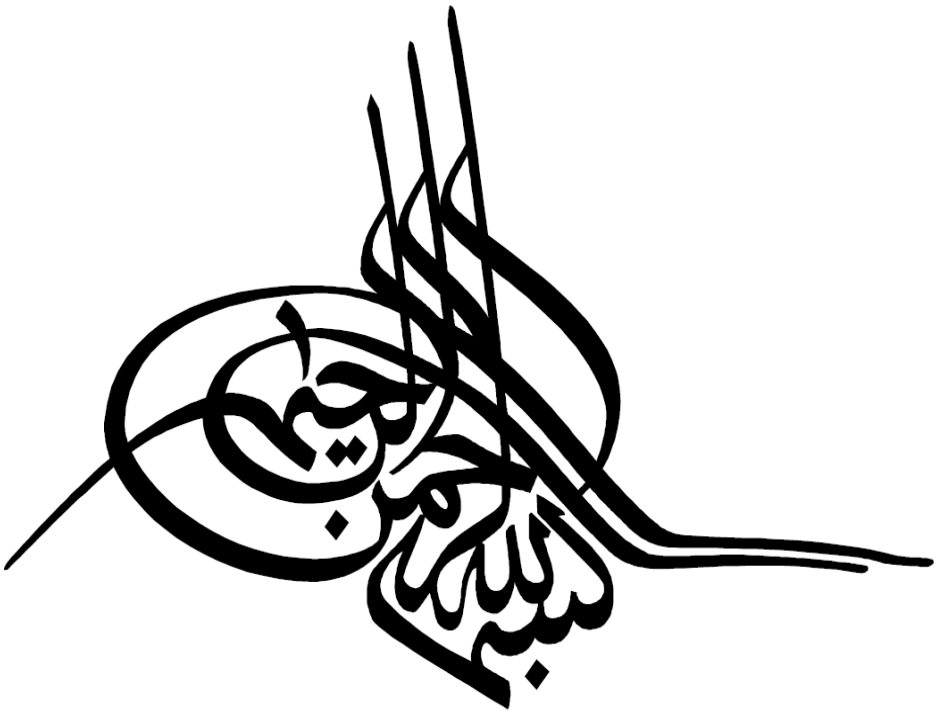

دانشکده عمران

مهندسی مدیریت ساخت

پایان نامه کارشناسی ارشد

موازنه زمان - هزینه
با استفاده از الگوریتم چند جامعه ای مورچه ها

احمد کسائیان زیارتی

استادان راهنما :

دکتر عباس افشار _ دکتر علی کاوه

پاییز ۱۳۸۵

تقدیم به پدر و مادر عزیزم

چکیده

آنالیز موازنه زمان – هزینه یکی از مهمترین جنبه های برنامه ریزی و کنترل پروژه می باشد که توسط قیدهایی, بر روی نیازهای زمان و هزینه مشخص می گردد. برای تکمیل فعالیتهای یک پروژه, همواره موازنه ای میان زمان و هزینه برقرار است. معمولا, کم هزینه ترین منابع, به منظور تکمیل فعالیتی که به آن اختصاص یافته اند بیشترین زمان را صرف می نمایند. حل این قبیل از مسائل بدلیل عدم وجود یک جواب منحصر به فرد, دشوار می باشد. تأخیر زمانی پروژه ها را می توان با فشرده کردن تعدادی از فعالیتهای بحرانی, به نحوی که هدف تکمیل پروژه در زمان مورد نظر را ارضا نماید, بر طرف کرد. برای مسأله بهینه سازی زمان – هزینه مانند سایر مسائل بهینه سازی چند هدفه می توان از الگوریتمهای کاوشی و یا برنامه ریزی ریاضی بهره برد.

در تحقیق حاضر الگوریتم جدید چند جامعه ای مورچه ها, به منظور حل مسأله چند هدفه موازنه زمان – هزینه, توسعه داده شده است. کارایی و عملکرد مدل پیشنهادی در حل یک مسأله زمان – هزینه با ۱۸ فعالیت و برای ۳ مقدار مختلف هزینه غیر مستقیم, مورد ارزیابی قرار گرفته است. در انتها به منظور نمایش قابلیت و مقایسه عملکرد الگوریتم پیشنهادی با نتایج الگوریتمهای متداول, توسعه الگوریتمهای NSGA-II و MAWA نیز در زمره اهداف طرح منظور و نتایج حاصله با الگوریتم پیشنهادی چند جامعه ای مورچه ها مقایسه شده است.

