



دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی صنایع

زمانبندی پروژه با محدودیت منابع در حالت

زمان و منابع فازی

رضا زارع عفیفی

استاد راهنما :

دکتر روغنیان

پایان نامه برای دریافت مدرک کارشناسی ارشد

رشته مهندسی صنایع

شهریور ۱۳۹۰

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تاییدیه پایان نامه کارشناسی ارشد توسط دانشجو

عنوان پایان نامه: زمانبندی پروژه با محدودیت منابع در حالت زمان و منابع فازی

نام دانشجو: رضا زارع عفیفی

شماره دانشجویی: ۸۸۰۶۳۴۴

استاد راهنمای پروژه: دکتر عماد روغنیان

اینجانب رضا زارع عفیفی دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی صنایع دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی گواهی می‌نمایم که تحقیقات ارائه شده در پایان نامه تحت عنوان فوق‌الذکر توسط شخص اینجانب انجام شده است و صحت و اصالت مطالب نگارش شده مورد تأیید می‌باشد و در هر کجا که از مطالب نگارش شده دیگری استفاده شده است با ذکر منبع و مأخذ می‌باشد. به علاوه گواهی می‌نمایم که مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی توسط اینجانب یا فرد دیگری در هیچ کجا ارائه نشده است و در تدوین متن پایان نامه راهنمای نگارش و تدوین پایان نامه کارشناسی ارشد، مصوب دانشکده مهندسی صنایع را بطور کامل رعایت نموده‌ام. چنانچه در هر زمان خلاف آنچه گواهی نموده‌ام مشاهده گردد خود را از آثار حقیقی و حقوقی ناشی از دریافت مدرک کارشناسی ارشد محروم می‌دانم و هیچگونه ادعائی نخواهم داشت.

امضاء دانشجو

تاریخ: ۹۰/۶/۳۰

- ۱- حق چاپ و تکثیر این پایان نامه متعلق به نویسنده آن می باشد. هرگونه کپی برداری بصورت کل پایان نامه یا بخشی از آن تنها با موافقت نویسنده یا کتابخانه دانشکده صنایع..... دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی مجاز می باشد.
ضمناً متن این صفحه نیز باید در نسخه تکثیر شده وجود داشته باشد.
- ۲- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی می باشد و بدون اجازه کتبی دانشگاه به شخص ثالث قابل واگذاری نیست.
همچنین استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مراجع مجاز نمی باشد.

نون و القلم و ما یسطرون.....

صد کتاب ار هست جز یک باب نیست صد جهت را قصد جز محراب نیست

خداوندا سپاس می گویم سخاوت بی حدت را که چشمداشت حقیر را پاسخ گفتی و همت و عشق عطا کردی تا توانم امروز حاصل تلاش خویش را تقدیم نمایم به والدین مهربانم و یکایک اعضای خانواده ام که به مهر مرا پایمرد و همراه بودند. همچنین تقدیم به دوست گرامیم مهندس محلوج چی که در طول دوران تحصیل پیوسته حامی و یاور اینجانب بوده و می باشد.

هر ندایی که تو را بالا کشید آن ندا می دان که از بالا رسید

حمد بی حد و مدح بی اندازه حضرت دوست را که سخت ترین، بنام و یاد اوست که سهل الوصول می آید.

خداوندا بزرگیت را می پرستم و عشقت را ستایش می کنم که همواره دستگیر مایی و نگاهت را باربن کرده ای بر سر ما.

تو را سپاس می گویم برای همه ی نعمات و پیروزی ها و همواره به تو نیاز خواهم داشت که تویی خالق همه ی خوبی ها.

پس از شکر و سپاس خدای منان جای دارد از تمامی اساتید بزرگواری که تا به امروز در این راه بنده را حمایت کردند تشکر کنم. از اساتید گرانقدری که با عشق زکات علم پرداختند، بویژه از استاد عزیز جناب آقای دکتر عماد روغنیان که حضور همیشگی شان شایسته و ستودنی است.

چکیده:

در مباحث مدیریت پروژه، زمانبندی پروژه از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد. با توجه به نیاز مدیران پروژه در یافتن زمانبندی دقیق برای انجام فعالیتهای، تحقیقات گسترده ای در این زمینه به انجام رسیده است. از آنجا که بحث منابع یکی از موارد بسیار تاثیر گذار در زمینه زمانبندی می باشد، لزوم توجه به این معقوله از اهمیت ویژه ای برخوردار است. با توجه به کاستی هایی که در صورت زمانبندی پروژه با فرض قطعی بودن شاخصه ها در عمل پیش می آید استفاده از مفهوم تئوری فازی در این زمینه بسیار منطقی به نظر می رسد. در این تحقیق به دو الگوریتم برای حل مسئله فوق ارائه گردیده است.

