

طراحی سیستم پشتیبان تصمیم (DSS) در شرایط عدم قطعیت (فازی) بکمک تکنیک

آزمون فرض فازی جهت ایجاد ابزار اولویت بندی پیمانکاران پروژه

فاطمه جلیلی بجارینه

محسن قانون

Email : fatimajalili@yahoo.com

Email : mohsenghanoon@yahoo.com

واژه های کلیدی

گزینش پیمانکار ، سیستم های پشتیبان تصمیم ، آزمون فرض ، منطق فازی ، آزمون فرض فازی . افزاز بندی فازی

چکیده

پیچیدگی فرایند تصمیم گیری و حرکت فاکتورهای موثر بر فضای تصمیم ، از داده های قطعی به سمت داده های فازی ، لزوم بکارگیری مدل های کارآمدتر را در محیط های عملیاتی ضروری می سازد . لذا در این تحقیق ، با توجه به اهمیت تصمیمات اخذ شده توسط مدیران پروژه و نقش آن در اجرای موفق پروژهها ، تلاش گردیده ، ضمن آشنائی با تکنیک آزمون فرض فازی و استنتاجات مربوطه ، از طریق ایجاد یک سیستم نرم افزاری تحت نرم افزار Fuzzy tech ، شرایط اخذ تصمیم و تحلیل نتایج مربوطه ، با داده های نادقیق ، جهت گزینش و یا اولویت بندی پیمانکاران پروژه فراهم شود .

۱- مقدمه

تصمیم گیری به عنوان مهم ترین عنصر فرایند مدیریت شامل مجموعه فعالیتهائی است که منجر به انتخاب یک یا چند گزینه از بین انواع گزینه های موجود و یا اولویت بندی گزینه ها بر اساس شاخصهای تصمیم خواهد شد بنحوی که تصمیم اخذ شده بیشترین احتمال دستیابی به

اهداف مورد نظر را دارا باشد. مبحث مدیریت پروژه از جمله زمینه‌هایی که فرایند تصمیم‌گیری در آن اهمیت ویژه‌ای دارد. اصولاً مدیران پروژه، همواره در مواجهه با اخذ تصمیماتی هستند که در صورت بروز هر گونه اشتباه در فرایند تصمیم‌گیری، وقوع خسارات جبران‌ناپذیر دور از ذهن نخواهد بود، لذا ایجاد سیستم‌های پشتیبان تصمیم (DSS) در راستای تسهیل فرایند تصمیم‌گیری مدیران پروژه، از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است.

۲- ادبیات تحقیق

هدف از این تحقیق ایجاد سیستمی نرم افزاری است که با لحاظ نمودن اطلاعات گردآوری شده از جامعه آماری موثر در تصمیمات مدیران پروژه، شرایط اخذ تصمیم اصلاح را در رابطه با انتخاب یا اولویت بندی پیمانکاران قابل‌گزینش جهت واگذاری مسئولیتهای تمام یا بخشی از پروژه، بعنوان راهکاری در جهت افزایش احتمال موفقیت، فراهم نماید و در این راستا، با توجه به عدم قطعیت فاکتورهای موثر در تصمیم (در شرائط واقعی) آزمون فرض فازی بعنوان ابزاری کارآمد مورد استفاده قرار گرفته است.

امروزه ایجاد مدل‌های ریاضی در شناسایی و پیش‌بینی صفات جامعه آماری، در اکثر علوم کاربردهای گسترده‌ای یافته است و طرح فرضیات علمی و آزمون صحت آنها از روشهای مهم برای تصمیم‌گیری در مسائل عملیاتی محسوب می‌گردد. با استفاده از آزمون فرض، قابلیت تصریح صفات و مقادیر برآورد شده از نمونه را به عنوان پارامترهای حقیقی جامعه، مورد بررسی قرار میدهم. آزمون فرض طی چهار گام شامل تدوین فرضیه، نمونه‌گیری، آزمون فرض و تصمیم‌گیری به بررسی دو فرضیه اساسی می‌پردازد، فرض H_0 و فرض H_1 . فرض H_0 مبنی بر برابری فرضیه‌ای با مقدار صفر و فرض H_1 بمعنی برابری فرضیه مورد مطالعه با عدد یک می‌باشد. لذا ارزش انتظاری در آزمون فرض آماری در شرائط قطعی معادل $\{0,1\}$ خواهد بود. مطابق تئوری آمار، تائید فرضیه تهی الزاما به معنی تائید فرضیه نخواهد بود و بر این اساس می‌توان قضاوت نمود که شواهد آماری کافی در زمینه نادرست بودن فرض تهی (H_0) وجود ندارد و مردود شدن فرض H_1 نیز به منزله وجود بازه‌ای نامحدود از فرضیات جایگزین است که پیگیری محقق در جهت شناسایی فرضیه درست را می‌طلبد. به عنوان نمونه در صورتی که احتمال وقوع خرابی بالای ۵۰ ساعت در یک دستگاه را مورد مطالعه قرار دهیم فرضیات تهی و جایگزین به شرح ذیل می‌باشد:

$$H_0: P = 0.4$$

$$H_1: P = 0.6$$

در اینجا فرض H_1 شامل کلیه عناصر بازه‌ای فراتر از ۰٫۴ می‌باشد که دربرگیرنده گزینه‌های نامحدودی است که در این بازه وجود دارند. اما بدلیل عدم قطعیت بسیاری از پارامترهای موجود در پروژه، بنیان نهادن تصمیم بر داده‌های قطعی، نه تنها از دقت نتایج می‌کاهد بلکه امکان بروز اشتباهات عمده‌ای را نیز فراهم می‌سازد و لذا حرکت از داده‌های قطعی به سمت داده‌های غیر قطعی (فازی) همچون دیگر زمینه‌های علوم در اینجا نیز ضروری خواهد بود. اصولاً منطق فازی نگرشی است نوین در بیان کمیت‌های عددی بگونه‌ای که در بیان کمیت مورد نظر بجای اشاره به یک عدد مشخص و قطعی، از بازه‌ای از اعداد استفاده می‌کند ($\mu_A: X \rightarrow [0,1]$).

