ISSN: 2588-2791
http://www.miej.ir

فصلنامه علمی پژوهش در مدیریت و مهندسی صنایع (سال چهارم)
شماره ۱۴ / تابستان ۱۳۹۷ / ص ۱۰۰- ۹۱

ارائه مدلی جهت یکپارچه سازی برنامه ریزی تولید مبتنی بر قیمت گذاری و زمان بندی کار کارگاهی-ارائه مثال موردی

زهرا موحدی [۱] ، عبدالله آقایی [۲]

[۱] کارشناسی ارشد، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی.

[۲] دکترای مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه خواجه نصیر الدین طوسی.

نام نویسنده مسئول:
زهرا موحدی

چکیده

در این پژوهش به بررسی یکپارچه‌سازی برنامه ریزی تولید قیمت-محور و زمان بندی در یک محیط تولید سفارشی پرداخته شده است. محیط ماشینی در نظر گرفته شده، محیط کار کارگاهی با m ماشین است. تابع هدف مدل، حداکثر کردن سود حاصل از درآمد با کسر مجموع هزینه وزنی دیرکردها است. فرض بر این است که قیمت هر محصول توسط فروشنده تعیین می‌شود و تقاضا تابعی غیرافزایشی از قیمت است. با توجه به آن که در تئوری و واقعیت، به هماهنگ سازی تصمیمات دپارتمان بازاریابی و تولید، کمتر توجه شده است و این موضوع تأثیر قابل توجهی در سودآوری بنگاه ها دارد، تحقیق پیش رو می تواند در کارگاه های تولیدی چند محصولی با چندین فرآیند مختلف، بسیارمثمر ثمر واقع شود. مدل ریاضی برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط، برای مسأله توسعه داده شده است. با توجه به ان-پی هارد بودن مسأله، مدل پیشنهادی را نمی توان برای مسائل با ابعاد واقعی، در زمان معقولی حل نمود. لذا دو الگوریتم فراابتکاری ژنتیک و شبیه سازی تبریدی، توسعه داده می شوند. انتخاب پارامتر ها از روش طراحی آزمایش ها صورت می گیرد و در انتها عملکرد دو الگوریتم پیشنهادی توسط یک مثال عددی با یکدیگر مقایسه می شوند.

واژگان کلیدی: برنامه ریزی تولید قیمت-محور- زمان بندی کار کارگاهی- الگوریتم ژنتیک، الگوریتم شبیه سازی تبریدی- طراحی آزمایش.

پژوهش در مدیریت و مهندسی صنایع، شماره ۱۴ ، تابستان ۱۳۹۷، ص ۱۰۰ - ۹۱

ISSN: 2588-2791
http://www.miej.ir

مقدمه

در این تحقیق یک مدل یکپارچه برای مسأله زمان بندی کارکارگاهی و برنامه ریزی تولید بر اساس قیمت گذاری در یک محیط کار کارگاهی با m ماشین مورد بررسی قرار می گیرد. در این بررسی، یک مدل برنامه ریزی عدد صحیح مختلط، برای بیشینه کردن سود ارائه می شود، در این مدل سعی شده است هزینه ها و درآمد حاصل از انجام سفارشات با در نظر گرفتن همزمان تصمیمات تولید و قیمت گذاری به طور واقعی تری مدل شودکه تا کنون در ادبیات موجود به آن پرداخته نشده است.

چون مدل ارائه شده را نمی توان برای مسائل صنعتی با ابعاد واقعی حل کرد، لذا الگوریتم های فرا ابتکاری برای حل این مسأله ارائه می شوند.

در بسیاری از شرکت های تولیدی تصمیمات برنامه ریزی تولید مبتنی برقیمت‌گذاری توسط دپارتمان فروش و بازاریابی گرفته می‌شود و دپارتمان تولید باید تقاضای حاصل از این تصمیمات قیمت‌گذاری را ارضا نماید. دپارتمان فروش و بازاریابی معمولا اطلاعات کلی از ظرفیت تولید دارند، ولی آن ها از جزئیات نحوه زمان‌بندی نیازهای تولیدی ناشی از تقاضاهای گوناگون را ندارند. درنتیجه، تأثیر تصمیمات قیمت‌گذاری بر هزینه‌های زمان‌بندی برای دپارتمان فروش و بازاریابی ناشناخته است. بنابراین، در نظر گرفتن همزمان تصمیمات زمان بندی تولید و بازاریابی امکان افزایش سود قابل توجهی را به وجود می آورد. با توجه به رقابت شدید موجود میان تولید کنندگان مختلف، افزایش سود برای دستیابی به یک مزیت رقابتی از اولویت زیادی برای مدیران تولید برخوردار است. لذا ارائه مدلی که سعی در بیشینه کردن سود از طریق هماهنگ سازی تصمیمات برنامه ریزی دارد از جاذبه زیادی برای مدیران تولید برخوردار است. در ادبیات موضوع موارد بسیار نادری در مورد ادغام مسائل زمانبندی کار کارگاهی و برنامه ریزی تولید موجود می باشد ولی از یکپارچه سازی برنامه ریزی تولید مبتنی بر قیمت گذاری و زمان بندی کار کارگاهی تا به حال سخنی به میان نیامده است.

فاندل و همکاران *[1]*، یک مدل یکپارچه زمان بندی کارکارگاهی و برنامه ریزی تولیدچند محصولی دو زمانه ی چند سطحی را ارائه داده اندکه حل این مدل به دلیل ماهیت غیر خطی و ان-پی هارد بودن آن بسیار مشکل است. ژانگ و یان *[2]*، یک مدل یکپارچه زمان بندی کار کارگاهی منعطف و برنامه ریزی تولید را پیشنهاد داده اند و برای حل آن از یک الگوریتم ژنتیک پیشنهادی استفاده کرده اند اما در مورد مسأله ی قیمت گذاری سخنی را به میان نیاورده اند.

چن و هال *[3]*، سه مسأله، محیط تک ماشینی با تابع هدف زمان‌بندی مجموع وزنی زمان های تکمیل، محیط تک ماشینی با تابع هدف زمان‌بندی مجموع وزنی کارهای با تأخیر و محیط ماشینی جریان کارگاهی دوماشینی با تابع هدف زمان‌بندی زمان تکمیل آخرین کاردر نظر گرفته اند. آنها از چهار رویکرد برای حل هر یک از مسائل و بررسی تأثیر یکپارچه سازی تصمیمات قیمت‌گذاری و زمان‌بندی استفاده کرده‌اند. این رویکرد ها عبارتند از رویکرد کاملا ناهماهنگ که تصمیمات قیمت‌گذاری و زمان‌بندی بصورت جداگانه گرفته می شوند. روش ابتکاری با هماهنگی اندک که از اطلاعات کلی مرتبط با تولید که معمولا در دسترس بخش بازاریابی است، استفاده می کند، روش ساده ابتکاری هماهنگ که از اطلاعات جزئی‌تر زمان‌بندی استفاده می‌نماید و الگوریتم بهینه ارائه شده در مقاله . در آخر نتایج حاصل از این چهار رویکرد مقایسه شده اند. لی و همکاران *[4]*، مسأله برنامه ریزی تولید در محیط کار کارگاهی و مسأله زمان بندی را با دیدی کاملا الگوریتمیک مورد مطالعه قرار داده اند. آن ها الگوریتم های ژنتیک، شبیه سازی تبرید شده و الگوریتم بهینه حفاظت مستقل را بر پایه ی سفارشات بکار برده اند. الگوریتم های ارائه شده توسط آن ها قابلیت هایی از قبیل در نظر گرفتن همزمان سرعت سوگرایی و جمعیت های اولیه را دارا می باشند. مختاری و همکاران *[5]*، مدل یکپارچه سازی برنامه ریزی ظرفیت تولید و زمان بندی را در محیط کار کارگاهی در نظر گرفته اند. زمان بندی در محیط کار کارگاهی بدون توقف می باشد و طول مدت عملیات ها متغیر های قابل کنترل بر اساس ظرفیت تخصیص داده شده به آن ها، فرض می شود. و از روش های حل زمان بندی و الگوریتم های ابتکاری توسعه داده شده، استفاده شده است. همچنین از الگوریتم دو فازی ژنتیک نیز به منظور حل مسأله استفاده شده است. جرجیادیس و میکالودیس *[6]*، برنامه ریزی کنترل تولید را در محیط کار کارگاهی احتمالی مورد مطالعه قرار داده اند. آنها مدلی مبتنی بر زمان ارائه دادند که معین کننده جواب های نزدیک به بهینه در تعیین مقادیر متغیر های کنترلی نظیر سفارشات برگشتی، موجودی در حال پردازش و کار های تاخیری است. نتایج مدل آن ها با روش های آماری و آنالیز و واریانس بررسی و تست شده است.گوجاردو و همکاران *[7]*، مدل بهینه سازی برای مسائل تک دوره ای وچند دوره ای پیشنهاد می کنندکه نشان دهنده ی برتری این رویکرد بر روش های مبتنی بر هزینه است به گونه ای که، به صورت هم زمان تصمیمات مربوط به برنامه ریزی تولید و قیمت گذاری انجام می شود. و تقاضای مشتری به صورت تابعی از قیمت

ورودی در نظر گرفته می شود. مارتینز-کاستا و همکاران *[8]*، مروری بر کارهای انجام شده در زمینه ادغام تصمیمات بازاریابی و برنامه ریزی تولید و تحلیل آن ها در قالب مدل های برنامه ریزی ریاضی، پرداختند.

مردانه و کاستا *[9]*، یک مدل برنامه ریزی مبتنی بر شانس با در نظر گرفتن هزینه های تنظیمات قیمت بر سود بنگاه، در یک سیستم برنامه ریزی چند محصولی چند دوره ای، که در آن تقاضا که تابعی قطعی یا احتمالی از قیمت است، ارائه می دهند. آن ها هم چنین یک

ISSN: 2588-2791
http://www.miej.ir

مدل بهینه سازی قدرتمند برای تابع تقاضای سناریو محور ، پیشنهاد می دهند که منجر به بهینه سازی سود بنگاه می شود. کیهانیان و ربانی *[10]*، نیز، یک مدل تصمیم گیری قیمت گذاری برای فروش یا اجاره کالا جهت حداکثر سازی سود با در نظر گرفتن تورم موثر بر میزان تقاضا پیشنهاد دادند. لیانگ لی انگ فو *[11]*، مسائل برنامه ریزی زنجیره تامین سه سطحی را با در نظر گفتن مدل ساخت برای سفارش، در محیط ماشین های موازی غیر مرتبط و با فرض قابلیت در دسترس بودن ماشین آلات و زمان های راه اندازی وابسته به ترتیب قطعات، مدنظر قرار داده است. در این بررسی، سه سناریو در زنجیره تأمین مطرح شده است و در هر کدام، دو مدل استقلال و ادغام تصمیمات تولید کننده و توزیع کننده جهت حداقل سازی هزینه های راه اندازی و حمل و نقل کل، بررسی شده است. در هر سناریو، از الگوریتم های چند جمله ای و ابتکاری استفاده شده است و نتایج حاصل حاکی از آن است که مدل یکپارچه برنامه ریزی-زمان بندی، نسبت به مدل مستقل، کارایی محاسباتی بهتری را نشان می دهد. چن *[12]*، یک مدل بهینه سازی یکپارچه برنامه ریزی تولید گسسته و زمان بندی را با در نظر گرفتن محدودیت های لجستیکی، با هدف بهره وری بیشتر از منابع و افزایش سود آوری بنگاه ها ارائه داده است. و برای حل آن از یک مدل ابتکاری تجمع ذرات استفاده کرده است. لی وانگ و همکاران *[13]*، مدل برنامه ریزی کار کارگاهی منعطف، جهت حداقل سازی زمان تکمیل آخرین کار را ارائه داده اند که به دلیل ماهیت ان-پی هارد بودن آن از یک الگوریتم بهبود داده شده کلونی مورچگان استفاده کرده اند. که دو مزیت کارایی محاسباتی بیشتر و دسترسی به نقاط بهینه اصلی را دارد.

۱- تعریف مسأله

در این تحقیق به دنبال یکپارچه‌سازی برنامه ریزی تولید مبتنی بر تصمیمات قیمت‌گذاری و زمان‌بندی در یک محیط تولیدی سفارشی با چندین نوع محصول می باشیم. با توجه به اینکه، زمان‌بندی شامل یک افق برنامه‌ریزی محدود می باشد، فرض می کنیم که برای هر محصول در طول افق برنامه‌ریزی تنها از یک قیمت استفاده خواهد شد و اینکه مقدار تقاضای هر محصول و موعد تحویل آن بلافاصله بعد از انتخاب قیمت در ابتدای افق برنامه‌ریزی مشخص خواهد شد. همچنین، فرض می‌شود که هر درخواست سفارش تنها شامل یکی از محصولات می باشد و سفارش‌های مختلف از هر محصول بصورت پیوسته پردازش می‌شوند.

فرض شده است که قیمت توسط فروشنده تعیین می شود و تابع تقاضای غیرافزایشی و معین برای هر یک از محصولات در دسترس است که مقدار تقاضا شده را در هر قیمت ارائه شده برای هر محصول، می‌توان با استفاده از آن تعیین نمود. موعدهای تحویل هر یک از محصولات توسط تولید کننده تعیین می‌شود و سفارش‌های مختلف از یک محصول دارای یک موعدتحویل مشترک هستند. تمام سفارش‌ها در ابتدای دوره برنامه‌ریزی برای پردازش دردسترس هستند و بردار قیمت‌ها، میزان تقاضا و موعد تحویل هر محصول متناظر با هر قیمت در ابتدای دوره برنامه‌ریزی تعیین می‌شود و برای کل دوره ثابت و قطعی می‌باشد.

مسأله زمان‌بندی مورد بررسی، محیط ماشینی کارکارگاهی با m ماشین و با تابع هدف زمان‌بندی، کمینه کردن مجموع وزنی دیرکردها ($\sum w_j T_j$) می‌باشد. تولید کننده قیمت محصولات را تعیین می‌کند و میزان تقاضای محصول و موعد تحویل آن ها از قیمت ارائه شده توسط تولید کننده تاثیر می‌پذیرد.

هر محصول که بعد از موعد تحویل آماده می‌شود دارای هزینه تاخیر متناسب با زمان تاخیر است. هر سفارش باید بصورت یکجا و در یک مرحله بلافاصله بعد از تکمیل برای مشتریان ارسال شود. هدف تولید کننده حداکثر کردن سود خود با تعیین قیمت محصولات و زمان‌بندی انجام سفارشات قبول شده با درنظر گرفتن محدودیت‌های زمان تحویل و تقاضا است.

۱-۱ فرضیات مدل

فرضیات عمده در نظر گرفته شده عبارتند از:

- ظرفیت بین m ماشین نامحدود بوده و نگهداری تعدادزیادی کار بین m ماشین ممکن است.
- زمان راه اندازی در زمان پردازش لحاظ شده است.
- فرض وقفه نداریم. یعنی، امکان قطع پردازش محصول به روی یک ماشین برای پردازش محصول دیگر میسر نیست.
- مسیر جریان کاری برای هر محصول از پیش تعیین شده است.
- در هر واحد زمان، هر ماشین می‌تواند تنها یک محصول را پردازش نماید.
- در هر واحد زمان، هر محصول تنها می‌تواند روی یک ماشین پردازش شود.
- هزینه اضافه کاری نادیده گرفته شده است.

پژوهش در مدیریت و مهندسی صنایع، شماره ۱۴ ، تابستان ۱۳۹۷، ص ۱۰۰- ۹۱

ISSN: 2588-2791
http://www.miej.ir

۲-۱ مدل سازی

مسأله تولید کارگاهی عبارت است از زمان بندی n کار $J1,J2,\dots,Jn$ روی m ماشین $M1,M2,\dots,Mn$. هدف از زمانبندی تعیین توالی عملیات ها برای هر ماشین می باشد. به نحوی که مجموع وزنی دیرکردها حداقل شود. در این بررسی، تعداد J محصول داریم که فروشنده برای هر یک از آنها قیمتی را از مجموعه قیمت های ممکن برای آن محصول $\{v_{1i}, v_{2i}, \dots, v_{li}\}$ انتخاب می‌کند. با توجه به قیمت ارائه شده برای محصول i ام (v_{li})، حجم تقاضای محصول (s_{li})، تاریخ رها سازی محصول (r_i) و موعد تحویل محصول (d_{li}) متناظر با قیمت ارائه شده، مشخص می‌شود . هر محصول شامل مجموعه ای از Oعملیات است $O=\{O1,O2,\dots,On\}$ و Oi مسیر عملیاتی محصول i $(O_i \subseteq O)$ به گونه ای که $O_{if(i)}$ اولین المان Oi و $O_{il_{(i)}}$ آخرین المان O_i است.

M مجموعه ماشین ها، P تعداد قیمت های ممکن هر محصول، a,i اندیس هرمحصول، j,b اندیس عملیات، k اندیس ماشین ها، l اندیس قیمت، M_{ij} مجموعه ماشین هایی که عملیات j از محصول i را پردازش می کنند. P_{ki} زمان پردازش هر واحد محصول i روی ماشین k و π_i هزینه تاخیر در تحویل محصول i به ازای هر واحد زمانی است. T_i میزان تأخیر در تحویل محصول i ام، P_{ki} زمان پردازش عملیات Oijروی ماشین k ام، S_{ijk}زمان شروع عملیات O_{ij} روی ماشین k ام، C_{ijk} زمان تکمیل عملیات Oij روی ماشین k ام، Y_{ijabk} متغیر صفر و یک است که اگر عملیات O_{ij} قبل از عملیات O_{ab} روی ماشین k انجام گیرد، مقدار یک و در غیر این صورت صفر است. f_i زمان تکمیل محصول i و y_{li} متغیری صفر و یک است و زمانی یک می گیرد که قیمت l برای محصول i داده شود.

تابع هدف

در این مسأله، تولیدکننده بدنبال افزایش سود خود با افزایش درآمد حاصل از حجم سفارشات پذیرفته شده و کاهش هزینه‌های تاخیر و دیرکرد در انجام سفارشات است. براین اساس، تابع هدف مسأله بصورت زیر می‌باشد.

$$\sum_{i=1}^{J}\sum_{l=1}^{P} v_{li}s_{li}y_{li} - \sum_{i=1}^{J}\pi_i T_i' \qquad (۱)$$

دو عبارت در تابع هدف به ترتیب متناظر با درآمد کل حاصل از سفارش‌های پذیرفته شده و هزینه های دیرکرد در زمان‌بندی انجام سفارش‌ها هستند.

محدودیت ها

در این زیربخش محدودیت‌های مدل ریاضی ارائه شده توضیح داده شده‌اند. محدودیت های (۴-14) محدودیت‌های مرتبط با زمان‌بندی سفارش‌ها هستند و محدودیت‌های 2 و3 محدودیت‌هایی می‌باشند که تصمیم قیمت‌گذاری را وارد مدل مسأله می‌نمایند.

محدودیت (۱۵) محدودیت غیرمنفی بودن متغیرهای تصمیم و محدودیت (۱۶) متغیرهای باینری مدل را مشخص می نمایند.

برای هر محصول تنها باید یک قیمت از مجموعه قیمت‌های ممکن برای ارائه به آن، پیشنهاد شود. که رابطه (۳-۲) نشان‌دهنده این محدودیت است.

$$\sum_{l=1}^{P} y_{li} = 1, \quad i = 1,2,\dots,J \qquad (۲)$$

زمان مورد نیاز برای پردازش عملیات O_{ij} روی ماشین k ام با توجه به قیمت پیشنهاد شده به محصول i ام ، از حاصلضرب حجم سفارش محصول متناظر با قیمت پیشنهاد شده به آن در زمان پردازش واحد آن محصول بر روی ماشین k ام بدست می‌آید.

$$Pijk = \sum_{l=1}^{P}\sum_{i=1}^{J} s_{li}\, P_{ki}\, y_{il}, \quad \begin{matrix}\forall k \in M_{ij} \\ \forall j \in O_i\end{matrix} \qquad (۳)$$

زمان تکمیل عملیات O_{ij} با استفاده از رابطه (۳-۴) بدست می زمان تکمیل عملیات O_{ij} برابر یا بزرگتر از زمان شروع آن عملیات به اضافه زمان پردازش آن است.

$$C_{ijk} \geq S_{ijk} + P_{ijk}, \quad \forall i \in J;\ \forall j \in O_i;\ \forall k \in M_{ij} \qquad (۴)$$

محدودیت های (۵) و (۶) تضمین می کنند که دو عملیا ت متوالی روی هم رفتگی نداشته باشند.

$$Sijk \geq C_{abk} - (Y_{ijabk}).M, \qquad \forall i < a;\ \forall j \in O_i;\ \forall k;\ \forall b \in Q_a \qquad (۵)$$

$$S_{abk} \geq C_{ijk} - (1 - Y_{ijabk}).M, \quad \forall i < a;\ \forall j \in O_i;\ \forall k \in M_{ij} \cap M_{ab};\ \forall b \in Q_a \qquad (۶)$$

ISSN: 2588-2791
http://www.miej.ir

محدویت (۷) تضمین می کند که هر ماشین در هر زمان تنها یک عملیات را پردازش می کند.

$$Y_{ijabk} + Y_{abijk} = 1\,, \qquad \forall i < a\,;\ \forall j \in O_i\,;\ \forall k\,;\ \forall b \in Q_a \qquad (۷)$$

محدودیت (۸) تضمین کننده ارتباط پیش نیازی در تولید هر محصول است.

$$S_{ijk} \geq C_{i(j-1)k1}\,, \quad \forall i \in J\,;\ \forall j \in O_i - \left\{O_{if_{(i)}}\right\}\,;\ \forall k \in M_{ij}\,;\ \forall k1 \in M_{i(j-1)} \qquad (۸)$$

محدودیت (۹) و (۱۰) زمان تکمیل و میزان تأخیر در تحویل محصول را مشخص می کنند.

$$f_i = C_{i,O_{il_{(i)}},k} \qquad \forall i \in J\,;\ \forall k, \qquad (۹)$$

$$T_i' \geq f_i - \sum_{l=1}^{P} y_{il} d_{li} \qquad \forall i \in J \qquad (۱۰)$$

محدودیت (۱۱) عنوان می کند که زمان شروع هر کار نباید از قبل از زمان رها سازی آغاز شود.

$$S_{ijk} \geq r_i\,, \qquad \forall i \in J\,;\ \forall j \in O_i\,;\ \forall k \in M_{ij} \qquad (۱۱)$$

در ادامه محدودیت های غیر منفی بودن عنوان خواهد شد:

$$S_{ijk} \geq 0\,, \qquad \forall i \in J\,;\ \forall j \in O_i\,;\ \forall k \in M_{ij} \qquad (۱۲)$$

$$C_{ijk} \geq 0\,, \qquad \forall i \in J\,;\ \forall j \in O_i\,;\ \forall k \in M_{ij} \qquad (۱۳)$$

$$f_i \geq 0, \qquad \forall i \in J \qquad (۱۴)$$

$$T_i' \geq 0\,, \qquad \forall i \in J \qquad (۱۵)$$

$$Y_{il}, Y_{ijbk} \in [0,1] \qquad (۱۶)$$

۲- مثال موردی

مثال عددی برای یک مسأله شامل ۱۸ کار و ۴ ماشین که هر کار شامل یک تا شش عملیات است. تعداد قیمت ها نیز ۵ مورد درنظر گرفته شده است. پارامترهای مربوطه استفاده شده در جداول ۳-۱ نشان داده شده است.

جدول (۱): نمایش داده های مثال موردی

کار	عملیات	ماشین	P_{ki}	r_i	π_i
۱	۱	۳	۶,۴	۰	۹۶
۲	۱	۳	۵,۰۸	۰	۹۶
	۲	۱	۷,۴		
	۳	۳	۳,۹۸		
	۴	۲	۴,۸۲		
	۵	۱	۳,۰۸		
	۶	۲	۱,۰۶		
۳	۱	۱	۱۳,۸	۰	۹۶
	۲	۳	۱,۹۲		
	۳	۱	۲,۴		
	۴	۳	۴,۱		
	۵	۲	۰,۹۴		
	۶	۳	۲,۸۶		
	۷	۲	۳,۴		
۴	۱	۱	۲۵,۹۸	۰	۹۶

ISSN: 2588-2791
http://www.miej.ir

	۲	۴	۰,۶		
۵	۱	۴	۹,۷۲	۰	۹۶
	۲	۱	۲۴,۳		
۶	۱	۱	۱,۲	۰	۹۶
	۲	۱	۳,۳۶		
۷	۱	۴	۶,۰۲	۰	۹۶
۸	۱	۲	۶,۵	۰	۹۶
۹	۱	۴	۲۶,۸	۰	۹۶
۱۰	۱	۳	۱,۱۸	۰	۹۶
۱۱	۱	۴	۱۲,۰۶	۰	۹۶
	۲	۲	۱۷,۲۴		
۱۲	۱	۳	۳۳,۲	۰	۹۶
۱۳	۱	۲	۴۸,۶۲	۰	۹۶
۱۴	۱	۴	۳۸	۹۶	۱۶۸
۱۵	۱	۴	۱,۵۴	۰	۹۶
۱۶	۱	۱	۶,۹۸	۰	۹۶
۱۷	۱	۲	۱,۰۴	۰	۹۶
۱۸	۱	۳	۱۵,۶۶	۴۸	۱۴۴

جدول (۲): قیمت های پیشنهادی تولید کننده برای محصولات مختلف مثال موردی

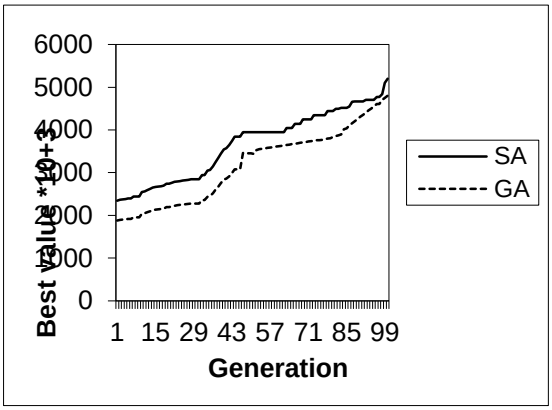
برحسب دلار	۱	۲	۳	۴	۵
۱	۳۲۰	۴۶۰	۳۵۰	۴۰۰	۲۱۰
۲	۴۷۰	۳۸۰	۲۹۰	۲۱۰	۳۲۰
۳	۶۵۰	۴۳۰	۳۸۰	۲۱۰	۴۲۰
۴	۵۴۰	۵۸۰	۳۱۰	۴۲۰	۲۱۰
۵	۲۱۰	۳۲۰	۴۲۰	۳۸۰	۴۶۰
۶	۳۲۰	۴۶۰	۳۵۰	۴۰۰	۲۱۰
۷	۴۷۰	۳۸۰	۲۹۰	۲۱۰	۳۲۰
۸	۶۵۰	۴۳۰	۳۸۰	۲۱۰	۴۲۰
۹	۵۴۰	۵۸۰	۳۱۰	۴۲۰	۲۱۰
۱۰	۲۱۰	۳۲۰	۴۲۰	۳۸۰	۴۶۰
۱۱	۳۲۰	۴۶۰	۳۵۰	۴۰۰	۲۱۰
۱۲	۴۷۰	۳۸۰	۲۹۰	۲۱۰	۳۲۰
۱۳	۶۵۰	۴۳۰	۳۸۰	۲۱۰	۴۲۰
۱۴	۵۴۰	۵۸۰	۳۱۰	۴۲۰	۲۱۰
۱۵	۲۱۰	۳۲۰	۴۲۰	۳۸۰	۴۶۰
۱۶	۳۲۰	۴۶۰	۳۵۰	۴۰۰	۲۱۰
۱۷	۴۷۰	۳۸۰	۲۹۰	۲۱۰	۳۲۰
۱۸	۶۵۰	۴۳۰	۳۸۰	۲۱۰	۴۲۰

ISSN: 2588-2791
http://www.miej.ir

جدول (۳): موعد تحویل محصولات متناظر با قیمت های آن ها مثال موردی

برحسب ساعت	۱	۲	۳	۴	۵
۱	۲۱۰	۳۵۰	۳۲۰	۴۶۰	۴۰۰
۲	۳۲۰	۲۹۰	۴۷۰	۳۸۰	۲۱۰
۳	۴۲۰	۳۸۰	۶۵۰	۴۳۰	۲۱۰
۴	۲۱۰	۳۱۰	۵۴۰	۵۸۰	۴۲۰
۵	۴۶۰	۴۲۰	۲۱۰	۳۲۰	۳۸۰
۶	۲۱۰	۳۵۰	۳۲۰	۴۶۰	۴۰۰
۷	۳۲۰	۲۹۰	۴۷۰	۳۸۰	۲۱۰
۸	۴۲۰	۳۸۰	۶۵۰	۴۳۰	۲۱۰
۹	۲۱۰	۳۱۰	۵۴۰	۵۸۰	۴۲۰
۱۰	۴۶۰	۴۲۰	۲۱۰	۳۲۰	۳۸۰
۱۱	۲۱۰	۳۵۰	۳۲۰	۴۶۰	۴۰۰
۱۲	۳۲۰	۲۹۰	۴۷۰	۳۸۰	۲۱۰
۱۳	۴۲۰	۳۸۰	۶۵۰	۴۳۰	۲۱۰
۱۴	۲۱۰	۳۱۰	۵۴۰	۵۸۰	۴۲۰
۱۵	۴۶۰	۴۲۰	۲۱۰	۳۲۰	۳۸۰
۱۶	۲۱۰	۳۵۰	۳۲۰	۴۶۰	۴۰۰
۱۷	۳۲۰	۲۹۰	۴۷۰	۳۸۰	۲۱۰
۱۸	۴۲۰	۳۸۰	۶۵۰	۴۳۰	۲۱۰

برای بررسی الگوریتم کارا برای این مسأله، دو الگوریتم SA و GA را مورد مقایسه قرار دادیم. نتایج حاصله در شکل ۱و۲ نشان دهنده این است که الگوریتم SA رفتار بهتری را دنبال کرده است. لذا نتایج حاصل از این الگوریتم در ادامه آورده شده است.



شکل۱: رفتار دو الگوریتم SA و GA در مدت ۲۳ دقیقه برای مثال موردی

ISSN: 2588-2791
http://www.miej.ir

نتیجه گیری

با توجه به اهمیت یکپارچه سازی تصمیمات برنامه ریزی تولید مبتنی بر قیمت و زمان بندی کارکارگاهی در این فصل به ارائه مثال هایی پرداخته شد که درآن ها تولید کننده با توجه به داشتن اطلاعات قبلی یک مجموعه قیمت برای هر محصول به مشتریان پیشنهاد می دهد که با توجه به آن ها حجم تولید و موعد تحویل محصولات تعیین می شود و تولید کننده در این مثال ها به دنبال یافتن قیمت های بهینه برای محصولاتش است به گونه ای که سود خود را حداکثر کند.

با توجه به مثال های انجام شده ، با استفاده از دو الگوریتم فراابتکاری SA و GA، نتایج حاصل از آن ها نشان داد که مدل یکپارچه ارائه شده نسبت به حالتی که تصمیمات سطوح مختلف برنامه ریزی به طور مجزا گرفته می شوند، عملکرد بهتری دارد یعنی سود بنگاه بیشتر می شود. و در یک زمان مفروض الگوریتم SA نسبت به الگوریتم GA رفتار بهتری از خود نشان می دهد و جواب بهینه بهتری تولید می کند.

مدل یکپارچه برنامه ریزی تولید مبتنی بر قیمت گذاری-زمان بندی کارکارگاهی ارائه شده در این مجموعه مدلی جدید است که در ادبیات پیشین به دلیل ماهیت ان-پی کامل بودن آن سخنی به میان نیامده است. می توان برای آن که مدل مفروض بیشتر گویای محیط صنعتی پویای امروزه باشد قیمت پیشنهادی تولید کننده را طول افق برنامه ریزی ثابت در نظر نگرفت و به آن ماهیت احتمالی و یا فازی داد. هم چنین می توان خرابی ماشین آلات و عملیات تگه داری و تعمیرات را نیز وارد مسئله کرد که در این صورت مسئله شایستگی ماشین آلات مطرح می شود.

ISSN: 2588-2791
http://www.miej.ir

منابع و مراجع

[1] Fandle. G.; Stammen-Hegene, C. "Simiultanous Lot sizing and scheduling for multi-product multi-level production", International Journal of Production Economics, Vol. 104, No. 2, 308-316, 2006.

[2] Zhang, X.-D. & Yan, H.-S. "Integrated optimization of production planning and scheduling for a kind of job shop", The International Journal Of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 219, No. 10, 5185-5197, 2005.

[3] Chen, Z. & Hall, N. G. "The coordination of pricing and scheduling decisions". Manufacturing & Service Operations Management, Vol. 12, pp. 77-92, 2010.

[4] Liu, M., Sun, Z, J., Yan, J, W., & Kang, J, S. "An adaptive annealing genetic algorithm for the job-shop planning and scheduling problem". Expert Systems with Applications, Vol. 38, pp. 9248–9255, 2011.

[5] Mokhtari, H., Kamal Abadi, I, N., & Zegordi, S, H. "Production capacity planning and scheduling in a no-wait environment with controllable processing times: An integrated modeling approach". Expert Systems with Applications, Vol. 38, pp. 12630–12642, 2011.

[6] Georgiadis, P , & Michaloudis, C. "Real-time production planning and control system for job-shop manufacturing: A system dynamics analysis". European Journal of Operational Research, Vol. 216, pp. 94-104, 2012.

[7] Guajardo, M., Kylinger, M., Rönnqvist, M. "Joint optimization of pricing and planning decisions in divergent supply chain". International Transactions in Operational Research, Vol. 20, pp. 889–916, 2013.

[8] Martínez-Costa, C., Mas-Machuca, M., Lusa, A. "Integration of marketing and production decisions in aggregate planning: a review and prospects". European Journal of Industrial Engineering, Vol. 7, pp. 755-776, 2013.

[9] Mardaneh, E., Caccetta, L. "Impact of price-adjustments costs on integration of pricing and production planning of multiple-products". Optimization Letters, pp. 1862-4472, 2014.

[10] Keyhanian, S., Rabbani, M. "Effect of new inflation-brought competitive purchasing and leasing demand functions on revenue of a joint inventory-pricing decision making model". International Journal of Management and Decision Making, Vol. 13, pp. 157-173, 2014.

[11] Fu, L., Coordination Of Production and Distribution Scheduling, Ph.D. Thesis, University of Paris Dauphine, Paris, 165, 2015.

[12] Chen, Y, X., " Integrated Optimization Model for Production planning and Scheduling with Logitics Constraints", International Journal of Modeling, Simulation, and Scientific, Vol. 15, No. 4, pp. 711-720, 2016.

[13] Wang, L., Cai, J., Li, M., & Liu, Z., " Flexible Job shop Scheduling Problem Using an Improved Ant Colony Optimization", Hindawi Scientific Programming, Vol, 2017, No. 11, 2017.