دانشگاه ارومیه

دانشکده فنی و مهندسی

گروه مکانیک

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی مکانیک ساخت و تولید

عنوان :

تخصیص بهینه ماشین آلات برای انجام عملیات در سیستم های ساخت انعطاف پذیر با استفاده از برنامه ریزی ریاضی

استاد راهنما :

دکتر مقصود سلیمانپور

اساتید داور :

دکتر علی دنیوی ، دکتر طاهر ازدست

تنظیم و نگارش :

محمد هادی مهدوی

شهریور ۱۳۹۱

(حق چاپ برای دانشگاه ارومیه محفوظ است)

تقدیـــر و تشکـــر:

شکر شایـان نـثار ایـزد مـنان کـه تـوفـیق را رفـیق راهم ساخت تـا ایـن پـایـان‌نـامـه را بـه پـایـان بـرسانـم. از اسـتـاد فـاضل و انـدیـشمـند جـنـاب آقـای دکـتـر سلیـمـانـپـور بـه عـنـوان اسـتـاد راهنـمـا کـه هـمـواره ایـنـجـانـب را مـورد لـطف و مـحبت خـود قـرار داده‌انـد ،کـمـال تـشکر را دارم.

ایـن پـایـان نـامـه را ضمن تـشکر و سپـاس بـیکران و در کـمـال افـتخار و امـتـنان تـقـدیـم مـی نـمـایـم بـه:

محضر ارزشمـند پـدر و مـادر عزیـزم بـه خـاطر همـه‌ی تـلاشهـای محبت آمـیزی کـه در دوران مـختـلف زنـدگـی‌ام انـجام داده‌انـد و بـا مـهربـانـی چگـونـه زیـستن را بـه مـن آمـوختـه‌انـد.
بـه اسـتـادان فـرزانـه و فـرهیـختـه‌ای کـه در راه کـسب علم و مـعرفـت مـرا یـاری نـمـودنـد.
بـه آنـان کـه در راه کـسب دانـش راهنـمـایـم بـودنـد.
بـه آنـان کـه نـفس خیـرشان و دعـای روح پـرورشان بـدرقـه‌ی راهم بـود.
الـهـا بـه مـن کـمک کـن تـا بـتـوانـم ادای دیـن کـنم و بـه خـواسـتـه‌ی آنـان جـامـه‌ی عمل بـپـوشانـم.
پـروردگـارا حسن عـاقـبت، سلامـت و سعـادت را بـرای آنـان مـقـدر نـمـا.
خـدایـا تـوفـیق خـدمـتی سرشار از شور و نـشاط و همـراه و همسو بـا علم و دانـش و پـژوهش عنـایـت بـفـرمـا.

چکیده

سیستم‌های تولید انعطاف‌پذیر به عنوان سیستم‌های یکپارچه کنترل عددی کامپیوتری تعریف می‌شوند که با سیستم حمل خودکار مواد مرتبط می‌باشند. این سیستم‌ها کارایی خط انتقال تولید بالا و انعطاف‌پذیری یک سیستم کارگاهی را بصورت ترکیبی دارا می‌باشند که مناسب برای تولید دسته‌ای محصولات در حجم و تنوع متوسط است. بر اساس این ویژگی‌ها و نیاز به سرمایه‌گذاری گسترده و وسیع برای اجرای این سیستم‌ها، تولید انعطاف‌پذیر در سال‌های اخیر توجه جهانی را هم در صنعت ساخت و هم در تحقیقات دانشگاهی به خود جلب کرده است. از آنجایی که سیستم‌های تولید انعطاف‌پذیر طیف متنوعی از محصولات را تولید می کنند، در این سیستم‌ها برای انجام یک عمل، ماشین‌آلات مختلف و نیز ابزارهای گوناگون قابل استفاده است که هر یک هزینه و زمان پردازش خاص خود را دارد. بنابراین یکی از مهمترین مسائل در برنامه‌ریزی سیستم‌های تولید انعطاف‌پذیر، مسأله انتخاب ابزار و تخصیص عملیات به ماشین‌آلات می‌باشد که مستقیماً بر روی هزینه و زمان تولید اثر می‌گذارد.

در این پژوهش، مسأله تخصیص عملیات و ظرفیت ماشین که در سیستم‌های تولید انعطاف‌پذیر به وجود می‌آید در نظر گرفته شده است. فرض شده است که ماشین‌آلات خودکار بوده و زمان محدود برای انجام عملیات و ظرفیت خشاب ابزار محدود دارند. ابزارها در تعداد مشخص و محدودی موجود هستند. در این پایان‌نامه برای هر عمل یک وزن در نظر گرفته شده است که وزن یک عمل می‌تواند نشان دهنده منفعت حاصل از بکارگیری آن عمل، بار پردازشی و یا ارجحیت نسبی آن باشد. هدف، بیشینه کردن وزن مجموع عملیات تخصیص یافته است.

این مسأله به صورت یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی با متغیرهای صفر و یک فرمول‌بندی شده و برای حل آن الگوریتم فراابتکاری مورچگان طراحی شده و در محیط متلب کدنویسی کامپیوتری سازی شده است. به منظور تعیین جواب بهینه نهایی، هر مسئله با استفاده از نرم‌افزار لینگو نیز برنامه‌نویسی و حل شده است. جوابهای حاصل از الگوریتم پیشنهادی با جوابهای بدست آمده از لینگو مقایسه شده است.

نتایج آزمایش‌ها حاکی از کارا بودن الگوریتم ارائه شده برای حل این مسأله حتی در ابعاد بزرگ است. در مسائلی با ابعاد کوچک جواب‌های الگوریتم‌های جستجوی ممنوع و الگوریتم جستجوی بیم و مورچگان ارائه شده نزدیک بود ولی با بزرگتر شدن ابعاد مسأله، کیفیت جواب‌های بدست آمده برای الگوریتم‌های جستجوی بیم و مورچگان، نسبت به سایر الگوریتم‌ها بهبود یافت. علاوه بر این بطور کلی، کیفیت جواب‌های الگوریتم مورچگان ارائه شده نسبت به الگوریتم‌های جستجوی ممنوع و جستجوی بهترین بهبود، بالاتر بود و تفاوت کمی با جستجوی بیم داشت.

کلمات کلیدی: سسیستم‌های تولید انعطاف‌پذیر؛ انتخاب ابزار ماشین؛ تخصیص عملیات؛ الگوریتم فرا ابتکاری مورچگان.

فهرست مطالب

عنوان

صفحه

فصل اول: مبانی نظری
۱

۱-۱ مقدمه ۲
۱-۲ تاریخچه ۲
۱-۳ مکانیزاسیون ۳
۱-۴ اتوماسیون نقطه ای ۳
۱-۵ جزایر اتوماسیون ۴
۱-۶ نقش کامپیوترها در تولید ۵
۱-۷ سیستم های تولید انعطافپذیر ۵
۱-۷-۱ اهداف ۹
۱-۷-۲ کاربردها ۹
۱-۷-۳ مزایا و معایب ۱۰
۱-۷-۴ طرح های چیدمان در سیستم های تولید انعطافپذیر ۱۱
۱-۷-۵ انواع سیستم های تولید انعطافپذیر ۱۵
۱-۷-۶ مسائل پیش رو در FMS ۱۶
۱-۷-۷ مسأله تخصیص ماشین‌ها و ابزارها ۱۸

فصل دوم: پیشینه تحقیق
۲۰

۲-۱ مقدمه ۲۱

۲-۲ سابقه پژوهش‌های انجام گرفته ۲۱
۲-۳ جمع‌بندی ۲۴

فصل سوم: برنامه‌ریزی عدد صحیح ۲۶

۳-۱ مقدمه ۲۷
۳-۲ مدل‌های برنامه‌ریزی عدد صحیح ۲۷
۳-۳ الگوریتم‌های حل مسائل برنامه‌ریزی عدد صحیح محض ۲۸
۳-۳-۱ الگوریتم انشعاب و تحدید ۲۸
۳-۴ برنامه‌ریزی صفر و یک ۳۲
۳-۴-۱ الگوریتم شمارش ضمنی (بالاس) ۳۲

فصل چهارم: الگوریتم مورچگان ۳۶

۴-۱ مقدمه ۳۷
۴-۲ مسائل بهینه‌سازی ترکیبی ۳۸
۴-۳ روش حل مسائل بهینه‌سازی ترکیبی ۳۸
۴-۴ روش‌های ابتکاری و فرا ابتکاری (جستجوی تصادفی) ۳۹
۴-۴-۱ روش‌های فرا ابتکاری برگرفته از طبیعت ۴۰
۴-۴-۲ مسأله فروشنده دوره‌گرد ۴۲
۴-۵ بهینه‌یابی ۴۲
۴-۶ رویکردهای سنتی حل مسائل بهینه‌یابی ۴۳
۴-۶-۱ الگوریتم‌های ساختگرا ۴۳
۴-۶-۲ الگوریتم‌های بهبودگرا ۴۴
۴-۷ سیر تحول تاریخی مجموعه الگوریتم‌های مورچگان ۴۵
۴-۸ منشأ زیست‌شناسانه الگوریتم‌های مورچگان ۴۵
۴-۸-۱ ساختار مسائل قابل مدل‌سازی برای حل با مجموعه الگوریتم‌های مورچگان ۴۷

۴-۹ کلیات الگوریتم‌های مورچگان ۴۸
۴-۱۰ مجموعه الگوریتم‌های سیستم مورچگان ۴۸
۴-۱۰-۱ مدل‌های چگالی مورچگان و کمیت مورچگان ۵۱
۴-۱۰-۲ نحوه عملکرد الگوریتم ۵۲
۴-۱۰-۳ مدل چرخه مورچگان ۵۲
۴-۱۱ پارامترهای الگوریتم سیستم مورچگان ۵۳
۴-۱۲ تأثیر توزیع مورچه‌ها ۵۴
۴-۱۳ بهبودهای اعمال شده بر روی الگوریتم سیستم مورچگان ۵۶
۴-۱۳-۱ الگوریتم راهبرد نخبه‌ترین ۵۶
۴-۱۳-۲ نسخه رتبه‌بندی شده سیستم مورچگان ۵۷
۴-۱۳-۳ الگوریتم سیستم بیشینه – کمینه مورچگان ۵۸
۴-۱۳-۴ الگوریتم سیستم اجتماع مورچگان ۵۸

فصل پنجم: بیان مسأله و الگوریتم پیشنهادی ۶۰

۵-۱ شرح مسأله ۶۱
۵-۲ الگوریتم حل پیشنهادی ۶۳
۵-۳ فلوچارت و شبه کد الگوریتم ۶۵

فصل ششم: نتایج محاسباتی ۶۹

۶-۱ چگونگی تولید مسأله ۷۰
۶-۲ نحوه بررسی و مقایسه داده‌ها ۷۱

فصل هفتم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۷۹

۷-۱ نتیجه‌گیری ۸۰
۷-۲ محدودیت‌های تحقیق ۸۲

۳-۷ پیشنهادات ۸۲

منابع و مأخذ
۸۴

پیوست‌ها
۸۸

فهرست جداول

عنوان
صفحه

جدول ۶-۱ مقایسه میزان انحراف از جواب الگوریتم مورچگان، جستجوی تیر و جستجوی ممنوع و جستجوی بهترین بهبود ۷۳

فهرست شکل‌ها

عنوان
صفحه

شکل ۱-۱ نمایی از ماشین‌های CNC در یک سیستم تولید انعطاف‌پذیر..... ۷

شکل ۱-۲ نمایی از یک سیستم تولید انعطاف‌پذیر با سیستم حمل اتوماتیک ۸

شکل ۱-۳ طرح چیدمان خطی FMS..... ۱۱

شکل ۱-۴ طرح چیدمان خطی FMS با سیستم حمل ثانویه ۱۲

شکل ۱-۵ طرح چیدمان حلقه‌ای FMS ۱۲

شکل ۱-۶ طرح چیدمان نردبانی FMS..... ۱۳

شکل ۱-۷ طرح چیدمان میدان باز FMS ۱۴

شکل ۱-۸ طرح چیدمان سلول با مرکزیت روبات در FMS ۱۵

شکل ۴-۱ رفتار مورچه‌ها در یافتن مسیرهای منتهی به غذا ۴۶

شکل ۴-۲ رد اثر فرمون در ابتدا و انتهای حل توسط الگوریتم ۵۲

شکل ۴-۳ ترکیبات پارامترهای α و β ۵۴

شکل ۵-۱ فلوچارت الگوریتم مورچگان ارائه شده ۶۶

شکل ۶-۱ میزان متوسط انحراف از جواب بهینه برای الگوریتم‌های مورچگان، جستجوی بیم، جستجوی ممنوع و
جستجوی بهترین بهبود برای L(i)=1 ..... ۷۴

شکل ۶-۲ میزان بیشینه انحراف از جواب بهینه برای الگوریتم‌های مورچگان، جستجوی بیم، جستجوی ممنوع و
جستجوی بهترین بهبود برای L(i)=1 ..... ۷۵

شکل ۶-۳ میزان متوسط انحراف از جواب بهینه برای الگوریتم‌های مورچگان، جستجوی بیم، جستجوی ممنوع و
جستجوی بهترین بهبود برای L(i)≥1 ..... ۷۵

شکل ۶-۴ میزان بیشینه انحراف از جواب بهینه برای الگوریتم‌های مورچگان، جستجوی بیم، جستجوی ممنوع و
جستجوی بهترین بهبود برای L(i)≥1 ..... ۷۶

شکل ۶-۵ سرعت همگرایی الگوریتم پیشنهادی برای مسأله دارای ۲۵ عملیات ۳ ماشین ۸ ابزار ۷۷

شکل ۶-۶ سرعت همگرایی الگوریتم پیشنهادی برای مسأله دارای برای ۲۵ عملیات ۵ ماشین ۸ ابزار ۷۷

شکل ۶-۷ سرعت همگرایی الگوریتم پیشنهادی برای مسأله دارای برای ۲۵ عملیات ۷ ماشین ۸ ابزار ۷۷

شکل ۶-۸ سرعت همگرایی الگوریتم پیشنهادی برای مسأله دارای برای ۱۰۰ عملیات ۲ ماشین ۸ ابزار ۷۷

شکل ۶-۹ سرعت همگرایی الگوریتم پیشنهادی برای مسأله دارای برای ۱۰۰ عملیات ۳ ماشین ۸ ابزار ۷۸

شکل ۶-۱۰ سرعت همگرایی الگوریتم پیشنهادی برای مسأله دارای برای ۳۰۰ عملیات ۲ ماشین ۸ ابزار ۷۸

شکل ۶-۱۱ سرعت همگرایی الگوریتم پیشنهادی برای مسأله دارای برای ۳۰۰ عملیات ۳ ماشین ۸ ابزار ۷۸

شکل ۶-۱۲ سرعت همگرایی الگوریتم پیشنهادی برای مسأله دارای برای ۵۰۰ عملیات ۲ ماشین ۸ ابزار ۷۸

فصل اول
مبانی نظری

۱-۱ مقدمه

امروزه تصمیمات تکنولوژی می‌تواند تأثیر زیادی بر هزینه، سرعت، کیفیت و انعطاف‌پذیری عملیات داشته باشد. مهم‌تر اینکه، این تصمیمات ظرفیت آینده شرکت را مشخص و صحنه را برای مقاصد رقابتی آماده می سازد. سیستم‌های تولید انعطاف‌پذیر[1] آینده سیستم‌های تولید را تشکیل می‌دهند. نیازهای آینده، تولیدات محصولات بیشتر با سرعت و کیفیت تولید بالاتر را می‌طلبد[۱]. در این فصل به شرح مختصری در مورد پرداخته شده است.

۲-۱ تاریخچه

در ابتدای قرن بیستم سیستم‌های تولید انعطاف‌پذیر وجود نداشت. نیاز زیادی برای کارایی و بهره‌وری به دلیل داخلی و ملی بودن بازارها نبود و رقابت چندانی وجود نداشت. سازندگان می‌توانستند به مصرف کنندگان بگویند که چه چیزی بخرند. بعد از جنگ جهانی دوم عصر جدیدی در ساخت به وجود آمد. کشف مواد جدید و تکنیک‌های تولید، کیفیت و بهره‌وری را افزایش داد. پایان جنگ سبب به وجود آمدن بازارهای خارجی و رقابت جدید شد. از آن به بعد تمرکز بازار روی مصرف کننده قرار گرفت.

اولین سیستم تولید انعطاف‌پذیر در سال ۱۹۶۵ توسط تئو ویلیام سن[2] به وجود آمد که تجهیزات کنترل عددی را ساخت. نمونه‌هایی از تجهیزات کنترل عددی مانند تراش‌ها و فرزهای CNC هستند که عناصر اصلی سیستم‌های تولید انعطاف‌پذیر نامیده می‌شوند. در دهه ۷۰ با رشد روزافزون دانش تکنولوژیکی، سیستم‌های تولید انعطاف‌پذیر به مسیر اصلی ساخت محصولات تبدیل شد.

در دهه ۸۰ برای اولین بار سازندگان، کارایی، کیفیت و انعطاف‌پذیری را به منظور ماندن در رقابت‌های تجاری در ساخت محصولات خود در نظر گرفتند[۲]. همین امر باعث شد که مکانیزاسیون و افزایش اتوماسیون در محیط FMS به یک ضرورت حیاتی تبدیل شود.

---

[1] Flexible Manufacturing Systems (FMS)
[2] Theo Williamson

۱-۳ مکانیزاسیون

همواره جستجوی راه‌های بهتر در تولید قطعات، عامل اساسی و محرک برای خودکارسازی یا اتوماسیون بوده است. انقلاب صنعتی نیز نقش مؤثری در تعویض نیروی کار انسانی با ماشین داشته است. تعویض نیروی کار فیزیکی را می‌توان ابتدایی‌ترین مشخصه مکانیزاسیون دانست. در نخستین دهه‌های قرن بیستم تیلور به همراه سایر هم فکرانش تکنیک‌های جدید و گوناگونی برای استانداردسازی روش‌های عملیاتی و کاری در تولید ابداع کرد. روش‌های او مبتنی بر تقسیم سیستماتیک عملیات تولیدی به عناصر کوچک و کوچکتر و سپس تمرکز بر هر عنصر جهت بهبود عملکرد آن می‌باشد. این رویکرد موجب تسهیل مکانیزه‌سازی و خودکارسازی در هر عملیاتی می‌شود، ولی با این حال طبیعت پیچیده و رقابتی تولید امروز با این نگرش جزء نگرانه سازگار نیست.

فرهنگ موجود در جامعه نیز با فشار بر مهندسان و مدیران برای تغییر روشها و توسعه فرایندها، نقش مهمی در تکامل اتوماسیون تولیدی داشته است. این موضوع در مبحث تولید به موقع (JIT) به عنوان یک رویکرد در مدیریت تولید و همچنین در بحث از رویکردهای خودکارسازی تولید بسیار حائز اهمیت است[۳].

۱-۴ اتوماسیون نقطه ای

ورود فن‌آوری‌های نوین کنترل به کارخانجات در دهه‌های۱۹۵۰ و۱۹۶۰ موجب شد که در برخی از ماشین‌ها به جای کنترل دستی از کنترل عددی و کامپیوتری استفاده شود. به عنوان مثال دستگاه‌های کنترل عددی (NC) جایگزین ماشین‌های تراش معمولی شد و پس از مدتی نیز ماشین تراش‌هایی با کنترل کامپیوتری (CNC) متداول گشت.

سیستم NC نوعی از اتوماسیون قابل برنامه‌ریزی است که عملیات آن به وسیله اعداد و نشانه‌ها کنترل می‌شود. مجموعه‌ای از اعداد با تشکیل یک برنامه، ماشین را برای تولید قطعات هدایت می‌کنند. در سیستم‌های مبتنی بر

کامپیوتر برای تولید محصول جدید نیازی به تعویض ماشین نیست، بلکه با تغییر برنامه می‌توان به تولید محصول جدید پرداخت. این ویژگی موجب انعطاف‌پذیری در تولید می‌گردد که خود از مشخصه‌های اتوماسیون مبتنی بر کامپیوتر یا به اصطلاح اتوماسیون نرم است. واژه نرم در این اصطلاح به ابزار کنترل اشاره دارد که در واقع برنامه یا نرم‌افزار است. تفاوت عمده اتوماسیون نرم با اتوماسیون سخت در همین حالت انعطاف‌پذیری است. اتوماسیون سخت بسیار غیر منعطف بوده و به وضعیتی اطلاق می شود که مجموعه عملیات ممکن با ترکیب تجهیزات مشخص شود. در اینصورت اگر دامنه محصولات تغییر یابد یا عملیات جدیدی مورد نیاز باشد، این امر بدون توسعه دستگاه‌ها و ادوات یا ترکیب جدیدی از تجهیزات ممکن نخواهد بود.

در گذشته تمامی پیشرفت‌های اتوماسیون تولیدی بطور مجزا در یک سازمان و تنها پیرامون یک ماشین یا یک عملیات خاص دور می‌زد. به همین دلیل آن را اتوماسیون نقطه‌ای نامیده بودند. در آن زمان برای ارتباط میان نقاط اتوماسیون و یکپارچه‌سازی آن‌ها هیچ استراتژی مشخصی وجود نداشت. در دهه ۱۹۷۰ با کاهش قیمت کامپیوترها و افزایش قابلیت‌هایشان به تدریج امکان مواجهه با مسائل پیچیده‌تر به وجود آمد. این مسأله موجب شد که نقاط اتوماسیون توسعه یافته و اتوماسیون گسترده‌تری به نام جزایر اتوماسیون تشکیل شود[۳].

۵-۱ جزایر اتوماسیون

جزایر اتوماسیون به وسیله مجموعه‌ای از زیر سیستم‌های یکپارچه و خودکار شده در کارخانه تشکیل می‌شوند. در این مرحله اتوماسیون‌های نقطه‌ای به عملیات جانبی یا مجاور گسترش می‌یابند. نمونه‌هایی از این حالت در سیستم‌های مدیریت تولید از قبیل: سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع تولید (MRPII)، سیستم‌های یکپارچه جابجایی و انبارسازی مواد، سیستم‌های تولید انعطاف‌پذیر و انواع سیستم‌های مهندسی به کمک کامپیوتر دیده می‌شود.

پیشرفت‌های حاصله در زمینه فرایندهای تولید از قبیل: سیستم‌های تولید انعطاف‌پذیر (FMS) و کنترل عددی مستقیم (DNC) نمونه‌هایی از پیوستن نقاط اتوماسیون و تشکیل جزایر اتوماسیون هستند. در سیستم DNC تعدادی از ماشین‌های تولیدی با یک کامپیوتر مرکزی بطور مستقیم و بلادرنگ در ارتباط بوده و تحت کنترل قرار می‌گیرند. در این سیستم از ماشین‌های تولیدی CNC یا NC استفاده می‌شود. برنامه‌های کامپیوتری مورد نیاز برای ماشینکاری قطعات توسط کامپیوتر DNC به کنترل کننده هر ماشین فرستاده می‌شود.

جزایر اتوماسیون نمایانگر وضعیت فعلی تولید هستند؛ یعنی یکپارچه‌سازی در حد جزایر اتوماسیون پیش رفته است. در واقع رشد سریع جزایر نشانگر گسترش محلی اتوماسیون است که نتیجه آن پیدایش مسأله‌ای به نام CIM می‌باشد[۳].

۱-۶ نقش کامپیوترها در تولید

ایفای نقش کامپیوترها در تولید به صور مختلفی قابل طبقه‌بندی است. یکی از این طبقه‌بندی‌ها بر اساس چگونگی ارتباط کامپیوتر با فرایندهای تولید انجام می‌گیرد. این ارتباط می‌تواند به شکل مستقیم یا غیرمستقیم باشد. سیستم‌های اطلاعاتی و پشتیبانی تصمیم‌گیری بدون قابلیت برخورد مستقیم با فرایند، نمونه‌ای از ارتباط غیرمستقیم کامپیوتر با تولید هستند. در این حالت اطلاعاتی توسط سیستم کامپیوتری پردازش می‌شوند که انسان آنها را از فرایند تولید جمع‌آوری و وارد دستگاه کرده است. طرح‌ریزی فرایند به کمک کامپیوتر (CAPP) برنامه‌ریزی کنترل عددی به کمک کامپیوتر و مدیریت تولید کامپیوتری نمونه‌هایی از کاربرد غیرمستقیم کامپیوتر هستند. در حالت ارتباط مستقیم، کامپیوتر به طور مستقیم فرایند را مورد نظارت و کنترل قرار می‌دهد. ماشین‌های CNC و DNC و روباتیک نمونه‌هایی از بکارگیری مستقیم کامپیوتر در تولید می‌باشند[۳].

۱-۷ سیستم‌های تولید انعطاف‌پذیر

یک سیستم تولید انعطاف‌پذیر، سیستمی یکپارچه و تحت کنترل کامپیوتر بوده و از وسایل خودکار جابجایی مواد و ماشین ابزارهای CNC تشکیل می‌شود. در این سیستم انباشته‌هایی از قطعات مختلف با حجم متوسط می‌توانند بطور همزمان تحت عملیات قرار گیرند. بنابراین FMS بسیاری از مفاهیم اتوماسیون را در قالب یک سیستم با هم ترکیب نموده است. این مفاهیم عبارتند از[۲]:

- کنترل عددی (NC) و کنترل عددی کامپیوتری (CNC).
- تجهیزات فرایند روباتیک.
- کنترل سیستم جابجایی مواد و هر یک از ماشین‌های CNC از طریق DNC.
- جابجایی خودکار مواد.
- تعویض خودکار مواد.
- بارگذاری و باربرداری خودکار ماشین.

یک سیستم تولید انعطاف‌پذیر (FMS) شامل ماشین‌های قابل برنامه‌ریزی متعددی است که به وسیله یک سیستم اداره مواد خودکار به هم متصل شده‌اند و به وسیله یک شبکه کامپیوتری عمومی کنترل می‌شوند. این سیستم با سیستم‌های خودکار سنتی که ثابت و به منظور وظایف خاص طراحی شده‌اند متفاوت است. خودکار سازی ثابت، کارایی خیلی بالایی دارد و می‌تواند در حجم زیادی تولید نماید اما غیر قابل انعطاف است و تنها می‌تواند یک نوع محصول را تولید کند و اگر در طراحی محصول تغییری ایجاد شود نیازمند تغییر جامع در خط تولید و تجهیزات می‌باشد. FMS انعطاف‌پذیری را با کارایی ترکیب می‌نماید.

در این سیستم قطعات ابتدا وارد نقطه‌ای در مرکز FMS شده و نهایتاً از آن خارج می‌شوند. در این میان سیستم جابجایی مواد بطور خودکار قطعات را به ماشین‌ها انتقال می‌دهد. انتخاب هر ماشین برای عملیات از طریق طرح یا مسیر فرایند انجام می‌شود. مسیر حرکت هر قطعه و عملیات تولید آن بر حسب محصولات مختلف متفاوت است. تعیین این مسیر در

FMS توسط زیربرنامه ای به نام "برنامه‌ریز" انجام می‌شود. این زیربرنامه به اطلاعات محصول و سایر اطلاعات برنامه‌ریزی دسترسی دارد. بنابراین برنامه مزبور قادر به تشخیص ماشین مربوط به هر یک از قطعه‌ها بوده و بر این اساس الگوریتم یا هیوریستیک برنامه‌ریزی، برنامه زمان‌بندی مورد نیاز را طراحی می‌کند. کنترل FMS توسط یک یا مجموعه‌ای از کامپیوترها انجام می‌شود. در این سیستم مسئولیت عملیات زمان‌بندی و هماهنگسازی سیستم جابجایی مواد و ماشین‌آلات برای دستیابی به برنامه زمان‌بندی مزبور بر عهده سیستم کنترل است. برنامه‌های مورد نیاز برای تولید قطعات از کامپیوتر مرکزی بر روی هر یک از ماشین‌های CNC نصب یا بارگذاری می‌شود. دستورات مربوط به حمل و نقل قطعات نیز به سیستم جابجایی مواد ابلاغ می‌شود. این دستورات حاوی جزئیاتی درباره نقاط انتقال هر قطعه هستند. همچنین کامپیوتر مسئول تهیه گزارشی از عملکرد FMS نیز هست. تهیه گزارش به این صورت است که داده‌ها از هر ماشین جمع‌آوری شده و برای طبقه‌بندی مرتب می‌شوند.

ابزار به صورت خودکار از انبارهای بزرگ تهیه می‌شوند. سیستم اداره مواد، قطعات را از طریق پالت حمل می‌کند که می‌تواند به منظور پردازش در روی ماشین نگه داشته شود. پالت‌ها بین انتقال دهنده‌ها و ماشین‌ها به صورت خودکار جابه‌جا می‌شوند. نرم‌افزارهای کامپیوتری در جریان حرکت و پردازش ملزومات برای هر پالت قرار می‌گیرند. پالت‌ها از طریق بارکدها و نشانگرهای رادیویی با کنترل کننده کامپیوتری ارتباط دارند و قطعات بین ماشین‌ها و مسیرهای حرکت جابه‌جا می‌شوند. FMS می‌تواند به کمک مجموعه‌ای از ماشین‌های قابل برنامه‌ریزی و انبارهای بزرگ طیف وسیعی از قطعات مختلف را تولید نماید.

شکل (۱-۱) نمایی از ماشین‌های CNC در یک سیستم تولید انعطاف‌پذیر

کارایی FMS ها از طریق کاهش در زمان‌های انتظار و راه‌اندازی حاصل می‌شود. فعالیت راه‌اندازی قبل از رسیدن قطعات به ماشین انجام می‌شود. ماشین‌ها فقط روی قطعاتی که برای پردازش فوری آماده‌اند کار می‌کنند. در مناطق انتظار هر ماشین، پالت‌هایی نگهداری می‌شوند که در زمان اتمام قطعات قبلی آماده هستند. پالت همچنین به عنوان یک سکوی کاری استفاده می‌شود، بنابراین هیچ زمانی برای جابه‌جایی قطعه از پالت به ماشین یا موقعیت دیگر و ثابت کردن قطعه هدر نمی‌رود.