کلمات کلیدی: موازنه زمان هزینه- بهینه سازی چند هدفه - مجموعه جوابهای پارتو - الگوریتم جامعه مورچه ها – الگوریتم چند جامعه ای مورچه ها

سپاسگزاری

اینک که به یاری خدای بزرگ و عالم مطلق پایان نامه کارشناسی ارشد خود را تقدیم می نمایم, بر خود فرض می دانم از اساتید گرانقدر و فرزانه جناب آقای دکتر عباس افشار و جناب آقای دکتر علی کاوه تشکر و قدر دانی نمایم. شاگردی شما را به یاری ایزد منان از یاد نخواهم برد و صمیمانه متشکرم.

همچنین از استادان محترم کمیته داوری جناب آقای دکتر برخورداری و جناب آقای دکتر شهروزی سپاسگزاری می نمایم.

فهرست مطالب

فصل اول – کلیات	**شماره صفحه**
۱-۱- پیشگفتار	۱
۱-۲- اهداف طرح	۴
۱-۳- دامنه کار	۵
۱-۴- ساختار پایان نامه	۶
فصل دوم - مسائل بهینه سازی چند هدفه	۸
۲-۱- مقدمه	۹
۲-۲- بهینه سازی توابع چند هدفه	۱٤
فصل سوم – الگوریتمهای بهینه سازی چند هدفه فراکاوشی	۲۱
۳-۱- مقدمه	۲۲
۳-۲- روشهای تولید مجموعه پارتو	۲۹
۳-۲-۱- الگوریتمهای بهینه سازی بر اساس روش رتبه بندی پارتو	۳۱
۳-۲-۲- الگوریتمهای بهینه سازی نخبه گرا بر اساس رتبه بندی پارتو	۳۴
۳-۳- ارزیابی کارائی الگوریتمهای چند هدفه	۳۶
۳-۴- کابردهای الگوریتمهای بهینه سازی فراکاوشی چند هدفه در حل مسأله موازنه زمان - هزینه	۳۹
فصل چهارم - الگوریتم‌های بهینه‌سازی چند هدفه چند جامعه ای مورچه ها	۴۰
۴-۱- الگوریتم بهینه سازی جامعه مورچه ها	۴۱
۴-۱-۱- مقدمه	۴۱
۴-۱-۲- روش تصمیم گیری مورچه ها	۴۲
۴-۱-۳- بهنگام سازی فرامان	۴۷
۴-۱-۴- گامهای حل یک مسأله با ACO	۴۹
۴-۲- ساختار الگوریتم بهینه سازی چند هدفه پیشنهادی	۵۱
۴-۳- سیاستهای توسعه همگرایی و افزایش مرغوبیت جوابها	۵۵
۴-۳-۱- فرایند ارتقاء فرامان	۵۶
۴-۳-۲- دوباره سازی فرامان	۵۸

۴-۳-۳- فرایند کمترین مقدار فرامان مجاز ۵۸
۴-۳-۴- محاسبه و انتقال مجموعه جوابهای پارتو به آرشیو از میان جوابهای تولید شده در هر جامعه و در هر تکرار ۵۹
۴-۳-۵- ترکیب روشهای بهترین در تکرار و بهترین در کل ۶۰

