90
$P_3$	90	75	70

که در آن  $g(*)$  نشان دهنده مقدار اندازه فازی معیار است. برای به دست آوردن امتیاز نهایی هر کاندیدای پست مدیریت از دو روش وزنی ساده  $^{21}$  (SAW) و انتگرال فازی استفاده شده است. نتایج ارزیابی در جدول ۳-۳ نشان داده شده است.

جدول ۳-۳. نتایج ارزیابی گزینه های مثال ۳-۳

گزینه ها	انتگرال فازی	روش وزنی ساده
$P_1$	69.5	76.25
$P_2$	68.00	63.75
$P_3$	72.25	71.88

به طور مثال برای کاندیدای  $P_1$ ، امتیاز به روش انتگرال فازی به صورت زیر به دست آمده است:

$$g_{\lambda}(\{C_1\}) = 0.45, g_{\lambda}(\{C_1, C_2\}) = 0.5, g_{\lambda}(\{C_1, C_2, C_3\}) = 1$$

$$\int h dg = (h(C_1) - h(C_2))g_{\lambda}(\{C_1\}) + (h(C_2) - h(C_3))g_{\lambda}(\{C_1, C_2\}) + h(C_3)g_{\lambda}(\{C_1, C_2, C_3\}) =$$

$$(90-80) \times 0.45 + (80-50) \times 0.5 + 50 \times 1 = 69.50$$

برای استفاده از روش وزنی ساده ابتدا باید وزن هر کدام از معیارها نرمالیزه گردند که خواهیم داشت:

$$g_{\lambda}(\{C_1\}) = g_{\lambda}(\{C_2\}) = 0.375, g_{\lambda}(\{C_3\}) = 0.25$$

در اینصورت:

$$\text{نمره نهایی} = 90 \times 0.375 + 80 \times 0.375 + 50 \times 0.25$$

از نتایج بالا ملاحظه می شود که  $g_{\lambda}(\{C_1\}) + g_{\lambda}(\{C_2\}) = 0.9 < 1$  لذا  $\lambda > 0$ ، در نتیجه رابطه بین معیارها ویژگی افزاینده دارد. به عبارت دیگر این ویژگی می تواند موجب افزایش امتیاز نهایی یک گزینه شود در صورتی که معیارها بطور همزمان افزایش یابند. بر اساس نتایج بالا تفاوت بین دو روش در به دست آوردن گزینه نهایی مشخص می گردد. بنا براین زمانی که معیارها از یکدیگر غیر مستقل می باشند روش انتگرال فازی بسیار مناسب تر از روش های جمعی می باشند که در آنها ویژگی های معیارها نادیده انگاشته می شوند. همانطور که مشاهده می شود رتبه بندی در دو روش نیز متفاوت می باشد [۱۴].

## منابع :

- ۱- سایت شرکت صنایع چوب و کاغذ مازندران، ۱۳۸۸، <http://www.mazpaper.com>
2. Chu, M.T., Z. Shyu, J. and Tzeng, G.H., (2007), Using non-additive fuzzy integral to assess performances of organizational transformation via communities of practice, IEEE Transactions on Engineering Management, 54(2), 327-339.
3. Feng, C.M., Wu, P.G. and Chia, K.C., (2009), A hybrid fuzzy integral decision-making model for locating manufacturing centers in China: A case study, European Journal of Operational Research, 192, 451-464.
4. Grabisch, M., (1996), The application of fuzzy integrals in multi-criteria decision making, European Journal of Operational Research, 89 (3), 653-664.
5. Kim, Y.M., Kim, C.K. and Hong, S.G., (2006), Fuzzy based state assessment for reinforced concrete building structures, Engineering Structures, 28, 1286-1297.
6. Lang, T.M., Chiang, J.H. and Lan, L.W., (2009), Selection of optimal supplier in supply chain management strategy with analytic network process and choquet integral, Computers & Industrial Engineering, 57 (1), 330-340.
7. Narukawa, Y., Murofushi, T. and Sugeno, M., (2000), Regular fuzzy measure and representation of comonotonically additive functional, Fuzzy Sets and Systems, 112 (2), 177-186.
8. Sugeno, M., (1977), Fuzzy measures and fuzzy integrals: A survey, in: M.M. Gupta, G.N. Saridis, B.R. Gaines (Eds.), Fuzzy Automata and Decision Processes, North-Holland, Amsterdam and New York, 89-102.
9. Sugeno, M., (1974), Theory of fuzzy integrals and its application, Ph.D. thesis, Tokyo Institute of Technology, Tokyo.
10. Tzeng, G.H., Yang, Y.P.O., Lin, C.T. and Chen, C.B., (2005), Hierarchical MADM with fuzzy integral for evaluating enterprise intranet web sites, Information Sciences, 169, 409-426.
11. Wang, Z. and Klir, G.J., (1992), Fuzzy Measure Theory, Plenum Press, New York.
12. Warfield, J.N., (1974), Developing interconnection matrices in complexity, Wiley Interscience, New York.
13. Warfield, J.N., (1973), Toward interpretation of complex structural modeling, IEEE Trans, Systems Man Cybernet, 4 (5), 405-417.
14. Yang, J.L., Chiu, H.N., Tzeng, G.H. and Yeh, R.H., (2008), Vendor selection with independent and interdependent relationships, Information Sciences, 178, 4166-4183.

# فصل چهارم

## اجرای مدل



## ۴-۱: مقدمه

در این فصل به بیان مدل تشریح شده در فصل سوم می پردازیم که به منظور ارزیابی یک گروه از تامین کنندگان اصلی مواد اولیه شرکت چوب و کاغذ مازندران به مرحله اجرا درآمده است. این فصل مطابق با الگوریتم ذکر شده در فصل سوم به ترتیب شامل مواردی مانند تعیین معیارهای ارزیابی تامین کنندگان، تعیین روابط بین زیر معیارها، به دست آوردن وزن معیارها و زیرمعیارها توسط روش AHP فازی، تعیین عملکرد فازی هر تامین کننده نسبت به هر زیر معیار، محاسبه اندازه فازی زیر معیارها و رتبه بندی تامین کنندگان توسط روش انتگرال فازی است. انتهای این فصل نیز اختصاص به جمع بندی نتایج مدل بدست آمده و مقایسه دو روش انتگرال چوکت و انتگرال فازی سوگنو دارد.

## ۴-۲: تعیین معیارهای ارزیابی تامین کنندگان

به منظور تعیین معیارهای لازم برای ارزیابی تامین کنندگان از نظرات مدیران و کارشناسان شرکت چوب و کاغذ مازندران استفاده گردید. مدیران هر کدام از قسمت ها با بخشی از فرایند کارخانه درگیر هستند و گردآوری نظرات آنها موجب جامع بودن معیارهای تصمیم گیری خواهد شد. روش های متفاوتی برای گردآوری نظرات یک گروه از کارشناسان وجود دارد که شاخص ترین آنها تکنیک های طوفان ذهنی<sup>۱</sup> و دلفی<sup>۲</sup> می باشد. در تکنیک طوفان ذهنی سعی در گرد هم آوری کارشناسان و پرداختن به موضوع تا رسیدن به راه حل ایده آل است و در تکنیک دلفی هدف، رسیدن به اجماع نهایی بدون مواجهه حضوری تصمیم گیرندگان می باشد. اما در این تحقیق به علت مشغله بسیار بالای افراد تصمیم گیرنده، خصوصاً مدیران سازمان استفاده از این دو روش در این تحقیق امکان پذیر نبوده و تنها امکان مصاحبه ای کوتاه با هر یک از مدیران و یا کارشناسان وجود داشت. با این وجود سعی بر این شد که با مصاحبه های نیمه هدایت شده، مشکل تجمیع اطلاعات جمع آوری شده تا حدودی برطرف گردد. روش کار بدین شکل بوده است که در ابتدای مصاحبه با هر یک از افراد، بطور کامل هدف از اجرای تحقیق و نتایج حاصله از آن تشریح گردید و افراد به اندازه کافی با نحوه اجرای مدل تحقیق آشنا شدند.

---

۱-Brain storming

۲- Delphi

افرادی که مورد مصاحبه قرار گرفتند شامل ۵ نفر از مدیران بخش های مختلف شرکت شامل مدیر خرید داخل، مدیر خرید خارج، مدیر تولید، مدیر تضمین کیفیت، مدیر بخش تحقیقات و پژوهش و همچنین ۱۰ نفر از کارشناسان بخش بازرگانی بودند. نتایج حاصل از مصاحبه بارها مورد تجدید نظر و مصاحبه مجدد قرار گرفت که نتیجه نهایی شامل ۶ معیار اصلی و ۲۳ معیار فرعی یا زیر معیار است که در جدول ۴-۱ نشان داده شده است. همان طور که در جدول مشاهده می شود هر کدام از زیر معیارها با  $G_{ij}$  نشان داده شده است که دلیل آن سهولت در نشان دادن زیر معیارها در محاسبات مراحل بعد است. در مورد معیار عوامل سیاسی و اقتصادی لازم به توضیح است که این معیار و زیرمعیارهای مربوطه عمدتاً در خریدهای خارجی مد نظر قرار می گیرند و در مورد تامین کنندگان داخلی مطرح نمی شوند و از طرفی به علت شرایط سیاسی خاص کشور ایران و تحریم های وارده، تامین کنندگان خارجی شرکت چوب و کاغذ مازندران عمدتاً منحصر به فرد بوده و مساله انتخاب یک یا چند تامین کننده از بین انبوه تامین کنندگان مصداق پیدا نمی کند. لذا در این تحقیق منظور از تامین کننده، صرفاً تامین کننده داخلی می باشد و در فرایند ارزیابی از مد نظر قرار دادن معیار عوامل سیاسی و اقتصادی صرف نظر شده است.

جدول ۴-۱. معیارها و زیر معیارهای ارزیابی تامین کنندگان شرکت چوب و کاغذ مازندران

معیار اصلی	زیر معیار
کیفیت ( $C_1$ )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- عملکرد کیفی (<math>G_{11}</math>)</li> <li>- پایبندی به تعهدات کیفی (<math>G_{12}</math>)</li> <li>- برخورداری از توانایی فنی در رفع مشکلات (<math>G_{13}</math>)</li> <li>- درصد کالای معیوب در اقلام تحویلی (<math>G_{14}</math>)</li> <li>- متوسط زمان لازم برای مراجعه جهت رفع مشکل (<math>G_{15}</math>)</li> </ul>
قیمت ( $C_2$ )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ثبات قیمت (<math>G_{21}</math>)</li> <li>- هزینه سفارش دهی (<math>G_{22}</math>)</li> <li>- هزینه خرید هر واحد (<math>G_{23}</math>)</li> <li>- هزینه حمل و نقل به ازای هر واحد (<math>G_{24}</math>)</li> <li>- انعطاف پذیری در قیمت (<math>G_{25}</math>)</li> </ul>
پشتیبانی زنجیره تامین ( $C_3$ )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- میزان واکنش پذیری نسبت به سفارش خرید (<math>G_{31}</math>)</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- تحویل به موقع (<math>C_{32}</math>)</li> <li>- نحوه تامین مواد اولیه (<math>C_{33}</math>)</li> <li>- خدمات پس از فروش (<math>C_{34}</math>)</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- توان فنی مناسب (<math>C_{41}</math>)</li> <li>- ظرفیت تولید (<math>C_{42}</math>)</li> <li>- توان طراحی محصول (<math>C_{43}</math>)</li> </ul>	ساختار تولیدی ( $C_4$ )
<ul style="list-style-type: none"> <li>- توان مندی مدیریتی (<math>C_{51}</math>)</li> <li>- توان فنی کارکنان (<math>C_{52}</math>)</li> <li>- بروکرسی سازمانی (<math>C_{53}</math>)</li> </ul>	ویژگیهای سازمانی ( $C_5$ )
<ul style="list-style-type: none"> <li>- ثبات سیاسی (<math>C_{61}</math>)</li> <li>- نرخ ارز (<math>C_{62}</math>)</li> <li>- تعرفه های گمرکی (<math>C_{63}</math>)</li> </ul>	عوامل سیاسی اقتصادی ( $C_6$ )

#### ۳-۴: تعیین روابط بین زیر معیارها

برای استفاده از نظرات کارشناسان زبده سازمان در امر خرید از تامین کنندگان و با نظر مدیران بخش بازرگانی ۷ نفر از کارشناسان با تجربه و خبره کمیته خرید، انتخاب گردیدند. از نظر مدیران این افراد نسبت به دیگر کارشناسان دارای سابقه و تخصص بیشتر در امر خرید بوده و دارای اشراف کامل به سیستم خرید و تامین کنندگان شرکت می باشند. در این تحقیق از ذکر نام این افراد خودداری می گردد و تنها به عنوان کد بسنده می شود. برای ارزیاب  $i$ -ام کد  $E_i$  که  $i=1,2,\dots,7$  در نظر گرفته شده است. پرسشنامه هایی در اختیار این افراد قرار داده شد که این پرسشنامه شامل ۵ معیار اصلی و زیر معیارهای آن می باشد. برای هر کدام از معیارها، زیر معیارهای مربوطه در سطر و ستون یک ماتریس قرار داده شد و از ارزیابان خواسته شد که عنصر سطر  $i$  و ستون  $j$  از هر ماتریس را در نظر بگیرند، اگر به نظر آنها عنصر  $i$  بر عنصر  $j$  تاثیر گذار است عنصر  $i-j$  ماتریس مربوطه عدد یک را قرار دهند در غیر اینصورت یعنی در صورتی که نظر آنها این است که عنصر  $i$  بر عنصر  $j$  اثری ندارد عدد صفر را درج نمایند. نظرات بدست آمده در قالب ماتریس گردآوری شده و توسط روش مد جمع بندی نظرات صورت صورت می گیرد. سایر مراحل جهت بدست آورد نمودار روابط بین زیر معیارها مطابق آن چه که در بخش ۳-۴-۱ ذکر گردید.

همان طور که بیان شد دلیل استفاده از روش ISM بدست آوردن روابط بین زیر معیارها است. از این روش به عنوان ابزاری کمکی جهت بدست آوردن امتیاز نهایی تامین کنندگان استفاده خواهد شد. به این ترتیب که در صورتی که گراف روابط بین زیر معیارها نشان دهنده روابط متقابل بین آن ها باشد، از روش غیر جمعی جهت بدست آوردن امتیاز تامین کنندگان استفاده خواهد شد تا روابط متقابل بین زیر معیارها در فرایند ارزیابی لحاظ گردد. در ادامه مراحل بدست آوردن گراف روابط بین زیر معیارها بیان شده است.

#### ۴-۳-۱: تعیین روابط بین زیر معیارهای معیار کیفیت

نظرات کارشناسان در مورد روابط بین زیر معیارهای معیار کیفیت به صورت زیر می باشد.

نظر کارشناس  $E_1$ :

$C_1$	$C_{11}$	$C_{12}$	$C_{13}$	$C_{14}$	$C_{15}$
$C_{11}$	۰	۱	۰	۰	۱
$C_{12}$	۱	۰	۰	۰	۱
$C_{13}$	۱	۱	۰	۰	۰
$C_{14}$	۱	۱	۰	۰	۰
$C_{15}$	۰	۱	۱	۰	۰

نظر کارشناس  $E_2$ :

$C_1$	$C_{11}$	$C_{12}$	$C_{13}$	$C_{14}$	$C_{15}$
$C_{11}$	۰	۰	۰	۱	۰
$C_{12}$	۱	۰	۱	۱	۱
$C_{13}$	۱	۱	۰	۱	۱
$C_{14}$	۱	۰	۰	۰	۰
$C_{15}$	۱	۱	۰	۰	۰

نظر کارشناس  $E_3$ :

$C_1$	$C_{11}$	$C_{12}$	$C_{13}$	$C_{14}$	$C_{15}$
$C_{11}$	۰	۰	۰	۱	۰
$C_{12}$	۱	۰	۰	۱	۰
$C_{13}$	۰	۰	۰	۰	۰
$C_{14}$	۱	۱	۰	۰	۰
$C_{15}$	۱	۱	۰	۰	۰

نظر کارشناس  $E_4$ :

$C_1$	$C_{11}$	$C_{12}$	$C_{13}$	$C_{14}$	$C_{15}$
$C_{11}$	۰	۱	۰	۱	۱
$C_{12}$	۰	۰	۰	۱	۰
$C_{13}$	۱	۰	۰	۰	۱
$C_{14}$	۱	۰	۰	۰	۰
$C_{15}$	۱	۰	۰	۱	۰

نظر کارشناس  $E_5$ :

$C_1$	$C_{11}$	$C_{12}$	$C_{13}$	$C_{14}$	$C_{15}$
$C_{11}$	۰	۱	۱	۱	۱
$C_{12}$	۱	۰	۱	۰	۱
$C_{13}$	۱	۰	۰	۰	۰
$C_{14}$	۱	۱	۱	۰	۰
$C_{15}$	۱	۰	۱	۰	۰

نظر کارشناس  $E_6$  :

$C_1$	$C_{11}$	$C_{12}$	$C_{13}$	$C_{14}$	$C_{15}$
$C_{11}$	۰	۱	۱	۰	۱
$C_{12}$	۱	۰	۰	۱	۰
$C_{13}$	۱	۰	۰	۰	۰
$C_{14}$	۱	۱	۱	۰	۰
$C_{15}$	۱	۱	۰	۰	۰

نظر کارشناس  $E_7$  :

$C_1$	$C_{11}$	$C_{12}$	$C_{13}$	$C_{14}$	$C_{15}$
$C_{11}$	۰	۰	۰	۱	۰
$C_{12}$	۱	۰	۰	۱	۱
$C_{13}$	۰	۱	۰	۱	۱
$C_{14}$	۱	۰	۰	۰	۱
$C_{15}$	۰	۱	۰	۱	۰

برای به دست آوردن ماتریس نهایی نظرات ارزیابان از روش مد استفاده می کنیم. با استفاده از این روش ماتریس نهایی روابط برای زیرمعیارهای معیار کیفیت به صورت زیر خواهد بود :

$C_1$	$C_{11}$	$C_{12}$	$C_{13}$	$C_{14}$	$C_{15}$
$C_{11}$	۰	۱	۰	۱	۱
$C_{12}$	۱	۰	۰	۱	۱
$C_{13}$	۱	۰	۰	۰	۰
$C_{14}$	۱	۱	۰	۰	۰
$C_{15}$	۱	۱	۰	۰	۰

به منظور یافتن نمودار روابط بین زیر معیارهای معیار کیفیت، طبق الگوریتم ارائه شده در بخش ۳-۴ عمل می‌کنیم. ماتریس نهایی بدست آمده از نظرات ارزیابان را  $A$  می‌نامیم. ماتریس دسترسی ( $T$ ) بصورت زیر بدست خواهد آمد:

$$A = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} & C_{14} & C_{15} \end{matrix} \\ \begin{matrix} C_{11} \\ C_{12} \\ C_{13} \\ C_{14} \\ C_{15} \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad T = A + I = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} & C_{14} & C_{15} \end{matrix} \\ \begin{matrix} C_{11} \\ C_{12} \\ C_{13} \\ C_{14} \\ C_{15} \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$T^2 = T \otimes T = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \otimes \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1^* & 1 & 1^* & 1^* \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1^* \\ 1 & 1 & 0 & 1^* & 1 \end{bmatrix}$$

$$T^3 = T^2 \otimes T = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \otimes \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

چون ماتریس  $T^3$  برابر با ماتریس  $T^2$  است، در نتیجه الگوریتم در این مرحله متوقف می‌شود. ماتریس دسترسی برابر ماتریس  $T^2$  خواهد بود. حال مجموعه‌های دسترسی ثابت و اولویت و همچنین اشتراک آنها به صورت زیر خواهد بود:

	$R_r$	$A_r$	$R_r \cap A_r$
$C_{11}$	۱و۲و۴و۵	۱و۲و۳و۴و۵	۱و۲و۴و۵
$C_{12}$	۱و۲و۴و۵	۱و۲و۳و۴و۵	۱و۲و۴و۵
$C_{13}$	۱و۲و۳و۴و۵	۳	۳
$C_{14}$	۱و۲و۴و۵	۱و۲و۳و۴و۵	۱و۲و۴و۵
$C_{15}$	۱و۲و۴و۵	۱و۲و۳و۴و۵	۱و۲و۴و۵

با استفاده از ماتریس دسترسی، ماتریس نظرات کارشناسان ( $A$ ) و اشتراک مجموعه‌های دسترسی ثابت و اولویت، نمودار روابط بین زیر معیارهای معیار ظرفیت به صورت شکل ۴-۱ دست می‌آید.

## ۴-۳-۲: تعیین روابط بین زیر معیارهای معیار قیمت

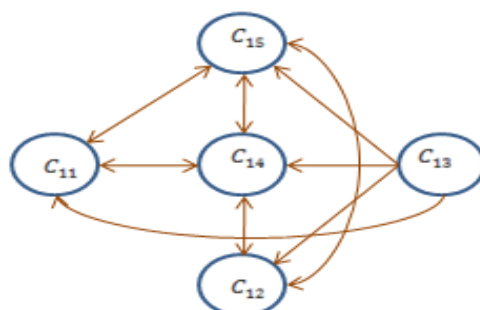
نظرات کارشناسان نسبت به روابط بین زیر معیارهای معیار قیمت، در پیوست آمده است. ماتریس نهایی به دست آمده به صورت زیر می باشد.

$$A = \begin{matrix} C_{21} \\ C_{22} \\ C_{23} \\ C_{24} \\ C_{25} \end{matrix} \begin{bmatrix} C_{21} & C_{22} & C_{23} & C_{24} & C_{25} \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad T = A + I = \begin{matrix} C_{21} \\ C_{22} \\ C_{23} \\ C_{24} \\ C_{25} \end{matrix} \begin{bmatrix} C_{21} & C_{22} & C_{23} & C_{24} & C_{25} \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T^2 = \begin{bmatrix} 1 & 1^* & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad T^3 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

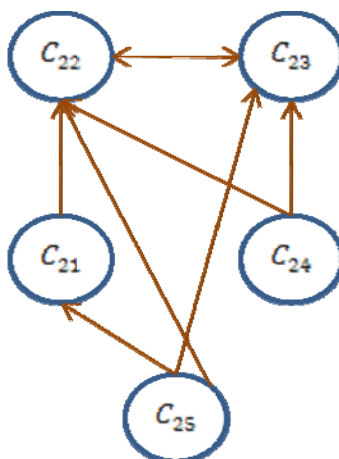
	$R_r$	$A_r$	$R_r \cap A_r$
$C_{21}$	۱ و ۲ و ۳	۱ و ۵	۱
$C_{22}$	۲ و ۳	۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵	۲ و ۳
$C_{23}$	۲ و ۳	۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵	۲ و ۳
$C_{24}$	۲ و ۳ و ۴	۴	۴
$C_{25}$	۱ و ۲ و ۳ و ۵	۵	۵

با در نظر گرفتن ماتریس دسترسی، ماتریس نظرات کارشناسان ( $A$ ) و اشتراک مجموعه های دسترسی ثابت و اولویت نمودار روابط بین زیر معیارهای معیار قیمت مطابق شکل ۴-۲ می باشد.



