





دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم اداری و اقتصاد

گروه مدیریت

پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی مدیریت صنعتی

توسعه یک الگوریتم ژنتیک برای طراحی در تولید سلولی

استاد راهنما:

دکتر سعیده کتابی

دکتر فریماه مخاطب رفیعی

پژوهشگر:

رضا ملکی

تیرماه ۱۳۸۹

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و
نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان‌نامه متعلق
به دانشگاه اصفهان است.



دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم اداری و اقتصاد

گروه مدیریت

پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی مدیریت صنعتی

آقای رضا ملکی

تحت عنوان:

توسعه یک الگوریتم ژنتیک برای طراحی در تولید سلولی

در تاریخ ۸، ۴، ۸۹ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه عالی به تصویب نهایی رسید.

- | | |
|---|---|
| با مرتبه‌ی علمی استادیار امضا | ۱- استاد راهنمای پایان نامه دکتر سعیده کتابی |
| با مرتبه‌ی علمی استادیار امضا | ۲- استاد راهنمای پایان نامه دکتر فریماه مخاطب رفیعی |
| با مرتبه‌ی علمی استادیار امضا | ۳- استاد داور داخل گروه دکتر مهسا فندهاری |
| با مرتبه‌ی علمی استادیار امضا ۸۹، ۴، ۲۶ | ۴- استاد داور خارج از گروه دکتر سیدحمید میرمحمدی |



تقدیم بہ:

دو آفتاب زندگی ام

پدر و مادر عزیزم

سپاس و قدردانی

بر خود لازم می‌دانم که از راهبانی ها و زحمات دلسوزانه، بی‌دین و بی‌شائبه خانم دکتر سعیده کتابی و خانم دکتر فریماه مخاطب رفیعی که در تکمیل این تحقیق مرایاری فرمودند کمال تشکر و قدردانی را به جا آورم

چکیده

سیستم‌های تولید سلولی در واقع کاربردی از فناوری گروهی (*GT*) می‌باشند که هدف از آنها دسته بندی قطعات و ماشین آلات به گونه ای است که از تشابه طراحی و عملیاتی آنها در جنبه‌های مختلف ساخت و طراحی استفاده شود. در این شیوه، ماشین‌های نامشابه در سلول‌ها گروه بندی شده و برای فرایند تولید قطعات متعلق به خانواده قطعات مشابه تخصیص می‌یابند. در این پژوهش، رویکرد الگوریتم ژنتیک برای حل مسائل گروه بندی ماشین قطعه- سلول که از جمله مسائل *NP-Complete* می‌باشد ارائه گردیده است.

در این پژوهش یک مدل سیستم تولید سلولی (*CMs*) ارائه شده است که دارای دو تابع هدف می‌باشد. تابع هدف اول برای حداقل نمودن هزینه‌های جابجایی درون سلولی و برون سلولی و تابع هدف دوم برای بیشینه نمودن اهمیت تخصیص قطعات به سلول‌ها می‌باشد. در تابع هدف دوم برای هر یک از قطعات وزنی در نظر گرفته شده است که نشان دهنده اهمیت نسبی هر یک از قطعات (در مقایسه با سایر قطعاتی که به هر یک از ماشینها نیاز دارند) برای قرار گرفتن با ماشین موردنظر در یک سلول می‌باشد. وزن هر یک از قطعات با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی و نرم افزار *Expert Choice* محاسبه شده است. در این پژوهش ابتدا مدل برنامه ریزی چندهدفه برای مسئله گروه بندی ماشین قطعه- سلول طراحی، سپس مسائل نمونه با استفاده از رویکرد الگوریتم ژنتیک حل شده اند. در این حالت الگوریتم ژنتیک به مجموعه ای از جواب‌های نزدیک به بهینه دست می‌یابد. سپس به هر یک از توابع وزنی تخصیص داده شد و مدل نیز دوباره حل گردید.

نتایج حاصل از حل مسائل نمونه با استفاده از الگوریتم ژنتیک نشان داد که این الگوریتم در مدت زمان مناسب به جواب‌های مناسبی دست می‌یابد. به طوریکه برای مسائلی در ابعاد واقعی این رویکرد مناسب می‌باشد.

