پنجمین کنفرانس سیستمهای فازی ایران
هفدهم الی نوزدهم شهریورماه ۱۳۸۳

مدل EOQ فازی با اقلام چندگانه با استفاده از الگوریتم ژنتیک و تابع ارزیابی فازی

سیدرضا حجازی[۱]، آرزو عتیقه‌چیان [۲]
دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی اصفهان
rehejazi@cc.iut.ac.ir

چکیده

در این مقاله، الگوریتم ژنتیک با تابع ارزیابی فازی برای حل مدل EOQ فازی با اقلام چندگانه به عنوان یک مسئله برنامه ریزی غیرخطی فازی، تحت تابع هدف فازی کمینه کردن هزینه و محدودیتهای مبهم فضای انبار و تعداد دفعات سفارش جهت غلبه بر محدودیتهای مدلهای کلاسیک ، بکار رفته است .از شیوه استنتاج فازی جهت تعیین تابع ارزیابی فازی استفاده شده و سپس این تابع در الگوریتم ژنتیک جهت حل مسئله بکار رفته است .بررسی روش ارائه شده با آزمایشات عددی بطور مشخصی موفقیت روش پیشنهادی را نشان می دهد .

واژه های کلیدی: الگوریتم ژنتیک - مدل EOQ فازی - برنامه ریزی غیرخطی فازی - استنتاج فازی

۱- مقدمه

در سال ۱۹۶۵، اولین مقاله درباره تئوری مجموعه های فازی توسط Zadeh مفهوم عدم قطعیت را نشان داد . بعد از آن Bellman و Zadeh درسال ۱۹۷۰ [۱] یک مسئله تصمیم گیری فازی را تعریف کردند که ترکیب توابع هدف فازی و محدودیتها با عملگرهای max-min بود . Tanaka , Ohuda,Asai (۱۹۷۴) [۲] تابع هدف را بصورت فازی در طول برش α مجموعه محدودیتهای فازی در نظر گرفتند.Zimmermann (۱۹۷۶و۱۹۸۵) [۳و۴] روشی را برای تبدیل مسائل تصمیم گیری فازی به مسائل بهینه سازی قطعی ارائه داد و نشان داد که این مدل می تواند برای بدست آوردن یک جواب بهینه دقیق با بیشترین میزان عضویت با استفاده از الگوریتم های بهینه یابی کلاسیک حل شود .

اخیراً روش تئوریک مجموعه های فازی در زمینه های بسیاری مانند شبکه پروژه ، قابلیت اطمینان ، حمل و نقل ، انتخاب رسانه ها برای تبلیغات ، تنظیم آلودگی هوا ، برنامه ریزی تولید ، تخصیص منابع و ... بکار رفته است. [۵و۶]

برای غلبه بر مشکلاتی که در روشهای بهینه یابی کلاسیک وجود دارد ، الگوریتم ژنتیک (GA)به عنوان تکنیک بهینه یابی برای مسائل تصمیم گیری بکار رفته است . این الگوریتم یک روش تخمینی است که بر اساس اصول ژنتیک طبیعی مدل شده است. اخیرا الگوریتم ژنتیک در زمینه های مختلفی بکار رفته است مانند شبکه های عصبی (Pal et al.1997)[۷] ، فروشنده دوره گرد(Forrest,1993) [۸] ، زمانبندی (Davis,1991) [۹]، بهینه یابی عددی(Michalewicz,Janikow 1991) [۱۰] ، شناخت طرح(Gelsema ,1995) [۱۱] و ... .

۱- استادیار دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی اصفهان
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده صنایع دانشگاه صنعتی اصفهان

Wang و Tang [۱۲و۱۳] روشی را برای مسائل تولیدی با فرم تابع هدف فازی و محدودیتها و منابع فازی گسترش دادند و خانواده ای از جوابها با میزان عضویت قابل قبول برای مسئله مورد نظر توسط الگوریتم ژنتیک و با جهش در طول بردار گرادیان وزن دار پیدا کردند . آنها همچنین مسائل تولیدی را که بصورت مسئله برنامه ریزی غیر خطی فازی فرموله شده بود با الگوریتم ژنتیک حل کردند ولی تا سال ۲۰۰۲ هیچ کس آنرا در زمینه کنترل موجودی بکار نبرده است. S.Mondal وM.Maiti [۱۴] از الگوریتم ژنتیک برای حل مدلهای EOQ فازی با اقلام چندگانه تحت تابع هدف فازی کمینه کردن هزینه و محدودیتهای مبهم فضای انبار و تعداد دفعات سفارش و با (یا بدون) هزینه های فازی در تابع هدف استفاده می کنند که در آن جهش در طول بردار گرادیان وزن دار که از طول گام تصادفی بر پایه توزیع ارلنگ و کای دو استفاده می کند، ایجاد می‌شود .