شکل ۴-۱. نمودار روابط بین زیر معیارهای معیار کیفیت





شکل ۴-۲. نمودار روابط بین زیر معیارهای معیار قیمت

#### ۴-۳-۳: تعیین روابط بین زیر معیارهای معیار پشتیبانی زنجیره تامین

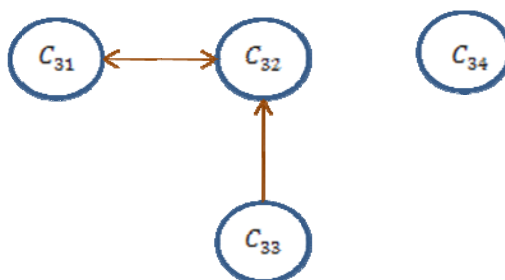
نظرات کارشناسان نسبت به روابط بین زیر معیارهای معیار پشتیبانی زنجیره تامین، در پیوست آمده است. ماتریس نهایی به دست آمده به صورت زیر می باشد :

$$A = \begin{matrix} C_{31} \\ C_{32} \\ C_{33} \\ C_{34} \end{matrix} \begin{bmatrix} C_{31} & C_{32} & C_{33} & C_{34} \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad T = A + I = \begin{matrix} C_{31} \\ C_{32} \\ C_{33} \\ C_{34} \end{matrix} \begin{bmatrix} C_{31} & C_{32} & C_{33} & C_{34} \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix},$$

$$T^2 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1^* & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad T^3 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

	$R_r$	$A_r$	$R_r \cap A_r$
$C_{31}$	۱ و ۲	۱ و ۲ و ۳	۱ و ۲
$C_{32}$	۱ و ۲	۱ و ۲ و ۳	۱ و ۲
$C_{33}$	۱ و ۲ و ۳	۳	۳
$C_{34}$	۴	۴	۴

نمودار روابط به صورت زیر خواهد بود :



شکل ۳-۴. نمودار روابط بین زیر معیارهای معیار پشتیبانی زنجیره تامین

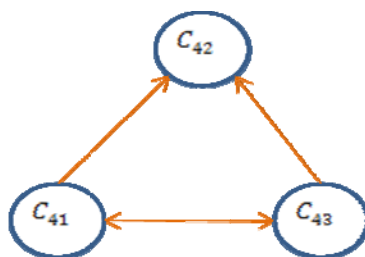
#### ۴-۳-۴: تعیین روابط بین زیر معیارهای معیار ساختار تولیدی

نظرات کارشناسان نسبت به روابط بین زیر معیارهای معیار ساختار تولیدی در پیوست آمده است. ماتریس نهایی به دست آمده به صورت زیر می باشد :

$$A = \begin{matrix} C_{41} \\ C_{42} \\ C_{43} \end{matrix} \begin{bmatrix} C_{41} & C_{42} & C_{43} \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad T = A + I = \begin{matrix} C_{41} \\ C_{42} \\ C_{43} \end{matrix} \begin{bmatrix} C_{41} & C_{42} & C_{43} \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix},$$

$$T^2 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1^* & 1 \end{bmatrix}, \quad T^3 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}.$$

	$R_r$	$A_r$	$R_r \cap A_r$
$C_{41}$	۱و۲و۳	۱و۳	۱و۳
$C_{42}$	۳	۱و۲و۳	۳
$C_{43}$	۱و۲و۳	۱و۳	۱و۳



شکل ۴-۴. نمودار روابط بین زیر معیارهای معیار ساختار تولیدی

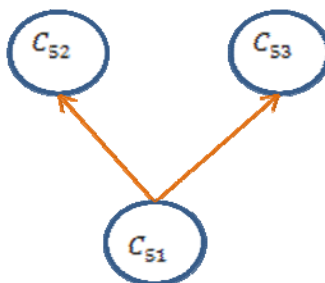
#### ۴-۳-۵: تعیین روابط بین زیر معیارهای معیار ویژگی های سازمانی

نظرات کارشناسان نسبت به روابط بین زیر معیارهای معیار ساختار تولیدی در پیوست آمده است. ماتریس نهایی به دست آمده به صورت زیر می باشد:

$$A = \begin{matrix} C_{51} \\ C_{52} \\ C_{53} \end{matrix} \begin{bmatrix} C_{51} & C_{52} & C_{53} \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad T = A + I = \begin{matrix} C_{41} \\ C_{42} \\ C_{43} \end{matrix} \begin{bmatrix} C_{41} & C_{42} & C_{43} \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix},$$

$$T^2 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

	$R_r$	$A_r$	$R_r \cap A_r$
$C_{51}$	۱ و ۲ و ۳	۱	۱
$C_{52}$	۲	۲ و ۳	۲
$C_{53}$	۳	۱ و ۳	۳



شکل ۴-۵. نمودار روابط بین زیر معیارهای معیار ویژگی های سازمانی

#### ۴-۴: تعیین وزن معیارها و زیرمعیارها توسط روش AHP فازی

همان گونه که در فصل دو بیان شد روش های متعددی برای AHP فازی ارائه شده است که هر کدام از آن ها بنا به اقتضای مساله می توانند مورد استفاده قرار گیرند. اما از میان این روش ها، روش تحلیل توسعه ای (EA) بیشتر از سایر روش ها مورد توجه قرار گرفته است. در این پژوهش نگارنده با بررسی مقاله های منتشر شده در ژورنال های معتبر علمی در چند سال اخیر مشاهده نموده است که روش تحلیل توسعه ای در بسیاری از پژوهش ها به علت دلایلی مانند: الگوریتم کوتاهتر نسبت به سایر روش ها، عدم وابستگی آن به سایر روش های تصمیم گیری چند معیاره و پیچیدگی محاسباتی کمتر با استقبال بیشتری مواجه شده است. لذا در این پژوهش نیز روش تحلیل توسعه ای به منظور بدست آوردن وزن های معیارها و زیر معیارها بکار گرفته شده است. روش کار به این صورت بوده است که با استفاده از پرسشنامه AHP فازی، از کارشناسان خواسته شد که نظر خود را در مورد مقایسه زوجی معیارها بیان کنند و اهمیت هر معیار یا زیر معیار را در مقابل دیگر معیار و یا زیر معیارها بیان نمایند. برای مقایسه زوجی معیارها از یک مقیاس پنج سطحی استفاده شد که شامل متغیر های زبانی « اهمیت یکسان»، « اهمیت ضعیف»، « نسبتاً مهم»، « به شدت مهم» و « کاملاً مهم» می باشد. اعداد فازی متناظر با این متغیر های زبانی بصورت اعداد فازی مثلثی (TFN) در نظر گرفته شد. با استفاده از طیف  $\frac{1}{9}$  تا ۹ ساعتی می توان ماتریس مقایسه زوجی را به صورت اعداد فازی مثلثی تشکیل داد. جدول ۴-۱۰ این اعداد و همچنین معکوس آنها را نشان می دهد. پس از به دست آوردن نظرات هر یک از کارشناسان، نظرات آنها در قالب ماتریس فازی زیر نشان داده می شود:

$$\tilde{A}^p = \begin{bmatrix} \tilde{1} & \tilde{a}_{12}^p & \tilde{a}_{13}^p & \dots & \tilde{a}_{1n}^p \\ \tilde{a}_{21}^p & \tilde{1} & \tilde{a}_{23}^p & \dots & \tilde{a}_{2n}^p \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1}^p & \tilde{a}_{n2}^p & \tilde{a}_{n3}^p & \dots & \tilde{1} \end{bmatrix}$$

که در آن  $p=1,2,3,\dots,P$  تعداد کارشناسان می باشد. هر کدام از عناصر ماتریس فازی  $\tilde{A}$  بصورت عدد فازی مثلثی  $\tilde{a}_{ij}^p = (l_{ij}^p, m_{ij}^p, u_{ij}^p)$  بیان می گردد. برای به دست آوردن ماتریس نهایی کارشناسان از روش میانگین هندسی استفاده شده است. ماتریس نهایی کارشناسان به صورت ماتریس فازی  $\tilde{A}$  خواهد بود که در صفحه بعد نشان داده شده است.

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} \tilde{1} & \tilde{a}_{12} & \tilde{a}_{13} & \dots & \tilde{a}_{1n} \\ \tilde{a}_{21} & \tilde{1} & \tilde{a}_{23} & \dots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & \tilde{a}_{n3} & \dots & \tilde{1} \end{bmatrix}$$

در این ماتریس  $\tilde{a}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$  و هر یک عدد فازی مثلثی می باشد که مقادیر آن به صورت زیر به دست می آیند:

$$l_{ij} = (l_{ij}^1 \times l_{ij}^2 \times \dots \times l_{ij}^p)^{\frac{1}{p}}$$

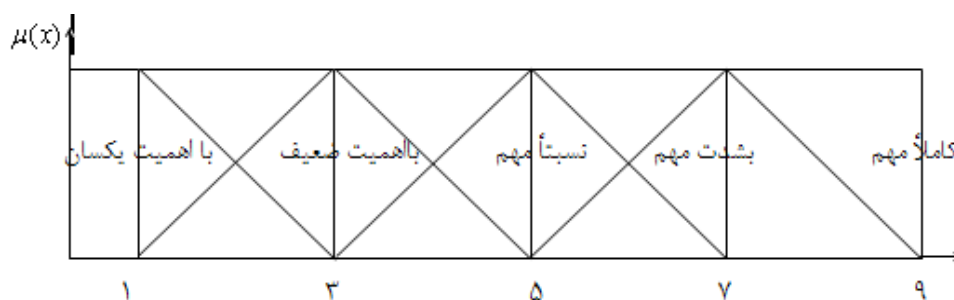
$$m_{ij} = (m_{ij}^1 \times m_{ij}^2 \times \dots \times m_{ij}^p)^{\frac{1}{p}}$$

$$u_{ij} = (u_{ij}^1 \times u_{ij}^2 \times \dots \times u_{ij}^p)^{\frac{1}{p}}$$

در انتها با استفاده از ماتریس نهایی قضاوت کارشناسان وزن های فازی با استفاده از روش EA به دست می آید.

جدول ۴-۲. اعداد فازی مثلثی متناظر با متغیر های زبانی

اعداد فازی		معکوس اعداد فازی	
$\tilde{1}$	(1,1,3)	$\tilde{1}^{-1}$	$(\frac{1}{3}, 1, 1)$
$\tilde{3}$	(1,3,5)	$\tilde{3}^{-1}$	$(\frac{1}{5}, \frac{1}{3}, 1)$
$\tilde{5}$	(3,5,7)	$\tilde{5}^{-1}$	$(\frac{1}{7}, \frac{1}{5}, \frac{1}{3})$
$\tilde{7}$	(5,7,9)	$\tilde{7}^{-1}$	$(\frac{1}{9}, \frac{1}{7}, \frac{1}{5})$
$\tilde{9}$	(7,9,9)	$\tilde{9}^{-1}$	$(\frac{1}{9}, \frac{1}{9}, \frac{1}{7})$



شکل ۴-۶. تابع عضویت متغیرهای زبانی تعریف شده

#### ۴-۴-۱: تعیین وزن معیارهای اصلی

نظرات کارشناسان در مورد ارجحیت معیارهای اصلی در قالب متغیرهای زبانی به دست آمده است که پس از جایگزین نمودن متغیرهای زبانی با اعداد فازی مثلثی متناظر، ماتریس های مقایسه زوجی معیارهای اصلی به صورت زیر به دست آمده است :

نظر کارشناس  $E_1$  :

معیارها	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$
$C_1$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{7}$	$\tilde{5}$	$\tilde{3}$
$C_2$	$\tilde{3}$	$\tilde{1}$	$\tilde{9}$	$\tilde{7}$	$\tilde{5}$
$C_3$	$\tilde{7}^{-1}$	$\tilde{9}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$
$C_4$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{1}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$
$C_5$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$

نظر کارشناس  $E_2$  :

معیارها	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$
$C_1$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}$	$\tilde{3}$	$\tilde{7}$	$\tilde{9}$
$C_2$	$\tilde{5}$	$\tilde{1}$	$\tilde{7}$	$\tilde{1}$	$\tilde{7}$
$C_3$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{7}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$
$C_4$	$\tilde{7}^{-1}$	$\tilde{1}^{-1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}^{-1}$
$C_5$	$\tilde{9}^{-1}$	$\tilde{7}^{-1}$	$\tilde{1}^{-1}$	$\tilde{5}$	$\tilde{1}$

نظر کارشناس  $E_3$ :

معیارها	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$
$C_1$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{7}$	$\tilde{3}$
$C_2$	$\tilde{5}$	$\tilde{1}$	$\tilde{9}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}^{-1}$
$C_3$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{9}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{5}$
$C_4$	$\tilde{7}^{-1}$	$\tilde{1}^{-1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$
$C_5$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$

نظر کارشناس  $E_4$ :

معیارها	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$
$C_1$	$\tilde{1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{9}$	$\tilde{7}$	$\tilde{5}$
$C_2$	$\tilde{1}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{9}$	$\tilde{7}$	$\tilde{5}$
$C_3$	$\tilde{9}^{-1}$	$\tilde{9}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{7}^{-1}$
$C_4$	$\tilde{7}^{-1}$	$\tilde{7}^{-1}$	$\tilde{5}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}^{-1}$
$C_5$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{7}$	$\tilde{3}$	$\tilde{1}$

نظر کارشناس  $E_5$ :

معیارها	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$
$C_1$	$\tilde{1}$	$\tilde{7}$	$\tilde{3}$	$\tilde{3}$	$\tilde{5}$
$C_2$	$\tilde{7}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{5}$	$\tilde{1}$
$C_3$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$
$C_4$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}^{-1}$
$C_5$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{1}^{-1}$	$\tilde{1}^{-1}$	$\tilde{5}$	$\tilde{1}$

نظر کارشناس  $E_6$ :

معیارها	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$
$C_1$	$\tilde{1}$	$\tilde{7}^{-1}$	$\tilde{9}$	$\tilde{9}$	$\tilde{7}$
$C_2$	$\tilde{7}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}$	$\tilde{5}$	$\tilde{5}$
$C_3$	$\tilde{9}^{-1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{5}^{-1}$
$C_4$	$\tilde{9}^{-1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}^{-1}$
$C_5$	$\tilde{7}^{-1}$	$\tilde{5}$	$\tilde{5}$	$\tilde{3}$	$\tilde{1}$

نظر کارشناس  $E_7$ :

معیارها	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$
$C_1$	$\tilde{1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{3}$	$\tilde{3}$
$C_2$	$\tilde{1}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}$	$\tilde{7}$	$\tilde{9}$
$C_3$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}^{-1}$
$C_4$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{7}^{-1}$	$\tilde{1}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{7}^{-1}$
$C_5$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{9}^{-1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{7}$	$\tilde{1}$

بر طبق نظرات ارزیابان و روش میانگین هندسی ماتریس نهایی ارزیابی معیارهای اصلی به صورت زیر حاصل می شود:

معیارها	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$
$C_1$	$\tilde{1}$	(0.647,0.853,1.679)	(2.196,2.476,4.811)	(3.084,3.971,6.355)	(2.276,2.865,5.239)
$C_2$	(0.918,1.854,2.388)	$\tilde{1}$	(3.397,5.372,7.174)	(2.731,3.651,6.131)	(2.117,3.078,5.055)
$C_3$	(0.144,0.215,0.455)	(0.129,0.15,0.251)	$\tilde{1}$	(2.731,3.651,6.131)	(0.794,1.2,2.389)
$C_4$	(0.134,0.134,0.324)	(0.17,0.38,0.394)	(0.853,2.36,3.316)	$\tilde{1}$	(0.264,0.478,0.919)
$C_5$	(0.153,0.218,0.439)	(0.198,0.324,0.472)	(0.647,1.321,1.945)	(1.088,2.093,3.785)	$\tilde{1}$

به عنوان مثال عدد فازی مثلثی عنصر سطر اول و ستون دوم به صورت زیر بدست آمده است:

$$\begin{aligned} \tilde{a}_{12} &= \sqrt[7]{\tilde{3}^{-1} \otimes \tilde{5} \otimes \tilde{5}^{-1} \otimes \tilde{1} \otimes \tilde{7} \otimes \tilde{7}^{-1} \otimes \tilde{1}} = \\ &= \sqrt[7]{\left(\frac{1}{5}, \frac{1}{3}, 1\right) \otimes (3, 5, 7) \otimes \left(\frac{1}{7}, \frac{1}{5}, \frac{1}{3}\right) \otimes (1, 1, 3) \otimes (5, 7, 9) \otimes \left(\frac{1}{9}, \frac{1}{7}, \frac{1}{5}\right) \otimes (1, 1, 3)} = \\ &= \left(\sqrt[7]{\frac{1}{5} \times 3 \times \frac{1}{7} \times 1 \times 5 \times \frac{1}{9} \times 1}, \sqrt[7]{\frac{1}{3} \times 5 \times \frac{1}{5} \times 1 \times 7 \times \frac{1}{7} \times 1}, \sqrt[7]{1 \times 7 \times \frac{1}{3} \times 3 \times 9 \times \frac{1}{5} \times 3}\right) = \\ &= (0.674, 0.853, 1.679) \end{aligned}$$

بقیه عناصر ماتریس نهایی ارزیابان نیز مانند نمونه ذکر شده به دست می آیند. حال با استفاده از الگوریتم روش EA که در بخش ۲-۴-۳ ذکر شد وزن های معیارها را به دست می آوریم. بدین منظور ابتدا به محاسبه  $S_k$  ها می پردازیم.

$$S_k = \sum_{j=1}^n M_{kj} \cdot \left[ \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n M_{ij} \right]^{-1},$$



$$[\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n M_{ij}]^{-1} = (26.82, 38.426, 69.644)^{-1} = (0.014, 0.027, 0.037),$$

$$S_1 = (9.203, 11.165, 21.084) \times (0.014, 0.027, 0.037) = (0.129, 0.301, 0.79) = (l_1, m_1, u_1),$$

$$S_2 = (10.739, 14.946, 23.721) \times (0.014, 0.027, 0.037) = (0.15, 0.403, 0.878) = (l_2, m_2, u_2),$$

$$S_3 = (2.368, 1.989, 7.265) \times (0.014, 0.027, 0.037) = (0.033, 0.053, 0.269) = (l_3, m_3, u_3),$$

$$S_4 = (2.421, 4.352, 7.933) \times (0.014, 0.027, 0.037) = (0.034, 0.117, 0.293) = (l_4, m_4, u_4),$$

$$S_5 = (3.086, 4.956, 9.641) \times (0.014, 0.027, 0.037) = (0.043, 0.134, 0.357) = (l_5, m_5, u_5),$$

حال بایستی درجه بزرگی هر یک از  $S_k$  ها نسبت به یکدیگر محاسبه گردد.

$$v(S_1 \geq S_2) = \frac{u_1 - l_2}{(u_1 - l_2) + (m_2 - m_1)} = \frac{0.79 - 0.15}{(0.79 - 0.15) + (0.403 - 0.301)} = 0.863,$$

$$v(S_1 \geq S_3) = v(S_1 \geq S_4) = v(S_1 \geq S_5) = 1,$$

$$v(S_2 \geq S_1) = v(S_2 \geq S_3) = v(S_2 \geq S_4) = v(S_2 \geq S_5) = 1,$$

$$v(S_3 \geq S_1) = \frac{u_3 - l_1}{(u_3 - l_1) + (m_1 - m_3)} = \frac{0.269 - 0.129}{(0.269 - 0.129) + (0.301 - 0.053)} = 0.361,$$

$$v(S_3 \geq S_2) = \frac{u_3 - l_2}{(u_3 - l_2) + (m_2 - m_3)} = \frac{0.269 - 0.15}{(0.269 - 0.15) + (0.403 - 0.053)} = 0.254,$$

$$v(S_3 \geq S_4) = \frac{u_3 - l_4}{(u_3 - l_4) + (m_4 - m_3)} = \frac{0.269 - 0.034}{(0.269 - 0.034) + (0.117 - 0.053)} = 0.786,$$

$$v(S_3 \geq S_5) = \frac{u_3 - l_5}{(u_3 - l_5) + (m_5 - m_4)} = \frac{0.269 - 0.043}{(0.269 - 0.043) + (0.134 - 0.053)} = 0.081,$$

$$v(S_4 \geq S_1) = \frac{u_4 - l_1}{(u_4 - l_1) + (m_1 - m_4)} = \frac{0.293 - 0.129}{(0.293 - 0.129) + (0.301 - 0.117)} = 0.471,$$

$$v(S_4 \geq S_2) = \frac{u_4 - l_2}{(u_4 - l_2) + (m_2 - m_4)} = \frac{0.293 - 0.15}{(0.293 - 0.129) + (0.403 - 0.117)} = 0.333,$$

$$v(S_4 \geq S_5) = \frac{u_4 - l_5}{(u_4 - l_5) + (m_5 - m_4)} = \frac{0.293 - 0.043}{(0.293 - 0.043) + (0.134 - 0.117)} = 0.936,$$

$$v(S_5 \geq S_1) = \frac{u_5 - l_1}{(u_5 - l_1) + (m_1 - m_5)} = \frac{0.357 - 0.129}{(0.357 - 0.129) + (0.301 - 0.134)} = 0.577,$$

$$v(S_5 \geq S_2) = \frac{u_5 - l_2}{(u_5 - l_2) + (m_2 - m_5)} = \frac{0.357 - 0.15}{(0.357 - 0.15) + (0.403 - 0.134)} = 0.455,$$

$$v(S_4 \geq S_3) = v(S_5 \geq S_3) = v(S_5 \geq S_4) = 1,$$

$$v(S_1 \geq S_2, S_3, S_4, S_5) = \min(0.863, 1, 1, 1) = 0.863,$$

$$v(S_2 \geq S_1, S_3, S_4, S_5) = \min(1, 1, 1, 1) = 1,$$

$$v(S_3 \geq S_1, S_2, S_4, S_5) = \min(0.361, 0.254, 0.786, 0.081) = 0.081,$$

$$v(S_4 \geq S_1, S_2, S_3, S_5) = \min(0.471, 0.333, 1, 0.936) = 0.333,$$

$$v(S_5 \geq S_1, S_2, S_3, S_4) = \min(0.577, 0.455, 1, 1) = 0.455,$$

بنابراین وزن غیر نرمال معیارها به صورت زیر می باشد :

$$w' = (0.863, 1, 0.081, 0.333, 0.455),$$

در انتها وزن نهایی هر یک از معیارها به صورت زیر خواهد بود :

$$W = (0.315, 0.367, 0.03, 0.122, 0.166).$$

#### ۴-۴-۲: تعیین وزن زیر معیارهای معیار کیفیت

ماتریس نهایی زیر معیارهای معیار کیفیت که از نظرات کارشناسان به دست آمده است به صورت زیر

می باشد. نظرات هر یک از کارشناسان در پیوست آمده است.

