بسم الله الرحمن الرحيم

بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از رساله دکتری

آقای ابراهیم اسدی گنگرج رساله ۲۴ واحدی خود را **با عنوان مدل یکپارچه زمانبندی ومدیریت جریان مواد درمحیط جریان کارگاهی انعطاف پذیر با تکیه بر گلوگاهها** در تاریخ ۱۳۹۲/۳/۶ ارائه کردند.

اعضای هیات داوران نسخه نهایی این رساله را از نظر فرم و محتوا تایید کرده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه دکتری مهندسی صنایع - مهندسی صنایع پیشنهاد می کنند.

عضو هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
استاد راهنما	دکتر نسیم نهاوندی	استادیار	
استاد مشاور	دکتر محمد رضا امین ناصری	دانشیار	
استاد مشاور	دکتر عیسی نخعی کمال آبادی	استاد	
استاد ناظر	دکتر سید حسام الدین ذگردی	دانشیار	
استاد ناظر	دکتر علی حسین زاده کاشان	استادیار	
استاد ناظر	دکتر رضا توکلی مقدم	استاد	
استاد ناظر	دکتر ناصر سلماسی	دانشیار	
استاد ناظر	دکتر سید حسام الدین ذگردی	دانشیار	

این نسخه به عنوان نسخه نهایی پایان نامه/رساله مورد تایید است.

امضای استاد راهنما:

آیین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجو مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب، نرم افزار و یا آثار ویژه (اثری هنری مانند فیلم، عکس، نقاشی و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین نامه های مصوب انجام شود.

ماده ٤- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ٥- این آیین‌نامه در ٥ ماده و یک تبصره در تاریخ ۸۷/٤/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/٤/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱٥ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

«اینجانب **ابراهیم اسدی گنگرج** .دانشجوی رشته **مهندسی صنایع** ورودی سال تحصیلی ۱۳۸۷-۱۳۸۸ مقطع **دکتری** دانشکده **فنی‌ومهندسی** متعهد می شوم کلیه نکات مندرج در آئین نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته های علمی مستخرج از پایان نامه / رساله تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آئین نامه فوق الاشعار به دانشگاه وکالت و نمایندگی می دهم که از طرف اینجانب نسبت به لغو امتیاز اختراع بنام بنده و یا هر گونه امتیاز دیگر و تغییر آن به نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران فوری ضرر و زیان حاصله بر اساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدینوسیله حق هر گونه اعتراض را از خود سلب نمودم»

امضا:.....

تاریخ: ۹۲/۳/۲۱

آیین نامه چاپ پایان‌نامه (رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه،دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد/ رساله دکتری نگارنده در رشته **مهندسی صنایع** است که در سال**۱۳۹۲** در دانشکده **فنی‌ومهندسی** دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم **دکتر نسیم نهاوندی**، مشاوره جناب آقای **دکتر عیسی نخعی کمال‌آبادی** و مشاوره جناب آقای **دکتر محمدرضا امین‌ناصری** از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت‌چاپ) را به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر درمعرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت‌مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب **ابراهیم اسدی گنگرج** دانشجوی رشته **مهندسی صنایع** مقطع **دکتری** تعهد فوق وضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: **ابراهیم اسدی گنگرج**

تاریخ و امضا:

۹۶/۳/۲۱

دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده فنی و مهندسی

بخش مهندسی صنایع

رساله دوره دکتری تخصصی مهندسی صنایع

مدل یکپارچه زمانبندی و مدیریت جریان مواد در محیط کاری جریان کارگاهی انعطاف‌پذیر با تکیه بر گلوگاه‌ها

استاد راهنما:
دکتر نسیم نهاوندی

اساتید مشاور:
دکتر عیسی نخعی کمال آبادی
دکتر محمدرضا امین‌ناصری

نگارش:
ابراهیم اسدی گنگرج

تقدیم به:

پدر و مادر عزیزم، سمبل صبر و ایثار که این تحقیق

حاصل فداکاری‌ها و زحمات بی‌دریغ آنها در تربیت،

حمایت و تشویقم است.

تشکر و قدردانی

اکنون که با لطف و عنایت خداوند سبحان توانسته‌ام گامی در جاده‌ی بی-نهایت علم‌اندوزی بردارم، پروردگار متعال را ستایش می‌کنم.

لازم می‌دانم از استاد محترم، سرکار خانم دکتر نسیم نهاوندی که با راهنمایی‌های بی‌دریغ و عالمانه، هدایت اصلی این تحقیق را بر عهده داشته-اند تشکر ویژه داشته باشم. همچنین از اساتید مشاور بزرگوار، جناب آقای دکتر عیسی نخعی کمال‌آبادی و جناب آقای دکتر محمدرضا امین‌ناصری که با رهنمودهای بسیار موثر و ارزشمند، یاریگر تکمیل این این تحقیق بوده‌اند، قدردانی نمایم. همچنین از اعضای محترم هیأت داوران، جناب آقای دکتر حسام‌الدین ذگردی، جناب آقای دکتر علی حسین‌زاده کاشان و جناب آقای دکتر ناصر سلماسی که از نقطه‌نظرات ارزنده آنها در مراحل مختلف بهره بردم، سپاسگزاری نمایم.

