برنامه ریزی تولید ادغامی با استفاده از الگوریتم ژنتیک

دکتر ابوالفضل کزازی و حسن بیابانی

چکیده :

برنامه ریزی تولید ادغامی [1] (APP) جایگاه خاصی در رشته های مهندسی صنایع ، مدیریت صنعتی و سایر گرایشهای علوم مدیریت دارد این رشته از شاخه های برنامه ریزی تولید محسوب شده و بعبارت بهتر از جمله مباحث و مطالب مدیریت تولید و عملیات به شمار می رود .

استقرار استراتژیهای تجاری یک سازمان لزوم یک برنامه تولید ادغامی را برای عملیات تولیدی ایجاب می نماید . این برنامه ، گزارشی از منابع و سطوح موجودی کالای ساخته شده ای است که برای برآورده کردن تقاضای فروش مورد استفاده قرار خواهد گرفت . این مقاله نخست برنامه ریزی تولید ادغامی ، هدف ، استراتژیها و فرآیند آن را تشریح می نماید و سپس به بررسی تکنیک های موجود و بیان محدودیتهای عمده آنها می پردازد و در ادامه با استفاده از برنامه ریزی تولید ادغامی انجام شده برای شرکت آلفا توضیح می دهد که چگونه الگوریتم ژنتیک [2] می تواند برای ایجاد و بهینه سازی چنین برنامه هایی بکارگرفته شود

برنامه ریزی تولید ادغامی ((APP)) :

تمام بخش های یک سازمان از برنامه تولید ادغامی تأثیر می پذیرند چرا که این برنامه ، استراتژیهای بلند مدت سازمانی را به طرح های تولیدی کوتاه مدت پیوند می دهد . APP تقاضای فروش مورد انتظار و ظرفیت تولید شرکت را بعنوان ورودی دریافت می کند و آن را به صورت خانواده محصولات شرکت نشان می دهد . در حقیقت این نوع برنامه ریزی فقط تولید خانواده های محصول را در نظر دارد و توجهی به محصولات منفرد ندارد . بعبارتی

1-Aggregate Production Planning .
2-Genetic Algorithm .

برنامه ریزی در یک سطح کلی انجام می شود و برای نشـان دادن مـیزان تقاضـا و ظرفیـت از یک واحد مشترک برای خانواده محصول استفاده می شود ، همچنین کل تقاضای محصولاتی که در ساخت آنها از منابع و تجهیزات مشترک و محدود یک کارخانه اسـتفاده مـی شـود را در نظر می گیرد .

هدف از APP دست یافتن به یک طرح تولیدی است که بطور اثر بخشی منابع سـازمان را برای ارضاء کـردن تقاضـای مـورد انتظـار بـه خدمـت مـی گیـرد (۱) . APP در واقـع فرآینـد برنامه ریزی و کنترل وجوه مختلف کل فعالیتهای تولید بـه منظـور ارضـاء تقاضـای مشـتریان کارخانه است . با فرض در اختیار داشتن اطلاعات مربوط به پیش بینی تقاضا ، ظرفیت ماشـین آلات ، سطح موجودیها ، سطوح نیروی انسانی و امکانات قراردادهای فرعی ، مدیریت بـاید در مورد نرخ تولید در یک افق برنامه ریزی میان مدت که از ۱ تا ۲۴ ماه متغیر می باشـد تصمیـم گیری نماید (۲) .

خروجی حاصل از برنامه ریزی ادغامی ، میزان تولید ماهانه کارخانه بـرای حـدود ۱ تـا ۲۴ ماه آینده بدون وارد شدن به جزئیات تولید می باشد . همانطور که گفته شد هدف این است که تغییرات تقاضا به نحو مطلوبی پاسخ داده شود . در برنامه ریزی ادغامی اسـتراتژیهای متفـاوتی برای برآورده ساختن تقاضای متغیر وجود دارد که در ادامه به تشریح آنها پرداخته خواهد شد .

مهمترین موضوعاتی که معمولاً در زمینه (APP) به آن اشاره می شود عبارتند از (۳) :

- استفاده یکنواخت و متعادل از ظرفیتها .
- توجه همزمان به نرخ تولید ، تقاضا ، موجودی و سطح نیروی کار .
- بهترین استفاده از امکانات و ظرفیت در پاسخگویی به تغییرات تقاضا .
- طرح حداقل کردن هزینه و پاسخگویی به تغییرات تقاضا به عنوان هدف .
- پیش بینی تقاضا حداقل برای یکسال آینده .
- اجتناب از جزئیات و بررسی تقاضا و ظرفیت بصورت کلی .

استراتژیهائی (APP) برای ارضاء تقاضا

در APP جهت مقابله با تقاضای متغیر که در طول افق برنامه ریزی دارای نوسان می باشد از استراتژی زیر می توان بهره برد (۴ و۵) .

الف–استراتژی تعقیب تقاضا

این روش به منظور ارضاء تقاضا در هر دوره از افق برنامه ریزی طراحی شده و شامل ایجاد ظرفیت کافی و منعطف در جهت براورده نمودن هدف مزبور می باشد .

ب–استراتژی تولید یکنواخت

در این روش با طراحی تولید یکنواخت در کل دوره های افق برنامه ریزی ، نوسانات تقاضا توسط موجودیها ، تأخیر در سفارشات ، استفاده از اضافه کاری ، بکارگیری کارکنان پاره وقت عقد قرارداد با پیمانکار جذب می شود .

ج–استراتژی ترکیبی

چنانچه هر یک از دو استراتژی تعقیب تقاضا و تولید یکنواخت را بعنوان ابتدا و انتهای یک طیف در نظر بگیریم در بین آنها می توان انواع استراتژیهای دیگری را برای APP که ترکیبی از دو استراتژی فوق به نسبت های مختلف است تصور نمود .

