

يا لطيف



دانشگاه کردستان
دانشکده مهندسی
گروه مهندسی صنایع

عنوان:

زمانبندی کارگاه گروهی با زمان‌های آماده‌سازی وابسته به توالی و
زمان‌های حمل و نقل

پژوهشگر:

پارمیس شاه‌ملکی

استاد راهنما:

دکتر فردین احمدی‌زر

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی صنایع گرایش صنایع

اسفند ۱۳۹۰

کلیه حقوق مادی و معنوی مترتب بر نتایج مطالعات،

ابتکارات و نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع

این پایان نامه (رساله) متعلق به دانشگاه کردستان است.

*** تعهد نامه ***

اینجانب پارمیس شاه‌ملکی دانشجوی کارشناسی ارشد رشته صنایع گرایش صنایع دانشگاه کردستان، دانشکده مهندسی گروه صنایع تعهد می‌نمایم که محتوای این پایان‌نامه نتیجه تلاش و تحقیقات خود بوده و از جایی کپی برداری نشده و به پایان‌رسانیدن آن نتیجه تلاش و مطالعات مستمر اینجانب و راهنمایی و مشاوره اساتید بوده است.

با تقدیم احترام

پارمیس شاه‌ملکی

۱۳۹۰/۱۲/۲۲



دانشگاه کردستان
دانشکده مهندسی
گروه مهندسی صنایع

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی صنایع گرایش مهندسی صنایع

عنوان:

زمانبندی کارگاه گروهی با زمان‌های آماده‌سازی وابسته به توالی و
زمان‌های حمل و نقل

پژوهشگر:

پارمیس شاه‌ملکی

در تاریخ ۱۳۹۰/۱۲/۲۲ توسط کمیته تخصصی و هیات داوران زیر مورد بررسی قرار گرفت و با نمره
۱۹.۵ و درجه عالی..... به تصویب رسید.

امضاء	مرتبۀ علمی	نام و نام خانوادگی	هیات داوران
	استادیار	دکتر فردین احمدی‌زر	۱- استاد راهتما
	استادیار	دکتر مراد احمدنسب	۲- استاد داور خارجی
	استادیار	دکتر جمال ارکات	۴- استاد داور داخلی

مهر و امضاء معاون آموزشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده



این مجموعه را تقدیم می‌کنم به
اسطوره‌های زندگیم، پناه خستگیم و امید بودنم

مادر و پدر عزیزم

و

همسگی‌ترین هم‌ایانم

پوریا، ونوس و مایا

تقدیر و شکر

بر خود لازم می دانم از جناب آقای دکتر احمدی زر که همواره با حمایت و پشتیبانی های بی دریغشان راه تحصیل را برای من هموار نمودند و همواره دلسوزانه مشوق من بوده اند صمیمانه شکر نمایم.

از دوستان و همکلاسی های مهربان و خوبم جناب آقای مهندس علیرضا زارعی، خانم مهندس لیلا جوازی، آقای مهندس احمد ربانی، خانم مهندس هاقوه، آقای مهندس احسان پرهیزگار و آقای مهندس هادی عبدالله زاده به خاطر همراهی ها و کمکهایشان بی نهایت ممنون و سپاسگذارم.

و با شکر خالصانه خدمت دوستان بسیار عزیز و خوبم خانم ها؛ سمیه کاظمی، فاطمه افراسیابی، فرحناز جهانی، سمیه عنایتی، سارا حسن بیگی، سمیه قادری، بیان عزیزی، مرضیه نصوری، سوما فرهادی، زینب امیری و لیلا حسینی.

چکیده

این تحقیق به مسأله زمانبندی کارگاه گروهی با زمان‌های آماده‌سازی وابسته به توالی و زمان‌های حمل و نقل می‌پردازد. مسأله زمانبندی کارگاه گروهی یک چارچوب کلی فراهم می‌آورد که سایر مسائل زمانبندی کارگاهی شامل تولید کارگاهی و کارگاه باز را در برمی‌گیرد. لحاظ کردن زمان‌های آماده‌سازی و حمل و نقل از جمله واقعی‌ترین فرضیات در نظر گرفته شده در حوزه مسائل زمانبندی است. در تحقیق حاضر، زمان‌های آماده‌سازی وابسته به توالی بوده و جدایی‌پذیر هستند. زمان‌های حمل و نقل نیز وابسته به نوع کار بوده و فرض می‌شود که به تعداد کافی وسیله برای حمل و نقل کارها وجود دارد. همچنین کارها در زمان‌های متفاوتی در دسترس قرار می‌گیرند. نخست، مسأله به صورت یک مدل برنامه‌ریزی انفصالی مدله شده و سپس این مدل به یک مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط تبدیل می‌شود. به دلیل NP-hard بودن مسأله زمانبندی کارگاه گروهی، یافتن جواب بهینه مسائل با ابعاد بزرگ، در زمان منطقی مقدور نمی‌باشد و بنابراین یک الگوریتم ترکیبی که متشکل از یک الگوریتم ژنتیک و یک الگوریتم تولید کننده برنامه زمانبندی فعال است برای حل چنین مسائلی ارائه می‌شود. الگوریتم پیشنهادی با هر دو رویکرد تکامل بالدوین و نیز تکامل لامارک پیاده‌سازی می‌شود. برای بررسی عملکرد الگوریتم ارائه شده، تعدادی مسأله نمونه تولید و حل می‌شود. نتایج به دست آمده کارایی مناسب الگوریتم ارائه شده به ویژه نسخه مبتنی بر تکامل لامارک را نشان می‌دهد.

کلمات کلیدی: زمانبندی کارگاه گروهی، زمان‌های آماده‌سازی وابسته به توالی، زمان‌های حمل و

نقل، دامنه عملیات، الگوریتم ژنتیک ترکیبی.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول (کلیات تحقیق)
۲	۱-۱ مقدمه
۳	۲-۱- مسأله زمانبندی کارگاه گروهی
۴	۳-۱- ضرورت تحقیق
۶	۴-۱- اهداف تحقیق
۶	۵-۱- مراحل انجام تحقیق
۸	فصل دوم (مروری بر ادبیات موضوع)
۹	۱-۲ مقدمه
۹	۲-۲- مسأله زمانبندی کارگاه گروهی
۱۱	۳-۲- کاربرد زمان‌های آماده‌سازی در مسائل زمانبندی کارگاهی
۱۱	۱-۳-۲- زمان‌های آماده‌سازی در زمانبندی
۱۳	۲-۳-۲- زمانبندی جریان کاری با زمان‌های آماده‌سازی وابسته به توالی
۲۰	۳-۳-۲- زمانبندی تولید کارگاهی با زمان‌های آماده‌سازی وابسته به توالی
۲۳	۴-۳-۲- زمانبندی کارگاه باز با زمان‌های آماده‌سازی وابسته به توالی
۲۵	۴-۲- کاربرد زمان‌های حمل و نقل در مسائل زمانبندی کارگاهی
۲۵	۱-۴-۲- زمان‌های حمل و نقل در زمانبندی
۲۷	۲-۴-۲- زمانبندی جریان کاری با زمان‌های حمل و نقل

