

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی صنایع

زمان بندی تولید دسته ای در محیط جریان کارگاهی با در نظر گرفتن زمان

آماده بودن

ارغوان رشیدی نژاد

استاد راهنما:

دکتر فرید خوش الحان

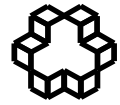
پایان نامه برای دریافت مدرک کارشناسی ارشد

رشته مهندسی صنایع گرایش صنایع

شهریور ۱۳۹۲

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تقدیم به همسر فداکارم و پدر و مادر عزیزم.



تأییدیه هیأت داوران

شماره:

تاریخ:

هیأت داوران پس از مطالعه پایان نامه و شرکت در جلسه دفاع از پایان نامه تهیه شده تحت عنوان : زمان بندی تولید دسته ای در محیط جریان کارگاهی با در نظر گرفتن زمان آماده بودن توسط خانم ارغوان رشیدی نژاد، صحت و کفایت تحقیق انجام شده را برای اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی صنایع گرایش صنایع در تاریخ ۱۶/۰۶/۱۳۹۲ مورد تأیید قرار می دهند.

۱- استاد راهنمای اول جناب آقای / سرکار خانم دکتر... فرید خوش الحان امضاء

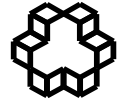
۲- استاد راهنمای دوم جناب آقای / سرکار خانم دکتر..... امضاء

۳- استاد مشاور جناب آقای / سرکار خانم دکتر..... امضاء

۴- ممتحن داخلی جناب آقای / سرکار خانم دکتر..... رضا بشیرزاده..... امضاء

۵- ممتحن خارجی جناب آقای / سرکار خانم دکتر..... راشد صحرائیان..... امضاء

۶- معاونت آموزشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده جناب آقای / سرکار خانم دکتر..... یاسر صمیمی..... امضاء



اظهارنامه دانشجو

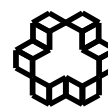
شماره:

تاریخ:

اینجانب ارغوان رشیدی نژاد دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی صنایع گرایش صنایع دانشکده صنایع دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی گواهی می‌نمایم که تحقیقات ارائه شده در پایان‌نامه با عنوان زمان بندی تولید دسته ای در محیط جریان کارگاهی با در نظر گرفتن زمان آماده بودن و تابع هدف مینیمم کردن makespan، با راهنمایی استاد محترم جناب آقای دکتر فرید خوش الحان، توسط شخص اینجانب انجام شده و صحت و اصالت مطالب نگارش شده در این پایان‌نامه مورد تأیید می‌باشد، و در مورد استفاده از کار دیگر محققان به مرجع مورد استفاده اشاره شده است. بعلاوه گواهی می‌نمایم که مطالب مندرج در پایان‌نامه تا کنون برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی توسط اینجانب یا فرد دیگری در هیچ جا ارائه نشده است و در تدوین متن پایان‌نامه چارچوب (فرمت) مصوب دانشگاه را بطور کامل رعایت کرده‌ام.

امضاء دانشجو: ارغوان رشیدی نژاد

تاریخ: ۹۲/۰۶/۱۶



حق طبع و نشر و مالکیت نتایج

شماره:

تاریخ:

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.

* توجه:

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

با تقدیر و تشکر شایسته از استاد با اخلاق و گرانمایه‌ام جناب آقای دکتر فرید
خوش‌الجان که جز با راهنمایی، همکاری و مسئولیت‌پذیری ایشان، پیمودن این راه
ممکن نبود.

چکیده :

اولین مقاله در رابطه با زمان بندی، در نیمه دهه ۱۹۵۰ بررسی شد و پس از آن مسائل گوناگونی در این زمینه با تفاوت‌هایی در محیط، محدودیتها و توابع هدف بررسی شده اند.

در دنیای رقابتی امروز، استفاده بهینه از منابع محدود را می توان تنها عامل بقای شرکت ها دانست. لذا ضرورت مطالعه مفهوم زمان بندی تولید به عنوان ابزاری برای استفاده درست از زمان و ماشین آلات احساس می شود. ماشین های تولید دسته ای که به پرداخت همزمان چندین کار به طور همزمان می پردازند، کمک می کنند تا تولیدات سریعتر و آسانتر انجام گیرند. در زمان بندی تولید ماشین های پردازشگر دسته ای به دو سوال پاسخ داده می شود : ۱- هر کار به کدام دسته تعلق گیرد؟ ۲- ترتیب توالی دسته ها روی ماشین ها چگونه باشد؟

