حل یک مدل فرایند تحلیل شبکه‌ای برای انتخاب قوانین توزیع امکانات با استفاده از مجموعه فازی شهودی بازه‌ای

زینب قربانی[1]، رضا توکلی مقدم[2*]، بهنام وحدانی[3]، منیر مینایی[4]، سید میثم موسوی[5]

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب، تهران، ایران
۲. استاد دانشکده مهندسی صنایع، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۳. دانشجوی دکتری دانشکده مهندسی صنایع، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
٤. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب، تهران، ایران
٥. دانشجوی دکتری دانشکده مهندسی صنایع، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

دریافت: ۹۲/۱/۱٤ پذیرش: ۹۳/۳/۳۱

چکیده

نیاز به انعطاف‌پذیری دربحث تولید و افزایش رقابت و نیاز به پاسخگویی به تقاضای مشتریان در زمان مناسب، موضوعی ضروری در بحث تولید می‌باشد. دلایل متعددی بر سیستم تولید انعطاف‌پذیر اثرگذار می‌باشد.یکی از دلایل مهم وتأثیرگذار خطی‌مشی، زمان‌بندی است که ارتباط مستقیم با قانون توزیع امکانات دارد.انتخاب این قانون می‌تواند براساس معیارهای متعدد صورت گیرد که هریک از این معیارها بر یکدیگر اثرگذاری متقابل دارند. از این رو یک مدل فرایند تحلیل شبکه‌ای جهت یافتن یک قانون توزیع امکانات مناسب لازم می‌باشد.همچنین به دلیل ماهیت مسئله و قطعیت نداشتن در فرایند مقایسه زوجی و اثرگذاری معیارها بر هم وبر انتخاب قوانین توزیع امکانات نمی‌توان از روش قطعی برای حل این مدل استفاده کرد.از این رو مدل فرایند تحلیل شبکه‌ای با مجموعه فازی بازه‌ای شهودی[1]به دلیل ویژگی‌های موجود در تصمیم‌گیری چند معیاره در شرایط عدم قطعیت حل می‌شود. سپس انتخاب قانون توزیع امکانات با توجه به نظرات خبرگان صنعت ارائه شده و در خاتمه رتبه‌بندی مناسب برای این انتخاب پیشنهاد می‌شود.

کلیدواژه‌ها: فرایند تحلیل شبکه‌ای، قوانین توزیع امکانات، اعداد فازی شهودی بازه‌ای.

---

* نویسندهٔ مسؤول مقاله: E-mail: tavakoli@ut.ac.ir

۱- مقدمه

خط‌مشی زمان‌بندی که بستگی به انتخاب قوانین توزیع امکانات دارد، یکی از دلایلی است که بر بهره‌وری تولید انعطاف‌پذیر اثر می‌گذارد[۱، صص ۸۰۱-۷۸۵]. انتخاب یک قانون توزیع امکانات تنها می‌تواند براساس یک یا دو معیار مانند زمان پردازش، موعد مقررو یا اجزای *سیستم* در روش‌های سنتی از قبیل برنامه‌نویسی ریاضی، شبیه‌سازی و الگوریتم‌های ابتکاری صورت گیرد. درواقع قانون توزیع امکانات ترتیبی از کارها را ارائه وسپس با تعیین دستگاه‌های پردازشی، فرایند شروع وزمان پایان را روی دستگاه پردازش معین می‌کند. انتخاب قوانین توزیع امکانات با روش‌های سنتی و با در نظر گرفتن یک یا دو معیار نمی‌تواند راه‌حل جامع برای حل مسئله توزیع امکانات باشد.

در بسیاری از موارد،نتایج حاصل از تصمیم‌گیری، تنها زمانی مطلوب است و موجب رضایت‌مندی تصمیم‌گیرنده می‌شود که تصمیم‌گیری براساس چند ضابطه صورت گرفته باشد.در مدل‌هایی مانند برنامه‌ریزی خطی،برنامه‌ریزی عدد صحیح، تخصیص وتعداد زیادی از مدل‌های کلاسیک تحقیق در عملیات، فقط یک ضابطه مانند سود،زیان، هزینه،زمان و غیره مورد توجه قرار می‌گیرد. حال آنکه در مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره وچند شاخصه برای تعیین بهترین گزینه،چند معیار به طور همزمان استفاده می شوند[۲، صص ۳۵-۱].

در بحث انتخاب قانون توزیع امکانات تحقیقات متعددی در حالت‌های قطعی صورت گرفته استکه از جمله آن کازرونی وهمکاران هستند[۳، صص ۳٤-۲۷]که در این حوزه به انتخاب قوانین زمان‌بندی در سیستم تولید انعطاف‌پذیر پرداختند. آن‌ها درواقع به انتخاب ترکیب‌های مختلفی از روش‌های مختلف توزیع امکانات در این سیستم مبادرت ورزیدند. سوپرمانیان وهمکاران [٤، صص ٧٦٤-٧٥٩] شیوه زمان‌بندی فازی را ابداع کردند که عموما در تولید کارگاهی به منظور انتخاب قانون توزیع امکانات مورد استفاده قرار می‌گیرد.چنگ و همکاران[٥، صص ٦٤٢-٦٣١]یک شیوه فرایند تحلیل سلسله مراتبی با توجه به روش تحلیل محتوا برای ادغام مقادیر مقایسات زوجی ارائه داد.

برای انتخاب قوانین توزیع امکانات با توجه به روش فرایند تحلیل شبکه‌ای و در شرایط قطعیت نداشتن و خصوصا براساس رویکرد فازی مطالعات محدودیصورت گرفته است. سعدی‌نژاد و همکاران[٦، ص ٤٠٥] الگوریتمی را ارائه کردند که در آن یک الگوریتم کلی برای

حل مسئله انتخاب قانون توزیع امکانات با فرایند تحلیل شبکه‌ای به‌دست آمدکه در آن مراحل انتخاب قانون توزیع امکانات عبارتند از انتخاب شاخص‌ها وزیرشاخص‌ها، ارائه مدل وهمچنین تعیین روابط و انجام مقایسات زوجی و حل مدل ارائه شده است . لین وهمکاران [۷، صص ۲۱۶۳-۲۱۴۸] با در نظر گرفتن شاخص‌های اساسی وهمچنین زیر شاخص‌ها و همچنین در فضای قطعی به حل مسئله توزیع امکانات پرداختند.

در این مقاله شاخص‌های محدود و اثرگذار روی تولید انعطاف‌پذیر دریک مدل فرایند شبکه‌ای و با در نظر گرفتن عدم قطعیت در ماهیت مسأله مدل ارائه شده به‌وسیله روش فازی شهودی بازه‌ای حل شد.برای انتخاب قوانین توزیع منابع با توجه به شرایط عدم قطعیت و به‌خصوص براساس رویکرد فازی مطالعاتی صورت گرفته است اما تعداد مطالعات کاملا مرتبط با موضوع این پژوهش چندان زیاد نیست. روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی به‌وسیله نویسندگان مختلفی پیشنهاد شده است. لارهوون و پدریکز [۸، صص ۲۴۱-۲۲۹]از اعداد فازی مثلثی برای مقایسات زوجی استفاده کرده و بوکلی[۹، صص ۲۴۷-۲۳۳] از اعداد فازی ذوزنقه‌ای برای سنجش اولویت فازی استفاده نموده است.چنگ [۱۰، صص ۶۵۵-۶۴۹] نیز یک رویکرد فرایند تحلیل سلسله مراتبی جدید را مبتنی بر روش تحلیل محتوی برای ترکیب مقادیر مقایسات زوجی ارائه داده است. در این مطالعه، روش تحلیل محتوی در مدل فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی پیاده‌سازی شده است.