در سیستم موجودی هزینه های موجودی ممکن است مبهم باشند مثلا بصورت تقریبا C_1 ،یعنی ممکن است C_1 دلار یا کمی بیشتر یا کمتر از آن باشد .از طرف دیگر منابع نیز ممکن است مبهم باشند به عنوان مثال ممکن است تصمیم گیرنده در ابتدا فضای انبار در دسترس برای نگهداری به اندازه B(m^2) داشته باشد ولی بعدا اگر شرایط اقتضا کند ممکن است مقداری فضای انبار اضافی را در جذب بازار بوجود آورد . بطور مشابه ممکن است چنین موقعیتهایی برای سایر هزینه های موجودی ،سرمایه گذاری کل و تعداد دفعات سفارش باشد .

تاکنون مدلهای موجودی فازی کمی از کارهای گذشتگان در دسترس است. Kacprzyk,Staniewski [۱۵]، Park [۱۶], Petrovic [۱۷]). اخیرا Roy , Maiti [۱۸] و Mandal,Roy,Maiti [۱۹] چند مدل موجودی را در محیط فازی با استفاده از متد برنامه ریزی غیر خطی فازی (FNLP) بر اساس تکنیکهای بهینه یابی کلاسیک حل کردند .ولی هیچ کس تلاشی برای حل مسائل موجودی با متدهای soft computing[1] ننموده است .

در این مقاله الگوریتم ژنتیک برای مسائل برنامه ریزی غیر خطی با تابع هدف و منابع فازی بکار رفته است .این الگوریتم بطور تصادفی تعدادی از اعضا را در فضای n بعدی غیر منفی تولید می کند.شیوه استنتاج فازی جهت ایجاد تابع ارزیابی فازی برای این الگوریتم بکار رفته است .این متدولوژی برای حل مدلهای EOQ با اقلام چندگانه در شرایط کل هزینه سرمایه گذاری ،فضای انبار و تعداد دفعات سفارش محدود و فازی بکار رفته است.

۲- الگوریتم ژنتیک

به علت غلبه بر مشکلاتی که در روشهای کلاسیک بهینه یابی گرادیانی وجود دارد، الگوریتم ژنتیک به عنوان تکنیک بهینه یابی برای مسائل تصمیم گیری به کار رفته است.این الگوریتم بر گرفته از اصول تکامل داروین می باشد که بر اساس آن ، افراد قوی تر شانس زنده ماندن و تولید مثل بیشتری نسبت به افراد ضعیف تر جامعه دارند . ایده اصلی الگوریتم ژنتیک بر مبنای استفاده از عملگرهای ژنی مانند آنچه در موجودات زنده رخ میدهد و تکیه بر قانون فوق است . در این الگوریتم که اولین بار توسطHoland و در سال ۱۹۷۵ بیان شد ، جمعیتی ازجوابهای امکان پذیر (کروموزوم ها) کد می شوند . مقدار تابع هدف یا معیاری از آن برای هر کروموزوم ، نشان دهنده مقدار تطابق آنها می باشد و هر چه این مقدار بالاتر باشد ، شانس زاد و ولد آنها بالاتر است، هر چند افراد ضعیف تر جامعه نیز شانس تولید مثل و بقاء نسل را دارند .در تولید یک جمعیت از جمعیت قبل، عملگرهای ژنی مانند انواع عملگرهای تقاطعی(cross over) و عملگرهای جهش (mutation) در کنار روش انتخاب قابل استفاده اند که اولی در جهت همگرایی جمعیت به سمت جواب خوب و دومی جهت فرار از نقاط بهینه موضعی می باشد.

۱- منطق فازی ، الگوریتم ژنتیک و شبکه های عصبی اجزاء اصلی Soft computing می باشند.

۱-۲- طراحی الگوریتم ژنتیک

دراستفاده از الگوریتم ژنتیک از Toolbox GA[1]برای استفاده در نرم افزار MATLAB استفاده شده است .در ابتدا پارامترهای اولیه الگوریتم تنظیم و تعداد متغیرهای تصمیم و حدود آنها مشخص میشود ،جمعیتی از رشته ها به اندازه تعیین شده تولید وپس از محاسبه مقدار تابع هدف هر کروموزوم از جمعیت، در هر مرحله بر اساس نوع تابع انتخاب ، کروموزومهایی از جمعیت که شانس انتخاب آنها بیشتر است ،انتخاب شده و بر اساس نوع عملگر تقاطعی ، عمل تلفیق ژنها و تولید فرزندان انجام شده و سپس بر طبق نوع عملگر جهش ، جهش روی آنها اتفاق می افتد و بر اساس نرخ جایگزینی ،کروموزومهای فرزند جایگزین کروموزومهای والد می شوند .