$C_1$	$C_{11}$	$C_{12}$	$C_{13}$	$C_{14}$	$C_{15}$
$C_{11}$	$\bar{1}$	(1.321,2.97,3.785)	(0.865,1.354,3.007)	(0.867,0.953,1.742)	(4.072,6.363,7.99)
$C_{12}$	(0.264,0.337,0.757)	$\bar{1}$	(2.997,1.743,2.635)	(0.748,1.049,1.745)	(2.143,3.231,4.993)
$C_{13}$	(0.333,0.738,1.157)	(0.258,0.39,0.853)	$\bar{1}$	(1.115,1.945,3.007)	(1.602,3.195,5.786)
$C_{14}$	(0.595,1.049,1.603)	(0.573,0.954,1.338)	(0.222,0.439,0.897)	$\bar{1}$	(2.569,4.591,5.637)
$C_{15}$	(0.232,0.231,0.423)	(0.2,0.309,0.467)	(0.172,0.372,0.624)	(0.177,0.218,0.389)	$\bar{1}$

تعیین وزن هر یک از زیر معیارها به شرح زیر می باشد :

$$[\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n M_{ij}]^{-1} = (26.325, 37.431, 63.876)^{-1} = (0.016, 0.027, 0.038),$$

$$S_1 = (8.125, 12.64, 19.497) \times (0.016, 0.027, 0.038) = (0.13, 0.341, 0.74) = (l_1, m_1, u_1),$$

$$S_2 = (0.114, 0.199, 0.499) \times (0.016, 0.027, 0.038) = (0.114, 0.199, 0.499) = (l_2, m_2, u_2),$$

$$S_3 = (0.069, 0.196, 0.525) \times (0.016, 0.027, 0.038) = (0.069, 0.196, 0.525) = (l_3, m_3, u_3),$$

$$S_4 = (0.079, 0.217, 0.477) \times (0.016, 0.027, 0.038) = (0.079, 0.217, 0.477) = (l_4, m_4, u_4),$$

$$S_5 = (0.028, 0.057, 0.186) \times (0.016, 0.027, 0.038) = (0.028, 0.057, 0.186) = (l_5, m_5, u_5),$$

$$v(S_1 \geq S_2) = v(S_1 \geq S_3) = v(S_1 \geq S_4) = v(S_1 \geq S_5) = 1,$$

$$v(S_2 \geq S_1) = \frac{u_2 - l_1}{(u_2 - l_1) + (m_1 - m_2)} = \frac{0.499 - 0.13}{(0.499 - 0.13) + (0.341 - 0.199)} = 0.722,$$

$$v(S_2 \geq S_4) = \frac{u_2 - l_4}{(u_2 - l_4) + (m_4 - m_2)} = \frac{0.499 - 0.079}{(0.499 - 0.13) + (0.217 - 0.199)} = 0.959,$$

$$v(S_3 \geq S_1) = \frac{u_3 - l_1}{(u_3 - l_1) + (m_1 - m_3)} = \frac{0.525 - 0.13}{(0.525 - 0.13) + (0.341 - 0.196)} = 0.731,$$

$$v(S_3 \geq S_2) = \frac{u_3 - l_2}{(u_3 - l_2) + (m_2 - m_3)} = \frac{0.525 - 0.14}{(0.525 - 0.14) + (0.199 - 0.196)} = 0.993,$$

$$v(S_3 \geq S_4) = \frac{u_3 - l_4}{(u_3 - l_4) + (m_4 - m_3)} = \frac{0.525 - 0.079}{(0.525 - 0.079) + (0.217 - 0.196)} = 0.955,$$

$$v(S_4 \geq S_1) = \frac{u_4 - l_1}{(u_4 - l_1) + (m_1 - m_4)} = \frac{0.477 - 0.13}{(0.477 - 0.13) + (0.341 - 0.217)} = 0.697,$$

$$v(S_5 \geq S_1) = \frac{u_5 - l_1}{(u_5 - l_1) + (m_1 - m_5)} = \frac{0.186 - 0.13}{(0.186 - 0.13) + (0.341 - 0.057)} = 0.165,$$

$$v(S_5 \geq S_2) = \frac{u_5 - l_2}{(u_5 - l_2) + (m_2 - m_5)} = \frac{0.186 - 0.114}{(0.186 - 0.114) + (0.199 - 0.057)} = 0.336,$$

$$v(S_5 \geq S_3) = \frac{u_5 - l_3}{(u_5 - l_3) + (m_3 - m_5)} = \frac{0.186 - 0.069}{(0.186 - 0.069) + (0.196 - 0.057)} = 0.457,$$

$$v(S_5 \geq S_4) = \frac{u_5 - l_4}{(u_5 - l_4) + (m_4 - m_5)} = \frac{0.186 - 0.079}{(0.186 - 0.079) + (0.217 - 0.057)} = 0.401,$$

$$v(S_2 \geq S_3) = v(S_2 \geq S_5) = v(S_3 \geq S_5) = v(S_4 \geq S_2) = v(S_4 \geq S_3) = v(S_4 \geq S_5) = 1,$$

$$v(S_1 \geq S_2, S_3, S_4, S_5) = \min(1, 1, 1, 1) = 1,$$

$$v(S_2 \geq S_1, S_3, S_4, S_5) = \min(0.722, 1, 0.959, 1) = 0.722,$$

$$v(S_3 \geq S_1, S_2, S_4, S_5) = \min(0.731, 0.993, 0.955, 1) = 0.731,$$

$$v(S_4 \geq S_1, S_2, S_3, S_5) = \min(0.697, 1, 1, 1) = 0.697,$$

$$v(S_5 \geq S_1, S_2, S_3, S_4) = \min(0.165, 0.336, 0.457, 0.401) = 0.165,$$

طبق محاسبات بالا وزن غیر نرمال بصورت زیر می باشد.

$$w' = (1, 0.722, 0.731, 0.697, 0.165),$$

با نرمال کردن وزن ها، وزن نهایی بصورت زیر خواهد بود :

$$W = (0.302, 0.218, 0.22, 0.21, 0.05).$$

#### ۴-۴-۳: تعیین وزن زیر معیارهای معیارقیمت

ماتریس نهایی زیر معیارهای معیار قیمت که از نظرات کارشناسان به دست آمده است به صورت زیر

می باشد. نظرات هر یک از کارشناسان در پیوست آمده است.

$C_2$	$C_{21}$	$C_{22}$	$C_{23}$	$C_{24}$	$C_{25}$
$C_{21}$	$\bar{1}$	(0.371,0.523,0.853)	(0.134,0.177,0.309)	(0.245,0.461,0.853)	(0.37,0.574,1.545)
$C_{22}$	(0.647,1.025,1.49)	$\bar{1}$	(0.207,0.461,0.697)	(0.601,1.00,1.945)	(1.369,3.195,4.596)
$C_{23}$	(3.235,5.637,7.355)	(1.945,2.276,4.267)	$\bar{1}$	(2.168,4.422,6.511)	(2.04,3.775,5.76)
$C_{24}$	(1.081,2.168,4.066)	(0.514,1.00,1.662)	(0.179,0.299,0.58)	$\bar{1}$	(0.794,1.601,2.935)
$C_{25}$	(0.647,1.741,2.508)	(0.18,0.289,0.553)	(0.337,0.496,1.129)	(0.291,0.624,1.258)	$\bar{1}$

محاسبات به منظور به دست آوردن وزن زیر معیارهای معیار قیمت به شرح زیر است :

$$[\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n M_{ij}]^{-1} = (22.355, 37.867, 65.886)^{-1} = (0.015, 0.026, 0.045),$$

$$S_1 = (8.125, 12.64, 19.497) \times (0.015, 0.026, 0.045) = (0.032, 0.1, 0.295),$$

$$S_2 = (0.114, 0.199, 0.499) \times (0.015, 0.026, 0.045) = (0.057, 0.174, 0.528),$$

$$S_3 = (0.069, 0.196, 0.525) \times (0.015, 0.026, 0.045) = (0.156, 0.445, 0.041),$$

$$S_4 = (0.079, 0.217, 0.477) \times (0.015, 0.026, 0.045) = (0.053, 0.158, 0.551),$$

$$S_5 = (0.028, 0.057, 0.186) \times (0.015, 0.026, 0.045) = (0.037, 0.108, 0.38),$$

$$v(S_1 \geq S_2) = 0.185, v(S_1 \geq S_3) = 0.408, v(S_1 \geq S_4) = 0.807, v(S_1 \geq S_5) = 0.97,$$

$$v(S_2 \geq S_3) = 0.579, v(S_2 \geq S_1) = v(S_2 \geq S_4) = v(S_2 \geq S_5) = 1,$$

$$v(S_3 \geq S_1) = v(S_3 \geq S_2) = v(S_3 \geq S_4) = v(S_2 \geq S_5) = 1,$$

$$v(S_4 \geq S_2) = 0.969, v(S_4 \geq S_3) = 0.579, v(S_4 \geq S_1) = v(S_4 \geq S_5) = 1,$$

$$v(S_5 \geq S_1) = 1, v(S_5 \geq S_2) = 0.83, v(S_5 \geq S_3) = 0.399, v(S_5 \geq S_4) = 0.867,$$

$$v(S_1 \geq S_2, S_3, S_4, S_5) = \min(0.185, 0.408, 0.807, 0.97) = 0.185,$$

$$v(S_2 \geq S_1, S_3, S_4, S_5) = \min(1, 0.579, 1, 1) = 0.579,$$

$$v(S_3 \geq S_1, S_2, S_4, S_5) = \min(1, 1, 1, 1) = 1,$$

$$v(S_4 \geq S_1, S_2, S_3, S_5) = \min(1, 0.969, 0.579, 1) = 0.579,$$

$$v(S_5 \geq S_1, S_2, S_3, S_4) = \min(1, 0.83, 0.399, 0.867) = 0.399,$$

$$w' = (1, 0.722, 0.731, 0.697, 0.165),$$

بنابراین وزن نرمال زیر معیارهای معیار قیمت بصورت زیر بدست می آیند :

$$w = (0.067, 0.211, 0.365, 0.211, 0.145).$$

#### ۴-۴-۴ : تعیین وزن زیر معیارهای معیارپشتیبانی زنجیره تامین

ماتریس نهایی زیر معیارهای معیار پشتیبانی زنجیره تامین که از نظرات کارشناسان به دست آمده است به صورت زیر می باشد. جزئیات نظرات کسب شده از کارشناسان در پیوست آمده است.

$C_3$	$C_{31}$	$C_{32}$	$C_{33}$	$C_{34}$
$C_{31}$	$\bar{1}$	(0.128,0.167,0.255)	(0.366,0.786,1.944)	(0.14,0.19,0.35)
$C_{32}$	(3.92,5.99,7.8)	$\bar{1}$	(1.87,3.96,5.11)	(0.654,1.354,2.36)
$C_{33}$	(0.514,1.272,1.703)	(0.196,0.252,0.533)	$\bar{1}$	(0.2,0.325,0.624)
$C_{34}$	(2.862,5.174,7.081)	(0.456,1.17,2.018)	(1.601,3.079,4.991)	$\bar{1}$

محاسبات به منظور به دست آوردن وزن ها به شرح زیر است :

$$[\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n M_{ij}]^{-1} = (16.877, 27.719, 46.769)^{-1} = (0.021, 0.036, 0.059),$$

$$S_1 = (1.604, 2.143, 5.549) \times (0.021, 0.036, 0.059) = (0.034, 0.077, 0.327),$$

$$S_2 = (7.444, 12.304, 18.27) \times (0.021, 0.036, 0.059) = (0.156, 0.443, 1.078),$$

$$S_3 = (1.91, 2.849, 5.86) \times (0.021, 0.036, 0.059) = (0.04, 0.103, 0.346),$$

$$S_4 = (5.919, 10.423, 17.09) \times (0.021, 0.036, 0.059) = (0.124, 0.375, 1.008),$$

$$v(S_1 \geq S_2) = 0.318, v(S_1 \geq S_3) = 0.917, v(S_1 \geq S_4) = 0.405,$$

$$v(S_2 \geq S_1) = v(S_2 \geq S_3) = v(S_2 \geq S_4) = 1,$$

$$v(S_3 \geq S_1) = 1, v(S_3 \geq S_2) = 0.358, v(S_3 \geq S_4) = 0.449,$$

$$v(S_4 \geq S_2) = 0.926, v(S_4 \geq S_1) = v(S_4 \geq S_3) = 1,$$

$$v(S_1 \geq S_2, S_3, S_4) = \min(0.318, 0.917, 0.405) = 0.318,$$

$$v(S_2 \geq S_1, S_3, S_4) = \min(1, 1, 1) = 1,$$

$$v(S_3 \geq S_1, S_2, S_4) = \min(1, 0.385, 0.449) = 0.385,$$

$$v(S_4 \geq S_1, S_2, S_3) = \min(1, 0.926, 1) = 0.926,$$

$$w' = (0.318, 1, 0.385, 0.926),$$

بنابراین وزن نهایی با نرمال کردن بردار  $w'$  به صورت زیر می باشد :

$$w = (0.122, 0.384, 0.138, 0.356).$$

#### ۴-۴-۵: تعیین وزن زیر معیارهای معیارساختار تولیدی

ماتریس نهایی زیر معیارهای معیارساختار تولیدی که از نظرات کارشناسان به دست آمده است به صورت زیر می باشد. نظرات کارشناسان در پیوست آمده است.

$C_4$	$C_{41}$	$C_{42}$	$C_{43}$
$C_{41}$	$\bar{1}$	(1.545, 3.000, 4.215)	(0.864, 1.584, 3.231)
$C_{42}$	(0.237, 0.333, 0.647)	$\bar{1}$	(0.434, 0.875, 1.472)
$C_{43}$	(0.309, 0.631, 1.157)	(1.17, 1.993, 3.151)	$\bar{1}$

محاسبات به منظور به دست آوردن وزن ها به شرح زیر است :

$$[\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n M_{ij}]^{-1} = (7.559, 11.416, 22.873)^{-1} = (0.044, 0.088, 0.132),$$

$$S_1 = (3.409, 5.584, 10.446) \times (0.044, 0.088, 0.132) = (0.15, 0.491, 1.379),$$

$$S_2 = (1.671, 2.208, 5.119) \times (0.044, 0.088, 0.132) = (0.073, 0.194, 0.676),$$

$$S_3 = (2.479, 3.624, 7.308) \times (0.044, 0.088, 0.132) = (0.109, 0.319, 0.965),$$

$$v(S_1 \geq S_2) = v(S_1 \geq S_3) = 1, v(S_2 \geq S_1) = 0.639, v(S_2 \geq S_3) = 0.819,$$

$$v(S_3 \geq S_1) = 0.639, v(S_3 \geq S_2) = 1,$$

$$v(S_1 \geq S_2, S_3) = \min(1, 1) = 1, v(S_2 \geq S_1, S_3) = \min(0.639, 0.819) = 0.639,$$

$$v(S_3 \geq S_1, S_2) = \min(0.83, 1) = 0.83,$$

$$w' = (1, 0.639, 0.83),$$

$$w = (0.405, 0.259, 0.336).$$

#### ۴-۴-۶: تعیین وزن زیر معیارهای ویژگی های سازمانی

ماتریس نهایی زیر معیارهای ویژگی های سازمانی که از نظرات کارشناسان به دست آمده است به صورت زیر می باشد. نظرات کارشناسان در پیوست آمده است.

$C_5$	$C_{51}$	$C_{52}$	$C_{53}$
$C_{51}$	$\bar{1}$	(0.514,1.272,2.144)	(1.32,2.66,3.919)
$C_{52}$	(0.466,0.786,1.944)	$\bar{1}$	(1.807,3.349,5.174)
$C_{53}$	(0.255,0.376,0.757)	(0.193,0.299,0.553)	$\bar{1}$

$$[\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n M_{ij}]^{-1} = (7.559, 11.416, 22.873)^{-1} = (0.043, 0.085, 0.117),$$

$$S_1 = (2.834, 4.932, 9.063) \times (0.043, 0.085, 0.117) = (0.122, 0.419, 1.06),$$

$$S_2 = (3.273, 5.135, 10.118) \times (0.043, 0.085, 0.117) = (0.141, 0.436, 1.184),$$

$$S_3 = (2.448, 1.675, 4.31) \times (0.043, 0.085, 0.117) = (0.105, 1.142, 0.504),$$

$$v(S_1 \geq S_2) = 0.982, v(S_1 \geq S_3) = 0.569, v(S_2 \geq S_1) = 1, v(S_2 \geq S_3) = 0.406,$$

$$v(S_3 \geq S_1) = 1, v(S_3 \geq S_2) = 1,$$

$$v(S_1 \geq S_2, S_3) = \min(0.982, 0.569) = 0.569, v(S_2 \geq S_1, S_3) = \min(1, 0.406) = 0.406,$$

$$v(S_3 \geq S_1, S_2) = \min(1, 1) = 1,$$

$$w' = (0.569, 0.406, 1),$$

$$w = (0.288, 0.206, 0.506).$$

#### ۴-۵: تعیین عملکرد فازی هر تامین کننده نسبت به هر زیر معیار

در این بخش عملکرد هر تامین کننده نسبت به هر یک از زیرمعیارها مورد ارزیابی قرار می گیرد. همان طور که پیش تر بیان شد به منظور انجام مطالعه موردی، از بین تامین کنندگان مواد اصلی شرکت چوب و کاغذ مازندران، یک گروه به صورت تصادفی ساده انتخاب شدند که گروه انتخابی، تامین کنندگان محصول خمیر کرافت قهوه ای می باشند. این تامین کنندگان شامل تامین کنندگان نهایی بوده که طی سالهای ۸۴ تا ۸۷ حداقل در ۸۰ درصد پروژه های خرید، شرکت داشتند و جز تامین کنندگان اصلی این شرکت محسوب می شدند. این تامین کنندگان از غربال ارزیابی اولیه که توسط کارشناسان خرید انجام می شود عبور کرده اند و جزء تامین کنندگان اصلی شرکت قرار گرفته اند. هم چنین کارشناسان منتخب شناخت بیشتری نسبت به تامین کنندگان



خمیر کرافت قهوه ای نسبت به تامین کنندگان سایر محصولات داشتند که این عامل سبب اطمینان بیشتر از صحت مدل پیاده سازی شده می گردد. تعداد این تامین کنندگان شامل شش تامین کننده می باشد که با کدهای  $E_i; i = 1, 2, \dots, 6$  نشان داده می شوند و از ذکر نام آنها خودداری خواهد شد.<sup>۳</sup> در این قسمت با استفاده از نظرات کارشناسان که در قالب پرسشنامه گردآوری می گردد، عملکرد هر تامین کننده نسبت به هر زیر معیار سنجیده خواهد شد. نظرات کارشناسان به صورت متغیرهای زبانی بیان می گردد که با اعداد فازی مثلثی نشان داده می شوند. اصولاً از اعداد فازی برای ارزیابی معیارهای کیفی استفاده می شود و برای معیارهای کمی از داده های که در محیط تصمیم گیری وجود دارد استفاده می گردد. به علت اینکه شرکت چوب و کاغذ مازندران دارای پایگاه داده ای شامل اطلاعات خرید گذشته و سوابق تامین کنندگان نمی باشد<sup>۴</sup>، لذا اطلاعات مورد نیاز برای ارزیابی تامین کنندگان نسبت به معیارهای ارزیابی نیز موجود نمی باشند. بنابراین روش مناسب برای ارزیابی عملکرد تامین کنندگان در این تحقیق حالت فازی می باشند.

برای ارزیابی تامین کنندگان از یک طیف پنج نقطه ای لیکرت شامل متغیرهای زبانی « VP = خیلی ضعیف»، « P = ضعیف»، « F = متوسط»، « G = خوب»، « VG = خیلی خوب» که متناظر با اعداد فازی مثلثی هستند، استفاده شده است. مقیاس اعداد از ۰ تا ۱۰۰ تعریف شده است. هر یک از کارشناسان با استفاده از این متغیرهای زبانی نظر خود را در مورد میزان رضایت از عملکرد هر یک از تامین کنندگان در مورد هر یک از زیر معیارها بیان می دارند. به علت متفاوت بودن نظر کارشناسان، هر یک از آنها نظر شخصی خود را در مورد اعداد فازی مثلثی بیان خواهد کرد. نظر هر کارشناس به صورت عدد فازی مثلثی  $\tilde{E}_{ij}^p = (L_{ij}^p, M_{ij}^p, U_{ij}^p)$  اظهار می گردد که در آن  $p=1, 2, 3, \dots, P$  نشان دهنده کد کارشناس و  $L_{ij}^p$  حد پایین،  $M_{ij}^p$  حد متوسط مورد انتظار و  $U_{ij}^p$  حد بالای مورد انتظار تصمیم گیرنده خواهد بود. تجميع نظرات کارشناسان به صورت عدد فازی مثلثی  $E_{ij} = (L_{ij}, M_{ij}, U_{ij})$  خواهد بود که به صورت زیر به دست می آید:

$$E_{ij} = \frac{1}{p} \otimes (\tilde{E}_{ij}^1 \oplus \tilde{E}_{ij}^2 \oplus \dots \oplus \tilde{E}_{ij}^p)$$

۳- به علت عدم موافقت شرکت چوب و کاغذ مازندران در انتشار نام تامین کنندگان در تحقیق حاضر، نام آنها محفوظ خواهد ماند.

۴- این اطلاعات در زمان انجام تحقیق در حال گردآوری بوده اند و در قالب پایگاه اطلاعاتی تامین کنندگان و به عنوان جزئی از نرم افزار زنجیره تامین گردآوری خواهند گردید.

⊗ نشان دهنده ضرب فازی و ⊕ نشان دهنده جمع فازی است.  $E_{ij}$  در واقع میانگین اعداد فازی قضاوت تصمیم گیرندگان می باشد که بر اساس باکلی [۱] به صورت زیر به دست می آید:

$$L_{ij} = \frac{1}{p} \sum_{p=1}^P L_{ij}^p, \quad M_{ij} = \frac{1}{p} \sum_{p=1}^P M_{ij}^p, \quad U_{ij} = \frac{1}{p} \sum_{p=1}^P U_{ij}^p$$

برای دیفازی سازی نظرات کارشناسان از بین روش های بیان شده در بخش ۲-۲-۲ روش مرکز ناحیه (COA) انتخاب شد. زیرا در این روش برای غیر فازی سازی احتیاجی به نظر کارشناسان نمی باشد و کاربرد آن راحت تر از روشهای دیگر است.

برای اجرای این بخش از مدل در ابتدا از هر یک از کارشناسان خواسته شد تا بازه مورد انتظار از نظر خود در مورد هر یک از متغیرهای زبانی را بیان کنند که در جدول نشان داده شده است.

جدول ۴-۳. بازه متغیرهای زبانی تعریف شده توسط هر کارشناس

متغیرهای زبانی کارشناس	VP	P	F	G	VG
$E_1$	(0,0,20)	(20,30,40)	(35,45,70)	(70,80,90)	(85,100,100)
$E_2$	(0,0,15)	(15,30,45)	(45,60,75)	(75,80,90)	(90,100,100)
$E_3$	(0,0,25)	(20,30,40)	(40,50,60)	(60,70,80)	(80,100,100)
$E_4$	(0,0,10)	(10,25,40)	(35,45,55)	(50,65,70)	(80,100,100)
$E_5$	(0,0,25)	(10,30,50)	(30,50,70)	(65,75,85)	(80,100,100)
$E_6$	(0,0,19)	(15,27,43)	(38,48,65)	(60,78,90)	(88,100,100)
$E_7$	(0,0,40)	(40,50,60)	(60,70,80)	(80,85,90)	(90,100,100)

نظرات کارشناسان در مورد عملکرد هر یک از تامین کنندگان در مورد هر یک از زیر معیارهای معیار کیفیت به در جداول ۴-۴ الی ۸-۴ آورده شده است .

جدول ۴-۴. نظرات کارشناسان در مورد عملکرد هر یک از تامین کنندگان نسبت به زیر معیار «عملکرد کیفی»

$c_{11}$	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	$V_5$	$V_6$
$E_1$	P	P	G	VG	F	F
$E_2$	P	F	VG	G	G	G
$E_3$	F	F	F	G	F	F
$E_4$	G	F	G	G	P	VP
$E_5$	G	F	VG	VG	P	P
$E_6$	F	F	G	G	F	F
$E_7$	G	F	VG	VG	P	F

جدول ۴-۵. نظرات کارشناسان در مورد عملکرد هر یک از تامین کنندگان نسبت به زیر معیار «پایندی به تعهدات کیفی»

$c_{21}$	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	$V_5$	$V_6$
$E_1$	F	P	G	G	F	F
$E_2$	G	F	VG	G	G	G
$E_3$	F	F	VG	VG	F	F
$E_4$	VP	VP	G	VG	F	F
$E_5$	VP	VP	G	VG	VP	F
$E_6$	F	P	VG	VG	G	G
$E_7$	G	G	G	VG	F	F

جدول ۴-۶. نظرات کارشناسان در مورد عملکرد هر یک از تامین کنندگان نسبت به زیر معیار «برخورداري از توانايي فني

در رفع مشکلات»

$c_{31}$	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	$V_5$	$V_6$
$E_1$	F	VP	P	F	G	F
$E_2$	VP	VP	G	P	VG	G
$E_3$	VP	VP	F	G	G	G
$E_4$	P	VP	G	F	VG	F
$E_5$	F	F	F	F	G	F
$E_6$	F	F	F	F	G	VG
$E_7$	VP	P	F	F	VG	G

جدول ۴-۷. نظرات کارشناسان در مورد عملکرد هر یک از تامین کنندگان نسبت به زیر معیار «درصد کالای معیوب در

اقلام تحویلی»

$c_{41}$	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	$V_5$	$V_6$
$E_1$	F	F	P	P	G	VG
$E_2$	G	P	VP	G	F	F
$E_3$	F	P	P	F	P	G
$E_4$	P	VP	F	F	F	F
$E_5$	F	G	G	F	P	VG
$E_6$	F	F	G	G	G	VG
$E_7$	VP	P	VP	G	G	VG

جدول ۴-۸. نظرات کارشناسان در مورد عملکرد هر یک از تامین کنندگان نسبت به زیر معیار «متوسط زمان لازم برای

مراجعه جهت رفع مشکل»

$c_{51}$	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	$V_5$	$V_6$
$E_1$	VP	VP	VP	G	G	VP
$E_2$	P	F	F	F	F	F
$E_3$	P	P	F	G	F	F
$E_4$	P	F	P	F	P	P
$E_5$	P	G	VP	VP	F	P
$E_6$	P	P	P	P	F	F
$E_7$	F	F	P	P	F	P

پس از جمع بندی نظرات کارشناسان عملکرد فازی هر یک از تامین کنندگان در قبال هر یک از زیر معیارهای معیار کیفیت به صورت زیر می باشد :

تامین کنندگان	نمره عملکرد $C_{11}$
$V_1$	(45.43,56.86,66.43)
$V_2$	(38.29,50.43,63.57)
$V_3$	(74.29,89,94.29)
$V_4$	(71.43,84.71,91.43)
$V_5$	(35.43,46.86,62.14)
$V_6$	(36.86,46.14,60.71)

امتیاز عملکرد تامین کنندگان به صورت زیر بدست آمده است :

امتیاز عملکرد تامین کننده  $V_1$

$$= \frac{1}{7} \otimes [ (20, 30, 40) \oplus (15, 30, 45) \oplus (40, 50, 60) \oplus (50, 65, 70) \\ \oplus (65, 75, 85) \oplus (38, 48, 65) \oplus (90, 100, 100)] = (45.43, 56.86, 66.43),$$

امتیاز عملکرد تامین کننده  $V_2$

$$= \frac{1}{7} \otimes [ (20, 30, 40) \oplus (45, 60, 75) \oplus (40, 50, 60) \oplus (35, 45, 55) \\ \oplus (30, 50, 70) \oplus (38, 48, 65) \oplus (60, 70, 80)] = (38.29, 50.43, 63.57),$$

امتیاز عملکرد تامین کننده  $V_3$

$$= \frac{1}{7} \otimes [ (70, 80, 90) \oplus (90, 100, 100) \oplus (80, 100, 100) \oplus (50, 65, 80) \\ \oplus (80, 100, 100) \oplus (60, 78, 90) \oplus (90, 100, 100)] = (74.29, 89, 94.29),$$

امتیاز عملکرد تامین کننده  $V_4$

$$= \frac{1}{7} \otimes [ (85, 100, 100) \oplus (75, 80, 90) \oplus (60, 70, 80) \oplus (50, 65, 80) \\ \oplus (80, 100, 100) \oplus (60, 78, 90) \oplus (90, 100, 100)] = (71.43, 84.71, 91.43),$$

امتیاز عملکرد تامین کننده  $V_5$

$$= \frac{1}{7} \otimes [ (35, 45, 70) \oplus (75, 80, 90) \oplus (40, 50, 60) \oplus (10, 25, 40) \\ \oplus (10, 30, 50) \oplus (38, 48, 65) \oplus (40, 50, 60)] = (35.43, 46.86, 62.14),$$

امتیاز عملکرد تامین کننده  $V_6$

$$= \frac{1}{7} \otimes [ (85, 100, 100) \oplus (75, 80, 90) \oplus (60, 70, 80) \oplus (50, 65, 80) \\ \oplus (80, 100, 100) \oplus (60, 78, 90) \oplus (90, 100, 100)] = (36.86, 46.14, 60.71),$$

همانطور که بیان شد برای دیفازی سازی عملکرد تامین کنندگان از روش COA استفاده شده است. دیفازی شده عملکرد هر یک از تامین کنندگان در قبال هر یک از زیر معیارهای معیار کیفیت به صورت زیر می باشد.