یکی از اصلی‌ترین موانع رویکردهای مذکور (فرایند تحلیل سلسله مراتبی، هوش مصنوعی، ریاضیات، شبیه‌سازی و روش‌های ابتکاری) این است که برای تعیین بهترین قانون توزیع منابع صرفا یک یا چند معیار عملکردی را انتخاب کرده و وابستگی میان معیارهای عملکردی را لحاظ نمی‌نماید. برخی از این الگوریتم‌ها که مورد استفاده قرار می‌گیرند، هیچ یک از اطلاعات سیستم تولید را لحاظ نمی‌کنند. بعلاوه وابستگی میان معیارها در سیستم‌های تولید را نیز در نظر نمی‌گیرند. اما در حقیقت معیارهای عملکردی و سیستم تولید به طور کلی مستقل نمی‌باشند. در این راستا یازگان[۱، صص ۸۰۱-۷۸۵] براساس راهبرد BOCR و با در نظر گرفتن زیر شاخص‌های متعدد به انتخاب قانون توزیع امکانات پرداخت و مدل ارائه شده را با فازی نوع اول حل نمودند.در بسیاری از شرایط واقعی تصمیم‌گیرندگان معمولا نمی‌توانند به دلیل وجود ابهام‌ها در شرایط تصمیم‌گیری و اطلاعات به ارائه ترجیحات خود بپردازند.بر این اساس

مطالعه تصمیم‌گیری چند معیاره در محیط فازی شهودی تا حد زیادی لازم می‌باشد[۱۱، صص ۱۱۷۳۴-۱۱۷۳۰]. مجموعه فازی بازه‌ای شهودی به دلیل داشتن دو شاخص درجه عضویت ودرجه عدم عضویت می‌تواند فضای خوبی برای تصمیم‌گیری ایجاد کند.

لذا در این مقاله به منظور لحاظ قطعیت نداشتن و هم چنین ابهام‌ها در پارامترهای تصمیم‌گیری و معیارهای عملکردی در سیستم تولید در مسئله انتخاب قانون توزیع منابع از مجموعه اعداد فازی شهودی بازه‌ای استفاده خواهیم کرد.در این مقاله با تکیه بر فرایند تحلیل شبکه‌ای و مجموعه بازی شهودی به حل مسئله توزیع امکانات پرداخته شده است. روش حاضر این امکان را می‌دهد که ضمن در نظر گرفتن شاخص‌های متعدد برای تصمیم‌گیری، اثرگذاری متقابل شاخص‌ها بر یکدیگر نیز بررسی شود. استفاده از این روش می‌تواند مشکل پژوهش‌ها با یک شاخص را بر طرف کند. همچنین استفاده از مجموعه فازی شهودی بازه‌ای به دلیل ویژگی‌های موجود درخود، امکان تصمیم‌گیری دقیق‌تری برای حل فرایند تحلیل شبکه‌ای فراهم می‌نماید.

در ادامه این مقاله در بخش دوم به شرح مفاهیم و عملگرهای مربوط به مجموعه اعداد فازی شهودی بازه‌ای پرداخته می‌شود. در بخش سوم نیز روش‌های حل فرایند تحلیل شبکه‌ای مرور شده و در نهایت مدل مورد بررسی برای حل ارائه خواهد شد.

۲-فازی شهودی بازه‌ای

آتاناسوف و گارگوف[۱۲، صص ۳۴۹-۳۴۳] مجموعه فازی شهودی را به مجموعه بازه‌ای شهودی تعمیم دادندکه در آن $\tilde{t_{\tilde{a}}}(x_i)$ درجه عضویت اعضای مجموعه است و $\tilde{f_{\tilde{a}}}(x_i)$ درجه عدم عضویت اعضای مجموعه می‌باشد.این رابطه به صورت زیر ارائه می‌شود

$$\begin{cases} \tilde{A} = \{< x_i, \tilde{t}_{\tilde{\alpha}}(x_i), \tilde{f}_{\tilde{\alpha}}(x_i) > | x_i \in X\} \\ \tilde{f}_{\tilde{\alpha}}(x_i) \subset [۰,۱] \qquad \forall x \\ \tilde{t}_{\tilde{\alpha}}(x_i) \subset [۰,۱] \end{cases} \quad (۱)$$

$$\in X \quad sup\tilde{t}_{\tilde{a}}(x_i) + sup\tilde{f}_{\tilde{a}}(x_i) \leq ۱$$

۲-۱- عملگرهای فازی شهودی بازه‌ای

آتاناسوف و گارگوف[۱۲، صص ۳۴۹-۳۴۳] $\widetilde{t_{\tilde{a}}}(x_i)$ و $\widetilde{f_{\tilde{a}}}(x_i)$ را عدد فازی شهودی بازه ای نامیده اند که اعداد α_1 و α_2 مطابق رابطه ۲ ارائه می‌شود. اگر این دوعدد از این مجموعه باشد، آنگاه عملگرهای این مجموعه در جدول ۱ نمایش داده می شود.

$$\alpha_1 = \left(\left[t^-_{\alpha_1}, t^+_{\alpha_1}\right], \left[f^-_{\alpha_1}, f^+_{\alpha_1}\right]\right) \quad (۲)$$

$$\alpha_2 = \left(\left[t^-_{\alpha_2}, t^+_{\alpha_2}\right], \left[f^-_{\alpha_2}, f^+_{\alpha_2}\right]\right)$$

جدول۱عملگرهای اصلی مجموعه اعداد فازی شهودی بازه‌ای

$\boldsymbol{\alpha_1 \oplus \alpha_2} = \left(\left[t^-_{\alpha_1} + t^-_{\alpha_2} - t^-_{\alpha_1} \times t^-_{\alpha_2}, t^+_{\alpha_1} + t^+_{\alpha_2} - t^+_{\alpha_1} \times t^+_{\alpha_2}\right], \left[f^-_{\alpha_1} \times f^-_{\alpha_2}, f^+_{\alpha_1} \times f^+_{\alpha_2}\right]\right)$
$\boldsymbol{\alpha_1 \otimes \alpha_2} = \left(\left[t^-_{\alpha_1} \times t^-_{\alpha_2}, t^+_{\alpha_1} \times t^+_{\alpha_2}\right], \left[f^-_{\alpha_1} + f^-_{\alpha_2} - f^-_{\alpha_1} \times f^-_{\alpha_2}, f^+_{\alpha_1} + f^+_{\alpha_2} - f^+_{\alpha_1} \times f^+_{\alpha_2}\right]\right)$
$\boldsymbol{\lambda\alpha} = \left(\left[1 - (1 - t^-_{\alpha_1})^\lambda, 1 - (1 - t^+_{\alpha_1})^\lambda\right], \left[\left(f^-_{\alpha_1}\right)^\lambda, \left(f^+_{\alpha_1}\right)^\lambda\right]\right) \quad \lambda > 0$
$\boldsymbol{\tilde{\alpha}^\lambda} = \left(\left[(t^-_{\alpha_1})^\lambda, (t^+_{\alpha_1})^\lambda\right], \left[(1 - (1 - t^-_{\alpha_1})^\lambda), (1 - (1 - t^+_{\alpha_1})^\lambda)\right]\right)$

