



آموزش نرم افزار **EC(Expert Choice)** و مکانیابی با روش **AHP** در **ArcGIS**

تهیه : علی رضایی

سنجش از دور و GIS (89)

تیر 90

نرم افزار **EC(Expert Choice)** جهت تحلیل مسایل تصمیم گیری چند معیاره با استفاده از تکنیک فرایند تحلیل سلسله مراتبی طراحی شده و قابل اجرا بر روی کامپیوتر های شخصی است. این نرم افزار دارای توانایی های زیادی بوده و علاوه بر امکان طراحی نمودار سلسله مراتبی (Hierarchy) تصمیم گیری و طراحی سوالات، تعیین ترجیحات و اولویت ها و محاسبه وزن نهایی، قابلیت تحلیل حساسیت تصمیم گیری نسبت به تغییرات در پارامتر های مساله را نیز داراست. در بسیاری از موارد از نمودارها و گراف های مناسب جهت ارائه نتایج و عملکرد ها سود جسته و ارتباطی ساده و دوستانه را با کاربر ایجاد می نمایند. این نرم افزار مورد حمایت پروفیسور ساعتی، بنیانگذار روش فرایند سلسله مراتبی است.

برای سهولت یادگیری، مراحل مختلف اجرای نرم افزار در قالب یک مثال عملی و در طی 4 مرحله ارائه می گردد.

مرحله اول: ساخت سلسله مراتبی

مرحله دوم: مقایسه های زوجی

مرحله سوم: ترکیب وزن ها

مرحله چهارم: تحلیل حساسیت

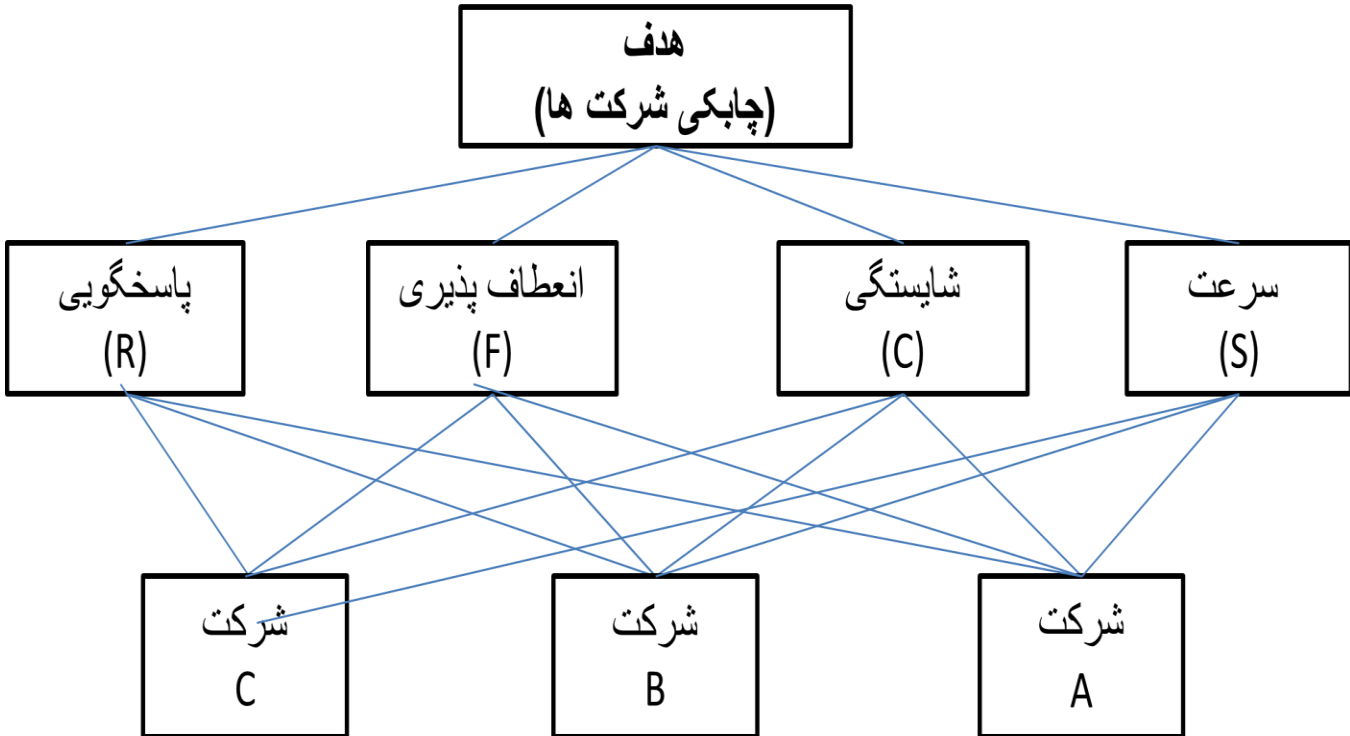
مثال

در این مثال قصد ارزیابی و مقایسه میزان چابکی (**Agility**) سه شرکت تولیدی را داریم. برای این کار معیارهای اصلی چابکی را در قالب 4 مفهوم سرعت، شایستگی، انعطاف پذیری و پاسخگویی دسته بندی کرده ایم.

مرحله اول: ساخت سلسله مراتبی

ساده ترین حالت، یک سلسله مراتبی با سه سطح است: هدف، معیارها و گزینه ها. هر معیار خود می تواند به چندین زیر معیار تقسیم می گردد.

نمودار سلسله مراتبی این مثال به شکل زیر است.



نحوه ساخت سلسله مراتبی در EC

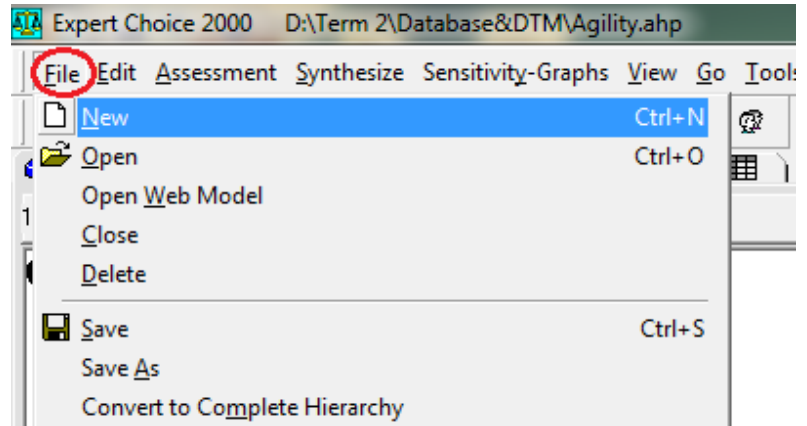
قدم 1- وارد کردن نام مدل و تعریف آن

قدم 2- وارد کردن معیارها

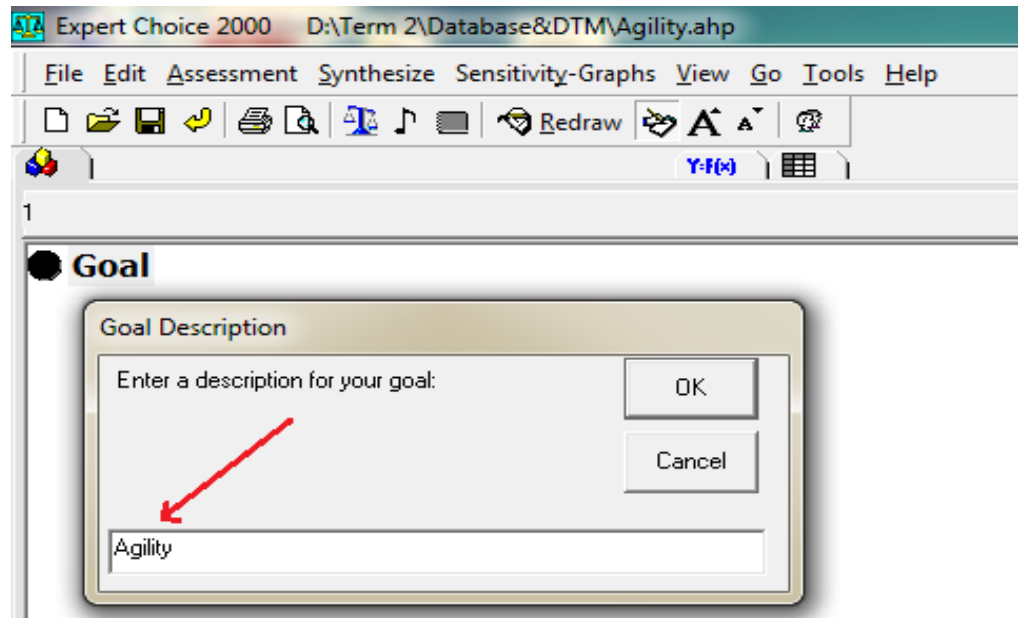
قدم 3- وارد کردن گزینه ها

قدم 4- ذخیره کردن مدل

قدم اول-وارد کردن نام مدل و تعریف آن

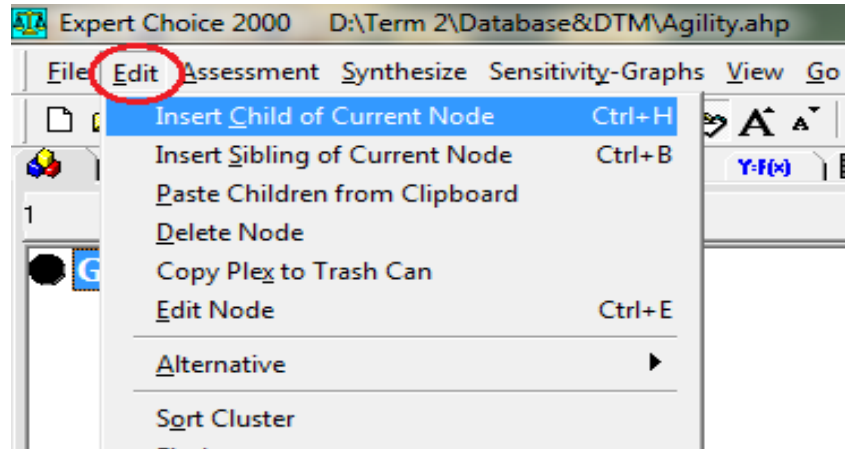


در این قسمت هدف مساله را وارد می نماییم.

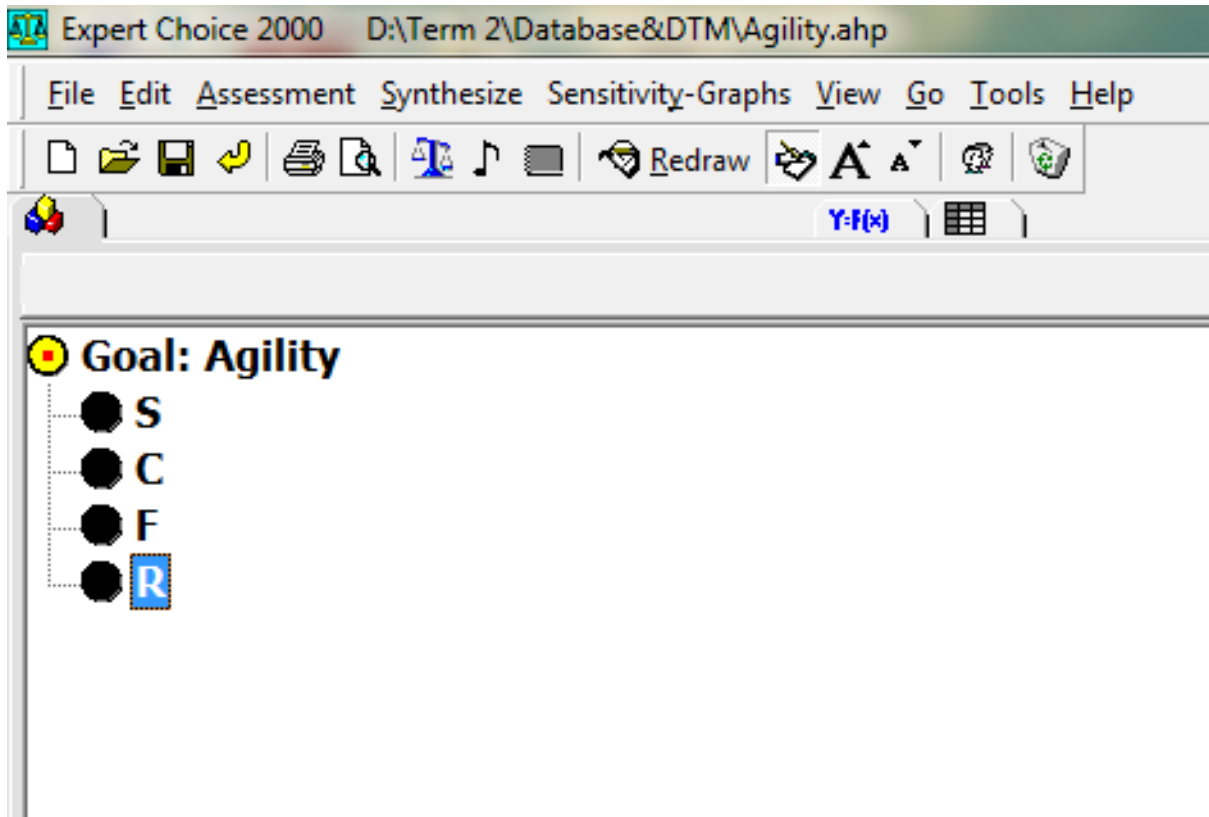


قدم دوم - وارد کردن معیارها

در این مرحله معیارهای مد نظر را از مسیر زیر به ترتیب وارد می نماییم. بعد از وارد کردن معیار اول inter را می زنیم و سپس معیار دوم و به همین ترتیب معیارهای بعدی را وارد می کنیم.



بدین ترتیب معیارها را وارد می نماییم.