مشابه با حد بالای ارائه شده در [۱۴] حد بالای متغیرهای تصمیم برابر با $Q_i \le (B+P)/a_i \quad i=1,2,...,I$ و حد پایین آنها برابر ۱ در نظر گرفته شده است که در آن B، ماکزیمم فضای انبار در دسترس (m^2)، a_i فضای مورد نیاز برای هر واحد محصول i (متر مربع) و P تلورانس از مقدار B می باشد.

مقادیر ژنهای مربوط به هر کروموزوم به صورت تصادفی در فاصله تعیین شده تولید می گردد.

در الگوریتم ژنتیک موارد زیر باید مشخص شود:

۱. مشخص کردن رشته جواب:

هر جواب ممکن مسئله در یک رشته از علامتهای محدود نمایش داده می شود ، هر رشته که به آن یک کروموزوم گوییم یک جواب امکان پذیر است و هر علامت در هر کروموزوم که به آن ژن گفته می شود ، نماینده مقدار یکی از متغیر های تصمیم است.

۲. تابع تطابق (fitness function):

مقدار تابع هدف یا معیاری از آن برای هر کروموزوم که نشان دهنده مقدار تطابق آنها می باشد و هر چه این مقدار بالاتر باشد، شانس زاد و ولد آنها بالاتر است.

۳. اندازه جمعیت:

تعداد کروموزوم در هر جمعیت نشان دهنده اندازه جمعیت است .

۴.تابع انتخاب :

تابع انتخاب بکار رفته ،نمونه گیری کلی تصادفی(Stochastic Universal Sampling) می باشد که شبیه روش چرخ رولت است با این تفاوت که از n اشاره گر با فواصل مساوی استفاده می کند که n تعداد انتخابهای مورد نیاز است .بدین صورت که جمع تجمعی بردار تطابق محاسبه شده (sum) و فقط یک عدد تصادفی در فاصله صفر تا sum/n تولید شده (ptr) و بقیه اشاره گر ها به فواصل مساوی از آن (ptr,ptr+1, ...,ptr+n-1) قرار دارند. انتخاب اعضا بر اساس مقایسه اعداد تولید شده و جمع تجمعی بردارتطابق می باشد . احتمال انتخاب هر عضو به صورت زیر است :

$$F(x_i) = \frac{f(x_i)}{\sum_{i=1}^{N_{ind}} f(x_i)} \qquad (۱)$$

که $f(x_i)$ مقدار تطابق عضو x_i است.

۲-۲- عملگرهای الگوریتم ژنتیک

۱- طراحی شده توسط دانشگاه شفیلد، تصحیح شده توسط گروه soft computing دانشکده صنایع دانشگاه صنعتی اصفهان

- عملگر تقاطعی :

عملگر تقاطعی مورد استفاده در این مقاله ترکیب میانی(intermediate recombination) می باشد که در آن فرزندان بر اساس قانون زیر تولید می شوند :

$$O_1 = P_1 \times \alpha(P_2 - P_1) \quad (۲)$$

p_1 و p_2 کروموزومهای والد و α معمولا در فاصله [-0.25,1.25] انتخاب می شود .

- عملگر جهش :

عملگر جهش مورد استفاده در این مقاله mutbga (برای جمعیت با مقادیر اعشاری)می باشد که جمعیت جاری را می گیرد و سپس هر متغیر را با احتمالی (نرخ جهش:(Mutopt(1)) با اضافه کردن مقدار تصادفی کوچکی جهش می دهد.

مقدار متغیر = متغیر جهش داده شده + MutMx * رنج جهش *Mutopt(2)*delta (۳)

MutMx : تعیین کننده این است که کدام متغیر جهش داده شود و نیز علامت اضافه شدن delta را تعیین می کند. مقدار آن ۱ + ، ۱ - یا صفر است .

Mutopt(2): مقداری در بازه [1 , 0]برای کوچک کردن رنج جهش است .

$$delta = \sum_{i=0}^{m-1} \alpha_i 2^{-i} \quad (۴)$$

αi بااحتمال $1/m$برابر ۱ و درغیر اینصورت صفر است. (m=20)رنج جهش نیز از روی دامنه قابل تغییر متغیرها تعیین می‌شود.

۳- مسئله برنامه ریزی غیرخطی فازی

مسئله برنامه ریزی غیر خطی فازی با تابع هدف فازی و منابع مبهم به صورت زیر فرموله می شود:

$$Min\ \tilde{g}_0(X)$$
$$g_k(X) \le \tilde{b} \quad \text{و} \quad k = 1,2,...,m \quad (۵)$$

که X بردار n بعدی است ، b_k محدودیت ها هستند ، m تعداد محدودیتها و n تعداد متغیرهای تصمیم است .