شاخص‌های s_α, h_αبرای مقایسه دو عدد از مجموعه فازی شهودی بازه‌ای تعریف شده‌اند که در روابط ۳و٤ نمایش داده می‌شوند[۱۳، صص ۱۱۸۷-۱۱۷۹]:

$$s_{\alpha_1} = \left(t^-_{\alpha_1} - f^-_{\alpha_1} + t^+_{\alpha_1} - f^+_{\alpha_1}\right)/2 \quad (۳)$$

$$h_{\alpha_1} = \left(t^-_{\alpha_1} + f^-_{\alpha_1} + t^+_{\alpha_1} + f^+_{\alpha_1}\right)/2 \quad (٤)$$

به طوری که:

-اگر $s_{\alpha_1} > s_{\alpha_2}$ باشد، می‌توان نتیجه گرفت که $\alpha_1 > \alpha_2$ است.

-اگر $s_{\alpha_1} = s_{\alpha_2}$ باشد، پس:

- اگر $h_{\alpha_2} = h_{\alpha_1}$ باشد، تفاوتی میان α_1 و α_2 وجود ندارد. این دو باهم برابرند و نمایش

می‌دهیم $\alpha_2 \alpha_1 \sim$

- اگر $h_{\alpha_1} > h_{\alpha_2}$ باشد، می‌توان نتیجه گرفت که $\alpha_2 < \alpha_1$ است.

۲-۲- متغیرهای زبانی

جدول ۲ متغیرهای زبانی را نشان می‌دهد که برای اعداد مجموعه فازی شهودی وجود دارد [۱٤، صص ۲۱۹-۲۱۵]. در این مقاله،محاسبه مقایسات زوجی و تشکیل ماتریس مقایسه به کار رفته در فرایند تحلیل شبکه‌ای انجام می شود.

جدول۲ نمایش متغیرهای زبانی

$\tilde{\sigma}_1 = ([0, 0], [0.95, 0.75])$	به شدت ضعیف	۱/٤
$\tilde{\sigma}_2 = ([0.2, 0], [0.7, 0.5])$	ضعیف	
$\tilde{\sigma}_3 = ([0.45, 0.25], [0.45, 0.25])$	نسبتاً ضعیف	۱/۳
$\tilde{\sigma}_4 = ([0.7, 0.5], [0.22, 0.125])$	خوب	۱
$\tilde{\sigma}_5 = ([0.85, 0.75], [0.11, 0.0625])$	نسبتاً خوب	۲
$\tilde{\sigma}_6 = ([0.85, 0.75], [0.11, 0.0625])$	خیلی خوب	۳
$\tilde{\sigma}_7 = ([0.85, 0.75], [0.11, 0.0625])$	بینهایت عالی	٤

در زمانی که در مقایسه میان دو معیار یا پارامتر در مسئله، هر دو به یک میزان نقش ایفا کنند، اولویت عدد یک تخصیص داده می‌شود. همچنین در صورتیکه در این قیاس یکی بیشتر از دیگری اهمیت پیدا کند و تأثیرگذار باشد، به او اولویت ۳ و به دیگری اولویت $\frac{1}{3}$ و زمانی که به شدت به نفع یکی از طرفین باشد، به او اولویت ۵ و به پارامتر مقابل او $\frac{1}{5}$ تخصیص داده می‌شود. در شدت‌های مقایسه در بین این شرایط نیز از مقادیر میانی که در جدول ۲ در دسترس است، استفاده می‌شود.

۳- روش‌های حل فرایند تحلیل شبکه‌ای

هم فرایند تحلیل سلسله مراتبی [۲]و هم فرایند تحلیل شبکه‌ای[۳]هر دو توسط توماس ساعتی بیان و مبانی تئوریک آن‌ها ارائه شدند. تئوری فرایند تحلیل شبکه‌ای که ویرایشی سطح بالاتر از فرایند تحلیل سلسله مراتبیاست،نخست در دهه ۱۹۸۰ و در فصل ۸ کتاب ساعتی به نام تصمیم‌گیری چند معیار ارائه و به وضوح تشریح شده است.هدف ازفرایند تحلیل شبکه‌ایساختارمند کردن فرایند تصمیم‌گیری با توجه به یک سناریو متأثر از فاکتورهای چندگانه مستقل از هم می‌باشد [۱۵، صص ۳۱۵٤-۳۱٤۷]. این روش، فرایند تحلیل سلسله مراتبی را به عنوان یک ابزار تصمیم‌گیری چند معیاره به وسیله جایگزینی شبکه به جای سلسله مراتب بهبود می‌بخشد. یک مسئله پیچیده را می‌توان به چند مسئله فرعی متشکل از سطوح سلسله مراتبی به گونه‌ای تجزیه کرد که هر سطح در برگیرنده مجموعه‌ای از معیارها و گزینه‌های مربوط به هر مسئله فرعی می‌باشد. برای حل فرایند تحلیل شبکه‌ای روش‌های زیر معرفی شده‌اند:

۳-۱- روش کلاسیک

به طور کلی برای پیاده‌سازی فرایند تحلیل شبکه‌ای باید گام‌هایی را طی کرد. در گام اول باید گروهی از متخصصان و صاحب‌نظران جهت انجام مقایسات زوجی میان پارامترهای مختلف تشکیل شود. سپس درگام بعد مدل و ساختاری برای مسئله براساس روابط میان پارامترهای مختلف مفروض در مدل پایه‌ریزی گردد. با توجه به مدل تشکیل شده و روابط دیده شده در آن ماتریس، مقایسات زوجی میان پارامترهای مختلف تشکیل و بردارهای اولویت مربوطه استخراج می‌شود. با کمک اولویت‌های وزنی حاصل از ماتریس‌های تصمیم‌گیری سوپرماتریس فرایند تحلیل شبکه‌ای را تشکیل داده و با کمک رابطه ۵ و پایا کردن این ماتریس، اوزان کلی برای گزینه‌ها حاصل می‌شود. در گام آخربراساس اوزان به‌دست آمده از سوپرماتریس به انتخاب بهترین گزینه می‌پردازیم.

$$W = \lim_{k\to\infty} W_n^{2k+1} \qquad (۵)$$

۳-۲- روش پیشنهادی

به دلیل پیچیدگی محاسبه‌ها در روش کلاسیک- که البته با استفاده از متغیرهای فازی این پیچیدگی دو چندان خواهد شد- استفاده از روش زیر برای حل فرایند تحلیل شبکه‌ای پیشنهاد می‌شود:

