

صلى الله عليه وسلم



دانشگاه کردستان
دانشکده مهندسی
گروه صنایع

عنوان :

مسأله زمانبندی دسته‌ای در محیط جریان کارگاهی با دو ماشین و کارهای
ناسازگار

پژوهشگر:

مصطفی ملکی

استاد راهنما:

دکتر جمال ارکات

استاد مشاور:

دکتر فریدین احمدی‌زر

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی صنایع گرایش صنایع

مهر ماه ۱۳۹۱

کلیه حقوق مادی و معنوی مترتب بر نتایج مطالعات،

ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع

این پایان‌نامه متعلق به دانشگاه کردستان است.

تعهد نامه

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

با تقدیم احترام

مصطفی ملکی

۱۳۹۱/۷/۱۹

تقدیم به

بهترین و اثرگانی که در این عالم هستی یافتیم و

وجودم برایشان سراسر مملو بود از زحمت و زحمت و زحمت

پدر و مادر عزیزم

تقدیر و تشکر

در این دوره از مقطع زندگانی با انسانی بزرگوار آشنا شدم که برای من، هم معلم اخلاق بود و هم معلم شیوه زندگی. معلمی نستوه و وارسته که با تلاشی وصف نشدنی سعی نمود دانشجویان را در مسیر یادگیری قرار دهد. از این رو کمال تقدیر و تشکر را از این استاد بزرگوار دارم، هر چند اینها، واژگان کوچکی در برابر زحمات بی‌شائبه ایشان است.

همین طور جا دارد از زحمات تمامی دوستانم که در این مدت بنده را همراهی نمودند تا با آسودگی

این تحقیق را به پایان رسانم کمال تشکر را داشته باشم. به امید موفقیت روزافزون برای این عزیزان.

چکیده

تعیین برنامه زمانبندی و توالی عملیات در مسائل برنامه‌ریزی تولید به عنوان یکی از عوامل کلیدی موفقیت در هر سازمان تولیدی نقش مهم و موثری دارد، زیرا زمانبندی تولید باعث جلوگیری از انباشت سرمایه، تقلیل ضایعات، کاهش و یا حذف بیکاری ماشین‌آلات و تلاش برای استفاده بهتر از آنها، پاسخگویی به موقع به سفارش‌های مشتریان و تامین مواد اولیه و قطعات مورد نیاز در موقع مناسب می‌شود. مسائل زمانبندی تولید بسیار متنوع هستند. هدف زمانبندی تولید تخصیص منابع محدود در طول زمان برای انجام گروهی از فعالیت‌ها است. داشتن یک برنامه زمانبندی تولید مناسب، تاثیر زیادی بر افزایش کارایی و دسترسی به اهداف سازمان دارد. مدل زمانبندی تولید در هر یک از سازمان‌های تولیدی با توجه به اهداف و اولویت‌های دسترسی به هر یک از آنها متفاوت است. بنابراین برای تعیین مدل زمانبندی مناسب در سازمان ابتدا باید اهداف، اولویت و محدودیت منابع مورد بررسی قرار گیرد.

در این تحقیق، مسأله زمانبندی در محیط جریان کارگاهی با دو ماشین پردازشگر دسته‌ای مورد مطالعه قرار گرفته است. در ارتباط با مسائل زمانبندی، نسل جدیدی از پردازش کارها به صورت پردازش همزمان دسته‌ای در محیط‌های صنعتی معرفی شده است که موجب کاهش در زمان‌های آماده‌سازی، هزینه‌های حمل و تسریع در عملیات پردازش نسبت به پردازش تکی کارها می‌گردد. در این نوع پردازش با توجه به محدودیتی که برای اندازه هر دسته جهت پردازش وجود دارد تعداد محدودی کار تا جایی که از ظرفیت دسته تجاوز نکنند در دسته قرار گرفته و بر روی ماشین پردازشگر دسته‌ای پردازش می‌شوند.

در این پایان‌نامه، مدل ریاضی جدید با محدودیت‌های ناسازگاری کارها و اندازه ظرفیت دسته، با هدف کاهش هزینه حداکثر زمان تکمیل کارها در مسأله زمانبندی جریان کارگاهی با ماشین‌های پردازشگر دسته‌ای ارائه گردیده است. از آن جایی که مدل پیشنهادی ناچندجمله‌ای سخت (NP hard) است، روش حلی بر مبنای الگوریتم کلونی مورچگان و آنلینگ شبیه‌سازی شده، توسعه داده شده است. جهت ارزیابی عملکرد الگوریتم پیشنهادی، مسائل نمونه به صورت تصادفی ایجاد شده و راه‌حل‌های به دست آمده از الگوریتم‌های پیشنهادی با مقدار حد پایین به دست آمده مقایسه گردیده است.

واژگان کلیدی: زمانبندی، حداکثر زمان تکمیل، جریان کارگاهی، پردازش دسته‌ای، ناسازگاری کارها.

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات تحقیق.....	۱
۱-۱- مقدمه.....	۲
۲-۱- بیان مسأله و کلیات تحقیق.....	۳
۳-۱- ضرورت تحقیق.....	۴
۴-۱- فرضیه‌های تحقیق.....	۵
۵-۱- اهداف تحقیق.....	۶
۶-۱- مراحل انجام تحقیق.....	۶
فصل دوم: مرور پژوهش‌های پیشین ماشین‌های پردازشگر دسته‌ای.....	۲
۱-۲- مقدمه.....	۸
۲-۲- دسته‌بندی پژوهش‌های پیشین.....	۸
۱-۲-۲- محیط تک ماشین.....	۸
۲-۲-۲- محیط جریان کارگاهی.....	۱۶
۳-۲-۲- محیط ماشین‌های موازی.....	۱۹
۴-۲-۲- محیط‌های ترکیبی.....	۲۳
۳-۲- جمع‌بندی.....	۲۷
فصل سوم: ارائه مدل ریاضی خطی و حد پایین.....	۸
۱-۳- مقدمه.....	۲۸
۲-۳- تعریف مسأله.....	۲۹
۳-۳- مفروضات مسأله.....	۲۹
۴-۳- مدل ریاضی پیشنهادی.....	۳۰
۵-۳- محاسبه حد پایین.....	۳۲
۶-۳- روش ابتکاری.....	۳۶
۷-۳- تحلیل نتایج اجرای مدل.....	۳۸
۱-۷-۳- مثال عددی.....	۳۸
۲-۷-۳- نتایج محاسباتی حل مدل.....	۳۹
۸-۳- جمع‌بندی.....	۴۶

فصل چهارم: الگوریتم حل پیشنهادی و نتایج محاسباتی ۴۷

۴۸-۱-۴ مقدمه ۴۸

۴۸-۲-۴ الگوریتم کلونی مورچگان ۴۸

۵۰-۳-۴ الگوریتم کلونی مورچگان پیشنهادی ۵۰

۵۲-۱-۳-۴ نحوه ساختن راه حل توسط مورچه ۵۲

۵۳-۲-۳-۴ نحوه نمایش راه حل الگوریتم ۵۳

۵۴-۳-۳-۴ ساختار الگوریتم کلونی مورچگان پیشنهادی ۵۴

۵۵-۳-۳-۴ به هنگام سازی ماتریس فرمون ۵۵

۵۸-۴-۳-۴ قانون انتقال ۵۸

۶۰-۵-۳-۴ به دست آوردن مقدار تابع هدف ۶۰

۶۰-۶-۳-۴ جستجوی همسایگی ۶۰

۶۱-۱-۶-۳-۴ جستجوی همسایگی دو نقطه ای ۶۱

۶۳-۲-۶-۳-۴ جستجوی همسایگی چند نقطه ای ۶۳

۶۳-۴-۴ الگوریتم آنلینگ شبیه سازی شده ۶۳

۶۶-۱-۴-۴ جستجوی همسایگی الگوریتم آنلینگ شبیه سازی شده ۶۶

۶۷-۵-۴ شبکه عصبی مصنوعی ۶۷

۶۹-۵-۴ طراحی آزمایش ۶۹

۷۰-۶-۴ نتایج اجرای الگوریتم حل ۷۰

۷۴-۷-۳ جمع بندی ۷۴

فصل پنجم: جمع بندی و پیشنهادهای آتی ۴۸

۷۶-۱-۵ مقدمه ۷۶

۷۷-۲-۵ پیشنهادهای پژوهش های آتی ۷۷

پیوست ها و مراجع ۷۵

مراجع ۷۹

فهرست جدول‌ها

جدول ۳-۱- اطلاعات کارها برای به دست آوردن حد پایین	۳۴
جدول ۳-۲- ترتیب دسته‌ها برای به دست آوردن زمان تکمیل روش ابتکاری	۳۷
جدول ۳-۳- پارامترهای طراحی آزمایش برای مدل ارائه شده	۳۹
جدول ۳-۴- میانگین نتایج حاصل از اجرای مدل	۳۹
جدول ۴-۱- زمان پردازش دسته‌ها شکل ۴-۲ (الف)	۵۱
جدول ۴-۲- زمان پردازش دسته‌ها شکل ۴-۲ (ب)	۵۱
جدول ۴-۳- مقادیر احتمالات قانون انتقال	۵۹
جدول ۴-۴- بردار تجمعی احتمالات قانون انتقال	۵۹
جدول ۴-۵- تنظیم پارامترهای الگوریتم مورچگان	۶۹
جدول ۴-۶- تنظیم پارامترهای الگوریتم آنلینگ شبیه‌سازی شده دو فازی با کلونی مورچگان	۶۹
جدول ۴-۷- تنظیم پارامترهای الگوریتم آنلینگ شبیه‌سازی شده	۷۰
جدول ۴-۸- مشخصات پارامترها برای طراحی آزمایش‌ها	۷۰
جدول ۴-۹- میانگین نتایج حاصل از اجرای الگوریتم فراابتکاری	۷۱

فهرست شکل‌ها

- شکل ۳-۱- نحوه تشکیل و ترتیب دسته‌ها برای عملیات پردازش ۲۹
- شکل ۳-۲- نحوه دسته‌بندی کارها برای به دست آوردن حد پایین ۳۴
- شکل ۳-۳- نحوه دسته‌بندی کارها برای به دست آوردن حد پایین ۳۴
- شکل ۳-۴- گانت چارت مربوط به برنامه زمانبندی روش ابتکاری ۳۷
- شکل ۳-۵- درصد حل بهینه نمونه‌ها نسبت به تغییرات تعداد کارها توسط مدل ۴۰
- شکل ۳-۶- درصد حل بهینه نمونه‌ها نسبت به تغییرات تعداد نوع کارها توسط مدل ۴۱
- شکل ۳-۷- میانگین زمان حل نسبت به تغییرات تعداد کارها ۴۱
- شکل ۳-۸- میانگین زمان حل نسبت به تغییرات تعداد نوع کارها ۴۲
- شکل ۳-۹- میانگین اختلاف راه‌حل مدل با حد پایین و روش ابتکاری نسبت به تغییرات کارها وقتی مدل به راه‌حل بهینه نرسیده است. ۴۳
- شکل ۳-۱۰- میانگین اختلاف حل دقیق با حد پایین و روش ابتکاری نسبت به تغییرات تعداد نوع کارها وقتی به راه‌حل بهینه نرسیده است. ۴۳
- شکل ۳-۱۱- میانگین اختلاف حل دقیق با حد پایین و روش ابتکاری نسبت به تغییرات تعداد کارها وقتی به راه‌حل بهینه رسیده است. ۴۵
- شکل ۳-۱۲- میانگین اختلاف حل دقیق با حد پایین و روش ابتکاری نسبت به تغییرات تعداد نوع کارها وقتی به راه‌حل بهینه رسیده است. ۴۵
- شکل ۴-۱- چگونگی انتخاب مسیر مورچه‌ها به وسیله فرومون ۴۹
- شکل ۴-۲ (الف) گانت چارت برنامه زمانبندی جدول ۴-۱ ۵۱
- شکل ۴-۲ (ب) گانت چارت برنامه زمانبندی جدول ۴-۲ ۵۲
- شکل ۴-۳- نحوه تشکیل راه‌حل توسط مورچه ۵۳
- شکل ۴-۴- نحوه نمایش راه‌حل الگوریتم ۵۳

- شکل ۴-۵- ماتریس اولیه فرمون‌ها..... ۵۶
- شکل ۴-۶- روند جابه‌جایی اشتباه در همسایگی دونقطه‌ای..... ۶۲
- شکل ۴-۷- آموزش توسط شبکه عصبی..... ۶۸
- شکل ۴-۸- مراحل آموزش، اعتبارسنجی و تست کردن نتایج در یکی از تکرارهای شبکه عصبی..... ۶۹
- شکل ۴-۹- مقایسه نتایج به دست آمده از الگوریتم‌های حل و تخمین شبکه عصبی..... ۷۲
- شکل ۴-۱۰- میانگین درصد اختلاف راه‌حل الگوریتم‌ها با حد پایین نسبت به تغییرات تعداد کارها... ۷۲
- شکل ۴-۱۱- میانگین درصد اختلاف راه‌حل الگوریتم‌ها با حد پایین نسبت به تغییرات تعداد نوع کارها
..... ۷۳
- شکل ۴-۱۲- میانگین زمان اجرای الگوریتم‌ها نسبت به تغییرات تعداد کارها و تعداد نوع کارها..... ۷۳

فصل اول

کلیات تحقیق

۱-۱- مقدمه

برنامه‌ریزی تولید یکی از فعالیت‌های مهم در شرکت‌های تولیدی و خدماتی است که به نحوه استفاده بهینه از منابع در دسترس می‌پردازد. در سامانه‌های تولیدی و خدماتی جدید، زمانبندی به عنوان یکی از مراحل برنامه‌ریزی، نقش مهمی را ایفا می‌کند. زمانبندی یک فرایند تصمیم‌گیری است که در این سیستم‌ها جهت تخصیص فعالیت‌ها به منابع صورت می‌گیرد. نقش و اهمیت زمانبندی از آنجا قابل بحث است که به دلیل محدودیت در استفاده از منابع و رقابت شدیدی که در فضای تولیدی و خدماتی امروزی وجود دارد، نیاز به برنامه‌ریزی در سطوح مختلف سیاست‌های شرکت‌ها احساس می‌شود. به نحوی که این سیاست‌ها مستقل از یکدیگر نبوده و اتخاذ هر تصمیمی در سطوح بالاتر بر نحوه تصمیم‌گیری در سطوح پایین‌تر تاثیرگذار خواهد بود. این سطوح به ترتیب شامل اتخاذ تصمیم‌های استراتژیک و بلندمدت در سطوح بالاتر و تصمیم‌گیری‌های کوتاه‌مدت در مورد تخصیص فعالیت‌ها به منابع در سطوح پایین‌تر می‌باشد که این امر نیازمند سیستم قوی و یکپارچه جریان اطلاعات در این سیستم‌ها می‌باشد. در این تحقیق هدف از زمانبندی، تصمیم‌گیری‌های کوتاه‌مدت در مورد تخصیص فعالیت‌ها به منابع در سیستم‌های تولیدی می‌باشد.

در یک محیط تولیدی مسأله زمانبندی به مفهوم تخصیص کارها به ماشین‌ها است به نحوی که توابع هدف از پیش در نظر گرفته شده‌ای، بهینه گردند. در یک تقسیم‌بندی کلی می‌توان مسائل زمانبندی را به سه دسته کلی شامل مسائل قطعی^۱، احتمالی^۲ و آنلاین^۳ تقسیم نمود. در حالت قطعی، کلیه اطلاعات مسأله، قبل از آن که تصمیم‌گیرنده برنامه زمانبندی را تعیین کند کاملاً مشخص و ثابت است. این اطلاعات شامل تعداد کارها، زمان پردازش کارها، موعد تحویل کارها، وزن‌های مربوط به اهداف، زمان در دسترس بودن کارها، زمان‌های آماده‌سازی و غیره می‌باشد. در زمانبندی احتمالی، اگرچه اطلاعات مسأله قبل از تعیین نمودن برنامه زمانبندی مشخص است اما مقدار دقیق آنها معلوم نیست. در این حالت اگر اطلاعاتی موجود باشد می‌توان از آنها برای تخمین مقادیر پارامترها استفاده نمود و در غیر این

¹ Deterministic

² Stochastic

³ Online

صورت، باید از نظرات خبرگان بهره گرفت. در زمانبندی آنلاین، تصمیم گیرنده اطلاعاتی از تعداد و زمان پردازش کارها در اختیار ندارد. در این نوع از زمانبندی، این امکان وجود دارد که پس از اجرای زمانبندی توسط تصمیم گیرنده، کارهای دیگری نیز به لیست کارها اضافه شوند. همچنین زمان پردازش یک کار هنگامی معلوم می شود که پردازش آن کار بر روی ماشین موردنظر به پایان برسد.

در جهان امروزی که رقابت در تمامی زمینه ها بسیار شدیدتر و نزدیک تر شده است، در امر تولید نیز تولیدکنندگان سعی بر آن دارند تا با کمترین هزینه، بیشترین سود و سهم بازار را کسب کنند. در این راستا علم زمانبندی بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته تا با صرفه جویی در منابع و زمان در دسترس، تولیدکنندگان را به سوی اهدافشان سوق دهد. یکی از استراتژی هایی که در دهه اخیر در سیستم های تولیدی بیشتر مورد توجه قرار گرفته، استفاده از ماشین های پردازشگر دسته ای است. این ماشین ها که قابلیت پردازش همزمان بیش از یک کار را دارند، موجب صرفه جویی در زمان تولید، زمان آماده سازی، هزینه حمل و نقل و هزینه نیروی انسانی نسبت به ماشین های پردازشگر تکی شده اند. این ماشین ها در صنایع مختلف مانند صنایع الکترونیک و نیمه رسانا، صنایع شیمیایی، صنعت رنگ و صنایع چاپ کاربرد دارند [۱].

۱-۲- بیان مسأله و کلیات تحقیق

جریان کارگاهی یکی از سیستم های تولیدی در کارگاه ها و کارخانه های تولیدی می باشد که در آن، ترتیب مشخصی از عملیات پردازش بر روی هر کار صورت می گیرد. این ترتیب عملیات معمولاً برای تمامی کارها یکسان است و ماشین ها نیز به همان ترتیب چیده می شوند.

در اغلب صنایع تولیدی بزرگ مانند خودروسازی و صنایع مونتاژ، عملیات پردازش قطعات و تکمیل کارها به صورت خطی و مرحله ای انجام می گیرد. بنابراین، مسائل زمانبندی جریان کارگاهی، طیف گسترده ای از مدل های تولیدی و مونتاژ را پوشش می دهد. در هر صنعتی، مهم ترین هدف تولیدکننده حداقل کردن هزینه ها است. این هزینه ها می تواند هزینه های مرتبط با مشتری باشد مانند هزینه دیرکرد، یا می تواند هزینه مربوط به تولیدکننده باشد مانند هزینه زودکرد، هزینه زمان تولید و غیره. این مسأله با معیار

کمینه کردن بیشترین زمان تکمیل کارها سعی بر آن دارد تا بیشترین استفاده را از منابع محدود به عمل آورد.

با توجه به توسعه پردازش دسته‌ای در مطالعات اخیر و کاربرد فراوان در صنعت، جریان کارگاهی مورد مطالعه دارای ویژگی پردازش دسته‌ای است بدین معنی که انواع متفاوتی از کارها برای پردازش بر روی ماشین‌ها وجود دارند. برای هر دسته، یک ظرفیت عددی تعریف می‌گردد که برابر با ظرفیت ماشین‌ها است. هر کار دارای اندازه متفاوتی است و مجموع کل کارهای تخصیص داده شده به یک دسته خاص نباید از مقدار ظرفیت ماشین‌ها بیشتر گردد. هر کار دارای زمان پردازش دلخواه است و بزرگترین زمان پردازش میان کارهای هر دسته، زمان پردازش دسته را مشخص می‌کند.

