دانشگاه آزاد اسلامی-واحد تهران جنوب
دانشکده مهندسی صنایع

پایان‌نامه کارشناسی ارشد
مهندسی سیستم های اقتصادی-اجتماعی

توسعه مدل ریاضی چند دوره ای تشکیل سلول با در نظر گرفتن سیستم حمل و نقل در شرایط عدم قطعیت

نگارش
محمدرضا میقانی

استاد راهنما
دکتر وحیدرضا قضاوتی

شهریور ۱۳۹۴

تقدیم به ...

به نام او

دانشگاه آزاد اسلامی-واحد تهران جنوب
دانشکده مهندسی صنایع

پایان‌نامه کارشناسی ارشد

وان: توسعه مدل ریاضی چند دوره ای تشکیل سلول با در نظر گرفتن سیستم حمل و نقل در شرایط عدم قطعیت
ارش: محمدرضا میقانی

کمیته داوران

استاد راهنما: دکتر وحیدرضا قضاوتی امضاء: . . . . . .

ممتحن داخلی: آقای وفا خلیقی امضاء: . . . . . .

ممتحن داخلی: دکتر مهدی امیدعلی امضاء: . . . . . .

داور خارجی: آقای محمود امین‌طوسی امضاء: . . . . . .

داور خارجی: آقای سیدرضی علوی‌زاده امضاء: . . . . . .

تاریخ: . . . . . .

قدردانی

تشکر از استاد راهنما،
و تشکر از آقای وفا خلیقی که با طراحی بسته XePersian کمک بزرگی به حروف‌چینی فارسی کردند،

و تشکر از خداوند.

توسعه مدل ریاضی چند دوره ای تشکیل سلول با در نظر گرفتن سیستم حمل و نقل در شرایط عدم قطعیت

چکیده

این رساله، چکیده مشخصی ندارد.

کلمات کلیدی: کلمه کلیدی اول، کلمه کلیدی دوم، کلمه کلیدی سوم.

فهرست مطالب

۱ **پیشینه پژوهش** ۱

۱.۱ قضیه اساسی تساوی ۵

۲.۱ اثبات قضیه اساسی تساوی ۵

Bibliography ۷

فهرست تصاویر

۱.۱ شکل نمونه‌ای، آرم زیپرشین ۶

پیش‌گفتار

یک رساله خوب، بایستی پیش‌گفتار زیبا و رسایی داشته باشد.

۱ پیشینه پژوهش

سابقه استفاده از مفهوم "انعطاف پذیری در چیدمان کارگاهی" را می توان در پژوهش هایی نظیر آنچه ماثر[۱] (۱۹۴۴) انجام داده است، ملاحظه کرد. صفایی و توکلی مقدم[۲][STM۰۹] یک مدل برنامه ریزی صحیح آمیخته غیرخطی ارایه داده اند که سعی می کند مفاهیم برنامه ریزی تولید و تولید سلولی پویا را با هم ادغام کند. این مدل سعی در کمینه کردن هزینه های ثابت و متغیر ماشین، هزینه جابجایی های درون و بین سلولی، هزینه چیدمان مجدد سلولی که شامل هزینه های مکان یابی مجدد ماشین هاست، و هزینه های برون سپاری که شامل هزینه های مدیریت موجودی، سفارش قبلی و پیمانکاری فرعی می باشد، را در دوره زمانی مختلف دارد. در این مدل فرض بر اینست که از AGV برای جابجایی قطعات بین سلول ها و از ربات برای جابجایی قطعات بین سلول ها استفاده می شود، هر چند تأثیر استفاده از AGV و چگونگی تخصیص عملیات مدیریت مواد بدان، در مدل ارایه شده مورد بررسی قرار نگرفته است. یافته اصلی این پژوهش حاکی از تأثیر قابل ملاحظه برون سپاری بر چیدمان سلولی، که در مکانیابی مجدد/ حذف یا اضافه ماشینها در هر سلول مشهود است، می باشد.

