دانشگاه کردستان
دانشکده مهندسی
گروه مهندسی صنایع

عنوان:

توسعه مدل‌های احتمالی برای مسئله تشکیل سلول تعمیم‌یافته با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان ماشین‌ها

پژوهشگر:

فروزان ناصری

استاد راهنما:

دکترجمال ارکات

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی صنایع گرایش صنایع

مهرماه ۱۳۸۹

کلیه حقوق مادی و معنوی مترتب بر نتایـج مطالعات،

ابتکارات و نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع

این پایان‌نامه (رسـاله) متعلق به دانشـگاه کردستان است.

تعهد نامه

اینجانب فروزان ناصری دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی صنایع گرایش صنایع دانشگاه کردستان، دانشکده مهندسی گروه صنایع تعهد می نماییم که محتوای این پایان نامه 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

فروزان ناصری

۱۳۸۹ / ۷ / ۱۳

به پاس تعبیر عظیم و انسانی شان از کلمه ایثار و از خودگذشتگی

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امید بخش وجودشان که در این سردترین روزگاران بهترین پشتیبان است

به پاس قلب های بزرگشان که فریادرس است و سرگردانی و ترس در پناهشان به شجاعت می گراید

و به پاس محبت های بی دریغشان که هرگز فروکش نمی کند

این مجموعه را به پدر و مادر عزیزم تقدیم می کنم.

در آغاز لازم می‌دانم از کلیه کسانی که در دوران تحصیل همواره مشوق من بوده‌اند کمال تشکر را بنمایم. هم‌چنین از زحمات اساتید محترم و دانشجویان صمیمی و محترم دانشگاه کردستان و به خصوص استاد ارجمند جناب آقای دکتر ارکات که با راهنمایی‌های خود راهگشای اینجانب بوده‌اند کمال تشکر و سپاسگزاری را دارم.

چکیده

در این تحقیق، از روشی جدید جهت بررسی قابلیت اطمینان ماشین‌ها در سیستم‌های تولید سلولی با در نظر گرفتن مسیرهای عملیاتی چندگانه استفاده شده است. با توجه به ماهیت احتمالی مدت زمان خرابی ماشین‌ها، سعی شده است مدل‌های ریاضی مبتنی بر برنامه‌ریزی احتمالی در این زمینه ارائه گردد. در مدل اول که یک مدل یک هدفه است، اثرات هزینه‌ای خرابی ماشین‌ها در نظر گرفته شده است. از آنجایی‌که زمان انجام عملیات یکی از پارامترهای مهم در محاسبه‌ی هزینه خرابی‌ها می‌باشد، در مدل دوم سعی شده است این پارامتر به صورت احتمالی در نظر گرفته شود. در مدل سوم، علاوه بر اثرات هزینه‌ای خرابی ماشین‌ها، اثرات زمانی خرابی ماشین‌ها نیز در نظر گرفته شده است. در این مدل سعی شده است که به طور همزمان هزینه‌های سیستم و زمان سیکل کمینه گردد. جهت حل مدل اول، علاوه بر روش‌های حل دقیق، از الگوریتم ژنتیک استفاده شده است. برای حل مدل دوم و سوم از روش های حل دقیق استفاده شده است. از آنجایی‌که مدل سوم ارائه شده، یک مدل دو هدفه می‌باشد جهت حل آن از الگوریتم حل دقیق تحت عنوان $\epsilon - Constraint$ استفاده شده است.

کلمات کلیدی: قابلیت اطمینان، تشکیل سلول، برنامه‌ریزی احتمالی، خرابی ماشین‌ها، چند هدفه

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول (کلیات تحقیق) ۱

۱-۱-مقدمه ۲

۱-۲-تعریف کلی مسئله پیشنهادی ۳

۱-۳- ضرورت انجام تحقیق ۳

۱-۴- فرضیات تحقیق ۴

۱-۵- اهداف تحقیق ۴

۱-۶- مراحل انجام تحقیق ۴

فصل دوم (پیشینه تحقیق و مرور ادبیات) ۶

۲-۱- مقدمه ۷

۲-۲- سیستم‌های تولید ۷

۲-۲-۱- جانمایی براساس محصول ۸

۲-۲-۲- جانمایی براساس فرآیند ۸

۲-۲-۳- جانمایی مکان ثابت ۹

۲-۲-۴- جانمایی تولید سلولی ۱۰

۲-۳- تکنولوژی گروهی ۱۰

۲-۴- مزایای سیستم‌های تولید سلولی ۱۲

۲-۵- معایب سیستم‌های تولید سلولی ۱۲

۲-۶- طراحی سیستم‌های تولید سلولی ۱۳

۲-۷- طبقه‌بندی در حوزه‌ی مسئله تشکیل سلول ۱۵

۲-۷-۱- طبقه‌بندی براساس روش‌های مدل‌سازی و روش‌های حل ۱۷

۲-۷-۱-۱- روش برنامه‌ریزی ریاضی ۱۸

۲-۷-۱-۲- روش‌های ابتکاری، فراابتکاری و فراابتکاری ترکیبی ۱۹

۲-۷-۱-۳- روش‌های براساس ضرایب تشابه ۲۰

۲-۷-۲- طبقه‌بندی براساس اطلاعات تولیدی ۲۱

۲-۷-۲-۱- مسیرهای عملیاتی قطعات ۲۱

۲-۷-۲-۲- مسیرهای عملیاتی چندگانه ۲۱
۲-۷-۲-۳- توالی عملیات ۲۱
۲-۷-۲-۴- حجم تولید ۲۲
۲-۷-۲-۵- ظرفیت ماشین‌ها ۲۲
۲-۷-۲-۶- زمان‌های تولید و آماده‌سازی ۲۲
۲-۷-۲-۷- خرابی و قابلیت اطمینان ماشین‌ها ۲۲
۲-۸- مرور ادبیات ۲۳
۲ – ۹- نتیجه‌گیری ۲۹
فصل سوم (مدل‌های ریاضی و الگوریتم‌های حل پیشنهادی) ۳۰
۳-۱- مقدمه ۳۱
۳-۲- قابلیت اطمینان ۳۱
۳-۲ -۱- تعریف قابلیت اطمینان ۳۱
۳-۲-۲- تعریف ریاضی قابلیت اطمینان ۳۱
۳-۳- در نظر گرفتن قابلیت اطمینان در طراحی سیستم‌های تولید سلولی ۳۲
۳-۴ - مدل ریاضی مسئله تشکیل سلول با در نظر گرفتن مسیرهای عملیاتی چندگانه ۳۳
۳-۵- مسئله‌ی $\boldsymbol{GCF}$ با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان ماشین‌ها ۳۷
۳-۵-۱- مثال عددی ۴۱
۳-۶- مسئله‌ی GCF با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان ماشین‌ها و زمان انجام عملیات به صورت احتمالی ۴۵
۳-۶-۱- مثال عددی ۴۸
۳-۷- اثرات زمانی خرابی ماشین‌ها ۵۱
۳-۷-۱- محاسبه مدت زمان خرابی هر ماشین ۵۲
۳-۷-۲- محاسبه زمان سیکل ۵۳
۳-۷-۳- روش $\boldsymbol{\varepsilon - constraint}$ ۵۶
۳-۷-۴- مثال عددی ۵۸
۳-۸- الگوریتم‌های فراابتکاری ۶۱
۳-۹- الگوریتم تکاملی ۶۲
۳-۹-۱- الگوریتم ژنتیک ۶۳
۳-۹-۱-۱-کدگذاری ۶۳

۳-۹-۱-۲-تولید راه حل‌های اولیه ۶۴
۳-۹-۱-۳-جمعیت ۶۴
۳-۹-۱-۴- برازندگی ۶۴
۳-۹-۱-۵- عملگرهای الگوریتم ژنتیک ۶۴
۳-۱۰- مثال عددی ۶۷
۳-۱۱- تحلیل نتایج ۶۸
۳-۱۲- نتیجه‌گیری ۶۹
فصل چهارم (جمع‌بندی و پیشنهادات) ۷۱
۴-۱- مقدمه ۷۲
۴-۲- جمع‌بندی کلی ۷۲
۴-۳- ارائه پیشنهادات ۷۲
مراجع ۷۴
فهرست مراجع ۷۵

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۲-۴- تحقیقات انجام شده در زمینه مسئله تشکیل سلول با در نظر گرفتن مسیرهای عملیاتی چندگانه ۲۷

جدول ۲-۴- تحقیقات انجام شده در زمینه مسئله تشکیل سلول با در نظر گرفتن مسیرهای عملیاتی چندگانه (ادامه) ۲۸

جدول ۲-۴- تحقیقات انجام شده در زمینه مسئله تشکیل سلول با در نظر گرفتن مسیرهای عملیاتی چندگانه (ادامه) ۲۹

جدول ۳-۱- اطلاعات تولیدی برای مثال عددی ارائه شده ۴۲

جدول ۳-۲- پیکربندی بهینه بدون در نظر گرفتن قابلیت اطمینان ماشین‌ها ۴۳

جدول ۳-۳- ماتریس بهینه قطعه – ماشین بدون در نظر گرفتن قابلیت اطمینان ماشین‌ها ۴۳

جدول ۳-۴- اطلاعات قابلیت اطمینان ماشین‌ها برای مثال عددی ارائه شده ۴۳

جدول ۳-۵ - پیکربندی بهینه ساختار سلولی با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان ماشین‌ها ۴۴

جدول ۳-۶- ماتریس بهینه قطعه – ماشین با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان ماشین‌ها ۴۴

جدول ۳-۷- ماتریس بهینه قطعه – ماشین با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان ماشین‌ها (روش امید ریاضی) [۵۴] ۴۴

جدول۳-۸- اطلاعات تولیدی مثال عددی ارائه شده ۴۹

جدول ۳-۹- اطلاعات مربوط به خرابی ماشین‌ها ۴۹

جدول ۳-۱۰- ماتریس قطعه- ماشین بهینه (زمان انجام عملیات به صورت قطعی) ۵۰

جدول۳-۱۱-ساختار سلولی بهینه (زمان انجام عملیات قطعی) ۵۰

جدول ۳-۱۲- ماتریس قطعه- ماشین بهینه (با در نظرگرفتن زمان انجام عملیات به صورت احتمالی) ۵۰

جدول۳-۱۳- ساختار سلولی بهینه (زمان انجام عملیات احتمالی) ۵۰

جدول۳-۱۴- اطلاعات تولیدی مثال عددی ارائه شده ۵۸

جدول ۳-۱۵- اطلاعات قابلیت اطمینان و تعمیرپذیری مثال عددی ارائه شده ۵۹

جدول ۳-۱۶- جواب بهینه بدست آمده از حل تابع هدف TT ۵۹

جدول۳-۱۷- جواب بهینه بدست آمده از حل تابع هدف TC ۵۹

جدول۳-۱۸- جواب بهینه بدست آمده با استفاده از تابع هدف $\boldsymbol{TT}$ به ازای اضافه کردن اولین محدودیت به مدل ۶۰

جدول ۳-۱۹- نقاط مؤثر مثال عددی ارائه شده ۶۰

جدول ۳-۲۰- اطلاعات کلی مثال عددی ارائه شده ۶۷

جدول ۳-۲۱- نتایج حل مثال عددی با استفاده از LINGO ۶۸

جدول ۳-۲۲- نتایج حل مثال عددی با استفاده از الگوریتم ژنتیک ۶۸

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۲- ۱- جانمایی براساس محصول ۸

شکل ۲-۲- جانمایی براساس فرآیند ۹

شکل ۲-۳- جانمایی تولید سلولی ۱۰

شکل ۲-۴- ماتریس اولیه قطعه – ماشین ۱۴

شکل ۲-۵- دیاگرام بلوکی متناظر با ماتریس اولیه قطعه- ماشین ۱۴

شکل ۳-۱- نمونه‌ای از یک مسیر عملیاتی ۳۲

شکل ۳-۲- ساختار کروموزوم برای مسئله تشکیل سلول با در نظر گرفتن مسیرهای عملیاتی چندگانه ۶۳

شکل ۳-۳- نحوه‌ی اعمال همگذری بر روی دو کروموزوم ۶۵

شکل ۳-۴- نحوه‌ی انجام جهش بر روی یک کروموزوم ۶۶

فصل اول

کلیات تحقیق

۱-۱-مقدمه

تکنولوژی گروهی[1]، یک فلسفه‌ی تولید برای بهبود کارایی در سیستم‌های تولید انباشته‌ای است و کوشش می‌کند که انعطاف‌پذیری تولید کارگاهی را حفظ کند. ایده اصلی تکنولوژی گروهی، تقسیم یک سیستم تولیدی به تعدادی گروه یا زیرسیستم است.

یکی از کاربردهای تکنولوژی گروهی، سیستم‌های تولید سلولی[2] (*CMS*) است. یک سیستم تولید سلولی، سیستمی است که به گروه‌های مستقلی از سلول‌های ماشینی[3] و خانواده قطعات[4] تقسیم شده است به گونه‌ای که هر خانواده از قطعات را می‌توان در یکی از سلول‌های ماشینی تولید نمود.

در طراحی یک سیستم تولید سلولی، دو مرحله اصلی وجود دارد؛ تشکیل سلول[5] (*CF*) و جانمایی[6] سلولی. تشکیل سلول، شامل گروه‌بندی قطعات مشابه به عنوان خانواده‌ی قطعات و گروه‌بندی ماشین‌آلات در سلول‌ها می‌باشد. جانمایی سلولی، به موضوع جانمایی سلول‌ها در کف کارگاه تولیدی و جانمایی ماشین‌آلات در سلول‌های تولیدی می‌پردازد.

در بسیاری از شیوه‌های تشکیل سلول، فرض می‌شود که قطعات دارای یک مسیر عملیاتی هستند. در نظر گرفتن مسیرهای عملیاتی چندگانه[7] برای قطعات، باعث بروز تغییرات مطلوب در ساختار سلولی می‌گردد ولی فرآیند مدل‌سازی پیچیده‌تر خواهد شد.

خرابی[8] ماشین‌ها نیز باعث بروز مشکلات فراوانی در سیستم‌های تولیدی می‌گردد که از آن جمله می‌توان به افزایش هزینه‌های سیستم تولیدی اشاره نمود. با این اوصاف، در نظر گرفتن همزمان مسیرهای عملیاتی چندگانه برای قطعات و قابلیت اطمینان[9] ماشین‌ها در فرآیند طراحی سیستم تولید سلولی اهمیت فراوانی دارد.

---

[1] Group technology
[2] Cellular manufacturing systems
[3] Machine cells
[4] Part families
[5] Cell Formation
[6] Layout
[7] Alternative Process Routing
[8] Breakdown
[9] Reliability

۱-۲-تعریف کلی مسئله پیشنهادی

خرابی ماشین‌ها باعث بروز مشکلات فراوانی در سیستم‌های تولیدی می‌گردد که از آن جمله می‌توان به افزایش هزینه‌های سیستم تولیدی اشاره نمود. اما در تعداد کمی از مسائل تشکیل سلول، قابلیت اطمینان ماشین‌ها در نظر گرفته شده است. معمولا در اکثر مسائل تشکیل سلول فرض شده است که ماشین‌ها همواره در دسترس هستند، اتخاذ چنین فرضی، مدل‌های ریاضی توسعه داده شده را به مدل‌هایی دور از واقعیت تبدیل می‌نماید. با این اوصاف، در نظر گرفتن قابلیت اطمینان ماشین‌ها در فرآیند طراحی سیستم‌های تولید سلولی اهمیت فراوانی دارد. از سویی دیگر، در بسیاری از مسائل تشکیل سلول فرض شده است که قطعات دارای یک مسیر عملیاتی هستند، در نظر گرفتن مسیرهای عملیاتی چندگانه برای قطعات باعث تغییرات مطلوب درساختار سلولی می‌گردد ولی فرآیند مدل‌سازی پیچیده‌تر خواهد شد.

با توجه به ماهیت احتمالی زمان خرابی ماشین‌ها، در تحقیق حاضر سعی خواهد شد مدل (یا مدل‌های) ریاضی مبتنی بر برنامه‌ریزی احتمالی در حوزه مسئله GCF (مسئله تشکیل سلول با در نظر گرفتن مسیرهای عملیاتی چندگانه یا مسئله تشکیل سلول تعمیم‌یافته) و با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان ماشین‌ها ارائه گردد. گام بعدی، حل مدل (مدل‌های) ارائه شده با استفاده از روش‌های حل دقیق [۱]، ابتکاری [۲] یا فراابتکاری [۳] می باشد.

۱-۳- ضرورت انجام تحقیق

ماشین‌ها یکی از اجزای مهم سیستم‌های تولید سلولی هستند. خرابی ماشین‌ها باعث بروز مشکلات فراوانی در سیستم‌های تولید سلولی می‌گردد که از آن جمله می‌توان به افزایش هزینه‌های سیستم تولیدی اشاره نمود. با این وجود در اکثر تحقیقات انجام شده در زمینه CMS فرض خرابی ماشین‌ها در نظر گرفته نشده است، در نظر نگرفتن این فرض باعث غیر واقعی بودن مدل‌های ریاضی توسعه داده شده می‌گردد. بنابراین با توجه به اهمیت در نظر گرفتن قابلیت اطمینان ماشین‌ها در سیستم‌های تولید سلولی، در این تحقیق سعی خواهد شد که فرض خرابی ماشین‌ها در نظر گرفته شود. از سویی دیگر با توجه به ماهیت احتمالی خرابی ماشین‌ها، در تحقیق حاضر سعی خواهد شد

[1] Exact
[2] Heuristic
[3] Metaheuristic

مدل (مدل‌های) ریاضی مبتنی بر برنامه‌ریزی احتمالی برای مسئله GCF با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان ماشین‌ها ارائه گردد.

۱-۴- فرضیات تحقیق

- حجم تولید هر قطعه در افق برنامه‌ریزی مشخص می‌باشد.
- مسیرهای عملیاتی موجود برای هر قطعه مشخص می‌باشند.
- قابلیت اطمینان (یا نرخ خرابی هر کدام از ماشین‌ها) مشخص می‌باشد.
- تعداد سلول‌های تولیدی از قبل مشخص است.
- زمان انجام عملیات هر قطعه بر روی هر ماشین مشخص است.
- حداکثر تعداد ماشین‌ها در هر یک از سلول‌های تولیدی مشخص است.
- هزینه خرابی ماشین‌ها و از کارافتادگی خط، مشخص است.
- هزینه واحد جابه‌جایی بین سلولی و درون سلولی، مقداری از پیش تعیین شده و مستقل از مسیر یا مسافت حرکت است.
- ارزش زمانی پول در نظر گرفته نمی‌شود.

۱-۵- اهداف تحقیق

- هدف اصلی این تحقیق، ارائه مدل (یا مدل‌های) ریاضی مبتنی بر برنامه‌ریزی احتمالی در حوزه مسئله GCF و با در نظر گرفتن قابلیت اطمینان ماشین‌ها می‌باشد.
- هدف فرعی دیگری که دنبال می‌شود توسعه الگوریتم‌های حل دقیق یا ابتکاری (فراابتکاری) برای حل مدل (های) ارائه شده است.

۱-۶- مراحل انجام تحقیق

اولین مرحله تحقیق، بررسی تحقیقات انجام شده در زمینه سیستم‌های تولید سلولی بوده است. از میان این تحقیقات، مقالاتی که به بررسی مسیرهای عملیاتی چندگانه و خرابی ماشین‌ها پرداخته‌اند، بررسی شد و نتایج این بررسی‌ها در فصل دوم مرور شده است.

فصل سوم، به بررسی قابلیت اطمینان ماشین‌ها در سیستم‌های تولید سلولی پرداخته است. در این فصل ابتدا در مورد روش‌های مختلف بررسی قابلیت اطمینان در سیستم‌های تولید سلولی بحث شده است. سپس مدل ریاضی مسئله GCF بررسی گردید. در ادامه این فصل سه مدل ریاضی جدید در زمینه قابلیت اطمینان ماشین‌ها در سیستم‌های تولید سلولی توسعه داده شده است. در مدل اول (مدل شماره (II))، هزینه‌های سیستم کمینه می‌گردد. این هزینه‌ها شامل هزینه جابه‌جایی درون سلولی و هزینه جابه‌جایی بین سلولی و هزینه خرابی ماشین‌ها می‌باشد. برای حل این مدل از روش شاخه و کران[1] (برای مسائل با مقیاس کوچک) و الگوریتم ژنتیک[2] (GA) (برای مسائل با مقیاس بزرگ) استفاده شده است.

با توجه اینکه زمان انجام عملیات قطعات روی ماشین‌ها به صورت دقیق قابل تخمین نیست، در مدل دوم (مدل شماره (III))، زمان انجام عملیات به صورت احتمالی در نظر گرفته شده است. در این مدل فرض شده است زمان انجام عملیات هر قطعه روی هر ماشین از یک توزیع نرمال با میانگین و واریانس معینی پیروی می‌کند. برای حل مدل ریاضی توسعه داده شده از روش شاخه و کران استفاده شده است.

در مدل سوم (مدل شماره (IV))، اثرات زمانی خرابی ماشین‌ها بررسی شده است. در این مدل سعی شده است که به طور همزمان هزینه‌های سیستم و مدت زمان سیکل تولیدی کمینه گردد. از آنجایی‌که، مدل ارائه شده دوهدفه می‌باشد، از روش $\varepsilon - Constraint$ برای بدست آوردن نقاط مؤثر مربوط به دو تابع هدف استفاده شده است.

فصل آخر به جمع‌بندی و نتیجه‌گیری تحقیقات انجام گرفته شده پرداخته است.

[1] Branch & Bound
[2] Genetic Algorithm

فصل دوم

پیشینه تحقیق و مرور ادبیات

۲-۱- مقدمه

تکنولوژی گروهی، یک فلسفه‌ی تولید برای بهبود کارایی در سیستم‌های تولید انباشته‌ای است و کوشش می‌کند که انعطاف‌پذیری تولید کارگاهی را حفظ کند. ایده اصلی تکنولوژی گروهی، تقسیم یک سیستم تولیدی به تعدادی گروه یا زیرسیستم است.

یکی از کاربردهای تکنولوژی گروهی، سیستم‌های تولید سلولی است. یک سیستم تولید سلولی، سیستمی است که به گروه‌های مستقلی از سلول‌های ماشینی و خانواده قطعات تقسیم شده است به گونه‌ای که هر خانواده از قطعات را می‌توان در یکی از سلول‌های ماشینی تولید نمود. انجام این کار این امکان را برای تولید انباشته‌ای فراهم می‌کند که با حفظ انعطاف‌پذیری تولید کارگاهی به مزایای اقتصادی تولید انبوه دست یابد. تولید سلولی، یک سیستم ترکیبی است که هم مزایای سیستم‌های کارگاهی (انعطاف‌پذیری در تولید و تنوع بالای محصولات) و هم مزایای سیستم‌های خط تولید (جریان کارا و نرخ بالای تولید) را دارد.

در طراحی یک سیستم تولید سلولی، دو مرحله اصلی وجود دارد؛ تشکیل سلول و جانمایی سلولی. تشکیل سلول، شامل گروه‌بندی قطعات مشابه به عنوان خانواده‌های قطعات و گروه‌بندی ماشین‌آلات در سلول‌ها می‌باشد. جانمایی سلولی، به موضوع جانمایی سلول‌ها در کف کارگاه تولیدی و جانمایی ماشین‌آلات در سلول‌های تولیدی می‌پردازد.

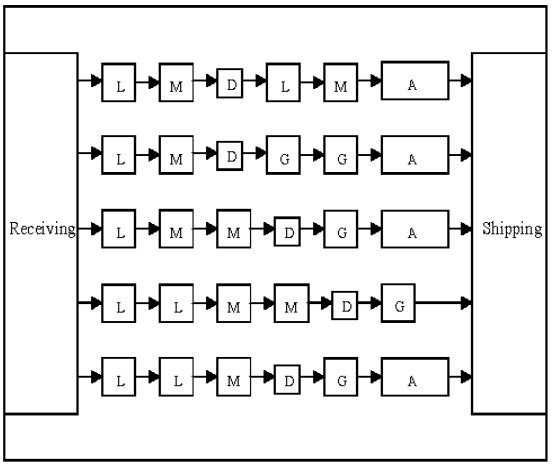
۲-۲- سیستم‌های تولید

سیستم‌های تولید براساس تفاوت در تقاضای محصول، خصوصیات محصول و نوع محصول تولید شده، نوع ماشین‌ها و ابزارها به صورت زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

- جانمایی براساس محصول
- جانمایی براساس فرآیند
- جانمایی مکان ثابت
- جانمایی تولید سلولی

۲-۲-۱- جانمایی براساس محصول

در این نوع جانمایی، تسهیلات براساس ترتیب عملیات مورد نیاز برای محصول مرتب می‌شوند. این نوع جانمایی برای تولید محصولات با حجم بالای تولید و تنوع پایین محصول مناسب است. انعطاف‌پذیری در این نوع جانمایی بسیار کم است، چنانچه تغییر در محصول نیازمند تغییر در جانمایی است که بسیار پرهزینه می‌باشد. در این نوع جانمایی، خطوط تولید برای محصولات خاص طراحی شده‌اند و یک خط به یک محصول خاص اختصاص داده می‌شود. به این نوع جانمایی، جانمایی خط تولید هم گفته می‌شود. شکل (۲-۱) جانمایی براساس محصول را نشان می‌دهد:



شکل ۲- ۱- جانمایی براساس محصول

۲-۲-۲- جانمایی براساس فرآیند

در این نوع جانمایی، ماشین‌ها براساس عملیاتی که انجام می‌دهند گروه‌بندی می‌شوند. مثلا، ماشین‌های تراشکاری در یک دپارتمان، ماشین‌های مته‌کاری در یک دپارتمان دیگر قرار می‌گیرند. این نوع جانمایی برای تولید محصولات با حجم پایین تولید و تنوع بالای محصولات مناسب است. در این نوع جانمایی، انعطاف‌پذیری بسیار بالا می‌باشد، اما موجودی حین فرآیند [۱] و هزینه‌ی جابه‌جایی مواد بالا است، زیرا محصولات باید فواصل طولانی را طی کنند. به این نوع جانمایی، جانمایی کارگاهی[۲] نیز گفته می‌شود. شکل (۲-۲) جانمایی براساس فرآیند را نشان می‌دهد:

[1] WIP
[2] Jopshop