چکیده

یکی از زمینه‌های تحقیقاتی که طی چند دهه اخیر مورد توجه محققان مختلف قرار گرفته است، حل مسائل زمانبندی در محیط کاری جریان کارگاهی انعطاف‌پذیر می‌باشد. علت این توجه را می‌توان در پیچیدگی ذاتی این محیط و کاربرد زیاد در محیط‌های کاری واقعی جستجو نمود. یکی از مهمترین مسائل مطرح در این نوع محیط‌ها، در نظر گرفتن سیستم‌های مدیریت جریان مواد می‌باشد؛ به‌گونه‌ای که این سیستم‌ها با ترکیب پارامترها مختلف (نظیر فرستادن سفارشات، قواعد اعزام، تنظیم موعد تحویل و ...)، سعی در یافتن یک توالی بهینه برای عملیات مربوط به سفارشات موجود جهت بهبود سنجه‌های خط تولید دارند. با مراجعه به پایگاه‌های اطلاعاتی و مروری بر تحقیقات مرتبط، می‌توان به این نتیجه رسید که مدلی که بتواند جریان مواد را مدیریت و به‌صورت همزمان سفارشات را بر روی خط تولید به‌گونه‌ای زمانبندی که معیارهای عملکردی بهبود یابد، به‌ندرت یافت می‌شود. هدف از این طرح تحقیق ارائه مدل یکپارچه انتخاب سفارشات، تعیین اندازه دسته تولید، زمانبندی و مدیریت جریان مواد در محیط جریان کارگاهی انعطاف‌پذیر است که به کمک آن شرکت‌های تولیدی بتوانند برپایه‌ی گلوگاه‌ها، انتخاب سفارشات از سبد سفارش، تخصیص سفارشات به ماشین‌ها در هر مرحله، زمانبندی آنها را به‌گونه‌ای انجام دهند که معیارهای عملکردی بهینه گردد.

در این تحقیق ابتدا دو مدل ریاضی و چند کران پایین مختلف برای مسأله زمانبندی در محیط جریان کارگاهی انعطاف‌پذیر ارائه شده است و با توجه به Np-hard بودن مسأله دو روش ابتکاری TB و TB-LS برای این مسأله پیشنهاد شده است. نتایج نشان می‌دهد که روش TB-LS توانایی لازم در رسیدن به جواب‌های مناسب را دارا می‌باشد. در ادامه دو مسأله انتخاب سفارشات و تعیین اندازه دسته تولید به مسأله زمانبندی اضافه شده و برای آن یک مدل ریاضی دومعیاره و دو کران پایین برای هر معیار معرفی شده است. برای حل این مدل دو روش ابتکاری (SFAT و AFST) و یک روش فراابتکاری ترکیبی (MSGA) ارائه شده است که نتایج نشان می‌دهد روش‌های AFST و MSGA دارای کارایی مناسبی می‌باشند. جهت بهبود معیارهای عملکردی خط تولید مفهوم مدیریت جریان مواد به مسأله زمانبندی اضافه شده است و با استفاده از مدل شبیه‌سازی حل شد. نتایج این قسمت نشان می‌دهد که مدل یکپارچه زمانبندی و TOC نه تنها سبب حفظ معیارهای مسأله زمانبندی (طول دوره ساخت و درآمد) می‌شود بلکه سبب بهبود سایر معیارها مانند خروجی خط تولید، درصد استفاده از ماشین‌ها و بیکاری ماشین‌ها می‌شود. نتایج این تحقیق در خط پرس بدنه شرکت ایران‌خودرو مورد استفاده قرار گرفته است که سبب بهبود معیارهای عملکردی خط تولید شده است.

یکپارچه‌سازی مسأله انتخاب سفارشات، تعیین اندازه دسته تولید و زمانبندی در محیط جریان کارگاهی انعطاف‌پذیر با ماشین‌های موازی غیر مشابه و توسعه مدل ریاضی و کران‌های پایین و روش‌های ابتکاری و فراابتکاری برای مسأله به همراه یکپارچه کردن دو مفهوم زمانبندی و مدیریت جریان مواد در این محیط کاری برای بهبود معیارهای عملکردی خط تولید را می‌توان از نوآوری‌های این تحقیق دانست.

کلمات کلیدی: ***زمانبندی، مدیریت جریان مواد، محیط جریان کارگاهی انعطاف‌پذیر، انتخاب سفارشات، تعیین اندازه دسته تولید، ماشین‌های موازی غیرمشابه***

فهرست مطالب

۱ کلیات پژوهش ۱۸

۱.۱ مقدمه ۱۸

۱.۲ اهمیت موضوع ۱۹

۱.۲.۱ انتخاب سفارشات ۲۰

۱.۲.۲ تعیین اندازه دسته تولید ۲۰

۱.۲.۳ مدیریت جریان مواد ۲۱

۱.۳ هدف از تحقیق و مسأله تحقیق ۲۱

۱.٦ مشارکت علمی مورد انتظار از دیدگاه آکادمیک و عملی ۲۳

۱.۷ رویکرد تحقیق ۲٤

۱.۷.۱ فاز مطالعاتی ۲۵

۱.۷.۲ مدل‌سازی کمی ۲۷

۱.۷.۳ حل مدل با استفاده از روش‌های دقیق ۲۷

۱.۷.٤ توسعه روش‌های ابتکاری و فراابتکاری ۲۷

۱.۷.۵ اعتبارسنجی و تعیین کارایی مدل توسعه یافته ۲۷

۱.۸ ساختار گزارش ۲۸

۲ پیشینه تحقیق ۲۹

۲.۱ مقدمه ۲۹

۲.۲ زمانبندی در محیط جریان کارگاهی انعطاف پذیر ۲۹

۲.۲.۱ دسته‌بندی تحقیقات از نظر خصوصیات محیط کاری ۲۹

۲.۲.۱.۱ ماشین‌های مشابه در هر مرحله ۲۹

۲.۲.۱.۲ ماشین‌های موازی با سرعت‌های متناسب ۳۰

۲.۲.۱.۳ ماشین‌های موازی غیرمشابه ۳۰

۲.۲.۲ توابع هدف ۳۲

۲.۲.۳ نحوه حل مسأله ۳۷

۲.۲.۳.۱ روش دقیق ۳۷

۲.۲.۳.۲ روش‌های ابتکاری ۳۸

فهرست مطالب

۲.۲.۳.۳ الگوریتم‌های ترکیبی ٤١
۲.۳ مسأله انتخاب سفارشات و زمانبندی ٤٢
۲.۳.۱ مسأله تک‌ماشینه قطعی ٤٢
۲.۳.۲ مسأله چندماشینه ٤٥
۲.٤ مسأله انتخاب سفارشات، تعیین اندازه دسته تولید و زمانبندی در محیط جریان کارگاهی انعطاف پذیر ٤٧
۲.٤.۱ مروری بر تحقیقات مرتبط ٤٨
۲.٥ نتیجه گیری ٤٩
۳ مسأله زمانبندی در محیط جریان کارگاهی انعطاف پذیر با ماشین‌های غیرمشابه ٥٠
۳.۱ مقدمه ٥٠
۳.۲ مدل‌های ریاضی توسعه یافته ٥٠
۳.۲.۱ مدل ریاضی اول ٥١
۳.۲.۲ مدل ریاضی دوم ٥٢
۳.۲.۳ بررسی عملکرد دو مدل ریاضی ٥٥
۳.۳ پیچیدگی محاسباتی مسأله ٥٦
۳.٤ ارائه کران‌های پایین ٥٦
۳.٤.۱ کران پایین ابتکاری ٥٧
۳.٤.۱.۱ بهبود کران پایین ابتکاری ٥٩
۳.٤.۲ کران پایین مبتنی بر تحقیق KURZ AND ASKIN, 2001 ..... ٦١
۳.٤.۲.۱ ارزیابی کران‌های پایین ابتکاری ٦٢
۳.٤.۳ کران پایین با استفاده از روش تجزیه بندرز ٦٣
۳.٤.۳.۱ ارزیابی کران پایین بدست آمده از روش بندرز ٦٨
۳.٤.٤ روش آزادسازی لاگرانژین ٦٨
۳.٤.٤.۱ رویکرد اول برای حل زیرمسأله‌ها: ساده‌سازی زیرمسأله‌ها ٧٠
۳.٤.٤.۲ رویکرد دوم برای حل زیرمسأله‌ها: توسعه قوانین چیرگی ٧٢
۳.٤.٤.۳ جلوگیری از نامحدود شدن زیرمسأله‌ها ٧٦
۳.٤.٤.٤ ارزیابی کران‌های پایین بدست آمده از روش آزادسازی لاگرانژین ٧٧