- ۲۸ ۲-۴-۳- زمانبندی تولید کارگاهی با زمان‌های حمل و نقل
- ۲۹ ۲-۴-۴- زمانبندی کارگاه باز با زمان‌های حمل و نقل
- ۲۹ ۲-۵-۵- کاربرد همزمان زمان‌های آماده‌سازی و حمل و نقل در مسائل زمانبندی کارگاهی
- ۲۹ ۲-۵-۱- زمان‌های آماده‌سازی و حمل و نقل در زمانبندی
- ۳۰ ۲-۵-۲- زمانبندی کارگاهی با زمان‌های آماده‌سازی وابسته به توالی و حمل و نقل
- ۳۲ ۲-۶- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری
- ۳۴ فصل سوم (مدل‌سازی و ارائه راه حل)
- ۳۵ ۳-۱- مقدمه
- ۳۵ ۳-۲- تعریف مسأله
- ۳۶ ۳-۳- مدل‌سازی مسأله
- ۳۷ ۳-۳-۱- گراف انفصالی
- ۴۱ ۳-۳-۲- برنامه‌ریزی انفصالی
- ۴۲ ۳-۳-۳- مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط
- ۴۳ ۳-۴- رویکرد حل مسأله
- ۴۴ ۳-۴-۱- نمایش جواب و تولید جمعیت اولیه
- ۴۶ ۳-۴-۲- بهبود جواب
- ۵۱ ۳-۴-۳- عملگر انتخاب
- ۵۳ ۳-۴-۴- عملگر هم‌گذری
- ۵۵ ۳-۴-۵- عملگر جهش

فصل چهارم (نتایج محاسباتی و تحلیل) ۵۷

۱-۴ مقدمه ۵۸

۲-۴ تولید مسائل نمونه ۵۸

۳-۴ تنظیم پارامترها ۶۱

۴-۴ تحلیل حساسیت ۶۲

۵-۴ نتایج محاسباتی ۶۹

فصل پنجم (جمع بندی) ۷۷

۱-۵ جمع بندی ۷۸

۲-۵ پیشنهادات ۷۹

مراجع ۸۰

فهرست جدول‌ها

صفحه

عنوان

- جدول ۱-۲: مطالعات مرتبط با زمانبندی جریان کاری با زمان‌های آماده‌سازی وابسته به توالی ۱۸
- جدول ۲-۲: مطالعات مرتبط با زمانبندی تولید کارگاهی با زمان‌های آماده‌سازی وابسته به توالی . ۲۲
- جدول ۳-۲: مطالعات مرتبط با زمانبندی کارگاه باز با زمان‌های آماده‌سازی وابسته به توالی ۲۴
- جدول ۱-۳: زمان‌های ورود کارها در مثال ۱-۳ ۴۸
- جدول ۲-۳: زمان‌های پردازش کارها در مثال ۱-۳ ۴۹
- جدول ۳-۳: زمان‌های آماده‌سازی وابسته به توالی در مثال ۱-۳ ۴۹
- جدول ۴-۳: زمان‌های حمل و نقل در مثال ۱-۳ ۴۹
- جدول ۵-۳: مراحل اجرای الگوریتم ASG بر روی مثال ۱-۳ ۵۰
- جدول ۱-۴: مسائل نمونه تولید شده ۶۰
- جدول ۲-۴: مقادیر تنظیم شده برای پارامترها ۶۲
- جدول ۳-۴: نتایج محاسباتی اجرای الگوریتم پیشنهادی بر روی مسائل نمونه ۷۳
- جدول ۴-۴: درصد انحراف نسبی نتایج به دست آمده ۷۴

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۳۰	شکل ۱-۲: همپوشانی زمان‌های آماده‌سازی و حمل و نقل مجاز است (الف) حالتی که زمان آماده‌سازی تعیین کننده زمان شروع عمل بعدی است (ب) حالتی که زمان حمل و نقل تعیین کننده زمان شروع عمل بعدی است
۳۰	شکل ۲-۲: همپوشانی زمان‌های آماده‌سازی و حمل و نقل مجاز نیست
۳۹	شکل ۱-۳: گراف انفصالی مثال ۱-۳
۴۰	شکل ۲-۳: گراف اتصالی یک جواب موجه برای مثال ۱-۳
۴۵	شکل ۳-۳: نمونه‌ایی از کروموزم دو بخشی
۵۰	شکل ۴-۳: زمانبندی فعال برای کروموزم نشان داده شده در شکل ۳-۳
۵۱	شکل ۵-۳: کروموزم شکل ۳-۳ بعد از اجرای الگوریتم ASG
۵۵	شکل ۶-۳: عملگر همگذری بر روی دو کروموزم
۵۶	شکل ۷-۳: عملگر جهش بر روی یک کروموزم
۶۳	شکل ۱-۴: نمودار تکامل الگوریتم ژنتیک برای مسأله نمونه ۲۶
۶۴	شکل ۲-۴: عملکرد الگوریتم ژنتیک به ازای مقادیر مختلف اندازه جمعیت برای مسأله نمونه ۲۱ . ۶۴
۶۵	شکل ۳-۴: عملکرد الگوریتم ژنتیک به ازای مقادیر مختلف نرخ همگذری برای مسأله نمونه ۱۹ .. ۶۵
۶۶	شکل ۴-۴: عملکرد الگوریتم ژنتیک به ازای مقادیر مختلف نرخ همگذری مبتنی بر ترتیب برای مسأله نمونه ۱۰

شکل ۴-۵: عملکرد الگوریتم ژنتیک به ازای مقادیر مختلف نرخ همگذری مبتنی بر موقعیت تعمیم یافته برای مسأله نمونه ۲۲..... ۶۶

شکل ۴-۶: عملکرد الگوریتم ژنتیک به ازای مقادیر مختلف نرخ جهش برای مسأله نمونه ۲۴..... ۶۷

شکل ۴-۷: عملکرد الگوریتم ژنتیک به ازای مقادیر مختلف نرخ جهش معاوضه برای مسأله نمونه ۱۸..... ۶۸

شکل ۴-۸: عملکرد الگوریتم ژنتیک به ازای مقادیر مختلف نرخ نخبگی برای مسأله نمونه ۲۰..... ۶۸

شکل ۴-۹: مقایسه نتایج لینگو و حداقل، میانگین و حداکثر الگوریتم ژنتیک با رویکرد تکامل داروین..... ۷۵

شکل ۴-۱۰: مقایسه نتایج لینگو و حداقل، میانگین و حداکثر الگوریتم ژنتیک با رویکرد تکامل بالدوین..... ۷۵

شکل ۴-۱۱: مقایسه نتایج لینگو و حداقل، میانگین و حداکثر الگوریتم ژنتیک با رویکرد تکامل لامارک..... ۷۶

شکل ۴-۱۲: مقایسه نتایج لینگو و میانگین الگوریتم ژنتیک با هر سه رویکرد تکامل داروین، بالدوین و لامارک..... ۷۶

فصل اول (کلیات تحقیق)

۱-۱ مقدمه

زمانبندی^۱ عبارت از تخصیص منابع^۲ محدود به مجموعه‌ای از کارها^۳ در طول زمان می‌باشد. در واقع زمانبندی یک تابع تصمیم‌گیری است که یک یا چند هدف را بهینه‌سازی می‌کند. این فرآیند در بسیاری از سیستم‌های تولیدی و خدماتی به طور منظم مورد استفاده قرار می‌گیرد. دو مفهوم اصلی در زمانبندی منابع و کارها هستند که حالت‌های مختلفی را شامل می‌شوند، به عنوان مثال منابع ممکن است ماشین‌آلات یک کارگاه، پرستاران یک بیمارستان، باند پرواز در فرودگاه و یا واحد پردازش در محیط رایانه بوده و کارها می‌توانند فعالیت‌های یک کارگاه، شیفت‌های کاری یک بیمارستان، بلند شدن یا فرود آمدن یک هواپیما و یا برنامه رایانه‌ای تعریف شوند. ممکن است کارها دارای سطوح اولویت مختلفی باشند که اولویت زودترین زمان ممکن برای شروع یک کار و یا موعد تحویل آن کار مثال‌هایی از این اولویت‌ها هستند. تابع هدف یک مسأله زمانبندی نیز می‌تواند موارد مختلفی را در برگیرد، به عنوان مثال تابع هدف می‌تواند به صورت کمینه کردن زمان اتمام آخرین کار (دامنه عملیات)^۴ و یا حداقل کردن تعداد کارهایی که دارای تاخیر بعد از موعد تحویل باشند، در نظر گرفته شود [۱].

مسائل زمانبندی نقش بسیار مهمی در بسیاری از سیستم‌های تولیدی و خدماتی و همچنین در اکثر محیط‌های پردازش اطلاعات ایفا می‌کنند. این مسائل به علت اهمیت بسیار زیاد از مهمترین مسائل بهینه‌سازی ترکیباتی^۵ محسوب می‌شوند. از جمله مشکلاتی که در مواجهه با این مسائل وجود دارد این است که در عمل نمی‌توان از یک مدل توصیفی مشترک برای تعریف تعداد زیادی از مسائل زمانبندی استفاده کرد. مشکلاتی از این قبیل باعث می‌شوند که تعریف یک چهارچوب مشترک برای این مسائل و یافتن الگوریتم‌هایی برای حل طیف وسیعی از آنها بسیار دشوار شود. در حقیقت، اگر

-
- 1 . Scheduling
 - 2 . Resources
 - 3 . Task
 - 4 . Makespan
 - 5 . Combinatorial optimization

یک مسأله با تغییری کوچک به مسأله دیگری تبدیل شود الگوریتمی که برای مسأله اول کارا است ممکن است برای مسأله دوم این گونه نباشد.

زمانبندی به عنوان یک ابزار مهم در تولید و مهندسی، تاثیر بسیار مهمی روی میزان بهره‌وری یک فرآیند دارد. هدف از زمانبندی در تولید، کاهش هزینه‌ها و زمان تولید، تخصیص کارای تجهیزات تولیدی به پرسنل و همچنین بیشینه‌سازی کارایی عملیات است. از مزایای زمانبندی تولید می‌توان به کاهش تغییرپذیری فرآیند، سطح‌بندی و کاهش موجودی، افزایش کارایی تولید و همچنین سطح‌بندی نیروی کار اشاره کرد.

۱-۲- مسأله زمانبندی کارگاه گروهی

سیستم‌های تولیدی به دو نوع کلی یک مرحله‌ای^۱ و چند مرحله‌ای^۲ تقسیم می‌شوند. در سیستم‌های تولیدی یک‌مرحله‌ای، هر کار از یک عملیات تشکیل می‌شود اما در سیستم‌های تولید چندمرحله‌ای، هر کار از چندین عملیات تشکیل شده است. از جمله سیستم‌های تولید چندمرحله‌ای می‌توان به سیستم‌های تولیدی کارگاهی اشاره کرد. مسائل زمانبندی کارگاهی^۳ به انواع مختلفی تقسیم‌بندی می‌شوند. مسائل زمانبندی جریان‌کاری^۴، تولید کارگاهی^۵، کارگاه باز^۶ و کارگاه گروهی^۷ از جمله شناخته‌شده‌ترین مسائل این گروه به حساب می‌آیند. در مسأله زمانبندی جریان‌کاری، ترتیب پردازش عملیات تمامی کارها یکسان است، درحالی که در مسایل زمانبندی تولیدکارگاهی و کارگاه باز، عملیات کارهای متفاوت می‌توانند ترتیب‌های مختلفی نسبت به یکدیگر داشته باشند. در مسأله زمانبندی تولیدکارگاهی ترتیب پردازش عملیات مشخص است، اما در مسأله زمانبندی کارگاه باز هیچ محدودیتی در توالی عملیات وجود ندارد.

-
- 1 . Single-stage production systems
 - 2 . Multi-stage production systems
 - 3 . Shop scheduling problem
 - 4 . Flow shop
 - 5 . Job shop
 - 6 . Open shop
 - 7 . Group shop scheduling problem

مسأله زمانبندی کارگاه گروهی که به طور گسترده‌ای در محیط‌های صنعتی دیده می‌شود یک مدل عمومی بوده و در بر گیرنده‌ی مسائل زمانبندی تولیدکارگاهی و کارگاه باز است. در مسأله زمانبندی کارگاه گروهی، عملیات هر کار بر اساس محدودیت‌های تکنولوژیکی^۱ به گروه‌های مختلفی تقسیم‌بندی می‌شوند، طوری که عملیاتی که در یک گروه قرار دارند هیچ‌گونه محدودیتی در توالی ندارند، ولی عملیات متعلق به دو گروه مختلف دارای روابط پیشنیازی هستند. اگر هر یک از عملیات هر یک از کارها در یک گروه قرار بگیرد، مسأله زمانبندی کارگاه گروهی با مسأله زمانبندی تولید کارگاهی برابر خواهد بود، اما چنانچه تمامی عملیات هر یک از کارها در یک گروه قرار بگیرند، این مسأله تبدیل به یک مسأله زمانبندی کارگاه باز خواهد شد.

نظریه پیچیدگی^۲ تجزیه و تحلیل بدترین حالت ممکن برای به دست آوردن جواب در یک مسأله ترکیباتی است. از دیدگاه بررسی پیچیدگی، لنسترا^۳ و همکاران [۲]، NP-Hard بودن مسأله تولید کارگاهی را اثبات کرده‌اند. آنها نشان دادند که تنها حالت‌های خاصی از این مسأله به صورت کارا قابل حل هستند. گونزالس^۴ و سهنی^۵ [۳] نیز این موضوع را برای مسأله زمانبندی کارگاه باز اثبات کرده‌اند. از آن جایی که این دو مسأله حالات خاصی از مسأله زمانبندی کارگاه گروهی هستند می‌توان به این نتیجه رسید که مسأله کارگاه گروهی نیز NP-hard است.

در مسأله زمانبندی کارگاه گروهی مورد نظر در این مطالعه، مفروضات زیر برقرار است. تعدادی کار باید روی تعدادی ماشین پردازش شوند. هر ماشینی همزمان می‌تواند فقط یک کار را مورد پردازش قرار دهد. هر کاری همزمان فقط روی یک ماشین می‌تواند پردازش شود. در این مسأله چرخش^۶ وجود ندارد یعنی هر کار حداکثر یکبار به هر ماشین برای پردازش نیاز دارد. ظرفیت انبار بین ماشین‌ها نامحدود است. از هر نوع ماشین فقط یک عدد وجود دارد. وقفه^۷ در انجام عملیات جایز نیست. همه

-
- 1 . Technological constraints
 - 2 . Complexity
 - 3 . Lenstra
 - 4 . Gonzalez
 - 5 . Sahni
 - 6 . Recirculation
 - 7 . Preemption

ماشین‌ها در زمان صفر قابل دسترسی و در طول فرآیند همواره در دسترس هستند. در این تحقیق زمان ورود^۱ کارها به سیستم قطعی در نظر گرفته شده و می‌توانند مختلف باشند. زمان‌های پردازش کارها نیز قطعی هستند. زمان‌های حمل و نقل^۲ قابل چشم‌پوشی نبوده و در مدل لحاظ می‌شوند. تعداد وسایل حمل‌کننده^۳ نامحدود بوده و همواره در دسترس هستند به عبارت دیگر کار پردازش شده شده منتظر وسیله نقلیه نمی‌ماند. زمان‌های آماده‌سازی^۴ نیز وابسته به توالی است. در این مدل همپوشانی^۵ بین زمان‌های حمل و نقل و زمان‌های آماده‌سازی در نظر گرفته می‌شود به این معنی که در حین حمل و نقل کار، آماده‌سازی ماشین به منظور پردازش آن کار می‌تواند انجام شود یا به عبارت دیگر هنگام آماده‌سازی ماشین لازم نیست که کار موردنظر حتماً روی ماشین باشد (به این نوع از زمان‌های آماده‌سازی، زمان‌های آماده‌سازی جدایی‌پذیر^۶ گفته می‌شود). به منظور افزایش بهره‌وری در سیستم و استفاده مطلوب از منابع، معیار زمان تکمیل کلیه کارها مورد بررسی قرار می‌گیرد. توالی عملیات در گروه‌ها و ماشین‌ها از قبل مشخص نیست و در حین حل مسأله این توالی شکل می‌گیرد. لازم به ذکر است که یک جواب شدنی^۷ برای مسأله مورد بررسی، جوابی است که در آن زمان آغاز پردازش هر عمل به گونه‌ای تعیین شده است که همراه با در نظر گرفتن مفروضات، همپوشانی^۸ در پردازش عملیات وجود ندارد و همه محدودیت‌های تکنولوژیکی در نظر گرفته شده، برآورده شده‌اند.