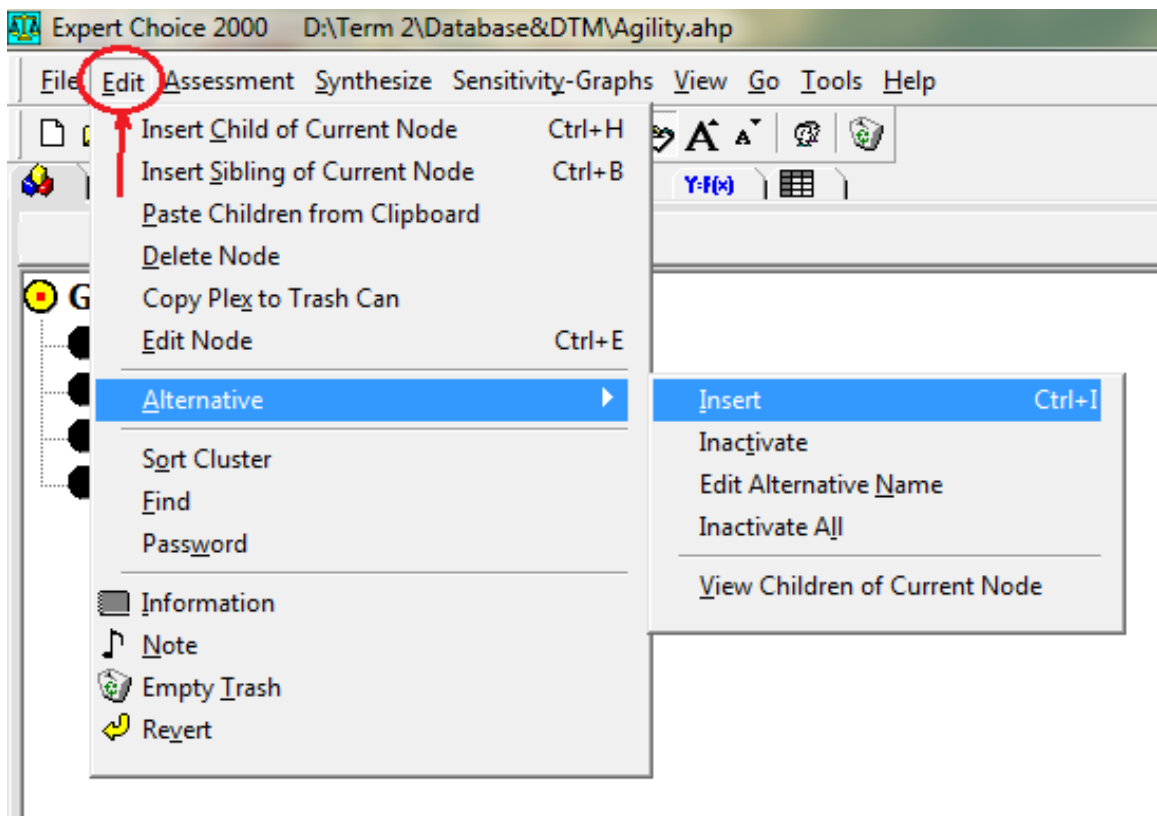


قدم سوم - وارد کردن گزینه ها

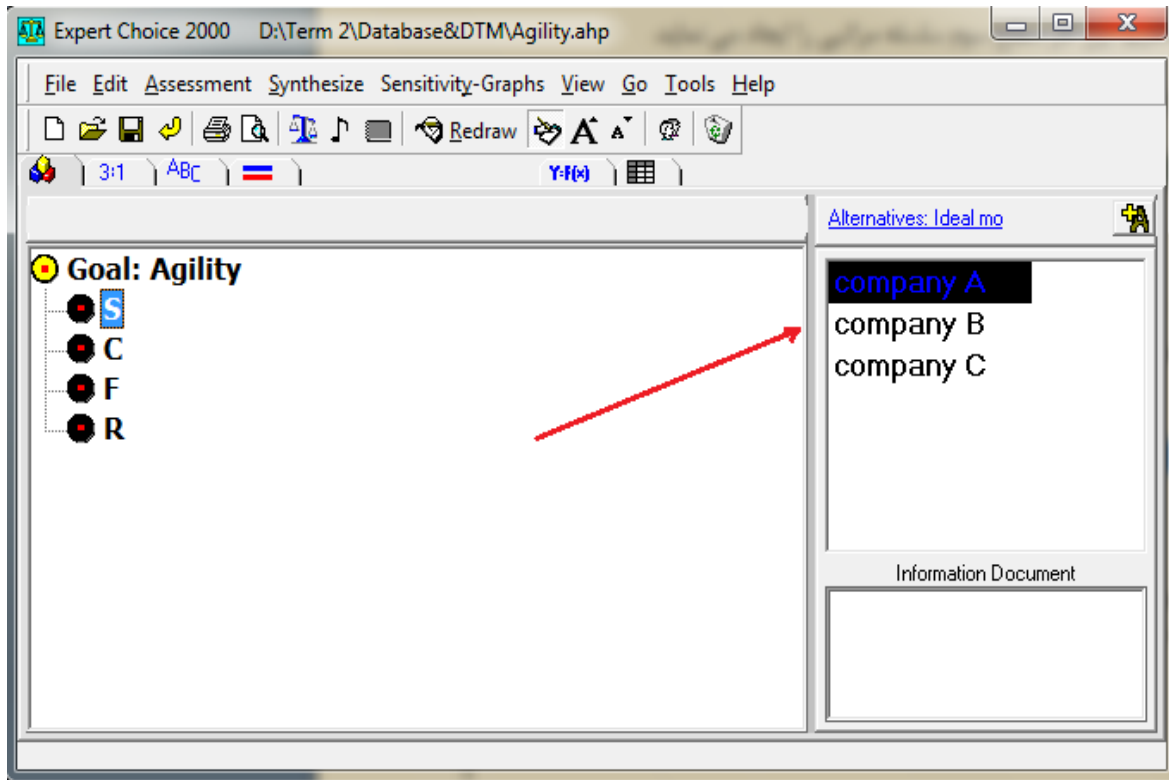
در این مرحله گزینه های مدل را وارد می کنیم.

با وارد کردن گزینه ها برای یکی از معیارها، این گزینه ها برای سایر معیارها نیز تکرار خواهند شد. با این حال اگر گزینه ها برای معیارهای مختلف، متفاوت باشند برای هر یک به طور مجزا این کار را انجام می دهیم. این کار سطح سوم سلسله مراتبی را ایجاد می نماید.

ابتدا روی معیار کلیک می کنیم و سپس طبق زیر عمل می کنیم.



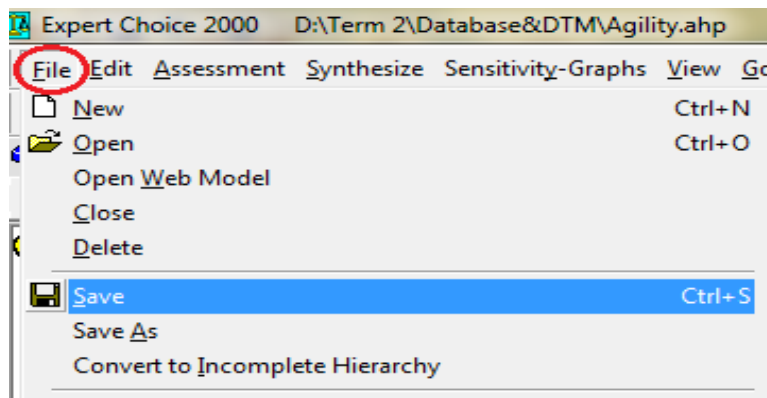
بدین ترتیب ، مطابق شکل، گزینه های مورد نظر به روند برنامه اضافه می گردند.



قدم چهارم- ذخیره مدل

برای ذخیره مدل به صورت زیر عمل می کنیم.

نرم افزار EC در صورت بروز هرگونه اشکال و قطع برنامه یا مواردی از این دست خود مدل را با نام ECTMPFL.EC1 ذخیره می نماید.



مرحله دوم: مقایسه زوجی

مقایسه زوجی، فرایندی است برای مقایسه اهمیت، ارجحیت یا درستنمایی دو عنصر نسبت به عنصر سطح بالاتر. این امر در نهایت به مقایسه زوجی گزینه ها نسبت به هر یک از معیارها و نیز مقایسه معیارها نسبت به هدف منتهی خواهد گردید.

□ نوع و حالت مقایسه

در مرحله ارزیابی باید نوع و حالت مقایسه ی مورد نظر را انتخاب کنیم.

▪ انواع مقایسه ها

- ✓ اهمیت (Importance) هنگام مقایسه دو معیار (هدف) استفاده می شود.
- ✓ ارجحیت (Preference) برای مقایسه گزینه ها به کار می رود.
- ✓ درستنمایی (Likelihood) برای مقایسه احتمال خروجی ها استفاده شده و در مورد گزینه ها و معیارها کاربرد دارد.

▪ حالت های مقایسه

- ✓ کلامی (Verbal) : به ما اجازه می دهد تا با استفاده از کلمات انگلیسی گره ها را مقایسه نماییم.
- ✓ گرافیکی (Graphical) : این امکان را به ما می دهد تا با استفاده از عدد در قالب یک ماتریس یا پرسشنامه، مقایسه ها را انجام دهیم.
- ✓ عددی (Numerical) : به ما اجازه می دهد تا با استفاده از هعداد در قالب یک ماتریس یا پرسش نامه، مقایسه ها را انجام دهیم.

نوع و حالت مقایسه ی زوجی که انتخاب می کنیم تنها نشان دهنده نوع نگرش ما به مسا له است و در محاسبات اثر نخواهد داشت.

مقایسه زوجی در EC

قدم 1- اقدامات اولیه

قدم 2- وارد کردن قضاوت ها به حالت کلامی

قدم 3- وارد کردن قضاوت ها به حالت گرافیکی

قدم 4- وارد کردن قضاوت ها به حالت عددی

قدم 5- بهبود سازگاری

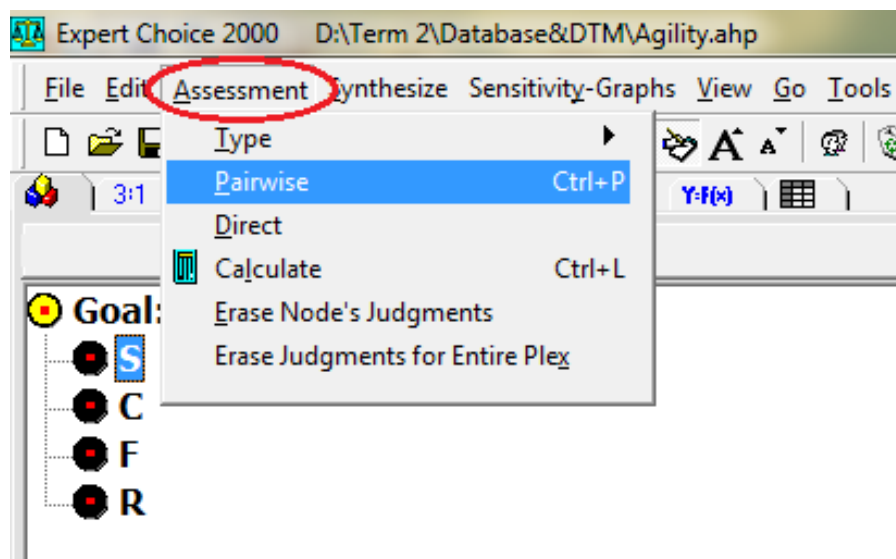
قدم 6- وارد کردن داده ها

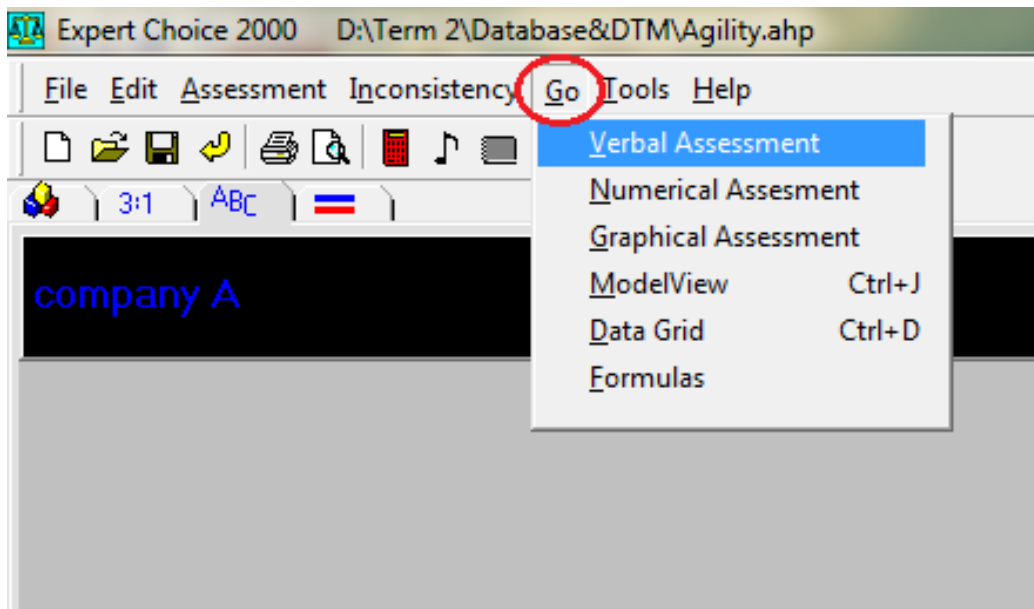
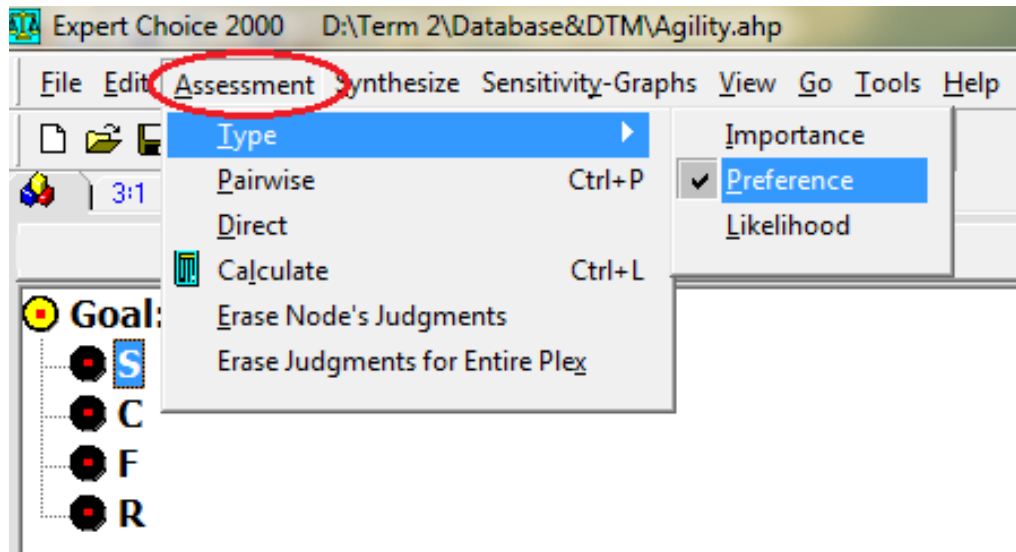
قدم 7- مقایسه معیارها

قدم 1- اقدامات اولیه

برای هر قضاوت باید تعیین کنیم که بر اساس عنصر سطح بالاتر، کدام عنصر ارجح یا مهم تر است.

برای شروع فرایند مقایسه ابتدا گزینه های تحت گره «سرعت» را مقایسه می کنیم. برای این کار، بر روی این گره کلیک می نماییم و آنگاه از مسیر زیر کار را ادامه می دهیم.





قدم 2- وارد کردن قضاوت ها به حالت کلامی

طبق مطالعات انجام گرفته و تحقیقات به عمل آمده ، نتایج حاصل از مطالعات انجام گرفته در قالب جداولی آورده شده است که میزان ارجحیت هر یک از گزینه ها نسبت به تک تک گرهها نمایش داده می شود.

جدول زیر این نسبت را برای گره S نمایش می دهد.

Company A	“moderately to strongly” preferred to	Company B
Company B	“moderately to” preferred to	Company C
Company A	“strongly to very strongly” preferred to	Company C

حال این نسبت ها در نرم افزار EC وارد می کنیم.

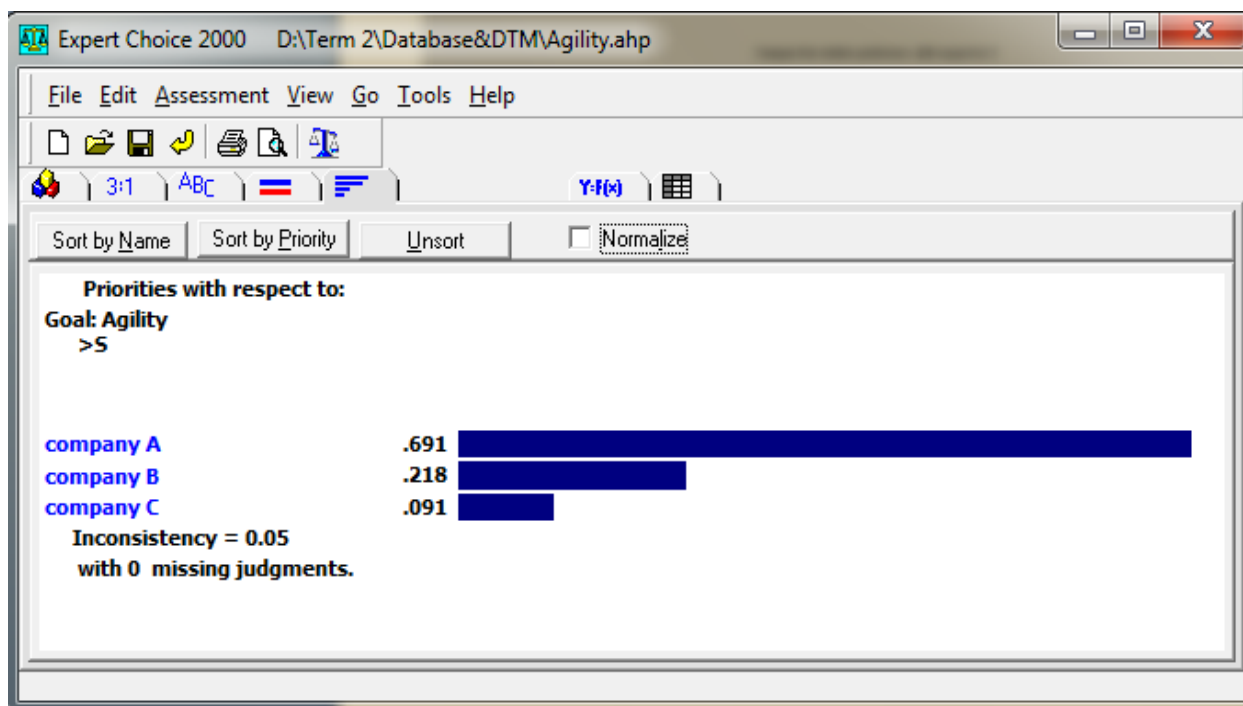
The screenshot shows the Expert Choice 2000 software interface. The main window displays a comparison between 'company A' and 'company B'. The text 'Compare the relative preference with respect to: S' is visible. A vertical slider on the right side of the window allows for adjusting the preference level, with labels ranging from 'Extreme' to 'Equal'. Below the main window, a table displays the preference values for 'company A', 'company B', and 'company C'. The table shows that 'company A' has a preference value of 6.0, 'company B' has a preference value of 3.0, and 'company C' has an inconsistency value of 0.05.

	company A	company B	company C
company A			6.0
company B			3.0
company C	Incon: 0.05		

هنگامی که تمامی مقایسه ها را انجام دادیم، نرم افزار EC نموداری از وزن ها را به نمایش در آورده و نرخ ناسازگاری را نشان می دهد. اگر داده ها را مطابق جدول صفحه قبل وارد کنیم، نرخ ناسازگاری 0.05 حاصل می گردد.

عموما نرخ ناسازگاری باید کمتر از 0.1 باشد.