کلید واژه‌ها: تکنولوژی گروهی، الگوریتم ژنتیک، طراحی سیستم‌های تولید سلولی، حرکات درون سلولی، حرکات برون سلولی، تحلیل چندمعیاره.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول: کلیات پژوهش
۱-۱-۱-۱	مقدمه
۲-۱-۲-۱	بیان مساله
۳-۱-۳-۱	اهداف پژوهش
۴-۱-۴-۱	اهمیت موضوع پژوهش
۵-۱-۵-۱	کاربرد پژوهش
۶-۱-۶-۱	سئوالات پژوهش
۷-۱-۷-۱	جامعه آماری
۸-۱-۸-۱	روش و طرح نمونه برداری
۹-۱-۹-۱	حجم نمونه و روش محاسبه
۱۰-۱-۱۰-۱	ابزار گردآوری داده‌ها (پرسشنامه، مصاحبه و ...)
۱۱-۱-۱۱-۱	تعریف واژه‌ها واصطلاحات کلیدی
۱۲-۱-۱۲-۱	خلاصه فصل

فصل دوم: مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۱-۲-۱-۱	مقدمه
۲-۲-۲-۲	مسئله برنامه ریزی تولید سلولی
۱-۲-۲-۲	ماتریس شاخص عملیات قطعه- ماشین
۳-۲-۳-۲	روش‌های طراحی محور
۴-۲-۴-۲	روش‌های تولید محور
۱-۴-۲-۴-۲	دسته بندی بر مبنای آرایه
۱-۴-۲-۱-۴-۲	الگوریتم انرژی پیوند (BEA)
۲-۴-۲-۱-۴-۲	الگوریتم دسته بندی ترتیب رتبه‌ها (ROC)
۳-۴-۲-۱-۴-۲	دسته بندی ترتیب رتبه‌ها (ROC2)
۴-۴-۲-۱-۴-۲	الگوریتم دسته بندی ترتیب رتبه اصلاح شده (MOD ROC)
۵-۴-۲-۱-۴-۲	الگوریتم دسته بندی مستقیم (DCA)

۲۳	۶-۱-۴-۲- الگوریتم شناسایی دسته (CIA).....
۲۴	۲-۴-۲- دسته بندی سلسله مراتبی
۲۴	۱-۲-۴-۲- انتخاب معیار تشابه
۲۵	۲-۲-۴-۲- ضریب جاکارد
۲۵	۳-۲-۴-۲- الگوریتم دسته بندی اتصال منفرد (SLC).....
۲۶	۴-۲-۴-۲- الگوریتم دسته بندی اتصال کامل (CLC).....
۲۶	۵-۲-۴-۲- الگوریتم دسته بندی اتصال میانگین (ALC).....
۲۶	۶-۲-۴-۲- محدودیت های الگوریتم های سلسله مراتبی
۲۷	۷-۲-۴-۲- مساله دور تسلسل ماشین
۲۸	۸-۲-۴-۲- مقایسه روش های سلسله مراتبی
۲۹	۳-۴-۲- دسته بندی غیر سلسله مراتبی
۲۹	۱-۳-۴-۲- گروه بندی غیر سلسله مراتبی فرزند (دانه) ایده آل (ISNC)
۳۰	۲-۳-۴-۲- داده های صفر- یک
۳۰	۳-۳-۴-۲- گروه بندی با استفاده از روش تخصیص برای انتخاب فرزند اولیه.....
۳۱	۴-۳-۴-۲- مقایسه روش های غیر سلسله مراتبی
۳۱	۴-۴-۲- معیار عملکرد.....
۳۲	۱-۴-۴-۲- کارآیی گروه بندی η_g
۳۳	۲-۴-۴-۲- درجه تاثیر گروه بندی τ
۳۳	۳-۴-۴-۲- سنجش بلوک بندی (η_c)
۳۳	۴-۴-۴-۲- معیار انرژی نوار η_{BE}
۳۴	۵-۴-۲- ارزیابی گروه های ماشین
۳۴	۱-۵-۴-۲- حرکت های درون سلولی و بین سلولی
۳۵	۲-۵-۴-۲- فراوانی ماشین
۳۶	۳-۵-۴-۲- تخصیص قطعات.....
۳۷	۴-۵-۴-۲- قابلیت گروه بندی داده ها.....
۳۷	۶-۴-۲- برنامه ریزی ریاضی
۳۸	۱-۶-۴-۲- مدل <i>P-Median</i>