۴- مدل EOQ فازی با چندین قلم

وقتی که تابع هدف و فضای انبار در دسترس و تعداد ماکزیمم دفعات سفارش فازی باشند ، مسئله به صورت زیر تبدیل می شود:

$$Min\ \tilde{C}(Q) = \Sigma(c_{1i}Q_i/2 + c_{3i}D_i/Q_i) \quad (۶)$$
$$s.t.$$
$$\Sigma aiQi \le \tilde{B}$$
$$\Sigma Mi/Qi \le \tilde{n}$$

که :

C_{3i} : هزینه آماده سازی در هر پریود برای i امین آیتم ، C_{1i} : هزینه نگهداری برای هر واحد موجودی در واحد زمان برای i امین آیتم ، Di : تقاضا در واحد زمان برای i امین آیتم ، ai : فضای مورد نیاز برای هر واحد محصول i(مترمربع) ، Mi :کل

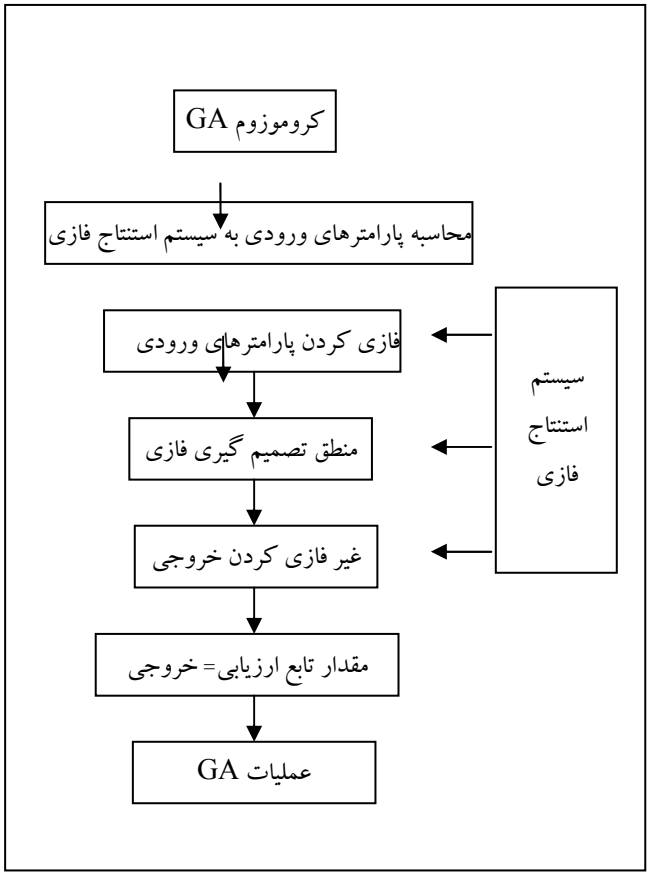
تقاضای محصول i در دوره زمانی داده شده (پریود عرضه) ، B :ماکزیمم فضای انبار در دسترس (m^2) ، n: ماکزیمم تعداد دفعات سفارش در طول پریود زمانی داده شده ،L: تعداد اقلام،C0: هدف سرمایه گذاری(سطح هدف مورد نظر)
P0 ، P و Pn تلورانس C0 ، B وn می باشند.
C2 و C3 را بصورت زیر تعریف می کنیم :

$$C2^{+} = \Sigma aiQi - B$$
$$C3^{+} = \Sigma Mi / Q - n \quad (۷)$$

واضح است که C2 و C3 مقادیر انحراف مثبت هر یک از محدودیتهای ۱ و ۲ را نشان می دهند که برای تلورانس این محدودیتها P و Pn در نظر گرفته شده اند .

۵- تابع ارزیابی فازی

روش تخصیص مقدار تابع ارزیابی فازی به کروموزوم GA را در شکل ۱ مشاهده می کنید :

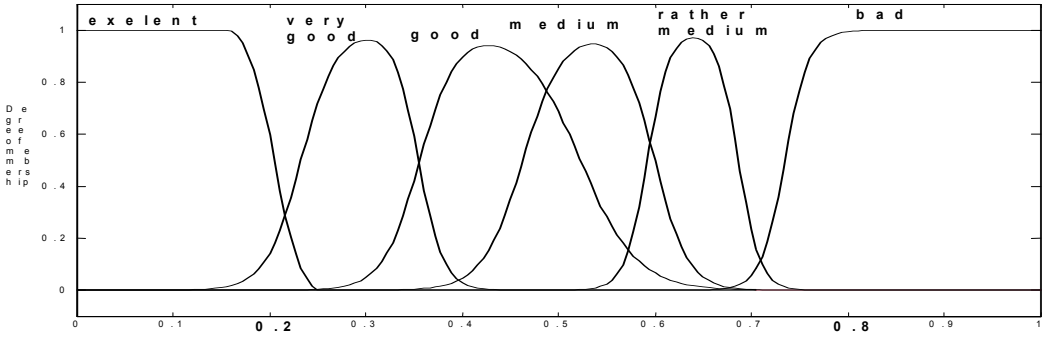


شکل ۱ـ سیستم استنتاج فازی

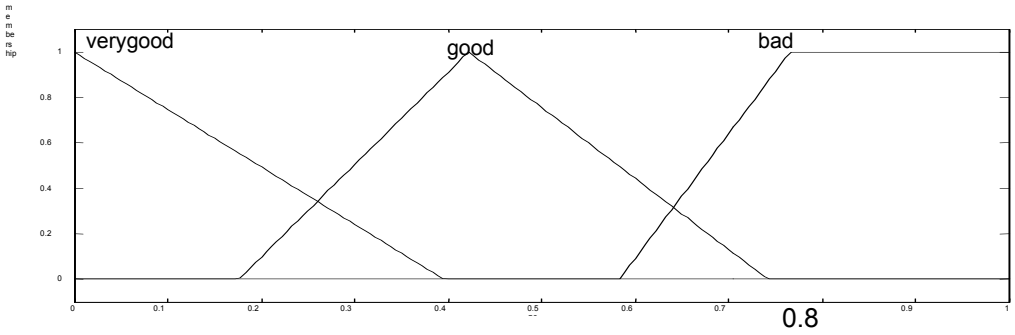
۱-۵- محاسبه پارامترهای ورودی به سیستم استنتاج فازی

در ابتدا مقدار تابع هدف مسئله($TC=\sum(c_{1i}\ Q_i\ /2 + c_{3i}\ D_i/Q_i)$) و مقادیر C2 و C3که میزان انحراف مثبت از محدودیتها را مشخص می کنند برای هر کروموزوم حساب می شود .این مقادیرتولید کننده پارامترهای ورودی به سیستم استنتاج فازی می باشند .(در واقع انحراف از محدودیتها نیز خود به عنوان نوعی هزینه به شمار می روند و هدف سیستم استنتاج فازی این است که مقدار تابع هدف مسئله و مقادیر انحراف مثبت از محدودیتها را کمینه کند.)

با توجه به B، C0 وn و تلورانس تعیین شده برای آنها که برابر با P0 ، P و Pn می باشند ، ابتدا این مقادیر(مقدار تابع هدف مسئله و مقادیر C2 و C3) به مقداری در فاصله تعریف شده برای متغیرهای ورودی سیستم استنتاج فازی نگاشت می شوند ، به این صورت که بازه تغییر پارامترهای ورودی بین ۰ تا ۱ در نظر گرفته شده و به عنوان مثال برای مقدار تابع هدف، چنانچه این مقدار از سطح هدف مورد نظر (C0) کمتر باشد بر اساس مقدار این تفاوت به بازه [۰,۲و۰]نگاشت می شود و چنانچه این مقدار از C0+P0بیشتر باشد بر اساس مقدار این تفاوت به بازه [۱و۰,۸]نگاشت می شود و چنانچه این مقدار بین C0 و C0+P0 باشد به بازه [۰,۸و۰,۲] نگاشت می شود .و به همین ترتیب سایر پارامترهای ورودی مسئله در فاصله ۰ و ۱ وارد سیستم استنتاج فازی می شوند و این سیستم یک مقدار ارزیابی ترکیبی برای تابع هدف و محدودیتها به عنوان پارامتر خروجی می دهد .نمودار توابع عضویت پارامترهای ورودی در شکل ۲و۳ نشان داده شده است :



شکل ۲ـ پارامتر ورودی TC

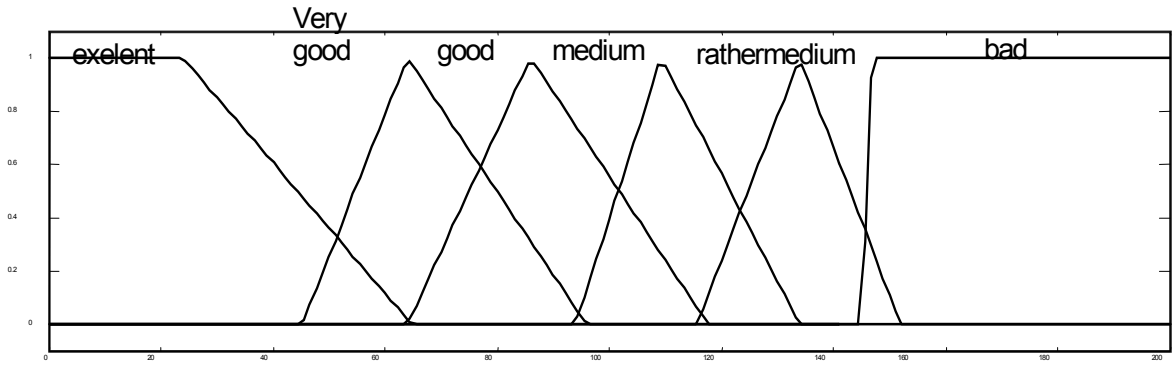


شکل۳ـ پارامتر ورودی :C3 ,C2

همانطور که در نمودارها ملاحظه می کنید اولین پارامتر ورودی یعنی مقدار هزینه کل (TC) توسط مجموعه عبارات فازی {عالی،خیلی خوب،خوب،متوسط،تقریبا متوسط،بد} ، میزان انحراف مثبت از محدودیت اول توسط مجموعه عبارات فازی