فرآیند APP

برای ایجاد یک برنامه تولید ادغامی بایستی گامهای زیر برداشته شود : (۶)

۱– تعریف و تعیین اهداف استراتژیک و زیر بنایی که تأثیر مستقیم روی برنامه های ادغامی ایجاد شده خواهد گذاشت .

۲– انتخاب افق برنامه ریزی و تقسیم آن به مجموعه ای از دوره های زمانی (مثلاً ماه) معمولاً طول افق برنامه ریزی بستگی به نوع صنعت و هدف کارخانه دارد(۶) . در صورتیکه تنوع تولیدات کارخانه زیاد باشد با تقسیم بندی و گروهبندی محصولات آنها به خانواده های محصول تقسیم می شود .

۳- پیش بینی تقاضای ادغامی در طول افق برنامه ریزی برای هر یک از خانواده های محصول .

۴- با فرض ثابت بودن منابع در طول افق برنامه ریزی ، تعیین تسهیلات تولید در دسترس و ظرفیتهایشان در یک واحد مشترک برای تعیین نیازمندیهای ظرفیتی هر گروه محصول .

۵- مقایسه ظرفیت موجود تولیدی با ظرفیت مورد نیاز برای هر دوره برنامه ریزی و اگر اختلافی ما بین این دو موجود داشته باشد به نحوی که نتوان تقاضا را با ظرفیت موجود برآورده نمود بایستی از یک یا چند تکنیک مدیریت ظرفیت جهت تسطیح ظرفیت استفاده شود . این تکنیک ها به صورت زیر لیست شده اند (۷ و۵) .

۱-تنظیم سطح نیروی انسانی (استخدام یا اخراج) .

۲-تنظیم اضافه کاری ها و یا زیر ظرفیت کارکردن .

۳-تنظیم ساعات کاری در هر روز (افزایش یا کاهش ساعات کار در روز) .

۴-بستن قراردادهای فرعی .

۵-انباشتن موجودی .

۶-استفاده از سیاست کسری .

۶- گزینش یک استراتژی برای APP . روشها و استراتژیهایی که می توان از آنها استفاده کرد همگی در طیفی قرار دارند که دو سر آن دو روش تولید یکنواخت و تعقیب تقاضا می باشد .

۷- بهبود برنامه تولید ادغامی با استفاده از روشهای بهینه سازی و هیورستیک .

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

هزینه های مربوط به APP

بایستی یادآوری شود که بکارگیری هر یک از استراتژیهای ذکر شده به منظور ارضاء تقاضا در بردارنده هزینه های خاصی می باشند . عناصر هزینه در زیر لیست شده اند .

۱- موجودی .

۲- هزینه های اضافه کاری .

۳- قراردادهای فرعی .
۴- کسری موجودی .
۵- از دست دادن سفارشات .
۶- استخدام / اخراج / آموزش .

طبق فرآیند APP تشریح شده ، برنامه تولید ادغامی برای شرکت آلفا بر اساس سه استراتژی مطرح شده تهیه شده است که بعنوان نمونه یک برنامه تولید ادغامی آن در جدول ۱ نشان داده شده است .

شرکت آلفا با توجه به سیاستها ، اهداف و محدودیتهای خود برای تهیه برنامه تولید ادغامی در نظر دارد از متغیرهایی مانند تولید در ساعات اضافه کاری ، استفاده از کارکنان پاره وقت ، انعقاد قراردادهای فرعی و موجودی انبار استفاده نماید . در ضمن شرکت برای استفاده از چنین متغیرهایی با محدودیت هایی به شرح زیر روبرو می باشد :

۱- شرکت در هر ماه می تواند فقط تا مرز ۸۰۰ واحد تولید ، اضافه کاری استفاده نماید .
۲- شرکت برای استفاده از کارکنان پاره وقت بایستی حدود ۵۰۰ واحد در هر ماه را به دلیل مشکلاتی نظیر کیفیت و غیره رعایت نماید .
۳- شرکت در مواردی استثنایی می تواند با بستن قرارداد فرعی با پیمانکاران تا مرز ۳۰۰ واحد در هر ماه نسبت به ارضاء تقاضا اقدام نماید .
۴- شرکت بایستی قطعاً در هر ماه تقاضا را برآورده نماید (به دلیل از دست ندادن مشتری) و بعبارت بهتر هیچگونه کسری موجودی یا موجودی منفی را نپذیرد .

پرواضح است که بکارگیری هر یک از متغیرهای فوق برای ارضاء تقاضا هزینه های نسبتاً بیشتری در مقایسه با تولید در ساعات عادی به شرکت تحمیل خواهد کرد . هزینه کل با استفاده از تابع هدفی که ازجمع مقادیر هزینه واحدهای اضافی بدست می آید محاسبه خواهد شد . مدل مسئله شرکت آلفا بصورت زیر فرموله شده است .

$$\text{Minz} = \sum_{t=1}^{T} V\,O_t + \sum_{t=1}^{T} h\,S_t + \sum_{t=1}^{T} S\,S_t + \sum_{t=1}^{T} C\,I_t$$

$$I_t = I_{t-1} + O_t + S_t + H_t \qquad t)$$

$$O_t \le 800$$

$$H_t \le 500$$

$$S_t \le 300$$

$$I_t = 0$$

که در آن $O_t, H_t, S_t, I_t \ge 0$

O_t: میزان تولید در ساعات اضافه کاری .

h_t : میزان استفاده از کارگران موقت .

s_t : میزان استفاده از پیمانکاران .

L_t : تفاضل بین تقاضا و ظرفیت .

V_t : هزینه استفاده از اضافه کاری به ازای یک واحد .

H_t : هزینه استفاده از کارگران موقت به ازای یک واحد .

S : هزینه استفاده از پیمانکاران به ازای یک واحد .