فهرست مطالب

۳.۵ الگوریتم‌های ابتکاری پیشنهادی ۷۹
۳.۵.۱ الگوریتم TB ۷۹
۳.۵.۱.۱ پیچیدگی محاسباتی الگوریتم TB ۸۱
۳.۵.۲ الگوریتم TB-LS ۸۲
۳.۵.۲.۱ پیچیدگی محاسباتی الگوریتم TB-LS ۸۲
۳.۵.۳ قاعده انتخاب ماشین ۸۳
۳.۵.٤ نتایج حل ۸۳
۳.۵.٤.۱ مقایسه الگوریتم‌های پیشنهادی با جواب بهینه و سایر الگوریتم‌های ابتکاری برای مسائل کوچک ۸٤
۳.۵.٤.۲ مقایسه الگوریتم‌های پیشنهادی با سایر الگوریتم‌های ابتکاری برای مسائل متوسط و بزرگ ۸٦
۳.۵.٤.۳ مقایسه روش ابتکاری TB-LS با کران پایین ۸۹
٤ مسأله انتخاب سفارشات، تعیین اندازه دسته تولید و زمانبندی در محیط جریان کارگاهی انعطاف پذیر ۹۱
٤.۱ مقدمه ۹۱
٤.۲ مسأله زمانبندی و انتخاب سفارشات ۹۱
٤.۲.۱ مدل ریاضی مسأله ۹۱
٤.۲.۲ محاسبه کران‌های پایین ۹٤
٤.۲.۲.۱ کران پایین طول دوره ساخت ۹۵
٤.۲.۲.۲ کران پایین درآمد ۹۵
٤.۲.۳ روش‌های ابتکاری ۹۷
٤.۲.۳.۱ روش ابتکاری SFAT ۹۷
٤.۲.۳.۲ روش ابتکاری AFST ۹۹
٤.۲.٤ نتایج محاسباتی ۱۰۰
٤.۲.٤.۱ ارزیابی کران‌های پایین ۱۰۰
٤.۲.٤.۲ مقایسه روش‌های ابتکاری با جواب بهینه برای مسائل آزمایشی کوچک ۱۰۳
٤.۲.٤.۳ مقایسه روش‌های ابتکاری برای مسائل بزرگ ۱۰۵
٤.۳ مسأله انتخاب سفارشات، تعیین اندازه دسته تولید و زمانبندی در محیط جریان کارگاهی انعطاف پذیر ۱۰۸
٤.۳.۱ مدل ریاضی مسأله ۱۰۸

فهرست مطالب

٤.٣.١.١ خطی سازی مدل ریاضی پیشنهادی ١١٣
٤.٣.٢ مقایسه زمان حل دو مدل ریاضی خطی و غیرخطی ١١٥
٤.٣.٣ تعیین کران پایین ١١٧
٤.٣.٣.٢ بررسی عملکرد مدل ریاضی آزاد شده ١١٩
٤.٣.٤ بررسی حل مسأله با استفاده از روش‌های فراابتکاری ١٢١
٤.٣.٤.١ الگوریتم فراابتکاری ژنتیک ١٢١
٤.٣.٤.٢ الگوریتم فراابتکاری SA ١٢٢
٤.٣.٤.٣ ترکیب روش‌های SA و GA ١٢٣
٤.٣.٤.٤ تعیین مقادیر پارامترهای الگوریتم MSGA ١٢٩
٤.٣.٤.٥ بررسی عملکرد الگوریتم MSGA ١٣٠
٤.٤ نتیجه گیری ١٣٢
٥ مدل یکپارچه زمانبندی و مدیریت جریان مواد ١٣٣
٥.١ مقدمه ١٣٣
٥.٢ سیستم‌های مدیریت جریان مواد ١٣٤
٥.٣ روش CONWIP ١٣٤
٥.٣.١ تعیین تعداد کارت‌ها در سیستم CONWIP ١٣٥
٥.٣.١.١ محاسبه خروجی خط تولید ١٣٥
٥.٣.٢ محاسبه LT ١٣٦
٥.٤ سیستم DBR در TOC ١٣٨
٥.٤.١ تعیین اندازه BUFFER در سیستم TOC ١٣٨
٥.٥ سیستم فشاری ١٣٩
٥.٦ نتایج ١٣٩
٥.٦.١ بررسی صحت رابطه بدست آمده برای LEAD TIME ١٣٩
٥.٦.٢ بررسی کارایی رابطه بدست آمده برای خروجی خط تولید ١٤٠
٥.٦.٣ بررسی صحت روش رابطه بدست آمده برای WIP برای روش‌های CONWIP و TOC ١٤٠
٥.٦.٤ مقایسه نتایج روش فراابتکاری با مدل‌های یکپارچه زمانبندی و مدیریت جریان مواد ١٤٢

فهرست مطالب

۵.۷ مدل یکپارچه پیشنهادی ۱٤٦
۵.۸ نتیجه گیری ۱٤۷
٦ مورد کاوی ۱٤۹
٦.۱ مقدمه ۱٤۹
٦.۲ محیط خط تولید ۱٤۹
٦.۳ وضعیت موجود ۱۵۰
٦.٤ شناسایی مسائل موجود ۱۵۱
٦.٤.۱ انتخاب سفارشات برای تولید ۱۵۱
٦.٤.۲ تخصیص سفارشات به خط تولید ۱۵۲
٦.٤.۳ تعیین اندازه دسته تولید ۱۵۳
٦.٤.٤ زمانبندی یکپارچه تولید دو خط پرس و بلنک ۱۵٤
٦.۵ اطلاعات خط تولید پرس شماره ۳ ..... ۱۵٤
٦.٦ نتیجه گیری ۱۵٦
۷ جمعبندی و نتیجه گیری ۱۵۷
۷.۱ مقدمه ۱۵۷
۷.۲ نتایج مدل زمانبندی در محیط جریان کارگاهی انعطاف پذیر ۱۵۷
۷.۳ نتایج مدل انتخاب سفارشات، تعیین اندازه دسته تولید و زمانبندی ۱۵۸
۷.٤ نتایج مدل یکپارچه زمانبندی و مدیریت جریان مواد ۱۵۹
۷.۵ نتایج موردکاوی ۱٦۰
۷.٦ دستاوردهای تحقیق ۱٦۰
۷.۷ پیشنهادات تحقیقات آتی ۱٦۱
۸ منابع ۱٦۳
۹ پیوست‌ها ۱۷۰

فهرست جدول‌ها

جدول ۲-۱: تحقیقات مربوط به محیط تک‌ماشینه قطعی ۳۱

جدول ۲-۲ :دسته بندی مقالات براساس توابع هدف مرتبط با تأخیر کارها ۳۳

جدول ۲-۳ :دسته بندی مقالات براساس توابع هدف مرتبط با زمان اتمام کارها ۳٤

جدول ۲-٤ :دسته بندی مقالات براساس توابع هدف چندگانه ۳۵

جدول ۲-۵ :دسته‌بندی مقالات براساس توابع هدف خاص ۳٦

جدول ۲-٦: تحقیقات مربوط به محیط تک‌ماشینه قطعی ٤۳

جدول ۲-۷: تحقیقات مربوط به محیط چندماشینه ٤۵

جدول۳-۱: مقایسه عملکرد مدلهای ریاضی ارائه شده ۵۵

جدول ۳-۲: مقایسه کران‌های پایین ابتکاری و جواب بهینه ٦۲

جدول ۳-۳: نتایج حل مسأله به روش تجزیه بندرز ٦۸

جدول ۳-٤: ارزیابی کران پایین بدست آمده از روش‌های آزادسازی لاگرانژین ۷۸

جدول ۳-۵: خواص مسائل ایجاد شده برای مسائل آزمایشی کوچک ۸٤

جدول ۳-٦: نتایج مقایسه الگوریتم‌ها برای مسائل آزمایشی کوچک ۸۵

جدول ۳-۷: مشخصات مسائل ایجاد شده برای تولید مسائل ۸٦

جدول ۳-۸: درصد بهترین جواب تولید شده به‌وسیله‌ی هر الگوریتم ۸۷

جدول ۳-۹: انحراف نسبی از بهترین نتیجه برای هر فاکتور ۸۷

جدول ۳-۱۰: آنالیز واریانس دوطرفه برای معیار تعداد ماشین ۸۸

جدول۳-۱۱: فاصله اطمینان ۹۵٪ برای مقایسه میانگین الگوریتم‌های مختلف ۸۹

جدول ٤-۱: فاکتورهای آزمایشی برای مسائل کوچک ۱۰۱

جدول ٤-۲: ارزیابی کران پایین مربوط به طول دوره ساخت ۱۰۱

جدول ٤-۳: ارزیابی کران پایین مربوط به درآمد ۱۰۲

جدول ٤-٤: ارزیابی روش‌های ابتکاری برای مسائل کوچک ۱۰۳

جدول ٤-۵: فاکتورهای آزمایشی برای مسائل بزرگ ۱۰۵

جدول ٤-٦: تعداد بهترین برای مسائل آزمایشی ۱۰٦

جدول ٤-۷: تعداد بهترین برای سناریوها ۱۰٦

جدول ٤-۸: تابع هدف برای هر روش ابتکاری ۱۰۷

فهرست جدول‌ها

جدول ٤-٩: مقایسه مدل ریاضی خطی و غیرخطی ١١٥

جدول ٤-١٠: مقایسه نتایج حل روش سلسه‌مراتبی و مستقیم ١٢٠

جدول ٤-١١: ضرایب اولیه مربوط به عملگر SA ١٢٨

جدول ٤-١٢: مقادیر پارامترهای تنظیمی الگوریتم MSGA ١٢٨

جدول ٤-١٣: میانگین زمان حل و تابع هدف برای پارامترهای تنظیمی مختلف ١٢٩

جدول ٤-١٤: بهترین مقادیر پارامترهای تنظیمی ١٣٠

جدول ٤-١٥: مقایسه نتایج روش MSGA با روش دقیق ١٣٠

جدول ٤-١٦: مقایسه روش MSGA با روش GA ١٣٢

جدول ٥-١: مقایسه مقدار LEAD TIME تخمینی با روش ابتکاری ١٤٠

جدول ٥-٢: مقایسه مقدار خروجی خط تولید با روش ابتکاری ١٤٠

جدول ٥-٣: بررسی سیستم CONWIP براساس رابطه بدست آمده برای WIP ١٤١

جدول ٥-٤: بررسی سیستم TOC براساس رابطه بدست آمده برای WIP ١٤١

جدول ٥-٥: خلاصه نتایج مقایسه روش فراابتکاری با سیستم یکپارچه مدیریت جریان مواد ١٤٦

جدول ٦-١: معیارهای عملکردی برنامه تولید خط پرس بدنه با استفاده از مدل توسعه یافته ١٥٥

جدول ٦-٢: معیارهای عملکردی برنامه تولید خط پرس بدنه با استفاده از منطق فعلی ١٥٦

فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱: مراحل انجام تحقیق ۲۶
شکل ۳-۱: سناریوهای B1 و B2 برای سادهسازی زیرمسأله‌ها ۷۰
شکل ۳-۲: زمان تکمیل کارها بعد از جابجایی ۷۳
شکل ٤-۱: عملگر CROSSOVER سه نقطه‌ایی ۱۲٦
شکل ٥-۱: نمودار گانت مدل زمانبندی ۱٤۳
شکل ٥-۲: نمودار گانت مدل MSGA-TOC ۱٤٤
شکل ٥-۳: نمای شماتیک مدل یکپارچه MSGA-TOC ۱٤۸
شکل ٦-۱: نمای شماتیک خط پرس بدنه شماره ۳ شرکت ایران‌خودرو ۱٥۰

علامت‌های اختصاری

Acceptance First-Sequence Then(AFST)	روش ابتدا انتخاب سپس زمانبندی
Constan Work-In-Process (CONWIP)	روش اندازه بار کاری ثابت
Flexible Flow Shop (FFS)	محیط کاری جریان کارگاهی انعطاف پذیر
Genetic Algorithm (GA)	الگوریتم ژنتیک
Lagrangean Relaxation Method (LR)	روش آزادسازی لاگرانژین
Makespan(C_{max})	طول دوره ساخت
Mixed Genetic-Simulated Annealing Algorithm (MSGA)	روش فراابتکاری ترکیبی MSGA
Order	سفارش
Order Acceptance and Scheduling (OAS)	انتخاب سفارشات و زمانبندی یکپارچه
Revenue	درآمد
Sequence Dependent Setup Time (SDST)	زمان آماده‌سازی وابسته به توالی
Sequence First-Acceptance Then (SFAT)	روش ابتدا زمانبندی سپس انتخاب
Simulated Annealing (SA)	الگوریتم تبرید شبیه‌سازی شده
Theory Of Constraint (TOC)	تئوری محدودیت‌ها
TOC-Based Algorithm (TB)	روش ابتکاری مبتنی بر TOC
TOC-Based-Local Search Algorithm (TB-LS)	روش ابتکاری مبتنی بر TOC به همراه جستجوی محلی
Throughput(TP)	خروجی خط تولید
Work-In-Process(WIP)	موجودی حین کاری

۱ کلیات پژوهش

۱.۱ مقدمه

به‌طور کلی زمانبندی به فعالیت تخصیص منابع در طول زمان گفته می‌شود. گستره تئوری زمانبندی فقط محدود به سیستم‌های تولیدی نمی‌باشد بلکه موضوعاتی نظیر زمانبندی حمل‌ونقل، زمانبندی منابع انسانی و زمانبندی پروژه‌ها را نیز در برمی‌گیرد؛ این در حالی‌است که بیشترین کاربرد زمانبندی، در سیستم‌های تولیدی می‌باشد. در این‌گونه سیستم-ها، زمانبندی دارای دو کارکرد عمده می‌باشند که شامل تخصیص کارها به ماشین‌ها در هر مرحله و تعیین توالی کارها بر روی ماشین‌ها می‌باشد. معمولاً تابع هدف زمانبندی در سیستم‌های تولیدی کمینه کردن توابع هدف مربوط به زمان تکمیل (مانند حداکثر زمان تکمیل، مجموع زمان تکمیل یا زمان تکمیل وزن‌دار، مجموع مدت زمان در جریان بودن کارها و غیره) یا کمینه نمودن معیارهای مربوط به موعد تحویل (مانند مجموع مدت زمان تأخیر، مجموع تعداد کارهای دیرکردار، مجموع زمان‌های زودکرد-دیرکرد و غیره) می‌باشد. از طرف دیگر، اگرچه این معیارها چه از نظر آکادمیک و چه از نظر دنیای واقعی مهم هستند ولی به تنهایی پاسخگوی نیازهای خط تولید نمی‌باشند؛ زیرا معیارهای دیگری نیز در واقعیت وجود دارند که مدل‌های زمانبندی توانایی کنترل و بهبود آنها را ندارند. این معیارها که عمدتاً در سیستم‌های کنترل و مدیریت جریان مواد کاربرد دارند شامل میزان موجودی حین خط، درصد استفاده از ماشین‌آلات موجود در خط تولید، میزان بیکاری کارها، زمان سیکل، خروجی خط تولید در واحد زمان و سایر معیارهای مرتبط می‌باشند.