در ذیل خلاصه‌ای از ویژگی مجموعه‌های فازی درج گردیده است:

الف- اصول منطق فازی:

- $X = \{x\}$ مجموعه‌ای از تمام عضوهای ممکن در مفهوم فازی است.
- یک زیرمجموعه $A \subseteq X$ یک زیرمجموعه فازی مثل $\{x, \mu_A\}$ است.
- تابع عضویت A در محیط فازی عبارت است از $\mu_A: X \rightarrow [0,1]$ در صورتی که در محیط غیر فازی $\{0,1\}$ $\mu_A: X \rightarrow \{0,1\}$.

ب - خصوصیات مجموعه های فازی :

- اگر A و B زیر مجموعه X باشند A=B اگر $\mu_A(X) = \mu_B(X)$.

- اگر A زیر مجموعه X و B زیر مجموعه X باشد $A \subseteq B$ اگر $\mu_A(X) \leq \mu_B(X)$ باشد (در ازای هر X متعلق به X)

ج - تعریف اعداد فازی :

- عدد فازی F عبارتست از $F = (f, d1, d2)$ بنحوی که

$$\begin{cases} 1 - \frac{x-f}{d_1} \rightarrow f - d_1 < x < f \\ 1 - \frac{x-f}{d_2} \rightarrow f \leq x \leq f + d_2 \end{cases}$$

در غیر اینصورت = 0

براین اساس در آزمون فرض فازی می توان به چند پاسخ محتمل دست یافت و از آنجا که حد بالا و پائین اعداد قابل دستیابی است لذا با توجه به امکان لحاظ نمودن نظر متخصصین ، دستیابی به راه حل های کاربردی تر به سهولت بیشتری میسر خواهد شد ضمناً با محاسبه میزان درستی فرض H_0 ، بررسی میزان صحت فرضیه H_1 نیز مقدور خواهد بود ، لازم بذکر است در روش های کلاسیک تصمیم گیری ، بعلت محدود شدن به یک عدد ، دامنه تصمیمات مدیران محدودتر می گردد .

۳- آشنائی با آزمون فرض فازی

شیوه کلی اجرای تکنیک آزمون فرض فازی مشابه آزمون فرض با داده های قطعی می باشد اما بجای مقادیر قطعی { 0 و 1 } ، ارزش حاصله در بازه [0, 1] قرار دارد .

۳-۱ - تعریف فرضیه فازی

مشابه آزمون فرض غیر فازی ، در آزمون فرض فازی نیز صحت دو فرضیه H_0 و H_1 مورد بررسی قرار می گیرد با این تفاوت که فرضیه H_0 به میزان μ و فرضیه H_1 به اندازه $1 - \mu$ صادق خواهد بود . فرضیه H_0 بصورت ذیل قابل تعریف می باشد :

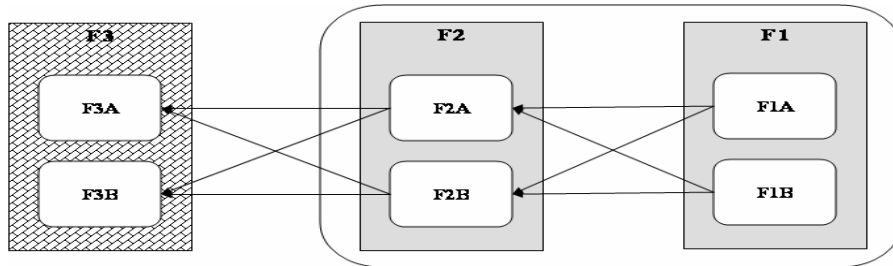
اگر شرط \tilde{A} و \tilde{B} و ... و \tilde{K} برقرار باشد \Leftarrow انگاه X عضوی از مجموعه غیر فازی F با درجه عضویت μ_x خواهد بود

$$\left. \begin{array}{l} \text{در نتیجه } \mu = 1 \Leftarrow \text{ نشان دهنده تطابق کامل داده های مشاهده با مقادیر } H_0 \\ \text{در نتیجه } \mu = 0 \Leftarrow \text{ بیانگر عدم تطابق کامل داده های مشاهده با مقادیر } H_0 \end{array} \right\}$$

در صورت مردود شدن فرض H_0 با تعداد نامحدودی گزینه تحت توابع عضویت μ_0 الی μ_n مواجه خواهیم بود بنحوی که

$$\mu_0 + \mu_1 + \dots + \mu_n = 1$$

تدوین فرضیه فازی در قالب تعریف انواع ترکیبات شروط $(\tilde{F}_1 \times \tilde{F}_2) = \tilde{F}_3$ مطرح در مسئله خواهد بود، البته تعریف افزای های فازی نیز، گامی ضروری در ایجاد ترکیبات مذکور میباشد. بعنوان مثال در صورتیکه مدلی با دو شرط مدنظر باشد، تنوع ترکیبات بشکل زیر خواهد بود:



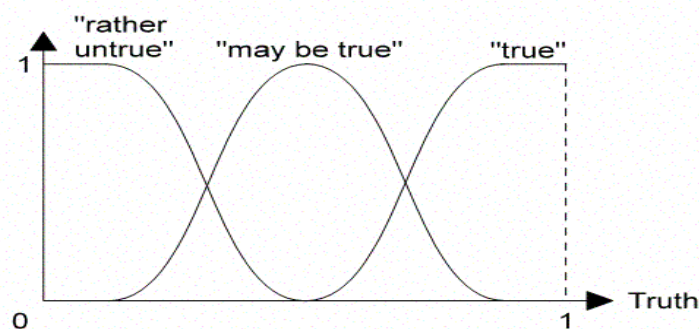
به این ترتیب با تعریف انواع فرضیات ممکن، که شامل فرض H_0 و مجموعه نامحدود فرضیات جایگزین (H_1) خواهد بود امکان تعیین میزان درستی فرض H_0 و کلیه فرضیات جایگزین نسبت بهم وجود خواهد داشت که این مسئله بعنوان یکی از مزایای آزمون فرض فازی مطرح می باشد زیرا در روشهای غیر فازی در صورت پذیرش یکی از فرضیات سایر فرضیات بطور کامل مردود خواهند شد.

