



پروژه درس تجزیه و تحلیل تصمیم گیری

انتخاب محل مناسب جهت احداث کارخانه‌ی تولید اتفای حریق در 5 حوزه
صنعتی استان تهران

دانشجویان:

کیانا امانی (9815171005)

مروارید یوسفی (9815171032)

استاد راهنما:

جناب آقای دکتر حسین صالحی

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فهرست مطالب

4	مقدمه.....
5	معرفی شرکت.....
5	محصولات تولیدی.....
7	تکنولوژی تولید.....
7	گواهینامه‌ها و استانداردهای موجود.....
8	نمودار سازمانی.....
9	طرح مسئله.....
9	ضرورت تصمیم‌گیری درمورد محل کارخانه.....
9	هدف و روش تحقیق.....
10	بررسی معیارهای تصمیم‌گیری.....
12	انتخاب محل مناسب برای احداث کارخانه.....
14	روش انجام پروژه: روش تحلیل سلسله مراتبی.....
15	حل به‌وسیله‌ی نرم‌افزار Excel.....
24	حل به‌وسیله‌ی نرم‌افزار Choice Expert.....
36	منابع.....

مقدمه

مکان‌یابی تعیین مکان مناسب برای انجام یک فعالیت مشخص با یک روال اجرایی معین و با توجه به معیارها و فاکتورهای موثر در آن می‌باشد.

یکی از مسائلی که باید در مراحل اولیه طراحی سیستم‌های صنعتی مورد توجه قرار گیرد مسئله مکان‌یابی و استقرار تسهیلات است. مکان‌یابی پروژه‌های صنعتی با توجه به سرمایه‌گذاری بالایی که دارند یکی از مهمترین مراحل ایجاد واحد‌های صنعتی می‌باشد. و عدم توجه به این موضوع باعث تحمیل هزینه‌های گزاف می‌شود که با توجه به روش‌های تصمیم‌گیری می‌توان این مرحله را آسان‌تر کرد.

در ادامه با استفاده از روش سلسه مراتبی (AHP) از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره به حل این مسئله پرداخته شده است، یکی از محسنات این روش می‌توان به امکان مقایسات زوجی بین گزینه‌های مختلف اشاره کرد.

معرفی شرکت

شرکت آریاک از حدود سال 1367 فعالیت خود را آغاز کرد و در سال 1375 با عنوان شرکت آریاک الکتریک تهران به ثبت رسیده است. اکنون با بیش از 30 سال سابقه در زمینه طراحی ، ساخت ، تامین تجهیزات ، مشاوره و اجرای سیستم های اعلام حریق با انجام بیش از هزاران پروژه در کل ایران فعالیت می نماید. محصولات تولیدی علاوه بر تامین نیاز پروژه های انبوه سازی کشور ، کارخانجات و انبارها، بیمارستانها و ... به برخی از کشورهای همسایه نیز عرضه می گردد. با توجه به اخذ گواهینامه تایید صلاحیت آزمایشگاه از سازمان استاندارد ایران، ارائه خدمات آزمایشگاهی تخصصی سیستم های اعلام حریق به تولید کنندگان داخلی، گمرکات کشور، ادارات کل استاندارد، سازمان های آتش نشانی و خدمات ایمنی، مراکز آموزش عالی و سایر اشخاص حقیقی و حقوقی متقاضی، از دیگر خدمات این شرکت به عنوان آزمایشگاه مرجع می باشد.

این شرکت موفق به اخذ گواهی استاندارد محصولات از موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران در سال 1388 گردیده است.

کارخانه شرکت آریاک با وسعتی در حدود 2000 متر مربع واقع در استان تهران - شهرک صنعتی نصیرآباد، در دهه مبارکه فجر سال 1395 و با حضور مدیریت وقت سازمان صنعت، معدن و تجارت استان تهران، مدیران محترم شرکت شهرکهای صنعتی و مقامات ارشد اداری استان تهران و شهرستان رباط کریم افتتاح گردید.

محصولات تولیدی

از محصولات تولیدی شرکت فوق می توان به موارد زیر اشاره نمود؛

1. مراکز اعلام حریق:

- ✓ مرکز کنترل ACT تک زون
- ✓ مرکز کنترل 2 الی 6 زون ACT
- ✓ مرکز کنترل 8 الی 14 زون ACT
- ✓ مرکز کنترل 16 الی 28 زون مدل AFC

2. آژیر فلاشر:

- ✓ آژیر فلاشر LED ال ای دی 12-24-220 ولت
- ✓ آژیر فلاشر زنون آذر خشی 24 ولت 220 ولت 12 ولت

3. دتکتورها: دتکتورها یا آشکارسازها وسایلی هستند که حریق را تشخیص می دهند. سنسورهای اعلام حریق (بسته به این که به کدام مشخصه آتش حساس باشند) در گروه‌های سنسورهای دود، سنسورهای حرارت، سنسورهای منو اکسید کربن، سنسورهای شعله و سنسورهای ترکیبی جای دارند .

✓ دتکتور دود

✓ دتکتور گاز

✓ دتکتور حرارت

✓ پایه دتکتور

4. فلاشر:

✓ فلاشر آذرخشی زنون

✓ فلاشر LED ال ای دی

5. شستی اعلام حریق:

✓ شستی معمولی

✓ شستی چراغدار پالسی

6. آژیر اعلام حریق 12-24 ولت:

✓ آژیر تک صدا

✓ آژیر چند صدا

7. آژیر اعلام خطر پیزو 220 ولت

8. تلفن کننده:

✓ تلفن کننده خودکار ده حافظه سخنگو

✓ تلفن کننده خودکار ده حافظه آژیری

9. چراغ سردر:

✓ چراغ سردر اعلام حریق مدل آریا

10. تکرار کننده

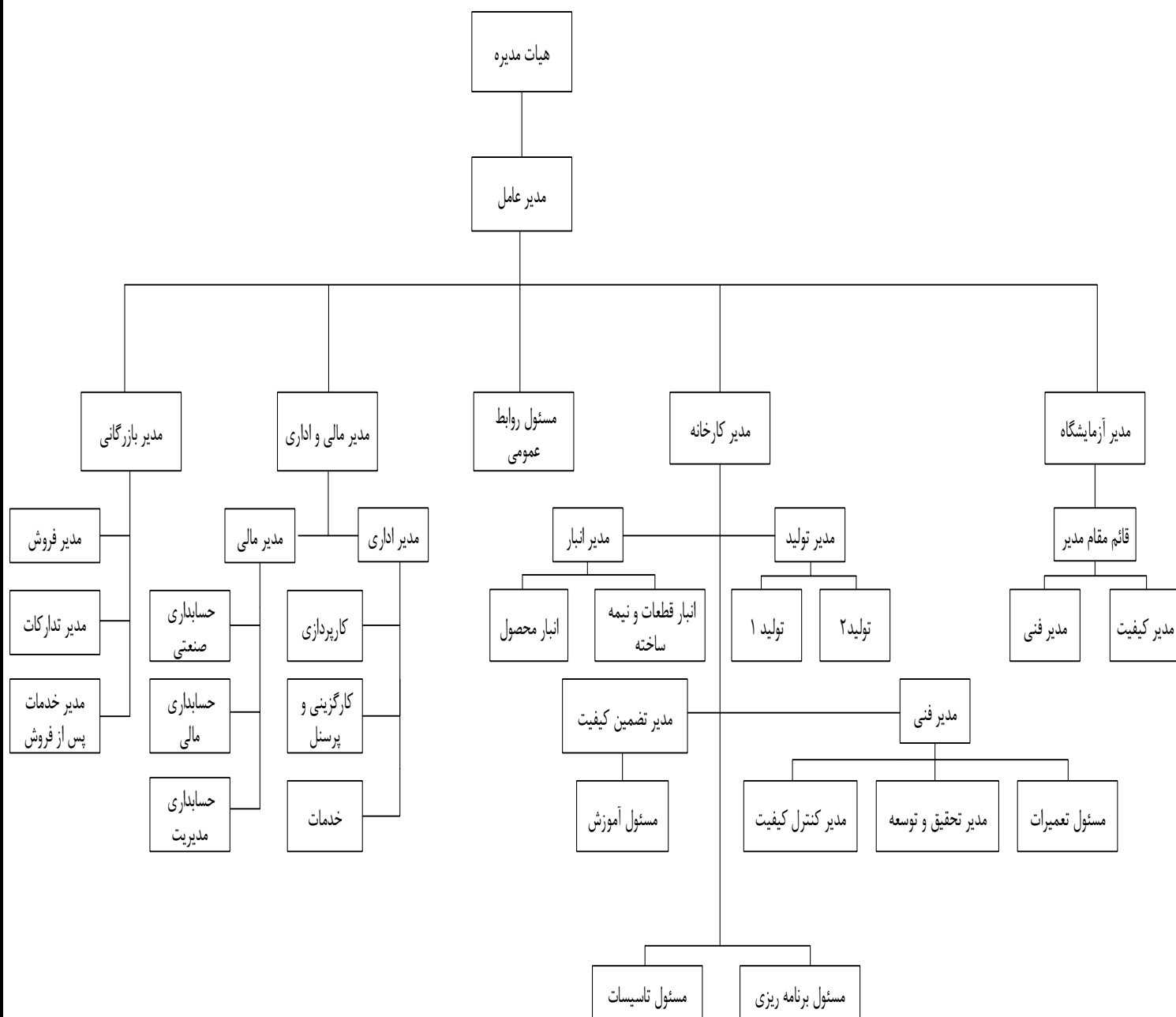
تکنولوژی تولید

تکنولوژی تولید در کارخانه مذکور ترکیبی از رباتیک و انسانی می باشد و روند تولید استقرار بر اساس محصول (خط تولید) product layout می باشد؛ همچنین لازم به ذکر است که تولید به صورت Batch production یا همان دسته ای انجام می گیرد.

گواهینامه و استاندارد های موجود:

1. گواهینامه آزمایشگاه استاندارد
2. گواهینامه آژیر اعلام حریق
3. استاندارد CE برای دتکتور حرارت
4. گواهینامه استاندارد 17025 آزمایشگاه
5. گواهینامه استاندارد مدیریت ISO 9001
6. گواهینامه استاندارد 22301
7. اولین گواهینامه استاندارد مرکز کنترل
8. گواهینامه استاندارد آژیر اعلام حریق
9. گواهینامه انفورماتیک
10. استاندارد شستی اعلام حریق
11. استاندارد دتکتور حرارت
12. استاندارد دتکتور دود

نمودار سازمانی



طرح مسئله

با توجه به مسائل ایمنی و گسترش آتش سوزی در صنایع و همچنین خانه‌ها استفاده از سیستم‌های اعلام حریق و دتکتورها افزایش یافته است. در سال‌های دورتر، بسیاری از افراد با دیدن دستگاه‌هایی نصب شده روی سقف و دیوارهای مکان‌های اداری، صنعتی و تجاری، این سوال در ذهنشان نقش می‌بست که این دستگاه‌ها کاربردها دارند چیست و چرا روی سقف و دیوارها نصب هستند! به مرور زمان، اطلاع رسانی در خصوص سیستم‌های اعلام حریق بیشتر شد و عده‌ی بیشتری با این سیستم‌ها و اجزای مختلفشان (از جمله دتکتورها یا آشکارسازها) آشنا شدند. دتکتورهای اعلام حریق اولین اجزایی هستند که در سیستم اعلام حریق به کار می‌افتند و باقی اجزای سیستم اعلام حریق را به واکنش متناسب با موقعیت وا می‌دارند. و با توجه به این مسئله احداث کارخانه تولید اجزای سیستم اعلام حریق ضروری می‌باشد.

ضرورت تصمیم گیری در مورد محل کارخانه

تعیین محل کارخانه یکی از کلیدی ترین گام‌های تاسیس کارخانه است. نتایج بلندمدت این تصمیم تاثیر به سزایی در بعد اقتصادی، زیست محیطی، اجتماعی و فنی خواهد داشت. از جنبه‌های درون سازمانی، تاثیر مستقیم آن در سوددهی کارخانه خواهد بود.

تعیین محل کارخانه نقش مهمی در سرمایه گذاری اولیه و همچنین رقابت در بازار خواهد داشت و باید به گونه ای انتخاب شود که باعث دست یابی به مزایای رقابتی و استراتژیک در مقایسه با سایر رقبا شود. اشتباه در تعیین محل ضررهای جبران ناپذیری به دنبال خواهد داشت و گاهی منجر به تغییر محل کارخانه با صرف هزینه‌های زیاد شده، یا به رکود و تعطیلی کامل کارخانه می‌انجامد.

هدف و روش‌های تحقیق

هدف از انجام این پروژه، معرفی محل برای احداث محل کارخانه تولید اتفای حریق آریاک الکتریک در استان تهران می‌باشد که برای این منظور موارد زیر مورد بررسی قرار گرفته است:

- بررسی معیارهای موثر در انتخاب محل کارخانه
- بررسی گزینه‌های مناسب برای محل کارخانه با توجه به معیارها
- انتخاب بهترین گزینه با توجه به روش تصمیم‌گیری AHP
- حل مسئله به وسیله ی نرم‌افزار Expert Choice

بررسی معیارهای تصمیم‌گیری در این پروژه (Criteria)

عوامل متعددی در تعیین محل بهینه کارخانه تاثیرگذار است که بخشی به صورت مستقیم و بخشی نیز وابسته به فاکتورهای محیطی یا اقتصادی می‌باشد. قابلیت‌ها و توان یک مکان با توجه به این که به چه منظوری در نظر گرفته شده‌اند متفاوت خواهند بود بنابراین شاخص‌ها باید به گونه‌ای تلفیق شوند که بهترین مکان انتخاب شود. معیارهایی که می‌توان در نظر گرفت: نزدیکی به بازار، نزدیکی به تامین‌کننده، وجود نیروی کار ارزان، دسترسی به حمل و نقل عمومی، قیمت زمین، سابقه صنعتی محل و مجوز.

• نزدیکی به بازار فروش:

نزدیکی کارخانه به بازار فروش دارای اهمیت است. اصولاً هرچه محل تولید به محل خرید مصرف‌کنندگان نزدیکتر باشد از نظر اقتصادی مقرون به صرفه بوده و قدرت رقابت کارخانه نیز بیشتر خواهد بود. مخصوصاً برای محصولاتی که از ارزش قیمتی پایینی برخوردار می‌باشند، قیمت فروش این محصولات هزینه حمل را توجیه نمی‌نماید. در این کارخانه ی موردی، بازار فروش سراسر ایران می‌باشد اما بازار عمده ی آن لاله‌زار تهران است.

• نزدیکی به تامین‌کننده:

عواملی که در مواد اولیه باید بررسی شوند عبارتند از: یافتن تامین‌کننده ی ارزان تر با کیفیت مواد اولیه بهتر و راحتی حمل از محل تامین به کارخانه. در کارخانه ی مورد بررسی انبار تامین‌کننده ی مناسب ما، در شهریار واقع است و دفتر مرکزی آن نیز برای اخذ قراردادها در محله جمهوری بنا شده است.

• وجود نیروی کار ارزان:

در تعیین منطقه باید در دسترس بودن نیروی کار ارزان، میزان تخصص و مهارت‌های مورد نیاز و میزان دستمزدهای متداول در منطقه توجه داشت زیرا کیفیت نیروی کار یکی از عناصر مهم در مکان‌یابی کارخانه‌ها است. میزان تخصص و دستمزد، سابقه و روابط کارگر و کارفرما، امکانات آموزشی در محل مورد نظر از جمله مواردی هستند که باید مورد بررسی واقع شوند.

- **دسترسی به حمل و نقل عمومی:**

دسترسی به راه‌های حمل و نقل مثل خط آهن، جاده و امکانات حمل و نقل هوایی و دریایی و حمل و نقل عمومی برای جابجایی نیروی کار و تجهیزات کارخانه و توزیع محصولات تولیدی یکی از پارامترهای بسیار مهم است.

- **مساحت زمین**

در انتخاب زمین باید این ویژگی‌ها را در نظر گرفت.

- هندسه زمین و مساحت آن

- قیمت زمین

- کاربری زمین و کاربری زمین‌های اطراف

در این پژوهش صرفاً به معیار مساحت پرداخته شده است.

- **سابقه صنعتی محل:**

با توجه به امکانات و شرایط منطقه در هر منطقه صنایع خاصی حضور دارند.

مزایایی که این تمرکز می‌تواند داشته باشد:

- ایجاد تخصص در بین نیروهای کاری متخصص و حتی کارگران

- وجود صنایع بالادستی و پایین دستی

- کاهش برخوردهای اداری و محلی

انتخاب محل مناسب برای احداث کارخانه آریاک

یکی از جنبه های انتخاب محل مناسب، تاثیر های درون سازمانی و تاثیر مستقیم آن در سود دهی کارخانه خواهد بود و از بعد برون سازمانی، ساخت کارخانه های بزرگ در یک منطقه می تواند شرایط مختلف اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، محیط زیست و غیره را تحت تاثیر خود قرار دهد. همچنین لازم به ذکر است که کارخانه مورد مطالعه در این پژوهش آلودگی صوتی ایجاد می کند، لذا برای احداث این کارخانه همرا محدودیت هایی موجود است و امکان احداث آن در هر محلی وجود ندارد و باید در شهرک های صنعتی احداث گردد. همچنین تعیین محل کارخانه تولید دستگاه های اتفای حریق از نظر اقتصادی نقش مهمی در میزان سرمایه گذاری اولیه به هنگام تاسیس کارخانه دارد. علاوه بر آن هنگام بهره برداری طرح، این تصمیم گیری، تاثیر کلیدی در قیمت تمام شده کالا و خدمت دارد. از این رو نیاز به شناخت معیارهای موثر در این زمینه دارد.

مدل های تصمیم گیری چند معیاره، مجموعه ای از روش هایی است که با در نظر گرفتن چندین معیار که گاه با هم متضاد هستند به انتخاب یک گزینه بهتر از بین دو یا چند گزینه متفاوت می پردازد و در دو دهه اخیر توجه محققین به این مدل ها در تصمیم گیری های پیچیده بوده است.

در ادامه 5 شهرک صنعتی در استان تهران در نظر گرفته شده و تحقیقات بر روی این مکان ها جهت احداث کارخانه صورت گرفته است؛

1. شهرک صنعتی شمس آباد

شهرک صنعتی شمس آباد در سال 1369 در کیلومتر 40 اتوبان تهران قم با مساحتی حدود 2891 هکتار راه اندازی شده است. در این شهرک صنعتی 1,568 واحد به بهره برداری رسیده است و 32,479 اشتغال ایجاد شده است.

از واحدهای فعال در این شهرک صنعتی می توان به صنایع شیمیایی، پلاستیکی، سلولزی، نساجی، پوشاک، مواد غذایی و آشامیدنی، صنایع فلزی، برق و الکترونیک اشاره کرد که سالانه بخشی از نیازهای کشور را برآورده میکند.

2. شهرک صنعتی نصیرآباد

شهرک صنعتی نصیرآباد در مجاور تهران-رباط کریم، 2 کیلومتر مانده به شهر رباط کریم، باند جنوبی جاده قرار گرفته است. مساحت این شهرک صنعتی حدود 260 هکتار می باشد که در سال 1369 به ثبت رسیده است.

تعداد واحدهای که به بهره برداری رسیده اند حدود 500 واحد می باشد. در این شهرک صنعتی 10,280 اشتغال ایجاد شده است. از تولیدات این شهرک صنعتی می توان به تولید مواد غذایی و آشامیدنی، شیمیایی

و پلاستیک، فلزی و ماشین سازی، برق و الکترونیک، نساجی و پوشاک، سلولزی و کانی غیر فلزی اشاره کرد.

3. شهرک صنعتی عباس آباد

شهرک صنعتی عباس آباد داری 2096 هکتار مساحت می باشد که در تاریخ 1369/04/09 راه اندازی شده است. در این شهرک صنعتی 1,643 واحد به بهره برداری رسیده است و 32,050 اشتغال نیز ایجاد شده است.

شهرک صنعتی عباس آباد در محور تهران- گرمسار، بعد از پاسگاه شریف آباد، باند شمالی جاده در فاصله 45 کیلومتری شهر تهران واقع شده است. از واحدهای صنفی این مجموعه می توان به صنایع الکترونیک، اخوان و امرسان، پلاستیک، آینه، شیرآلات، بستنی شاد، صنایع نفت و گاز و نایلون اشاره کرد.

4. شهرک صنعتی فیروزکوه

شهرک صنعتی فیروزکوه در سال 1380 در مساحت 203 هکتار طی شماره مصوبه 60321/ت18300 در محور تهران-فیروزکوه، 5 کیلومتر بعد از شهر فیروزکوه راه اندازی شده است. این شهرک صنعتی دارای 70 واحد صنفی فعال است که تا کنون حدود 1,208 شغل ایجاد کرده است.

محصولاتی که در این شهرک صنعتی تولید می شود شامل: صنایع فلزی، کانی غیر فلزی، غذایی و داروئی، برق الکترونیک، نساجی و پوشاک، شیمیایی، سلولزی و صنایع تبدیلی کشاورزی می باشد.

5. شهرک صنعتی پرند

شهرک صنعتی خوارزمی در سال 1369 با مساحت 324 هکتار در 15 بزرگراه امام رضا، بین دو شهرک عباس آباد و ایوانکی سمنان قرار دارد. این شهرک صنعتی دارای 100 واحد صنفی فعال می باشد که تا کنون حدود 2,100 اشتغال ایجاد کرده است.

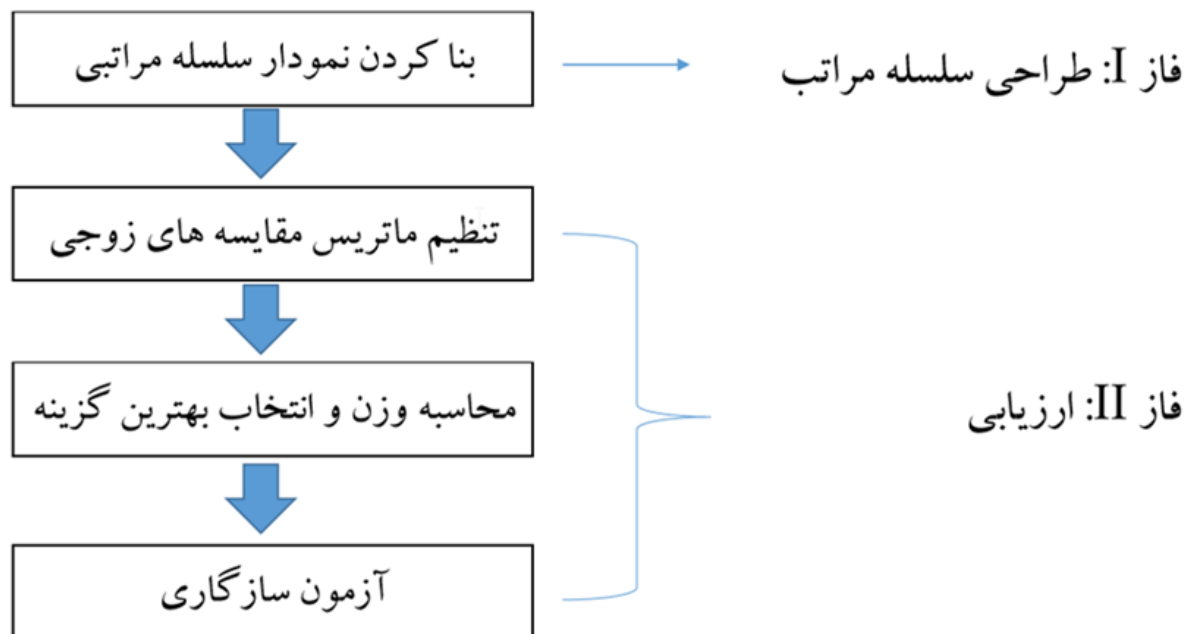
در این شهرک صنعتی شرکت هایی همچون شرکت اطلس کیک، شرکت صنعت کده فولاد، شرکت راکدر، شرکت استقرار الکترونیک، شرکت بهیاد تولید، شرکت پیچ و پرچ خوارزمی، شرکت آریوپلاستیک و شرکت ممتاز مشغول به فعالیت هستند.

روش انجام پروژه

برای جمع آوری داده ها از یافته های مقالاتی که با نظر چند نفر از خبرگان نوشته شده بود و همچنین نظر شخصی دانشجویان ارائه دهنده ی پروژه استفاده گردید.

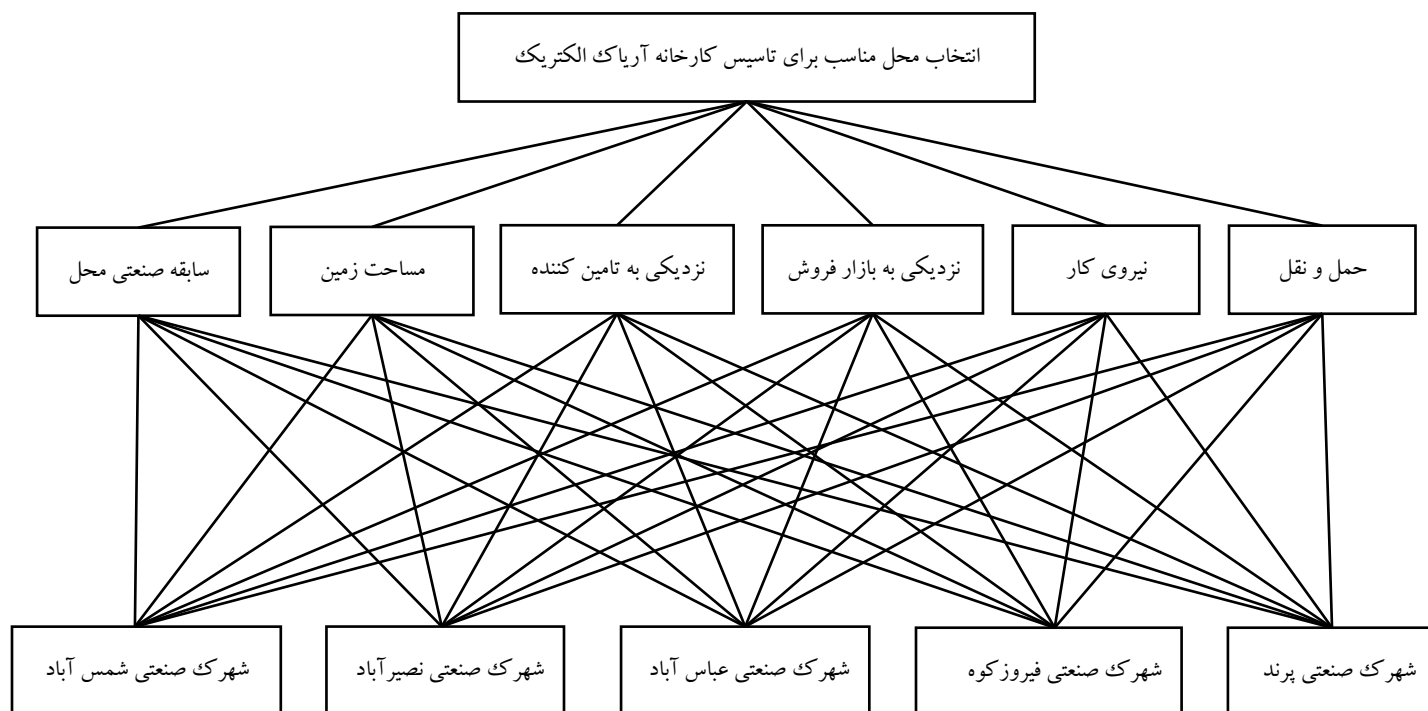
برای تحلیل داده ها از روش AHP استفاده می شود که در شکل زیر دو فاز بررسی مسئله در این پروژه آمده است. به این منظور ابتدا با در نظر گرفتن ماتریس تصمیم گیری، به تبدیل شاخص های کیفی به کمی و سپس نرمال کردن ماتریس میپردازیم، در ادامه با بررسی و محاسبه وزن ماتریس های مقایسه زوجی مسئله، وزن نهایی گزینه ها را محاسبه میکنیم و درجه اهمیت هر یک از آن ها را می سنجیم و در نهایت با رسم جدول نرخ سازگاری معیارها و نهایی مسئله محاسبه می شود.

نرم افزار مورد استفاده در این پروژه، Expert choice است که فایل انجام پروژه برروی هر دو به پیوست گزارش ارسال شده است. همچنین از Excel نیز در این پروژه استفاده شده است که در صورت تمایل می توان به آن مراجعه نمود.



گام‌های روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

گام 1) نمودار سلسله مراتبی:



گام 1-1) ماتریس تصمیم:

	سابقه صنعتی محل	مساحت زمین	نزدیکی به تأمین کننده	نزدیکی به بازار فروش	نیروی کار	نزدیکی به حمل و نقل
شمس آباد	1,568	2,891	60	51	32,479	3.9
نصیرآباد	500	260	46	49	10,280	2.9
عباس آباد	1,643	2,096	75	53	32,050	4.5
فیروزکوه	70	203	192	151	1,208	9.1
پرند	100	358	55	68	2,100	5.4
Sum	3,881	5,808	428	372	78,117	26

گام 2-1) نرمالایز کردن:

علامت معیار	+	+	-	-	+	-
	سابقه صنعتی محل	مساحت زمین	نزدیکی به تامین کننده	نزدیکی به بازار فروش	نیروی کار	نزدیکی به حمل و نقل
شمس آباد	0.404	0.498	0.140	0.137	0.416	0.151
نصیرآباد	0.129	0.045	0.107	0.132	0.132	0.112
عباس آباد	0.423	0.361	0.175	0.142	0.410	0.174
فیروزکوه	0.018	0.035	0.449	0.406	0.015	0.353
پرند	0.026	0.062	0.129	0.183	0.027	0.209

گام 2) تشکیل ماتریس مقایسه های زوجی:

یک ماتریس مقایسه زوجی به صورت ماتریس A نشان داده میشود.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

که در آن a_{ij} ترجیح عنصر i نسبت به عنصر j است.

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$$

شرط معکوسی:

برای هر ماتریس مقایسه زوجی $n \times n$ عناصر روی قطر مساوی یک بوده و نیازی به ارزیابی نیست. ولی سایر درایه ها باید بر اساس مقایسه های زوجی تعیین شوند. درایه های قرینه نسبت به قطر معکوس یکدیگر هستند.

لذا تعداد مقایسه های زوجی برای هر ماتریس زوجی $n \times n$ برابر است با:

$$N_c = \frac{n(n-1)}{2}$$

بطور کلی اگر مسئله تصمیم شامل m گزینه و n معیار باشد، باید n ماتریس مقایسه زوجی $m \times m$ و یک ماتریس مقایسه زوجی $n \times n$ ایجاد شود. لذا تعداد مقایسه های زوجی کل مسئله برابر است با:

$$N_h = \frac{n(n-1)}{2} + \left(n \times \frac{m(m-1)}{2} \right) = \frac{6 \times 5}{2} + \left(6 \times \frac{5 \times 4}{2} \right) = 75$$

برای تشکیل ماتریس های مقایسه زوجی از مقادیر ترجیحات زیر استفاده میگردد.

مقادیر ترجیحات برای مقایسات زوجی

ترجیحات	مقدار عددی
کاملاً مرجح یا کاملاً مهم‌تر یا کاملاً مطلوب‌تر	۹
ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی	۷
ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت قوی	۵
کمی مرجح یا کمی مهم‌تر یا کمی مطلوب‌تر	۳
ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت یکسان	۱
ترجیحات بین فواصل فوق	۲,۴,۶,۸

وزن	حمل و نقل	نیروی کار	نزدیکی به بازار فروش	نزدیکی به تامین کننده	مساحت زمین	سابقه صنعتی محل	
0.370	5.00	5.00	3.00	3.00	3.00	1.00	سابقه صنعتی محل
0.220	2.00	5.00	4.00	2.00	1.00	0.33	مساحت زمین
0.211	6.00	3.00	5.00	1.00	0.50	0.33	نزدیکی به تامین کننده
0.087	2.00	2.00	1.00	0.20	0.25	0.33	نزدیکی به بازار فروش
0.054	1.00	1.00	0.50	0.33	0.20	0.20	نیروی کار
0.059	1.00	1.00	0.50	0.17	0.50	0.20	حمل و نقل
	17.00	17.00	14.00	6.70	5.45	2.40	Sum

ماتریس مقایسه زوجی معیارها

وزن	پرند	فیروزکوه	عباس آباد	نصیرآباد	شمس آباد
0.364	8.00	9.00	1.00	3.00	1.00
0.197	7.00	9.00	0.33	1.00	0.33
0.364	8.00	9.00	1.00	3.00	1.00
0.031	0.50	1.00	0.11	0.11	0.11
0.045	1.00	2.00	0.13	0.14	0.13
	24.50	30.00	2.57	7.25	2.57
	sum				

ماتریس مقایسه زوجی از نظر معیار سابقه صنعتی محل

وزن	پرند	فیروزکوه	عباس آباد	نصیرآباد	شمس آباد
0.476	7.00	9.00	2.00	8.00	1.00
0.052	1.00	1.00	0.13	1.00	0.13
0.363	7.00	9.00	1.00	8.00	0.50
0.044	0.50	1.00	0.11	1.00	0.11
0.064	1.00	2.00	0.14	1.00	0.14
	16.50	22.00	3.38	19.00	1.88
	sum				

ماتریس مقایسه زوجی از نظر معیار مساحت زمین

وزن	پرند	فیروزکوه	عباس آباد	نصیرآباد	شمس آباد	
0.197	0.50	4.00	2.00	0.50	1.00	شمس آباد
0.339	2.00	4.00	2.00	1.00	2.00	نصیرآباد
0.152	0.50	4.00	1.00	0.50	0.50	عباس آباد
0.057	0.25	1.00	0.25	0.25	0.25	فیروزکوه
0.255	1.00	4.00	2.00	0.50	2.00	پرند
	4.25	17.00	7.25	2.75	5.75	sum

ماتریس مقایسه زوجی از نظر معیار نزدیکی به تامین کننده

وزن	پرند	فیروزکوه	عباس آباد	نصیرآباد	شمس آباد	
0.278	2.00	4.00	1.00	1.00	1.00	شمس آباد
0.226	1.00	3.00	1.00	1.00	1.00	نصیرآباد
0.226	1.00	3.00	1.00	1.00	1.00	عباس آباد
0.071	0.33	1.00	0.33	0.33	0.25	فیروزکوه
0.200	1.00	3.03	1.00	1.00	0.50	پرند
	5.33	14.03	4.33	4.33	3.75	sum

ماتریس مقایسه زوجی از نظر معیار نزدیکی به بازار فروش

وزن	پرند	فیروزکوه	عباس آباد	نصیرآباد	شمس آباد	
0.365	8.00	9.00	1.00	3.00	1.00	شمس آباد
0.191	7.00	8.00	0.33	1.00	0.33	نصیرآباد
0.366	8.00	9.00	1.00	3.03	1.00	عباس آباد
0.032	0.50	1.00	0.11	0.13	0.11	فیروزکوه
0.045	1.00	2.00	0.13	0.14	0.13	پرند
	24.50	29.00	2.57	7.30	2.57	sum

ماتریس مقایسه زوجی از نظر معیار نیروی کار

وزن	پرند	فیروزکوه	عباس آباد	نصیرآباد	شمس آباد	
0.253	2.00	3.00	2.00	0.50	1.00	شمس آباد
0.335	2.00	3.00	2.00	1.00	2.00	نصیرآباد
0.196	2.00	3.00	1.00	0.50	0.50	عباس آباد
0.080	0.50	1.00	0.33	0.33	0.33	فیروزکوه
0.136	1.00	2.00	0.50	0.50	0.50	پرند
	7.50	12.00	5.83	2.83	4.33	sum

ماتریس مقایسه زوجی از نظر معیار حمل و نقل

گام 3) محاسبه وزن نهایی عناصر

وزن نهایی هر گزینه در یک فرآیند سلسله مراتبی، از مجموع حاصلضرب وزن هر معیار در امتیاز گزینه مورد نظر بدست می آید. جمع امتیازهای بدست آمده برای هر گزینه از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$A_{AHP_{Score}} = \sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot W_j \quad ; i = 1, 2, \dots, m$$

a_{ij} بیانگر میزان اهمیت نسبی گزینه i به ازای معیار C_j و W_j نشانگر اهمیت معیار C_j است.

همچنین لازم است که مقادیر گزینه ها و وزن شاخصها بر اساس روابط زیر نرمال شوند.

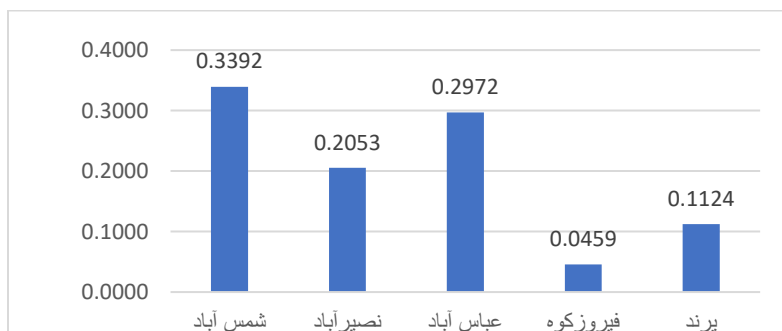
$$\sum_{i=1}^m a_{ij} = 1 \quad ; j = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{j=1}^n W_j = 1$$

:

وزن نهایی	
0.3392	شمس آباد
0.2053	نصیرآباد
0.2972	عباس آباد
0.0459	فیروزکوه
0.1124	پرند

وزن نهایی گزینه‌ها



نمودار وزن نهایی گزینه‌ها

گام 4) محاسبه نرخ ناسازگاری

قضیه 1) برای هر ماتریس مقایسه زوجی (که مثبت و معکوس است)، اگر $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N$ مقادیر ویژه

ماتریس مقایسه زوجی باشند، مجموع مقادیر ویژه برابر n (بعد ماتریس) خواهد بود:

$$n = \sum_{i=1}^n \lambda_i$$

قضیه 2) بزرگترین مقدار ویژه (λ_{max}) همواره بزرگتر یا مساوی n است (در این صورت برخی از λ ها منفی خواهند بود)

قضیه 3) اگر عناصر ماتریس مقدار کمی از حالت سازگاری فاصله بگیرند، مقادیر ویژه آن نیز مقدار کمی از حالت سازگاری فاصله خواهد گرفت.

قضیه 4) برای هر ماتریس مربعی A داریم:

که در آن W و λ به ترتیب بردار ویژه و مقدار ویژه ماتریس A می باشند.

$$A \times W = \lambda \cdot W$$

- در حالتی که ماتریس A سازگار باشد، یک مقدار ویژه برابر n بوده (بزرگترین مقدار ویژه) و بقیه آن ها

$$A \times W = n \cdot W$$

برابر صفر هستند. بنابراین در این حالت میتوان نوشت:

- در حالتی که ماتریس مقایسه زوجی A ناسازگار باشد، λ_{max} کمی از n فاصله می گیرد که می توان

نوشت:

$$A \times W = \lambda_{max} \cdot W$$

landa 1	6.7277203
landa 2	6.825181
landa 3	6.6017609
landa 4	6.1309297
landa 5	6.3947635
landa 6	6.3707154
landa max	6.5085118

ماتریس مقایسه زوجی معیارها

landa 1	5.3791025
landa 2	5.2557812
landa 3	5.3791424
landa 4	5.0217771
landa 5	5.0367382
landa max	5.2145083

ماتریس مقایسه زوجی از نظر سابقه صنعتی محل

landa 1	5.192327971
landa 2	5.070098243
landa 3	5.14425298
landa 4	5.035916891
landa 5	5.038706948
landa max	5.096260607

ماتریس مقایسه زوجی از نظر مساحت زمین

landa 1	5.215204
landa 2	5.244384
landa 3	5.111103
landa 4	5.11274
landa 5	5.295164
landa max	5.195719

ماتریس مقایسه زوجی از نظر نزدیکی به تامین کننده

landa 1	5.084182
landa 2	5.052384
landa 3	5.052384
landa 4	5.042192
landa 5	5.031541
landa max	5.052537

ماتریس مقایسه زوجی از نظر نزدیکی به بازار فروش

landa 1	5.347735
landa 2	5.25181
landa 3	5.351445
landa 4	5.032487
landa 5	5.018453
landa max	5.200386

ماتریس مقایسه زوجی از نظر نیروی کار

landa 1	5.229029
landa 2	5.213675
landa 3	5.113128
landa 4	5.096682
landa 5	5.078969
landa max	5.146297

ماتریس مقایسه زوجی از نظر حمل و نقل

- از آنجا که λ_{max} همواره بزرگتر یا مساوی n است بنابراین تفاضل آنها معیار خوبی برای اندازه گیری ناسازگاری ماتریس خواهد بود. بر این اساس شاخص ناسازگاری (I.I.) عبارت است از:

$$I.I. = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

- شاخص ناسازگاری تصادفی (R.I.I.) عبارت است از:

$$R.I.I. = 1.98 \frac{n - 2}{n}$$

جدول شاخص ناسازگاری تصادفی												
12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	n
1.53	1.51	1.45	1.45	1.41	1.32	1.24	1.12	0.90	0.58	0.00	0.00	R.I.I.

- برای هر ماتریس حاصل تقسیم شاخص ناسازگاری بر شاخص ناسازگاری تصادفی، معیار مناسبی برای قضاوت در مورد ناسازگاری است که نرخ ناسازگاری نامیده می شود (I.R) حد قابل قبول این شاخص

$$I.R = \frac{I.I}{R.I.I.}$$

کمتر از ۰/۱ می باشد.

نرخ ناسازگاری	شاخص ناسازگاری تصادفی	شاخص ناسازگاری	λ_{max}	وزن	هدف
0.0820	1.24	0.101702359	6.5085	1	هدف
0.0479	1.12	0.053627071	5.215	0.370	سابقه صنعتی محل
0.0215	1.12	0.024065152	5	0.220	مساحت زمین
0.0437	1.12	0.048929729	5.1957	0.211	نزدیکی به تامین کننده
0.0117	1.12	0.013134154	5.0525	0.087	نزدیکی به بازار فروش
0.0447	1.12	0.050096519	5.2003861	0.054	نیروی کار
0.0327	1.12	0.036574161	5.1463	0.059	حمل و نقل

$$I.R = \frac{(0.102 \times 1) + (0.054 \times 0.370) + (0.024 \times 0.220) + (0.049 \times 0.211) + (0.013 \times 0.087) + (0.050 \times 0.054) + (0.036 \times 0.059)}{(1.24 \times 1) + 1.12(1.370 + 0.220 + 0.211 + 0.087 + 0.054 + 0.059)}$$

$$I.R = 0.0606 < 0.1 \quad OK$$

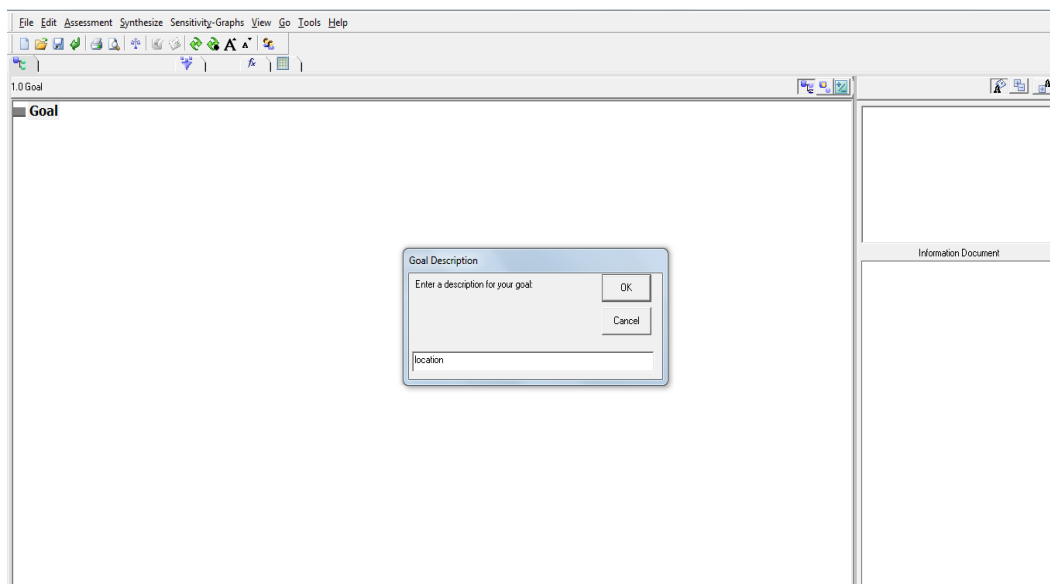
نرخ ناسازگاری نشان میدهد تا چه اندازه میتوان به داده های گردآوری شده اعتماد کرد. اساس محاسبات فرایند تحلیل سلسله مراتبی بر اساس قضاوت اولیه تصمیم گیرنده که در قالب ماتریس مقایسه ها زوجی ظاهر میشود، صورت میپذیرد. بنابراین هرگونه خطا و ناسازگاری در مقایسه عناصر، نتیجه نهایی به دست آمده از محاسبات را تحت تاثیر قرار میدهد. با توجه به اینکه I.R برای همه معیار ها کمتر از 0.1 است و همچنین در نهایت نرخ ناسازگاری کل نیز کمتر از 0.1 محاسبه شده پس قابل قبول است. با توجه به نمودار وزن نهایی گزینه ها اولویت بندی گزینه ها از نظر درجه اهمیت به ترتیب به صورت زیر است:

1-شمس آباد 2- عباس آباد 3- نصیرآباد 4- پرند 5- فیروزکوه

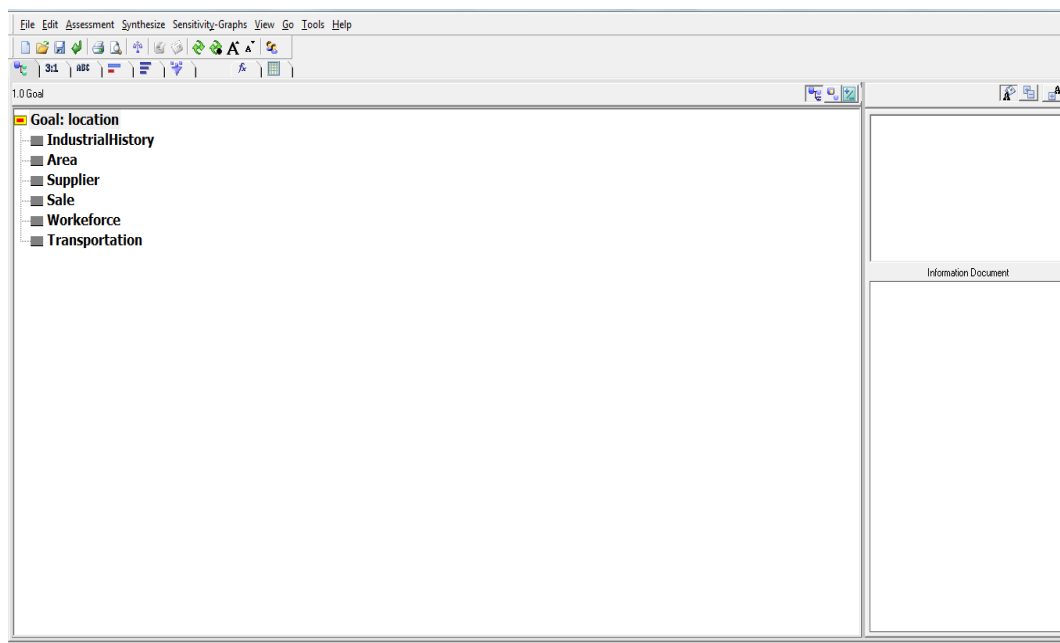
با توجه به این نتیجه تیم تصمیم گیری، محل شمس آباد را انتخاب میکند.

انجام پروژه با استفاده از نرم افزار Expert Choice:

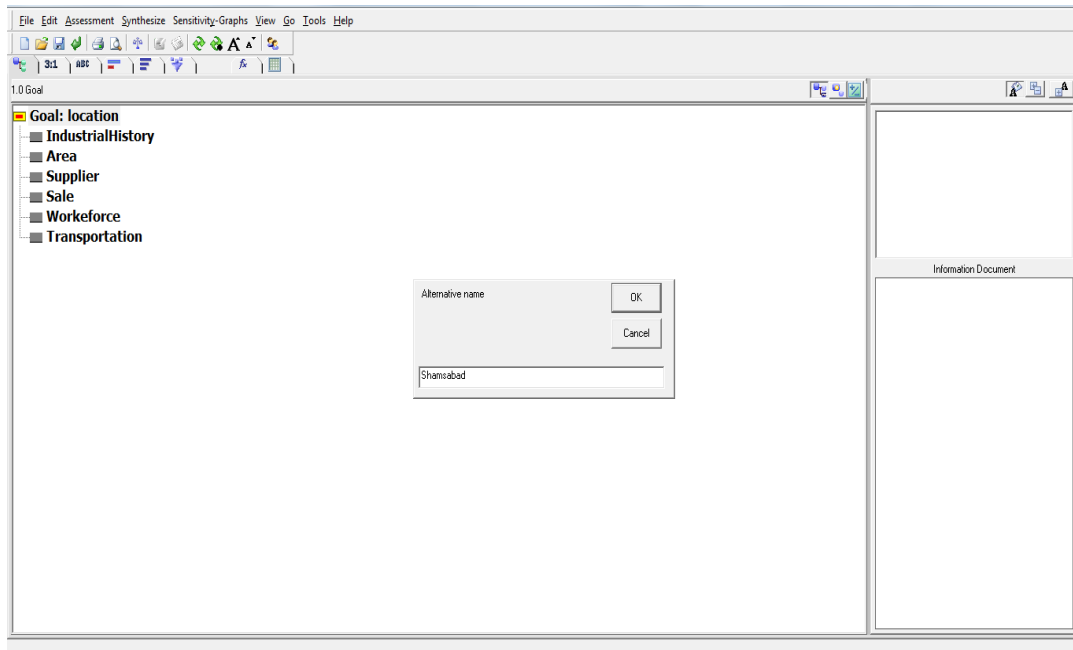
پس از اجرای نرم افزار گزینه ی create new model را انتخاب کرده و سپس در پنجره ی باز شده که مربوط به تابع هدف مسئله است، تابع هدف را “location” تعریف میکنیم.



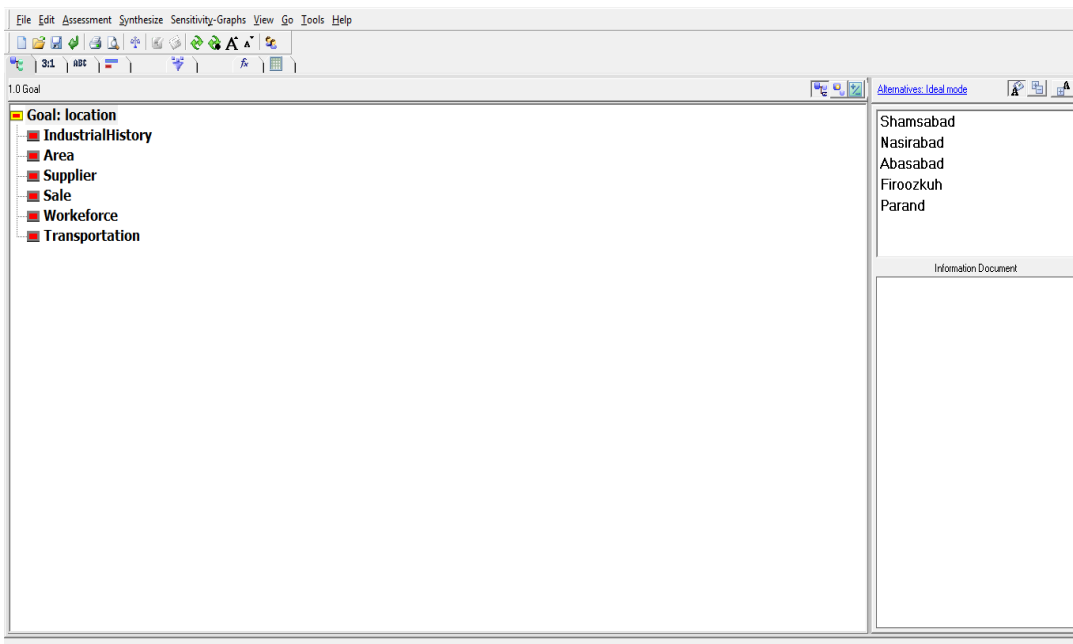
در مرحله ی بعد معیارها را در بخش Edit گزینه ی Inside Child of Current Node وارد می کنیم. سپس آلترناتیو ها را در بخش Alternative.Edit گزینه ی insert وارد می کنیم و نتایج مطابق شکل زیر خواهد بود:



سپس در مرحله ی بعدی Alternative (گزینه)ها را تعریف می کنیم:



در نهایت داریم:



مرحله ی بعد، روی Goal کلیک کرده و با کمک تب 3:1 ماتریس مقایسه زوجی معیارها را وارد می کنیم

Compare the relative importance with respect to: Goal: location

	IndustrialHi	Area	Supplier	Sale	WorkForce	Transportat
IndustrialHistory			3.0	3.0	3.0	5.0
Area				2.0	4.0	5.0
Supplier					5.0	3.0
Sale						2.0
WorkForce						1.0
Transportation	Incon: 0.08					

ماتریس مقایسه زوجی معیارها

به همین ترتیب ماتریس مقایسات زوجی آلترناتیوها را نسبت به هر کدام از معیارها در نرم افزار وارد می کنیم؛

Compare the relative preference with respect to: IndustrialHistory

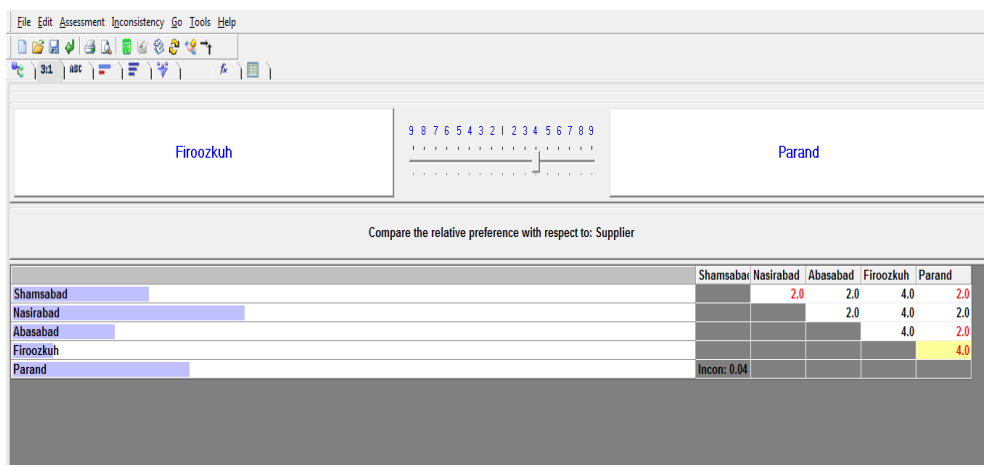
	Shamsabad	Nasirabad	Abasabad	Firoozkuh	Parand
Shamsabad		3.0	1.0	9.0	8.0
Nasirabad			3.0	9.0	7.0
Abasabad				9.0	8.0
Firoozkuh					2.0
Parand	Incon: 0.05				

ماتریس مقایسه زوجی نسبت به معیار سابقه ی صنعتی محل

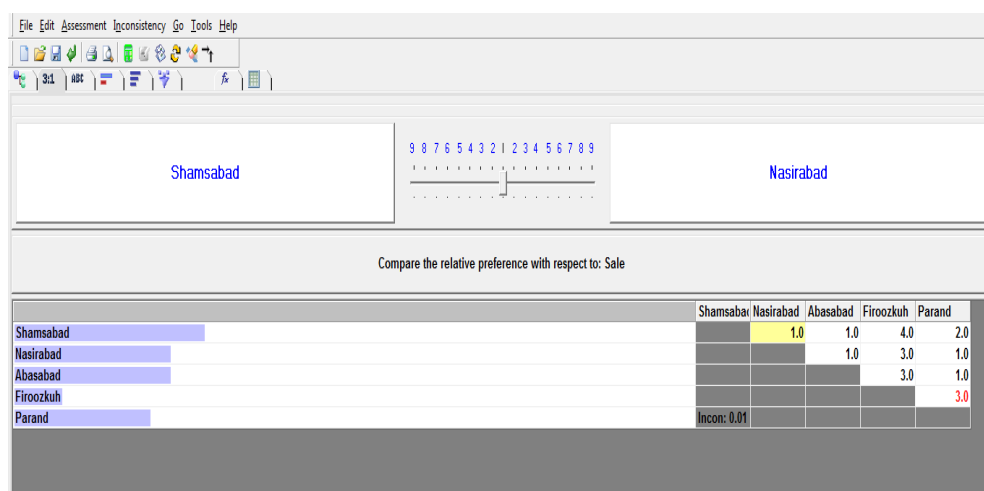
Compare the relative preference with respect to: Area

	Shamsabad	Nasirabad	Abasabad	Firoozkuh	Parand
Shamsabad		8.0	2.0	9.0	7.0
Nasirabad			8.0	1.0	1.0
Abasabad				9.0	7.0
Firoozkuh					2.0
Parand	Incon: 0.06				

ماتریس مقایسه زوجی نسبت به معیار مساحت زمین



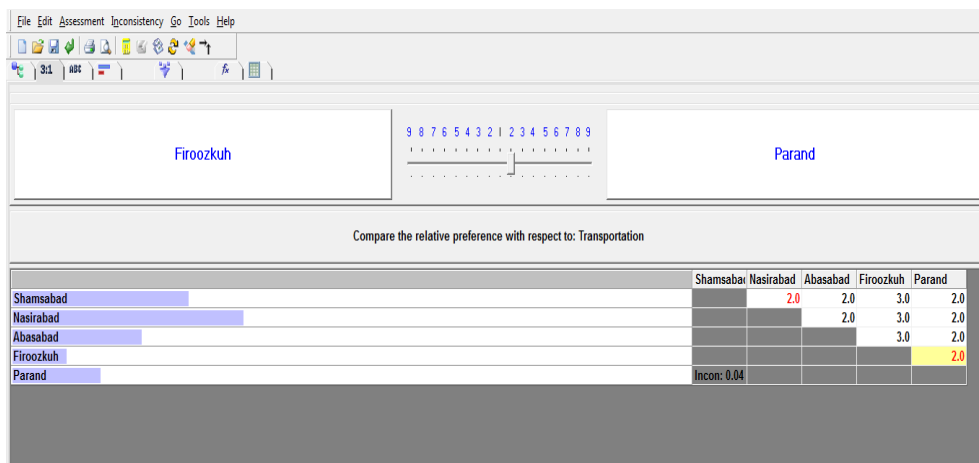
ماتریس مقایسه زوجی نسبت به معیار نزدیکی به تامین کننده



ماتریس مقایسه زوجی نسب به معیار نزدیکی به بازار فروش



ماتریس مقایسه زوجی نسبت به معیار نیروی کار ارزان



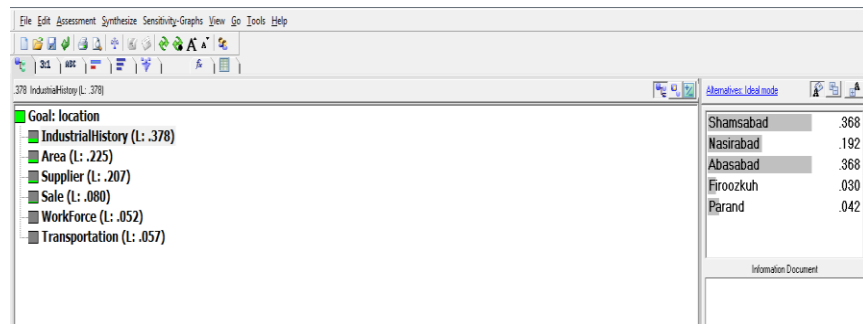
ماتریس مقایسه زوجی نسبت به معیار نزدیکی به حمل و نقل عمومی

نکته ی قابل توجه این است که شاخص ناسازگاری همه ی ماتریس ها که در پایین سمت چپ آن آمده است از 0.1 کوچکتر است.

حال در تب model view مشاهده می کنیم وزن هر کدام از گزینه ها بر اساس هدف موردنظر محاسبه شده است.

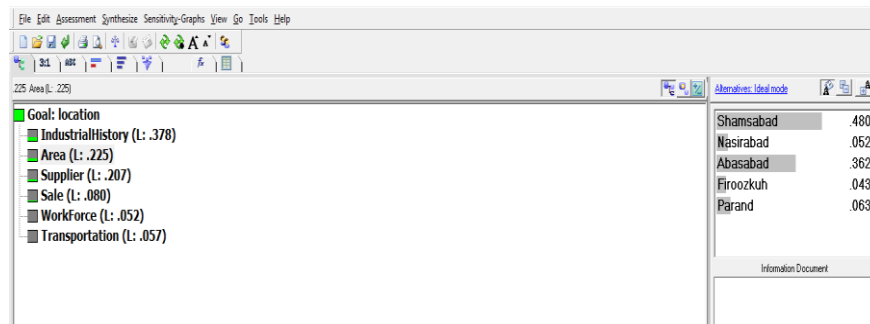


با کلیک بر روی هر کدام از معیارها وزن شهرها نمایش داده می‌شود؛



Location	Value
Shamsabad	.368
Nasirabad	.192
Abasabad	.368
Firoozkuh	.030
Parand	.042

وزن گزینه‌ها در معیار سابقه‌ی صنعتی محل



Location	Value
Shamsabad	.480
Nasirabad	.052
Abasabad	.362
Firoozkuh	.043
Parand	.063

وزن گزینه‌ها در معیار مساحت زمین



Location	Value
Shamsabad	.196
Nasirabad	.341
Abasabad	.148
Firoozkuh	.056
Parand	.258

وزن گزینه‌ها در معیار در معیار نزدیکی به تامین‌کننده



Location	Value
Shamsabad	.279
Nasirabad	.226
Abasabad	.226
Firoozkuh	.071
Parand	.198

وزن گزینه‌ها در معیار نزدیکی به بازار فروش

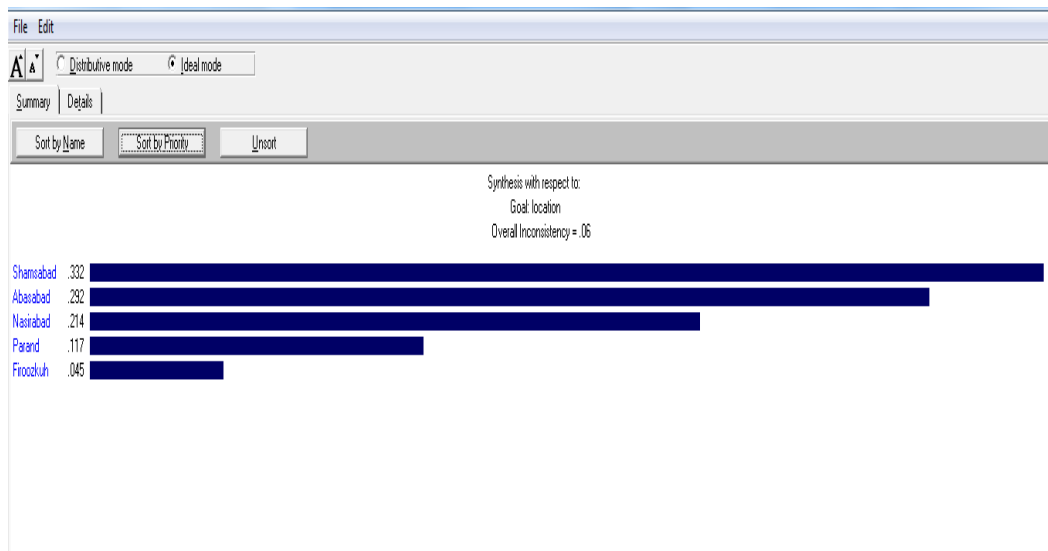


وزن گزینه‌ها در معیار نیروی کار



وزن گزینه‌ها در معیار نزدیکی به حمل و نقل عمومی

در مرحله ی بعد به بررسی نتایج نهائی و اولویت بندی گزینه ها می‌پردازیم. برای این کار از بخش Synthesize گزینه ی With Respect to Goal را انتخاب کرده و نتیجه مطابق تصویر زیر خواهد بود. (چیدمان بر اساس اولویت بندی)

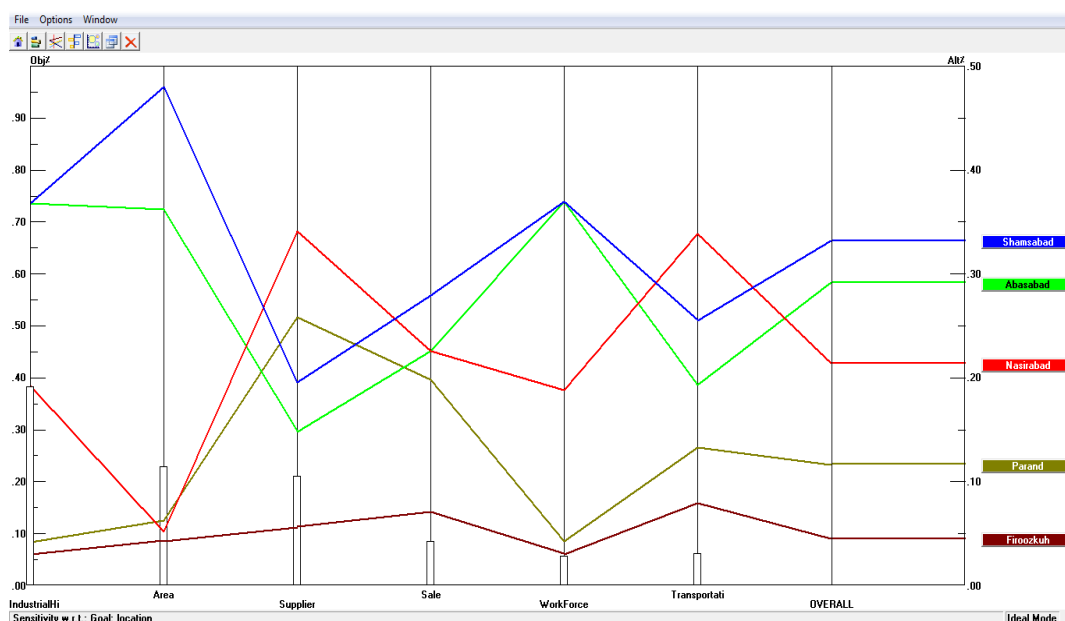


مطابق تصویر، شاخص ناسازگاری برابر با 0.06 بدست آمده است، که کمتر از 0.1 می‌باشد.

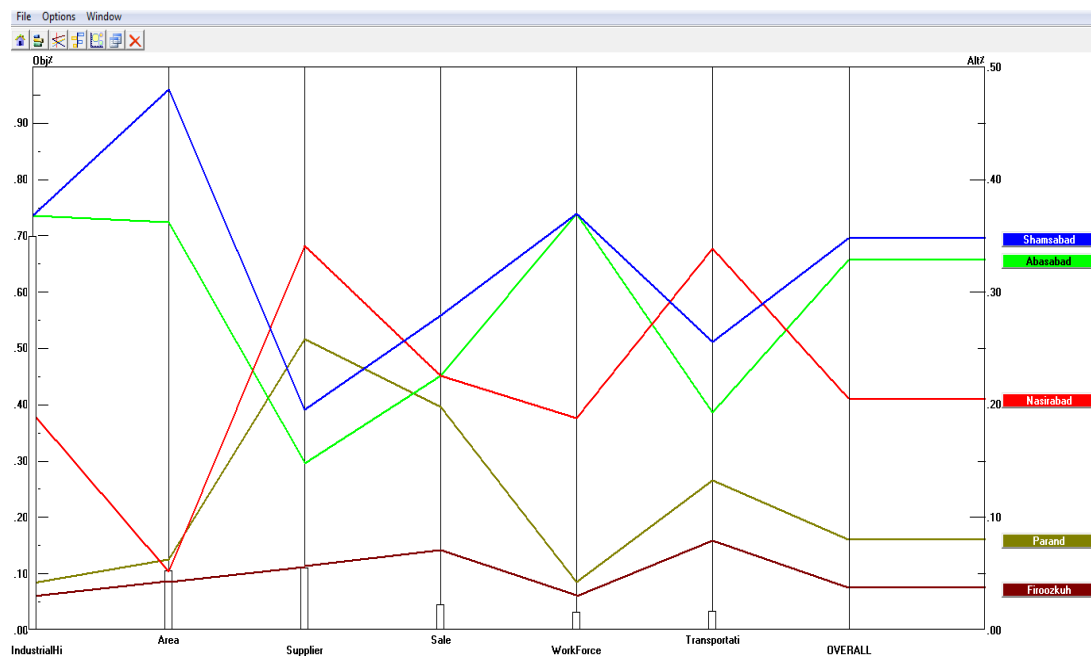
تحلیل حساسیت

در این مرحله به تحلیل حساسیت می‌پردازیم و مقایسه می‌کنیم که با تغییر وزن هر معیار نتایج نهایی و اولویت بندی‌ها به چه صورت خواهند بود.

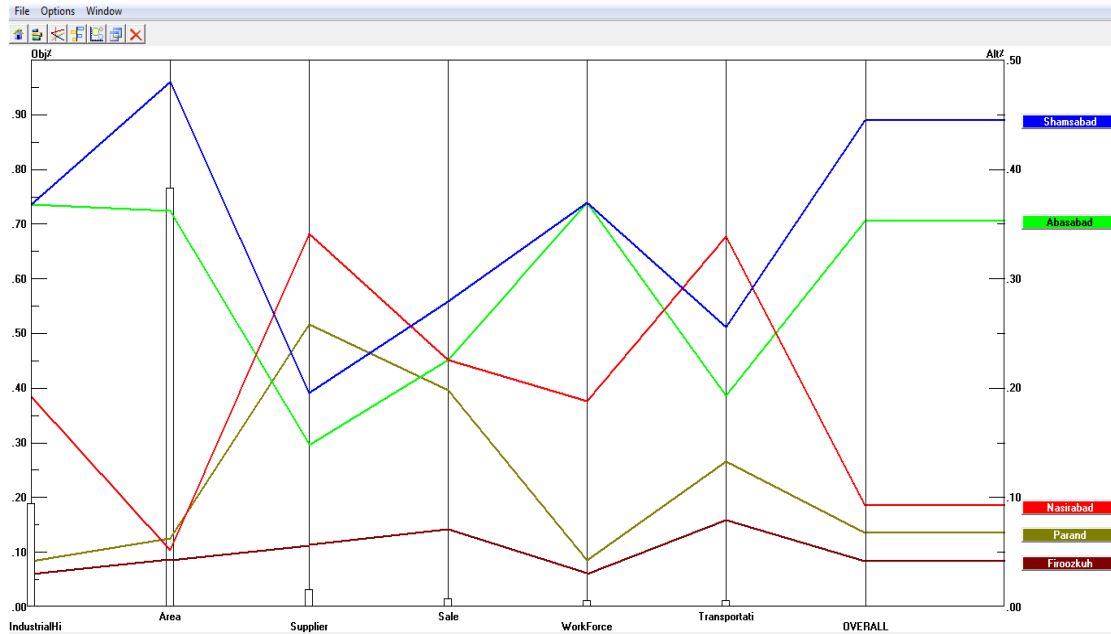
برای این کار در صفحه اصلی تب Sensitivity-Graphs را انتخاب کرده که چند نمودار مختلف را نمایش خواهد داد. با استفاده از هر کدام از آنها می‌توان تحلیل حساسیت انجام داد. نمودار performance در این قسمت بررسی خواهد شد.



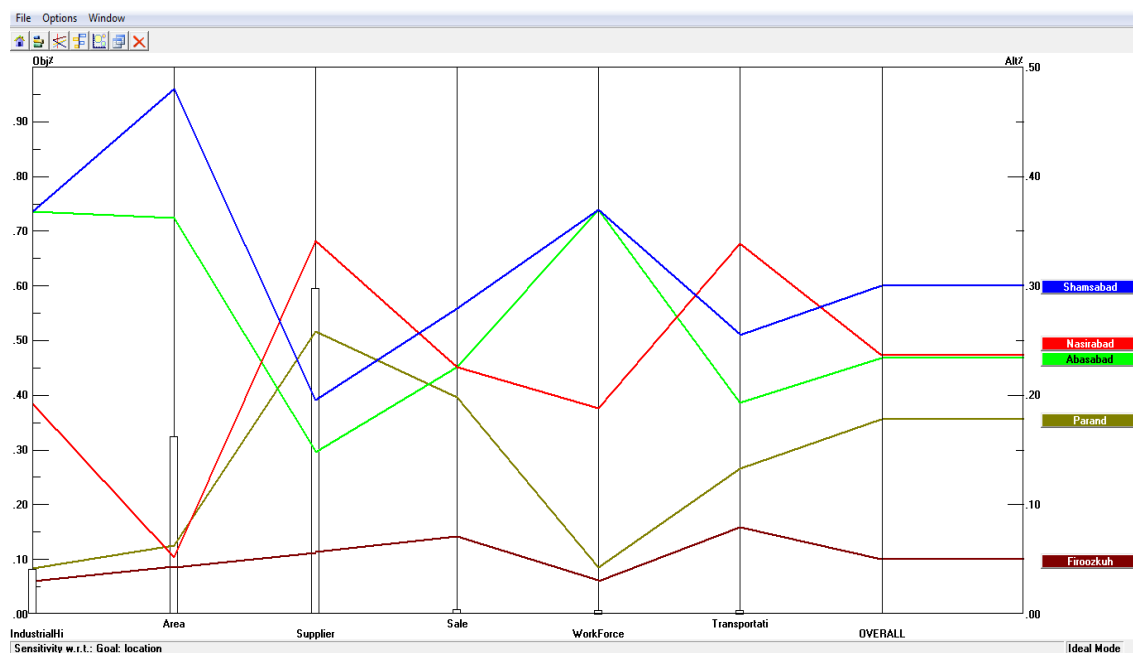
سپس با تغییر وزن هر کدام از معیارها تغییرات حاصل در گزینه ها و اولویت بندی ها را مشاهده خواهیم کرد؛



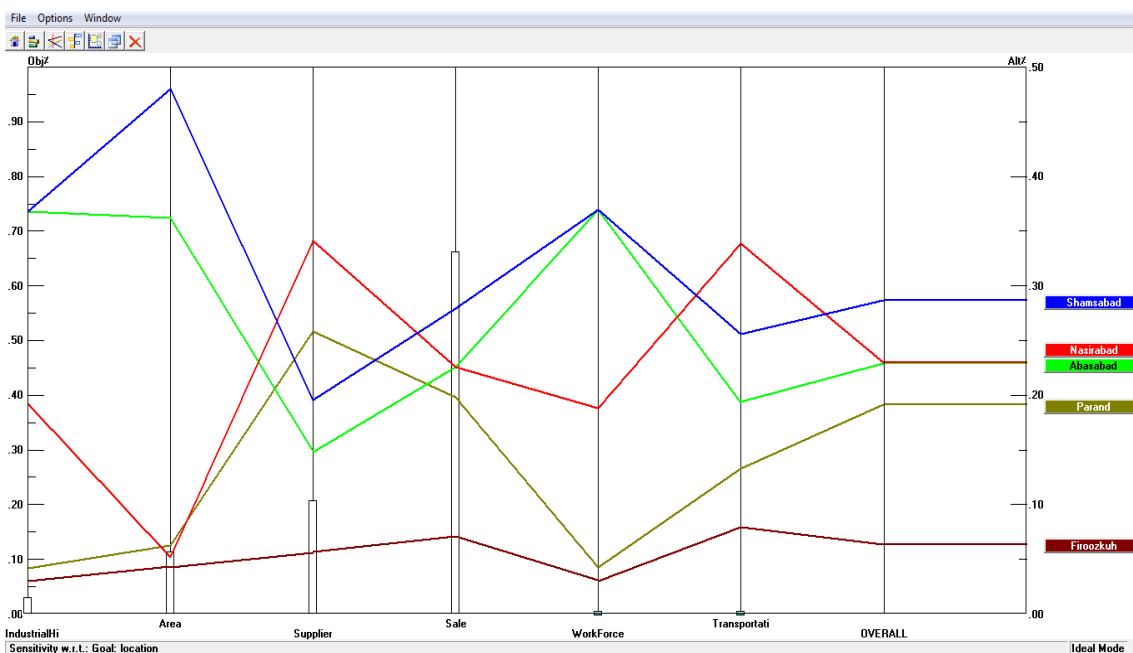
نتایج حاصل از تغییر وزن معیار سابقه ی صنعتی محل



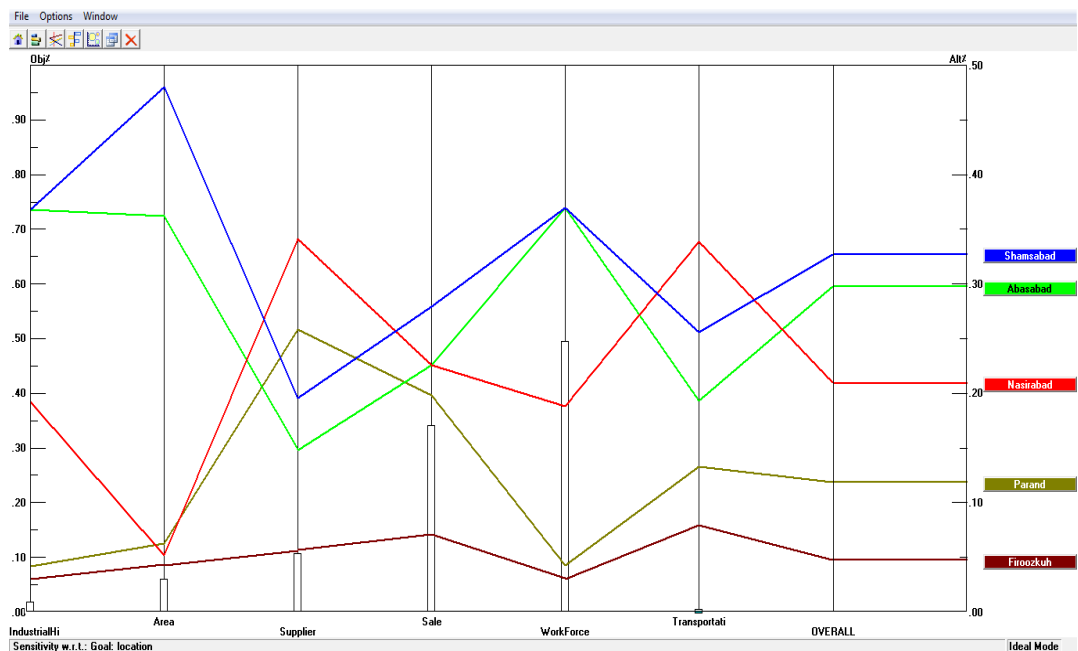
نتایج حاصل از تغییر وزن معیار مساحت زمین



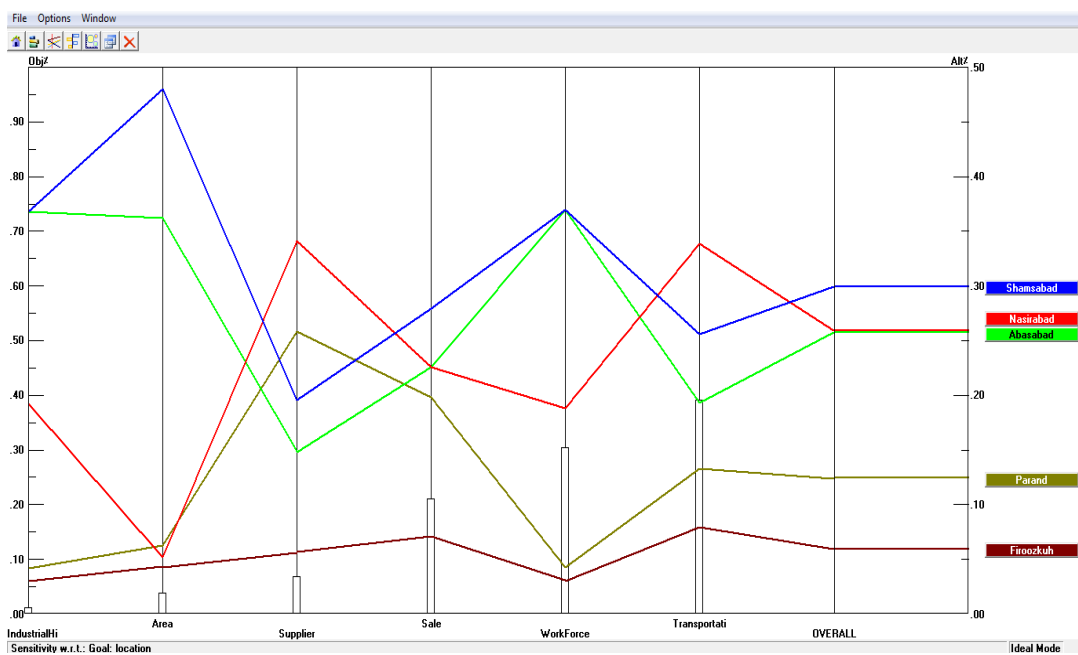
نتایج حاصل از تغییر وزن معیار نزدیکی به تامین کننده



نتایج حاصل از تغییر وزن معیار نزدیکی به بازارفروش

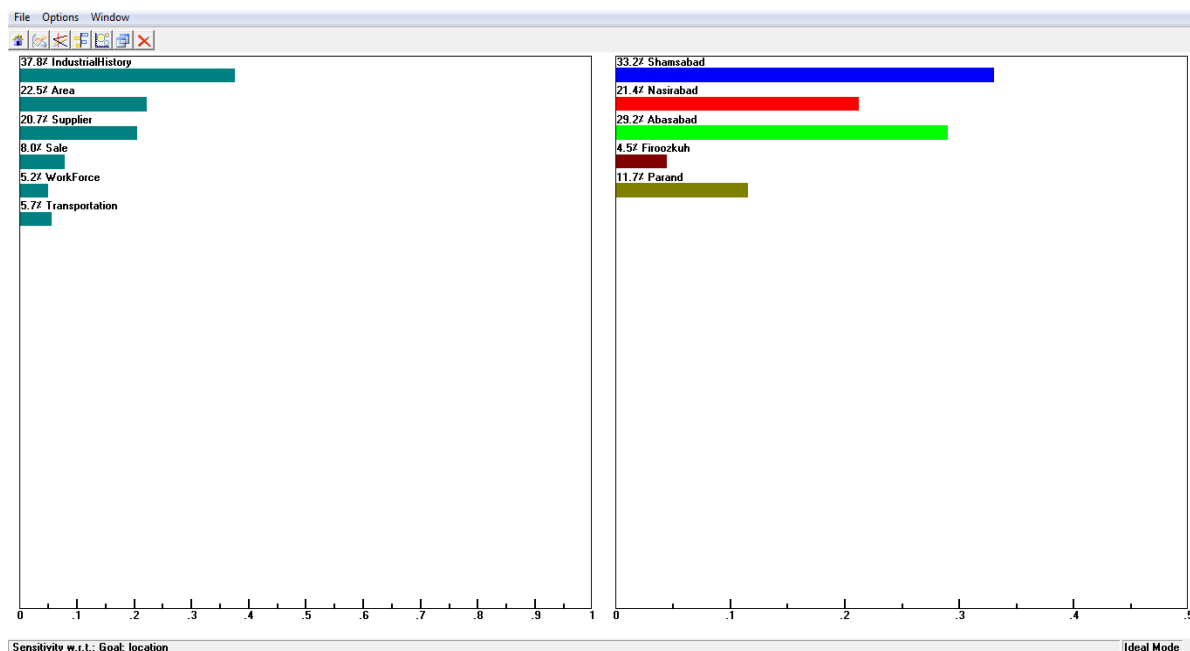


نتایج حاصل از تغییر وزن معیار نیروی کار ارزان



نتایج حاصل از تغییر وزن معیار نزدیکی به حمل و نقل عمومی

در نهایت مشاهده می‌شود که ایجاد تغییر در وزن یک معیار می‌تواند بطور کل نتایج را دستخوش تغییر کند و اولویت‌ها رو تغییر دهد.



نحوه‌ی دیگری از نمایش

منابع:

جزوه‌ی تدریس جناب آقای دکتر حسین صالحی

فاصله از تامین‌کننده: برای تخمین فاصله‌ی هرکدام از گزینه‌ها از تامین‌کننده، از برنامه‌ی Google map کمک گرفته شده است.

فاصله از بازار فروش: برای تخمین فاصله‌ی هرکدام از گزینه‌ها از بازار فروش، از برنامه‌ی Google map کمک گرفته شده است.

فاصله از حمل و نقل عمومی: برای تخمین فاصله‌ی هرکدام از گزینه‌ها از حمل و نقل عمومی، از برنامه‌ی Google map کمک گرفته شده است.

سابقه‌ی صنعتی محل: برای مشاهده‌ی منبع اطلاعات مربوط به سابقه‌ی صنعتی محل در هر شهرک صنعتی روی [لینک](#) کلیک کنید. (تعداد واحدهای به بهره‌برداری رسیده)

مساحت زمین: برای مشاهده‌ی منبع اطلاعات مربوط به نیروی کار در هر شهرک صنعتی روی [لینک](#) کلیک کنید.

نیروی کار: برای مشاهده‌ی منبع اطلاعات مربوط به نیروی کار در هر شهرک صنعتی روی [لینک](#) کلیک کنید. (تعداد شغل ایجاد شده)