الگوریتم اول که حاصل از بر طرف کردن موانع موجود در انجام محاسبات مربوط به پروژه در حالت فازی می باشد، PSS فازی نام گرفته است. پس از محاسبه دیرترین زمانهای رویداد فعالیتهای در حالت فازی با استفاده از الگوریتم زمانبندی موازی اقدام به زمانبندی پروژه می گردد.

الگوریتم دوم حاصل از بر طرف کردن موانع موجود در زمینه محاسبات مربوط به شناوری فعالیتهای در حالت فازی می باشد. پس از محاسبه شناوری ها در حالت فازی و استفاده از این مقادیر به عنوان شاخص اولویت بندی اقدام به زمانبندی پروژه گردیده است.

پس از معرفی الگوریتمها اقدام به حل مسئله زمانبندی پروژه با محدودیت منابع در حالت منابع قطعی گردیده است. این کار به منظور نشان دادن کارایی الگوریتمهای پیشنهادی در مقایسه با معدود الگوریتمهای موجود صورت گرفته است.

در ادامه به حل مثال در حالت زمان و منابع به صورت فازی پرداخته شده است. این کار به منظور نشان قابلیت حل الگوریتمهای پیشنهادی به عنوان تنها الگوریتم حل برای اینگونه مسائل صورت گرفته است.

کلمات کلیدی: زمانبندی پروژه، متغیرهای فازی، روش زمانبندی موازی (PSS)

فهرست مطالب

فصل اول تعریف موضوع	۱
مقدمه:	۲
۱-۱ تعریف موضوع و اهمیت آن	۲
۲-۱ تعریف پروژه و موارد مرتبط با آن	۲
۳-۱ حوزه های دانش مدیریت پروژه	۳
۴-۱ اهمیت زمانبندی	۳
۵-۱ هدف از انجام تحقیق	۶
فصل دوم مطالعات ادبیات:	۷
مقدمه:	۸
۱-۲ ریاضیات فازی	۸
۲-۲ رتبه بندی اعداد فازی	۱۱
۱-۲-۲ رتبه بندی بر پایه فاصله ها (Bhaskar, T., ۲۰۱۰)	۱۲
۲-۲-۲ رتبه بندی بر پایه روش چنگ (Cheng, C-H., ۱۹۹۸)	۱۵
۳-۲-۲ روش رتبه بندی مینگ (Ying-Ming, gWan., ۲۰۰۹)	۱۶
۳-۲ حوزه های مختلف مدیریت پروژه:	۱۹
۱-۳-۲ مدیریت یکپارچگی پروژه	۱۹
۲-۳-۲ مدیریت محدوده پروژه	۲۰
۳-۳-۲ مدیریت زمان پروژه	۲۱

۲۱	۴-۳-۲ مدیریت هزینه پروژه
۲۲	۵-۳-۲ مدیریت کیفیت پروژه
۲۳	۶-۳-۲ مدیریت منابع انسانی پروژه
۲۳	۷-۳-۲ مدیریت ارتباطات پروژه
۲۴	۸-۳-۲ مدیریت ریسک پروژه
۲۵	۹-۳-۲ مدیریت تدارکات پروژه
۲۷	۴-۲ روش برآورد عدد فازی زمان انجام فعالیت ها و منابع مورد نیاز:
۲۹	۵-۲ روشهای برنامه ریزی تخصیص منابع محدود:
۳۰	۶-۲ روش برنامه ریزی موازی (PSS) (Brooks, G&et al.1965):
۳۰	۱-۶-۲ فرضیات الگوریتم کامپیوتری تخصیص منابع محدود
۳۰	۲-۶-۲ گامهای الگوریتم:
۳۱	۷-۲ مرور ادبیات :
۴۳	۱-۷-۲ توضیح روش محاسبات برگشت بهبود یافته ارائه شده توسط سلطانی و حجتی (Soltani, A,&et al.2007)
۵۳	۷-۲ 2-توضیح الگوریتم پیشنهادی توسط بهاسکار (Bhaskar, T.,۲۰۱۰).....
۷۲	فصل سوم روش های پیشنهادی:
۷۳	۳-۱مقدمه:
۷۳	۳-۲حالت فازی زدایی داده ها:
۷۴	۳-۲-۱: مثال برای الگوریتم فازی زدایی پروژه ها:
۷۷	۳-۳ استفاده از الگوریتم ها برای حل مسائل RCPSP
۷۷	۳-۳-۱شرایط انتخاب مجموعه فعالیت های قابل انجام:

- ۲-۳-۳ روش پیشنهادی دوم برای انتخاب زیر مجموعه های قابل انجام: ۷۹
- ۳-۳-۳ استفاده از روش PSS فازی: ۸۰
- ۴-۳-۳: الگوریتم پیشنهادی شماره دو..... ۸۷
- ۴-۳ حل مسئله با روش فازی زدایی: ۹۱
- ۵-۳ حل مسئله با استفاده از روش PSS فازی ۱۰۳
- ۶-۳ حل مسئله با الگوریتم پیشنهادی شماره دو..... ۱۱۰
- ۱۱۸ فصل چهارم نتیجه گیری: ۱۱۸
- ۴-۱: تأثیر ظهور منابع بر مدت زمان انجام پروژه: ۱۱۹
- ۴-۲: قابلیت به کارگیری الگوریتم های ارائه شده در حالت منابع غیر فازی: ۱۱۹
- ۴-۳: ارائه الگوریتم حل ابتکاری..... ۱۱۹
- ۴-۴: تحقیقات آتی: ۱۱۹

فهرست اشکال

- شکل (۱-۲) تابع عضویت عدد فازی مثلثی ۹
- شکل (۲-۲): تابع عضویت یک عدد فازی ذوزنقه ای ۹
- شکل (۳-۲): نمایش حالت رتبه بندی بر پایه فاصله ها ۱۲
- شکل (۴-۲) نمایش حالات مختلف مساحتها در حالت مثلثی ۱۷
- شکل (۵-۲) نمایش حالات مختلف مساحتها در حالت ذوزنقه ای ۱۸
- شکل (۶-۲): مثلث مدیریت پروژه ۲۷
- شکل (۷-۲) نحوه فازی سازی زمان انجام فعالیت ۲۸
- شکل (۸-۲): نمودار پروژه مثال موجود در تحقیق حجی ۵۱
- شکل (۹-۲): نمایش حالت خاص در مقایسه اعداد فازی ۶۴
- شکل (۱۰-۲): نمودار پروژه برای مثال ۶۷
- شکل (۱۱-۲): نمودار مدت زمان انجام هر مسیر ۶۸
- شکل (۱-۳) نمودار پروژه مثال در حالت برداری ۸۱

فهرست جداول

- جدول (۱-۲): اطلاعات پروژه مثال موجود در تحقیق حجی ۵۱
- جدول (۲-۲): مقادیر E_i, L_i محاسبه شده برای مثال عددی ۵۲
- جدول (۳-۲): مقادیر $\tilde{S}_{ij}E, \tilde{F}_{ij}E, \tilde{S}_{ij}L, \tilde{F}_{ij}L$ محاسبه شده برای مثال عددی ۵۲
- جدول (۴-۲): مقادیر شناوری محاسبه شده برای مثال عددی ۵۳
- جدول (۵-۲): اطلاعات مربوط به مثال ۶۷
- جدول (۶-۲): جدول زمانبندی پروژه مثال ۷۰
- جدول (۱-۳) اطلاعات مربوط به پروژه مثال ۷۵
- جدول (۲-۳) زمانبندی با استفاده از الگوریتم فازی زدایی ۷۷
- جدول (۳-۳) اطلاعات مربوط به مثال روش نیمه موازی ۷۸
- جدول (۴-۳) اطلاعات مربوط به مثال بهاسکار در حالت گره ای ۸۲
- جدول (۵-۳) نتایج زمانبندی با استفاده از الگوریتم PSS فازی ۸۶
- جدول (۶-۳) شاخصه های موجود در پروژه ۸۷
- جدول (۷-۳) نتایج محاسبه شناوری ها ۹۰
- جدول (۸-۳) زمانبندی پروژه با الگوریتم شماره دو ۹۱
- جدول (۹-۳) اطلاعات مسئله در حالت فازی ۹۲
- جدول (۱۰-۳) اطلاعات حاصل از فازی زدایی مثال ۹۷
- جدول (۱۱-۳) محاسبه LS_{ij} و R_{ij} ۹۹
- جدول (۱۲-۳) زمانبندی مثال از طریق فازی زدایی ۱۰۳
- جدول (۱۳-۳) نتیجه زمانبندی با روش PSS فازی ۱۱۰
- جدول (۱۴-۳) نتیجه زمانبندی با الگوریتم پیشنهادی شماره دو ۱۱۷

فصل اول

تعريف موضوع

مقدمه:

در این فصل به معرفی موضوع پرداخته شده است. پس از آشنایی با موارد مربوط با پروژه و مفاهیم مدیریت پروژه اقدام به توضیح ضرورت انجام این تحقیق و اهداف مرتبط با آن پرداخته شده است.

۱-۱ تعریف موضوع و اهمیت آن

بعد از اینکه در سال ۱۹۷۶ طی سمیناری در مونترال، بحث «مدیریت پروژه» به عنوان یک حرفه و دانش مستقل مطرح گردید، تلاش های زیادی در جهت تدوین و مستند سازی مباحث این علم جدید صورت گرفت. انجمن مدیریت پروژه آمریکا^۱ در دهه ۸۰ کار وسیعی را بر روی تدوین رویه ها و مفاهیم مورد نیاز پروژه آغاز کرده و قدم بزرگی را در این راه برداشت. برداشت ها و تعاریف مختلفی برای مدیریت پروژه وجود دارد به طوریکه اختلاف سلیقه ها در این مبحث زیاد به چشم می خورد. در زیر به بیان قسمتی از تعاریف اولیه می پردازیم.

۱-۲ تعریف پروژه و موارد مرتبط با آن

پروژه^۲: مجموعه تلاش ها و فعالیت های هدفدار و موقت برای تحقق یک تعهد، ایجاد یک محصول، ارائه خدمات و یا رسیدن به هدف نهایی است. پروژه دارای مشخصه ها و ویژگی هایی است که آن را از سایر فعالیت ها و سازمان ها متمایز می سازد.

عملیات^۳: عملیات و یا فعالیت های مستمر سازمانی در مقایسه با پروژه دارای تفاوت هایی هستند که از جمله می توان به غیر موقتی بودن، تکراری بودن و استمرار آنها اشاره کرد. از شباهت عملیات و پروژه می توان به هدف دار بودن، محدود بودن منابع آنها و نیازمند بودن به یک سیستم جهت برنامه ریزی، کنترل و اجرای آنها اشاره کرد.

مشخصه های یک پروژه عبارتند از:

- موقتی بودن پروژه: یعنی پروژه دارای زمان شروع و پایان مشخصی است. اگر چه این تاریخ ها همیشه ثابت نبوده و دستخوش تغییرات و تأخیرها خواهند شد. این مشخصه پروژه را از فعالیت های مداوم سازمانی و مستمر متمایز می سازد.

^۱Project Management Institute

^۲Project

^۳Function

- پروژه‌ها دارای هدف یا اهداف مشخصی هستند: هر پروژه دارای هدف مشخصی می‌باشد. به این معنی که با تحقق این هدف عمر پروژه به پایان می‌رسد. این اهداف معمولاً اهداف دست‌یافتنی و موقت هستند.

- هر پروژه یک سیستم می‌باشد: به طوریکه دارای ورودی‌ها، پردازش‌ها و خروجی‌های مشخص می‌باشد. در این صورت نقش مدیریت بعنوان بازخوردگیرنده از سیستم، هدایتگر و رهبر آن مهم و حیاتی به نظر می‌رسد.

وجود محدودیت‌ها: در هر پروژه وجود محدودیت‌ها موجب می‌گردند تا کنترل پروژه، زمان بندی پروژه و در مراحل وسیع تر مدیریت پروژه شکل بگیرد. تنوع محدودیت‌های یک پروژه می‌تواند بسته به انواع پروژه‌های مختلف فرق کند. همچنین این محدودیت‌ها می‌توانند در هر پروژه اولویت‌های مخصوص خود را داشته باشند.

- نتایج پروژه‌ها منحصر به فرد است و معمولاً مستقل از یکدیگرند: به این معنی که اگر پروژه‌ها از همه لحاظ هم شبیه باشند باز هم آثار و نتایج منحصر به فردی را دارند.

- پروژه‌ها دارای چرخه حیات می‌باشند: معمولاً هر پروژه دارای مرحله آغازین، مرحله میانی و مرحله اختتامی می‌باشد. پروژه‌ها مطابق با محدودیت خودشان چرخه حیات و دوره عمر متفاوتی دارند.

- اصل عدم قطعیت در پروژه: بطور کلی زمانبندی پروژه با تخمین همراه است و همیشه عدم قطعیتی مبنی بر پیش بینی زمان، هزینه و عملکرد پروژه وجود دارد. حال هر چه این عدم قطعیت کمتر بوده و پیش بینی به نتایج واقعی نزدیکتر باشد موفقیت مدیر و برنامه ریز پروژه بیشتر است.

۱-۳ حوزه‌های دانش مدیریت پروژه

حوزه‌های دانش مدیریت پروژه، کاربرد دانش مدیریت پروژه را از نظر فرایندهای تشکیل‌دهنده آنها تشریح می‌کند. این فرایندها همانگونه که در زیر تشریح می‌شوند، در قالب نه‌حوزه‌ای دانش سازماندهی شده‌اند. در فصل دو به توضیح کامل این نه حوزه پرداخته شده است.

۱-۴ اهمیت زمانبندی

در شرایط رقابتی امروز، امکان مدیریت و زمانبندی پروژه‌های مختلف از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. امروزه مدیریت منابع انسانی و مواد اولیه یک هدف بسیار مهم برای سازمانها می‌باشد. بنابراین، مدیریت با دقت پروژه یک نیاز حیاتی برای حفظ شرایط رقابتی شرکتها می‌باشد. زمانبندی نقشی اساسی در مدیریت

پروژه‌ها ایفا می‌کند. علاوه بر این، پروسه زمانبندی باعث روشن شدن زمان شروع فعالیت‌ها در پروژه و میزان استفاده هر فعالیت از منابع موجود می‌شود. زمان تکمیل پروژه‌ها به عنوان اصلی‌ترین شاخصی است که در این تحقیق بدان توجه شده است.

مسئله RCPSP^۱ استاندارد را می‌توان به عنوان یک مسئله بهینه‌سازی ترکیبی در نظر گرفت که شامل: متغیرهای تصمیم، محدودیت‌ها و توابع هدف متفاوت می‌گردد. در حالت استاندارد مجموعه‌ای از فعالیت‌ها و مجموعه‌ای از منابع به صورت کاملاً شناخته شده موجود می‌باشند. متغیرهای تصمیم زمان شروع فعالیت‌ها می‌باشند که به صورت عدد صحیح نمایش داده می‌شوند. تابع هدف در مسائل RCPSP بیشتر به صورت کمینه‌سازی زمان تکمیل پروژه‌ها^۲ می‌باشند. در حالت استاندارد دو نوع محدودیت موجود می‌باشند. نوع اول این محدودیت‌ها شامل محدودیت‌های پیشین‌سازی می‌شود. این محدودیت‌ها باعث می‌شوند که هیچ فعالیتی قبل از به پایان رسیدن پیشین‌سازش شروع به انجام نشود. محدودیت‌های نوع دوم شامل محدودیت‌های منابع می‌باشند. این محدودیت‌ها تضمین می‌کنند که میزان منابع مورد نیاز در هر بازه زمانی از منابع در دسترس در همان بازه زمانی تجاوز نکند. با آغاز یک فعالیت امکان قطع آن میسر نمی‌باشد.

علیرغم تعریف ساده مسئله، مسائل RCPSP در کلاس مسائل Np Hard طبقه بندی شده‌اند. این مسائل در دنیای واقعی بسیار پیچیده می‌باشند به طوری‌که تا به حال برای یک پروژه با شصت فعالیت و چهار نوع منبع هنوز الگوریتم کامل و دقیقی که به جواب بهینه برسد یافت نشده است.

مسئله حائز اهمیت در مسئله استاندارد فرض بر زمان بندی در حالت قطعیت می‌باشد. این در حالیست که در دنیای واقعی این کار عملاً امکان پذیر نمی‌باشد. لذا ضرورت استفاده از مبانی زمانبندی در حالت عدم قطعیت بیش از پیش هویدا می‌شود.

رویکردهای معرفی شده در این زمینه به چهار دسته کلی طبقه بندی می‌شوند: واکنشی^۳، آماری^۴، فازی^۵، بازدارنده^۶

در رویکردهای واکنشی: در فاز اول بدون توجه به متغیر بودن عوامل به ایجاد یک زمانبندی مقدماتی می‌پردازند. در فاز دوم از ابتکارات و قوانین متعدد در فاز اجرایی پروژه به منظور تصحیح توقفات موجود در

^۱Scheduling Problem Resource Constraint Project

^۲Makespan

^۳Reactive

^۴Stochastic

^۵Fuzzy

^۶ Proactive

زمانبندی استفاده می شود. این قوانین تصحیحی گاه با جابجایی فعالیتها به رفع مشکل می پردازند و گاه حتی باعث زمانبندی مجدد پروژه می شوند.

در رویکردهای آماری: به مسئله RCPSR به عنوان یک مسئله تصمیم گیری چند مرحله می نگرد. در این نوع مسائل آشنایی با تابع توزیع زمان انجام فعالیت ها امری حیاتی و غیر قابل اجتناب است. از متداولترین روش های مورد استفاده در این رویکرد، روش هایی مانند ارزیابی پروژه ها و بازبینی تکنیک ها (پرت)¹ و شبیه سازی مونت کارلو بر پایه تئوری احتمالات می باشند. در عمل این روش ها نیز با کاستی هایی همراه هستند. به عنوان مثال برای استفاده از روش پرت باید همواره یک سری فرضساده کننده در نظر گرفته شود که مهمترین آنها عبارت است از: استفاده از تابع توزیع بتا برای زمان انجام فعالیت ها که در بسیاری از موارد خصوصاً زمان هایی که تابع زمان انجام کار دارای چولگی زیاد باشد دارای دقت مناسبی نمی باشد. علاوه بر این برای ساختتابع توزیع احتمال زمان انجام فعالیت نیازمند دانستن تابع توزیع پیشین و یا تابع توزیع پسین زمان انجام فعالیت است این در حالیست که در عمل زمان انجام بسیاری از فعالیت ها باید به واسطه نظرات افراد پیش بینی شوند تا اینکه از موارد آماری استفاده شود. یک روش جایگزین بسیار مناسب برای رویارویی با داده های غیر دقیق استفاده از منطق فازی می باشد.

در رویکرد فازی: زمان های غیر دقیق انجام فعالیت ها به راحتی با اعداد فازی به نمایش در می آیند. مهمترین خاصیتاستفاده از منطق فازی عدم نیاز به دانستن تابع توزیع پیشین یا پسین زمان انجام فعالیت ها به منظور پیش بینی زمان اتمام پروژه می باشد. در ضمن با استفاده از این مفهوم کارکردن با داده های غیر دقیق بسیار راحت تر می باشد.

در رویکرد بازدارنده: از یک زمانبندی قوی² برای مواجهه با تغییرات استفاده شده است. البته ذکر این نکته ضروری است که از این رویکرد بیشتر در زمانبندی ماشین استفاده می شود تا در زمانبندی پروژه ها.

زمانبندی پروژه ها با محدودیت منابع از مسائلی است که تا کنون مورد توجه بسیاری از محققین قرار گرفته است. از آنجا که این مسئله در کلاس مسائل Np-hard قرار گرفته، استفاده از روش های ابتکاری برای حل این مسائل مورد توجه بسیار قرار گرفته است. با توجه به خاصیت یکتایی پروژه ها، ارائه یک تخمین دقیق از زمان انجام فعالیت ها برای تمام فعالیت ها مقدور نمی باشد. در این شرایط که شامل عدم دقت کافی در داده ها هستیم استفاده از منطق فازی برای مدل کردن زمان انجام فعالیتها منطقی به نظر می رسد.

¹PERT

²Robust Schedule

یک رویکرد اساسی برای مواجهه با اینگونه مسائل استفاده از مجموعه فازی می باشد. معرفی تئوری مجموعه های فازی در سال ۱۹۶۵ توسط پرفسور عسگرزاده باعث پیدایش افق های جدیدی در علوم مختلف از جمله زمانبندی گردید. مجموعه های فازی، با فرض غیر دقیق بودن داده ها و با استفاده از مدل های ذهنی افراد خبره سعی بر تطبیق مسائل زمانبندی با دنیای واقعی دارد. روش های متفاوتی در طی این سه دهه ارائه شده است. استفاده از اعداد فازی برای زمانبندی پروژه ها اولین بار توسط پرید^۱ در سال ۱۹۷۹ صورت گرفت. اولین روش FPERT^۲ توسط چاناس^۳ در سال ۱۹۸۱ معرفی گردید. در این روش زمان اتمام پروژه به صورت مجموعه ای فازی در فضای زمانی نمایش داده می شود. گازدیک^۴ (۱۹۸۳) برای تقریب زمان انجام فعالیت ها به گسترش شبکه فازی برای پروژه ها با اولویت های ناشناخته پرداخت و با استفاده از عملگرهای جبری سعی در محاسبه زمان انجام پروژه و شناخت مسیر بحرانی نموده است. این روش FNET^۵ نامیده می شود. این روش توسط مصلحی در سال ۱۹۹۶ گسترش پیدا کرد. در کنار این روش چنگ^۶ (۱۹۹۵) مک کاهون^۷ (۱۹۹۳) لین و یائو^۸ (۲۰۰۳) به ارائه سه متد جدید برای محاسبه زمان اتمام پروژه ها پرداخته اند. در ادامه تحقیقات گسترده ای در این زمینه صورت گرفت ولی در بیشتر این تحقیقات به محدودیت منابع به صورت تأثیر گذار نگریده نشده است.

۱-۵ هدف از انجام تحقیق

در زمینه حل مسائل زمانبندی پروژه با محدودیت منابع تحقیقات گسترده ای صورت گرفته است. ولی با تغییر شاخصه های اصلی پروژه از حالت قطعی به حالت فازی وضعیت کاملاً متفاوت می باشد. تعداد تحقیقات انجام شده در رابطه با مسائل RCPSPP با زمان انجام فازی به ندرت به تعداد انگشتان دو دست می رسد. این در حالی است که با تغییر حالت منابع موجود از حالت قطعی به فازی هیچ تحقیقی به صورت رسمی انجام نگرفته است. با توجه به خلأ موجود در این زمینه و کاربرد عملی این موضوع در این تحقیق سعی بر ارائه یک الگوریتم ابتکاری کارا و قابل اجرا شده است.

¹Prade

²Fuzzy PERT

³Chanas

⁴Gazdik

⁵Fuzzy Network

⁶Cheng

⁷McCahon

⁸Lin and Yao

فصل دوم :

مطالعه ادبیات

مقدمه:

در این فصل در ابتدا به توضیح مفاهیم اولیه مربوط به شرح و حل مسائل RCPSP در حالت فازی پرداخته شده است. از این موارد می توان به مفاهیمی همچون ریاضیات فازی، رتبه بندی فازی، شرح اصول مدیریت پروژه و همچنین نحوه فازی سازی زمان و منابع پروژه اشاره کرد. در قسمت بعدی به بیان روشهای بررسی تخصیص منابع محدود پرداخته شده است. روش برنامه ریزی موازی به عنوان یکی از کارا ترین روشهای حل مورد بررسی قرار گرفته و در ادامه به بررسی تحقیقات صورت گرفته در خصوص مسائل RCPSP پرداخته شده است. در قسمت انتهایی این فصل به بررسی تفضیلی چهار نمونه از این تحقیقات پرداخته شده است.

۱-۲ ریاضیات فازی

در این قسمت برخی تعاریف و مفاهیم مورد نیاز ارائه شده توسط زاده از نظریه مجموعه های فازی، مورد استفاده در این فصل و فصل های بعدی ارائه می شود.

تعریف ۱: عدد فازی^۱

یک عدد فازی به وسیله یک بازه از اعداد حقیقی که هر کدام یک درجه عضویت بین ۰ و ۱ را دارند، مشخص می شود. عدد فازی \tilde{A} که بر روی مجموعه اعداد حقیقی R تعریف شده به واسطه مفهوم درجه عضویت $[0,1] \rightarrow \mu_{\tilde{A}}(R)$ به صورت زیر تعریف می گردد.

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} f_{\tilde{A}}(x) & a \leq x \leq b \\ 1 & b \leq x \leq c \\ g_{\tilde{A}}(x) & c \leq x \leq d \end{cases} \quad (1-2)$$

این در حالیست که $f_{\tilde{A}}, g_{\tilde{A}}$ توابعی پیوسته هستند، $f_{\tilde{A}}$ یک تابع صعودی (در بازه ۰ تا ۱) و $g_{\tilde{A}}$ یک تابع نزولی (در بازه ۰ تا ۱) می باشند.

تعریف ۲: عدد فازی مثلثی^۲

¹Fuzzy number

²Triangular Fuzzy Number