۳-۲- افزای بندی فازی

افرازبندی مجموعه های فازی عبارتست از تعیین نواحی تعلق گرفته به هریک از مجموعه های فازی عضو مجموعه مرجع M بنحوی که حاصل جمع مجموعه های فازی مساوی یک بوده و اعضا هر مجموعه بطور تقریبی از اعضا سایر مجموعه ها قابل تفکیک و شناسائی باشند:

$$\begin{aligned} \tilde{A}_i &\neq \Phi \\ \tilde{A}_i &\neq X \\ \sum_{i=1}^n \mu_{\tilde{A}_i}(X) &= 1 \end{aligned}$$

لذا براساس نتایج افزایبندی فازی امکان تعیین دامنه و محدوده های هریک از صفات و نواحی هم پوشانی صفات، فراهم خواهد شد.



۳-۳ - تعیین اندازه نمونه

نمونه گیری آماری یکی از بنیادی ترین روشهای آمار می باشد که در طی آن ، نمونه هائی از جامعه آماری اخذ و مورد مطالعه قرار می گیرند و در نهایت در صورتیکه گزینش نمونه ها صحیح باشد امکان تعمیم نتایج مطالعه نمونه به جامعه آماری وجود دارد . از مهم ترین علل استفاده از نمونه گیری می توان به عدم دسترسی به کل جامعه آماری و همچنین بالا بودن هزینه اجرای مطالعات گسترده آماری ، اشاره نمود . در مبحث نمونه گیری یکی از مهم ترین مسائل امکان مشاهده ویژگیهای جامعه آماری در نمونه است که این مسئله از طریق تعیین تعداد نمونه مناسب (بزرگی مناسب) و نمونه گیری تصادفی محقق میگردد . بعنوان مثال در صورتیکه M نشان دهنده ابعاد جامعه ، m نشان دهنده تعداد نمونه و M/k نیز نشانگر اندازه نمونه با میزان رضایت صفر باشد ، حداقل تعداد نمونه از رابطه ذیل پیروی می نماید :

$$m > \left(\frac{M}{k} \right)$$

۳-۲ - آزمون فرض

همانطور که در قسمت های قبلی ذکر شد در آزمون فرض فازی ، هدف تعیین میزان درستی فرضیه H_0 و فرضیات H_1 میباشد و این مهم از طریق سنجش میزان تطابق نمونه با فرضیات انجام میشود که اختصاراً بشکل ذیل نوشته می شود :

$$\text{if } (\tilde{F}_1 \wedge \tilde{F}_2) \Rightarrow X: \mu_{(x)} \in (\tilde{F})$$

در صورتیکه متغیر زبانی X_1 با تابع عضویت $\mu_{\tilde{X}_1}(M_1)$ از مجموعه مرجع M_1 و متغیر زبانی X_2 با تابع عضویت $\mu_{\tilde{X}_2}(M_2)$ از مجموعه مرجع M_2 و ... مد نظر باشد گزاره شرطی مورد نظر به کمک رابطه Larson به شکل زیر خواهد بود :

$$R(M_1, M_2) = \mu_{\tilde{X}_1}(M_1) \times \mu_{\tilde{X}_2}(M_2)$$

پس از تعیین ارزش ترکیب عناصر " $R(M_1, M_2)$ " ، در رابطه با مجموعه فرضیات مسئله ، اقدام به تعیین ارزش عناصر نمونه m در مورد هر یک از فرضیات مرتبط با آن ، به شکل ذیل می نمائیم :

* تعداد عناصر m مرتبط با فرضیه مورد نظر = n

$$\text{میزان ارتباط عناصر نمونه } m \text{ با یکی از فرضیات مسئله} = \sum_{i=1}^n \mu_n(X_i) / n$$

نتایج حاصل از این محاسبات بعنوان ابزار اصلی در تعیین میزان صحت هریک از فرضیات بکار گرفته می شود ، یعنی پس از طی نمودن مراحل آزمون فرض و تعیین میزان ارتباط عناصر نمونه (m) با فرضیات مسئله (میزان صحت فرضیه H_0 و H_1) و در صورت ارجحیت مطلق درجه درستی فرضیه H_0 نسبت به H_1 می توان به امکان وقوع مطلق فرضیه ارجح حکم نمود .