عنوان	صفحه
۲-۴-۶-۲- مسئله تخصیص	۳۹
۲-۴-۶-۳- مدل برنامه ریزی درجه دوم.....	۴۰
۲-۴-۷- سایر رویکردهای تحلیلی.....	۴۰
۲-۴-۷-۱- روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی	۴۱
۲-۴-۷-۲- شبکه‌های عصبی مصنوعی	۴۱
۲-۴-۷-۳- آنیلینگ شبیه سازی شده.....	۴۲
۲-۴-۷-۴- الگوریتم ژنتیک	۴۳
۲-۵-۵- مفاهیم اولیه الگوریتم‌های ژنتیک.....	۴۵
۲-۵-۱- عوامل اساسی موثر بر الگوریتم‌های ژنتیک.....	۴۶
۲-۵-۲- نحوه نمایش کروموزوم	۴۶
۲-۵-۲-۱- مثال نحوه نمایش کروموزوم بر اساس مدل <i>P-Median</i>	۴۷
۲-۵-۲-۲- مثال نحوه نمایش کروموزوم در مساله تولید سلولی با فرض وجود برنامه‌های پردازشی چندگانه برای قطعات.....	۴۸
۲-۵-۳- جمعیت اولیه	۴۹
۲-۵-۴- استراتژی انتخاب والدین	۴۹
۲-۵-۵- تابع برازندگی	۵۰
۲-۵-۶- اپراتورهای الگوریتم ژنتیک	۵۰
۲-۵-۶-۱- اپراتور باز تولید	۵۰
۲-۵-۶-۲- اپراتور تقاطعی.....	۵۳
۲-۵-۶-۳- اپراتور جهشی.....	۵۶
۲-۶-۶- استراتژی جایگزینی.....	۵۸
۲-۷-۷- معیار توقف الگوریتم.....	۵۹
۲-۸-۸- همگرایی.....	۶۰
۲-۹-۹- فرایند تحلیل سلسله مراتبی.....	۶۱
۲-۹-۱- مزایای فرایند تحلیل سلسله مراتبی.....	۶۲
۲-۹-۲- روش <i>AHP</i>	۶۴
۲-۱۰-۱۰- خلاصه	۶۵

عنوان

صفحه

فصل سوم: روش شناختی پژوهش

۶۷	۱-۳- مقدمه
۶۷	۲-۳- مسأله پژوهش
۶۹	۴-۳- فرایند سلسله مراتبی
۷۰	۱-۴-۳- محاسبه وزن
۷۱	۲-۴-۳- سازگاری سیستم
۷۱	۳-۳- مدل ریاضی مسئله
۷۱	۱-۳-۳- اهداف مدل
۷۲	۲-۳-۳- معرفی نمادهای مدل
۷۲	۱-۲-۳-۳- شاخص‌ها
۷۲	۲-۲-۳-۳- نمادهای ورودی
۷۳	۳-۲-۳-۳- متغیرهای تصمیم
۷۳	۴-۲-۳-۳- مدل مساله
۷۵	۵-۳- تعداد قطعات و ماشین‌ها و سلول‌ها
۷۵	۶-۳- الگوریتم ژنتیک برای حل مدل ریاضی CMs
۷۷	۱-۶-۳- نحوه نمایش کروموزوم
۷۸	۲-۶-۳- نحوه به دست آوردن جمعیت اولیه
۷۹	۳-۶-۳- تابع برازندگی
۷۹	۴-۶-۳- نحوه انتخاب والدین
۷۹	۵-۶-۳- عملگرهای ژنتیکی
۸۰	۶-۶-۳- معیارهای توقف
۸۲	۷-۳- خلاصه

فصل چهارم: تجزیه و تحلیل داده‌ها

۸۳	۱-۴- مقدمه
۸۴	۲-۴- مساله نمونه با $3k - 10p - 5m$
۸۵	۱-۲-۴- حل مسئله نمونه $3k - 10p - 5m$ توسط الگوریتم ژنتیک

صفحه	عنوان
۸۷	۳-۲-۴ حل مسئله نمونه $k-3p-10m$ با استفاده از ضریب تشابه جاکارد
۹۰	۳-۴ خلاصه

فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادها

۹۱	۵-۱- مقدمه
۹۱	۵-۲- نتیجه گیری
۹۴	۵-۳- پیشنهاد برای تحقیقات آتی
۹۵	۵-۴- خلاصه
۹۶	پیوست ها
۹۷	منابع و مأخذ