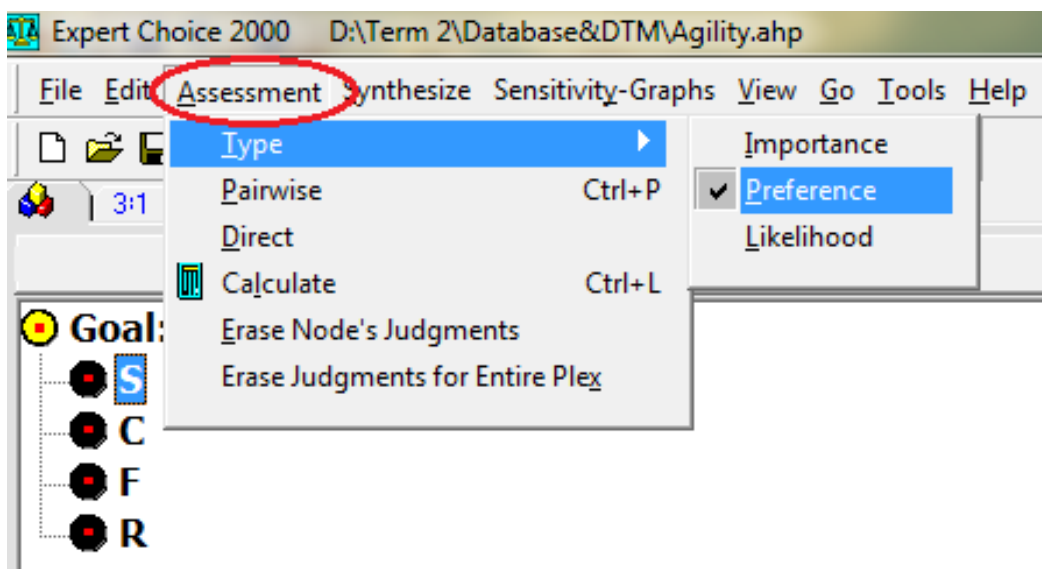
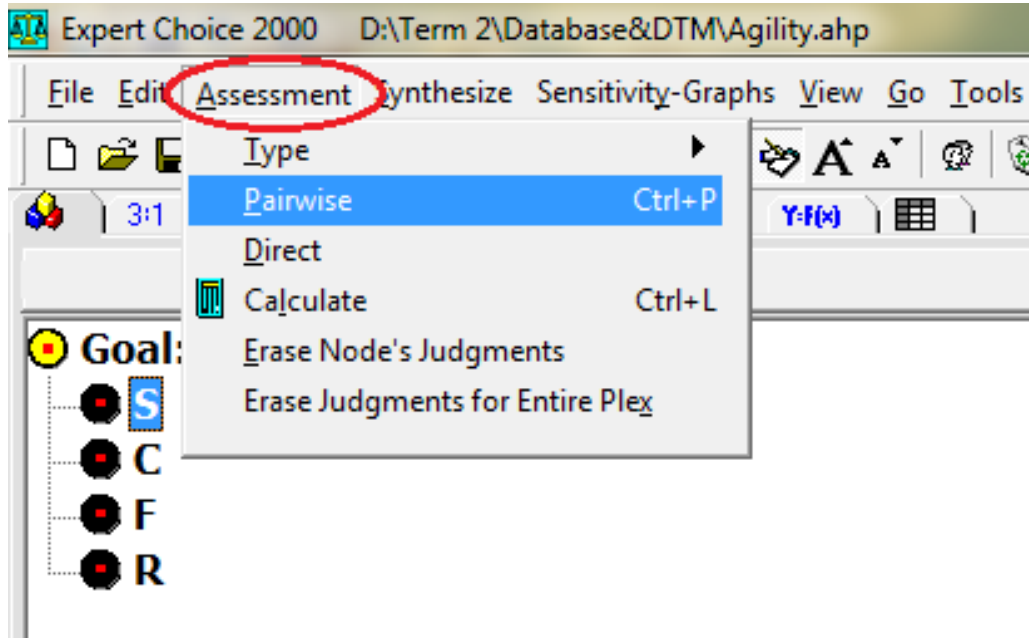
با انتخاب Record قضاوت ها ذخیره شده و نمودار وزن ها مطابق شکل زیر نمایش داده می شود.

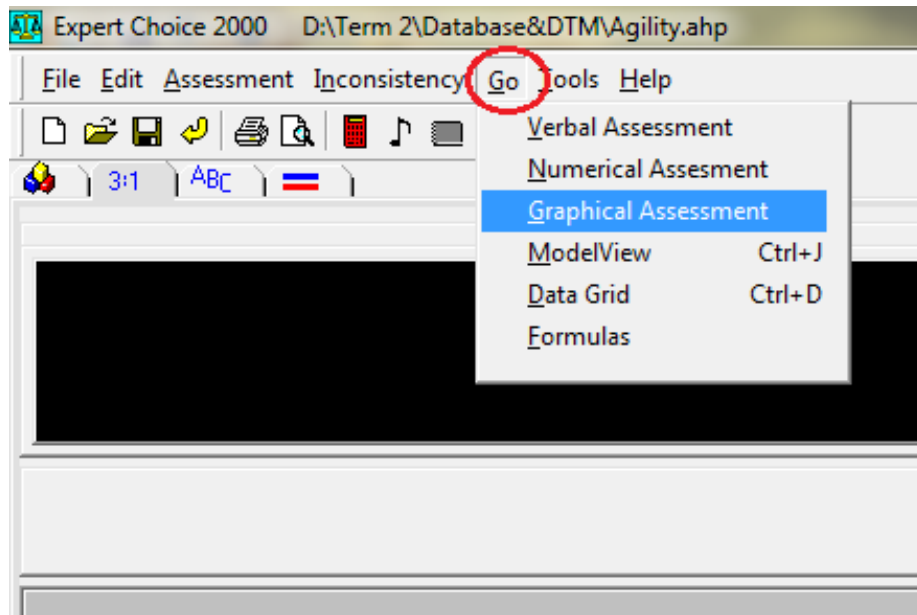


قدم 3- وارد کردن قضاوت به صورت گرافیکی

در این حالت با تغییر در نمودار، قضاوت خود را تغییر داد. برای وارد کردن قضاوت ها به صورت گرافیکی برای گره C مراحل زیر را طی می کنیم.

روی گره C کلیک کرده،

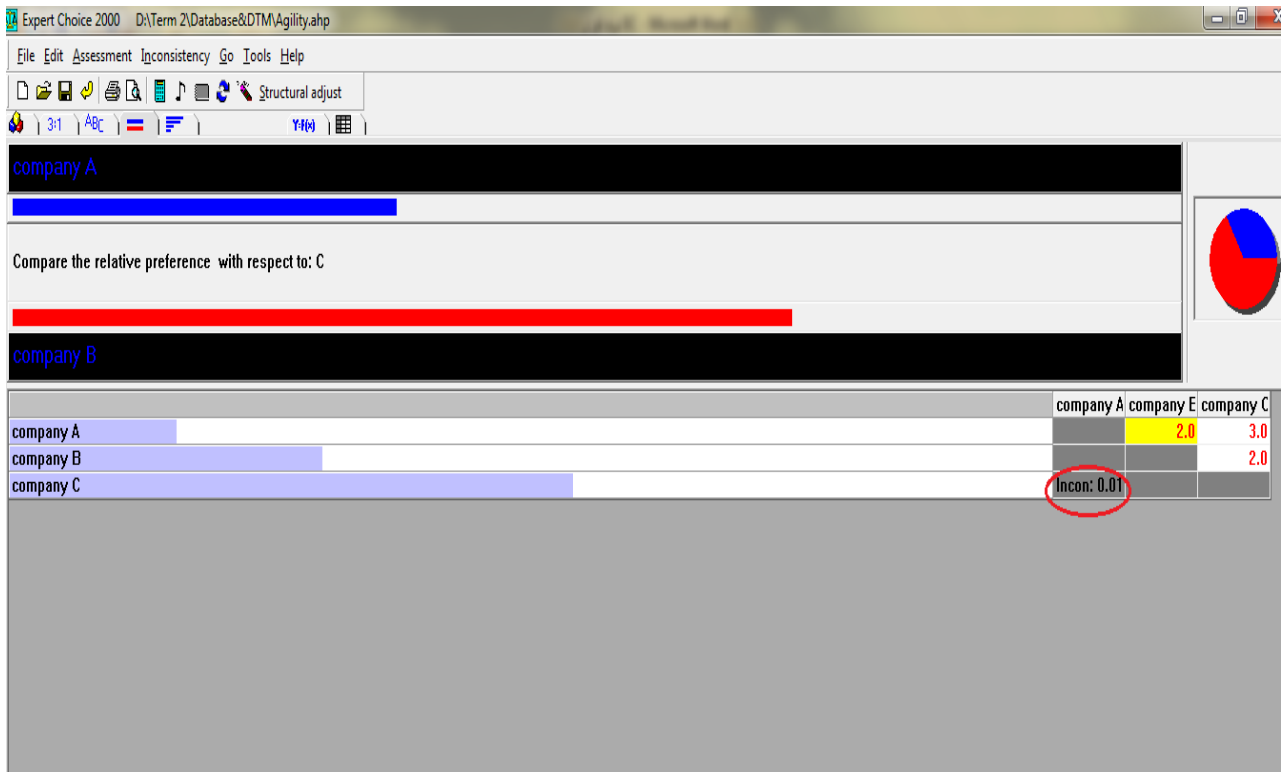




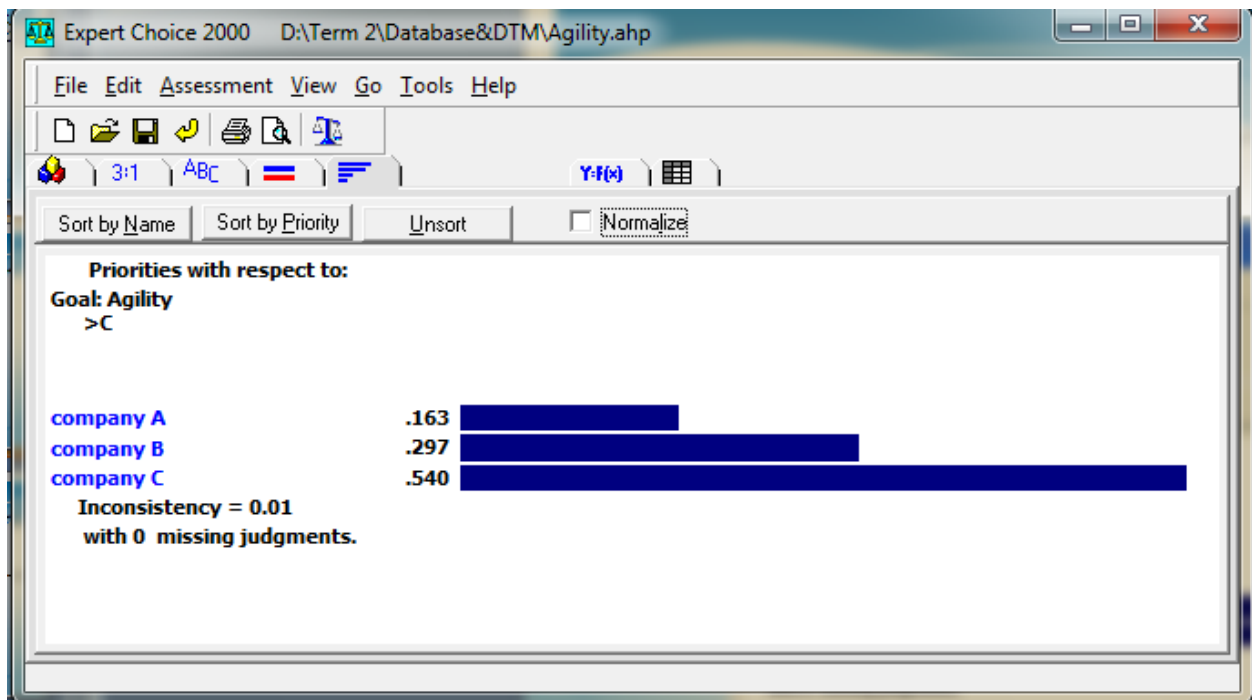
حال قضاوت ها را مطابق جدول زیر وارد نرم افزار می نماییم.

Company C	3 به
Company A	1
Company C	2 به
Company B	1
Company A	1 به
Company B	2

برای وارد کردن قضاوت از ماوس استفاده می کنیم. با جابجا کردن هر یک از نمودارهای بالایی یا پایینی نسبت ها را وارد می کنیم.



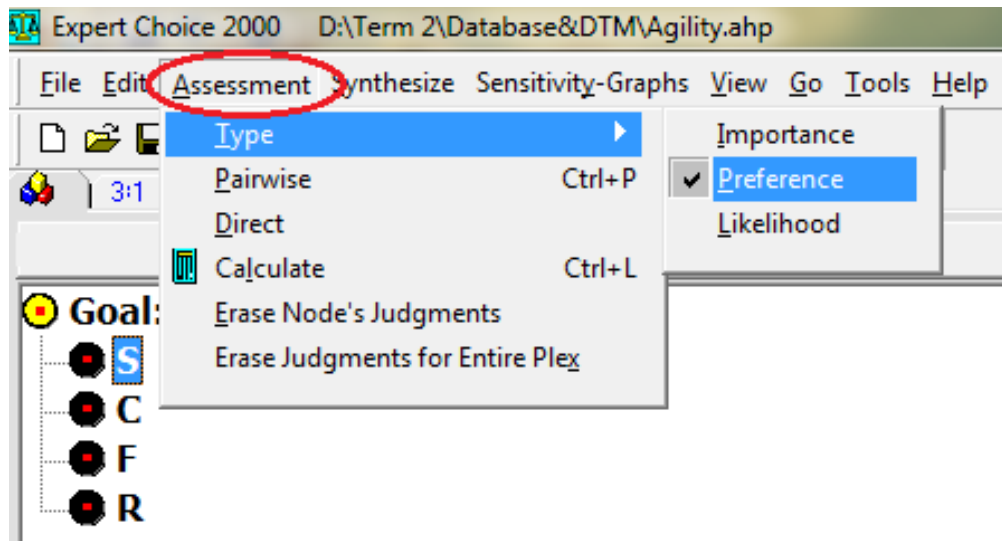
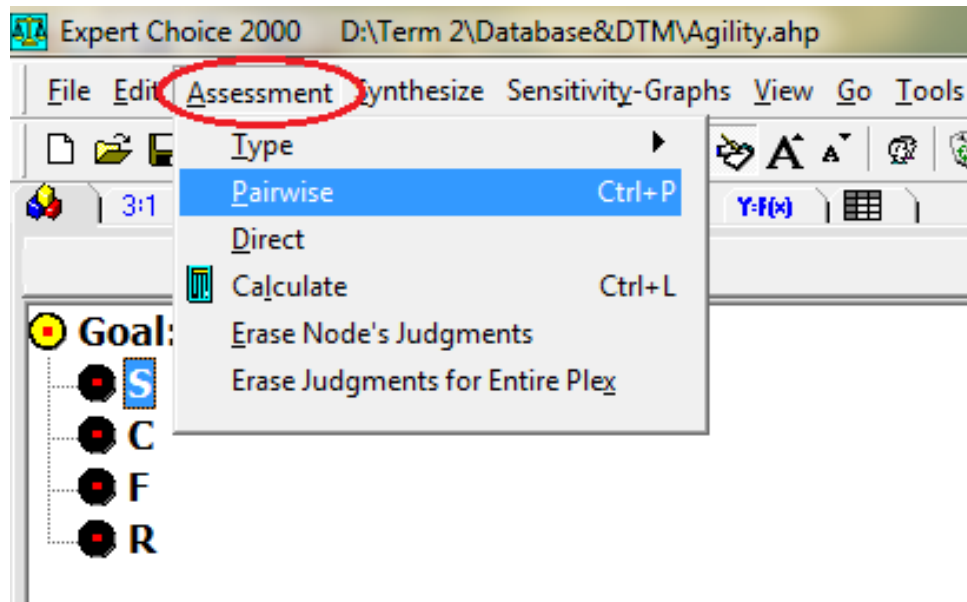
نتایج وزن دهی و میزان ناسازگاری به صورت زیر خواهد بود.

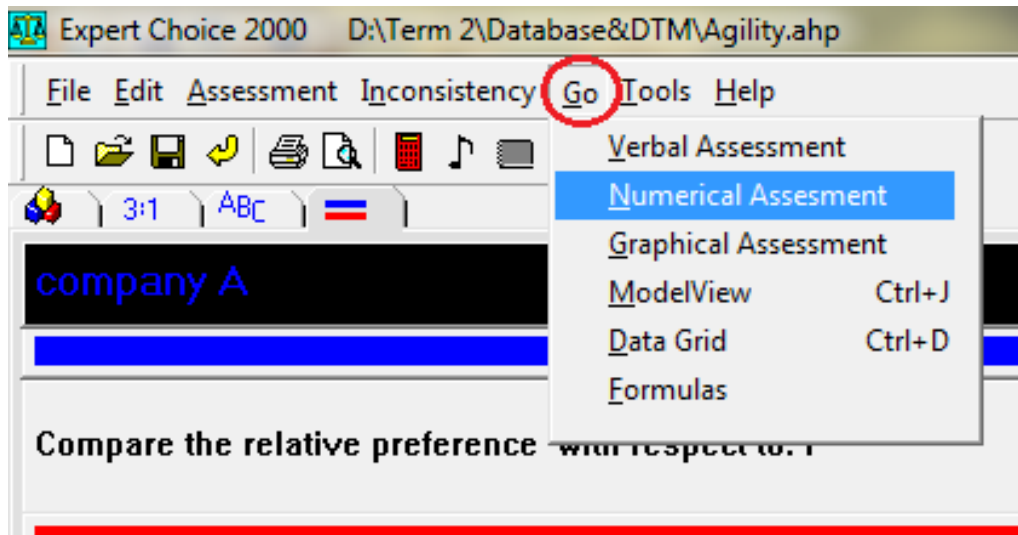


قدم 4- وارد کردن قضاوت ها به حالت عددی

در این حالت وزن ها به صورت اعداد 1 تا 9 که معادل مقایسه های کلامی هستند، وارد می شوند.

مطابق مسیر زیر عملیات را ادامه می دهیم.

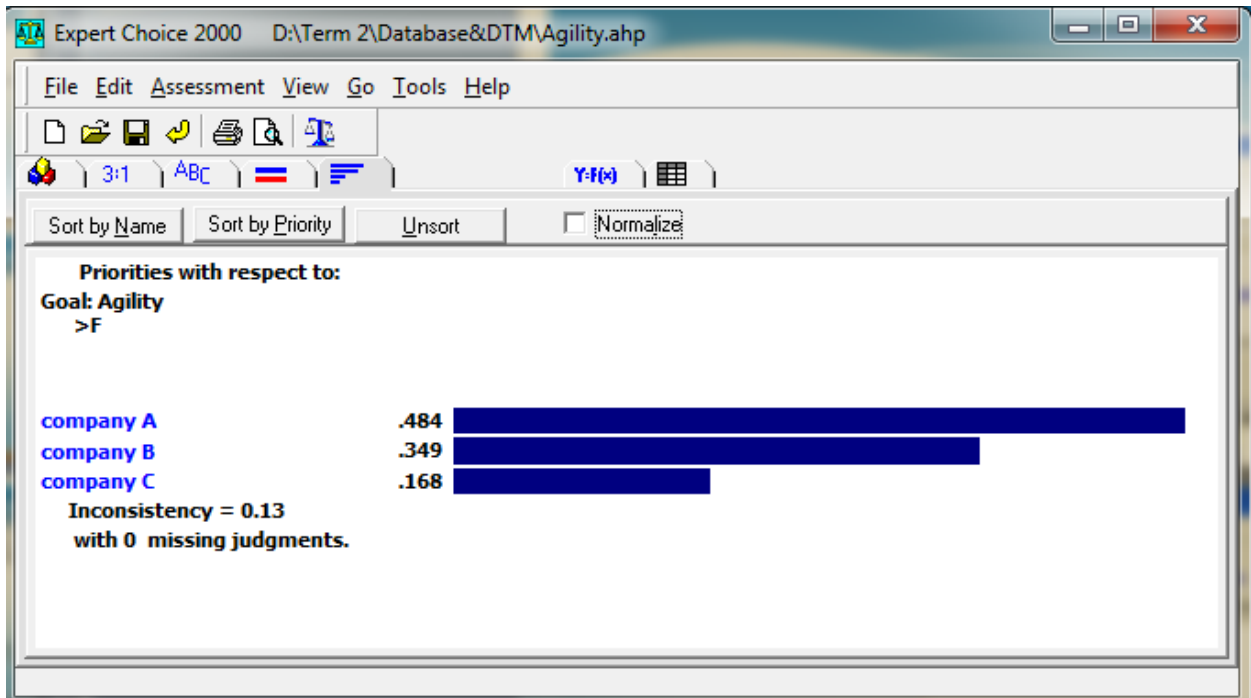
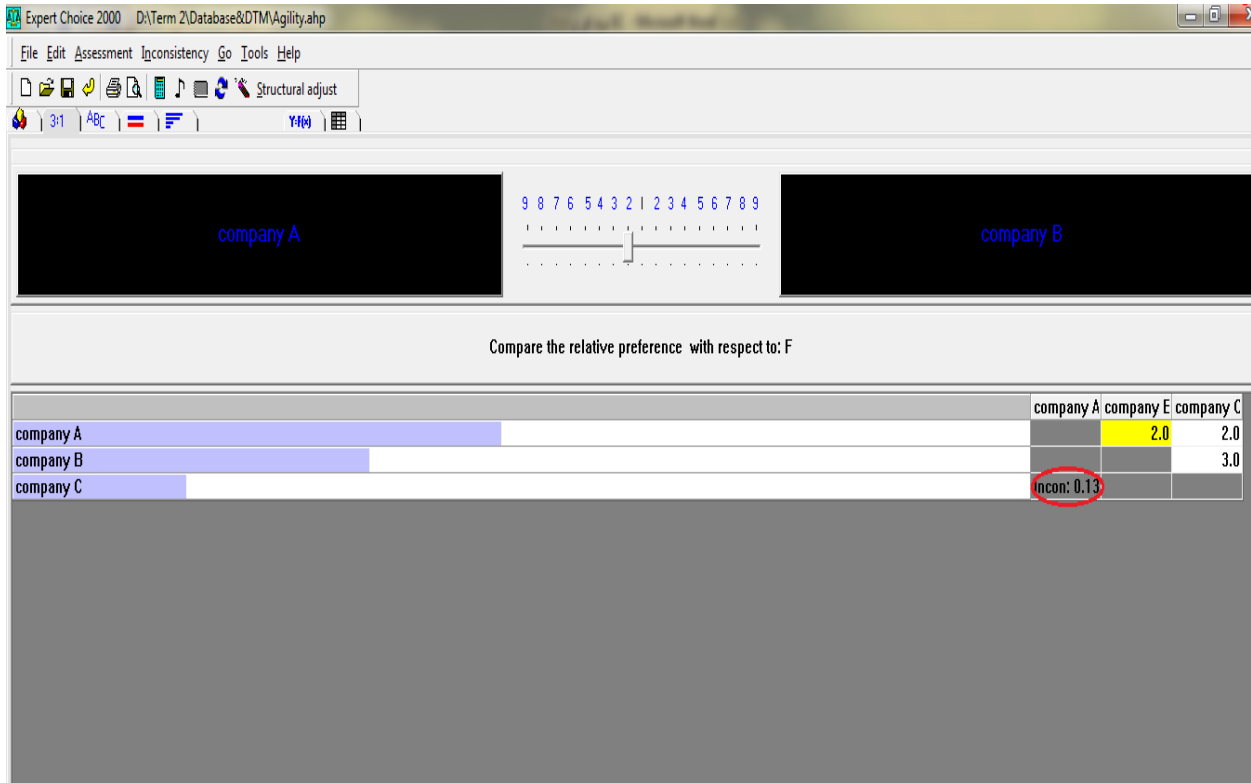




قضاوت ها را مطابق جدول ذیل وارد نرم افزار می نماییم.

Best Fit	Company A	Company B
Company C	1/2	3.0
Company A		2.0

نتایج به صورت زیر خواهد بود.



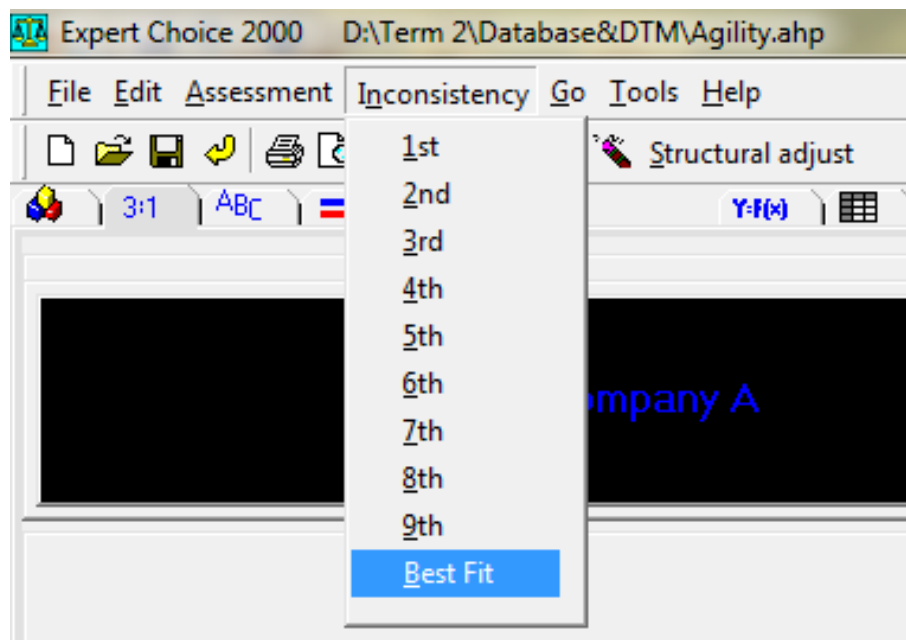
قدم 5- بهبود سازگاری


هنگامی که ناسازگاری صفر باشد، ما کاملاً سازگار هستیم. هر چه این نرخ افزایش یابد، میزان ناسازگاری در قضاوت ما نیز افزایش یافته است. در حالت کلی اگر نرخ ناسازگاری کمتر از 0.1 باشد ناسازگاری نسبتاً قابل قبول است، در غیر این صورت بازنگری در قضاوت ضروری به نظر می رسد.

منوی ناسازگاری

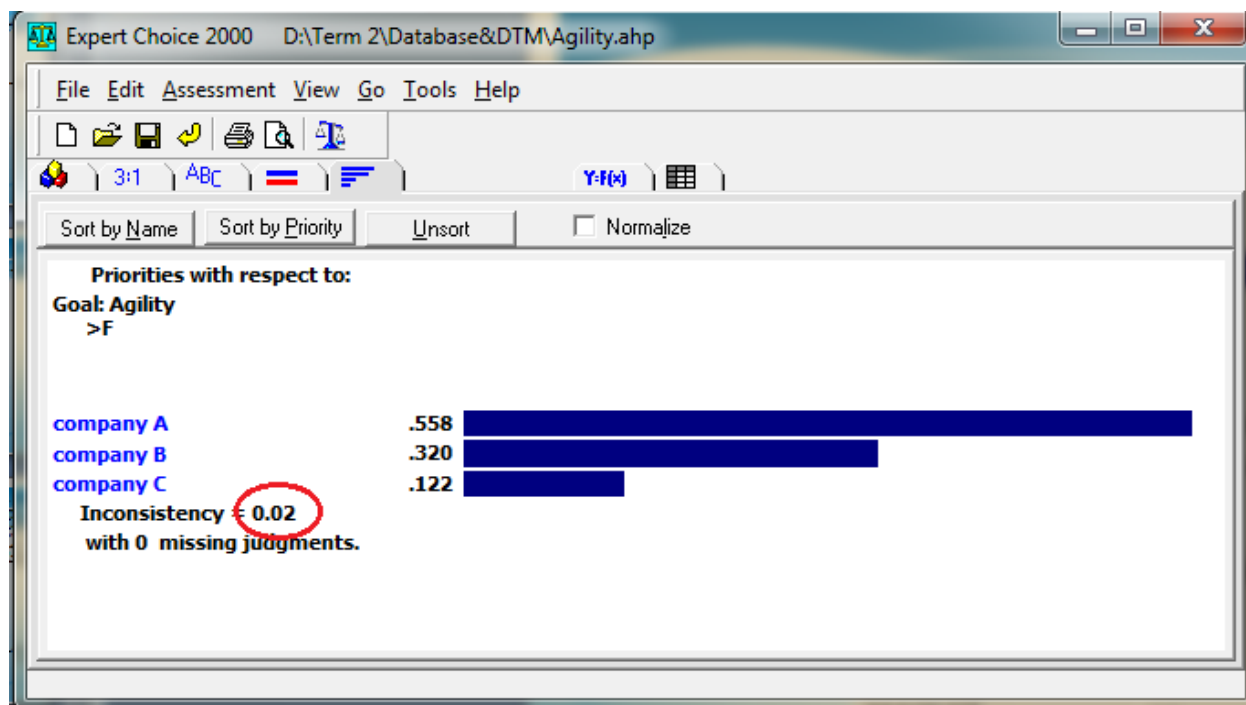
منوی ناسازگاری (Inconsistency) تنها در صفحه مقایسه های ماتریس عددی در دسترس است. در این منو می توان 9 قضاوت ناسازگار نخست را انتخاب کرده و مشاهده نمود.

برای شناسای ناسازگارترین تصمیم به ترتیب زیر عمل می کنیم.



با انتخاب آخرین گزینه  بهترین مقدار پیشنهادی از طرف نرم افزار، جهت رفع ناسازگاری بدست می آید.

با انتخاب گزینه best fit عدد 6 به جای 2 پیشنهاد می گردد که ما عدد 4 را منطقی دانسته و جایگزین می نماییم. بدین ترتیب میزان ناسازگاری به 0.02 کاهش می یابد.

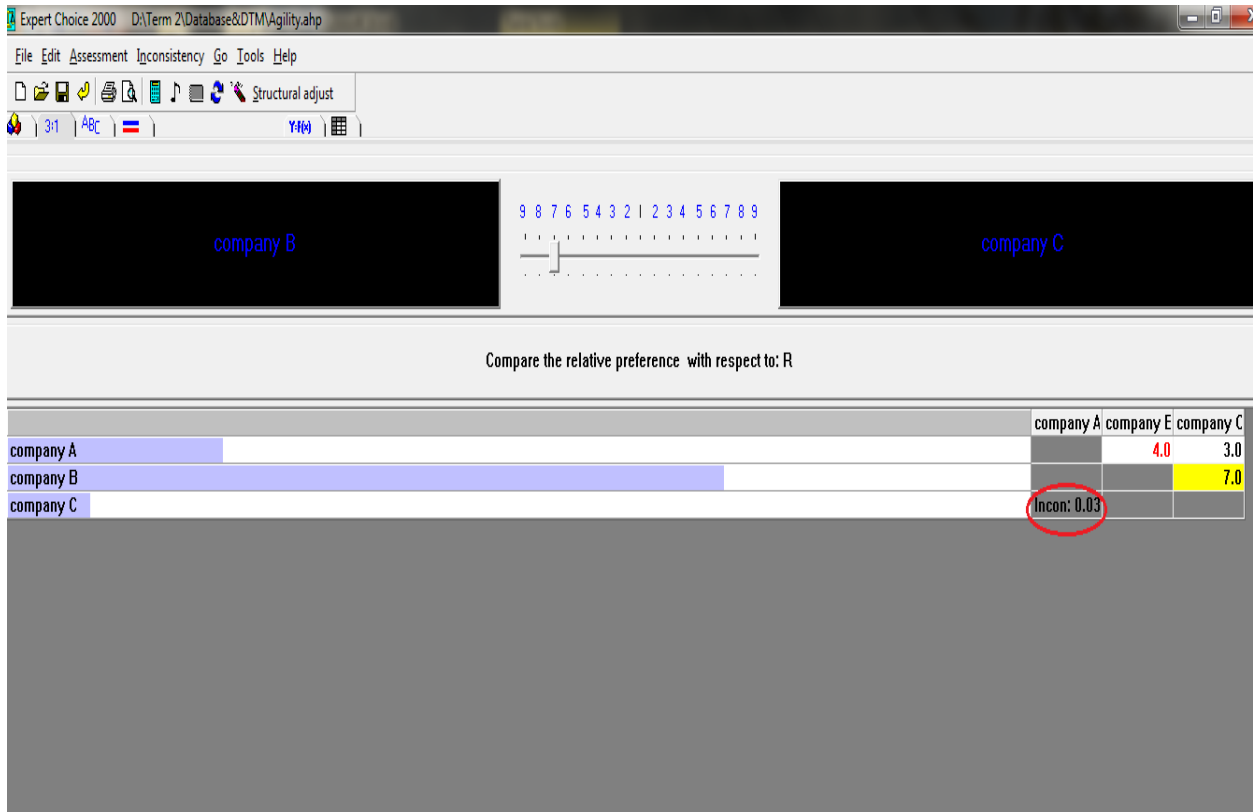


قدم 6- وارد کردن داده ها

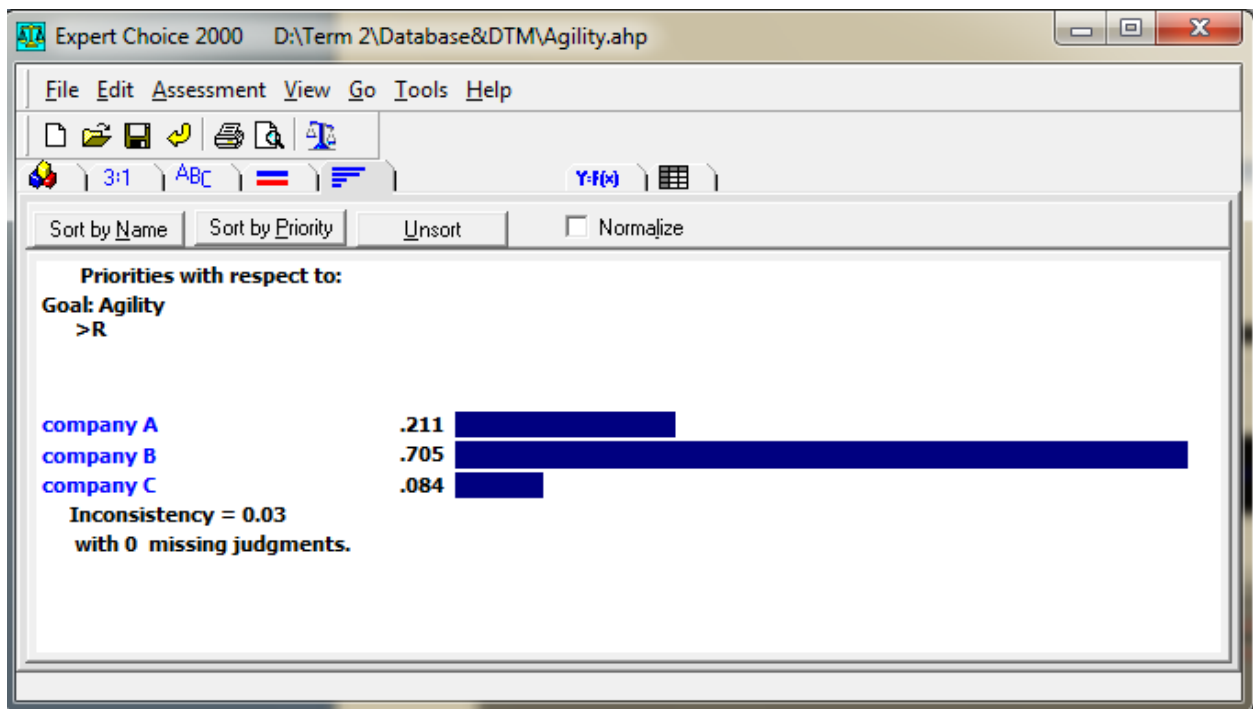
حال داده ها را برای معیار R وارد می نماییم.

بر روی R کلیک کرده و طبق جدول زیر مقایسه را به حالت عددی وارد می کنیم.

	Company A	Company B	Company C
Company A	1	1/4	3
Company B		1	7
Company C			

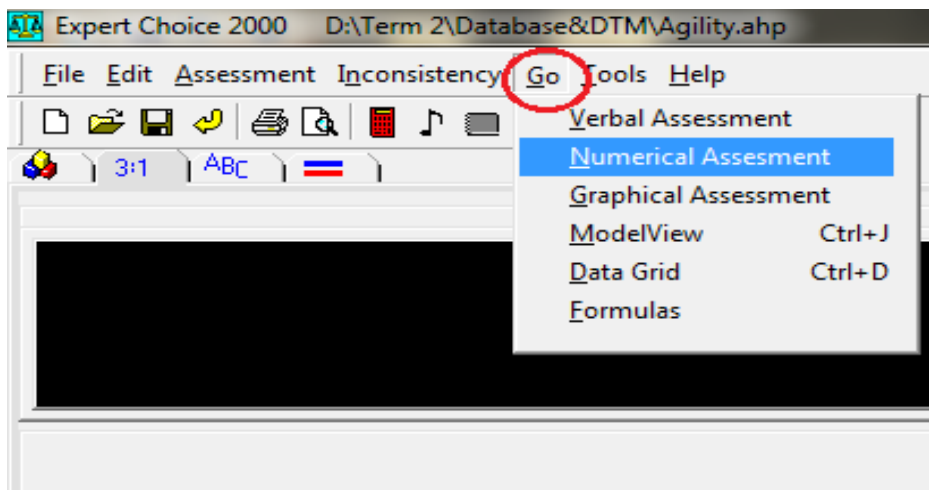
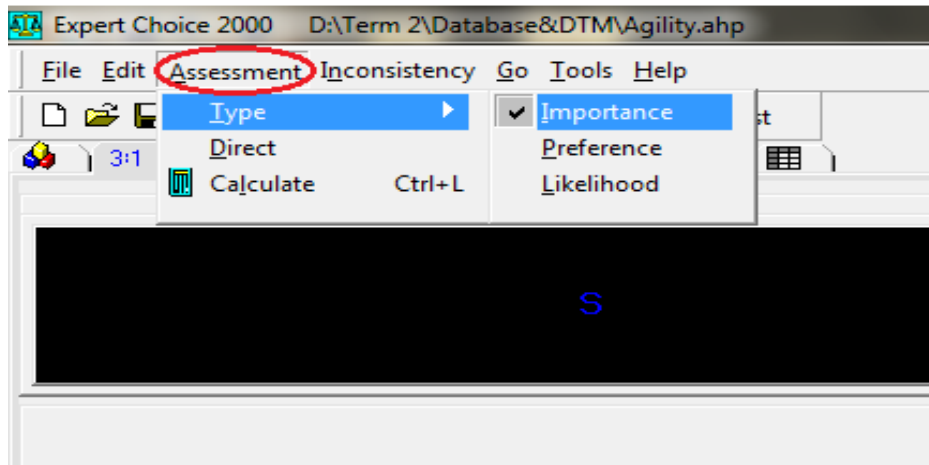
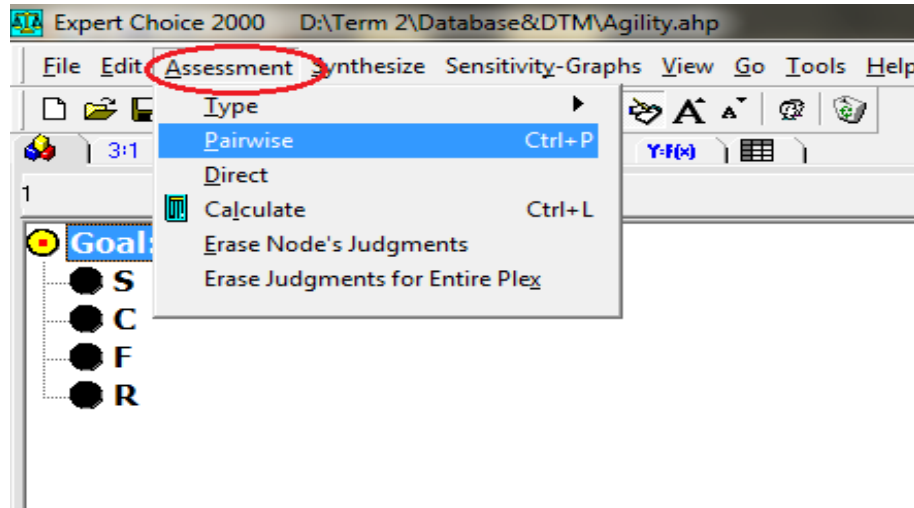


نتایج حاصل مطابق جدول زیر خواهد بود .



قدم 7- مقایسه معیارها

ابتدا بر روی هدف (Goal) کلیک کرده سپس مطابق شکل عمل می کنیم.



قضاوت ها مطابق آن چه در جدول زیر آمده، وارد نرم افزار EC می گردند.

	S	C	F	R
S	1	5	2	1/3
C		1	1	1/5
F			1	1/3
R				1

نتایج بعد از ورود به نرم افزار مطابق زیر است.

Expert Choice 2000 D:\Term 2\Database&DTM\Agility.ahp

File Edit Assessment Inconsistency Go Tools Help

Structural adjust

3:1 ABC Y&M

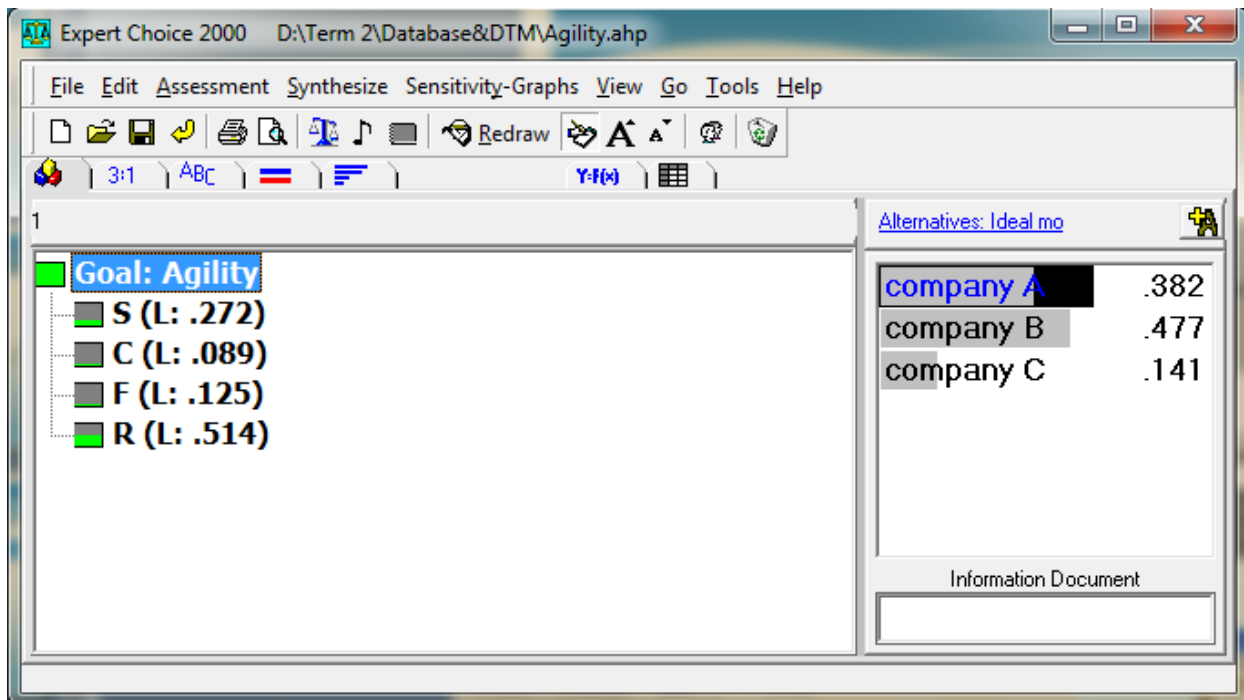
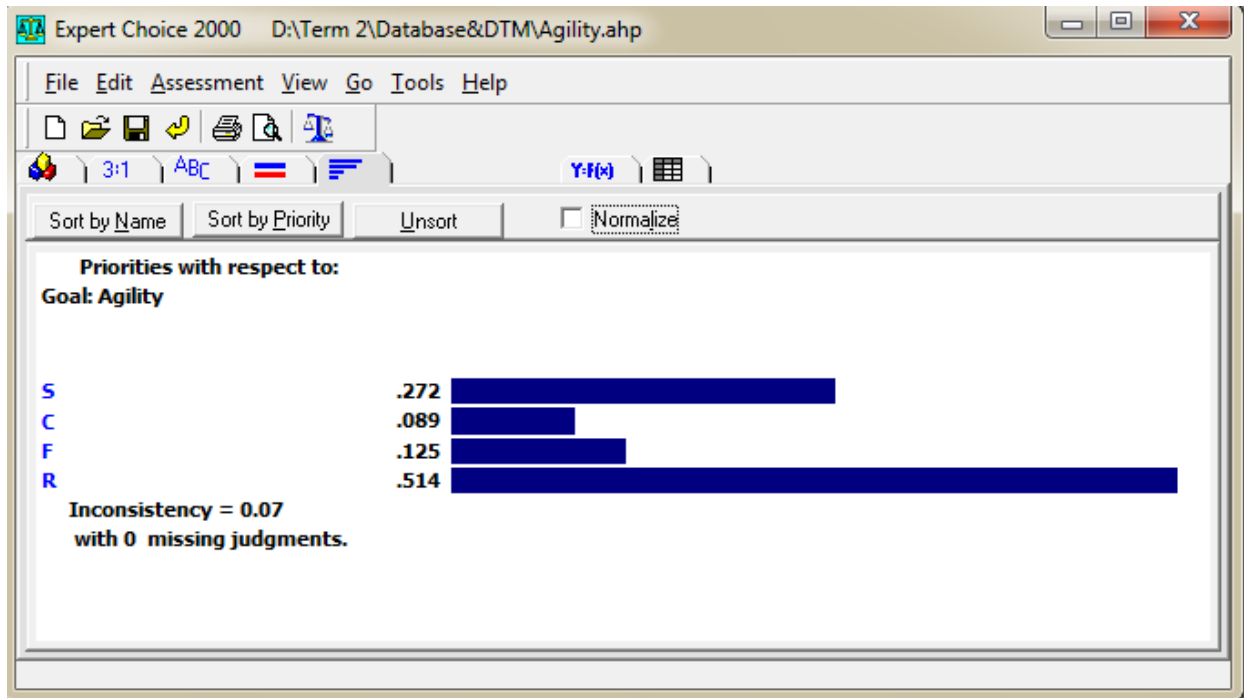
9 8 7 6 5 4 3 2 | 2 3 4 5 6 7 8 9

F R

Compare the relative importance with respect to: Goal: Agility

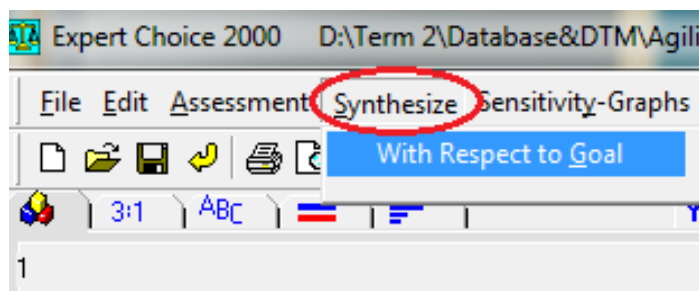
	S	C	F	R	
S			5.0	2.0	3.0
C				1.0	5.0
F					3.0
R					

incon: 0.07

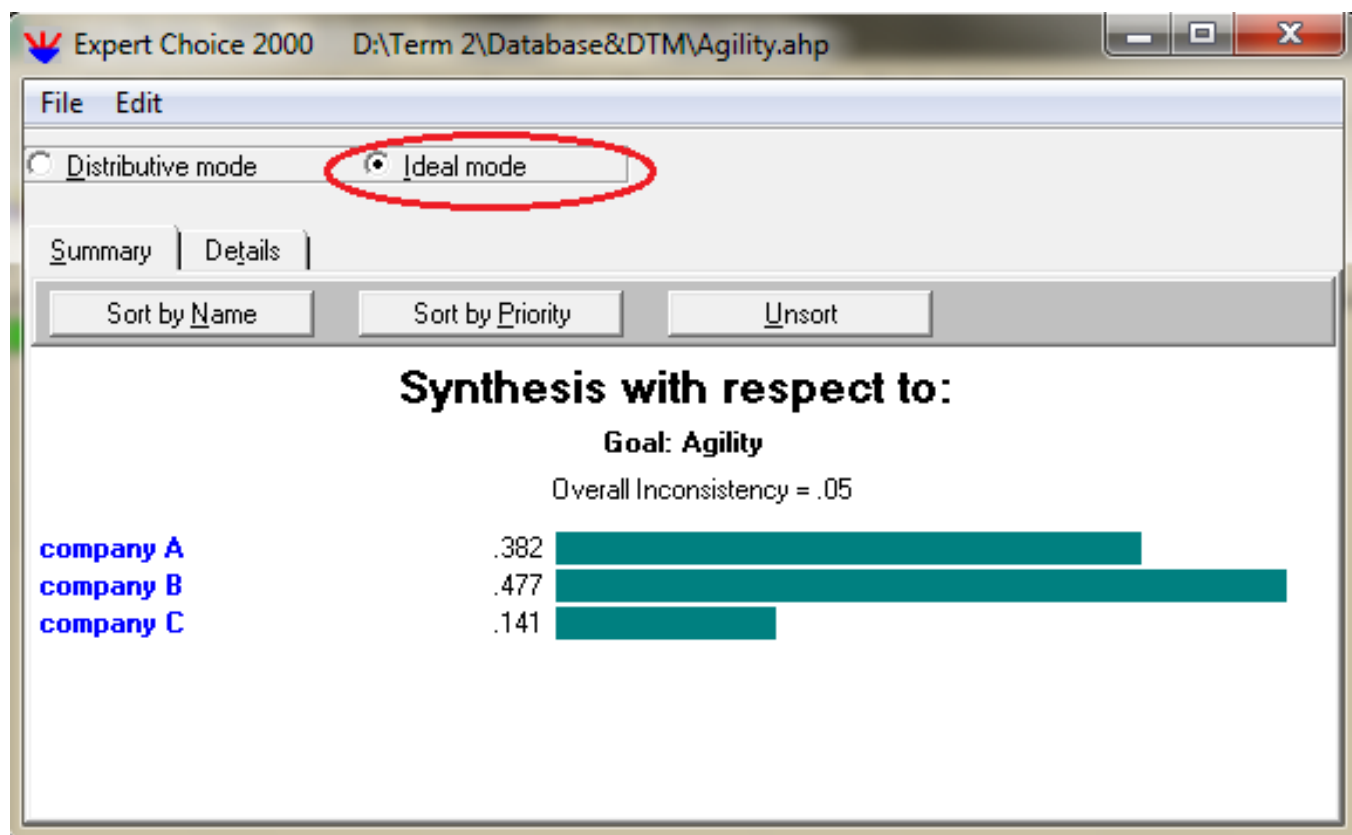


مرحله 3- تلفیق (ترکیب وزن ها)

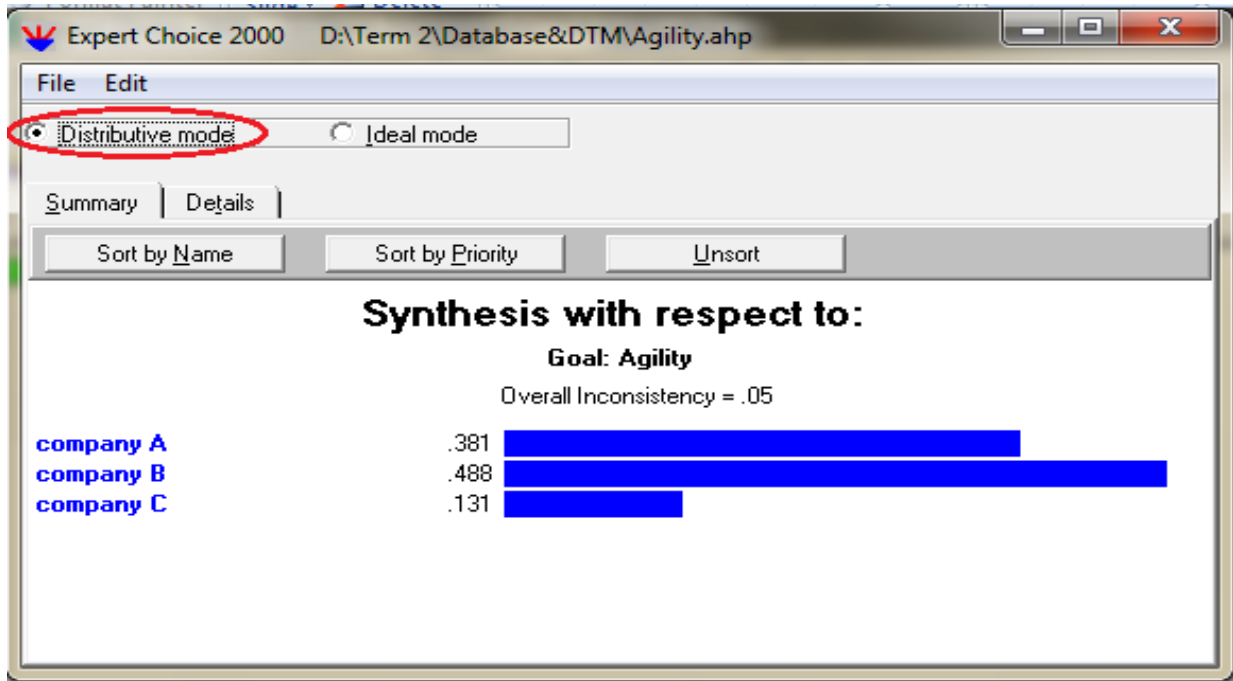
حال بعد از مقایسه زوجی و محاسبه وزن های نسبی گزینه ها و معیارها، لازم است است تا وزن نهایی هر گزینه محاسبه شود. بدین منظور از عمل تلفیق استفاده می کنیم.



بدین ترتیب پاسخ نهایی مساله مطابق شکل زیر، قابل مشاهده خواهد بود.



Ideal mode



Distributive mode

همانطور که مشخص است شرکت B چابکتر از دو شرکت دیگر و شرکت A کندتر از شرکت های دیگر می باشد.

مرحله 5- تحلیل حساسیت

در این مرحله حساسیت رتبه بندی گزینه ها نسبت به تغییرات وزن معیار ها بررسی می شود.

در حالتی که سلسله مراتبی سه سطح داشته باشد، تحلیل حساسیت از گره هدف ، حساسیت گزینه ها را نسبت به معیارهای موجود در زیر هدف نشان می دهد.

برای تحلیل حساسیت 5 حالت گرافیکی در نرم افزار EC موجود است.

- بر اساس کارایی (Performance)

- پویا (Dynamic)

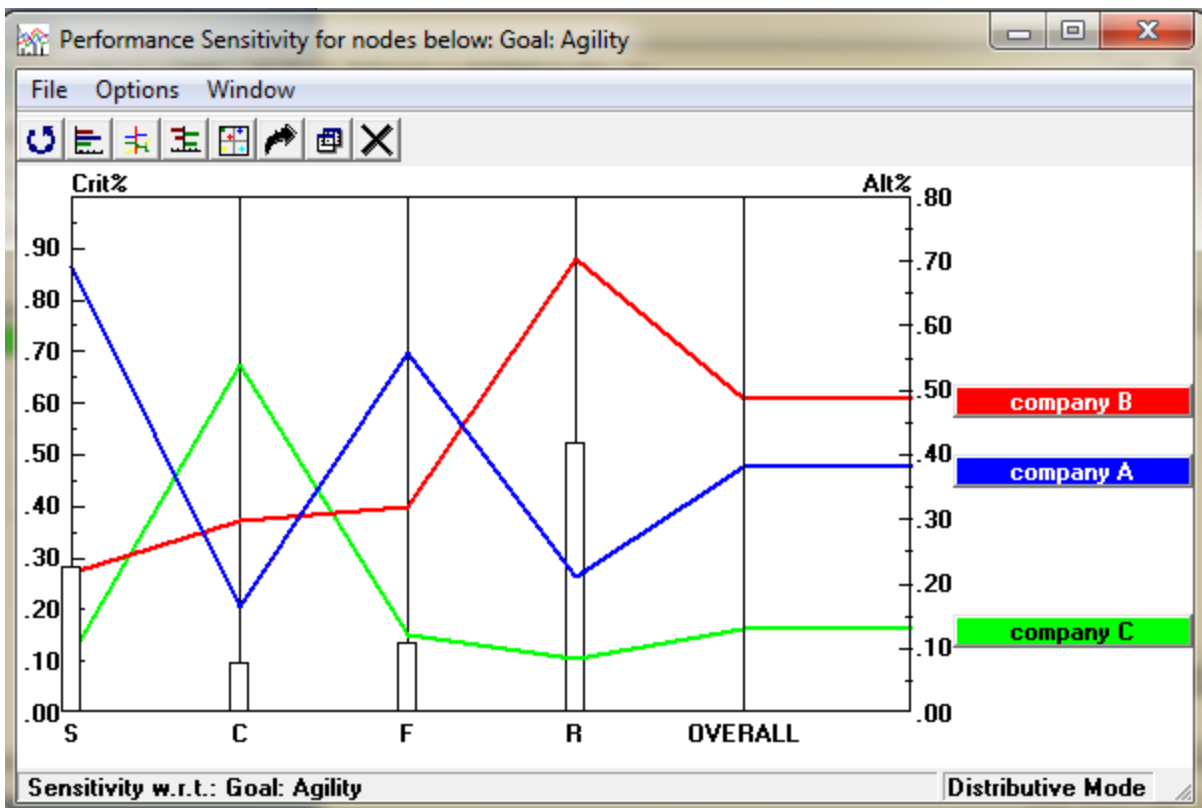
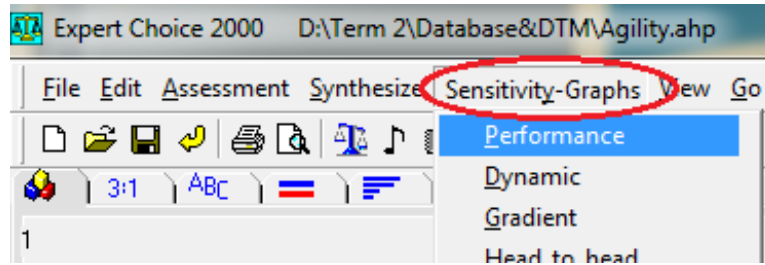
- بر اساس شیب (Gradient)

- دو بعدی (Two-Dimensional)

- بر اساس اختلاف

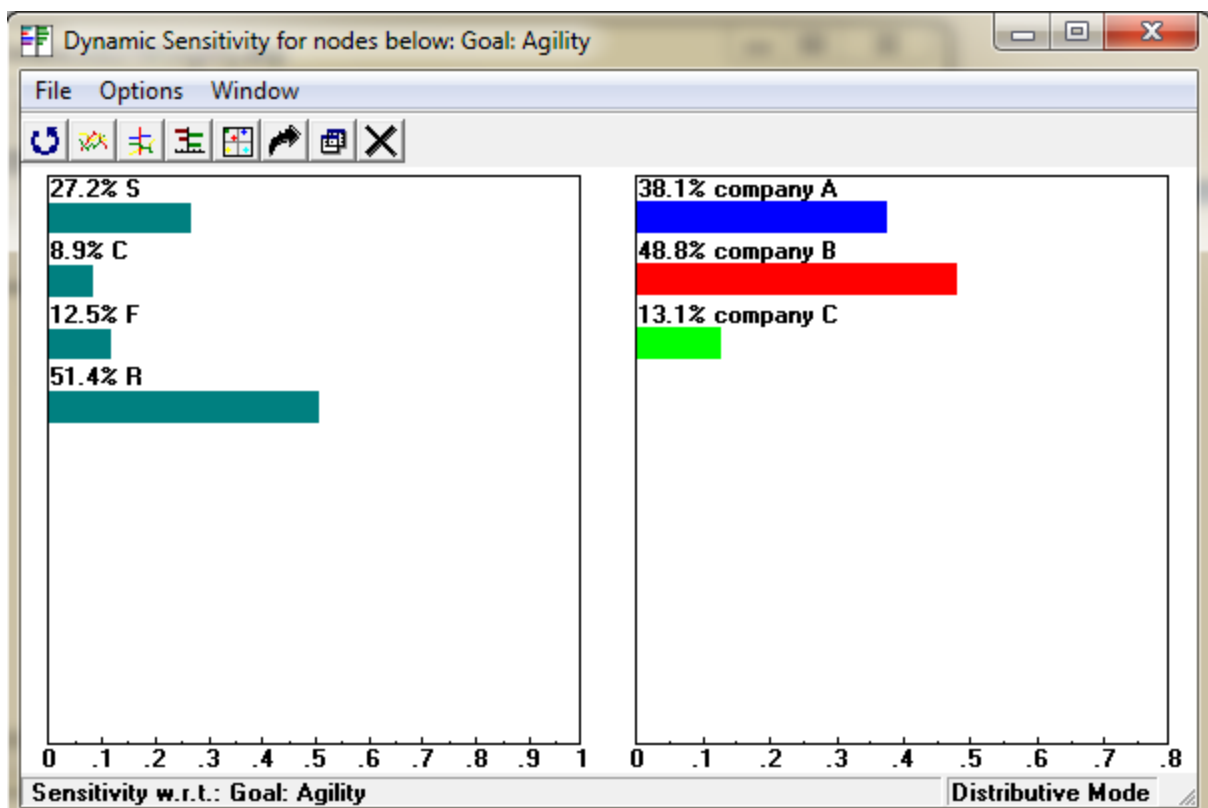
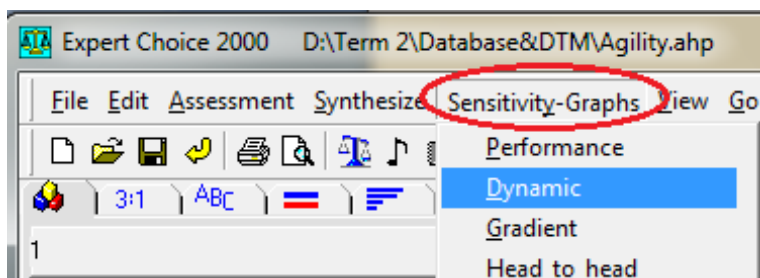
حساسیت بر اساس کارایی

چنانچه مسیر نشان داده شده در شکل را طی نماییم، شکل نمودار حساسیت ، ظاهر خواهد شد.



در نمودار حاضر، معیارها بر روی محور افقی

و گزینه‌ها بر روی محور عمودی نشان داده شده‌اند. تقاطع خطوط گزینه‌ها با خطوط عمودی مربوط به معیارها، وزن هر گزینه را در مورد آن معیار نشان می‌دهد. اولویت معیارها با خطوط عمودی نشان داده شده است. وزن کلی هر گزینه بر روی محور عمودی سمت راست نمودار قابل مشاهده است.

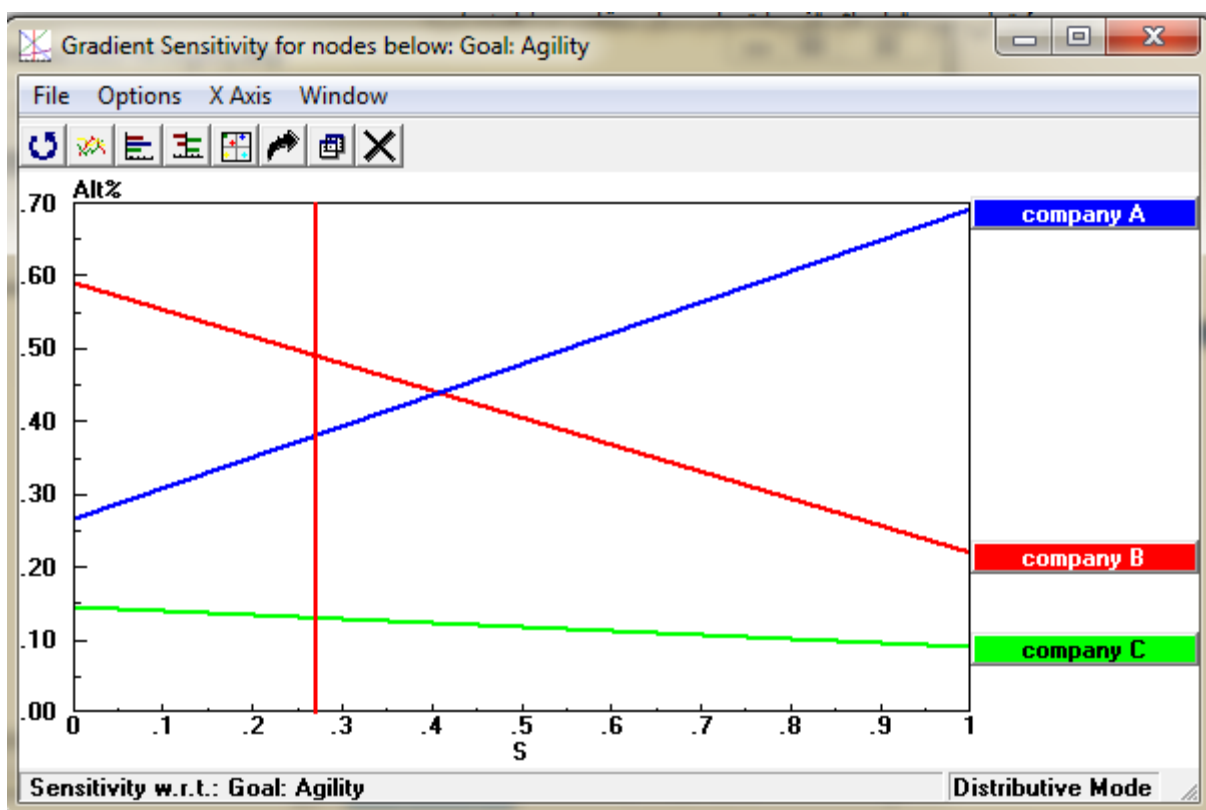
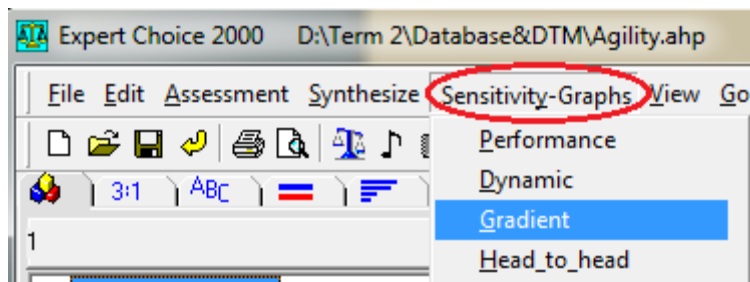


تحلیل حساسیت پویا، نمودارهای میله ای هفتگی هستند که فرد را قادر می سازند تا با افزایش یا کاهش وزن معیارها اثر آن را بر رتبه بندی گزینه ها مشاهده کند.

با نگهداشتن کلید ماوس بر روی هر یک از نمودارهای افقی

و حرکت آن، می توان اثر تغییرات را بر سایر مقادیر مشاهده نمود

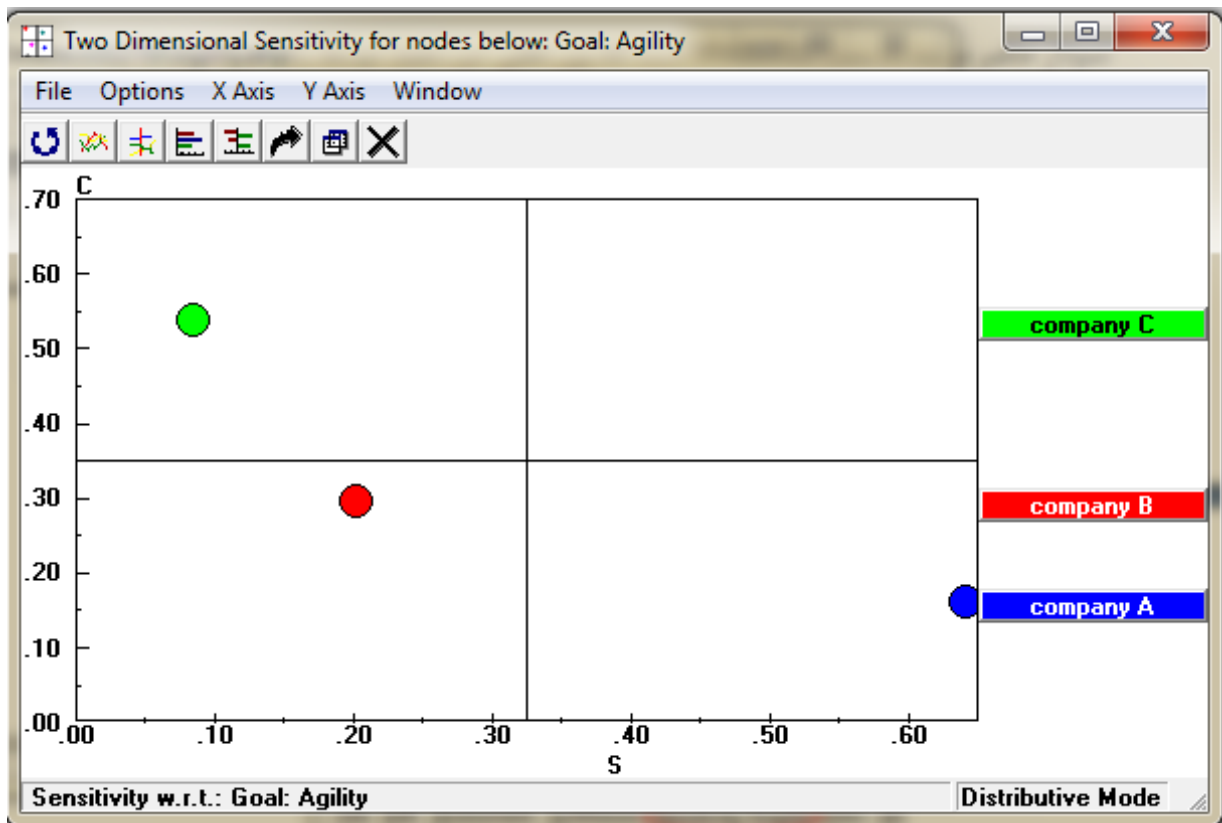
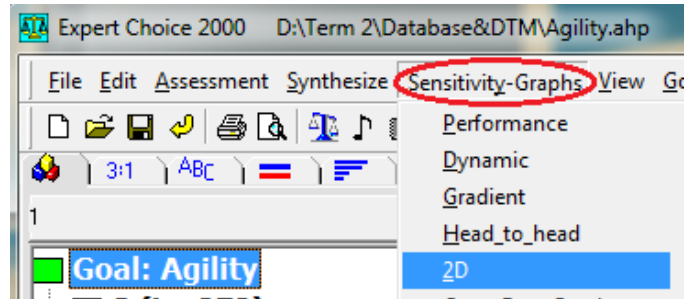
حساسیت بر اساس شیب



برای هر معیار، یک تحلیل حساسیت بر اساس شیب وجود دارد.

نمودار حاضر مربوط به معیار **Visibility** است که وزن فعلی این معیار توسط یک خط عمودی پر رنگ نشان داده شده است. اولویت گزینه ها در محل تلاقی با خط عمودی پر رنگ وزن معیار و از روی محور عمودی سمت چپ خوانده می شود.

تحلیل حساسیت دو بعدی



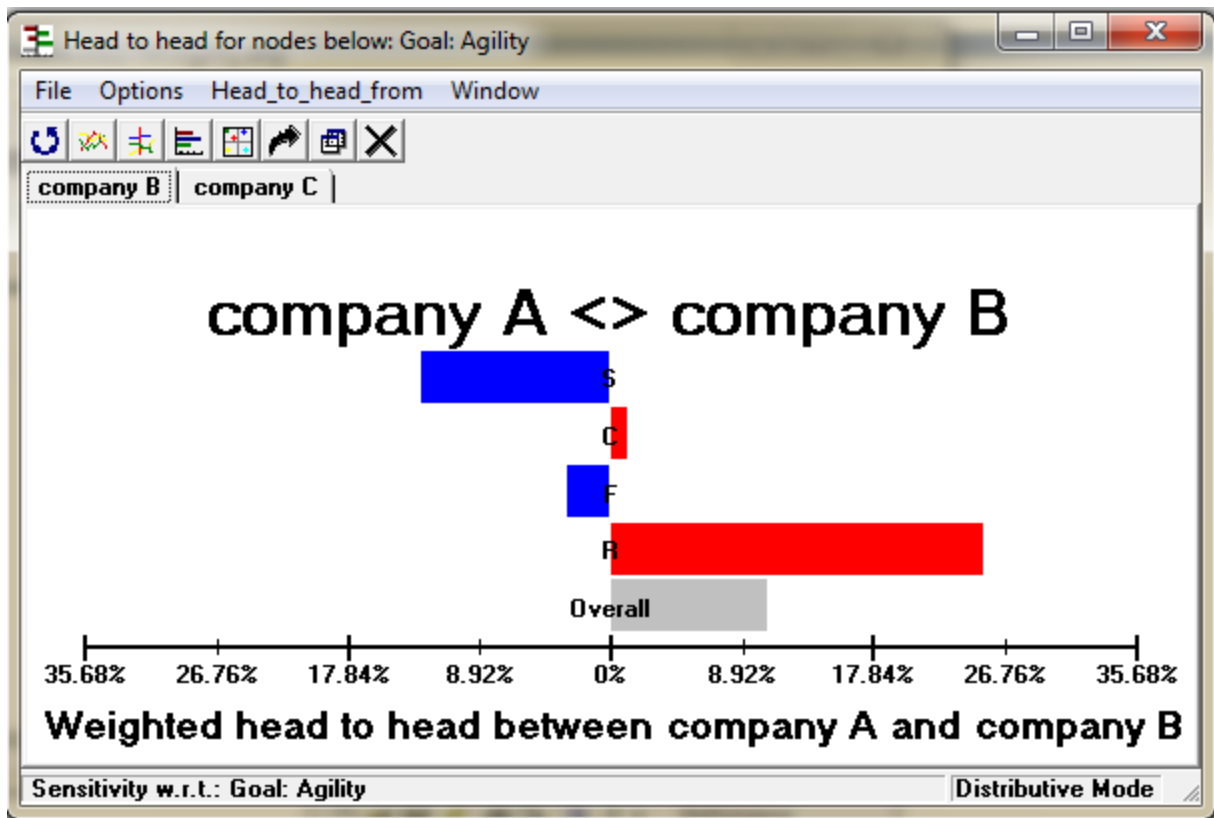
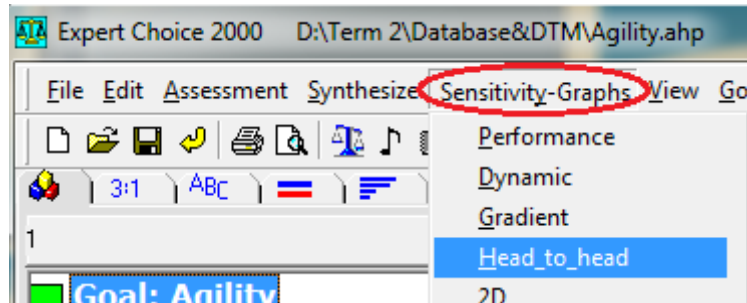
این تحلیل حساسیت نشان می دهد که چگونه گزینه ها بر اساس دو معیار تغییر می نمایند.

وزن یا اولویت هر معیار را می توان از روی هر یک از محورهایی که به آن تخصیص داده شده، خواند.

نقاط بزرگ نشانگر گزینه ها هستند. اگر گزینه ای در سمت راست و بالای صفحه نمودار باشد، این امر به معنی ارجحیت آن بر حسب دو معیار مزبور است.

خط مایلی که بر روی صفحه نمودار مشاهده می شود، خط **Projection** نامیده می شود و در شرایطی که دو معیار مورد نظر از اهمیت یکسانی برخوردار باشند، موقعیت گزینه ها بر روی آن نشان داده می شود.

تحلیل حساسیت بر اساس اختلاف

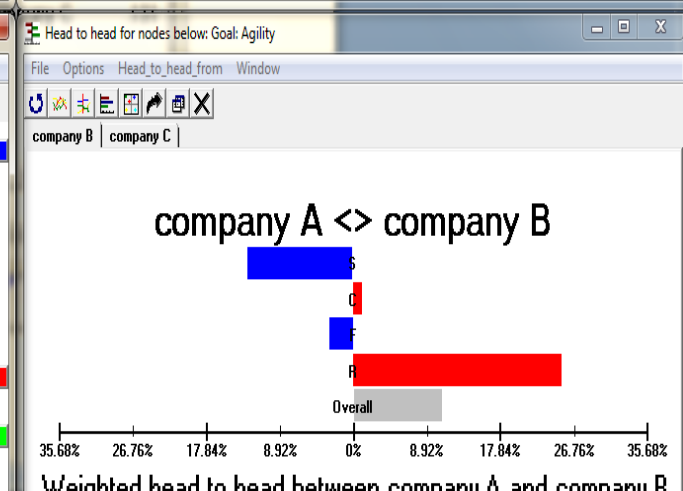
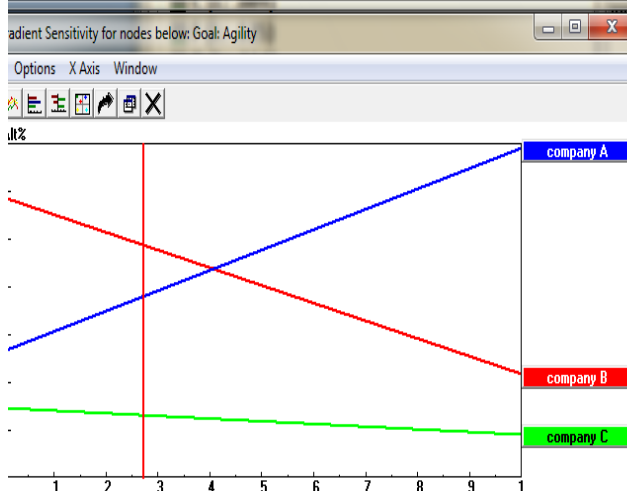
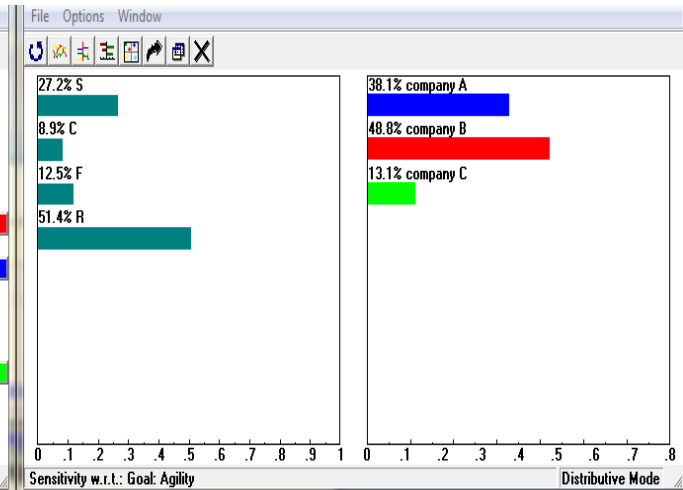
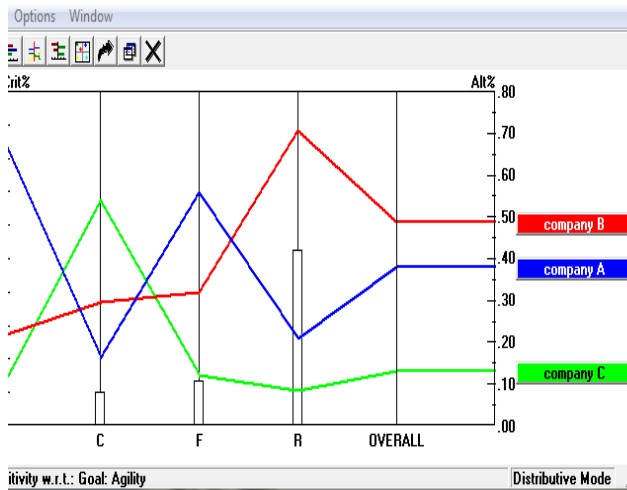
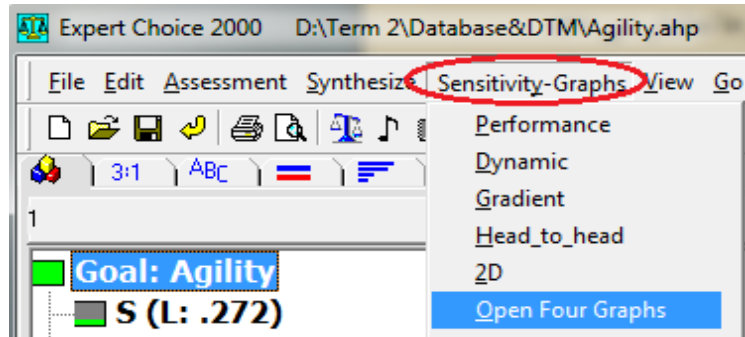


نمودار اختلاف ها، تفاوت میان اولویت هر جفت گزینه را برای کلیه معیار ها نمایش می دهد.

این اولویت ها می توانند همراه با وزن یا بدون آن نمایش داده شوند.

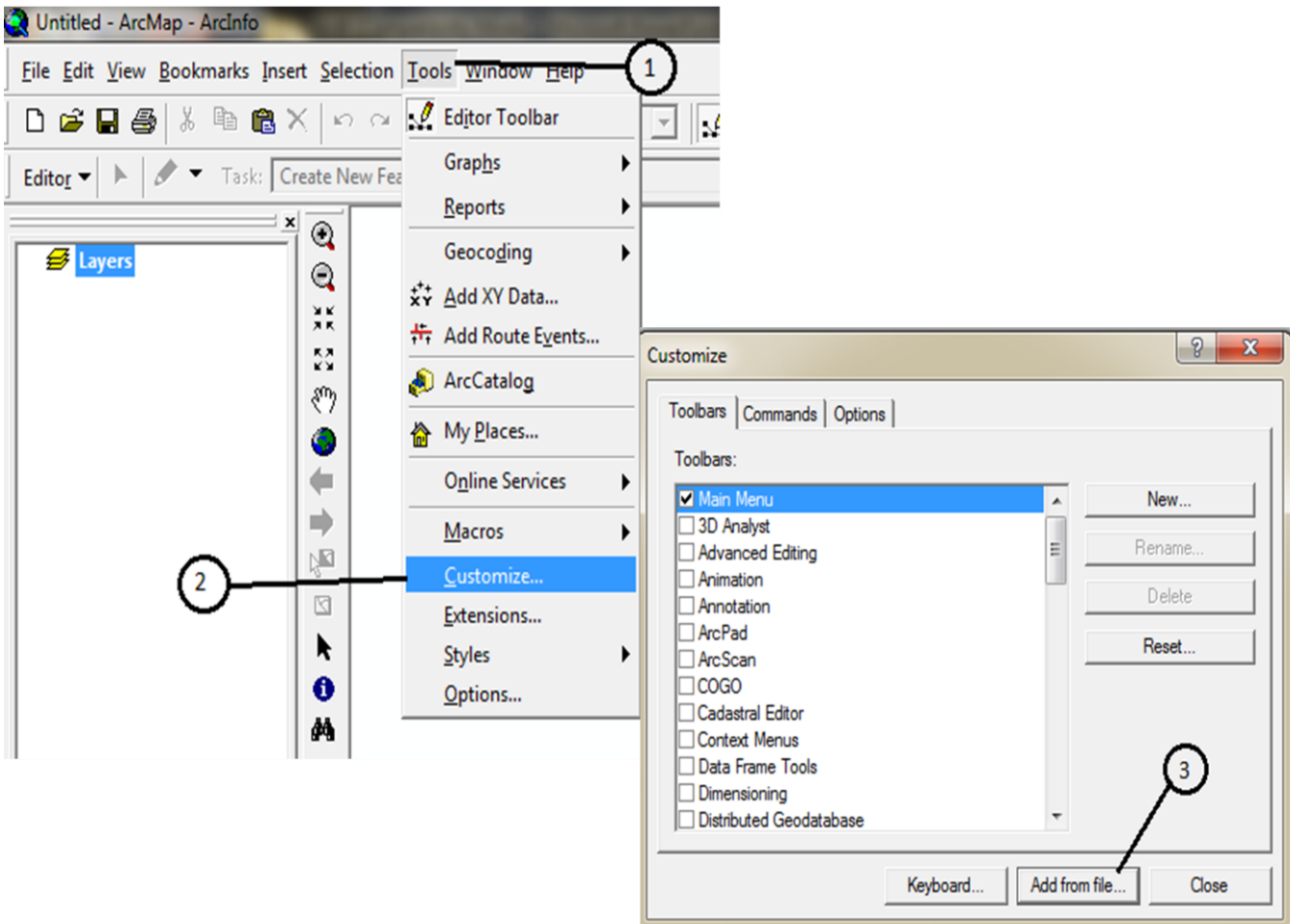
که از منوی Option قابل دسترسی و تغییر است.

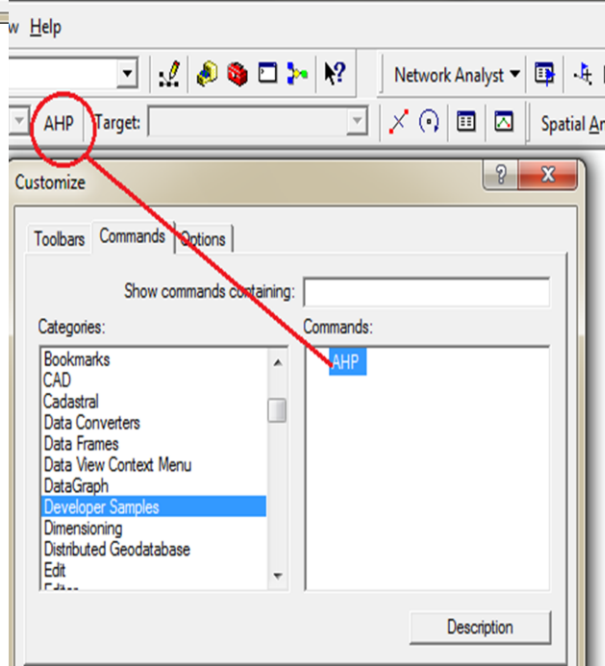
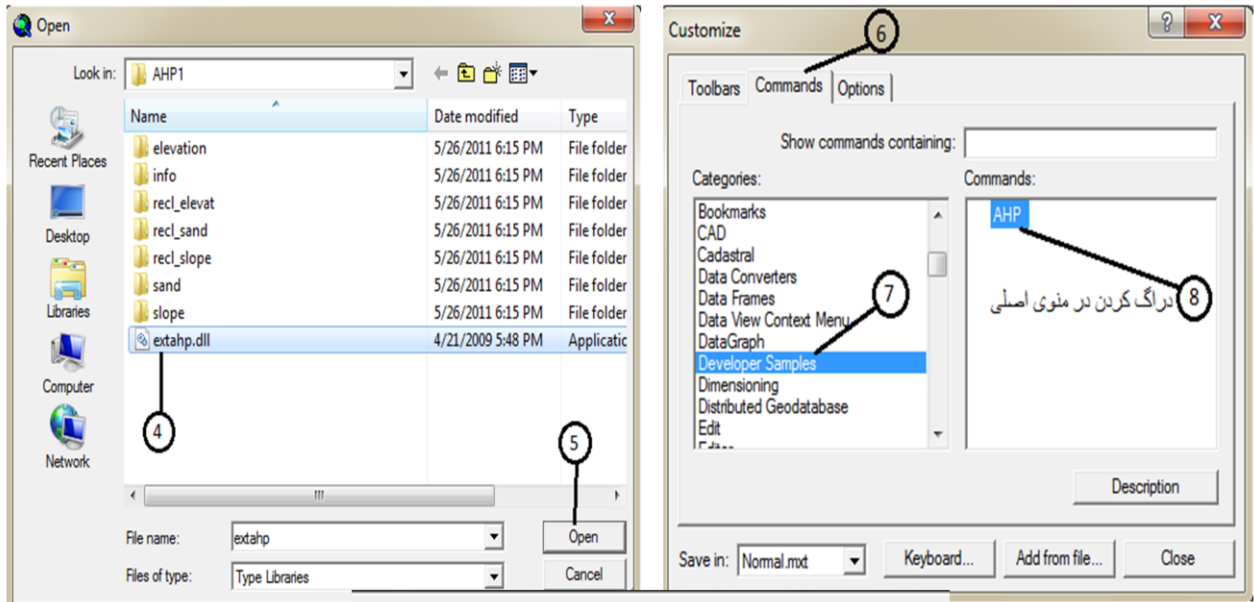
اگر بخواهیم چهار نمودار را همزمان باز ببینیم به طریق زیر عمل می کنیم.



مکانیابی با روش AHP

از AHP برای مکانیابی استفاده می شود. اکستنشن AHP را می توان از سایتها دانلود کرد و آن را وارد نرم افزار ArcMap کرد. برای این کار به روش زیر عمل می کنیم:
البته این اکستنشن فقط بر روی ویندوز XP قابل نصب می باشد.





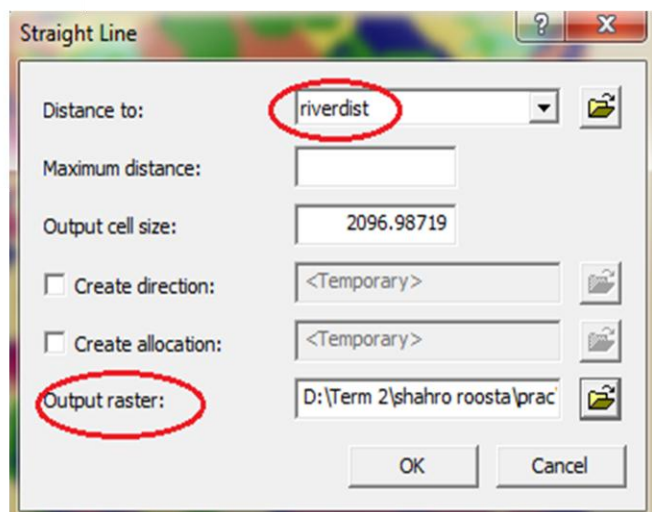
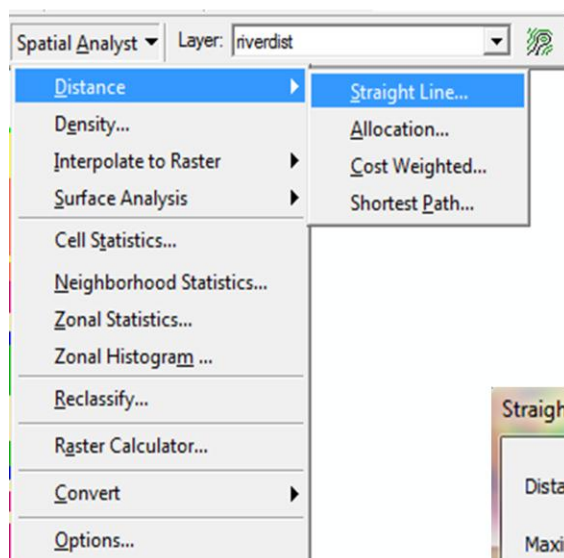
در اینجا به یک مکانیابی ساده با استفاده از روش AHP در شمالغرب کشور با شرایط زیر می پردازیم:

۱. فاصله از فرودگاه
۲. فاصله از شهر
۳. فاصله از روستا
۴. فاصله از راهها
۵. فاصله از رودخانه
۶. فاصله از دریاچه

۱. احضار لایه ها مورد نیاز

۲. از لایه هایی که برای آنها فاصله مهم است distance می سازیم:

این کار را برای همه لایه ها انجام می دهیم.



۳. برای AHP باید لایه ها را Reclassify کنیم. لایه ها را به ۹ طبقه تغییر می دهیم.

The image shows two dialog boxes from ArcGIS. The top dialog is 'Reclassify' and the bottom is 'Classification'.

Reclassify Dialog:

- Input raster: riverdist
- Reclass field: (empty)
- Set values to reclassify table:

Old values	New values
0 - 280.240298	0
280.240298 - 560.480596	1
560.480596 - 840.720894	2
840.720894 - 1120.961191	3
1120.961191 - 1401.201489	4
- Buttons: Classify... (circled), Unique, Add Entry, Delete Entries, Precision..., Load..., Save...

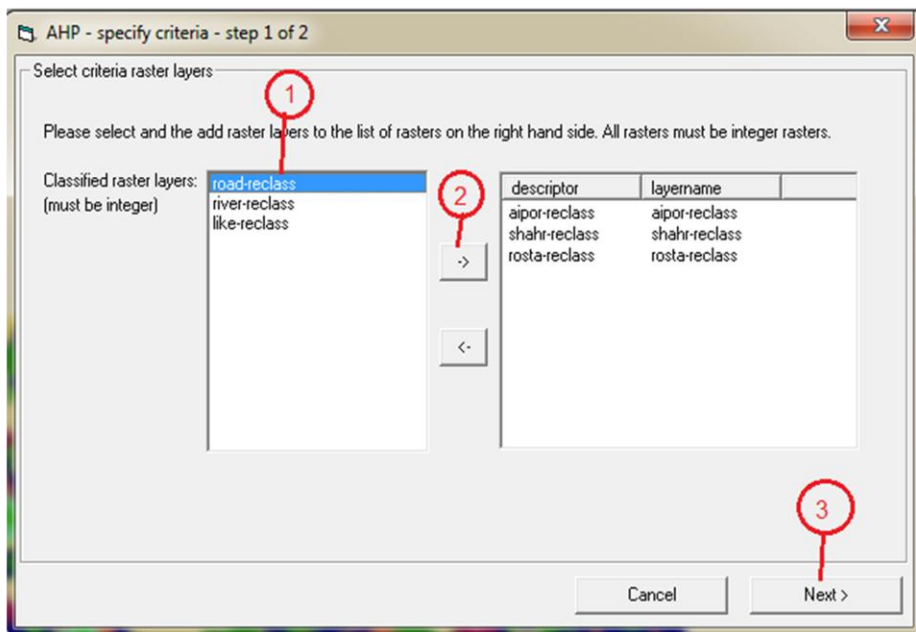
Classification Dialog:

- Method: Natural Breaks (Jenks)
- Classes: 9 (circled)
- Classification Statistics:

Count:	65009
Minimum:	0
Maximum:	159701.796875
Sum:	1154881048.76099
Mean:	17764.940989
Standard Deviation:	26818.639602
- Break Values table:

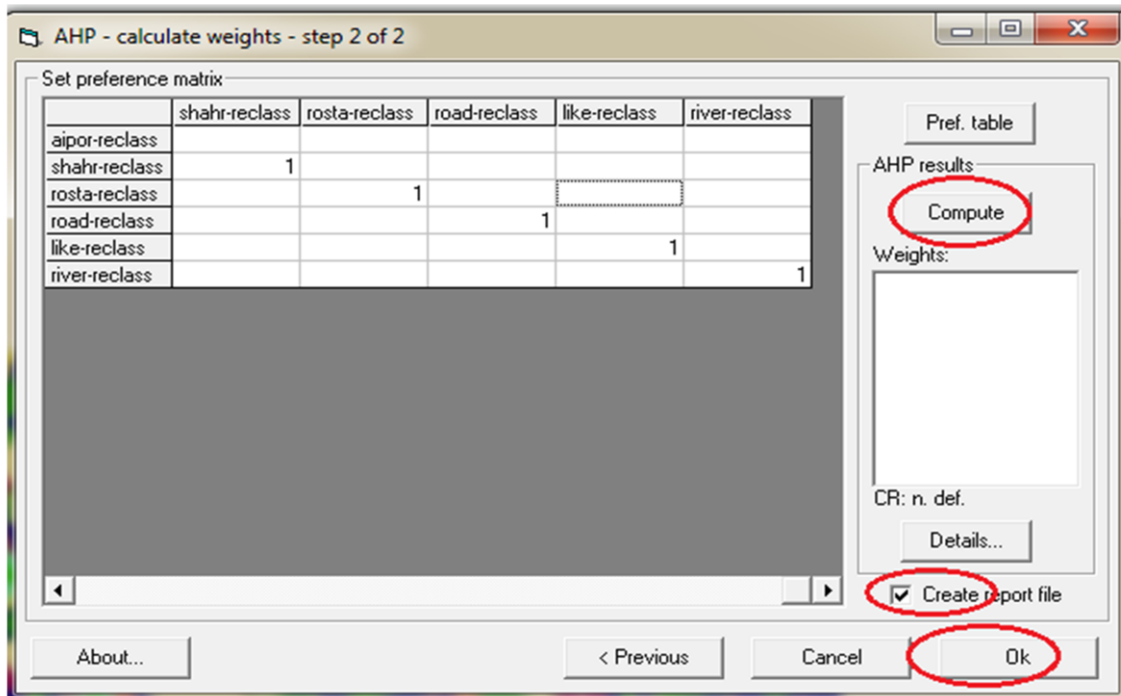
Break Values	%
6262.815564	
17535.883578	
31314.077819	
46344.835172	
62001.874081	
79537.757659	
98952.485907	
122751.185049	
159701.796875	
- Buttons: OK (circled), Cancel

۴. تب AHP را باز میکنیم و مراحل ۱ و ۲ را برای کل لایه ها انجام می دهیم. سپس روی Next کلیک می کنیم.

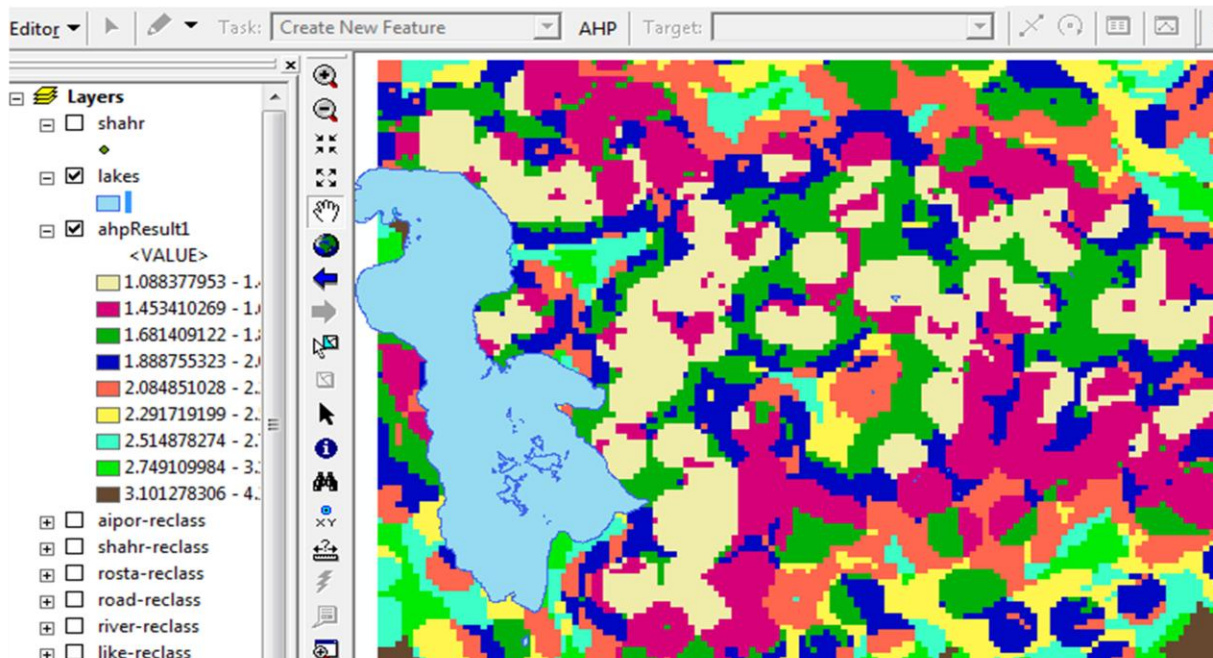


۵. سپس طبق جدول زیر ارجحیت ها را وارد میکنیم و مراحل را ادامه می دهیم و در آخر ok را کلیک میکنیم.

	City	Village	Airport	Road	Lake	River
city	1	5	7	4	5	4
Village		1	2	2	2	2
airport			1	0.33	0.25	0.33
Road				1	0.66	1
lake					1	2
river						1



نتیجه بصورت زیر در خواهد آمد.



اشکال عمده اکستنشن AHP در این است که بیشتر از معیار(لایه) را قبول نمی کند و اگر معیارها بیشتر از 20 باشد باید از نرم افزار IDRISI استفاده کرد. همچنین می توان وزن ها را با استفاده از نرم افزار Expert choice به دست آورد و مکانیابی را با **Weighted overlay** در محیط ArcMap انجام داد.

پایان