گام ۱ : محاسبه اهمیت نسبی وزن‌ها برای معیارها

گام ۲ : تعیین وابستگی درونی زیرمعیارها در زیر هر معیار

گام ۳ : تعیین ماتریس وابستگی درونی معیارها در زیر هر معیار

گام ٤ : تعیین وابستگی اولویت‌های زیرمعیارها

گام ٥ : تعیین وابستگی اولویت‌های معیارها

گام ٦ : تعیین رتبه و میزان وابستگی اهمیت گزینه‌ها نسبت به هر زیرمعیار

گام ۷ : تعیین اولویت نسبی زیرمعیارها

گام ۸ : تعیین اولویت‌های سراسری گزینه‌ها

۳-۳-رویکرد مدلفازی

استفاده از متغیرهای فازی در انجام مقایسات زوجی به دلیل حل مشکل تعیین دقیق روابط می‌تواند بسیار مؤثر وراهگشا باشد. درمسائل تصمیم‌گیری، ارزیابی‌های انجام شده به‌وسیله متخصصان عبارات کلامی به صورت منطبق بر تجارب آن‌ها می‌باشد. این ارزیابی‌های زبانی، مبهم وتجزیه و تحلیل آن‌ها دشواراست. از این رونظریه مجموعه‌های فازی میتواند برای اندازه‌گیری مفاهیم گنگ ومبهم که درارتباط باقضاوت‌های ذهنی‌انسان هستند، به کاربرده شود. یک مجموعه فازی، مجموعه‌ای از اعضا با درجه‌های عضویت می‌باشد[١٦، صص ٦٩-٤٩]. در این مقاله، گام‌های روش پیشنهادی با استفاده از مجموعه‌های فازی شهودی صورت می‌گیرد. انجام این مقایسات با استفاده از متغیرهای زبانی صورت می‌گیرد که در جدول ۲ نمایش داده شده است.هریک از عناصر در این ماتریس به شکل رابطه ٦نمایش داده می‌شود:

$$x_{ij} = \left(\left[\mu^{l}{}_{۱۱}, \mu^{u}{}_{۱۱}\right], \left[\vartheta^{l}{}_{۱۱}, \vartheta^{u}{}_{۱۱}\right]\right) \quad (٦)$$

پس از انجام مقایسات زوجی در هر سطح باید مقادیر متناظر مقایسات شهودی جایگزین شده تا ماتریس A–که در رابطه شماره ۷ نمایش داده شده است –حاصل شود.

$$A=\begin{pmatrix}([\mu^l_{11},\mu^u_{11}],[\vartheta^l_{11},\vartheta^u_{11}]) & \cdots & ([\mu^l_{1n},\mu^u_{1n}],[\vartheta^l_{1n},\vartheta^u_{1n}])\\ \vdots & \cdots & \vdots\\ ([\mu^l_{n1},\mu^u_{n1}],[\vartheta^l_{n1},\vartheta^u_{n1}]) & \cdots & ([\mu^l_{nn},\mu^u_{nn}],[\vartheta^l_{nn},\vartheta^u_{nn}])\end{pmatrix} \qquad (۷)$$

در این صورت ماتریس مقایسات زوجی را با استفاده از رابطه زیر نرمال می‌کنیم تا ماتریس Aکه در رابطه ۹ نمایش داده شده است، حاصل شود [۱۳، صص ۱۱۸۷-۱۱۷۹]،به طوری که هر عنصر x_{ij} از ماتریس مقایسات زوجی به عنصر r_{ij} بااستفاده از رابطه۸ تبدیل می‌گردد.

$$\tilde{r}_{ij}=\left(\left[\frac{\mu_{\delta_{ij}}{}^{l}-min_i\left(\mu_{\delta_{ij}}{}^{l}\right)}{1-min_i\left(\mu_{\delta_{ij}}{}^{l}\right)-min_i\left(\nu_{\delta_{ij}}{}^{l}\right)},\frac{\mu_{\delta_{ij}}{}^{u}-min_i\left(\mu_{\delta_{ij}}{}^{l}\right)}{1-min_i\left(\mu_{\delta_{ij}}{}^{l}\right)-min_i\left(\nu_{\delta_{ij}}{}^{l}\right)}\right],\left[\frac{\nu_{\delta_{ij}}{}^{l}-min_i\left(\nu_{\delta_{ij}}{}^{l}\right)}{1-min_i\left(\mu_{\delta_{ij}}{}^{l}\right)-min_i\left(\nu_{\delta_{ij}}{}^{l}\right)},\frac{\nu_{\delta_{ij}}{}^{u}-min_i\left(\nu_{\delta_{ij}}{}^{l}\right)}{1-min_i\left(\mu_{\delta_{ij}}{}^{l}\right)-min_i\left(\nu_{\delta_{ij}}{}^{l}\right)}\right]\right) \qquad (۸)$$

$$\acute{A}=\begin{pmatrix}([\acute{\mu}^l_{11},\acute{\mu}^u_{11}],[\acute{\vartheta}^l_{11},\acute{\vartheta}^u_{11}]) & \cdots & ([\acute{\mu}^l_{1n},\acute{\mu}^u_{1n}],[\acute{\vartheta}^l_{1n},\acute{\vartheta}^u_{1n}])\\ \vdots & \cdots & \vdots\\ ([\acute{\mu}^l_{n1},\acute{\mu}^u_{n1}],[\acute{\vartheta}^l_{n1},\acute{\vartheta}^u_{n1}]) & \cdots & ([\acute{\mu}^l_{nn},\acute{\mu}^u_{nn}],[\acute{\vartheta}^l_{11},\acute{\vartheta}^u_{nn}])\end{pmatrix} \qquad (۹)$$

پس از نرمال‌سازی هریک از عناصر ماتریس، با استفاده از میانگین هندسی وعملگرهای مجموعه فازی شهودی، بردار وزن مقایسات را محاسبه می‌کنیم که در ماتریسWو در رابطه ۱۰ نمایش داده شده است[۱۳، صص ۱۱۸۷-۱۱۷۹].

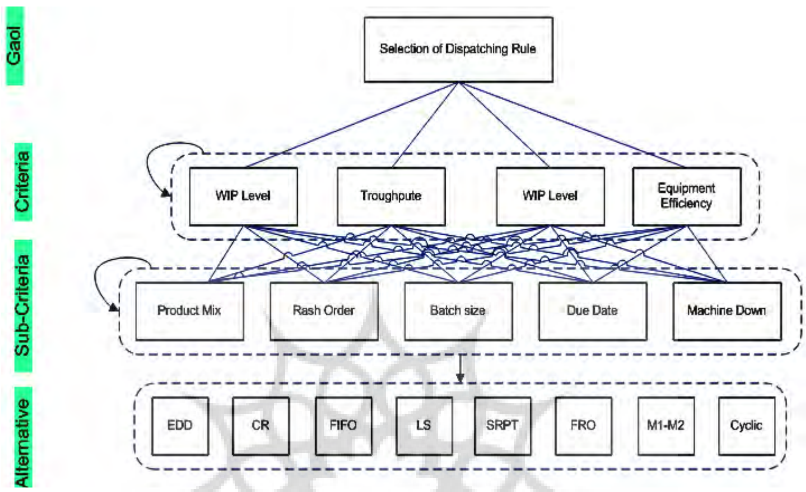
$$W=\begin{pmatrix}w_1\\ \vdots\\ w_n\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}([\acute{\mu}^l_{w1},\acute{\mu}^u_{w1}],[\acute{\vartheta}^l_{w1},\acute{\vartheta}^u_{w1}])\\ \vdots\\ ([\acute{\mu}^l_{wn},\acute{\mu}^u_{wn}],[\acute{\vartheta}^l_{wn},\acute{\vartheta}^u_{wn}])\end{pmatrix} \qquad (۱۰)$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۴-حل مدل

برای حل مدل شکل ۱ با روش پیشنهادیمقایسات زوجی در سه سطح صورت می‌گیرد. در سطح معیارها، مقایسات زوجی مربوط به ارزیابی معیارها نسبت به هدف مسئله و همچنین ارزیابی درونی برای مقایسه تأثیرات درونی معیارها نسبت به یکدیگر سنجیده می‌شود. به طور مشابه در سطح زیرمعیارها مقایسات زوجی مربوط به ارزیابی زیرمعیارها به معیارها و نسبت

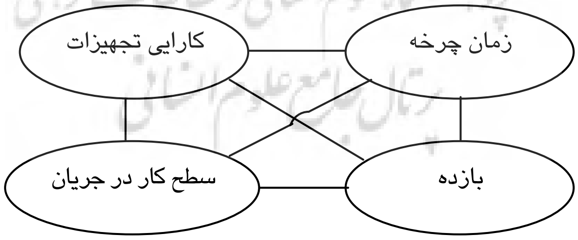
به یکدیگر صورت می‌گیرد. همچنین لازم است در سطح گزینه‌ها ماتریس مقایسات زوجی سنجش اولویت گزینه‌ها نسبت به هر یک از زیرمعیارها کامل شود.



شکل ۱ مدلی برای انتخاب قوانین توزیع امکانات

گام ۱ : محاسبه اهمیت نسبی وزن‌ها برای معیارها

ارتباط معیارهای مدل توسط متخصصان در شکل۲ مشخص و مقایسات زوجی مربوطه برای تعیین اولویت نسبی این معیارها به صورت جدول۳ می‌باشد.



شکل ۲ رابطه میان شاخص‌ها

جدول ۳ ماتریس مقایسه زوجی معیارها نسبت به هم

	زمان چرخه	بازده	سطح کاردرجریان	کارایی تجهیزات	وزن
زمان چرخه[4]	۱	۳	۲	۱/۳	([۰/۳۷,۰/۵۱],[۰/۳۵,۰/۴۹])
بازده[5]	۱/۲	۱	۲	۱/۲	([۰/۴۵,۰/۵۹],[۰/۲۶,۰/۴۱])
سطح کاردرجریان[6]	۱/۲	۱/۲	۱	۱/۴	([۰/۷۱,۰/۸۲],[۰/۰۰,۰/۱۷])
کارایی تجهیزات[7]	۳	۲	٤	۱	([۰/۰۰,۰/۱۸],[۰/۷۱,۰/۸۲])

$CR=۰.۰۲, IR=۰.۰۲ \lambda_{max} = ٤/۰٦$

گام ۲ : تعیین ماتریس وابستگی معیارها در زیر هدف

این مقایسات زوجی برای اولویت‌بندی معیارها نسبت به هدف صورت گرفته و وزن‌های حاصل محاسبه می‌شود، همانطور که در جدول ٤ نشان داده است.

جدول۴ ماتریس مقایسه زوجی معیارها نسبت به هدف

	زمان چرخه	بازده	سطح کاردرجریان	کارایی تجهیزات	وزن
زمان چرخه	۱	۱/۳	۱/۲	۱/٤	([۰/۷۳,۰/۸۳],[۰/۰۰,۰/۱٦])
بازده	۳	۱	۱/۲	۳	([۰/۲۸,۰/٤۳],[۰/٤٥,۰/٥۷])
سطح کاردرجریان	۲	۲	۱	۱/۲	([۰/۳٦,۰/۳۸],[۰/٤٦,۰/٥۳])
کارایی تجهیزات	٤	۱/۳	۲	۱	([۰/۲۷,۰/۳۳],[۰/٤۷,۰/٥۹])

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

گام ۳ :تعیین وابستگی اولویت‌های معیارها

این اولویت از رابطه ۱۱ واز حاصلضرب مقایسات زوجی گام اول ووزن گام دوم حاصل می‌شودکه نتایج آن در جدول ۵ نمایش داده شده است.

$$W_{criteria} = W_{criteria-Local} \times W_{criteria-relative} \quad (۱۱)$$

جدول ۵ وزن اولویت سطح معیار

	هدف	
زمان چرخه	[۰/۱٤, ۰/۲۷]	[۰/٥۷, ۰/۷۰]
بازده	[۰/۱۷, ۰/۳۱]	[۰/٥۲, ۰/٦٥]
سطح کاردرجریان	[۰/۲٤, ۰/۳۹]	[۰/٤٤, ۰/٥۸]
کارایی تجهیزات	[۰/۰٥, ۰/۱٥]	[۰/۷۲, ۰/۸۲]

گام ٤ : تعیین اولویت نسبی زیرمعیارها

مقایسات زوجی مربوط به تعیین اولویت نسبی زیرمعیارها به یکدیگر تشکیل و در جدول ٦ ارائه شده است.

جدول۶ ماتریس مقایسه زوجی زیرمعیارها نسبت به هم

	ترکیب محصول	هجوم سفارش	اندازه دسته	تاریخ سررسید	خرابی ماشین	وزن
ترکیب محصول[۸]	۱	۳	۲	۲	۱/٥	([۰/۲۳, ۰/۳۹], [۰/٥۱, ۰/٦۱])
هجوم سفارش[۹]	۱/۳	۱	۱/۲	۱	۱/۳	([۰/۷۳, ۰/۸٥], [۰/۰۰, ۰/۱٥])
اندازه دسته[۱۰]	۱/۲	۲	۱	۲	۱/۳	([۰/٥۳, ۰/٦٦], [۰/۲۱, ۰/۳٤])
تاریخ سررسید[۱۱]	۱/۲	۱	۱/۲	۱	۱/۳	([۰/۷۰, ۰/۸۰], [۰/۰۳, ۰/۱۸])
خرابی ماشین[۱۲]	٥	۳	۳	۳	۱	([۰/۰۸, ۰/۲٦], [۰/٦٥, ۰/۷٤])

گام ٥ : تعیین وابستگی نسبی درونی زیرمعیارها در زیر هر معیار اصلی[۱۲۱۱۱۰۹۸]

اولویت نسبی زیرمعیارهای را نسبت به هریک از معیارها محاسبه و وزن‌های مربوط به آن دررابطه شماره ۱۲ نمایش داده شده است.

(۱۲)

$$\begin{pmatrix} \text{([۰/۳۱, ۰/٤۳], [۰/٤٦/۰/۵۷])} & \text{([۰/۷۳, ۰/۸۳], [۰/۰۰, ۰/۱۷])} & \text{([۰/۲٤, ۰/۳۹], [۰/٤۸, ۰/٦۱])} & \text{([۰/۳۲, ۰/٤٦], [۰/٤۲, ۰/۵٤])} \\ \text{([۰/۲۱, ۰/۳۳], [۰/۵۷, ۰/٦۷])} & \text{([۰/۰۸, ۰/۲٤], [۰/٦۵, ۰/۷٦])} & \text{([۰/۱۸, ۰/۳٤], [۰/۵٤, ۰/٦٦])} & \text{([۰/۲۰, ۰/۳٤], [۰/۵۵, ۰/٦٦])} \\ \text{([۰/۷۳, ۰/۸۱], [۰/۰٤, ۰/۱۹])} & \text{([۰/۲٦, ۰/٤۰], [۰/٤۷, ۰/٦۰])} & \text{([۰/۷۲, ۰/۸۳], [۰/۰۰, ۰/۱۷])} & \text{([۰/۰۹, ۰/۲٤], [۰/٦٦, ۰/۷٦])} \\ \text{([۰/۰۷, ۰/۲۱], [۰/۷۱, ۰/۷۹])} & \text{([۰/٤۲, ۰/۵۵], [۰/۳۱, ۰/٤۵])} & \text{([۰/۱۷, ۰/۳۳], [۰/۵۷, ۰/٦۷])} & \text{([۰/٦۱, ۰/۷۲], [۰/۱۳, ۰/۲۸])} \\ \text{([۰/۵۱, ۰/٦۱], [۰/۲٦, ۰/۳۹])} & \text{([۰/۲۰, ۰/۳٤], [۰/۵٤, ۰/٦٦])} & \text{([۰/٤٦, ۰/٦۰], [۰/۲٦, ۰/٤۰])} & \text{([۰/۷٤, ۰.۸٤], [۰.۰۰, ۰.۱٦])} \end{pmatrix}$$

گام ٦ :تعیین وابستگی اولویت‌های زیرمعیارها

اوزان حاصل از گام پنجم و ماتریس مقایسات زوجی حاصل از گام چهارم را با توجه به رابطه ۱۳ در یکدیگر ضرب کرده و اولویت زیرمعیارها را به‌دست می‌آوریم. مقادیر به‌دست آمده دررابطه ١٤ آمده است.

$$W_{subcriteria-global} = W_{relative} \times W_{subcriteria-local} \qquad (۱۳)$$

(١٤)

$$\begin{pmatrix} \text{([۰/٦۱, ۰/۷۳], [۰/۱۲, ۰/۲۵])} & \text{([۰/٦۰, ۰/۷۵], [۰/۱۱, ۰/۲٤])} & \text{([۰/٦۱, ۰/۷۵], [۰/۱۰, ۰/۲۳])} & \text{([۰/٦۰, ۰/۷۲], [۰/۱۲, ۰/۲٦])} \\ \text{([۰/٤۸, ۰/٦۲], [۰/۲۲, ۰/۳٦])} & \text{([۰/٤٤, ۰/٦۳], [۰/۲۱, ۰/۳٦])} & \text{([۰/٤۸, ۰/٦٤], [۰/۱۹, ۰/۳٤])} & \text{([۰/۵۵, ۰/٦٦], [۰/۱۷, ۰/۳۱])} \\ \text{([۰/۵۷, ۰/۷۰], [۰/۱۵, ۰/۲۸])} & \text{([۰/۵٤, ۰/۷۲], [۰/۱۳, ۰/۲۷])} & \text{([۰/۵٦, ۰/۷۳], [۰/۱۲, ۰/۲٦])} & \text{([۰/٦۲, ۰/۷٤], [۰/۱۱, ۰/۲٤])} \\ \text{([۰/۵۰, ۰/٦٤], [۰/۲۰, ۰/۳٤])} & \text{([۰/٤۹, ۰/٦۷], [۰/۱۰, ۰/۲۳])} & \text{([۰/٤۹, ۰/٦٦], [۰/۱۸, ۰/۳۲])} & \text{([۰/۵٦, ۰/٦۸], [۰/۱٦, ۰/۲۹])} \\ \text{([۰/۸۱, ۰/۸۲], [۰/۰٦, ۰/۱۷])} & \text{([۰/٦۲, ۰/۷۷], [۰/۱۰, ۰/۲۳])} & \text{([۰/۷۹, ۰/۸٤], [۰/۰٤, ۰/۱۵])} & \text{([۰/۸۸, ۰/۸۳], [۰/۰۵, ۰/۱٦])} \end{pmatrix}$$

گام ۷ : تعیین وابستگی اولویت زیرمعیارها

اوزان حاصل از گام ششم وسوم با توجه به رابطه ۱۵در یکدیگر ضرب شده ونتایج آن دررابطه١٦ نشان‌دهنده اولویت سطح معیارها و زیرمعیارها می‌باشد.

$$W_{subcriteria} = W_{criteria} \times W_{subcriteria\ global} \qquad (۱۵)$$

(١٦)

$$\begin{pmatrix} \text{([۰/۸۱, ۰/۹٤], [۰/۰۰, ۰/۰٤])} \\ \text{([۰/۷۳, ۰/۹۱], [۰/۰۱, ۰/۰۷])} \\ \text{([۰/۸۰, ۰/۹٤], [۰/۰۰, ۰/۰۵])} \\ \text{([۰/۷۵, ۰/۹۲], [۰/۰۱, ۰/۰۷])} \\ \text{([۰/۹۱, ۰/۹۷], [۰/۰۰, ۰/۰۳])} \end{pmatrix}$$

گام ۸ : تعیین رتبه و میزان وابستگی اهمیت گزینه‌ها نسبت به هریک از زیرمعیارها

مقایسات زوجی میان گزینه‌ها پیرامون هر زیرمعیار انجام می‌شود و اوزان حاصل از

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

هریک از این مقایسات در یک ماتریس اوزان جای می‌گیرد که مقادیر به دست آمده از این مقایسات در شبکه دررابطه۱۷آمده است.