{خیلی خوب ، خوب و بد } و میزان انحراف مثبت از محدودیت دوم توسط مجموعه عبارات فازی {خیلی خوب،خوب، بد} مدل می شود.

متغیر خروجی مقدار ارزیابی ترکیبی تابع هدف و محدودیتهاست که در شکل۴نمودار توابع عضویت آن را ملاحظه می‌کنید.



شکل ۴.پارامتر خروجی : FUZZYCOST

۲-۵- قوانین فازی

پس از تعیین مقادیر متغیر ها در قالب متغیرهای زبانی ، یک پایگاه معرفت تشکیل می دهیم . این پایگاه معرفت به صورت مجموعه ای از قواعد بیان می شود که به آن پایگاه معرفت قاعده ـ پایه می گوییم . ۲۳ قانون در نظر گرفته شده که اساس سیستم استناج فازی است و پارامتر خروجی را تعیین می کند و به صورت زیر بیان می شوند :

1.if TC is exelent & C2 is verygood & C3 is verygood then FUZZYCOST is exelent .
2.if TC is exelent & C2 is verygood & C3 is good then FUZZYCOST is exelent .
3.if C3 is bad then FUZZYCOST is bad .
4.if C2 is bad then FUZZYCOST is bad .
5.if TC is bad then FUZZYCOST is bad .
6.if TC is exelent & C2 is good & C3 is verygood then FUZZYCOST is exelent .
7.if TC is exelent & C2 is good & C3 is good then FUZZYCOST is verygood .
8.if TC is verygood & C2 is verygood & C3 is verygood then FUZZYCOST is verygood .
9.if TC is verygood & C2 is verygood & C3 is good then FUZZYCOST is verygood .
10.if TC is verygood& C2 is good & C3 is verygood then FUZZYCOST is verygood .
11.if TC isverygood& C2 is good & C3 is good then FUZZYCOST is good.
12.if TC is good & C2 is verygood & C3 is verygood then FUZZYCOST is good .
13.if TC is good & C2 is verygood & C3 is good then FUZZYCOST is good .
14.if TC is good & C2 is good & C3 is verygood then FUZZYCOST is good.
15.if TC is good & C2 is good & C3 is good then FUZZYCOST is medium.
16.if TC is medium & C2 is verygood & C3 is verygood then FUZZYCOST is medium .
17.if TC is medium & C2 is verygood & C3 is good then FUZZYCOST is medium .
18.if TC is medium & C2 is good & C3 is verygood then FUZZYCOST is medium .
19.if TC is medium & C2 is good & C3 is good then FUZZYCOST is rathermedium .
20.if TC is rathermedium & C2 is verygood & C3 is verygood then FUZZYCOST is rathermedium .
21.if TC is rathermedium & C2 is good & C3 is verygood then FUZZYCOST is rathermedium .
22.if TC is rathermedium & C2 is good & C3 is good then FUZZYCOST is rathermedium .
23.if TC is rathermedium & C2 is verygood & C3 is good then FUZZYCOST is rathermedium .

در توضیح قوانین لازم به ذکر است که هرچه مقدار تابع هدف به آرمان مورد نظر نزدیک باشد و مقادیر انحراف مثبت از محدودیتها که خود در واقع نوعی هزینه بشمار می روند کمتر و در فاصله قابل قبول باشد، مقدار متغیر خروجی

(FUZZYCOST) کوچکتر است . قوانین ۳ تا ۵ بیانگر این هستند که هرگاه مقدار تابع هدف یا محدودیتها ا زتلورانس قابل قبول خارج شود مقدار متغیر خروجی (FUZZYCOST) به شدت افزایش یابد .

۳-۵- عملگرها و متد غیر فازی کردن

در طراحی این سیستم ، عملگر min جهت محاسبه قدرت یا میزان عضویت هر قانون بکار رفته و از آنجا که معمولا بیش از یک قانون فازی در یک زمان فعال می شود تابع عضویت نتیجه ترکیبی قوانین رویهم افتاده، توسط عملگر max محاسبه می شود. برای غیر فازی کردن خروجی (دفازی کردن) و گرفتن مقدار قطعی از سیستم استنتاج فازی نیز روش مرکز ثقل بکار برده شده است.