فصل پنجم – کاربرد الگوریتم توسعه یافته در حل مسأله موازنه زمان - هزینه ۶۳

۵-۱- کلیات
۵-۲- روش وزن دهی سازگار اصلاح شده (MAWA) در بهینه سازی مسأله موازنه زمان – هزینه ۶۴
۵-۲-۱- کلیات ۶۴
۵-۲-۲- شرح روش ۶۶
۵-۲-۳- مسأله نمونه ۶۸
۵-۲-۴- حل مدل MAWA با استفاده از الگوریتم فراکاوشی سیستم مورچه ها AS ۷۰
۵-۳- روش NS-GA در بهینه سازی مسأله موازنه زمان – هزینه ۷۶
۵-۳-۱- کلیات ۷۶
۵-۳-۲- الگوریتم NS-GA ۷۶
۵-۳-۳- الگوریتم NSGA-II پیشنهادی ۷۸
۵-۴- الگوریتم پیشنهادی NA-ACO در بهینه سازی مسأله موازنه زمان – هزینه ۸۲
۵-۴-۱- کلیات ۸۲
۵-۴-۲- شرح جزئیات روش ۸۲
۵-۵- مسأله نمونه ۱ ۸۹
۵-۶- مسأله نمونه ۲ ۹۱
۵-۷- مسأله نمونه ۳ ۹۷

فصل ششم – نتایج و پیشنهادات ۱۰۳

۶-۱- خلاصه و نتیجه گیری ۱۰۴
۶-۲- پیشنهادات ۱۰۷

فهرست منابع ۱۰۸

فهرست اشکال

شرح	شماره صفحه
شکل۲-۱- مجموعه ای شامل ۴ نمونه، هر یک با سود و وزنی مشخص	۱۱
شکل ۲-۲- مقدار تابع هدف به ازای تمامی متغیرهای تصمیم	۱۳
شکل ۳-۱- نمایش نقطهٔ ضعف رهیافت تبدیل مسأله بهینه‌سازی چند هدفه به یک مسأله بهینه سازی تک هدفه با استفاده از روش وزن دهی	۲۷
شکل ۳-۲-رهیافتهای مختلف رتبه بندی پارتو	۳۰
شکل ۳-۳- فرم‌های مختلف محاسبهٔ فضا و موقعیت را در الگوریتم‌های MOEA جهت ایجاد پراکندگی نمایش می‌دهد.	۳۲
شکل ۳-٤- ارزیابی کارایی الگوریتمهای چند هدفه	۳۷
شکل ۳-۵- مقایسه سه مجموعه جواب پارتوی تقریبی A، B، C و مجموعه پارتوی واقعی	۳۸
شکل ٤-۱- نمونه رفتار واقعی مورچه ها	٤۳
شکل ٤-۲- گامهای لازم در یک فرآیند مدلسازی توسط ACO	۵۰
شکل ۴-۳- نمایش نحوه تبادل اطلاعات ما بین جوامع مورچه ها و اهداف نظیر	۵۲
شکل ۴-۴- فلوچارت الگوریتم بهینه سازی چند هدفه چند جامعه ای مورچه ها (دو هدفه)	۵۳
شکل ۵-۱- مفهوم کلی روش وزن دهی سازگار	۶۵
شکل ۵-۲-شبکه فعالیتهای مسأله نمونه [اقتباس از Hegazy, T. 1999]	۶۹
شکل۵-۳- مقایسه دو مجموعه جواب پارتوی حاصل از اجرای مدل MAWA با استفاده از الگوریتمهای AS و GA	۷۵
شکل ۵-۴- مراحل الگوریتم NSGA-II پیشنهادی	۸۰
شکل ۵-۵- مقایسه مجموعه جوابهای پارتوی حاصل از الگوریتمهای NSGA-II و NS-GA	۸۱

شکل ۵-۶- گراف نشان دهنده شیوه اجرای فعالیتهای پروژه ۸۳

شکل ۵-۷- تولید راه حلهای اتفاقی ۸۵

شکل ۵-۸- محاسبه و انتقال مجموعه جوابهای پارتو به مجموعه آرشیو ۸۵

شکل ۵-۹- افزایش فرامان مسیری که مورچه شماره ۹ از آن عبور کرده است, در جامعه اول ۸۶

شکل ۵-۱۰- افزایش احتمال انتخاب مسیری که مورچه شماره ۹ از آن عبور کرده است توسط سایر مورچه های نسل بعد ۸۶

شکل ۵-۱۱- تولید ۱۰ راه حل جدید, توسط ۱۰ مورچه دیگر با عبور از مسیرهای بهنگام شده جامعه اول و انتخاب مورچه شماره ۶ به عنوان بهترین مورچه ۸۷

شکل ۵-۱۲- محاسبه و انتقال مجموعه جوابهای پارتو به مجموعه آرشیو ۸۷

شکل ۵-۱۳- افزایش فرامان مسیری که مورچه شماره ۶ از آن عبور کرده است در جامعه دوم ۸۸

شکل ۵-۱۴- افزایش احتمال انتخاب مسیری که مورچه شماره ۶ از آن عبور کرده است توسط سایر مورچه های نسل بعد ۸۸

شکل ۵-۱۵- مقایسه مجموعه جوابهای پارتوی حاصل از الگوریتم های AS-MAWA , NSGA-II و NA-ACO ۹۱

شکل ۵-۱۶- مقایسه مجموعه جوابهای پارتوی حاصل از الگوریتم های AS-MAWA , NSGA-II و NA-ACO ۹۶

شکل ۵-۱۷- مقایسه مجموعه جوابهای پارتوی حاصل از الگوریتم های AS-MAWA, NSGA-II و NA-ACO ۹۸

شکل ۵-۱۸- رویه پارتوی حاصل از ۱۰ مرتبه اجرای الگوریتم پیشنهادی NA-ACO ۹۹

فهرست جداول

شرح	شماره صفحه
جدول ۲-۱- خصوصیات روابط باینری	۱۶
جدول ۵-۱- اطلاعات مسأله نمونه	۶۹
جدول ۵-۲- نتایج حاصل از مدل MAWA با استفاده از الگوریتم ژنتیک [اقتباس از Daisy et al.(2005)]	۷۰
جدول ۵-۳- نتایج حاصل از الگوریتم AS-MAWA	۷۴
جدول ۵-۴- نتایج حاصل از الگوریتم NSGA در تعداد تکرارهای ۱۰۰, ۲۰۰, ۳۰۰, ۴۰۰ و ۵۰۰	۷۷
جدول ۵-۵- نتایج حاصل توسط الگوریتم NSGA-II پیشنهادی	۸۱
جدول ۵-۶- نتایج حاصل توسط الگوریتم پیشنهادی NA-ACO	۹۰
جدول ۵-۷- نتایج حاصل از الگوریتم AS-MAWA	۹۳
جدول ۵-۸- نتایج حاصل توسط الگوریتم NSGA-II	۹۴
جدول ۵-۹- نتایج حاصل توسط الگوریتم پیشنهادی NA-ACO	۹۵
جدول ۵-۱۰- رویه پارتوی حاصل از ۱۰ مرتبه اجرای الگوریتم پیشنهادی NA-ACO	۱۰۰

فصل اول

کلیات

۱-۱- پیشگفتار

با معرفی روش مسیر بحرانی (CPM) در اواسط دهه پنجاه میلادی، تلاشهای زیادی در جهت رفع نواقص ذاتی آن صورت پذیرفته است. مهمترین نقص روش CPM عدم پذیرش تغییر در زمان انجام فعالیتهاست که برای انجام آن فعالیتها منابع به صورت نا محدود فرض می شوند. همچنین تغییر در زمان اتمام پروژه که از حل شبکه پروژه بدست آمده است ، امکان پذیر نمی باشد . از مهمترین نتایج این تلاشها پیدایش تکنیکهای حل مسأله تسطیح منابع[۱] و موازنه زمان- هزینه[۲] می باشد .

با گسترش سریع بکارگیری سیستمهای متنوع تحویل پروژه[۳], زمان به عنوان یک عامل تعیین کننده در ارزیابی مناقصات و پروسه ساخت مطرح گردید, لذا دیگر تمرکز عمده مدیران ساخت, تنها بر کاهش هزینه های پروژه معطوف نمی باشد, گرچه فشرده سازی زمان پروژه به ناچارمنجر به افزایش تدریجی هزینه های مستقیم پروژه خواهد شد. به عنوان مثال افزایش نیروهای کارگری و منابع کارگاهی موجب سرعت بخشیدن به کارها خواهد شد, ولی این امر خود موجب افزایش هزینه های مستقیم مربوط به این منابع میگردد [۰۳].