فهرست شکل ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۲. نمونه ای از ماتریس شاخص عملیات قطعه- ماشین	۱۵
شکل ۲-۲. ماتریس شاخص عملیات قطعه- ماشین بلوک بندی شده	۱۶
شکل ۳-۲. ماتریس شاخص عملیات قطعه- ماشین دارای قطعات استثنایی و ماشین های گلوگاهی	۱۶
شکل ۴-۲. طبقه بندی رویکردهای گروه بندی	۱۹
شکل ۵-۲. ماتریس شاخص عملیات قطعه- ماشین و دسته بندی بهینه	۱۹
شکل ۶-۲. تطابق های ممکن بین دو ماشین	۲۵
شکل ۷-۲. ماتریس قطعه- ماشین	۳۵
شکل ۸-۲. نمایش باینری کروموزوم	۴۶
شکل ۹-۲. نحوه نمایش کروموزوم با m ماشین و n قطعه	۴۷
شکل ۱۰-۲. نمایش تخصیص قطعه- ماشین به سلول به صورت یک کروموزوم	۴۷
شکل ۱۱-۲. نحوه نمایش کروموزوم بر اساس مدل <i>P-Median</i>	۴۸
شکل ۱۲-۲. نحوه نمایش کروموزوم با فرض وجود برنامه های پردازشی چندگانه برای قطعات	۴۸
شکل ۱۳-۲. چارچوبی عمومی برای <i>GAs</i>	۵۹
شکل ۱۴-۲. همگرایی الگوریتم ژنتیک به جواب بهینه	۶۰
شکل ۱-۳. نمودار سلسله مراتبی برای مساله نمونه $3k - 10p - 5m$	۷۰
شکل ۲-۳. جعبه ابزار الگوریتم ژنتیک	۷۶
شکل ۳-۳. قسمت <i>Plots</i> در <i>Genetic Algorithm Tool</i>	۷۷
شکل ۴-۳. نمایش کروموزوم به صورت رشته بیتی	۷۷
شکل ۵-۳. روابط بین ژنها در کروموزوم در مسئله <i>CMS</i>	۷۷
شکل ۱-۴. نمودار پاریتو مساله نمونه $3k - 10p - 5m$	۸۶
شکل ۲-۴. نمودار بهترین مقادیر برازندگی و متوسط مقادیر برازندگی برای مساله نمونه $3k - 10p - 5m$	۸۶

فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۳۵	جدول ۱-۲. جابجایی‌های درون سلولی و بین سلولی.....
۴۴	جدول ۲-۲. <i>Classical Algorithms</i> و <i>Genetic Algorithm</i>
۴۷	جدول ۲-۳. تخصیص قطعه- ماشین بر طبق کروموزوم شکل ۲-۱۰.....
۶۴	جدول ۲-۴. مقیاس <i>AHP</i>
۷۵	جدول ۳-۱. تعداد قطعات و ماشین‌هایی که از ادبیات تحقیق اتخاذ شده اند.....
۸۱	جدول ۳-۲. کروموزوم مساله $5m-10p-3k$
۸۴	جدول ۴-۱. ماتریس مقایسات زوجی بین ۵ ماشین و ۱۰ قطعه ($H_{5,10}$).....
۸۶	جدول ۴-۲. مقادیر به دست آمده برای مدل چندهدفه مساله $5m-10p-3k$
۸۷	جدول ۴-۳. نتایج حاصل از <i>ga</i> و <i>gamutiobjz</i> برای مساله نمونه $5m-10p-3k$
۸۸	جدول ۴-۴. نتایج به دست آمده از حل مسائل نمونه توسط الگوریتم ژنتیک.....
۸۹	جدول ۴-۵. نتایج به دست آمده از حل مسائل نمونه با استفاده از ضریب تشابه جاکارد.....

فصل اول

کلیات پژوهش

۱-۱- مقدمه

یکی از مهمترین مسائل در طراحی کارخانه چیدمان تسهیلات شامل ماشین آلات، ایستگاههای کاری، ایستگاههای بازرسی و غیره می باشد. انتخاب یک چیدمان مناسب جهت استقرار تسهیلات موجب کاهش قابل ملاحظه ای در هزینه ها خواهد شد. مطالعات در مورد سیستم های تولیدی نشان داده است که ۲۰ تا ۵۰ درصد هزینه کلی کارخانجات را هزینه حمل و نقل تشکیل می دهد که با انتخاب یک روش چیدمان مناسب می توان علاوه بر کاهش هزینه حمل و نقل که نهایتاً منجر به کاهش قیمت تمام شده محصول خواهد شد از فضای موجود استفاده بهینه و مطلوب به عمل آورد (زنجیرانی فراهانی، عسگری، ۱۳۸۵). چهار نوع روش چیدمان در سیستم های تولیدی تعریف شده اند که عبارتند از: خط تولید، چیدمان کارگاهی، چیدمان محل ثابت و تکنولوژی گروهی^۱ (GT). هر کدام از این برنامه ها در مورد یک برنامه تولیدی مناسب می باشند.

در اصل GT سعی دارد تا انعطاف پذیری کارگاهی با بهره وری بالا را از جریان کارگاهی حفظ کند. در این روش، سیستم تولیدی به چند زیر سیستم تقسیم می شود. جهت اجرای این چیدمان، طراح باید ابتدا گروههای ماشین که اصطلاحاً به آنها سلول گفته می شود و همچنین مجموعه خانواده قطعات که توسط این ماشین ها فرایند می شوند را شناسایی نماید. تشکیل سلول مهم ترین مسئله در پیاده سازی تکنولوژی گروهی است که شامل تعیین

گروه‌های ماشین و خانواده قطعات می‌باشد که باید به روش مناسبی صورت گیرد (زنجیرانی فراهانی، عسگری، ۱۳۸۵). روش‌های متفاوتی که برای تشکیل سلول پیشنهاد شده است را به دو رویکرد کلی طراحی محور و تولید محور طبقه بندی می‌نمایند. بسیاری از رویکردهای موجود در این طبقات برای ابعاد بزرگ ماشین - قطعه مناسب نمی‌باشند لذا محققان و طراحان تلاش نموده اند که از روش‌های نوین همانند الگوریتم ژنتیک، جستجوی تابو، آنیلینگ شبیه سازی شده و غیره برای حل آن استفاده نمایند. در این پژوهش برای حل مسائل تولید سلولی از الگوریتم ژنتیک استفاده شده و کارآیی الگوریتم ژنتیک نشان داده خواهد شد.

۲-۱- بیان مساله

رقابت‌های محلی و پاسخ سریع به تقاضای بازار بسیاری از شرکت‌ها را مجبور نموده است تا رویکردهای جدیدی را برای طراحی و کنترل سیستم‌های تولید در نظر بگیرند. انعطاف پذیری و کارآیی در سیستم تولیدی برای شرکت‌هایی که تعداد وسیعی از محصولات را در مقیاس کوچک تا بزرگ تولید می‌نمایند، امری مهم و حیاتی است. رویکردی که می‌تواند برای کسب این مزایا به کار برده شود، استفاده از تکنولوژی گروهی است. *GT* می‌تواند به عنوان تعیین مشابهت‌ها و استفاده از آنها در سه روش مجزا توصیف گردد: (۱). توسط انجام فعالیت‌های مشابه با هم، (۲). توسط استاندارد کردن وظایف مشابه، و (۳). توسط حفظ و استفاده مجدد از اطلاعات در مورد مسائل تکراری. در اصل، *GT* می‌کوشد که سیستم تولیدی را به چندین گروه یا زیر سیستم قابل مدیریت تفکیک نماید (خیاودان و همکاران^۱، ۲۰۰۷).

رویه مهم *GT* ارائه سیستم‌های تولید سلولی^۲ (*CM*) است که به چندین زیر سیستم قابل مدیریت یا سلول‌ها تفکیک می‌گردند، این امر توسط جمع نمودن قطعات مشابه به خانواده قطعات و ماشین‌های نامشابه به سلول‌ها صورت می‌گیرد. می‌توان ویژگی‌های سلول ایده آل را در زیر خلاصه نمود: (۱) مستقل است، یعنی خانواده‌های قطعات به طور کامل در یک سلول تولید می‌شوند؛ (۲) زمانهای نصب و ساخت متعادلی دارند؛ (۳) جریانهای بازگشت به عقب اندکی دارند. نتیجه این سلول‌ها زمانبندی، کنترل و اجرای ساده اتوماسیون می‌باشد. اجرای *CM* برای سازمان مزایایی را در بردارد که این مزایا شامل افزایش کیفیت محصول، کاهش زمان‌های نصب^۳، کاردر جریان ساخت^۴، زمان کل، و هزینه‌های گردش مواد^۵ می‌باشد. مزایایی که برای پرسنل موجود در یک سلول

1 Xiaodan et al.

2 Cellular Manufacturing System

3 Set up Time

4 Work In Process

5 Materil Handling Cost

می تواند در پی داشته باشد، شامل افزایش انعطاف پذیری کارگر، انجام کارها به صورت گروهی، کاهش ضعف و ناامیدی در میان افراد، و بهبود موقعیت و امنیت شغلی آنها است (زنجیرانی فراهانی، عسگری، ۱۳۸۵). طراحی سلول های تولیدی مسئله ای است که به خوبی و درستی تعریف نشده است، اما تمام رویکردهای مشترک به مسئله، تخصیص گروهی از ماشین ها به مجموعه ای از سلول ها و یک سری از قطعات نیازمند پردازش توسط این ماشین ها به خانواده ها را مدنظر قرار می دهند. طراحی *CMS* شامل:

- ۱- تشکیل سلول^۱: گروه بندی کردن بخش ها با ویژگی های طراحی مشابه یا الزامات فرایندی به خانواده های قطعات و ماشین های مرتبط با سلولهای ماشین؛
- ۲- چیدمان گروهی^۲: چیدمان ماشین آلات در هر سلول و سلول های مرتبط با همدیگر؛
- ۳- زمانبندی گروهی^۳: زمانبندی قطعات و خانواده قطعات برای تولید؛
- ۴- تخصیص منابع^۴: تخصیص ابزار و منابع مادی و انسانی.

به نحوی مطلوب همه این تصمیمات باید به طور همزمان برای کسب بهترین نتایج مورد استفاده قرار گیرند (خیاودان و همکاران، ۲۰۰۷). هدف مشترک برای طراحی *CMS* ایجاد واحدهای تولیدی مستقل (سلول ها) به گونه ای می باشد که در عین کم نمودن حرکات درون سلولی^۵، تعامل یا حرکات برون سلولی^۶ (قطعات) (قطعات) که نیازمند پردازش در خارج از سلول های تخصیص داده شده به آنها می باشند) را نیز کاهش دهد. اثرات این تعامل (یعنی حرکت برون سلولی) کم کردن اثر بخشی تولید سلولی است. در این رابطه، طراح سلول در صدد ایجاد سلول هایی می باشد که تعداد حرکات برگشت به عقب را در سلول به منظور به دست آوردن مزایای سیستم تولید انبوه در سلول کاهش دهد (ناجی و همکاران^۷، ۱۹۹۰).

الگوریتم ها و روش هایی که در بسیاری از تحقیقات و کتاب ها در گذشته به روشهای تشکیل سلول پرداخته اند، تنها از ماتریس شاخص عملیات قطعه- ماشین^۸ استفاده می نماید. ماتریس شاخص عملیات قطعه- ماشین نشان می دهد که آیا قطعه نیازمند فرایندی در یک ماشین معین می باشد یا خیر. این ماتریس شامل یک مسیر ثابت از پیش تعیین شده می باشد. به طور نسبی تعداد بسیار اندکی از محققان بحث استفاده از عملیات جایگزین، مسیرهای

1 Cell Formation

2 Group Layout

3 Group Scheduling

4 Resource Allocation

5 Intra-Cellular Movements

6 Inter-Cellular Movements

7 Nagi et al.

8 Part- Machine Matrix

جایگزین کاملاً تثبیت شده، یا ماشین‌های اضافی در تعیین خانواده‌ها/سلول‌ها را مورد توجه قرار داده‌اند (آسکین و واخاریا^۱، ۱۹۹۰؛ کوسیاک و هیراگو^۲، ۱۹۸۷؛ هایر و مرلف^۳، ۱۹۸۹). این مسیرهای ثابت اغلب برای حداکثر کردن استفاده از چیدمان عملیاتی نسبت به مزایای تولید سلولی بهینه می‌شوند. یک چیدمان عملیاتی شامل مراکز کاری ماشین‌های مشابه است در حالیکه در یک چیدمان سلولی گروه‌هایی از ماشین‌های نامشابهی که یک سری از قطعات را پردازش می‌نمایند، با هم گروه بندی می‌شوند. وجود ماشین‌های مشابه عملیاتی در چیدمان عملیاتی مد نظر قرار نمی‌گیرد زیرا قطعات می‌توانند به ماشین بعدی موجود در مرکز کاری حرکت کرده یا زمان بندی کردند. این ماشین‌های مشابه از لحاظ عملیاتی منجر به مسیرها و عملیات جایگزینی می‌شوند که می‌توانند برای کسب طراحی سلول‌های مستقل و بهتر (یعنی خطوط تخصیص داده شده) مورد استفاده قرار گیرند. اکثر روش‌هایی که عملیات جایگزین و مسیرهای متعددی را شامل می‌شوند، از برنامه ریزی ریاضی استفاده می‌نمایند، که این امر موثر و کارآبودن آنها را برای حل مسائلی با مقیاس بزرگ محدود می‌نماید (ناجی و همکاران، ۱۹۹۰).

بسیاری از این روش‌ها فرض می‌نمایند، تقاضا برای همه قطعات برابر است. در حالی که معمولاً تقاضا برای قطعات مختلف نامساوی است. در این صورت سلول‌های ماشین و خانواده قطعات شکل گرفته با استفاده از این فرض ممکن است بسیار ناکارآمد باشند. بنابراین سلول‌ها (بر اساس تقاضای قطعات) جهت اطمینان از این امر ایجاد می‌گردند که ماشین‌های آن سلول بتوانند تقاضای همه قطعات تخصیص یافته به سلول‌ها را برآورده نمایند. اگرچه مزایای سیستم تولید سلولی با وجود حرکات درون سلولی و در مواردی نیز با حرکات برون سلولی کاهش می‌یابد، ولی باید توجه داشت که در سلول‌های کاملاً مستقل به علت الزامات پردازشی خانواده‌های قطعات، امکان کمی وجود دارد که این محدودیتها را برطرف نمود. سلول‌های ترکیبی (ترکیبی از سلول‌ها) مزایایی همانند نظم موجود در یک نظام سلولی محض را ارائه می‌دهند. سلول‌های ترکیبی به عنوان واحدهای مستقل در نظر گرفته نمی‌شوند. قطعات در یک سلول به طور کامل مورد پردازش قرار نگرفته و ممکن است که در امر پردازش به سلول‌های متعددی منتقل گردند. ولی باید توجه داشت که در این سلول‌ها نیز هنوز هدف کاهش میزان حرکات درون سلولی و برون سلولی است. در هر صورت یک قطعه ممکن است یک سلول را برای مجموعه ای نخست از عملیات ملاقات کرده و سپس به سلول دیگری برای سری بعدی از عملیات حرکت نماید. لذا این مدل‌ها به قطعات اجازه می‌دهند که در سرتاسر سلول‌ها با حداقل حرکات جریان یابند. بسیاری از

روش‌هایی که شامل حجم اطلاعاتی لازم برای پردازش قطعات هستند، معمولاً به علت ادغام فرمول‌ها و محدودیت‌های مصنوعی جای گرفته در حداکثر مقدار ماشین‌ها با محدودیت مواجه می‌شوند (جوینز^۱، ۱۹۹۶). نمی‌توان روش منفردی را معرفی نمود که بهترین راه حل را برای طیف وسیعی از کاربردها ارائه دهد. در رویکردهای موجود عموماً توابع هدف تک معیاره مورد نظر بوده و به تعامل توابع ارزیابی یا توابع هدف منتخب اجازه نمی‌دهند که از محدودیت‌ها استفاده نمایند. چندین معیار ارزیابی مهم نیز پیشنهاد شده اند که نمی‌توانند به طور صریح به عنوان توابع هدف در الگوریتم‌های گروه بندی مورد استفاده قرار گیرند (گوپتا، ۱۹۹۶). به طوریکه بیشتر معیارهای ارزیابی به ماتریس شاخص عملیات قطعه- ماشین محدود می‌گردند. هم چنین بسیاری از الگوریتم‌های تکاملی^۲ نیز نمی‌توانند تمام گروه بندی‌هایی که به طور طبیعی رخ داده است را شناسایی کرده و هم چنین راه حل‌هایی را برای تعداد محدودی از گروه‌ها پیدا نمایند. اکثر این روش‌ها در پوشش دادن سایر اطلاعات تولیدی همانند تقاضای قطعه، عملیات جایگزین، ماشین‌های اضافی و غیره نیز ناتوان هستند (گوپتا و همکاران^۳، ۱۹۹۶).