این پژوهش در زمینه زمان بندی تولید دسته ای در محیط جریان کارگاهی انجام شده است. ابتدا مدلی برای حالت n کار و m ماشین با در نظر گرفتن زمان آماده بودن کارها و داشتن اندازه کار برای هر یک با تابع هدف مینیم کردن زمان تکمیل آخرین کار، ارائه می شود و سپس از آنجا که مسئله دارای پیچیدگی محاسباتی سخت است، نوعی الگوریتم فراابتکاری جستجوی پراکنده متناسب با نوع مسئله پیشنهاد می شود. از آنجا که پارامترهای موجود در الگوریتم بر کیفیت جواب های آن تاثیر خواهد گذاشت، با استفاده از روش طراحی آزمایشات، پارامترهای مناسب مدل، انتخاب می شوند. نهایتاً الگوریتم پیشنهادی برای مسئله های نمونه استاندارد به اجرا در آمده و عملکرد آن با الگوریتم ژنتیک و نوعی الگوریتم ژنتیک ترکیبی موجود در پژوهش های گذشته مقایسه می شود. نتایج اجرا، عملکرد خوب الگوریتم پیشنهادی را نشان می دهد.

کلید واژه : زمان بندی، تولید دسته ای، ماشین های پردازشگر دسته ای، جریان کارگاهی، زمان آماده بودن، الگوریتم جستجوی پراکنده، الگوریتم ژنتیک.

فهرست مطالب

صفحه

فصل اول کلیات تحقیق	۱
۱-۱- مقدمه	۲
۲-۱- مروری کلی بر تاریخچه زمان بندی	۳
۳-۱- ضرورت پژوهش	۴
۴-۱- تعریف مسئله	۵
۵-۱- اهداف پژوهش	۶
۶-۱- روش تحقیق	۶
۷-۱- نوآوری های پژوهش	۷
۸-۱- جمع بندی	۸
فصل دوم مرور مفاهیم و پژوهش های پیشین	۹
۱-۲- مقدمه	۱۰
۲-۲- زمان بندی	۱۱
۳-۲- محیط های زمان بندی تولید	۱۴
۱-۳-۲- محیط تک ماشین	۱۴
۲-۳-۲- محیط ماشین های موازی	۱۴
۳-۳-۲- کارگاه جریان یا جریان کارگاهی	۱۵
۴-۳-۲- محیط کارگاه کار	۱۶
۵-۳-۲- محیط کارگاه باز	۱۶
۴-۲- تعاریف و نمادهای مورد استفاده در نظریه زمان بندی	۱۶

فهرست مطالب

صفحه

۲-۵- پردازش دسته‌ای.....	۲۱
۲-۶- مروری بر پژوهش‌های گذشته مسائل زمان‌بندی ماشین‌های پردازشگر دسته‌ای.....	۲۶
۲-۶-۱- محیط تک ماشین.....	۲۶
۲-۶-۲- محیط ماشین‌های موازی.....	۳۱
۲-۶-۳- محیط جریان کارگاهی.....	۳۶
۲-۶-۴- محیط کارگاه کار.....	۳۹
۲-۷- جمع‌بندی.....	۴۱
فصل سوم تعریف مسئله و ارائه مدل پیشنهادی.....	۴۳
۳-۱- مقدمه.....	۴۴
۳-۲- کاربرد عملی مسئله مورد مطالعه.....	۴۵
۳-۳- تعریف مسئله.....	۴۶
۳-۳-۱- مفروضات مسئله.....	۴۷
۳-۴- ارائه مدل پیشنهادی.....	۴۸
۳-۴-۱- معرفی مجموعه‌ها، پارامترها و متغیرهای مدل.....	۴۸
۳-۴-۲- ارائه مدل ریاضی پیشنهادی برای کمینه کردن ماکزیمم زمان تکمیل.....	۴۹
۳-۴-۲-۱- تابع هدف.....	۵۱
۳-۴-۲-۲- محدودیت‌ها.....	۵۱
۳-۵- جمع‌بندی.....	۵۳
فصل چهارم روش حل پیشنهادی.....	۵۴