سونگ و هیتومی[۳] (۱۹۹۶) [SH۹۶]، با ارایه یک مدل برنامه ریزی عدد صحیح آمیخته، مدلی برای پاسخ به مسأله ادغام تصمیمات برنامه ریزی تولید و چیدمان سلولی در یک سیستم تولید انعطاف پذیر به دست داده اند. مدل ارائه شده برای دو مسأله زیر جواب تولید می نماید: ۱) تعیین میزان تولید از هر نوع محصول، ۲) زمانبندی (timing) تنظیمات برای چیدمان سلولی در یک افق زمانی متناهی ، با فرض پویا بودن تقاضا. تابع هدف مدل ارائه شده موارد زیر را کمینه می کند: ۱) هزینه های نگهداری موجودی (هزینه های انبارداری)، ۲) هزینه های راه اندازی گروهی، ۳) هزینه های تنظیم چیدمان، ۴) هزینه های مدیریت مواد. برای حل مدل، از الگوریتم بندرز استفاده شده است که دوگان بدست آمده طی فرآیند حل توسط تکنیک های برنامه ریزی با مقیاس بزرگ حل شده است. لازم به ذکر است که مسأله مسیریابی بین سلولها در این پژوهش بررسی نشده است.

لوجندرن و کریم[۴] [LK۰۳]، مدلی غیرخطی ارائه نموده اند که دو موضوع مهم در طراحی سیستم تولید سلولی را مورد بررسی قرار می دهد: ۱) در دسترس بودن مکان های جایگزین برای یک سلول،۲) استفاده از مسیرهای جایگزین برای جابجا نمودن بسته های قطعات بین سلول ها، با توجه به ظرفیت انتقال دهنده ها. تابع هدف مدل ارائه شده، منحصرا روی کمینه کردن زمان خدمت رسانی کل برای پاسخگویی به تقاضاهای تولید در سیستم های

[۱] Muther
[۲] Safaei and Tavakkoli-Moghaddam
[۳] Song and Hitomi
[۴] Logendran and Karim

تولید سلولی تمرکز نموده است. استفاده از مسیرهای جایگزین نیز در این مدل مورد بررسی قرار گرفته است. مدل با استفاده از یک روش ابتکاری مبتنی بر جستجوی ممنوعه حل شده و عملکرد آن با روش های قطعی مقایسه شده است. لازم به ذکر است که مسأله برنامه ریزی تولید در این پژوهش مورد بررسی قرار نگرفته است.

دهنوی آرانی و سعیدی مهرآباد[۵] [Sae۱۴]، یک مدل دو سطحی برای مسأله تشکیل سلول ارائه داده اند که در آن برای جابجایی قطعات بین سلول ها از AGV استفاده می شود. در سطح اول، مسأله پایه ای تشکیل سلول، و در سطح دوم، مسأله مسیریابی AGV ها در سطح کارگاه مورد بررسی قرار گرفته است. در پایان، مدل توسط یک الگوریتم ابتکاری دقیق حل شده و کارایی الگوریتم ارائه شده با حل یک نمونه کوچک بررسی شده است.

مهدوی و دیگران (۲۰۱۰)، یک مدل دو هدفه، که در پی ادغام دو مسأله تخصیص عملیات به ماشین ها و انتخاب تجهیزات مدیریت مواد در یک سیستم تولید انعطاف پذیر است را ارائه داده اند که هزینه های عملیات ماشین، مدیریت مواد و برپایی ماشین را کمینه کرده، بهره وری ماشین را بیشینه می کند. مدل ارائه شده توسط یک الگوریتم ابتکاری تغییر یافته، حل شده است.

سینریش و مئیر[۶] [SM۹۸] یک مدل برنامه ریزی صحیح آمیخته ارائه داده اند که شامل تصمیمات زیر است: ۱) انتخاب نقشه تولید، ۲) تخصیص عملیات به ماشین ها و ۳) تخصیص ابزار به ماشین ها. در این مدل مفروضات زیر جهت عملیاتی تر کردن مدل بکار گرفته شده اند: ۱) داشتن نقشه های تولید جایگزین برای هر قطعه با توجه به این نکته که هر قطعه نیازمندی های ابزار مخصوص به خود را دارد، ۲) تخصیص ابزار به هر ماشین با توجه به یک ماتریس سازگاری ماشین-ابزار که در مدل آمده است، ۳) زمان های پردازش یکتا برای هر ماشین به ازای هر قطعه، و ۴) وابسته کردن طول عمر هر ابزار به نقشه پردازشی که آن را مورد استفاده قرار می دهد و نوع ماشین که ابزار روی آن خشاب گذاری می شود. مدل بدست آمده توسط یک الگوریتم ژنتیک، که عملگر تقاطع آن knowledge-augmented می باشد، حل شده و کارایی آن برای حل مسأله تشکیل سلول نشان داده شده است.