([٠/٤٨, ٠/٥٩], [٠/٢٩, ٠/٤١])	([٠/٣٢, ٠/٤٥], [٠/٤٥, ٠/٥٧])	([٠/٢٠, ٠/٣٣], [٠،٧١, ٠/٧٧])	([٠/٦٧, ٠/٧٦], [٠/٠٨, ٠/٢١])	([٠/٤٥, ٠/٥٧], [٠/٢٢, ٠/٣٦])
([٠/١٣, ٠/٢٨], [٠/٦٢, ٠/٧٣])	([٠/٣٤, ٠/٤٦], [٠/٤٣, ٠/٥٤])	([٠/٢١, ٠/٣٣], [٠/٥٨, ٠/٦٧])	([٠/٠٩, ٠/٢٢], [٠/٧٠, ٠/٧٨])	([٠/٤٩, ٠/٦٠], [٠/٢٦, ٠/٤٠])
([٠/٥٢, ٠/٦٥], [٠/٢٢, ٠/٣٥])	([٠/٦٨, ٠/٧٨], [٠/٠٨, ٠/٢٢])	([٠/٠٧, ٠/٢١], [٠/٧٢, ٠/٧٩])	([٠/٦٣, ٠/٧٣], [٠/١٥, ٠/٢٨])	([٠/٦٤, ٠/٧٤], [٠/١١, ٠/٢٦])
([٠/٥٠, ٠/٦٣], [٠/٢٥, ٠/٣٨])	([٠/١١, ٠/٢٥], [٠/٦٦, ٠/٧٥])	([٠/٣٣, ٠/٤٤], [٠/٤٦, ٠/٥٦])	([٠/٣٧, ٠/٤٨], [٠/٤١, ٠/٥٢])	([٠/٣١, ٠/٤٤], [٠/٤٤, ٠/٥٦])
([٠/١٨, ٠/٣٣], [٠/٥٧, ٠/٦٧])	([٠/٦٥, ٠/٧٤], [٠/١٢, ٠/٢٦])	([٠/٥٥, ٠/٦٤], [٠/٢٤, ٠/٣٦])	([٠/٣٧, ٠/٤٨], [٠/٤١, ٠/٥٢])	([٠/٥٥, ٠/٦٦], [٠/٢٠, ٠/٣٤])
([٠/٥٠, ٠/٦١], [٠/٢٥, ٠/٣٩])	([٠/٢٦, ٠/٣٩], [٠/٥١, ٠/٦١])	([٠/٤٥, ٠/٥٥], [٠/٣٤, ٠/٤٥])	([٠/٣٢, ٠/٤٣], [٠/٤٧, ٠/٥٧])	([٠/١٤, ٠/٢٨], [٠/٦١, ٠/٧٣])
([٠/٣٥, ٠/٤٧], [٠/٤١, ٠/٥٣])	([٠/٥٢, ٠/٦٣], [٠/٢٤, ٠/٣٧])	([٠/٦٧, ٠/٧٥], [٠/١٢, ٠/٢٥])	([٠/٢٧, ٠/٣٩], [٠/٥١, ٠/٦١])	([٠/٢٢, ٠/٣٦], [٠/٥٢, ٠/٦٤])
([٠/٥٢, ٠/٦٣], [٠/٢٢, ٠/٣٧])	([٠/٣١, ٠/٤٤], [٠/٤٥, ٠/٥٦])	([٠/٦٧, ٠/٧٥], [٠/١٢, ٠/٢٥])	([٠/٦١, ٠/٧٠], [٠/١٧, ٠/٣٠])	([٠/٢٤, ٠/٣٧], [٠/٥١, ٠/٦٣])

(۱۷)

گام ۹ :تعیین اولویت‌های سراسری گزینه‌ها

نتایج حاصل از گامهفتم و هشتم را برای تعیین اولویت سراسری گزینه‌ها با توجه به رابطه ۱۸ در هم ضرب کرده که مقادیر وزنی به دست آمده در رابطه۱۹موجود است.

$$W_{\text{alternatives-global}} = \mathrm{W}_{\text{alternatives-relative}} \times \mathrm{W}_{\text{subcriteria-global}} \quad (۱۸)$$

([٠/٨٦, ٠/٩٦], [٠/٠٠٠٠, ٠/٠٠١٢])
([٠/٧١, ٠/٩٠], [٠/٠٣٥٢, ٠/١٠٨٠])
([٠/٩٥, ٠/٩٩], [٠/٠٠٠٢, ٠/٠٠٦٧])
([٠/٧٣, ٠/٩٢], [٠/٠٢١٨, ٠/٠٧٨٩])
([٠/٨٨, ٠/٩٧], [٠/٠٠٢٨, ٠/٠٢٤٥])
([٠/٨٨, ٠/٩٧], [٠/٠٠٩٣, ٠/٠٤٤٨])
([٠/٨٢/٠/٩٥], [٠/٠٠٩٨, ٠/٠٤٥٠])
([٠/٩١, ٠/٩٨], [٠/٠٠١٢, ٠/٠١٤٨])

(۱۹)

برای رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها براساس اوزان محاسبه شده در ماتریس ۱۹در فضای فازی شهودی بازه‌ای باید از روابط مقایسه‌ای مجموعه فازیاستفاده شود که نتایج به دست آمده در جدول ۷نشان داده شده است. رتبه‌بندی نهایی ومقایسه رتبه‌بندی نیز با استفاده از اعداد فازی مثلثی در جدول ۸ ارائه شده است.

جدول۷ شاخص‌های مقایسه‌ای برای رتبه‌بندی نهایی

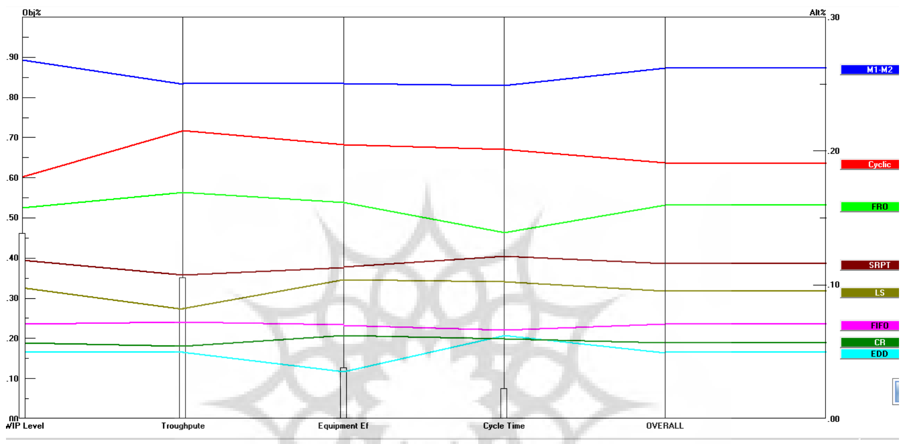
	s_{α_i}	h_{α_i}
M۱-M۲	۰/۹۱۲۷۸۸	۰/۹۱٤۰۱
Cyclic	۰/۷۳۲۱٦٤	۰/۸۷٥۳۹٥
FRO	۰/۹٦٦۹۱۳	۰/۹۷۳۷۹۲
SRPT	۰/۷۷٤۹٤٥	۰/۸۷٥٦٥٥
LS	۰/۹۱۳۲۰٤	۰/۹٤۰٥۱٥
FIFO	۰/۸٥۷٦٦۹	۰/۹۱۱۷۷۱
CR	۰/۸٥٦۹۷۱	۰/۹۱۱٦۲٤
EDD	۰/۹۳۹۲۹۸	۰/۹٥٥۳۰۹

جدول ۸ مقایسه رتبه‌بندی‌های نهایی

رتبه‌بندی با استفاده از اعدادغیر فازی	رتبه‌بندی با استفاده ازمجموعه فازی شهودی بازه‌ای
EDD	M۱-M۲
CR	Cyclic
LS	FRO
SRPT	SRPT
Cyclic	LS
FRO	FIFO
M۱-M۲	CR
FIFO	EDD

پس از به‌دست آمدن نتایج تحلیل حساسیت انجام می‌شود.تحلیل حساسیت چگونگی اولویت‌بندی یک گزینهرا نسبت به سایر گزینه‌هابا توجه به معیارها وزیرمعیارها در حالت کلی نمایش می‌دهد [۱۷]. با انجام این مرحله می‌توان یک بینش مفید رادر مورد اولویت‌های داده شدهبه‌وسیله تصمیم‌گیرندگان، با توجه به تغییرات اولویت‌ها به دست آورد.به طور کلی، هدف از انجام این تحلیل نشان دادن حساسیت انتخاب نهایی گزینه‌ها با توجه به وزن‌های نسبت داده شده به هر معیار وزیرمعیار به‌وسیله تصمیم‌گیرنده است.در واقع از آنجایی که ممکن است قضاوت‌های مختلفی در مقایسه درجات اهمیت معیارها صورت گیرد،برای تأمین ثبات وسازگاری تجزیه وتحلیل‌ها از تحلیل حساسیت استفاده می‌شود[۱۸].به منظور تحلیل

حساسیت نتایج اولویت‌بندی، با کاهش یا افزایش دادن وزن یکی از معیارهامی‌توان میزان تغییر در اولویت‌بندی را بررسی کرد.برای چنین سنجشی،روش ANPاز پنج نوع تحلیل حساسیت گرافیکی سود می‌برد که عبارتند از تحلیل حساسیت عملکرد، دینامیک،گرادیان،طرح دوبعدی وتفاوت‌ها [۱۹].



شکل۳ تحلیل حساسیت ANPدر نرم‌افزار Expert Choice

۵- نتیجه‌گیری

در این مقاله، مدل ارائه شده توسط لین وهمکاران[۷، صص ۲۱٦۳-۲۱٤۸] با استفاده از متغیرهای فازی شهودی وبابهره‌گیری از نظرات خبرگان در تولید حل شد. سپسبه طور مشابه‌ای، نتایج به دست آمده در این مقاله با استفاده از متغیرهای حقیقیارائه گردید. در مقاله، لین وهمکاران [۷، صص ۲۱٦۳-۲۱٤۸] بدون در نظر گرفتن عدم قطعیت در شرایط تولید و اثرگذاری شاخص‌ها وبا استفاده از اعداد حقیقی رتبه‌بندی ارائه شده حاصل شد که این نتایج به دلیل در نظر نگرفتن عدم قطعیت متفاوت با نتایج پژوهش در این تحقیق می‌باشد. نتایج این پژوهش با در نظر گرفتن نظرات خبرگان داخلی وبا استفاده از مجموعه فازی شهودی که به دلیل داشتن دوشاخصه عضویت وعدم عضویت می‌تواند نظرات خبرگان را به شکل دقیق‌تری در محاسبات اعمال نماید وابهام در اولویت را مدیریت کند ونتایج دقیق‌تری نسبت به سایر

مجموعه‌های فازی ودر مرتبه بالاتر نسبت به اعداد حقیقی داشته باشد، ارائه می‌شود.پیشنهاد می‌شودکه در تحقیقات آینده به تکمیل مدل ارائه شده پرداخته شود وشاخص‌های اصلی در ابعاد گسترده‌تری مورد بررسی قرار گیرد. از این رو می‌توان در تحقیقات بعدی این مدل را در یکی از صنایع بومی مانند خودروسازی پیاده‌سازی نمود ومدل را با توجه به شاخص‌های آن صنعت بومی‌سازی کرد.این روش با این شاخص‌ها می‌تواند به طور موازی به‌وسیله سایرروش‌های رتبه بندی مورد بررسی قرار گیرد ونتایج بایکدیگر مقایسه شود.

۶- پی‌نوشت‌ها

1. Intuitionistic Fuzzy Sets
2. Analytical Hierarchy Process (AHP)
3. Analytical Network Process (ANP)
4. Cycle Time
5. Throughput
6. WIP Level
7. Equipment Efficiency
8. Product Mix
9. Rush Order
10. Batch Size
11. Due Date
12. Machine Down

۷- منابع

[1] Harun R.Y., Boran S., Goztepe K.; "Selection of dispatching rules in FMS: ANP model based on BOCR with choquet integral"; *Int. J.of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 49, pp. 785-801, 2010.

[2] Azar A., MirfakhraddinyS.H., AnvariRostamyA.A.; "Comparative study of data analysis in six sigma statistical tools and MADM techniques"; *Journal of Human Sciences Modares Research in Iran*, Vol. 12, No.4, pp. 1-35, 2009.

[3] Kazerooni A., Chan F.T.S., Abhary K.; "A fuzzy integrated decision-making support system for scheduling of FMS using simulation"; *Computer Integrated*

Manufacturing Systems, Vol. 10, No. 1, pp. 27-34, 1997.

[4] Subramaniam V., Ramesh T., Lee G.K., Wong Y.S., Hong G.S.; "Job shop scheduling with dynamic fuzzy selection of dispatching rules"; *Int. J. of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 16, pp. 759-764, 2000.

[5] Chang Y.T., Sueyoshi T., Sullivan R.S., "Ranking dispatching rules by data envelopment analysis in a job shop environment"; *IIE Transactions*, Vol. 28, No. 8, pp. 631-642, 1996.

[6] Sadi-nezhad S., Didehkani H., Seyedhosseni S.M.; "Developing a fuzzy ANP model for selecting the suitable dispatching rule for scheduling a FMS"; *Proc. of the 4thInt. Conf. on Information and Automation for Sustainability (ICIAFS)*, Colombo: Sri Lanka, No.12-14, p. 405, Dec. 2008.

[7] Lin Y.-H., Chiu C.-C., Tsai C.-H.; "The study of applying ANP model to asses dispatching rules for wafer fabrication"; *Expert Systems with Applications*, Vol. 34, pp. 2148-2163, 2008.

[8] Laarhoven P.J.M., Pedrycz W.; "A fuzzy extension of Saaty"s priority theory"; *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 11, pp. 229-241, 1983.

[9] Buckley J.J.; "Fuzzy hierarchical analysis"; *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 17, pp. 233-247, 1985.

[10] Chang D.-Y.; "Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP"; *European J. of Operational Research*, Vol. 95, No., 3, pp. 649-655, 1996.

[11] Ye J.; "Expected value method for intuitionistic trapezoidal fuzzy multicriteria decision-making problems"; *Expert Systems with Applications*, Vol. 38, No. 9, pp. 11730-11734, 2011.

[12] Atanassov K., Gargov G., "Interval valued intuitionistic fuzzy sets"; *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 31, No. 3, pp. 343-349, 1989.

[13] Xu Z.S., "Intuitionistic fuzzy aggregation operators"; *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, Vol. 15, pp. 1179-1187, 2007.

[14] Xu Z.S., "Methods for aggregating intervalvalued intuitionistic fuzzyinformation

and their application to decision making"; *Control and Decision*, Vol. 22, No. 2, pp. 215-219, 2007.

[15] Yu X., Xu Z., Chen Q., "A method based on preference degrees for handling hybrid multiple attribute decision making problems"; *Expert Systems with Applications*, Vol. 38, No. 4, pp. 3147-3154, 2011.

[16] Khatami Firouzabadi S.M.A., Vafadar Nikjoo A., Shahabi A.; "Determining the most significant project risk categories with considering causal relations among them in the fuzzy environment"; *Management Research in Iran*, Vol. 17, No.3, pp. 49-69, 2013.

[17] Saaty T.L.; "*The Analytic Hierarchy Process*"; McGraw-Hill, New York, 1980.

[18] Ghodsipour S.H., "*Analytic Hierarchy Process*"; Amirkabir University Press, 2008.

[19] Saaty T.L., "Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process"; RWS Publications, Pittsburgh, PA, 2003.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی