Journal of Industrial Management Studies
Vol.19 No 62, Autumn 2021, 1-22
.atu.ac.ir
DOI: 10/22054/jims. 2017.10509.1386

ATU PRESS

Original Reserch / Review / …
Received:22/4/2016
Accepted:20/11/2017
eISSN: ISSN:

Pricing Process in Industrial Clusters Using Genetic Algorithm

Fatemeh Mojibian*
PhD Candidate in Industrial Management, Faculty of Economics and Management, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

Ameneh Khadivar
Associate Professor, Faculty of Management, Alzahra University, Tehran, Iran.

Adel Azar
Professor, Faculty of Economics and Management, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

Emad Roghanian
Associate Professor, Faculty of Industrial Engineering, Khajeh Nasir toosi University of Technology, Tehran, Iran.

Abstract
It's more than one decade that industrial development based on the structure of industrial clusters as a new strategy has been used in the planning and policy by developing industrialized countries. Considering the importance of the role of industrial clusters in economic development programs, providing solutions to improve, progress and development of clusters has always been a concern for researchers and specialists.
The aim of this study is to provide a mechanism for pricing process of the product in this industrial-economic phenomenon; So that the structure of the proposed model is defined based on mechanisms and activities of the components of industrial clusters. The proposed pricing process is presented based on the concept of Stackelberg game theory and tariff pricing strategy, and in order to solve the model in production level of cluster, the meta-heuristic genetic algorithm is used. Finally, the performance and efficiency of the proposed model is studied in the form of a numerical example, and using the parameter tuning Taguchi method the optimal value of the model variables are presented. Based on the obtained results, the optimal wholesale price of cluster's products are determined and each manufacturer select the appropriate tariff based on its optimal demand.

Keywords: Industrial Cluster, Tariff Pricing, Stackelberg Game, Genetic Algorithm, Taguchi Method.

* Corresponding Author: Mojibian@tech.ndri.ac.ir

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:۱۳۹۵/۲/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۸/۲۹

eISSN: ISSN:

فصلنامهٔ مطالعات مدیریت صنعتی
دوره نوزدهم، شماره ٦٢، پاییز ١٤٠٠، ٢٢-١
.atu.ac.ir
DOI:١٠,٢٢٠٥٤ /jims.٢٠١٧,١٠٥٠٩,١٣٨٦

فرآیند قیمت‌گذاری محصول در خوشه‌های صنعتی با استفاده از الگوریتم ژنتیک

فاطمه مجیبیان * دانش آموخته دکتری رشته مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

آمنه خدیور دانشیار گروه مدیریت، دانشکده علوم اقتصادی و اجتماعی، دانشگاه الزهرا(س)، تهران، ایران

عادل آذر استادگروه مدیریت، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

عماد روغنیان دانشیارگروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی خواجه نصیر طوسی، تهران، ایران

چکیده

بیش از یک دهه است که توسعه صنعتی مبتنی بر ساختار خوشه‌های صنعتی، به عنوان یک استراتژی نوین مورد برنامه‌ریزی و سیاستگذاری کشورهای صنعتی در حال توسعه قرار گرفته است. با توجه به اهمیت نقش خوشه‌های صنعتی در برنامه‌های توسعه اقتصادی، ارائه راهکارهایی به منظور بهبود، پیشرفت و توسعه خوشه‌ها همواره مسئله مورد توجه محققان و متخصصان این موضوع بوده است. هدف از پژوهش حاضر نیز ارائه راهکاری برای فرآیند قیمت‌گذاری محصول در این پدیده صنعتی-اقتصادی می‌باشد به گونه ای که ساختار مدل پیشنهادی بر پایه سازوکارها و فعالیت‌های اجزای تشکیل دهنده‌ی خوشه‌های صنعتی تعریف گردیده است.

فرآیند قیمت‌گذاری پیشنهادی بر اساس مفهوم بازی استکلبرگ و استراتژی قیمت‌گذاری تعرفه‌ای ارائه گردیده و به منظور حل مدل در سطوح تولیدی خوشه، از الگوریتم فراابتکاری ژنتیک استفاده شده است. در پایان، عملکرد و کارایی مدل ارائه شده در قالب یک مثال عددی مورد بررسی قرار گرفته و با استفاده از روش تنظیم پارامتر تاگوچی مقادیر بهینه متغیرهای مدل ارائه گردیده است. بر اساس نتایج حاصل از حل مدل پیشنهادی، قیمت بهینه عمده فروشی محصولات خوشه تعیین گردیده و هر بنگاه بر اساس مقدار بهینه تقاضای خود تعرفه مناسب خوشه را انتخاب می‌نماید.

کلیدواژه‌ها: خوشه صنعتی، قیمت گذاری تعرفه ای، بازی استکلبرگ، الگوریتم ژنتیک، روش تاگوچی.

* نویسنده مسئول: Mojibian@tech.ndri.ac.ir

مقدمه و مرور ادبیات

طی سه دهه گذشته، توجه به توسعه صنعتی و اقتصادی بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است و موفقیت‌های چشمگیری که بنگاه‌های کوچک و متوسط نسبت به بنگاه‌های بزرگ در زمینه اقتصادی به دست آورده اند بیش از موارد دیگر، مورد توجه قرار گرفته است و شواهد نشان می‌دهد که می‌توان از این بنگاه‌ها به عنوان موتور محرک رشد اقتصادی یاد کرد. تمرکز پیوند یافته این بنگاه‌های اقتصادی کوچک و متوسط، که با پیشینه تاریخی مشترک در یک منطقه جغرافیایی به همکاری و رقابت با یکدیگر پرداخته و با چالش‌ها و فرصت‌های یکسانی مواجه هستند را خوشه صنعتی[1] گویند. گرایش به خوشه‌های صنعتی در اواخر قرن بیستم نقطه عطف برنامه‌های توسعه صنعتی در بیشتر کشورهای جهان بوده است. عناوین مختلفی برای خوشه‌های صنعتی همچون خوشه‌های کسب و کار، خوشه‌های صادرات گرا، خوشه‌های فناوری و دانش، خوشه‌های نوآور، خوشه‌های یادگیری و غیره بکارگرفته شده است که جملگی در اندازه ی بنگاه‌ها (عموما بنگاه‌های کوچک و متوسط)، همکاری و مشارکت و رقابت بنگاه‌ها، فضای جغرافیایی بنگاه‌ها، وابستگی تاریخی و مشترک بودن استراتژی‌ها بازاریابی و فروش و همچنین مشترک بودن چالش‌ها، مشترک می‌باشند. با توجه به اهمیت نقش خوشه‌های صنعتی در برنامه‌های توسعه اقتصادی منطقه، ارائه راهکارهایی به منظور بهبود، پیشرفت و توسعه خوشه‌ها همواره مسئله مورد توجه محققان و متخصصان این موضوع بوده است.

در هر خوشه صنعتی استراتژی‌های بهینه بنگاه‌ها به دنبال تعادل مشارکتی[2] آنها حاصل می‌گردد (لی و جیانگ[3]، ۲۰۱۲). قیمت گذاری محصول نیز یکی از استراتژی‌های اصلی رقابتی در بازار می‌باشد که در خوشه‌های صنعتی به دلیل وجود شبکه‌های سازمانی متحد، این استراتژی نیز به مانند اغلب استراتژی‌های دیگر در فرم مشارکت و همکاری بنگاه‌ها قابل اعمال می‌باشد. تنها کار پژوهشی انجام شده در زمینه قیمت گذاری محصول در خوشه‌های صنعتی با بکارگیری نظریه بازی‌ها توسط لی و جیانگ (۲۰۱۲) صورت گرفته

1 Industrial Cluster
2 Cooperative Equilibrium
3 Li and Jiang

است که از یک بازی قیمت گذاری تعاونی رقابتی[1] در خوشه‌های صنعتی بر اساس مدل کورنات[2] با اطلاعات ناقص استفاده نمودند و نشان دادند که استراتژی‌های مشارکتی برای سازمان‌های انحصاری[3] در برخی از خوشه‌های صنعتی موجب رسیدن به نقطه تعادل قیمتی بهتری می گردد. اما به دلیل ماهیت رقابتی بازار و نیز تغییرپذیر بودن مولفه قیمت نسبت به عوامل محیطی، قیمتگذاری به صورت ایستا استراتژی مناسبی به نظر نخواهد رسید. بنابراین هدف پژوهش حاضر ارائه راهکاری برای قیمت گذاری محصول در خوشه‌های صنعتی با بهره گیری از مفهوم تئوری بازی‌ها در فرم پویا می‌باشد.

بازی استکلبرگ نوعی بازی استراتژیک پویا در اقتصاد است که در فضای اطلاعات کامل صورت می گیرد؛ به عبارت دیگر در این بازی رهبر باید آگاه باشد که پیرو، عمل او را مشاهده کرده و بر اساس آن، اقدام به تصمیم‌گیری می‌نماید (عبدلی، ۱۳۹۲). برخلاف خوشه‌های صنعتی تاکنون مطالعات گوناگونی بر روی تصمیمات قیمت گذاری محصول در زنجیره‌های تامین با استفاده از بازی استکلبرگ صورت گرفته است. سیداصفهانی و همکارانش (۲۰۱۱) چهار نوع بازی شامل سه بازی غیرمشارکتی و یک بازی مشارکتی را در زنجیره‌های تامین دوسطحی مورد بررسی قرار داده اند. در کار پژوهشی آنها تصمیمات قیمت عمده فروشی و خرده فروشی و تبلیغات از طریق بازی استکلبرگ و نش مورد بررسی قرار گرفته و نتایج آنها باهم مقایسه گردیده است. یو و یوو[4] (۲۰۱۴) در پژوهشی یک مدل برنامه ریزی غیرخطی عدد صحیح مختلط چند سطحی[5] برای زنجیره‌های تامین غیرمشارکتی پیشنهاد داده اند به گونه ای که تعاملات بین شرکت کنندگان در بازی از طریق بازی استکلبرگ با یک رهبر و چندین پیرو طراحی گردیده و مدل پیشنهادی آنها تحت مفروضات تعادل نش تعمیم داده شده است. ژائو و وانگ[6] (۲۰۱۵) مسئله قیمت گذاری و خدمات تولیدی را در یک زنجیره تامین دو سطحی متشکل از یک تولید کننده و یک خرده فروش مشترک مورد بررسی قرار دادند و از سه نوع بازی استکلبرگ تولید

1 Co-Opetition Pricing Game
2 Cournot
3 Oligopolistic Enterprises
4 Yue and You
5 Bi-level mixed-integer nonlinear programming model
6 Zhao and Wang

کننده، استکلبرگ خرده فروش و تعادل نش عمودی برای تعیین استراتژی‌های بهینه قیمت گذاری و خدمات استفاده نمودند. این پژوهش به دنبال ارائه فرآیندی برای قیمت گذاری محصول خوشه‌های صنعتی با بهره گیری از بازی استکلبرگ و استراتژی قیمت گذاری تعرفه‌ای می‌باشد.

مدل ریاضی مسئله

یک خوشه صنعتی، نه تنها شامل بنگاه‌های تولیدی است که محصولات یا خدمات مشخص خوشه را تولید و ارائه می‌کنند، بلکه شامل شبکه‌های نهادی حمایتی بوده که فعالیت‌های بنگاه‌ها و ذینفعان خوشه را پشتیبانی و هدایت می‌کنند. در پیمایش‌های میدانی صورت گرفته به منظور اجرای برنامه‌های توسعه خوشه‌های صنعتی، شکل گیری نهادهای حمایت کننده فعالیت‌های بنگاه‌های تولیدی خوشه، نقش بسزایی را در شکل گیری روابط و تعاملات موثر بین ذینفعان خوشه داراست (آشتیانی و همکاران، ۱۳۹۲). شبکه نهادی هر خوشه شامل نهادهای پشتیبانی خوشه می‌باشد که وظیفه ارائه خدمات و تسهیلات زیرساختی، آموزشی، بازرگانی و غیره را به واحدهای خوشه دارند. از جمله این تسهیلات، حمایت از تولیدات خوشه و برنامه‌های صادراتی مربوط به محصولات خوشه زیر نظر نهاد خوشه می‌باشد که در سود واحدهای ذینع خوشه تاثیر بسزایی خواهد داشت. همچنین وضعیت دسترسی به مواد اولیه، بازار داخلی محصول، منابع انسانی و سطح تکنولوژی واحدهای خوشه توسط نهادهای حمایتی خوشه کنترل و تامین می‌گردد. از این رو در پژوهش حاضر مسئله قیمت گذاری محصولات خوشه بر اساس نقش اینگونه شبکه‌های نهادی طرح ریزی می‌گردد، به گونه ای که در بازی استکلبرگ پیشنهادی برای تعیین قیمت محصول در خوشه‌های صنعتی، بنگاه‌های تولیدی خوشه نقش پیروان[1] و شبکه نهادی خوشه نقش رهبر را بازی می‌کند. در ادامه به معرفی اجزای مدل پیشنهادی پژوهش پرداخته خواهد شد.

1 followers

اندیس‌ها

i : تعداد تولید کنندگان i=1,2,…,n

j : تعداد تعرفه‌ها j=1,2,…,m

پارامترها

α : ثابت تقاضا برای محصول

β : ضریب حساسیت تقاضا نسبت به قیمت

γ : ضریب حساسیت تقاضا نسبت به سطح کیفیت

Cp : هزینه تولید هر واحد

Cq : هزینه کیفیت (هزینه رسیدن به سطح کیفی مطلوب)

Co : هزینه سفارش هر واحد

Ch : هزینه نگهداری هر واحد

F_j : حق پرداخت ثابت تعرفه jام

P_j : حق پرداخت اضافی تعرفه jام به ازای فروش هر واحد

متغیرهای تصمیم

w_i : قیمت عمده فروشی تولیدکننده i ام

q_i : سطح کیفی محصول تولیدکننده i ام

Q_i : میزان سفارش توسط تولیدکننده i ام

D_i : تابع تقاضای محصول

π_m : تابع سود تولیدکنندگان خوشه

y_j : متغیر باینری انتخاب تعرفه jام بر اساس میزان تقاضای محصول

ساختار مدل در سطح پیروان بازی بر اساس تصمیمات مربوط به قیمت، کیفیت و موجودی محصول طراحی گردیده است. در این مدل تابع تقاضای محصول مطابق رابطه زیر به

صورت یک تابع غیرخطی و قطعی[1] بوده و تحت تاثیر دو متغیر قیمت عمده فروشی (w) و کیفیت (q) محصول می‌باشد. (لی و کیم[2]، ۱۹۹۳)

$$D_i = \alpha\, w_i^{-\beta} q_i^{\gamma} \qquad (۱)$$

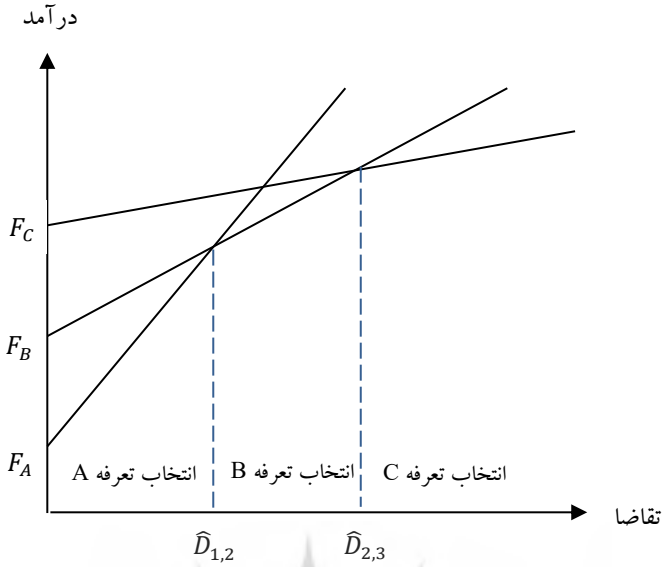
از این رو تابع سود بنگاه‌های تولیدی عضو خوشه با درنظر گرفتن هزینه‌های تولید، سفارش، کیفیت و نگهداری به صورت رابطه (۲) تعریف می‌گردد (وانگ و همکاران، ۲۰۱۵).

$$max\, \pi_m(w_i,\, q_i, Q_i) = (w_i - Cp_i)(\alpha\, w_i^{-\beta} q_i^{\gamma}) - (Cq_i \times q_i) - Co_i \frac{\alpha\, w_i^{-\beta} q_i^{\gamma}}{Q_i} - Ch_i \frac{Q_i}{2} \qquad (۲)$$

با حل مدل سطح پیرو و به دست آمدن میزان تقاضای مطلوب هر بنگاه تولیدی عضو خوشه، می‌توان مدل سطح پیشرو را بر اساس مفهوم قیمت گذاری تعرفه ای فرموله نمود؛ به گونه ای که واحدهای تولیدی خوشه بر اساس تقاضاهایی که برای محصولات خود دارند مشمول تعرفه‌های متفاوتی می‌شوند.

قیمت گذاری تعرفه ای شامل دو بخش می‌باشد. یک بخش آن حق پرداخت ثابت[3] بنگاه‌ها بر اساس تعرفه تعیین شده است و بخش دوم حق پرداخت مازاد بنگاه‌ها به ازای فروش هرواحد[4] از محصول می‌باشد. بر اساس این نوع قیمت گذاری تابع درآمد شبکه نهادی خوشه برای هر تعرفه به صورت $F + PD$ تعریف می‌شود که در آن P قیمت هر واحد از محصول، D میزان تقاضا و F حق پرداخت ثابت بنگاه‌ها را نشان می‌دهد (شای[5]، ۲۰۰۸). استراتژی انتخاب تعرفه مناسب در قیمت گذاری تعرفه ای برای حالتی که سه نوع تعرفه مختلف مدنظر باشد به صورت شکل زیر می‌باشد.

1 Deterministic
2 Lee and Kim
3 Fixed Fee
4 Per unit price
5 Shy



شکل ۱. قیمت گذاری سه تعرفه ای دو بخشی[1] (شای، ۲۰۰۸)

مطابق شکل ۱، بنگاه‌های تولیدی که کمتر از $\widehat{D}_{1,2}$ واحد تقاضا برای محصول خود دارند تعرفه A، آنهایی که بین $\widehat{D}_{1,2}$ و $\widehat{D}_{2,3}$ واحد تقاضا دارند تعرفه B و بنگاه‌هایی که بیشتر از $\widehat{D}_{2,3}$ واحد تقاضا دارند تعرفه C را انتخاب می‌نمایند. با مساوی قرار دادن معادلات مربوط به تعرفه‌های A و B و نیز تعرفه‌های B و C به ترتیب مقادیر $\widehat{D}_{1,2}$ و $\widehat{D}_{2,3}$ مطابق روابط (۳) و (۴) بدست می‌آیند.

$$\widehat{D}_{1,2} = \frac{F_B - F_A}{P_A - P_B} \qquad (۳)$$

$$\widehat{D}_{2,3} = \frac{F_C - F_B}{P_B - P_C} \qquad (۴)$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1 Three two-part tariffs pricing

بدین ترتیب مدل سطح رهبر استکلبرگ بر اساس رابطه (۵) تعریف می‌گردد. در این مدل R_{cl} به عنوان درآمد شبکه نهادی خوشه[1] معرفی شده و حاصل فرآیند قیمت گذاری تعرفه ای بنگاه‌های تولیدی ذینفع خوشه می‌باشد.

$$R_{cl} = (F_A + P_A D_i)y_A + (F_B + P_B D_i)y_B + (F_C + P_C D_i)y_C \qquad (۵)$$

$$y_A \triangleq \begin{cases} 1 & D_i < \frac{F_B - F_A}{P_A - P_B} \\ 0 & otherwise \end{cases}$$

$$y_B \triangleq \begin{cases} 1 & \frac{F_B - F_A}{P_A - P_B} \leq D_i \leq \frac{F_C - F_B}{P_B - P_C} \\ 0 & otherwise \end{cases}$$

$$y_c \triangleq \begin{cases} 1 & D_i > \frac{F_C - F_B}{P_B - P_C} \\ 0 & otherwise \end{cases}$$

در بازی استکلبرگ پیشنهادی، پیروان بازی بر اساس توابع بهترین پاسخ خود با رهبراستکلبرگ وارد بازی قیمت گذاری تعرفه ای شده تا در نهایت با انتخاب تعرفه مناسب به بقای بنگاه خود تحت حمایت و پشتیبانی نهاد خوشه مربوطه ادامه دهند. در بخش بعد به منظور محاسبه مقدار بهینه مدل در سطح پیروان بازی استکلبرگ از الگوریتم بهینه سازی ژنتیک استفاده گردیده است.

حل مسئله با الگوریتم ژنتیک

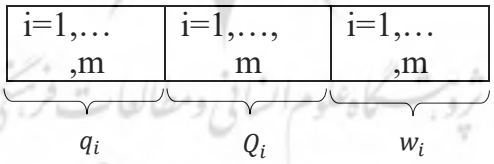
الگوریتم ژنتیک الهامی از علم ژنتیک و نظریهٔ تکامل داروین است که بر اساس بقای برترین‌ها یا انتخاب طبیعی استوار می‌باشد. این الگوریتم در سال ۱۹۷۰ توسط هلند[2]، دیجونگ[3] و گلدبرگ[4] ارائه گردیده است. الگوریتم ژنتیک به عنوان یک روش کارا برای حل مسائل بهینه سازی شناخته شده که به نوعی اکثر روش‌های فراابتکاری جدیدتر که به روشهای تکاملی معروفند، شکل توسعه یافته این الگوریتم به شمار می‌آیند (محتشمی

1 Revenue of Cluster
2 Holland
3 DeJong
4 Goldberg

و فلاحیان نجف آبادی، ۱۳۹۲). الگوریتم ژنتیک به عنوان یک الگوریتم محاسباتی بهینه سازی با در نظر گرفتن مجموعه ای از نقاط فضای جواب در هر تکرار محاسباتی به نحو موثری نواحی مختلف فضای جواب را جستجو می‌کند تا به جواب بهینه دست یابد. در مسئله حاضر وجود ابعاد گسترده خوشه‌های صنعتی و تعدد عناصر تشکیل دهنده‌ی آن‌ها و نیز غیر خطی و چندجمله ای بودن ساختار مدل پیشنهادی، منجر به پیچیدگی بالای روابط و طولانی شدن زمان مورد نیاز برای حل می‌گردد، لذا الگوریتم بهینه‌سازی ژنتیک به عنوان رویکردی مناسب به منظور حل مدل پیشنهاد می‌گردد. اجزای الگوریتم ژنتیک طراحی شده در این پژوهش به شرح زیر است:

کدگذاری کرومزوم‌ها[1]

در الگوریتم ژنتیک هر کروموزوم نشان دهنده یک نقطه در فضای جستجو و یک راه‌حل ممکن برای مسئله مورد نظر است که خود متشکل از مجموعه ای ژن‌ها می‌باشد. در این تحقیق جهت نمایش متغیرهای مدل از کرومزوم‌های پیوسته شامل ژن‌هایی به صورت اعداد بین صفر و یک استفاده گردیده است. به گونه ای که در هر کرومزوم متغیرهای w_i و q_i و Q_i به صورت متوالی برای m تولیدکننده تعریف شده اند. شکل ۲ نمونه ای از یک کرومزوم ایجاد شده برای حل مدل را نشان می‌دهد.



شکل ۲. کدگذاری کرومزوم مسئله

پس از تعیین روش کدگذاری کرومزوم‌ها، با رویکرد تصادفی جمعیت اولیه ای شامل n کرومزوم تولید می‌گردد.

1 Chromosome encoding

تابع برازندگی[1]

اعضای جمعیت بر اساس تابع برازندگی که در این مسئله همان تابع هدف تولیدکنندگان خوشه می‌باشد مورد سنجش قرار می‌گیرند. بنابراین برای هر کرومزوم x تابع برازندگی الگوریتم ارائه شده به صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$Fitness\ function = \pi_m(x) + (w_i(x) - Cp_i)\left(\alpha\left(w_i(x)\right)^{-\beta_j}\left(q_i(x)\right)^{\gamma_j}\right) - \left(Cq_i \times q_i(x)\right) - Co_i\frac{\alpha\left(w_i(x)\right)^{-\beta}\left(q_i(x)\right)^{\gamma}}{Q_i(x)} - Ch_i\frac{Q_i(x)}{2} \quad (۶)$$

انتخاب والد

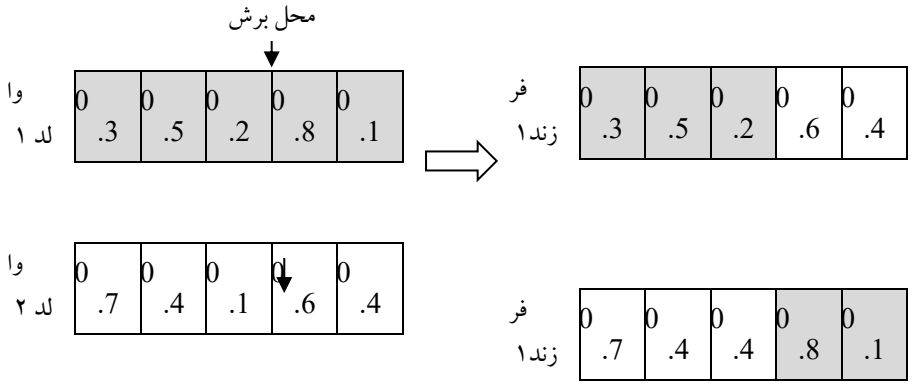
در مرحله انتخاب، یک جفت کرومزوم برگزیده شده تا باهم ترکیب شده و نسل جدیدی را ایجاد نمایند. در این پژوهش از روش چرخ رولت[2] برای انتخاب والدین استفاده گردیده است. چرخ رولت روشی است که با توجه به نسبت برازش، اعضا را انتخاب می‌کند و هر عضو به نسبت تطابقش تعدادی از بخش‌های چرخ رولت را به خود اختصاص می‌دهد. سپس در هر مرحله یک عضو برگزیده شده و روند تکرار می‌گردد.

عملگر تقاطع[3]

مهمترین عملگر در الگوریتم ژنتیک، عملگر تقاطع یا آمیزش است. تقاطع فرآیندی است که در آن نسل قدیمی کرومزوم‌ها با یکدیگر ترکیب می‌شوند تا نسل تازه ای از کرومزوم‌ها را به وجود آورند. عملگر تقاطع استفاده شده در این بخش تقاطع تک نقطه ای[4] می‌باشد. در این روش به طور تصادفی یک نقطه شکست به عنوان محل برش در طول دو کرومزوم والد انتخاب می‌گردد. کرومزوم‌ها از آن نقطه به دو قسمت تقسیم شده و جای دو بخش آنها با هم تعویض گردیده تا کرومزوم فرزندان ایجاد گردند.

---

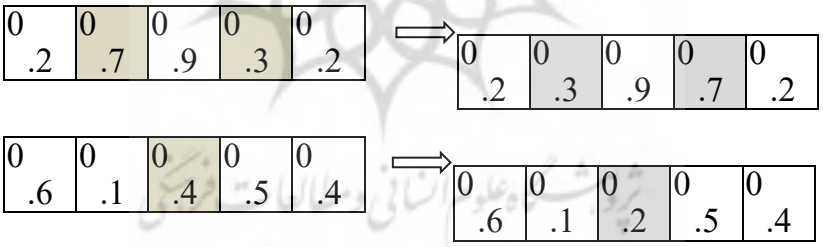
1 Fitness Function
2 Roulette Wheel Method
3 Crossover
4 Single point crossover



شکل۳. عملگر تقاطع تک نقطه ای

عملگر جهش[1]

در الگوریتم ژنتیک بعد از اینکه اعضای جمعیت جدید ایجاد شدند با احتمال مشخصی عملیات جهش صورت گرفته تا فضای دست نخورد مسئله نیز مورد بررسی قرار گیرد. در هر تکرار درصدی از ژن‌های موجود جهش خواهند یافت که به منظور پیاده سازی عملگر جهش از دو روش تغییر ترکیب قرارگیری و تغییر مقدار یک ژن مطابق شکل ۴ استفاده گردیده است.



شکل٤. عملگرهای جهش

ایجاد نسل بعدی و شرط خاتمه

برای تولید نسل بعدی، جمعیت فعلی با فرزندان ایجاد شده در اثر عملگرهای تقاطع و جهش با یکدیگر ادغام می‌شوند. سپس به تعداد اندازه جمعیت از بهترین جواب‌ها جهت تشکیل نسل جدید انتخاب صورت می گیرد. شرط خاتمه برای الگوریتم پیشنهادی تعداد

1 Mutation

نسل است، به طوریکه الگوریتم پس از تولید تعداد نسل معینی پایان می‌پذیرد و جواب نهایی برابر بهترین جواب نسل پایانی خواهد بود.

مثال عددی

در این بخش با ارائه یک مثال عددی عملکرد و کارایی الگوریتم پیشنهادی پژوهش مورد بررسی قرار می‌گیرد. یک خوشه صنعتی با ۱۰ بنگاه تولیدی مفروض است که در آن ثابت تقاضا برای محصول خوشه ۸۲۰۰۰ واحد، ضریب حساسیت تقاضا نسبت به قیمت ۱/۵ و ضریب حساسیت تقاضا نسبت به کیفیت ۰/۱۵ درنظر گرفته شده است. اطلاعات مربوط به هزینه‌های هر بنگاه مطابق جدول۱ درنظر گرفته شده است.

جدول۱. اطلاعات مربوط به بنگاه‌های تولیدی خوشه

بنگاه‌های تولیدی	Cp	Cq	Co	Ch
تولیدکننده ۱	٦٢٠٠٠	١٨٠٠٠	٣٩٠٠٠	١٢٠٠٠
تولیدکننده ۲	٧٥٠٠٠	٤٣٠٠٠	١٠٨٠٠٠	٥٥٠٠٠
تولیدکننده ۳	١٠٤٠٠٠	٨١٠٠٠	١٠٣٠٠٠	١٠٦٠٠٠
تولیدکننده ٤	٦١٠٠٠	٨٢٠٠٠	٤١٠٠٠	١٠٠٠٠
تولیدکننده ٥	٧٤٠٠٠	٤٩٠٠٠	١٦٧٠٠٠	٤٢٠٠٠
تولیدکننده ٦	٦٢٠٠٠	٢٥٠٠٠	٤٢٠٠٠	١٣٠٠٠
تولیدکننده ٧	٦٢٠٠٠	٨٣٠٠٠	٤٢٠٠٠	١١٠٠٠
تولیدکننده ٨	٨٧٠٠٠	١٦٠٠٠٠	٨٥٠٠٠	٥٦٠٠٠
تولیدکننده ٩	٦٥٠٠٠	٢١٠٠٠	١٤٢٠٠٠	١٢٠٠٠
تولیدکننده ١٠	٩٣٠٠٠	١٧٩٠٠٠	٧٦٠٠٠	٦٥٠٠٠

به منظور حل مدل، ابتدا مدل سطح پیروان با استفاده از الگوریتم ژنتیک با جمعیت اولیه معادل ۵۰ کرومزوم در ۱۰۰ تکرار ، احتمال تقاطع ۰/۷۵ و احتمال جهش ۰/۱۵ حل می‌شود. سپس در مدل سطح رهبر نیز شبکه نهادی خوشه سه نوع تعرفه A، B و C را به ترتیب با حق پرداخت ثابت ۵۰۰۰۰، ۱۰۰۰۰۰ و ۲۰۰۰۰۰ و پرداخت مازاد ۱۵۰۰۰، ۱۰۰۰۰ و ۲۰۰۰ به ازای هرواحد محصول برای بنگاه‌های تولیدی تعریف می‌نماید تا هر بنگاه با

توجه به میزان تقاضای خود تعرفه مناسب را انتخاب نماید. باکدنویسی الگوریتم در نرم افزار MATLAB 2015b و حل مدل نتایج مطابق جدول ۲ حاصل گردیده است.

جدول۲. نتایج حاصل از حل مثال عددی با استفاده از مدل پیشنهادی

بنگاه‌های تولیدی	D_i	تعرفه انتخابی
تولیدکننده ۱	۳۲/۰۸۱	C
تولیدکننده ۲	۱۱/٤۰۹	B
تولیدکننده ۳	٦/٥٥٦	A
تولیدکننده ٤	۳۰/۸۳۸	C
تولیدکننده ٥	۷/۰۷٥	A
تولیدکننده ٦	۳۸/٤۲۱	C
تولیدکننده ۷	۱۲/۰۰۲	B
تولیدکننده ۸	۸/۰۸٥	A
تولیدکننده ۹	۱٦/۱۸۷	C
تولیدکننده ۱۰	٦/۹۹۸	A

همانطور که مشاهده می‌شود هر بنگاه تولیدی با توجه به میزان تقاضا و فروش خود تعرفه مناسب خوشه را انتخاب می‌نماید. مقدار بهینه تابع هدف سطح پیروان نیز معادل ۲۷۱۰۶۴۹۴/۰۹ با زمان پردازش ۴/۱۸ ثانیه حاصل گردیده است.

تنظیم پارامتر به روش تاگوچی

در روش‌های فراابتکاری، پارامترهای الگوریتم نقش مهمی را در رسیدن به جواب‌های مطلوب تر ایفا می‌کنند؛ از این رو تنظیم پارامتر از طریق طراحی آزمایشات[1] (DOE) یک روش موثر در رسیدن به نتایج مطلوبت تر به شمار می‌رود (موسوی و همکاران، ۲۰۱۵). از

1 Design Of Experiments

جمله پرکابردترین روش‌های تنظیم پارامتر در الگوریتم‌های فراابتکاری روش تاگوچی می‌باشد. این روش به دنبال حداقل کردن تاثیر عوامل نامطلوب[1] (N) و تعیین مقادیر بهینه عوامل مطلوب[2] (S) بوده که در آن با استفاده از آرایه‌های متعامد[3] نسبت مطلوبیت به بدی عملکرد[4] (S/N) محاسبه شده و ترکیب بهینه پارامترهای الگوریتم پیشنهادی مشخص می‌گردد. در این پژوهش به منظور حداقل کردن انحرافات نسبت S/N در نوع مسائل کوچکتر-بهتر[5] مورد بررسی قرار می‌گیرد که در این حالت نسبت S/N میزان انحرافات موجود در جواب‌ها را بر اساس رابطه زیر اندازه گیری می‌نماید.

$$S/N = -10\log(1/n \sum_{i=1}^{n} Y_i^2) \quad (۷)$$

در این رابطه Y مقدار پاسخ اندازه گیری شده برای هر آزمایش در هر آزمون و n تعداد تکرار آزمایشات می‌باشد.

چهار پارامتر الگوریتم ژنتیک پیشنهادی شامل اندازه جمعیت (Npop) ، تعداد تکرارها (It)، احتمال تقاطع (P_{cr}) و احتمال جهش (P_{mu}) مطابق جدول۳ در سه سطح مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

جدول۳. پارامترهای مورد آزمایش و سطوح آنها

پارامترهای الگوریتم	سطح ۱	سطح ۲	سطح ۳
اندازه جمعیت	۵۰	۱۰۰	۲۰۰
تعداد تکرارها	۱۰۰	۲۰۰	۳۰۰
احتمال تقاطع	۰/۵	۰/۷۵	۰/۹۵
احتمال جهش	۰/۱	۰/۱۵	۰/۳

پس از اجرای آزمایشات، نتایج حاصل از روش تاگوچی با فرم آرایه‌های متعامد (L9) جهت تنظیم پارامترهای الگوریتم در جدول ۴ نشان داده شده اند. به دلیل آنکه

1 Noise Factors
2 Signal Factors
3 orthogonal arrays
4 Signal to Noise Ratio
5 Smaller the better

خروجی‌های مدل مقادیری نزدیک بهم دارند، به منظور مقایسه بهتر نتایج، مطابق رابطه (۸) نتایج به صورت درصد تغییرات نسبی[1] (RPD) محاسبه گردیده اند.

$$RPD = \frac{Max_{sol} - Alg_{sol}}{Max_{sol}} \times 100 \qquad (۸)$$

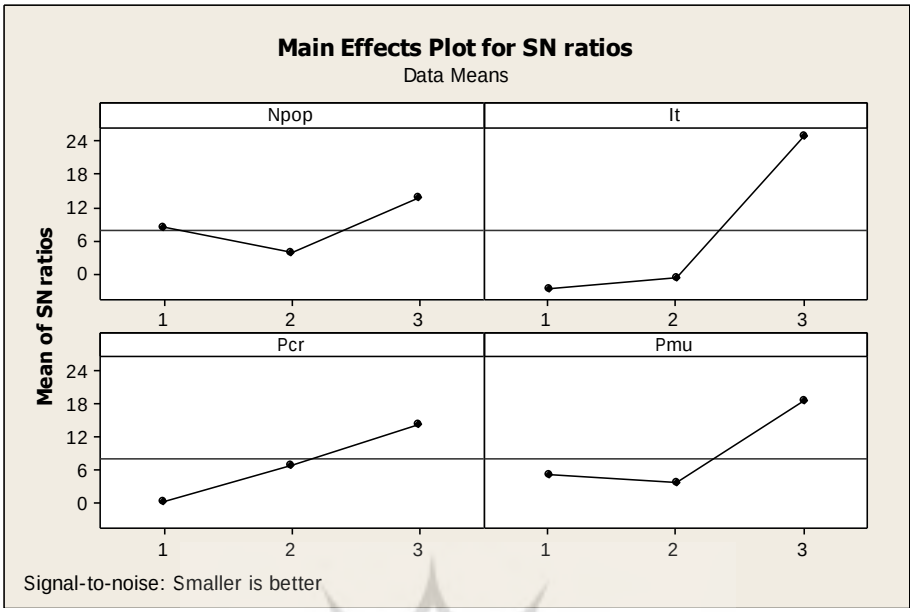
به طوریکه در این رابطه Max_{sol} بیشترین نتیجه بدست آمده و Alg_{sol} جواب بهینه الگوریتم در هر آزمایش را نشان می‌دهد.

جدول٤. نتایج آزمایشات به روش تاگوچی

تعداد آزمایشات	سطوح پارامترها				پاسخ	RPD
	Npop	It	P_{cr}	P_{mu}		
1	1	1	1	1	26915261.65	3.36
2	1	2	2	2	27470945.86	1.37
3	1	3	3	3	27848861.1	0.01
4	2	1	2	3	27536716.76	1.13
5	2	2	3	1	27606301.47	0.88
6	2	3	1	2	27776016.55	0.27
7	3	1	3	2	27654776.19	0.71
8	3	2	1	3	27852163.99	0.00
9	3	3	2	1	27835809.12	0.06

بر اساس اطلاعات جدول۴ و با استفاده از نرم افزار Minitab16 نتایج طراحی آزمایشات به روش تاگوچی مطابق شکل ۵ بدست می‌آید.

1 Relative Percentage Deviation



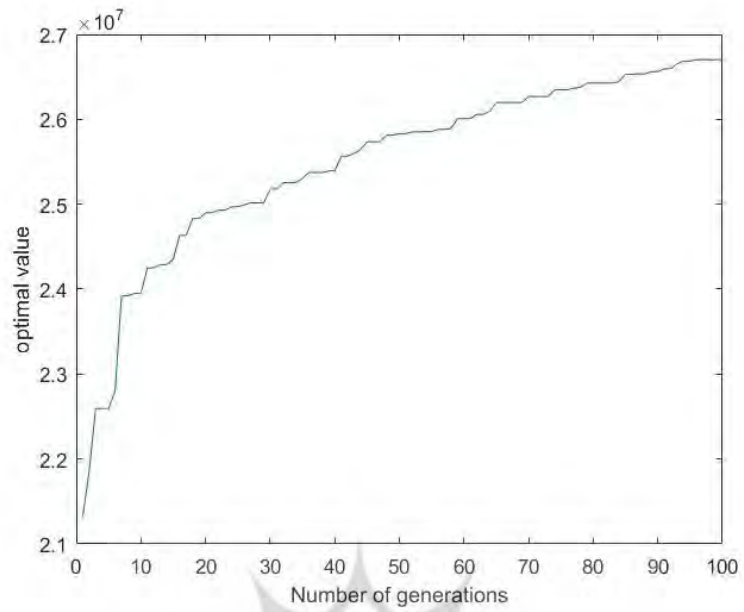
شکل۵. نمودار نسبت S/N

با توجه به نمودارهای نسبت S/N بدست آمده، پارامترهای مناسب برای الگوریتم مطابق جدول زیر می‌باشند. لازم به ذکر است که بسته به اندازه مسئله به لحاظ تعداد بنگاه‌های تولیدی داخل خوشه، مقادیر بهینه پارامترهای الگوریتم نیز تغییر خواهد نمود.

جدول۵. پارامترهای تایید شده برای الگوریتم ژنتیک جهت حل مسئله نمونه

پارامترها	مقادیر بهینه
Npop	۱۰۰
It	۱۰۰
P_{cr}	۰/۵
P_{mu}	۰/۱۵

شکل۶ نمودار مقادیر بهینه مدل را در هر تکرار نشان می‌دهد. الگوریتم ژنتیک مطابق روند نشان داده شده به هدایت عملیات جستجو به طرف جواب بهینه می‌پردازد.