تامین کنندگان	دیفازی شده نمره عملکرد تامین کنندگان
$V_1$	56.24
$V_2$	50.76
$V_3$	85.86
$V_4$	82.52
$V_5$	48.14
$V_6$	48.04

همین مراحل به ترتیب برای تمامی زیر معیارها اجرا شده است و در نهایت امتیاز تامین کنندگان به صورت جدول ۹-۴ و ۱۰-۴ به دست آمده است.

جدول ۹-۴. دیفازی شده امتیاز عملکرد هر یک از تامین کنندگان

زیر معیارها تامین کنندگان	$c_{11}$	$c_{12}$	$c_{13}$	$c_{14}$	$c_{15}$	$c_{21}$	$c_{22}$	$c_{23}$	$c_{24}$	$c_{25}$
$V_1$	56.24	46.95	28.86	55.81	31.43	73.71	51.47	68.81	51.1	38.24
$V_2$	50.76	37.86	24.81	41.24	46.43	42.19	56.71	63.67	79.76	54.33
$V_3$	85.86	81.85	57.18	39.19	32.62	46.95	62.9	44.48	45.52	40.76
$V_4$	82.52	81.1	48.86	59.66	48.81	50.62	60.14	45.28	47.28	60.76
$V_5$	48.14	56.57	64.48	58	55.05	51.57	43.14	54.33	53.33	45.94
$V_6$	48.04	60.38	68.24	79.43	37.9	53.72	40.24	56.09	52.98	75.04

جدول ۴-۱۰. ادامه جدول دیفازی شده امتیاز عملکرد هر یک از تامین کنندگان

زیر معیارها تامین کنندگان	$C_{31}$	$C_{32}$	$C_{33}$	$C_{34}$	$C_{41}$	$C_{42}$	$C_{43}$	$C_{51}$	$C_{52}$	$C_{53}$
$V_1$	56.19	56	54.29	58.95	67.76	66	75.38	53.62	51.16	53.14
$V_2$	64.62	44.81	51.19	50.76	57.71	64.67	66.24	47.9	45.52	45.76
$V_3$	61	54.33	59.76	60.14	58.96	53.62	69.81	43.24	43.62	63.95
$V_4$	63.24	67.76	46.48	50.05	61.81	71.57	58.57	52.86	64.57	50.76
$V_5$	58.33	52.29	40.38	61.57	59.43	61.95	52.19	75.38	36.95	58.24
$V_6$	53	74.19	54.81	39.29	61.09	55.72	57.33	75.38	51.48	53.33

#### ۴-۶: محاسبه اندازه فازی زیر معیارها

در این بخش اندازه فازی زیر معیارها توسط الگوریتمی که در بخش ۳-۴-۲ بیان شد و همچنین با کمک نرم افزار MAPLE محاسبه می گردد. همانطور که بیان شد برای به دست آوردن اندازه فازی هر گروه از زیر معیارها ابتدا باید عدد  $C$  مربوط به معادله زیر را به دست آوریم :

$$c \sum_{i=1}^n w_i + c^2 \lambda \sum_{\substack{i=1, j=1 \\ i \neq j, i < j}}^n w_i w_j + c^3 \lambda^2 \sum_{\substack{i=1, j=1, k=1 \\ i \neq j \neq k, i < j < k}}^n w_i w_j w_k + c^4 \lambda^3 \sum_{\substack{i=1, j=1, k=1, l=1 \\ i \neq j \neq k \neq l, i < j < k < l}}^n w_i w_j w_k w_l$$

$$+ \dots + c^n \lambda^{n-1} \prod_{i=1}^n w_i = 1$$

باز هم همانگونه که در بخش ۳ بیان شد عدد  $\lambda$  که در معادله ۴-۱۰ استفاده می شود یک  $\lambda$  غیر بهینه است که از وزن های غیر نرمال روش AHP با استفاده از الگوریتم بخش ۳-۴-۲ به دست می آید که در واقع درجه وابستگی بین وزن های زیر معیارها می باشد. به همین منظور الگوریتم بیان شده در قالب یک برنامه کامپیوتری با زبان برنامه نویسی Visual Basic نوشته شده است ( برای مشاهده این برنامه به بخش ضمايم مراجعه شود).

## ۴-۶-۱: تعیین اندازه های فازی زیر معیار های معیار کیفیت

همانطور که مشاهده شد وزن های به دست آمده توسط روش AHP فازی برای زیر معیارهای معیار کیفیت به صورت  $W = (0.302, 0.218, 0.22, 0.21, 0.05)$  است. لذا  $w_1 = 0.302$ ,  $w_2 = 0.218$ ,  $w_3 = 0.22$ ,  $w_4 = 0.21$  و  $w_5 = 0.05$ . همچنین وزن های غیر نرمال زیر معیارها که از طریق روش AHP فازی به دست آمده اند، به صورت  $W = (1, 0.722, 0.731, 0.697, 0.165)$  می باشند. با استفاده از این اوزان غیر نرمال درجه وابستگی  $\lambda$  بین آن ها به صورت  $\lambda = 0.65432$  به دست می آید و معادله تشکیل شده به صورت زیر خواهد بود:

$$c \sum_{i=1}^5 w_i + 0.65432 c^2 \sum_{\substack{i=1, j=1 \\ i \neq j, i < j}}^5 w_i w_j + (0.65432)^2 c^3 \sum_{\substack{i=1, j=1, k=1 \\ i \neq j \neq k, i < j < k}}^5 w_i w_j w_k \\ + (0.65432)^3 c^4 \sum_{\substack{i=1, j=1, k=1, l=1 \\ i \neq j \neq k \neq l, i < j < k < l}}^5 w_i w_j w_k w_l + (0.65432)^4 c^5 \prod_{i=1}^5 w_i = 1$$

با حل این معادله توسط نرم افزار MAPLE عدد  $c = 0.7524133311$  به دست می آید. بنابر این با ضرب عدد  $C$  در وزن های زیر معیارها اندازه های فازی پایه به دست خواهند آمد.

$$g\{c_{11}\} = 0.226, g\{c_{12}\} = 0.163, g\{c_{13}\} = 0.165, g\{c_{14}\} = 0.157, g\{c_{15}\} = 0.037$$

حال بایستی درجه وابستگی یا همان  $\lambda$  بین اندازه های فازی پایه با استفاده از الگوریتم بیان شده در قسمت ۳-۱ به دست می آید که این عدد  $\lambda = 1.025128138698$  می باشد. حال اندازه فازی هر کدام از ترکیب های زیر معیارها با استفاده از رابطه ۳-۷ به صورت زیر خواهند بود:

$$\begin{aligned} g\{c_{11}\} &= 0.226, & g\{c_{15}\} &= 0.037, \\ g\{c_{12}\} &= 0.163, & g\{c_{11}, c_{15}\} &= 0.272, \\ g\{c_{11}, c_{12}\} &= 0.427, & g\{c_{12}, c_{15}\} &= 0.206, \\ g\{c_{13}\} &= 0.165, & g\{c_{11}, c_{12}, c_{15}\} &= 0.48, \\ g\{c_{11}, c_{13}\} &= 0.429, & g\{c_{13}, c_{15}\} &= 0.208, \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
g\{c_{12}, c_{13}\} &= 0.356, & g\{c_{11}, c_{13}, c_{15}\} &= 0.482, \\
g\{c_{11}, c_{12}, c_{13}\} &= 0.664, & g\{c_{12}, c_{13}, c_{15}\} &= 0.406, \\
g\{c_{14}\} &= 0.157, & g\{c_{11}, c_{12}, c_{13}, c_{15}\} &= 0.928, \\
g\{c_{11}, c_{14}\} &= 0.419, & g\{c_{14}, c_{15}\} &= 0.2, \\
g\{c_{12}, c_{14}\} &= 0.346, & g\{c_{11}, c_{14}, c_{15}\} &= 0.472, \\
g\{c_{11}, c_{12}, c_{14}\} &= 0.449, & g\{c_{12}, c_{14}, c_{15}\} &= 0.396, \\
g\{c_{13}, c_{14}\} &= 0.348, & g\{c_{11}, c_{12}, c_{14}, c_{15}\} &= 0.714, \\
g\{c_{11}, c_{13}, c_{14}\} &= 0.655, & g\{c_{13}, c_{14}, c_{15}\} &= 0.399, \\
g\{c_{12}, c_{13}, c_{14}\} &= 0.57, & g\{c_{11}, c_{13}, c_{14}, c_{15}\} &= 0.717, \\
g\{c_{11}, c_{12}, c_{13}, c_{14}\} &= 0.928, & g\{c_{12}, c_{13}, c_{14}, c_{15}\} &= 0.628, \\
g\{c_{11}, c_{12}, c_{13}, c_{14}, c_{15}\} &= 1.
\end{aligned}$$

#### ۴-۶-۲: تعیین اندازه های فازی زیر معیارهای معیار قیمت

وزن های به دست آمده توسط روش AHP فازی برای زیر معیارهای معیار کیفیت به صورت  $W = (0.067, 0.211, 0.365, 0.211, 0.145)$  است. در نتیجه  $w_3 = 0.365$ ،  $w_2 = 0.211$ ،  $w_1 = 0.067$  و  $w_5 = 0.302$  و  $w_4 = 0.211$  از طرفی وزن های غیر نرمال زیر معیارها که از طریق روش AHP فازی بدست آمده اند به صورت  $W = (0.185, 0.579, 1, 0.579, 0.399)$  هستند که درجه وابستگی ( $\lambda$ ) بین آن ها 1.02345 می باشد. در نتیجه معادله جهت بدست آوردن اندازه های فازی پایه بصورت زیر تشکیل می شود:

$$\begin{aligned}
& c \sum_{i=1}^5 w_i + 1.02345 c^2 \sum_{\substack{i=1, j=1 \\ i \neq j, i < j}}^5 w_i w_j + (1.02345)^2 c^3 \sum_{\substack{i=1, j=1, k=1 \\ i \neq j \neq k, i < j < k}}^5 w_i w_j w_k \\
& + (1.02345)^3 c^4 \sum_{\substack{i=1, j=1, k=1, l=1 \\ i \neq j \neq k \neq l, i < j < k < l}}^5 w_i w_j w_k w_l + (1.02345)^4 c^5 \prod_{i=1}^5 w_i = 1
\end{aligned}$$

با حل این معادله توسط نرم افزار MAPLE عدد  $c=0.9275621812$  بدست می آید. بنابر این با ضرب عدد  $C$  در وزن های زیر معیارها، اندازه های فازی پایه به صورت زیر به دست خواهند آمد :

$$g\{c_{21}\} = 0.062, g\{c_{22}\} = 0.196, g\{c_{23}\} = 0.339, g\{c_{24}\} = 0.196, g\{c_{25}\} = 0.134$$

$\lambda$  بین اندازه های فازی پایه  $\lambda=0.218189963261809$  می باشد. حال مطابق قسمت قبل اندازه فازی هر کدام از ترکیب های زیر معیارها به صورت زیر بدست می آیند :

$g\{c_{21}\} = 0.062,$	$g\{c_{25}\} = 0.134,$
$g\{c_{22}\} = 0.196,$	$g\{c_{21}, c_{25}\} = 0.198,$
$g\{c_{21}, c_{22}\} = 0.261,$	$g\{c_{22}, c_{25}\} = 0.336,$
$g\{c_{23}\} = 0.339,$	$g\{c_{21}, c_{22}, c_{25}\} = 0.402,$
$g\{c_{21}, c_{23}\} = 0.406,$	$g\{c_{23}, c_{25}\} = 0.483,$
$g\{c_{22}, c_{23}\} = 0.549,$	$g\{c_{21}, c_{23}, c_{25}\} = 0.551,$
$g\{c_{21}, c_{22}, c_{23}\} = 0.619,$	$g\{c_{22}, c_{23}, c_{25}\} = 0.7,$
$g\{c_{24}\} = 0.196,$	$g\{c_{21}, c_{22}, c_{23}, c_{25}\} = 0.771,$
$g\{c_{21}, c_{24}\} = 0.261,$	$g\{c_{24}, c_{25}\} = 0.336,$
$g\{c_{22}, c_{24}\} = 0.4,$	$g\{c_{21}, c_{24}, c_{25}\} = 0.402,$
$g\{c_{21}, c_{22}, c_{24}\} = 0.468,$	$g\{c_{22}, c_{24}, c_{25}\} = 0.546,$
$g\{c_{23}, c_{24}\} = 0.549,$	$g\{c_{21}, c_{22}, c_{24}, c_{25}\} = 0.615,$
$g\{c_{21}, c_{23}, c_{24}\} = 0.619,$	$g\{c_{23}, c_{24}, c_{25}\} = 0.7,$
$g\{c_{22}, c_{23}, c_{24}\} = 0.769,$	$g\{c_{21}, c_{23}, c_{24}, c_{25}\} = 0.771,$
$g\{c_{21}, c_{22}, c_{23}, c_{24}\} = 0.841,$	$g\{c_{22}, c_{23}, c_{24}, c_{25}\} = 0.925,$
$g\{c_{21}, c_{22}, c_{23}, c_{24}, c_{25}\} = 1.$	

## ۴-۶-۳: تعیین اندازه های فازی زیر معیار های معیار پشتیبانی زنجیره تامین

وزن های به دست آمده توسط روش AHP فازی برای زیر معیارهای معیار کیفیت به صورت  $W = (0.122, 0.384, 0.138, 0.356)$  است. در نتیجه  $w_1 = 0.122$ ,  $w_2 = 0.384$ ,  $w_3 = 0.138$  و  $w_4 = 0.356$ . متعاقباً وزن های غیر نرمال زیر معیارها به صورت  $W = (0.318, 1, 0.358, 0.926)$  می باشد. بنا بر این درجه وابستگی ( $\lambda$ ) بین وزن های غیر نرمال عدد 0.76589 به دست می آید. با اعداد به دست آمده معادله بصورت زیر تشکیل می گردد:

$$c \sum_{i=1}^4 w_i + 0.76589 c^2 \sum_{\substack{i=1, j=1 \\ i \neq j, i < j}}^4 w_i w_j + (0.76589)^2 c^3 \sum_{\substack{i=1, j=1, k=1 \\ i \neq j \neq k, i < j < k}}^4 w_i w_j w_k + c^4 (0.76589)^3 \prod_{i=1}^4 w_i = 1$$

با حل این معادله عدد  $c=1.49522533$  به دست می آید. بنابر این با ضرب عدد  $C$  در وزن های زیر معیارها اندازه های فازی پایه به صورت زیر بدست خواهند آمد:

$$g\{c_{31}\} = 0.182, \quad g\{c_{32}\} = 0.574, \quad g\{c_{33}\} = 0.206, \quad g\{c_{34}\} = 0.546$$

درجه وابستگی بین این اندازه های فازی پایه  $\lambda = -0.760692971624401$  بدست می آید. در نتیجه اندازه های فازی مجموعه زیر معیارها بصورت زیر خواهد بود:

$$\begin{aligned} g\{c_{31}\} &= 0.182, & g\{c_{34}\} &= 0.546, \\ g\{c_{32}\} &= 0.574, & g\{c_{31}, c_{34}\} &= 0.678, \\ g\{c_{31}, c_{32}\} &= 0.714, & g\{c_{32}, c_{34}\} &= 0.882, \\ g\{c_{33}\} &= 0.206, & g\{c_{31}, c_{32}, c_{34}\} &= 0.941, \\ g\{c_{31}, c_{33}\} &= 0.342, & g\{c_{33}, c_{34}\} &= 0.666, \\ g\{c_{32}, c_{33}\} &= 0.69, & g\{c_{31}, c_{33}, c_{34}\} &= 0.756, \\ g\{c_{31}, c_{32}, c_{33}\} &= 0.776, & g\{c_{32}, c_{33}, c_{34}\} &= 0.949, \end{aligned}$$

$$g\{c_{21}, c_{22}, c_{23}, c_{24}\} = 1.$$

#### ۴-۶-۴: تعیین اندازه های فازی زیر معیار های معیار ساختار تولیدی

ابتدا وزن های زیر معیارها مد نظر قرار می گیرند که به صورت  $W = (0.405, 0.259, 0.336)$  است. لذا  $w_1 = 0.405$ ,  $w_2 = 0.259$  و  $w_3 = 0.336$  و همچنین وزن های غیر نرمال به صورت  $W = (1, 0.639, 0.83)$  بدست آمده است که با اجرای الگوریتم ذکر شده  $\lambda = 1.90021$  به دست می آید. معادله تشکیل شده بصورت زیر می باشد:

$$c \sum_{i=1}^3 w_i + 1.90021 c^2 \sum_{\substack{i=1, j=1 \\ i \neq j, i < j}}^3 w_i w_j + (1.90021)^2 c^3 \prod_{i=1}^3 w_i = 1$$

با حل این معادله عدد  $c = 0.5565754077$  به دست می آید. لذا اندازه های فازی پایه به صورت زیر خواهد بود:

$$g\{c_{41}\} = 0.227, g\{c_{42}\} = 0.145, g\{c_{43}\} = 0.188.$$

همچنین میزان وابستگی بین زیر معیارها  $\lambda = 3.15003002548082$  می باشد. اندازه های فازی زیر معیارها به صورت زیر خواهد بود:

$$\begin{aligned} g\{c_{41}\} &= 0.227, & g\{c_{43}\} &= 0.188, \\ g\{c_{42}\} &= 0.145, & g\{c_{41}, c_{43}\} &= 0.549, \\ g\{c_{41}, c_{42}\} &= 0.476, & g\{c_{42}, c_{43}\} &= 0.1, \end{aligned}$$

$$g\{c_{41}, c_{41}, c_{42}\} = 1.$$

#### ۴-۶-۵: تعیین اندازه های فازی زیر معیار های معیار ویژگی های سازمانی

وزن های زیر معیارها به صورت  $W = (0.288, 0.206, 0.506)$  بدست آمده است. در نتیجه خواهیم داشت:  $w_1 = 0.288$ ,  $w_2 = 0.206$  و  $w_3 = 0.506$ . بنابراین وزن های غیر نرمال به صورت  $W = (0.569, 0.406, 1)$  به دست می آید که با اجرای الگوریتم ذکر شده  $\lambda = 0.21073$  حاصل می شود.

$$c \sum_{i=1}^3 w_i + 0.21073c^2 \sum_{\substack{i=1, j=1 \\ i \neq j, i < j}}^3 w_i w_j + c^3 (0.21073)^2 \prod_{i=1}^3 w_i = 1$$

پس از حل توسط نرم افزار MAPLE عدد  $c = 0.6694183222$  به دست خواهد آمد. در نتیجه اندازه های فازی پایه به صورت مقابل خواهد بود :

$$g\{c_{51}\} = 0.193, \quad g\{c_{52}\} = 0.138, \quad g\{c_{53}\} = 0.339$$

همچنین میزان وابستگی بین زیر معیارها  $\lambda = 2.0921453641021$  می باشد. لذا اندازه های فازی زیر معیارها به صورت زیر خواهد بود :

$$\begin{aligned} g\{c_{51}\} &= 0.193, & g\{c_{53}\} &= 0.339, \\ g\{c_{52}\} &= 0.138, & g\{c_{51}, c_{53}\} &= 0.669, \\ g\{c_{51}, c_{52}\} &= 0.386, & g\{c_{52}, c_{53}\} &= 0.1, \\ g\{c_{51}, c_{52}, c_{53}\} &= 1. \end{aligned}$$

#### ۴-۷: رتبه بندی تامین کنندگان توسط روش انتگرال فازی

همان گونه که در فصل سوم بحث شد، در مواردی که معیارهای تصمیم گیری با یکدیگر رابطه دارند خلاصه سازی اطلاعات و جمع بندی نهایی دیگر با روش های جمعی امکان پذیر نبوده، بلکه بایستی بجای روش های مذکور از روش های غیر جمعی مانند انتگرال فازی استفاده نمود. در این پژوهش نیز برای جمع بندی نهایی و به دست آوردن امتیاز نهایی هر تامین کننده از روش انتگرال فازی استفاده شده است، زیرا در اکثر معیارهای اصلی، زیر معیارها دارای وابستگی و اثرگذاری بر روی یکدیگر هستند. برای محاسبه امتیاز ترکیبی زیر معیارها به روش انتگرال فازی، از نرم افزاری استفاده شده است که در سایت اینترنتی به آدرس [www.isc.senshu-u.ac.jp](http://www.isc.senshu-u.ac.jp) موجود می باشد. این نرم افزار به صورت تخصصی به منظور محاسبه اندازه فازی و انتگرال فازی در مسائل تصمیم گیری چند معیاره ایجاد شده است. با نگاهی دوباره به بخش ۳-۴ این مطلب دریافت می شود که از بین زیر معیارهای پنج معیار اصلی، روابط بین زیر معیارهای چهار معیار کیفیت، قیمت، پشتیبانی زنجیره تامین و ساختار تولیدی بصورت روابط وابسته می باشد. لذا برای محاسبه امتیاز ترکیبی هر یک

از این زیر معیارها، بایستی از روش انتگرال فازی استفاده نمود. چون در معیار ساختار تولیدی بین هیچکدام از زیر معیارها وابستگی مشاهده نمی شود و روابط از نوع متقابل نمی باشند، در نتیجه برای محاسبه امتیاز ترکیبی این معیار از روش جمعی ساده (SAW) استفاده می شود. خروجی نرم افزار محاسبه انتگرال فازی، شامل دو روش انتگرال فازی چوکت و انتگرال فازی سوگنو برای چهار زیر معیار ذکر شده به صورت زیر می باشد:

#### ۴-۷-۱: خروجی نرم افزار انتگرال فازی برای زیر معیارهای معیار کیفیت

Display: Choquet Integral

Input Data and Output (Fuzzy Integrated Values)

