

trans24
خدمات حرفه‌ای ترجمه و نگارش محتوا



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری



دانشکده مهندسی صنایع

پایان نامه کارشناسی ارشد

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی صنایع - گرایش صنایع

trans24
نگارش حرفه‌ای ترجمه و نگارش محتوا

استاد راهنما

اساتید مشاور

تقدیم

خداوند رحمان و رحیم را سپاسگزارم که به من پدر و مادری فداکار عطا نمود تا در سایه درخت پر بار وجودشان بیاسایم و از ریشه آنها شاخ و برگ گیرم و از سایه وجودشان در راه کسب علم و دانش، تلاش نمایم. والدینی که بودنشان تاج افتخاری است بر سرم و نامشان دلیلی است بر بودنم چرا که این دو وجود پس از پروردگار مایه هستی ام بوده اند دستم را گرفتند و راه رفتن را در این وادی زندگی پر از فراز و نشیب آموختند

با احترام تقدیم به

پدرم، اول استادم، که همواره چتر محبتش بر سرم است

بزرگواری که الفبای زندگی را از او آموختم

مادرم، بلند تکیه گاهم، که دامن پرمهرش یگانه پناهم است

مهربانی که عشق ورزیدن را از او آموختم

تشکر و قدردانی

سپاس و ستایش به درگاه پروردگار که لذت حیات بخشید و از سرچشمه جوشان لطف و مرحمت بی منتها و بی منت خود سیرابم کرد، خداوندا نعمت بی کرانت را توان سپاس گزاریم نیست، مرا کمک کن که دانش اندکم گامی باشد برای متعالی ساختن زندگی خود و دیگران.

اکنون که به یاری حق تعالی، نگارش پایان نامه ام را به اتمام رسانیده ام، لازم میدانم که از زحمات اساتید محترم تشکر و قدردانی نمایم.

با خضوع و خشوع بسیار از الطاف و راهنمایی‌های مدبرانه و دلسوزانه جناب آقای دکتر عزیز اله جعفری استاد محترم راهنما نهایت تشکر و سپاسگزاری را دارم.

تشکرات قلبی خود را استاد ارجمند جناب آقای دکتر *** استاد محترم مشاور که در طی تمام مراحل انجام پژوهش در کمال صبر و شکیبایی، با راهنمایی‌های ارزنده خود اینجانب را در انجام پژوهش یاری نمودند ابراز می‌دارم.

سپاس و قدردانی فراوان از راهنمایی‌های استاد ارجمند ***، استاد محترم مشاور که در طی این پژوهش از هیچ لطفی دریغ نکرده و همیشه مشتاقانه پذیرای بنده بودند و انجام این پژوهش تحت راهنمایی‌های ایشان برایم تجربه‌ای بود بسیار ارزنده.

مسئله زمان‌بندی پروژه با محدودیت منابع یکی از موضوع‌های مهم حوزه مدیریت پروژه و بهینه‌سازی ترکیبی است. بنابراین، هدف این پایان‌نامه مطالعه یک مسئله خاص و جدید زمان‌بندی پروژه با محدودیت منابع است که تابع هدف آن، کمینه‌سازی مجموع هزینه‌های جریمه تأخیر استفاده از منابع است. در این مسئله که در پروژه‌ها کاربرد زیادی هم دارد، فرض می‌شود که منابع تجدیدپذیر نظیر جرثقیل و ماشین‌های حفاری، محدود و پرهزینه هستند و در پروژه‌های دیگر استفاده می‌شوند، بنابراین آنها را باید اجاره کرد و نمی‌توان تمام وقت آنها را در اختیار یک پروژه قرار داد. به عبارت دیگر، زمان مشخص و از پیش تعیین شده برای در اختیار گرفتن این منابع و همچنین موعد مقرر برای برگرداندن آنها وجود دارد؛ طوری که هیچ منبعی پیش از زمان تعیین شده در دسترس نیست، اما پس از انقضای مهلت از پیش تعیین شده، می‌توان این منابع را با توجه به نوعشان با پرداخت جریمه همچنان در اختیار داشت. همچنین، فرض می‌شود که از هر منبع بیش از یک واحد در دسترس می‌تواند قرار گیرد. این مسئله را در قالب مسئله برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مدل خواهیم کرد. از آنجا که مسئله زمان‌بندی پروژه با محدودیت منابع NP-Hard روبرو است و مسئله ما نیز شرایطی خاص و تعمیم یافته از آن است و نیز روش‌های دقیق^۱ فقط برای شبکه‌های کوچک مناسب است، بنابراین الگوریتم‌های فراابتکاری^۲ برای این مسئله رویکردهای عملی و بهتری هستند. از این رو، ما در این پایان‌نامه از الگوریتم‌های فراابتکاری استفاده کرده‌ایم. مسئله تعریف شده در این پایان‌نامه خود به دو زیر مسئله تقسیم می‌شود.

در قسمت اول که فقط منابع تجدیدپذیر را در نظر می‌گیریم، برای حل مسئله در شبکه‌های نزدیک به دنیای واقعی از الگوریتم شبیه‌سازی تبرید^۳ (SA) استفاده می‌کنیم. در نهایت، برای اعتبارسنجی

^۱ Exact Methods

^۲ Metaheuristic Algorithms

^۳ Simulated Annealing

مدل و روش حل^۴ از رویکردهایی همچون مقایسه چند الگوریتم فراابتکاری با هم و نیز آزادسازی محدودیت منابع^۵ بهره می‌بریم. بدین ترتیب که ابتدا الگوریتم SA پیشنهادی را با الگوریتم‌های ژنتیک^۶ (GA) و جست‌وجوی ممنوعه^۷ (TS) مقایسه می‌کنیم و سپس برای اعتبارسنجی هرچه بیشتر، محدودیت منابع را حذف می‌کنیم و مسئله را به مسئله زمان‌بندی پروژه^۸ (PSP) تبدیل می‌کنیم و مجدداً الگوریتم SA پیشنهادی را هم با روش دقیق هم با الگوریتم‌های GA و TS مقایسه می‌نماییم. نتایج به دست آمده حاکی از آن است که هم مدل و هم روش حل، اعتبار بالایی دارند.

در مسئله دوم که کاملاً شبیه مسئله اول است، علاوه بر منابع تجدیدپذیر، منابع تجدیدناپذیر را نیز در نظر می‌گیریم و به دنبال کمینه‌سازی مجموع هزینه‌های منابع خواهیم بود. در این مسئله برای حل از الگوریتم فراابتکاری ایمنی مصنوعی^۹ (AIA) استفاده می‌کنیم و برای ارزیابی عملکرد این الگوریتم نیز مقادیر تابع هدف حاصله از آن را با پاسخ‌های حاصله از الگوریتم شبیه‌سازی تبرید مقایسه می‌نماییم. نتایج حاکی از آن است که الگوریتم پیشنهادی کارایی مناسبی دارد.

کلمات و واژگان کلیدی: زمان‌بندی پروژه با محدودیت منابع، هزینه‌های جریمه تأخیر منابع، الگوریتم‌های فراابتکاری

^۴ Solution Procedure

^۵ Resource Constraint Relaxation

^۶ Genetic Algorithm

^۷ Tabu Search

^۸ Project Scheduling Problem

^۹ Artificial Immune Algorithm

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
ح	اختصارات
۱	فصل اول- مقدمه و کلیات
۱	۱-۱- مقدمه
۵	۲-۱- جمع‌بندی و خلاصه
۶	فصل دوم- تعریف RCPSP، استراتژیها و انواع طبقه‌بندی آن
۷	۱-۲- مقدمه
۷	۲-۲- تعریف RCPSP
۸	۳-۲- استراتژی‌های RCPSP
۸	۱-۳-۲- انواع تبادل
۱۰	۲-۳-۲- استفاده از شناوری فعالیت ها
۱۱	۳-۳-۲- طولانی کردن مدت فعالیت و کاهش نیاز به منابع در واحد زمان
۱۲	۴-۳-۲- شکستن فعالیت
۱۴	۵-۳-۲- استفاده از اضافه کاری
۱۴	۶-۳-۲- افزایش مدت زمان پروژه
۱۴	۴-۲- انواع طبقه بندی مسئله RCPSP
۱۴	۱-۴-۲- فعالیت
۱۶	۲-۴-۲- منابع
۱۶	۱-۲-۴-۲- منابع تجدید پذیر
۱۶	۲-۲-۴-۲- منابع تجدید ناپذیر
۱۷	۳-۲-۴-۲- منابع تجدیدپذیر جزئی
۱۷	۴-۲-۴-۲- منابع با محدودیت دوگانه
۱۸	۳-۴-۲- روابط پیشنیازی
۲۰	۴-۴-۲- تابع هدف
۲۰	۱-۴-۴-۲- تعداد تابع هدف
۲۱	۲-۴-۴-۲- نوع تابع هدف

۲۵	۴-۲-۵- شکل نمایش شبکه فعالیت‌ها
۲۸	۴-۲-۶- تعداد پروژه
۲۸	۲-۵- جمع‌بندی و خلاصه
۲۹	فصل سوم- مدل پایه مسئله RCPS و روش های حل آن
۳۰	۳-۱- مقدمه
۳۰	۳-۲- مدل پایه مسئله RCSPSP
۳۲	۳-۳- روش های حل مسئله زمانبندی پروژه با محدودیت منابع
۳۲	۳-۳-۱- روش های دقیق
۳۳	۳-۳-۲- روش های ابتکاری
۳۴	۳-۳-۱-۲- طرح های تولید زمانبندی
۳۴	۳-۳-۱-۲-۱- روش برنامه ریزی متوالی
۴۱	۳-۳-۲- قواعد اولویت
۴۴	۳-۳-۳- روش های فراابتکاری
۴۵	۳-۳-۱- الگوریتم ژنتیک
۴۵	۳-۳-۱-۱- ساختار کلی الگوریتم ژنتیک
۴۷	۳-۳-۲- الگوریتم جستجوی ممنوعه
۴۹	۳-۳-۱-۲- حافظه کوتاه مدت
۵۰	۴-۲- جمع‌بندی و خلاصه
۵۱	فصل چهارم- جمع‌بندی مطالعه ادبیات و مطالعه آماری
۵۲	۴-۱- مقدمه
۵۲	۴-۲- جامعه آماری
۵۳	۴-۳- مطالعه ادبیات بر مبنای ساختار مسئله
۵۹	۴-۴- مطالعه ادبیات بر مبنای روش حل
۶۴	۴-۵- جمع‌بندی و خلاصه
۶۵	فصل پنجم- تعریف مسئله و ارائه مدل ریاضی پیشنهادی
۶۶	۵-۱- مقدمه
۶۶	۵-۲- تعریف مساله
۶۷	۵-۳- مطالعه ادبیات مسئله مورد نظر

۶۹	۴-۵- تعریف مسئله اول
۶۹	۵-۵- مدل ریاضی مسئله اول
۷۲	۶-۵- تعریف مسئله دوم
۷۳	۷-۵- مدل ریاضی مسئله دوم
۷۴	۸-۵- جمع‌بندی و خلاصه
۷۵	فصل ششم- روش‌های حل و اعتبار سنجی
۷۶	۱-۶- مقدمه
۷۷	۲-۶- روش حل مسئله اول
۷۸	۱-۲-۶- الگوریتم شبیه‌سازی تبرید پیشنهادی (Simulated Annealing)
۸۰	۱-۱-۲-۶- فرآیند حل الگوریتم SA پیشنهادی
۸۰	۲-۱-۲-۶- تولید همسایگی
۸۱	۳-۱-۲-۶- تعمیر کردن جواب
۸۲	۲-۲-۶- مطالعات محاسباتی (Computational Study)
۸۳	۳-۲-۶- ارزیابی عملکرد الگوریتم SA پیشنهادی
۸۸	۳-۶- مسئله دوم
۸۹	۱-۳-۶- الگوریتم ایمنی مصنوعی پیشنهادی
۹۱	۱-۱-۳-۶- جمعیت اولیه
۹۱	۲-۱-۳-۶- فرآیند انتخاب کلونال
۹۲	۳-۱-۳-۶- بلوغ میل ترکیبی
۹۲	۴-۱-۳-۶- فوق جهش (جهش بیش از حد)
۹۳	۵-۱-۳-۶- ویرایش گیرنده
۹۳	۲-۳-۶- مطالعات محاسباتی
۹۴	۳-۳-۶- ارزیابی عملکرد الگوریتم AIA پیشنهادی
۹۶	۴-۶- جمع‌بندی و خلاصه
۹۸	فصل هفتم- تحلیل نتایج حاصله
۹۹	۱-۷- مقدمه
۹۹	۲-۷- تحلیل نتایج حاصله از مسئله اول
۱۰۱	۳-۷- تحلیل نتایج حاصله از مسئله دوم

۱۰۲ جمع‌بندی و خلاصه ۴-۷
۱۰۳ جمع‌بندی و پیشنهادات آتی
۱۰۴ ۱-۸- نتیجه‌گیری مسئله اول
۱۰۵ ۲-۸- نتیجه‌گیری مسئله دوم
۱۰۶ ۳-۸- پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آتی
۱۰۷ فهرست مراجع
۱۱۴ پیوست الف- فهرست اصطلاحات انگلیسی و فارسی
۱۱۸ چکیده انگلیسی

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۵۸	جدول ۲-۴- نتایج آماری حاصل از ادبیات (انقطاع فعالیت ها).....
۵۸	جدول ۳-۴- نتایج آماری حاصل از ادبیات (مد اجرایی فعالیت ها).....
۵۸	جدول شماره ۴-۴- نتایج آماری حاصل از ادبیات (تعداد تابع هدف).....
۵۸	جدول ۵-۴- نتایج آماری حاصل از ادبیات (رابطه پیش نیازی فعالیت‌ها).....
۶۰	جدول ۲-۴- مطالعه ادبیات بر مبنای روش حل.....
۷۷	جدول ۱-۶- اطلاعات منابع شبکه پروژه مثال دو.....
۷۸	جدول ۲-۶- مقایسه عملکرد الگوریتم های دقیق و فراابتکاری برای شبکه مثال دو.....
۸۴	جدول ۳-۶- مقایسه عملکرد الگوریتم های SA و GA و TS برای J30.....
۸۵	جدول ۴-۶- مقایسه عملکرد الگوریتم های SA و GA و TS برای J60.....
۸۷	جدول ۵-۶- مقایسه عملکرد الگوریتم های SA و GA و TS و روش دقیق برای J30 در حالت آزاد سازی محدودیت منابع... ..
۸۸	جدول ۶-۶- مقایسه عملکرد الگوریتم های SA و GA و TS و روش دقیق برای J60 در حالت آزاد سازی محدودیت منابع.....
۹۶	جدول ۷-۶- مقایسه عملکرد الگوریتم های AIA و SA برای J30.....
۹۶	جدول ۸-۶- مقایسه عملکرد الگوریتم های AIA و SA برای J60.....

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۲-۱- نمونه ای از تبادل زمان هزینه	۹
شکل ۲-۲- نمونه‌ای از استراتژی استفاده از شناوری فعالیت‌ها (قبل از پیاده‌سازی)	۱۰
شکل ۲-۳- نمونه ای از استراتژی استفاده از شناوری فعالیت‌ها (بعد از پیاده‌سازی)	۱۱
شکل ۲-۴- نمونه‌ای از استراتژی طولانی کردن مدت زمان فعالیت و کاهش نیاز به منابع در واحد زمان (قبل از پیاده‌سازی) ..	۱۱
شکل ۲-۵- نمونه ای از استراتژی طولانی کردن مدت زمان فعالیت و کاهش نیاز به منابع در واحد زمان (بعد از پیاده‌سازی) ..	۱۲
شکل ۲-۶- نمونه‌ای از استراتژی شکستن فعالیت (قبل از پیاده‌سازی)	۱۳
شکل ۲-۷- نمونه‌ای از استراتژی شکستن فعالیت (بعد از پیاده‌سازی)	۱۳
شکل ۲-۸- نمای کلی از انواع تقسیم‌بندی فعالیت	۱۶
شکل ۲-۹- نمای کلی از تقسیم‌بندی انواع منابع	۱۸
شکل ۲-۱۰- نمای کلی از تقسیم‌بندی روابط پیشنیازی	۲۰
شکل ۲-۱۱- تقسیم‌بندی تابع هدف از نظر تعداد	۲۱
شکل ۲-۱۲- نمای کلی از تقسیم‌بندی تابع هدف از نظر نوع	۲۴
شکل ۲-۱۳- نمای کلی از تقسیم‌بندی تابع هدف از نظر ماهیت	۲۵
شکل ۲-۱۴- نمایش شبکه AOA	۲۷
شکل ۲-۱۵- نمایش شبکه AON	۲۷
شکل ۲-۱۶- تقسیم‌بندی پروژه از نظر تعداد	۲۸
شکل ۳-۱- اطلاعات مثال یک، برنامه‌ریزی متوالی	۳۶
شکل ۳-۲- مرحله اول، مثال یک، برنامه‌ریزی متوالی	۳۶
شکل ۳-۳- مرحله دوم، مثال یک، برنامه‌ریزی	۳۷
شکل ۳-۴- مرحله سوم، مثال یک، برنامه‌ریزی متوالی	۳۷
شکل ۳-۵- اطلاعات مثال ۳-۲- ۲-۱-۲ . برنامه‌ریزی موازی	۳۹
شکل ۳-۶- مرحله اول، مثال یک، برنامه‌ریزی موازی	۴۰
شکل ۳-۷- مرحله دوم، مثال شماره یک، برنامه‌ریزی موازی	۴۰
شکل ۳-۸- مرحله سوم، مثال یک، برنامه‌ریزی موازی	۴۱

- شکل ۳-۹- نمای کلی از تقسیم‌بندی قواعد اولویت ۴۲
- شکل ۳-۱۰- نمای کلی از روش‌های حل RCPS ۴۵
- شکل ۴-۱- تقسیم‌بندی مقالات ۵۳
- جدول ۴-۱- مطالعه ادبیات بر مبنای ساختار مسئله ۵۴
- شکل ۴-۲- نتایج آماری حاصل از مطالعه ادبیات بر مبنای روش‌های حل دقیق ابتکاری و فراابتکاری ۶۳
- شکل ۴-۳- نتایج آماری حاصل از مطالعه ادبیات بر مبنای روش‌های حل فراابتکاری ۶۳
- شکل ۴-۴- نتایج آماری حاصل از مطالعه ادبیات- درصد فراوانی مقالات در ژورنال‌ها ۶۴
- شکل ۵-۱- مسئله تعریف شده در این پایان‌نامه را به صورت دسته بندی شده ۷۴
- شکل ۶-۱- شبکه پروژه مثال دو ۷۸
- شکل ۶-۲- مثالی برای تعمیر کردن جواب ۸۱
- شکل ۷-۱- نتایج حاصله از مقایسه عملکرد الگوریتم های SA و TS و GA برای J30 ۱۰۰
- شکل ۷-۲- نتایج حاصله از مقایسه عملکرد الگوریتم های SA و TS و GA برای J60 ۱۰۰
- شکل ۷-۳- نتایج حاصله از مقایسه عملکرد الگوریتم های SA و AIA و J30 و J60 ۱۰۲

اختصارات

AOA	Activity on Arrow	شبکه برداری
AON	Activity on Node	شبکه گرهی
ACO	Ant Colony	الگوریتم کلونی مورچگان
AIA	Artificial Immune Algorithm	الگوریتم ایمنی مصنوعی
CPM	Critical Path Method	روش مسر بحرانی
EFT	Earliest Finish Time	زودترین زمان پایان
EST	Earliest Start Time	زودترین زمان شروع
FF	Finish to Finish	رابطه پایان به پایان
FS	Finish to Start	رابطه پایان به آغاز
GPR	Generalized Precedence Constraints	محدودیت‌های پیش‌نیازی عمومی
GA	Genetic Algorithm	الگوریتم ژنتیک
GERT	Graphical Evaluation & Review Technique	روش گرافیکی ارزیابی و بازنگری پروژه‌ها
GRPW	Greatest Rank Positional Weight	بیشترین جمع طول فعالیت‌های پس‌نیاز و طول خود فعالیت
GRD	Greatest Resource Demand	بیشترین میزان منبع مورد نیاز
ILP	Integer Linear Programming	برنامه ریزی خطی عد صحیح
LFT	Latest Finish Time	دیرترین زمان پایان
LST	Latest Start Time	دیرترین زمان شروع
LNRJ	Least Non-Related Jobs	کمترین تعداد فعالیت غیر مرتبط
LTM	Long Term Memory	حافظه بلند مدت
LPT	Longest Processing Time	بلندترین طول فعالیت
MSLK	Minimum Slack	کمترین شناوری
MIS	Most Immediate Successors	بیشترین تعداد پس‌نیاز مستقیم
MTS	Most Total Successors	بیشترین تعداد پس‌نیاز کل
NPV	Net Present Value	ارزش فعلی خالص