یکی دیگر از سیستم‌های موجود در مدیریت خطوط تولید، سیستم‌های کنترل و مدیریت جریان مواد می‌باشند. این سیستم‌ها با ترکیب پارامترهایی مانند استراتژی بررسی و فرستادن کارها، قواعد اعزام و تنظیم موعد تحویل سعی در بهبود عملکردی خط تولید با توجه به اهداف در نظر گرفته شده دارد. این سیستم‌ها کارکردهای مختلفی دارند که می-توان به استراتژی آزادسازی مواد به داخل خط تولید، سیاست کنترلی ماشین ها، استراتژی تعیین اندازه بافر و قواعد اعزام اشاره نمود. اما یکی از مهمترین ضعف‌هایی که در ادبیات در مورد سیستم‌های کنترل و مدیریت جریان مواد بیان می‌شود عدم کنترل بر روی تخصیص کارها به ماشین‌ها و توالی کارها بر روی ماشین‌ها می‌باشد؛ به‌گونه‌ایی که اغلب این سیستم‌ها برای تعیین توالی کارها بر روی ماشین‌ها از قواعد ساده‌ایی مانند اولین صادره از اولین وارده (FCFS)، ترتیب نزولی مدت زمان فرآیند و یا سایر قواعد اعزام ساده استفاده می‌کنند و برای فرستادن کارهای موجود در بافر یک مرحله بر روی ماشین‌های آن مرحله معمولاً از معیار کوتاترین طول صف و یا تعادل بار کاری بر روی ماشین‌ها بهره می‌برند. این عدم تمرکز بر روی کارکردهای اصلی زمانبندی (تعیین توالی و تخصیص)، سبب کاهش کیفیت معیارهای زمانبندی می-شود.

یکی دیگر از ضعف‌های عمده سیستم‌های زمانبندی، عدم کنترل بر روی فرآیند انتخاب سفارشات در شرایطی است که لازم است از بین سفارشات رسیده، تعدادی را به خاطر کمبود ظرفیت و یا شرایط رقابتی موجود در بازار انتخاب نمایند. چون معمولاً این انتخاب در دنیای واقعی بدون در نظر گرفتن تأثیر آن بر روی معیارهای زمانبندی انجام می‌شود؛ بنابراین اضافه نمودن این مسأله به مسأله کلاسیک زمانبندی هم از نظر تئوریک و هم از نظر عملی می‌تواند مورد توجه قرار گیرد. از طرف دیگر معمولاً در سیستم‌های زمانبندی، مدت زمان فرآیند کارها ثابت است و کارها قابلیت شکست را ندارند؛ این در حالی است که معولاً کارها از یک سری اجزا تشکیل شده‌اند که در اغلب موارد، قابلیت تبدیل به دسته‌های تولیدی را ندارند که می‌تواند باعث پیچیده‌تر شدن و کاربردی‌تر شدن مسأله شود.

بنابراین با توجه به توضیحات ارائه شده، این پژوهش سعی در پوشش دادن ضعف هر یک از سیستم‌های زمانبندی و مدیریت و کنترل جریان مواد با ترکیب نمودن این دو مفهوم دارد، به‌گونه‌ایی که با ترکیب این دو مفهوم و استفاده همزمان از نقاط قوت هر کدام، می‌توان نقاط ضعف این دو سیستم را پوشش داد. برای این منظور ابتدا با توسعه یک مدل مناسب برای مسأله انتخاب سفارشات، تعیین اندازه دسته تولید و زمانبندی سعی می‌شود معیارهای مربوط به سیستم زمانبندی بهینه (یا نزدیک به بهینه) شوند سپس خروجی‌های مدل زمانبندی وارد سیستم‌های کنترل و مدیریت جریان مواد شده و با ثابت نگه‌داشتن معیارهای زمانبندی، معیارهای سیستم‌های کنترل و مدیریت جریان مواد بهبود می‌یابد.