No.	1	2	3	4	5	Outputs: Fuzzy Integrated Values
1	56.24	46.95	28.86	55.81	31.43	31.47
2	50.76	37.86	24.81	41.24	46.43	38.11
3	85.86	81.57	57.18	39.19	32.62	62.04
4	82.52	81.1	48.86	59.66	48.81	63.181
5	48.14	56.57	64.48	58	55.05	56.1
6	48.04	60.38	68.24	79.43	37.9	58.84

Fuzzy Measure

Lambda =1.0251281386987

Weights

Evaluation Items Weights

1	0.302
2	0.218
3	0.22
4	0.21
5	0.05

Identified Standard: Direct Input

Display: Sougeno Integral

Input Data and Output (Fuzzy Integrated Values)

No.	1	2	3	4	5	Outputs: Fuzzy Integrated Values
-----	---	---	---	---	---	----------------------------------

1	56.24	46.95	28.86	55.81	31.43	44.92
2	50.76	37.86	24.81	41.24	46.43	46.23
3	85.86	81.57	57.18	39.19	32.62	46.41
4	82.52	81.1	48.86	59.66	48.81	69.66
5	48.14	56.57	64.48	58	55.05	57
6	48.04	60.38	68.24	79.43	37.9	60.38

Fuzzy Measure

$\Lambda = 1.0251281386987$

Weights

Evaluation Items Weights

1	0.302
2	0.218
3	0.22
4	0.21
5	0.05

Identified Standard: Direct Input

#### ۴-۷-۲: خروجی نرم افزار انتگرال فازی برای زیر معیارهای معیار قیمت

Display: Choquet Integral

Input Data and Output (Fuzzy Integrated Values)

No.	1	2	3	4	5	Outputs: Fuzzy Integrated Values
1	73.71	51.47	68.81	51	38.24	46.61
2	42.19	56.71	63.67	79.76	54.33	62.2
3	46.95	62.9	44.48	45.52	40.76	38.87
4	50.62	60.14	45.28	47.28	60.76	51.13
5	51.57	43.14	54.33	53.33	45.94	50.09
6	53.72	40.24	56.09	52.98	75.04	54.05

Fuzzy Measure

$\Lambda = 0.218189963261809$

Weights

Evaluation Items Weights

1	0.067
2	0.211
3	0.365
4	0.211
5	0.145

Identified Standard: Direct Input

Display: Sougeno Integral

Input Data and Output (Fuzzy Integrated Values)

No.	1	2	3	4	5	Outputs: Fuzzy Integrated Values
1	73.71	51.47	68.81	51	38.24	61.9
2	42.19	56.71	63.67	79.76	54.33	63.67
3	46.95	62.9	44.48	45.52	40.76	36.8
4	50.62	60.14	45.28	47.28	60.76	57.62
5	51.57	43.14	54.33	53.33	45.94	53.33
6	53.72	40.24	56.09	52.98	75.04	56.09

Fuzzy Measure

Lambda =0.218189963261809

Weights

Evaluation Items Weights

1	0.067
2	0.211
3	0.365
4	0.211
5	0.145

Identified Standard: Direct Input

۳-۷-۴: خروجی نرم افزار انتگرال فازی برای زیر معیارهای معیار پشتیبانی زنجیره تامین

Display: Choquet Integral

Input Data and Output (Fuzzy Integrated Values)

No.	1	2	3	4	Outputs: Fuzzy Integrated Values
-----	---	---	---	---	----------------------------------



1	56.19	56	54.29	58.95	47.53
2	64.62	44.81	51.19	50.76	51.9
3	61	54.33	59.76	60.14	38.85
4	63.42	67.76	46.48	50.05	61.88
5	58.33	52.29	40.38	61.57	57.45
6	53	74.19	54.81	39.29	54.42

Fuzzy Measure

Lambda = -0.760692971624401

Weights

Evaluation Items Weights

1	0.122
2	0.384
3	0.138
4	0.356

Identified Standard: Direct Input

Display: Sougeno Integral

Input Data and Output (Fuzzy Integrated Values)

No.	1	2	3	4	Outputs: Fuzzy Integrated Values
1	56.19	56	54.29	58.95	58.95
2	64.62	44.81	51.19	50.76	51.19
3	61	54.33	59.76	60.14	61
4	63.42	67.76	46.48	50.05	67.76
5	58.33	52.29	40.38	61.57	61.57
6	53	74.19	54.81	39.29	69

Fuzzy Measure

Lambda = -0.760692971624401

Weights

Evaluation Items Weights

1	0.122
---	-------

2 0.384

3 0.138

4 0.356

Identified Standard: Direct Input

**۴-۷-۴: خروجی نرم افزار انتگرال فازی برای زیر معیارهای معیار ساختار تولیدی**

Display: Choquet Integral

Input Data and Output (Fuzzy Integrated Values)

No. 1 2 3 Output: Fuzzy Integrated Values

1 67.76 66 75.38 68.4

2 57.71 64.67 66.24 58.7

3 58.96 53.62 69.81 38.59

4 61.81 71.57 58.57 61.53

5 59.43 61.95 52.19 56.00

6 61.09 55.72 57.33 57.46

Fuzzy Measure

Lambda =3.15003002548082

Weights

Evaluation Items Weights

1 0.405

2 0.259

3 0.336

Identified Standard: Direct Input

Display: Sougeno Integral

Input Data and Output (Fuzzy Integrated Values)

No. 1 2 3 Outputs: Fuzzy Integrated Values

1 67.76 66 75.38 67.7

2 57.71 64.67 66.24 64.67

3 58.96 53.62 69.81 58.9

4 61.81 71.57 58.57 63.81

5 59.43 61.95 52.19 59.43

6      61.09 55.72 57.33 57.3

Fuzzy Measure

Lambda =3.15003002548082

Weights

Evaluation Items    Weights

1      0.405

2      0.259

3      0.336

Identified Standard: Direct Input

#### ۴-۸: محاسبه امتیاز نهایی تامین کنندگان

در این قسمت، که بخش نهایی مدل ارائه شده می باشد، امتیاز نهایی تامین کنندگان محاسبه خواهد شد. جداول ۴-۱۰ و ۴-۱۱ خلاصه امتیازات تامین کنندگان به دو روش انتگرال فازی چوکت و انتگرال فازی سوگنو و همچنین وزن های معیارها و مقادیر وابستگی بین معیارها را نشان می دهد. همانطور که مشاهده می شود امتیاز تامین کنندگان نسبت به معیار ویژگی های سازمانی در جداول ۴-۱۰ و ۴-۱۱ با یکدیگر برابر است. چون زیر معیارهای معیار سازمانی دارای روابط وابسته به یکدیگر نمی باشند در نتیجه برای محاسبه امتیاز عملکرد تامین کنندگان، احتیاجی به استفاده از روش انتگرال فازی نمی باشد. لذا در هر دو جدول به جای استفاده از انتگرال فازی چوکت یا انتگرال فازی سوگنو از روش جمعی ساده یعنی حاصلضرب وزن در عملکرد استفاده شده است. در نهایت با توجه به امتیاز نهایی بدست آمده، رتبه بندی تامین کنندگان به صورت جدول ۴-۱۲ می باشد.

جدول ۴-۱۰. امتیاز نهایی تامین کنندگان به روش انتگرال فازی چوکت

معیارها	وزن های معیارها	مقادیر وابستگی زیر معیارها	تامین کنندگان مورد ارزیابی					
			$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	$V_5$	$V_6$
کیفیت	0.315	1.0251281	41.47	38.11	62.04	63.18	56.1	58.84
قیمت	0.367	0.218181	46.61	62.2	37.87	51.13	50.09	54.154
پشتیبانی زنجیره تامین	0.03	-0.76069297	47.53	51.9	58.85	61.88	57.45	54.42
ساختار تولیدی	0.122	3.15003	68.4	58.7	38.59	61.53	56	57.46
ویژگی های سازمانی	0.166	-	52.87	46.33	44.59	54.21	58.79	59.29
امتیاز نهایی	-	-	48.71	51.24	47.32	57.03	54.37	56.89

جدول ۴-۱۱. امتیاز نهایی تامین کنندگان به روش انتگرال فازی سوگنو

معیارها	وزن های معیارها	مقادیر وابستگی زیر معیارها	تامین کنندگان مورد ارزیابی					
			$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	$V_5$	$V_6$
کیفیت	0.315	1.0251281	44.92	46.23	46.41	69.66	57	60.38
قیمت	0.367	0.218181	61.9	63.67	36.8	57.62	53.33	56.09
پشتیبانی زنجیره تامین	0.03	-0.76069297	58.95	51.19	61	67.76	61.57	69
ساختار تولیدی	0.122	3.15003	67.7	61.67	58.9	63.81	59.43	57.3
ویژگی های سازمانی	0.166	-	52.87	46.33	44.59	54.21	58.79	59.29
امتیاز نهایی	-	-	55.67	54.68	44.54	61.91	56.38	58.51

جدول ۴-۱۲. رتبه بندی تامین کنندگان

تامین کنندگان	رتبه بندی	
	روش انتگرال فازی سوگنو	روش انتگرال فازی چوکت
$V_1$	۴	۵
$V_2$	۵	۴
$V_3$	۶	۶
$V_4$	۱	۱
$V_5$	۳	۳
$V_6$	۲	۲

بنابراین رتبه بندی تامین کنندگان خمیر کرافت قهوه ای به روش انتگرال فازی چوکت به صورت  $V_4 > V_6 > V_5 > V_1 > V_2 > V_3$  و به روش انتگرال فازی سوگنو به صورت  $V_4 > V_6 > V_5 > V_2 > V_1 > V_3$  می باشد که  $V_i > V_j$  به این معنی است که رتبه تامین کننده  $i$  بهتر از رتبه تامین کننده  $j$  می باشد. با توجه به خروجی هر دو روش تامین کننده  $V_4$  بهترین تامین کننده از نظر کارشناسان شرکت چوب و کاغذ مازندران می باشد.

#### ۴-۹: تجزیه و تحلیل و جمع بندی نهایی

در این قسمت با مروری دوباره به بررسی برخی از یافته های تحقیق حاضر می پردازیم. وزن معیارهای به دست آمده نشان می دهد معیار قیمت از بیشترین اهمیت در فرایند خرید برای شرکت چوب و کاغذ مازندران برخوردار است. سپس به ترتیب معیارهای ویژگی های سازمانی، ساختار تولیدی و پشتیبانی زنجیره تامین در اولویت های بعدی برای این شرکت قرار دارند. همان طور که انتظار می رفت معیارهای قیمت و کیفیت برای شرکت چوب و کاغذ مازندران اهمیت بیشتری نسبت به سایر معیارها در فرایند انتخاب تامین کننده دارا می باشد.

یکی از بخش هایی که در این تحقیق بر روی آن تاکید وجود داشت ویژگی معیارها بود که با توجه به بخش ۲-۴-۴ این ویژگی ها به سه دسته جایگزینی، جمعی و افزاینده تقسیم می شوند. در جدول ۴-۱۱ مقادیر

وابستگی معیارها نشان می دهد که زیر معیارهای معیارهای کیفیت، قیمت و ساختار تولیدی دارای اثر افزایشده و زیر معیارهای معیار پشتیبانی زنجیره تامین دارای اثر جایگزینی هستند. با توجه به مثال بخش ۳-۴-۳ این ویژگی ها موید این مطلب هستند که در محاسبه امتیاز تر کبی عملکرد برای زیر معیارهای معیارهای کیفیت، قیمت و ساختار تولیدی امتیاز به دست آمده از روش انتگرال فازی بیشتر از امتیاز به دست آمده از روش های جمعی خواهد بود. همچنین امتیاز به دست آمده از روش انتگرال فازی برای زیر معیارهای معیار پشتیبانی زنجیره تامین کمتر از امتیاز به دست آمده از روش های جمعی خواهد بود. بدون شک هدف از ارزیابی هر تامین کننده پی بردن به نقاط ضعف و قوت وی می باشد. بدیهی است هر چه تصمیم گیرندگان بر آورد بهتری از تامین کنندگان داشته باشند می توانند در مراحل بعدی تصمیمات درست تری اتخاذ کنند. لذا در مواقعی که معیارها با یکدیگر در تعامل هستند، استفاده از روش های غیر جمعی بسیار مناسب تر از روش های جمعی خواهد بود. به عبارت دیگر در مواقعی که معیارها بر یکدیگر اثر گذار هستند استفاده از روش های جمعی سبب نادیده گرفتن ویژگی موجود بین معیارها و میزان وابستگی آن ها خواهد شد و امتیازهای به دست آمده منعکس کننده صحیح قابلیت های تامین کنندگان نمی باشد. علاوه بر این، در این تحقیق مقادیر وابستگی زیرمعیارها نسبتا پایین به دست آمده است و با توجه به این که مقدار وابستگی از ۱- تا مثبت بینهایت متغیر است می تواند نشان دهنده این مطلب باشد که برای هر کدام از تامین کنندگان همچنان پتانسیل های زیادی جهت بهبود وجود دارد.

حال که مزیت روش های جمعی نسبت به روش های غیر جمعی مشخص شد به مقایسه دو روش انتگرال فازی چوکت و انتگرال فازی سوگنو می پردازیم. در روش انتگرال فازی چوکت نوسان داده ها کمتر در فرایند ارزیابی تاثیر گذار است و این روش سعی می کند با کنار هم قرار دادن معیارهایی با بیشترین عملکرد در یک همسایگی کمترین تاثیر را از نوسان داده ها بپذیرد. در مقابل روش انتگرال فازی سوگنو مبتنی بر عملگر  $max-min$  می باشد و در صورتی که داده ها نوسان بسیاری داشته باشند می توانند تاثیر بسیاری در نتایج خروجی داشته باشند. به عنوان مثال عملکرد تامین کننده  $V_6$  را نسبت به زیر معیارهای معیار قیمت در نظر می گیریم. در صورتی که مقدار زیر معیار هزینه سفارش دهی ( $c_{22}$ ) را در طول بازه  $[40.42, 52.98]$  تغییر دهیم، مقدار انتگرال فازی چوکت از 54.154 به 57.07 تغییر پیدا می کند. در حالی که مقدار انتگرال فازی

سوگنو همچنان 56.09 باقی می ماند. جدول ۴-۱۲ تحلیل حساسیت عملکرد تامین کننده  $V_6$  بر روی سایر پارامترهای را نشان می دهد. همان طور که در جدول مشاهده می شود انتگرال فازی سوگنو نسبت به تغییر بازه های داده شده کاملاً بدون حساسیت بوده و این تغییر مقادیر هیچ تاثیری بر خروجی نمی گذارند. چنین نتیجه ای با بررسی عملکرد سایر تامین کنندگان نسبت به معیارها نیز دیده می شود. بنابراین در این تحقیق انتگرال فازی چوکت نسبت به سوگنو حساسیت بیشتری نسبت به پارامترهای مدل داراست. از این رو در تحقیق حاضر استفاده از انتگرال فازی چوکت در ارزیابی تامین کنندگان بهتر از روش انتگرال فازی سوگنو می باشد.

جدول ۴-۱۲. آنالیز حساسیت عملکرد تامین کننده  $V_6$  با دو روش انتگرال فازی چوکت و سوگنو ، نسبت به زیر معیارهای

معیار قیمت

زیر معیارها	بازه تغییر در زیر معیارها	خروجی انتگرال فازی	
		سوگنو	چوکت
هزینه سفارش دهی	[40.42,52.98]	57.07	56.09
هزینه خرید هر واحد	[52.98,53.72]	63.70	56.09
هزینه حمل و نقل به ازای هر واحد	[53.72,56]	54.62	56.09
انعطاف پذیری در قیمت	[56.09,52.98]	60.85	56.09

امتیاز به دست آمده از عملکرد تامین کنندگان می تواند شرکت را در شناسایی نقاط ضعف و قوت تامین کنندگان یاری دهد. بنا بر نظر کارشناسان در صورتی عملکرد یک تامین کننده مورد پذیرش قرار خواهد گرفت که حداقل نیمی از امتیاز مطلوب را کسب نماید. با این احتساب می توان گفت عملکرد تامین کننده  $V_1$  در مورد معیار کیفیت، عملکرد تامین کننده  $V_2$  در مورد معیارهای کیفیت و ویژگی های سازمانی و عملکرد تامین کننده  $V_3$  در مورد معیارهای کیفیت، قیمت و ویژگی های سازمانی پایین تر از حد مورد انتظار قرار دارد. به منظور رفع نقاط ضعف تامین کنندگان و کمک در جهت بهبود عملکرد آن ها می توان راه کارهایی را توصیه نمود. به عنوان مثال برای هر سه تامین کننده  $V_3, V_2, V_1$  می توان ابزارهایی مانند بهبود مستمر و کنترل کیفیت را توصیه نمود و به عنوان مثالی دیگر سازمان برای رفع مشکل قیمت تامین کننده  $V_3$  می تواند از تکنیک هایی

مانند مذاکره بر سر قیمت استفاده نماید و با اتخاذ راه کارهای لازم تامین کننده  $V_3$  را وادار به پایین آوردن قیمت خود کند.

#### منابع :

1. Buckley, J.J., (1985), Ranking alternatives using fuzzy numbers, Fuzzy Sets and System, 15(1), 21–31.



فصل پنجم

نتیجه گیری و پیشنهادات

## ۵-۱: جمع بندی و نتیجه گیری

با تغییر شرایط رقابتی و تحول در نوع رقابت، سازمان ها نیز مجبورند خود را با دگرگونی های بازار و مشتری هم سو کنند تا بتوانند هم چنان به حیات و رقابت پذیری خود ادامه دهند. در این بین سازمان ها دریافته اند که دیگر توجه صرف به فعالیت ها و فرایندهای درونی سازمان نمی تواند ضامن پاسخگویی به نیازهای روز افزون و سلائق متفاوت مشتریان باشد. بلکه لازمه پویا بودن داشتن نگاه سیستماتیک و خلق ارزش از ابتدای خلق یک محصول یا خدمت است که این نگرش موجب توجه سازمان ها به زنجیره تامین گردید. در این میان تامین کنندگان به عنوان یکی از اجزای حیاتی زنجیره تامین و به عنوان عناصری که سهم بسزایی در بهبود کیفیت، خلق ارزش افزوده و بالا بردن سطح خدمات مطلوب به مشتری را دارند، سخت مورد توجه قرار گرفته اند. لذا امروزه انتخاب تامین کننده مناسب به یکی از دغدغه های اصلی هر سازمانی تبدیل شده است.

با توجه به اهمیت موضوع انتخاب تامین کننده برای سازمان ها، این تحقیق به این مساله پرداخته است. از بدو پیدایش مساله انتخاب تامین کننده تا بحال روش ها و رویکرد های مختلفی به منظور انتخاب تامین کننده مناسب ارائه شده است. به دلیل ماهیت مساله انتخاب تامین کننده، تصمیم گیرندگان اغلب با بیش از یک معیار برای تصمیم گیری مواجه هستند و در بسیاری موارد تعدد معیارها مساله انتخاب تامین کننده را تبدیل به مساله ای با ساختاری پیچیده می کند. تصمیم گیری چند معیاره یکی از رویکرد هایی بوده است که به کرات از سوی تصمیم گیرندگان به منظور ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان مورد استفاده قرار گرفته است. اما در مسائل تصمیم گیری چند معیاره سنتی، تصمیم گیرندگان با فرض استقلال معیارها از یکدیگر اقدام به ارزیابی می کنند و این در حالی است که در مسائل واقعی اغلب معیارها در تعامل با یکدیگرند و به طور مستقیم و یا غیر مستقیم با یکدیگر رابطه دارند و ارزیابی تامین کنندگان با فرض استقلال کامل معیارها از یکدیگر سبب نادیده گرفتن تاثیر وابستگی معیارها بر مساله انتخاب تامین کننده می شود. از طرف دیگر در بسیاری از موارد به علت عدم وجود داده های واقعی و قطعی در محیط تصمیم گیری، تصمیم گیرندگان دچار عدم اطمینان و ابهام بوده و نمی توانند بطور قطع درباره مسائل اظهار نظر کنند. در این تحقیق همان گونه که مشاهده شد از یک مدل تصمیم گیری چند معیاره فازی ترکیبی با تاکید بر وابستگی متقابل معیارها جهت اولویت بندی یک گروه از تامین کنندگان شرکت چوب و کاغذ مازندران استفاده شده است.

حاصل این تحقیق نتایج زیر بوده اند :

- ۱- معیارهای قیمت و کیفیت مهمترین معیارهای مورد نظر در ارزیابی تامین کنندگان شرکت چوب و کاغذ مازندران است.
- ۲- بین زیر معیارهای معیارهای کیفیت، قیمت و ساختار تولیدی ویژگی افزایشده و بین زیر معیارهای معیار پشتیبانی زنجیره تامین ویژگی جایگزینی وجود دارد.
- ۳- مقادیر وابستگی بسیار پایین معیارها نشان دهنده این موضوع است که پتانسیل بسیار زیادی جهت بهبود در عملکرد تامین کنندگان وجود دارد.
- ۴- تحلیل حساسیت نشان داده است که روش غیر جمعی انتگرال چوکت مناسب تر از روش انتگرال سوگنو در ارزیابی تامین کنندگان می باشد.
- ۵- رتبه بندی شش تامین کننده ماده اولیه خمیر کرافت قهوه ای از طریق روش انتگرال فازی چوکت بصورت  $V_4 > V_6 > V_5 > V_1 > V_2 > V_3$  و توسط روش انتگرال فازی سوگنو بصورت  $V_4 > V_6 > V_5 > V_2 > V_1 > V_3$  بدست آمده اند. بنابراین توسط هر دو روش تامین کننده  $V_4$  بهترین تامین کننده تشخیص داده شده است.

## ۵-۲: پیشنهادات

پیشنهادهایی که پس از انجام تحقیق ارائه می گردد به دو دسته پیشنهادات عملیاتی و تحقیقاتی تقسیم می شوند که به شرح زیر می باشند:

### ➡ پیشنهادات عملیاتی

- ۱) با توجه به اینکه ارزیابی مقدماتی تامین کنندگان در شرکت چوب و کاغذ مازندران به صورت کاملاً سنتی انجام می شود لذا توصیه می شود توجه بیشتری نسبت به این فرایند شود لذا سازمان می تواند توسط روشی مدون و علمی به فرایند پیش ارزیابی استحکام بیشتری می بخشد. بدیهی است این رویکرد می تواند موجب قوی تر شدن فرایند ارزیابی تامین کنندگان نهایی شود.

۲) در طول انجام تحقیق همواره فقدان بانک اطلاعاتی جامع جهت دسترسی به سوابق تامین کنندگان به شدت احساس می شد. لذا توصیه می شود سازمان هر چه سریعتر با توزیع فرم های اطلاعات بین تامین کنندگان و جمع آوری اطلاعات حاصله در یک بانک اطلاعاتی، اطلاعات کاملی را از ساختار تامین کنندگان خود بدست آورد. این اطلاعات می تواند نه تنها در مورد تامین کنندگان قدیمی بلکه در مورد هر تامین کننده جدیدی که به لیست تامین کنندگان سازمان اضافه می شود نیز به اجرا در آید.

۳) پیشنهاد می شود مدل ارائه شده در قالب یک نرم افزار پیاده سازی شده و جهت ارزیابی تامین کنندگان از آن استفاده شود.

۴) توصیه می شود سازمان، تامین کنندگانی را که در اکثر پروژه های خرید توانسته اند به رتبه های بالاتری دست یابند، شناسایی کرده و با برقرار کردن پیوند های استراتژیک و بلند مدت با این تامین کنندگان بتواند حداکثر منافع خود را تامین نماید.

۵) لازم است سازمان، تامین کنندگانی را که در پروژه های خرید قبلی عملکرد آن ها از نظر برخی از معیارها پایین تر از حد مطلوب بوده را شناسایی کرده و با جلسات حضوری، مکاتبات و یا سیاست های ترغیبی آن ها را وادار سازد تا هر چه زودتر نواقص خود را بر طرف سازند.

### پیشنهادهای تحقیقاتی

- ۱- مدل ارائه شده در این تحقیق می تواند کاملاً در قالب یک نرم افزار پیاده سازی شده و اجرا شود.
- ۲- از آنجا که روش تصمیم گیری چند معیاره یکی از روش های اساسی در انتخاب و ارزیابی است، مدل ارائه شده می تواند در هر محیط تصمیم گیری که معیارهای تصمیم گیری دارای ساختار پیچیده و اثر گذار بر یکدیگر هستند، به کار گرفته شود.
- ۳- در این پژوهش به علت عدم وجود داده های قطعی در محیط پژوهش، تحقیق کاملاً در محیط فازی انجام شده است. مدل ارائه شده می تواند در محیط هایی که نیمه فازی می باشد با تلفیقی از داده های قطعی و فازی اجرا شود.

