

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

دانشگاه یزد
دانشکده فنی و مهندسی
گروه مهندسی صنایع

پایان نامه
برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
مهندسی صنایع - صنایع

**توسعه یک مدل برنامه ریزی تولید چند محصولی چند دوره ای
برای تعیین اندازه انباشته در شرایط عدم قطعیت**

استاد راهنما:

دکتر حسن خادمی زارع

استاد مشاور:

دکتر محمد مهدی لطفی

پژوهش و نگارش:

مرتضی حاجی دوست گیو

مهرماه ۱۳۹۲

کلیدی حقوق مادی و معنوی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان‌نامه / رساله متعلق به دانشگاه یزد است و هرگونه استفاده از نتایج علمی و عملی از این پایان‌نامه / رساله برای تولید دانش فنی، ثبت اختراع، ثبت اثر بدیع هنری، همچنین چاپ و تکثیر، نسخه برداری، ترجمه و اقتباس و ارائه مقاله در سمینارها و مجلات علمی از این پایان‌نامه / رساله منوط به موافقت کتبی دانشگاه یزد است.

پیش

پدر و مادر عزیز و مهربانم که یک عمر سوختند تا بسازند

و تقدیم به

تمام کسانی که ساخته شدنم را دیدیون زندگی و دوستی با آنان بوده ام.

تشکر و قدردانی

اکنون که بایاری پروردگار، نکارش این پایان نامه به اتمام رسیده است به پاس حق شناسی بر خود لازم می‌دانم قبل از هر چیز از پدر و مادر مهربانم که در تمامی مراحل زندگی، باعث دلگرمی بنده بوده‌اند تشکر و قدردانی نمایم. همچنین مراتب قدردانی و سپاس خود را از زحمات بی‌شائبه اساتید گران قدر جناب آقای دکتر حسن خادمی زارع به عنوان استاد محترم راهنما و جناب آقای دکتر محمد مهدی لطفی به عنوان استاد محترم مشاور که در مراحل انجام و تدوین پایان نامه مرایاری نمودند اعلام می‌دارم. همچنین در این مجال، از تمامی اساتیدی که برای پیشرفت دانشجویان این سرزوبوم دل می‌سوزانند یاد کرده، دست آن‌ها را بوسیده و آرزوی توفیق روزافزونشان را دارم. در پایان نیز از همه دوستانی که به راستی اگر کمک آن‌ها نبود اتمام این پژوهش میسر نمی‌شد از صمیم قلب تشکر کرده، سربلندی ایشان را از خداوند بزرگ خواهانم.

مرتضی حاجی دوست گویو - مه‌ماه ۹۲

چکیده:

امروزه با توجه به رقابتی شدن شرایط بازارها، سازمان‌ها برای حفظ و بقا می‌بایست به دنبال افزایش کارایی و بهینه‌سازی عملیات تولیدی خود باشند. به همین دلیل باید عوامل متفاوتی را در راستای بهینه‌سازی برنامه ریزی تولید خود برای پاسخگویی بهنگام به تقاضاهای مشتریان مد نظر قرار دهند. معمول ترین سیستم‌ها در دنیای ساخت و تولید، برنامه ریزی سیستم‌های تولید چند محصولی، چند مرحله‌ای و چند دوره‌ای می‌باشد. یکی از پرکاربردترین زمینه‌ها در برنامه ریزی تولید مربوط به تعیین مقدار و دوره تولید محصولات است که به عنوان تعیین اندازه دسته تولید شناخته می‌شود. در این حالت وقتی پارامترها دارای عدم قطعیت باشند، مسأله بسیار پیچیده شده و در این زمینه کارهای اندکی صورت گرفته است. مدل‌های برنامه ریزی تولیدی که عدم قطعیت را لحاظ نمی‌کنند انتظار می‌رود که تصمیمات تولیدی ناکارآمدی را بوجود آورند. توجه به عدم قطعیت در یک محیط تولیدی می‌تواند نتایج مثبت بی‌شماری را هم برای برنامه‌ریزی تولید و هم در محاسبه هزینه‌های تولید به دنبال داشته باشد. به همین دلیل در این پایان‌نامه، ابتدا به توسعه یک مدل برنامه ریزی تولید چند محصولی، چند مرحله‌ای و چند دوره‌ای می‌پردازیم و سپس با معرفی پارامترهای دارای عدم قطعیت، از روشی مناسب به نام بهینه‌سازی استوار برای لحاظ کردن این عدم قطعیت‌ها در مدل استفاده می‌کنیم. نتایج عددی برای مسایل نمونه نشان می‌دهد که مدل برنامه ریزی تولید استوار ضمن اینکه جواب‌هایی با هزینه کمتر تولید می‌کند، دارای استواری بیشتری بوده و تغییرات هزینه‌ای آن نسبت به مدل قطعی بسیار کمتر می‌باشد. می‌توان از روش مدلسازی و همچنین روش مواجهه با عدم قطعیت که در این پایان‌نامه مطرح گردید در سایر موارد دنیای واقعی نیز استفاده کرد.