در این فصل، هدف از تحقیق حاضر با معرفی مسأله اصلی تحقیق و خرد نمودن آن به پرسش‌های تحقیق، روشن خواهد شد. هدف از این تحقیق انتخاب سفارشات، تعیین اندازه دسته تولید، زمانبندی و مدیریت جریان مواد در محیط جریان کارگاهی انعطاف پذیر با ماشین‌های موازی غیرمشابه می‌باشد. در ادامه اهمیت موضوع از جنبه‌های مختلفی نظیر انتخاب سفارشات، تعیین اندازه دسته تولید، زمانبندی و سیستم‌های کنترل و مدیریت جریان مواد از دیدگاه آکادمیک و کاربردی مورد بررسی قرار گرفته می‌گیرد. همچنین این پژوهش در نظر دارد که مسأله تحقیق را به‌صورت موردکاوی در خط پرس بدنه شماره ۳ شرکت ایران‌خودرو بررسی نماید. در ادامه، منافع پیاده‌سازی این تحقیق برای سازمانی که نتایج این تحقیق را مورد استفاده قرار خواهد داد، بیان می‌شود.

۱.۲ اهمیت موضوع

در این قسمت از دو منظر به بیان اهمیت موضوع تحقیق پرداخته می شود. اولاً انتخاب سفارشات، تعیین اندازه دسته تولید و زمانبندی در محیط کاری جریان کارگاهی انعطاف پذیر دارای مصداق های زیادی در دنیای واقعی است و از این رو، موضوعی کاربردی است. دوم اینکه، همان‌طوری که در ادامه بیان می‌شود و در فصل بعدی نیز، در پیشینه تحقیق بررسی خواهد شد، مدل یکپارچه زمانبندی و مدیریت جریان مواد کمتر مورد توجه محققین دانشگاهی و کارشناسان

تجربی قرار گرفته است و می‌تواند به عنوان یکی از حوزه‌های نو و رو به رشد در مطالعات خطوط تولید مطرح شود. در واقع، این دو عامل، انگیزه اصلی برای تحقیق در این حوزه می باشند.

۱.۲.۱ انتخاب سفارشات

سیستم‌های زمانبندی تولید، به خاطر ماهیت وجودی‌شان، هیچ کنترلی بر روی انتخاب سفارشات ندارند و فقط سفارشات موجود را با توجه به معیارها مورد نظر زمانبندی می‌نمایند؛ در حالی‌که می‌توان با ارائه مدلی یکپارچه سفارشات را انتخاب و زمان‌بندی نمود، به‌گونه‌ای که هم معیارهای عملکردی و هم معیارهای عملیاتی را مد نظر قرار دهد.

امروزه انتخاب سفارشات، در محیط‌های کاری که توانایی فرآیند تمامی سفارشات رسیده را ندارند، توجه زیادی را هم از محققان و هم مدیران به خود جلب نموده است. از منظر مدیران شرکت‌های تولیدی، یک شرکت ممکن است بنا به دلایل مختلفی نظیر تمرکز بازار، مزایای رقابتی و محدودیت ظرفیت تعدادی از سفارشات را رد یا قبول نماید. این شرکت‌های سعی دارند میزان درآمد خود را در یک افق زمانی محدود بیشینه نمایند؛ از این رو آنها تعدادی از سفارشات را رد یا قبول می‌کنند. در این حالت مدیریت باید یک تعادل میان میزان درآمد ناشی از سفارشات (یا هزینه سفارشات رد شده) و هزینه‌های تولید برقرار نمایند (Slotnick, 2011).

۱.۲.۲ تعیین اندازه دسته تولید

در ادبیات مربوط به زمانبندی، مسائل زمانبندی به عنوان تعیین توالی کارها با زمان انجام عملیات ثابت و زمان آماده-سازی معرفی می‌شود. اما در دنیای واقعی، کارها از تعدادی از اجزا تشکیل شده است که مدت زمان فرآیند کارها شامل زمان آماده‌سازی خط تولید و زمان فرآیند این اجزا می‌باشد. در این وضعیت، مدت زمان فرآیند کارها تبدیل به متغیر تصمیم در مسائل تعیین اندازه دسته تولید می‌شود (Coffman et al., 1990).

در این‌گونه از مسائل، شکستن کارها به دسته‌های تولیدی مجاز می‌باشد. برای این مسائل باید یک توازن میان تعداد و اندازه دسته تولیدی وجود داشته باشد؛ چون از یک طرف افزایش تعداد دسته‌های تولیدی سبب افزایش مدت زمان آماده‌سازی و افزایش معیارهای مربوط به زمان تکمیل کارها می‌شود و از طرف دیگر کاهش تعداد دسته‌های تولیدی و افزایش حجم هر یک از دسته‌ها سبب بدتر شدن معیارهای عملکردی مربوط زمان تکمیل کارها می‌شود. بنابراین این مسأله وقتی با مفاهیم مربوط به مسائل زمانبندی ترکیب می‌شود، هم از نظر تئوریک و هم از نظر عملی می‌تواند مورد توجه محققان و مدیران تولید قرار گیرد.