۴- نتایج مدل غیر جمعی استفاده شده در این تحقیق می تواند با سایر روش های جمعی مورد مقایسه قرار گیرد. همچنین خروجی این مدل می تواند با سایر مدل های تصمیم گیری چند معیاره نیز مورد مقایسه قرار گیرد.

۵- مدل ارائه شده می تواند در فرایند پیش ارزیابی نیز مورد استفاده قرار گیرد. همچنین می توان با تلفیق این مدل با روش برنامه ریزی ریاضی سیستم کاملی را در ارزیابی مقدماتی، ارزیابی نهایی و تخصیص سفارش به تامین کنندگان تدوین نمود.

۶- در این پژوهش برای بدست آوردن وزن معیارها از روش AHP فازی استفاده شد. برای انجام پژوهش های بعدی در این راستا می توان از روش های دیگر بدست آوردن وزن معیارها مانند روش های مختلف AHP فازی، ANP و یا ANP فازی استفاده نمود و حاصل را با مدل ارائه شده مورد مقایسه قرار داد.

۷- پیش فرض هایی مانند عدم اثر گذاری معیارها بر یکدیگر و مساوی بودن وزن نظرات هر یک از کارشناسان در این تحقیق می تواند در تحقیق های بعدی مورد بررسی قرار گیرد. به عنوان نمونه می توان در محیط هایی که بعضی از کارشناسان از تجربه و تخصص بیشتری برخوردارند، وزن بیشتری به آن ها داد و یا می توان مدل حاضر را در محیط هایی اجرا کرد که معیارهای اصلی نیز با یکدیگر رابطه دارند.

۸- در این تحقیق فرض شد که ماتریس های بدست آمده از نظرات کارشناسان سازگار می باشند. با بکارگیری روش های مختلف آزمون ناسازگاری می توان نظرات کارشناسان را در صورت ناسازگار بودن ماتریس بدست آمده از نظرات آن ها اصلاح نمود.

پیوست

## پیوست ۱- مدیریت زنجیره تامین

در رقابت‌های جهانی موجود در عصر حاضر باید محصولات متنوع را با توجه به درخواست مشتری در دسترس وی قرار داد. خواست مشتری بر کیفیت بالا و خدمت رسانی سریع موجب افزایش فشارهایی شده است که قبلاً وجود نداشته است. بسیار کم اتفاق می‌افتد سازمان یا موسسه‌ای به تنهایی و بدون کمک گرفتن و همکاری با دیگر سازمان‌ها، بتواند محصولی را تولید یا خدمتی را ارائه کند. غالباً سازمان‌های متعددی در تولید یک محصول یا ارائه خدمت نقش دارند. تهیه کنندگان مواد اولیه و تولید کنندگان قطعات که خود نیز با تهیه کنندگان مواد اولیه مورد نیاز در ارتباط هستند، مواد اولیه و قطعات لازم برای تولید یک محصول را برای سازمانی که تولید آن محصول را بر عهده دارد فراهم می‌کنند. سازمان پس از تولید محصول، به کمک کانال‌های توزیع، محصول خود را به دست مشتریان می‌رساند. امروزه سازمان‌ها دریافته‌اند که اگر با یکدیگر همکاری داشته باشند، مجموع منافعی که عاید آنها می‌شود بیش از وضعیتی است که هر یک فعالیت خود را بدون هماهنگی با سازمان‌های مرتبط انجام دهد [۴].

کلیه افراد و سازمان‌هایی که با همکاری یکدیگر محصولی را تولید و عرضه می‌کنند حلقه‌های زنجیره تامین نامیده می‌شوند. در زنجیره تامین، فعالیت‌های ساخت و توزیع یک محصول از هنگامی که اجزای مختلف آن به صورت خام هستند تا هنگامی که به دست مصرف کننده نهایی می‌رسد به صورت یک زنجیره در نظر گرفته شده و سعی می‌شود که به جای پرداختن به بهینه سازی‌های مقطعی (مجزا) به بهینه سازی‌های جامع پرداخته شود به گونه‌ای که سود کل مجموعه بیشینه شود.

به طور کلی سه مرحله اساسی در زنجیره عرضه وجود دارد :

۱- فراهم سازی (تهیه)

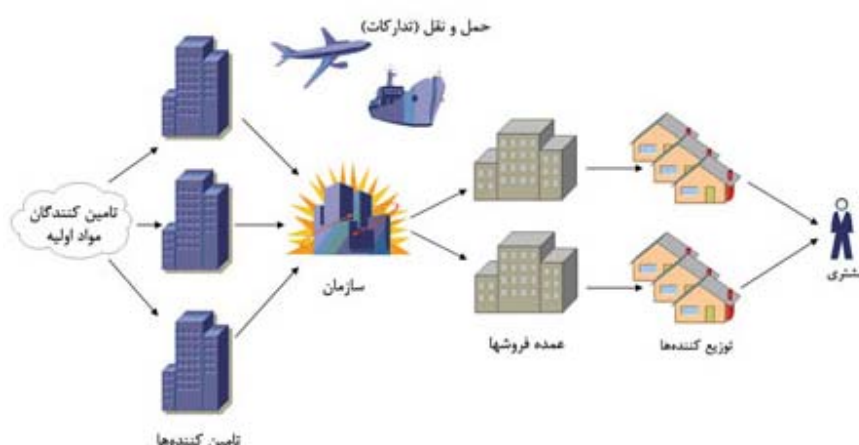
۲- تولید

۳- توزیع

به طور نظری در زنجیره تامین، حصارهای سستی رقابت بین اعضای زنجیره تا حد زیادی از بین می‌رود تا یک ارتباط سودمند دو طرفه بین اعضا ایجاد شود که این امر موجب بهبود جریان اطلاعات، کاهش عدم اطمینان و

ایجاد یک زنجیره عرضه سودمند می شود و در نتیجه به جای سود کوتاه مدت، رابطه و سود دراز مدت مدنظر اعضای زنجیره قرار می گیرد. افزایش فشار رقابتی، شرکت ها را مجبور می کند که زنجیره تامین را بهبود و توسعه دهند تا به نیازهای مشتریان سریعاً پاسخ گویند [۲].

شکل زیر یک حالت عمومی از زنجیره تامین را نشان می دهد :



شکل ۱. مدل یک زنجیره تامین

مدیریت زنجیره تامین<sup>۱</sup> پدیده‌ای است که این کار را به طریقی انجام می‌دهد که مشتریان بتوانند خدمت قابل اطمینان و سریع را با محصولات با کیفیت در حداقل هزینه دریافت کنند. در حالت کلی زنجیره تامین از دو یا چند سازمان تشکیل می‌شود که رسماً از یکدیگر جدا هستند و به وسیله جریانهای مواد، اطلاعات و جریانهای مالی به یکدیگر مربوط می‌شوند. این سازمان ها می‌توانند بنگاه‌هایی باشند که مواد اولیه، قطعات، محصول نهایی و یا خدماتی چون توزیع، انبارش، عمده‌فروشی و خرده‌فروشی تولید می‌کنند. حتی خود مصرف‌کننده نهایی را نیز می‌توان یکی از این سازمان ها در نظر گرفت [۲].

## الف) تعریف مدیریت زنجیره تامین

تعاریف مختصر و جامعی که می‌توان از زنجیره تامین و مدیریت زنجیره تامین ارائه داد عبارتند از :



- ۱- زنجیره تامین بر تمام فعالیت های مرتبط با جریان و تبدیل کالاها از مرحله ماده خام (استخراج) تا تحویل به مصرف کننده نهایی و نیز جریانهای اطلاعاتی مرتبط با آنها مشتمل می شود .
- ۲- زنجیره تامین زنجیره ای است که همه فعالیت های مرتبط با جریان کالا و تبدیل مواد ، از مرحله تهیه ماده اولیه تا مرحله تحویل کالای نهایی به مصرف کننده را شامل می شود .
- ۳- مدیریت زنجیره تامین عبارت است از فرایند یکپارچه سازی فعالیت های زنجیره تامین و نیز جریانهای اطلاعاتی مرتبط با آن از طریق بهبود و هماهنگ سازی فعالیت ها در زنجیره تامین تولید و عرضه محصول [۱].

### (ب) طرح کلی یک زنجیره تامین

- ۱- زنجیره تامین بالادست: این بخش شامل تامین کنندگان اولیه (که خودشان می توانند مونتاژکننده و یا سازنده باشند) و تامین کنندگان هستند. فعالیت های اصلی این قسمت خرید و حمل مواد اولیه به سازمان است.
- ۲- زنجیره تامین داخلی: این بخش شامل همه پردازشهای استفاده شده به وسیله یک سازمان در تبدیل داده های حمل شده به سازمان به وسیله تامین کنندگان به خروجی هاست، از زمانی که مواد وارد سازمان می شود تا زمانی که محصول نهایی برای توزیع به خارج سازمان حرکت می کند. فعالیت ها اینجا شامل حمل مواد، مدیریت موجودی، ساخت و کنترل کیفیت است.
- ۳ - زنجیره تامین پایین دست: این بخش شامل همه فرایندهای درگیر در توزیع و تحویل محصولات به مشتریان نهایی است. خیلی زیاد مشاهده می شود که وقتی محصول واگذار یا مصرف می گردد، زنجیره تامین پایان می پذیرد. اینجا فعالیت ها شامل بسته بندی، انبار و حمل است. این فعالیتها ممکن است با استفاده از چندین توزیع کننده انجام شود، مانند عمده فروشان و خرده فروشان [۴].

زنجیره تامین در همه شکل ها و اندازه ها وجود دارد و ممکن است بسیار پیچیده باشد. به عنوان مثال زنجیره تامین برای یک ماشین شامل صدها عرضه کننده، هزاران کارگاه ساخت و کارگاه مونتاژ، انبارها، دلال ها، فروشندگان تجاری مستقیم، عمده فروشان، مشتریان و وظایف پشتیبانی از قبیل مهندسی محصول،

آژانس های خرید، بانک ها و شرکتهای نقل و انتقال است. حلقه های زنجیره تامین غیر از اولین و آخرین حلقه به طور همزمان هم عرضه کننده و هم مصرف کننده هستند. از این رو سازمان های موجود در این زنجیره باید ابتدا میزان تقاضای خود را در افق کوتاه مدت پیش بینی نمایند. آنگاه برنامه ریزی لازم برای تولید محصول را مطابق با میزان تقاضا انجام دهند. بدین طریق که پس از پیش بینی میزان تقاضا، به میزان موجودی ها توجه نمایند و با توجه به تعداد محصول موجود در انبار، تعداد کسری محصول را مشخص نموده و برنامه ریزی تولید را انجام دهند. با مشخص شدن برنامه تولید، میزان مواد اولیه لازم را برآورد نموده و با در نظر گرفتن موجودی مواد اولیه در انبار، برنامه ریزی سفارش مواد اولیه را انجام دهند و بر طبق برنامه زمان بندی تولید توزیع محصولات را نیز برنامه ریزی کنند [۴].

از آنجایی که فعالیت های سازمان های مرتبط با هم، در زنجیره عرضه به یکدیگر وابستگی زیادی دارند، هماهنگی در بین اعضا نقش حیاتی را ایفا نموده که با مدیریت اطلاعات می توان هماهنگی لازم را ایجاد کرد.

## پیوست ۲- روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

از آنجا که در فصل دوم به بیان روش تحلیل سلسله مراتبی فازی پرداخته شد در این قسمت به بیان حالت کلاسیک آن یعنی روش تحلیل سلسله مراتبی می پردازیم. مطالب این قسمت از مرجع [۳] اقتباس شده است.

در این قسمت فرایند تحلیل سلسله مراتبی که برای اولین بار در سال ۱۹۸۰ توسط توماس ال ساعتی<sup>۲</sup> که یکی از جامع ترین سیستم های طراحی شده برای تصمیم گیری با معیارهای چند گانه است زیرا این تکنیک امکان فرموله کردن مسئله را بصورت سلسله مراتبی فراهم می کند و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مساله دارد. این فرایند گزینه های مختلف را در تصمیم گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیر معیارها را دارد. علاوه بر این بر مبنای مقایسات زوجی بنا نهاده شده است که قضاوت و محاسبات را تسهیل می کند. همچنین میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می دهد که

<sup>۲</sup>- Saaty

از مزایای ممتاز این تکنیک در تصمیم گیری چند معیاره می باشد. به علاوه از یک مبنای نظری قوی برخوردار و بر اساس اصول بدیهی بنا نهاده شده است که در ادامه به بیان این اصول می پردازیم.

### الف) اصول فرایند تحلیل سلسله مراتبی

توماس ساعتی ( بنیانگذار این روش ) چهار اصل زیر را به عنوان اصول فرایند تحلیل سلسله مراتبی بیان نموده و کلیه محاسبات، قوانین و مقررات را بر این اصول بنا نهاده است. این اصول عبارتند از:

اصل ۱: شرط معکوسی<sup>۳</sup>: اگر ترجیح عنصر A بر عنصر B برابر  $n$  باشد ترجیح عنصر B بر عنصر A برابر  $\frac{1}{n}$  خواهد بود.

اصل ۲: همگنی<sup>۴</sup>: عنصر A با عنصر B باید همگن و قابل قیاس باشد. به بیان دیگر برتری عنصر A بر عنصر B نمی تواند بی نهایت یا صفر باشد.

اصل ۳: وابستگی<sup>۵</sup>: هر عنصر سلسله مراتبی به عنصر سطح بالاتر خود می تواند وابسته باشد و به صورت خطی این وابستگی تا بالا ترین سطح می تواند ادامه داشته باشد.

اصل ۴: انتظارات<sup>۶</sup>: هر گاه تغییری در ساختمان سلسله مراتبی رخ دهد، فرایند ارزیابی باید مجدداً انجام گیرد.

### ب) فرایند تحلیل سلسله مراتبی

با ذکر یک مثال به تشریح فرایند تحلیل سلسله مراتبی خواهیم پرداخت. تصور کنید که از بین سه اتومبیل A و B و C، می خواهیم یکی را انتخاب کنیم. چهار معیار قیمت، مصرف سوخت، راحتی و مدل مطرح می باشد. حل این مثال را طی قدم های ساختن سلسله مراتبی و محاسبه وزن تشریح می نماییم.

۳-Reciprocal condition

۴-Homogeneity

۵-Dependency

۶-Expectations

### ج) ساختن سلسله مراتبی

اولین قدم در فرایند تحلیل سلسله مراتبی، ایجاد یک نمایش گرافیکی از مساله می باشد که در راس آن هدف کلی مساله و در سطوح بعدی معیارها و گزینه ها قرار دارند. هر چند یک قاعده ثابت و قطعی برای رسم سلسله مراتبی وجود ندارد، اما برخی از افراد سعی نموده اند تا یک سری قواعد کلی در این زمینه بیان کنند. به طور مثال دایر و فورمن<sup>۷</sup> بیان می کنند که سلسله مراتبی ممکن است به یکی از صورت های زیر باشد:

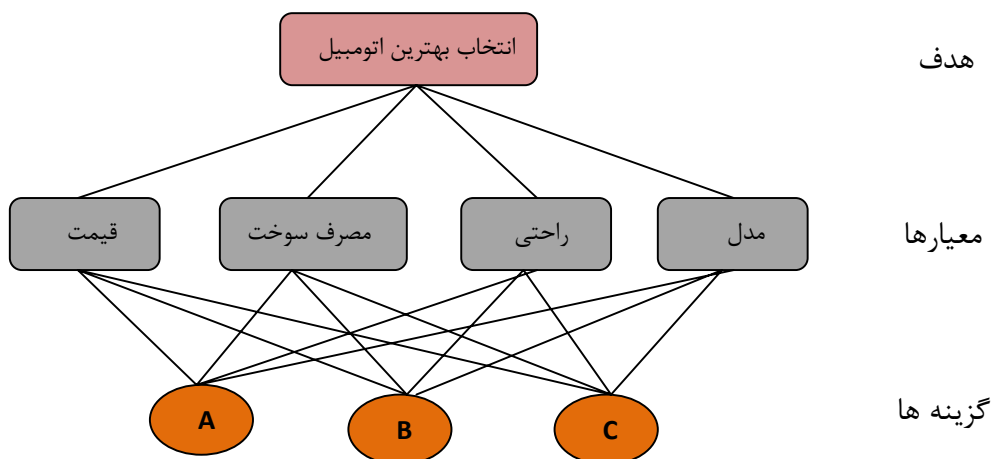
هدف - معیارها - زیر معیارها - گزینه ها

هدف - معیارها - عوامل - زیر عوامل - گزینه ها

هدف - ...

در شکل ۲ نمودار سلسله مراتبی مثال فوق آمده است.

شکل ۲. نمودار سلسله مراتبی مثال



### د) روش های محاسبه وزن

۱- وزن نسبی<sup>۸</sup>

<sup>۷</sup>-Dyer And Forman

<sup>۸</sup>- Local priority

۲- وزن نهایی<sup>۹</sup>

وزن نسبی از ماتریس مقایسه زوجی بدست می آید. وزن نهایی از تلفیق وزن های نسبی محاسبه می گردد. ماتریس مقایسه زوجی زیر را در نظر بگیرید :

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad A = [a_{ij}] \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

## روش میانگین حسابی :

اگر چنانچه ماتریس سازگار باشد یعنی داشته باشیم :

$$a_{ij} = \frac{w_i}{w_j}$$

محاسبه اوزان ساده بوده و از نرمال کردن عناصر هر ستون بدست می آید. به عبارت دیگر کفایت عناصر هر ستون را نرمالیزه کرده و سپس میانگین حسابی عناصر هر سطر را بدست آوریم. البته چون سایر روش های ارائه شده در ادامه از محاسبات ریاضی سنگینی برخوردارند لذا این روش بطور تقریبی و در ماتریس های ناسازگار نیز استفاده می شود.

## روش میانگین هندسی :

روش تقریبی دیگری که نسبت به روش میانگین حسابی از دقت بیشتری برخوردار است روش میانگین هندسی است که در این روش میانگین هندسی عناصر هر سطر محاسبه شده و سپس بردار حاصل نرمال می شود تا وزن نهایی بدست آید.

$$A \rightarrow A' \quad A' = \begin{bmatrix} a_{11}^1 = \frac{a_{11}}{\sum a_{i1}} & a_{12}^1 = \frac{a_{12}}{\sum a_{i2}} & \dots & a_{1n}^1 = \frac{a_{1n}}{\sum a_{in}} \\ a_{21}^1 = \frac{a_{21}}{\sum a_{i1}} & a_{22}^1 = \frac{a_{22}}{\sum a_{i2}} & \dots & a_{2n}^1 = \frac{a_{2n}}{\sum a_{in}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1}^1 = \frac{a_{n1}}{\sum a_{i1}} & a_{n2}^1 = \frac{a_{n2}}{\sum a_{i2}} & \dots & a_{nn}^1 = \frac{a_{nn}}{\sum a_{in}} \end{bmatrix} \rightarrow W = \begin{bmatrix} \frac{\sum a_{1y}'}{n} \\ \frac{\sum a_{2y}'}{n} \\ \vdots \\ \frac{\sum a_{ny}'}{n} \end{bmatrix}$$

<sup>۹</sup>- Overall priority

$$A' = \begin{bmatrix} a_1^1 = \sqrt[n]{\pi a_{1j}} \\ a_2^1 = \sqrt[n]{\pi a_{2j}} \\ \vdots \\ a_n^1 = \sqrt[n]{\pi a_{nj}} \end{bmatrix} \quad W = \begin{bmatrix} \frac{a'_1}{\sum a'_i} \\ \frac{a'_2}{\sum a'_i} \\ \vdots \\ \frac{a'_n}{\sum a'_i} \end{bmatrix}$$

### روش مجموع سطری :

ابتدا مجموع عناصر هر سطر را بدست می آوریم تا یک بردار ستونی بدست آید. سپس آنرا نرمال می کنیم.

### روش مجموع ستونی :

ابتدا مجموع عناصر هر ستون را بدست می آوریم تا یک بردار سطری بدست آید. سپس عناصر آنرا معکوس کرده سپس بردار سطری حاصل را نرمال می کنیم.

## ه) روشهای دقیق محاسبه وزن نسبی

### ۱- روش کمترین مربعات

اگر ماتریس سازگار باشد مقدار عددی  $a[i,j]$  برابر با  $\frac{w_i}{w_j}$  می شود و در حالتی که ماتریس ناسازگار باشد وزن ها بگونه ای محاسبه می شود که مجموع مربعات اختلافات نسبت وزن ها و  $a[i,j]$  حداقل گردد :

$$\min Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (a_{ij} w_j - w_i)^2$$

$$\text{s.t. } \sum_{j=1}^n w_j = 1$$

این مدل یک مدل برنامه ریزی غیر خطی با محدودیت مساوی است که با روش لاگرانژ قابل حل است :

$$\begin{cases} \frac{\delta f}{\delta x} + \lambda \frac{\delta g}{\delta x} = 0 \\ \frac{\delta f}{\delta y} + \lambda \frac{\delta g}{\delta y} = 0 \\ g(x, y) = 0 \end{cases} \quad u = f(x, y) + \lambda g(x, y)$$

$$u = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (a_{ij} w_j - w_i)^2 + 2\lambda \left( \sum_{j=1}^n w_j - 1 \right)$$

به عنوان مثال ماتریس مقایسات زوجی زیر را در نظر بگیرید محاسبات نشان می دهد که ماتریس ناسازگار است. پس با روش حداقل مربعات اوزان به طریق زیر محاسبه می شوند :

$$A = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{2} \\ 3 & 1 & 3 \\ 2 & \frac{1}{3} & 1 \end{bmatrix} \exists i, j \ a_{ik} \cdot a_{kj} \neq a_{ij}; \ a_{12} = \frac{1}{3}, a_{23} = 3 \rightarrow a_{13} = \frac{1}{3} \neq a_{13} \cdot a_{23} = 1$$

$$\begin{cases} 15w_1 - \frac{10}{3}w_2 - \frac{5}{2}w_3 + \lambda = 0 \\ \frac{10}{3}w_1 - \frac{20}{9}w_2 - \frac{10}{3}w_3 + \lambda = 0 \\ -\frac{5}{2}w_1 - \frac{10}{3}w_2 + \frac{45}{4}w_3 + \lambda = 0 \\ w_1 + w_2 + w_3 = 1 \end{cases}$$

$$w_1 = 0.1753, w_2 = 0.6059, w_3 = 0.2206,$$

۲- روش کمترین مربعات لگاریتمی :

در این روش سعی می شود تا حاصلضرب اختلافات حداقل گردد بعبارت دیگر میانگین هندسی اختلافات حداقل می شود :

در حالت سازگاری میانگین هندسی اختلافات برابر با یک و لگاریتم آن برابر با صفر است.

$$\left( \prod_{i=1}^n \prod_{j=1}^n a_{ij} \frac{w_i}{w_j} \right)^{\frac{1}{n^2}} = Z^{\frac{1}{n^2}}$$

و در حالت ناسازگاری هر چه میانگین هندسی به یک و لگاریتم آن به صفر نزدیکتر باشد بهتر است.

در حالت سازگاری :

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \left( \ln a_{ij} - \ln \left( \frac{w_i}{w_j} \right) \right) = 0$$

در حالت ناسازگاری :

$$\frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (\ln a_{ij} - \ln (\frac{w_i}{w_j})) = \frac{1}{n^2} \ln Z$$

از آنجا که عبارت داخل پرانتز گاه مثبت و گاه منفی است آنرا به دو می‌رسانیم تا همواره مثبت گردد که حداقل آن نیز برابر با صفر خواهد بود. بنابراین :

$$\text{Min } Z = \sum_i \sum_j (\ln a_{ij} - \ln (\frac{w_i}{w_j}))^2$$

$$\text{s. t. : } \sum_{i=1}^n w_i = 1$$

$$w_i \geq 0$$

اگر چنانچه برای هر عنصر از ماتریس مقایسات زوجی  $a_{ij}$ ، تعداد  $p_{ij}$  تصمیم گیرنده نظر بدهند خواهیم داشت :

$$\text{Min } Z = \sum_i \sum_j \sum_{k=1}^{p_{ij}} (\ln a_{ijk} - \ln (\frac{w_i}{w_j}))^2$$

اگر قرار دهیم  $y_{ijk} = \ln a_{ijk}$  و  $Z_i = \ln w_i$  و  $Z_j = \ln w_j$  خواهیم داشت :

$$\text{Min } Z = \sum_i \sum_j \sum_{k=1}^{p_{ij}} (y_{ijk} - Z_i + Z_j)^2$$

$$Z_i \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^n p_{ij} - \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^n p_{ij} Z_j = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^{p_{ij}} y_{ijk}$$

با محاسبه مقادیر  $Z_i$  می‌توان مقادیر  $w_i$  را محاسبه کرد و پس از نرمال سازی آنها مقادیر نهایی اوزان را محاسبه نمود.