فهرست مطالب

صفحه

۵۵	۱-۴ - مقدمه.....
۵۶	۲-۴ - الگوریتم جستجوی پراکنده (SS).....
۵۷	۱-۲-۴ - طرح اصلی جستجوی پراکنده.....
۵۷	۱-۱-۲-۴ - روش تولید پراکندگی.....
۵۸	۲-۱-۲-۴ - روش بهبود.....
۵۸	۳-۱-۲-۴ - روش به روز رسانی مجموعه مرجع.....
۶۰	۴-۱-۲-۴ - روش تولید زیرمجموعه.....
۶۰	۵-۱-۲-۴ - روش ترکیب جواب.....
۶۱	۲-۲-۴ - مرور ادبیات الگوریتم جستجوی پراکنده.....
۶۶	۳-۴ - الگوریتم ژنتیک.....
۶۶	۱-۳-۴ - ساختار الگوریتم ژنتیک.....
۶۷	۲-۳-۴ - عملگرهای الگوریتم ژنتیک.....
۶۷	۱-۲-۳-۴ - عملگر انتخاب.....
۶۸	۲-۲-۳-۴ - عملگر تقاطع.....
۷۱	۳-۲-۳-۴ - عملگر جهش.....
۷۲	۳-۳-۴ - شرط توقف الگوریتم.....
۷۴	۴-۴ - مقایسه الگوریتم جستجوی پراکنده و الگوریتم ژنتیک.....
۷۶	۵-۴ - الگوریتم جستجوی پراکنده پیشنهادی.....
۷۷	۱-۵-۴ - نحوه نمایش جواب.....
۷۹	۲-۵-۴ - تولید جواب اولیه.....

فهرست مطالب

صفحه

۸۰	۴-۵-۳- روش تولید پراکندگی.....
۸۱	۴-۵-۴- روش بهبود جواب.....
۸۳	۴-۵-۵- روش بروز رسانی مجموعه مرجع.....
۸۴	۴-۵-۶- روش تولید زیر مجموعه.....
۸۴	۴-۵-۷- روش ترکیب جواب.....
۸۶	۴-۵-۸- شرط توقف.....
۸۸	۴-۶- معیار ارزیابی.....
۸۸	۴-۷- جمع بندی.....
۸۹	فصل پنجم طراحی آزمایش ها و تنظیم پارامترها.....
۹۰	۵-۱- مقدمه.....
۹۲	۵-۲- طراحی آزمایش ها.....
۹۳	۵-۳- طراحی آزمایش های تاگوچی.....
۹۴	۵-۳-۱- تنظیم پارامترها با استفاده از روش تاگوچی.....
۹۴	۵-۳-۲- انتخاب آرایه متعامد مناسب.....
۹۷	۵-۳-۳- تنظیم فاکتورهای الگوریتم جستجوی پراکنده.....
۹۸	۵-۳-۴- تنظیم فاکتورهای الگوریتم ژنتیک.....
۹۸	۵-۴- جمع بندی.....
۹۹	فصل ششم اجرای آزمایش ها و نتایج محاسباتی.....
۱۰۰	۶-۱- مقدمه.....

فهرست مطالب

صفحه

- ۱۰۱-۲-۶- مسائل نمونه.....
- ۱۰۲-۳-۶- انتخاب فاکتورهای مناسب مدل.....
- ۱۰۴-۴-۶- نتایج محاسباتی.....
- ۱۰۵-۱-۴-۶- مقایسه الگوریتم جستجوی پراکنده پیشنهادی با نرم افزار گمز.....
- ۱۰۶-۲-۴-۶- مقایسه الگوریتم جستجوی پراکنده با الگوریتم های ژنتیک و ژنتیک ترکیبی.....
- ۱۰۸-۵-۶- جمع بندی.....
- ۱۱۰- فصل هفتم نتیجه گیری و پیشنهاد.....
- ۱۱۱-۱-۷- مقدمه.....
- ۱۱۲-۲-۷- نتیجه گیری و پیشنهاد.....
- ۱۱۳-۳-۷- جمع بندی.....
- ۱۱۴- فهرست مراجع.....
- ۱۲۰- واژه نامه فارسی به انگلیسی.....
- ۱۲۵- واژه نامه انگلیسی به فارسی.....

فهرست جداول

صفحه

جدول ۱-۲- مثال عددی برای زمان بندی تولید دسته ای.....	۲۳
جدول ۲-۲- شکل دهی دو دسته.....	۲۳
جدول ۳-۲- شکل دهی سه دسته.....	۲۳
جدول ۴-۲- محاسبه زمان پردازش دسته.....	۲۴
جدول ۱-۴- پیوند میان ورودی ها و خروجی ها.....	۶۲
جدول ۱-۵- آرایه متعامد مناسب برای الگوریتم جستجوی پراکنده.....	۹۶
جدول ۲-۵- آرایه متعامد اصلاح شده برای الگوریتم جستجوی پراکنده.....	۹۶
جدول ۳-۵- فاکتورها و سطوح هر یک برای الگوریتم SS.....	۹۷
جدول ۱-۶- پارامترها و عملگرهای بهینه الگوریتم SS.....	۱۰۳
جدول ۲-۶- پارامترها و عملگرهای بهینه الگوریتم های GA, HGA.....	۱۰۴
جدول ۳-۶- RPD الگوریتم ها برای هر یک از مسائل نمونه و میانگین آنها.....	۱۰۶

فهرست شکل ها

صفحه

- شکل ۴-۱- شبه کد الگوریتم جستجوی پراکنده..... ۶۱
- شکل ۴-۲- نمودار الگوریتم SS..... ۶۴
- شکل ۴-۳- تقاطع تک نقطه‌ای..... ۶۹
- شکل ۴-۴- تقاطع دو نقطه‌ای..... ۷۰
- شکل ۴-۵- تقاطع بخشی نگاشته..... ۷۰
- شکل ۴-۶- تقاطع ترتیبی..... ۷۱
- شکل ۴-۷- شبه کد الگوریتم ژنتیک..... ۷۳
- شکل ۴-۸- نمودار الگوریتم ژنتیک..... ۷۴
- شکل ۴-۹- نحوه نمایش جواب..... ۷۷
- شکل ۴-۱۰- یافتن توالی دسته ها و حداکثر زمان تکمیل..... ۷۹
- شکل ۴-۱۱- شبه کد جستجوی محلی..... ۸۳
- شکل ۴-۱۲- نمودار الگوریتم HGA..... ۸۷
- شکل ۶-۱- نمودار همگرایی الگوریتم جستجوی پراکنده در طول تکرارهای الگوریتم..... ۱۰۱
- شکل ۶-۲- نمودار نسبت S/N برای هر یک از فاکتورهای الگوریتم SS..... ۱۰۲
- شکل ۶-۳- نمودار RPD برای الگوریتم جستجوی پراکنده و نرم افزار گمز..... ۱۰۵
- شکل ۶-۴- نمودار مقایسه RPD ها برای الگوریتم جستجوی پراکنده و الگوریتم ژنتیک ترکیبی..... ۱۰۷
- شکل ۶-۵- نمودار مقایسه RPD ها برای الگوریتم جستجوی پراکنده و الگوریتم ژنتیک و ژنتیک ترکیبی..... ۱۰۸

فهرست علائم و نشانه ها

B	اندازه دسته
GA	الگوریتم ژنتیک
HGA	الگوریتم ژنتیک ترکیبی
MILP	برنامه ریزی خطی عدد صحیح مختلط
L	تاخیر
SA	تبرید شبیه سازی شده
SS	جستجوی پراکنده
T	دیرکرد
P	زمان پردازش
C	زمان تکمیل
C_{max}	زمان تکمیل آخرین کار
E	زودکرد
X	عملگر تقاطع
OX	عملگر تقاطع ترتیبی
PMX	عملگر تقاطع بخشی نگاشته

فصل اول

کلیات تحقیق

۱-۱- مقدمه

در هر سازمان تولیدی، بدون شک از جمله ابتدایی ترین مقوله‌هایی که مسئولین امر با آن درگیر خواهند بود مقوله برنامه ریزی تولید است. بخش برنامه ریزی تولید در کارخانه ها و صنایع تولیدی، جزء پر مشغله ترین و حساس ترین بخش های سازمانی محسوب می‌شود. لذا برای بالا بردن بهره‌وری سیستم و سود سازمانی، این قسمت از نخستین قسمت‌های مورد توجه مدیریت است. تولید به موقع، داشتن موجودی به اندازه مناسب، تدارک دیدن مواد و ملزومات و ... از جمله مواردی است که در ارتباط مستقیم با برنامه ریزی تولید می‌باشند. برنامه ریزی تولید در مقیاس خرد با زمان بندی^۱ هم ارز خواهد بود. زمان بندی تخصیص منابع در طول زمان برای اجرای مجموعه ای از فعالیت هاست (بیکر^۲، ۱۳۸۷). منظور از زمان بندی، مشخص نمودن زمان آغاز و پایان انجام هر فعالیت می‌باشد. شرکت ها باید با استفاده از زمان

^۱- Scheduling

^۲- Baker

بندی مناسب به گونه‌ای عمل کنند که هم نیاز مشتری به موقع و به خوبی برآورده و هم منابع تولید به شکلی کاراً مورد استفاده قرار گیرند. پژوهش حاضر در زمینه زمان بندی تولید انجام گرفته است.