شکل٦. خروجی الگوریتم ژنتیک برای مسئله نمونه

لازم به ذکر است به دلیل آنکه پارامترهای اصلی مسئله شامل تعداد بنگاه‌های تولیدی، هزینه‌های تولیدی وغیره تغییری نکرده است، نتایج حاصل از حل مدل در سطح رهبر برای انتخاب تعرفه مناسب هر بنگاه مجددا مطابق جدول ۲ حاصل می گردد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در این پژوهش الگویی برای قیمت‌گذاری محصول بر مبنای نظریه بازی‌ها ارائه گردیده است که مختص به ساختار خوشه‌های صنعتی می‌باشد. در این الگو علاوه بر ذینفعان تولیدی عضو خوشه، نهادها و واحدهای خدماتی و پشتیبانی این پدیده صنعتی نیز دخیل هستند.

در این پژوهش فرآیند قیمت گذاری محصول در خوشه‌های صنعتی مورد بررسی قرار گرفته و با بکارگیری ساختار بازی استکلبرگ و استراتژی قیمت گذاری تعرفه ای، مدلی جهت قیمت گذاری بهینه محصول خوشه ارائه گردیده است. مدل بیشنهادی دارای دو

سطح در بخش پیرو و پیشرو می‌باشد به طوری که خروجی مدل سطح پیروان بازی به عنوان ورودی در مدل سطح پیشرو بکار گرفته می‌شود. به دلیل ساختار گسترده خوشه‌های صنعتی در بخش تولید، روش پیشنهادی برای حل مدل سطح پیروان، الگوریتم بهینه سازی ژنتیک می‌باشد که جهت بهبود جواب الگوریتم نیز از روش تنظیم پارامتر تاگوچی به فرم آرایه‌های متعامد (L9) استفاده گردیده است. در مدل سطح رهبر که نهاد خوشه تعریف شده از مدل قیمت گذاری تعرفه ای استفاده گردیده است که بر اساس آن هر بنگاه تولیدی خوشه پس از تعیین مقدار بهینه تقاضای خود تعرفه مناسب خوشه را انتخاب می‌نمایند.

از آنجایی که مدل پیشنهادی یک مدل اولیه و پایه برای معرفی فرآیند قیمت گذاری محصول در خوشه‌های صنعتی می‌باشد لذا پیشنهاد می‌گردد در تحقیقات آتی ساختار این مدل در سطح پیروان بازی توسعه داده شده و متغیرهای تصمیم بیشتری به مدل اضافه گردد تا کارایی آن بهبود یابد. همچنین بکارگیری یک الگوریتم فراابتکاری دیگر برای حل مدل پیشنهادی و یا اضافه نمودن مدل مربوط به تامین کنندگان یا خرده فروشان خوشه به ساختار بازی می‌تواند از تحقیقات آتی در این حوزه باشد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

ORCID

Fatemeh Mojibian http://orcid.org/0000-0003-4942-2012
Ameneh Khadivar http://orcid.org/0000-0003-4620-1409
Adel Azar http://orcid.org/0000-0003-2123-7579
Emad Roghanian http://orcid.org/0000-0001-7969-3783

منابع

آشتیانی، وحید؛ معرفی، ابولفضل؛ ایلانلو، مهدی (۱۳۹۲)، مدیریت خوشه‌های صنعتی، *انتشارات مهر سجاد*، چاپ اول.

عبدلی، قهرمان (۱۳۹۲)، نظریه بازی‌ها و کاربردهای آن (بازی‌های ایستا و پویا با اطلاعات کامل) ، *سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تهران*، چاپ چهارم.

محتشمی، علی؛ فلاحیان نجف آبادی، علی (۱۳۹۲)، زمانبندی حمل و نقل کامیون‌ها در زنجیره تامین با درنظر گرفتن بارانداز تقاطعی و با استفاده از الگوریتم‌های فراابتکاری، *فصلنامه مطالعات مدیریت صنعتی*، سال یازدهم، شماره ۳۱، صفحات ۵۵-۸۴.

References

Lee, W.J., Kim, D., (1993) Optimal and heuristic decision strategies for integrated product and marketing planning. Decision Science. 24 (6), pp. 1203–1214.

Li, M., Jiang, X. (2012), “Co-Opetition Pricing Game of Industrial Clusters based on Incomplete Information Cournot Model”, International Journal of Advancements in Computing Technology, Volume4, Number18, pp. 424-432.

Mousavi, S.M., Alikar, N., Akhavan Niaki, S.T., Bahreininejad, A., (2015), “Two tuned multi-objective meta-heuristic algorithms for solving a fuzzy multi-state redundancy allocation problem under discount strategies”, Applied Mathematical Modelling, Vol 39, pp. 6968-6989.

SeyedEsfahani, M.M, Biazaran, M., Gharakhani, M., (2011). A game Theoretic approach to coordinate pricing and vertical co-op advertising in manufacturer–retailer supply chains, European Journal of Operational Research, Vol 211, pp. 263–273.

Shy, Oz., (2008) "How to Price: A Guide to Pricing Techniques and Yield Management", Published in the United States of America by Cambridge University Press, New York.

Wang, Ch., Huang, R., Wei, Q., (2015), "Integrated pricing and lot-sizing decision in a two-echelon supply chain with a finite production rate", International journal of production economics", Vol. 161, pp.44-53.

Yue, D., You, F., (2014), "Game-Theoretic modeling and optimization of multi-echelon supply chain design and operation under Stacklberg game and market equilibrium", Computers and Chemical Engineering, Vol 71, pp. 347-361.

Zhao, J., Wang, L., (2015), "Pricing and retail service decisions in fuzzy uncertainty environments", Applied Mathematics and Computation, 250, pp. 580-592.

In Persian

Ashtiani, V., Moarefi, A., Ilanlo, M. (2013). Industrial Cluster Management, *Mehr Sajad Publications*, First Edition.

Abdoli, Gh. (2013). Game theory and its application (Static and Dynamic games with complete information), *Tehran University Jahad Publishing Organization*, Fourth Edition.

Mohtashami, A., Fallahian Najaf Abadi, A. (2014), Scheduling trucks transportation in supply chain regarding cross docking using meta-heuristic algorithms, *Industrial Management Studies*, Eleventh Year, No. 31, Pages 55-84.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی