تئوری مجموعه های فازی و کاربرد آن در مهندسی صنایع

دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک

دانشگاه آزاد اسلامی قزوین

یک فایل نمونه برای درس فازی دکتر کاظمی

موضوع:

پیاده سازی سیستم اعتبارسنجی مشتریان حقیقی بانک با استفاده از منطق فازی در نرم‌افزار Matlab

دانشجو:

.....

شماره دانشجویی:

.....

تابستان 95

مقدمه :

یکی از اطلاعات مهم برای بانک ها، اطمینان از بازپرداخت انواع تسهیلات اعطائی به مشتریان است. به عبارت دیگر، شناسایی ریسک اعتباری مشتریان از ضرورت های تصمیم گیری درباره تعیین سطح اعطای تسهیلات به مشتریان محسوب می شود. امروزه بانک ها به طور گسترده از مدل های سنجش ریسک اعتباری برای تصویب و پرداخت تسهیلات اعطایی استفاده کرده و با به کارگیری معیارهای عینی و اطلاعات حال و گذشته مشتری به اعتبارسنجی وی می پردازند. همچنین، شناسایی ریسک اعتباری مشتریان باعث کاهش ریسک معاملات شده و اعتبارسنجی نیز نقش مهمی در پیش بینی های مالی، کشف کلاهبرداری ها، تعیین استراتژی های بازاریابی و ... دارد.

پیشینه اعتبارسنجی:

اعتبار سنجی مشتریان به مفهوم ارزیابی و سنجش توان بازپرداخت متقاضیان اعتبار و تسهیلات مالی و احتمال عدم بازپرداخت اعتبارات دریافتی از سوی آن ها، روشی برای تقلیل ریسک ناشی از تصمیمات است.

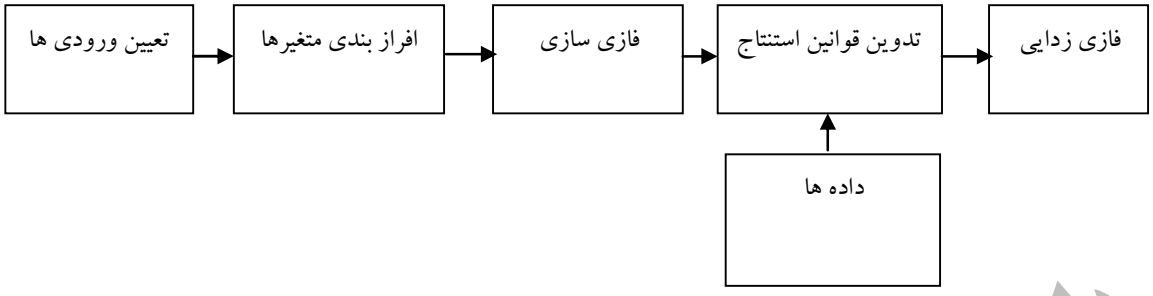
روش های آماری نظیر رگرسیون، مدل های تحلیل تفکیک خطی و غیر خطی کاربرد گسترده ای در سنجش اعتبار مشتری دارند. به ویژه در سال های اخیر مدل های رگرسیون لجستیک و تحلیل تفکیکی کاربردهای زیادی داشته اند. بیشتر تکنیک های آماری بر مبنای پیش فرض خطی بودن رابطه میان متغیرها طراحی شده و استفاده می شوند، در حالی که معمولاً این رابطه غیرخطی و پیچیده است. بدیهی است به کارگیری تکنیک های خطی برای مدل سازی مسائل غیرخطی، خالی از خطا نخواهند بود. همچنین، مدل های اخیر معمولاً ایستا بوده و هنگامی که محیط در حال تغییر است، کارایی ندارند. از این رو ممکن است نیاز به ایجاد و طراحی دوباره باشند. همچنین، با توجه به این که برخی معیارهای سنجش اعتبار مشتری، متغیرهای کلامی ای هستند که بر خلاف متغیرهای کمی، نادقیق و مبهم اند، وجود این متغیرها بر پیچیدگی مفاهیم افزوده و مدل سازی را بیش از پیش دشوار می کند (مهرآرا و همکاران، 1390).

سیستم فازی این امکان را فراهم می کند که علاوه بر این که متغیرهای کلامی عددپذیر شده و امکان تحلیل یابند، روابط غیر خطی بین معیارها (ورودی ها) نیز انتخاب و گزینه های انتخاب شده نیز لحاظ شود.این سیستم ها در شرایطی برای مدل سازی استفاده می شوند که پایگاه دانش بر مبنای ادبیات تحقیق یا نظر افراد خبره درباره رابطه ورودی ها و خروجی ها وجود داشته باشد. همچنین، سیستم فازی وقتی مناسب خواهد بود که داده ها برای مدل سازی کافی نباشند. به همین دلیل، در این پروژه سعی شده مدلی بر مبنای سیستم فازی برای ارزیابی ریسک اعتباری مشتریان حقیقی ارائه شود. از این رو سیستم در پنج مرحله طراحی شده است.

در مرحله اول ورودی های سیستم (معیارهای تعیین ریسک اعتباری) بر اساس دیدگاه افراد خبره تعیین شده اند. ورودی های سیستم شامل ظرفیت مالی(وضعیت درآمدی، وضعیت حساب، دارائی مشتری، موجودی کالا، سرمایه در گردش، امکانات فیزیکی) ، قابلیت اطمینان (عدم سوء پیشینه، تحصیلات، دانش مشتری، عنوان شغلی، حسن شهرت، زمینه فعالیت، مجوز کسب) و سابقه بازپرداخت(عدم چک برگشتی، عدم اقساط معوقه، بدهی متقاضی) است. خروجی سیستم نیز سطح اعتبار مشتری تعریف می شود. در مرحله دوم ورودی ها و خروجی افرازبندی می شود. یعنی ترم ها و رنج مربوط به هر متغیر را مشخص می کنیم. ورودی ها و خروجی های افرازبندی شده در مرحله سوم به اعداد فازی تبدیل شده و قوانین استنتاج (قاعده یا Rule) تبیین می شود. در مرحله آخر عملیات فازی زدایی انجام می گیرد.

الگوریتم مدل سازی:

با توجه به توضیحات بالا، الگوریتم مدل سازی به صورت نمودار زیر می باشد. همچنان که در این شکل دیده می شود، الگوریتم مدل سازی در این پروژه از پنج مرحله اصلی تشکیل شده است.



نمودار1- الگوریتم مدل سازی

در عمل به کارگیری مدل و همچنین تعیین متغیرهای ورودی نیازمند ابزارهایی نظیر پرسشنامه است. به همین دلیل، در این پروژه اطلاعات مربوط به متغیرهای ورودی و خروجی (متغیرها و داده ها) و روابط بین آن ها برای دستیابی به نتایج بهتر، از یافته های موجود در مقاله دکتر بافنده زنده و رحیمی گرفته شده است.

پس از تعیین و طیف بندی متغیرهای ورودی و خروجی، برای فازی سازی متغیرها از اعداد مثلثی استفاده شده و برای استنتاج فازی روش ممدانی به کار رفته است. در نهایت سیستم پس از طراحی در نرم افزار MATLAB پیاده سازی و تدوین شده است.

به طور کل در نرم افزار متلب 5 مرحله به صورت زیر باید پیاده سازی شود:

۱- FIS Editor
۲- Membership Function
۳- Rule Editor
۴- Rule Viewer
۵- Surface Viewer

مراحل فوق به ترتیب در زیر اجرا می شوند.

مرحله اول: تعیین متغیرهای ورودی و خروجی

Input variables: ورودی های مدل که عوامل تعیین کننده سطح اعتبار هستند عبارتند از:

- ظرفیت مالی (Property capacity)
- قابلیت اطمینان(Reliability)
- سابقه بازپرداخت(Repayment history)

البته عواملی دیگری نیز وجود دارند که ممکن است در سطح اعتبار سنجی تأثیر داشته باشند ولی به دلیل سادگی، عومل مهم را در نظر گرفته و از بیان عوامل دیگر صرف نظر می شود.

Output variable: متغیر خروجی عبارت است از:

- سطح اعتبار مشتری (Currency level)

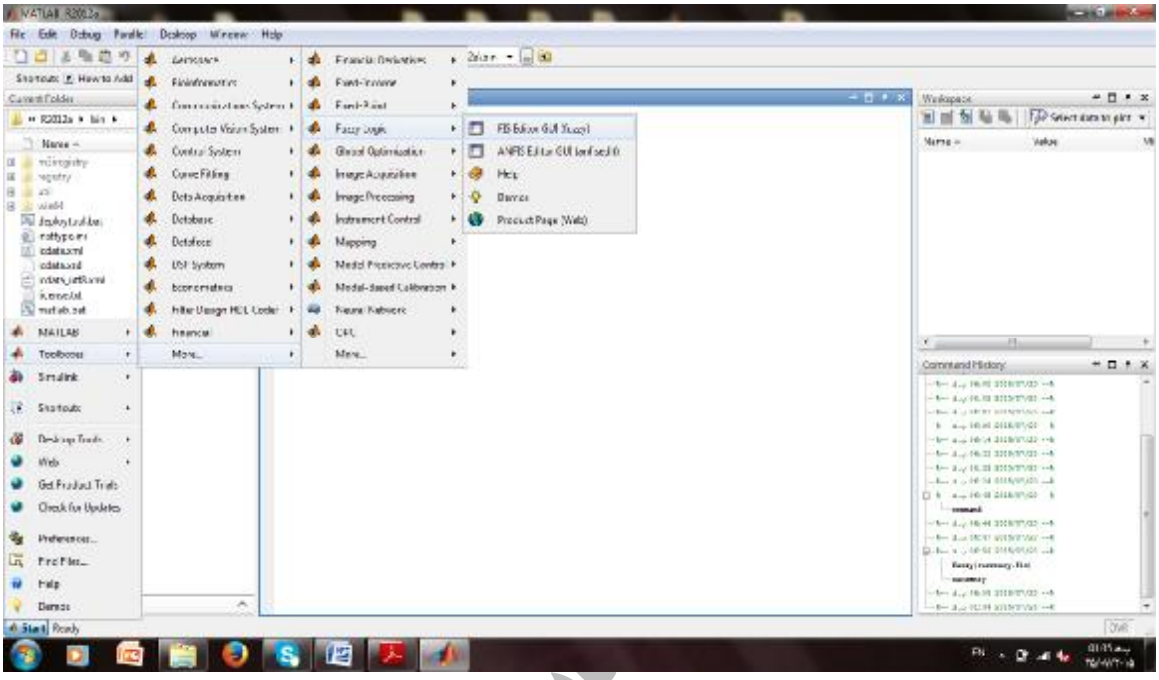
با توجه به اینکه تعداد ورودی ها سه، و تعداد خروجی یک می باشد، سیستم موجود از نوع MISO می باشد.

یک فایل خوب برای درس فازی دکتر کاظمی

1-FIS Editor:

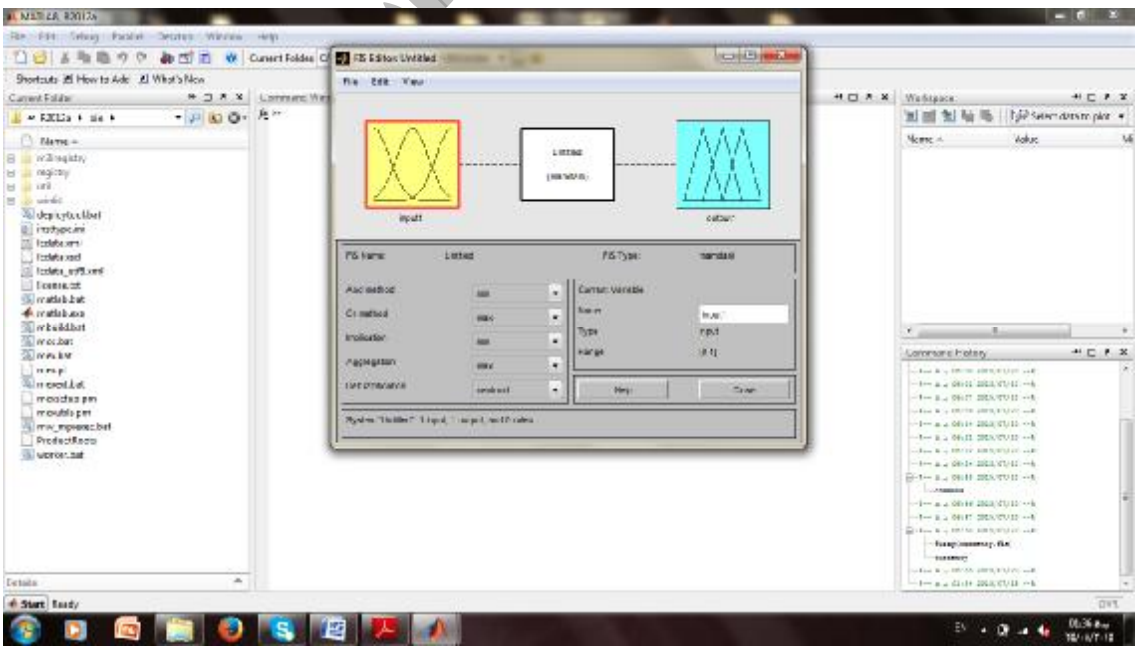
برای وارد شدن به نرم افزار متلب به صورت زیر عمل می کنیم:

Start / Toolboxes / More / Fuzzy logic / FIS editor



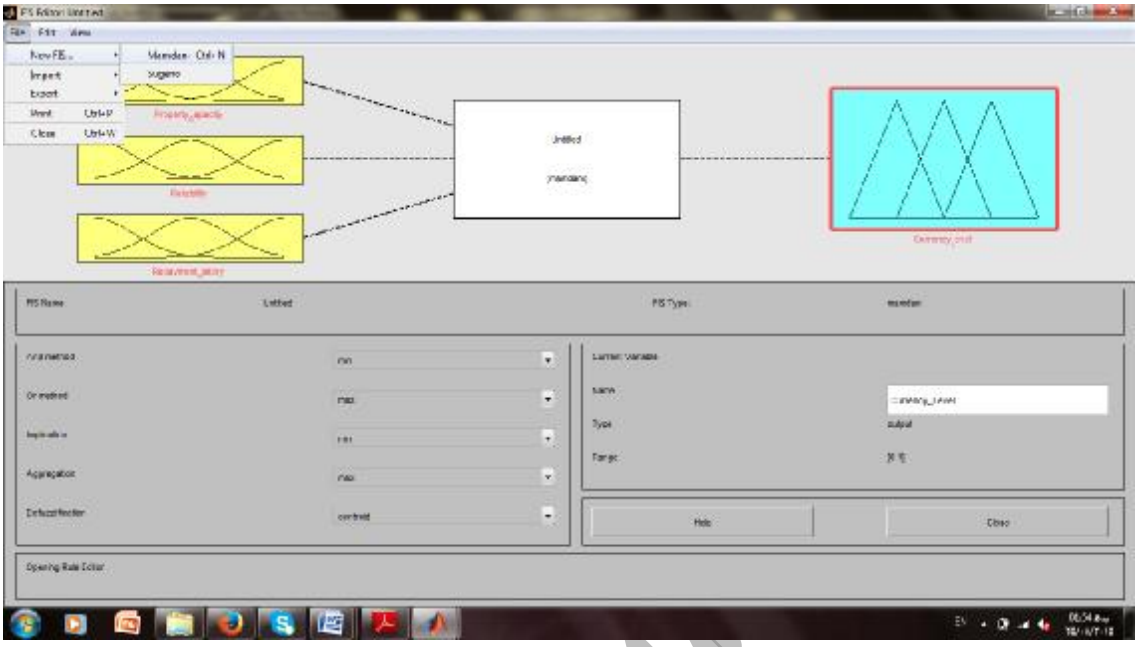
شکل1- نحوه ی ورود به پنجره FIS Editor

دراین صورت صفحه ای به شکل زیر باز می شود.



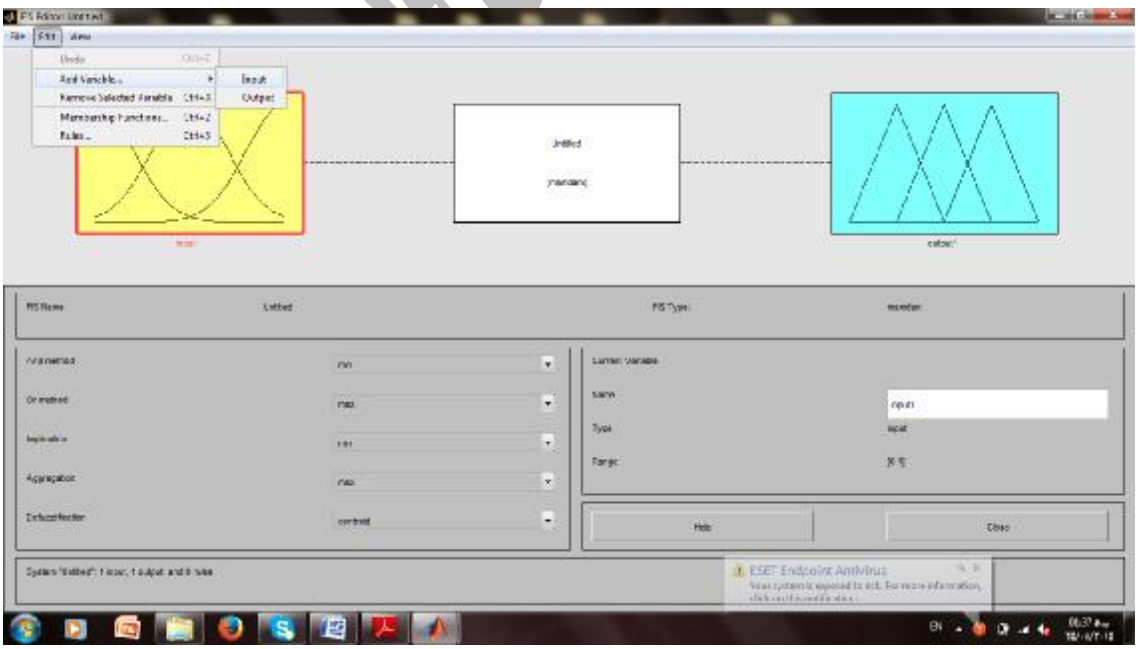
شکل2- پنجره ی FIS Editor

نوع سیستم به صورت پیش فرض ممدانی می باشد ولی اگر این طور نبود میتوان به صورت زیر به حالت ممدانی تغییر داد.



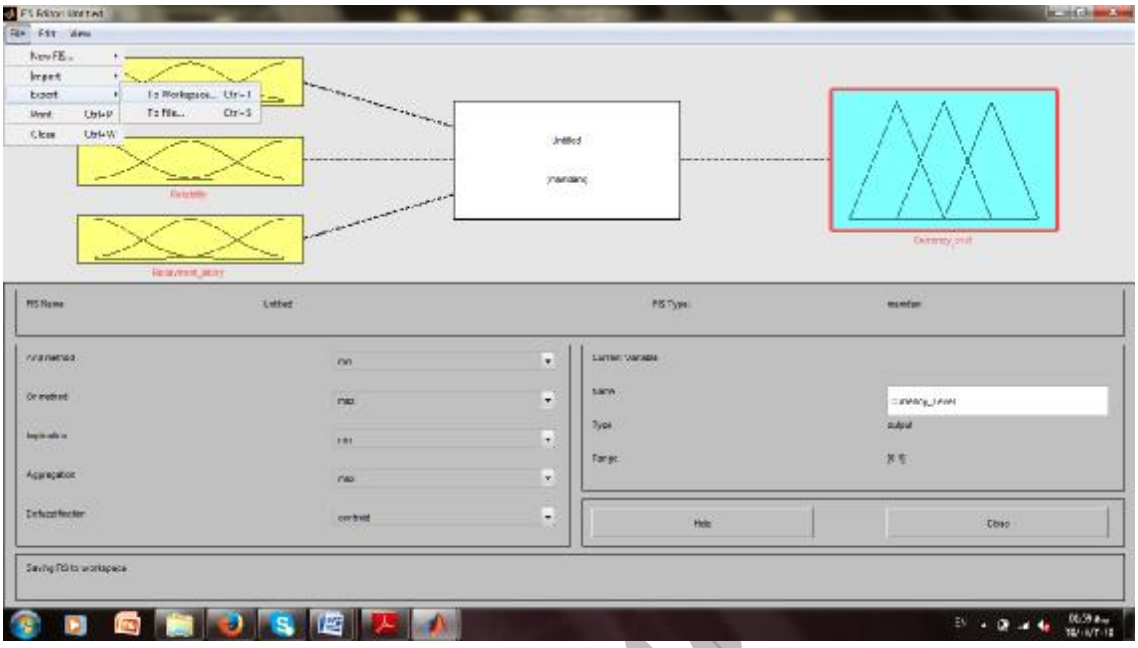
شکل3- نحوه تغییر حالت سیستم به ممدانی

در قدم بعدی چون سیستم به صورت پیش فرض یک متغیر ورودی و یک متغیر خروجی دارد، برای اضافه کردن متغیر ورودی، در سربرگ بالایی از قسمت Edit، گزینه Add variable کلیک کرده و Input را انتخاب و دو متغیر دیگر اضافه می کنیم تا تعداد متغیرهای ورودی سه، شود.

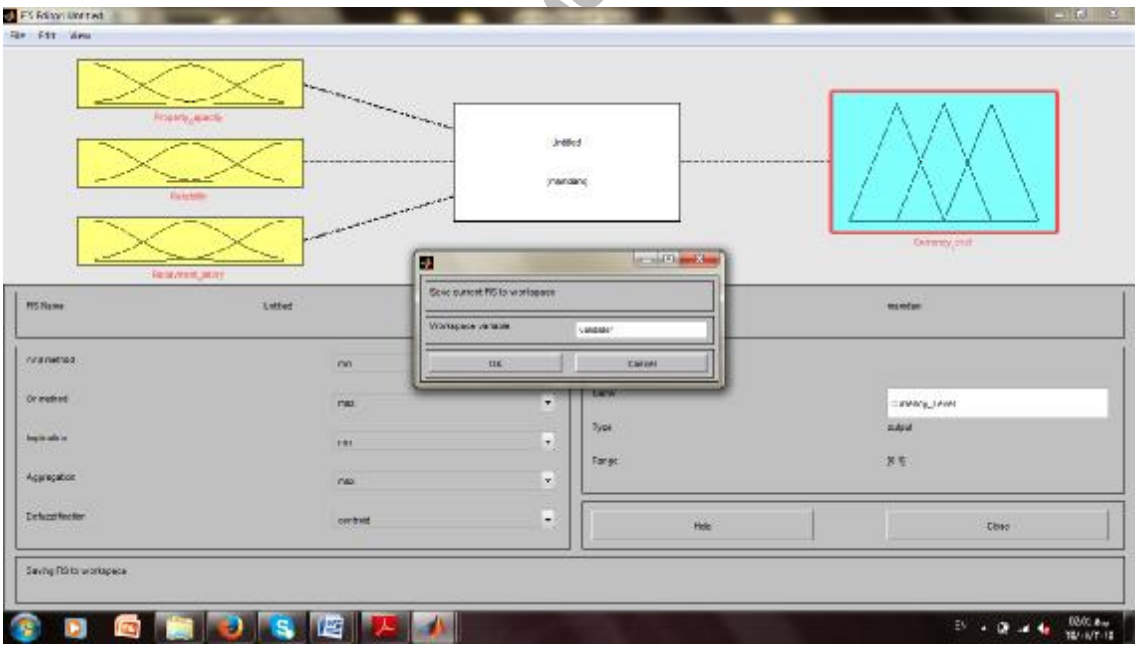


شکل4- نحوه اضافه کردن متغیرهای ورودی و خروجی

برای تغییر نام کلی فایل از قسمت File گزینه Export To workspace را انتخاب و نام فایل را Validator ذخیره می کنیم.

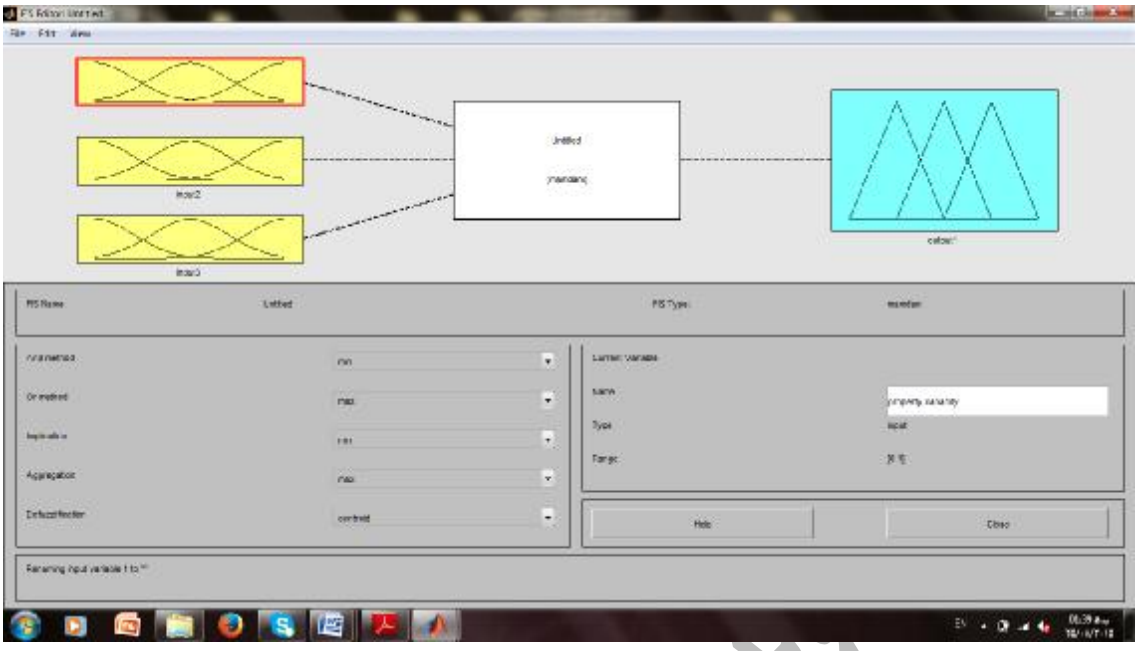


شکل5- نحوه نام گذاری فایل

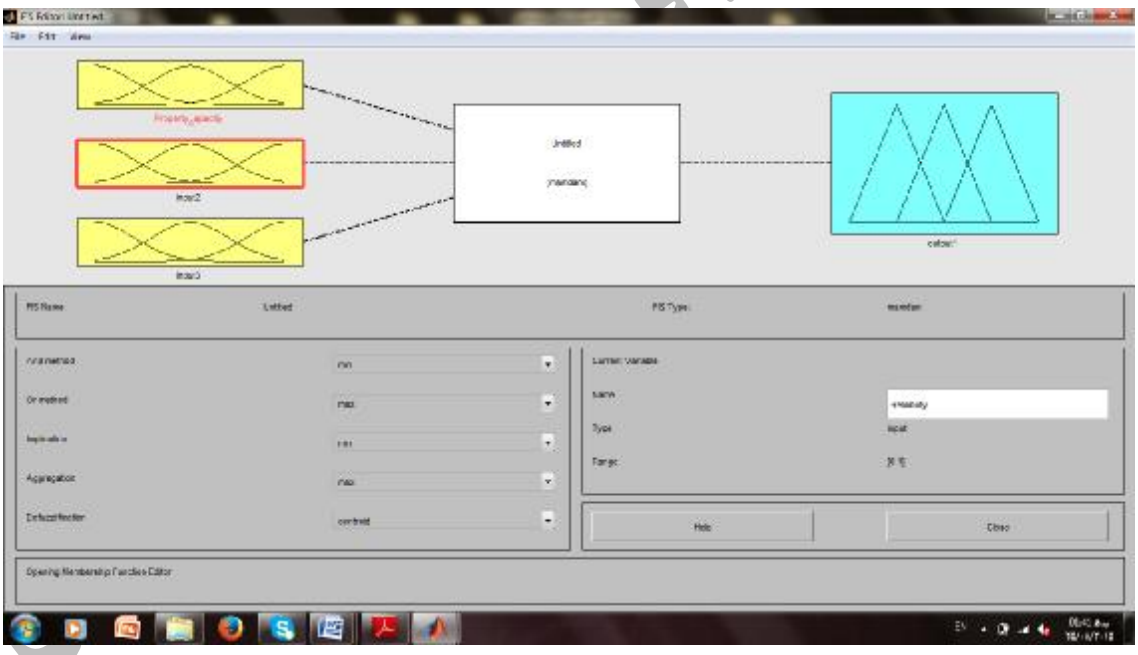


شکل6- نام گذاری فایل

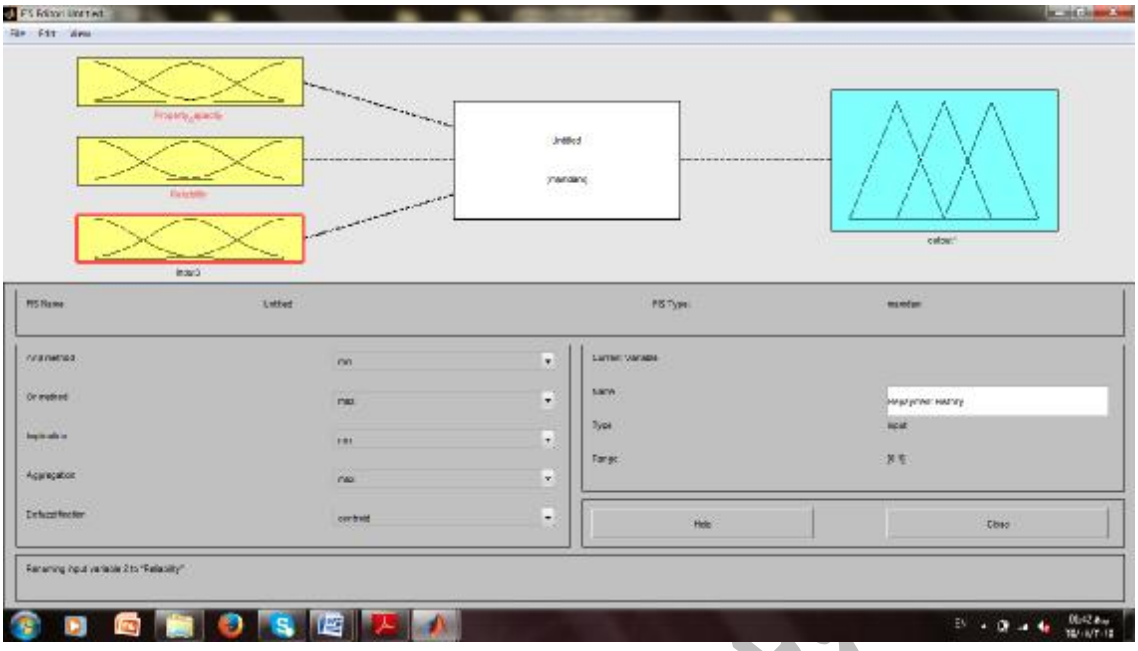
همچنین برای تغییر نام هرکدام از ورودی ها و خروجی روی شکل مربوطه دو بار کلیک کرده و در صفحه ای که باز می شود نام متغیر را عوض می کنیم. که شکل هرکدام به صورت جداگانه در زیر نشان داده شده است.



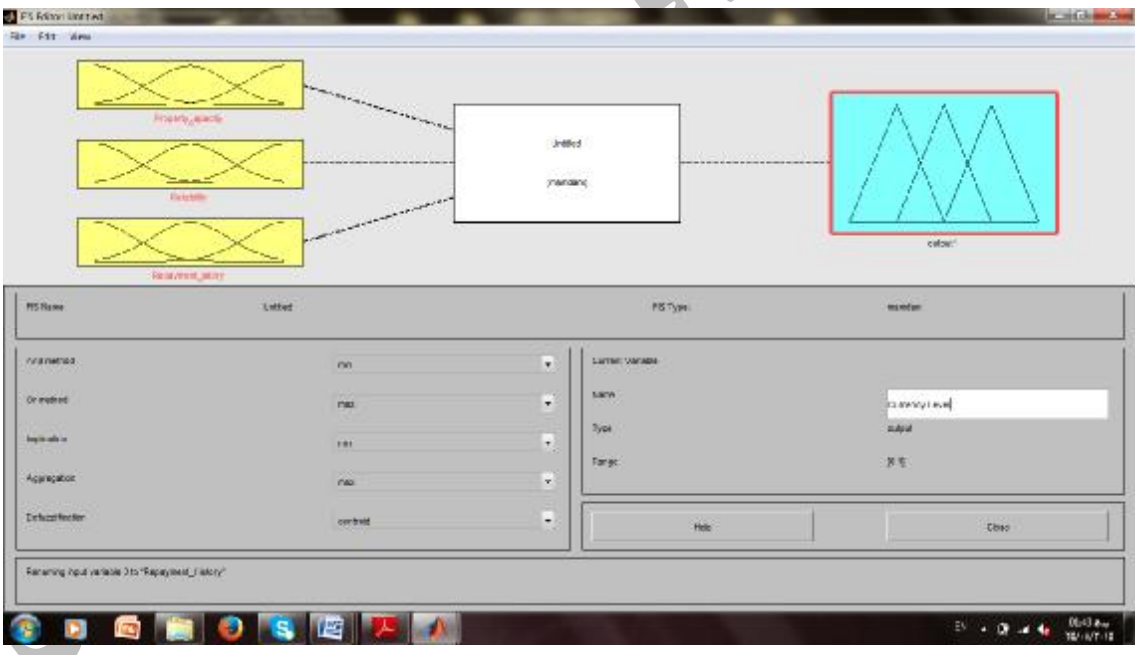
شکل7- نام گذاری متغیر ورودی اول



شکل8- نام گذاری متغیر ورودی دوم



شکل9- نام گذاری متغیر ورودی سوم



شکل10- نام گذاری متغیر خروجی

مرحله دوم: افراز بندی متغیرها

در این مرحله ورودی و خروجی ها بین صفر و یک و به صورت جدول های زیر افراز بندی می شوند.

جدول1- افرازبندی متغیرهای ورودی

ظرفیت مالی(Property Capacity)		قابلیت اطمینان (Reliability)		سابقه باز پرداخت (Repeyment History)	
Low	پایین	Low	پایین	Bad	بد
Average	متوسط	Average	متوسط	Average	متوسط
High	بالا	High	بالا	Good	خوب

مآخذ: یافته های تحقیق مقاله دکتر بافنده زنده و رحیمی

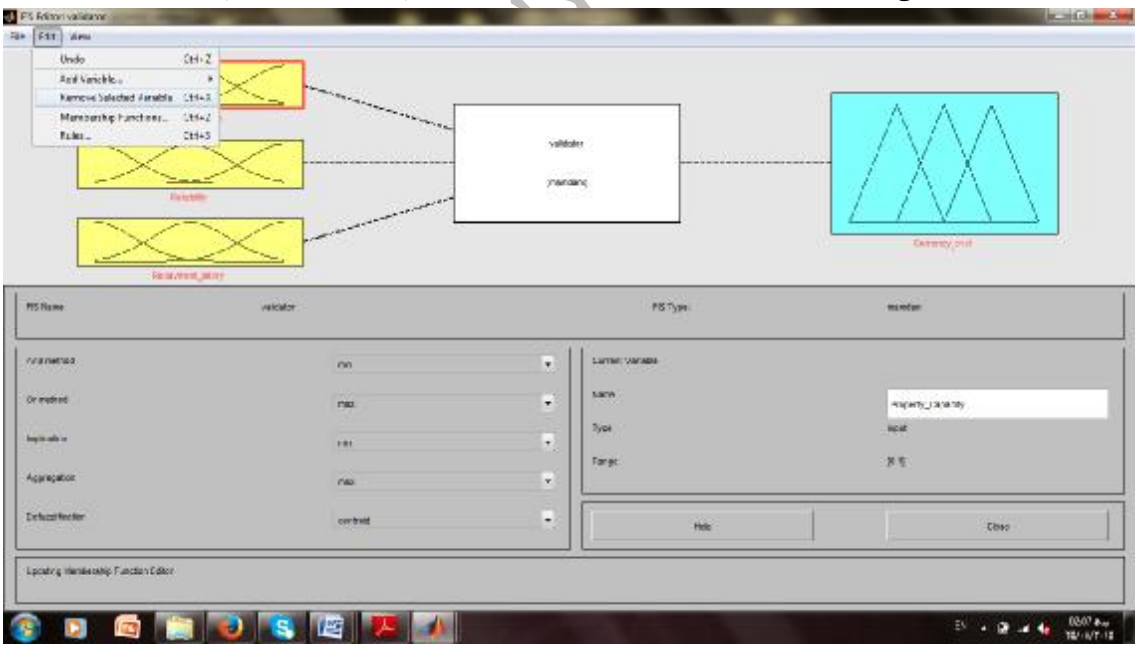
جدول2- افرازبندی متغیر خروجی

سطح اعتبار(Currency Level)	
Low	پایین
Average	متوسط
High	بالا

مآخذ: یافته های تحقیق مقاله دکتر بافنده زنده و رحیمی

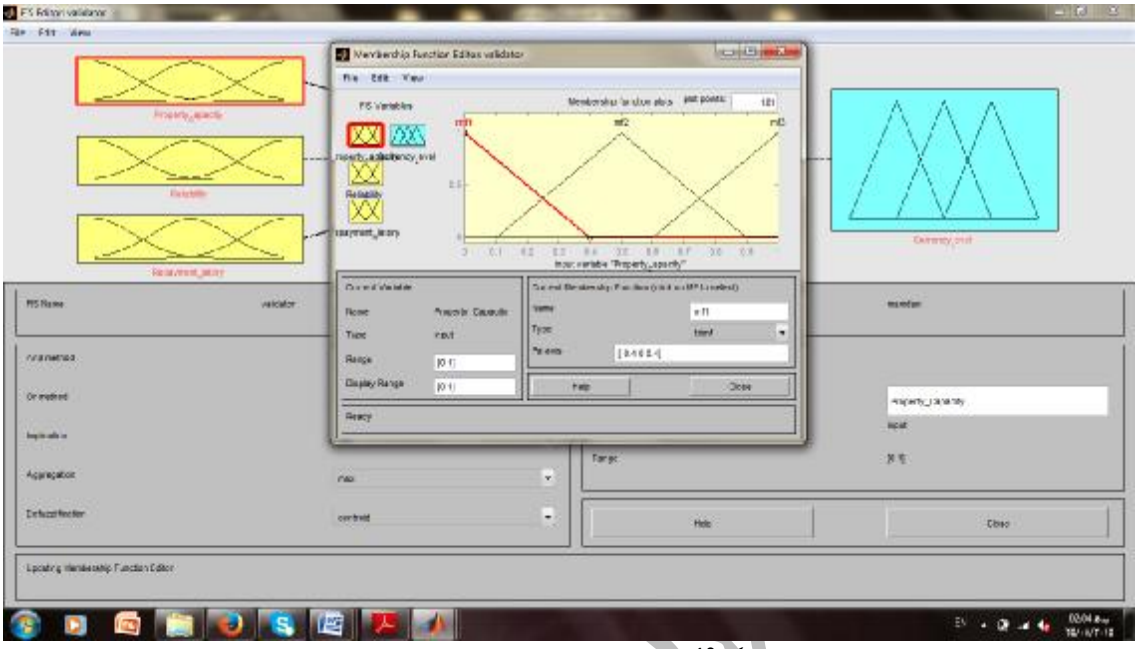
2- Membership Function

پس از افرازبندی داده ها و توابع عضویت را از طریق گزینه Edit به صورت زیر وارد نرم افزار متلب می کنیم:



شکل11- نحوه ورود به بخش تابع عضویت

در این صورت صفحه ای مانند زیر باز می شود:



شکل12- نمایش بخش Membership Function

مرحله سوم: تعیین اعداد فازی برای هریک از متغیرهای زبانی

قبل از شروع مرحله فازی، به منظور تسهیل محاسبات فازی، متغیرهای ورودی به مقادیر صفر تا یک نرمالیز می شوند. فازی سازی به معنای تبدیل متغیرهای ورودی به متغیرهای زبانی[1] است. متغیر زبانی متغیری است که ارزش آن به صورت صفات کمی مانند «خوب، بد، معمولی و غیره» بیان می گردد.

هر متغیر زبانی با استفاده از یک تابع عضویت به صورت یک مجموعه فازی نمایش داده می شود. تابع عضویت منحنی ای است که نحوه نگاشت هر نقطه از فضای ورودی را به یک مقدار عضویت (درجه ی عضویت) بین صفر و یک تعریف می کند (کیا، 1389). توابع عضویت به اشکال مختلفی از جمله مثلثی، ذوزنقه ای، گوسی(نرمال) وجود دارند.که در این تحقیق از اعداد فازی مثلثی استفاده شده است.

جداول زیر این متغیرهای زبانی و اعداد فازی معادل آن ها را نشان می دهد. تا حد امکان سعی شده از اعدادی استفاده شود که تقارن و تعادل حفظ شود و Overlap باشد.

جدول3- اطلاعات مربوط به متغرهای زبانی و اعداد فازی ورودی

ظرفیت مالی		قابلیت اطمینان		سابقه باز پرداخت	
متغیر	عدد فازی	متغیر	عدد فازی	متغیر	عدد فازی
پایین	(0 0/083 0/425)	پایین	(0 0/125 0/5)	بد	(0 0 0/166)
متوسط	(0/425 0/5 0/75)	متوسط	(0/5 0/625 0/75)	متوسط	(0/166 0/5 0/ 666)
بالا	(0/75 1 1)	بالا	(0/75 0/94 1)	خوب	(0/666 0/75 1)

مآخذ: یافته های تحقیق مقاله دکتر بافنده زنده و رحیمی

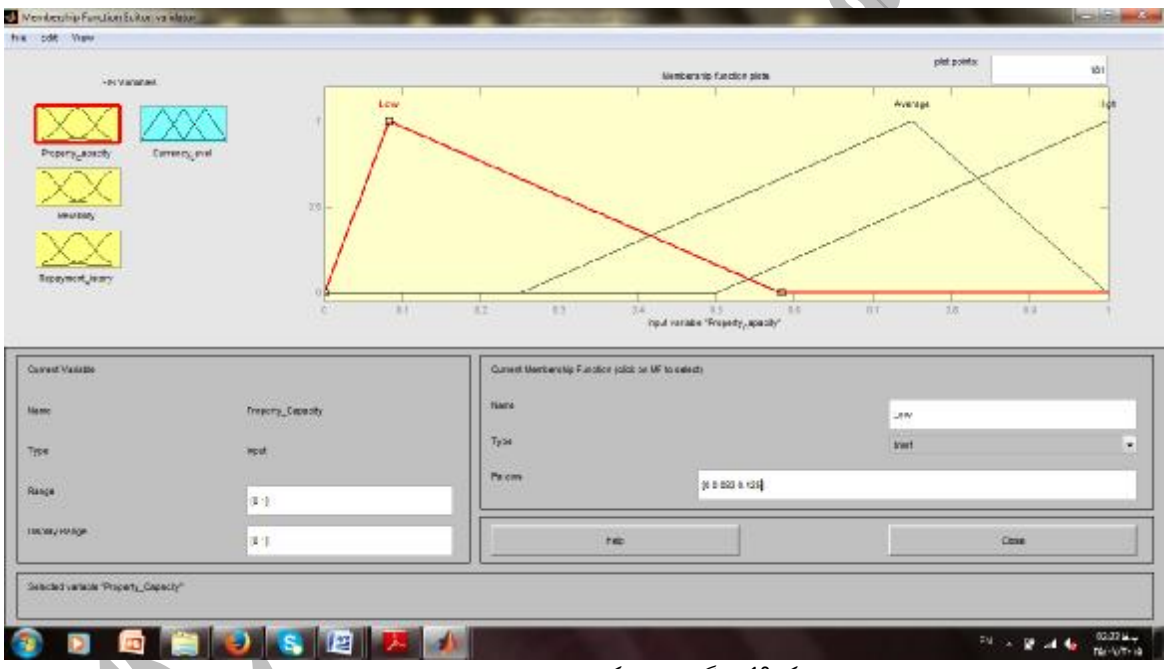
[1] Linguistic Variable

جدول4- اطلاعات مربوط به متغیرهای زبانی و اعداد فازی خروجی

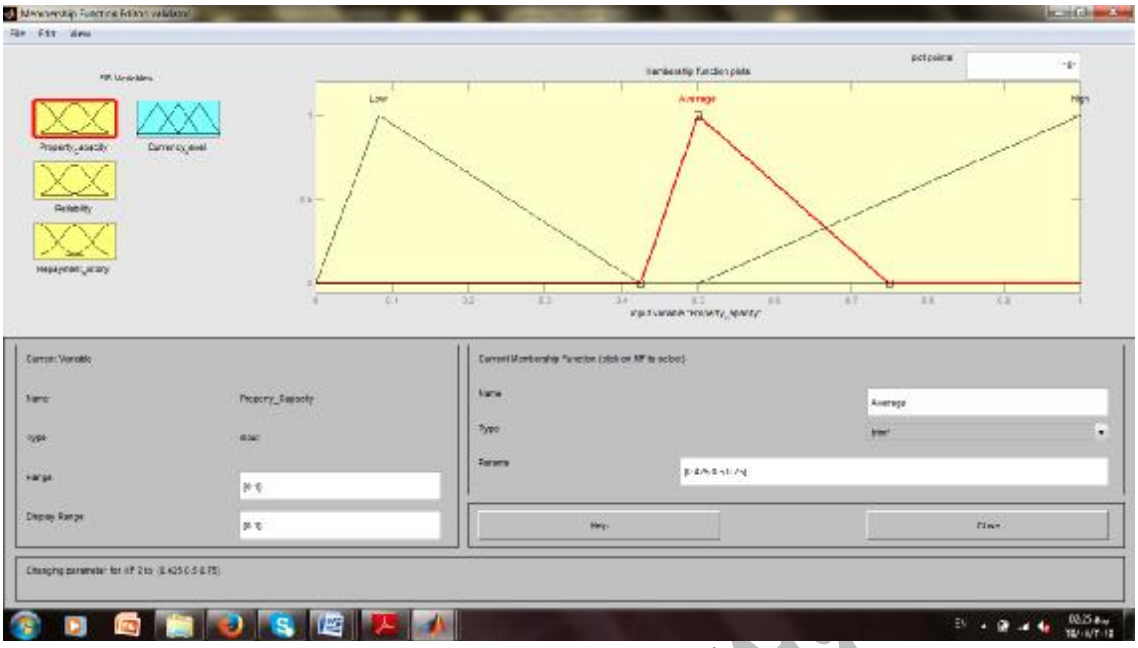
سطح اعتبار	
متغیر	عدد فازی
پایین	(0 0/325 0/5)
متوسط	(0/5 0/625 0/75)
بالا	(0/75 0/86 1)

مآخذ: یافته های تحقیق مقاله دکتر بافنده زنده و رحیمی

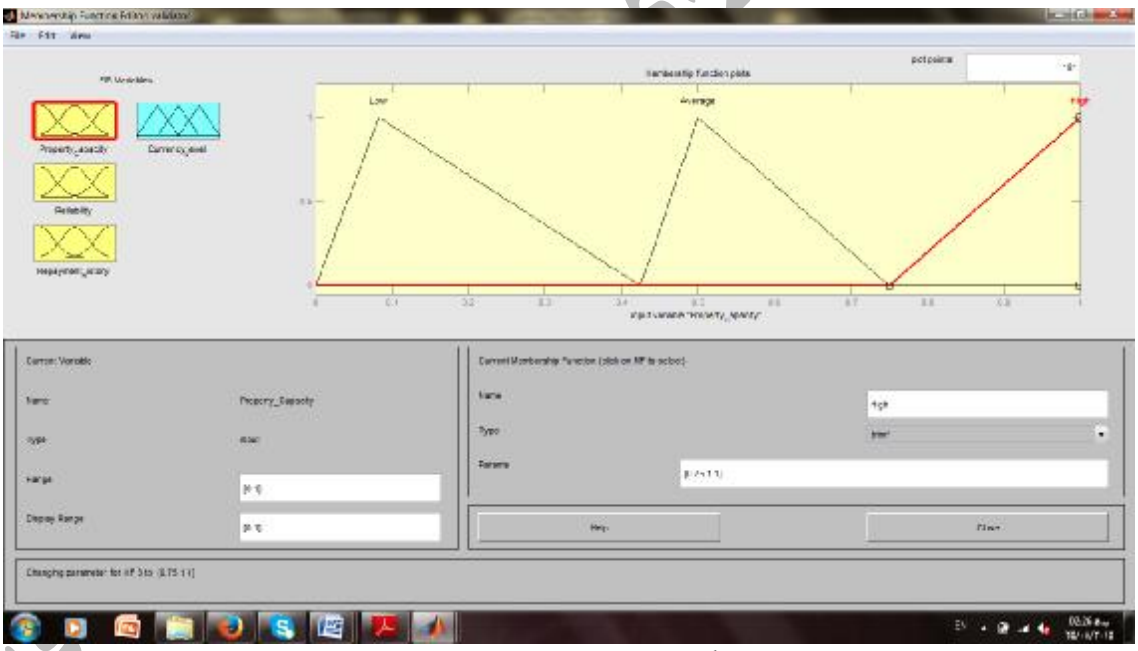
در نرم افزار متلب با انتخاب هرکدام از باکس های مربوط به ورودی، ترم های بیان شده در مرحله ی قبل و توابع عضویت مربوط به هرکدام را به ترتیب جاگذاری می کنیم:



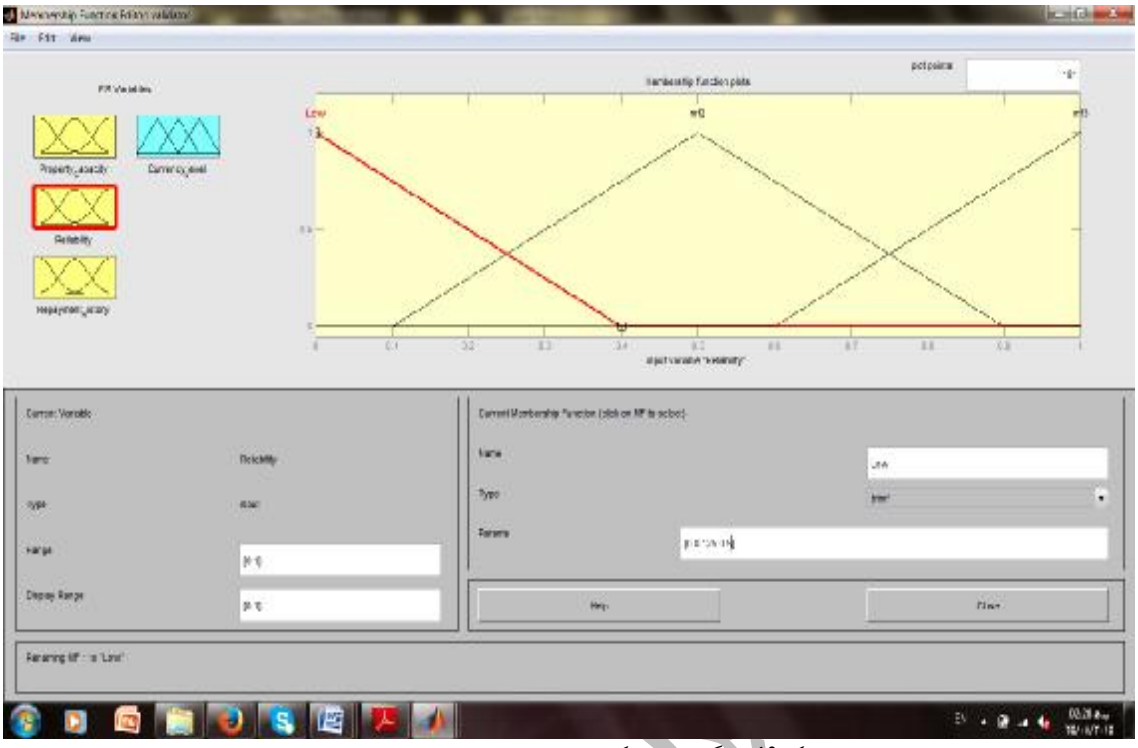
شکل13- جاگذاری ترم یک و تابع عضویت برای ورودی اول



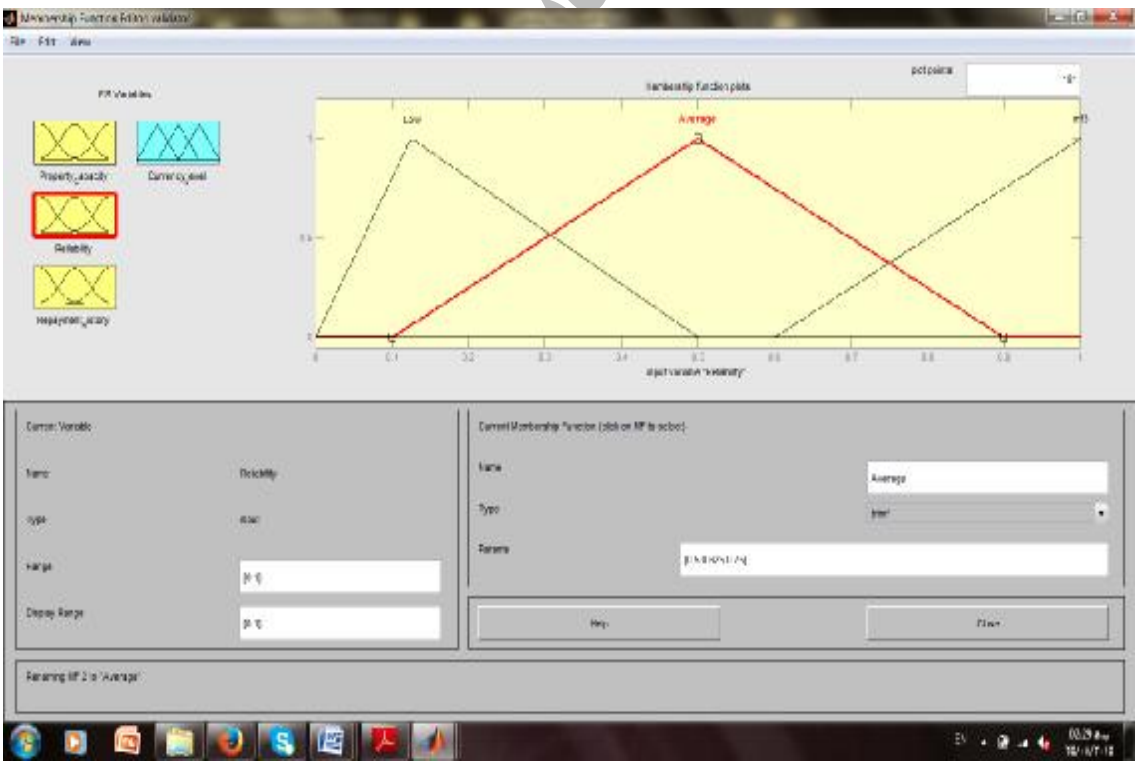
شکل14- جاگذاری ترم دو و تابع عضویت برای متغیر ورودی اول



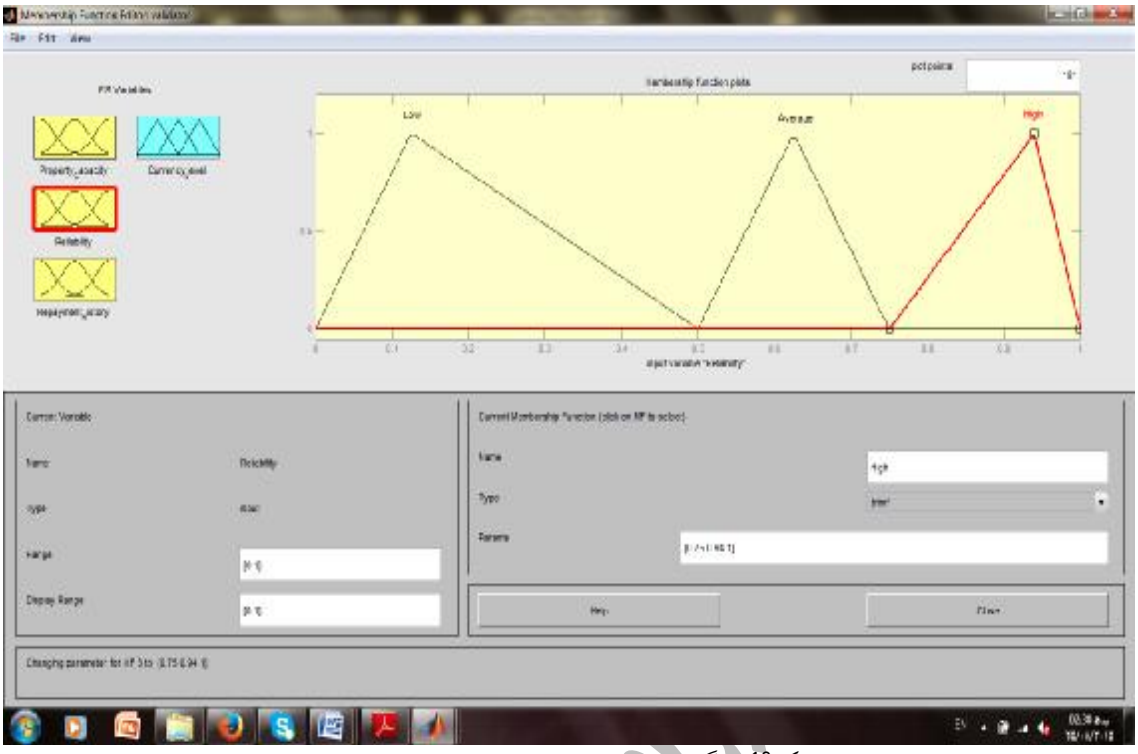
شکل15- جاگذاری ترم سه و تابع عضویت برای متغیر ورودی اول



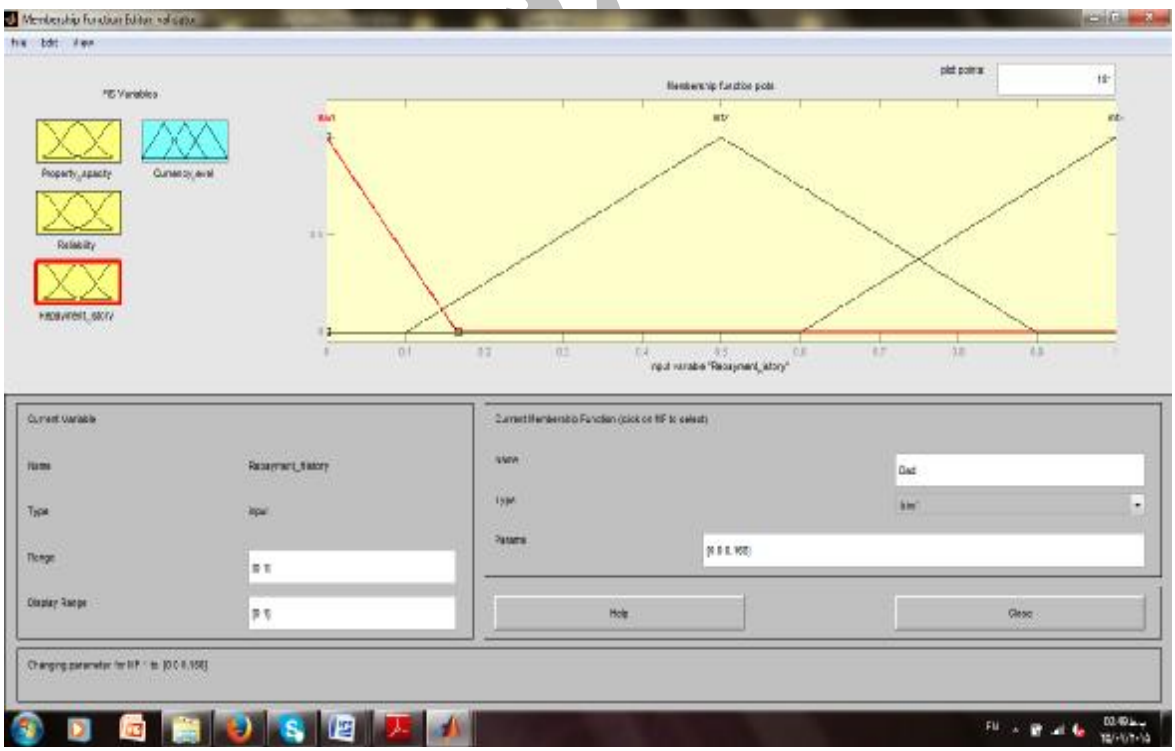
شکل16- جاگذاری ترم یک و تابع عضویت برای متغیر ورودی دوم



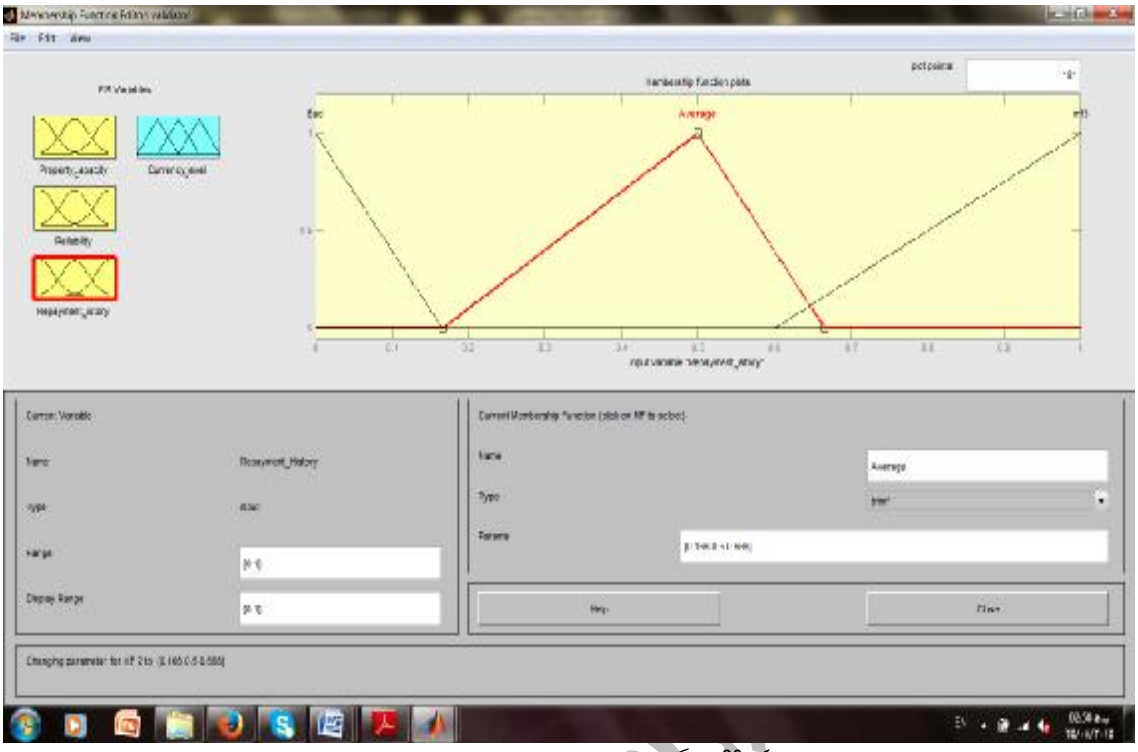
شکل17- جاگذاری ترم دو و تابع عضویت برای متغیر ورودی دوم



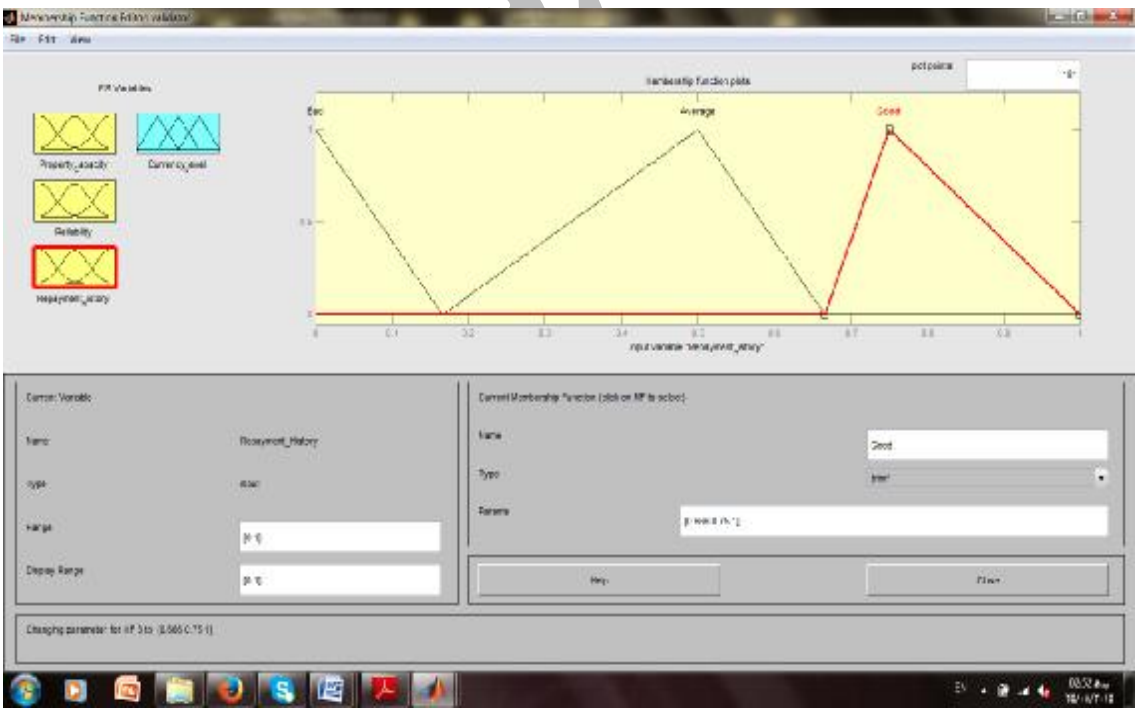
شکل18- جاگذاری ترم سه و تابع عضویت برای متغیر ورودی دوم



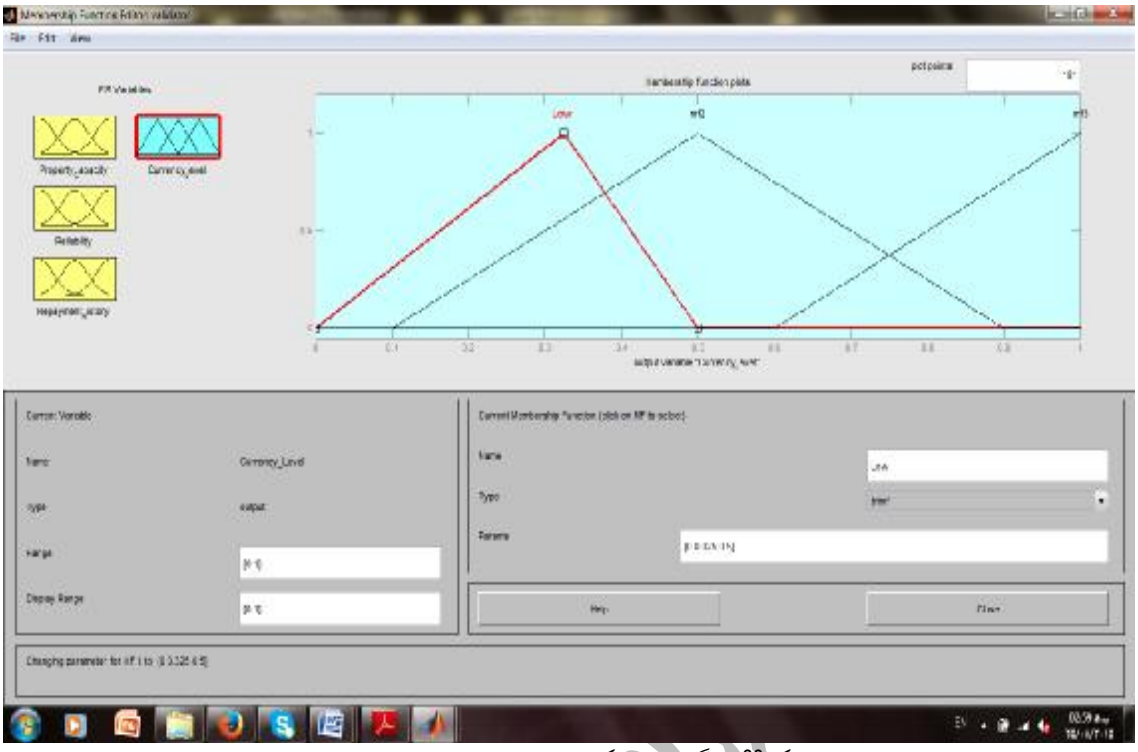
شکل19- جاگذاری ترم یک و تابع عضویت برای متغیر ورودی سوم



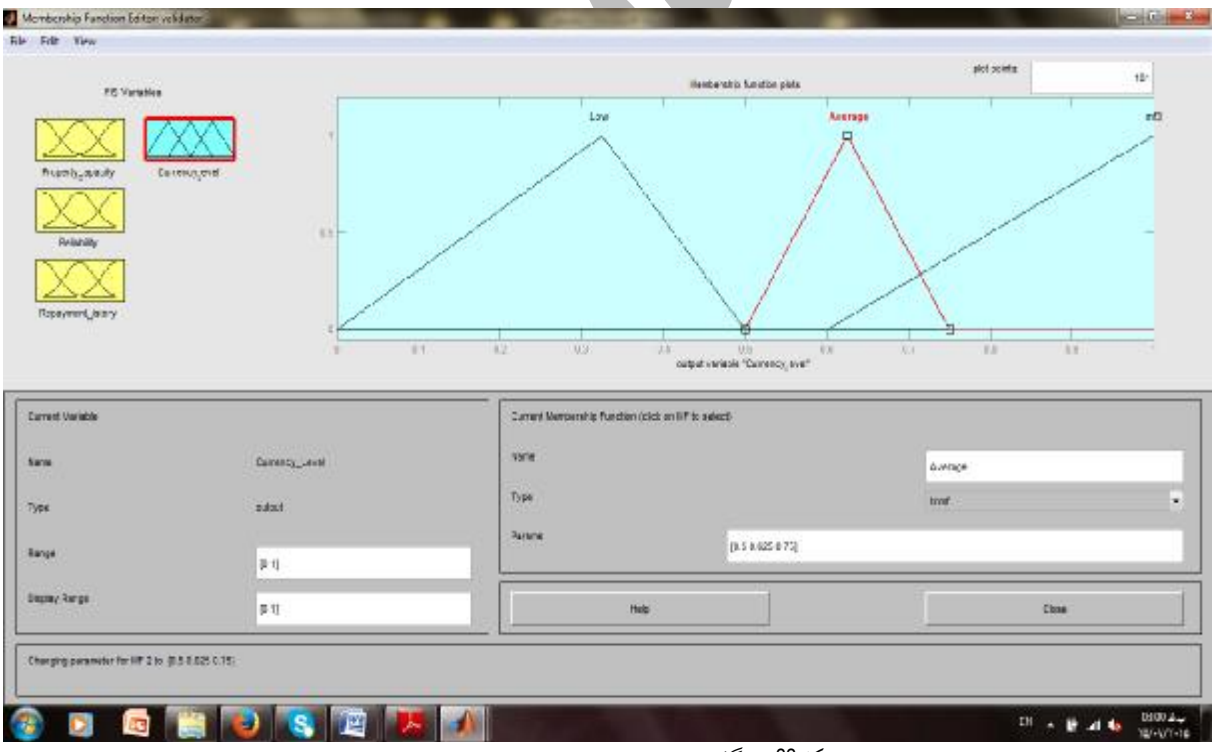
شکل20- جاگذاری ترم دو و تابع عضویت برای متغیر سوم



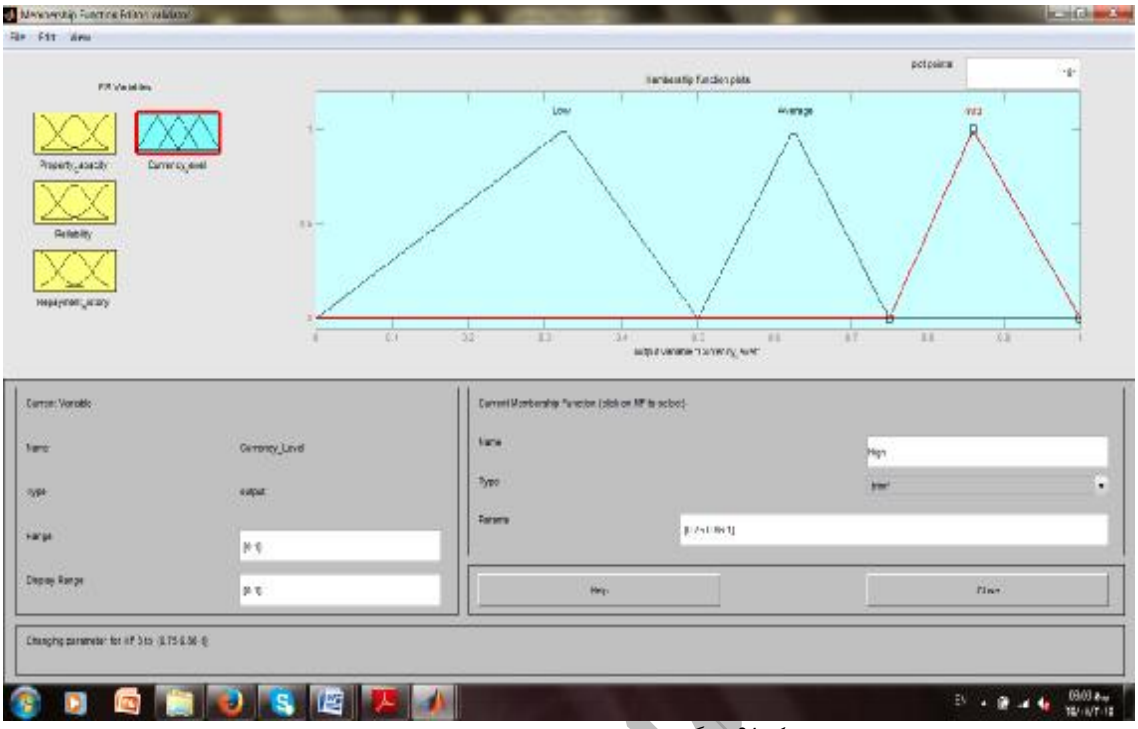
شکل21- جاگذاری ترم سه و تابع عضویت برای متغیر سوم



شکل22- جاگذاری ترم یک و تابع عضویت برای متغیر خروجی



شکل23- جاگذاری ترم دو و تابع عضویت برای متغیر خروجی



شکل 24- جاگذاری ترم سه و تابع عضویت برای متغیر خروجی

مرحله چهارم: تدوین قوانین استنتاج (موتور استنتاج)

استنتاج در سیستم استنتاج فازی مبتنی بر منطق فازی (Fuzzy Logic) است. یکی از روش های نوظهور در حل مسائل مهندسی جهت مدل سازی سیستم هایی که دارای پیچیدگی زیاد یا عدم قطعیت و یا عدم صراحت بوده و داده های کافی از آن ها موجود نیست، استفاده از تئوری مجموعه های فازی از جمله سیستم استنتاج فازی می باشد. مزیت اصلی این تکنیک نسبت به روش های رایج این است که این سیستم بر اساس قواعد اگر - آن گاه بنا نهاده شده است و قادر به تعیین ارتباط بین متغیرهای ورودی و خروجی با استفاده از قواعد مزبور می باشد و می توان از آن به عنوان یک مدل پیش بینی برای شرایطی که داده های ورودی و یا خروجی دارای عدم قطعیت بالایی باشند، استفاده نمود. چرا که در چنین شرایطی روش های کلاسیک پیش بینی نظیر رگرسیون نمی توانند به خوبی عدم قطعیت های موجود در داده ها را در نظر بگیرند.

سیستم مورد مطالعه در این تحقیق، سه متغیر ورودی دارد که هریک به سه مجموعه فازی (ترم ها) افراز بندی شده است. بنابراین به 27 قانون نیاز است (3*3*3=27).

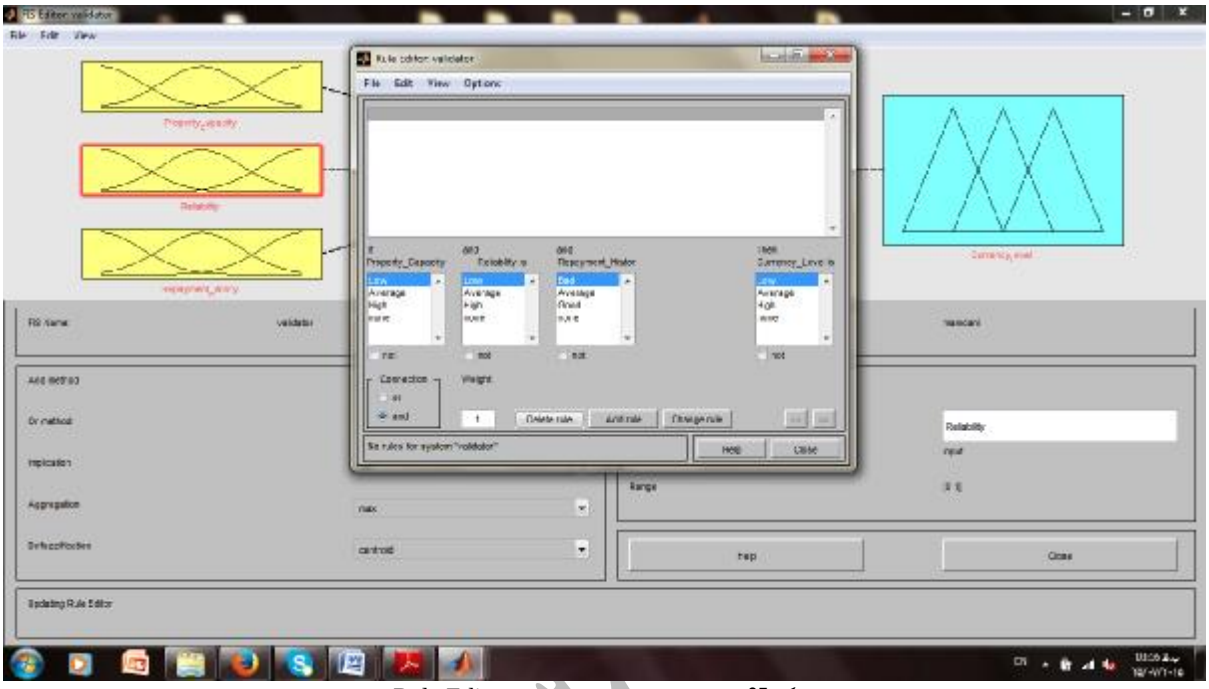
این قوانین به صورت اگر،آنگاه است که به عنوان مثال چند قانون را به صورت زیر ذکر می کنیم:

اگر ظرفیت مالی بالا، قابلیت اطمینان بالا و سابقه بازپرداخت بالا باشد آنگاه سطح اعتبار بالا خواهد بود.

اگر ظرفیت مالی بالا، قابلیت اطمینان بالا و سابقه بازپرداخت متوسط باشد آنگاه سطح اعتبار متوسط خواهد بود.

3- Rule Editor:

برای تعریف قواعد در متلب از گزینه Edit/Rule و یا روی باکس وسط دوبار کلیک کرده و یا اینکه Ctrl+3 را می زنیم. صفحه Rule editor به صورت زیر باز می شود:



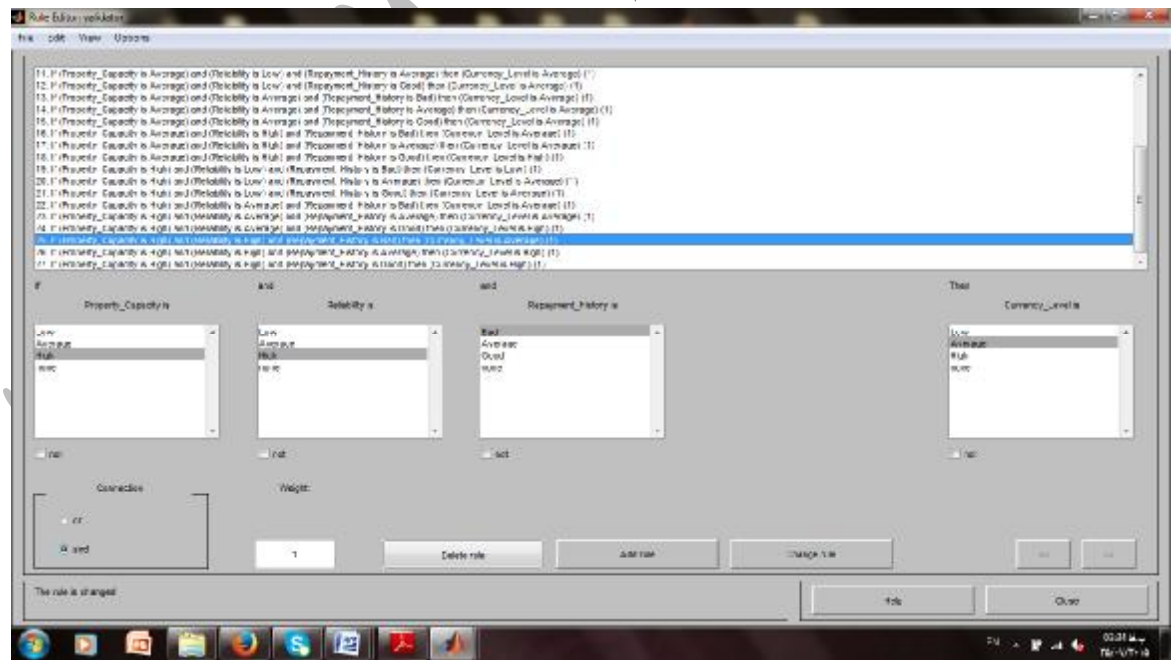
شکل25- نمایش نحوه ی ورود به پنجره Rule Editor

Rules:

1. If (Property capacity is Low) and (Reliability is Low) and (Repayment history is Bad) then (Currency level is Low).
2. If (Property capacity is Low) and (Reliability is Low) and (Repayment history is Average) then (Currency level is Low).
3. If (Property capacity is Low) and (Reliability is Low) and (Repayment history is Good) then (Currency level is Average).
4. If (Property capacity is Low) and (Reliability is Average) and (Repayment history is Bad) then (Currency level is Low).
5. If (Property capacity is Low) and (Reliability is Average) and (Repayment history is Average) then (Currency level is Average).
6. If (Property capacity is Low) and (Reliability is Average) and (Repayment history is Good) then (Currency level is Average).
7. If (Property capacity is Low) and (Reliability is High) and (Repayment history is Bad) then (Currency level is Low).
8. If (Property capacity is Low) and (Reliability is High) and (Repayment history is Average) then (Currency level is Average).
9. If (Property capacity is Low) and (Reliability is High) and (Repayment history is Good) then (Currency level is Average).
10. If (Property capacity is Average) and (Reliability is Low) and (Repayment history is Bad) then (Currency level is Low).
11. If (Property capacity is Low) and (Reliability is Low) and (Repayment history is Bad) then (Currency level is Low).
12. If (Property capacity is Average) and (Reliability is Low) and (Repayment history is Good) then (Currency level is Average).

13. If (Property capacity is Average) and (Reliability is Average) and (Repayment history is Bad) then (Currency level is Average).
14. If (Property capacity is Average) and (Reliability is Average) and (Repayment history is Average) then (Currency level is Average).
15. If (Property capacity is Average) and (Reliability is Average) and (Repayment history is Good) then (Currency level is Average).
16. If (Property capacity is Average) and (Reliability is High) and (Repayment history is Bad) then (Currency level is Average).
17. If (Property capacity is Average) and (Reliability is High) and (Repayment history is Average) then (Currency level is Average).
18. If (Property capacity is Average) and (Reliability is High) and (Repayment history is Good) then (Currency level is High).
19. If (Property capacity is High) and (Reliability is Low) and (Repayment history is Bad) then (Currency level is Low).
20. If (Property capacity is High) and (Reliability is Low) and (Repayment history is Average) then (Currency level is Average).
21. If (Property capacity is High) and (Reliability is Low) and (Repayment history is Good) then (Currency level is Average).
22. If (Property capacity is High) and (Reliability is Average) and (Repayment history is Bad) then (Currency level is Average).
23. If (Property capacity is High) and (Reliability is Average) and (Repayment history is Average) then (Currency level is Average).
24. If (Property capacity is High) and (Reliability is Average) and (Repayment history is Good) then (Currency level is High).
25. If (Property capacity is High) and (Reliability is High) and (Repayment history is Bad) then (Currency level is Average).
26. If (Property capacity is High) and (Reliability is High) and (Repayment history is Average) then (Currency level is High).
27. If (Property capacity is High) and (Reliability is High) and (Repayment history is Good) then (Currency level is High).

سپس قواعد نوشته شده در بالا را به صورت زیر وارد می کنیم:

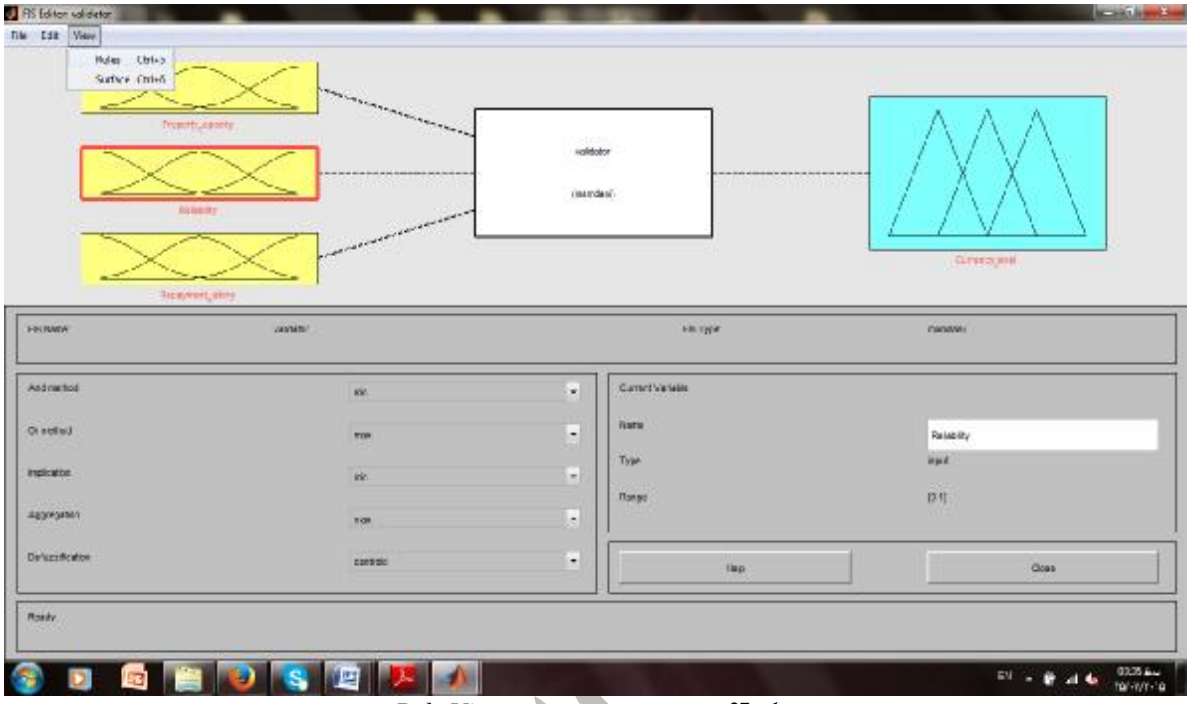


شکل26- نمایش نحوه ی وارد کردن قوانین

4-Rule Viewer:

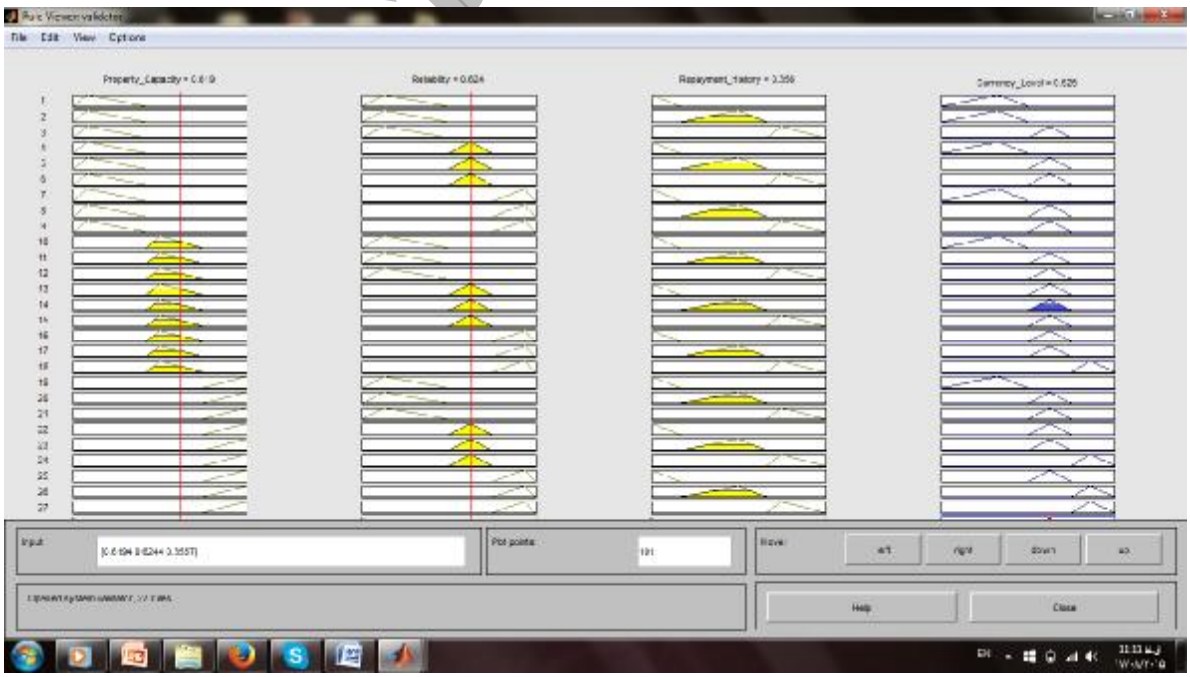
در بخش بعدی قواعد را به صورت زیر نشان می دهیم:

View / Rule / Rule viewer یا Ctrl+5



شکل27- نحوه ی ورود به پنجره ی Rule Viewer

که در نهایت به زیر نمایش داده می شود:

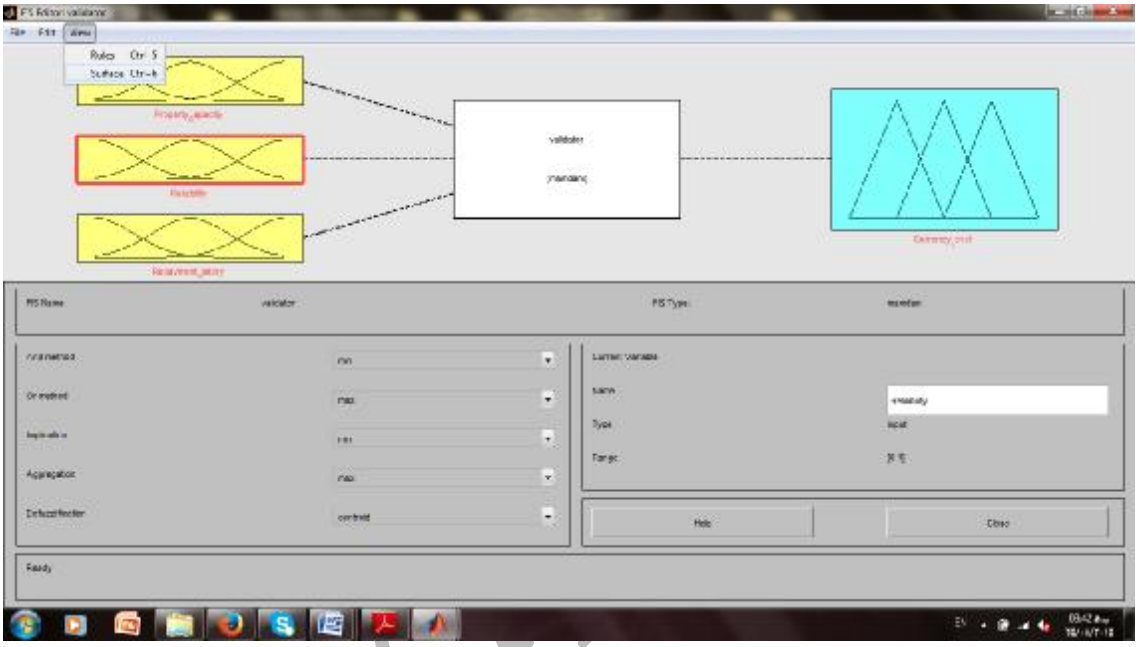


شکل28- نمایش قوانین در پنجره Rule Viewer

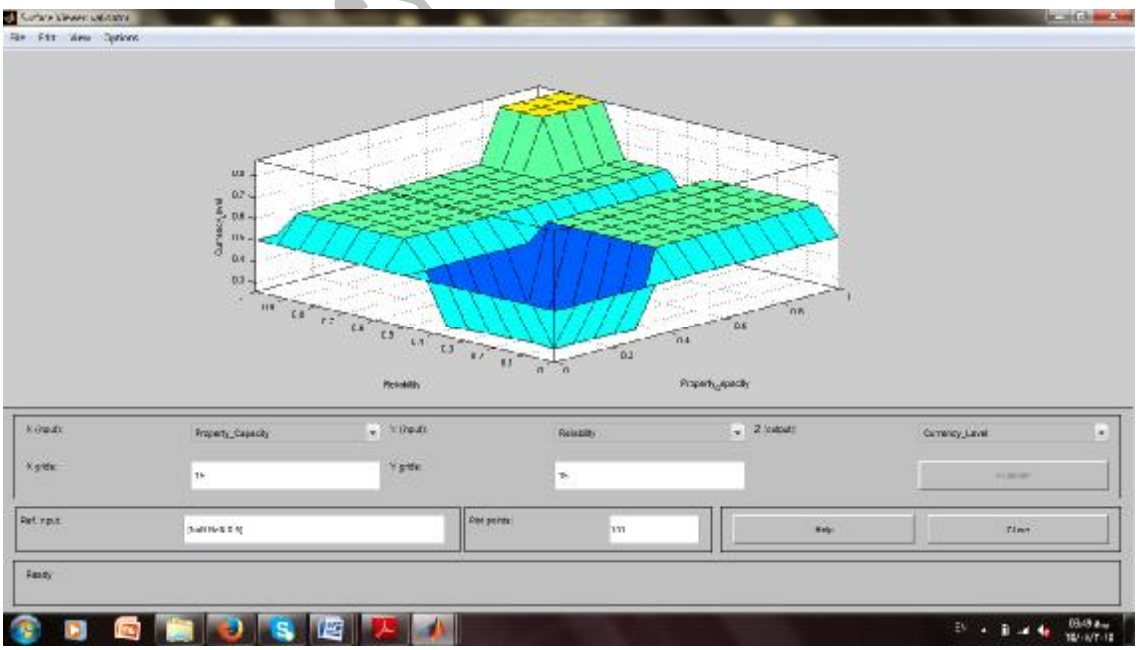
5-Surface Viewer:

همچنین می توانیم نمودارها را به صورت سه بعدی نشان دهیم ولی این قسمت زمانی درست عمل می کند که تعداد ورودی ها بیشتر از دو عدد نباشد. در حالیکه مدل ما دارای سه ورودی است، نمای سه بعدی آن کارایی چندانی ندارد ولی باز هم برای تکمیل پروژه به صورت زیر آورده شده است:

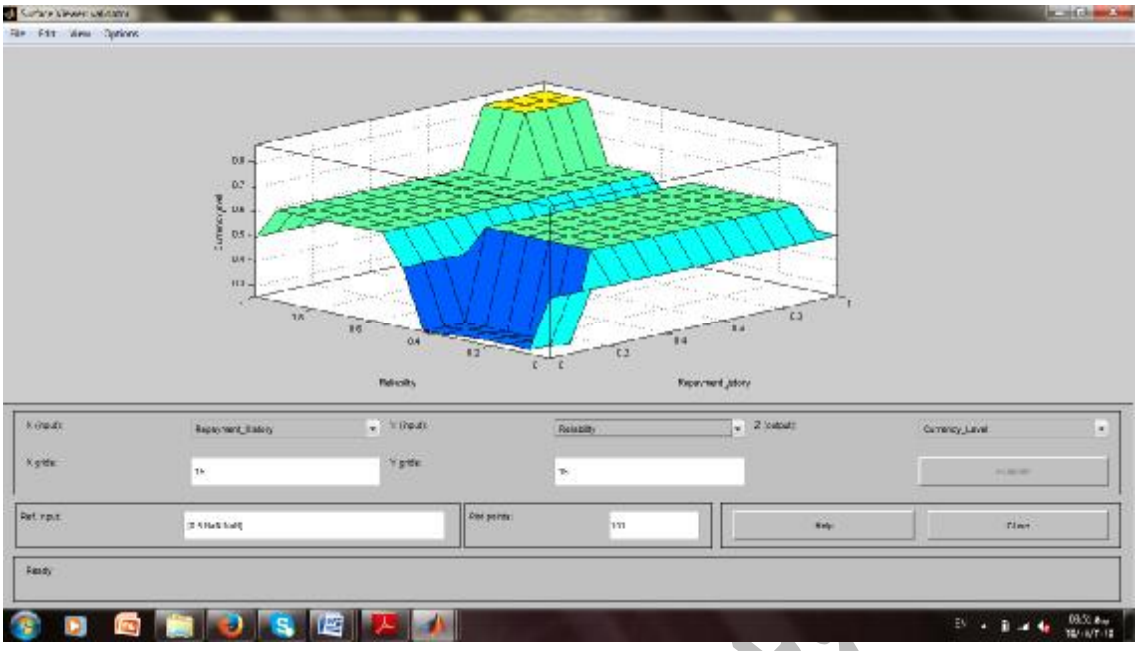
View / View surface



شکل29- نحوه ورود به پنجره **Surface Viewer**



شکل30- نمایش سیستم به صورت سه بعدی با در نظر گرفتن دو ورودی ظرفیت مالی و قابلیت اطمینان

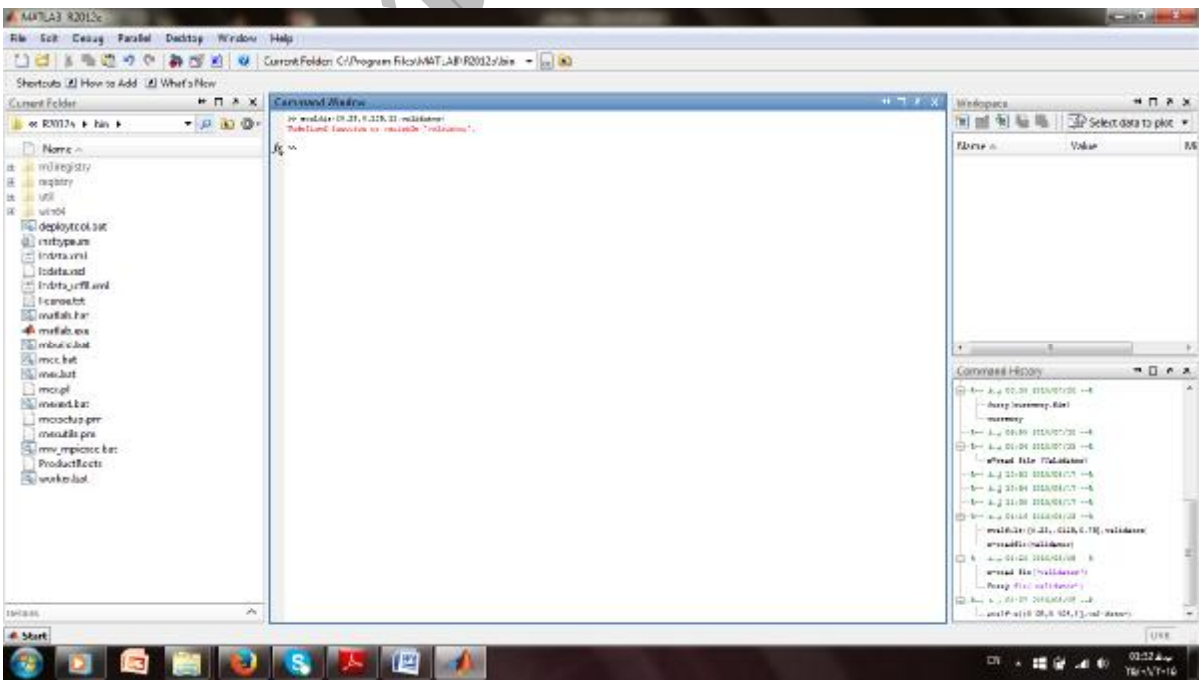


شکل31- نمایش سیستم به صورت سه بعدی با در نظر گرفتن دو ورودی سابقه باز پرداخت و قابلیت اطمینان

مقداردهی:

می توانیم برای مقدارهای مختلف ورودی مسئله را Run کنیم.

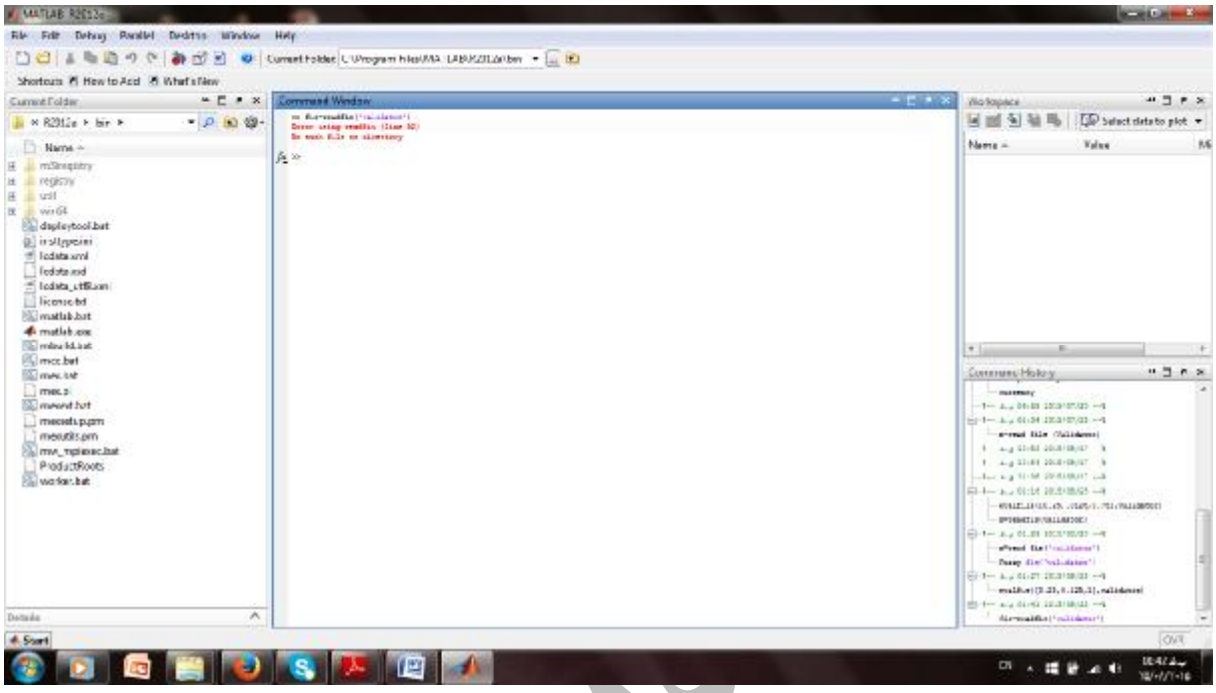
Evalfis([0.25,0.125,1],validator)



شکل32- نمایش مقدار دهی

همچنین می توانیم از دستور زیر برای نمایش دادم تمام مشخصات مربوط به fis استفاده کنیم:

```
fis=readfis('validator')
```



شکل33- نمایش جزییات fis

مرحله پنجم: فازی زدایی

ارزش خروجی هایی که در مرحله قبل به دست می آید، به شکل فازی هستند. برای ساده ترکردن تجزیه و تحلیل، اعداد فازی باید به اعداد معمولی تبدیل شوند. به عبارت دیگر، در این مرحله ارزش خروجی ها غیر فازی می شود. در واقع فازی زدایی، آخرین مرحله از روش منطق فازی است. یکی از روش های مرسوم برای فازی زدایی روش گرانیگاه است.

مراجع:

1- علیرضا بافنده زنده، رحیم رحیمی، (1392)، ارائه ی یک سیستم خبره فازی جهت اعتبار سنجی مشتریان حقیقی بانک، فصلنامه پژوهشنامه بازرگانه، شماره 73، زمستان 1393، صص 1-27.

2- محسن مهرآرا، میثم موسایی، مهسا تصوری و آیت حسن زاده، (1390)، رتبه بندی اعتباری مشتریان حقوقی بانک پارسیان، فصلنامه مدلسازی اقتصادی، سال سوم، ش.3، صص 150-121.