



دانشگاه علامه طباطبایی
دانشکده مدیریت و حسابداری

رساله دکتری رشته مدیریت تولید و عملیات

مدل زمان بندی پروژه با رویکرد تلفیقی چند هدفه موازنه زمان - هزینه - کیفیت - ریسک
و فعالیت های چند حالتی بر اساس یک الگوریتم فرا ابتکاری

محقق

سید امیر رضا ابطاحی

استاد راهنما

دکتر مقصود امیری

استادان مشاور

دکتر کامران فیضی دکتر لعیا الفت

دی

۱۳۹۱

بسم الله الرحمن الرحيم



دانشگاه علامه طباطبایی
دانشکده مدیریت و حسابداری

رساله دکتری رشته مدیریت تولید و عملیات

مدل زمان‌بندی پروژه با رویکرد تلفیقی چند هدفه موازنه زمان - هزینه -
کیفیت - ریسک و فعالیت‌های چند حالتی بر اساس یک الگوریتم فرا ابتکاری

محقق

سید امیر رضا ابطحی

استاد راهنما

دکتر مقصود امیری

استادان مشاور

دکتر کامران فیضی دکتر لعیا الفت

دی

۱۳۹۱

تقدیم به همسر و فرزندم

از تمامی کسانی که در مراحل مختلف تحصیل به نحوی بنده را در امر یادگیری، تدوین و تحقیق، به ویژه در تهیه رساله یاری کرده‌اند، تشکر و قدردانی می‌نمایم.

چکیده

مدیران پروژه به دنبال تحویل پروژه در کمترین زمان و هزینه ممکن می‌باشند. این دو هدف با یکدیگر تعارض دارند چرا که کاهش زمان پروژه نیازمند تخصیص منابع بیشتر و در نتیجه صرف هزینه بیشتر می‌شود. در مسئله کلاسیک موازنه زمان-هزینه در ادبیات مدیریت پروژه، مدیران به دنبال این هستند که تعیین کنند فعالیت‌های پروژه در چه حالتی انجام شوند و در چه زمانی شروع شوند تا زمان و هزینه پروژه کمینه گردند. اما کمینه کردن زمان صرفاً منجر به تأثیر پذیرفتن هزینه‌های پروژه نشده و اهدافی همچون کیفیت و ریسک پروژه نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرند.

در این رساله دو هدف کیفیت و ریسک نیز به مسئله کلاسیک موازنه زمان-هزینه افزوده شده است. بنا بر تعریف استاندارد مدیریت پروژه ریسک پروژه برابر با هر عاملی است که اهداف پروژه را از حالت مورد انتظار آن دور کند. با استفاده از این تعریف و با در نظر گرفتن زمان، هزینه و کیفیت فعالیت‌های پروژه به صورت احتمالی، تابع هدف ریسک پروژه برابر با ترکیبی از واریانس زمان، هزینه و کیفیت پروژه تعریف شده است. در ادامه مدل برنامه‌ریزی ریاضی مسئله چند هدفه موازنه زمان-هزینه-کیفیت-ریسک با فعالیت‌های چند حالتی و روابط پیش‌نیازی عمومی طراحی شده و سپس این مسئله که جزء مسائل سخت با زمان غیر چند جمله‌ای می‌باشد با استفاده از روش دقیق اپسیلون-محدودیت کارا و دو روش فرا ابتکاری الگوریتم ژنتیک چند هدفه و الگوریتم بهینه‌سازی اجتماع ذرات چند هدفه حل شده است.

برای ایجاد مبنایی جهت مقایسه نتایج روش‌های حل و الگوریتمی برای تولید مسائل در سه اندازه کوچک، متوسط و بزرگ طراحی شده و مسائل تولید شده با استفاده از روش‌های پیش‌گفته حل شده‌اند. نتایج آنالیز واریانس نشان می‌دهند که در مسئله مورد توجه این رساله و با توجه به مسائل تصادفی تولید شده روش‌های فرا ابتکاری در اکثر معیارهای کیفیت پاسخ کیفیت بالاتری نسبت به روش دقیق اپسیلون محدودیت کارا داشته‌اند. میان نتایج دو روش فرا ابتکاری در اکثر شاخص‌های کیفیت پاسخ تفاوت معنی‌داری مشاهده نشده است.

E-mail: amir_abtahi@yahoo.com

فهرست مطالب

۱	فصل اول - طرح و کلیات تحقیق.....
۱-۱	مقدمه.....
۱-۲	بیان مسئله.....
۱-۳	اهمیت و ضرورت موضوع تحقیق.....
۱-۴	پرسش‌های تحقیق.....
۱-۴-۱	پرسش اصلی.....
۱-۴-۲	پرسش‌های فرعی.....
۱-۵	اهداف تحقیق.....
۱-۵-۱	هدف اصلی.....
۱-۵-۲	اهداف فرعی.....
۱-۶	روش کلی تحقیق.....
۱-۶-۱	روش گردآوری داده‌ها.....
۱-۶-۲	روش تحلیل داده‌ها.....
۱-۷	محدودیت‌های تحقیق.....
۱-۸	شرح واژه‌ها و اصطلاحات.....
۲	فصل دوم - مبانی نظری پژوهش و مروری بر ادبیات تحقیق.....
۲-۱	مقدمه.....
۲-۲	زمان‌بندی پروژه.....
۲-۳	موازنه اهداف در زمان‌بندی پروژه.....
۲-۴	مسائل موازنه هزینه-زمان در زمان‌بندی پروژه با فعالیت‌های چند حالتی.....
۲-۴-۱	مسئله موازنه هزینه-زمان با فرم استاندارد.....
	موازنه هزینه-زمان با محدودیت در زمان.....
	موازنه هزینه-زمان با محدودیت در هزینه.....
	موازنه کامل هزینه-زمان.....
۲-۴-۲	مسئله موازنه هزینه-زمان با روابط پیش‌نیازی عمومی.....
۱۹	مسئله موازنه هزینه-زمان با روابط پیش‌نیازی عمومی و محدودیت در زمان.....

۲۱	مسئله موازنه هزینه- زمان با روابط پیش‌نیازی عمومی و محدودیت در هزینه
۲۲	مسئله موازنه کامل هزینه- زمان با روابط پیش‌نیازی عمومی
۲۳	۲-۴-۳ مسئله موازنه هزینه- زمان با توابع هدف خاص
۲۳	۲-۴-۴ مسئله موازنه هزینه- زمان: مرور پژوهش‌ها
۲۷	۲-۵ مسائل موازنه هزینه- زمان - کیفیت در زمان‌بندی پروژه با فعالیت‌های چندحالتی
۲۸	۲-۵-۱ مسئله موازنه هزینه- زمان - کیفیت با فرم استاندارد
۳۰	۲-۵-۲ مسئله موازنه هزینه- زمان - کیفیت با روابط پیش‌نیازی عمومی
۳۰	۲-۵-۳ مسئله موازنه زمان- هزینه- کیفیت: مرور پژوهش‌ها
۳۳	۲-۶ نقش ریسک در زمان‌بندی پروژه
۳۴	۲-۶-۱ تعریف ریسک پروژه
۳۴	۲-۶-۲ تأثیر ریسک بر موازنه اهداف چندگانه پروژه
۳۵	۲-۶-۳ تأثیر ریسک بر موازنه اهداف پروژه: مرور پژوهش‌ها
۳۶	۲-۷ بهینه‌سازی چندهدفه در مسائل موازنه اهداف چندگانه پروژه
۳۷	۲-۷-۱ مفاهیم و رویکردهای حل مسائل بهینه‌سازی چندهدفه
۳۷	مفاهیم
۳۹	رویکردهای دقیق در حل مسائل بهینه‌سازی چندهدفه
۴۱	رویکردهای فرا ابتکاری در حل مسائل بهینه‌سازی چندهدفه
۴۲	۲-۷-۲ رویکردهای دقیق بهینه‌سازی چندهدفه در مسائل موازنه اهداف پروژه
۴۴	۲-۷-۳ رویکردهای فرا ابتکاری بهینه‌سازی چندهدفه در مسائل موازنه اهداف پروژه
۴۶	۲-۸ شکاف موجود در تحقیقات پیشین
۴۶	۲-۸-۱ تعریف مسئله موازنه اهداف
۴۶	عامل ریسک
۴۶	پیش‌نیازهای عمومی
۴۶	۲-۸-۲ رویکرد حل مسئله موازنه اهداف
۴۷	الگوریتم دقیق اپسیلون- محدودیت
۴۷	الگوریتم ژنتیک چندهدفه
۴۷	الگوریتم پرندگان چندهدفه
۴۸	۲-۹ خلاصه فصل

۵۰	فصل سوم - مدل سازی و روش های حل مسئله
۵۱	۳-۱ مقدمه
۵۲	۳-۲ مسئله چندهدفه موازنه زمان - هزینه - کیفیت با فعالیت های چند حالتی و روابط پیش نیازی عمومی
۵۲	۳-۲-۱ مدل سازی بدون امکان انقطاع در اجرای فعالیت ها
۵۲	پارامترهای مدل
۵۳	متغیرهای تصمیم
۵۳	توابع هدف
۵۳	محدودیت های مدل
۵۴	انتخاب یک حالت اجرا برای هر فعالیت
۵۴	محدودیت های روابط پیش نیازی عمومی
۵۶	محدودیت های مربوط به زمان، هزینه و کیفیت
۵۷	محدودیت های مربوط به متغیرهای تصمیم
۵۷	مدل نهایی
۵۸	۳-۲-۲ مدل سازی با در نظر گرفتن امکان انقطاع در اجرای فعالیت ها
۵۸	مفروضات انقطاع
۵۹	پارامترهای مدل
۶۰	متغیرهای تصمیم
۶۰	مدل نهایی
۶۳	۳-۳ مسئله چندهدفه موازنه زمان - هزینه - کیفیت - ریسک با فعالیت های چند حالتی و روابط پیش نیازی عمومی
۶۳	۳-۳-۱ پارامترهای مدل
۶۵	۳-۳-۲ متغیرهای تصمیم
۶۵	۳-۳-۳ توابع هدف
۶۶	۳-۳-۴ محدودیت های مدل
۶۷	انتخاب یک حالت اجرا برای هر فعالیت
۶۷	محدودیت های روابط پیش نیازی عمومی
۶۷	محدودیت های مربوط به زمان، هزینه و کیفیت
۶۸	محدودیت های مربوط به متغیرهای تصمیم
۶۸	۳-۳-۵ مدل احتمالی

۷۰	..... ۳-۳-۶ تبدیل مدل احتمالی به مدل قطعی
۷۲	..... ۳-۴ طراحی روش‌های حل مسئله موازنه اهداف چندگانه
۷۳	..... ۳-۴-۱ روش دقیق اپسیلون- محدودیت کارا
۷۵	..... تعیین بازه توابع هدف
۷۵	..... تضمین کارا بودن پاسخ‌های تولیدی
۷۶	..... تسریع فرایند الگوریتم
۷۶	..... استفاده از روش اپسیلون- محدودیت کارا در مسئله موازنه زمان- هزینه- کیفیت
۷۷	..... استفاده از روش اپسیلون- محدودیت کارا در مسئله موازنه زمان- هزینه- کیفیت- ریسک
۷۸	..... ۳-۴-۲ الگوریتم ژنتیک چندهدفه
۸۱	..... طراحی ساختار کروموزوم
۸۱	..... طراحی توابع برازندگی
۸۲	..... طراحی عملگرهای الگوریتم ژنتیک
۸۲	..... طراحی استراتژی تعیین پارامترهای الگوریتم ژنتیک به صورت پویا
۸۲	..... طراحی استراتژی جریمه به صورت خود انطباقی و پویا برای هدایت الگوریتم ژنتیک
۸۴	..... ۳-۴-۳ الگوریتم اجتماع ذرات چندهدفه
۸۴	..... محاسبات الگوریتم اجتماع ذرات
۸۵	..... طراحی ساختار اجتماع اولیه
۸۵	..... معادله بردارهای موقعیت و سرعت
۸۶	..... طراحی روش تعیین پارامترهای الگوریتم اجتماع ذرات به صورت پویا
۸۶	..... انتخاب بهترین موقعیت فراگیر
۸۶	..... طراحی استراتژی جریمه به صورت خود انطباقی و پویا برای هدایت الگوریتم اجتماع ذرات
۸۷	..... رویه الگوریتم اجتماع ذرات برای حل مسائل موازنه اهداف چندگانه در زمانبندی پروژه
۸۸	..... ۳-۵ متدولوژی مقایسه عملکرد روش‌های حل
۸۸	..... ۳-۵-۱ معیارهای مقایسه روش‌های حل
۸۹	..... معیارهای همگرایی
۹۰	..... معیارهای توزیع
۹۱	..... ۳-۵-۲ روش تولید مسائل نمونه
۹۱	..... تولید شبکه پروژه

۹۲.....	تخصیص روابط پیش‌نیازی عمومی، تأخیرهای زمانی و حالت‌های اجرا به فعالیت‌ها
۹۳.....	۳-۵-۳ مقایسه عملکرد روش‌های حل بر مبنای تحلیل آماری
۹۶.....	۳-۶ خلاصه فصل
۹۷.....	فصل چهارم - تحلیل نتایج
۹۸.....	۴-۱ مقدمه
۹۸.....	۴-۲ مسائل دارای ابعاد کوچک
۹۹.....	۴-۲-۱ مقایسه عملکرد روش‌های حل بر مبنای تحلیل آماری
۱۰۴.....	۴-۳ مسائل دارای ابعاد متوسط
۱۰۴.....	۴-۳-۱ مقایسه عملکرد روش‌های حل بر مبنای تحلیل آماری
۱۰۹.....	۴-۴ مسائل دارای ابعاد بزرگ
۱۰۹.....	۴-۴-۲ مقایسه عملکرد روش‌های حل بر مبنای تحلیل آماری
۱۱۴.....	۴-۵ خلاصه فصل
۱۱۵.....	فصل پنجم - نتیجه‌گیری و پیشنهادها
۱۱۶.....	۵-۱ مقدمه
۱۱۶.....	۵-۲ مروری بر رساله
۱۱۹.....	۵-۳ پیشنهادها
۱۱۹.....	۵-۳-۱ پیشنهادهایی بر مبنای یافته‌های تحقیق
۱۱۹.....	۵-۳-۲ پیشنهادهایی برای انجام پژوهش‌های آینده
۱۲۱.....	منابع و مؤاخذ

فهرست جدول‌ها

- جدول ۱-۲ متغیرهای مدل ریاضی مسئله موازنه هزینه- زمان با محدودیت در زمان..... ۱۶
- جدول ۲-۲ متغیرهای مدل ریاضی مسئله موازنه هزینه- زمان با محدودیت در هزینه..... ۱۷
- جدول ۲-۳ متغیرهای مدل ریاضی مسئله موازنه هزینه- زمان با روابط پیش‌نیازی عمومی و محدودیت در زمان..... ۲۰
- جدول ۲-۴ متغیرهای مدل ریاضی مسئله موازنه هزینه- زمان با روابط پیش‌نیازی عمومی و محدودیت در هزینه..... ۲۲
- جدول ۲-۴ مروری بر پژوهش‌های انجام شده در مسئله موازنه هزینه- زمان..... ۲۴
- جدول ۲-۵ مروری بر پژوهش‌های انجام شده در مسئله موازنه زمان- هزینه- کیفیت..... ۳۱
- جدول ۲-۷ مروری بر پژوهش‌های انجام شده در زمینه تأثیر ریسک بر روی اهداف پروژه..... ۳۶
- جدول ۲-۸ اجزاء مدل بهینه‌سازی چندهدفه..... ۳۸
- جدول ۲-۹ اجزاء مدل بهینه‌سازی چندهدفه خطی..... ۳۸
- جدول ۲-۱۰ دسته‌بندی روش‌های حل مسائل بهینه‌سازی چندهدفه..... ۴۰
- جدول ۲-۱۱ مقایسه الگوریتم‌های فرا ابتکاری بهینه‌سازی چندهدفه..... ۴۲
- جدول ۲-۱۲ مروری بر پژوهش‌های انجام شده در زمینه رویکردهای دقیق بهینه‌سازی در مسائل موازنه اهداف..... ۴۳
- جدول ۲-۱۳ مروری بر پژوهش‌های انجام شده در زمینه رویکردهای فرا ابتکاری در مسائل موازنه اهداف..... ۴۴
- جدول ۳-۱ پارامترهای مدل موازنه زمان- هزینه- کیفیت با پیش‌نیازی‌های عمومی..... ۵۲
- جدول ۳-۲ متغیرهای تصمیم مدل موازنه زمان- هزینه- کیفیت با پیش‌نیازی‌های عمومی..... ۵۳
- جدول ۳-۳ روابط پیش‌نیازی عمومی و تأخیر زمانی میان فعالیت‌های پروژه..... ۵۵
- جدول ۳-۴ پارامترهای مدل موازنه زمان- هزینه- کیفیت با پیش‌نیازی‌های عمومی و امکان انقطاع فعالیت‌ها..... ۵۹
- جدول ۳-۵ پارامترهای مدل موازنه زمان- هزینه- کیفیت با پیش‌نیازی‌های عمومی و امکان انقطاع فعالیت‌ها..... ۶۰
- جدول ۳-۴ پارامترهای مدل موازنه زمان- هزینه- کیفیت- ریسک با فعالیت‌های چند حالت..... ۶۴
- جدول ۳-۵ متغیرهای تصمیم مدل موازنه زمان- هزینه- کیفیت- ریسک با فعالیت‌های چند حالت..... ۶۵
- جدول ۳-۶ پارامترهای مدل اپسیلون- محدودیت کارا در مسئله موازنه زمان- هزینه- کیفیت..... ۷۷

- جدول ۳-۷ ویژگی نمونه‌های مسائل تصادفی تولید شده..... ۹۲
- جدول ۴-۱ مقادیر پارامترهای روش‌های حل در مسئله به ابعاد کوچک..... ۹۹
- جدول ۴-۲ ویژگی‌های نمونه مسئله تصادفی با اندازه کوچک..... ۱۰۰
- جدول ۴-۳ نتایج شاخص‌های کیفیت پاسخ به تفکیک روش‌های حل برای مسائل دارای ابعاد کوچک..... ۱۰۱
- جدول ۴-۴ نتایج تجزیه و تحلیل واریانس برای شاخص‌های کیفیت پاسخ در مسئله با ابعاد کوچک..... ۱۰۲
- جدول ۴-۵ فواصل اطمینان معیارهای سنجش برای مسائل دارای ابعاد کوچک..... ۱۰۳
- جدول ۴-۶ مقادیر پارامترهای روش‌های حل در مسئله به ابعاد متوسط..... ۱۰۴
- جدول ۴-۷ ویژگی‌های نمونه مسئله تصادفی با اندازه متوسط..... ۱۰۴
- جدول ۴-۸ نتایج شاخص‌های کیفیت پاسخ به تفکیک روش‌های حل برای مسائل دارای ابعاد متوسط..... ۱۰۶
- جدول ۴-۹ نتایج تجزیه و تحلیل واریانس برای شاخص‌های کیفیت پاسخ در مسئله با ابعاد متوسط..... ۱۰۷
- جدول ۴-۱۰ مقایسه میان روش‌های حل بر مبنای فواصل اطمینان برای مسائل دارای ابعاد متوسط..... ۱۰۸
- جدول ۴-۱۲ مقادیر پارامترهای روش‌های حل در مسئله به ابعاد بزرگ..... ۱۰۹
- جدول ۴-۱۳ ویژگی‌های نمونه مسئله تصادفی با اندازه بزرگ..... ۱۱۰
- جدول ۴-۱۴ نتایج شاخص‌های کیفیت پاسخ به تفکیک روش‌های حل برای مسائل دارای ابعاد بزرگ..... ۱۱۱
- جدول ۴-۱۵ نتایج تجزیه و تحلیل واریانس برای شاخص‌های کیفیت پاسخ در مسئله با ابعاد بزرگ..... ۱۱۲
- جدول ۴-۱۶ فواصل اطمینان محاسبه شده برای شاخص‌های کیفیت پاسخ در مسئله با ابعاد بزرگ..... ۱۱۳

١) فصل اول - طرح و کلیات تحقیق

۱-۱ مقدمه

انستیتو استاندارد آمریکا مدیریت پروژه را به کارگیری دانش، مهارت، ابزار و روش‌هایی در مدیریت فعالیت‌ها برای نیل به اهداف پروژه تعریف می‌کند. زمان‌بندی پروژه یک بخش جدایی‌ناپذیر از مدیریت پروژه می‌باشد که به ایجاد توازن میان اهداف رقابتی پروژه همچون زمان، هزینه، کیفیت و ... می‌پردازد. بنابراین مدیران پروژه که مسئول اصلی رساندن پروژه به اهداف آن می‌باشند، باید پروژه را با کمترین سطح ریسک، در زمان تعیین شده، با کمترین هزینه و بیشترین سطح کیفیت به اتمام رسانده و تحویل دهند. در این میان آنچه موضوع بسیار مهمی است این است که به سبب وجود نوعی از تعارض^۱ میان اهداف پروژه، رعایت حد بهینه برای همه این اهداف به طور همزمان کار ساده‌ای نیست.

امروزه، از یک سو مدیران به دنبال کاهش هزینه‌های پروژه هستند و از سوی دیگر به دنبال فشرده سازی زمان انجام پروژه می‌باشند. اما فشرده سازی زمان پروژه که با افزایش منابع تخصیص یافته جهت سرعت بیشتر در اجرای فعالیت‌ها انجام می‌پذیرد، به ناچار باعث افزایش هزینه‌ها خواهد شد. پیش بینی این مطلب که نتیجه فشرده‌سازی زمان‌بندی پروژه تا چه حد منجر به افزایش یا کاهش هزینه کل پروژه (هزینه‌های مستقیم و غیر مستقیم) می‌شود دشوار است. در واقع اگرچه هزینه‌های مستقیم پروژه افزایش می‌یابند، ولی به دلیل کاهش زمان پروژه، هزینه‌های غیر مستقیم (بالاسری، هزینه های ثابت روزانه و...) ممکن است کاهش یابند. این موضوع تأییدی است بر این مطلب که حتی کاهش زمان و هزینه پروژه به طور همزمان تنها در بعضی حالات ممکن است. (دلمیستر و هرلن^۲، ۲۰۰۲)

به علاوه با در نظر گرفتن این واقعیت که با فشرده‌سازی زمان انجام پروژه این فقط هزینه‌های پروژه نیستند که تحت تأثیر قرار می‌گیرند بلکه موضوعات دیگری چون کیفیت و همچنین ریسک پروژه نیز تأثیر می‌پذیرند، بر پیچیدگی

^۱ Conflict

^۲ Demeulemeester and Herroelen

برنامه ریزی پروژه می‌افزاید. با این اوصاف و با توجه به این موضوع که پروژه‌های امروزی از تعداد زیادی فعالیت تشکیل شده‌اند که بر اساس شرایط متفاوت هر کدام از این فعالیت‌ها در حالت‌های مختلف قابل اجرا هستند، چه روش یا روش‌هایی برای زمان‌بندی و انتخاب حالت اجرای هر کدام از فعالیت‌ها وجود دارد تا اهداف پروژه همچون زمان، هزینه، کیفیت و ... در بهترین و یا حداقل نزدیک به بهترین حالت خود باشند.

۲-۱ بیان مسئله

در دنیای واقعی معمولاً فعالیت‌های مربوط به یک پروژه با روش‌ها و در حالت‌های مختلفی قابل اجرا هستند. با توجه به این موضوع و با در نظر گرفتن اهداف مختلف در پروژه، در هر کدام از حالت‌های اجرا^۱، فعالیت‌های پروژه در مدت زمان و با هزینه‌های متفاوتی نسبت به سایر حالت‌ها، انجام می‌گیرند. از سوی دیگر انتخاب هر کدام از حالت‌های اجرا برای هر یک از فعالیت‌های پروژه، سطح کیفیت و همچنین ریسک پروژه را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد.

مدیران پروژه معمولاً به دنبال این هدف هستند که پروژه خود را در کمترین مدت زمان ممکن با کمترین هزینه و بالاترین کیفیت و پایین‌ترین سطح ریسک به پایان برسانند. با نگاهی عمیق‌تر به اهداف پیش گفته مشخص می‌شود تمرکز بر روی هر کدام از آن‌ها منجر به ایجاد تغییراتی بر روی سایر اهداف خواهد شد. برای مثال در صورتی که مدیر به دنبال انتخاب حالت‌های اجرایی باشد که منجر به کاهش زمان پروژه شوند، در همان حالت ممکن است مجبور به پرداخت هزینه بیشتر و همین‌طور انجام پروژه با سطح کیفیت پایین‌تر و ریسک بالاتر باشد. به بیان دیگر اهداف پیش گفته دارای نوعی تعارض با یکدیگر بوده و بنابراین نوعی تبادل و یا موازنه^۲ میان آن‌ها وجود دارد.

با وجود اینکه اهداف زمان، هزینه، کیفیت و ریسک در تعارض با یکدیگر قرار دارند اما همگی آن‌ها در بحث مدیریت پروژه از اهمیت بالایی برخوردار هستند. این مسئله زمانی که مدیر پروژه دید فنی دقیقی نسبت به اهداف چندگانه، رفتارهای متفاوت، توابع توصیف‌کننده و همین‌طور اهمیت نسبی^۳ آن‌ها نسبت به یکدیگر ندارد، دشوارتر خواهد شد. این موضوع باعث خواهد شد مدیران پروژه بیش از آنکه به دنبال روش‌هایی باشند که یک پاسخ در اختیار آن‌ها می‌گذارد، تمایل داشته باشند تا از میان مجموعه‌ای از پاسخ‌هایی که نسبت به هم ارجحیت قابل تشخیصی ندارند (پاسخ‌های غیر مسلط^۴) جواب‌های ترجیحی^۵ را برگزینند. از طرفی امکان انجام هر فعالیت در حالت‌های مختلف که

¹ Execution modes

² Trade-off

³ Relative importance

⁴ Non dominated solutions

⁵ Preferred solution

متضمن در نظر گرفتن زمان، هزینه، کیفیت و ریسک متفاوت برای هر حالت می‌باشد بر پیچیدگی‌های مسئله خواهد افزود.

از سویی دیگر در عمل، ترتیب اجرای فعالیت‌های پروژه نیز معمولاً متفاوت می‌باشد. برخی از فعالیت‌ها باید با یکدیگر شروع شده و یا با یکدیگر به اتمام برسند. برخی از فعالیت‌ها باید پس از اتمام برخی دیگر از فعالیت‌ها شروع شوند و یا بالعکس. همچنین ممکن است میان شروع و پایان فعالیت‌ها نسبت به یکدیگر نیاز به ایجاد تأخیر یا فاصله زمانی مشخصی وجود داشته باشد. به مطلب گفته شده معمولاً تحت عنوان پیش‌نیازهای عمومی^۱ اشاره می‌شود. حال با توجه به اینکه در دنیای واقعی پروژه‌ها اساساً از تعداد قابل توجهی فعالیت مختلف با شبکه‌های تقدم و تأخر نسبتاً پیچیده تشکیل شده‌اند صرفاً توسعه مدل‌های ریاضی و یا استفاده از نرم‌افزارهای کنترل پروژه برای حل مسئله راهگشا نخواهد بود.

بنابراین با در نظر گرفتن پیچیدگی ساختار پروژه‌ها، تعداد زیاد فعالیت‌ها، وجود چند حالت مختلف اجرا برای هر فعالیت، رعایت پیش‌نیازهای عمومی میان فعالیت‌های پروژه و همین‌طور چندهدفه بودن مسئله، تصمیم‌گیری برای مدیران جهت انتخاب از میان حالت‌های انجام فعالیت‌ها بسیار پیچیده بوده و نیاز به روشی که برای مسائلی در ابعاد بزرگ در زمان معقول جواب‌های قابل قبولی را ارائه کند احساس می‌شود.

در این رساله مسئله اصلی، تعیین حالت هر یک از فعالیت‌های پروژه با مد نظر قرار دادن تمامی ملاحظات پیش گفته می‌باشد. برای انجام این پژوهش دو بخش اصلی کار عبارتند از طراحی یک مدل ریاضی برای حل مسئله موازنه هزینه-زمان-کیفیت-ریسک پروژه و ارائه الگوریتم‌های فرا ابتکاری مناسب برای حل مسئله یاد شده در ابعاد بزرگ.

با توجه به اینکه مسئله مورد توجه این رساله تا کنون در ادبیات موضوع مورد توجه واقع نشده است، لذا در کتابخانه رسمی مسائل زمان‌بندی پروژه^۲ مثال‌های نمونه برای آن وجود ندارد. جهت آزمون کارایی الگوریتم‌های فرا ابتکاری پیشنهادی، مثال‌های تصادفی تولید شده و با هر دو روش حل خواهند شد. بدیهی است که با توجه به بسیار پیچیده بودن مسئله انتظار می‌رود که روش‌های حل مبتنی بر برنامه‌ریزی ریاضی برای ابعاد بزرگ کارایی محاسباتی به لحاظ زمانی نداشته باشد.

^۱ Generalized precedence

^۲ Project Scheduling Problem Library (PSPLib)

۳-۱ اهمیت و ضرورت موضوع تحقیق

مدیریت موفق یک پروژه هنر، علم و کوششی در جهت کنترل منابع موجود در بازه محدودیت‌هایی از جنس زمان، هزینه و کیفیت می‌باشد. از آنجایی که اکثر پروژه‌ها دارای شرایط و فعالیت‌های منحصر به فرد می‌باشند، احتمالاً نمی‌توان استانداردهای مشخص، از پیش تعیین شده و فراگیر برای برنامه‌ریزی تمام پروژه‌ها ارائه نمود. بنابراین مدیر پروژه به سختی می‌تواند در انجام فعالیت‌های پروژه داخل مثلث زمان- هزینه- کیفیت، که در استاندارد مدیریت پروژه تصریح شده است، باقی بماند. (کرزner^۱، ۲۰۰۹)

بنابراین با وجود اینکه معمولاً پیش از اجرای پروژه‌ها، زمان، هزینه و سطح کیفیت آن‌ها تعیین می‌شوند اما برخی مطالعات نشان داده است که تعداد چشمگیری از پروژه‌ها هرگز در زمان تعیین شده، با هزینه پیش‌بینی شده و همین‌طور در سطح کیفیت مورد انتظار به پایان نرسیده‌اند. محققان دلیل این نوع از شکست‌ها در مدیریت پروژه‌ها را در عدم توجه کافی به مقوله ریسک و عدم قطعیت‌ها در برنامه‌ریزی و زمان‌بندی پروژه‌ها می‌دانند. (ویلیامز^۲، ۲۰۰۵)

با این تفاسیر، روشی باید طراحی شود که به وسیله آن بتوان مدیران پروژه را در زمان‌بندی و انتخاب حالت مناسب اجرای هر کدام از فعالیت‌های پروژه یاری کرد به نحوی که بتوانند پروژه را در سریع‌ترین زمان، با کمترین هزینه، در بالاترین سطح کیفیت و با پایین‌ترین سطح ریسک ممکن به پایان برسانند. بنابراین، انجام پژوهشی که در آن با توجه به موازنه موجود میان چهار هدف ذکر شده یعنی زمان، هزینه، کیفیت و همین‌طور ریسک، رویکرد و ابزاری برای تعیین ترکیب رضایت‌بخش از حالت‌های مختلف فعالیت‌های پروژه توسعه داده شود، ضروری به نظر می‌رسد.

۴-۱ پرسش‌های تحقیق

این تحقیق به دنبال پاسخ دادن به یک پرسش اصلی می‌باشد که در راستای پاسخگویی به آن به چند پرسش فرعی نیز باید پاسخ داده شود.

۴-۱-۱ پرسش اصلی

چگونه می‌توان یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی برای زمان‌بندی پروژه با رویکرد تلفیقی موازنه اهداف چندگانه و فعالیت‌های چندحالتی دارای روابط پیش‌نیازی عمومی طراحی نموده و با استفاده از یک الگوریتم فرا ابتکاری حل کرد؟

^۱ Kerzner
^۲ Williams

۲-۴-۱ پرسش‌های فرعی

۱. مدل ریاضی زمان‌بندی پروژه با رویکرد تلفیقی موازنه اهداف چندگانه و فعالیت‌های چند حالتی دارای روابط پیش‌نیازی عمومی چیست؟
۲. هر کدام از فعالیت‌های پروژه در چه زمانی شروع و در چه حالتی انجام شوند تا منجر به تحقق حل رضایت‌بخش برای اهداف چندگانه پروژه شوند؟

۵-۱ اهداف تحقیق

در این تحقیق یک هدف اصلی وجود دارد که در راستای رسیدن به آن، چند هدف فرعی نیز محقق خواهند شد که در این قسمت به آن‌ها اشاره می‌شود.

۱-۵-۱ هدف اصلی

طراحی مدل برنامه‌ریزی ریاضی برای زمان‌بندی پروژه با رویکرد تلفیقی چندهدفه موازنه اهداف چندگانه و فعالیت‌های چند حالتی دارای روابط پیش‌نیازی عمومی و حل آن با استفاده از الگوریتم‌های فرا ابتکاری.

۲-۵-۱ اهداف فرعی

۱. طراحی مدل ریاضی زمان‌بندی پروژه با رویکرد تلفیقی موازنه اهداف چندگانه و فعالیت‌های چند حالتی دارای روابط پیش‌نیازی عمومی.
۲. تعیین زمان شروع و حالت اجرای فعالیت‌های پروژه به صورتی که منجر به تحقق حالت رضایت‌بخش برای اهداف چندگانه پروژه شوند.

۶-۱ روش کلی تحقیق

با توجه به توسعه مدل ریاضی، و استفاده از الگوریتم‌های فرا ابتکاری، روش تحقیق استفاده شده شبه آزمایشی می‌باشد.

۱-۶-۱ روش گردآوری داده‌ها

گردآوری داده‌ها به روش کتابخانه‌ای شامل بررسی و مطالعه مقالات چاپ شده در ژورنال‌های ملی و بین‌المللی و کتاب‌ها و رساله‌های انجام شده در این خصوص می‌باشد.

۲-۶-۱ روش تحلیل داده‌ها

۱. پژوهش عملیاتی: شامل برنامه‌ریزی ریاضی چندهدفه
۲. الگوریتم‌های فرا ابتکاری
۳. تولید مسائل در سه اندازه کوچک، متوسط و بزرگ
۴. استفاده از شاخص‌های کیفیت پاسخ برای مقایسه عملکرد روش‌های حل

۷-۱ محدودیت‌های تحقیق

عموماً برای اینکه هر تحقیق قابلیت اجرا پیدا کند محقق مجبور به لحاظ برخی از محدودیت‌ها در تحقیق خود می‌باشد تا بتواند در چارچوب آن‌ها به سمت هدف اصلی تحقیق حرکت کرده و به سؤالات اصلی و فرعی تحقیق خود پاسخ دهد. جنس این محدودیت‌ها از تعیین محدوده و قلمرو زمانی تحقیق گرفته تا لحاظ برخی از ویژگی‌ها و پیش-فرض‌هایی برای انجام تحقیق، گسترده می‌باشد.

در رساله حاضر برای آنکه مسئله تحقیق روشن شده و در یک بازه زمانی معقول برای یک رساله دکتری قابلیت اجرا داشته باشد، پیش‌فرض‌ها و ویژگی‌هایی لحاظ شده است. از ویژگی‌های مسئله مورد نظر این تحقیق می‌توان به وجود چند هدف متعارض حداقل سازی زمان، هزینه و ریسک و حداکثر سازی کیفیت پروژه، وجود چند حالت اجرا با زمان، هزینه، کیفیت و ریسک اندازه‌گیری شده و مشخص برای هر کدام از فعالیت‌ها و همین‌طور روابط پیش‌نیازی عمومی میان فعالیت‌های پروژه اشاره کرد. همین‌طور فرض قطعی بودن زمان، هزینه، کیفیت، ریسک و شبکه پروژه جزء مفروضات مربوط به مسئله این رساله می‌باشد.

از سوی دیگر متغیر کیفیت فعالیت‌های پروژه از پیش اندازه‌گیری شده در نظر گرفته شده است که در مورد نحوه اندازه‌گیری آن در پروژه، محققان در مقالات و کتاب‌های مختلف روش‌های متعددی ارائه کرده‌اند که خارج از موضوع تحقیق حاضر می‌باشد.

۸-۱ شرح واژه‌ها و اصطلاحات

برنامه‌ریزی پروژه: پس از آنکه پروژه به درستی تعریف شد نوبت به مرحله برنامه‌ریزی پروژه می‌رسد. در برنامه‌ریزی پروژه کارهایی نظیر شناسایی و تعیین فعالیت‌های پروژه، تخمین زمان و منابع مورد نیاز، تشخیص و تعیین ارتباطات و وابستگی‌ها و همین‌طور تعیین محدودیت‌های زمان‌بندی انجام می‌شوند.

زمان‌بندی پروژه: زمان‌بندی پروژه شامل مراحل می‌شود که در طی آن‌ها برنامه پایه پروژه شامل تعیین زمان انجام و انتخاب حالت اجرای هر یک از فعالیت‌ها صورت می‌پذیرد. (دملمیستر و هرلن، ۲۰۰۲)