۴- تعریف مدل مورد مطالعه (اولویت بندی پیمانکاران پروژه)

هدف از طرح مدل آزمون فرض فازی ، ایجاد یک سیستم نرم افزاری پشتیبان تصمیم است که بکمک آن مدیران پروژه ها امکان ارزیابی پیمانکاران پروژه را در کوتاه ترین زمان و با بالاترین دقت در شرایط عدم قطعیت در فاکتورهای تصمیم بیابند . اصولاً یکی از فاکتور های تاثیر گذار بر موفقیت پروژه ها ، انتخاب صحیح و هوشمندانه پیمانکاران پروژه می باشد و با توجه به تعدد فاکتورهای تاثیر گذار بر انتخاب پیمانکاران و همچنین ارتباطات پیچیده مابین فاکتورهای تصمیم ، فرایند گزینش از الگوهای دشوار تصمیم گیری تبعیت می کند . در مقاله حاضر بدلیل عدم قطعیت در مولفه های تاثیر گذار در فرایند گزینش پیمانکاران پروژه ، از تکنیک آزمون فرض فازی استفاده شده است و همچنین اطلاعات در دست از پیمانکاران موجود نیز بعنوان مبنای تصمیم سازی ، در مدل لحاظ شده . لذا بعنوان نمونه تعداد ۱۰ پیمانکار در سطوح مختلف مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته و تلاش گردیده در انتهای تحقیق ابزاری برای قضاوت درمورد پیمانکاران جدید فراهم شود .

۵- گامهای ایجاد مدل پشتیبان تصمیم

۵-۱ - حل مدل

پس از انجام تحقیقات میدانی که در راستای شناسایی پیمانکاران واجد شرایط انجام گردید ، متغیر های مهم و تاثیر گذار در مدل تعیین شد که از نظر نگارندگان عبارتند از متغیرهای " مالی " ، " کمیت " و " کیفیت " که بر متغیر " قابلیت پیمانکار " موثر خواهند بود . سپس اقدام به تعریف معیارهای ارزش گذاری هر متغیر ، در راستای فازی سازی مسئله ، مطابق جدول ذیل شد :

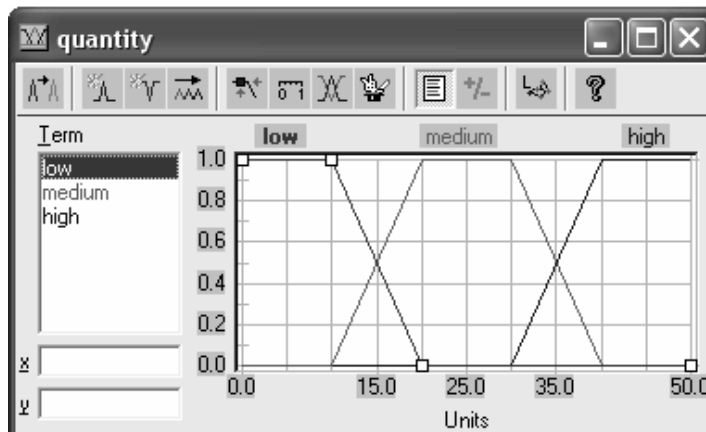
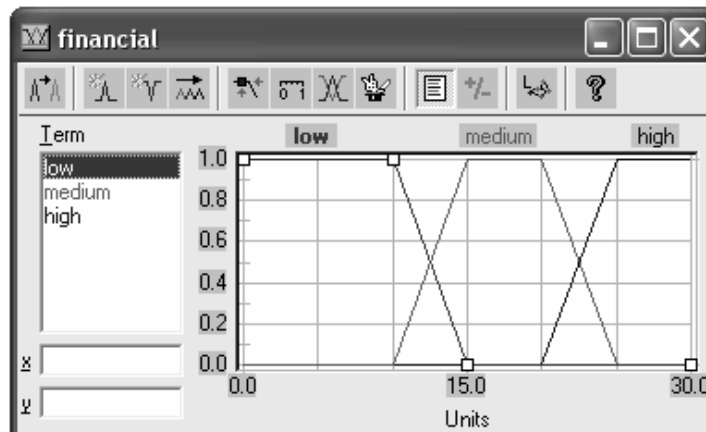
معیار	امتیاز	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
حاکم مبلغ قراردادهای											
گردش مالی سالانه											
تضمین پروژه											

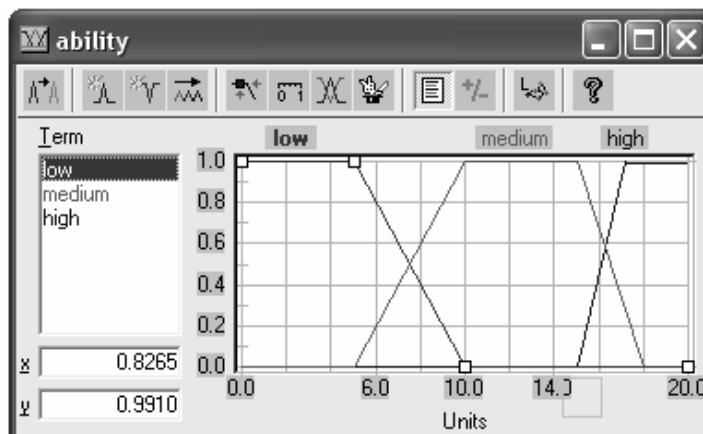
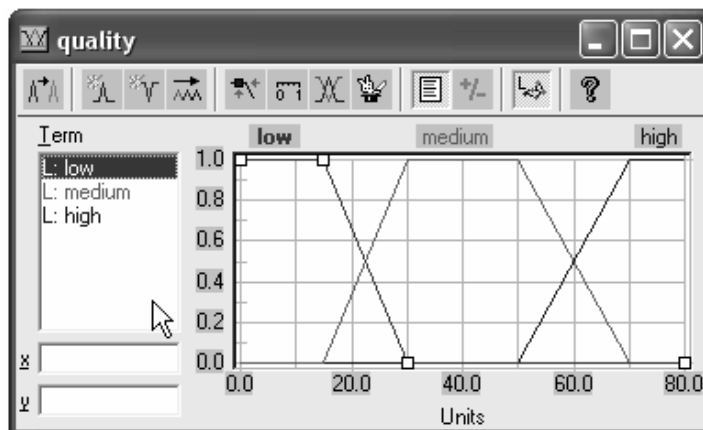
معیار	امتیاز	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
تعداد پروژه											
هزینه اجرای پروژه											
تعداد نیروی انسانی متخصص											
میزان تجهیزات کارگاهی											
تعداد کارگر ماهر											

