

الحمد لله رب العالمين  
والصلاة والسلام على  
سيدنا محمد وآله الطيبين  
الطاهرين



دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت

پایان نامه جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد رشته مدیریت اجرایی MBA

تحت عنوان:

تعیین روایی و سنجش مطلوبیت ساختار طراحی شده ، توسط تکنیک  
طراحی مبتنی بر بدیهیات با تکنیک های تصمیم گیری

استاد راهنما:

دکتر رضا شیخ

پژوهش و نگارش:

نجمه مودی

آذر 1391

## دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت

گروه مدیریت

پایان نامه کارشناسی ارشد ( رساله دکتری ) خانم نجمه مودی

تحت عنوان: تعیین روایی و سنجش مطلوبیت ساختار طراحی شده ، توسط تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات با تکنیک های تصمیم گیری

در تاریخ 91/9/20 توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد ( رساله دکتری ) مورد ارزیابی و با درجه ..... مورد پذیرش قرار گرفت.

امضاء	اساتید مشاور	امضاء	اساتید راهنما
	نام و نام خانوادگی :		نام و نام خانوادگی : رضا شیخ
	نام و نام خانوادگی :		نام و نام خانوادگی :

امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء	اساتید داور
	نام و نام خانوادگی : مجید عامری		نام و نام خانوادگی : بزرگمهر اشرفی
			نام و نام خانوادگی : سید محمد موسوی شاهرودی
			نام و نام خانوادگی :
			نام و نام خانوادگی :

تقدیم به

پدر ، مادر و خانواده‌ام ،مهربان فرشتگانی که:  
لحظات ناب باور بودن، لذت و غرور دانستن، جسارت  
خواستن، عظمت رسیدن و تمام تجربه های یکتا و  
زیبای زندگی‌م، مدیون حضور سبز آنهاست.

تشکر و قدردانی

سپاس خدایی را که هرچه داشتم و دارم همه از اوست و هر قدمی که برمی دارم از عنایت و کرم اوست و سپاس مادر و پدرم را که درس استقلال و ایستادگی به من آموختند و تمام موفقیت‌های زندگی‌ام را مدیون زحمات بی‌دریغ و دعای خیرشان هستم .

سپاس و درود بر بزرگ مردانی که زورق اندیشه‌ام را در دریای پرتلاطم سختی‌ها و مشکلات به ساحل امن معرفت رهنمون گشتند . اساتید ارجمندی که چراغ راه هدایت‌م شدند و تا ابد نور وجودشان بر تارک اندیشه‌ام خواهد درخشید . گرچه قدردانی از این بزرگان نه در قالب کلمات می‌گنجد و نه در توان این کمترین شاگرد مکتب آنها . لیکن بر خود لازم می‌دانم از زحمات بی‌دریغ استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر شیخ که راهنمایی‌ها و اشارت‌های ایشان ، گره‌گشای مشکلات راهم بود ، تقدیر و تشکر نمایم . از خداوند متعال صحت و سلامت این عزیزان و سعادت ، بهروزی و پیروزی ایشان را در همه مراحل زندگی خواستار می‌باشم .

نور اندیشه‌ی تان پرفروغ باد

اقرارنامه :

اینجانب نجمه مودی تأیید می نمایم که مطالب مندرج در این پایان نامه ( رساله ) نتیجه تحقیقات بنده می باشد و در صورت استفاده از نتایج دیگران مرجع آن را ذکر شده است.  
کلیه حقوق مادی مترتب از نتایج مطالعات ، آزمایشات و نوآوری ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه ( رساله ) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد .

91/9/20

نجمه مودی

## چکیده

تکنیک مبتنی بر بدیهیات به عنوان روشی علمی و نظامند در طراحی سیستم است که مورد استقبال دانشمندان و محققان در رشته های مختلف علمی واقع شده است. این مقبولیت ناشی از بکارگیری دو اصل استقلال و اصل اطلاعات در طراحی می باشد که تفاوت معناداری را با سایر تکنیکهای طراحی ایجاد نموده است. اما مهم ترین چالش مدیران این است که چگونه بهترین سیستم را از بین سیستم های مختلف طراحی شده توسط تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات انتخاب نمایند. دانش و تخصص و تجربه افراد در بکارگیری اصول طراحی موجب شده است تا طرحهایی با مطلوبیت و کارایی متفاوت ایجاد شود. مطلوبیت طراحیهای انجام شده براساس شاخصهای اصل استقلال و اصل اطلاعات و شاخص جدید معرفی شده در این تحقیق به نام اصل جامعیت تعیین می شود که ارتباط تنگاتنگی با روایی سازه، روایی محتوا و روایی ملاکی دارد. هدف از این پژوهش معرفی چارچوبی برای ارزیابی طراحیها با کمک دو تکنیک مکبث و مذاکره خاموش است. روش مکبث برای تعریف ارزش مقداری براساس اظهارات کیفی می باشد. از آنجا که مکبث تنها یک ورودی دارد در نتیجه مذاکره خاموش مطرح می گردد و برای رسیدن به اجماع بین نظرات 20 نفر تصمیم گیرنده راجع به 5 طرح و 3 معیار به کار می رود. نتایج حاکی از آن است که تکنیک مکبث از حیث جامع بودن و داشتن تعامل با قضاوت کنندگان در شناسایی ناسازگاریهای موجود در روابط بین گزینهها در مقایسه با سایر تکنیکهای تصمیم گیری ارجحیت و کارایی بهتری دارد.

**کلید واژه:** مکبث ، مذاکره خاموش ، ارزیابی اعتبار ، طراحی مبتنی بر بدیهیات .

لیست مقالات مستخرج از پایان نامه :

§ طراحی پرسشنامه کارا و پایا با رویکرد تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات مطالعه موردی (طراحی پرسشنامه بررسی عوامل موثر بر انتخاب اتومبیل) .

§ رویکردی نوین در طراحی پرسشنامه با استفاده از تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات .

§ استفاده از تکنیک مکبث، جهت ارزیابی مطلوبیت طراحی های انجام شده براساس طراحی مبتنی بر بدیهیات .

**§ New approach in designing the questionnaire, using axiomatic design technique .**

**§ New approach in the design service Quality using axiomatic design.**

**§ Application of voting (GRV) method for Select the best plan based axiomatic design .**

**§ Multi-criteria Group Purchasing Decision-making Process Based on Marketing Mix (4Ps) Using Fuzzy TOPSIS.**



1	1 فصل اول
2	1-1 مقدمه
2	2-1 عنوان تحقیق
2	3-1 تعریف موضوعی تحقیق
3	4-1 اهمیت و ضرورت تحقیق
3	5-1 اهداف تحقیق
4	6-1 سؤالات تحقیق
4	7-1 کاربردهای تحقیق
4	8-1 قلمرو زمانی تحقیق
5	2 فصل دوم
5	بررسی ادبیات تحقیق
6	1-2 بخش اول : پیشینه تحقیق
6	1-1-2 مقدمه
7	2-1-2 منابع بررسی شده
13	2-2 بررسی ادبیات تحقیق تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات
15	1-2-2 مقدمه
18	2-2-2 تجزیه و تحلیل موضوع طراحی
20	3-2-2 حوزه های طراحی
22	4-2-2 مدلسازی مسئله
24	5-2-2 روش موضوعی یا روش شناسی قیاسی
25	6-2-2 اصول بدیهی در طراحی مبتنی بر بدیهیات
25	1-6-2-2 بدیهه استقلال
29	2-6-2-2 بدیهه اطلاعات
32	7-2-2 سلسله مراتب طراحی و حرکت زیگ زاگی

33	8-2-2 محتوای اطلاعات و استقلال عملیاتی
33	9-2-2 لم ها
36	10-2-2 قضیه
38	3-2 بررسی ادبیات تحقیق تکنیک های تصمیم گیری
38	1-3-2 مقدمه
38	1-1-3-2 تصمیم گیری چیست؟
40	2-3-2 عوامل موثر بر تصمیم گیری
40	3-3-2 مراحل تصمیم گیری
40	1-3-3-2 شناسایی و تعریف مساله
41	2-3-3-2 جستجو برای یافتن راه حل‌های احتمالی
41	3-3-3-2 بررسی نتایج ناشی از هر راه حل
41	4-3-3-2 انتخاب یکی از مدل‌های تصمیم گیری و اتخاذ تصمیم
42	5-3-3-2 ارزیابی نتایج حاصل از اجرای تصمیم
42	4-3-2 معیارهای تصمیم گیری
43	5-3-2 لزوم استفاده از روش‌های تصمیم گیری چندمعیاره
44	6-3-2 معرفی روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (تقسیم بندی مسائل تصمیم گیری چندمعیاره)
45	1-6-3-2 مدل‌های چند هدفه (MODM)
46	2-6-3-2 مدل‌های چند شاخصه (MADM)
50	7-3-2 تصمیم گیری گروهی
50	1-7-3-2 : مزایای تصمیم گیری گروهی

### 3 فصل سوم..... 52

52	روش تحقیق
53	1-3 بخش اول : روش تحقیق
53	1-1-3 مقدمه
54	2-1-3 نوع و روش تحقیق

54	3-1-3	جامعه آماری
54	4-1-3	نمونه و روش نمونه گیری
55	5-1-3	روش گردآوری اطلاعات و استخراج پرسشنامه
55	1-5-1-3	روش کتابخانه ای
55	2-5-1-3	روش پرسشنامه
55	6-1-3	ابزار تجزیه و تحلیل داده ها
56	2-3	بخش دوم : روش تجزیه و تحلیل اطلاعات
56	1-2-3	یک چارچوب ارزیابی با استفاده از اظهارات شفاهی
56	2-2-3	تکنیک مکبث (اندازه گیری جذابیت طبقه ای بر مبنای تکنیک ارزیابی)
58	3-2-3	انواع اطلاعات ترجیحی
58	1-3-2-3	اطلاعات نوع 1
60	2-3-2-3	اطلاعات نوع 1+2
60	4-2-3	نمایش عددی اطلاعات ترجیحی
61	1-4-2-3	مقیاس نوع 1
61	2-4-2-3	مقیاس نوع 1+2
61	5-2-3	سازگاری - ناسازگاری
64	6-2-3	آزمون سازگاری برای اطلاعات ترجیحی
64	1-6-2-3	روند آزمون
64	2-6-2-3	پیش آزمون برای اطلاعات ترجیحی
65	3-6-2-3	آزمون سازگاری برای اطلاعات نوع 1
66	4-6-2-3	آزمون سازگاری برای اطلاعات نوع 1+2
67	7-2-3	طرز رفتار با ناسازگاری
67	1-7-2-3	محدودیت‌های ناسازگار سیستم
72	2-7-2-3	شناسایی محدودیتها با علت ناسازگاری آن
75	3-7-2-3	تقویت - کاهش قضاوتها با طبقه بندی p
78	8-2-3	مقیاس گذاری در نرم افزار مکبث

78	تعاریف مقیاس گذاری در مکث	1-8-2-3
79	بحث درباره یکتایی مقیاسهای اساسی مکث	2-8-2-3
80	نمایش مقیاس مکث	3-8-2-3
81	مذاکره خاموش	9-2-3
82	توصیف رویکرد مذاکره خاموش	10-2-3
82	اصول	1-10-2-3
82	بخش 1: استنباط یک پیش فرض رایج از گزینه ها	2-10-2-3
83	بخش 2: استنباط از تفاوت بین رتبه بندی های موجود به صورت پیش فرض	3-10-2-3
83	بخش 3: استنباط نسبت f	4-10-2-3
84	نکات	11-2-3
84	واگرایی در بین نظرات افراد گروه	1-11-2-3
85	رفتار مداخله گر	2-11-2-3
85	حفظ رکورد	3-11-2-3
86	انتخاب متغیرها	12-2-3
86	کل تعداد جابجایی ها در یک دوره	1-12-2-3
87	تعداد جابجایی های عناصر در هر دور برای عناصر	2-12-2-3
87	تعداد دورها	3-12-2-3
87	نظم در میان تصمیم گیرندگان (مشارکت کنندگان)	4-12-2-3
88	بحث و بررسی	13-2-3
88	مزایا و معایب	1-13-2-3
88	لزوم استفاده از مذاکره خاموش	2-13-2-3
89	اجماع و سازش	3-13-2-3
89	مفهوم مذاکره	4-13-2-3
89	تفاوت با تکنیک های رأی گیری	5-13-2-3
90	جایگاه رویکرد مذاکره خاموش در چارچوب گروه تصمیم گیری	6-13-2-3

91	..... تأثیر آن بر روی فعالیتهای MCDA	7-13-2-3
92	..... فصل چهارم	
93	..... تجزیه و تحلیل داده	
93	..... 1-4 بخش اول : روشهای تحلیل داده ها	
93	..... 1-1-4 مقدمه	
94	..... 2-1-4 تعریف شاخص ها	
95	..... 2-4 بخش دوم : تجزیه و تحلیل داده ها	
95	..... 1-2-4 : طرح های مورد بررسی	
95	..... 2-2-4 بررسی داده ها با نرم افزار مکبث	
105	..... 3-4 بخش سوم : بحث و بررسی	
105	..... 1-3-4 بررسی گزینه ها	
107	..... 2-3-4 بررسی تفاوت بین دو گزینه	
112	..... 3-3-4 آنالیز حساسیت	
115	..... فصل پنجم	
116	..... 1-5 مقدمه	
116	..... 2-5 بحث و نتیجه گیری	
117	..... 3-5 نتایج حاصل از تحلیل داده ها	
118	..... 4-5 سایر نتایج تحقیق	
118	..... 5-5 پیشنهادات برای سایر تحقیقات	

فهرست جدول‌ها

صفحه

عنوان

---

7	جدول 1-1-2: مختصری از تاریخچه بعضی از تکنیکهای طراحی.....
12	جدول 2-1-2: استفاده از AD در طراحی مبتنی بر بدیهیات.....
14	جدول 3-1-2: استفاده از AD در طراحی سیستمهای تولیدی.....
25	جدول 1-2-2: تقسیم بندی اصول و مبادی علم.....
45	جدول 1-3-2: تفاوت مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه و چند هدفه (Hwang , Yoon, ۱۹۸۱) ..
79	جدول 1-2-3: ماتریس نظرات و مقیاس‌های اساسی مکبث.....
85	جدول 2-2-3: ضبط رکوردها برای شرکت کنندگان.....

22	شکل 1-2-2: نگاشت چهار قلمرو تصمیم‌گیری	.....
31	شکل 2-2-2: تعامل بین بازه‌ها	.....
32	شکل 3-2-2: فرآیند حرکت زیگزاگی	.....
35	شکل 4-2-2: منشأ لم‌ها	.....
45	شکل 1-3-2: تقسیم‌بندی چندمعیاره	.....
48	شکل 2-3-2: مدل‌های ارزیابی تصمیم‌گیری چندشاخصه (اصغرپور، 1383)	.....
63	شکل 1-2-3: ناسازگاری زیرمجموعه ب	.....
77	شکل 2-2-3: روند بررسی ناسازگاری موجود در قضاوتها	.....
78	شکل 3-2-3: تغییرات پیشنهادی برای حل مسأله ناسازگاری	.....
81	شکل 4-2-3: نمایش مقیاسهای مکث	.....
83	شکل 5-2-3: ترتیب قرارگرفتن کارتها: (آ) حالت اولیه، (ب) حالت نهایی	.....
83	شکل 6-2-3: ترتیب نهایی قرار گرفتن کارتها براساس شاخص تفاوت بین گزینه‌ها	.....
91	شکل 7-2-3: اصلاح چارجوب تصمیم‌گیری گروهی با استفاده از MCDA	.....
96	شکل 1-2-4: ساختار درختی مسأله	.....
96	شکل 2-2-4: مشخصات شاخص اول	.....
97	شکل 3-2-4: مشخصات شاخص دوم	.....
98	شکل 4-2-4: مشخصات شاخص سوم	.....
99	شکل 5-2-4: روابط بین بدیهه استقلال	.....
99	شکل 6-2-4: تبدیل مقیاس کیفی به کمی در مورد شاخص اول	.....
99	شکل 7-2-4: روابط بین بدیهه اطلاعات	.....
100	شکل 8-2-4: تبدیل مقیاس کیفی به کمی شاخص اطلاعات	.....
100	شکل 9-2-4: نظرات افراد خبره در مورد شاخص سوم	.....
101	شکل 10-2-4: تبدیل مقیاس کیفی به کمی برای شاخص سوم	.....
101	شکل 11-2-4: بیان روابط بین معیارهای مورد بررسی	.....
102	شکل 12-2-4: هیستوگرام وزن معیارها	.....
103	شکل 13-2-4: نظرات افراد خبره، باتوجه به شاخصهای اول و دوم	.....
104	شکل 14-2-4: نتایج حاصل شده از بررسی	.....
106	شکل 1-3-4: نمایش وضعیت هر گزینه باتوجه به هر معیار	.....
107	شکل 2-3-4: تفاوت بین دو طرح A و B	.....
108	شکل 3-3-4: تفاوت بین دو طرح A و C	.....
108	شکل 4-3-4: تفاوت بین دو طرح A و D	.....

- 109 ..... شکل 5-3-4 : تفاوت بین دو طرح A و E
- 109 ..... شکل 6-3-4 : تفاوت بین دو طرح B و C
- 110 ..... شکل 7-3-4 : تفاوت بین دو طرح B و D
- 110 ..... شکل 8-3-4 : تفاوت بین دو طرح B و E
- 111 ..... شکل 9-3-4 : تفاوت بین دو طرح C و D
- 111 ..... شکل 10-3-4 : تفاوت بین دو طرح C و E
- 112 ..... شکل 11-3-4 : تفاوت بین دو طرح D و E
- 113 ..... شکل 12-3-4 : آنالیز حساسیت معیار اول
- 113 ..... شکل 13-3-4 : آنالیز حساسیت معیار دوم
- 114 ..... شکل 14-3-4 : آنالیز حساسیت معیار سوم



## 1 فصل اول

# کلیات تحقیق

## 1-1 مقدمه

حضور موفق در عرصه رقابت جهانی منوط به برنامه ریزی، انعطاف پذیری و انطباق با تغییرات می باشد. در این میان سازمانها و صنایعی دوام خواهند آورد که ضمن شناسائی توقعات و نیازهای جدید بهترین طراحی را جهت تحقق آنها داشته و زمانبندی معقولانه ای را انجام دهند .

طراحی فرآیندی است که به طور هوشمندانه ای اهداف طراحی را کاربردی می کند . طراحی مهندسی زیر مجموعه ای از توانمندی انسان است که از جمله اهداف اساسی آن بهبود عملکرد، کیفیت و کاهش هزینه می باشد.

طی آزمایشاتی نشان داده شده است که بین افرادی که از تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات خود استفاده می کنند با افرادی که در طراحی خود از این دانش جدید استفاده نمی کنند، از لحاظ مطلوبیت و کارایی طراحی تفاوت معنی داری وجود دارد . اما سوال اینجاست که ، چون در طراحی مبتنی بر بدیهیات از دو اصل بدیهی استقلال و اطلاعات و چندین لم وقضیه استفاده می شود . آیا تخصص و دانش همه افراد در بکارگیری این اصول یکسان است و اگر نیست ، چگونه می توان بین تمامی طرح های انجام شده با استفاده از تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات ارزیابی و سنجش مطلوبیت انجام داد .

بر اساس کارهایی که تا به امروز انجام شده است ، فقط تا مرحله ی طراحی پیش رفته اند و اعتبار طرح مورد بررسی قرار نگرفته است. در این مطالعه روایی یک طرح را با تکنیک های تصمیم گیری مورد ارزیابی و بررسی قرار می گیرد . بنابراین به کمک تکنیک های آنالیز تصمیم گیری ، اعتبار طراحی را بررسی کرده و روایی آن بدست آورده می شود .

## 2-1 عنوان تحقیق

جهت پاسخ به سؤالات، این پژوهش با عنوان ذیل معرفی شده است:

**تعیین روایی و سنجش مطلوبیت ساختار طراحی شده ، براساس تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات با تکنیک های تصمیم گیری**

## 3-1 تعریف موضوعی تحقیق

امروزه سازمانها با توجه به شرایط رقابتی ، سعی می کنند تا به طور اثربخشی نیازهای مشتری را با توجه به نوع خدمت و سیستم های تولیدی موجود برآورده کنند. وجود تنوع گسترده، نیازهای مشتریان نیز عامل تاثیرگذاری بر تصمیم های تصمیم گیرندگان در طراحی محصول و طراحی سیستم برای یافتن یک جایگزین مناسب شده است . در سال های اخیر مدل های بسیاری بر اساس تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات توسعه داده شده است که با یک فرآیند تصمیم گیری سیستماتیک نیازها را برآورده کرده و حل جامعی به تصمیم گیرندگان ارائه می دهد .

بعلاوه مطالعاتی باهدف حل مسائل تصمیم گیری چندمعیاره بر اساس اصول طراحی مبتنی بر بدیهیات انجام شده است . اصول طراحی مبتنی بر بدیهیات نه تنها سبب می شوند تا بهترین گزینه را در بین یک

مجموعه از معیارها انتخاب شود، بلکه درمقایسه با دیگر رویکردها در یافتن مناسب‌ترین گزینه بیش‌ترین تفاوت را دارند .

با توجه به بررسی های زیادی که توسط دانشمندان انجام شده است به این نتیجه رسیده‌اند که تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات نسبت به دیگر تکنیک های طراحی کارآتر و از مزایای بالاتری برخوردار است . حال موضوع مورد بررسی این است که اگرچه این تکنیک بسیار کارا است ولی آیا افرادی که از این تکنیک استفاده می‌کنند به دلیل تفاوت در دانش، تجربه و مهارت استفاده از این اصول، یکسان هستند یا نه .

به‌طور کلی در این پژوهش اعتبار طراحی قبل از اجرا مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرد. برای بررسی اعتبار طراحی از تکنیک های آنالیز تصمیم‌گیری استفاده شده است . مطلوبیت طراحی‌های انجام شده بر اساس شاخص های اصل استقلال و اصل اطلاعات ، علاوه شاخص جدید معرفی شده توسط محقق به نام اصل جامعیت تعیین می‌شود . اصل جامعیت بدین معنی است که طراحی باید علاوه بر اینکه دو اصل قبلی را برآورده نماید ، FR و DP آن ، متناسب به هدف مورد نظر طراحی باشد و هدف نهایی را به‌طور کامل برآورده نماید .

#### 4-1 اهمیت و ضرورت تحقیق

طراحی بد هزینه های زیادی رابه سازمان و جامعه تحمیل نموده ودانشمندان آنها را جزءضایعات بشمار می آورند. بنابراین الگوبرداری از سیستم در حقیقت نوعی طراحی می باشد لازمه طراحی مناسب داشتن شناخت کامل از سیستم می باشد . سیستم متشکل از اجزاء و عناصری است که بین آنها ارتباط معناداری وجود داردو در اثر تعامل بین آنها اهداف خاصی تحقق پیدا می نماید.

در فرایند الگو برداری، محققان از تکنیکهای مختلفی از جمله تکنیک ابزار هدف استفاده می نمایند. باتوجه به اینکه سیستم‌هایی که بر اساس تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات، طراحی می‌شوند دارای کارایی و مطلوبیت بیشتری نسبت به دیگر روش‌های طراحی می‌باشند . اما با توجه به متفاوت بودن دانش و تجربه افراد و آشنابودن مدیران و مهندسان با سیستم مورد طراحی ، کارایی‌های سیستم متفاوت هستند بنابراین در اینجا به بررسی و مقایسه طراحی‌های انجام شده توسط تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات پرداخته شده است .

طراحی سیستم در حوزه بدیهیات مطرح شده و در فرآیند تحلیلی با استفاده از دو اصل بدیهی راه حل‌های پیشنهاد شده مورد ارزیابی و اعتبار سنجی قرار گرفته است .

#### 5-1 اهداف تحقیق

هدف این پایان نامه ارزیابی و سنجش مطلوبیت طراحی‌های انجام شده ، با توجه به اصول بدیهی مدنظر در طراحی است . هدف اصلی این تحقیق ارایه مکانیزی برای تعیین بهترین طراحی از بین طراحی‌های انجام شده با تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات توسط افراد مختلف ولی با یک هدف یکسان می‌باشد . این پژوهش روشی برای یافتن یک راه کلی جهت بدست آوردن اعتبار طراحی پیشنهاد می‌نماید.

### 6-1 سؤالات تحقیق

هدف اصلی این تحقیق پاسخگویی به سوالات زیر می باشد :

- 1- چه جنبه هایی از سیستم طراحی مبتنی بر بدیهیات ، بایستی مورد ارزیابی قرار بگیرد ؟
- 2- با استفاده از تکنیک تصمیم گیری چگونه می توان اعتبار ساختار طراحی شده به وسیله تکنیک مبتنی بر بدیهیات را مورد ارزیابی قرار دارد؟

### 7-1 کاربردهای تحقیق

از جمله کاربردهای این پژوهش می توان به انتخاب بهترین سیستم طراحی شده بر اساس طراحی مبتنی بر بدیهیات ، امتیازدهی به طراحان سیستم متناسب با رعایت اصول مورد نظر ، نظم دهی در نظرات کارشناسان برای رفع ناسازگاری در قضاوتها و تعیین یک جایگاه مناسب برای طراحی های انجام شده توسط تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات اشاره نمود.

### 8-1 قلمرو زمانی تحقیق

این پژوهش از اردیبهشت ماه سال 1391 تا آذر 1391 به طول انجامید .

## 2 فصل دوم

# بررسی ادبیات تحقیق

## 1-2 بخش اول : پیشینه تحقیق

### 1-1-2 مقدمه

طراحی یکی از چالش‌های هوشمندانه در قرن بیست و یکم است و باتوجه به اینکه در حوزه طراحی تجربه بسیار مهم‌تر از تحصیلات رسمی می‌باشد؛ طراحی، کوشش ذهنی برای برآورده کردن نیازها به بهترین وجه ممکن و نوعی فعالیت مهندسی است که تقریباً همه حوزه‌های زندگی بشری را دربرمی‌گیرد. طراحی ضعیف، هزینه‌های زیادی را بر افراد و شرکت تحمیل می‌نماید و ممکن است اثرات ناخوشایندی را بر جای بگذارد. دانشمندان در پی آن می‌باشند که آموزش طراحی را بصورت علمی درآورده و مبنائی را جهت تمیز و شناسایی طرح‌های خوب و بد در دست داشته باشند.

از این رو در زمینه توسعه متدولوژی طراحی که فرآیند طراحی را نظام‌مند نماید تکنیک‌های زیادی از جمله تکنیک تریگرورک<sup>1</sup>، تکنیک چک لیست، تکنیک شکل شناسی، تکنیک جستجوی خواص، تکنیک گردن<sup>2</sup>، تکنیک طوفان فکری ارائه شده است.

تکنیک‌های فوق به صورت الگوریتمی بوده و از قوانین یا روش‌های طبقه‌بندی طراحی در موقعیت‌های خاص تبعیت می‌کنند. این روش‌ها فاقد اصول اساسی بوده و قابل تعمیم نمی‌باشند. اولین تحقیق سیستماتیک در زمینه طراحی مهندسی در سال 1850 در آلمان انجام گرفت. در سال‌های بعد دانشمندان زیادی در بررسی تکنیک‌های طراحی پرداخته و تئوری‌هایی را رایج داده‌اند. عمده تکنیک‌های جدول زیر توسط بچارنمو<sup>3</sup> جمع‌آوری گردید.

<sup>1</sup> Trigger work

<sup>2</sup> Gordon

<sup>3</sup> Bjarnemo R.

جدول 2-1-1: مختصری از تاریخچه بعضی از تکنیک‌های طراحی

محقق	نوع تکنیک	سال
Altshuller	Theory of Inventive Problem Solving(TRIZ)	Soviet 1956
Andreasen	Chromosome model	Denmark 1992
Bach Die	Maschinelemente	Germany 1881
Boothroyd and Dewhurst	DFM/DFA	USA 1983
Clausing	QFD Total Quality Development	USA 1988
Cross	Engineering Design Methods	UK 1989
Dixon and Poli	Engineering Design and Design for Manufacturing	USA 1995
EGAN	DFMA(DESIGN FOR MANUFACTURING AND ASSEMBLY)	USA 1997
ERIXON	DFX (DESIGN FOR X)	USA 1998
Erkens	Beitr ge zu Konstruktionserziehung	Germany 1928
gerbauer	Die Technik des Konstruierens	Germany 1943
Hansen	Konstruktionswissenschaft - Grundlagen und Methoden	Germany 1974
Hubka & WDK School	Design Science	Europe 1973
Kesselring	Die starke Konstruktion	Germany 1942
Kesselrin	Technische Kompositionslehre	Germany 1954
Koller Eine	Algorithmisch-physikalisch orientierte Konstruktionsmethodik	Germany 1973
Leyer	Maschinenkonstruktionslehre	Germany 1963-71
Matousek	Konstruktionslehre des allgemeinen Maschinenbaus	Germany 1957
Nieman	Machinelemente	Germany 1950
Olsson	Systematisk Konstruktion	Sweden 1976
Pahl and Beitz	Engineering Design a Systematic Approach	Germany 1977
Pugh	Total Design	UK 1985
Redtenbacher	Prinzipen der Mechanik und des Maschinenbau	Germany 1852
Riedler	Maschinenzeichnen	Germany 1913
Reuleaux	Konstruktionslehre für den Maschinenbau	Germany 1854
Reuleaux	Teoretische Kinematik: Grundzüge einer Theorie des Maschinenwesens	Germany 1875
Rodenacker	Methodisches Konstruieren	Germany 1970
Roth	Aufbau und handhabung von Konstruktionskatalogen	Germany 1974
Sohlenius et al	Prodevent (Orderstvrđ, kundanpassad produktframtagning)	Sweden 1976
Suh	Axiomatic Design	USA 1987
Taguchi Jikken Keikakuho	ROBUST DESIGN	Japan 1977-78
Ullman	The Mechanical Design Process	USA 1986
Ulrich and Eppinger	Product Design and Development	USA 1995
VDI-GKE VDI Guideline 2221	Systematic Approach to the design of technical systems and products	Germany 1973
Yoshikawa	General Design Theory	Japan 1980
Zwicky	The Morphological Method of Analysis and Construction	USA 1948

## 2-1-2 منابع بررسی شده

با بررسی منابع مختلف از جمله پایان نامه ها کارشناسی ارشد، دکتری و مقالات معتبر داخلی و خارجی، پیشینه های بدست آمده ارائه شده است.

طراحی مبتنی بر بدیهیات اگرچه روشی نسبتاً نو می باشد ولی افراد بسیاری در سرتاسر جهان پایان نامه و مقالات خود را به این موضوع اختصاص داده اند. ولی متأسفانه این روش بدیع در ایران مورد غفلت واقع شده است. تنها یک رساله دکتری در زمینه طراحی مبتنی بر بدیهیات توسط دکتر شیخ، انجام شده است.

ایشان از این تکنیک در حیطه مدیریت عملیات و تولید ناب بهره برده اند. از نوآوری های این پژوهش داشتن رویکردی تحلیلی بر طراحی سیستم با استفاده از اصول بدیهی، مدلسازی سیستم با نگرش چند لایه ای جهت زمانبندی معتبر و معرفی تکنیک هایی برای تسهیل سنجش اصول مطروحه در طراحی سیستم می باشد.

در تحقیقی دیگر، شناسایی عوامل تأثیرگذار برانتخاب خودروی سواری با استفاده از اصول طراحی مبتنی بر بدیهیات توسط مرتضی ناظمی در دانشگاه صنعتی شاهرود صورت گرفته است. هدف اصلی این تحقیق مکانیزمی برای تصمیم گیری در مورد بهترین خودرو، باتوجه به معیارهای کیفی و کمی به طورهمزمان در بازار می باشد. این پژوهش روشی برای ترکیب طراحی مبتنی بر بدیهیات و تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی و رسیدن به رتبه بندی نهایی پیشنهاد می دهد .

موارد استفاده از تکنیک مبتنی بر بدیهیات در مقالات معتبر خارجی را در 5گروه تصمیم گیری، طراحی سیستم، طراحی محصول، طراحی سیستم تولیدی، طراحی نرم افزار طبقه بندی می شود. بیشترین کاربرد این روش، در سال های 2005 تا 2009 بوده است که پژوهشگران زیادی به استفاده از آن پرداخته اند. در زیر به صورت جداگانه به بیان هر کدام و پژوهش های موجود در هر گروه پرداخته شده است .

#### • تصمیم گیری :

تصمیم گیری به عنوان نتیجه یک فرایند شناختی تعریف شده است .به بیان دیگر، تصمیم گیری انتخاب مناسب ترین گزینه از میان چندگزینه در دسترس با توجه به معیارهای متعدد، که معمولاً با اهداف متضاد یا چندگانه است، می باشد .در این قسمت چندین پژوهش که با استفاده از روش طراحی مبتنی بر بدیهیات به حل مسئله تصمیم گیری پرداخته اند، اشاره شده است.

بابیک<sup>1</sup> (1999) روشی به منظور پشتیبانی از تصمیم گیری برای طراحان سیستم تولید انعطاف پذیر برای تعیین موقعیت این سیستم ارائه داد که این روش بر اساس اصول روش AD و یک سیستم هوشمند برای طراحی سیستم تولید انعطاف پذیر، بنا نهاده شده است .مدل توسعه داده شده به انتخاب مناسب ترین جایگزین برای تولید قطعات می پردازد .روش انتخابی با استفاده از اصل اطلاعات و داده های خام قابل اجرا می باشد.

کولاک<sup>2</sup> (2005) یک سیستم پشتیبانی تصمیم گیری به منظور انتخاب مواد و تجهیزات درمانی بر اساس دو نوع معیار فنی و معیار اقتصادی پیشنهاد کرد .این سیستم پشتیبانی تصمیم گیری FUMAHES نام دارد. تصمیم نهایی برای انتخاب بهترین تجهیزات با استفاده از اصل اطلاعات روش AD به دست می آید .

<sup>1</sup> Babic

<sup>2</sup> Kulak,O



FUMAHES با استفاده از هر نوع اطلاعات ناقص و کامل میتواند فرایند تصمیم‌گیری را انجام دهد . کولاک و کاهرامان<sup>1</sup> (2005) به معرفی اصل اطلاعات در محیط فازی می‌پردازد . ارزیابی موارد جایگزین و تعریف الزامات عملکردی بر اساس اعداد فازی بیان شده‌اند . روش پیشنهادی برای مقایسه چند ویژگی از سیستمهای تولیدی پیشرفته مورد استفاده قرار گرفته است . در پژوهشی دیگر اصل اطلاعات را در یک تصمیمگیری چند معیاره برای حل مسئله یک شرکت حمل و نقل بیان کردند . آنها در مطالعه خود، مسئله را در چهار مرحله به انجام رساندند -1 قسمت‌بندی کردن طراحی مبتنی بر بدیهیات -2 طراحی بدیهی فازی، -3 فرایند تحلیل سلسله مراتبی، -4 فازی کردن فرایند سلسله مراتبی . کولاک و همکاران (2005) به توسعه وزن‌دهی معیارها به صورت فازی و بر اساس اصل اطلاعات در مسائل چندشاخصه با استفاده از روش طراحی مبتنی بر بدیهیات پرداختند . در این مطالعه ایجاد وزن با استفاده از اصل اطلاعات در مسائل تصمیم‌گیری برای اولین بار ارائه شده است . این رویکرد برای انتخاب ماشین منگنه زنی در یک سیستم تولیدی به کاررفته است . کوئلهو و مورئو<sup>2</sup> (2007) از اصول طراحی مبتنی بر بدیهیات به عنوان یک ابزار تصمیم‌گیری برای تعیین فن‌آوری های تولید استفاده کردند . اصل استقلال برای بررسی اینکه آیا ابعاد طراحی الزامات عملکردی مورد نیاز را داراست یا خیر . پس از آن اصل اطلاعات به انتخاب تکنولوژی مناسب در سطح تصمیم‌گیری می‌پردازد . این روش در طراحی یک ماشین مکانیکی به کار گرفته شده است . کاهرامان و سبی<sup>3</sup> (2009) در مطالعه خود سه عامل مهم را که شامل گرفتن ساختار سلسله مراتبی، گرفتن اطلاعات مثبت در محیط فازی و داشتن توانایی برای در نظر گرفتن جایگزین در اصل اطلاعات اضافه کردند . علاوه بر روش بیان شده، انواع مسائل تصمیم‌گیری را در بر می‌گیرد . این روش برای انتخاب بهترین دستیار آموزش مورد استفاده قرار گرفته است . کللیک و همکاران<sup>4</sup> (2009) با استفاده از اصل اطلاعات به بررسی یک مدل برای ارزیابی امکان همکاری دو کشتی‌سازی پرداختند . اصل اطلاعات برای انتخاب بهترین گزینه در میان کشتی‌سازی‌ها مورد استفاده قرار گرفت و اصل اطلاعات را به منظور فرصتی برای تصمیم‌گیرندگان برای تعریف هر معیار تصمیم‌گیری به خدمت گرفتند . در مقالات دیگر به یک رویکرد ترکیبی بر اساس اصل اطلاعات و با استفاده از روش فازی ، به عملکردی شبیه آنچه روش TOPSIS انجام می‌دهد، رسیدند . در پژوهشی دیگر یک مدل یکپارچه به منظور ایجاد کیفیت در تصمیمات مربوط به سرمایه‌گذاری در حمل و نقل را بیان کردند .

<sup>1</sup> kahraman

<sup>2</sup> Coelho & Mourao

<sup>3</sup> Cebi

<sup>4</sup> celik , kahraman, cebi & Er

• طراحی سیستم :

طراحی سیستم شناختن پروسه‌های شامل معماری، اجزاء، ماژول‌ها، روابط و داده‌ها می‌باشد که برای طراحی یک سیستم بر اساس سالهای میلادی پیشنهاداتی از سوی پژوهشگران مطرح شده است که خلاصه‌های از آن به شرح زیر می‌باشد .

سو<sup>1</sup> (1995) یک چهارچوب مفهومی برای طراحی یک سیستم بزرگ بر اساس روش طراحی مبتنی بر بدیهیات پیشنهاد داده است . در مطالعه دیگر (1997) به طبقه‌بندی و شناسایی پیشنهادهای ارائه شده در مورد سیستم‌های طراحی پرداخته و سپس سیستم پیشنهادی خود را با توجه به الزامات عملکردی خود دسته‌بندی کرده است، در حالی که زیر سیستم‌های کوچک به عنوان یک تابع از زمان تعریف شده‌اند. بی و همکاران<sup>2</sup> (2002) یک طراحی برای حرکت‌های مداوم از یک سیستم تعلیق بر اساس اصول AD ارائه دادند .

تیلمن و همکاران<sup>3</sup> (2005) یک رویکرد مبتنی بر روش طراحی بدیهی به منظور ساخت یک مدل با استفاده از هر دو ابزار کمی و کیفی پیشنهاد کردند.

تیلمن و جی<sup>4</sup> (2006) یک روش قاعده مند بر اساس اصول طراحی مبتنی بر بدیهیات به منظور ارزیابی و بهینه‌سازی سیستم‌های مقیاس بزرگ مهندسی پیشنهاد دادند .

هیو ولی<sup>5</sup> (2007) فرایند طراحی سیستم‌های خنک کننده در نیروگاه هسته‌های با استفاده از اصل استقلال مورد بررسی قرار دادند .

هلیندر<sup>6</sup> (2007) یک رویکرد به نام معادلات طراحی و تجزیه و تحلیل سیستم مبتنی بر طراحی بدیهیات ارائه کرد. هدف از این مقاله شناسایی و ارائه ابعاد جدید در رابطه با عوامل انسانی می‌باشد.

بنگ و هئو<sup>7</sup> طراحی جدیدی به عنوان سیستم خنک کننده با استفاده از اصول AD بیان کردند .

• طراحی محصول

طراحی محصول به منظور طراحی محصول جدید منطبق با مزایای برتر همانند زیبایی، عملکرد، ارگونومی، مواد، بازار، روشهای تولید به منظور ارتباط با مشتری است . نمونه‌هایی از آن بیان شده است .

سو (1990) به طراحی مدل مفهومی برای ماشینآلات با بکارگیری طرحهای خلاقانه، با استفاده از روش

<sup>1</sup> Suh

<sup>2</sup> Bae, Lee, & ve Chu

<sup>3</sup> Thielman, Ge, Wub, & Parme

<sup>4</sup> Thielman , Ge

<sup>5</sup> Heo & Lee

<sup>6</sup> Helander

<sup>7</sup> Bang & Heo

AD پرداخته است . در پژوهشی دیگر (1995) یک روش مفهومی به منظور تصمیم گیری در مرحله طراحی محصول و فرایندی که موثر بر کیفیت و بهره‌وری محصول می‌باشد، پیشنهاد داده است.

گازدیک<sup>1</sup> (1996) به بررسی قالب بیان شده توسط زاده و همکارانش که به تجزیه و تحلیل طراحی سیستم بر اساس استقلال گروهها و محیطی که سیستم در آن فعالیت می‌کند، می‌پردازد و زندگی واقعی را به عنوان مثال در این پژوهش بیان می‌کند که از کاربردهای این مقاله می‌باشد.

تی سنگ و جائو<sup>2</sup> (1997) به طراحی یک مدولار الکترونیکی از محصولات الکترونیکی پرداختند. روش پیشنهادی برای طراحی منبع تغذیه الکترونیکی مورد استفاده قرار گرفت .

گل و وی سنگ<sup>3</sup> (1998) یک چارچوب برای طراحی محصول با دوام در مرحله مفهومی از توسعه محصول با ادغام جنبه‌های نوآوری و خلاقیت ارائه داده‌اند .

چا و ویچو<sup>4</sup> (1999) اصل استقلال را در جهت تجزیه و تحلیل و بهبود عملکرد طراحی بر روی DVD ها استفاده کردند .

جانگ و همکاران<sup>5</sup> (2002) از طراحی مبتنی بر بدیهیات در مسائل دریایی استفاده کردند .

کیم و همکاران<sup>6</sup> (2003) به منظور به حداقل رساندن آسیب و صدمه به دیسک خوان بر اساس اصل اول روش طراحی مبتنی بر بدیهیات به ارائه طرحی مفهومی پرداختند. هدف از این مطالعه بر این بود که با توجه به عملکردی که در روز بر اساس نیاز کاربران این دیسک خوان وجود دارد، آسیب‌های مورد نظر را به حداقل برسد.

لی و همکاران<sup>7</sup> (2003) یک روش طراحی مجدد برای بدنه خودرو بر اساس تجزیه و تحلیل بر اساس اصل استقلال پیشنهاد دادند .

فرر و همکاران<sup>8</sup> (2009) یک رویکرد دوفازی بر اساس روش طراحی مبتنی بر بدیهیات به منظور ایجاد ارتباط بین طراحی و تولید اطلاعات پیشنهاد کردند .

گاموس و همکاران<sup>9</sup> (2008) یک مدل پیشنهادی بر اساس اصل استقلال در رابطه با توسعه چرخه عمر محصول با استفاده از روش طراحی مبتنی بر بدیهیات به منظور گسترش دانش در مورد محصول مورد نظر، پیشنهاد دادند.

---

<sup>1</sup> Gazdik

<sup>2</sup> Tseng & Jiao

<sup>3</sup> Goel , ve Singh

<sup>4</sup> Cha & ve Cho

<sup>5</sup> Jang, Yang, Song, & Yeun

<sup>6</sup> Kim, Chung, & Cha

<sup>7</sup> Lee, Seo, & Park

<sup>8</sup> Ferrer, Rios, & Ciur

<sup>9</sup> Gumus, Ertas, Tate, & Cicek

لی و شین<sup>1</sup> (2008) روشی برای طراحی یک محصول را توسعه دادند که در این روش طراحی بر اساس اصل استقلال له منظور و مطالعه موردی که نازل پخش کننده آب برای تمیز کردن صفحه نمایش LCD و LED می باشد، صورت پذیرفت.

شین و همکاران<sup>2</sup> (2008) به طراحی یک فضا برای تامین سوخت هسته‌های با استفاده از اصل استقلال و بهینه سازی را پیشنهاد دادند .

تنگ و همکاران<sup>3</sup> (2009) به ارایه روشی با استفاده از ترکیب روش طراحی مبتنی بر بدیهیات و طراحی ساختار ماتریسی پرداختند. این رویکرد که تاکنون در هیچ پژوهشی مطرح نشده است، به طراحی مفهومی از یک محصول جدید بنا بر طراحی ساختار ماتریسی میپردازد که از اصل استقلال روش AD نیز تبعیت می کند.

• طراحی نرم افزار

طراحی نرم افزار به عنوان یک فرایند حل مسئله و برنامه ریزی برای یک راه حل نرم افزاری تعریف شده است . اولین گام برای طراحی نرم افزار تعریف هدف و ویژگیهای این نرم افزار می باشد. در گام بعد وجود برنامه برای ایجاد یک راه حل است. در این بخش پژوهش‌های انجام گرفته که چارچوب آنها بر اساس اصول روش طراحی مبتنی بر بدیهیات در نظر گرفته شده است، در جدول 2-1-2 بیان شده است.

جدول 2-1-2: استفاده از AD در طراحی مبتنی بر بدیهیات

نام پژوهشگران	توضیحات پژوهش مربوطه
کیم و همکاران (1991)	توسعه یک مدل مفهومی به منظور افزایش توانایی و قابلیت استفاده از نرم افزار در هر نوع کامپوتر و افزایش پاسخگویی به نیازهای مشتریان با استفاده از اصل استقلال
گونسکرا و علی	توسعه نرم افزاری برای فرمدهی فلزات که اصل استقلال در AD یک ابزار قدرتمند برای تحقق به این طراحی مفهومی بوده است. این طراحی باعث کاهش زمان در فرایند و استفاده بهینه از منابع می شود
هریوتیونیان و همکاران (1996)	طراحی نرم افزاری بر اساس طراحی مبتنی بر بدیهیات به منظور بهبود محیط نرم افزاری طراحی CAD از طریق مستندات موجود در طراحی منطقی
سو و دو (2000)	یک روش ترکیبی در برنامه نویسی با استفاده از اصل استقلال در AD به منظور طراحی سیستمهای بزرگ نرم افزاری

<sup>1</sup> Lee & Shin

<sup>2</sup> Shin, Lee, Lee, & Song

<sup>3</sup> Tang, Zhang, & Dai

چن و همکاران 2001	ایجاد یک سیستم مبتنی بر دانش (دانش-پایه) با استفاده از شبیه‌سازی به منظور افزایش عملکرد سلولهای تولیدی و اصل استقلال در این پژوهش به منظور ایجاد دانش پایه تصمیم‌گیری سلسله مراتبی مورد استفاده قرار گرفته است
هو آنگ 2002	رویکرد مبتنی بر اصول AD به منظور بررسی فضای کار و طراحی آن متناسب با نیازها و استفاده از اصل استقلال برای تعیین دامنه هر کدام از عوامل طراحی
هوآنگ و جیانگ 2002	پیشنهاد تئوری مجموعه فازی که در آن عملیات مربوط به اعداد فازی به طور گسترده در فرایند طراحی مورد بررسی قرار می‌گیرد.
لیندویست و سودربرک 2003	پیشنهاد یک روش و یک نرم افزار برای ارزیابی و تجزیه و تحلیل درجه اتصال و استحکام هندسی در ابزارها. این نرم افزار به تحلیل میزان پایداری ابزار می‌پردازد
چن و همکاران 2003	یک چارچوب در مورد سیستم پشتیبانی کامپیوتری با استفاده از اصل استقلال در AD که با ادغام یک نرم افزار اجرا شده و یک نرم افزار پیشنهادی بوجود آمده است .
چن و فنگ 2004	پیشنهاد یک روش مدلسازی به منظور استفاده در نرم افزار گرافیکی CAD و ایجاد مدل با استفاده از اطلاعات مربوط به اجزاء تشکیل دهنده می‌باشد.
یی و پارک 2005	توسعه نرم افزار برای تجزیه و تحلیل فرایند طراحی پلی استرین منبسط شده به منظور به حداقل رساندن مواد اولیه.
توگی و همکاران 2008	پیشنهاد یک رویکرد مولفه گرا و جزءگرا بر اساس نظریه طراحی مبتنی بر بدیهیات.

#### • طراحی سیستم‌های تولیدی

طراحی سیستم تولیدی چارچوبی بزرگ که شامل روشها، فرایندها و طراحی فرایند تولید می‌باشد. یک سیستم تولیدی ممکن است از یک سلول تولیدی تا یک کارخانه بزرگ شامل ماشین‌آلات، مواد، نیروی انسانی و اطلاعات به منظور تولید انواع محصولات، خدمات و اطلاعات را در برداشته باشد. پژوهش‌های صورت گرفته در جدول زیر نمونه‌های خوبی از طراحی سیستم‌های تولیدی بر اساس اصول طراحی مبتنی بر بدیهیات می‌باشد .

جدول 0-1: استفاده از AD در طراحی سیستم‌های تولیدی

نام پژوهشگران	توضیحات پژوهش مربوطه
سو و همکاران 1998	ارایه روشی برای ساخت سیستم ایده آل برای تعداد زیادی زیادی از محصولات با کیفیت مشابه در طی دوره‌های که برای نرمافزار آن تعریف شده باشد. معیارهای به کار رفته در این طراحی کیفیت، هزینه و زمان تحویل است. این پژوهش اولین بار است که با استفاده از اصول AD به طراحی یک سیستم با چند تولید مختلف میپردازد که از اصول آن در سیستم تولید ناب به کار گرفته میشود
کاکرن و همکاران 2000	پیشنهاد یک روش برای تبدیل سیستم تولیدی به واحدهای تولیدی کوچک به منظور انعطاف پذیری بیشتر و غیرمتمرکز به منظور مدیریت بهتر و موثرتر. این روش بر اساس اصول مدیریت ناب و اصل استقلال طراحی مبتنی بر بدیهیات پایه گذاری شده است.
کولاک و همکاران 2005	طراحی یک رویکرد برای تبدیل سیستم تولیدی سنتی که با استفاده از فرایند کاری هدایت میپذیرد، به سیستم تولیدی با امکان اتصال به تلفن همراه برای انجام فرایند. استفاده از مجموعه نیازهای کاربردی و طراحی سلسله مراتبی در ابعاد طراحی سیستم تولیدی از دیگر نوآوری‌های این پژوهش می‌باشد.
هوشمند و جمشدنژاد 2006	پیشنهاد یک مدلسازی برای طراحی سیستم تولیدی ناب که این مدل در قالب الزامات سیستمی، ابعاد طراحی، روابط بین متغیرها بنا نهاده شده است. در این مطالعه بسیاری از کاستیهای موجود در پیاده‌سازی با استفاده از اصل استقلال که باعث شفافسازی در روابط متقابل میشود، جبران شده است.
ناکائو و همکاران 2007	استفاده از اصل استقلال به منظور کوتاه کردن زمان سفارش تا تحویل با حذف رابطه متقابل بین سیستمی.
شینتزلر و همکاران 2007	ارائه یک مدل مبتنی بر اصل استقلال از تکنیک AD برای حمایت از مدیریت زنجیره تامین، مدیریت اطلاعات و فن آوری اطلاعات میباشد. در این مطالعه روشی به منظور هماهنگ نمودن فعالیتهای مدیریت اطلاعات در رابطه با زنجیره تامین با استفاده از اصل استقلال، توسعه داده شده است.

<p>روشی به منظور طراحی عملیات اداری کارآمد با استفاده از اصل استقلال در AD پیشنهاد شده است. پژوهشگران در این پژوهش ادعا دارند که روش بیان شده باعث بهبود عملیات اداری ورقابتی شدن کسب و کار از طریق کاهش زمان سفارش تا تولید می‌گردد.</p>	<p>دورموسگلو و کولاک 2008</p>
---	-------------------------------

## 2-2 بررسی ادبیات تحقیق تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات

### 1-2-2 مقدمه

نا کافی بودن تحقیقات در زمینه ادبیات تئوری طراحی، لزوم داشتن رویکرد و نگرش علمی به طراحی و انجام مطالعات بیشتری در زمینه تئوری طراحی را ایجاب می‌کند. وجود این طرز تفکر که طراحی بر خلاف علوم طبیعی نمی‌تواند بر پایه ای علمی استوار شود، یکی از دلایل بی توجهی به رویکرد علمی است.

محققان سعی می‌کنند تا در زمینه طراحی، مسائل را به صورت ساختار سلسله مراتبی تعریف کنند. آنها تصمیمات را بر اساس اهمیت شکسته و مسائل را به صورت ساختار سلسله مراتبی رده بندی می‌کنند. عدم استفاده از طبیعت سلسله مراتبی در تصمیم گیری موجب می‌شود تا فرآیند تصمیم گیری بسیار پیچیده شود.

بدون داشتن درک واقعی از ماهیت طراحی و نقش تحلیل در این فرآیند، نمی‌توان به سؤالات ساده ای در مورد طراحی پاسخ داد. همانطور که هر فردی در مورد سرما حس خاص خود را دارد در مورد طراحی هم هر فردی نظر خاصی دارد.

مهندسان و مدیران جهت اتخاذ تصمیمات مرتبط با مسائل طراحی به اصول اساسی و روشهایی صحیح نیاز دارند، تا بتوانند در ماهیت خاص طراحی بهبودی شگرف ایجاد نمایند.

فقدان اصول و بدیهیات در طراحی به عنوان مرجع یا پایه های ثابت تصمیم گیری موجب می‌شود تا تصمیمات طراحی به صورت تجربی و قضاوت کارشناسان اتخاذ شوند.

طراحی با موضوعات خلاق دیگر مانند هنر، مسائل و مشترکات زیادی دارد. افراد جنبه های مختلف هنرهای زیبا را فهمیده و درک می‌کنند، اما قادر به تشریح عددی ترکیبات نهایی آن نیستند. برخی از آنها از طریق فرآیند تصادفی راه حلهای خلاق را ایجاد نموده اند، اما این راه حلها استثنا بوده و قانون کلی نمی‌باشند. متأسفانه بسیاری از نوابغ قادر نیستند که هسته اصلی ایده ها و تکنیک های خود را با جزئیات کامل به نسل های جوانتر منتقل نمایند. نبوغ سرشار این افراد نمی‌تواند به راحتی انتقال پیدا کند، زیرا آنها نمی‌فهمند که چه می‌دانند و چطور توانایی‌های طبیعی خود را با کلمات بیان نمایند.

با توجه به اینکه درک و تجربه، قطعی و عینی نیستند، این مسئله در طول تاریخ انسانها ادامه داشته است. بدلیل ناتوانی در توصیف دانش، نمی توان آنها را با موفقیت به نسل های بعد انتقال داد. اگر روش انجام کار و تجربه موفق بصورت کد در نیایند، هر نسل باید این موارد را دوباره تجربه کند و درک و فهم خود را توسعه دهد.

معمولاً از هنرهای زیبا به عنوان زمینه های خلاق نام می برند چرا که فرآیند فکری منتهی به هنر را نمی توان درک نمود.

فعالیت طراحی نیز همانند هنر، از طریق فرآیند خلاقیت شکل می گیرد. به همین علت شاخه طراحی نیازمند مبنای علمی یا اصول و بدیهیاتی مشخص و قطعی است که بتواند توانایی هدایت فعالیت های بشری را داشته باشد. این امر تنها راه تجمیع دانش طراحی و رسیدن به خواسته های بشری بدون صرف منابع بیشتر است. اگر با هر بخش از دانش طراحی به صورتی جداگانه برخورد و آنها را به صورت خام و شکلی غیر عمومی ذخیره کنند، پایگاه اطلاعاتی آنقدر بزرگ خواهد شد که حتی با داشتن بهترین سیستم های اطلاعاتی امکان بازیافت مقذور نخواهد بود. بدیهیات طراحی ضمن کمک به فرآیند خلاقیت و تکمیل آن، ابزارهایی را جهت ارزیابی ایده های ارائه شده و انتخاب مناسب آنها فراهم می کنند (ساش و همکاران<sup>1</sup>، 1995).

تاریخ علم و تکنولوژی به شکلی تنگاتنگ با پیشرفت بدیهیات در هم آمیخته است. در این زمینه، پیشرفت رویکرد بدیهه گرا به طراحی تنها گامی کوچک در فرآیند بزرگ تاریخی است. یکی از قدیمی ترین استفاده ها از بدیهیات در هندسه بود که به هندسه اقلیدسی مشهور است. اقلیدس (300 سال قبل از میلاد مسیح) هندسه خود را با استفاده از مجموعه ای از اصول و بدیهیات توسعه داد. عناصر هندسه اقلیدسی با تعاریف، اصول و بدیهیات شروع می شود. نیوتن از هندسه اقلیدسی برای کاهش مشاهدات کپلر از سیارات، به بدیهیاتی که حرکت اشیا و جاذبه گرانش را توضیح می دهند، استفاده کرد. قوانین نیوتن با تمامی مشاهدات طبیعت در آن زمان هم خوانی داشت و بر این باور که در کاربرد خود جهانی هستند مورد قبول بود. این اصول نمی توانستند اثبات شوند اما از آنجا که هیچ مورد نقض یا استثنایی مشاهده نشده، صحیح فرض می شدند.

ممکن است این طرز تلقی وجود داشته باشد که در حوزه های غیر واقعی نمی توان بدیهیات داشت، هم چنانکه برخی ادعا می کنند همه چیز دلخواه و به تفکر اشخاص بستگی دارد اما در علوم طبیعی همه چیز واقعی و تعریف پذیر است. در جواب باید گفت که اساساً این بحث نادرست است چرا که حتی متغیر های فیزیکی مانند نیرو، انرژی و آنتروپی به خودی خود کمیت هایی نیستند که بتوان آنها اندازه گرفت و خود نتیجه بدیهیاتی هستند که طبیعت را توصیف می کنند. برای مثال نمی توان نیرو را مستقیم اندازه گرفت

<sup>1</sup> Sush, Marc, & Wog



بلکه از طریق محاسبه کاهش جرم، تغییر شکل فنر یا شتاب یک جسم اندازه گرفته می شود. به طور مشابه انرژی را بر اساس قانون اول ترمودینامیک با محاسبه آثار غیر مستقیم آن مانند کار انجام شده، سرعت جرم یا افزایش دما اندازه گیری می کنند. (سو، 2001)

فرض اصلی طراحی بدیهه گرا این است که مجموعه ای از اصول وجود دارند که طراحی خوب را مشخص می کنند. تنها راهی که می توان فرضیه را زیر سؤال برد ارائه مثالهایی است که بدیهیات را از درجه اعتبار ساقط نماید. در صورتی که بتوان بر اساس منطقی که از بدیهیات به دست آمده است برای تمام مسائل پاسخ های صحیح یافت می توان دانش را در آن شاخه بر اساس بدیهیات بیان نمود. تا کنون کسی نتوانسته است ثابت کند اصول طراحی معتبر نیستند.

سؤالاتی که معمولاً در مورد طراحی بدیهه گرا پرسیده می شوند عبارتند از اینکه "چگونه می خواهید بدیهیات را ایجاد کنید؟". "چگونه می دانید آنها بدیهیات هستند؟" در پاسخ به این سؤالات می توان گفت که بدیهیات بیانی رسمی است که از دانسته ها و دانش نهفته مردم که بطور معمول مورد استفاده قرار می گیرد (ساش و همکاران، 1995؛ سو، 2001).

در طراحی می توان تعداد بیشماری راه حل قابل پذیرش و تکنیک های تخصصی داشت. بدیهیات طراحی، قوانینی ایجاد می کنند که پایه ای مناسب برای مقایسه و انتخاب طرح ها بوده و انتخاب یک طرح خوب به توانایی آن جهت بر آورده ساختن این بدیهیات بستگی دارد.

در تعریف بدیهیات باید گفت که حقایقی پایه ای بوده که در تمام مشاهدات صادق هستند و هیچ مثال یا مورد نقضی برای آنها وجود ندارد. بدیهیات از بررسی اشتراکات تعداد زیادی از مشاهدات بدست می آیند، قابل اثبات یا اشتقاق نیستند ولی می توان آنها را با مثال های نقض یا موارد استثنا از اعتبار ساقط ساخت. برای توسعه بدیهیات، آقای نم پی سو<sup>1</sup> چند پروژه موفقیت آمیز را که در صنعت و دانشگاه روی آنها کار کرده بود را در نظر گرفت و تلاش کرد که عناصر مشترک آنها را مشخص نماید. نتیجه این تمرین ذهنی دوازده بدیهه تئوری بود که آنها را بصورت خلاصه یادداشت نمود. پس از بحثی که با اعضای گروه پروژه، مشخص شد که دوازده بدیهه می توانند به شش بدیهه و شش قضیه تقلیل یابند.

با ادامه تحقیقات، آقای سو به این نتیجه رسید که می توان شش بدیهه تئوری را به دو بدیهه کاهش داد. با وجود این وی سعی کرد تا به تعداد بدیهیات بیفزاید، اما به هیچ وجه نتوانست به بدیهه جدیدی دست یابد.

آقای سو اعتقاد دارد که باید به دانشجویان توانایی ترسیم تصویر کلی، ارائه راه حل و همچنین روش بهینه سازی محصول یا فرآیند موجود آموزش داده شود.

فرآیند طراحی شامل انتقال ادراک مشتریان از یک مسئله به موضوع طراحی است بطوریکه مشتری

<sup>1</sup> Num P. Sue

احساس رضایت نماید. طراحان قادرند تا ادراکات مشتریان را از طریق ابزارها، روش های طراحی و یکسری منابع در دسترس انتقال دهند.

با معرفی تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات<sup>1</sup> دانشمندان و محققان زیادی سعی کرده اند تا تکنیک مزبور را در رشته های مختلف به کار گیرند.

## 2-2-2 تجزیه و تحلیل موضوع طراحی

طراحی چیست؟ طراحی شامل فعل و انفعالات پیوسته بین آنچه خواهان آن بوده و نحوه رسیدن به آن می باشد (سو، 2001).

هدف طراحی همیشه در قلمرو عملکردی<sup>2</sup> و جواب در قلمرو فیزیکی<sup>3</sup> مطرح می شود. این دو قلمرو از نظر ماهیت با هم مستقل بوده و طراحی موجب مرتبط نمودن آن ها می شود. (سو، 2001؛ ساش و همکاران ، 1995)

طراحی به صورت فرآیند نگاشت بین محیط عملکردی به فضای فیزیکی برای برآورده ساختن نیازهای عملکردی مد نظر طراح تعریف می شد.

طراحی را می توان به صورت خلق راه حل هایی به شکل محصولات، فرآیندها یا سیستم که نیازهای دریافتی را از طریق ایجاد ارتباط بین نیازهای عملکردی در محیط عملکردی و پارامترهای طراحی در محدوده فیزیکی ارضاء می کند (با گزینش پارامترهای طراحی مناسب به صورتی که نیازهای عملکردی را ارضا کنند)، تعریف نمود.

فعالیت تجزیه و تحلیل یک پیش فرض از موضوع طراحی موجود و لازمه اش تجزیه و تحلیل عملکردی یا امکان سنجی است. تجزیه و تحلیل ممکن است با استفاده از یک یا چند رویه همانند طراحی مبتنی بر بدیهیات تجزیه و تحلیل عملکردی (مهندسی ارزش) یا تئوری حل خلاق مسئله انجام پذیرد. تجزیه و تحلیل موضوع طراحی اغلب بعنوان یک فعالیت اصلی از مطالعات امکان پذیری محسوب می شود. نتیجه این فعالیت می تواند بعنوان باز خوردی در کنترل و تفکیک فعالیت ها بکار رفته و اجازه می دهد تا برنامه ریزی تفصیلی صورت گرفته و فرآیند طراحی کنترل گردد.

تجزیه و تحلیل موضوع طراحی برای شناسایی مناطقی جهت بهبود طرح های موجود بیان می شود. سوالات نوعی در این مورد عبارتند از:

- نیازهای عملکردی طراحی کدامند؟
- چه بهبودهایی می تواند در موضوع طراحی انجام پذیرد؟

<sup>1</sup> Axiomatic Design

<sup>2</sup> Functional Domain

<sup>3</sup> Physical Domain

- آیا موضوع طراحی می تواند همه محدودیت ها را برآورده نماید؟
  - چطور می توان بهای تمام شده، تعداد قطعات و زمان مونتاژ را کاهش داد؟
  - آیا طراحی انجام شده مستقل می باشد؟
  - آیا جواب موجود برای طراحی مورد قبول است یا خیر؟
  - آیا این جواب جدیدی برای مسئله وجود دارد؟
- در تجزیه و تحلیل موضوع طراحی می بایست ورودی- درک نیازهای مشتریان و موضوع طراحی موجود- مورد تحلیل قرار گیرد. خروجی فعالیت توصیف موضوع طراحی بر حسب عملکرد، محدودیت های اجرای فیزیکی و وابستگی های (استقلال) عملیاتی بیان می شود.
- فرآیند طراحی شامل چهار جنبه متفاوت می باشد. (سو 1990)
- 1- تعریف مسئله<sup>1</sup>: هدف از تعریف جامع مسئله این است که اطمینان حاصل شود تا همه جنبه های مسئله ردیابی شده است.
  - 2- فرآیند خلاقیت<sup>2</sup>: فرآیند خلاقیت شامل طوفان مغزی از ایده های جدید و استفاده مجدد از طرح های قدیمی جهت مسائل جدید می باشد.
  - 3- فرآیند تحلیلی<sup>3</sup>: فرآیند تحلیلی شامل ارزیابی معیارهای طراحی است. بطور خاص می توان گفت آیا طراحی انجام شده بهینه و موجه تر از یکسری طرح های پیشنهاد شده می باشد یا خیر.
  - 4- بررسی نهائی: بررسی نهائی شامل قابلیت و توانائی طرح جهت ارضاء اهداف همیشه مورد نیاز می باشد.
- طراحی مبتنی بر بدیهیات یک متدولوژی است که ساختاری را برای فرآیند طراحی فراهم می آورد و از تحقق واقعی اهداف طراحی اطمینان می دهد.
- سو اهداف اساسی مبتنی بر بدیهیات را ایجاد یک علم برای طراحی و یک تئوری بنیادی بر مبنای فرآیندهای سیستماتیک بیان نمود.

<sup>1</sup> Problem Definition

<sup>2</sup> Creative Process

<sup>3</sup> Analytical Process

## 3-2-2 حوزه های طراحی

اصولاً در انجام طراحی بایستی به چهار حوزه توجه داشت (سو، 2001؛ ساش و همکاران ، 1995؛ کوخران<sup>1</sup>، 1999).

الف- حوزه مشتریان      ب- حوزه عملکردی      ج- حوزه فیزیکی      د- حوزه فرآیند

## الف) حوزه مشتریان

نیازهای مشتریان یا ویژگی های آن ها در حوزه مشتریان<sup>2</sup> مشخص می گردد. محدودیت های ایجاد شده توسط مشتریان شامل توقعات و انتظارات مشتریان از سرمایه گذاری های انجام شده؛ کیفیت؛ در دسترس بودن؛ بهای تمام شده هر واحد کالا و خدمات می باشد.

جهت اتخاذ تصمیم، طراح بایستی از بین تعداد بیشماری نیاز در حوزه مشتریان دست به انتخاب بزند. معیار به کار گرفته شده در این انتخاب؛ استراتژی شرکت، قابلیت ها و بازاریابی می باشد. چنین تصمیمی در مراحل اولیه فرآیند طراحی اتخاذ و متأثر از محیطی است که تصمیم در آن اتخاذ می شود. این محیط دارای دو جزء فنی و اجتماعی می باشد جزء فنی که توصیف کننده سیستم فنی و تکنیک های مرتبط با موضوع طراحی و جزء اجتماعی که توصیف کننده سیستم اجتماعی است که موضوع طراحی قسمتی از آن می باشد. (مانند بازار، سازمان یا کشور)

## ب) حوزه عملکردی

تقاضاهای مشتریان در قالب نیازهای عملکردی در حوزه عملکردی بیان می شود. نیازهای عملکردی بدنبال پاسخ به این سوال می باشند که این طرح بایستی به چه چیزی برسد؟ عملکرد یک مفهوم کلیدی و نیاز اساسی برای توصیف کالا و اهدافمان می باشد. درک از عملکرد همانند روش مورد استفاده در طراحی مهم است. مردم معمولاً عملکرد را به آنچه اشیاء انجام می دهند تعریف می کنند.

منظور از عملکرد در طراحی مبتنی بر بدیهیات؛ همان عملکرد مطلوب می باشد. طراح یا تیم طراحی چند مهارته بایستی تصمیم بگیرند که چطور نیازهای عملکردی را فرموله نمایند. این مرحله بعنوان یک گام حیاتی در فرمول بندی فعالیت ها در فرآیند طراحی محسوب می شود. وجود هر نوع خطا در این مرحله موجب می شود تا کل فرآیند طراحی در رسیدن به اهداف غلط چیدمان شوند.

یکی از نتایج نگاشت حاصل از دامنه مشتری به دامنه عملکردی این است که تیم طراح بایستی از هر نوع

<sup>1</sup> Cochran

<sup>2</sup> Customer Domain

محدودیت های که ممکن است در فرآیند طراحی برای مشتریان ایجاد شود دوری نمایند. نیازهای عملکردی را به صورت حداقل تعداد نیازمندی های مستقل از یکدیگر تعریف می کنند که اجتماع آن ها موجب می شود تا اهداف اولیه طراحی یک محصول خاص برآورده شود.

### ج) حوزه فیزیکی

ابزار و وسائل ارضاء نیازهای عملکردی در حوزه فیزیکی تعریف می شود. پارامترهای طراحی<sup>1</sup> بعنوان متغیرهای کلیدی و معرف نهاده های فیزیکی هستند که برای برآورده کردن خواسته های طراحی در فرآیند طراحی ایجاد شده اند.

تیم طراح بایستی یک مجموعه از پارامترهای طراحی ممکن را بوجود آورده و تصمیم بگیرد که برای ارضاء همه نیازهای عملکردی کدام پارامترهای طراحی را بترتیب اجرا نماید.

اصل استقلال بعنوان معیاری در اتخاذ چنین تصمیماتی بکار می رود. این امر در طی فعالیت مفهوم سازی در بزرگراه فرآیند طراحی صورت می پذیرد. یکی از نتایج حاصله از ایجاد پارامترهای طراحی معرفی محدودیت های جدیدی است که بر روی همه تصمیمات از پایین ترین سطح انتزاعی طراحی اثر می گذارد. پارامترهای طراحی بدنبال پاسخ به سوال باشد که چطور بایستی به نیازهای عملکردی رسید. منظور از واژه عملکردی خروجی مورد علاقه بوده در حالی که منظور از واژه فیزیکی شامل تمام مواردی است که خروجی مورد نظر را ایجاد می کنند.

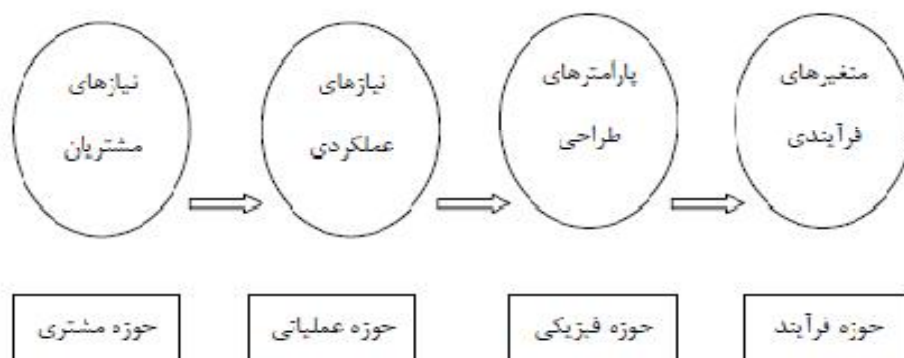
### د) حوزه فرآیندی

طراح یا تیم طراحی بایستی تصمیم بگیرد که متغیرهای فرآیندی با کدام یک از پارامترهای طراحی دامنه قبلی مرتبط می باشد. برای انجام این کار مجدد اصل استقلال را بعنوان معیاری در انتخاب متغیر فرآیندی جهت اجرا بکار می گیرند. در طی فعالیت مفهوم سازی در بزرگراه فرآیند طراحی می توان اصل استقلال را بکار بست و این نتیجه همانند نتایج حاصل از ایجاد پارامترهای طراحی برای تمامی متغیرهای فرآیندی قابل تصور می باشد.

انتخاب یک سیستم تولیدی خاص به طراح اجازه می دهد که تنها پارامترهایی را انتخاب نماید که می تواند در سیستم یا کارخانه ساخته شود.

فرآیند طراحی با تعیین نیازهای عملکردی در قلمرو عملکردی جهت ارضاء یک سری از نیازها شروع و با ایجاد نهاده ای که این نیازها را ارضاء می کند خاتمه می یابد. جزئیات فرآیند پردازش همانند منابع با متغیرهای فرآیندی نشان داده می شود.

<sup>1</sup> Design Parameter



شکل 2-2-1: نگاشت چهار قلمرو تصمیم‌گیری

#### 4-2-2 مدل‌سازی مسئله

فرمولبندی مسئله شامل انتقال اطلاعات از مشتریان بر حسب نیازهای آنان و محدودیت‌ها به جنبه عملیاتی از موضوع طراحی می‌باشد تا نیازهای تعریف شده برآورده شود. ورودی‌های مورد نیاز در فرمولبندی مسئله شامل نیازهای مشتریان و محدودیت‌ها در سطح فعلی سلسله مراتب طراحی و خروجی‌های فرمولبندی مسئله شامل یک مجموعه از نیازهای عملکردی می‌باشد که برای مفهوم‌سازی فعالیت لازم است. طراحان خوب این مشخصه را دارند که می‌توانند نیازمندی‌های تعریف شده را با حداقل وابستگی برآورده نمایند.

با افزایش تعداد نیازهای عملکردی و وجود متغیرهای زیاد در مسائل طراحی راه حل آن نیز پیچیده‌تر می‌شود. طراح خوب این قابلیت را دارد که تنها مهمترین نیازمندی‌ها را مد نظر قرار داده و مواردی که در درجه دوم اهمیت قرار دارند را برای مراحل بعدی تصمیم‌گیری کنار گذارد. این توانایی نیازمند فهم وسیع و عمیق از موضوع مساله است.

علاوه بر این یک طراح خوب باید قادر باشد که در دنیای مفاهیم عملکردی و همین‌طور در قلمرو فیزیکی حرکت کند. مثلاً طراح باید چگونگی انتخاب نیازهای عملکردی را که مستقل از یکدیگر می‌باشند را بداند، زیرا دو یا چند نیاز عملکردی وابسته منجر به پیچیدگی غیر ضروری در سیستم شده و هیچ ارزش جانبی‌ای ندارد. وقتی که نیازمندی‌ها به هم وابسته هستند می‌توان آن‌ها را به یک مورد تقلیل داد. از آنجا که بسیاری از طراحان نمی‌توانند ارتباط بین نیازهای عملکردی و پارامترهای طراحی را به صورت واضح و مشخص تعریف کنند، معمولاً در طرح خود مواردی را مطرح می‌کنند که قابل تولید نبوده یا تولید آن‌ها با دشواری و هزینه زیادی همراه است. برای اجتناب از چنین وضعیتی، طراح باید با فرآیندهای تولید، قوانین و اصول پایه علمی آشنا باشد.

تعریف مساله در قالب نیازهای عملکردی یکی از مهمترین گام ها در فرآیند طراحی است. در این گام باید دیدی عمیق نسبت به مساله و تسلط کافی بر دانش پایه ای در زمینه موضوع و موارد مربوط به آن داشت. تعریف ضعیف مساله منجر به ارائه راه حلی غیر قابل قبول با پیچیدگی غیر ضروری می شود.

دو موضوع بسیار مهم در مورد طراحی و فرآیند طراحی وجود دارد که تمام طراحان باید آن را درک کنند:

- 1- نیازهای عملکردی و پارامترهای طراحی طبیعت سلسله مراتبی داشته و می توانند تجزیه شوند.
- 2- تا هنگامی که در قلمرو فیزیکی راه حلی برای نیازهای عملکردی (یعنی سطح (یعنی پارامترهای طراحی) مشخص نشود، نیازهای عملکردی در آیین سطح نمی توانند به نیازهای عملکردی سطح بعدی خود شکسته شوند. عبارتی باید بین قلمرو عملکردی و فیزیکی برای توسعه سلسله مراتب نیازهای عملکردی و پارامترهای طراحی یک حرکت رفت و برگشتی انجام پذیرد.

طراح باید ماهیت ساختار سلسله مراتبی فیزیکی و عملکردی را درک نموده و از آن ها استفاده کند. یک طراح خوب با صرف نظر کردن از فاکتورهای غیر موثر در دستیابی به اهداف، مهمترین نیازهای عملکردی را در هر مرحله از سلسله مراتب طراحی مشخص می نماید. اشکال طراحی که قابلیت های کمتری دارند این است که همزمان همه نیازهای عملکردی و پارامترهای طراحی را در نظر گرفته و سعی در برآورده کردن تمام نیازهای عملکردی در یک سطح دارند، در نتیجه این امر مدیریت فرآیند طراحی بسیار پیچیده می شود.

از آنجا که هر طراح می تواند به طور دلخواه نیازهای عملکردی را برای رسیدن به نیازمندی های مورد نظر تعریف کند، مجموعه نیازهای عملکردی برای دستیابی به یک هدف خاص لزوماً یکتا نیستند.

برای هر مجموعه از نیازهای عملکردی تعیین شده راه حل های بسیاری وجود دارد که همگی قادرند مجموعه ای یکسان از نیازهای عملکردی را برآورده نمایند. با تغییر مجموعه اولیه نیازهای عملکردی ممکن است راه حل های موجود کارا نبوده و بایستی به دنبال یک راه حل جدید بود.

یک طراح خوب باید در تکرارهایی که برای تعیین نیازهای عملکردی در سطوح مختلف سلسله مراتبی انجام می شود توانایی انتخاب کمترین تعداد ممکن نیازهای عملکردی در هر سطح را داشته باشد.

گاهی اوقات تعیین اینکه یک نیازمندی خاص باید در قالب نیازهای عملکردی یا به صورت محدودیت بیان شود کاری مشکل است. بنابر تعریف، تفاوت محدودیت و نیازهای عملکردی در این است که لازم نیست محدودیت ها از یکدیگر و از نیازهای عملکردی مستقل باشند.

یکی دیگر از موارد تمایز محدودیت ها این است که طرح معمولاً نباید از محدودیت های مشخص شده منحرف شود در حالی که انحراف از نیازهای عملکردی امری طبیعی است.

با حرکات رفت و برگشتی بین فضاهای عملیاتی و فیزیکی در فرآیند طراحی ممکن است آنچه در سطوح بالای سلسله مراتب یک پارامترهای طراحی محسوب می شود، در سطوح پایین تر ساختار سلسله مراتبی پارامترهای طراحی به محدودیت تبدیل شود.

هر چه محدودیت های موجود در مساله بیشتر باشد، انتخاب نیازهای عملکردی در سطوح بعدی ساده تر خواهد شد. در برخی موارد بعلت وجود محدودیت های زیاد ممکن است تعداد نیازهای عملکردی در یک سطح خاص از ساختار سلسله مراتبی بسیار کم باشد .

## 5-2-2 روش موضوعی یا روش شناسی قیاسی

استفاده از روش شناسی قیاسی که گاهی اوقات روش اگزومیاتیک و گاهی روش هندسی نامیده می شود حاصل سیر تکاملی اندیشه بشر در طول تاریخ بوده و یکی از ارزشمندترین دستاوردهای تفکر علمی انسان محسوب می شود. تعبیر روش هندسی از آن جهت بکار می رود که هندسه اقلیدسی اولین علمی بود که با شیوه قیاسی بنا شد و اقلیدس آن را در تالیف اصول هندسه خود بکار گرفته است (پورعزت، 1382). در این روش تاکید بر آن است که تمامی اطلاعات بشری را می توان با استفاده از قضایا؛ گزاره ها در قالب احکامی معینی ارائه داد. گزاره ها و احکامی که خود بر مبنای مفاهیم و حدود<sup>1</sup> تدوین می شوند. علم نیز مجموعه ای از گزاره ها و احکام مرتبط<sup>2</sup> و به هم پیوسته ای است که وسازمان و ساختار خاصی دارند. در هر علمی تعدادی از گزاره ها و احکام مبنائی وجود دارد که سایر احکام از آن ها استنباط و بر اساس آن ها اثبات و تفسیر می شوند. کشف این گونه روابط استنتاجی از جمله مهمترین و مهیج ترین مسائل تاریخ علم محسوب می شود.

حدود و احکام اولیه در اصطلاح ریاضیدانان؛ منطقدانان و فلاسفه مسلمان به مبادی تصویری و مبادی تصدیقی مشهور است. مبادی تصویری یک علم صوری حدود اولیه تعریف نشده و مبادی تصدیقی شامل احکام اولیه اثبات نشده است. مبادی تصدیقی خود به اصول متعارف<sup>3</sup> و اصول موضوعه<sup>4</sup> تقسیم می شوند(پورعزت، 1382؛ نبوی)

در طراحی باید تا حد امکان راه حل ارائه شده ساده باشد، تا بتوان خروجی طراحی را با کمترین تلاش منتقل نمود.

سوال اساسی که در زمینه طراحی برای تولید پذیری طرح می شود این است که چگونه می توان از هماهنگ بودن و همبستگی تصمیمات طراحی با تولید اطمینان یافت؟ در جواب باید گفت که وقتی طراحی محصول و فرآیند تولید در تمام سطوح سلسله مراتب نیازهای عملکردی و پارامترهای طراحی از اصول بدیهه طراحی عدول نکند، آنگاه محصول قابل تولید است.

<sup>1</sup> Terms

<sup>2</sup> Statement

<sup>3</sup> Axiom

<sup>4</sup> Postulate



جدول 2-2-1: تقسیم بندی اصول و مبادی علم

اصول و مبادی تصویری	اصول و مبادی تصدیقی	اصول و مبادی علم
اصول متعارف اصول موضوعه		

این تقسیم بندی اولین بار در کتاب ارغنون ارسطو بیان شده است. به گفته ارسطو هر علم استدلالی باید بر پایه اصولی غیر قابل استدلال بنا شود و گر نه مراحل استدلال بدون پایان ادامه می یابد. برخی از این اصول غیر قابل استدلال در همه علوم مشترکند و برخی دیگر مختص و ویژه یک علم خاصند. گروه اول یا اصول مشترک همان اصول متعارف هستند که بطور طبیعی متعارف همه اذهاند. مانند اینکه از دو مقدار مساوی مقدار مساوی کم شود؛ مقدار باقیمانده ها مساوی خواهند بود. در گروه دوم نخست با جنس یا موضوع مورد نظر در علم سروکار داشته که ابتدا باید وجود آن پذیرفته گردد. البته امروزه دانشمندان تفاوت چندانی بین اصول موضوعه و اصول متعارف قائل نشده و هر دو را تقریباً مترادف دانسته و از آن ها با لفظ واحد اصل موضوعه یاد می کنند.

## 2-2-6 اصول بدیهی در طراحی مبتنی بر بدیهیات

در انجام یک فرآیند طراحی خوب از دو بدیهه استفاده می کنند. بدیهه یک در مورد رابطه بین نیازهای عملکردی و متغیرهای فیزیکی و بدیهه دو پیچیدگی طراحی را نشان می دهد. این بدیهیات را می توان به اشکال مختلف بیان نمود ساده ترین شکل بیان بدیهیات به صورت ذیل است (سو، 1999).

### بدیهه 1: بدیهه استقلال

استقلال نیازهای عملکردی را تامین نمایید.

### بدیهه 2: بدیهه اطلاعات

محتوای اطلاعات را کمینه کنید.

## 2-2-6-1 بدیهه استقلال

بدیهه یک بیان می کند که در طول فرآیند طراحی، با حرکت از نیازهای عملکردی در قلمرو عملیاتی به پارامترهای طراحی، ارتباط بین نیازهای عملکردی و پارامترهای باید به گونه ای باشد که انحرافی کوچک در یک پارامترهای طراحی خاص تنها بر نیازهای عملکردی مربوط به آن تاثیر داشته باشد. بدیهه 1 را می توان به صورت زیر نیز بیان نمود.

## بدیهه 1: بدیهه استقلال

بیان اول: یک طرح بهینه همیشه استقلال نیازهای عملکردی را به ارمغان می آورد.  
 بیان دوم: در طرح قابل قبول، پارامترهای طراحی و نیازهای عملکردی به گونه ای با هم در ارتباط هستند که پارامترهای طراحی تنها نیازهای عملکردی مربوط به خود را بدون تاثیر گذاشتن بر سایر نیازمندی های عملیاتی ارضاء می کند.  
 طراحی صورت گرفته می تواند به سه صورت انجام پذیرد: طراحی مستقل<sup>1</sup>، طراحی وابسته<sup>2</sup>، و طراحی نیمه مستقل (یا شبه وابسته)<sup>3</sup>.

طرح مستقل بدیهه یک را ارضاء می کند، در حالی که طرح وابسته عملکردهایی مبتنی بر سایر عملکردها پدید آورده و بدیهه یک را نقض می کند. وقتی که طراحی وابسته ناشی از تعداد ناکافی پارامترهای طراحی در مقایسه با نیازهای عملکردی باشد، با اضافه کردن اجزائی که تعداد پارامترهای طراحی را افزایش می دهند، می توان بر این مشکل غلبه کرد و طرح وابسته را به طرحی مستقل تبدیل نمود. طراحی نیمه مستقل به خاطر داشتن محتوای اطلاعاتی بیشتر نسبت به طراحی مستقل، ارزش کمتری دارد.

در بررسی طرح موجود ابتدا ماتریس طراحی آن را تعیین کرده تا مشخص شود طرح ایجاد شده بدیهه یک را نقض می کند یا نه (بدیهه استقلال) در صورتی که طرحی از قبل وجود نداشته باشد می توان از بدیهه یک در مرحله توسعه ای به نحوی موثر استفاده نمود. در این حالت نیازهای عملکردی را که قرار است برآورده شوند به دلخواه انتخاب می شوند. بر اساس قضیه چهار (طراحی ایده آل) تعداد پارامترهای طراحی باید برابر تعداد نیازهای عملکردی باشد. بنابراین طراحی نبایستی بصورت تصادفی انجام شود.  
 طراحی به صورت فرآیند نگاشت بین نیازهای عملکردی از قلمرو عملکردی و پارامترهای طراحی در قلمرو فیزیکی تعریف می شود. این ارتباط را می توان به صورت ریاضی بیان نمود. به خاطر این که مشخصات طرح مورد نظر توسط یک سری از نیازهای عملکردی مستقل بیان شود، می توان آن را با بردار نیازهای عملکردی با  $m$  عضو نشان داد. به طور مشابه پارامترهای طراحی در قلمرو فیزیکی بردار  $n$  عضوی پارامترهای طراحی را تشکیل می دهند. فرآیند طراحی شامل انتخاب مجموعه ای از پارامترهای مناسب برای برآورده ساختن نیازهای عملکردی که می توان آن را به صورت رابطه زیر بیان نمود.

$$[FR] = [A][DP]$$

رابطه 2-2-1

<sup>1</sup> Uncoupled<sup>2</sup> Coupled<sup>3</sup> Decoupled

که در آن  $FR$  بردار نیازهای عملکردی،  $DP$  بردار پارامترهای طراحی و  $[A]$  ماتریس طراحی<sup>1</sup> است. هر خط از معادله برداری رابطه 2-2-2 را می توان به صورت رابطه 2-2-2 نوشت .

$$FR_i = \sum_j A_{ij} DP_{ij} \quad \text{رابطه 2-2-2}$$

ماتریس طراحی به صورت رابطه 3-2-2 است .

$$[A] = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & \mathbf{L} & A_{1n} \\ A_{21} & A_{22} & \mathbf{L} & A_{2n} \\ \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{M} \\ A_{m1} & A_{m2} & \mathbf{L} & A_{mn} \end{bmatrix} \quad \text{رابطه 3-2-2}$$

هر عضو  $A_{ij}$  از ماتریس یک عضو بردار  $FR$  را به یک عضو بردار  $DP$  ارتباط می دهد. بطور کلی می توان  $A_{ij}$  را به صورت رابطه 4-2-2 بیان نمود:

$$A_{ij} = \frac{\partial FR_i}{\partial DP_j} \quad \text{رابطه 4-2-2}$$

از آنجا که  $A_{ij}$  یک مقدار ثابت است در یک نقطه ثابت از فضای طراحی قرار دارد. در مورد طرح های غیر خطی، با تغییر  $FR$  و  $DP_j$ ،  $A_{ij}$  تغییر می کند. وقتی  $m=n$  باشد  $[A]$  ماتریسی مربعی است. برای مثال وقتی  $m=n=3$  است، ماتریس  $[A]$  را می توان به صورت رابطه 5-2-2 نمایش داد .

$$[A] = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} \end{bmatrix} \quad \text{رابطه 5-2-2}$$

رابطه 1-2-2 را معادله طراحی می نامند. سمت چپ معادله طراحی نمایش دهنده خواسته ما در قالب اهداف طراحی و سمت راست معادله نشان می دهد که چگونه می توان  $FR$  ها را برآورده نمود. ساده ترین حالت طراحی وقتی است که تمام عناصر غیر قطری ماتریس صفر هستند؛ یعنی  $A_{12}=A_{13}=A_{21}=A_{23}=A_{31}=A_{32}=\mathbf{0}$  آنگاه رابطه 1-2-2 را می توان در حالت  $m=n=3$  به صورت رابطه 6-2-2 نوشت.

$$FR_1 = A_{11} DP_1 \quad \text{رابطه 6-2-2}$$

$$FR_2 = A_{22} DP_2$$

$$FR_3 = A_{33} DP_3$$

<sup>1</sup> Design Matrix

$$\begin{bmatrix} FR_1 \\ FR_2 \\ FR_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X & O & O \\ O & X & O \\ O & O & X \end{bmatrix} \begin{bmatrix} DP_1 \\ DP_2 \\ DP_3 \end{bmatrix}$$

طرحی را که می توان آن را با رابطه 6-2-2 نمایش داد، بدیهه 1 را ارضاء می کند، زیرا استقلال FRها در هنگام تغییر DPها حفظ می شود. یعنی اینکه FR<sub>1</sub> می تواند با تغییر ساده DP<sub>1</sub> برآورده شود، به همین صورت FR<sub>2</sub> و FR<sub>3</sub> هم می توانند با تغییر DP<sub>2</sub> و DP<sub>3</sub> به صورت مستقل بدون تاثیر گذاشتن بر سایر FRها ارضا شوند. بنابراین طراحی با ماتریسی قطری نمایش داده می شود که عناصر قطر آن مخالف صفر هستند، یعنی:

$$\begin{aligned} A_{kk} &\neq \mathbf{0}, i = j && \text{رابطه 7-2-2} \\ A_{ij} &= \mathbf{0}, i \neq j \end{aligned}$$

این طراحی بدیهه استقلال را تامین می کند و به عنوان طرحی مستقل شناخته می شود. طراحی وابسته بر عکس طراحی مستقل است زیرا بیشتر عناصر ماتریس طراحی آن غیر صفر است. در موردی که تمام عناصر غیر صفر باشند ارتباط بین FRها و DPها را می توان به صورت رابطه 8-2-2 نمایش داد .

$$\begin{aligned} FR_1 &= A_{11}DP_1 + A_{12}DP_2 + A_{13}DP_3 && \text{رابطه 8-2-2} \\ FR_2 &= A_{21}DP_1 + A_{22}DP_2 + A_{23}DP_3 \\ FR_3 &= A_{31}DP_1 + A_{32}DP_2 + A_{33}DP_3 \end{aligned}$$

تغییر در FR<sub>1</sub> نمی تواند به راحتی با تغییر در DP<sub>1</sub> محقق شود، زیرا این تغییر بر FR<sub>2</sub> و FR<sub>3</sub> نیز تاثیر گذار خواهد بود. چنین طرحی بدیهه 1 را نقض کرده و طرحی وابسته است. طرح وابسته را می توان به طرحی نیمه مستقل تبدیل نمود. طرح نیمه مستقل دارای ماتریس طراحی نیمه مثلثی می باشد (یعنی  $A_{12}=A_{13}=A_{23}=\mathbf{0}$ ) این طرح را می توان به صورت رابطه 9-2-2 نمایش داد.

$$\begin{bmatrix} FR_1 \\ FR_2 \\ FR_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & 0 & 0 \\ A_{21} & A_{22} & 0 \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} DP_1 \\ DP_2 \\ DP_3 \end{bmatrix} \quad \text{رابطه 9-2-2}$$

در این روش در صورتی که DPها به ترتیب خاصی قرار گیرند، استقلال FRها تامین و بدیهه یک برآورده می شود. در چنین حالاتی، نظم دهی به آشفتگی توالی DPها تنها راه رسیدن به استقلال عملیاتی است. اگر ابتدا DP<sub>1</sub> تغییر یابد آنگاه FR<sub>1</sub> مقدار می گیرد. با این که این تغییر بر FR<sub>2</sub> و FR<sub>3</sub> تاثیر می گذارد، می توان DP<sub>2</sub> را تغییر داد تا FR<sub>2</sub> بدون تاثیر بر FR<sub>1</sub> خود مقدار بگیرد. بالاخره می توان

DP<sub>3</sub> را برای کنترل FR<sub>3</sub> بدون تاثیر بر FR<sub>1</sub> و FR<sub>2</sub> تغییر داد. اگر ترتیب اجرا را تغییر دهیم ابتدا سراغ DP<sub>3</sub> رفته تا FR<sub>3</sub> مقدار بگیرد، آنگاه سراغ DP<sub>2</sub> رفته تا FR<sub>2</sub> مقدار گیرد. FR<sub>3</sub> با مقدار گرفتن DP<sub>2</sub> تغییر می کند. چنین سیستمی یک سیستم نیمه مستقل یا شبه وابسته نامیده می شود.

## 2-6-2-2 بدیهه اطلاعات

بدیهه دو بیان می کند که در بین تمام طراحی هائی که بدیهه استقلال (بدیهه یک) را ارضاء می کنند، طراحی که حد اقل محتوای اطلاعاتی را دارا باشد بهترین طراحی است. (سو، 2001؛ ساش و همکاران، 1995)

خروجی نهایی فرآیند طراحی، مجموعه اطلاعاتی است که در عملیات تولید (بعد از طراحی) یا سایر موارد استفاده می شود. این اطلاعات ممکن است در قالب نقشه ها، معادله ها، مشخصات مواد، و ... باشد. با توجه به ماهیت اطلاعات تولید شده و اثر متقابل آن بر اطلاعات موجود، می توان عملیات را پیچیده تر و با هزینه بیشتر و یا بصورت ساده تر و با هزینه کمتری انجام داد. مثلاً برای طراحی یک کالا بایستی ابعاد و تلورانس های آن تعیین شده، و جهت تولید آن از یکسری ماشین آلات و فرآیندهای تولیدی استفاده کرد. اگر در انتخاب ماشین اشتباهی رخ دهد، عملیات ماشین کاری بسیار پیچیده شده و نیاز به محتوی اطلاعات زیادی خواهد داشت. به عبارتی همه می دانند که اگر ابزار درستی در اختیار داشته باشند، انجام کار بسیار آسانتر خواهد بود. این مساله سوالاتی را در ذهن ایجاد می کند که قبل از این که به اطلاعات در طراحی بدیهه گرا پرداخته شود، باید به آنها پاسخ داد: ماشین اشتباه چه ماشینی است؟ چگونه باید محتوای اطلاعات طرح را بصورت کمی اندازه گیری نمود؟ چگونه می توان با سنجش اطلاعات، بهترین طرح را انتخاب کرد؟ چگونه طراحی بر تولید تاثیر می گذارد؟

بررسی پیچیدگی بصورت کیفی ساده است، اما سنجش کمی آن مشکل به نظر می رسد. پیچیدگی، در ارتباط با سختی انجام یک کار مطرح می شود: زمانی که طراحی بصورت وابسته یا نیمه وابسته باشد روابط بین نیازهای عملکردی و پارامترهای طراحی پیچیده تر شده و در نتیجه محاسبه مقدار دقیق محتوی اطلاعاتی مشکل تر می گردد. اطلاعات مرتبط گاهی اوقات مبهم و به صورت زبانی مطرح می شود. شناسائی و سنجش محتوی اطلاعاتی بسیار مهم و حیاتی می باشد. روش های موجود بیشتر بر مبنای تئوری احتمال بوده و در آن فرض می شود اطلاعات در دسترس بایستی به شکل عدد قطعی<sup>1</sup> (مثلاً (مثلاً طول برابر 250 mm) و یا بصورت بازه ای<sup>2</sup> (مثلاً طول بین 240 تا 280) بیان شود.

در فرآیند طراحی؛ اطلاعات را احتمال ارضاء نیازهای عملکردی گویند. کل اطلاعات طراحی بوسیله اندازه گیری اطلاعات حاصله برای هر FR یا DP حاصل می آید. برای اندازه گیری محتوی اطلاعاتی بایستی به

<sup>1</sup> Crisp

<sup>2</sup> C-Granular

موارد زیر توجه نمود.

گام 1- تعریف آنچه که نیازمند اندازه گیری است.

گام 2- توالی بین نیازهای عملکردی و اندازه گیری اطلاعات مشخص شود.

گام 3- محتوی اطلاعاتی هر متغیر مرتبط اندازه گیری شود.

گام 4- اطلاعات کل سیستم را با فرض استقلال زیر سیستم ها بدست آورید.

اصل اطلاعات؛ ابزاری را برای اندازه گیری کیفیت طرح ها و هم چنین تسهیلاتی را برای انتخاب از بین گزینه های مختلف طراحی فراهم می آورد. این امر با مقایسه محتوی اطلاعاتی چندین طرح بر حسب احتمالات موفقیت ارضای FR امکان پذیر می باشد.

به منظور برآورده نمودن اصل دوم ضروری است که طراحان ابزارهای اندازه گیری و محاسبه محتوی اطلاعاتی را نیز داشته باشند.

طبق نظر آقای سو در صورت مستقل نبودن نیازهای عملکردی باید احتمالات شرطی متناظر را محاسبه نمود. اما در مورد نحوه استفاده از این احتمالات اشاره ای بعمل نیاورده است. دانیال دی. فری، عباد جهانگیر، فردریک انگلهاردت<sup>1</sup> الگوریتمی را برای محاسبه محتوی اطلاعاتی در طرح های نیمه مستقل ارائه داده اند.

طبق قضیه سیزده اگر هر FR دارای احتمال مستقل از سایر FR ها باشد محتوی اطلاعاتی کل سیستم برابر مجموع ضرب اطلاعات هر FR است.

شانون<sup>2</sup> اولین فردی است که آنتروپی را بعنوان یک معیار اندازه گیری محتوی اطلاعاتی معرفی نموده است. آنتروپی یک متغیر تصادفی گسسته X بصورت رابطه 10-2-2 تعریف می شود

$$H(X) = -\sum_{x \in X} P(x) \log P(x) \quad \text{رابطه 10-2-2}$$

شانون هم چنین اطلاعات توام با دو متغیر تصادفی X و Y را بصورت رابطه 11-2-2 تعریف کرد.

$$H(X, Y) \leq -\sum_{x \in X} \sum_{y \in Y} P(x, y) \log p(x, y) \quad \text{رابطه 11-2-2}$$

ویلسون<sup>3</sup> نیز محتوای اطلاعاتی را بصورت معکوس لگاریتم ارضاء یک تولرانس بیان نموده است. یانگ<sup>4</sup> و ال-هاک<sup>5</sup> مباحثی را راجع به همبستگی طراحی مبتنی بر بدیهیات مطرح نموده اند. آن ها اندازه گیری پیچیدگی را از سه جنبه تغییر پذیری، همبستگی و درجه آزادی مورد بررسی قرار داده اند. این سه

<sup>1</sup> Daniel D.Frey, Ebad Jahangir, Fredrick Engelhardt

<sup>2</sup> Sannon

<sup>3</sup> Wilson

<sup>4</sup> Yang

<sup>5</sup> El-Halk

جنبه از پیچیدگی به همراه آنتروپی بولتزمن<sup>1</sup> بصورت فرمول رابطه 2-2-12 ارائه شده است.

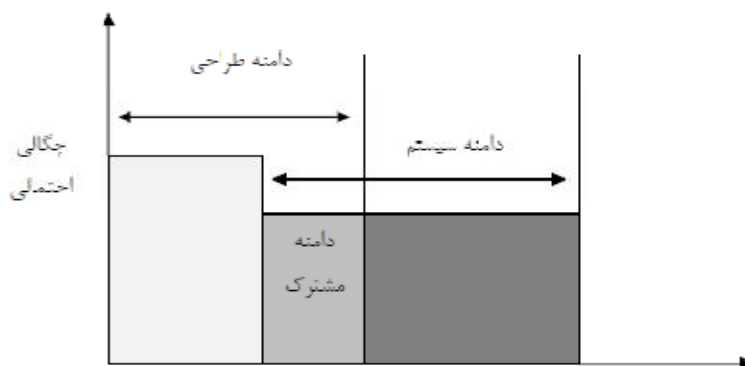
$$H(f(DP)) = \sum_{L=1}^{p-1} \sum_{k=L+1}^p \ln(2ae\sqrt{(1-p_{kl}^2)}s_1s_2) + \ln(2pe)^p p_{l=1}^p s_1^2 + \ln(A) \quad \text{رابطه 2-2-12}$$

ولی بطور ساده احتمال موفقیت در ارضاء FR را بصورت لگاریتم معکوس احتمال موفقیت بیان شده است. یا بطور ساده تر در مورد توزیع یکنواخت رابطه 2-2-13 بصورت رابطه 2-2-14 نوشته می شود .

$$I = \log_2^{\frac{1}{2}} \quad \text{رابطه 2-2-13}$$

$$I = \log_2 \quad \text{رابطه 2-2-14}$$

لگاریتم احتمال بر آورده شدن FRهای تعیین شده را به عنوان کمیتی برای محتوای اطلاعات بیان می کنند. تعریف اطلاعات ارائه شد در معادله فوق، مشابه آن چیزی است که در تئوری اطلاعات استفاده شده است (شانون و ویور، 1949؛ بریلوین، 1962؛ سو، 2001؛ ساش و همکاران ، 1995).



شکل 2-2-2: تعامل بین بازه‌ها

دامنه سیستم توانائی فعلی سیستم را نشان داده و بر حسب تولرانس بیان می گردد. دامنه مشترک به مقدار اشتراک بین دامنه طراحی و دامنه سیستم اطلاق می شود (دانشور، 1383؛ سو، 1999). اگر یک سیستم بگونه ای انتخاب شود که بازه طراحی آن (محدوده خواسته های طرح) بتواند بازه سیستم (محدوده عملکرد سیستم) را پوشش دهد آنگاه بازه سیستم زیر مجموعه بازه طراحی خواهد بود و طرح قادر است تا کلیه خواسته های مورد انتظار برای دستیابی به FRها را تامین نماید. در چنین حالتی احتمال موفقیت طرح در دستیابی به هدفش برابر است با یک و در صورتی که بازه طراحی را

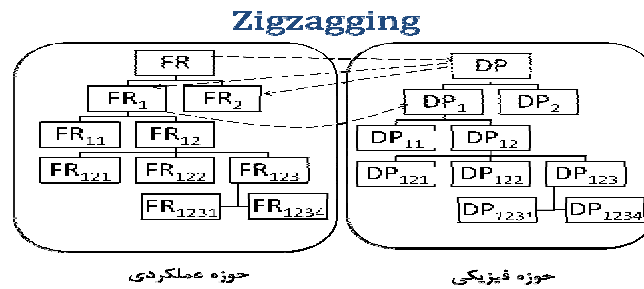
<sup>1</sup> Boltzman

پوشش ندهد این احتمال برابر با صفر است.

هر چه بازه مشترک بیشتر باشد برای انجام فعالیت ها و دستیابی به اهداف سعی و تلاش کمتری مورد نیاز است.

## 7-2-2 سلسله مراتب طراحی و حرکت زیگ زاگی

هر حوزه<sup>1</sup>، به جز حوزه مشتری، یک ساختار سلسله مراتبی<sup>2</sup> دارد. این سلسله مراتب طراحی، تجزیه عناصر را در هر دامنه از یک سیستم به زیر سیستم نشان می دهد عناصر در یک سطح از سلسله مراتب نمی توانند تجزیه شوند، مگر اینکه این عناصر در حوزه مجاور، عناصر مرتبطی داشته باشند که نحوه چگونگی دستیابی به آنها را توضیح می دهد. به عنوان مثال مجموعه ای از FR ها نمی توانند تجزیه شوند مگر اینکه هر FR، DP مناسب خود داشته باشد. هنگامیکه DP ها انتخاب شدند، FR می توانند به FR های زیر مجموعه تجزیه شوند. فرآیند حرکت بین این حوزه ها در سطح سلسله مراتب را حرکت زیگ زاگی<sup>3</sup> می گویند (شکل 2-2-3). فرآیند زیگ زاگ مطمئن می سازد که هر عنصر تجزیه می شود اگر و حتی اگر نگاشت<sup>4</sup> چه-چگونه از این عنصر کامل شود.



شکل 2-2-3: فرآیند حرکت زیگ زاگی

این فرآیند زیگ زاگی در هر سطح، از تجزیه در سلسله مراتب هر حوزه تکرار می شود. به عنوان مثال، وقتی نیاز عملکردی والدین مسافرت کردن باشد، فرآیند نگاشت نیاز به انتخاب یک DP دارد که می تواند مثلاً اتومبیل یا هواپیما جهت ارضای این FR باشد. انتخاب DP تأثیر بسزایی بر انتخاب FR زیر مجموعه دارد. به عنوان مثال، FR زیر مجموعه<sup>5</sup> که از انتخاب اتومبیل ایجاد می شود، متفاوت از انتخاب هواپیما به عنوان DP می باشد.

<sup>1</sup> Domain

<sup>2</sup> Hierarchy

<sup>3</sup> Zigzagging

<sup>4</sup> Mapping

<sup>5</sup> Sub-FR



در طول تجزیه، اصل بدیهی استقلال باید به ماتریس طراحی اعمال شود، تا مطمئن شویم در هر سطح از طراحی، ماتریسی مستقل یا شبه مستقل بدست می آید. در پایان حرکت زیگ زاگی، هنگامیکه مجموعه ای از FR ها و DP ها شکل می گیرند، دو اصل بدیهی بکار می رود تا طرح های پیشنهادی را ارزیابی کنند. ماتریس طراحی برای ارزیابی مورد استفاده قرار می گیرد. اصل بدیهی استقلال در فرآیند ماتریس طراحی مورد استفاده قرار می گیرد تا اطمینان حاصل شود که ماتریس طراحی مستقل یا شبه مستقل بدست آید. در بسیاری موارد نیاز مشتریان نمی تواند و نیاز نیست تا تجزیه شود زیرا آنها معمولاً در قالب سطح بالاترین نیازها بیان می شوند. اگر در آینده هنگامی که تخصصی سازی<sup>1</sup> محصول مهم شود، حرکت زیگ زاگی می تواند اجرا شود تا مشتری بتواند مطلوب ترین عملکردها<sup>2</sup> را بین عملکردهای موجود انتخاب کند. هنگامی می توان گفت طراحی سیستم کامل است که نیازها و محدودیت ها برای سطوح پایین تر FR جهت اجرا (تولید، ساخت و ...) یا تهیه DPها به خوبی معین شده باشد.

## 8-2-2 محتوای اطلاعات و استقلال عملیاتی

محتوای اطلاعات مربوط به FRهای یک طرح مستقل را می توان به سادگی از حاصل جمع اطلاعات مربوط به هر سطح از سلسله مراتب FRها بدست آورد. اما در موارد طراحی وابسته، هر DP ممکن است بر روی چندین FR تاثیر گذار باشد. بنابراین از آنجا که محتوای اطلاعات به مسیری که DPها طی می کنند تا FRها را ارضا کنند بستگی دارد، محتوای اطلاعات را نمی توان به راحتی تعیین نمود. به علاوه محتوای اطلاعات یک فرآیند وابسته از محتوای اطلاعات یک فرآیند مستقل بیشتر است. (سو، 2001؛ ساش و همکاران، 1995).

## 9-2-2 لم ها

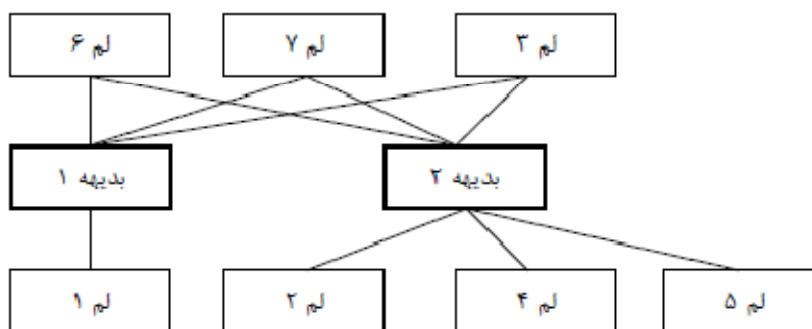
لم<sup>3</sup> عباراتی هستند که به دنبال بدیهیات یا سایر عباراتی که اثبات شده اند می آیند. از آنجا که این لم ها نسبت به بدیهیات با سهولت بیشتری با موارد حقیقی منطبق هستند، نقش مهمتری را در اتخاذ تصمیمات طراحی ایفا می کنند. همه لم ها از دو بدیهه اصلی مشتق می شوند و می توان آن ها را قوانین طراحی نامید.

<sup>1</sup> Customization

<sup>2</sup> Functions

<sup>3</sup> Corollary

- لم 1: (نیمه مستقل کردن یک طرح وابسته)  
اگر FRها وابسته باشند یا در اهداف طراحی به یکدیگر وابسته هستند، قطعات یا جنبه های راه حل را تفکیک نمایید.
  - لم 2: (کمینه کردن FRها)  
تعداد FRها و محدودیت ها را کمینه کنید.
  - لم 3: (ترکیب قطعات فیزیکی)  
تا جایی که بتوان FRها را در راه حل نهایی به صورت مستقل برآورده و ویژگی های طراحی را در یک قطعه فیزیکی تعبیه نمایید.
  - لم 4: (استفاده از استاندارد سازی)  
در صورتی که استفاده از قطعات استاندارد یا قابل جایگزینی با بدیهیات و محدودیت ها ناهماهنگی ایجاد نمی کند، از آن ها استفاده کنید.
  - لم 5: (استفاده از تقارن)  
اگر اشکال یا اجزاء متقارن با FRها و محدودیت ها همخوانی دارند، در طرح خود از آن ها استفاده کنید.
  - لم 6: (بزرگترین تلورانس)  
در بیان FRها از بزرگترین تلورانس ممکن استفاده نمایید.
  - لم 7: (طرح مستقل با اطلاعات کمتر)  
به دنبال طرح های مستقلی باشید که در برآورده ساختن مجموعه FRها به اطلاعات کمتری نسبت به طرح های وابسته نیاز دارند.
- شکل 2-2-4 رابطه بین لم ها و بدیهیات را نشان می دهد. ارتباط بین لم ها و بدیهیات بیان کننده این است که لم 1 نتیجه مستقیم بدیهه 1 است، لم های 3، 6، و 7 از بدیهیات 1 و 2 نتیجه می شوند. لم های 2، 4، و 5 منتج از بدیهه دو هستند. برخی از این لم ها ساده بوده اما برخی دیگر دارای مفهومی پیچیده تر می باشند.



شکل 2-2-4 : منشا لم‌ها

لم 1 بیان می کند که در صورتی که طرح موجود وابسته است، باید استقلال عملیاتی را از طریق مستقل کردن طراحی تامین نمود.

لم 2 بیان می دارد که در اثر افزایش FRها و محدودیت ها، سیستم پیچیده تر شده و محتوای اطلاعات بالا می رود. با توجه به این لم، این بیان که طراحی من از طراحی تو بهتر است زیرا بیش از آنچه خواسته شده، انجام می دهد گمراه کننده و اشتباه است. طراحی باید به طور دقیق آنچه توسط FRها خواسته شده را برآورده نماید، نه بیشتر و نه کمتر.

لم 3 بیان می کند که برای کاهش محتوای اطلاعات، باید از تعداد قطعات تا جایی که FRها وابسته نشوند، کاست. با این وجود، اگر به استقلال FRها لطمه وارد شود یا محتوای اطلاعات افزایش پیدا کند، ترکیب فیزیکی قطعات مطلوب نیست.

لم 4 یک قانون مهم طراحی را بیان می کند: استفاده از قطعات استاندارد. برای کاهش موجودی و کمینه کردن اطلاعات مورد نیاز تولید و مونتاژ، در صورتی که قطعات استاندارد بتوانند خواسته های FRها را برآورده کنند، نباید از قطعات خاص برای این منظور استفاده نمود. بعلاوه بنابر لم 3، به منظور کاهش هزینه های موجودی و ساده سازی مدیریت موجودی، تعداد قطعات استاندارد باید کاهش یابد.

لم 5 آشکار قطعات متقارن به اطلاعات کمتری در تولید و در تنظیم جهت در فرآیند مونتاژ نیاز دارند. نه تنها شکل کلی، بلکه سوراخ ها و سایر مشخصات جسم باید متقارن باشند تا اطلاعات مورد نیاز برای تولید و استفاده کمینه شود.

لم 6 در ارتباط با تلورانس ها مطرح می شود. از آنجا که هر چه تلورانس ها کاهش پیدا کند، تولید محصول مشکل تر می شود، برای تولید قطعات با تلورانس های کم، اطلاعات بیشتری مورد نیاز است. از طرف دیگر، اگر تلورانس ها زیاد باشند، آنگاه تجمع اشتباهات در مونتاژ ممکن است مانع از تحقق FRها شود. بنابراین باید تا جایی که امکان دارد تلورانس ها را بزرگ در نظر گرفت اما این امر باید همراه با تولید

قطعات قابل قبول از نظر مونتاژ باشد، تلورانس مناسب تلورانسی است که تا حد امکان محتوای اطلاعات را کاهش دهد. وقتی که تلورانس ها کم هستند، به علت اطلاعات بیشتر مورد نیاز فرآیند تولید، محتوای اطلاعات افزایش پیدا می کند. افزایش تلورانس ها نیز پایایی را کاهش و نیاز به نگهداری و تعمیرات را افزایش می دهد؛ این امر خود منجر به افزایش محتوای اطلاعات می شود.

لم 7 بیان می کند همیشه یک طرح مستقل وجود دارد که اطلاعات کمتری نسبت به طراحی وابسته دارا است. این لم نتیجه بدیهه 1 و 2 می باشد. اگر این لم درست نبود، آنگاه بدیهه 1 و 2 نیز اعتباری نداشتند. وقتی طراح، طرحی مستقل ارائه می دهد که محتوای اطلاعات آن از یک طرح وابسته بیشتر است، این لم مصداق پیدا می کند؛ طراح باید دوباره دست بکار شود و طرح مستقل یا نیمه مستقل جدیدی را ارائه کند که محتوای اطلاعات کمتری از طرح وابسته داشته باشد.

علاوه بر این لم ها، ممکن است لم های بسیار زیاد دیگری وجود داشته باشند. هر بیانی را که بتوان از بدیهیات و لم های پیش گفته استخراج نمود، خود یک لم است. (سو، 2001؛ ساش و همکاران، 1995).

## 2-2-10 قضیه

یک قضیه<sup>1</sup>، عبارتی است که بدیهی نیست ولی می تواند از طریق بدیهیاتی که مورد قبول هستند، اثبات شود. قضیه معادل قانون است. اگر بدیهیات صحیح بوده و روش اثبات قضیه درست باشد، قضیه صحیح است.

قضیه 1: (وابستگی ناشی از تعداد نا کافی DPها)

وقتی تعداد DPها کمتر از تعداد FRها باشد، طرح وابسته است و یا اینکه FRها برآورده نمی شوند.

قضیه 2: (نیمه مستقل کردن طراحی وابسته)

وقتی که طرحی به علت بیشتر بودن FRها از DPها (یعنی  $m > n$ ) وابسته باشد، در صورتی که زیر مجموعه ای از ماتریس طراحی که شامل  $n \times n$  عنصر است ماتریسی مثلثی تشکیل دهد، می توان آن را با افزودن DPهای جدید برای تساوی تعداد FRها و DPها از حالت وابسته به حالت نیمه مستقل تبدیل نمود.

<sup>1</sup> Theorem

قضیه 3: (طراحی اضافی)

وقتی تعداد DP ها از FR ها بیشتر است، آنگاه طرح یا اضافی است یا وابسته.

قضیه 4: (طراحی ایده آل)

در یک طراحی ایده آل، تعداد DP ها برابر تعداد FR ها می باشد.

قضیه 5: (نیاز به طراحی جدید)

وقتی که با اضافه شدن FR های جدید یا جایگزین کردن یک FR موجود با یک FR جدید یا با انتخاب مجموعه FR های کاملاً متفاوت، مجموعه اولیه دستخوش تغییر شود، راه حل طراحی با DP های قبلی نمی تواند مجموعه جدید FR را برآورده کند. بنابراین باید یک راه حل جدید طراحی برگزید.

قضیه 6: (استقلال از مسیر در طراحی مستقل)

محتوی اطلاعات یک طرح مستقل از توالی که DP ها برای برآورده نمودن مجموعه FR ها طی می کنند، مستقل است.

قضیه 7: (وابستگی به مسیر در طرحهای وابسته و نیمه مستقل)

مجموعه اطلاعات طرح های وابسته و نیمه مستقل، به توالی که DP ها تغییر می کنند و به مسیر خاص این تغییر بستگی دارد.

قضیه 8: (استقلال و تلورانس)

وقتی که تلورانس تعیین شده توسط طراح، بزرگ باشد، طرح مستقل است. در برخی مواد می توان از عناصر غیر قطری ماتریس طراحی، در ملاحظات چشم پوشید. مفهوم محتوای اطلاعات رابطه نزدیکی با احتمالات داشته و از آنجا که احتمال تابعی از تلورانس می باشد، تلورانس و محتوای اطلاعات به هم وابسته هستند.

قضیه 9: (طراحی برای تولید پذیری)

برای اینکه یک محصول فاقد تولید باشد، ماتریس طراحی محصول، [A] (که بردار FR محصول را به بردار DP آن مرتبط می سازد) ضرب در ماتریس طراحی فرآیند تولید محصول، [B] (که بردار DP را به

بردار PV فرآیند تولید مربوط می کند)، باید ماتریسی قطری یا مثلثی بدست دهد. در نتیجه وقتی یکی از ماتریس های طراحی یعنی [A] یا [B] طراحی وابسته را ارائه دهند، محصول قابل تولید نیست.

قضیه 10: (ماژولار بودن محاسبات استقلال)

فرض کنید که ماتریس طراحی [DM] می تواند به زیر ماتریس های مربعی که تنها در طول قطر اصلی غیر صفر هستند، تقسیم شود. آنگاه شاخص های R و S برای ماتریس [DM] برابر با حاصلضرب مقادیر آنها برای زیر ماتریس های غیر صفر هستند.

قضیه 11: (تغییر ناپذیری)

با تغییر FR ها و DP ها تا وقتی که این تغییرات طریقه تخصیص DP ها به FR ها را تغییر نداده است، شاخص های R و S ماتریس طراحی [DM] ثابت باقی خواهد ماند. (سو، 2001؛ ساش و همکاران ، 1995).

### 3-2 بررسی ادبیات تحقیق تکنیک های تصمیم گیری

#### 1-3-2 مقدمه

#### 1-1-3-2 تصمیم گیری چیست ؟

انسان در مسیر زندگی خود همواره با مشکلات و مسائل مختلفی مواجه می شود که ناگزیر است برای حل یا گذر از آنها تصمیمی اتخاذ کند . تشخیص مناسب ترین گزینه ای که می تواند و باید باشد و یافتن بهترین راهکار، مسیر زندگی را شکل می دهد و کیفیت آن را مشخص می کند.

پیش بینی ، ارزیابی و مقایسه نتایج راه حل های موجود و انتخاب قطعی یک راه حل برای رسیدن به هدف مطلوب، تصمیم گیری نامیده می شود . تصمیم گیری از تصمیم های جزئی در امور کوچک گرفته تا تصمیم های بسیار بزرگ و پراهمیت ، نقش گسترده ای در زندگی انسان دارند. حاصل فرآیند تصمیم گیری در تمامی اقدامات و فعالیت هایی که افراد انجام می دهند، نمایان می شود .

پیچیدگی ، هزینه بالای عملیات و وسعت تشکیلات سازمانی، لزوم به کارگیری شیوه های تصمیم گیری مناسب و انجام تصمیم های مستدل را برای مدیران روشن می سازد. مدیران بیش از همه چیز به ابزارهایی راحت و مطمئن نیاز دارند که آنها را در انجام تصمیم هایی که به طور مدام و یا گاه گاه با آن مواجه هستند ، یاری کنند. تصمیم گیرنده مانند فردی است که در یک تقاطع باید به یکی از مسیرها وارد شود . مجموعه ای گزینه های تصمیم، فضای تصمیم را به وجود می آورند .

هربرت سایمون<sup>1</sup> محققى است که در رابطه با مفهوم و مکانیسم تصمیم‌گیری مطالعات زیادی انجام داده است. از نظر او مدیریت و تصمیم‌گیری دو واژه هم‌معنی و مترادف می‌باشند. علاوه بر سایمون ، گروه دیگری از صاحب‌نظران معتقدند که کانون اصلی مدیریت را تصمیم‌گیری تشکیل می‌دهد و انجام وظایفی چون برنامه‌ریزی، سازماندهی و یا کنترل در واقع کاری جز تصمیم‌گیری درباره نحوه و چگونگی انجام این فعالیت‌ها نیست .

تصمیم‌گیری یک فرآیند ذهنی است که طی آن فرد ، مساله و مشکل مورد نظر را برای خود مشخص و نتایج دلخواه را نیز مسجّم می‌کند. آن‌گاه به یافتن راه‌هایی می‌اندیشد که در راستای حصول اهداف مورد نظرش ، موجب تغییر و بهبود وضعیت موجود می‌شود.

فرد تصمیم‌گیرنده با بهره‌گیری از اطلاعات ذهنی و کسب اطلاعات مرتبط از محیط و در پرتو فرهنگ ، درک ، اعتقادات و ارزش‌ها ، نگرش‌ها، شخصیت ، دانش و بینش خود راه‌های مختلف حصول به نتیجه را مشخص می‌کند. سپس احتمال هر یک از راه‌های ممکن در دست یابی به هدف برآورده می‌شود. در نهایت تصمیم‌گیرنده با مقایسه ارزیابی‌ها ، تصمیم‌گیری می‌کند و یا به عبارتی دیگر روش برتر را انتخاب می‌کند. عمل تصمیم‌گیری در اداره امور سازمان‌ها به اندازه‌ای مهم است که عده‌ای سازمان را شبکه تصمیم و مدیریت را عمل تصمیم‌گیری تعریف کرده‌اند . در دنیای امروز ، اداره امور سازمانی نمی‌تواند صرفاً برنبوغ و قضاوت شخصی افراد متکی باشد. بلکه تصمیم‌گیری‌ها بایستی حتی‌الامکان ، برپایه بررسی‌های علمی ، اطلاعات دقیق و به‌موقع و بر طبق اصول و روش‌های مشخصی صورت گیرد. تکنیک‌های تصمیم‌گیری و استفاده از فنون تصمیم‌گیری، یکی از گزینه‌هایی است که می‌تواند نقش و تاثیر بسزایی را در این راستا ایفا کند.

برنامه‌ریزی و روش‌های آن ، به اتخاذ تصمیم‌های بهینه وابسته است. به طوری که تصمیم‌گیری جزء غیر قابل تفکیک و بسیار اساسی هر برنامه‌ریزی به شکار می‌رود . تصمیم‌گیری و انتخاب گزینه بهینه در یک برنامه‌ریزی، مهم‌ترین و بیشترین نقش نرم‌افزاری را بر عهده دارد. امروزه نقش تصمیم‌ها در توسعه یافتگی کمتر از نقش منابع نیست. لکن در بسیاری از موارد اتخاذ تصمیم در مواردی که با مجموعه قابل توجهی از معیارها سرو کار داشته و به اولویت بندی واحدهای تصمیم‌گیری براساس اهمیت نسبی‌شان نیاز دارند ، کارآسانی نیست .

به طور خلاصه ، برای نیل به هدف ، تصمیم‌گیری لازم است و تصمیم‌گیرنده می‌باید از میان استراتژی‌های موجود یکی را انتخاب کرده و به کار گیرد. موفقیت و یا عدم موفقیت تصمیم‌گیرنده در نیل به هدف، به عوامل زیر بستگی دارد :

- کیفیت و ماهیت استراتژی‌های موجود

<sup>1</sup> Herbert simon

- ماهیت عوامل محیطی خارج از کنترل سازمان
- قدرت رقبا و ماهیت و شدت رقابت آن‌ها با سازمان

### 2-3-2 عوامل موثر بر تصمیم‌گیری

عوامل مختلفی بر تصمیم‌گیری اثر گذاشته که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از :

#### 1-عوامل عقلایی :

عوامل قابل اندازه‌گیری از قبیل سود، هزینه ، زمان ، پیش‌بینی‌ها و..... عوامل عقلایی هستند . یک تمایل عمومی وجود دارد که بیشتر بدین عوامل پرداخته شود و معمولاً عوامل غیر کمی به فراموشی سپرده می‌شوند .

#### 2-عوامل روانشناختی :

مشارکت انسان در پدیده تصمیم‌گیری روشن است. عواملی از قبیل شخصیت فرد تصمیم‌گیرنده ، توانایی‌های او ، تجربیات ، میزان درک مساله، ارزش‌ها، آرزوها و نقش او از جمله عوامل روان‌شناختی مهم در تصمیم‌گیری می‌باشند .

#### 3-عوامل اجتماعی :

موافقت دیگران به خصوص کسانی که تصمیم به نوعی بر آن‌ها تاثیر می‌گذارد، از معیارهای مهم تصمیم‌گیری است. توجه به این عوامل، از مقاومت دیگران در برابر تصمیم می‌کاهد .

#### 4-عوامل فرهنگی :

محیط اجرای تصمیم دارای لایه‌های فرهنگی متعددی است که به نام فرهنگ منطقه ، فرهنگ کشور و فرهنگ جهانی خوانده می‌شوند. همچنین فرهنگ خود سازمان نیز باید مد نظر قرار گیرد. این فرهنگ‌ها در قالب هنجارهای مورد قبول جامعه ، رویه‌ها و ارزش حاکم بر آن، بر تصمیم فردی و یا سازمانی تاثیر می‌گذارند .

### 2-3-3 مراحل تصمیم‌گیری

پنج گام در فرآیند تصمیم‌گیری وجود دارد که به ترتیب عبارتند از :

#### 2-3-3-1 شناسایی و تعریف مساله

ابتدایی‌ترین و مهم‌ترین قدم در تصمیم‌گیری ، تعریف صحیح مساله است که باید وقت مناسب و قابل توجهی به این امر اختصاص داده شود . در مواقعی که فرصت لازم وجود دارد، می‌توان با یادداشت کردن موضوع اصلی و تقسیم کردن آن به اجزاء تشکیل‌دهنده‌اش به بررسی دقیق‌تر موضوع پرداخت . بسیاری از



مسائل اگرچه به درستی حل می‌شوند ، اما به لحاظ عدم تعریف صحیح مساله، فرآیند تصمیم‌گیری ضرورتاً منجر به نتیجه بهینه نمی‌شود .

### 2-3-3-2 جستجو برای یافتن راه حل‌های احتمالی

پس از آن که در گام قبلی مساله به طور دقیق و روشن تعریف شود، باید تمامی راه حل‌های ممکن را برای حل مساله مورد نظر فهرست کرد. معمولاً برای حل یک مساله راه حل‌های مختلفی وجود دارد. معمولاً هر چه راه حل‌های بیشتری پیدا شود ، تصمیم‌گیری با موفقیت بیشتری همراه خواهد بود . یک روش خوب برای یافتن راه حل‌های مختلف برای حل یک مشکل ، استفاده از تکنیک بارش مغزی<sup>1</sup> است . برای استفاده از این روش باید ذهن خود را سیال ساخت و تمامی راه حل‌هایی را که به ذهن می‌رسد ، چه خوب و چه بد ، چه سخت و چه آسان یادداشت کرد . بنابراین در این مرحله هیچ نوع قضاوتی در مورد مناسب بودن یا نبودن راه حل‌ها، انجام نمی‌شود. به عبارت دیگر در این مرحله ، هدف فقط رسیدن به راه حل‌های زیادتر است و کمیت راه حل‌ها مهم است نه کیفیت آن‌ها. در مراحل بعدی یکی از این راه حل‌ها انتخاب خواهد شد .

### 2-3-3-3 بررسی نتایج ناشی از هر راه حل

انجام هرکاری پیامدها و نتایجی به دنبال دارد. بنابراین باید قبل از انجام هر کاری ، پیامدها و نتایج آن کار را پیش‌بینی کرد تا مشکلات کمتری به وجود آید . برای پیش‌بینی پیامدهای کوتاه مدت و بلندمدت هریک از راه حل‌ها می‌توان از روش تحلیل هزینه – فایده استفاده کرد. بدین منظور باید با استفاده از نیروی فکر، تجارب ذهن و همچنین نظرات دیگران ، هزینه‌ها و مضرات هرکدام از راه حل‌های مطرح شده و فواید احتمالی آن‌ها مورد بررسی قرار گیرند .

### 2-3-3-4 انتخاب یکی از مدل‌های تصمیم‌گیری و اتخاذ تصمیم

در این مرحله باید یک یا چند روش تصمیم‌گیری را انتخاب و برای اساس آن‌ها تصمیم‌گیری کرد. محیط تصمیم‌گیری ممکن است قطعی بوده و یا از عدم قطعیت برخوردار باشد . همچنین ممکن است تصمیم‌گیری به صورت فردی و یا گروهی انجام شود . نکته مهم در زمان استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری ، انتخاب روش مناسب است . زیرا روش‌های مختلفی که در مدل‌های تصمیم‌گیری به کار می‌روند، هریک دارای ویژگی‌ها و محدودیت‌های مشخصی هستند و نمی‌توان از آن‌ها در تمام مسائل تصمیم‌گیری استفاده کرد . مهم‌ترین معیارهای انتخاب روش مناسب از بین روش‌های مختلف تصمیم‌گیری عبارتند از :

1 Brain storming

- تاثیر یا عدم تاثیر معیارها بر یکدیگر
- کیفی یا کمی بودن معیارها
- جنبه مثبت یا منفی داشتن معیارها
- دسترسی یا عدم دسترسی به وزن نسبی معیارها
- نیاز یا عدم نیاز به کسب اطلاعات از تصمیم‌گیرنده در حین فرآیند حل مساله

### 2-3-3-5 ارزیابی نتایج حاصل از اجرای تصمیم

پس از انتخاب بهترین راه حل از بین راه حل‌های ممکن، باید آن را به اجرا گذاشت و در عمل نتیجه آن را مورد ارزیابی قرار داد. اگر نتایج مفید و مثبتی به دست آمده باشد، نشانه آن است که تصمیم‌گیری درست و موفقیت آمیز بوده است و فرآیند حل مساله پایان می‌یابد. در غیر این صورت باید موانع و مشکلات طرح و راه حل‌های قبلی مجدداً بررسی شود تا تصمیم مناسب‌تری اتخاذ شود.

### 2-3-4 معیارهای تصمیم‌گیری

به ملاک‌هایی که متضمن هدف و سازنده آن هستند و تصمیم‌گیرنده به منظور افزایش مطلوبیت و رضایت خود آن‌ها را مد نظر قرار می‌دهد، معیار گفته می‌شود. معیارها در واقع سنگ محک هدف یا وسیله اندازه‌گیری آن می‌باشند. به عبارت دیگر معیارها، استانداردها و قوانینی هستند که برای قضاوت استفاده شده و میزان اثربخشی<sup>1</sup> را در تصمیم‌گیری بیان می‌کنند. هر اندازه معیارها اجزاء هدف را بیشتر پوشش دهند و بیشتر بیان‌کننده هدف باشند، احتمال رسیدن به نتیجه دقیق‌تر افزایش خواهد یافت.

معیارها ممکن است کمی باشند که بتوان آن‌ها را در قالب اعداد و ارقام بیان کرد. در این صورت، روش‌های ریاضی متنوعی برای حل آن‌ها وجود دارد. ولی اگر معیارها کیفی باشند، دیگر به سادگی نمی‌توان از روش‌های ریاضی استفاده کرد و تحلیل آن‌ها روش خاص خود را می‌طلبد. در این حالت‌ها اندازه‌گیری معیارهای کیفی نیاز به یک استاندارد دارد.

در بسیاری از مسائل مشاهده می‌شود که معیارهای تصمیم‌گیری، هم کمی و هم کیفی هستند، که در بعضی موارد نیز هم واجد نیستند. لذا در برخورد با این مسائل می‌بایست به دنبال گزینه ای بود که بیشترین مزیت را برای معیارها داشته باشد.

<sup>1</sup> - effectiveness

## 2-3-5 لزوم استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره

انسان حتی در کوچک‌ترین تصمیم شخصی، در پی آن است که بین نیازها و اهدافش تعادلی برقرار کند و این ضرورت، او را به استفاده از تصمیم‌گیری چندمعیاره به عنوان یک راه حل، نیازمند می‌کند. ممکن است کوتاه‌ترین مسیر انتخاب شود ولی آیا مسیر کوتاه انتخاب شده ارزان‌ترین، راحت‌ترین و بی‌خطرترین مسیر است؟

در گذشته مسائل تجاری اغلب با یک هدف و آن هم بیشینه کردن سود تبیین می‌شدند اما امروزه در تجارت این شاخص نمی‌تواند به تنهایی راه‌گشای پیشرفت باشد. هنر تصمیم‌گیرندگان امروزی، استفاده از اهداف چندگانه و متضادی مانند کمینه کردن هزینه و بیشینه کردن کیفیت خدمات است. این‌گونه مسائل خیلی پیچیده‌تر از مسائل گذشته و سنتی هستند. باید اهداف مورد نظر را با شاخص‌های متعدد مقایسه کرده و یا آن‌ها را رتبه‌بندی کرد. این‌گونه مسائل در چند دهه اخیر به طور چشم‌گیری مورد توجه قرار گرفته‌اند.

پیچیدگی‌های محیط برنامه‌ریزی، حجم زیاد اطلاعات و مشکلات عدیده‌ای که جهان کنونی با آن مواجه است، نگرش یک بعدی را بر نمی‌تابد. بسیار مشکل است که از یک زاویه تک بعدی پدیده‌های اطراف خود را ببینیم و تنها با یک شاخص به قضاوت پردازیم. در جهان امروز پیچیدگی ذاتی بسیاری از محیط‌های تصمیم‌گیری، لزوم جامع‌نگری در تصمیم‌گیری‌ها را ایجاب می‌کند. امروزه لزوم بهره‌گیری از افراد مختلف با مشاغل، تخصص‌ها، تجربیات، سوابق و دیدگاه‌های علمی گوناگون کاملاً معمول شده است. همه این موارد، ضرورت استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری گروهی<sup>1</sup> و چندمعیاره را بیش از پیش مشخص می‌کند. در بعضی از مسائل، معیارها ممکن است با یکدیگر متضاد باشند، یعنی افزایش یک عامل یا معیار موجب کاهش عامل دیگر شود. تبدیل معیارها (اعم از کیفی و کمی) به یکدیگر نیز مشکلات خاص خود را دارد. در این‌گونه مسائل معمولاً باید به دنبال گزینه‌ای بود که بیشترین مزیت را برای تمامی معیارها ارائه می‌کند.

با توجه به مشکلات مربوط به فرآیند تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه می‌توان گفت که در این حالت تصمیم‌گیری ساده نبوده و به علت عدم وجود استاندارد از سرعت و دقت تصمیم‌گیری به مقدار زیادی کاسته می‌شود. چنین شرایطی باعث می‌شود که فرآیند تصمیم‌گیری به مقدار زیادی به فرد تصمیم‌گیرنده وابسته باشد. برای رفع این مشکل و یا حداقل کردن آثار جانبی آن، روش‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه طراحی شده‌اند.

فورمن<sup>2</sup> و سلی<sup>1</sup> معتقدند هر سیستم تصمیم‌گیری چندمعیاره باید دارای خصوصیات زیر باشد:

<sup>1</sup> - Group Decision Making

<sup>2</sup> - Forman

- امکان فرموله کردن مسأله و تجدید نظر کردن
- در نظر گرفتن گزینه‌های مختلف
- در نظر گرفتن شاخص‌های کیفی و کمی در فرآیند تصمیم‌گیری
- در نظر گرفتن نظرات افراد مختلف در مورد گزینه‌ها و شاخص‌ها
- امکان تلفیق قضاوت‌ها
- داشتن یک مبنای تئوری قوی.

### 2-3-6 معرفی روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (تقسیم‌بندی مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره)

برای دستیابی به هدفی خاص بیشتر لازم است که تصمیم‌گیرنده، چندین معیار را به صورت توأم ارزیابی کرده و گزینه‌های مختلف را بر طبق معیارها بسنجد. چنین فرایندی، تصمیم‌گیری چندمعیاره ( $MCDM^2$ ) نامیده می‌شود (فولادگر، 1386).

در واقع در شرایط تصمیم‌گیری، می‌توان مسئله مورد نظر را در سه حالت بررسی کرد:

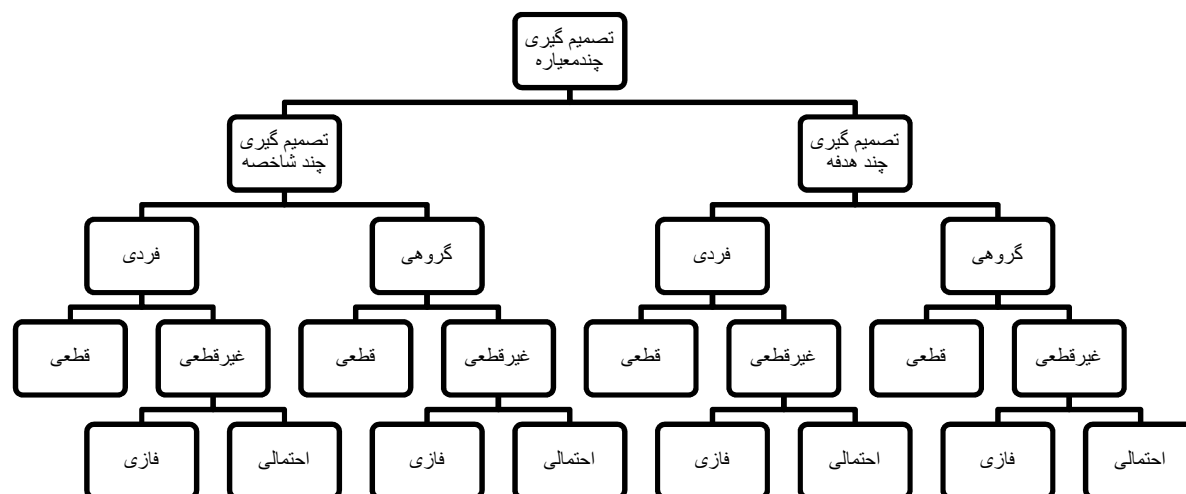
- انتخابی: انتخاب بهترین گزینه‌ها از میان گزینه‌های ممکن.
  - رتبه‌بندی: رتبه‌بندی گزینه‌ها به ترتیب ارجحیت آنها.
  - گروه‌بندی کردن: دسته‌بندی گزینه‌ها در طبقات از پیش تعیین شده براساس مقایسه آنها با مراجع و استانداردهای موجود (ملک‌محمدی و دیگران، 1387؛ Mousseau, et al. 1998)
- مدل‌های  $MODM^3$  و  $MADM^4$  جزء مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره ( $MCDM$ ) به حساب می‌آیند و بر این پایه استوارند که درعالم واقع تصمیم‌گیری‌ها اغلب چندمعیاره هستند و ملاک مناسب یا نامناسب بودن تصمیمات بیش از یک معیار است. تفاوت اصلی  $MODM$  و  $MADM$  آن است که اولی بر فضای تصمیم‌گیری پیوسته و دومی بر فضای تصمیم‌گیری گسسته تعریف می‌گردد. البته استثناهایی بر این قاعده وجود دارد. (آذر و فرجی، 1389).

<sup>1</sup> - selly

<sup>2</sup> Multiple Criteria Decision Making

<sup>3</sup> Multiple Objective Decision Making

<sup>4</sup> Multiple Alternative Decision Making



شکل 2-3-1: تقسیم‌بندی چندمعیاره

جدول 2-3-1: تفاوت مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه و چند هدفه (Hwang, Yoon, ۱۹۸۱)

مدل‌های تصمیم‌گیری چند هدفه	مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه	محورها
اهداف واضح و روشن غیر صریح و مبهم الزام آور نامتناهی (متناظر با اعداد پیوسته) طراحی	شاخص‌ها غیر صریح و مبهم واضح و روشن غیر الزام آور متناهی (متناظر با اعداد صحیح) انتخاب و ارزیابی	اساس تعریف معیارها هدف‌ها شاخص‌ها محدودیت‌ها تعداد راهکارها موارد استفاده

### 2-3-6-1 مدل‌های چند هدفه (MODM)

با انتخاب بهترین گزینه با در نظر گرفتن تعاملات گوناگون درون محدودیت‌ها انجام می‌شود. به گونه‌ای که به بهترین شکل خواسته‌های تصمیم‌گیرنده را با کسب چند سطح قابل قبول از مجموعه‌ای از اهداف قابل اندازه‌گیری ارضاء کند. گزینه‌های این دسته به طور ضمنی در منطقه موجه یک مجموعه از محدودیت‌ها بیان می‌شوند، تا رضایت‌بخش‌ترین گزینه انتخاب شود. در این روش افزایش اهمیت یک هدف فقط با کاهش اهمیت حداقل یک هدف دیگر، مسیر خواهد بود. تکنیک‌هایی همچون روش اپسیلون محدودیت<sup>1</sup>، تحلیل پوششی داده‌ها<sup>2</sup>، مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی و برنامه‌ریزی آرمانی<sup>1</sup> در این دسته جای می‌گیرند.

<sup>1</sup> E-constraint

<sup>2</sup> Data development analysis

(آذر و فرجی، 1389).

### 2-6-3-2 مدل‌های چند شاخصه (MADM)

فرآیند گزینش در مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه به این صورت است که تعداد محدود و قابل شمارشی از گزینه‌های از پیش تعیین‌شده از طریق معیارها یا شاخص‌های چندگانه مورد بررسی قرار می‌گیرند. گزینه برتر با توجه به میزان ارضای هر چه بیشتر معیارها یا شاخص‌ها انتخاب می‌شود. از روی اطمینان نمی‌توان گفت که آیا این تکنیک‌ها کمی هستند یا خیر. شاخص‌ها به‌عنوان معیارهایی که بر مبنای آن‌ها گزینش نهایی صورت می‌گیرد عمل می‌کنند. در روش‌های چندشاخصه، داده‌های اولیه براساس نظرات تصمیم‌گیرندگان در قالب ماتریس تصمیم‌گیری جمع‌آوری شده و مبنای تصمیم‌گیری نهایی و به عبارتی تلفیق نظرات افراد مذکور می‌شود. روش‌های MADM بر پایه استدلال‌ات ریاضی، بهترین گزینه تصمیم‌گیری را از بین گزینه‌های موجود با اولویت‌بندی آن‌ها تعیین می‌کند. (رضوانی و مهدی‌پور، 1388).

از ابتدایی‌ترین مدل‌های این دسته می‌توان به مدل‌های طبقه‌بندی اشاره کرد که توسط تیمرمن (1986) ارائه شد. این مدل‌ها براساس سوابق و تجربیات گذشته تأمین‌کنندگان در ارتباط با برخی معیارها پایه‌گذاری شده است. در صورتی که تأمین‌کننده معیار موردنظر را دارا باشد، امتیاز «مثبت» دریافت کرده، در غیر این صورت نمره «منفی» و یا «خنثی» به خود اختصاص می‌دهد. جمع جبری امتیازات کسب شده رتبه نهایی تأمین‌کننده را نشان می‌دهد. سپس مدل‌های وزن‌دهی خطی مورد استفاده قرار گرفتند که با وزن‌دهی سعی داشتند تا روش طبقه‌بندی را بهبود دهند. در نهایت با محاسبه امتیاز نهایی عملکرد تأمین‌کنندگان رتبه بندی می‌شدند.

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) که توسط توماس ال. ساعتی در دهه 1970 ارائه شد. از معروف‌ترین و معروف‌ترین فنون تصمیم‌گیری چند شاخصه می‌باشد. اساس این روش بر مقایسات زوجی نهفته است. در این روش تصمیم‌گیرنده با ایجاد درخت سلسله مراتب تصمیم، کار را آغاز می‌نماید. در این درخت در سطح صفر، هدف، در سطح اول، معیارهای تصمیم‌گیری و در سطح دوم، گزینه‌های تصمیم قرار دارند. برای  $n$  معیار،  $n(n-1)/2$  مقایسه زوجی مستقل صورت گرفته تا وزن هر معیار به دست آید. در نهایت ماتریس‌های حاصل از مقایسات زوجی بر اساس منطق AHP با یکدیگر تلفیق شده و تصمیم بهینه به دست آید. (آذر و فرجی، 1389).

روش‌های غیر رتبه‌ای میزان غلبه یک گزینه را نسبت به بقیه نشان می‌دهند و قابلیت بهره‌گیری از داده‌های ناقص را نیز دارند. می‌توان از این روش‌ها در بررسی گزینه‌های برنامه‌ریزی برای داده‌های ترتیبی و کم و بیش داده‌های توصیفی استفاده کرد.

از میان روش‌های متنوع MADM انتخاب روش مناسب در مراحل مختلف تصمیم‌گیری، اغلب به تجربه

<sup>1</sup> Goal programming

و سلیقه محقق مربوط می شود. هرچند دسته بندی هایی نیز جهت راهنمایی در انتخاب آن ها وجود دارد. اما بازهم نمی توان به طور قطع گفت که چه روشی برای چه مسایلی مناسب است. (اصغرپور، 1383).

مدل های MADM خود به دو دسته مدل های غیر جبرانی و مدل های جبرانی تقسیم می شوند.

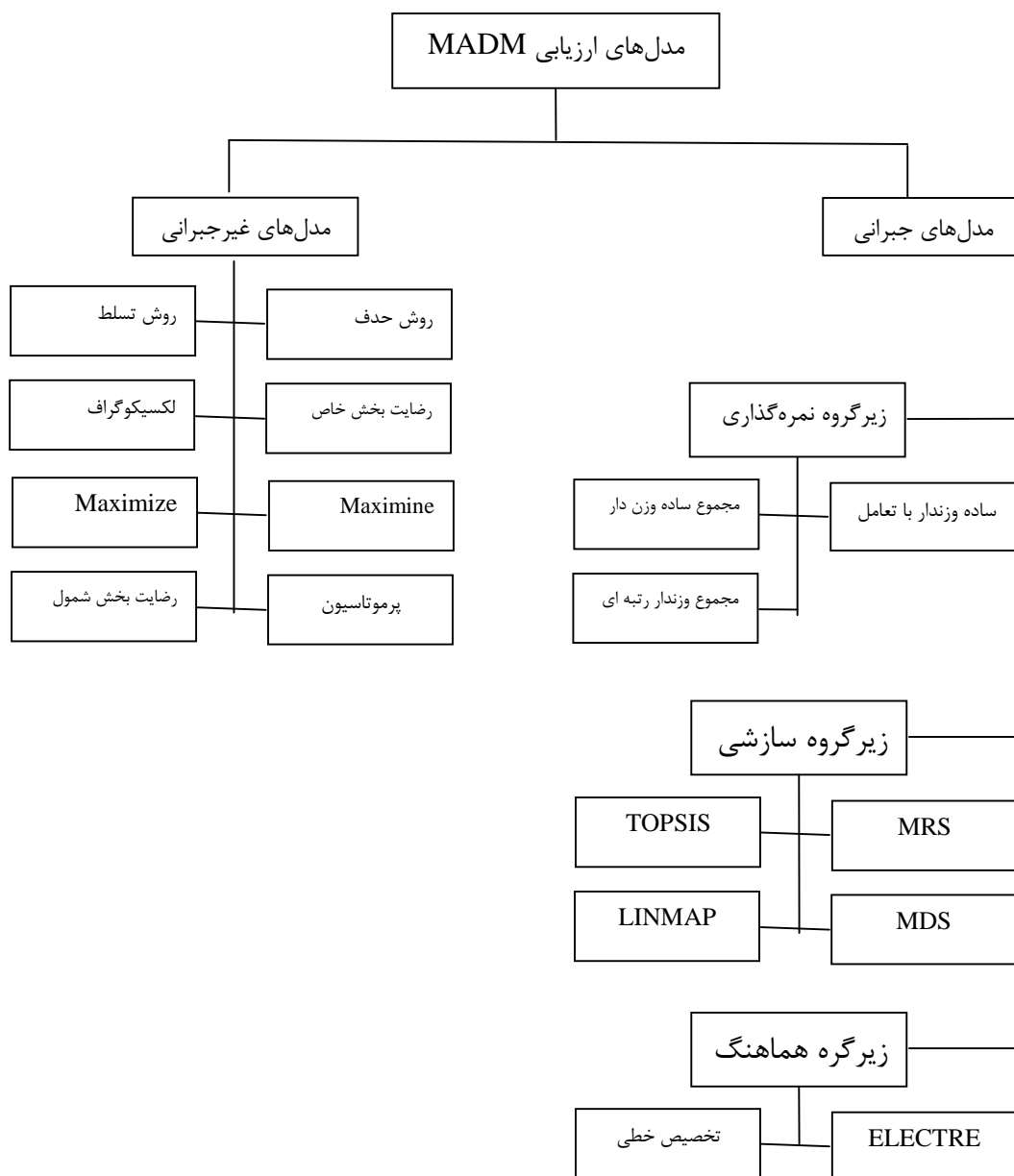
**الف- مدل غیر جبرانی<sup>1</sup>:** این مدل شامل روش هایی است که مبادله در بین شاخص ها مجاز نیست؛ بدین معنا که نقطه ضعف موجود در یک شاخص با مزیت موجود در شاخص دیگر جبران نمی شود. بنابراین در این روش ها هر شاخص به تنهایی مطرح بوده و مقایسه ها براساس شاخص به شاخص صورت می پذیرد.

**ب- مدل جبرانی<sup>2</sup>:** این مدل شامل روش هایی است که امکان مبادله میان شاخص ها وجود دارد، به عبارت دیگر تغییری در یک شاخص می تواند با تغییر در شاخصی دیگر تعدیل شود و یا کاهش یک شاخص در صورتی که سبب افزایش شاخص دیگر شود، قابل پذیرش خواهد بود. مدل های یاد شده به سه زیر گروه نمره گذاری و امتیازدهی، سازشی و هماهنگ تقسیم می گردند (فولادگر، 1386).

---

<sup>1</sup> Non- compensatory

<sup>2</sup> Compensatory



شکل 2-3-2: مدل‌های ارزیابی تصمیم‌گیری چندشاخصه (اصغرپور، 1383)

استفاده از نظریات چندین تصمیم‌گیرنده (DM'S) به جای یک تصمیم‌گیرنده مسلماً موجب پیچیدگی- های زیادی در تجزیه و تحلیل یک تصمیم خواهد شد که نه تنها به دلیل دسترسی به توافق جمعی در اولویت بندی گزینه‌ها (یا عوامل موثر بریک معلول) خواهد بود، بلکه علل دیگری مانند تعارضات ممکن



در بین اعضای گروه تصمیم‌گیرندگان و برخوردار بودن احتمالی آن‌ها از اهداف و معیارهای مختلف، موجبات این پیچیدگی‌ها را میسر می‌سازند. مسایل تصمیم‌گیری گروهی، از جمله "تصمیمات چند شاخصه‌ای" (از نوع MADM) دارای ویژگی‌های مشترکی به قرار زیرند:

#### 1- گروه تصمیم‌گیرندگان:

این گروه متشکل از خبرگان یا تصمیم‌گیرندگان خاص است که در مورد مساله‌ی مورد بررسی دارای علائق و وجوه مشترک بوده و همگی مایل به حل آن می‌باشند. گروه تصمیم‌گیری ممکن است از خبرگان یک سازمان، سازمان‌های مختلف، یک باشگاه، یک تیم، و یا از اعضای یک پارلمان تشکیل گردند؛ بدان‌گونه که تصمیم‌گیری آن‌ها معمولاً از طریق رأی دادن یا استفاده از مقیاس‌هی مختلف اندازه‌گیری صورت می‌پذیرد.

تصمیمات نتیجه شده از تصمیم‌گیری گروهی به صورت توافق جمعی از اطلاعات و ارجحیات ارائه شده فردی از گروه خواهد بود، به‌گونه‌ای که این توافقات جمعی نیز به طور صحیح و منطقی مورد تجزیه و تحلیل واقع شده باشند. به بیان دیگر مسائل تصمیم‌گیری گروهی به یک مدل عام و منطقی از تبدیل اطلاعات فردی به مجموعه‌ای از اطلاعات جمعی تقلیل می‌یابند.

#### ۲- اختلاف یا اشتراک در اهداف تصمیم‌گیری

شاخص‌ها و اهداف ممکن در حل مسئله موجود می‌تواند برای هر فرد تصمیم‌گیرنده از گروه تصمیم‌گیرنده با اهداف افراد دیگر متفاوت، مشترک و یا برخی از آن‌ها مشترک و با بقیه دارای اختلاف باشد.

#### ۳- تعارض در بین شاخص‌ها (کمی یا کیفی):

شاخص‌ها یا اهداف موجود برای تصمیم‌گیری ممکن است در تعارض با یکدیگر باشند. به‌طور مثال شاخص "آزادی‌های فردی" ممکن است در تعارض با "حفظ منافع سیاستمداران" در یک تصمیم‌گیری سیاسی باشد.

#### ۴- جبرانی یا غیرجبرانی بودن شاخص‌ها

تبادل در بین شاخص‌های تصمیم‌گیری ممکن است از نظر تصمیم‌گیرندگان مجاز بوده و یا غیرممکن باشد، به‌طوری که تکنیک‌های تجزیه و تحلیل براساس این ویژگی نیز قابل تغییر خواهند بود.

#### 5- استقلال یا عدم استقلال آماری در بین شاخص‌ها

گزینه‌های موجود در تصمیم‌گیری می‌بایست الزاماً نسبت به یکدیگر مستقل باشند، در حالی که شاخص‌ها یا اهداف موجود برای آن مسئله ممکن است از نظر آماری نسبت به یکدیگر دارای استقلال خطی باشند یا

نباشند. البته ، ارجح است که شاخص‌های موجود برای تصمیم‌گیری نیز نسبت به یکدیگر دارای استقلال خطی باشند .

### 7-3-2 تصمیم‌گیری گروهی

سازمان‌های مدرن و امروزی چنان وسیع و پیچیده شده‌اند که یک نفر از عهده مدیریت آن‌ها بر نمی‌آید. گرایش‌های خاص و پیش‌داوری‌هایی که معمولاً هرانسانی دچار آن است، باعث می‌شود تا تصمیم‌گیری‌های مدیر با اهداف سازمان هماهنگی و سازگاری نداشته باشد. لذا همکاری و همفکری و استفاده از افراد با تخصص‌های متنوع و موقعیت‌های شغلی مختلف، تنها راه دستیابی به یک سیستم تصمیم‌گیری منطقی ، منظم و جامع است. با رهیافت فوق ، خطای تصمیم‌گیری کاهش و سرعت کارها بهبود می‌یابد. از این رو است که اغلب شرکت‌های بزرگ، علاوه بر مدیر، وجود هیئت مدیره را نیز ضروری دانسته و یا در بعضی از موسسات همچون دانشگاه‌ها وجود هیأت امناء الزامی است .

### 1-7-3-2 مزایای تصمیم‌گیری گروهی

مزایای تصمیم‌گیری گروهی به شرح زیر است :

- 1- کیفیت تصمیم‌گیری گروهی از کیفیت تصمیم‌گیری فردی بالاتر است. چراکه جمع دانش و اطلاعاتی که در گروه متمرکز است، بسیار بیشتر از دانش و اطلاعاتی است که در یک فرد به تنهایی وجود دارد . فردی که به تنهایی تصمیم می‌گیرد، مجبور است به دانش و آگاهی محدود شخصی متکی باشد ولی هنگامی که تصمیمی با مشارکت دیگران اتخاذ می‌شود ، اطلاعات بیشتری در رابطه با مسأله در دسترس قرار می‌گیرد.
- 2- در گروه فکر و عقیده‌های متنوع‌تر و راه و روش‌های بیشتری برای حل مساله پیشنهاد می‌شود. زیرا هریک از اعضای گروه با تجربیات خاص خود ، مسأله را از دیدگاه خاصی مورد مطالعه قرار داده و این امر در مجموع مورد بررسی و مطالعه موضوع تصمیم‌گیری از جوانب و زوایای گوناگون می‌شود. لذا ابهام‌ها ، تنگناها و گره‌های کاری به سرعت شناسایی شده و در نتیجه می‌توان راه حل و روش عمل بهتری پیشنهاد داد. وجود تخصص‌های مختلف در گروه تصمیم‌گیری ، کیفیت تصمیم را افزایش خواهد داد. این در حالی است که در تصمیم‌گیری فردی تخصص فرد باعث می‌شود که مساله تنها از یک بعد مورد توجه قرار گیرد و سایر ابعاد مساله کم اهمیت تلقی شده و یا نادیده گرفته شود.

- 3- در تصمیم‌گیری گروهی می‌توان از تبادل نظر و حتی از اختلاف نظر میان اعضای گروه به‌طور سازنده و مؤثر استفاده کرد و به راه‌های ابتکاری و جالبی رسید . اعضای گروه با ابراز عقاید و نظرات متفاوت، باعث اثر بخشی تصمیم‌گیری گروهی می‌شوند.
- 4- مشارکت در تصمیم‌گیری ، به پذیرش و مقبولیت آن می‌افزاید.
- 5- حضور افراد در جلسات تصمیم‌گیری باعث می‌شود تا دلیل اتخاذ یک تصمیم خاص آشکارتر شود.

## 3 فصل سوم

### روش تحقیق

## 1-3 بخش اول : روش تحقیق

## 1-1-3 مقدمه

تصمیم‌گیری جوهر اصلی مدیریت است و عمل تصمیم‌گیری در واقع دشوارترین و در بعضی مواقع خطرناک‌ترین کار هر مدیر می‌تواند تلقی شود. یک مدیر با یک تصمیم‌گیری نادرست ممکن است صدمات جبران‌ناپذیری را بر پیکره سازمان خود وارد آورد.

درواقع مدیران باید بررسی کنند که هدف اصلی چیست و چگونه می‌توانند به آن دست یابند و از طرفی هدف پیش‌رو تا چه اندازه‌ای برای آن‌ها مهم و قابل توجه است. مساله تصمیم‌گیری سخت‌تر می‌شود، زمانی که (1) سازمان دارای اهداف مختلف با اولویت‌های متفاوت دارد، (2) خروجی‌های متفاوت از تصمیم‌گیری‌های مدیریتی انتظار می‌رود.

امروز به ندرت می‌توان بدون استفاده از روش‌های آماری اقدام به تفسیر، تبیین و تحلیل نتایج بدست آمده از تحقیقات و پژوهش‌های علمی کرد. به این ترتیب در قلمرو علم مدیریت نیز کمتر می‌توان بدون استفاده از روش‌های آماری، تحقیقی در خور توجه انجام داد. بنابراین پژوهشگران علم مدیریت نیز باید برای اجرای طرح‌های تحقیقاتی خود در حد لزوم به این ابزار مجهز شده، برای برآورده ساختن نیازهای ویژه خود از آن بهره‌مند شوند. اگر اطلاعات را از مهمترین لوازم تصمیم‌گیری بدانیم، علم آمار که باپردازش داده‌ها و تبدیل آنها به اطلاعات مورد نیاز، امکان تصمیم‌گیری را فراهم می‌کند، یکی از مهمترین علوم محسوب می‌شود. آنچه مسلم است هزینه مدیران و کارشناسان در نحوه استفاده از روش‌های آماری و تحلیل اطلاعات به دست آمده، تجلی می‌کند. این امر به حدی اهمیت دارد که امروزه اکثر مدیران و مسئولان سازمان‌ها از مشاوران آماری استفاده می‌کنند. امروزه موفقیت در بسیاری از زمینه‌های علمی مانند علوم انسانی، پزشکی و فنی و مهندسی بدون داشتن اطلاعات لازم از علم آمار، مشکل و گاهی غیر ممکن شده است.

بکارگیری برنامه‌های آماری و کامپیوتری به مدیران یاری رسانده تا در کمترین زمان ممکن، اطلاعات لازم بسیاری را برای تصمیم‌گیری بدست آورند. بکارگیری فنون پایه‌ای آمار در بررسی صحت و سقم فرضیات یکی از جنبه‌های کاربرد این علم در گستره مدیریت می‌باشد. محقق مدیریتی امروزه بسیاری از فرضیات تحقیق خود را با فنون آماری محک می‌زند و صحت روابط متغیرهای آن را با رویکرد آماری بررسی می‌کند. اعتبار و پایایی تمامی تحقیقات پرسشنامه‌ای و محاسبه‌ای با استفاده از فنون آماری سنجیده می‌شود. ضرورت تصمیم‌گیری منطقی و اساسی در دنیای متلاطم امروز، اهمیت علم آمار و فنون آن را پیش از پیش آشکار می‌کنند و استفاده از آن اجتناب‌ناپذیر است.

هدف اصلی مدل‌های MCDA ارزیابی و انتخاب از بین گزینه‌ها براساس معیارهای چندگانه، با استفاده از یک آنالیز سیستماتیک که محدودیت‌های ناشی از تصمیم‌گیری‌های فردی و گروهی موجود در مساله را

نیز تحت کنترل درمی آورد .

### 2-1-3 : نوع و روش تحقیق

این تحقیق بر اساس چگونگی به دست آوردن داده های مورد نیاز از نوع تحقیقات توصیفی محسوب می شود و به لحاظ هدف تحقیق از نوع تحقیقات کاربردی می باشد. این پژوهش بر اساس چگونگی به دست آوردن داده های مورد نیاز از نوع تحقیقات پیمایشی می باشد.

### 3-1-3 جامعه آماری

از افراد خبره که هم تسلط کامل به اطلاعات علمی در زمینه طراحی AD دارند و هم ابزار را به درستی می شناسند، خواسته شده است تا سیستم تولیدی ناب رابا توجه به رعایت اصول بدیهی طراحی نمایند و سپس توسط چند کارشناس و با تکنیک مکبث امتیازدهی شده است .

### 4-1-3 نمونه و روش نمونه گیری

گردآوری داده های مورد نیاز در پژوهش آزمایشی (توصیفی) که با روش پیمایشی انجام می شود، به دو طریق امکان پذیر است.

الف) شمارش کامل افراد جامعه مورد مطالعه

ب) نمونه گیری و انتخاب نمونه از جامعه

در پژوهش های علوم رفتاری، نمونه گیری در مقایسه با شمارش کامل از چند جنبه برتری دارد. از جمله می توان موارد زیر را برشمرد:

1- با صرفه تر بودن

2- سرعت عمل و کوتاهتر بودن زمان مورد نیاز

3- کیفیت داده ها از طریق دقت بیشتر در گردآوری و استخراج آنها (زهره سرمد، عباس بازرگان، الهه حجازی، 1376)

درباره نمونه گیری سؤالی که مطرح می شود این است که برای انتخاب نمونه معرف جامعه، واحد ها چگونه انتخاب شوند و نمونه شامل چند واحد باشد. به عبارت دیگر، روش نمونه گیری و حجم نمونه چه باید باشد. پاسخ به این سؤال مستلزم آن است که ابتدا نوع پژوهش مورد نظر قرار گیرد. زیرا در پژوهش های توصیفی و آزمایشی دقت داده ها تحت تأثیر عوامل مختلفی قرار می گیرد.

در این پژوهش روش نمونه گیری هدفمند انتخاب شده است، چراکه افراد مسلط و خبره در زمینه تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات اقلیت است ، بنابراین افراد خبره از پیش تعیین شده و باکمک آن ها نمونه-

گیری انجام می شود .

### 3-1-5 روش گردآوری اطلاعات و استخراج پرسشنامه

روش جمع آوری داده کیفی است. از تعدادی افراد صاحب نظر و با تجربه در مورد بررسی عوامل موثر در طراحی نظرخواهی می شود و این افراد از نزدیک مساله را بررسی و نقش هر عامل را در طراحی انجام شده ، مشخص می کنند و نظر خود را درباره اهمیت عوامل بیان می کنند .

در این پژوهش از دو روش برای گردآوری داده ها استفاده شده است؛ مطالعه کتابخانه ای و پرسشنامه. در واقع طراحی های انجام شده توسط تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات را مورد بررسی قرار داده و اعتبار آن با مدل تصمیم گیری چندمعیاره (نظیر مکبث) بررسی می شود . هدف محقق بررسی این مساله است که آیا تخصص و دانش همه ی افراد در بکارگیری این اصول یکسان است یا نه ، به همین دلیل از تعدادی افراد خبره درباره طراحی انجام شده ، نظرخواهی می شود و سپس باتوجه به نظرات بدست آمده ، بررسی های لازم انجام گرفته و نتیجه گیری انجام می شود .

### 3-1-5-1 روش کتابخانه ای

برای تدوین پیشینه و ادبیات تحقیق و مبانی نظری آن از کتابخانه و مراجعه به اسناد و مدارک استفاده شده است. از طریق مراجعه به آن ها مطالب لازم جمع آوری گردید.

### 3-1-5-2 روش پرسشنامه

در این بررسی، تعدادی طرح که از ساختار طراحی مبتنی بر بدیهیات پیروی می کنند را به افراد خبره داده و از آن ها خواسته می شود تا بر اساس فرم نظرخواهی که در اختیار آن ها گذاشته شده است، شاخص ها را در طرح مورد بررسی قرار دهند و نظر خود را بیان نمایند.

### 3-1-6 ابزار تجزیه و تحلیل داده ها

برای تجزیه و تحلیل داده های استخراج شده از تکنیک مکبث استفاده می شود و از آنجا که این تکنیک دارای مفاهیم ریاضی بسیار پیچیده می باشد و امکان محاسبه با دست وجود ندارد، نرم افزار مکبث برای تحلیل و بررسی داده ها استفاده شده است .

### 2-3 بخش دوم : روش تجزیه و تحلیل اطلاعات

#### 1-2-3 یک چارچوب ارزیابی با استفاده از اظهارات شفاهی

استفاده از یک مقیاس مشخص سبب حل بسیاری از مسایل پیچیده می‌شود و از همه مهمتر اینکه یک روش معتبر برای سنجش فراهم می‌شود و قابلیت اطمینان و دقت آنالیز را بالا می‌برد. با توجه به تعاریف می‌توان به وجود دو مقیاس اندازه گیری اشاره کرد . مقیاس های کاردینال<sup>1</sup> و مقیاس اوردینال<sup>2</sup> . مقیاس کاردینال قابل تفکیک و تجزیه به زیرمجموعه‌های کوچکتر است ، در واقع قابل اندازه گیری و سنجش می‌باشد. مانند فضا و زمان که باکمک آن‌ها سرعت را اندازه گیری می‌شود . (مسافت / زمان) . گاهی به آن مقیاس نسبتی<sup>3</sup> نیز گفته می‌شود . مقیاس های اوردینال به گونه‌ای متفاوت تر عمل می‌کنند . بیشتر بر اساس نظرات و قضاوت ها می‌باشد. به عنوان مثال A زیباتر از B می‌باشد . در این حالت گزینه ها رتبه بندی می‌شوند و از عملگرهای اساسی نمی‌توان استفاده کرد . بدین ترتیب برای ارزیابی از مقیاس های غیر کاردینالی نیز استفاده می‌شود و در نهایت با تبدیل مقیاس اوردینال به کاردینال یک نتیجه عددی ارائه می‌گردد .

#### 2-2-3 تکنیک مکبث<sup>4</sup> (اندازه گیری جذابیت طبقه‌ای بر مبنای تکنیک ارزیابی)

در دهه‌های اخیر با توجه به پیشرفت‌های زیاد، به نقش و عملکرد مدل‌های ارزیابی توجه زیادی شده است. به همین دلیل چندین مدل و تکنیک و نقشه های شناختی معرفی شدند که به راحتی هدف مورد نظر را برآورده می‌کنند . بر طبق نظردتونی<sup>5</sup> (1996) مکبث ، یک تکنیک تعاملی است که از قضاوت های طبقه بندی شده درباره تفاوت روابط بین پدیده‌ها استفاده می‌کنند تا به تصمیم گیرنده برای کمی کردن روابط بین متغیرها کمک نمایند .

مکبث اولین بار در دهه 1990 توسط کارلوس .آبانا کاستا و جین کلاد وانسنیک<sup>6</sup> معرفی شد. یک رویکرد آنالیز تصمیم گیری چندمعیاره است که تنها بر اساس داوری‌های کیفی (به صورت فردی یا گروهی) درباره‌ی تفاوت ارزش‌ها به تصمیم گیرنده کمک می‌کند تا مطلوبیت گزینه‌ها را به دست آورد . این رویکرد بر اساس مدل ارزش افزوده است و هدف آن مقابله با تاثیرات متقابل درباره نظراتی که در ارزیابی مساله و بیان

<sup>1</sup> cardinal

<sup>2</sup> ordinal

<sup>3</sup> Ratio scale

<sup>4</sup> MACBETH: Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique

<sup>5</sup> Detoni

<sup>6</sup> Carlos A. Bana e costa & Jean- Claude Vansnick



پیشنهادات و نظرات به جهت اولویت بندی گزینه‌های مورد نظر است تا بتواند به راحتی گزینه‌ها را اولویت بندی و انتخاب کند .

از طرفی دارای یکسری ویژگیهای اصلی است . در واقع مکبث توسط یکسری رویکردهای خلاقانه انسانی و روش‌های تعاملی و ساختاری می‌تواند شرایطی را ایجاد کند که داده‌های کیفی به دست آمده را به صورت یک مدل کمی درآورد. که در این بین قوانین و شرایطی نیز برقرار است که در صورت بروز عدم تطابق قضاوت‌ها پیشنهاداتی ارایه می‌شود تا نتیجه مطلوب به دست آید.

ویژگی‌های اصلی زیر را برای مکبث می‌توان برشمرد :

- انسانی بودن آن<sup>1</sup>: به این معنی که به تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کند تا بتوانند درباره قضاوت‌هایی که داشته‌اند تفکر و آن‌ها را سبک و سنگین کنند و بین آن‌ها ارتباط برقرار نمایند. عبارتی دیگر به بررسی ترجیحات و ارزش سیستم بپردازند .
- برهم‌کنشی است<sup>2</sup>: یک تکنیک انعکاسی است و یک فرآیند پرسش و پاسخ را با تصمیم‌گیرنده برقرار می‌نماید .
- سازنده (راه گشا) است<sup>3</sup>: مکبث بر این ایده استوار است که می‌تواند تصمیم‌هایی را ایجاد کند که تا قبل از آن در ذهن تصمیم‌گیرنده یا هریک از افراد گروه تصمیم‌گیری وجود نداشته است.

همانطور که قبلاً بیان شد در این تکنیک از مدل ارزش افزوده<sup>4</sup> (تجمعی) استفاده می‌شود . این مدل بسیار جذاب و در عین حال از لحاظ بکارگیری در حالت تجربی بسیار مشکل است، چراکه به اطلاعات بسیار قوی نیاز دارد و باید به طور کامل بر روی ترجیحات تصمیم‌گیرنده تمرکز کند و به عبارت دیگر نتایج ریاضی دقیقی را تولید می‌کند . از جمله ویژگی‌های برجسته مدل انتخاب تجمعی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد :

- منحصرأ ساده است.
- شناخته شده است .
- یک پارامتر تکنیکی واضح، روشن و به سادگی قابل توضیح و تفسیر اساسی است.

<sup>1</sup> Humanistic

<sup>2</sup> Interactive

<sup>3</sup> constructive

<sup>4</sup> Additive model

- از مهم‌ترین ویژگی‌های آن میتوان به قابلیت جلوگیری از مسایلی که در اثر برخی از تئوری‌ها ایجاد می‌شود، اشاره کرد. ( نظیر : تئوری خطی<sup>1</sup>، اثر کندرست<sup>2</sup> ).

توجه نمایید که مکبث، ممکن است با وجود ساده بودن مساله یک نتیجه غیرقابل اطمینان نیز ایجاد کند و علت آن به دلایل ذاتی روش برمی‌گردد که به شرح زیر است :

- 1- شرایط عدم اطمینان
- 2- استفاده از معیارهای نامناسب و غیرواضح برای نشان دادن قضاوت‌ها
- 3- استفاده از عناصر مجازی برای اولویت‌بندی معیارها .

این فرآیند در مرحله اول از تصمیم‌گیرنده می‌خواهد تا به بررسی جنبه‌های اصلی بین گزینه‌ها بپردازد در واقع به بیان نکته اساسی مدنظر (FPV<sup>3</sup>) بپردازد. (که این مرحله براساس تئوری مطلوبیت بنا شده است) در مرحله بعد از تصمیم‌گیرنده خواسته می‌شود تا نظر خود را درباره میزان روابط موجود بین گزینه‌ها بیان کند. که این نظرات بر اساس یک طبقه‌بندی خاص باید انجام گیرد. این طبقه‌بندی به صورت (خیلی ضعیف، ضعیف، متوسط، قوی، بسیار قوی) می‌باشد. که به تفضیل به بیان آن پرداخته می‌شود. پس از ورود اطلاعات به نرم افزار، مکبث به بررسی سازگاری پاسخ‌ها با توجه به یکسری توابع خاص می‌پردازد و پیشنهادات و نکته‌نظرات لازم برای کمک به تصمیم‌گیری بهتر را به تصمیم‌گیرنده ارائه می‌دهد. در نهایت با توجه به مقیاس‌های عددی که در نرم افزار وجود دارد داده‌های کیفی را کمی می‌نماید و نتیجه‌ی نهایی به صورت کمی نمایش داده می‌شود.

### 3-2-3 انواع اطلاعات ترجیحی

همانطور که بیان شد، مکبث بر اساس قضاوت‌های تصمیم‌گیرندگان کار می‌کند. اما سوال مطرح در اینجا این است که اطلاعات ورودی چند نوع و برچه مبنایی استوار هستند. در این بخش به انواع اطلاعات می‌پردازیم و اینکه چه سوالاتی در مکبث مطرح می‌شود.

#### 1-3-2-3 اطلاعات نوع 1

این نوع اطلاعات اشاره به اطلاعات ترجیحی دارد که تصمیم‌گیرنده در مرحله اول پاسخگویی به سوالات بیان می‌کند. به عنوان مثال X و Y را به عنوان دو گزینه (که مورد بررسی هستند.) متفاوت از یکدیگر در

<sup>1</sup> Arrows theorem

<sup>2</sup> Condorcets Paradox

<sup>3</sup> Fundamental point of view

نظر بگیرید .

مرحله اول با این پرسش شروع می شود :

سوال 1: آیا یکی از این گزینه‌ها بر دیگری برتری دارد ؟

پاسخ 1: پاسخ به این سوال 3 حالت دارد :

- بله: یکی از گزینه‌ها برتر از دیگری است . ( $P^1$ )
- خیر : هر دو در یک سطح هستند. ( $I^2$ )
- نظری ندارم :از رابطه بین گزینه‌ها اطلاعی ندارم. ( $?^3$ )

اگر پاسخ سوال 1 (بله) باشد ، سوال دوم مطرح می شود :

سوال 2: کدامیک از این گزینه‌ها برتر از دیگری است ؟ بعبارت دیگر ، سوال اینگونه مطرح می شود که اگر بین دو گزینه ارتباط وجود دارد، این ارتباط چگونه است؟

مواردی که در بالا بیان شد در مکث از نظر ریاضی به صورت زیر تعریف می شود :

$$P = \{(x,y) \in X \times X: x \text{ is more attractive than } y\}$$

$$I = \{(x,y) \in X \times X: x \text{ is not more attractive than } y \text{ and } y \text{ is not more attractive than } x, \text{ or } x=y\}$$

$$? = \{(x,y) \in X \times X: x \text{ and } y \text{ are not compatible in terms of their attractiveness}\}$$

تعریف 1 : اطلاعات نوع 1 در بازه X دارای ساختار  $\{P, I, ?\}$  می باشند و به صورتی که هر کدام بیان کننده یک حالت است . P به معنی رابطه برتری بین گزینه‌ها است و نامتقارن می باشد و I رابطه برابری (یا بی-تفاوتی) بین گزینه‌ها و انعکاسی و متقارن است و ؟ نیز به معنی عدم اطلاع از رابطه بین گزینه‌ها و به-صورت غیرانعکاسی و متقارن است .

<sup>1</sup> Preferred

<sup>2</sup> Indifferent

<sup>3</sup> I do not know

## 2-3-2-3-2 اطلاعات نوع 1+2

فرض کنید اطلاعات نوع 1 {P,I,?} درباره X در دسترس است .

مرحله دوم سوالات : سوال دیگری در اینجا مطرح می شود . سوال (3) معمولاً برای گزینه‌هایی که دارای رابطه برتری (p) است مطرح می شود.

سوال 3 : اگر x برتر از y است ، حال مشخص نمایید که این برتری به چه صورت است. معمولاً این نظرات در یک بازه به صورت زیر بیان می شود .

بازه نظرات: {خیلی ضعیف<sup>1</sup>، ضعیف<sup>2</sup>، متعادل<sup>3</sup>، قوی<sup>4</sup>، بسیار قوی<sup>5</sup>}

این نظرات در جدول‌ها به صورت سطری تفسیر می گردد ، به این صورت که عنصری که در سطر قرار دارد دارای رابطه C نسبت به عنصری که در ستون قرار دارد. قابل ذکر است که عناصر موجود در سطر و ستون جدول یکسان می باشند .

تعریف 2 : اطلاعات نوع 1+2 در بازه X دارای ساختار { P,I, ?, P<sup>e</sup> } می باشند. به طوری که { P, I, ? } همچون اطلاعات نوع 1 درباره X هستند و P<sup>e</sup> دارای رابطه غیرمقایسه‌پذیری بر روی P می باشد . به این معنی

$$\text{رابطه 1-2-3} \quad (x, y)P^e(z, w) \Rightarrow \Delta_{att}(x, y) > \Delta_{att}(z, w)$$

## 4-2-3 : نمایش عددی اطلاعات ترجیحی

همانطور که قبلاً بیان شد، مکث بر اساس مدل ارزش افزوده است . این مدل ارزش هر گزینه مورد بررسی در مساله را ، بر اساس قضاوت‌هایی کیفی و وزن اختصاص داده شده به شاخص را نیز از افراد خبره کسب می کند .

<sup>1</sup> Very weak

<sup>2</sup> weak

<sup>3</sup> moderate

<sup>4</sup> strong

<sup>5</sup> Very strong

رابطه 2-2-3

$$m(a_j) = \sum_{i=1}^n w_i m_i(g_i(a_j))$$

وزن شاخص  $W_i$ مقیاس عددی نرمالیزه شده از تفاوت روابط  $m_i(g_i(a_j)) =$ 

چون اطلاعات ورودی دو دسته هستند در نتیجه مقیاس های عددی آنها نیز به دو دسته تقسیم می گردد.

3-2-4-1 مقیاس نوع 1 :

فرض کنید اطلاعات نوع 1  $\{P, I, ?\}$  درباره  $X$  در دسترس است .تعریف 3 : در صورتی که بین گزینه ها رابطه  $P, I$  برقرار باشد آنگاه وضعیت 1 برای آن تعریف می گردد.Condition 1:  $\forall x, y \in X, [xPy \rightarrow \mu(x) > \mu(y)]$  and  $[xIy \rightarrow \mu(x) = \mu(y)]$ .

3-2-4-2 : مقیاس نوع 1+2 :

فرض کنید اطلاعات نوع 1+2  $\{P, I, ?, P^c\}$  درباره  $X$  در دسترس است .تعریف 4 : در صورتی که بین گزینه ها رابطه  $P, I, ?, P^c$  برقرار باشد، آنگاه علاوه بر برقراری شرط 1 ، باید شرط 2 نیز برقرار باشد .Condition 2 :  $\forall x, y, z, w \in X, [(x, y) P^c (z, w) \rightarrow \mu(x) - \mu(y) > \mu(z) - \mu(w)]$ .

3-2-5 سازگاری - ناسازگاری

پس از اینکه افراد تصمیم گیرنده نظرات و قضاوت های خود را درباره هر زوج گزینه ی موجود در مساله بیان نمودند، مکث به بررسی سازگاری موجود بین نظرات می پردازد . برای این بررسی از توابع خطی و .... استفاده می نماید و در صورت بروز هرگونه ناسازگاری پیشنهادهای را به جهت اصلاح و بهبود قضاوت ها ارائه می دهد .

تعریف 5 : اطلاعات نوع 1  $\{P, I, ?\}$  درباره  $X$  :- سازگار است زمانی که رابطه بین عناصر مخالف با تهی باشد .  $Sc_1 = (X, P, I) \neq \emptyset$ - ناسازگار است زمانی که رابطه بین عناصر برابر با تهی است.  $Sc_1 = (X, P, I) = \emptyset$

تعریف 6 : اطلاعات نوع 1+2 {P,I,?,P<sup>e</sup>} درباره X :

- سازگار است زمانی که رابطه بین عناصر مخالف با تهی باشد .  $Sc_{1+2} = (X,P,I, P^e) \neq \emptyset$

- ناسازگار است زمانی که رابطه بین عناصر برابر با تهی است .  $Sc_{1+2} = (X,P,I, P^e) = \emptyset$

زمانی که رابطه  $Sc_{1+2} = (X,P,I, P^e) = \emptyset$  در کنار آن ، دو حالت ممکن است به وجود آید :  $Sc_1 = (X,P,I) = \emptyset$  یا

$Sc_1 = (X,P,I) \neq \emptyset$  . در حالت اول مکث رتبه بندی انجام نمی دهد. در واقع این حالت را می توان به این -

صورت بیان کرد ، فرض کنید  $x$  و  $y$  عضو مجموعه  $X$  هستند و آنگاه روابط زیر بین آن ها برقرار است .

رابطه 3-2-3  $[xIy, yIz \text{ and } xPz]$

or

$[xPy, yPz \text{ and } zPx]$

در حالت دوم نیز شرایط ناسازگاری (تناقض) ایجاد می شود .

تاکنون فقط به بیان تفاوت نوع ناسازگاری ها در مکث پرداخته شده است، این قضیه جالب تر می شود

زمانی که متوجه شویم پشت این ناسازگاری ها یک قضیه تئوریک وجود دارد که با آن می توان تمایزی بین

دو نوع ناسازگاری قائل شد . (زیرمجموعه الف  $Sc_{1+2} = (X,P,I, P^e) = \emptyset$  و زیر مجموعه ب  $Sc_1 = (X,P,I) \neq \emptyset$  .)

ناسازگاری در زیرمجموعه الف با وجود تعارض بین اطلاعات نوع 1 و  $P^e$  افزایش می یابد ، چراکه برقراری

شرایط 1 و 2 به طور همزمان امکان ندارد. این نوع تعارض معمولاً در 4 دسته قرار می گیرد که در زیر به

بیان آن پرداخته شده است . فرض کنید  $x, y, z \in X$  :

رابطه 4-2-3  $[xPy, yPz, xPz \text{ and } (y, z)P^e(x, z)]$

or  $[xPy, yPz, xPz \text{ and } (x, y)P^e(x, z)]$

or  $[xIy, yPz, xPz \text{ and } (x, z)P^e(y, z)]$

or  $[xIy, zPy, zPx \text{ and } (z, x)P^e(z, y)]$

ناسازگاری در زیر مجموعه ب زمانی افزایش می یابد که هیچ نوع تعارضی بین اطلاعات نوع 1 و  $P^e$  وجود

ندارد، اما در نهایت برای برقراری شرایط 2 تعارض ایجاد می گردد . این نوع تعارض را در شکل 3-

1-2 مشاهده نمایید .

رابطه 5-2-3  $xPy, xPw, yPz, wPz, xPz, yPw$

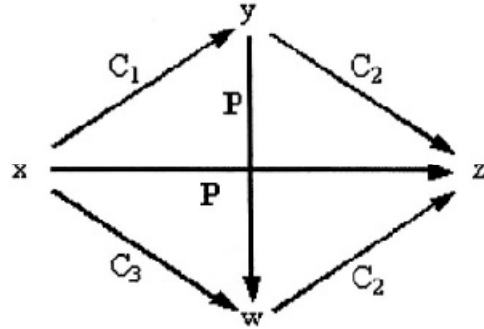
$(x, y) \in C_1, (y, z) \in C_2$

$(x, w) \in C_3, (w, z) \in C_2$

در بعضی مواقع شرط 2 نمی تواند برآورده شود چراکه :

$$\begin{cases} m(x) - m(w) > m(y) - m(z) \\ m(w) - m(z) > m(x) - m(y) \end{cases} \quad \text{رابطه 6-2-3}$$

این غیرممکن است .



شکل 1-2-3 : ناسازگاری زیرمجموعه ب

از طرف دیگر، در ادامه به بیان دوسیستم می پردازیم که سازگار است و هیچ نوع تعارضی بین اطلاعات نوع 1 و  $P^e$  وجود ندارد .

رابطه 7-2-3

$$\begin{array}{ll} \mu(x) - \mu(w) > \mu(y) - \mu(z) & \mu(w) - \mu(z) > \mu(x) - \mu(y) \\ \mu(x) - \mu(y) > 0 & \mu(x) - \mu(y) > 0 \\ \mu(x) - \mu(w) > 0 & \mu(x) - \mu(w) > 0 \\ \mu(x) - \mu(z) > 0 & \mu(x) - \mu(z) > 0 \\ \mu(y) - \mu(z) > 0 & \mu(y) - \mu(z) > 0 \\ \mu(w) - \mu(z) > 0 & \mu(w) - \mu(z) > 0 \\ \mu(y) - \mu(w) > 0 & \mu(y) - \mu(w) > 0 \end{array}$$

## 6-2-3 : آزمون سازگاری برای اطلاعات ترجیحی

## 1-6-2-3 : روند آزمون

فرض کنید که  $X = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ .

در طول فرآیند پرسش‌های تعاملی (بین تصمیم‌گیرنده و نرم‌افزار) که در مکث مطرح می‌شود، مکث به بررسی سازگاری قضاوت‌ها و نظرات پس از هر پاسخ می‌پردازد. آزمون سازگاری در ابتدا به بررسی سیکل (چرخه) می‌پردازد. چنانچه هیچ چرخه‌ای وجود نداشته باشد، آنگاه سازگاری اطلاعات نوع  $1(X, P, ?)$  را با آزمون زیر دنبال می‌نماید:

- اگر  $? \neq \emptyset$ ، برنامه‌ریزی خطی  $LP\text{-}test_1$  استفاده می‌شود.
- اگر  $? = \emptyset$ ، بجای برنامه‌ریزی خطی، متد دیگری به نام  $DIR\text{-}test_1$  استفاده می‌شود. که از مزایای آن رایج تصویر ساده از رتبه بندی نهایی براساس قضاوت‌ها و داوری‌ها می‌باشد.

زمانی که اطلاعات نوع  $1(P, I, ?)$  سازگار هستند. سازگاری اطلاعات نوع  $1+2\{P, I, ?, P^c\}$  با کمک برنامه‌ریزی خطی به نام  $LP6 - test_{1+2}$  مورد بررسی قرار می‌گیرد.

2-6-2-3 : پیش‌آزمون<sup>1</sup> برای اطلاعات ترجیحی :

پیش‌آزمون اطلاعات ترجیحی براساس گزاره 1 است.

گزاره 1 :  $X^* \subset X$ ; if  $\forall x \in X^*, \exists y \in X^*$  such that  $xPy$ , then  $\exists x_1, x_2, \dots, x_p \in X^*$  such that  $x_1Px_2P \dots Px_1$  (cycle).

در واقع پیش‌آزمون در جستجوی یک جایگشت  $\varphi : N_{1,n} \rightarrow N_{1,n}$ ، بطوریکه :

رابطه 8-2-3

$$\forall i, j \in N_{1,n}, [i > j \Rightarrow a_{j(i)}(notP)a_{j(j)}].$$

جایگشت عناصر  $X$  توسط الگوریتم PRETEST انجام می‌شود که وجود سیکل را مشخص و سپس عناصر را مرتب می‌کند.

<sup>1</sup> Pre-test



رابطه 9-2-3

*PRETEST :*1  $s \leftarrow n$ ;2 among  $a_1, a_2, \dots, a_s$  find  $a_i$  which is not preferred over any other :if  $a_i$  exists, go to 3.;if not, return FALSE( $Sc_1 = f$ , according to property 1); finish.3 permute  $a_i$  and  $a_s$ ;4  $s \leftarrow s - 1$ ;if  $s = 1$ , return TRUE; finish.

if not, go to 2.

3-6-2-3: آزمون سازگاری برای اطلاعات نوع 1 :

فرض کنید که با تست پیش آزمون هیچ چرخه‌ای شناسایی نشد و در این صورت عناصر مجموعه  $X$  به صورت زیر نامگذاری (اولویت بندی) مجدد می‌شود .

رابطه 10-2-3

$$\forall i, j \in N_{1,n}, [i > j \Rightarrow a_i(\text{not } P)a_j].$$

1-3-6-2-3: آزمون سازگاری برای اطلاعات نوع 1 که کامل نیستند. ( $\neq \emptyset$ )

برنامه‌ریزی خطی LP-test<sub>1</sub> با متغیرهای ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ) را مورد بررسی قرار دهید .

رابطه 11-2-3

 $\min x_1$ *subject to*

$$x_i - x_j \geq d_{\min} \mathbf{K} \forall (a_i, a_j) \in P$$

$$x_i - x_j = 0 \mathbf{K} \dots \forall (a_i, a_j) \in I \text{ with } i \neq j$$

$$x_i \geq 0 \dots \dots \dots \forall i \in N_{1,n}$$

قابل ذکر است که  $d_{\min}$  مقداری ثابت و مثبت است و متغیرهای  $x_1, x_2, \dots, x_n$  نشان‌دهنده مقادیر  $\mu(a_1), \mu(a_2), \dots, \mu(a_n)$  است که باید شرط آرا ارضا نماید . بنابراین  $\mu$  مقدار نوع 1 است .

تابع هدف  $\min x_1$  از تابع LP-test<sub>1</sub> به‌طور بدیهی، دلخواه انجام می‌گیرد . در واقع زمانی شرایط به‌صورت  $Sc_1 \neq \emptyset$  آنگاه LP-test<sub>1</sub> برقرار است .

## 2-3-6-2-3 : آزمون سازگاری برای اطلاعات کامل نوع 1(=?)

زمانی که  $(\neq \emptyset)$  و همه‌ی عناصر (گزینه‌ها) رتبه‌بندی شدند. (درواقع بعد از آزمون PRETEST) یک آزمون ساده دیگر برای تایید و تصدیق نتایج به نام  $(DIR-test_1)$  بر روی مجموعه  $X$  انجام می‌گیرد. این آزمون بر اساس گزاره (قضیه) 1 است.

$$\text{قضیه 1 : } if[\forall i, j \in N_{1,n} \text{ with } i < j, (a_i, a_j) \in P \cup I]$$

پس  $P \cup I$  اطلاعات کامل از پیش تعیین شده بر روی  $X$  است، اگر و تنها اگر :  
رابطه 12-2-3

$$if \forall i, j \in N_{1,n} \text{ with } i < j :$$

$$[a_i P a_j \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \forall s \leq i, \forall t \geq j, a_s P a_t \\ \exists s : i \leq s \leq j-1 \text{ and } a_s P a_{s+1} \end{array} \right\}]$$

قضیه 1 به این معنی است که وقتی قضاوت‌ها از دریک جهت است، در نهایت یک رتبه‌بندی درست انجام می‌گیرد.

## 4-6-2-3 : آزمون سازگاری برای اطلاعات نوع 1+2 :

آزمون سازگاری برای اطلاعات نوع 1+2 با برنامه‌ریزی خطی بر اساس شرایط 1 و 2 امکان‌پذیر است. ولی کارآیی برنامه‌ریزی خطی  $LP-test_{1+2}$  به دلیل شرایطی خاص<sup>1</sup> بسیار بیشتر از شرایط 1 و 2 است.

$LP-test_{1+2}$  بر اساس لم 1 انجام می‌گیرد.

لم 1: وقتی  $\mu: X \rightarrow R$ ، آنگاه  $\mu$  شرایط 1 و 2 را برقرار می‌نماید اگر و تنها اگر  $Q$  موجود باشد،  
 $0 < \sigma_1 < \sigma_2 < \dots < \sigma_Q$  که شرایط 3 و 4 و 5 را ارضا نمایند.

$$\text{شرایط 3 : } \forall (x, y) \in I, \mu(x) = \mu(y)$$

$$\text{شرایط 4 : } \forall i, j \in N \setminus, Q \text{ with } i \leq j, \forall (x, y) \in C_{i,j}, \sigma_i < \mu(x) - \mu(y)$$

$$\text{شرایط 5 : } \forall i, j \in N \setminus, Q - 1 \text{ with } i \leq j, \forall (x, y) \in C_{i,j}, \mu(x) - \mu(y) < \sigma_j + 1$$

برنامه  $LP-test_{1+2}$  بامتغیرهای  $\beta_1, \dots, \beta_n$ ،  $X_1 (= \mu(a_1)), \dots, X_n (= \mu(a_n))$  :

<sup>1</sup> Thresholds condition

رابطه 3-2-13

$$\begin{aligned}
& \min x_1 \\
& \text{subject to} \\
& x_p - x_r = 0 \quad \forall (a_p, a_r) \in I \text{ with } p < r \\
& s_j + d_{\min} \leq x_p - x_r \quad \forall i, j \in N_{1,Q} \text{ with } i \leq j, \forall (a_p, a_r) \in C_{i,j} \\
& x_p - x_r \leq s_{j+1} - d_{\min} \quad \forall i, j \in N_{1,Q-1} \text{ with } i \leq j, \forall (a_p, a_r) \in C_{i,j} \\
& d_{\min} \leq s_1 \\
& s_{i-1} + d_{\min} \leq s_i \quad \forall i \in N_{2,Q} \\
& x_i \geq 0 \quad \forall i \in N_{1,n} \\
& s_i \geq 0 \quad \forall i \in N_{1,Q}
\end{aligned}$$

3-2-7 طرز رفتار با ناسازگاری

زمانی که اطلاعات نوع 1+2،  $\{P, I, ?, P^e\}$  در حدود  $X$  ناسازگار هستند، بهتر است محدودیت‌هایی که در نظرات موجود در سیستم وجود دارد و باعث ناسازگاری شده است را نشان داده و به اصلاح آن پردازیم تا آزمون  $LP\bar{0}\text{-test}_{1+2}$  امکان پذیر گردد.

3-2-7-1 : محدودیت‌های ناسازگار سیستم

فرض کنید  $LP\text{-test}_{1+2}$  امکان پذیر نیست و یا بعبارت دیگر سیستم پیرو ناسازگار است. (یعنی متغیرهای زیر نامنفی هستند.  $(x_1 (= m(a_1)), \dots, x_n (= m(a_n)), s_1, \dots, s_Q)$

رابطه 3-2-14

$$\begin{aligned}
& x_p - x_r = 0 \quad \forall (a_p, a_r) \in I \text{ with } p < r \\
& s_j \leq x_p - x_r \quad \forall i, j \in N_{1,Q} \text{ with } i \leq j, \forall (a_p, a_r) \in C_{i,j} \\
& x_p - x_r \leq s_{j+1} \quad \forall i, j \in N_{1,Q-1} \text{ with } i \leq j, \forall (a_p, a_r) \in C_{i,j} \\
& 0 \leq s_1 \\
& s_{i-1} \leq s_i \quad \forall i \in N_{2,Q}
\end{aligned}$$

قراردادها :

- §  $R^{m \times n}$  یک مجموعه از ماتریس‌های واقعی با  $m$  سطر و  $n$  ستون است.
- § ماتریس  $M \in R^{m \times n}$  مخالف صفر است، اگر حداقل یکی از عناصر آن صفر نباشد.
- § ماتریس  $M \in R^{m \times n}$  مثبت یا صفر است، اگر همه‌ی عناصر مثبت یا صفر باشد.

محدودیت‌های ناسازگار سیستم به صورت زیر می‌تواند نوشته شود :

رابطه 3-2-15

$$\begin{cases} C.Z > 0 & \text{(by grouping constraint } s(t_2)) \\ D.Z > 0 & \text{(by grouping constraint } s(t_3)) \\ E.Z > 0 & \text{(by grouping constraint } s(t_4) \text{ and } (t_5)) \\ B.Z > 0 & \text{(by grouping constraint } s(t_1)) \end{cases}$$

بطوریکه

$$Z = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \\ s_1 \\ s_2 \\ \dots \\ s_Q \end{pmatrix}$$

$$C \in R^{p_1 \times (n+Q)} \quad (\text{where } p_1 \text{ is the number of constraint } s(t_2))$$

$$D \in R^{p_2 \times (n+Q)} \quad (\text{where } p_2 \text{ is the number of constraint } s(t_3))$$

$$E \in R^{p_3 \times (n+Q)} \quad (\text{where } p_3 \text{ is the number of constraint } s(t_4) \text{ and } (t_5))$$

$$B \in R^{r \times (n+Q)} \quad (\text{where } r \text{ is the number of constraint } s(t_1))$$

توجه : اگر  $r=0$  و بدون اینکه در کلیت حل مشکلی به وجود آید، می‌توانیم به بررسی  $B=0 \in R^{1 \times (n+Q)}$  بپردازیم .

اگر ماتریس  $A$  به صورت  $(p = p_1 + p_2 + p_3)$   $\begin{bmatrix} C \\ D \\ E \end{bmatrix} \in R^{p \times (n+Q)}$  باشد، محدودیت‌های ناسازگار سیستم

می‌تواند بسیار ساده‌تر نوشته شوند .

رابطه 3-2-16

$$S \left\{ \begin{array}{l} A.Z > 0 \quad \text{by grouping constraint } s(t_2), (t_3), (t_4) \text{ and } (t_5) \\ B.Z = 0 \quad \text{by grouping constraint } s(t_1). \end{array} \right\}$$

بعبارت دیگر ناسازگاری‌های بین محدودیت‌های 1 و 2 و 3 و 4 و 5 را مشخص نمایند و اصلاحات نهایی را نیز

انجام دهند . ما از گزاره 2 استفاده می نماییم که نتیجه بررسی هایی از تئوری گزینه ها است .

گزاره 2 : سیستم  $S \begin{cases} A.Z > 0 \\ B.Z = 0 \end{cases}$  جوابی که ارائه می دهد به صورت  $Z \in R^{(n+Q) \times 1}$  است یا وجود دارد :

رابطه 3-2-17

$Y \in R^{p \times 1}, V, W \in R^{r \times 1}$  with  $Y \neq 0, Y \geq 0, V \geq 0, W \geq 0$  such that  $'A.Y + 'B.(V - W) = 0$   
and  $\forall i \in N_{1,r}, V_i.W_i = 0$   
but never both.

نکته جالب در گزاره 2 این است که بخش های  $Y, V, W$  عناصری مثبت و صفر هستند. که سازگار با برنامه-ریزی خطی است .

مثال 1:

فرض کنید که  $X = \{a_1, a_2, a_3, a_4\}$  و نظرات (قضاوت ها) به صورت زیر فرمول بندی می شود .

$$P : \{(a_1, a_2), (a_1, a_3), (a_2, a_3), (a_2, a_4)\}$$

$$(a_1, a_2) \in C_1, (a_1, a_3) \in C_4, (a_2, a_3) \in C_2, (a_2, a_4) \in C_3$$

توجه کنید که :

$C_1$  : بسیار ضعیف ،  $C_2$  : ضعیف ،  $C_3$  : متوسط ،  $C_4$  : قوی ،  $C_5$  : بسیار قوی .

بعلاوه نظر تصمیم گیرنده درباره گزینه های 2 و 4 به صورت  $(a_2, a_4) \in C_3$  . در اینجا شرایط  $LP\_test_1$  امکان پذیر است. قضاوت ها سازگار هستند و رتبه بندی انجام می گیرد .  $LP\_test_{1+2}$  امکان پذیر نیست ، نرم افزار به تصمیم گیرنده اطلاع می دهد که قضاوت های سازگار است .

فرض کنید که تصمیم گیرنده قضاوت های خود را تایید می کند . بنابراین در مرحله بعد توابع زیر بررسی می گردد:

$$\begin{aligned} s_1 < x_1 - x_2 & \quad (1) & x_1 - x_2 < s_2 & \quad (2) & 0 < s_1 & \quad (11) \\ s_2 < x_2 - x_3 & \quad (3) & x_2 - x_3 < s_3 & \quad (4) & s_1 < s_2 & \quad (12) \\ s_2 < x_3 - x_4 & \quad (5) & x_3 - x_4 < s_3 & \quad (6) & s_2 < s_3 & \quad (13) \\ s_3 < x_2 - x_4 & \quad (7) & x_2 - x_4 < s_4 & \quad (8) & s_3 < s_4 & \quad (14) \\ s_4 < x_1 - x_3 & \quad (9) & x_1 - x_3 < s_5 & \quad (10) & s_4 < s_5 & \quad (15) \\ & & & & s_5 < s_6 & \quad (16) \end{aligned}$$

این محدودیت ها به فرمت ماتریس زیر درمی آید :  $(A . Z > 0)$

$$\begin{pmatrix} 1 & -1 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ s_1 \\ s_2 \\ s_3 \\ s_4 \\ s_5 \\ s_6 \end{pmatrix} > 0$$

همانطور که می‌دانید برطبق گزاره 2، این سیستم دارای جواب نمی‌باشد. بنابراین باید  $Y \in R^{16 \times 1} (Y \neq 0, Y \geq 0)$  وجود داشته باشد به طوری که  $A.Y = 0$  باشد. بنابراین همه‌ی عناصر باید صفر یا مثبت باشند (البته نه همه صفر). در واقع رابطه  $\sum_{i=1}^{16} y_i \cdot col_i = 0$  باید برقرار گردد.

و در این مثال مشاهده می‌نماییم که مقادیر  $y_2 = y_5 = y_8 = y_9 = 1$  است.  $y_1 = y_3 = y_4 = y_6 = y_7 = y_{10} = y_{11} = y_{12} = y_{13} = y_{14} = y_{15} = y_{16} = 0$

$$1. \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} + 1. \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -1 \\ 0 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} + 1. \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} + 1. \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

محدودیت‌های شماره 2 و 5 و 8 و 9 در بالا نشان داده شده است که به صورت زیر نیز نشان داده می شود.

$$S_4 > x_2 - x_4 \quad (8)$$

$$\Rightarrow x_1 - x_3 > x_2 - x_4 (*)$$

$$x_1 - x_3 > S_4 \quad (9)$$

$$S_2 > x_1 - x_2 \quad (2)$$

$$\Rightarrow x_3 - x_4 > x_1 - x_2 (**)$$

$$x_3 - x_4 > S_2 \quad (5)$$

معادلات (\*) و (\*\*) بایکدیگر متناقض هستند. از جمع آن‌ها رابطه  $x_1 - x_4 > x_1 - x_4$  به دست می‌آید. این ناسازگاری در مکث به صورت زیر بیان می‌شود.

Diff.	Couples	Couples	Diff.	
strong	$a1 \cdot a3$	$>$	$a2 \cdot a4$	moderate
weak	$a3 \cdot a4$	$>$	$a1 \cdot a2$	very weak

این مشکل حل می‌گردد اگر که :

$$(a_1, a_3) \in C_3 \text{ instead of } C_4 \text{ ((*disappears)}$$

$$\text{or } (a_2, a_4) \in C_4 \text{ instead of } C_3 \text{ ((*disappears)}$$

$$\text{or } (a_3, a_4) \in C_1 \text{ instead of } C_2 \text{ (**disappears)}$$

$$\text{or } (a_1, a_2) \in C_2 \text{ instead of } C_1 \text{ (**disappears).}$$

همچنین توجه کنید که ناسازگاری ممکن است با هر کدام از تغییرات گفته شده از بین نرود. پس از تغییرات انجام شده، نرم افزار به بررسی قضاوت‌ها می‌پردازد و حداقل تعداد پیشنهادات را برای برقراری سازگاری پیشنهاد می‌دهد. به عنوان مثال پیشنهادات برای این مثال عبارتند از :

§ رابطه بین گزینه‌های 1 و 3 از قوی به متوسط تبدیل گردد .

§ رابطه بین گزینه‌های 2 و 4 از متوسط به قوی تبدیل گردد .

§ رابطه بین گزینه‌های 3 و 4 از ضعیف به خیلی ضعیف تبدیل گردد.

§ رابطه بین گزینه‌های 1 و 3 از خیلی ضعیف به ضعیف تبدیل گردد.

3-2-7-2 : شناسایی محدودیت‌ها با علت ناسازگاری آن :

بررسی جزئیات مراحل مختلف تحقیق برای پیشنهادات جدید بدین صورت است . اولین مرحله شامل تعیین محدودیت شماره 1 و 2 و 3 که از جمله اساسی‌ترین محدودیت‌هایی هستند که ناسازگاری سیستم را نشان می‌دهند .

$$S \begin{cases} A.Z > 0 \\ B.Z = 0 \end{cases}$$

بنابراین در ابتدا به بررسی محدودیت‌هایی که سبب ناسازگاری می‌شوند پرداخته می‌شود . به گونه‌ای که بخشی از سیستم  $S'$  با شرایط زیر است.

§ یک زیر سیستم از  $S$  است .

§ ناسازگار است .

§ زیر سیستم شامل هیچ نوع ناسازگاری نمی‌شود .

صورت ریاضی این ایده در تعریف 7 بیان می‌گردد :

تعریف 7 : یک سیستم با عناصر ناسازگار<sup>1</sup> (SEI) سیستمی است که :

$$S' \begin{cases} A'.Z > 0 \\ B'.Z = 0 \end{cases}$$

به گونه‌ای که :

<sup>1</sup> Incompatible elementary system. (SEI)



رابطه 3-2-18

1.  $A' \in R^{p' \times (n+Q)}$  is a sub-matrix of  $A$ , and  $B' \in R^{r' \times (n+Q)}$  is a sub-matrix of  $B$ ;

2.  $S'$  is incompatible;

$$3. \text{if } \begin{cases} A'' \in R^{p'' \times (n+Q)} \text{ is a sub-matrix of } A', \\ B'' \in R^{r'' \times (n+Q)} \text{ is a sub-matrix of } B', \\ p'' + r'' < p' + r' \end{cases} \text{ then } \begin{cases} A'' \cdot Z > 0 \\ B'' \cdot Z = 0 \end{cases}$$

is in compatible

بهر حال هدف تعیین همه‌ی محدودیت‌های ناسازگار سیستمی با استفاده از  $LP\sigma\text{-test}_{1+2}$  نیست بلکه فقط قصدبراین است که قضاوت‌هایی نظیر  $(a_s, a_t) \in C_{ij}$  که سبب ناسازگاری می‌گردد، شناسایی شوند. در بخش 3-2-3-7-2-3 به توضیح چگونگی استفاده از این قضاوت‌ها پرداخته می‌شود. با توجه به شواهد، ناسازگاری زمانی اتفاق می‌افتد که سیستم زیر:

$$S \begin{cases} A \cdot Z > 0 \\ B \cdot Z = 0 \end{cases}$$

ناسازگار باشد. در اینصورت  $\exists Y \in R^p$  و  $V, W \in R^r$  به‌طوریکه:

رابطه 3-2-19

$$\begin{cases} {}^t A \cdot Y + {}^t B \cdot (V - W) = 0 \\ Y \geq 0, V \geq 0, W \geq 0 \\ \forall i \in N_{1,r}, V_i \cdot W_i = 0 \\ \exists i_0 \in N_{1,p} \text{ such that } Y_{i_0} \neq 0 \end{cases}$$

در این حالت، اگر  $i_0 \leq p_1 + p_2$ ، به‌گونه‌ای که  $p_1$ : تعداد محدودیت‌های شماره 2 و  $p_2$  تعداد محدودیت‌های شماره 3 را بیان می‌کند. از طرفی نوع محدودیت‌های زیر نیز با  $S$  مطابقت دارد.

رابطه 3-2-20

$$x_s - x_r < S_j \quad \text{or} \quad x_s - x_r > S_j$$

سپس سیستم زیر را بررسی کنید. (with  $i \leq p_1 + p_2$ )

رابطه 3-2-21

$$\text{Syst} - Y_i \begin{cases} {}^t A \cdot Y + {}^t B \cdot (V - W) = 0 \\ Y_i = 1 \end{cases}$$

اگر  $\text{Syst} - Y_i$  سازگار باشد. برای یک راه‌حل، سیستم با یک محدودیت ناسازگار شماره 1 و 2 و 3 و 4 و 5 مواجه است درجایی که حداقل یک محدودیت از نوع  $x_s - x_r < S_j$  or  $x_s - x_r > S_j$  است و بخشی

از سیستم با عناصر ناسازگار وجود دارد . اگر سیستم  $Syst-Y_i$  ناسازگار باشد . محدودیت‌های که با SEI مطابقت داشته باشند وجود ندارد .  
 برای یافتن محدودیت‌های شماره 2 و 3 که بخشی از SEI هستند کافی است به مطالعه سازگاری همه‌ی سیستم  $Syst-Y_i$  به طوریکه  $i=1,2,\dots,p_1,p_2$  پرداخته شود .  
 به همین ترتیب محاسبات برای سیستم‌های  $Syst-V_i$  و  $Syst-W_i$  انجام می‌گردد تا محدودیت‌هایی که مربوط به بخشی از SEI است را بیابیم .

رابطه 22-2-3

$$Syst - V_i \begin{cases} {}^t A.Y + {}^t B.(V - W) = 0 \\ W_i = 0 \\ V_i = 1 \end{cases}$$

$$Syst - W_i \begin{cases} {}^t A.Y + {}^t B.(V - W) = 0 \\ W_i = 1 \\ V_i = 0 \end{cases}$$

لازم نیست به بررسی همه‌ی سیستم‌های  $Y, V, W$  بپردازیم .

§ اگر سیستم  $Syst-Y_i$  سازگار است و برای  $Y, V, W$  دارای پاسخ می‌باشد . سپس :

رابطه 23-2-3

$$\begin{aligned} \forall j > i \text{ such that } Y_j \neq 0, Syst - Y_i \text{ is compatible} \\ \forall j \in N_{1,r} \text{ such that } V_j \neq 0, Syst - V_i \text{ is compatible} \\ \forall j \in N_{1,r} \text{ such that } W_j \neq 0, Syst - W_i \text{ is compatible} \end{aligned}$$

§ اگر سیستم  $Syst-V_i$  سازگار است و برای  $Y, V, W$  دارای پاسخ می‌باشد . سپس :

رابطه 24-2-3

$$\begin{aligned} \forall j > i \text{ such that } V_j \neq 0, Syst - V_i \text{ is compatible} \\ \forall j \in N_{1,r} \text{ such that } W_j \neq 0, Syst - W_i \text{ is compatible} \end{aligned}$$

§ اگر سیستم  $Syst-W_i$  سازگار است و برای  $Y, V, W$  دارای پاسخ می‌باشد . سپس :

رابطه 25-2-3

$$\forall j > i \text{ such that } W_j \neq 0, Syst - W_i \text{ is compatible}$$

از طرفی برای هر کدام از پاسخ‌های سیستم‌های بالا داریم :  
رابطه 26-2-3

$$\forall j \in N_{1,p_1+p_2}, [Y_j \neq 0 \Rightarrow T_j = 1]$$

$$\forall j \in N_{1,r}, [V_j \neq 0 \Rightarrow T_{p_1+p_2+j} = 1]$$

$$\text{and}[W_j \neq 0 \Rightarrow T_{p_1+p_2+r+j} = 1].$$

برای یافتن جفت‌های همگون و برقراری سازگاری در سیستم باید مطالعاتی انجام گیرد و الگوریتم زیر به جستجوی معادلات شماره 1 و نامعادلات شماره 2 و 3 که بخشی از SEI است را جستجو می‌کند .  
رابطه 27-2-3

$$T = (0, 0, \dots, 0)$$

for  $i = 1, 2, \dots, p_1 + p_2$  do :

$$T_i = 0,$$

then if  $\text{Syst} - Y_i$  compatible and  $Y, V, W$  solution of  $\text{Syst} - Y_i$

then update  $T$

for  $i = 1, 2, \dots, r$  do :

$$\text{if } T_{p_1+p_2+i} = 0,$$

then if  $\text{Syst} - V_i$  compatible and  $Y, V, W$  solution of  $\text{Syst} - V_i$

then update  $T$

for  $i = 1, 2, \dots, r$  do :

$$\text{if } T_{p_1+p_2+r+i} = 0,$$

then if  $\text{Syst} - W_i$  compatible and  $Y, V, W$  solution of  $\text{Syst} - W_i$

then update  $T$

در این حالت یک مجموعه از معادلات و نامعادلات که SEI را تشکیل می‌دهند، به وجود می‌آید .

### 3-7-2-3 تقویت - کاهش قضاوت‌ها با طبقه‌بندی $p$

#### 1-3-7-2-3 نشانه‌گذاری اولیه :

§ قضاوت‌ها براساس  $(x, y) \in C_{i,j}$  نشان داده می‌شود ، توسط عناصر  $(x, y, i, j)$  که از مجموعه

$$X \times X \times N_{1,0} \times N_{1,0} \text{ می‌باشد .}$$

§ قضاوت‌ها براساس  $(x, y) \in I$  نشان داده می‌شود ، توسط عناصر  $(x, y, \cdot, \cdot)$  که از مجموعه

$$X \times X \times N \times N \text{ می‌باشد .}$$

**تعریف 8:** تغییر (کاهش) در قضاوت‌ها  $(s,t,i,j)$  با طبقه بندی‌های مشخص شده  $(1 \leq p \leq Q+i)$  یک جایگزین برای داوری‌ها می‌باشد .

*by the judgement  $(s,t,i-p,i-p)$  if  $i \geq p$*

*by the judgement  $(t,s,p-i,p-i)$  if  $i < p$ .*

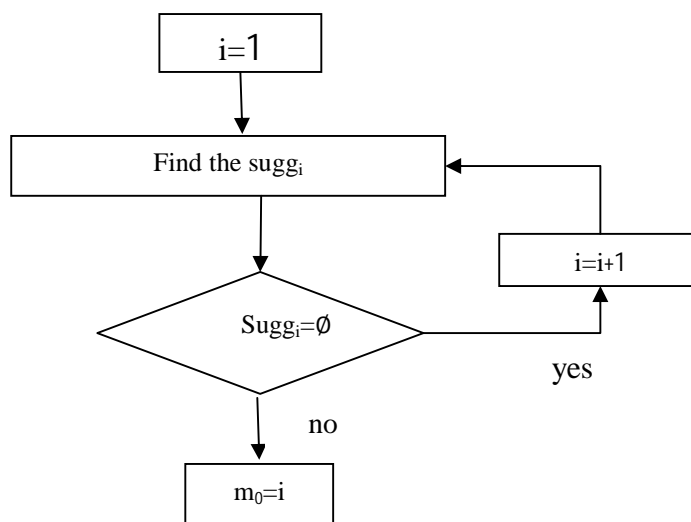
**تعریف 9:** افزایش در قضاوت‌ها  $(s,t,I,j)$  با طبقه بندی مشخص  $(1 \leq p \leq Q-j)$  جایگزینی است برای قضاوت‌ها، البته با داوری‌هایی که در بازه  $(s,t,j+p, j+p)$  قرار دارد .

**تعریف 10:** تغییر در قضاوت‌ها شامل افزایش یا کاهش داوری می‌شود. که البته این تغییر در یک بازه خاص رخ می‌دهد.

### 2-3-7-2-3 جستجو برای پیشنهادات

**تعریف 11:** تغییر در داوری‌ها ممکن است در چند دسته از زوج‌ها صورت گیرد یعنی به صورت همزمان چند تغییر را پیشنهاد کند ، نکته قابل توجه این است که گاهی چندین پیشنهاد را ارائه می‌نماید. به-عنوان مثال ممکن است که تغییر اول برای کاهش در یک زوج و افزایش رتبه در زوج دیگر باشد و در کنار این پیشنهاد نیز ، پیشنهاد دیگری ارائه دهد که به جای کاهش در یکی و افزایش در دیگری ، هر دو زوج در یک حالت متعادل قرار گیرند . بسته به نظر تصمیم‌گیرنده ، پیشنهاد مورد نظر انتخاب می‌گردد . گاهی اوقات افزایش یا کاهش فقط با تغییر در یک طبقه نمی‌باشد بلکه این تغییرات ممکن است باعث تغییر از طبقه اول به طبقه سوم گردد.

مثال : باتوجه به نظر تصمیم‌گیرنده  $(a_1, a_2) \in EC_1$  است ولی نرم‌افزار تغییر در آن را پیشنهاد می‌کند و آن به صورت  $(a_1, a_2) \in EC_2$  است. یعنی از حالت خیلی ضعیف به حالت متوسط تغییر دهد . تا سازگاری برقرار گردد . فرآیند زیر در صورت وجود ناسازگاری استفاده می‌شود . (شکل 2-2-3)



شکل 2-2-3: روند بررسی ناسازگاری موجود در قضاوتها

در هر مرحله  $i$ :

§ در هر دسته یکسری تغییرات در پیشنهادات و قضاوتها انجام می‌دهیم، که براساس پیشنهاداتی است که سیستم به ما ارائه می‌کند.

§ برای هر کدام از عناصر درگروه: ابتدا اصلاحات لازم انجام داده می‌شود، سپس آزمون سازگاری برای ماتریس جدید محاسبه می‌گردد. اگر سازگار باشد نیاز به عملی کردن سایر پیشنهادات نمی‌باشد.

این الگوریتم معمولاً همگرا است چراکه با انجام چند تغییر، نتیجه مطلوب و سازگاری در سیستم به دست می‌آید.

## مثال 2:

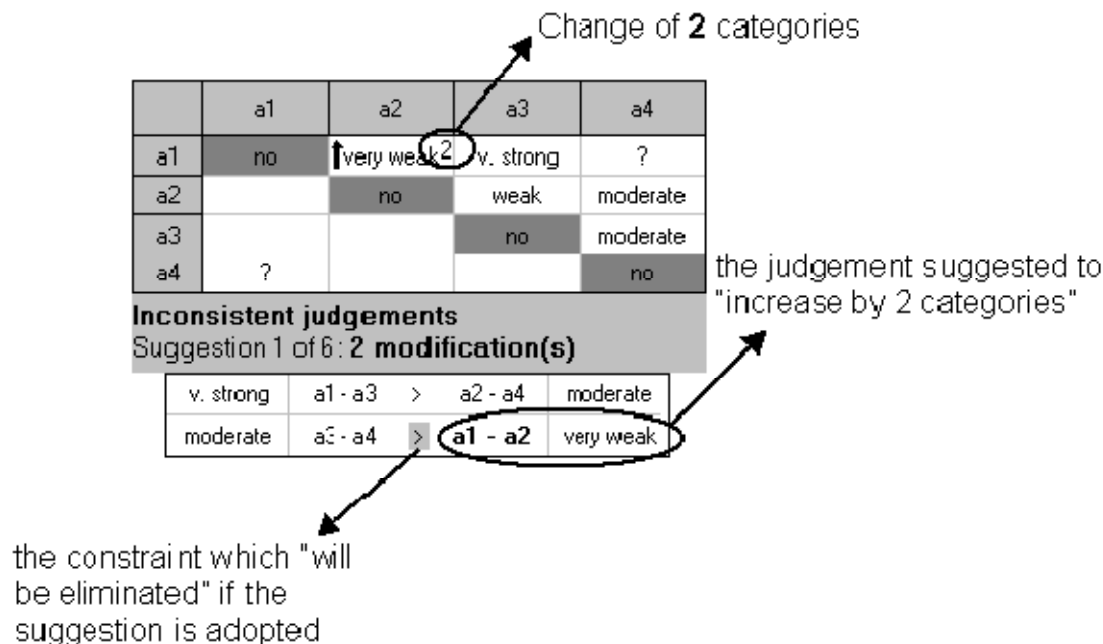
فرض کنید که  $X = \{a_1, a_2, a_3, a_4\}$  و نظرات (قضاوتها) به صورت زیر فرمول‌بندی می‌شود.

$$P: \{(a_1, a_2), (a_1, a_3), (a_2, a_3), (a_3, a_4)\}$$

$$(a_1, a_2) \in C_1, (a_1, a_3) \in C_2, (a_2, a_3) \in C_3, (a_3, a_4) \in C_4$$

بعلاوه تصمیم‌گیرنده، رابطه بین گزینه 2 و 4 را به صورت متوسط بیان کرد و نرم‌افزار M-MACBETH با بررسی قضاوتها پیغام ناسازگاری را نشان می‌دهد. در نتیجه اگر با هم تصمیم‌گیرنده بر روی نظر خود مصمم باشد، M-MACBETH 6 تا پیشنهاد ارائه می‌دهد. در واقع با انجام تغییر سازگاری ماتریس مهیا می‌گردد. این تغییرات به صورت گرافیکی نشان داده می‌شود.

در این زمان حداقل باید 2 تغییر در یک دسته ایجاد نماییم تا سازگاری ایجاد گردد . در شکل زیر این پیشنهادات نمایش داده می شود .



شکل 3-2-3: تغییرات پیشنهادی برای حل مساله ناسازگاری

8-2-3 مقیاس گذاری در نرم افزار مکبث :

1-8-2-3 تعاریف مقیاس گذاری در مکبث

فرض کنید که  $S_{C_{1,2}} \neq \emptyset$  و  $a_1(P \cup I)a_2, \dots, a_{n-1}(P \cup I)a_n$  . برنامه ریزی خطی LP-MACBETH با متغیرهای  $x_1, x_2, \dots, x_n$  و  $b_1, \dots, b_n$  به صورت زیر است :

رابطه 28-2-3

$$\begin{aligned} & \min x_1 \\ & \text{subject to} \\ & x_p - x_r = 0 \quad \forall (a_p, a_r) \in I \text{ with } p < r \\ & s_j + \frac{1}{2} \leq x_p - x_r \quad \forall i, j \in N_{1,q} \text{ with } i \leq j, \forall (a_p, a_r) \in C_{i,j} \\ & x_p - x_r \leq s_{j+1} - \frac{1}{2} \quad \forall i, j \in N_{1,q-1} \text{ with } i \leq j, \forall (a_p, a_r) \in C_{i,j} \\ & s_1 = \frac{1}{2} \\ & s_{i-1} + 1 \leq s_i \quad \forall i \in N_{2,q} \\ & x_i \geq 0 \quad \forall i \in N_{1,n} \\ & s_i \geq 0 \quad \forall i \in N_{1,q} \end{aligned}$$

**تعریف 12:** برای هر تابع از مکبث<sup>1</sup> که  $X \rightarrow R$  به طوری که به ازای هر  $i \in N_{1,n}$  تابع مکبث به صورت  $EchMac(a_i) = x_i^*$  است (مقدار  $(x_1^*, \dots, x_n^*)$  جواب بهینه ای است که از حل مساله LP-Macbeth بدست می آید.) به جواب بهینه آن مقیاس مکبث گفته می شود .

**تعریف 13:**  $\forall a \in R_+^*, \forall b \in R$  with  $(a, b) \neq (1, 0)$  می توان گفت :  $a.EchMac+b$  به صورت مقیاس مکبثی تبدیل می شود .

### 2-8-2-3 بحث درباره یکتایی مقیاس های اساسی مکبث :

هیچ تضمینی برای وجود جواب یگانه برای مکبث وجود ندارد . برای مثال به بررسی ماترسی داوری در شکل زیر پردازید .

جدول 1-2-3: ماتریس نظرات و مقیاس های اساسی مکبث

	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_6$		
$A_1$	no	Very weak	Weak	Moderate	moderate	strong		
$A_2$		no	Very weak	Moderate	moderate	moderate		
$A_3$			No	Weak	moderate	moderate		
$A_4$				No	Very weak	Very weak		
$A_5$					no	Very weak		
$A_6$						No		
								Macbeth basic
								$A_1$ ۸.۰۰
								$A_2$ ۶.۵۰
								$A_3$ ۵.۰۰
								$A_4$ ۲.۰۰
								$A_5$ ۱.۰۰
								$A_6$ ۰.۰۰

شخصی می تواند تایید کند که  $\forall x \in [6, 7], (8, x, 5, 2, 1, 0)$  یک جواب بهینه برای مکبث می باشد . بنابراین مقیاس های اساسی مکبث لزوماً یکتا نیستند . مقیاس های مکبث بر اساس تکنیک های خاص تفسیر می شود که هدف آن تهیه یک پایه و اساس برای نظرات و قضاوت ها است . به این ترتیب فردی که نظر می دهد به طور مستقیم در حل مساله دخالت ندارد . با این وجود می بینیم که تصمیم گیرنده هایی که به طور تجربی نیز کار می کنند ، جواب نهایی مکبث را می پذیرند . بنابراین درست است که یگانگی مقیاس - های مکبث را تضمین کنیم . تکنیک مورد استفاده در مکبث به صورت زیر است .

<sup>1</sup> EchMac

رابطه 3-2-29

*Step1) solution of LP – MACBETH*→ optimal solution  $x_1, x_2, \dots, x_n$ →  $m(a_1) = x_1, m(a_n) = x_n = 0$  (remark :  $m(a_1)$  is unique)step2) for  $i = 2$  to  $n-1$ to solve max  $x_i$  under  $\begin{cases} S_{mac} \\ x_1 = m(a_1), \dots, x_{i-1} = m(a_{i-1}) \end{cases}$ → optimal solution  $x_1, x_2, \dots, x_n$ →  $x \max = x_i$ to solve min  $x_i$  under  $\begin{cases} S_{mac} \\ x_1 = m(a_1), \dots, x_{i-1} = m(a_{i-1}) \end{cases}$ → optimal solution  $x_1, x_2, \dots, x_n$ →  $x \min = x_i$ → optimal solution  $x_1, x_2, \dots, x_n$ →  $x \min = x_i$ 

$$m(a_i) = \frac{x \min + x \max}{2}$$

thus,

- برای محاسبه  $m(a_2)$ ، متغیر  $X_1$  با ارزش  $m(a_1)$ ، مقداری ثابت است. بیشترین و کمترین مقدار  $X_2$  محاسبه می شود و متوسط این دو مقدار، ارزش  $m(a_2)$  را نشان می دهد.
- برای محاسبه  $m(a_3)$ ، متغیر  $X_1$  با ارزش  $m(a_1)$  و متغیر  $X_2$  با ارزش  $m(a_2)$ ، مقداری ثابت است. بیشترین و کمترین مقدار  $X_3$  محاسبه می شود و متوسط این دو مقدار، ارزش  $m(a_3)$  را نشان می دهد.
- .....

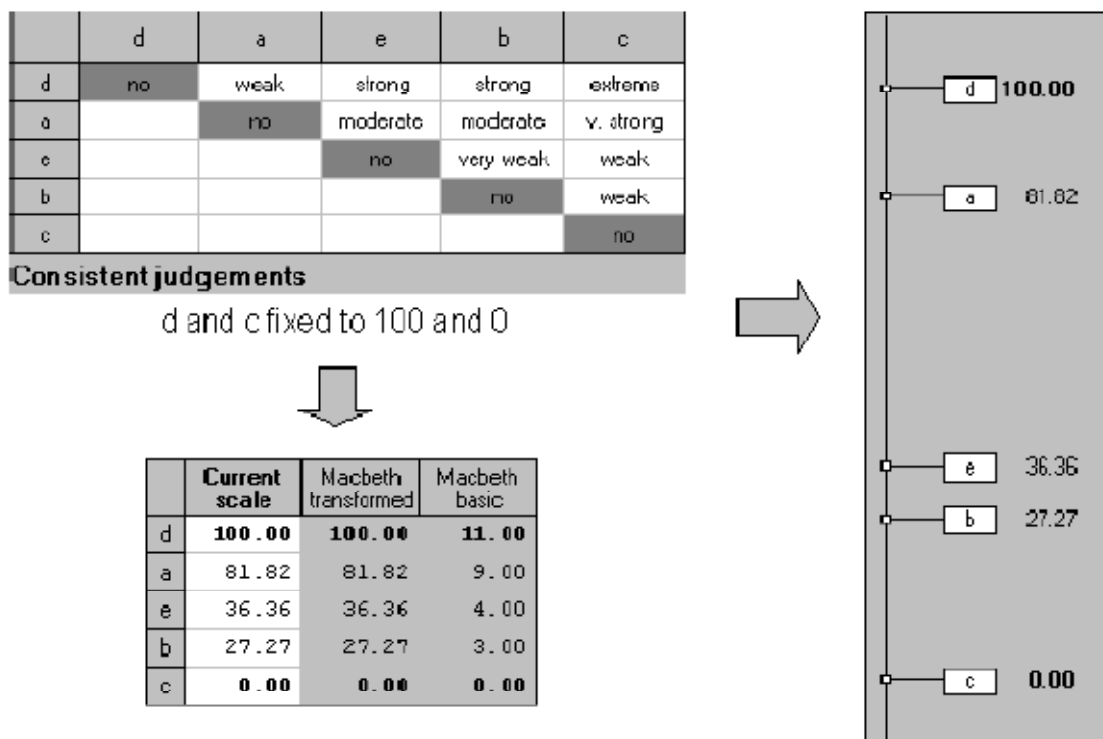
این متد تضمین کننده کسب مقداری ثابت  $m(a_1), m(a_2), \dots, m(a_n)$  برای اطلاعات ترجیحی  $\{P, I, ? = \emptyset, P^e\}$  است.

## 3-8-2-3 نمایش مقیاس مکبث

مقیاس مکبث که مطابق با اطلاعات ترجیحی  $\{P, I, ? = \emptyset, P^e\}$  است. در مکبث به دو صورت دیگر نمایش داده می شود. در واقع برای آن جایگزینی در نظر گرفته شده است. یک حالت به صورت جدول و دیگری



به صورت دماسنجی می باشد .



شکل 3-2-4: نمایش مقیاس‌های مکبث

### 9-2-3 مذاکره خاموش

نظیر بسیاری از تکنیک‌های تصمیم‌گیری، مکبث نیز برای استفاده یک نفر تصمیم‌گیرنده طراحی شده است. زمانی که یک موضوع از نظر چندین تصمیم‌گیرنده مورد بررسی قرار می‌گیرد قابل استفاده نیست. در نتیجه تکنیک مذاکره خاموش (پیکت و بولینگر، 2004)<sup>1</sup> مطرح می‌گردد که به بررسی واگرایی و هم-گرایی در نظرات می‌پردازد. این فرآیند در شرایط سکوت صورت می‌گیرد. این رویکرد به راحتی می‌تواند در کنار رویکرد مکبث قرار گیرد و از دو جنبه به محافظت از آن می‌پردازد. اول اینکه هر فرد نظر خود را بیان می‌کند، در واقع گزینه‌های مورد بررسی را به ترتیب اولویت‌بندی می‌شود و هر فرد (تصمیم‌گیرنده) می‌تواند تغییراتی در این اولویت‌بندی انجام دهد تا اینکه نتیجه نهایی مورد تایید همه افراد قرار گیرد.

<sup>1</sup> Pictet & Bollinger, 2004

انجام تغییرات ممکن است در چندین دور صورت گیرد . دوم اینکه تفاوت بین گزینه‌ها را بیان می‌کند. در واقع به این صورت عمل می‌شود که رابطه بین هر دو گزینه به صورت (متوسط، ضعیف و قوی و...) مشخص می‌شود .

تصمیم‌گیرندگان می‌توانند چندین بار تغییرات را انجام دهند تا نتیجه نهایی مورد تصویب همه‌ی افراد گردد.

### 10-2-3 توصیف رویکرد مذاکره خاموش

#### 1-10-2-3 اصول

این روند برای استخراج نتایج ارزیابی بر روی یک معیار که در آن گزینه‌ها به صورت جفتی مقایسه می‌گردد و یا تعیین وزن که بر اساس ارزیابی جفتی گزینه‌ها نیز صورت می‌گیرد ، استفاده می‌شود . این رویکرد بر اساس روابط موجود بین کارت‌ها توسعه داده شده است. و می‌تواند در کنار متدهای دیگر تصمیم‌گیری نظیر مکبث و متدهای رتبه‌بندی نظیر الکتري<sup>1</sup> به کار برده شود . مذاکره خاموش دارای سه بخش است :

بخش 1 : استنباط (استخراج) پیش‌فرض رایج از عناصر .

بخش 2 : استنباط از تفاوت بین رتبه‌بندی‌های موجود به صورت پیش‌فرض

بخش 3 : استنباط اطلاعات اضافی، زمانی که لازم و ضروری هستند .

این بخش‌ها بر 4 مرحله استوار است :

مرحله 1: فراهم کردن یک زمینه اولیه

مرحله 2: در جریان انداختن نظرات شرکت‌کنندگان

مرحله 3: در هر سیکل ، شرکت‌کنندگان نظرات خود را به صورت تصویری بیان می‌کنند . بدون آنکه حرفی بزنند .

مرحله 4 : اگر همه‌ی افراد تصمیم‌گیرنده با این نظر موافق نباشند ، دوره جدید برای بررسی مسأله شروع می‌شود .

مرحله 1 و 2 برای هر بخش متفاوت هستند . برای معرفی ساده‌تر رویکرد مذاکره خاموش ، از روش جابجایی کارت استفاده می‌کنیم .

#### 2-10-2-3 بخش 1: استنباط یک پیش‌فرض رایج از گزینه‌ها

مرحله 1 : بر روی کارت‌ها نام معیارهای موردنظر را نوشته و آن‌ها را در یک سطر قرار می‌دهیم، به این معنی که همه‌ی معیارها دارای وزن یکسان هستند . (شکل 3-2-5)

مرحله 2: هر کدام از شرکت‌کنندگان در تصمیم‌گیری، اجازه دارند تا تعدادی جابجایی بین معیارها انجام

<sup>1</sup> ELECTRE

دهند. (البته مجبور نیستند و می‌توانند همان چیدمان را تایید کنند و به نفر بعدی ارجاع دهند.)

(i) 

3	4	5	1	6	2
---	---	---	---	---	---

(ب) 

5	2
3	
6	1
4	

شکل 3-2-5: ترتیب قرار گرفتن کارت‌ها : (i) حالت اولیه ، (ب) حالت نهایی .

مرحله 3 و 4 نیز انجام می‌شود تا توافق نهایی بین تصمیم‌گیرندگان ایجاد گردد و وزن معیارها مشخص گردد .

3-10-2-3 بخش 2: استنباط از تفاوت بین رتبه‌بندی‌های موجود به صورت پیش فرض

مرحله 1: خروجی بخش اول به عنوان زمینه اولیه در نظر گرفته می‌شود .

مرحله 2: تصمیم‌گیرندگان با تعدادی کارت سفید که فقط نشان‌دهنده تفاوت بین معیارها است نظر خود را بیان می‌نمایند .

مرحله 3 و 4 همینطور ادامه می‌یابد تا توافق نهایی حاصل شود. (شکل 3-2-6)

5	2
*	
3	
*	
*	
6	1
4	

شکل 3-2-6: ترتیب نهایی قرار گرفتن کارت‌ها براساس شاخص تفاوت بین گزینه‌ها

3-10-2-3 بخش 3 : استنباط نسبت f

این بخش در روند انتخاب کارت‌ها نسبت با دیگر متدها و بخش‌هایی که گفته شد متفاوت است . این نسبت نشان‌دهنده‌ی نسبت بین بالاترین معیار و کم‌ترین معیار است . در این بخش برای جلوگیری از

سردرگمی از کارت‌های خالی یا کارت‌هایی با رنگ متفاوت استفاده می‌شود .  
 مرحله اول: یک کارت خالی نشان‌دهنده ارزش اولیه  $f$  است .  
 مرحله دوم : تصمیم‌گیرندگان شروع به فعالیت می‌کنند و با اضافه کردن و قراردادن تعدادی کارت سفید در سطر یا ستون نسبت را تغییر می‌دهند . این تغییرات منجر به یک ارزش صحیح می‌شود.  
 مرحله 3و4 همچنان ادامه پیدا می‌کند تا به توافق نهایی دست یابیم .

### 3-2-11 نکات

معمولا تصمیم‌گیرندگان پس از چنددور تکرار فرآیند درمورد مساله مورد بحث به توافق می‌رسند . این فرآیند در صورتی به پایان می‌رسد که همه‌ی تصمیم‌گیرندگان نظر یکدیگر را تصدیق و تایید نمایند . به ندرت اتفاق می‌افتد که یک جلسه به نتیجه نرسد . دو دلیل عمده برای مشارکت تسهیل‌کننده‌ها (ناظر) وجود دارد. 1- برای رسیدن به اجماع نرمال، از عقاید متفاوت تصمیم‌گیرنده است. 2- به دلیل حضور افرادی با رفتار مداخله‌گری می‌باشد .

### 3-11-2-1 واگرایی در بین نظرات افراد گروه

در این مورد حلقه‌ای بین دو یا چند نفر از افراد تصمیم‌گیرنده ایجاد می‌گردد. که این حلقه ناشی از عقاید مخالف مشارکت‌کنندگان می‌شود . از جمله دلایل آن ، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد :

§ در هنگام ارزیابی عملکرد براساس معیارها، تصمیم‌گیرندگان به تعاریف متفاوت از معیارها یا زیرمجموعه‌های آن‌ها اشاره می‌کنند و قضاوت درستی انجام نمی‌دهند . تسهیل‌کنندگان (ناظر) باید تصمیم‌گیرندگان را از این مورد آگاه نمایند و هدف از برگزاری مذاکره خاموش را بیان نمایند و از طرف دیگر تعریف واضح و درستی از معیارها و جزئیات آن‌ها ارائه نمایند . اگر همچنان این واگرایی در تصمیمات ادامه پیدا کرد ، آنگاه باید همه‌ی شرایط به‌طور کامل مورد بررسی قرار گیرد و آنالیز حساسیت صورت گیرد .

§ در زمان تعیین وزن معیارها ، تصمیم‌گیرندگان نظر خود را راجع به ارزش آن بیان می‌کنند . این تعجب آور نیست و دستیابی به اجماع نیز در این مورد بسیار سخت است، چراکه افراد نظرات متفاوت نسبت به معیارها دارند . در این مورد تنها تسهیل‌کننده می‌تواند در نظرات شرکت کند و امیدوار باشد تا تصمیم‌گیرندگان در نهایت به دنبال توافق باشند .

## 3-2-11-2 رفتار مداخله‌گر

در این حالت، هرفردی می‌تواند از طریق برقراری روابط اجتماعی با تصمیم‌گیرندگان در رویکرد مذاکره خاموش، بر دیگران تاثیر بگذارد. حلقه ایجاد شده غیرعادی می‌باشد و اثرات مخربی بر کل فرآیند دارد. در اینصورت تسهیل‌کننده باید تصمیم‌گیرندگان را از این مشکل آگاه نمایند و به‌طور نامحسوس فرد مداخله‌گر را از ادامه کار خود باز دارند.

تفاوت بین رفتار مداخله‌گر با استراتژیست ساده نیست، اگرچه تصمیم‌گیرندگان به‌طور سریع تصمیم می‌گیرند. می‌توان اطلاعات راجع به چگونگی تصمیم‌گیری افراد را ضبط نموده تا از صحیح بودن تصمیم اطلاع یابیم. یکی از راه‌های متفاوت بین رفتارها بررسی رفتار هر یک از افراد تصمیم‌گیرنده، پیرو قانون نانوشته: "من دوست دارم تا همه‌ی افراد تابع نظر من باشند". است. در اینجا به بررسی رفتار هر کدام از آنها می‌پردازیم.

**رفتار مداخله‌گر:** برای جابجا کردن یک گزینه به سمت بالا یا پایین تلاش بسیار می‌شود، در صورتی که این جابجایی معقول و به‌صرفه نباشد به‌عنوان یک رفتار مداخله‌ای محسوب می‌شود. از طرفی با این عمل نابجا، مانع از تصمیم و بیان عقیده تصمیم‌گیران می‌شود.

**رفتار استراتژیک:** برای تمرکز بر روی عناصر در دوره‌های متفاوت یا بجای بالا یا پایین بردن عناصر این جابجایی‌ها می‌تواند نشان‌دهنده‌ی ترجیحات تصمیم‌گیرندگان در یک مسیر استراتژیک است.

3-2-11-3 حفظ رکورد<sup>1</sup>

در اکثر موارد حفظ و ذخیره اطلاعات برای مداخله افراد تسهیل‌کننده (ناظر) بسیار مفید است. یک راه ساده این است که جدولی را تهیه و در هر دور نظرات افراد راجع به عناصر (باتوجه به گزینه‌ها و معیارهای موجود) را در آن یادداشت نماییم. (جدول 2-2-3).

جدول 2-2-3: ضبط رکوردها برای شرکت‌کنندگان

Round	Elements					
	A	B	C	D	E	F
I	/	/	/			
II	/					
III		\	\	/		
IV			\	\		
V					\	\

<sup>1</sup> keeping record

آنالیز این جدول ممکن است به تفکر نیاز داشته باشد. به عنوان مثال، جابجایی‌های متضاد برروس عنصر C در .

جدول 2-2-3 لازم نیست در فرآیند انجام شود. تصمیم‌گیرنده اول می‌توانست نظر خود را بررسی نماید یا اینکه واکنشی راجع به نظرات دیگران داشته باشد.

از جمله مزایای این روش این است که یک گراف در صفحه‌نمایی از جابجایی‌ها را نشان می‌دهد. گردآمدن اطلاعات همه‌ی جابجایی‌ها سبب می‌شود که از تعداد جابجایی هر عنصر و جایگاه نهایی آن اطلاع یافته و از طرفی تسهیل‌کنندگان جابجایی‌های انفرادی به راحتی تفسیر می‌نمایند.

### 12-2-3 انتخاب متغیرها

برای ایجاد روند متغیرهایی وجود دارد، نظیر تعداد عناصر (گزینه‌ها)، تعداد جابجایی‌های مجاز برای عناصر در هر دور، تعداد دورها. البته این قوانین در بین تصمیم‌گیرندگان است و برای هر دوره متفاوت می‌باشد و بسته به نظر خودشان دارد.

#### 1-12-2-3 کل تعداد جابجایی‌ها در یک دوره

تعداد جابجایی‌های یک دور تصمیم‌گیرندگان ( $n$ ) مقداری ثابت است. اما انتخاب این مقدار ثابت ممکن است، سخت باشد.

تعداد زیادی جابجایی‌ها ممکن است سرعت فرآیند را در ابتدا افزایش دهد. اما ممکن است منجر به تغییرات ناخوشایند در ساختار تصمیم‌گیری شود. چراکه در بعضی از تغییرات، پایین‌ترین عنصر در جایگاه بالاتری قرار گیرد. در نتیجه این تصمیم می‌تواند در مراحل بعدی تصمیم‌گیری نیز مشکل‌ساز گردد. تعداد کم جابجایی‌ها ممکن است سرعت فرآیند را در ابتدا کاهش دهد. اما منجر به ثبات نتیجه در انتهای ساختار تصمیم‌گیری می‌شود.

یک حرکت بالقوه، شامل کاهش تعداد جابجایی‌های مجاز است. چراکه در شروع فرآیند آزادی به حداکثر می‌رسد و سرعت دستیابی به اجماع درباره موقعیت عناصر و سازش درباره گزینه‌ها مناسب است. از طرفی فرصت بررسی و مناقشه درباره‌ی تنظیمات عناصر نیز دقیق‌تر می‌شود. همین امر از انجام هرگونه تغییرات غیرضروری جلوگیری می‌کند. یک قانون ساده که در انتخاب این مقدار ساده رایج است، در زیر به بیان آن می‌پردازیم.

در دور 1: تعداد جابجایی‌ها برابر با  $n$  است. (که البته به تعداد عناصر بستگی دارد.)

در دور 2: تعداد جابجایی‌ها برابر با  $n-1$  است.

در دور 3: تعداد جابجایی‌ها برابر با  $n-2$  است.

.....

در دور  $n-i+1$  روند همچنان ادامه می‌یابد و تعداد جابجایی براب با  $i$  است . در نتیجه فرمول اصلی در هر دور تعداد جابجایی به صورت  $x: l_x = \max(n-x+1; i)$  است . براساس تجربیات ما  $n=3$  و یا 4 و  $i=1$  مناسب‌ترین به نظر می‌رسد .

### 2-12-2-3 تعداد جابجایی‌های عناصر در هر دور برای عناصر

اجازه‌دادن به تصمیم‌گیرندگان در جابجایی تنها یک گزینه، ممکن است منجر به تغییرات ناخوشایند گفته شده در بخش قبل ، شود . از طرفی جابجایی‌های عناصر مختلف ، ما را به خروجی واقعی نزدیک‌تر می‌نماید. یک قانون شبیه به قوانین قبلی برای تعداد جابجایی‌ها نیز وجود دارد .  $(i \leq m_x \leq l)$  که احتمال بهبود توافق را افزایش می‌دهد . یک راه ساده برای کمک به تصمیم‌گیرندگان تعیین تعداد عناصر مجاز برای جابجایی در هر دور، برای گزینه است .

### 3-12-2-3 تعداد دورها

دلایلی برای موافق بودن با تعداد نامحدود دورها وجود دارد . یکی از اصلی‌ترین آن‌ها این است که به تصمیم‌گیرندگان فرصت بیان عقایدشان را می‌دهند . اما ریسک بی‌پایان بودن فرآیند را قبول نمی‌کنند و تعداد دورهای تصمیم‌گیری را محدود می‌نمایند . اعلام این تعداد دور ، ممکن است افراد را به این فکر بیندازند که در آخرین دقایق جابجایی‌های خود را انجام دهند و به این ترتیب در نتیجه نهایی تاثیرگذار باشند .

برای جلوگیری از این رفتار و جلوگیری از تفسیرهای نادرست ، ناظر باید تعداد دورها را معین نماید ولی به افراد شرکت کننده (تصمیم‌گیرندگان ) اطلاعی ندهد . زمانی که آن تعداد دور انجام شد به مشارکت-کنندگان اطلاع می‌دهد که دور پایان یافته و نتایج را یادداشت می‌نماید .

### 4-12-2-3 نظم در میان تصمیم‌گیرندگان ( مشارکت کنندگان)

یک روند سیستماتیک برای تصمیم‌گیری میان افراد وجود دارد. دلایلی برای بررسی این گزینه وجود دارد: به دلیل تاثیری که افراد بر نتیجه دارند . در واقع در صورت وجود نظم رفتار افراد را به درستی شناسایی کرده و از درست بودن نتیجه اطلاع کامل بدست می‌آید . از طرف دیگر ممکن است فردی در پی انتقام از دیگری باشد، چراکه در تصمیم‌گیری قبلی با او مخالفت کرده است . وجود این نظم مانع از هرگونه فرصت‌طلبی می‌شود .

## 3-2-13 بحث و بررسی

## 3-2-13-1 مزایا و معایب

مهم‌ترین مزایای این روش به صورت زیر است :

مشارکت‌کنندگان می‌توانند از نظرات دیگران آگاهی یافته و به این ترتیب فرصت مداخله را دارند. این نوع مداخله هم ، به صورت چشمی می‌باشد و بحث کلامی وجود ندارد .

یک فرآیند دموکراتیک محسوب می‌شود . چون همه‌ی افراد شرکت‌کننده در تصمیم‌گیری دارای پتانسیل یکسانی برای نظردادن درمورد نتیجه نهایی هستند . بهر حال همه‌ی افراد دارای پتانسیل مستقل می‌باشند. و تصمیم‌نهایی برای مساله به عهده گروه می‌باشد .

به بحث بروی گزینه‌هایی محدود می‌شود که شرکت‌کنندگان ممکن است باهم توافق نداشته باشند ، اگرچه بحث در این روش ممنوع است ولی باعث توجه و تمرکز بروی جنبه‌های مختلف گزینه‌ها می‌شود. یکی از معایب آن ، برگزاری جلسه به صورت رودررو است. همه از نظر یکدیگر آگاهی می‌یابند و نظرات به صورت مخفی نمی‌ماند . برای مثال این فرآیند نمی‌تواند بر نفوذ وضعیت اجتماعی و حرفه‌ای غلبه کند . در واقع فرد شرکت‌کننده در جلسه برای رد کردن نظر ارباب خود دچار مشکل می‌شود. در این صورت ، اگر از نرم‌افزار استفاده شود ، سبب ناشناس ماندن تصمیم‌گیرندگان در هر مرحله از بازی می‌شود .

## 3-2-13-2 لزوم استفاده از مذاکره خاموش

نظر و تجربیات ما در استفاده از رویکرد مذاکره خاموش برای محاسبه وزن و ارزیابی می‌باشد . وزن از طریق احساس مستقیمی که افراد از ارزش یک گزینه دارند، بدست می‌آید. مردم ممکن است تمایلی به وزن تعیین شده توسط دیگران نداشته باشند. به همین دلیل از رویکرد مذاکره خاموش استفاده می‌گردد که در آن یکسری قوانین برای تعیین وزن (البته در مجامع عمومی) وجود دارد . در موارد دیگر ، ما راه ارزیابی (بلتون و پیکت ، 1997)<sup>1</sup> از روش معمول و رایج استفاده می‌نماییم و با استفاده از وزن‌های انفرادی که به دست می‌آوریم ، نتایج انفرادی را نیز بررسی می‌کنیم. آنالیز این نتایج نشان‌دهنده تاثیرگذاری وزن بر روی تصمیم می‌باشد . (مایستر و همکاران ، 1994 و پیکت و همکاران 1994)<sup>2</sup>.

ارزیابی‌ها باید براساس حقیقت‌های موجود صورت گیرد . بنابراین ما تمایل به استفاده از رویکرد مذاکره خاموش به صورت سیستماتیک داریم. زمانی که یک گروه از متخصصان بر عملکرد گزینه‌ها براساس یک معیار توافق دارند. اگرچه اهداف خارج از دسترس هستند، یک پاسخ برای سوالاتی که در بین افراد وجود

<sup>1</sup> Belton & Pictet , 1997.

<sup>2</sup> Maystre et al., 1994; Pictet et al., 1994



دارد می‌باشد. (جارسون ، 1992)<sup>1</sup>. عبارت دیگر فهم مشترکی از مساله و ویژگی‌های گزینه‌ها را بدست می‌آوریم . ما آگاه هستیم که نظرات شرکت‌کنندگان به‌طور عمیقی متأثر از فهم آن‌ها از عدم قطعیت و ریسک‌ها در برخورد با هر کدام از گزینه‌هاست . اما ما بررسی می‌کنیم که مذاکره خاموش به محدود کردن بحث کمک می‌کند و موانع اجماع را از بین می‌برد .

### 3-13-2-3 اجماع و سازش

یکی از ویژگی‌های جالب مذاکره خاموش ، کمک به شناسایی اجماع و مصالحه باتوجه به روابط جفتی بین عناصر می‌باشد .

اگر روابط غیرقابل بررسی باقی بماند، به‌طور ساده حالتی از اجماع را بیان می‌کند .

اگر بررسی‌ها به یک نقطه کشیده شود ، می‌توان باتوجه به رویکرد مذاکره خاموش به نتیجه رسید .

اگر درضمن فرآیند بررسی مشکل حلقه ایجاد شود، در نتیجه نیاز به مصالحه کلامی وجود دارد تا به نتیجه مورد نظر حاصل گردد .

بدون بحث به اجماع دست می‌یابیم و از طرفی نیاز به توافق کلامی افراد شرکت‌کننده وجود ندارد و به-راحتی راجع به روابط بین گزینه‌ها نظر خود را بیان می‌نمایند . تعارض به‌طور واضح و شفاف در راه بهبود مسایل به کار برده می‌شود و در صورت وجود تعارض در بعضی شرایط ، باتوجه به مذاکره خاموش مساله را حل و فصل می‌نمایند . تصمیم‌گیری به این صورت در اکثر مواقع به اجماع منجر می‌شود. در واقع زمانی که افراد تصمیم‌گیرنده از فرآیند مذاکره لذت برده و با آن احساس راحتی نمایند ، کار به درستی انجام می‌شود.

### 4-13-2-3 مفهوم مذاکره

ممکن است این سوال مطرح شود که آیا استفاده از مفهوم مذاکره برای این روند ، نامی مناسب است . در عقاید ما این روند بسیار شبیه به رویکرد مذاکره معمولی است . ( چهره به چهره یا به صورت اینترنتی ). بعد از تعریف قوانین متقابل (تعاملی) ، شرکت‌کنندگان نسبت به نظر همدیگر واکنش نشان می‌دهند . که این عمل بدون بحث می‌باشد . حتی اگر شرکت‌کنندگان دیدی جامع و همکارانه داشته باشند بدین معنی نیست که آن‌ها به راحتی نظر خود را تغییر دهند. این شرایط و تغییر در نظر به تعادل بین خروجی قابل پیش‌بینی و اجماعی که ممکن است هرگز به آن نرسیم ، بستگی دارد . با این حال تصور نمی‌شود که یک مذاکره کامل بخشی از یک روند بزرگتر است . در صورتی که اسم رویکرد تعیین داده شود به استنباط خاموش، آن‌گاه افراد بیشتری از این اسم جدید احساس رضایت می‌کنند ولی از لحاظ مفهومی اسم با نوع روش متناقض می‌باشد و مفهوم اصلی از دست می‌رود .

<sup>1</sup> Jarosson, 1992

### 5-13-2-3 تفاوت با تکنیک‌های رأی‌گیری

از نظر بسیاری افراد تکنیک‌های رأی‌گیری با مذاکره خاموش متفاوت از هم نیستند. این موضوع تاحدی درست است، اما از نظر ما دو تفاوت معنی‌دار بین آنها وجود دارد:

در رأی‌گیری نظرات افراد به صورت مثبت و منفی وجود دارد و در این روند شرکت‌کنندگان به عقاید یکدیگر توجهی ندارند. اما در مذاکره خاموش، در بیش‌تر موارد دیده می‌شود که تصمیم‌گیرندگان برای رسیدن به نتیجه قابل قبول نظر خود را عوض می‌کنند. به عنوان مثال، یکی از شرکت‌کنندگان پس از تلاش‌های ناموفقی که در جابجایی عناصر انجام داد، از تصمیم خود منصرف شد و فقط یک حرکت را انجام داد و آن حرکت نیز از جانب دیگر افراد مورد تایید واقع شد.

رأی‌گیری براساس نظرات اقلیت و اکثریت است و به دنبال توافق نیستند و نتیجه نهایی براساس رأی اکثریت افراد است. اما در رویکرد پیشنهادی سعی می‌شود تا نظرات افراد مخالف و موافق را به یک سمت سوق داده شود و همه افراد موافق نتیجه نهایی گردند.

### 6-13-2-3 جایگاه رویکرد مذاکره خاموش در چارچوب گروه تصمیم‌گیری

مذاکره خاموش باتوجه به جایگاه توضیح داده شده در مقدمه چگونه است؟ تقریباً شبیه به دومورد اول است ولی متفاوت از هر دوی آنها می‌باشد.

همچون اشتراک‌گذاری، در آن به‌طور مستقیم از افراد نظرات را می‌گیرد و اینکار براساس یک نظم می‌باشد.

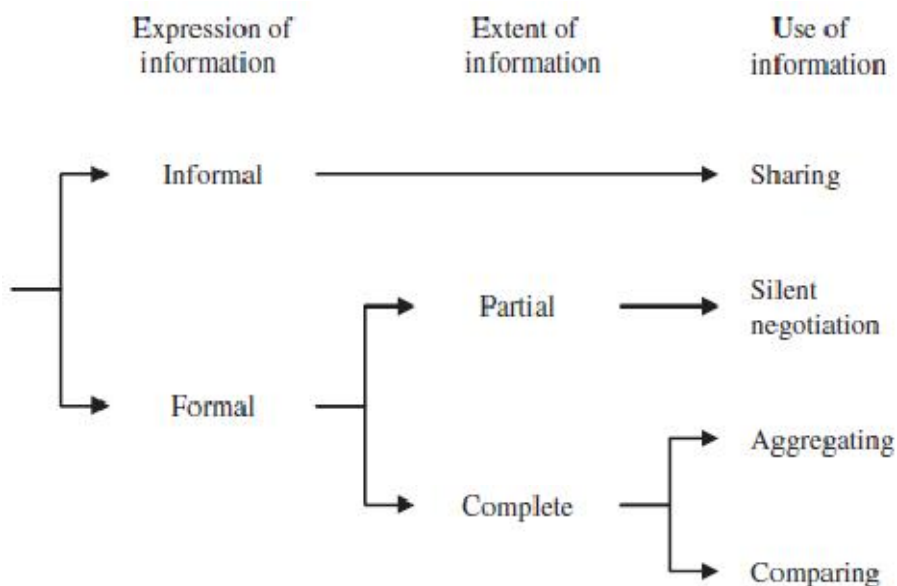
همچون تجمع، نظرات فردی تصمیم‌گیرندگان البته نه فقط برای یکبار بیان می‌شود.

مقاله‌های بلتون و پیکتت به اظهارنظرها و اطلاعات فردی افراد (اطلاعات رسمی و یا غیررسمی) توجه می‌کند و آنها برای تجمع و ارزیابی استفاده می‌کند. رویکرد مذاکره خاموش به سومین بعد اشاره می‌کند که آن توسعه اطلاعات فردی است: (شکل 3-2-7)

در حالت کامل، مقدار اطلاعاتی که هر فرد تصمیم‌گیرنده تدارک می‌بیند، سبب انجام یک تصمیم کامل و جامع می‌شود. (نظیر تعیین وزن)

در حالت ناقص، اطلاعاتی که از شرکت‌کنندگان و دیگر افراد بدست می‌آید، در نهایت سبب یک پیشنهاد ساده برای تغییر در وضعیت‌های موجود (مثلاً تغییر وزن) می‌شود.

بنابراین از لحاظ منطقی، رویکرد مذاکره خاموش نزدیک به رویکرد تجمع می‌باشد، اما ما می‌توانیم به راحتی از فرآیند اشتراک‌گذاری نیز در کنار آنها استفاده نماییم. به عنوان مثال بحث در مورد ارزیابی گزینه‌ها بر سر یک معیار خاص یا تعیین اوزان. چراکه در این موارد ممکن است از طریق بحث به نتیجه مطلوب و توافق همگان دست نیابیم.



شکل 3-2-7: اصلاح چارجوب تصمیم‌گیری گروهی با استفاده از MCDA

### 7-13-2-3 تأثیر آن بر روی فعالیت‌های MCDA

روند پیشنهادی در اینجا به معنای تغییر عمده در روش MCDM و تسهیل کردن آنالیز نمی‌باشد. بهر حال تصور شرکت‌کنندگان از یک تجربه تازه و نو را نباید نادیده گرفت. در شرایطی که تصمیم‌گیری در جلسات باعث بروز سروصدای زیاد می‌شود، استفاده از رویکرد مذاکره خاموش خالی از لطف نیست.

## 4 فصل چهارم

### تجزیه و تحلیل داده ها

## تجزیه و تحلیل داده

## 1-4 بخش اول : روش‌های تحلیل داده‌ها

## 1-1-4 مقدمه

در این تحقیق مدل و روش خاصی برای تعیین اعتبار طراحی‌های انجام شده توسط تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات، پیشنهاد شده است. همانطور که می‌دانید تازمانی که طرح اجرا نشود، نمی‌توان از کارآیی طرح اطلاع یافت بنابراین در اینجا روشی را برای اندازه‌گیری اعتبار و کارآیی طرح قبل از اجرا مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است. برای بررسی اعتبار طراحی از تکنیک‌های آنالیز تصمیم‌گیری استفاده شده است. شاخص‌هایی که در این ارزیابی مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از همان اصول بدیهی در طراحی مبتنی بر بدیهیات، که در اینجا علاوه بر دو اصل استقلال و اصل اطلاعات، اصل سومی نیز بکار برده می‌شود که اصل جامعیت نامیده می‌شود.

روایی یک ارزشیابی از کفایت و مناسبت تفسیرها و استفاده‌های نتایج سنجش است. (سیف 1385:418، به نقل از لین و گرانلین 2000:73).

اعتبار طراحی به دو دسته روایی درونی و روایی بیرونی تقسیم می‌گردد. روایی بیرونی به میزان تعمیم‌پذیری نتایج یک بررسی علی به سایر افراد، حوادث یا محیط‌ها اشاره دارد. در واقع اینکه آیا این روش برای ارزیابی اعتبار طراحی‌های دیگری که توسط این روش انجام می‌گیرد مفید و مؤثر است یا نه. روایی درونی نیز به میزان اطمینان ما به اثرات علی برمی‌گردد. (دانایی - الوانی - آذر - ص 183).

در این جا صرفاً روایی تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات مورد بررسی قرار می‌گیرد. برای اطمینان از سنجش مساله مورد نظر، آزمون‌های خاص روایی مطرح می‌گردد. نویسندگان برای تفهیم آزمون‌های روایی اصطلاحات مختلف به کار می‌گیرند. برای وضوح موضوع، آزمون‌های روایی را تحت سه عنوان کلی گروه‌بندی شده است: روایی محتوا<sup>1</sup>، روایی معیار<sup>2</sup>، روایی سازه<sup>3</sup>.

هدف این است که روایی طراحی انجام شده را با توجه به شاخص‌هایی که برای آن در نظر گرفته شده، محاسبه گردد. که به طور کامل به تشریح و توضیح آن پرداخته خواهد شد.

§ روایی محتوا: به تعیین میزان مطابقت بین بخش‌های طراحی و محتوای مورد نظر می‌پردازد.

§ روایی سازه: به تعیین محتوا و زیربنای طرح با توجه به ماهیت و ویژگی مورد نظر می‌پردازد.

<sup>1</sup> Content validity

<sup>2</sup> Criterion – related validity

<sup>3</sup> Construct validity

§ روایی معیار (ملاکی) : تعیین کننده جامعیت طراحی می‌باشد ، بدین صورت که پیش‌بینی کننده‌ی هدف مورد نظر و مناسب بودن طراحی با توجه به شرایط مورد نظر است .

در این تحقیق، قصد بر این است که روایی با تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره تعیین شود . بنابراین باید شاخص‌هایی را برای استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری تعیین نمود . این اصول چیزی جز بدیهیات خود طراحی نمی‌تواند باشد . چراکه این بدیهیات نقش اصلی و تعیین کننده‌ای را در طراحی مبتنی بر بدیهیات دارند. افرادی که از این تکنیک استفاده می‌نمایند . در صورتی که همه‌ی اصول و بدیهیات را رعایت نمایند مسلماً طراحی مناسب و کارآیی را انجام داده‌اند.

#### 2-1-4 تعریف شاخص‌ها

1- اصل استقلال : اصل استقلال در جهت ارزیابی کیفیت نگاشت بین نیازها و گزینه‌های حل می‌باشد. در واقع بیان کننده این مطلب است که نیازهای عملکردی باید به صورت مستقل توسط متغیرهای طراحی منحصر به فرد برآورده شود . شرط استقلال این اطمینان را ایجاد می‌کند که بهبودی در مفهوم طراحی انجام شده است، بگونه‌ای که سبب قابل کنترل و از طرفی قابل قبول بودن آن در جهت تغییر نیازها می‌باشد.

با طراحی ماتریس طراحی سه نوع ارتباط مستقل، غیر مستقل و وابسته بین FR و DP ها وجود خواهد داشت. این اصل روایی سازه را برای ما تعیین می‌کند .

2- اصل اطلاعات : بر اساس این اصل، بهترین طرح ، یک طرح مستقل است که حداقل اطلاعات را دربردارد ، یا به عبارتی در تعیین پارامترهای طراحی از ابزارهایی استفاده می‌شود که احتمال دستیابی به اهداف را حداکثر نماید . در واقع به بررسی کیفیت اطلاعات می‌پردازد. این اصل نیز تضمین کننده روایی محتوا می‌باشد .

3- اصل جامعیت : اصل جامعیت بدین معنی است که طراحی باید علاوه بر اینکه دو اصل قبلی را برآورده نماید ، FR و DP آن ، متناسب با هدف مورد نظر طراحی باشد و هدف نهایی را به طور کامل برآورده نماید . روایی ملاکی را می‌توان از این اصل بدست آورد .

## 2-4 بخش دوم : تجزیه و تحلیل داده‌ها

## 1-2-4 : طرح های مورد بررسی

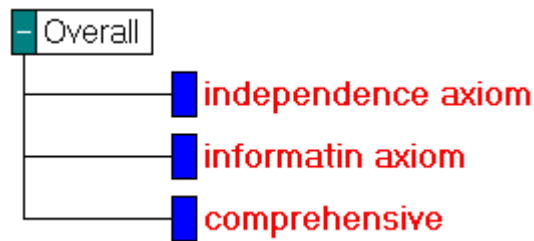
در این پژوهش طراحی انجام شده با هدف تولید ناب است و از افراد متخصص در این زمینه خواسته شده تا طراحی‌هایی با این هدف انجام دهند. از میان 5 طرحی که طراحی شده است، آن طرحی برگزیده می‌شود که همه شرایط و اصول در آن رعایت شده باشد. عبارت دیگر روایی و کارایی بهتری نسبت به بقیه داشته باشد.

## 2-2-4 بررسی داده‌ها با نرم‌افزار مکبث

فرآیند مکبث شامل 5 مرحله است :

- 1- دسته‌بندی گزینه‌ها بر اساس درجه اهمیت و اولویت آنها نسبت به یک معیار معین.
- 2- تفاوت بین هر زوج گزینه، به صورت (بسیار ضعیف، ضعیف، متوسط، قوی، بسیار قوی) بیان گردد.
- 3- سپس سازگاری بین گزینه‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد. اولین آزمون عدم وجود حلقه در نظرات می‌باشد. (یعنی حالت  $A > B > C > A$  پیش نیاید). در مرحله بعد بررسی‌های پیچیده‌تری صورت می‌گیرد، که به تفصیل شرح داده شده است.
- 4- در صورت وجود ناسازگاری نرم‌افزار حداقل پیشنهاداتی برای ایجاد سازگاری ارائه می‌دهد.
- 5- در نهایت مکبث به محاسبه ارزش عددی گزینه مورد بررسی براساس نظرات گفتاری که ارائه داده شده است، می‌پردازد.

اولین مرحله در ارزیابی و بررسی طرح‌ها، ورود معیارها (شاخص‌های) و گزینه‌های تصمیم‌گیری می‌باشد. بدین ترتیب اطلاعات را وارد و ارزیابی را انجام می‌شود. هرگزینه که وارد سیستم می‌شود به خودی خود وسیله‌ای برای رسیدن به هدف تصمیم‌گیری می‌باشد، بنابراین باید توجه عمیقی به نوع ورود و دسته‌بندی گزینه‌ها شود. هرچه این ساختار مرتب‌تر و سازمان‌یافته‌تر تعریف شود، فهم آن ساده‌تر می‌باشد. بنابراین در مرحله اول معیارهای موردنظر را به صورت ماتریسی (درخت تصمیم‌گیری) به نمایش گذاشته می‌شود.



شکل 4-2-1: ساختار درختی مسأله

در این مرحله باید ویژگی‌های هر معیار را و نوع ارزیابی در هر معیار را مشخص شود . بعلاوه تعداد گزینه‌ها یا طرح‌های مورد بررسی ، به نرم افزار وارد گردد .  
 شاخص اول، بدیهه استقلال را در طرح‌ها مورد بررسی قرار می‌دهد و این بررسی به صورت کیفی صورت می‌گیرد . و سه حالت مستقل ، نیمه وابسته و وابسته را شامل می‌شود . تصمیم‌گیرندگان باید نظرات خود را در قالب این سه گزینه بیان کنند .

Properties of independence axiom

Name : independence axiom      Short name : axiom 1

Comments :

Basis for comparison :

the options  
 the options + 2 references  
 qualitative performance levels :  
 quantitative performance levels :

criterion

Performance levels :

-	+	Qualitative level	Short
1		un coupled design	great
2		decoupled design	Pleasant
3		coupled design	Neutral

شکل 4-2-2: مشخصات شاخص اول

شاخص دوم ، بدیهه اطلاعات را بررسی می‌نماید و بررسی این شاخص به صورت کمی است .



**Properties of information axiom**

Name : information axiom      Short name : axiom 2

Comments :

Basis for comparison :

the options

the options + 2 references

qualitative performance levels :

quantitative performance levels :

criterion

Performance levels :

-	+	Quantitative level
1		11
2		10
3		9
4		8
5		7

Indicator :      Short :      Unit :

شکل 4-2-3: مشخصات شاخص دوم

شاخص سوم نیز جامعیت می‌باشد که بررسی آن به صورت مقایسه‌ای و جفتی انجام می‌گیرد . به این صورت که طرح‌ها به صورت زوجی (دوتایی) با یکدیگر مقایسه می‌شوند .

Properties of comprehensive

Name : comprehensive Short name : axiom 3

Comments :

Basis for comparison :

the options

the options + 2 references

qualitative performance levels :

quantitative performance levels :

criterion

References :

Name	Short
upper reference	Good
lower reference	Neutral

شکل 4-2-4: مشخصات شاخص سوم

پس از تعریف شاخص‌ها باید رابطه بین آن‌ها را نیز تعریف کنیم . به‌طورمثال در مورد شاخص اول ، چنانچه تمام روابط بین FR و DP مستقل باشد ، طراحی نسبت به حالتی که تعدادی از روابط مستقل و تعدادی نیز وابسته باشد بهتر است .

برای بیان روابط ، عبارت‌های بسیار ضعیف<sup>1</sup> ، ضعیف<sup>2</sup> ، متوسط<sup>3</sup> ، قوی<sup>4</sup> ، بسیار قوی<sup>5</sup> استفاده می‌شود .

مکبث مقیاس‌های عددی نیز ایجاد می‌نماید . باتوجه به نسبت‌هایی که در آن تعریف شده است برای هریک از این مقادیر کیفی ، یک مقدار عددی در نظر گرفته و درمحاسبات نهایی ، از آن استفاده می‌نماید . این فرآیند برای هرکدام از شاخص‌ها تکرار می‌شود . در شکل 4-2-5 و شکل 4-2-7 روابط بین شاخص‌های اول و دوم تعریف و نشان داده شده است .

---

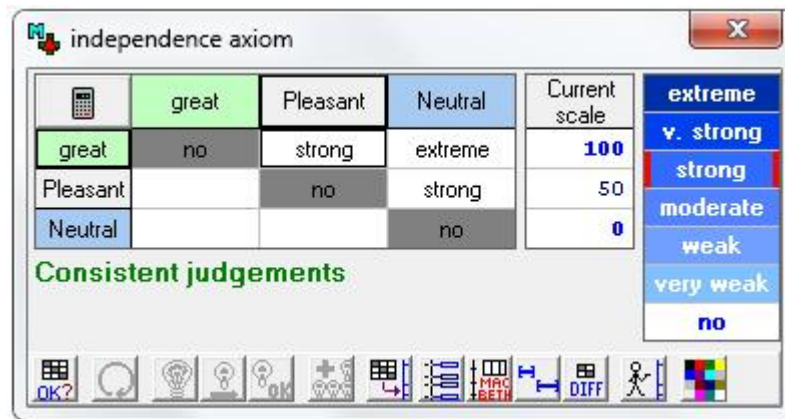
<sup>1</sup> Very weak

<sup>2</sup> weak

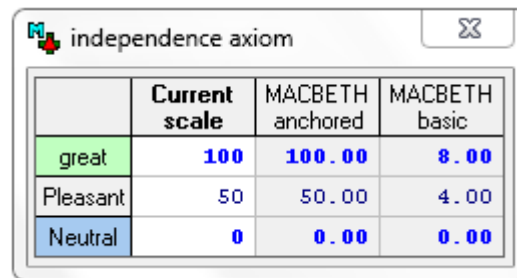
<sup>3</sup> moderate

<sup>4</sup> strong

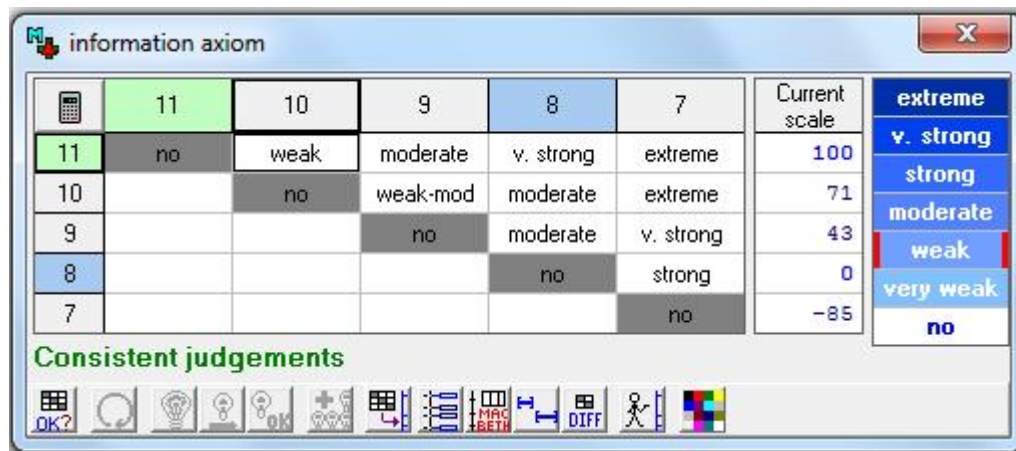
<sup>5</sup> Very strong



شکل 5-2-4: روابط بین بدیهه استقلال



شکل 6-2-4: تبدیل مقیاس کیفی به کمی در مورد شاخص اول



شکل 7-2-4: روابط بین بدیهه اطلاعات

	Current scale	MACBETH anchored	MACBETH basic
11	100	100.00	13.00
10	71	71.43	11.00
9	43	42.86	9.00
8	0	0.00	6.00
7	-85	-85.71	0.00

شکل 8-2-4: تبدیل مقیاس کیفی به کمی شاخص اطلاعات

در مورد شاخص سوم، به دلیل تفاوت نوع ارزیابی و مقایسه زوجی که بین طرح‌ها صورت می‌گیرد، باید از نظر افراد خبره استفاده کرد و از آن‌ها بخواهیم تا طرح‌ها را به صورت زوجی مقایسه نمایند. در اینجا بحث مذاکره خاموش مطرح می‌شود. با استفاده از این رویکرد نظرات نهایی را بدست آورده می‌شود. در صورت وجود هرگونه تعارض و ناسازگاری بین نظرات، سیستم پیشنهاداتی ارائه می‌کند و دوباره این پیشنهادات را در جلسه مطرح می‌شود و در صورت تأیید، اصلاحات لازم را انجام داده می‌شود. جدول نهایی در مورد شاخص سوم به صورت زیر است.

	E	B	C	D	A	Good	Neutral	Current scale	
E	no	weak-mod	weak-mod	mod-strg	moderate	v. strong	extreme	337.5	extreme
B		no	no	mod-strg	moderate	v. strong	extreme	312.5	v. strong
C		no	no	mod-strg	moderate	v. strong	extreme	312.5	strong
D				no	weak-mod	weak	strong	200.0	moderate
A					no	weak	strong	175.0	weak
Good						no	positive	100.0	very weak
Neutral							no	0.0	no

**Consistent judgements**

شکل 9-2-4: نظرات افراد خبره در مورد شاخص سوم

	Current scale	MACBETH anchored	MACBETH basic
E	337.5	337.50	27.00
B	312.5	312.50	25.00
C	312.5	312.50	25.00
D	200.0	200.00	16.00
A	175.0	175.00	14.00
Good	100.0	100.00	8.00
Neutral	0.0	0.00	0.00

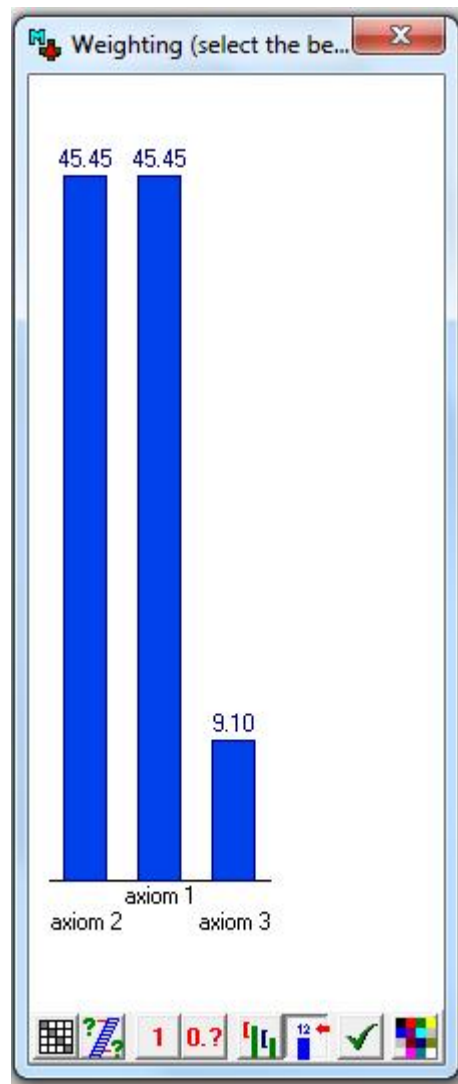
شکل 4-2-10: تبدیل مقیاس کیفی به کمی برای شاخص سوم

در مرحله بعد وزن شاخص‌ها را نیز باید مشخص شده و در اینجا نیز بررسی به همان صورت قبل انجام می‌شود و درجه اهمیت بین معیارها براساس روابط کیفی بیان می‌گردد .

	[ axiom 1 ]	[ axiom 2 ]	[ axiom 3 ]	[ all lower ]	Current scale	
[ axiom 1 ]	no	no	v. strong	extreme	45.45	extreme
[ axiom 2 ]	no	no	v. strong	extreme	45.45	v. strong
[ axiom 3 ]			no	strong	9.10	strong
[ all lower ]				no	0.00	moderate
						weak
						very weak
						no

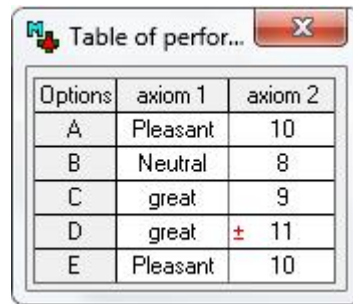
Consistent judgements

شکل 4-2-11: بیان روابط بین معیارهای مورد بررسی



شکل 4-2-12 : هیستوگرام وزن معیارها

در این مرحله ، افراد خبره جلسه‌ای را تشکیل می‌دهند و با استفاده از تکنیک مذاکره خاموش ، گزینه‌های مورد نظر را براساس شاخص‌های اول و دوم مرتب نمایند . پس از رسیدن به اجماع نهایی درباره‌ی ترتیب گزینه‌ها نسبت به هر شاخص ، نتیجه به نرم افزار داده می‌شود . این نتایج به صورت زیر هستند.



Options	axiom 1	axiom 2
A	Pleasant	10
B	Neutral	8
C	great	9
D	great	± 11
E	Pleasant	10

شکل 4-2-13: نظرات افراد خبره، باتوجه به شاخص‌های اول و دوم

پس از وارد کردن اطلاعات ، محاسبات نهایی صورت می‌گیرد و درنهایت نرم افزار خروجی به صورت‌های زیر ارائه می‌دهد . خروجی‌های آن به سه صورت است ، حالت اول ، تمامی گزینه‌ها به همراه معیار و وزن در نظر گرفته شده برای هر معیار و مقیاس عددی نهایی گزینه ها ، نمایش داده می‌شود . قابل ذکر است که محاسبه ارزش گزینه‌ها براساس رویکرد ارزش افزوده (تجمعی) می‌باشد.

در حالت دوم براساس مقیاس‌هایی که برای هر گزینه باتوجه به یک معیار بیان شده است ، به معرض نمایش گذاشته می‌شود و گزینه‌ها را با یکدیگر مقایسه می‌نماید .

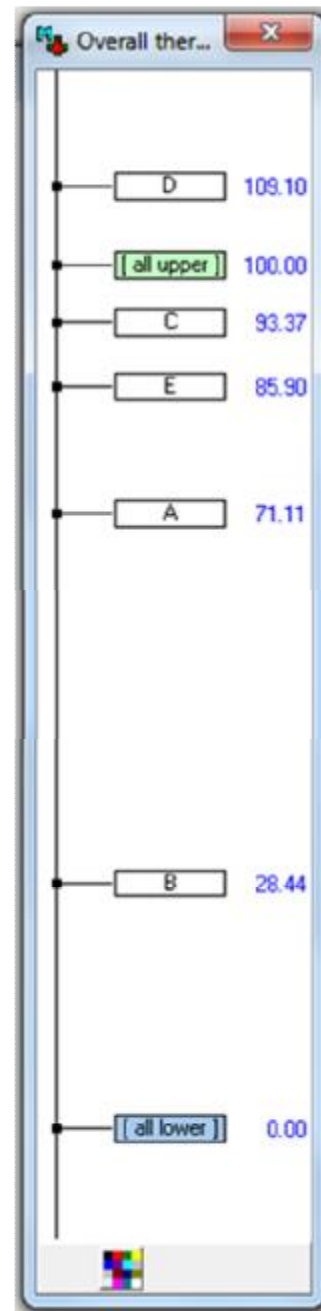
در حالت سوم نیز ، نتایج نهایی که در جدول حالت اول مشاهده می‌شود را به صورت نمودار (ترموستاتی) نمایش داده می‌شود .

Options	Overall	axiom 1	axiom 2	axiom 3
D	109.10	100.00	100.00	200.00
[ all upper ]	100.00	100.00	100.00	100.00
C	93.37	100.00	42.86	312.50
E	85.90	50.00	71.43	337.50
A	71.11	50.00	71.43	175.00
B	28.44	0.00	0.00	312.50
[ all lower ]	0.00	0.00	0.00	0.00
Weights :		0.4545	0.4545	0.0910

الف : نمایش گزینه‌ها بر اساس هر سه شاخص

axiom 1	axiom 2	axiom 3
great	11	E
C	D	B
D	A	C
A	E	D
E	C	A
Neutral	8	Good
B	B	Neutral

ب : رتبه‌بندی گزینه‌ها برای هر شاخص به‌طور مجزا



ج: اولویت‌بندی طرح‌ها به‌صورت ترموستاتی

شکل 4-2-14: نتایج حاصل‌شده از بررسی



## 3-4 بخش سوم : بحث و بررسی

از جمله ویژگی‌های مکبث ، نمایش تصویری اطلاعات و نتایج می‌باشد . در واقع بررسی‌ها براساس گزینه‌ها، شاخص‌ها و حتی وزن معیارها را به‌طور مجزا تشریح و به تصویر می‌کشد .

## 1-3-4 بررسی گزینه‌ها

هر طرح باتوجه به معیارهای موجود مورد بررسی قرار داده می‌شود ، درصد مطابقت آن با معیارها نیز مشخص می‌گردد . و به این ترتیب دید جامعی نسبت به هرگزینه باتوجه به معیارهای موردنظر بدست می‌آید .

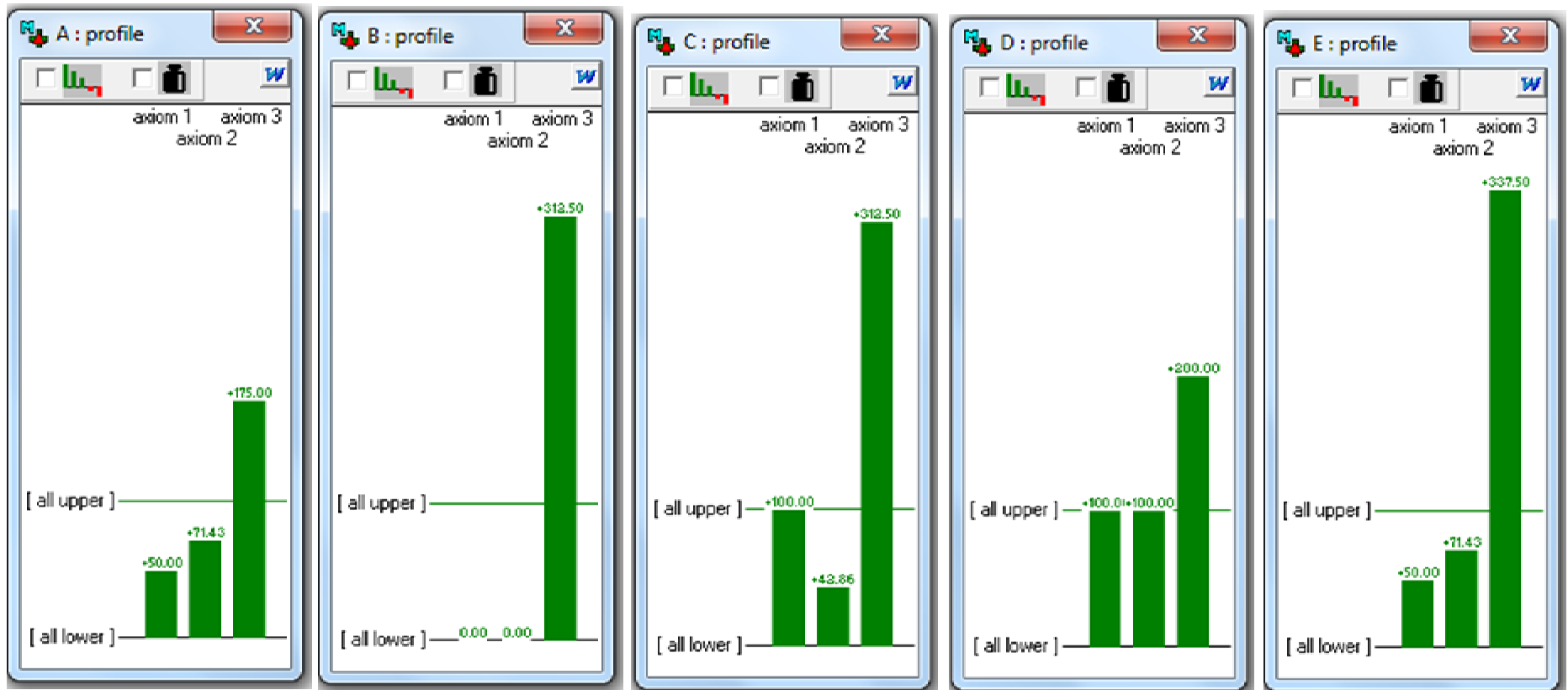
طرح A : می‌توان گفت که بیشتر روابط بین FR و DP مستقل هستند و از روایی سازه نسبتاً خوبی برخوردار است . اطلاعات موحود در طرح نیز در حد مناسب است و شرایطی که یک سیستم با هدف تولید ناب باید داشته باشد را مشخص و بیان می‌کند . از نظر روایی ملاکی یا جامعیت طرح نیز ، باتوجه به اطلاعات مناسب است .

طرح B: در این طرح روابط بین FR و DP توجه نشده و همه‌ی روابط وابسته می‌باشد و از طرفی اطلاعات آن هم مفید و مناسب نیست . ولی باین‌حال همه‌ی شرایط مطلوب برای تولید ناب را درنظرگرفته است . بعبارت دیگر طراح بیشتر به‌هدف توجه نموده تا شرایط کمی در طراحی . و این بی‌تجربگی و عدم مهارت کافی در طراحی، کارآیی طرح را کاهش داده است .

طرح C : نیز از لحاظ روایی سازه که در سطح بسیار بالا است ولی معیار دوم را به درستی ادا نکرده است . معیار سوم آن نیز در سطح مناسب است .

طرح D و E نیز دارای تفاسیر مشابه هستند .

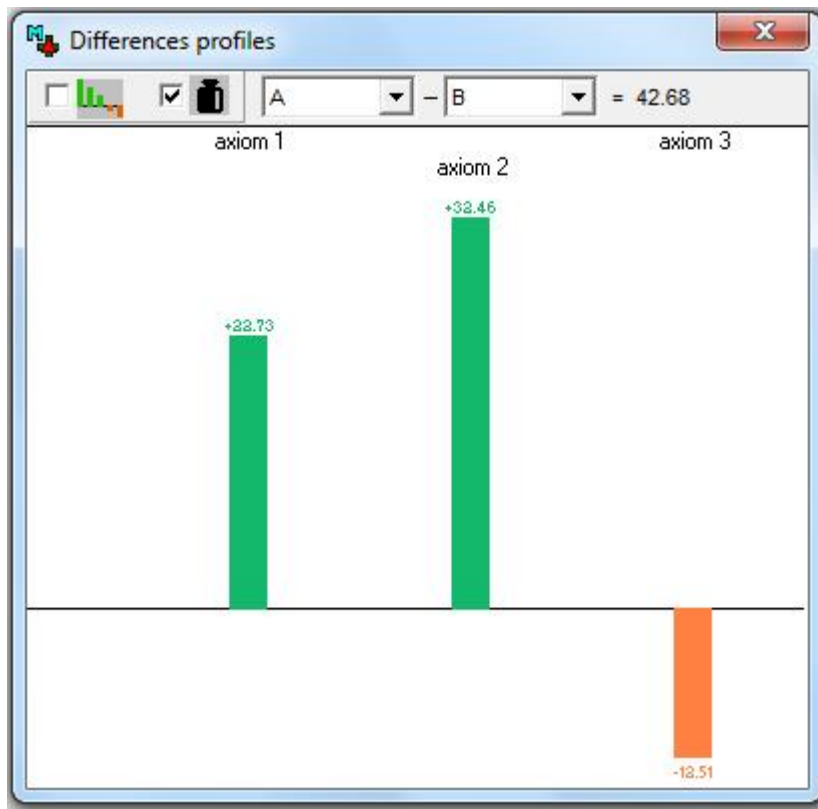
باتوجه به شرایط موجود، مشخص می‌شود که اگرچه معیار سوم سبب رسیدن به هدف می‌شود ولی باید توجه کرد که لازمه آن، برقراری معیار اول و دوم است . ویژگی‌های هر معیار برای گزینه‌ها به‌طور مجزا ، در شکل 1-3-4 نشان داده شده است .



شکل 4-3-1: نمایش وضعیت هر گزینه باتوجه به هر معیار

## 2-3-4 بررسی تفاوت بین دو گزینه

در این بخش نیز تفاوت میان هر دو طرح را با توجه به معیارهای موجود نشان داده شده است و امکان مقایسه زوجی در این بخش فراهم می‌شود. در شکل 2-3-4 تفاوت بین دو طرح A و B نشان داده شده است. طرح اول از لحاظ روایی سازه و محتوا نسبت به طرح دوم کارآتر بوده و از نظر معیار سوم طرح دوم جامعیت بهتری دارد.

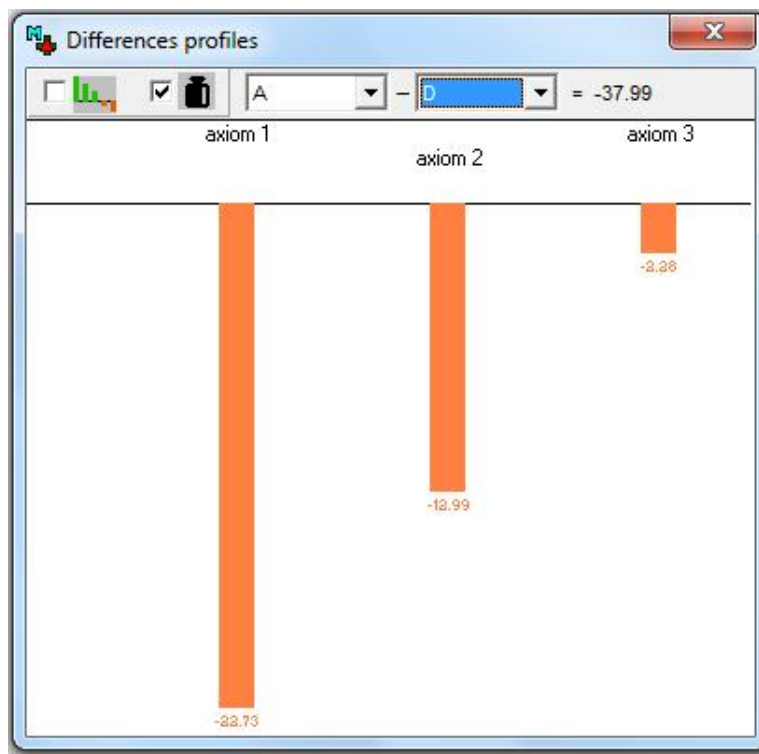


شکل 2-3-4: تفاوت بین دو طرح A و B

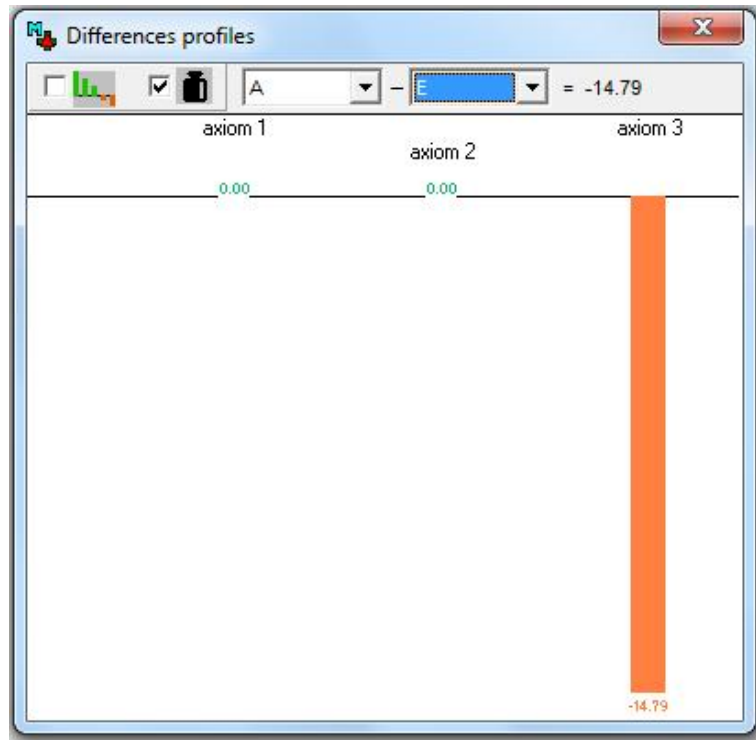
برای سایر طرح‌های مورد بررسی در این تحقیق نیز مقایسه انجام گرفته و در شکل‌های زیر این تفاوت به تصویر کشیده شده است.



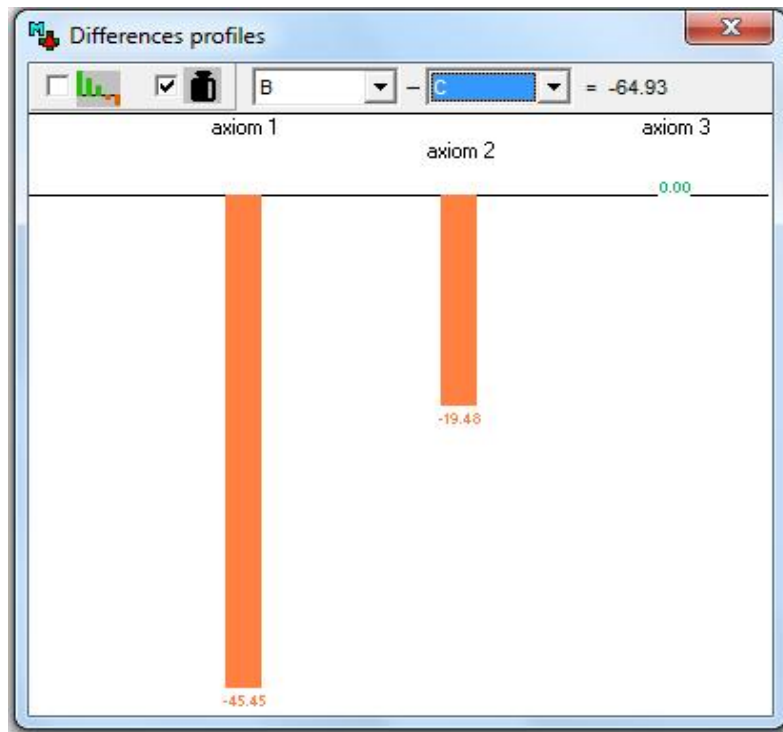
شکل 3-3-4: تفاوت بین دو طرح A و C



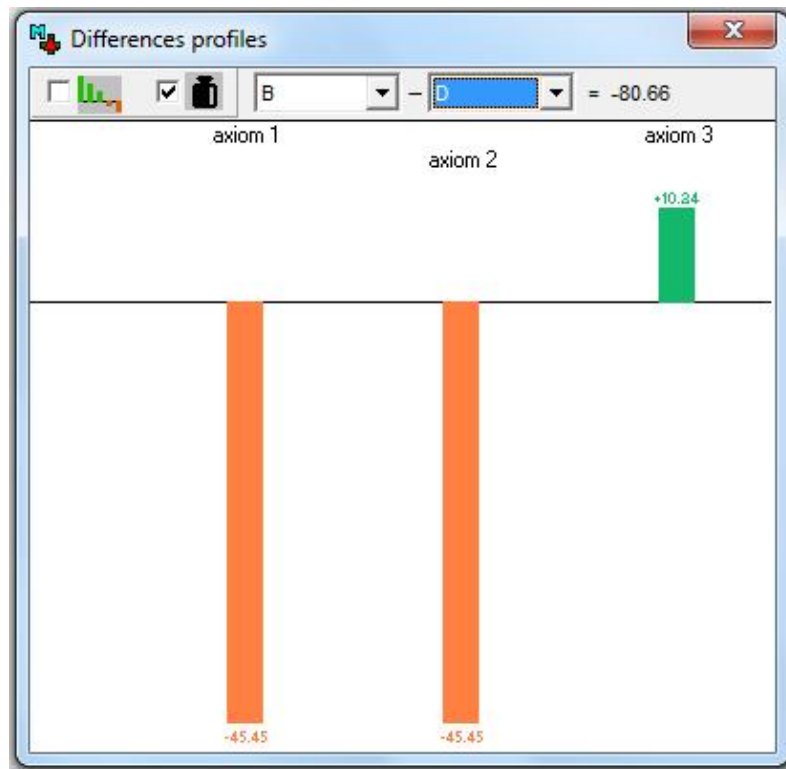
شکل 4-3-4: تفاوت بین دو طرح A و D



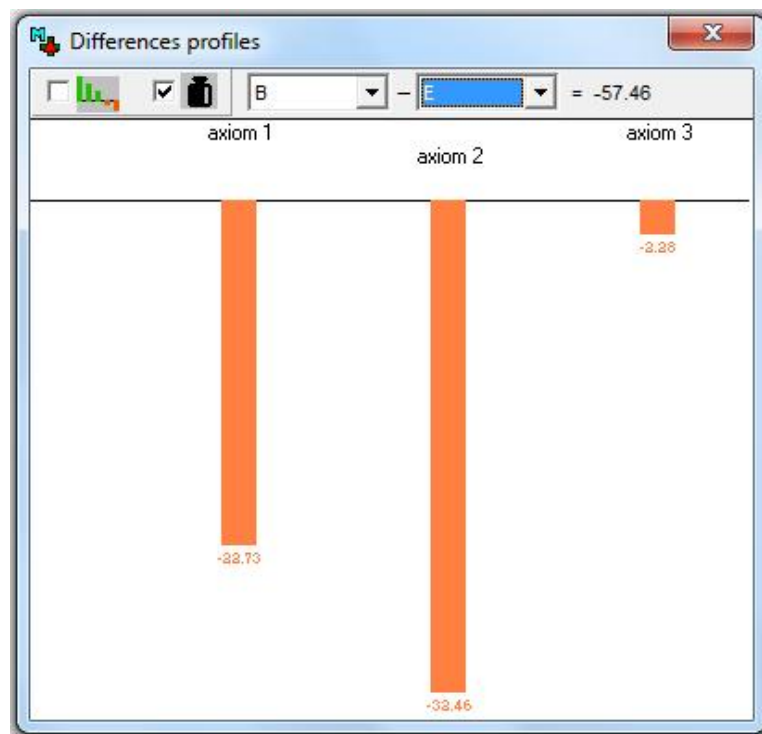
شکل 4-3-5 : تفاوت بین دو طرح A و E



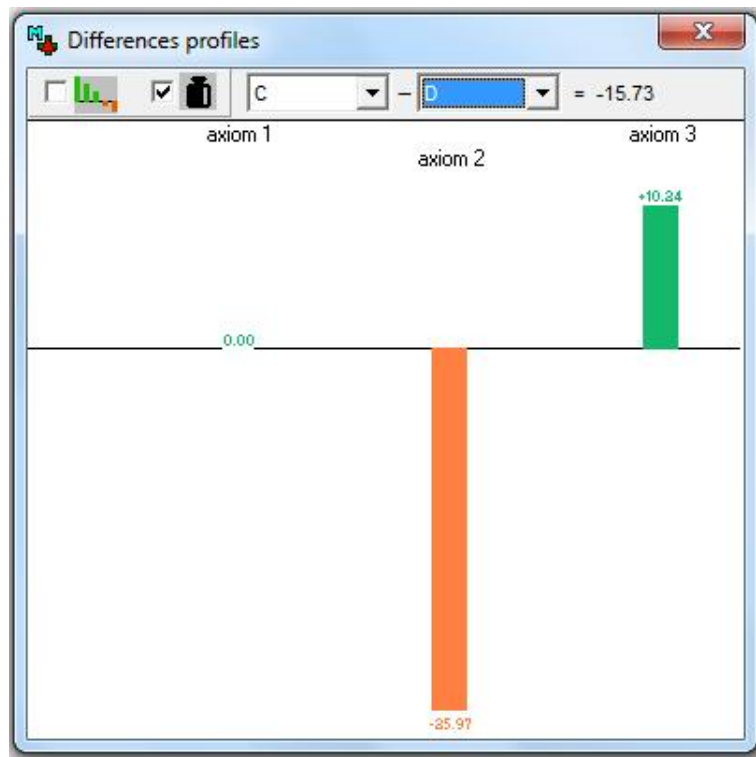
شکل 4-3-6 : تفاوت بین دو طرح B و C



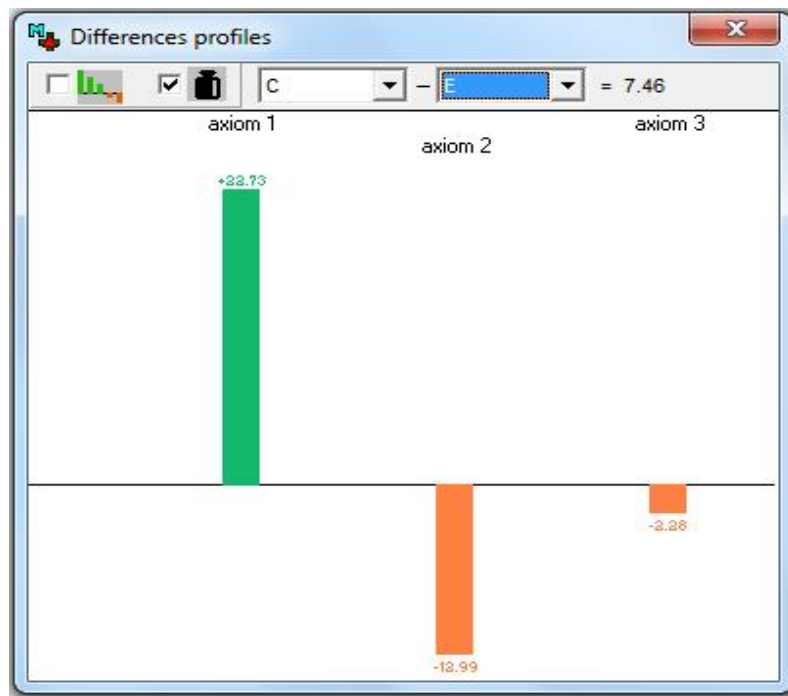
شکل 4-3-7: تفاوت بین دو طرح B و D



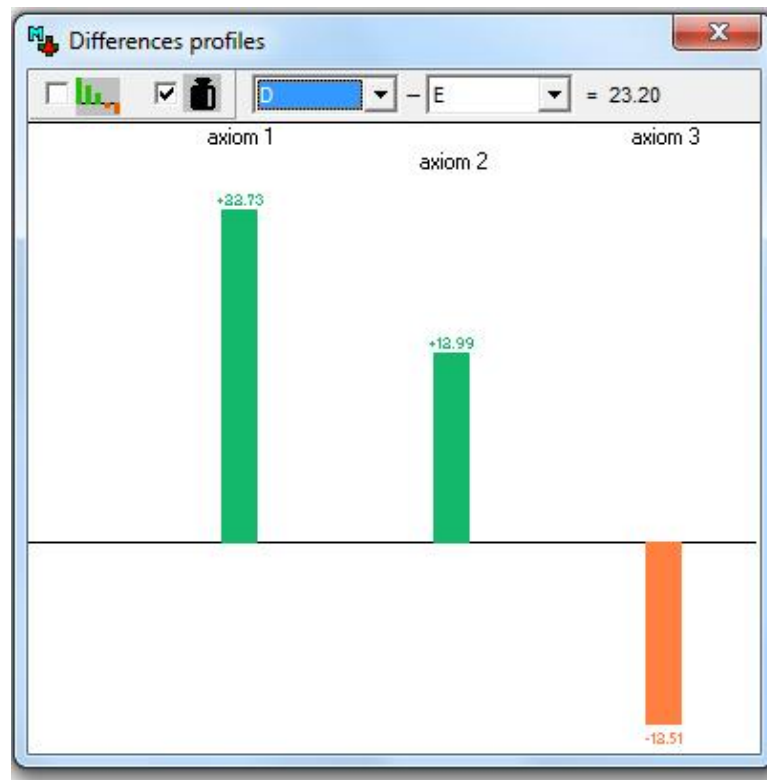
شکل 4-3-8: تفاوت بین دو طرح B و E



شکل 9-3-4: تفاوت بین دو طرح C و D



شکل 10-3-4: تفاوت بین دو طرح C و E



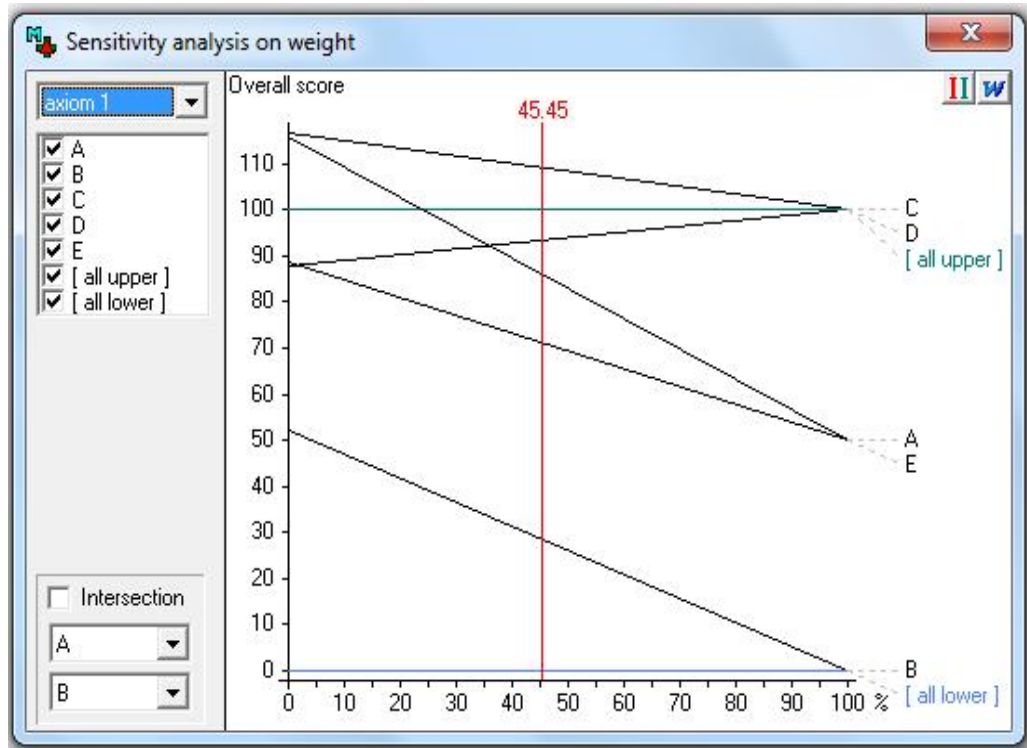
شکل 4-3-11: تفاوت بین دو طرح D و E

بعبارت دیگر ، این نمودارها نشان‌دهنده‌ی برتری گزینه‌ها با توجه به معیارها نسبت به یکدیگر است .

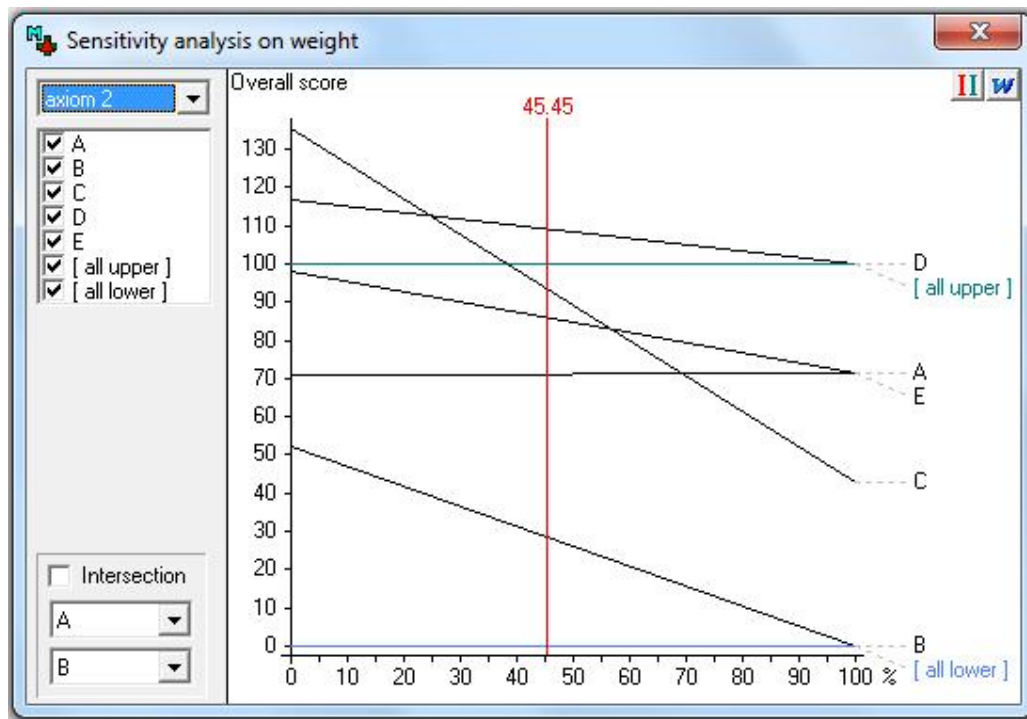
#### 3-3-4 آنالیز حساسیت

آنالیز حساسیت باتوجه به وزن معیارها صورت می‌گیرد از طرفی باتوجه به استفاده از تکنیک مذاکره خاموش ، نیاز به آنالیز حساسیت احساس می‌شود تا نتیجه تغییرات را مورد بررسی قرار گرفته شود . آزمون آنالیز حساسیت از نتایج فوق‌الذکر براساس ترکیب گروهی که در مذاکره خاموش انجام شده است ، این آزمایشات نیز به صورت گروهی کنترل و تکرار می‌شود . بعبارت دیگر اعتبار روش مورد بررسی قرار می‌گیرد . در صورتی که این ارزیابی گزینه‌ها براساس گروهی از کارشناسان خبره و متخصص انجام شود نتیجه مثبت و مورد تایید است ولی باین حال این بررسی در شرایط خاص انجام می‌شود ، چراکه ممکن است گروه‌های متخصص نیز در مورد یک معیار بایکدیگر موافق نباشند . در نتیجه آنالیز حساسیت مورد نیاز است . شکل 4-3-12، نشان‌دهنده‌ی آنالیز حساسیت طرح‌ها باتوجه به معیار استقلال است . تغییر وزن در نتیجه کلی و رتبه‌بندی طرح‌ها تاثیرگذار است ، چراکه اساس مکبث بر مدل ارزش افزوده است و در هنگام محاسبه ارزش نهایی هر گزینه ، وزن معیار در مقداری که توسط افراد خبره مشخص شده ، ضرب می‌گردد .

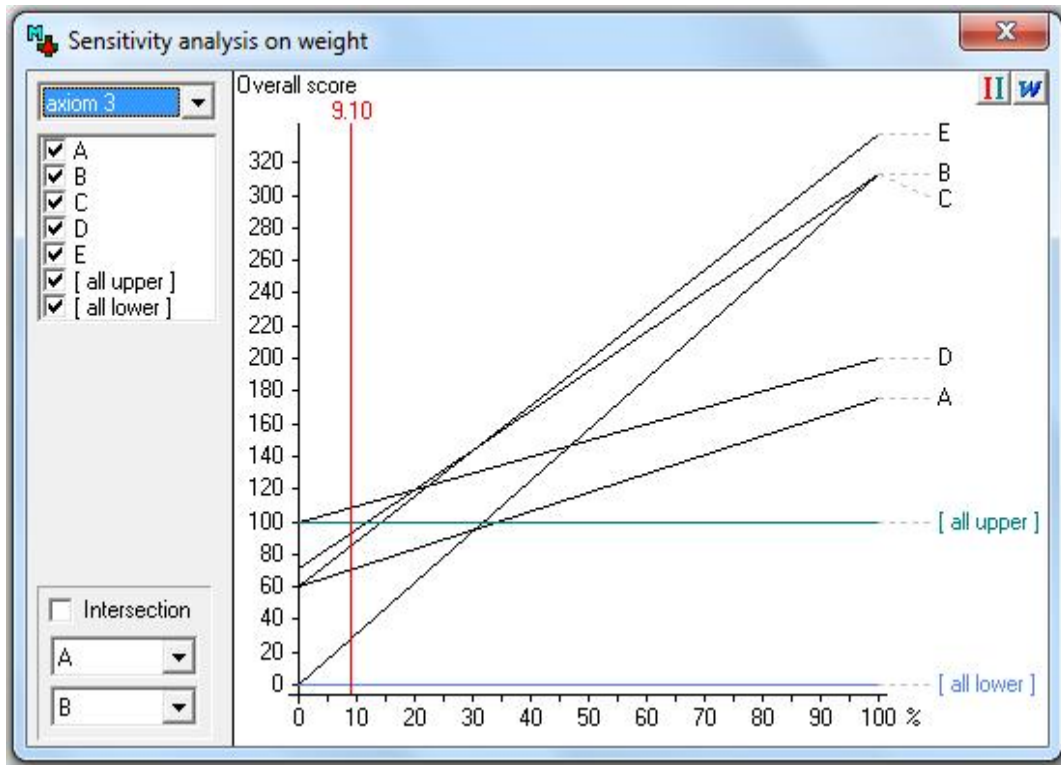




شکل 4-3-12: آنالیز حساسیت معیار اول



شکل 4-3-13: آنالیز حساسیت معیار دوم



شکل 4-3-14: آنالیز حساسیت معیار سوم

5 - فصل پنجم

## نتیجه گیری و پیشنهادات

## 1-5 مقدمه

شاید یکی از مهمترین بخش‌های یک تحقیق، فصل نتایج و پیشنهادات آن باشد. بیشتر کوشش‌هایی که در فرآیند تحقیق صورت می‌گیرد، در واقع برای دستیابی به نتایج و پیشنهادات تحقیق است. چرا که هدف از انجام تحقیق، یافتن راه‌حلی برای مشکلاتی است که وجود دارند یا در طی تحقیق و پژوهش بروز می‌کنند و گاهی این مشکلات هزینه و انرژی زیادی را در جامعه هدر داده و کارایی و اثربخشی را کاهش می‌دهند. مانع رسیدن به نتایج مورد نظر و ارزشمند می‌گردند. از طریق تحقیق می‌توان این مشکلات را شناسایی و راه‌حلی برای رفع آن‌ها را پیش‌بینی و اقدامات مناسب را انجام داد تا در نهایت کارایی و نتایج مثبت افزایش یابند.

## 2-5 بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق چارچوبی برای ارزیابی عملکرد طراحی‌های انجام شده توسط تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات پیشنهاد می‌شود. این سیستم ارزیابی بر اساس معیارهایی که در واقع اصول بدیهی تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات را تشکیل داده، می‌باشد. تجزیه سلسله‌مراتبی و رابطه زیگزاگی بین دامنه‌های طراحی، نیازهای عملکردی در هر سطح را به‌طور خلاصه بیان می‌کند.

مطلوبیت طراحی‌های انجام شده بر اساس شاخص‌های اصل استقلال و اصل اطلاعات و شاخص جدید معرفی شده در این تحقیق به نام اصل جامعیت تعیین می‌شود که ارتباط تنگاتنگی با روایی سازه، روایی محتوا و روایی ملاکی دارد.

اصل استقلال در جهت ارزیابی کیفیت نگاشت بین نیازها و گزینه‌های حل می‌باشد. در واقع بیان‌کننده این مطلب است که نیازهای عملکردی باید به صورت مستقل توسط متغیرهای طراحی منحصربه‌فرد برآورده شود. شرط استقلال این اطمینان را ایجاد می‌کند که بهبودی در مفهوم طراحی انجام شده است و قابلیت کنترل و مقبولیت طراحی در جهت تغییر نیازها را فراهم می‌نماید.

اصل اطلاعات در شناسایی حل بهینه توسط انتخاب جایگزین برای راه‌حل‌ها می‌باشد. در واقع اصل اطلاعات، اصلی است که کمترین اطلاعات را داشته باشد.

برطبق بدیهه اطلاعات، بیشتر از اینکه عدم قطعیت در طراحی مشکل‌ساز باشد، عدم اطلاعات صحیح نسبت به طراحی رضایت بخش مسئله ساز بوده و اینکه از انجام صحیح فعالیت‌های اجرایی جلوگیری می‌نماید.

اصل سوم نیز، اصل جامعیت بوده و بیان‌کننده‌ی این مطلب است که طراح باید دانش لازم در حوزه طراحی را داشته باشد و تمامی DP و FR های مورد نیاز را لحاظ کرده باشد.

از طرفی قصد بر این بود تا از تکنیک مذاکره خاموش در کنار مکث برای ارزیابی کیفی طراحی‌ها، استفاده شود.

مکبث رویکردی است که برای اندازه‌گیری تفاوت بین گزینه‌ها استفاده می‌شود و مهم‌ترین نوآوری آن توانایی تولید مقیاس‌های عددی براساس مقایسه کیفی که از تفاوت در جذابیت‌های گزینه‌ها بدست می‌آید، است. از طرفی برای تصمیم‌گیرندگان بیان عدد به جای قضاوت ترجیحی سخت‌تر است. امروزه نیز در زندگی قضاوت‌کنندگان، استفاده از اعداد یک عادت شده است و در واقعیت بسیار سخت است که برداشت‌های محدودی از قضاوت‌ها گردد.

مذاکره خاموش، یک فرآیند دموکراتیک محسوب می‌شود. چون همه‌ی افراد شرکت‌کننده در تصمیم‌گیری دارای پتانسیل یکسانی برای نظردادن درمورد نتیجه نهایی هستند. به‌رحال همه‌ی افراد دارای پتانسیل مستقل هستند و تصمیم‌نهایی برای مساله به عهده گروه می‌باشد.

مشارکت‌کنندگان می‌توانند از نظرات دیگران آگاهی یافته و به این ترتیب فرصت مداخله را دارند. این نوع مداخله هم، به‌صورت چشمی می‌باشد و بحث کلامی وجود ندارد.

نظر و تجربیات ما در استفاده از رویکرد مذاکره خاموش برای محاسبه وزن و ارزیابی می‌باشد. وزن از طریق احساس مستقیمی که افراد از ارزش یک گزینه دارند، بدست می‌آید. مردم ممکن است تمایلی به وزن تعیین شده توسط دیگران نداشته باشند. به همین دلیل از رویکرد مذاکره خاموش استفاده می‌شود که در آن یکسری قوانین برای تعیین وزن (البته در مجامع عمومی) وجود دارد.

### 3-5 نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها :

مقبولیت تکنیک مبتنی بر بدیهیات ناشی از بکارگیری دو اصل استقلال و اصل اطلاعات در طراحی می‌باشد که تفاوت معناداری را با سایر تکنیک‌های طراحی ایجاد نموده است. اما مهم‌ترین چالش مدیران این است که چگونه بهترین سیستم را با وجود استفاده از تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات از بین سیستم‌های مختلف طراحی شده انتخاب نمایند.

نتایج حاکی از آن است که تکنیک مکبث از حیث جامع‌بودن و داشتن تعامل با قضاوت‌کنندگان در شناسایی ناسازگاری‌های موجود در روابط بین گزینه‌ها در مقایسه با سایر تکنیک‌های تصمیم‌گیری ارجحیت و کارایی بهتری دارد. از طرفی رعایت اصل استقلال و اصل اطلاعات نسبت به اصل جامعیت در ابتدای امر بسیار مهم‌تر است چراکه با رعایت آن دو، اصل سوم نیز حاصل می‌شود. بعنوان مثال طراحی یک شیر آب را در نظر بگیرید. برای اینکه کنترل سرعت آب و دمای آب، دو جهت برای آن در نظر گرفته می‌شود که با حرکت افقی شیر درجه حرارت و حرکت عمودی آن سرعت آب تنظیم می‌شود. این نشان‌دهنده‌ی رعایت استقلال در طراحی است. زمانی که به جای چندین اهرم در طراحی شیر یک اهرم قرار می‌گیرد، نشان‌دهنده‌ی محتوای اطلاعاتی است که بسیار ساده است. حال اگر در شیر آب یک جهت مورب نیز برای تصفیه آب مشخص شود، آن‌گاه شیر بسیار کارآ و مطلوب است. که این اصل جامعیت را بیان می‌کند و بعد از رعایت دو اصل دیگر نتیجه می‌شود.

پس از بررسی مطلوبیت طراحی با استفاده از نرم‌افزار مکبث و بر اساس اصول طراحی مبتنی بر بدیهیات و اصل جامعیت، طرح‌ها رتبه بندی شده است و در نهایت طرح بهتر مشخص و روایی آن مشخص شده است که به تفصیل در فصل چهار شرح داده شد .

#### 4-5 سایر نتایج تحقیق

از نتایج فرعی حاصله از این تحقیق این است که در طراحی و مدل‌سازی سیستم های بزرگ و اجتماعی و تولیدی از تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات با ایجاد نگرشی چند لایه ای به سیستم استفاده نمود. افزایش متغیرهای تصمیم و محدودیت های مسئله در سیستم های پیچیده و بزرگ موجب می شود تا مدل‌سازی امری دشوار و غیر ممکن شده و بهینه سازی آنها نیز با مشکلاتی همراه باشد. از جمله مشکلات موجود این است که با گذشت زمان پارامتر مسئله تغییر نموده و اندازه گیری اثر تغییر پذیری متغیرها بر روی تابع هدف بسادگی امکان پذیر نمی باشد.

به منظور اندازه‌گیری بهتر و تعیین مطلوبیت طراحی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌توان استفاده نمود. باتوجه به گستردگی این تکنیک‌ها در شرایط مقتضی از چند تکنیک به‌طور همزمان استفاده می‌شود و مسأله‌های پیچیده و بزرگ با چندین سطح به راحتی بررسی می‌گردد . بدین صورت که هر سطح مجزا مورد بررسی قرار می‌گیرد و نتایج بدست آمده از سطح پایین به سطح بالا انتقال می‌یابد تا نتیجه نهایی کسب شود .

بعبارت دیگر در مدل‌سازی مسائل پیچیده و بزرگ می‌توان آنها را بر اساس طراحی مبتنی بر بدیهیات به سطوح مختلفی شکسته و مسئله بزرگ را به مسائل فرعی کوچکتر که ارتباط منطقی بین آنها وجود دارد تبدیل نمود. و بر آن اساس مطلوبیت تک تک اجزا محاسبه و در نهایت مطلوبیت نهایی به دست آید .

#### 5-5 پیشنهادات برای سایر تحقیقات

محققانی که تمایل دارند تا از تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات استفاده نمایند ، پیشنهادات زیر می‌تواند برای آنها مفید باشد. این پیشنهادات به شرح زیر می‌باشد .

- تعیین معیارهای دیگر جهت ارزیابی مطلوبیت و روایی طراحی
- استفاده از سایر تکنیک های تصمیم‌گیری گروهی جهت ارزیابی طراحی

## فهرست منابع و مآخذ

- [1] آذر، ع.، فرجی، ح.، (1389)، "علم مدیریت فازی"، چاپ چهارم، انتشارات مهربان، تهران.
- [2] اصغرپور، م. ح.، (1383)، "تصمیم‌گیری چندمعیاره"، چاپ سوم، دانشگاه تهران.
- [3] اصغرپور، م. ح.، (1382)، "تصمیم‌گیری گروهی و نظریه بازی‌ها با نگرش تحقیق در عملیات"، انتشارات دانشگاه تهران.
- [4] پورعزت، ع. ا.، (1382)، رساله دکتری، "طراحی سیستم خط و مشی‌گذاری دولتی برای تحقق عدالت اجتماعی بر مبنای مدل حکومت حق مدار در نهج البلاغه"، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس.
- [5] دانایی‌فرد، ح.، الوانی، س. م.، آذر، ع.، (1390)، "روش‌شناسی پژوهش کمی در مدیریت: رویکردی جامع"، چاپ پنجم، ویرایش اول، انتشارات صفار-اشراقی.
- [6] دانشور کاخکی، م. د.، (1383)، پایان‌نامه ارشد، "مدل اصلاحات توسعه آموزش عالی در ایران بر اساس مهندسی مجدد فرآیندها"، دانشگاه شریف.
- [7] رضوانی، ح. ر.، مهدی‌پور حسین آباد، ص.، (1388)، "کاربرد فنون MADM فازی جهت اولویت‌بندی محصولات تولیدی کارخانه چینی مقصود مشهد"، نشریه چشم‌انداز مدیریت، شماره 31، ص 179-196.
- [8] سرمد، ز.، بازرگان، ع.، حجازی، ا.، (1379)، "روشهای تحقیق در علوم رفتاری"، انتشارات آگاه.
- [9] سیف، ع. ا.، (1385)، "روش‌های اندازه‌گیری و ارزشیابی آموزشی"، نشر دوران، تهران.
- [10] صارمی، م.، شیخ، ر.، (1385)، "طراحی مبتنی بر بدیهیات ابزاری جهت فزبندی و استقرار سیستم تولیدی"، فصلنامه دانش مدیریت، شماره 74، سال 19، ص 47-69.
- [11] صارمی، م.، شیخ، ر.، (1389)، "طراحی و تدوین اهداف و استراتژی شرکت براساس تکنیک طراحی مبتنی بر بدیهیات"، کنفرانس بین‌المللی استراتژی‌ها و تکنیک‌های حل مساله، کنفرانس اجلاس سران، 11-13.
- [12] عطایی، م.، (1389)، "تصمیم‌گیری چندمعیاره"، دانشگاه صنعتی شاهرود.
- [13] فولادگر، م.، م.، (1386)، پایان‌نامه ارشد، "طراحی ساختار سیستم پشتیبانی در تصمیم‌گیری جهت مدیریت منابع و مصارف آب متناسب با حوضه‌های آبریز کشور"، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس.
- [14] قاسمیه، ر.، سلیمی‌فرد، خ. ک.، دسترنج، م.، (1391)، "مروری بر کاربردهای روش طراحی مبتنی بر بدیهیات"، نخستین همایش علوم مدیریت نوین، گرگان، ایران.
- [15] ملک محمدی، ب.؛ زهرایی، ب.؛ کراچیان، ر.، (1387)، رتبه‌بندی جواب‌های مدل بهینه‌سازی چند هدفه بهره‌برداری از مخازن با روش ELECTRE-TRI، مجموعه مقالات سومین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، تبریز، ایران.
- [16] ناظمی، م.، (1390)، پایان‌نامه ارشد، "شناسایی عوامل تاثیرگذار برانتخاب خودروی سواری با استفاده از اصول طراحی مبتنی بر بدیهیات"، دانشکده مدیریت، دانشگاه صنعتی شاهرود.
- [17] نصرآبادی، ه.، (1390)، پایان‌نامه ارشد: "شناسایی و رتبه‌بندی معیارهای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان در زنجیره تامین الکترونیکی بر اساس روش‌های تصمیم‌گیری فازی"، دانشکده مدیریت، دانشگاه سیستان و بلوچستان.

[۱۸] Bana e Costa, C.A. and Vansnick, J.C., (2004), "A CAREER CHOICE PROBLEM :AN EXAMPLE OF HOW TO USE MACBETH TO BUILD A QUANTITATIVE VALUE MODEL BASED ON QUALITATIVE VALUE JUDGMENTS", EUROPEAN J. OF OPERATIONAL RESEARCH, 153, pp 323-331.

- [19] BANA E COSTA , C.A. , VANSNICK , J.C. AND DECORTE, J.M., (2004), “ON THE MATHEMATICAL FOUNDATIONS OF MACBETH “, WORKING PAPER, THE LONDON SCHOOL OF ECONOMICS AND POLITICAL SCIENCE .
- [20] BELTON, V., PICTET, J., ( 1997),” A FRAMEWORK FOR GROUP DECISION USING A MCDA MODEL: SHARING, AGGREGATING OR COMPARING? ”, J. OF DECISION SYSTEMS, 7(3): 283-293.
- [21] CHOKHRAN, D.S., (1999), “THE PRODUCTION SYSTEM DESIGN & DEPLOYMENT FRAMEWORK”, INTERNATIONAL AUTOMOTIVE MANUFACTURING CONFERENCE AND EXPOSITION DETROIT, MICHIGAN, USA .
- [22] Detoni, M., (1996), MSc Dissertation, ” Application of Multicriteria Methodology for Decision Support in Defining Features Construction Projects” , Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, Brazil.
- [23] DYER J.S.,( 2004), “MAUT MULTRIATTRIBUTE UTILITY THEORY, IN MCDA. MULTIPLE CRITERIA DECISION ANALYSIS”. **KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS**: 260-290.
- [24] Jarosson, B.,( 1992). “Invitation a` la philosophie des sciences”.Seuil: Paris.
- [25] Pictet, J. and Bollinger, D. (2004), “The silent negotiation or How to obtain collective information for group MCDA without excessive discussion”, **J. of Multi-Crit Decis Anal**, (submitted).
- [26] PICTET, J., AND BOLLINGER , D.,(2005), “THE SILENT NEGOTIATION OR HOW TO ELICIT COLLECTIVE INFORMATION FOR GROUP MCDM WITHOUT EXCESSIVE DISCUSSION”, **J. OF MULTI-CRIT. DECIS. ANAL.** 13,pp:199-211 .
- [27] SUH, N.P.,(1990), “DESIGN & OPERATION OF LARGE SYSTEMS”, **J.OF .MANUFACTURING SYSTEMS**, VOL.14, No.3.
- [28] Suh, N.P., (1990) , “ **The Principles Of Design**”Oxford University Press, New York.
- [29] Suh, N. P., (2001) ,“ **Axiomatic Design Advances And Application**”Oxford University Press.
- [30] SUSHKOV V.V; MARS N.J.I, AND WOGNUM P.M. (1990), “INTRODUCTION TO TIPS: A THEORY FOR CREATIVE DESIGN”, **AI IN ENGINEERING**, VOL. 9. PP, 120- 131.
- [31] Soguel ,N., Tangerini , A. and Pictet, J. ,(2007), ”how to measure scope variables when no metrics Exist: application to landscape quality measurement and hedonic price evaluation “ .
- [32] TANGERINI ,A., PICTET, J.,SOGUEL, N. , (2006), “USING A MULTIPLE CRITERIA DECISION ANALYSIS APPROACH FOR LANDSCAPE QUALITY ASSESSMENT”, WORKING PAPER .
- [33] TETSUZO,T., KEINOSUKE , M. AND HIROFUMI, M., (1979), “METHODOLOGY FOR GROUP DECISION SUPPORT WITH AN APPLICATION TO ASSESSMENT OF RESIDENTIAL ENVIRONMENT “ „**J. OF SYSTEM , MAN AND CYBERNETICS, IEEE** ,VOL ( 9 ) , PP: 477- 480 .



**ABSTRACT :**

Axiomatic design technique is a scientific and systematic approach in system design ,that accept of scientists and researcher in various scientific fields. The acceptance technique arising from using the independence axiom and information axiom in design so that has been created meaning different with other design technique . but the most important challenge for manager is “how select to best design from system with different design based on AD” . knowledge and experience designer in the use of principle has led to create the plan with different efficiency and utility. Selection Optimum design based on independence and information axiom and new indicator that introduced in this paper is called comprehensive principle.

This thesis aims to propose a framework for the evaluation of the validity of plan based on two complementary techniques developed in the context of multiple criteria decision analysis. The MACBETH technique is used to define numerical values based on verbal statements. It is complemented by the silent negotiation technique which is a heuristic technique used for the purpose of reaching a consensus within a group of people.

To reach a consensus decision on the opinions of 20 people in 5 projection, and three criteria are used. Result is shown the Macbeth technique have better validity than other MCDM technique . because Macbeth is humanistic , interactive , constructive and analyzing judgment inconsistency and offering suggestions to move the process forward.

Key words : MACBETH , Silent Negotiation, validity evaluation , Axiomatic design technique .



**Shahrood university of technology  
Department of Industrial Engineering & Management**

**Requirements for the Degree of Master of Science (M.Sc.) in MBA**

**Assessment structure design validity and utility based axiomatic design  
with decision analysis**

**Najmeh Moodi**

**Supervisor :**

**Reza Sheikh**

**Autumn 2012**