۶- آزمایشات عددی

در این قسمت ،یک مسئله آزمایشی (مثال بکار رفته در[۱۴]) ، با تابع هدف فازی کمینه کردن هزینه و محدودیتهای مبهم فضای انبار و تعداد دفعات سفارش مورد بررسی قرار گرفته است .

در این مسئله فقط دو قلم موجودی در نظر گرفته شده و اطلاعات ورودی درجدول ۱ نشان داده شده است.

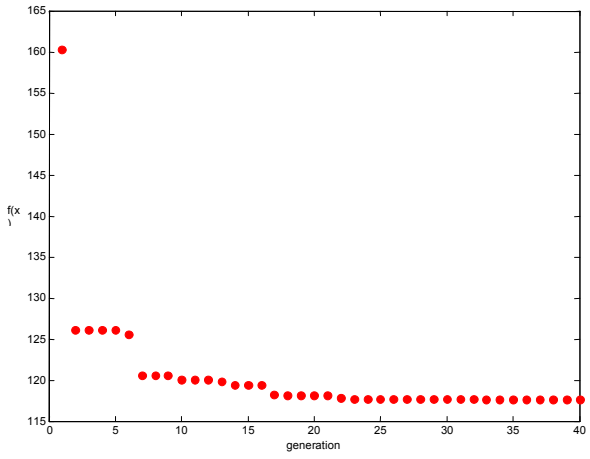
جدول ۱ـ داده های ورودی

Item	C1	C3	D	a	M	B(sq.m.)	P(sq.m.)	n	Pn	C0($)	P0($)
1	250	100000	200	1	8000	1500	50	20	2	370000	35000
2	200	245000	800	1	4000						

این داده ها به عنوان اطلاعات ورودی به الگوریتم ژنتیک طراحی شده، داده شده است.

نحوه همگرایی این الگوریتم به جواب بهینه را در شکل ۵ مشاهده می کنید .

همانطور که از شکل واضح است ، این الگوریتم همگرایی خوبی را به جواب بهینه در زمان بسیار کوتاه نشان می دهد.



شکل ۵ـ نحوه همگرایی الگوریتم ژنتیک

جدول صفحه بعد بهترین مقادیربدست آمده برای Q1,Q2 را در ۳۰ بار تولید جمعیت نشان می‌دهد.

جدول ۲ـ نتایج

تعداد دفعات سفارش	فضای انبار	هزینه	Q2	Q1
20.7	1497.9	395616.8	1021	476.85
20.7	1497.9	395616.8	1021	476.85
21.1	**1540**	**390469.3**	**1079.9**	**460.09**
21.1	1540	390469.3	1079.9	460.09
21.4	1491.8	393810.4	1034.5	457.28
21.3	1496.4	393643.4	1037.2	459.17
21.3	1496.4	393643.4	1037.2	459.17
21.3	1496.4	393643.4	1037.2	459.17
21.3	1496.5	393602.1	1037.6	458.89
21.3	1500.1	393209.3	1042.1	457.98
21.3	1500.1	393209.3	1042.1	457.98
21.6	1491.8	393105.8	1040.9	450.86
21.4	1497.5	393102.7	1042.4	455.14
21.4	1497.6	393061.4	1042.8	454.82
21.4	1497.6	393048.9	1042.9	454.66
21.4	1497.6	393006.7	1043.3	454.3
21.4	1497.6	393006.7	1043.3	454.3
21.5	1498.4	392909	1044.4	453.95
21.5	1498.4	392909	1044.4	453.95
21.4	1500	392857.4	1045.3	454.66
21.5	1499.6	392793.3	1045.8	453.79
21.6	1497.3	392551.9	1047.5	449.82
21.6	1497.4	392491.8	1048.1	449.32
21.6	1499.4	392479.9	1048.7	450.66
21.6	1497.8	392448.5	1048.6	449.16
21.6	1499.3	392416.7	1049.3	450.04
21.4	1497.6	393061.4	1042.8	454.82
21.4	1497.6	393048.9	1042.9	454.66
21.4	1497.6	393006.7	1043.3	454.3
21.4	1497.6	393006.7	1043.3	454.3

بهترین جواب بدست آمده از این الگوریتم در ۴۰ بارتکراردارای هزینه ۳۹۰۴۶۹، فضای انبار ۱۵۴۰و تعداد دفعات سفارش ۲۱ می باشد و مقادیر Q1 و Q2 به ترتیب برابر با ۴۶۰/۰۹ و ۱۰۷۹/۹می باشند.