ارزشگذاری متغیر زبانی کیفیت											
۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	امتیاز	معیار
											رعایت استانداردهای کاری
											تطابق با نیاز مشتری
											کفایت
											اعتبار
											گريد پیمانکار
											توانایی حل مشکلات
											خدمات پس از اجراء
											شناسایی نیاز مشتری

ارزشگذاری متغیر زبانی قابلیت											
۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	امتیاز	معیار
											تعداد پروژه های موفق
											برنامه ریزی موثر

با استفاده از جداول فوق ، نسبت به جمع آوری نظرات خبرگان در محدوده امتیاز دهی صفر تا یک برای هر یک از نمونه های انتخاب شده ، اقدام و بکمک نتایج حاصله ، محدوده های ارزشگذاری در افزایشی فازی مشخص گردید (مطابق نمودار های ذیل) .





سپس با توجه به در اختیار داشتن گراف افزاره های فازی متغیر های زبانی مدل ، جدول تعیین مقادیر فازی برای هریک از متغیرها و در ازای هر یک از پیمانکاران تهیه شد (مطابق جدول ذیل) .

جدول اطلاعات متغیرهای در دست بررسی

شماره پیمانکار	متغیر زبانی شاخص مالی				متغیر زبانی کمیت				متغیر زبانی ایجاد کیفیت			نمره کیفیت
	خوب	متوسط	ضعیف	نمره مالی	خوب	متوسط	ضعیف	نمره کمیت	خوب	متوسط	ضعیف	
1	-	1	0	15	-	1	-	29	-	1	-	39
2	-	1	-	18	1	-	-	41	0.2	0.8	-	54
3	0.2	0.8	-	21	0	1	-	30	-	1	-	31
4	-	0.8	0.2	14	0.1	0.9	-	31		1		37
5	1	-	-	27	0.3	0.7	-	33		1		42
6	0.8	0.2	-	24	-	1	-	24	-	0.7333	0.2667	26
7	0.6	0.4	-	12	1	-	-	42	0	1	-	50
8	-	1	-	18	-	0.3	0.7	13	0.6667	0.3333	-	20
9	-	1	-	17	-	1	-	22	-	1	-	33
10	0.4	0.6	-	22	-	1	-	25	-	1	0	30

♦ * *

متغیر زبانی قابلیت			
نمره قابلیت	ضعیف	متوسط	خوب
10	0	1	-
14	-	1	-
6	0.8	0.2	-
12	-	1	-
12	-	1	-
9	0.2	0.8	-
17	-	0.6666	0.3334
5	1	0	-
11	-	1	-
8	0.6	0.4	-

بعنوان مثال عدد ۱ در ستون "ضعیف" مربوط به "متغیر کیفیت" که در سطر پیمانکار شماره ۱ درج گردیده، عطف به گراف افزایشی متغیرهای زبانی و با توجه به نمره کیفیت "۳۹" پیمانکار مذکور بوده است و در ادامه نسبت به تعیین امتیازات تعلق گرفته شده به هر یک از فرضیات اقدام و نهایتاً درجه تأیید فرضیات معین گردید (مطابق جداول ذیل).

جدول فرضیه ها و درجه تأیید آنها													
درجه تأیید	کده پیمانکاران										فرضیه	شماره فرضیه	
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1			
0												پیمانکار با کیفیت خوب، کمیت خوب، شاخص مالی خوب و قابلیت خوب	۱
0												پیمانکار با کیفیت خوب، کمیت خوب، شاخص مالی خوب و قابلیت متوسط	۲
0												پیمانکار با کیفیت خوب، کمیت خوب، شاخص مالی خوب و قابلیت ضعیف	۳
0												پیمانکار با کیفیت خوب، کمیت خوب، شاخص مالی متوسط و قابلیت خوب	۴
0.02									0.2			پیمانکار با کیفیت خوب، کمیت خوب، شاخص مالی متوسط و قابلیت متوسط	۵
0												پیمانکار با کیفیت خوب، کمیت خوب، شاخص مالی متوسط و قابلیت ضعیف	۶
0												پیمانکار با کیفیت خوب، کمیت خوب، شاخص مالی ضعیف و قابلیت خوب	۷
0												پیمانکار با کیفیت خوب، کمیت خوب، شاخص مالی ضعیف و قابلیت متوسط	۸
0												پیمانکار با کیفیت خوب، کمیت خوب، شاخص مالی ضعیف و قابلیت ضعیف	۹
0												پیمانکار با کیفیت خوب، کمیت متوسط، شاخص مالی خوب و قابلیت خوب	۱۰
0												پیمانکار با کیفیت خوب، کمیت متوسط، شاخص مالی خوب و قابلیت متوسط	۱۱
0												پیمانکار با کیفیت خوب، کمیت متوسط، شاخص مالی خوب و قابلیت ضعیف	۱۲
0												پیمانکار با کیفیت خوب، کمیت متوسط، شاخص مالی متوسط و قابلیت خوب	۱۳
0												پیمانکار با کیفیت خوب، کمیت متوسط، شاخص مالی متوسط و قابلیت متوسط	۱۴
0.02			0.2									پیمانکار با کیفیت خوب، کمیت متوسط، شاخص مالی متوسط و قابلیت ضعیف	۱۵
0												پیمانکار با کیفیت خوب، کمیت متوسط، شاخص مالی ضعیف و قابلیت خوب	۱۶
0												پیمانکار با کیفیت خوب، کمیت متوسط، شاخص مالی ضعیف و قابلیت متوسط	۱۷
0												پیمانکار با کیفیت خوب، کمیت متوسط، شاخص مالی ضعیف و قابلیت ضعیف	۱۸
0												پیمانکار با کیفیت خوب، کمیت ضعیف، شاخص مالی خوب و قابلیت خوب	۱۹
0												پیمانکار با کیفیت خوب، کمیت ضعیف، شاخص مالی خوب و قابلیت متوسط	۲۰
0												پیمانکار با کیفیت خوب، کمیت ضعیف، شاخص مالی خوب و قابلیت ضعیف	۲۱
0												پیمانکار با کیفیت خوب، کمیت ضعیف، شاخص مالی متوسط و قابلیت خوب	۲۲
0												پیمانکار با کیفیت خوب، کمیت ضعیف، شاخص مالی متوسط و قابلیت متوسط	۲۳
0.04667			0.47									پیمانکار با کیفیت خوب، کمیت ضعیف، شاخص مالی متوسط و قابلیت ضعیف	۲۴
0												پیمانکار با کیفیت خوب، کمیت ضعیف، شاخص مالی ضعیف و قابلیت خوب	۲۵
0												پیمانکار با کیفیت خوب، کمیت ضعیف، شاخص مالی ضعیف و قابلیت متوسط	۲۶
0												پیمانکار با کیفیت خوب، کمیت ضعیف، شاخص مالی ضعیف و قابلیت ضعیف	۲۷
0.02				0.2								پیمانکار با کیفیت متوسط، کمیت خوب، شاخص مالی خوب و قابلیت خوب	۲۸
0.07				0.4		0.3						پیمانکار با کیفیت متوسط، کمیت خوب، شاخص مالی خوب و قابلیت متوسط	۲۹
0												پیمانکار با کیفیت متوسط، کمیت خوب، شاخص مالی خوب و قابلیت ضعیف	۳۰
0.01334				0.13								پیمانکار با کیفیت متوسط، کمیت خوب، شاخص مالی متوسط و قابلیت خوب	۳۱