C : هزینه یک واحد موجودی

I_{t-1} : موجودی دوره قبل

W_t : تفاضل بین تقاضا و ظرفیت .

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۱- برنامه تولید ادغامی شرکت آلفا با استفاده از استراتژی ترکیبی .

۴۹	۳۵۰	۳۰۵	۲۸۰	هزینه برای هر واحد		
موجودی	قراردادهای فرعی	کارکنان پاره وقت	تولید در ساعات اضافه کاری	ظرفیت	تقاضا	ماه
۵۳۰	—	—	۸۰۰	۳۲۳۰	۳۵۰۰	۱
۵۸۶	—	—	۸۰۰	۷۱۰۶	۷۸۵۰	۲
۰	—	۳۰۰	۸۰۰	۵۸۱۴	۷۵۰۰	۳
۰	—	۳۹۴	۸۰۰	۷۱۰۶	۸۳۰۰	۴
۱۲۸۳	—	—	۸۰۰	۶۷۳۸	۶۳۰۰	۵
۱۹۴	—	۱۵۸	۸۰۰	۶۷۳۸	۸۸۳۰	۶
۰	۳۰۰	۵۰۰	۸۰۰	۷۱۰۶	۸۹۰۰	۷
۲۹	۳۰۰	۵۰۰	۸۰۰	۷۴۲۹	۹۰۰۰	۸
۰	—	۲۲۱	۸۰۰	۶۴۶۰	۷۵۰۰	۹
۷۲۹	—	—	۸۰۰۰	۷۴۲۹	۷۵۰۰	۱۰
۶۳۵	—	—	۸۰۰	۷۱۰۶	۸۰۰۰	۱۱
۰	۱۲۸	۵۰۰	۸۰۰	۶۱۳۷	۸۲۰۰	۱۲

هزینه کل = ۲۸۰۰(۹۶۰۰)+۳۰۰۰۰(۲۵۷۳)+۳۵۰۰۰(۷۲۸)+۵۰۰۰(۳۹۸۶)=۳۹۱۴۰۰۰۰۰

تکنیک های موجود APP

تکنیک ها و روشهای متعددی برای حل مساله APP در کتب و مقالات مختلف ارائه گردیده است . از سال ۱۹۵۰ تا کنون طبقه بندی مناسبی از تکنیک های APP صورت گرفته است . این تحقیق شامل بررسی ۱۴۰ مقاله و ۱۴ کتاب مرتبط با APP می باشد . در این تحقیق کلیه تکنیک ها از نظر بهینگی و نزدیک به بهینگی مانند شکل ۲ دسته بندی شده اند.

شکل ۱ – دسته بندی تکنیک های APP

تکنیک هایی که جواب بهینه ارائه می کنند	تکنیک هـایی کـه جـواب نزدیـک بـه بهینـه (مطلوب) ارائه می کنند .
۱- برنامه ریزی خطی [۱]	۱- جستجوی کامپیوتری [۵]
۲- قانون تصمیم خطی [۲]	۲- روش PSH [۶]
۳- مدل اندازه بسته [۳]	۳- روش ضریب مدیریت [۷]
۴- مدل برنامه ریزی آرمانی [۴]	۴- مدل شبیه سازی [۸]

محدودیت تکنیک های موجود «APP»

همانطور که ذکر شد تکنیک های متعددی برای حل و بهینه سـازی مسـئله APP توسـعه یافته اند ، لیکن به دلیل برخی از مشکلات که در استفاده از این روشها وجود دارد مدیران ارشد سازمانها از بکاربردن این روشها احتراز می ورزند . پاره ای از دیدگاه های صاحبنظران به شـرح زیر می باشد :

ولمن [۹] و همکاران او خاطر نشان نموده اند که کاربرد کنونی این تکنیک هـا در صنعـت بـا شکست مواجه شده است و دلایل شکست این روشها را اینگونه ابراز می نماید (۹).

۱- نرخ خروجی بین محصولات یکنواخت فرض شده است . این فـرض در اکـثر سـازمانهایی که چند محصول تولید می کند پاسخگو نمی باشد .

۲- درک و فهم رویه های ریاضی استفاده شده بوسیله روشهای موجود برای مدیریت مشـکل می باشد . به همین دلیل مدیریت علاقه ای به استفاده از این روشها ندارد .

۳- این مدلها نیازمند انواع معینی ازداده هاست که جمع آوری و کمی کردن آنها مشکل است، مانند هزینه های استخدام و آموزش جدید و غیره .

1-Linear Programming .
2-Linear Decision Rule .
3-Lot Size Model .
4-Goal Programming .
5-Computer Search .
6-Production Switching Heuritic.
7-Management Cofficient .
8-Simulation Model .
9-Vollman .

گیلگس [1] نیز موارد زیر را بیان کرده است : (۱۱)

۱- هر روش وابسته به شرایط و موقعیت خاص خود می باشد یعنی فقط برای دامنه محدودی از متغیرها مناسب باشد .

۲- هیچکدام از روشهای موجود نمی تواند از بهینگی و یا نزدیک به بهینگی طرح ها را برای مسائل دنیای واقعی که شامل دامنه ای از متغیرهای برنامه ریزی است تعیین نماید .

محدودیت های دیگر روش های موجود عبارتند از : (۱۰)

۱- هزینه مورد استفاده روشها ، در بسیاری از سازمانها واقعی نمی باشند .

۲- مدلها بطور مستقیم برای موقعیت های دیگر قابل انتقال نیست .

الگوریتم ژنتیک

الگوریتم ژنتیک یک الگوریتم جستجوی تصادفی است که بر اساس قوانین تکاملی طبیعی عمل می کند . این الگوریتم اولین بار توسط جان هولند [2] در سال ایجاد و در دهه اخیر بطور گسترده ای برای مسائل بهینه سازی و جستجو به کار گرفته شده است .(۱۱)

جان هولند در سال ۱۹۷۵ قالبی کلی برای بررسی تمام سیستمهای قابل تطبیق ایجاد کرد و نشان داد که چگونه می توان فرآیند تکاملی را برای یک سیستم مصنوعی بکار برد . بطور کلی هر مسئله قابل تطبیق می تواند در قالب ژنتیک فرمول بندی شود . اگر فرمول بندی اینگونه مسائل بر اساس واژه های ژنتیک باشد . می توانیم آنها را بوسیله الگوریتم های ژنتیک حل کنیم .(۱۲)

الگوریتم ژنتیک روش جستجوی احتمالی است که بر پایه عملکرد انتخاب طبیعی بنا شده است و بر خلاف سایر روشهای جستجو با یک مجموعه ای ابتدایی از جوابهای تصادفی که جمعیت اولیه نامیده می شود آغاز می گردد . هر عنصر در جمعیت کروموزم نامیده می شود که بیانگر یک جواب مساله موجود است،طی هر تکرار الگوریتم مجموعه ای جدید از کروموزم ها

1-Gilgeous .
2-John Holland .

را توسط تابع پر ارزش یا صلاحیت [1] (که یک کروموزم را با توجه به تابع هدف مساله برآورد می کند) تعیین می شود . برای تولید نسل جدید با استفاده از روش انتخاب ، جمعیت جدید شکل می گیرد و برای بدست آوردن جوابهای جدید عملکرد ژنتیکی روی نسل موجود اجرا می شوند . این عملگرها عبارتند از : عملگرهای تقاطعی و عملگرهای جهشی.به کروموزمهایی که از طریق عملگرها تولید می شود فرزند اطلاق می شود . پس از تکرار نسل به تعداد دلخواه ، الگوریتم به بهترین کروموزوم همگرا می شود که نمایانگر جواب مطلوب برای مسئله می باشد.

امروزه الگوریتم ژنتیک جای خود را در میان روشهای بهینه سازی و حل مسایل پیچیده به خوبی باز کرده است .(۱۳)

برخی از زمینه های کاربردی الگوریتم های ژنتیکی در مسایل تولید ، تحقیق در عملیات و تصمیم گیری عبارتند از : (۱۴ و ۱۵ و ۱۲) مساله موازنه خطا مونتاژ ، مساله تخصیص و جایابی، مساله استقرار تسهیلات در سیستم کارگاهی و سفارش کار و پیوسته مساله فروشنده دوره گرد ، مساله پوشش مجموعه ای ، مساله کوله پشتی ، قابلیت اطمینان ، زمانبندی انعطاف پذیر ، برنامه ریزی عدد صحیح و غیره .

فرآیند الگوریتم ژنتیک

الگوریتم ژنتیک به منظور حل و بهینه سازی مسائل مختلف از یک سری عملیات سیستماتیک پیروی می کند شکل ۲ بیانگر رویه الگوریتم ژنتیک برای حل مسائل می باشد . فرض کنید الگوریتم برای حل و بهینه سازی مساله APP شرکت آلفا بکار گرفته شود . در مساله APP شرکت آلفا جدول ۱ بیانگر تولید واحدهای اضافی که با استفاده از متغیرهایی نظیر O_t ، H_t ، S_t و I_t بمنظور برآورده ساختن تقاضای پیش بینی شده بدست آمده است . گامهای این الگوریتم با مطالعه موردی برای شرکت آلفا تشریح گردیده است .

1-Fitness Function .

```
begin
    t←o
    initialize p (t)
    evaluate p (t)
    while (not termination-condition) do
    begin
    t←t+1
    secect p(1) from o(t-1)
    ather p(t)
  end
end
```

گام ۱-نمایش

اولین گام در الگوریتم ژنتیک نمایش مساله بصورت کد ژنتیکی است (۱۶) . بـرای مسـاله APP از نوع نمایش دو دویی استفاده شده است . بدین معنی که مقادیر بدسـت آمـده جـدول برنامه تولید ادغامی از مبنای دهدهی خود به مبنای دو دویی تبدیـل شـده انـد . بعنـوان مثـال نمایش عدد ۳۰۰ در مبنای ۲ معادل رشته «۱۰۰۱۰۱۱۰۰» می باشد ، جدول ۲ بیانگر معادل دو دویی ارقامی است که از تولید واحدهای اضافی در جدول ۱ استخراج شده است .

جدول ۲ – برنامه ادغامی که بصورت ارقام دو دویی نمایش داده شده است .

ماه	تولید در ساعات اضافه کاری	کارکنان پاره وقت	قراردادهای فرعی	موجودی
۱	1100100000	000000000	000000000	01000010010
۲	100101100	000000000	000000000	0100100101
۳	1100100000	110001010	000000000	00000000000
۴	1100100000	000000000	000000000	10100000011
۵	1100100000	000000000	000000000	10100000011
۶	1100100000	010011110	000000000	00011000010
۷	1100100000	111110100	100101100	0000000000
۸	1100100000	111110100	100101100	00000011101
۹	1100100000	011011101	000000000	00000000000
۱۰	1100100000	000000000	000000000	01011011001
۱۱	1100100000	000000000	000000000	01001111011
۱۲	1100100000	111110100	010000000	00000000000

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

ارقام لیست شده در جدول ۲ برای اتخاذ کد ژنتیکی ضروری و برای هر جواب APP به یک رشته مانند شکل ۳ مرتبط شده اند . در اصطلاحات الگوریتم ژنتیک هر یک از چنین رشته هایی اصطلاحا" یک جواب گفته می شود و یک گروه از جوابها یک جمعیت را نشان می دهد .

شکل ۳–رشته ای بر کد ژنتیکی برای برنامه ادغامی

موجودی آخر دوره اسفند	موجودی آخر دوره.....تولید در ساعات اضافه کاری بهمن	اردیبهشت	تولید در ساعات اضافه کاری فروردین
00000000000	01001111015	000000000	11000100000

گام ۲ –تولید جمعیت اولیه

بطور تصادفی جمعیتی از جوابهای مانند شکل ۳ ایجاد می گردد . در این مرحله لازم است که تعداد جوابهایی که جمعیت اولیه را شکل می دهند تعیین گردند بعبارتی اندازه جمعیت (POP-Size) مشخص شود که بعنوان ورودی توسط کاربر به سیستم وارد می شود . همچنین بایستی در این مرحله از ورود جوابهای غیر موجه به جمعیت جلوگیری گردد بعبارت بهتر جوابهای اولیه بایستی در محدودیت های مسئله صدق نمایند (۱۷) .

گام ۳-ارزیابی

هزینه کل مربوط به هر یک از رشته ها در جمعیت می بایست تعیین شود ، این مسئله بوسیله رمزگشایی هر رشته بدست خواهد آمد به منظور رمزگشایی ، هر رشته به تعداد بیت های هر متغیر تقسیم می شود (۱۷) مانند شکل ۳ و هر بخش به معادل عدد ده دهی برگردانده می شود و با استفاده از یک تابع پر ارزش مناسب هزینه کل محاسبه خواهد شد ، برای تعیین هزینه برنامه ادغامی شرکت آلفا از تابع پر ارزش زیر استفاده شده است .

$$\text{Max } f = C_{max} - \left(V \sum_{r+1}^{T} o_r + h \sum_{r+1}^{T} H_r + S \sum_{r+1}^{T} S_r + C \sum_{r+1}^{T} I_r \right)$$

که در آن C_{max} عدد ثابت دلخواه می باشد .

گام ۴ – انتخاب

پشتوانه اصلی الگوریتم های ژنتیکی ، انتخاب طبیعی می باشد ، انتخاب طبیعی ، ارگانیزم هایی را که در ادامه حیات جمعیت نقش دارند و آنهاییکه فرصت تولید مثل دارند را تعیین می کند (۱۲) . روشهای متعددی برای انتخاب وجود دارد که در این مقاله با توجه به نوع مسئله و هدف آن از دو روش بطور ترکیبی استفاده شده است که عبارتند از :

۱-روش چرخ رولت :

انتخاب بر اساس چرخ رولت[1] بوسیله جان هولند پیشنهاد شده است که بهترین نوع انتخاب شناخته شده است . ایده اساسی این روش تعیین کردن احتمال انتخاب یا احتمال بقاء برای هر کروموزوم متناسب با مقدار برازش آن می باشد چرخ رولت بمنظور نشان دادن این احتمالات ساخته می شود ، فرآیند انتخاب برای چرخاندن همزمان ارقام چرخ ، به تعداد اندازه جمعیت مبتنی می باشد (۱۵) .

۱-مقادیر صلاحیت یا (VK) مربوط به هر کروموزوم را محاسبه کنید :

$$eval\,(V_k)=f(m)\ ,k=\ ۱،۲،۰۰۰۰\ pop\text{-}Size$$

۲-جمع مقادیر صلاحیت کل کروموزوم های موجود را محاسبه کنید .

$$f=\sum_{k=1}^{pop\text{-}size} eval\,(V_k)$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۳-احتمال PK مربوط به هر کروموزوم (VK) را محاسبه کنید .

$$P_K=\frac{eval\,(V_k)}{F}\ ,\ K=\ ۱،۲،۰۰۰۰\ pop\text{-}Size$$

۴-احتمال تجمعی qk را برای هر کروموزوم (VK) محاسبه کنید :

$$q_k=\sum_{j=1}^{k} eval\,(V_k)$$

1-Roulette Wheel .

رویه انتخاب با چرخاندن چرخ رولت به تعداد POP-SIZE بار آغـاز شـده و هـر بـار یـک کروموزوم جهت حضور در نسل جدید بصورت زیر انتخاب می شود :

گام ۱- یک عدد تصادفی مثل r را در فاصله (۱ ، ۰) تولید کنید .

گام ۲- اگر $r < q$ باشد آنگاه کروموزوم V_1 که اولین کروموزوم است انتخاب می شود . در غیر اینصورت K امین کروموزوم (یعنی VK) که در آن .

$$q_{k-1} < r < q_k \quad , (2 \le K \le POP\text{-}SIZE)$$

می باشد ، انتخاب می گردد .

۲-روش نخبه گرا [1] توسط در جونگ[2] (۱۵) پیشنهاد شده اسـت . ایـن روش بـه منظـور حفـظ بهترین رشته در هر جمعیت بکار گرفته می شود ، بدین صورت کـه اگر a*(t) بـهترین رشـته تولید شده این روش تا زمان (t) باشد . اگر پس از تولید نسل (t+1) رشته a*(t) در این نسـل یعنی A(t+1) موجود نباشد ، آنگاه a*(t) را بعنـوان (N+1) امیـن عضـو جمعیـت A(t+1) قرار می دهد . که در آن N تعداد رشته هر نسل می باشد.

گام ۵-بکارگیری عملگرهای ژنتیکی

عملگرهای ژنتیک وظیفه بدست آوردن جوابهای جدید در فضـای جسـتجو را بـر عـهده دارند این عملگرها عبارتند از : عملگر تقاطعی و عملگر جهشـی . انـواع مختلفـی از عملگرهـا وجود دارند که بکارگیری هر یک از آنها بستگی به نـوع مسـاله مـورد نظـر دارد . عملگرهـای تقاطعی و جهشی استفاده شده در حل و بهینه سازی مسئله APP به صورت زیر می باشد .

عملگر تقاطعی تک نقطه ای :

نحوه کار عملگر بدین صورت است که دو رشته به عنـوان والدیـن تصـادفی از بیـن افـراد جمعیت انتخاب می شوند . سپس یک عدد تصادفی بطور یکنواخت در فاصله (۱-L،۱) انتخاب

1-Elitist Model .
2-Degone .

می شود . که در آن L تعداد اجزاء رشته است و سپس بیت های بعد از نقطه برش بـا یکدیـگر جابجا می شوند (۱۴) . شکل ۴ بیانگر بکارگیری عملگر تقاطعی برای مساله APP شـرکت آلفـا می باشد .

شکل ۴- بکارگیری عملگر تقاطعی تک نقطه ای در مسئله APP

رشته ۸	0011001000	0011001000	.....	00000000000
رشته ۱۲	1000010001	0011001000	.....	10001011110
فرزند ۸	0011001000	0010001001	.....	10001011110
فرزند ۱۲	1000010001	0011001000	.....	00000000000

عملگر تقاطعی دو نقطه ای

نحوه کار این عملگر نیز مانند عملگر تقاطعی می باشد با این تفاوت که در ایـن عملـگر دو نقطه برش ایجاد می شود . بطور کلی این عملگر در ایجاد بهبود در جوابها بسیار موثر شـناخته شده است .(۱۸) تعیین تعداد مورد انتظار رشته هایی که تحت عملگر تقاطعی قرار می گیرند بـر عهده p_c می باشد که بصورت ورودی به سیستم وارد می شود .

عملگر جهشی :

عملگر جهشی فقط بر روی یک والد اجرا می شود . بدین ترتیب که از کل جمعیت چندین بیت که بطور تصادفی انتخاب می شوند (که بیت ها می توانند متعلق به یـک یـا چنـد رشـته باشند) . تحت عملگر جهش قرار می گیرند . و تعیین تعداد مورد انتظار بیـت هـایی کـه تحـت عملگر جهشی قرار می گیرند بر عهده p_{nm} می باشد که بعنوان ورودی توسط کاربر به سیستم داده می شود (۱۴) . بکارگیری عملگر جهش در مورد مسـئله APP شـرکت آلفـا بـه صـورت شکل ۵ می باشد .

شکل ۵- بکارگیری عملگرجهش در مساله APP(فرض کنید بیت های ۵و۷و۱۸ در رشته زیر تحـت عمـل جهش قرار گیرد)

رشته 1قبل از جهش	0011001000	0011001000	.....	00000000000
رشته ابعد از جهش	0011100000	0011001100	.....	10001011110

بعد از بکارگیری عملگرهای فوق مطمئناً جواب جدید بدست آمده از منطقه موجه خارج خواهد شد بعبارت دیگر از محدودیت های مسئله APP خواهند کرد . برای جلوگیری از این مساله با استفاده از محدودیت های خود مساله و عملگر تعمیر [1] طراحی شده این کنترلها انجام می شود .

کنترل توسط محدودیت ها : برای رعایت حدود متغیرهای اضافه کاری ، کارکنان پاره وقت و قراردادهای فرعی از رابطه ۱ استفاده شده است .

رابطه $X=L+1 \text{ (رشته باینری بدست آمده)} \times \frac{(U-L)}{2^m-1}$

بعنوان مثال برای رعایت محدودیت ۴ مدل مانند زیر عمل شده است ..

$S=0+(1110011110)_2 \times \frac{(300-0)}{2^9-1}=271$

عدد بدست آمده از رابطه فوق در محدودیت ۴ صدق می کند . این رابطه برای رعایت محدودیت های ۲و۳و۴ استفاده شده است اما برای رعایت محدودیت ۱ مساله ، جوابهای تغییر یافته توسط عملگرها بایستی تحت عملگر جدیدی به نام عملگر تعمیر قرار گیرند تا دوباره به منطقه موجه بازگردند . عملگر تعمیر طراحی شده برای مساله APP به صورت رابطه ۲ می باشد .

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Compar I_1 with I_2
IF $I_1 < I_2$
Then $(I_1 - I_2)$ add to O_t , H_t , S_t
IF $I_1 > I_2$
Then $(I_1 - I_2)$ Subract from S_t , H_t , O_t

1- Repaire Operator

در طراحی عملگر تعمیر فوق از اولویت های مدنظر شرکت استفاده شده است . این عملگر ضمن اینکه جواب را موجه می نماید در بهبود جواب نیز موثر می باشد .

با تکرار گامهای فوق به اندازه تعداد نسل که یکی دیگر از ورودیهای سیستم می باشد فرآیند تکاملی خاتمه می یابد گامهای ذکر شده برای حل و بهینه سازی مساله APP توسط الگوریتم ژنتیک به طور خلاصه در فلوچارتی که در شکل ۶ به تصویر کشیده شده است نمایش داده شده است .

نتایج محاسباتی

در این بخش نتایج برنامه ژنتیک برای حل و بهینه سازی مسئله APP شرکت آلفا بدست آمده است . برنامه ژنتیک برنامه است که با توجه به فلوچارت شکل ۶ به زبان Visual Basic نوشته شده است در این قسمت نتایج بدست آمده از طریق برنامه ژنتیک با نتایج حاصل از برنامه ریزی تولید ادغامی با استفاده از مدل برنامه ریزی خطی که توسط نرم افزار QSB حل شده و همچنین روش تهیه برنامه ادغامی بصورت دستی که در کتب مدیریت تولید ارائه شده است (۱۶) مقایسه می گردد .

نتایج محاسبه شده با پارامترهای مختلفی در این برنامه آزمایش شده است که بهترین جواب به دست آمده پس از ۵۰۰ بار آزمایش در جدول ۳ نمایش داده شده است .