کلمات کلیدی: برنامه ریزی تولید چند محصولی، چند دوره‌ای، عدم قطعیت،

اندازه انباشته، بهینه‌سازی استوار

فهرست مطالب:

صفحه	عنوان
۱	فصل ۱: مقدمه
۲	۱-۱ مقدمه
۳	۲-۱ تولید چیست
۴	۱-۲-۱ اهداف بخش تولید
۵	۲-۲-۱ برنامه ریزی و کنترل تولید
۵	۳-۲-۱ برنامه ریزی تولید و مدل‌های ریاضی
۸	۴-۲-۱ ساختار سیستم تولیدی
۱۱	۵-۲-۱ برنامه ریزی تولید چند مرحله ای با محدودیت ظرفیت
۱۲	۶-۲-۱ مشخصه های مدل های تعیین اندازه انباشته
۱۶	۷-۲-۱ انواع روشهای حل مسایل برنامه ریزی تولید
۱۹	۳-۱ عدم قطعیت
۱۹	۱-۳-۱ برخی از دلایل عدم قطعیت
۱۹	۲-۳-۱ رویکردهای مختلف عدم قطعیت
۲۰	۳-۳-۱ عدم قطعیت در برنامه ریزی تولید
۲۱	۴-۱ نوآوری های پژوهش
۲۲	۵-۱ ساختار پایان نامه
۲۳	۶-۱ مواردی در رابطه با پایان نامه
۲۳	۱-۶-۱ فرضیات و سوالات تحقیق
۲۴	۲-۶-۱ ضرورت و اهمیت تحقیق
۲۵	۳-۶-۱ روش انجام کار تحقیق
۲۵	۷-۱ جمع بندی
۲۷	فصل ۲: مرور بر ادبیات برنامه ریزی تولید و عدم قطعیت
۲۸	۱-۲ مقدمه
۲۸	۲-۲ تاریخچه برنامه ریزی تولید
۲۸	۱-۲-۲ مدل سازی در برنامه ریزی تولید
۲۸	۱-۱-۲-۲ مدل های مفهومی