لوجندرن و کو[۷] [LK۹۷]، یک مدل برنامه ریزی عدد صحیح ارائه داده اند که در آن مکانی که سلول ها در آن قرار می گیرند، از پیش ثابت در نظر گرفته نمی شود و انعطاف پذیر است. همچنین تأثیر تعامل انتقال دهنده ها – که از نوع AGV آبشاری (Tandem) میباشند–، نیز در نظر گرفته شده است. در این پژوهش فرض بر اینست که عملیات قطعات، به صورت غیر متوالی روی هر ماشین انجام می گیرد. از آنجایی که مدل حاصل یک مدل NP-Hard می باشد، الگوریتم جستجوی ممنوعه برای حل آن بکار رفته و کارایی آن با حل یک نمونه عددی نشان داده شده است.

لشکری و دیگران (۲۰۰۴)، با ادغام دو زیر مدل تخصیص عملیات و انتخاب سیستم مدیریت مواد در یک مدل، سعی در ارائه یک رویکرد جامع برای حل مسأله تولید سلولی داشته اند، بدین نحو که زیر مدل تخصیص عملیات، عملیات یک مجموعه از قطعات را به گروهی از ماشین ها تخصیص می دهد و اطلاعات بدست آمده را به عنوان ورودی برای زیر مدل انتخاب سیستم مدیریت مواد بکار می برد، و بالعکس. مدل حاصل، توسط یک

[۵] Dehnavi-Arani and Saeidi-Mehrabad
[۶] Sinriech and Meir
[۷] Logendran and Ko

رویکرد تکراری حل می شود. در پایان نیز یک مثال عددی برای نشان دادن کارایی مدل ارائه شده است.

فان و فنگ (۲۰۱۳)،با ارایه یک مدل چند هدفه غیرخطی عدد صحیح،سعی در پر کردن شکاف موجود بین مساله تشکیل سلول به صورت پویا و تشکیل سلول به صورت ایستا را دارند.در این مدل،ویژگی های مربوط به نیروی کار،از جمله قابلیت یادگیری آن، و نیز مسایل مربوط چیدمان و مدیریت مواد،نظیر استفاده از مسیرهای جایگزین، برای نزدیکتر کردن مدل به واقعیت در نظر گرفته شده است.مدل مذکور با استفاده از یک الگوریتم ژنتیک چند هدفه حل شده و با ارایه یک مثال،کارایی مدل خصوصا در کاهش دادن هزینه مدیریت مواد، نشان داده شده است.

پیترز و کاستیلو (۲۰۰۲)، یک مدل غیرخطی صحیح آمیخته احتمالی ارایه داده اند که مسأله تشکیل بخش (Department Formation) و مسأله چیدمان کارگاهی را با هم ترکیب می کند. در واقع مدل ارایه شده، ملاحظات مربوط به مدیریت مواد و بارگذاری قطعه (ها) در چیدمان کارگاهی را، با توجه ویژگی های عملیاتی سیستم تولیدی، مدل سازی می کند. مدل ارائه شده در تلاش است مدل WIP (کار در جریان) ارایه شده توسط بوزر و کیم (۱۹۹۶) را توسعه دهد.

بوزر و کیم (۱۹۹۶)، یک مدل تصادفی ارایه کرده اند که رابطه بین سیستم تولید و مسایل مربوط به بارگذاری قطعه (ها) و مدیریت مواد را مدل سازی می کند. این مدل نشان می دهد که به ازای یک چیدمان ثابت، می توان با تعیین ابعاد بارگذاری قطعه (ها) بر اساس ویژگی های سیستم مدیریت مواد و توانایی پاسخ دهی آن به تقاضاهای جابجایی بارگذاری قطعه، مقدار کار در جریان انتظاری را کاهش داد.

رامابهاتا و ناجی (۱۹۹۸)، یک مدل برنامه ریزی خطی صحیح صفر و یک ارائه داده اند که مسأله تشکیل سلول را با مسائل برنامه ریزی تولید ترکیب کرده و یک مدل ادغامی بدست می دهد. مدل حاضر مسائل مسیریابی های جایگزین، ظرفیت منابع، و توالی های عملیات که مسأله مدیریت مواد بین سلولی را تحت تأثیر قرار می دهد را در نظر می گیرد. یک الگوریتم شاخه و کران، که از یک جواب ابتکاری شروع به حل می کند، نیز برای حل مدل توسعه داده شده است. الگوریتم ارائه شده از این قابلیت برخوردار است که می تواند کران های پایین، که برای ارزیابی درجه زیر بهینگی جوابها در هر مرحله مورد نیاز هستند، را تعیین نماید. محمدی و فرقانی (۲۰۱۴)، یک مدل برنامه ریزی صحیح غیرخطی آمیخته برای طراحی سیستم تولید سلولی و چیدمان درون و بین سلولی آن ارائه داده اند. در این مدل ادغامی، مسائل متعددی که در طراحی یک سیستم تولید سلولی وجود دارد، نظیر تقاضای هر قطعه، مسیریابی های پردازش جایگزین، توالی های عملیات، زمان های پردازش و ظرفیت هر ماشین، در نظر گرفته شده است. مدل مذکور، هزینه مدیریت مواد را با استفاده از موقعیت فعلی هر ماشین در هر سلول و با توجه به ابعاد ماشین ها و فواصل کناری آنها محاسبه میکند. یک ویژگی مهم این مدل، در نظر گرفتن رویکرد پیمانکاری فرعی برای تعیین حجم تولید هر قطعه در هر سلول و فرآیند طراحی چیدمان، با توجه به هزینه های تولید، مدیریت مواد و برون سپاری می باشد که باید محدودیت هایی نظیر تقاضای قطعات و ظرفیت هر ماشین را ارضاء کند. مدل مذکور با یک الگوریتم ژنتیک حل شده و در پایان با مقایسه نتایج بدست آمده با نتایج پژوهش های قبلی، برتری مدل نشان داده شده است.

ناجی و دیگران (۱۹۹۲)، مدل برنامه ریزی خطی ارائه داده اند که به طور همزمان به دو مسأله زیر پاسخ می

دهد:۱)انتخاب مسیر برای پردازش قطعات،۲)تشکیل سلول. در واقع مدل مذکور، مجموعه ای مناسب از فرآیند های تولید قطعه مناسب را طوری انتخاب می کند که محدودیت های ظرفیت مربوط به مراکز کاری (سلول ها) مراعات شود. تابع هدف مدل، تلاش می کند جابجایی بین سلولی را کمینه کند. یک روش حل نیز ارائه شده است، که مسأله تشکیل سلول را با روش کمینه سازی ترافیک بین سلولی (ICTMM) حل می کند. لازم بذکر است که مسأله انتخاب مسیر به صورت یک برنامه ریزی خطی فرمولبندی گردیده و توسط روش سیمپلکس حل میشود و اطلاعات بدست آمده از آن برای حل مسأله دوم بکار می رود و بالعکس.

نساکاندا و دیگران (۲۰۱۰)، رویکردی مبتنی تجزیه دنتزیک-وولف برای حل مسأله مسیریابی قطعات با انعطاف پذیری در مسیریابی، زمان های راه اندازی و هزینه های راه اندازی، ارائه داده اند. تابع هدف مسأله عدد صحیح آمیخته PRP ارائه شده، هزینه های نهایی مدیریت مواد، راه اندازی، پردازش، و برون سپاری را کمینه می کند. هم چنین، یک هیوریستیک برای تولید کران های بالایی برای مسأله PRP ارائه شده و کیفیت جواب های بدست آمده، بوسیله محاسبه ضرایب فاصله، نسبت به کران های پایینی بدست آمده برای مسأله LP بدست آمده از آزادسازی PRP ارزیابی شده است.

شریفی و دیگران (۲۰۱۴)، یک مدل تشکیل سلول چند دوره ای ارائه داده اند.هدف اینست که یک سیستم تولید سلولی طراحی شود که همزمان ماشین ها و قطعه ها را درون سلول ها گروه بندی نماید، بطوری که هزینه تولید نهایی که شامل زمان و هزینه های راه اندازی وابسته به توالی در سطح عملیاتی است، هزینه بهره وری ماشینی، هزینه مدیریت مواد (جابجایی بین سلولی)، و هزینه بازآرایی مجدد را در طول دوره های زمانی مختلف کمینه کند. این مدل با یک رویه مبتنی بر برنامه ریزی پویا که با یک روند ابتکاری مبتنی بر الگوریتم ژنتیک ترکیب شده، حل شده است. در این رویه مبتنی بر برنامه ریزی پویا، جواب های زیر بهینه فرآیند ابتکاری مبتنی بر الگوریتم ژنتیک، که هزینه بازآرایی سلول-ماشین از یک دوره زمانی به زمانی دیگر نیز بدان اضافه می شود، به هزینه نهایی تک دوره ای دو دوره قبلی اضافه می شود.خط مشی بهینه بوسیله ترکیب کردن تعدادی از بهترین جواب های شدنی هر دوره، که مجموعا پایین ترین هزینه نهایی، که شامل هزینه های بازآرایی نیز هست، به دست می آید.

حاجی نژاد و دیگران (۱۳۹۱)، زمان بندی سیستم حمل و نقل مواد همگام شده با زمان بندی در تولید سلولی مجازی را بررسی کرده اند. برای بهینه کردن هم زمان این هزینه ها، مدل ریاضی خطی ارائه شده است. در مدل ریاضی ارائه شده، کمینه نمودن زمان تکمیل آخرین کار و هزینه حمل و نقل دو هدف اصلی هستند. در این مدل، زمان انتقال مواد بین ماشین ها و ایستگاه های مواد، جزیی از عناصر تشکیل دهنده زمان تکمیل آخرین کار فرض شده اند. در پایان با ارائه یک مثال عددی و حل آن توسط نرم افزار لینگو، کارایی مدل ارائه شده، نشان داده شده است.

توکلی مقدم و دیگران (۱۳۸۷)، با استفاده از استراتژی حلقه های متوازن، مدل ریاضی غیرخطی برای گروه بندی ماشین ها در سیستم های AGV زوجی[۸]، با دو هدف کمینه سازی جریان درون و بین حلقوی مبتنی بر تولید سلولی و استراتژی حلقه های متوازن، ارائه کرده اند. مدل ارائه شده، به وسیله الگوریتم شبیه سازی تبرید و با استفاده

[۸] Tandem AGV

از توابع جریمه، حل شده، و در پایان، برای مقایسه عملکرد الگوریتم ارائه شده با سایر الگوریتم ها، چند مثال عددی کوچک نیز حل شده است.

انوار و ناجی(۱۹۹۸)،مدلی برای زمان بندی هم زمان انتقال دهنده های مواد (نظیر AGV) و تجهیزات تولید (نظیر ماشین ها و مراکز کاری)، در تولید محصولات با مونتاژ پیچیده، ارائه داده اند.تابع هدف این مدل ادغامی، کل زمان تولید[۹] را، با توجه به زمان بندی حمل کالاهای نهایی تولید شده، برای حمل به موقع آنها کمینه می کند.همچنین، این تابع هدف، هزینه های مدیریت مواد و نگهداری موجودی را نیز کمینه می نماید.از آنجایی که مساله از نوع NP–hard می باشد، یک الگوریتم ابتکاری جهت حل مسایل صنعتی از این دست ارائه شده است.الگوریتم مزبور،با بهره گیری از مسیر یک شبکه عملیات در هم ادغام شده، عملیات های تولید و مدیریت مواد را بطور هم زمان زمان بندی می کند.

$i = ۱, .., n$ اندیس قطعه ها (۱.۱)

$j, j' = ۱, .., m$ اندیس ماشین ها (۲.۱)

(۳.۱)

بیشینه تعداد ماشین هایی که می توان به سلول c که در مکان r قرار دارد،تخصیص داد: $Max_c r(t)$

$g_e(t)$ ظرفیت در دسترس انتقال دهنده g در طول دوره زمانی t (۴.۱)

در این فصل چند مثال نمونه از قضیه و لم و تصاویر قرار می‌دهیم تا نتیجه و خروجی را مشاهده کنیم.

۱.۱ قضیه اساسی تساوی

در این قسمت، یک قضیه می‌بینیم،

قضیه ۱.۱ (قضیه اساسی تساوی)**.** برای هر عدد حقیقی $a \in \mathbb{R}$ داریم،

$$a^۲ = a^۲. \quad (۵.۱)$$

۲.۱ اثبات قضیه اساسی تساوی

در این قسمت، قضیه ۱.۱ را اثبات می‌کنیم. برای این کار به لم زیر احتیاج داریم.

لم ۲.۱. مربع هر عدد حقیقی، یک عدد حقیقی است.

[۹] Total Makespan

XꟻPersian

شکل ۱.۱: شکل نمونه‌ای، آرم زیپرشین

مثال ۳.۱. مربع عدد $\sqrt{۲}$، عدد ۲ است که یک عدد حقیقی است.

در اینجا برای اینکه مطالب بدیهی را نگفته باشیم، از اثبات قضیه و لم مورد نظر چشم‌پوشی می‌کنیم. فقط به شماره‌گذاری قضیه و لم و مثال توجه کنید. به نظر مؤلف، این روش شماره‌گذاری بهتر از این است که قضایا و لم‌ها و مثال‌ها و ...جداجدا شماره‌گذاری شوند.

Bibliography

[Sae14] A two-stage model for cell formation problem considering the intercellular movements by automated guided vehicles, *Journal of Industrial and Systems Engineering* **7** (2014), 43 – 55.

[LK03] R. Logendran and Y. Karim, Design of manufacturing cells in the presence of alternative cell locations and material transporters, *The Journal of the Operational Research Society* **54** (2003), pp. 1059–1075 (English). Available at http://www.jstor.org/stable/4101669.

[LK97] R. Logendran and C. S. Ko, Manufacturing cell formation in the presence of flexible cell locations and material transporters, *Computers and Industrial Engineering* **33** (1997), 545 – 548, Selected Papers from the Proceedings of 1996 ICC and amp;IC. http://dx.doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0360-8352(97)00189-7. Available at http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360835297001897.

[STM09] N. Safaei and R. Tavakkoli-Moghaddam, Integrated multi-period cell formation and subcontracting production planning in dynamic cellular manufacturing systems, *International Journal of Production Economics* **120** (2009), 301 – 314, Special Issue on Introduction to Design and Analysis of Production Systems. http://dx.doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2008.12.013. Available at http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527309000073.

[SM98] D. Sinriech and A. Meir, Process selection and tool assignment in automated cellular manufacturing using genetic algorithms, *Annals of Operations Research* **77** (1998), 51–78 (English). http://dx.doi.org/

10.1023/A:1018981529144. Available at http://dx.doi.org/10.1023/A%3A1018981529144.

[SH96] S.-J. SONG and K. HITOMI, Integrating the production planning and cellular layout for flexible cellular manufacturing, *Production Planning & Control* **7** (1996), 585–593. http://dx.doi.org/10.1080/09537289608930392. Available at http://dx.doi.org/10.1080/09537289608930392.

Thesis Class in XeLaTeX

Abstract

There is no special abstract for this thesis.

Keywords: first latin keyword, second latin keyword, third latin keyword..

Sharif University of Technology
Department of Mathematical Sciences

Ms Thesis
Pure Mathematics

Thesis Class in XeLaTeX

By
Mohsen SHARIFI TABAR

Supervisor
Dr. Supervisor

Under consult of
Dr. Consult

October 6, 2011

file.nlo -s nomencl.ist -o file.nls