بهینه سازی زمان-هزینه یک پروسه انتخاب فعالیتهای ساخت مناسب به منظور یافتن ترکیبهای بهینه زمان و هزینه می باشد. نظر به اینکه یک رابطه سازش پنهان میان زمان و هزینه پروژه برقرار است, پیشبینی این مطلب که نتیجه فشرده سازی زمانبندی یک پروژه تا چه حد منجر به افزایش یا کاهش هزینه کل پروژه (هزینه های مستقیم و غیر مستقیم) می شود, دشوار است. در

[1] - Resource Levelin
[2] -Time-Cost Trade-Off (TCT)
[3] -Project Delivery Systems

واقع اگر چه هزینه های مستقیم پروژه افزایش می یابند, لیکن بدلیل کاهش زمان پروژه, هزینه های غیر مستقیم (بالاسری، هزینه های ثابت روزانه و ...) ممکن است کاهش یابند. این مهم مؤید این مطلب است که حتی کاهش زمان و هزینه پروژه به طور همزمان در بعضی حالات ممکن است.

در چند دهه اخیر روشهای مختلفی جهت بهینه سازی زمان و هزینه ساخت, ارائه شده است. آنها را می توان به طور کلی به دو دسته کاوشی[1] و ریاضی[2] تقسیم بندی نمود. نمونه هایی از روشهای کاوشی عبارتند از :

روش فوندال (Fondahl 1961)[۰۴] ، روش سازه ای پراگر (Prager 1963) [۰۵] ، مدل شیب هزینه مؤثر(الگوریتم زیمنس) (Siemens 1971) [۰۶] و روش سختی مصلحی (Moselhi 1993) [۰۷].

این روشها در نتیجه رویکرد عملی محققین با حل مسأله موازنه زمان-هزینه و تلاشهای شخصی آنان در ارائه الگوریتمهای مناسب در جهت حل مسأله بوجود آمده اند. به طور کلی می توان گفت:

"قوانین مورد نیاز برای توسعه منطقی و تحلیل این روشها با نتایج تجربی تأیید شده اند."[۰۶]

همچنین روشهای ریاضی ارائه شده جهت حل مسئله موازنه زمان-هزینه عبارتند از:

روش برنامه ریزی خطی (LP) (Kelly 1961, Henderickson1989,Pagnoni 1990) [۰۸, ۰۹, ۱۰] ، روش برنامه ریزی عدد صحیح (IP) (Mayer and Shaffer 1963, Patterson

[1] - heuristics
[2] - mathematical

and Huber 1974) [۱۱, ۱۲] و روش برنامه ریزی ترکیبی خطی و عدد صحیح (Leu 1995 et al.) [۱۳]. در هر یک از این روشها, مسأله موازنه زمان-هزینه با یک مدل برنامه ریزی ریاضی, بهینه سازی می شود. بهینه سازی موازنه زمان-هزینه به دلیل امکان انتخاب ترکیبی از گزینه های لازم برای انجام فعالیتها در هر زمان شدنی انجام پروژه, از نوع بهینه سازی ترکیبی[1] و در زمره مسائل مشکل بهینه سازی می باشد.

نقاط ضعف روشهای ریاضی و کاوشی در بسیاری از مواردمستند شده است [۱٤]. اما ضعف عمده این روشها, ناتوانی آنها در بهینه سازی همزمان بیش از یک هدف می باشد. آنچه ضروریست, یک روش بهینه سازی چند هدفه برای بهینه سازی زمان-هزینه (TCO) است, که امکان آزادی عمل بیشتر, جهت سیر میان راه حلهای ممکن به منظور کاهش احتمال افتادن در بهینه های محلی را داشته باشد [۱۵].