براساس نتایج جدول فرضیه ها و درجه تأیید آنها ، بعنوان مثال ، پیمانکار دوم به میزان ۰,۲ فرضیه ۵ و به اندازه ۰,۸ فرضیه ۳۲ را تأیید می نماید ، همچنین در مندرجات ستون "درجه تأیید فرضیه " بالاترین امتیاز به فرضیه شماره ۴۱ مبنی بر پیمانکار با کیفیت متوسط ، کمیت متوسط ، شاخص مالی متوسط و قابلیت متوسط ، تعلق می گیرد و میزان تأیید سایر فرضیات نیز به ترتیب بزرگی رقم ستون مذکور قابل محاسبه می باشد . جمع بندی نهائی محاسبات در قالب تدوین استنتاجات فازی بوقوع خواهد پیوست که این مهم امکان تعیین امتیازات تعلق گرفته به هر پیمانکار جدید را در مقایسه با پیمانکاران قبلی (بعنوان مبنای اطلاعات سیستم پشتیبان تصمیم) فراهم می سازد ، بعنوان نمونه می توان پنج پیمانکار جدید را بکمک تکنیک آزمون فرض فازی و مباحث پیش ذکر شده مورد بررسی و مقایسه قرار داد . در این راستا براساس نتایج جدول درجه تأیید فرضیات ، ضمن ترکیب مندرجات جدول مذکور با جدول اطلاعات متغیرهای در دست بررسی (در قالب استنتاج فازی) ، اقدام به قطعی سازی نتایج ، از طریق تکنیک Center of Maximum می نمائیم که ارقام حاصل از اجرای گامهای مورد بحث بعنوان امتیاز نهائی تعلق گرفته به هر پیمانکار مطابق جدول ذیل خواهد بود :

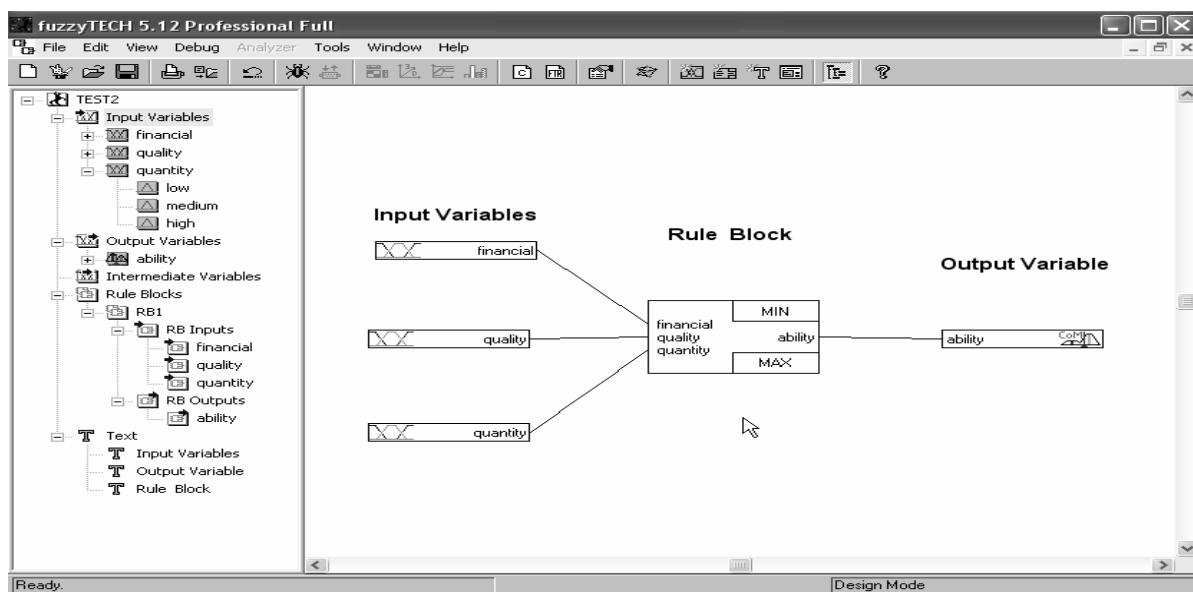
	ability
pybankar1	8.969
pybankar2	10.211
pybankar3	13.0505
pybankar4	12.5
pybankar5	12.5

براساس ضرائب فوق پیمانکار شماره ۳ با بیشترین امتیاز گزینه اول و سایر پیمانکاران نیز به ترتیب نزولی امتیازات در جایگاههای دوم تا پنجم قرار می گیرند .

۵-۲ - مکانیزاسیون مدل پشتیبان تصمیم

در قسمتهای قبلی این مقاله ضمن آشنائی با مبانی منطق فازی و آزمون فرض فازی ، گامهای حل مدل در محیط فازی تشریح گردید . با توجه به این نکته که سهولت در تکرار ، دقت و سرعت در اعلام نتیجه از ضروریات فرایند تصمیم گیری می باشد لذا مکانیزاسیون روال پیش ذکر شده جهت سهولت در اجرا و تکرار پذیری آن ، کاملاً الزامی است بنابراین در ادامه تحقیق از نرم افزار Fuzzy tech جهت ایجاد نرم افزار پشتیبان تصمیم ، برای مسئله اولویت بندی و گزینش پیمانکاران پروژه استفاده شده است .

ساخت مدل مورد نظر در قالب تعریف Input Variables شامل متغیرهای مالی ، کمیت ، کیفیت و Output Variables شامل متغیر قابلیت پیمانکار و Rule Blocks (مطابق تصویر ذیل) و همچنین افزابندی هریک از متغیرهای زبانی (مطابق نمودارهای افزابندی درج شده در بند ۵-۱) ، انجام می گردد .



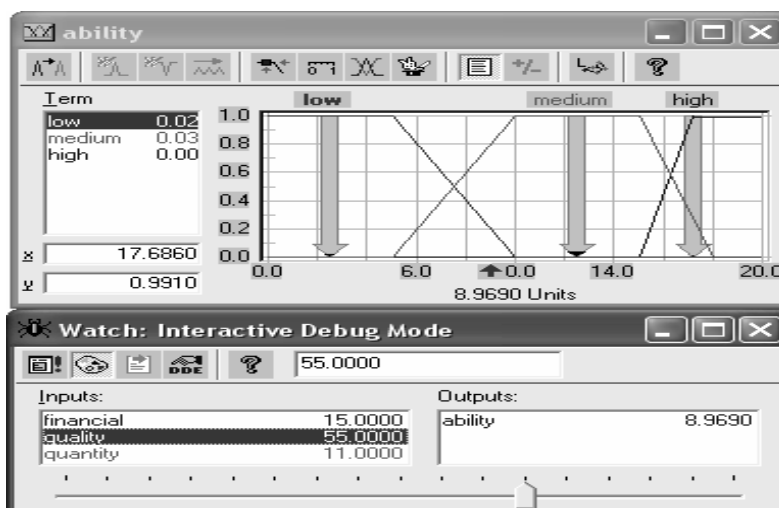
ضمناً میزان تأیید هریک از فرضیات مرتبط با Rule Blocks ، تحت جدول ذیل در مدل درج گردیده است .

	IF			THEN	
	financial	quality	quantity	DoS	ability
32	medium	low	medium	0.01	medium
33	medium	low	medium	0.00	high
34	medium	low	high	0.00	low
35	medium	low	high	0.00	medium
36	medium	low	high	0.00	high
37	medium	medium	low	0.02	low
38	medium	medium	low	0.00	medium
39	medium	medium	low	0.00	high
40	medium	medium	medium	0.11	low
41	medium	medium	medium	0.32	medium
42	medium	medium	medium	0.00	high
43	medium	medium	high	0.00	low
44	medium	medium	high	0.12	medium
45	medium	medium	high	0.02	high
46	medium	high	low	0.05	low
47	medium	high	low	0.00	medium
48	medium	high	low	0.00	high
49	medium	high	medium	0.02	low
50	medium	high	medium	0.00	medium
51	medium	high	medium	0.00	high
52	medium	high	high	0.00	low
53	medium	high	high	0.02	medium

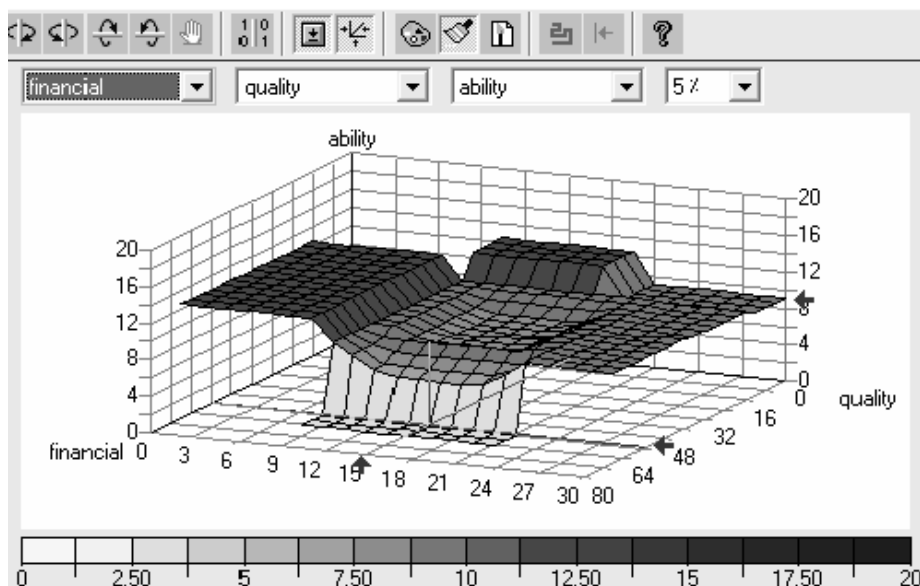
۶- تحلیل نتایج اجرای مدل

در قسمت ۲-۵ ساختارهای مورد نیاز جهت ایجاد ابزار پشتیبان تصمیم فراهم گردید و بر این اساس امکان برآورد قابلیت پیمانکاران جدید در انجام پروژه های واگذار شده بسهولت میسر خواهد بود .

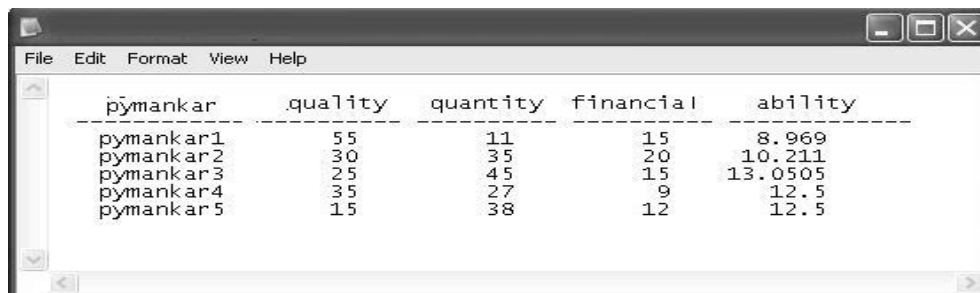
بعنوان مثال در صورتیکه هدف ، تصمیم گیری در مورد گزینش یا رتبه بندی پیمانکاری با امتیاز ۱۵ برای متغیر مالی ، امتیاز ۵۵ برای متغیر کیفیت و امتیاز ۱۱ برای متغیر کمیت ، باشد ، بکمک مدل DSS امتیاز ۸,۹۶۹ بعنوان امتیاز قابلیت پیمانکار در اخذ پروژه قابل احتساب خواهد بود . همچنین براساس افزاره های فازی مندرج در پنجره Term ارزش فازی متغیر " کیفیت " به اندازه ۰,۰۲ ، " کم " و به اندازه ۰,۰۳ " متوسط " برای پیمانکار مورد نظر مطرح می باشد ، ضمناً افزاره های فازی سایر متغیرها (مالی و کمیت) نیز به همین ترتیب قابل محاسبه خواهند بود .



باتکیه بر افرازه ها و قواعد تعریف شده در مدل ، امکان ایجاد تجسمی سه بعدی از فضای تصمیم در صورت تلاقی متغیرها با توجه به ضرورت تاثیر پذیری متغیر قابلیت از دو متغیر لحاظ شده در نمودار ، وجود دارد و بر این اساس جایگاه متغیر ability در محل تلاقی متغیرهای financial و quality خواهد بود (مطابق نمودارهای ذیل) و به همین ترتیب نتایج تلاقی سایر متغیرها نیز در دسترس می باشد . لازم بذکر است از نرم افزار مورد بحث برای انالیز حساسیت تصمیمات پروژه و تعیین تاثیرات متقابل تغییر هر متغیر بر فرایند تصمیم گیری نیز میتوان بهره گرفت .



نتایج ارزیابی پنج پیمانکار جدید ، بر مبنای مندرجات ستون ability حاکی از اولویت بندی پیمانکاران به ترتیب نزولی ، ۳ و (۴ یا ۵) و ۲ میباشد و لذا گزینش پیمانکار اصلح و اخذ تصمیم در رابطه با واگذاری مسئولیت ، در محیط تصمیم و با داده های غیر قطعی با سهولت و دقت بالایی صورت پذیرفته است .



pymankar	quality	quantity	financial	ability
pymankar1	55	11	15	8.969
pymankar2	30	35	20	10.211
pymankar3	25	45	15	13.0505
pymankar4	35	27	9	12.5
pymankar5	15	38	12	12.5

۷- خلاصه و نتیجه گیری

گزینش و اولویت بندی واگذاری مسئولیت به پیمانکاران پروژه، از حساس ترین تصمیمات اخذ شده در طول اجرای یک پروژه می باشد، لذا در این مقاله بدلیل عدم قطعیت فاکتورهای تصمیم در شرایط واقعی، ضمن ایجاد مدل آزمون فرض فازی، با بکارگیری نرم افزار Fuzzy tech، نسبت به تدوین سیستم پشتیبان تصمیم (DSS) اقدام و توسط آن فرایند پیچیده تصمیم گیری فازی بکمک آزمون فرض فازی محقق گردید لذا با عنایت به توانمندیهای تکنیک مورد بحث، امکان توسعه کاربرد مفاهیم فوق در اخذ تصمیمات سیستماتیک و در محیط های تصمیم گیری ترکیبی و پیچیده بسهولت وجود خواهد داشت.

۸- فهرست منابع

۱- کازوتاناکا، ترجمه دکتر علی وحیدیان کامیاد و دکتر حامد رضا طارقیان، مقدمه ای بر منطق فازی، چاپ اول، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۸۱.

۲- فریبرز جولائی و اصغر وظیفه، تئوری و متدولوژی انتخاب پیمانکار یک پروژه تحقیقاتی با استفاده از روشهای تصمیم گیری چند معیاره گروهی، مقاله، ۱۳۸۳.

3-P.Filzomer & R.vIRTL, Testing hypotheses With fuzzy data, Department of Statistics and probability Theory – Vinna University of Technology, 2004