۱-۳- ضرورت تحقیق

علیرغم نقشی که مسأله زمانبندی در اکثر سیستم‌های تولیدی ایفا می‌کند اغلب از فرضیات ساده‌کننده‌ای در تعریف مسأله و حل آن استفاده می‌شود که منجر به جواب‌هایی متفاوت از دنیای واقعی شده و استفاده عملی از نتایج به دست آمده را با مشکل مواجه می‌کند. به عنوان مثال، می‌توان

-
- 1 . Release date
 - 2 . Transportation time
 - 3 . Transporter
 - 4 . Setup time
 - 5 . Overlapping
 - 6 . Anticipatory
 - 7 . Feasible solution
 - 8 . Overlapping

به نادیده گرفتن زمان‌های حمل و نقل بین ماشین‌ها و یا در نظر گرفتن زمان‌های آماده‌سازی به صورت مستقل از توالی اشاره نمود. در اکثر تحقیقاتی که تاکنون بر روی مسأله زمانبندی کارگاه گروهی انجام شده، از زمان‌های حمل و نقل چشم‌پوشی شده است. همچنین زمان‌های آماده‌سازی، مستقل از توالی تعریف شده و لذا این زمان‌ها را به عنوان بخشی از زمان‌های پردازش کارها در نظر گرفته‌اند. از سوی دیگر در رابطه با توجه همزمان به زمان‌های آماده‌سازی وابسته به توالی و زمان‌های حمل و نقل و نیز همپوشانی آنها حتی در سایر مسائل زمانبندی (تولید کارگاهی و کارگاه باز) نیز تحقیقات بسیار اندکی انجام شده است.

در این تحقیق سعی بر آن است که با در نظر گرفتن زمان‌های حمل و نقل و زمان‌های آماده‌سازی وابسته به توالی در مسأله زمانبندی کارگاه گروهی و همچنین با در نظر گرفتن همپوشانی بین این زمان‌ها مسأله به دنیای واقعی نزدیک‌تر شود و قابلیت اتکا به جواب‌های به دست آمده در مسائل عملی افزایش یابد.

۱-۴- اهداف تحقیق

در این تحقیق، دو هدف اصلی زیر مدنظر قرار گرفته‌اند:

- ارائه مدل ریاضی جهت زمانبندی کارگاه گروهی با زمان‌های آماده‌سازی وابسته به توالی جدایی‌پذیر و زمان‌های حمل و نقل جهت بالا بردن کارایی زمانبندی تولید.
- حل مدل ارائه شده با استفاده از الگوریتم‌های فراابتکاری.

۱-۵- مراحل انجام تحقیق

در این بخش، مراحل انجام شده به منظور بررسی مسأله زمانبندی کارگاه گروهی با زمان‌های آماده‌سازی و حمل و نقل شرح داده می‌شود. اولین مرحله در تدوین این پایان‌نامه، شناسایی و بررسی مراجع مرتبط با زمانبندی کارگاه گروهی و پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه زمانبندی با زمان‌های