۱-۲- اهداف مطالعه

تاکنون تلاشهای زیادی جهت فرمولبندی و حل مسائل بهینه سازی چند هدفه انجام گرفته است. اولین گام در بررسی این مسائل، آشنائی با مفهوم بهینه سازی چند هدفه و تعریف جواب بهینه در اینگونه مسائل می باشد. هدف اصلی در حل یک مسأله بهینه سازی چند هدفه, یافتن مجموعه ای از راه حلهای نامغلوب[2] می باشد که در نهایت در اختیار شخص تصمیم گیر[3] جهت اتخاذ تصمیم نهایی قرار می گیرد. در این راستا، روشهای متعددی نیز برای حل آنها ارائه شده

[1] -Combinatorial optimization
[2] - Non-dominated Solutions
[3] -Dicision Maker (DM)

است که معمولترین آنها روش وزن دهی است. در این روش با توجه به اولویت کارفرما, به هر کدام از اهداف وزنی مشخص تعلق می گیرد و با تبدیل شدن مسأله بهینه سازی چند هدفه به یک مسأله بهینه سازی تک هدفه به راحتی می توان مسأله مورد نظر را با یکی از روشهای معمول حل نمود. استفاده از اینگونه روشها دارای اشکالاتی می باشند که در فصل سوم مفصلا به آنها خواهیم پرداخت.

از سوی دیگر با توجه به کاربرد وسیع و موفقیت آمیز الگوریتمهای فراکاوشی در حل مسائل پیچیده بهینه سازی, از اوایل دهه ۹۰ تحقیقات وسیعی در رابطه با کاربرد این الگوریتمها در بهینه سازی توابع چند هدفه صورت پذیرفته و در این راستا نتایج بسیار جالبی نیز گزارش شده است. هدف از تحقیق حاضر توسعه یک مدل بهینه سازی چند هدفه است, که از الگوریتم جامعه مورچه ها بهره گرفته و به الگوریتم چند جامعه ای مورچه ها تعمیم داده شود و قابلیت مطلوبتری نسبت به الگوریتمها مشابه, در حل مسأله موازنه زمان – هزینه داشته باشد. به منظور نمایش قابلیت و مقایسه عملکرد الگوریتم پیشنهادی با نتایج الگوریتمهای متداول, توسعه الگوریتمهای NSGA-II [1] و MAWA [2] نیز در زمره اهداف طرح مورد توجه قرار گرفته است.

۱-۳- دامنه کار

با توجه به اهداف تعریف شده در این پایان نامه, دامنه و وسعت کار به شرح زیر دیکته خواهد شد:

[1] - Non- dominated Sorting Genetic Algorithm
[2] - Modified Adaptive Weight Approach

- ✓ شناخت مسائل بهینه سازی چند هدفه و ساختار ریاضی آن
- ✓ آشنایی با جوابهای یک مسأله بهینه سازی چند هدفه
- ✓ بررسی الگوریتمهای مختلف فراکاوشی بهینه سازی
- ✓ شناخت رهیافتهای مختلف مورد استفاده در الگوریتم های بهینه سازی فراکاوشی چند هدفه
- ✓ بررسی الگوریتم بهینه سازی مورچه ها
- ✓ استفاده از الگوریتم بهینه سازی چند جامعه ای مورچه ها برای بهینه سازی توابع چند هدفه با تدوین الگوهای ارتباطی خاص میان جوامع مورچه ها
- ✓ توسعه مدل NS-GA و MAWA برای مسأله موازنه زمان – هزینه
- ✓ آزمون رفتار الگوریتم پیشنهادی در حل مسأله موازنه زمان–هزینه, در مقایسه با الگوریتمهای NSGA-II و AS-MAWA

۱-٤- ساختار پایان نامه

در پایان نامه حاضر که در قالب ٦ فصل تنظیم گردیده، فصل دوم به بررسی مفهوم بهینه سازی توابع چند هدفه پرداخته خواهد شد. در فصل سوم به بررسی تکنیکهای مختلف و رویکرد الگوریتم‌های بهینه‌سازی چند هدفه فراکاوشی در حل مسائل چند هدفه خواهیم پرداخت. فصل چهارم به الگوریتم بهینه سازی چند جامعه ای مورچه ها که بر اساس یک رهیافت کاملا جدید پیشنهاد شده است, اختصاص یافته و فصل پنجم این تحقیق در بر گیرنده کابرد الگوریتم توسعه

یافته مذکور در حل مسأله موازنه زمان–هزینه, و مقایسه نتایج آن با نتایج حاصله از الگوریتمهای NSGA-II و AS-MAWA می باشد. در انتها, در فصل پایانی نتیجه گیری کاربرد این الگوریتم در حل مسأله موازنه زمان–هزینه به همراه پیشنهادات نگارنده تقدیم می گردد.