۲۹.....	مدل های تحلیلی ۲-۱-۲-۲
۳۰.....	مدل های هوش مصنوعی: ۳-۱-۲-۲
۳۱.....	مدل های شبیه سازی ۴-۱-۲-۲
۳۲.....	مرور بر ادبیات برنامه ریزی تولید چند مرحله ای ۲-۲-۲
۳۶.....	نتیجه گیری و جمع بندی مقالات و تاریخچه برنامه ریزی تولید ۱-۲-۲-۲
۳۶.....	۳- بهینه سازی در شرایط عدم قطعیت
۳۷.....	رویکرد های کلاسیک مقابله با عدم قطعیت ۱-۳-۲
۳۹.....	مقدمه‌ای بر بهینه‌سازی استوار ۲-۳-۲
۴۰.....	سیر تاریخی مقالات بهینه‌سازی استوار ۱-۲-۳-۲
۴۱.....	مرور بر ادبیات کاربرد بهینه سازی استوار در برنامه ریزی تولید ۲-۲-۳-۲
۴۷.....	۴- جمع بندی و نتیجه گیری
۴۹.....	فصل ۳: ارایه مدل ریاضی
۵۰.....	۱-۳ مقدمه
۵۰.....	۲-۳ صنعت مورد بررسی
۵۳.....	۲-۲-۳ نحوی مدلسازی
۵۳.....	۱-۲-۲-۳ معیار دسته بندی فرآیندهای تولید
۵۶.....	۲-۲-۲-۳ فرضیات موجود
۵۷.....	۳-۲-۲-۳ مدل برنامه ریزی تولید چند محصولی، چند مرحله ای، چند دوره ای
۶۴.....	۳-۲-۳ جمع بندی و نتیجه گیری
۶۵.....	فصل ۴: ارایه مدل استوار برنامه ریزی تولید
۶۶.....	۱-۴ مقدمه
۶۶.....	۲-۴ مرور تاریخچه روش های مواجهه با عدم قطعیت در برنامه ریزی تولید
۶۷.....	۳-۴ بهینه سازی استوار
۶۷.....	۱-۳-۴ چرا بهینه سازی استوار
۶۸.....	۲-۳-۴ بهینه سازی استوار بر مبنای سناریو
۷۰.....	۴-۴ مدل برنامه ریزی تولید استوار
۷۱.....	۱-۴-۴ خطی کردن تابع هدف
	۱-۴-۴ فرمول بندی مدل لجستیک با استفاده از رویکرد بهینه سازی استوار پیشنهاد

۷۲	.....شده توسط مالوی
۷۶	.....۲-۱-۴-۴ فرمول بندی استوار مدل لجستیک بر اساس مدل پیشنهادی یو و لی
۷۷	.....۳-۱-۴-۴ طرح یک مثال
۸۱	.....۲-۴-۴ فرم خطی تابع هدف مدل برنامه ریزی تولید استوار
۸۴	.....۵-۴ جمع بندی و نتیجه گیری
۸۵	..... فصل ۵: تجزیه و تحلیل {نتایج محاسباتی}
۸۶	..... ۱-۵ مقدمه
۹۲	..... ۲-۵ برنامه تولید استوار
۹۷	..... ۳-۵ نتایج محاسباتی
۹۷	..... ۱-۳-۵ تنظیم پارامتر: تبادل بین استواری جواب و استواری مدل
۹۸	..... ۲-۳-۵ طراحی آزمایش ها
۹۹	..... ۱-۲-۳-۵ طراحی آزمایش در حالت احتمالات اولیه
۱۰۰	..... ۲-۲-۳-۵ طراحی آزمایش در حالت بدبیانه
۱۰۱	..... ۳-۲-۳-۵ طراحی آزمایش ها در حالت خوشبیانه
۱۰۲	..... ۴-۵ تحلیل نتایج
۱۰۳	..... ۵-۵ جمع بندی و نتیجه گیری
۱۰۵	..... فصل ۶: نتیجه گیری و تحقیقات آتی
۱۰۶	..... ۱-۶ مقدمه
۱۰۶	..... ۲-۶ نتایج حاصل از پژوهش
۱۰۷	..... ۳-۶ پیشنهادهای آتی
۱۰۷	..... ۱-۳-۶ پیشنهادهای ارائه شده در زمینه مدل سازی
۱۰۹	..... ۲-۳-۶ پیشنهادهای ارائه شده در زمینه رویکرد مواجهه با عدم قطعیت
۱۱۱	..... پیوست ها
۱۱۲	..... ۱-۱ کد گمز مدل قطعی
۱۱۴	..... ۲-۱ کد گمز مدل استوار