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پارامترهای ورودی

pop-size = 100

gn = 100

pm = %1

pc = %95

موجودی	قردادهای فرعی	کارکنان پاره وقت	تولید در ساعات اضافه کاری	
۰	۰	۰	۲۷۰	۱
۲۸۶	۰	۲۳۰	۸۰۰	۲
۰	۱۰۰	۵۰۰	۸۰۰	۳
۱۰۶	۰	۵۰۰	۸۰۰	۴
۱۳۸۹	۰	۰	۸۰۰	۵
۴۹۴	۰	۳۵۲	۸۰۰	۶
۰	۰	۲۴۰	۸۰۰	۷
۰	۲۷۱	۵۰۰	۸۰۰	۸
۰	۰	۰	۸۰۰	۹
۲۳۶	۰	۰	۳۰۷	۱۰
۶۴۲	۰	۵۰۰	۸۰۰	۱۱
۰	۱۲۱	۵۰۰	۸۰۰	۱۲

۳۸۷ ۸۰۱ ۰۰۰ = هزینه واحدهای اضافی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

بررسی پارامترها :

در این قسمت رابطه بین پارامترها و تأثیر آن بر بهبود جواب بررسی شده است . با مشاهده جدول ۴ و شکل ۷ که از ترسیم داده های جدول ۴ به دست آمده است می توان اینگونه نتیجه گرفت که افزایش POP-SIZE تأثیر مستقیم و چشمگیری بر بهبود جواب داشته است ولی هر چه تعداد جمعیت افزایش یابد ، اخذ پاسخ نیازمند زمان بیشتری است. افزایش در GN یا تعداد نسل تأثیر ناچیزی بر بهبود جواب گذاشته است .این رابطه در جدول ۵ و شکل شماره ۸ نمایش داده شده است . همچنین از هر دو نمودار اینگونه استنباط می شود که افزایش PC رابطه مستقیمی با بهبود جواب داشته است .

جدول ٤ رابطه Pop-size با بهبود جواب

مقدار تابع هدف	GN	PM	PC	POP-SIZE	شماره اجراء
۳۹۷۱۸۲۰۰۰	۲۰	٪۱	٪۲۵	۲۰	۱
۳۹۵۸۰۷۶۷۰	۲۰	٪۱	٪۴۵	۲۰	۲
۳۹۵۶۲۶۱۰۰	۲۰	٪۱	٪۶۵	۲۰	۳
۳۹۴۹۰۴۰۰۰	۲۰	٪۱	٪۷۵	۲۰	۴
۳۹۴۸۴۰۹۷۰	۲۰	٪۱	٪۹۰	۲۰	۵
۳۹۵۵۳۶۶۰	۲۰	٪۱	٪۲۵	۵۰	۶
۳۹۴۳۶۹۶۷۰	۲۰	٪۱	٪۴۵	۵۰	۷
۳۹۴۱۸۹۶۰۰	۲۰	٪۱	٪۶۵	۵۰	۸
۳۹۳۷۰۵۰۰۰	۲۰	٪۱	٪۷۵	۵۰	۹
۳۹۳۶۹۶۰۰۰	۲۰	٪۱	٪۹۰	۵۰	۱۰
۳۹۳۹۶۲۸۴۰	۲۰	٪۱	٪۲۵	۱۰۰	۱۱
۳۹۲۹۸۱۹۱۰	۲۰	٪۱	٪۴۵	۱۰۰	۱۲
۳۹۱۸۶۱۰۰۰	۲۰	٪۱	٪۶۵	۱۰۰	۱۳
۳۹۰۷۵۰۰۰۰	۲۰	٪۱	٪۷۵	۱۰۰	۱۴
۳۸۹۸۰۱۰۰۰	۲۰	٪۱	٪۹۰	۱۰۰	۱۵

جدول ۵ رابطه GN با بهبود جواب

مقدار تابع هدف	GN	PM	PC	POP-SIZE	شماره اجراء
۳۹۵۶۵۰۰۰۰	۲۰	٪۱	٪۲۵	۵۰	۱
۳۹۴۵۶۱۷۲۰	۲۰	٪۱	٪۴۵	۵۰	۲
۳۹۴۱۲۱۰۰۰	۲۰	٪۱	٪۶۵	۵۰	۳
۳۹۳۷۵۱۳۳۰	۲۰	٪۱	٪۷۵	۵۰	۴
۳۹۳۱۰۰۴۱۰	۲۰	٪۱	٪۹۰	۵۰	۵
۳۹۵۵۶۶۷۱۰	۵۰	٪۱	٪۲۵	۵۰	۶
۳۹۴۰۰۰۰۰۰	۵۰	٪۱	٪۴۵	۵۰	۷
۳۹۳۹۹۸۰۰۰	۵۰	٪۱	٪۶۵	۵۰	۸
۳۹۳۱۶۷۰۰۰	۵۰	٪۱	٪۷۵	۵۰	۹
۳۹۲۴۸۰۰۱۰	۵۰	٪۱	٪۹۰	۵۰	۱۰
۳۹۵۵۶۱۷۲۰	۱۰۰	٪۱	٪۲۵	۵۰	۱۱
۳۹۴۰۰۰۰۰۰	۱۰۰	٪۱	٪۴۵	۵۰	۱۲
۳۹۳۹۹۸۰۰۰	۱۰۰	٪۱	٪۶۵	۵۰	۱۳
۳۹۳۱۶۷۰۰۰	۱۰۰	٪۱	٪۷۵	۵۰	۱۴
۳۹۳۴۸۰۰۱۰	۱۰۰	٪۱	٪۹۰	۵۰	۱۵

مقایسه نتایج :

برای آگاهی از میزان کارآیی روش الگوریتم ژنتیک بایستی این روش با یک یا چند روش موجود که برای حل مسئله برنامه ریزی تولید ادغامی استفاده شده است مقایسه گردد . به همین منظور نتیجه حاصل از این روش با نتایج بدست آمده از دو روشی که عبارتند از روش حل دستی و مدل برنامه ریزی خطی که با استفاده از نرم افزار QSB حل شده است مورد مقایسه قرار گرفته است . جدول ۴ بیانگر مقایسه نتایج بین سه روش مذکور می باشد .

جدول ٤ – مقایسه نتایج

روش (تکنیک)	الگوریتم ژنتیک	روش حل دستی با استراتژی ثابت	روش حل دستی با استراتژی متغیر	برنامه ریزی خطی QSB
هزینه	۲۳۴۷۷۷۶۰۰۰	۲۳۵۱۳۷۵۰۰۰	۲۴۰۴۷۳۹۰۰۰	۲۳۳۵۸۴۷۰۰۰

نتیجه گیری :

در این مقاله برای ایجاد برنامه تولید ادغـامی از تکنیـک الگوریتـم ژنتیـک کـه از دسـته الگوریتم های تکاملی می باشد استفاده کردیم و به منظـور نشـان دادن جنبـه کـاربردی ایـن موضوع ، تحقیق را با یک مطالعه موردی بر روی شرکت آلفا تکمیل نمودیم .

نتیجه به دست آمده از این تحقیق حاکی از آن است که الگوریتم ژنتیـک بطـور مطلوبـی قادر بوده است که اهداف برنامه ریزی تولید ادغامی را که همانا حداقـل نمـودن هزینـه هـای تولید در میان مدت و بهترین استفاده از منابع و امکانات موجود بویژه نیروی انسانی می باشد را برای شرکت آلفا با رعایت محدودیتهای شرکت برآورده سازد .

نتایج مندرج در جدول ۴ گویای این واقعیت است که الگوریتم ژنتیک جواب بهتری نسـبت به روش حل دستی (استراتژی ثابت و متغیر) داشته است . امـا نتیجـه حـاصل شـده از جـواب نرم افزار QSB نسبت به جواب الگوریتم ژنتیک بهتر بوده اسـت و از آنجـا کـه برنامـه ریـزی خطی(QSB) جواب بهینه را حاصل نموده است می توان نتیجه حـاصل شـده از روش الگوریتـم ژنتیک را نتیجه ای مطلوب (نزدیک به بهینه) دانست و به دلیل مزایای بسیار زیاد روش الگوریتـم ژنتیک از جمله : سادگی و فهم آسانتر برای مدیران و ارائه جوابهای چندگانه با هزینه های یکسان به کارآیی این روش رأی مثبت داد . همچنین الگوریتم ژنتیک قابلیت بکارگیری توابع هزینه غـیر خطی و استفاده از متغیرهای کیفی را در APP دارا می باشد .

1-Pan and Brain H. Kleiner, "Aggregate Planning Today" ,Work Study ,1995, Vol.44, No 3 , PP4-7 .

۲-جعفر نژاد ، احد "مدیریت عملیات ، برنامه ریزی و کنترل تولید" ،جلد دوم ، ۱۳۷۰،چاپ اول، انتشارات دانشکده علوم اداری و مدیریت بازرگانی دانشگاه تهران .

۳-روح روان ،حمید " برنامه ریزی تولید میان مدت کاربردی در کارخانجات ساخت و مونتاژ کشور" ، ۱۳۷۵، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس .

4-Edwa A. Silver, David F Pyke, Rein Peterson : "Invention Management and Production Planning and Scheduling" ,1998, John Willy and Sons ,Inc .

5-Fogarty ,Hoffmann, Stone Baker : "Production and Operations Management" ,1984, South Western Publishing Co.

۶-ماکویی ،احمد " مقدمه ای بر برنامه ریزی تولید" ، ۱۳۷۷، چاپ اول ، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب .

۷-آریانژاد ، میر بهادر قلی: "برنامه ریزی تولید ادغامی" ،۱۳۷۰، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب .

۸-مدرس یزدی ، محمد ، " سیستمهای کنترل تولید جامع" ،۱۳۷۵، چاپ دوم ، انتشارات دانشگاه صنعت شریف .

9-Vollman,T.E & etal . Management Planning and Control Sustem ,Third Edition ,1992, Irwin Publication .

10-Gilgeous .V, ((Modeeling Realism in Aggregate Planning : A Goal Search Approach)) ,International Journal of Production Research ,1989,Vol .

۱۱-روهینا ، محمد و "مقدمه ای بر الگوریتم ژنتیک" مجله صنایع ، ۱۳۷۷ ، شماره سوم، انتشارات دانشگاه صنعتی شریف .

12- Goldberg: D. E ". Genetic Algorithmus in Search. Optimizing and Machine Learning ",1989. Adison -- Wesley Pulication,Inc.

13-Gen.M.and R.Cheng."Genetic Algorithms and Engineering Design. 1997,John Wiley and Sons.Inc

14-Michalewicz. Zbigniew." Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs ". 1995. Springer Publiction.

15- Gen.Mitsuo and Runwei Chneg ." Genetic Algorithms and Engineering Optimizing ",2000. John Wiley and Sons.Inc

16- Kan Yar Tam." Genetic Algorithms.Function Optimizing and Facility Layout Design ".European Journal of Operational Research,1992.vol.63. PP.322-346

۱۷-محمود آبادی ،عباس ،"کاربردی الگوریتمهای ژنی در برنامه ریزی تولید" ، ۱۳۷۶، سمینار دانشگاه تربیت مدرس .

18-W. H. Ip, Y. Li. K. F. Man, K. S. Tang, "Multy-Product Planning and Scheduling Using Genetic Algorithms Approach" ,Computer and Industrial Engineering, 2000. Vol. 38. PP. 283-296 .

۱۹-الوانی ، سید مهدی و نصرا... میر شفیعی ، "مدیریت تولید" ، ۱۳۷۴، چاپ هفتم ، انتشارات آستان قدس رضوی .