فصل دوم

مسائل بهینه سازی چندهدفه

۲- مسایل بهینه‌سازی چند هدفه

۲-۱- مقدمه

تمام عملکردهای انسان در طبیعت نتیجه تصمیم‌گیریهای او و علم او به تمامی گزینه‌های ممکن و نتایج احتمالی هر یک می‌باشد. با توجه به نوع مسأله و پیچدگیهای احتمالی آن، پیش بینی دقیق مطلوبترین جواب تقریباً غیر ممکن می‌نماید. در عمل،فرآیند تصمیم‌گیری معمولاً با چندین تابع هدف مختلف غیر هم وزن و اغلب غیر هم جهت در ارتباط است. این بدان معناست که فرآیند ارزش گذاری توابع مختلف اساساً نمی‌تواند یکسان، هم سو و هم جهت باشد و در بسیاری از موارد مقدار یک تابع هدف نمی‌تواند افزایش یابد، بدون آنکه مقدار تابع هدف دیگر کاهش یابد. لذا برای تصمیم‌گیری نهایی، احتیاج به نوعی مصالحه یا *سازش*[1] بین اهداف مختلف وجود دارد که نحوهٔ این مصالحه از اهمیت بسزایی در تصمیم‌گیری‌ها برخوردار است. در این راستا، ریسک، سود، هزینهٔ اجرا و مصالح اجتماعی می‌توانند تأثیر بسزائی در این مصالحه داشته باشند. این قبیل مسائل با عنوان مسائل *تصمیم‌گیری چندمعیاره*[2] (MCDM) شناخته می شوند.

با توجه به غیر ممکن بودن رسیدن به مقادیر بهینه در تمامی توابع هدف بطور همزمان، مساله تصمیم گیری چند معیاره معمولاً به انتخاب یک گزینه از میان تعدادی راه حل کاندید (گزینه) منجر خواهد شد. در نهایت، انتخاب نهایی مصالحه‌ای بین توابع هدف مختلف خواهد بود و دست

---

[1]- Trade-off

[2]- Multiple Criteria Decision Making (MCDM)

آخر ترجیح تصمیم‌گیرنده مشخص کننده تک جواب نهائی از میان مجموعه جوابهای کاندیدا می باشد.

بسیاری از مسائل تصمیم‌گیری شامل تعداد بسیار زیادی از متغیرهای تصمیم هستند که عملاً مقایسه تمامی آنها و همه امکانهای انتخاب غیر ممکن می‌باشد. لذا با توجه به این نکته، مسائل بهینه‌سازی از این دست تبدیل به یک مسأله جستجو با رویکرد انتخاب جواب بهینه براساس فرایند حذف جواب‌های نا مطلوب خواهند شد. حل اینگونه مسائل تحت عنوان *تصمیم‌گیری چند هدفه* [1] یا *بهینه‌سازی چند هدفه* [2] شناخته می‌شوند.

یک تقسیم بندی معمول برای حل اینگونه مسائل روشی است که در سال ۱۹۷۹ و براساس منظور نمودن نحوه اعمال اولویتهای تصمیم‌گیرنده ارائه شده است [۱۶]. بر اساس این تقسیم‌بندی چهار رهیافت برای معرفی جواب نهایی در مسائل بهینه سازی چند هدفه وجود دارد:

۱- بدون منظور نمودن هر نوع ارجحیت (جستجوی صرف)

۲- منظور نمودن ارجحیت تصمیم‌گیرنده پیش از فرایند جستجو (انتخاب قبل از جستجو)[3]

۳- منظور نمودن اطلاعات مربوط به ارجحیت تصمیم‌گیرنده به شکل پویا (همزمانی جستجو و انتخاب)

٤- منظور نمودن اطلاعات ارجحیت تصمیم‌گیرنده بعد از اتمام فرایند جستجو[4].

---

[1]- Multiobjective Decision Making

[2]- Multiobjective Optimization

[3] -A Prior

[4] -A Posterior