جهت غلبه بر این محدودیت‌ها، روش حلی با استفاده از الگوریتم ژنتیک^۴ (GA) برای حل مدل‌های برنامه ریزی عدد صحیح مسئله طراحی سلول ارائه گردید که تنها از ماتریس شاخص عملیات قطعه- ماشین استفاده می‌نمودند (جوینز، ۱۹۹۶). GAS ابزار بهینه سازی اثربخشی است که می‌تواند طیف وسیعی از مسائل را توسط جستجوی تمام مناطق فضای جستجو حل کرده و به طور نمایی در حوزه‌های جستجوی مجاز از طریق عملگرهای ژنتیک همانند عملیات جهش^۵، ترکیب مجدد^۶ و انتخاب^۷ استفاده نماید. همچنین این روش برخلاف روش‌های بهینه سازی دیگر نیازی به ایجاد فرض‌های قوی درباره شکل تابع ندارد. رویکرد GA به طراحی سیستم‌های تولید سلولی اجازه می‌دهد تا انواع متعددی از توابع هدف را جایگزین نموده، و راه حل‌های جایگزین را به طور سریع ایجاد کرده و آنها را مورد بازنگری قرار دهد. GA ابزاری اثر بخش جهت طراحی سلولی می‌باشد که ویژگی‌های منحصر به فرد همانند توازی ضمنی^۸، جستجو بر مبنای جمعیت، اطلاعات مبتنی بر گرادیان، هیبرید و انعطاف

1 Joines

2 Evolutionary Algorithms

3 Guta et al.

4 Genetic Algorithm

5 Mutation

6 Reroduction

7 Selection

8 implicit parallelism

پذیری با مناطق تصادفی مستقل را دارا می‌باشد. این ویژگی‌ها آنها را نسبت به روش‌های جستجوی تصادفی سنتی مرجح می‌سازند (خیابان و همکاران، ۲۰۰۷).

GA با استراتژی “بقاء بهترین‌ها”^۱ از فرایند تکاملی تقلید می‌کند. محققان بیان نمودند که جهت داشتن ابزار بهینه سازی منعطف و اثربخش با استفاده از *GA* می‌توان راه حل‌های بهینه و نزدیک به بهینه را ایجاد نمود. *GA* نسبت به روش‌های جستجوی تصادفی سنتی نظیر جستجوی تصادفی هدایت شده (روش‌های مبتنی بر محاسبه) به سه دلیل قوی تر هستند (گلدبرگ^۲، ۱۹۸۹):

۱. *GA* از توابع هدف به جای مشتقاتی که در روش‌های جستجوی گرادیان وجود دارند، استفاده می‌کند؛

۲. *GA* انتقال تصادفی و نه قوانین قطعی را اتخاذ می‌کند؛ و

۳. جستجوی‌های *GA* در سرتاسر فضای جستجو و نه فضای تصمیم محلی انجام می‌شود.

در این پژوهش مسئله گروه بندی قطعه- ماشین چند معیاره مورد بررسی قرار می‌گیرد که در آن وزن معیارها به کمک مقایسات زوجی و روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی^۳ (*AHP*) تعیین می‌گردند. نکته مبهم در تحقیق خیابان و همکاران (۲۰۰۷) که مربوط به محاسبه هزینه حرکات درون سلولی و برون سلولی می‌شود با تعریف اندیس نظیر موقعیت برطرف می‌گردد. ضمناً هدف ثانویه مربوط به اولویت قرار گرفتن قطعات و ماشین‌ها در یک سلول به کمک روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی نیز در پژوهش حاضر در نظر گرفته شده است. سپس مدل برنامه ریزی با متغیر صحیح مسئله به کمک روش الگوریتم ژنتیک حل می‌شود و کارآیی روش توسط مقایسه نتایج مسائل تصادفی تولید شده بررسی می‌گردد.

۳-۱- اهداف پژوهش

هدف اصلی عبارت است از: ارائه وبسط الگوریتمی ژنتیک برای حل مسئله گروه بندی قطعه- ماشین در سلول‌ها و اهداف فرعی عبارتند از:

۱- تعیین معیارهای ارزیابی گروه بندی قطعه- ماشین در سلول‌ها و مدل‌سازی آن؛

۲- تعیین محدودیت‌های حاکم بر گروه بندی قطعه- ماشین در سلول‌ها و مدل‌سازی آن؛

۳- وزن دهی به معیارهای ارزیابی؛

1 Survival of the fittest

2 Goldberg

3 Analytical Hierarchy Process