بردار ویژه برداری است که اگر یک ماتریس در آن ضرب شود حاصل همان بردار ویژه ضرب در یک مقدار اسکالر خواهد بود لذا ماتریس اوزان را با روش بردار ویژه محاسبه می کنیم :

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{cases} a_{11}w_1 + a_{12}w_2 + \dots + a_{1n}w_n = \lambda \cdot w_1 \\ a_{21}w_1 + a_{22}w_2 + \dots + a_{2n}w_n = \lambda \cdot w_2 \\ \vdots \\ a_{n1}w_1 + a_{n2}w_2 + \dots + a_{nn}w_n = \lambda \cdot w_n \end{cases}$$

به  $W$  بردار ویژه و به  $\lambda$  مقدار ویژه ماتریس  $A$  می گویند.

$$A \times W = \lambda \times W$$

حل دستگاه فوق در صورت افزایش مقدار  $n$  وقت گیر است. لذا از رابطه  $(A - \lambda_{max}I) \times W = 0$  برای محاسبه  $\lambda$  استفاده می شود. به عنوان مثال ماتریس مقایسات زوجی زیر را در نظر بگیرید :

$$\det(A - \lambda I) = 0$$

$$A = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{2} \\ 3 & 1 & 3 \\ 2 & \frac{1}{3} & 1 \end{bmatrix}$$

$$\det(A - \lambda I) = \begin{vmatrix} 1 - \lambda & \frac{1}{3} & \frac{1}{2} \\ 3 & 1 - \lambda & 3 \\ 2 & \frac{1}{3} & 1 - \lambda \end{vmatrix} = (1 - \lambda)^3 - 3(1 - \lambda) + \frac{5}{2} = 0$$

$$\lambda_{max} = 3.0536 \quad (A - \lambda_{max}I) \times W = 0$$

$$\begin{bmatrix} -2.0536 & \frac{1}{3} & \frac{1}{2} \\ 3 & -2.0536 & 3 \\ 2 & \frac{1}{3} & -2.0536 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \end{bmatrix} = 0$$

$$w_1 + w_2 + w_3 = 0$$

$$W^T = (0.157, 0.5936, 0.2493)$$

۴- روش ارائه شده توسط ساعتی

قبل از بیان این روش ابتدا به ذکر یک قضیه پرداخته می شود :

قضیه : برای یک ماتریس مثبت و معکوس همچون ماتریس مقایسه زوجی بردار ویژه را می توان از رابطه زیر بدست آورد :

$$w = \lim_{k \rightarrow \infty} \frac{A^k \cdot e}{e^T \cdot A^k \cdot e}$$

که در آن  $e^T = (1, 1, \dots, 1)$  می باشد.

### نرخ ناسازگاری یک ماتریس

قبل از بیان معیار اندازه گیری ناسازگاری بهتر است چند قضیه مهم را ذکر کنیم. برای هر ماتریس مقایسه زوجی مثبت و معکوس پذیر  $A$  می توان قضایای زیر را اثبات نمود :

قضیه ۱ : اگر  $\lambda_1$  و  $\lambda_2$  و ... و  $\lambda_n$  مقادیر ویژه ماتریس مقایسه زوجی  $A$  باشند، مجموع مقادیر آن ها برابر  $n$  طول ماتریس است.

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i = n$$

طبق تعریف برای هر ماتریس مربعی  $A$  داریم:  $A \times W = \lambda \cdot W$  که در آن  $W$  و  $\lambda$  به ترتیب بردار وزن و مقدار ویژه ماتریس  $A$  هستند.

قضیه ۲ : بزرگترین مقدار ویژه  $(\lambda_{max})$ ، همواره بزرگتر یا مساوی با  $n$  است. ( در این صورت بعضی از  $\lambda$  ها منفی خواهند بود ).

$$\lambda_{max} \geq 0$$

قضیه ۳ : اگر عناصر ماتریس مقدار کمی از حالت سازگاری فاصله بگیرند، مقادیر ویژه آن نیز مقدار کمی از حالت سازگاری فاصله خواهند گرفت.

در حالتی که ماتریس  $A$  سازگار باشد یک مقدار ویژه برابر با  $n$  بوده ( بزرگترین مقدار ویژه ) و بقیه آن ها برابر با صفر هستند. بنابر این در این حالت می توان نوشت :

$$A \times W = n \cdot W$$

در حالتی که ماتریس مقایسه زوجی  $A$  ناسازگار باشد، طبق قضیه ۳،  $\lambda_{max}$  کمی از  $n$  فاصله می گیرد که می توان نوشت:

$$A \times W = \lambda_{max} \cdot W$$

از آنجا که  $\lambda_{max}$  همواره بزرگتر یا مساوی با  $n$  است و چنانچه ماتریس از حالت سازگاری کمی فاصله بگیرد،  $\lambda_{max}$  از  $n$  کمی فاصله خواهد گرفت. بنا بر این تفاضل  $\lambda_{max}$  و  $n$  به مقدار  $n$  یعنی طول ماتریس بستگی داشته و برای رفع این وابستگی می توان مقیاس را به صورت زیر تعریف نمود که آنرا شاخص ناسازگاری (I.I.) می نامیم:

$$I.I. = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

توجه: طبق قضیه ۱ داریم که  $\sum_{i=1}^n \lambda_i = n$  و یا  $\lambda_{max} - n = -\sum_{i=1}^n \lambda_i$  یعنی  $\lambda_{max} - n$  مجموع  $n-1$  عدد است.

مقادیر شاخص ناسازگاری (I.I.) برای ماتریس هایی که اعداد آن ها کاملاً تصادفی اختیار شده باشند، محاسبه شده اند که به آن ها شاخص ناسازگاری ماتریس تصادفی (I.I.R.) می گویند و مقادیر آن ها برای ماتریس های  $n$  بعدی مطابق جدول زیر است.

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I.I.R	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.45

برای هر ماتریس حاصل تقسیم شاخص ناسازگاری ماتریس تصادفی (I.I.R.) هم بعدش معیار مناسبی برای قضاوت در مورد ناسازگاری است که آن را نرخ ناسازگاری (I.R.) می نامیم. چنانچه این عدد کوچکتر یا مساوی یک باشد، سازگاری سیستم قابل قبول است در غیر اینصورت باید در قضاوت ها تجدید نظر نمود.

حال به عنوان مثال نرخ ناسازگاری ماتریس مقایسه زوجی برای سه اتومبیل نسبت به راحتی را بررسی می نمایم.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 8 \\ \frac{1}{2} & 1 & 6 \\ \frac{1}{8} & \frac{1}{6} & 1 \end{bmatrix}$$

با استفاده از روش میانگین حسابی برای ماتریس مذکور به دست می آوریم :

$$W = \begin{bmatrix} 0.593 \\ 0.341 \\ 0.066 \end{bmatrix}$$

از آنجا که مقدار  $\lambda_{max}$  مشخص نمی باشد، باید آن را طبق قدم های زیر تخمین بزنیم :

(۱) تخمین  $\lambda_{max} \cdot W$  :

$$A \times W = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 8 \\ \frac{1}{2} & 1 & 6 \\ \frac{1}{8} & \frac{1}{6} & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.593 \\ 0.341 \\ 0.066 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.803 \\ 1.304 \\ 0.197 \end{bmatrix}$$

(۲) تخمین  $\lambda_{max}$  ها :

$$\lambda_{max1} = \frac{1.803}{0.593} = 3.04$$

$$\lambda_{max2} = \frac{1.034}{0.341} = 3.032$$

$$\lambda_{max3} = \frac{0.197}{0.066} = 2.985$$

(۳) محاسبه میانگین  $\lambda_{max}$  ها :

$$\lambda_{max} = \frac{\lambda_{max1} + \lambda_{max2} + \lambda_{max3}}{3} = 3.019$$

(۴) محاسبه شاخص ناسازگاری (I.I.) :

$$I.I. = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{3.019 - 3}{3 - 1} = 0.01$$

(۵) محاسبه نرخ ناسازگاری (I.R.):

$$I.R. = \frac{I.I}{I.R. R_{3 \times 3}} = \frac{0.01}{0.58} = 0.017$$

چنانچه ملاحظه می شود نرخ ناسازگاری این ماتریس کمتر از 0.1 است، بنابر این سازگاری آن مورد قبول است.

### پیوست ۳- نظرات کارشناسان

الف) نظر کارشناسان در مورد روابط بین زیر معیارهای معیار قیمت

نظر کارشناس  $E_1$ :

$C_1$	$C_{21}$	$C_{22}$	$C_{23}$	$C_{24}$	$C_{25}$
$C_{21}$	۰	۰	۰	۱	۰
$C_{22}$	۰	۰	۰	۰	۰
$C_{23}$	۰	۱	۰	۱	۰
$C_{24}$	۰	۰	۱	۰	۰
$C_{25}$	۱	۱	۱	۰	۰

نظر کارشناس  $E_2$ :

$C_2$	$C_{21}$	$C_{22}$	$C_{23}$	$C_{24}$	$C_{25}$
$C_{21}$	۰	۰	۱	۰	۰
$C_{22}$	۰	۰	۰	۰	۰
$C_{23}$	۰	۱	۰	۰	۰
$C_{24}$	۰	۱	۱	۰	۰
$C_{25}$	۱	۰	۱	۰	۰

نظر کارشناس  $E_3$ :

$C_2$	$C_{21}$	$C_{22}$	$C_{23}$	$C_{24}$	$C_{25}$
$C_{21}$	•	۱	۱	•	•
$C_{22}$	•	•	۱	•	•
$C_{23}$	•	۱	•	۱	۱
$C_{24}$	•	•	۱	•	•
$C_{25}$	•	•	•	•	•

نظر کارشناس  $E_4$ :

$C_2$	$C_{21}$	$C_{22}$	$C_{23}$	$C_{24}$	$C_{25}$
$C_{21}$	•	•	۱	•	•
$C_{22}$	•	•	۱	•	•
$C_{23}$	•	•	•	•	•
$C_{24}$	•	۱	•	•	•
$C_{25}$	۱	۱	۱	۱	•

نظر کارشناس  $E_5$ :

$C_2$	$C_{21}$	$C_{22}$	$C_{23}$	$C_{24}$	$C_{25}$
$C_{21}$	•	•	•	•	•
$C_{22}$	۱	•	۱	۱	•
$C_{23}$	•	۱	•	•	•
$C_{24}$	•	•	۱	•	•
$C_{25}$	۱	•	۱	•	•

نظر کارشناس  $E_6$  :

$C_2$	$C_{21}$	$C_{22}$	$C_{23}$	$C_{24}$	$C_{25}$
$C_{21}$	•	•	۱	•	•
$C_{22}$	•	•	۱	•	۱
$C_{23}$	•	•	•	•	•
$C_{24}$	•	۱	•	•	۱
$C_{25}$	•	۱	•	۱	•

نظر کارشناس  $E_7$  :

$C_2$	$C_{21}$	$C_{22}$	$C_{23}$	$C_{24}$	$C_{25}$
$C_{21}$	•	•	۱	•	•
$C_{22}$	•	•	۱	•	•
$C_{23}$	•	۱	•	•	•
$C_{24}$	•	۱	۱	•	•
$C_{25}$	۱	۱	۱	•	•

ب) نظر کارشناسان در مورد روابط بین زیر معیارهای معیار پشتیبانی زنجیره تامین

نظر کارشناس  $E_1$  :

$C_3$	$C_{31}$	$C_{32}$	$C_{33}$	$C_{34}$
$C_{31}$	•	۱	•	۱
$C_{32}$	۱	•	•	•
$C_{33}$	•	•	•	•
$C_{34}$	•	۱	•	•

نظر کارشناس  $E_2$ :

$C_3$	$C_{31}$	$C_{32}$	$C_{33}$	$C_{34}$
$C_{31}$	.	۱	۱	.
$C_{32}$	۱	.	.	.
$C_{33}$	.	۱	.	.
$C_{34}$	.	.	.	.

نظر کارشناس  $E_3$ :

$C_3$	$C_{31}$	$C_{32}$	$C_{33}$	$C_{34}$
$C_{31}$	.	.	۱	.
$C_{32}$	۱	.	.	.
$C_{33}$	.	.	.	.
$C_{34}$	.	.	.	.

نظر کارشناس  $E_4$ :

$C_3$	$C_{31}$	$C_{32}$	$C_{33}$	$C_{34}$
$C_{31}$	.	۱	.	.
$C_{32}$	.	.	۱	.
$C_{33}$	.	۱	.	.
$C_{34}$	.	.	.	.

نظر کارشناس  $E_5$ :

$C_3$	$C_{31}$	$C_{32}$	$C_{33}$	$C_{34}$
$C_{31}$	.	۱	.	.
$C_{32}$	۱	.	.	.
$C_{33}$	۱	۱	.	.
$C_{34}$	۱	.	۱	.



نظر کارشناس  $E_6$ :

$C_3$	$C_{31}$	$C_{32}$	$C_{33}$	$C_{34}$
$C_{31}$	.	۱	.	.
$C_{32}$	.	.	.	.
$C_{33}$	.	.	.	.
$C_{34}$	.	.	.	.

نظر کارشناس  $E_7$ :

$C_3$	$C_{31}$	$C_{32}$	$C_{33}$	$C_{34}$
$C_{31}$	.	.	.	.
$C_{32}$	۱	.	.	.
$C_{33}$	.	۱	.	.
$C_{34}$	۱	۱	.	.

ج ( نظر کارشناسان در مورد روابط بین زیر معیارهای معیار ساختار تولیدی

نظر کارشناس  $E_1$ :

$C_4$	$C_{41}$	$C_{42}$	$C_{43}$
$C_{41}$	.	۱	۱
$C_{42}$	.	.	.
$C_{43}$	۱	.	.

نظر کارشناس  $E_2$ :

$C_4$	$C_{41}$	$C_{42}$	$C_{43}$
$C_{41}$	.	۱	۱
$C_{42}$	.	.	.
$C_{43}$	.	.	.

نظر کارشناس  $E_3$ :

$C_4$	$C_{41}$	$C_{42}$	$C_{43}$
$C_{41}$	.	۱	۱
$C_{42}$	۱	.	.
$C_{43}$	۱	.	.

نظر کارشناس  $E_4$  :

$C_4$	$C_{41}$	$C_{42}$	$C_{43}$
$C_{41}$	۰	۱	۱
$C_{42}$	۱	۰	۰
$C_{43}$	۱	۰	۰

نظر کارشناس  $E_5$  :

$C_4$	$C_{41}$	$C_{42}$	$C_{43}$
$C_{41}$	۰	۱	۰
$C_{42}$	۰	۰	۰
$C_{43}$	۰	۰	۰

نظر کارشناس  $E_6$  :

$C_4$	$C_{41}$	$C_{42}$	$C_{43}$
$C_{41}$	۰	۰	۱
$C_{42}$	۱	۰	۱
$C_{43}$	۰	۱	۰

نظر کارشناس  $E_7$  :

$C_4$	$C_{41}$	$C_{42}$	$C_{43}$
$C_{41}$	۰	۱	۰
$C_{42}$	۰	۰	۰
$C_{43}$	۱	۰	۰

د) نظر کارشناسان در مورد روابط بین زیر معیارهای معیار ویژگی های سازمانی

نظر کارشناس  $E_1$  :

$C_5$	$C_{51}$	$C_{52}$	$C_{53}$
$C_{51}$	۰	۱	۰
$C_{52}$	۰	۰	۰
$C_{53}$	۰	۰	۰

نظر کارشناس  $E_2$ :

$C_5$	$C_{51}$	$C_{52}$	$C_{53}$
$C_{51}$	•	•	۱
$C_{52}$	۱	•	۱
$C_{53}$	•	•	•

نظر کارشناس  $E_3$ :

$C_5$	$C_{51}$	$C_{52}$	$C_{53}$
$C_{51}$	•	۱	۱
$C_{52}$	•	•	۱
$C_{53}$	•	•	•

نظر کارشناس  $E_4$ :

$C_5$	$C_{51}$	$C_{52}$	$C_{53}$
$C_{51}$	•	۱	۱
$C_{52}$	۱	•	•
$C_{53}$	•	•	•

نظر کارشناس  $E_5$ :

$C_5$	$C_{51}$	$C_{52}$	$C_{53}$
$C_{51}$	•	•	۱
$C_{52}$	•	•	•
$C_{53}$	۱	•	•

نظر کارشناس  $E_6$ :

$C_5$	$C_{51}$	$C_{52}$	$C_{53}$
$C_{51}$	•	۱	•
$C_{52}$	•	•	•
$C_{53}$	۱	•	•

نظر کارشناس  $E_7$ :

$C_5$	$C_{51}$	$C_{52}$	$C_{53}$
$C_{51}$	۰	۱	۰
$C_{52}$	۰	۰	۰
$C_{53}$	۰	۰	۰

ه) نظر کارشناسان در مورد مقایسه زوجی زیر معیارهای معیار کیفیت

نظر کارشناس  $E_1$ :

$C_1$	$C_{11}$	$C_{12}$	$C_{13}$	$C_{14}$	$C_{15}$
$C_{11}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}$	$\tilde{3}$	$\tilde{1}$	$\tilde{9}$
$C_{12}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$
$C_{13}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{5}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}$	$\tilde{3}$
$C_{14}$	$\tilde{1}^{-1}$	$\tilde{1}^{-1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{9}$
$C_{15}$	$\tilde{9}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{9}^{-1}$	$\tilde{1}$

نظر کارشناس  $E_2$ :

$C_1$	$C_{11}$	$C_{12}$	$C_{13}$	$C_{14}$	$C_{15}$
$C_{11}$	$\tilde{1}$	$\tilde{9}$	$\tilde{5}$	$\tilde{3}$	$\tilde{7}$
$C_{12}$	$\tilde{9}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{9}$	$\tilde{7}$	$\tilde{9}$
$C_{13}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{9}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}$	$\tilde{3}$
$C_{14}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{7}^{-1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}$
$C_{15}$	$\tilde{7}^{-1}$	$\tilde{9}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{1}$

نظر کارشناس  $E_3$ :

$C_1$	$C_{11}$	$C_{12}$	$C_{13}$	$C_{14}$	$C_{15}$
$C_{11}$	$\tilde{1}$	$\tilde{1}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{5}$	$\tilde{7}$
$C_{12}$	$\tilde{1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{5}$	$\tilde{9}$
$C_{13}$	$\tilde{3}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{1}^{-1}$	$\tilde{3}$
$C_{14}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{1}^{-1}$
$C_{15}$	$\tilde{5}$	$\tilde{9}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{1}$

نظر کارشناس  $E_4$ :

$C_1$	$C_{11}$	$C_{12}$	$C_{13}$	$C_{14}$	$C_{15}$
$C_{11}$	$\tilde{1}$	$\tilde{1}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{7}^{-1}$	$\tilde{5}$
$C_{12}$	$\tilde{1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$
$C_{13}$	$\tilde{1}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{7}$	$\tilde{3}$
$C_{14}$	$\tilde{7}$	$\tilde{5}$	$\tilde{7}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}$
$C_{15}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{1}$

نظر کارشناس  $E_5$ :

$C_1$	$C_{11}$	$C_{12}$	$C_{13}$	$C_{14}$	$C_{15}$
$C_{11}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{1}$	$\tilde{7}^{-1}$	$\tilde{9}$
$C_{12}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{9}$
$C_{13}$	$\tilde{1}^{-1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{5}$
$C_{14}$	$\tilde{7}$	$\tilde{5}$	$\tilde{5}$	$\tilde{1}$	$\tilde{9}$
$C_{15}$	$\tilde{9}^{-1}$	$\tilde{9}^{-1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{9}^{-1}$	$\tilde{1}$

نظر کارشناس  $E_6$ :

$C_1$	$C_{11}$	$C_{12}$	$C_{13}$	$C_{14}$	$C_{15}$
$C_{11}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$
$C_{12}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{1}$
$C_{13}$	$\tilde{3}$	$\tilde{5}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{5}$
$C_{14}$	$\tilde{3}$	$\tilde{5}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{7}$
$C_{15}$	$\tilde{1}^{-1}$	$\tilde{1}^{-1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{7}^{-1}$	$\tilde{1}$

نظر کارشناس  $E_7$ :

$C_1$	$C_{11}$	$C_{12}$	$C_{13}$	$C_{14}$	$C_{15}$
$C_{11}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{5}$	$\tilde{7}$	$\tilde{7}$
$C_{12}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{5}$	$\tilde{5}$
$C_{13}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{5}$
$C_{14}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$
$C_{15}$	$\tilde{7}^{-1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$

(و) نظر کارشناسان در مورد مقایسه زوجی زیر معیارهای معیار قیمت

نظر کارشناس  $E_1$ :

$C_2$	$C_{21}$	$C_{22}$	$C_{23}$	$C_{24}$	$C_{25}$
$C_{21}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}$	$\tilde{7}^{-1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$
$C_{22}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{5}$	$\tilde{5}$
$C_{23}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{5}$
$C_{24}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$
$C_{25}$	$\tilde{7}^{-1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$

نظر کارشناس  $E_2$ :

$C_2$	$C_{21}$	$C_{22}$	$C_{23}$	$C_{24}$	$C_{25}$
$C_{21}$	$\tilde{1}$	$\tilde{9}^{-1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$
$C_{22}$	$\tilde{9}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{5}$	$\tilde{5}$
$C_{23}$	$\tilde{5}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{3}$
$C_{24}$	$\tilde{3}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{1}$
$C_{25}$	$\tilde{3}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}^{-1}$	$\tilde{1}$

نظر کارشناس  $E_3$ :

$C_2$	$C_{21}$	$C_{22}$	$C_{23}$	$C_{24}$	$C_{25}$
$C_{21}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$
$C_{22}$	$\tilde{3}$	$\tilde{1}$	$\tilde{1}^{-1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{3}$
$C_{23}$	$\tilde{3}$	$\tilde{1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{3}$
$C_{24}$	$\tilde{5}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$
$C_{25}$	$\tilde{3}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$

نظر کارشناس  $E_4$ :

$C_2$	$C_{21}$	$C_{22}$	$C_{23}$	$C_{24}$	$C_{25}$
$C_{21}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{9}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$
$C_{22}$	$\tilde{5}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}$
$C_{23}$	$\tilde{9}$	$\tilde{5}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}$	$\tilde{9}$
$C_{24}$	$\tilde{3}$	$\tilde{1}^{-1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$
$C_{25}$	$\tilde{1}^{-1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{9}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$

نظر کارشناس  $E_5$ :

$C_2$	$C_{21}$	$C_{22}$	$C_{23}$	$C_{24}$	$C_{25}$
$C_{21}$	$\tilde{1}$	$\tilde{7}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{5}$
$C_{22}$	$\tilde{7}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{9}^{-1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{5}^{-1}$
$C_{23}$	$\tilde{3}$	$\tilde{9}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}$	$\tilde{1}$
$C_{24}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{5}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{1}$
$C_{25}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{5}$	$\tilde{1}^{-1}$	$\tilde{1}^{-1}$	$\tilde{1}$

نظر کارشناس  $E_6$ :

$C_2$	$C_{21}$	$C_{22}$	$C_{23}$	$C_{24}$	$C_{25}$
$C_{21}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{7}^{-1}$	$\tilde{1}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$
$C_{22}$	$\tilde{5}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}^{-1}$
$C_{23}$	$\tilde{7}$	$\tilde{5}$	$\tilde{1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$
$C_{24}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{1}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}^{-1}$
$C_{25}$	$\tilde{3}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{1}$

نظر کارشناس  $E_7$ :

$C_2$	$C_{21}$	$C_{22}$	$C_{23}$	$C_{24}$	$C_{25}$
$C_{21}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{9}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$
$C_{22}$	$\tilde{5}$	$\tilde{1}$	$\tilde{7}^{-1}$	$\tilde{1}^{-1}$	$\tilde{3}$
$C_{23}$	$\tilde{9}$	$\tilde{7}$	$\tilde{1}$	$\tilde{7}$	$\tilde{9}$
$C_{24}$	$\tilde{3}$	$\tilde{1}$	$\tilde{7}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$
$C_{25}$	$\tilde{3}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{9}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$

ز) نظر کارشناسان در مورد مقایسه زوجی زیر معیارهای پشتیبانی زنجیره تامین

نظر کارشناس  $E_1$ :

$C_3$	$C_{31}$	$C_{32}$	$C_{33}$	$C_{34}$
$C_{31}$	$\tilde{1}$	$\tilde{9}^{-1}$	$\tilde{5}$	$\tilde{3}^{-1}$
$C_{32}$	$\tilde{9}$	$\tilde{1}$	$\tilde{9}$	$\tilde{5}$
$C_{33}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{9}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{7}^{-1}$
$C_{34}$	$\tilde{3}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{7}$	$\tilde{1}$

نظر کارشناس  $E_2$ :

$C_3$	$C_{31}$	$C_{32}$	$C_{33}$	$C_{34}$
$C_{31}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{7}^{-1}$
$C_{32}$	$\tilde{5}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{3}^{-1}$
$C_{33}$	$\tilde{3}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}^{-1}$
$C_{34}$	$\tilde{7}$	$\tilde{3}$	$\tilde{5}$	$\tilde{1}$

نظر کارشناس  $E_3$ :

$C_3$	$C_{31}$	$C_{32}$	$C_{33}$	$C_{34}$
$C_{31}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{9}^{-1}$
$C_{32}$	$\tilde{5}$	$\tilde{1}$	$\tilde{1}^{-1}$	$\tilde{5}^{-1}$
$C_{33}$	$\tilde{3}$	$\tilde{1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}^{-1}$
$C_{34}$	$\tilde{9}$	$\tilde{5}$	$\tilde{5}$	$\tilde{1}$

نظر کارشناس  $E_4$ :

$C_3$	$C_{31}$	$C_{32}$	$C_{33}$	$C_{34}$
$C_{31}$	$\tilde{1}$	$\tilde{7}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}^{-1}$
$C_{32}$	$\tilde{7}$	$\tilde{1}$	$\tilde{7}$	$\tilde{3}$
$C_{33}$	$\tilde{1}^{-1}$	$\tilde{7}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}^{-1}$
$C_{34}$	$\tilde{5}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{1}$

نظر کارشناس  $E_5$ :

$C_3$	$C_{31}$	$C_{32}$	$C_{33}$	$C_{34}$
$C_{31}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{7}^{-1}$
$C_{32}$	$\tilde{5}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{3}^{-1}$
$C_{33}$	$\tilde{3}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}^{-1}$
$C_{34}$	$\tilde{7}$	$\tilde{3}$	$\tilde{3}$	$\tilde{1}$

نظر کارشناس  $E_6$ :

$C_3$	$C_{31}$	$C_{32}$	$C_{33}$	$C_{34}$
$C_{31}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$
$C_{32}$	$\tilde{5}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{5}$
$C_{33}$	$\tilde{3}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$
$C_{34}$	$\tilde{3}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$



نظر کارشناس  $E_7$ :

$C_3$	$C_{31}$	$C_{32}$	$C_{33}$	$C_{34}$
$C_{31}$	$\tilde{1}$	$\tilde{7}^{-1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{5}^{-1}$
$C_{32}$	$\tilde{7}$	$\tilde{1}$	$\tilde{9}$	$\tilde{3}$
$C_{33}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{9}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}^{-1}$
$C_{34}$	$\tilde{5}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{5}$	$\tilde{1}$

ح ( نظر کارشناسان در مورد مقایسه زوجی زیر معیارهای ساختار تولیدی

نظر کارشناس  $E_1$ :

$C_4$	$C_{41}$	$C_{42}$	$C_{43}$
$C_{41}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}$	$\tilde{3}$
$C_{42}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$
$C_{43}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$

نظر کارشناس  $E_2$ :

$C_4$	$C_{41}$	$C_{42}$	$C_{43}$
$C_{41}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{3}^{-1}$
$C_{42}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{7}$
$C_{43}$	$\tilde{3}$	$\tilde{7}$	$\tilde{1}$

نظر کارشناس  $E_3$ :

$C_4$	$C_{41}$	$C_{42}$	$C_{43}$
$C_{41}$	$\tilde{1}$	$\tilde{9}$	$\tilde{5}$
$C_{42}$	$\tilde{9}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}^{-1}$
$C_{43}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{5}$	$\tilde{1}$

نظر کارشناس  $E_4$ :

$C_4$	$C_{41}$	$C_{42}$	$C_{43}$
$C_{41}$	$\tilde{1}$	$\tilde{9}$	$\tilde{5}$
$C_{42}$	$\tilde{9}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}^{-1}$
$C_{43}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{5}$	$\tilde{1}$

نظر کارشناس  $E_5$  :

$C_4$	$C_{41}$	$C_{42}$	$C_{43}$
$C_{41}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{3}^{-1}$
$C_{42}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}^{-1}$
$C_{43}$	$\tilde{3}$	$\tilde{5}$	$\tilde{1}$

نظر کارشناس  $E_6$  :

$C_4$	$C_{41}$	$C_{42}$	$C_{43}$
$C_{41}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{3}^{-1}$
$C_{42}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}^{-1}$
$C_{43}$	$\tilde{3}$	$\tilde{5}$	$\tilde{1}$

نظر کارشناس  $E_7$  :

$C_4$	$C_{41}$	$C_{42}$	$C_{43}$
$C_{41}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{3}$
$C_{42}$	$\tilde{5}$	$\tilde{1}$	$\tilde{7}$
$C_{43}$	$\tilde{3}$	$\tilde{7}^{-1}$	$\tilde{1}$

ط ( نظر کارشناسان در مورد مقایسه زوجی زیر معیارهای ساختار تولیدی

نظر کارشناس  $E_1$  :

$C_5$	$C_{51}$	$C_{52}$	$C_{53}$
$C_{51}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{7}$
$C_{52}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}$
$C_{53}$	$\tilde{7}^{-1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{1}$

نظر کارشناس  $E_2$  :

$C_5$	$C_{51}$	$C_{52}$	$C_{53}$
$C_{51}$	$\tilde{1}$	$\tilde{1}^{-1}$	$\tilde{9}$
$C_{52}$	$\tilde{1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{9}$
$C_{53}$	$\tilde{9}^{-1}$	$\tilde{9}^{-1}$	$\tilde{1}$

نظر کارشناس  $E_3$ :

$C_5$	$C_{51}$	$C_{52}$	$C_{53}$
$C_{51}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{3}$
$C_{52}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$
$C_{53}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$

نظر کارشناس  $E_4$ :

$C_5$	$C_{51}$	$C_{52}$	$C_{53}$
$C_{51}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{1}^{-1}$
$C_{52}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}^{-1}$
$C_{53}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{1}$

نظر کارشناس  $E_5$ :

$C_5$	$C_{51}$	$C_{52}$	$C_{53}$
$C_{51}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{5}$
$C_{52}$	$\tilde{3}$	$\tilde{1}$	$\tilde{7}$
$C_{53}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{7}^{-1}$	$\tilde{1}$

نظر کارشناس  $E_6$ :

$C_5$	$C_{51}$	$C_{52}$	$C_{53}$
$C_{51}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$
$C_{52}$	$\tilde{5}$	$\tilde{1}$	$\tilde{5}$
$C_{53}$	$\tilde{3}$	$\tilde{5}^{-1}$	$\tilde{1}$

نظر کارشناس  $E_7$ :

$C_5$	$C_{51}$	$C_{52}$	$C_{53}$
$C_{51}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$	$\tilde{3}$
$C_{52}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$	$\tilde{3}$
$C_{53}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$

ی ( نظرات کارشناسان در مورد عملکرد هر یک از تامین کنندگان در مورد هر یک از زیر معیارهای معیار قیمت

$c_{21}$	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	$V_5$	$V_6$
$E_1$	VG	P	P	F	P	F
$E_2$	G	F	F	VP	G	F
$E_3$	P	P	F	P	F	F
$E_4$	G	F	P	G	VP	F
$E_5$	G	P	P	G	F	P
$E_6$	G	F	F	G	G	G
$E_7$	VG	P	F	P	F	F

$c_{22}$	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	$V_5$	$V_6$
$E_1$	P	F	F	P	VP	F
$E_2$	F	G	G	F	P	P
$E_3$	F	F	VG	P	F	G
$E_4$	P	F	G	G	F	VP
$E_5$	G	F	P	G	F	F
$E_6$	F	F	F	G	F	P
$E_7$	F	F	F	G	F	P

$c_{23}$	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	$V_5$	$V_6$
$E_1$	VG	P	P	F	P	F
$E_2$	G	F	F	VP	G	F
$E_3$	P	P	F	P	F	F
$E_4$	G	F	P	G	VP	F
$E_5$	G	P	P	G	F	P
$E_6$	G	F	F	G	G	G
$E_7$	VG	P	F	P	F	F

$c_{43}$	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	$V_5$	$V_6$
$E_1$	VP	VP	VP	F	F	G
$E_2$	P	F	F	G	F	VG
$E_3$	P	F	P	F	G	G
$E_4$	F	F	VP	F	P	VG
$E_5$	P	P	F	P	G	F
$E_6$	G	F	F	F	P	F
$E_7$	P	P	G	G	VP	P

$c_{53}$	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	$V_5$	$V_6$
$E_1$	VG	G	P	P	P	G
$E_2$	F	F	F	P	F	P
$E_3$	G	G	G	F	F	F
$E_4$	F	VG	F	P	F	G
$E_5$	P	VG	F	F	G	F
$E_6$	G	G	F	G	P	P
$E_7$	F	G	G	F	G	F

ک ( نظرات کارشناسان در مورد عملکرد هر یک از تامین کنندگان در مورد هر یک از زیر معیارهای معیار پشتیبانی زنجیره تامین

$c_{31}$	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	$V_5$	$V_6$
$E_1$	G	G	G	F	F	F
$E_2$	P	F	G	P	F	VG
$E_3$	P	F	F	P	G	F
$E_4$	G	F	G	VG	G	F
$E_5$	G	F	P	VG	F	VP
$E_6$	P	G	F	G	P	P
$E_7$	G	VG	F	F	G	VG

$c_{32}$	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	$V_5$	$V_6$
$E_1$	P	F	F	F	P	G
$E_2$	G	F	F	G	P	F
$E_3$	G	F	P	P	F	VG
$E_4$	P	P	F	F	F	F
$E_5$	F	VP	G	G	P	G
$E_6$	F	F	F	VG	VG	VG
$E_7$	G	F	F	VG	G	F

$c_{33}$	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	$V_5$	$V_6$
$E_1$	P	P	F	F	F	G
$E_2$	G	F	F	P	P	F
$E_3$	G	G	G	F	F	P
$E_4$	P	F	G	F	P	VP
$E_5$	G	G	G	F	P	G
$E_6$	P	P	P	F	F	F
$E_7$	F	P	F	P	P	G

$c_{34}$	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	$V_5$	$V_6$
$E_1$	G	F	G	P	G	P
$E_2$	G	F	F	F	F	G
$E_3$	F	G	P	P	G	P
$E_4$	P	P	G	G	P	P
$E_5$	F	P	F	P	F	P
$E_6$	G	F	G	F	G	P
$E_7$	P	F	P	G	F	P

ل) نظرات کارشناسان در مورد عملکرد هر یک از تامین کنندگان در مورد هر یک از زیر معیارهای معیار ساختار تولیدی

$c_{41}$	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	$V_5$	$V_6$
$E_1$	F	F	P	P	G	P
$E_2$	G	F	F	F	VG	F
$E_3$	G	P	F	P	G	F
$E_4$	P	P	F	F	F	G
$E_5$	G	G	G	G	P	P
$E_6$	G	VG	G	VG	P	VG
$E_7$	VG	F	F	GV	F	VG

$c_{42}$	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	$V_5$	$V_6$
$E_1$	VG	G	F	F	F	G
$E_2$	G	G	F	F	F	P
$E_3$	G	F	G	G	F	F
$E_4$	G	F	F	G	F	G
$E_5$	F	F	F	G	VG	F
$E_6$	F	G	F	VG	F	P
$E_7$	P	F	P	G	G	G

$c_{43}$	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	$V_5$	$V_6$
$E_1$	G	G	G	VG	G	F
$E_2$	P	F	F	VG	F	F
$E_3$	F	P	G	F	P	G
$E_4$	VG	G	G	P	G	G
$E_5$	VG	VG	VG	P	P	F
$E_6$	VG	F	F	F	F	P
$E_7$	G	G	F	F	P	G

م) نظرات کارشناسان در مورد عملکرد هر یک از تامین کنندگان در مورد هر یک از زیر معیارهای معیار ساختار تولیدی

$c_{51}$	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	$V_5$	$V_6$
$E_1$	P	F	F	P	G	G
$E_2$	F	F	F	G	VG	VG
$E_3$	G	F	VP	G	F	G
$E_4$	F	F	G	F	G	F
$E_5$	F	P	P	P	G	G
$E_6$	F	F	P	P	G	G
$E_7$	F	P	F	G	G	G

$c_{52}$	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	$V_5$	$V_6$
$E_1$	F	F	P	G	F	G
$E_2$	F	F	P	G	F	P
$E_3$	G	F	P	G	P	P
$E_4$	P	F	G	P	P	F
$E_5$	G	P	F	G	P	G
$E_6$	P	VP	F	F	F	F
$E_7$	P	P	P	F	VP	P

$c_{53}$	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	$V_5$	$V_6$
$E_1$	P	P	G	G	P	F
$E_2$	G	P	G	F	F	F
$E_3$	P	F	P	F	G	F
$E_4$	F	F	F	P	G	F
$E_5$	F	P	G	F	P	P
$E_6$	F	F	F	F	G	G
$E_7$	G	G	G	F	VG	VG



## پیوست ۴- الگوریتم بخش ۳-۱ به زبان برنامه نویسی ویژوال بیسیک

```
Public p, m, landa, k As Double
Private Sub cmdLanda_Click()
If cancel = True Then
Exit Sub
End If
If Sigma = 1 Then
landa = 0
ElseIf Sigma > 1 Then
p = -1
m = 0
Call step2
ElseIf Sigma < 1 Then
p = 1
m = 0
step1
End If
End Sub
```

```
Private Sub cmdLanda2_Click()
If cancel = True Then
Exit Sub
End If
If Sigma = 1 Then
landa = 0
ElseIf Sigma > 1 Then
p = -1
m = 0
Call step22
ElseIf Sigma < 1 Then
p = 1
m = 0
step12
End If
End Sub
```

```
Private Sub cmdlanda3_Click()
```

```
If cancel = True Then
```

```
    Exit Sub
```

```
End If
```

```
If Sigma = 1 Then
```

```
    landa = 0
```

```
ElseIf Sigma > 1 Then
```

```
    p = -1
```

```
    m = 0
```

```
    Call step23
```

```
ElseIf Sigma < 1 Then
```

```
    p = 1
```

```
    m = 0
```

```
    step13
```

```
End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub cmdnew_Click()
```

```
Text1.Enabled = True
```

```
Text1.Text = ""
```

```
Text2.Text = ""
```

```
Text3.Text = ""
```

```
Text4.Text = ""
```

```
Text5.Text = ""
```

```
cmdSigma.Enabled = True
```

```
cmdLanda.Enabled = False
```

```
cmdLanda2.Enabled = False
```

```
cmdlanda3.Enabled = False
```

```
Text1.SetFocus
```

```
End Sub
```

```
Private Sub cmdSigma_Click()
```

```
If Text1.Text <> "" Then
```

```
    n = Val(Text1.Text)
```

```
    cancel = False
```

```
    i = 1
```

```
    Sigma = 0
```

```
    Form2.lblAndisGi = 1
```

```
    Form1.Hide
```

```
    Form2.Show
```

```
Else
```

```
MsgBox ("you must Enter n ")
End If
End Sub
Private Sub Form_Load()
cmdLanda.Enabled = False
Text2.Enabled = False
Text3.Enabled = False
Text4.Enabled = False
Text5.Enabled = False
End Sub

Private Sub Form_Unload(cancel As Integer)
End
End Sub

Private Sub Text1_KeyPress(KeyAscii As Integer)
If KeyAscii = 13 Then
cmdSigma_Click
End If
End Sub
Private Function f(x As Double) As Double
k = 1
For i = 1 To n
k = k * (1 + x * aryGi(i))
Next i
f = k - x - 1
End Function
Private Sub step1()
Do While f((p)) < 0
m = p
p = p * 2
Loop
step2
End Sub
Private Sub step2()
If f((p + m) / 2) = 0 Then
landa = (p + m) / 2
Text3.Text = landa
Exit Sub
Else
```

```
step3  
End If  
End Sub
```

```
Private Sub step3()  
If  $f((p + m) / 2) > 0$  Then  
     $p = (p + m) / 2$   
Else  
     $m = (p + m) / 2$   
End If  
Call step2  
End Sub
```

```
Private Sub step12()  
Do While  $f((p)) < 0$   
     $m = p$   
     $p = p * 2$   
Loop  
step22  
End Sub  
Private Sub step22()  
If  $f((p + m) / 2) < 0.01$  And  $f((p + m) / 2) > -0.01$  Then  
     $landa = (p + m) / 2$   
    Text4.Text = landa  
    Exit Sub  
Else  
    step32  
End If  
End Sub
```

```
Private Sub step32()  
If  $f((p + m) / 2) > 0$  Then  
     $p = (p + m) / 2$   
Else  
     $m = (p + m) / 2$   
End If  
Call step22  
End Sub
```

```
Private Sub step13()
```

```
Do While f((p)) < 0
    m = p
    p = p * 2
Loop
step23
End Sub
Private Sub step23()
If f((p + m) / 2) < 0.00001 And f((p + m) / 2) > -0.00001 Then
    landa = (p + m) / 2
    Text5.Text = landa
Exit Sub
Else
    step33
End If
End Sub

Private Sub step33()
If f((p + m) / 2) > 0 Then
    p = (p + m) / 2
Else
    m = (p + m) / 2
End If
Call step23
End Sub
Private Sub cmdCncl_Click()
cancel = True
Form2.Text1.Text = ""
Form2.Hide
Form1.Show
End Sub

Private Sub cmdOk_Click()
aryGi(i) = Val(Text1.Text)
Sigma = Sigma + aryGi(i)
i = i + 1
If i > n Then
    Form2.Text1.Text = ""
    Form2.Hide
    Form1.Show
    Form1.Text1.Enabled = False
```

```

Form1.Text2.Text = Sigma
Form1.cmdSigma.Enabled = False
Form1.cmdLanda.Enabled = True
Form1.cmdLanda2.Enabled = True
Form1.cmdlanda3.Enabled = True
Form1.cmdLanda.SetFocus
Exit Sub
End If
lblAndisGi = i
Text1.Text = ""
Text1.SetFocus
End Sub

Private Sub Text1_KeyPress(KeyAscii As Integer)
If KeyAscii = 13 Then
    cmdOk_Click
End If
End Sub

Public n, i As Integer
Public aryGi(1 To 100) As Double
Public Sigma As Double
Public cancel As Boolean

```

## منابع:

- ۱- پویا، علیرضا، ۱۳۸۳، مدیریت زنجیره تامین و پشتیبانی تکنولوژی اطلاعات، تدبیر، سال پانزدهم، شماره ۱۴۵.
- ۲- چرمچی، حمیدرضا، ۱۳۷۹، مفهوم زنجیره عرضه در صنعت و مزایای آن، صنایع، دانشگاه صنعتی شریف، شماره ۲۳.
- ۳- قدسی پور، سید حسن، ۱۳۸۵، فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران.
- ۴- متقی، هایده، ۱۳۸۵، مدیریت تولید و عملیات، انتشارات آوای پاتریس، تهران، چاپ سوم.

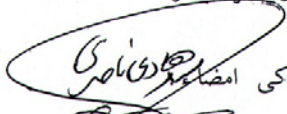
بسمه تعالی


### فرم ارزشیابی پایان نامه کارشناسی ارشد


جلسه دفاع از پایان نامه تحصیلی آقای نیما کاظمی دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی صنایع - مدیریت سیستم و بهره وری ورودی مهر ماه سال ۱۳۸۶ تحت عنوان :

**انتخاب تامین کننده مناسب با استفاده از تکنیک تصمیم گیری چند معیاره فازی با در نظر گرفتن وابستگی معیارها (مطالعه موردی شرکت چوب و کاغذ مازندران)**


به ارزش ۶ واحد، در ساعت ۱۰:۳۰ روز سه شنبه مورخ ۱۳۸۸/۱۱/۲۷ با شرکت اعضای هیئت داوران مرکب از :

۱. استاد راهنما: نام و نام خانوادگی : جناب آقای دکتر سید هادی ناصری اوجاکی امضاء: 

۲. استاد مشاور: نام و نام خانوادگی : جناب آقای دکتر هوشنگ تقی زاده امضاء: 

۳. عضو هیئت داوران: نام و نام خانوادگی : جناب آقای دکتر جواد مهری تکمه امضاء: 

تشکیل گردید و ضمن ارزیابی، با میانگین نمره ۱۹۱- (درجه عالی) مورد تصویب قرار گرفت.

نماینده شورای تحصیلات تکمیلی موسسه: دکتر حبیب تجلی امضاء:  تاریخ: ۸۸، ۱۱، ۲۷

مدیر گروه آموزشی: دکتر علیرضا بافنده امضاء:  تاریخ: ۸۸، ۱۱، ۲۷

رونوشت:

۱. اداره آموزش موسسه جهت اطلاع و ثبت نمره دانشجو در پرونده ریزنمرات

۲. اداره تحصیلات تکمیلی موسسه به همراه دوتن نسخه از پایان نامه تحصیلی دانشجو جهت اطلاع و اقدام لازم نسبت به صدور مجوز فراغت از تحصیل نامبرده.

معاون آموزشی و تحصیلات تکمیلی  
۸۸، ۱۱، ۲۷

## Thesis Content Index

Surname: Kazemi	Name: Nima
Title of Thesis: <b>The suitable supplier selection by applying fuzzy MCDM technique with regarding to criteria interdependence (case study: Mazandaran wood and paper company)</b>	
Supervisor(s): Seyed Hadi Naseri, Ph.D.      Advisor(s): Houshang Taghizadeh, Ph.D. Examiner(s): Javad Mehri, Ph.D.	
Degree: M.S.      Major: Industrial Engineering      Field: System and productivity engineering Higher Education Institution: Alghadir Graduation date: February 2010      Pages:177	
<p>Keywords: Supplier selection; fuzzy integral; fuzzy measure; Fuzzy Multiple criteria decision making (FMCDM); Interpretive structural modeling(ISM).</p> <p>Abstract (in English):</p> <p>The aim of this dissertation is to represent a hybrid fuzzy multi criteria decision making model to evaluation and ranking one of the selected group of suppliers of Mazandaran wood and paper industry company so that it considers relation between decision making criteria. The process of this model is as follows: first by interviewing with managers and company experts, we determine required criteria and next by using questionnaire instrument and ISM method we obtain relation between criteria and map out relationship diagram. In the next step, by obtaining expert's opinion about preferences of criteria and by applying fuzzy AHP method, we find out the weight of criteria. In this part of model, experts are requested to declare their opinion about performance of each supplier toward each criterion. After that, we determine fuzzy measures for all criteria and with regarding to relationship between criteria and employing ranking fuzzy integral method we obtain score of each supplier and rank them. At the end of this research, some conclusions and remarks are provided based on each supplier score.</p>	





Ministry of Science, Research and Technology

**ALGHADIR**

Non-Governmental and Private Higher Education Institution

Thesis for receiving M.Sc. degree in:

Industrial Engineering

Title:

**The suitable supplier selection by applying fuzzy MCDM technique with  
regarding to criteria interdependence (case study: Mazandaran wood and  
paper company)**

Supervisor: Seyed Hadi Naseri, P.H.D.

Advisor: Houshang Taghizadeh, P.H.D.

Researcher:

Nima Kazemi

Tabriz-February 2010