مسئله مورد مطالعه شامل دو مرحله است. در مرحله اول، کارهای موجود به گروه‌های مختلف دسته‌بندی می‌شوند. هر دسته با توجه به اینکه مستقیماً بر روی ماشین پردازش می‌شود، دارای ظرفیتی برابر با اندازه ظرفیت ماشین است. در مرحله دوم، دسته‌های ساخته شده به ترتیب و قاعده‌ای مرتب می‌شوند تا تابع هدف مورد نظر بهینه گردد. برای حل این مساله، روش‌های فراابتکاری کلونی مورچگان^۱ و آنلینگ شبیه‌سازی شده^۲ طراحی گردیده است. نحوه شکل گرفتن دسته‌ها با توجه به داده‌های مربوط به کارهای موجود و تعیین توالی ورود دسته‌ها بر روی ماشین‌ها به منظور بهبود مقیاس عملکرد یا تابع هدف از اهمیت بالایی برخوردار است.

۱-۳- ضرورت تحقیق

استفاده بهینه از منابع تولید و تخصیص مناسب آنها به نیازهای تولید موجب بالا رفتن ظرفیت تولید و کاهش هزینه‌ها می‌شود. آگاهی لحظه به لحظه از منابع انسانی، اقتصادی و مواد اولیه، اطلاع از وضعیت تجهیزات و ماشین‌آلات و غیره به مدیران کمک می‌کند تا برای بهینه‌سازی خطوط تولید خود به صورت دقیق و کارآمد برنامه‌ریزی کنند. بر اساس فلسفه تولید به موقع، روشهای کنترل هزینه به تنهایی قدرت از

¹ Ant colony optimization

² Simulated annealing

بین بردن فاصله رقابت میان کمپانی‌های تولیدکننده‌ای که روش‌های سنتی را به کار می‌برند و تولیدکننده‌هایی که روش‌های انقلابی را در پیش گرفته‌اند، ندارد. برای بسیاری از شرکت‌ها استفاده از سیستم تولید دسته‌ای به منظور افزایش بهره‌وری استفاده از منابع در دسترس و حداقل زمان پیش‌برد ضروری است. این شرکت‌ها می‌توانند با به کار بردن فلسفه به موقع تکنیک‌های مدیریت تولید، سیستم تولید فعلی خود را ساده و موثر نمایند.

ضرورت برنامه‌ریزی بر کسی پوشیده نیست و به طور خاص موضوع برنامه‌ریزی در فرایند تولید دارای مزایایی است که در صورت عدم وجود، سازمان‌های تولیدی را از مسیر سالم رشد و ادامه حیات در محیط رقابتی منحرف می‌سازد.

ویژگی اصلی این مطالعه که آن را با سایر مطالعات صورت گرفته در محیط جریان کارگاهی با ماشین‌های پردازشگر دسته‌ای متمایز می‌کند، در نظر گرفتن ناسازگاری کارها است. فرض ناسازگاری کارها، فرضی طبیعی در شرایط دنیای واقعی است. بر اساس این فرض، در یک محیط تولیدی ممکن است محصولات با ویژگی‌های متفاوت تولید شوند. در محیط پردازش دسته‌ای مورد مطالعه در این تحقیق، کارهایی می‌توانند در یک گروه قرار بگیرند که از لحاظ ویژگی‌هایشان مشابه یکدیگر باشند.

۱-۴- فرضیه‌های تحقیق

- مجموعه‌ای از f خانواده متفاوت از کارها وجود دارد.
- دو ماشین پردازشگر دسته‌ای در خط تولید برای پردازش کارها قرار گرفته‌اند.
- زمان پردازش کارها، مشخص بوده و می‌توانند متفاوت باشند.
- زمان پردازش هر دسته برابر با زمان پردازش کاری است که بیشترین زمان پردازش را در آن دسته دارد.
- هزینه حمل و نقل و زمان آماده‌سازی دسته‌های مختلف ناچیز است و صفر در نظر گرفته می‌شوند.
- فرض می‌شود هیچ کاری وجود نداشته باشد که اندازه آن به تنهایی از ظرفیت ماشین‌ها بیشتر باشد.

- زمانی که پردازش دسته شروع می‌شود، کارها نمی‌توانند از دسته حذف و یا به آن اضافه شوند.
- ماشین‌ها دارای ظرفیت پردازش مشخص و یکسانی هستند.

۱-۵- اهداف تحقیق

- توسعه مدل برنامه‌ریزی ریاضی برای مسأله زمانبندی در محیط جریان کارگاهی با دو ماشین پردازشگر دسته‌ای با محدودیت ظرفیت پردازش کارها و کارهای ناسازگار.
- ارائه روش (روش‌های) دقیق یا ابتکاری و یا فراابتکاری برای حل مدل ارائه شده.
- ارزیابی نتایج حاصل و بررسی کارایی روش‌های حل ارائه شده و یافتن زمینه‌های تحقیقاتی جدید.

۱-۶- مراحل انجام تحقیق

اولین مرحله در تدوین رساله حاضر، شناسایی و بررسی منابع و مراجع مرتبط با زمانبندی پردازش دسته‌ای است. در فصل دوم به مرور پژوهش‌های مسائل زمانبندی ماشین‌های پردازشگر دسته‌ای و بررسی آن‌ها پرداخته شده است. سپس در فصل سوم مدل پیشنهادی ارائه شده است. در فصل چهارم به روش‌های حل و توسعه الگوریتم‌های فراابتکاری برای حل مدل پرداخته شده است. در نهایت در فصل پنجم، نتیجه‌گیری و پیشنهادات پژوهش‌های آتی ارائه شده است.

فصل دوم

مرور پژوهش‌های پیشین ماشین‌های پردازشگر دسته‌ای

۲-۱- مقدمه

مسائل ماشین‌های پردازشگر دسته‌ای را می‌توان در کلی‌ترین حالت در دو طبقه پردازش دسته‌ها با زمان متغیر و زمان ثابت طبقه‌بندی نمود و یا می‌توان بر حسب نوع دسته‌بندی کارها، چنین مسائلی را طبقه‌بندی نمود. به عنوان مثال دسته‌بندی کارهای مشابه و از یک خانواده با دسته‌بندی بر حسب زمان آماده‌سازی کارها و غیره. همچنین می‌توان پژوهش‌های موجود را بر حسب مقیاس‌های عملکرد بررسی شده و یا اندازه دسته محدود و نامحدود طبقه‌بندی نمود. اما از آنجایی که در همه محیط‌های زمانبندی می‌توان به جای ماشین‌های پردازشگر تکی، ماشین‌های پردازشگر دسته‌ای به کار برد، لذا بهترین طبقه‌بندی‌ای که می‌توان برای محیط‌های زمانبندی با ماشین‌های پردازشگر دسته‌ای در نظر گرفت، طبقه‌بندی بر اساس محیط‌های زمانبندی است. در ادامه به مرور مقالات و پژوهش‌های موجود می‌پردازیم.

۲-۲- دسته‌بندی پژوهش‌های پیشین

در این فصل پژوهش‌های ماشین‌های پردازشگر دسته‌ای به چهار دسته محیط تک ماشین، محیط جریان کارگاهی، محیط ماشین‌های موازی و محیط‌های ترکیبی تقسیم شده و در هر بخش، پژوهش‌های موجود بررسی شده است. دسته‌ای در نظر گرفتن کارها برای زمانبندی بر روی ماشین‌ها در دو دهه اخیر توجه زیادی را به خود جلب کرده است. در این بخش بعضی از نتایج به دست آمده در این حوزه مرور می‌شوند.

۲-۲-۱- محیط تک ماشین

هرچند پژوهش‌های انجام شده در مسائل زمانبندی کمتر به ماشین‌های پردازشگر دسته‌ای پرداخته شده، ولی در همین پژوهش‌های محدود، بیشترین پژوهش‌ها در زمینه ماشین‌های پردازشگر دسته‌ای در محیط تک ماشین انجام شده است. در ادامه، مطالعات انجام شده در این محیط معرفی خواهد شد. بروکر و همکاران پیچیدگی یک مسأله زمانبندی با یک ماشین پردازشگر دسته‌ای را هم برای حالتی که اندازه دسته‌ها نامحدود است و هم برای حالتی که اندازه دسته‌ها محدود به تعداد مشخصی کار است،