صفحه	عنوان
۹	شکل ۱-۱: یک سیستم تولیدی N مرحله ای سری.....
۹	شکل ۲-۱: یک سیستم تولیدی ۵ مرحله ای مونتاژی.....
۱۰	شکل ۳-۱: سیستم تولیدی ۴ سطحی ۹ مرحله ای.....
۱۲	شکل ۴-۱: طبقه بندی مسایل برنامه ریزی تولید.....
۱۸	شکل ۵-۱: روشهای حل مسایل برنامه ریزی تولید.....
۵۲	شکل ۱-۳: مراحل مختلف تولید کاشی.....
۵۵	شکل ۲-۳: دسته بندی مراحل تولید کاشی.....
۷۹	شکل ۱-۴: طرح کلی زنجیره تامین موردنظر.....
۹۸	شکل ۱-۵: تبادل بین امید ریاضی کل هزینه و کل تلفات.....
	شکل ۲-۵: مقایسه بین هزینه کل مدل استوار و مدل قطعی برای سناریو با احتمالات ۰/۳۵ ،
۱۰۰	۰/۴ و ۰/۲۵.....
	شکل ۳-۵: مقایسه بین هزینه کل مدل استوار و مدل قطعی برای سناریو با احتمالات ۰/۵۵ ، ۰/۳ ،
۱۰۱	و ۰/۱۵.....
	شکل ۴-۵: مقایسه بین هزینه کل مدل استوار و مدل قطعی برای سناریو با احتمالات ۰/۱۵ ،
۱۰۲	۰/۳ و ۰/۵۵.....

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۴۶	جدول ۱-۲: بررسی مقالات مهم تر.....
۷۸	جدول ۴-۱. هزینه تولید و تقاضای نقاط.....
۸۱	جدول ۴-۲: نتایج محاسباتی مثال بیان شده.....
۸۶	جدول ۵-۱. داده های مربوط به هزینه عملیات برای محصولات مرحله اول.....
۸۷	جدول ۵-۲. داده های مربوط به هزینه عملیات برای محصولات مرحله دوم.....
۸۷	جدول ۵-۳. داده های مربوط به هزینه عملیات برای محصولات مرحله سوم.....
۸۷	جدول ۵-۴. داده های مربوط به ماشین برای محصولات مرحله اول.....
۸۸	جدول ۵-۵. داده های مربوط به ماشین برای محصولات مرحله دوم.....
۸۸	جدول ۵-۶. داده های مربوط به ماشین برای محصولات مرحله سوم.....
۸۸	جدول ۵-۷. داده های مربوط به زمان صرف شده توسط کارگر برای محصولات مراحل اول، دوم و سوم (واحد / ساعت).....
۸۹	جدول ۵-۸. حداکثر مقدار برونسپاری و هزینه نگهداری موجودی برای محصولات مرحله سوم.....
۹۰	جدول ۵-۹. حداکثر مقدار برونسپاری و هزینه موجودی برای محصولات مرحله اول.....
۹۰	جدول ۵-۱۰. هزینه کارگر و هزینه تغییرات نیروی کار.....
۹۱	جدول ۵-۱۱. ظرفیت در دسترس برای گروه ماشین آلات مرحله اول، دوم و سوم (ماشین - ساعت).....
۹۱	جدول ۵-۱۲. ظرفیت نگهداری محصولات در مراحل اول، دوم و سوم.....
۹۱	جدول ۵-۱۳. مقدار موردنیاز از محصولات مرحله اول برای تولید محصولات مرحله دوم.....
۹۲	جدول ۵-۱۴. مقدار موردنیاز از محصولات مرحله دوم برای تولید محصولات مرحله سوم.....
۹۳	جدول ۵-۱۵. برنامه تولید چند مرحله ای مدل استوار برنامه ریزی تولید برای محصولات مرحله سوم.....
۹۴	جدول ۵-۱۶. برنامه تولید چند مرحله ای مدل استوار برنامه ریزی تولید برای محصولات مرحله دوم.....
۹۵	جدول ۵-۱۷. برنامه تولید چند مرحله ای مدل استوار برنامه ریزی تولید برای محصول مرحله اول.....
۹۶	جدول ۵-۱۸. سطح موجودی و مقدار کمبود مدل استوار برنامه ریزی تولید.....

فهرست علائم اختصاری

PP.....	Production Planning
MPMP.....	Mult period Multi product
HPP.....	Hierarchical Production Planning
LP.....	Linear Programmin
BOM.....	Bill Of Material
MRP.....	Material Requirment Planning
MPS.....	Master Production Schedule
MILP.....	Mixed Integer Linear Programming
MIP.....	Mixed Integer Programming
RO.....	Robust Optimization
MCDM.....	Multi Criteria Decision Making
EOQ.....	Economic Order Quantity
APP.....	Aggregate Production Planning

فصل ۱:

مقدمه

۱-۱ مقدمه

در دوره صنعتی و تولید انبوه هدف اصلی هر تولیدکننده، استفاده حداکثر از ظرفیت تجهیزات تولیدی با حداقل اتلاف زمانی تولید است. تولید انبوه بسیار پیچیده بوده و به برنامه ریزی دقیقی از قبل نیازمند است تا در حین تولید کمبود و توقف پدید نیاید. حرکت یکنواخت محصول از یک ماشین به ماشین دیگر و از یک کارگر به کارگر دیگر و کیفیت تولید بیشتر و بهتر موقعی حاصل می شود که کنترل مناسب روی تولید وجود داشته باشد [۱].

طبق تعریف، تولید، توالی عملیاتی است که مواد ورودی را به محصول موردنظر تبدیل می کند و برنامه ریزی تولید، فرآیندی است که برنامه تولید را از قبل مشخص می کند و مسیر دقیق هر قلم از کالا را از زمان شروع و ختم تولید معین می کند. لذا با توجه به تعریف فوق هدف برنامه ریزی تولید، ساخت محصولی با کیفیت مناسب، به تعداد مناسب، در زمان مناسب بوسیله بهترین و ارزانترین روش است. واضح است که افزایش رقابت در بخش صنعتی، مسایل بهینه سازی را جدی تر میسازد. در این مورد باید قواعد کهنه زیر را کنار گذاشت، مسایلی همچون:

۱- موجودی وظیفه ذخیره اطمینان را برای نوسانات ایفا می کند.

۲- نوسانات تولید در طولانی مدت حداقل شود.

۳- نسبت زیادی از هزینه های تولید قابل جداسازی بوده و متغیر با مقدار تولید وابسته هستند.

در مقابل باید قواعد جدید زیر را جایگزین نمود قواعدی همچون:

۱- کاهش زمان تحویل و افزایش انعطاف تولید در ارتباط با ترکیب تولید.

۲- کاهش موجودی در جریان کار.

۳- کاهش زمان تنظیم و هزینه های مربوط به آن.

۴- افزایش بهره وری از تجهیزات و ماشین آلات و نیروی انسانی [۲].

امروزه بسیاری از کارخانجات مسایل بزرگ کامپیوتری برنامه ریزی را توسعه داده و اجرا کرده اند که بیشتر بعنوان MRP مطرح می شوند. این سیستم ها برنامه ریز را مجبور می کند که قوانین میزان سفارش و موجودی ذخیره را کاملا اجرا کنند. بنابراین تعجب آور نیست که محققان

شروع به بررسی موضوعات مرتبط با سیستم‌های MRP^۱ کرده اند. برنامه ریزی تامین مواد یکی از روش های مورد استفاده در تخصیص منابع محدود برنامه ریزی تولید برای تامین قطعات و مواد اولیه محصولات نهایی است. به دنبال آن برنامه ریزی ساخت و برنامه ریزی منابع سازمان^۲ (EPR) بر مبنای ساختار برنامه تولید سلسله مراتبی ایجاد شده است [۱]. در این روش ها، برنامه اصلی تولید^۳ که از طریق پیش بینی تقاضای مشتریان حاصل شده است، به وسیله لیست مواد^۴ و قطعات به کوچکترین اجزای هر یک از محصولات تعمیم داده می شود. یکی از مشکلات اصلی در این سیستم ها عدم توجه به محدودیت منابع است. در این سیستم ها اگر منابع موجود برای تولید کافی نباشد، بخشی از تولید با تاخیر انجام می شود. از یک طرف این تاخیرها در برنامه تولید می تواند باعث ایجاد برنامه های غیر عملی شود و از طرف دیگر تخصیص منابع اضافی توسط هر یک از این سیستم ها باعث افزایش هزینه شده که با هدف کاهش هزینه در تناقض است. در این پایان نامه ابتدا به مدلسازی موردی واقعی از صنعت کاشی با استفاده از برنامه ریزی تولید چند محصولی چند دوره ای و چند مرحله ای می پردازیم. سپس به تبیین شرایطی که در آن عدم قطعیت رخ می دهد توجه می کنیم و مدل حاصل را برای اینکه با شرایط واقعی تطابق بیشتری داشته باشد با وجود این عدم قطعیت ها در نظر می گیریم. در این پایان نامه از رویکرد برنامه ریزی استوار^۵ بر مبنای سناریو برای مواجهه با عدم قطعیت استفاده خواهیم کرد.

۱-۲ تولید چیست^۶

کلمه تولید غالباً به معنای ساختن بکار میرود، برای ساختن یک محصول به منبع، فردیکه کار را انجام دهد، تجهیزات و مواد اولیه نیاز است. حال اگر ترکیب معقول تری در نظر گرفته شود، که شامل یک کارگر ماهر، ماشین تراش و میله فلزی باشد، آیا میتوان تولید را شروع کرد؟ جواب اینست؛ که اگر چه تمام امکانات لازم جهت ساختن محصول در اختیار است، ولی هنوز نمی توان

^۱ Material Requirement Planning

^۲ Enterprise Resource Planning

^۳ MPS

^۴ BOM

^۵ Robust Optimization (RO)

^۶ Production

تولید را شروع کرد. کارگر چه چیزی باید تولید کند؟ کالا تا چه زمانی باید آماده شود؟ آیا حقوق این کارگر تعیین شده است؟ اگر ماشین تراش خراب شود چه اتفاقی می افتد؟ چه کسی بر نحوه انجام کار کارگر نظارت می کند؟ این سوالات این مطلب را روشن می سازد که قبل از شروع یک کار تولیدی، گذشته از امکانات فنی توانایی های خود را باید در مواردی نظیر سرویس و کنترل نیز مورد بررسی قرار داد.

بطور کلی میتوان گفت که سرویس فعالیتی است که ما را قادر به ادامه تولید می کند و کنترل، فعالیتی است که نشان دهنده جهت مطلوب و صحیح تولید است. بنابراین فعالیت های یک کارخانه بصورت کلی به سه دسته ساخت، سرویس و کنترل تقسیم بندی می شوند [۲].

۱-۲-۱ اهداف بخش تولید

مهمترین اهداف بخش تولید عبارتند از:

- ۱- ایجاد اطمینان از اینکه محصول ساخته شده، کار موردنظر را با کیفیت مطلوب انجام می دهد.
- ۲- ساخت محصول به تعداد موردنظر
- ۳- آماده کردن محصول برای موعد مقرر
- ۴- نظارت بر اینکه امور فوق با حداقل هزینه ممکن انجام گیرند.
- ۵- هموارسازی خط تولید

دستیابی بخش تولید به اهداف فوق در صورتی امکان پذیر است که از مدیریت خوبی برخوردار باشد. در این پژوهش با درنظر گیری شرایط محیط تولیدی، سعی در توسعه مدلی داریم که بتواند برنامه تولیدی را بدست دهد که ضمن در نظرگیری عدم قطعیت پارامترها بتواند پاسخگوی تقاضای مشتریان در موعد مقرر نیز باشد [۱].

۱-۲-۲ برنامه ریزی و کنترل تولید^۱

وظیفه برنامه ریزی و کنترل تولید ایجاد اطمینان از این امر است که تولید به نحو مطلوب انجام می شود. برای حصول این اطمینان چه کارهایی باید انجام شود؟ اولین قدم در این راه تهیه یک برنامه برای تولید است. در حقیقت بدون داشتن برنامه نمی توان تولید را بصورت دلخواه درآورد. بعد از تهیه برنامه تولید باید مطمئن شد که بخش تولید کاملا آنرا فهمیده و به اجرا در خواهد آورد. قدم بعد، کنترل برنامه تولید از نظر نحوه پیاده شدن آن در عمل است. عدم رعایت این مرحله، موجب بی فایده شدن برنامه و در نتیجه هدر رفتن زحمات ناشی از برنامه ریزی می شود. اگر نخواهیم این کنترل را انجام دهیم بهتر است که اصلا زحمت تهیه برنامه را هم بخود ندهیم [۱].

پس از کنترل معمولا مشاهده می شود که بین برنامه ی اصلی و آنچه که در عمل انجام می گیرد تفاوتهایی وجود دارد که این مسئله ممکن است باعث ایجاد تعجب شود ولی باید توجه داشت که اگر قرار بود تولید دقیقا مطابق برنامه انجام بگیرد، دیگر لزومی به کنترل نداشت. انجام کنترل جهت پیدا کردن اختلافات، به تنهایی کافی نیست در صورت بروز اختلاف قدم بعدی اصلاح برنامه با توجه به وضعیت موجود یا اصلاح وضعیت و یا هر دو این کارها می باشد [۱].

۱-۲-۳ برنامه ریزی تولید و مدل های ریاضی

تولید، پروسه تبدیل مواد خام به محصول نهایی از طریق استفاده از ماشین آلات، تجهیزات و نیروی انسانی است. مدیریت کارآمد تولید، مدیریتی است که محصول نهایی را به مقدار مناسب در زمانهای خواسته شده با کیفیت مطلوب و با حداقل هزینه فراهم سازد. برنامه ریزی تولید در ارتباط با مسایلی همچون تعیین مقدار و ترکیب تولید، انتخاب مواد، نگهداری موجودی، خرید یا ساخت محصولات نیمه ساخته است. برنامه ریزی در صنایع در سه سطح مطرح زیر است:

الف - تصمیمات استراتژیک: شامل سیاستهای تولیدی، تصمیمات سرمایه گذاری،

^۱ Production Planning & Control

طراحی و انتخاب تجهیزات.

ب- **تصمیمات تاکتیکی:** شامل تعیین ترکیب و مقدار تولیدات و استفاده از منابع در چارچوب تصمیمات استراتژیک است. تصمیمات معمولاً برای دوره های ۶ تا ۱۸ ماه اتخاذ می شوند.

ج- **تصمیمات عملیاتی:** شامل زمانبندی های کارگاهی برای اجرای تصمیمات تاکتیکی^۱ پس از تعیین سیاست های استراتژیک تولید (بند الف) تصمیمات تولیدی، شامل انتخاب های پیچیده ایی بین تعداد زیادی از گزینه های ممکن برای برنامه ریزی است. این تصمیمات تولیدی بایستی با ملاحظه و مقایسه تمام اهداف موردنظر در چارچوب محدودیت های داخلی و خارجی اعم از تکنولوژیکی، مالی، بازار و ... اتخاذ گردد. معمولاً در این مرحله منابع فیزیکی موجود در طول دوره برنامه ریزی ثابت فرض شده و برنامه ریزی تولید در جهتی است که بهترین استفاده از این منابع را در چارچوب محدودیت ها طرح ریزی می نماید.

باید توجه داشت که پژوهش حاضر در لایه تصمیمات تاکتیکی قرار می گیرد. دوره برنامه ریزی لحاظ شده در مدل پیشنهادی شامل ۱۲ ماه می باشد و تولید برای دو محصول نهایی برنامه ریزی می شود [۲].

در دهه اخیر نحوه تفکر جدید روی مسایل تولید رشد یافته است و وارد مراحل عملی شده است. مثال خوب این نحوه تفکر، روش سلسه مراتبی^۲ برای طیف وسیعی از تصمیم گیریهای تولید، در زمینه برنامه ریزی زمانبندی و کنترل تولید است.

در این نحوه تفکر، تصمیم گیری در سطوح مختلف از یکدیگر متمایز می شوند و در سطوح مختلف مدیریتی به سئوالات خاص همان سطح پاسخ داده می شود. تصمیم گیری در سطح بالا (تصمیمات استراتژیک) شامل موارد زیر می باشد:

۱- در کجا و در چه زمانی ظرفیت افزایش یابد (سرمایه گذاری)؟

۲- تخصیص منابع تولید چگونه انجام می شود (تخصیص منابع)؟

¹ Scheduling

² Hierarchical

۳- چگونه سفارشات پذیرفته می شوند و در چه زمانی آن سفارش تحویل داده می شود (مدیریت سفارش)؟

در سطح برنامه ریزی میانی (تصمیمات تاکتیکی) به سئوالات زیر پاسخ داده می شود:

۱- چگونه می شود مطمئن شد که محصول به موقع حمل می شود (سرویس مشتریان)؟

۲- چه مواد اولیه ایی و در چه زمانی مورد نیاز است (سفارشات)؟

۳- ماشینها و خطوط چگونه تخصیص یابند تا اهداف تولید قابل دستیابی باشند (بالانس

ظرفیتهای)؟

۴- چگونه نوسانات نیروی انسانی و امکانات روی برنامه اثر می گذارد (مدیریت نیروی

انسانی و تدارکات)؟

۵- چگونه موجودی در جریان کار را می توان کاهش داد (کنترل موجودی)؟

در سطح زمانبندی (تصمیمات عملیاتی) تصمیمات کلیدی عبارتند از:

۱- هر دسته تولیدی روی یک ماشین چقدر است و در چه زمانی شروع می شود؟

۲- توالی تولید این دسته ها روی یک ماشین چگونه است؟

۳- موجودی در جریان در حد قابل قبول و کافی چقدر است؟

کمی کردن پاسخ به سئوالات فوق با استفاده از روشهای بهینه سازی معمول و در چارچوب

یک مدل بزرگ، از کارایی مدل کاسته و از عملی شدن فاصله می گیرد [۱].

در این راستا، مدل های ریاضی^۱ نقش مهمی در جهت دادن و تقویت تصمیمات مدیریتی

در برنامه ریزی تولید بعهدہ دارند، از جمله آن می توان موارد زیر را نام برد:

الف- کمی کردن و استفاده جامع از عوامل غیر ملموس که همواره در زمینه فکری مدیران

وجود دارند ولی بطور مبهم و متفرقه در تصمیمات برنامه ریزی دخالت داده می شوند.

ب- امکان در نظر گرفتن جامع و یکپارچه تمام عواملی که بطور مستقیم و غیر مستقیم در

پروسه تصمیمات وجود دارند.

ج- آزاد کردن مدیران از فعالیت های تصمیم گیری عادی و تکراری و در نتیجه ایجاد

¹ OR

فرصت جهت پرداختن به مسایل مهم تر.

- د- قابلیت مدلها در آنالیز حساسیت و ایجاد توانایی برای مدیران در ارزیابی تغییرات در ظرفیت منابع، محدودیتها و همچنین ارزیابی در سرمایه گذاری جهت گزینه های مختلف.
- ه- توانایی مدلها در ارائه جواب بهینه و در نتیجه انجام برنامه ریزی تولید با کمترین هزینه ممکن.

در مجموع هر چقدر:

- پروسه ها، پیچیده تر و عوامل موثر بر تولید بیشتر
- حجم عملیات وسیع تر
- سرمایه گذاری ها عمده تر
- هزینه و درآمدهای مرتبط کلان تر باشند.

استفاده از مدل، جهت بهینه سازی برنامه ریزی تولید برای تعمیم تاکتیکی و عملیاتی ضرورت بیشتری خواهد داشت.

۴-۲-۱ ساختار سیستم تولیدی

فرآیند جریان مواد و موقعیت مراحل تولید با توجه به ساختار محصول (درخت محصول) و فرآیند تولید مورد استفاده در ساخت محصول (محصولات) مشخص می شود. از نقطه نظر ساختار محصول، سیستم های تولیدی چند مرحله ای به سه دسته کلی تقسیم بندی می شوند:

الف- سیستم های چند مرحله ای سری: در این سیستم ها، مراحل مختلف به صورت سری و زنجیره ای دنبال یکدیگر استقرار یافته اند و محصول در یک مسیر رو به جلو به ترتیب از مراحل مختلف سیستم عبور نموده و تبدیل به محصول نهایی می شود. سیستم های سری چند مرحله ای اغلب در صنایع تبدیلی (با تولید پیوسته) نظیر آلومینیوم و فولادسازی و نیز فرآیندهای شیمیایی نظیر ساخت پلیمرها و صنایع دارویی وجود دارند، بطوریکه مراحل مختلف در آنها نمایشگر تغییر شکل های فیزیکی یا شیمیایی مواد خام اولیه می باشند. نمونه ای از یک سیستم تولیدی چهار مرحله ای در شکل (۱-۱) آورده شده است که در حقیقت بیانگر درخت