۷- نتیجه گیری

در این مقاله الگوریتم ژنتیک همراه با تابع ارزیابی فازی برای حل مسائل موجودی فازی به کار برده شده است و با مقایسه بهترین جواب بدست آمده از این الگوریتم (۳۹۰۴۶۹) و جوابهای بدست آمده توسط S.MondalوM.Maiti [۱۴] که در بهترین حالت به مقدار ۳۹۰۹۶۳برای تابع هدف مسئله رسیده بود ، موفقیت روش پیشنهادی نشان داده می شود .البته لازم به ذکر است که در جوابهای ارائه شده توسط S.MondalوM.Maiti [۱۴]فضای انبار ۱۵۲۹,۸۹می باشد که نسبت به الگوریتم پیشنهادی کمتر است .از نظر تعداد دفعات سفارش بین ایندو تفاوتی وجود ندارد. واضح است که با تنظیم بهتر پارامترها و توابع عضویت ممکن است بتوان به جوابهای بهتر دست یافت. در متد فازی فقط یک جواب بهینه بدست می آید در حالیکه الگوریتم ژنتیک مجموعه ای از آلترناتیوها را همراه با بهترین آنها به تصمیم گیرنده ارائه میدهد. در همه موارد جواب بهینه

مورد نظر نیست. وقتی که مدل با پارامترهای مبهم فرموله شود تصمیم گیرنده ممکن است جوابی را انتخاب کند که با توجه به تمایلات و منابعش مناسب است. در این مورد الگوریتم ژنتیک بهترین روش برای تصمیم گیرنده است.

در این مقاله یک مدل موجودی ساده برای نشان دادن کاربرد الگوریتم ژنتیک همراه با تابع ارزیابی فازی در مسائل موجودی بررسی شد که با اصلاحاتی قابل گسترش به سایر مدلهای موجودی پیچیده‌تر مانند مدلهای با تخفیف، مدلهای با تقاضای دینامیک، ...که در محیط قطعی، فازی یا احتمالی فازی فرموله شده اند، میباشد.

منابع

[1] Bellman R.E., & Zadeh, L. A. (1970). Decision making in a fuzzy environment. Management Science, 17, B141-B164
[2] Tanaka, H., Ohuda, T., & Asai, K. (1974). On fuzzy mathematical programming. journal of Cybernetics, 3-4, 37-46.
[3] Zimmermann, H. J. (1976). Description and optimization of fuzzy system. International Journal of General System, 2, 209-215
[4] Zimmermann, H. J. (1985). Fuzzy set theory and its applications. Hinghum: Kluwer-Nijh off.
[5] Lai, Y. J., & Hwang, C. L. (1992). Fuzzy mathematical programming methods and applications Heidelberg: Springer.
[6] Lai,Y. J., & Hwang, C. L. (1994). Fuzzy multiple objective decision making. Heidelberg: Springer.
[7] Pal, S. K., De, S., & Ghosh, A. (1997). Designing Hopfield type networks using genetic algorithms and its comparision with simulated annealing. International Journal of Patterns Recognition and Artificial Intelligence, 11, 447-461.
[8] Forrest, D. (Ed.), (1993). Proceedings of Fifth International Conference on Genetic Algorithms. California: Morgan Kaufmann.
[9] Davis, L. (Ed.), (1991). Handbook of genetic algorithms. New York: Van Nostrand Reinhold.
[10] Michalewics, Z., & Janikow, C. Z. (1991). Genetic algorithms for numerical optimization. Statics and Computing, 1, 75-91.
[11] Gelsema, E. (Ed.), (1995). Special issue on Genetic Algorithms, Pattern Recognition Letters, 16, 8.
[12] Tang,J., & Wang, D. (1997a). An interactive approach based on a genetic algorithm for a type of quadratic programming problems with fuzzy objective and resources. Computers and Operations Research, 24(5), 413-422.
[13] Tang, J., & Wang, D. (1997b). A non-symmetric model for fuzzy non-linear programming problems with plenty coefficients.Computer and Operational Research, 24(8), 717-725.
[14] S.Mondal, M.Maiti (2002). Multi-item fuzzy EOQ models using genetic algorithm
[15] Kacprzyk, J., & Staniewski, P.(1982). Long term inventory policy-making through fuzzy decision making models. Fuzzy Sets and Systems, 8, 117-132.
[16] Park, K.S.(1987). Fuzzy set theoretic interpretation of economic order quantity. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 17,1082-1087.
[17] Petrovic, D., Petrovic, R.&Vujosevic, M. (1996). Fuzzy models for the newsboy problem. International Journal of Production Economics,45,435-441.
[18] Roy,T.K.&Maiti,M.(1997).A fuzzy EOQ model with with demand-dependent unit cost under limited storage capacity. European Journal of Operational Research, 99, 425-432.
[19] Mandal, M., Roy, T.K.,&Maiti,M. (1998). A fuzzy inventory model deteriorating items with stock-dependent demand under limited storage space .Opsearch, 35(4), 287-298.
[20] Andrew chipperfield, Peter Fleming, Hartmut Pohlheim, Carlos Fonseca, Genetic Algorithm Toolbox for use with MATLAB.