دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی صنایع

حداقل کردن زمان تکمیل کارها در مسئله زمانبندی جریان کارگاهی بدون زمان انتظار

ابوالفضل آدرسی

استاد راهنما: دکتر رضا بشیر زاده

پایان‌نامه برای دریافت مدرک کارشناسی ارشد

رشته مهندسی صنایع- صنایع

شهریورماه ۱۳۹۲

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی صنایع

حداقل کردن زمان تکمیل کارها در مسئله زمانبندی جریان کارگاهی بدون زمان انتظار

ابوالفضل آدرسی

استاد راهنما: دکتر رضا بشیر زاده

استاد مشاور: دکتر رسول شفایی

پایان‌نامه برای دریافت مدرک کارشناسی ارشد

رشته مهندسی صنایع- صنایع

شهریورماه ۱۳۹۲

بسم الله الرحمن الرحيم

تقدیم به پدر دلسوز

و

مادر مهربانم

بسمه تعالی

	تائیدیه هیئت داوران	شماره: تاریخ:

هیات داوران پس از مطالعه پایان نامه و شرکت در جلسه دفاع از پایان نامه تهیه شده تحت عنوان:

حداقل کردن زمان تکمیل کارها در مسئله زمانبندی فلوشاپ بدون زمان انتظار

توسط آقای / خانم .....، صحت و کفایت تحقیق انجام شده را برای اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته .....گرایش ..... در تاریخ ...../ ...../ .....۱۳ مورد تایید قرار می دهند.

۱- استاد راهنمای اول	جناب آقای / سرکار خانم دکتر .....**رضا بشیرزاده**.....	امضاء
۲- استاد راهنمای دوم	جناب آقای / سرکار خانم دکتر	امضاء
۳- استاد مشاور	جناب آقای / سرکار خانم دکتر .....**رسول شفایی**.....	امضاء
۴- ممتحن داخلی	جناب آقای / سرکار خانم دکتر	امضاء
۵- ممتحن خارجی	جناب آقای / سرکار خانم دکتر	امضاء
۶- معاونت آموزشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده	جناب آقای / سرکار خانم دکتر	امضاء

بسمه تعالی

	اظهارنامه دانشجو	شماره: تاریخ:

اینجانب .....**ابوالفضل آدرسی**..... دانشجوی کارشناسی ارشد رشته .....**مهندسی صنایع**.....

گرایش .....**صنایع**..... دانشکده .....**صنایع**..... دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی گواهی می نمایم که تحقیقات ارائه شده در پایان نامه با عنوان

حداقل کردن زمان تکمیل کارها در مسئله زمانبندی فلوشاپ بدون زمان انتظار

با راهنمایی استاد محترم جناب آقای / سرکار خانم دکتر .....**رضا بشیرزاده**.....، توسط شخص اینجانب انجام شده و صحت و اصالت مطالب نگارش شده در این پایان نامه مورد تایید می باشد، و در مورد استفاده از کار دیگر محققان به مرجع مورد استفاده اشاره شده است. بعلاوه گواهی می نمایم که مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون برای دریافت هیچ گونه مدرک یا امتیازی توسط اینجانب یا فرد دیگری در هیچ جا ارائه نشده است و در تدوین متن پایان نامه چارچوب (فرمت) مصوب دانشگاه را بطور کامل رعایت کرده ام.

امضاء دانشجو:

تاریخ:

بسمه تعالی

	حق طبع و نشر و مالکیت نتایج	شماره: نتایج:

۱- حق چاپ و تکثیر این پایان‌نامه متعلق به نویسنده آن می‌باشد. هرگونه کپی برداری بصورت کل پایان‌نامه یا بخشی از آن تنها با موافقت نویسنده یا کتابخانه دانشکده .....مهندسی صنایع..... دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی مجاز می‌باشد.

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 می‌باشد 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 نمی‌باشد.

***توجه:**

این فرم می‌بایست پس از تکمیل، در نسخ تکثیر شده قرار داده شود.

تشکر و قدرداني

این پایان نامه را ضمن تشکر و سپاس بیکران و در کمال افتخار و امتنان تقدیم می نمایم به:

محضر ارزشمند پدر و مادر عزیزم به خاطر همه ی تلاشهای محبت آمیز ی که در دوران مختلف زندگی ام انجام داده اند و بامهربانی چگونه زیستن را به من آموخته اند. به اساتید فرزانه و فرهیخته جناب آقای دکتر رضا بشیرزاده و جناب آقای دکتر رسول شفایی که در راه کسب علم و معرفت مرا یاری نمودند . به آنان که در راه کسب دانش راهنمایم بودند . به آنان که نفس خیرشان و دعای روح پرورشان بدرقه ی راهم بود.

الها به من کمک کن تا بتوانم ادای دین کنم و به خواسته ی آنان جامه ی عمل بپوشانم . پروردگارا حسن عاقبت ، سلامت و سعادت را برای آنان مقدر نما . خدایا توفیق خدمتی سرشار از شور و نشاط و همراه و همسو با علم و دانش و پژوهش جهت رشد و شکوفایی ایران کهنسال عنایت بفرما.

چکیده

بنگاههای تولیدی مختلف مکررا از الگوریتم های زمان بندی برای کمک به دیدن نیازها و احتیاجات مشتری در طول زمان، و برای کاهش هزینه های عملیاتی خود، استفاده می کنند. اکثر مسائل زمانبندی که در ادبیات موضوعی بیان شده اند تحت این فرض عمل می کنند که ماشین آلات تولیدی همواره جهت تولید در دسترس می باشند. در حالیکه در اکثر صنایع موجود در دنیای واقعی، یک ماشین به دلایل مختلفی از جمله از کارافتادگی های احتمالی ماشین آلات، انجام برنامه های مربوط به برنامه نگهداری و تعمیرات و مواردی از این قبیل می تواند همواره در دسترس نباشد. در این پایان نامه، مسئله زمانبندی گروهی جریان کارگاهی دو مرحله‌ای انعطاف پذیر بدون وقفه با در نظرگرفتن محدودیت زمان های آماده سازی وابسته به توالی گروه‌ها و همچنین از کار افتادگی احتمالی ماشین آلات مورد مطالعه قرار گرفته است. در این پایان نامه برای حل مسئله مذکور دو الگوریتم فراابتکاری ژنتیک و شبیه سازی تبرید پیشنهاد شده اند. به منظور بررسی عملکرد الگوریتم های پیشنهادی برای حل مسئله مورد نظر، مسائل موجود در این پایان نامه به دو دسته مسائل کوچک و بزرگ تقسیم بندی شده اند که با استفاده از الگوریتم های پیشنهادی برای هریک از مسائل پیشنهادی حداکثر زمان تکمیل کارها و همچنین زمان حل مورد نیاز برای حل مسائل محاسبه شده اند. با مقایسه نتایج به دست آمده از حل مسائل مورد نظر، مشاهده می شود که الگوریتم شبیه سازی تبرید در هر دو دسته مسائل کوچک و بزرگ جوابهای بهتری را از نظر حداکثر زمان تکمیل کارها ارائه می نماید. ولی با توجه به این که زمان حل مورد نیاز برای مسائل بزرگ با استفاده از الگوریتم شبیه سازی تبرید خیلی بزرگتر از زمان حل مورد نیاز برای حل با استفاده از الگوریتم ژنتیک می باشد، بنابراین برای حل مسائل با اندازه بزرگ الگوریتم ژنتیک پیشنهاد می گردد.

واژگان کلیدی: زمان بندی گروهی، جریان کارگاهی بدون وقفه، از کارافتادگی ماشین آلات، الگوریتم های بهینه سازی فراابتکاری

فهرست مطالب

فصل اول کلیات موضوع ۱

۱-۱ مقدمه..... ۲

۱-۲ بیان مسئله و سوال تحقیق ۵

۱-۳ ضرورت انجام تحقیق و اهمیت تحقیق..... ۶

۱-۴ ساختار انجام تحقیق..... ۶

۱-۵ جمع بندی فصل اول..... ۸

فصل دوم مرور ادبیات و پیشینه تحقیق..... ۹

۲-۱ مقدمه..... ۱۰

۲-۲ مسئله زمان بندی جریان کارگاهی..... ۱۰

۲-۳ روش های حل مسائل زمانبندی..... ۱۳

۲-۴ پیچیدگی محاسباتی..... ۱۴

۲-۵ مفروضات مسئله زمان بندی گروهی جریان کارگاهی انعطاف پذیر بدون وقفه..... ۱۵

۲-۶ کاربردهای مدل..... ۲۱

۲-۷ مسائل زمان‌بندی جریان کارگاهی بدون وقفه..... ۲۳

۲-۸ جریان کارگاهی انعطاف‌پذیر با فرض زمانبندی گروهی..... ۳۰

۲-۹ خرابی و ازکارافتادگی ماشین آلات در مسائل زمانبندی جریان کارگاهی..... ۳۸

۲-۹-۱ از کارافتادگی ماشین آلات در جریان کارگاهی و جریان کارگاهی منعطف ۳۸
۲-۹-۲ از کارافتادگی ماشین آلات و قوانین توزیع ۴۰
۲-۹-۳ از کارافتادگی ماشین آلات و تعمیر و نگهداری ۴۴
۲-۱۰جمع بندی فصل دوم ۵۱
فصل سوم حل مسئله‌ی مورد مطالعه با استفاده از الگوریتم‌های فراابتکاری ۴۹
۳-۱ مقدمه ۵۰
۳-۲ مدل ریاضی مسئله ۵۱
۳-۳ الگوریتم های پیشنهادی ۵۴
۳-۳-۱ الگوریتم ژنتیک (GA) ۵۶
۳-۳-۱-۱ ساختار کروموزوم ۵۹
۳-۳-۱-۲ ایجاد جمعیت اولیه ۶۱
۳-۳-۱-۳ تابع برازندگی ۶۱
۳-۳-۱-۴ عملگرهای الگوریتم ژنتیک ۶۲
۳-۳-۱-۴-۱ عملگرهای انتخاب ۶۲
۳-۳-۱-۴-۲عملگر تقاطع ۶۵
۳-۳-۱-۴-۳ عملگر جهش ۶۸
۳-۳-۱-۴-۴ شرط خاتمه الگوریتم ۷۰
۳-۳-۱-۵ روند الگوریتم ژنتیک ۷۲

۳-۳-۲ الگوریتم شبیه سازی تبرید ۷۳
۳-۳-۲-۱ معیار متروپلیس ۷۴
۳-۳-۲-۲ اجرای الگوریتم شبیه سازی تبرید تدریجی ۷۵
۳-۳-۲-۳ شروط تعادل و توقف در شبیه سازی تبرید تدریجی ۷۷
۳-۳-۲-۴ رابطه بین شبیه سازی تبرید تدریجی و حرارت فیزیکی ۷۸
۳-۳-۲-۵ برنامه سرد کردن در شبیه سازی تبرید تدریجی ۷۹
۳-۳-۲-۶ تابع هزینه و همسایگی در شبیه سازی تبرید تدریجی ۸۱
۳-۳-۲-۷ روند الگوریتم شبیه سازی تبرید ۸۲
۳-۴ تنظیم پارامتر الگوریتم ها ۸۳
۳-۴-۱ تنظیم پارامتر الگوریتم ژنتیک ۸۳
۳-۴-۲ تنظیم پارامتر الگوریتم شبیه سازی تبرید ۸۸
۳-۵ اعتبار سنجی الگوریتم های پیشنهادی ۹۲
۳-۶ مثالهای عددی ۹۵
۳-۶-۱ نتایج محاسباتی ۹۷
۳-۶-۲ تحلیل حساسیت مربوط به الگوریتم های پیشنهادی ۱۰۵
۳-۷ جمع بندی فصل سوم ۱۱۱
فصل چهارم نتیجه گیری و پیشنهاد برای تحقیقات آتی ۱۱۳
۴-۱ مقدمه ۱۱۴

۴-۲ نتایج و یافته ها..... ۱۱۴

۴-۳ نوآوری و مشارکت علمی..... ۱۱۵

۴-۴ پیشنهادات برای تحقیقات آتی..... ۱۱۶

۴-۵ جمع بندی فصل چهارم..... ۱۱۶

فهرست مقالات ارائه شده..... ۱۱۷

فهرست مراجع ۱۱۸

فهرست جدول ها

جدول ۲-۱	زمان های آماده سازی گروه ها بر روی ماشین های مرحله i ام	۱۷
جدول ۳-۱	زمان های آماده سازی بر روی ماشین های مرحله اول	۵۴
جدول ۳-۲	زمان های آماده سازی بر روی ماشین های مرحله دوم	۵۴
جدول ۳-۳	زمان های پردازش کارها در هر گروه	۵۵
جدول ۳-۴	توالی مورد بررسی مسئله	۵۵
جدول ۳-۵	توالی بدست آمده از کروموزوم تولید شده برای مثال ذکر شده	۶۰
جدول ۳-۶	سطوح انتخابی برای اندازه جمعیت اولیه در مسائل با اندازه های کوچک و بزرگ در الگوریتم ژنتیک	۶۱
جدول ۳-۷	سطوح انتخابی برای نرخ تقاطع در مسائل کوچک	۶۷
جدول ۳-۸	سطوح انتخابی برای نرخ تقاطع در مسائل بزرگ	۶۸
جدول ۳-۹	سطوح انتخابی برای نرخ جهش در مسائل کوچک	۷۰
جدول ۳-۱۰	سطوح انتخابی برای نرخ جهش در مسائل بزرگ	۷۰
جدول ۳-۱۱	سطوح انتخابی برای معیار توقف در مسائل با اندازه کوچک در الگوریتم ژنتیک	۷۰
جدول ۳-۱۲	سطوح انتخابی برای معیار توقف در مسائل با اندازه بزرگ در الگوریتم ژنتیک	۷۱
جدول ۳-۱۳	سطوح انتخابی برای جمعیت اولیه در الگوریتم شبیه سازی تبرید	۷۵
جدول ۳-۱۴	تعداد همسایگی های مورد بررسی در الگوریتم شبیه سازی تبرید	۷۷

جدول ۳-۱۵ سطوح انتخابی برای معیار توقف در مسائل با اندازه کوچک و بزرگ در الگوریتم شبیه سازی تبرید ۷۸
جدول ۳-۱۶ شبیه سازی تبرید تدریجی و حرارت فیزیکی ۷۸
جدول ۳-۱۷ سطوح انتخابی برای نرخ کاهش درجه حرارت دما در مسائل کوچک ۸۰
جدول ۳-۱۸ سطوح انتخابی برای نرخ کاهش درجه حرارت دما در مسائل بزرگ ۸۰
جدول ۳-۱۹ آزمایش‌های طراحی شده برای مسئله دارای ۵ گروه و ۳ کار در هر گروه ۸۴
جدول ۳-۲۰ پارامترهای بهینه برای مسائل با اندازه کوچک در الگوریتم ژنتیک ۸۵
جدول ۳-۲۱ آزمایش‌های طراحی شده برای مسئله دارای ۱۱ گروه و ۱۰ کار در هر گروه ۸۶
جدول ۳-۲۲ پارامترهای بهینه برای مسائل با اندازه بزرگ در الگوریتم ژنتیک ۸۷
جدول ۳-۲۳ آزمایش‌های طراحی شده برای مسئله دارای ۵ گروه و ۳ کار در هر گروه ۸۸
جدول ۳-۲۴ پارامترهای بهینه برای مسائل با اندازه کوچک در الگوریتم شبیه سازی تبرید ۹۰
جدول ۳-۲۵ آزمایش‌های طراحی شده برای مسئله دارای ۱۱ گروه و ۱۰ کار در هر گروه ۹۰
جدول ۳-۲۶ پارامترهای بهینه برای مسائل با اندازه بزرگ در الگوریتم شبیه سازی تبرید ۹۲
جدول ۳-۲۷ زمان های پردازش و تنظیم مربوط به کارها برای مسئله نمونه ۹۳
جدول ۳-۲۸ محاسبات مربوط به اعتبارسنجی مثال پیشنهادی ۹۴
جدول ۳-۲۹ مسائل نمونه تولید شده برای نوع کوچک مسائل ۹۵

جدول ۳-۳۰ مسائل نمونه تولید شده برای نوع بزرگ مسائل ۹۶
جدول ۳-۳۱ جواب های بدست آمده برای مسائل کوچک ۹۸
جدول ۳-۳۲ جواب های بدست آمده برای مسائل بزرگ ۹۹

فهرست شکل ها

شکل ۱-۱	ساختار تحقیق به صورت شماتیک	۷
شکل ۲-۱	دسته بندی مسائل زمانبندی	۱۲
شکل ۲-۲	سلسله مراتب پیچیدگی محیط‌های ماشینی	۱۴
شکل ۲-۳	سلسله مراتب پیچیدگی توابع هدف	۱۴
شکل ۲-۴	منحنی عمر ماشین آلات (وانی شکل)	۱۸
شکل ۲-۵	نمایش شماتیک مسئله مورد مطالعه	۲۰
شکل ۳-۱	حل شماتیک مسئله مورد بررسی	۵۶
شکل ۳-۲	ساختار کروموزوم مورد استفاده	۶۰
شکل ۳-۳	مکانیزم انتخاب توسط چرخ رولت	۶۴
شکل ۳-۴	عمل تقاطع در حالتی که تنها روی بخش اول (گروه ها) صورت گیرد	۶۹
شکل ۳-۵	عمل تقاطع در حالتی که تنها روی بخش دوم (کارها) صورت گیرد	۷۰
شکل ۳-۶	عمل جهش در حالتی که تنها روی بخش اول (گروه ها) صورت گیرد	۶۹
شکل ۳-۷	عمل جهش در حالتی که تنها روی بخش دوم (کارها) صورت گیرد	۶۹
شکل ۳-۸	مراحل الگوریتم ژنتیک	۷۲
شکل ۳-۹	مراحل الگوریتم شبیه سازی تبرید	۸۲
شکل ۳-۱۰	نتایج حاصل از تنظیم پارامتر برای مسائل کوچک	۸۵
شکل ۳-۱۱	نتایج حاصل از تنظیم پارامتر برای مسائل بزرگ	۸۷

شکل ۳-۱۲ نتایج حاصل از تنظیم پارامتر برای مسائل کوچک ۸۹
شکل ۳-۱۳ نتایج حاصل از تنظیم پارامتر برای مسائل بزرگ ۹۱
شکل ۳-۱۴ نمونه ای از توالی مربوط به مثال پیشنهادی ۹۳
شکل ۳-۱۵ فاصله اطمینان ۹۵ ٪ برحسب میزان RPD بدست آمده برای تابع هدف در مسائل کوچک ۱۰۰
شکل ۳-۱۶ فاصله اطمینان ۹۵ ٪ برحسب میزان RPD بدست آمده برای زمان حل در مسائل کوچک ۱۰۰
شکل ۳-۱۷ آزمون مقایسات زوجی توکی در سطح اطمینان ۹۵ ٪ برای بررسی برابری میانگین های دو الگوریتم برحسب RPD و برای تابع هدف در مسائل کوچک ۱۰۱
شکل ۳-۱۸ نمودار جعبه ای مربوط به آزمون مقایسات زوجی در سطح اطمینان ۹۵ ٪ برای بررسی برابری میانگین های دو الگوریتم برحسب RPD و برای تابع هدف در مسائل کوچک ۱۰۱
شکل ۳-۱۹ آزمون مقایسات زوجی توکی در سطح اطمینان ۹۵ ٪ برای بررسی برابری میانگین های دو الگوریتم برحسب RPD و برای زمان حل در مسائل کوچک ۱۰۱
شکل ۳-۲۰ نمودار جعبه ای مربوط به آزمون مقایسات زوجی در سطح اطمینان ۹۵ ٪ برای بررسی برابری میانگین های دو الگوریتم برحسب RPD و برای زمان حل در مسائل کوچک ۱۰۲
شکل ۳-۲۱ فاصله اطمینان ۹۵ ٪ برحسب میزان RPD بدست آمده برای تابع هدف در مسائل بزرگ ۱۰۳

شکل ۳-۲۲ فاصله اطمینان ۹۵ ٪ برحسب میزان RPD بدست آمده برای زمان حل در مسائل بزرگ ۱۰۳
شکل ۳-۲۳ آزمون مقایسات زوجی توکی در سطح اطمینان ۹۵ ٪ برای بررسی برابری میانگین های دو الگوریتم برحسب RPD و برای تابع هدف در مسائل بزرگ ۱۰۳
شکل ۳-۲۴ نمودار جعبه ای مربوط به آزمون مقایسات زوجی در سطح اطمینان ۹۵ ٪ برای بررسی برابری میانگین های دو الگوریتم برحسب RPD و برای تابع هدف در مسائل بزرگ ۱۰۴
شکل ۳-۲۵ آزمون مقایسات زوجی توکی در سطح اطمینان ۹۵ ٪ برای بررسی برابری میانگین های دو الگوریتم برحسب RPD و برای زمان حل در مسائل بزرگ ۱۰۴
شکل ۳-۲۶ نمودار جعبه ای مربوط به آزمون مقایسات زوجی در سطح اطمینان ۹۵ ٪ برای بررسی برابری میانگین های دو الگوریتم برحسب RPD و برای زمان حل در مسائل بزرگ ۱۰۴
شکل ۳-۲۷ نمودار بررسی تغییرات تعداد کارها و تاثیرات متقابل آنها روی تابع هدف خروجی در الگوریتم ژنتیک ۱۰۵
شکل ۳-۲۸ نمودار بررسی تغییرات تعداد کارها و تاثیرات متقابل آنها روی تابع هدف خروجی در الگوریتم شبیه سازی تبرید ۱۰۶
شکل ۳-۲۹ نمودار بررسی تغییرات تعداد گروهها و تاثیرات متقابل آنها روی تابع هدف خروجی در الگوریتم ژنتیک ۱۰۶
شکل ۳-۳۰ نمودار بررسی تغییرات تعداد گروهها و تاثیرات متقابل آنها روی تابع هدف خروجی در الگوریتم شبیه سازی تبرید ۱۰۷

شکل ۳-۳۱ نمودار بررسی تغییرات تعداد ماشینها در هر مرحله و تاثیرات متقابل آنها روی تابع هدف خروجی در الگوریتم ژنتیک ۱۰۷
شکل ۳-۳۲ نمودار بررسی تغییرات تعداد ماشینها در هر مرحله و تاثیرات متقابل آنها روی تابع هدف خروجی در الگوریتم شبیه سازی تبرید ۱۰۸
شکل ۳-۳۳ نمودار بررسی تغییرات تعداد کارها و تاثیرات متقابل آنها روی زمان حل مسائل در الگوریتم ژنتیک ۱۰۸
شکل ۳-۳۴ نمودار بررسی تغییرات تعداد کارها و تاثیرات متقابل آنها روی زمان حل مسائل در الگوریتم شبیه سازی تبرید ۱۰۹
شکل ۳-۳۵ نمودار بررسی تغییرات تعداد گروهها و تاثیرات متقابل آنها روی زمان حل مسائل در الگوریتم ژنتیک ۱۰۹
شکل ۳-۳۶ نمودار بررسی تغییرات تعداد گروهها و تاثیرات متقابل آنها روی زمان حل مسائل در الگوریتم شبیه سازی تبرید ۱۱۰
شکل ۳-۳۷ نمودار بررسی تغییرات تعداد ماشینها در هر مرحله و تاثیرات متقابل آنها روی زمان حل مسائل در الگوریتم ژنتیک ۱۱۰
شکل ۳-۳۸ نمودار بررسی تغییرات تعداد ماشینها در هر مرحله و تاثیرات متقابل آنها روی زمان حل مسائل در الگوریتم شبیه سازی تبرید ۱۱۱