۱-۲- مروری کلی بر تاریخچه زمان بندی

پژوهشگران بسیاری در توسعه روش‌ها و اصطلاحات مربوط به زمان بندی مشارکت داشته‌اند. با توجه به اینکه یکی از حوزه‌هایی که زمان بندی در آن بطور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد برنامه ریزی تولید است، اغلب این روش‌ها برای محیط‌های تولیدی تعریف شده‌اند. اولین بار در ابتدای قرن بیستم، زمانبندی در سال ۱۹۱۹ توسط هنری گانت^۳ در صنایع تولیدی به طور جدی بکار گرفته شد. نمودار گانت از جمله ساده‌ترین و در عین حال کاربردی‌ترین مدل‌ها است و بیانی گرافیکی از روابط زمان بندی ارائه می‌دهد. سال‌ها پس از آن، اولین مقاله زمانبندی در ادبیات تحقیق در عملیات، منتشر شد. برخی از اولین کارها در اوایل دهه ۵۰ میلادی، توسط جانسون^۴ در سال ۱۹۵۴ و اسمیت^۵ و جکسون^۶ در سال ۱۹۵۶ در فصل‌نامه لجستیک عملیاتی نیروی دریایی چاپ شدند (رستگار، ۱۳۹۱). در سال ۱۹۵۶ کلی و واکر^۷ الگوریتمی را برای زمان بندی کارخانه‌هایی که در آن زمان تعطیل شده بودند توسعه داده و نخستین مقاله خود را در زمینه زمان بندی مسیر بحرانی در ماه مارس ۱۹۵۹ منتشر نمودند. در خلال دهه ۶۰ میلادی اغلب تحقیقات در زمینه مدل‌سازی مسائل زمانبندی با استفاده از تکنیک برنامه ریزی پویا و برنامه ریزی عدد صحیح انجام گرفت. پس از انتشار مقاله مشهور ریچارد کارپ^۸ در زمینه تئوری پیچیدگی در سال ۱۹۷۲، تحقیقات عمدتاً در زمینه سلسله مراتب مسائل پیچیده متمرکز شدند. در دهه

³ -Henry Gant

⁴ -Johnson

⁵ -Smith

⁶ -Jackson

⁷ -Clay and Walker

⁸ -Richard Karp

۸۰، بررسی مسائل این حوزه در زمینه‌های مختلف ادامه یافت و از جمله مسائل زمانبندی با پارامترهای احتمالی، بیشتر مورد ارزیابی قرار گرفتند. به مرور زمان، با ورود کامپیوتر به مراکز تولیدی، سیستم‌های زمانبندی به طور گسترده‌ای در صنعت بکار گرفته شدند.

۱-۳- ضرورت پژوهش

از اوایل دهه ۱۹۹۰، مفهوم رقابت مبتنی بر زمان، به یکی از اثر بخش ترین استراتژی ها برای کسب مزیت رقابتی منحصر به فرد مبدل شده است. امروزه به لحاظ محدودیت‌های اقتصادی و توسعه و پیچیدگی بازارها، استفاده بهینه از منابع در دسترس و شناخت و پاسخگویی به موقع به خواسته های مشتری در بخش های مختلف بازار به امری اجتناب ناپذیر تبدیل گردیده و سازمانها را بر آن داشته تا با بهبود ساختارها و روشهای کار سنتی، سهم خود را در بازار حفظ نمایند. در راستای دست یابی به این اهداف، تمرکز بر بخش تولید و داشتن برنامه ریزی کارا و عملی، از جمله اصول اساسی به شمار می رود. برنامه ریزی تولید در واقع زمان بندی و ترتیب اولویت‌های انجام کار می‌باشد. در خصوص زمان بندی نیز می توان گفت که عبارت است از تخصیص منابع در طول زمان برای اجرای مجموعه‌ای از فعالیت‌ها. لذا مباحث مربوط به زمان بندی تولید از جمله مقوله‌هایی است که برای صاحبان شرکت ها و نیز پژوهشگران همواره در اولویت بوده است. با توجه به این موارد و با توجه به اهمیت زمان و زمان بندی در دنیای رقابتی، پژوهش حاضر نیز به همین مقوله پرداخته است و بر روی قسمتی از مسائل مربوط به زمان بندی تولید به نام تولید دسته‌ای^۹ تمرکز نموده است. تولید دسته‌ای بخش لاینفکی از قسمت بزرگی از صنایع تولیدی از جمله صنایع تولید دارو، صنایع الکترونیک و تولید ریز پردازنده ها، تولید نیمه هادی‌ها، صنایع فولاد و ... به شمار می‌رود. بنابر این توسعه پژوهش‌ها و گسترش مدل‌های قبلی ارائه شده در این زمینه ضروری به نظر می‌رسد.

^۹ - Batch Processing