

طراحی مدل قیمت‌گذاری محصول در خوشه‌های صنعتی با استفاده از مفهوم نظریه بازی‌ها (مطالعه موردی: خوشه سنگ استان تهران)

فاطمه مجیبیان^۱، آمنه خدیور^۲

چکیده: در دنیای رقابتی امروز حفظ توان رقابتی صنایع، از الزامات باقی ماندن در صحنه رقابتی است. از این رو باید راهکارهایی به‌منظور رقابتی‌تر شدن صنایع کوچک اندیشیده شود تا بتوانند ضمن حفظ موجودیت خود، در عرصه رقابت نیز موفق عمل کنند. از جمله راهکارهای تقویت قدرت رقابتی صنایع کوچک، تجمیع این صنایع در کنار یکدیگر و ایجاد ساختاری با عنوان «خوشه صنعتی» است. با توجه به اهمیت خوشه‌های صنعتی در برنامه‌های توسعه اقتصادی منطقه، ارائه راهکارهایی به‌منظور بهبود عملکرد خوشه‌ها همواره در کانون توجه محققان و متخصصان این حوزه بوده است. در پژوهش حاضر فرایند قیمت‌گذاری محصولات که یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر سودآوری خوشه‌های صنعتی است با استفاده از رویکرد نظریه بازی‌ها بررسی شده است. مدل پیشنهادی این پژوهش با تمرکز بر تفاوت ساختاری بین زنجیره‌های تأمین و خوشه‌های صنعتی معرفی شده است و در آن از مفهوم بازی استکلبرگ و مدل برنامه‌ریزی دوسطحی برای تعیین قیمت محصولات درون خوشه استفاده می‌شود. به‌منظور آزمون اعتبار ساختاری مدل پیشنهادی نیز اطلاعات مربوط به خوشه سنگ استان تهران با استفاده از نرم‌افزار متلب در بازی قیمت‌گذاری طراحی شده به اجرا درآمد و نتایج به‌دست‌آمده از بازی سطوح ذی‌نفعان و رهبر استکلبرگ خوشه، تجزیه و تحلیل شدند.

واژه‌های کلیدی: بازی استکلبرگ، برنامه‌ریزی دوسطحی، خوشه صنعتی، قیمت‌گذاری، نظریه بازی.

۱. دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

۲. استادیار گروه مدیریت، دانشکده مدیریت دانشگاه الزهراء، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۱۱/۱۱

تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۹۵/۰۲/۲۰

نویسنده مسئول مقاله: فاطمه مجیبیان

E-mail: F.Mojibian@modares.ac.ir

مقدمه

خوشه صنعتی به مجموعه‌ای از واحدهای کسب‌وکار اطلاق می‌شود که در یک منطقه جغرافیایی با گرایش صنعتی یکسان متمرکز شده‌اند و با همکاری و تکمیل فعالیت‌های یکدیگر، به تولید و عرضه تعدادی کالا و خدمات می‌پردازند و از چالش‌ها و فرصت‌های مشترک برخوردارند. ارتباط درونی بین بنگاه‌ها و نهادهای خوشه، کاهش دهنده هزینه‌ها و تسهیل‌کننده خلق و تسهیم موجودی مشتری از تولیدات، فناوری، دانش و درک نیاز مشتریان برای تولید محصولات و خدمات بهتر در بازار است (ولی‌زاده، ۱۳۸۶). تمرکز جغرافیایی درون خوشه، به صرفه‌های اقتصادی (نظیر جریان خودجوش تأمین‌کنندگان مواد اولیه، ماشین‌آلات و تجهیزات، در دسترس بودن نیروی کار متخصص)، شکل‌گیری نهادهای ارائه‌دهنده خدمات فنی، مشاوره و امور مالی و همچنین توسعه محیطی پویا، برای توسعه همکاری‌های بین بنگاهی و نهادهای دولتی و بخش خصوصی، برای افزایش سطح تولید داخلی، نوآوری و یادگیری جمعی منجر می‌شود که بر اساس این خصوصیات، مدل‌های مختلفی را می‌توان روی خوشه ترسیم کرد (یونیدو، ۲۰۱۴). از جمله مدل‌های تعریف‌پذیر روی خوشه‌ها، مدل قیمت‌گذاری محصولات است. مسئله قیمت‌گذاری محصولات همواره یکی از مشکل‌ترین تصمیم‌های هر بنگاه است؛ چرا که به شناخت دقیق عوامل و ویژگی‌های مهم اثرگذار بر تقاضای سایر بنگاه‌ها، هزینه تأمین این عوامل و واکنش رقبای موجود نیاز دارد. در خوشه‌های صنعتی نیز علی‌رغم نیازی که به برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری در امر قیمت‌گذاری وجود دارد، تاکنون بیشترین تمرکز بر توسعه و افزایش تعداد خوشه‌ها و دسته‌بندی مناسب صنایع درون آنها بوده است و به بحث قیمت‌گذاری محصول در بین بنگاه‌های درون خوشه‌ها و تعامل و روابط بین آنها به‌منظور بهینه‌سازی فرایند قیمت‌گذاری توجه جدی نشده است.

از جمله روش‌های مرسوم برای قیمت‌گذاری بهینه محصولات، بهره‌گیری از رویکرد برنامه‌ریزی ریاضی در ساختار نظریه بازی‌ها است. تا به امروز بازی‌های متفاوتی از نحوه قیمت‌گذاری محصولات در ساختار تولیدی زنجیره‌های تأمین تعریف شده است، اما می‌توان گفت تنها مدل بازی قیمت‌گذاری در خوشه‌های صنعتی را لی و جیانگ در سال ۲۰۱۲ ارائه کردند. آنها مدل قیمت‌گذاری را بین تنها دو سطح تولیدی در خوشه صنعتی مطرح کردند و از مدل کورنو در یک بازی ایستا با اطلاعات ناقص بهره بردند. مدل ارائه‌شده این دو محقق، فرایند تعیین قیمت محصولات خوشه را تنها در زنجیره تولید خوشه بررسی می‌کند، در حالیکه ساختار سازوکار خوشه صنعتی متفاوت از زنجیره تأمین است و فرایند قیمت‌گذاری باید متناسب با ساختار

کل خوشه بررسی شود. هدف این پژوهش ارائه مدل قیمت‌گذاری محصولات متناسب با ساختار تولیدی خوشه‌های صنعتی است.

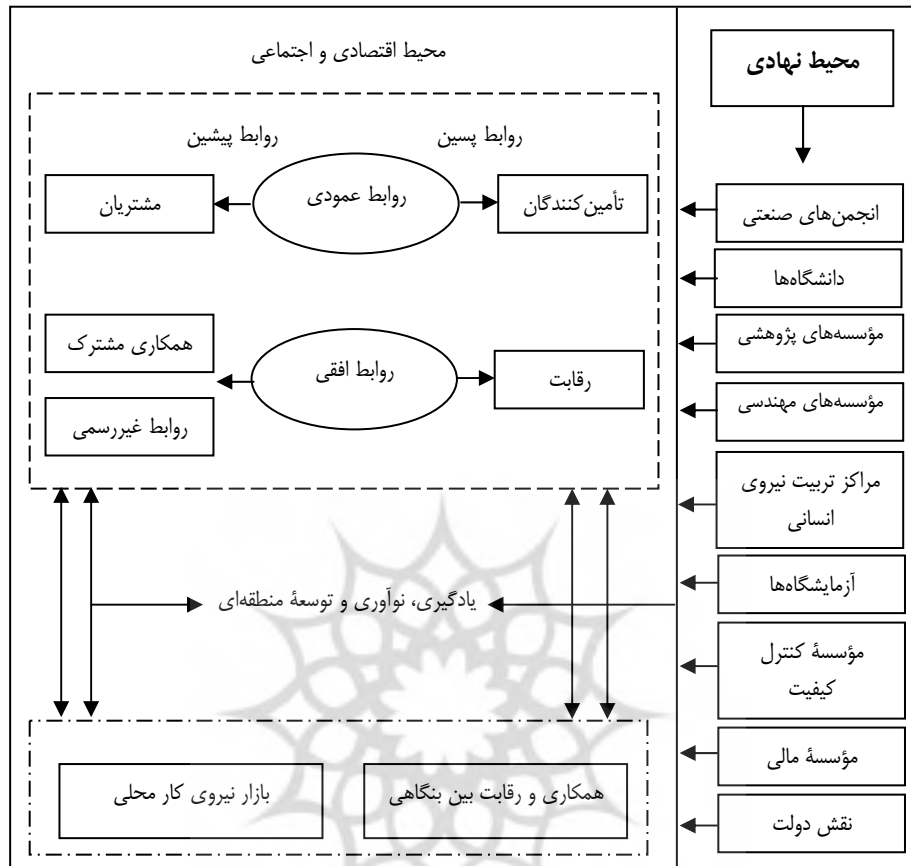
پیشینه پژوهش

در این بخش ابتدا به بررسی تعاریف و مفاهیم خوشه‌های صنعتی پرداخته می‌شود و در ادامه مفهوم نظریه بازی‌ها و پیشینه پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه بازی‌های قیمت‌گذاری بیان می‌شود.

خوشه صنعتی

ایده خوشه صنعتی را اولین بار آلفرد مارشال در سال ۱۸۹۰ در انگلستان با انتشار کتاب *مبانی اقتصادی*^۱ مطرح کرد. اصطلاح خوشه‌های صنعتی یا کسب‌وکار در پهنه‌های جغرافیایی وسیع و کتاب و نشریه‌های زیادی به کار رفته و در سال‌های اخیر عمومیت بیشتری یافته است. یک خوشه صنعتی، نه فقط شامل واحدهای کسب‌وکاری می‌شود که تولیدات یا خدمات مشخص خوشه را تولید و ارائه می‌کنند، بلکه تأمین‌کنندگان مواد اولیه، پیمانکاران فرعی، خریداران، صادرکنندگان، تأمین‌کنندگان ماشین‌آلات، نهادهای مختلف پشتیبان، مشاوران، خدمات عمومی، واحدهای مربوط به سیستم حمل و نقل و سایر تأمین‌کنندگانی که تولید در خوشه را به صورت مستقیم و غیرمستقیم تسهیل می‌کنند را نیز دربرمی‌گیرد. در کنار این‌ها، گروه‌های دیگری از فعالان مثل اتحادیه‌ها، گروه‌های همیار، تعاونی‌ها و NGO ها که ترغیب‌کننده کسب‌وکار بخش‌های مختلف خوشه هستند نیز قرار می‌گیرند که به این مجموعه «ذی‌نفعان خوشه» گفته می‌شود (جنتی فر، ۱۳۹۰).

فعالیت‌های اجزای تشکیل‌دهنده خوشه بر پایه برخی از ویژگی‌های محلی نظیر منابع طبیعی، مراکز توسعه فناوری (دانشگاه‌ها، مراکز تحقیقاتی، پارک‌های فناوری یا صنایع تکنولوژی‌مدار)، و یک ساختار تولیدی بهم پیوسته از تمام ردیف‌ها (سطوح) زنجیره تأمین شکل می‌گیرد (پدروو همکاران، ۲۰۱۱). به بیانی دیگر خوشه صنعتی، تمرکزی جغرافیایی از زنجیره‌های تأمین است که در محیطی اقتصادی و اجتماعی با یکدیگر همکاری و رقابت دارند و فعالیت‌های آنها به وسیله شبکه نهادی داخل خوشه هدایت می‌شود. در پژوهش حاضر با تمرکز بر نقش این شبکه‌های نهادی که در داخل خوشه‌ها وجود دارند، روشی برای قیمت‌گذاری محصولات خوشه معرفی می‌شود.



شکل ۱. عناصر اصلی یک خوشه صنعتی (کوک، ۲۰۰۲)

بازی‌های قیمت‌گذاری

نظریه بازی، شاخه‌ای از تحلیل ریاضی یا تحقیق در عملیات است که به الگوی تعارض بین دو یا چند رقیب تحت قوانینی مشخص می‌پردازد. این نظریه، مستلزم تنظیم استراتژی تصمیم‌گیری است و مبنای آن را کمینه‌سازی زیان و بیشینه‌سازی دستاوردها تشکیل می‌دهد. آنچه در نظریه بازی‌ها به آن بازی اطلاق می‌شود، تعاملاتی است که در آن بین تصمیم دو طرف (یا بیشتر) وابستگی و ارتباط متقابل وجود داشته باشد، به بیان دیگر می‌توان گفت هرگاه مطلوبیت، سود، درآمد، رفاه و هرآنچه فرد بازیکن به دنبال آن است، نه تنها متأثر از تلاش و تصمیم خود او باشد بلکه تحت تأثیر (مثبت یا منفی) تلاش و تصمیم طرف دیگر نیز باشد به آن «بازی» اطلاق می‌شود (عبدلی، ۱۳۹۲).

نظریه بازی‌ها امروزه کاربرد بسیار وسیعی در شاخه‌های مختلف علوم انسانی، مهندسی، علوم محض و پایه پیدا کرده است (سوری، ۱۳۹۱). یکی از کاربردهای مهم این نظریه در حوزه علوم اقتصادی و در بحث تعیین قیمت محصولات است. تاکنون بازی‌های قیمت‌گذاری متنوعی بین ساختارهای متفاوتی از زنجیره‌های تأمین ارائه شده است. از جمله بازی‌های پویایی که کاربردهای اقتصادی فراوانی به‌ویژه در بحث قیمت‌گذاری محصول دارد، بازی استکلبرگ^۱ است. مدل استکلبرگ نوعی بازی استراتژیک در اقتصاد است و بیشتر در بازارهای انحصاری اجرا می‌شود که در آن برخی از سازمان‌ها به‌عنوان پیشرو یا رهبر^۲ در بازی اقدام به تصمیم‌گیری می‌کنند و پس از آنها برخی دیگر از بازیکنان با نام پیرو^۳ به‌صورت متوالی به حرکت اقدام می‌نمایند. نام این مدل برگرفته از نام اقتصاددان آلمانی به نام هنریچ وُن استکلبرگ^۴ است که کتاب *تعادل و ساختار بازار*^۵ را در سال ۱۹۳۴ منتشر کرد و در آن این مدل را معرفی نمود. در چند دهه اخیر استفاده از بازی استکلبرگ بین اجزای زنجیره‌های تأمین به‌منظور تعیین قیمت بهینه محصولات در کانون توجه بسیاری از محققان قرار گرفته است؛ جدول ۱ خلاصه‌ای از پژوهش‌های انجام‌شده در این زمینه را نشان می‌دهد.

جدول ۱. خلاصه‌ای از تحقیقات انجام‌شده در زمینه بازی‌های قیمت‌گذاری در زنجیره‌های تأمین

مؤلفان	رویکرد	نوع بازی	سطوح و اجزای زنجیره تأمین	متغیرهای بررسی شده
ژو و همکاران (۲۰۰۸)	همکارانه / غیرهمکارانه	استکلبرگ و نش	دوسطحی با یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش	قیمت عمده‌فروشی و خرده‌فروشی
کای و همکاران (۲۰۰۹)	همکارانه / غیرهمکارانه	استکلبرگ و نش	دو سطحی با یک تأمین‌کننده و یک خرده‌فروش	قیمت‌گذاری با روش تخفیف خرید
سیداصفهان‌ی و همکاران (۲۰۱۱)	همکارانه / غیرهمکارانه	استکلبرگ و نش	دو سطحی با یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش	قیمت و تبلیغات
هوانگ و همکاران (۲۰۱۱)	غیرهمکارانه	تعادل نش	سه‌سطحی متشکل از چندین تأمین‌کننده و خرده‌فروش و یک تولیدکننده	قیمت و موجودی
آست و باسچر (۲۰۱۲)	همکارانه / غیرهمکارانه	استکلبرگ و نش	دوسطحی متشکل از یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش	قیمت و تبلیغات

1. Stackelberg
2. Leader
3. Follower
4. Heinrich von Stackelberg
5. Market Structure and Equilibrium

ادامه جدول ۱

متغیرهای بررسی شده	سطوح و اجزای زنجیره تأمین	نوع بازی	رویکرد	مؤلفان
قیمت عمده‌فروشی و خرده‌فروشی	دو سطحی با دو تولیدکننده و یک خرده‌فروش	استکلبرگ و نش	غیرهمکارانه	ژائو و همکاران (۲۰۱۲)
موجودی، قیمت و هزینه‌های بازاریابی	سه سطحی با تعداد نامحدودی تأمین‌کننده، تولیدکننده و خرده‌فروش	استکلبرگ و نش	همکارانه / غیرهمکارانه	عموزاد مهدیرجی (۱۳۹۱)
قیمت عمده‌فروشی و خرده‌فروشی	دوسطحی متشکل از یک تولیدکننده و دو خرده‌فروش	استکلبرگ و برتراند	همکارانه / غیرهمکارانه	نوبری (۱۳۹۱)
قیمت و خدمات تولید	دو سطحی با دو تولیدکننده و یک خرده‌فروش	استکلبرگ و نش	غیرهمکارانه	ژائو و همکاران (۲۰۱۳)
قیمت عمده‌فروشی و خرده‌فروشی	دو سطحی با یک تولیدکننده و یک خرده‌فروش	استکلبرگ و نش	غیرهمکارانه	آذری خجسته (۱۳۹۲)
تعیین قیمت عمده‌فروشی با تغییر هزینه‌های فروش	دوسطحی با یک تولیدکننده و دو خرده‌فروش	استکلبرگ و نش	همکارانه / غیرهمکارانه	گیری و شارما (۲۰۱۴)
تعیین قیمت عمده‌فروشی و خرده‌فروشی	دو سطحی با یک تولیدکننده و چندین خرده‌فروش	استکلبرگ و نش	غیرهمکارانه	یو و یوو (۲۰۱۴)
قیمت و خدمات خرده‌فروشی	دو سطحی با یک تولیدکننده و دو خرده‌فروش	استکلبرگ و نش	غیرهمکارانه	ژائو و وانگ (۲۰۱۵)

در مقایسه با مطالعات صورت‌گرفته (جدول ۱)، سطح پیروان بازی قیمت‌گذاری پیشنهادی که متشکل از یک زنجیره دوسطحی با چندین تأمین‌کننده و تولیدکننده است، از رویکرد همکارانه برای تعیین قیمت بهینه استفاده می‌شود و در سطح بالاتر وارد بازی استکلبرگ با رهبر خوشه می‌شوند. همچنین در پژوهش حاضر از متغیرهای قیمت عمده‌فروشی و کیفیت محصول به‌عنوان متغیرهای تصمیم‌مدل پیشنهادی استفاده می‌شود که در تحقیقات صورت‌گرفته از این دو متغیر به‌صورت همزمان کمتر استفاده شده است.

مدل پیشنهادی پژوهش

در پیمایش‌های میدانی صورت‌گرفته به‌منظور اجرای برنامه‌های توسعه خوشه‌های صنعتی، شکل‌گیری نهادهای حمایت‌کننده فعالیت‌های بنگاه‌های تولیدی خوشه، نقش بسزایی در برقراری روابط و تعاملات مؤثر بین ذی‌نفعان خوشه دارد (ایرانلو و همکاران، ۱۳۹۲). تفاوت اصلی بین ساختارهای تولیدی موجود در یک زنجیره تأمین با یک خوشه صنعتی نیز، وجود چنین

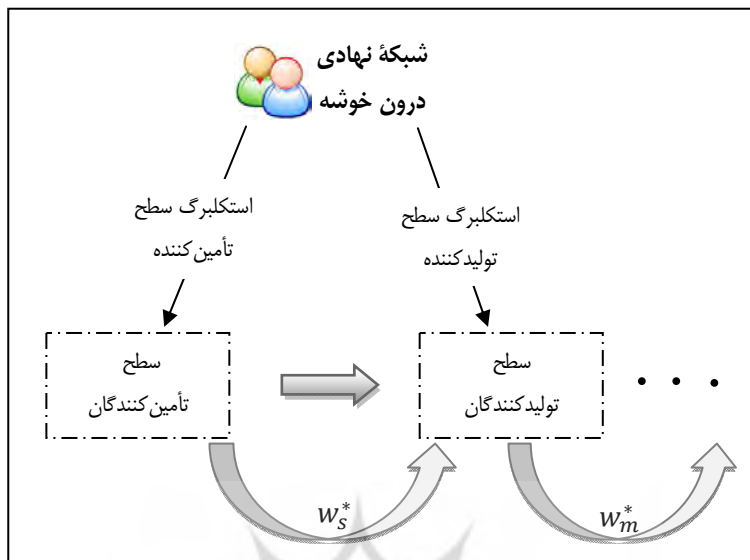
نهادهای حمایتی و تصمیم‌گیر به‌عنوان سیاستگذاران اصلی برنامه‌های تولیدی خوشه‌هاست. در پژوهش حاضر، بازی قیمت‌گذاری بین اعضای خوشه به‌گونه‌ای طراحی می‌شود که تصمیمات قیمت‌گذاری در هر مرحله تولیدی توسط این شبکه‌ها کنترل شود. بدین منظور، از بازی استکلبرگ یک رهبر چندین پیرو^۱ برای قیمت‌گذاری محصولات درون خوشه استفاده می‌شود که در آن شبکه نهادی خوشه، نقش رهبر استکلبرگ و ذی‌نفعان تولیدی خوشه نقش پیروان را در بازی ایفا می‌کنند.

ساختار بازی‌های استکلبرگ اغلب بر اساس مدل‌های برنامه‌ریزی دوسطحی تعریف می‌شوند. در برنامه‌ریزی دوسطحی، دو تصمیم‌گیرنده مستقل وجود دارد که در دو سطح، ساختار یک مدل دوسطحی را تشکیل می‌دهند و سطح اول بر سطح دوم اولویت دارد. انتخاب‌هایی که در سطح اول صورت می‌پذیرد بر انتخاب یا موقعیت سطح دیگر تأثیر می‌گذارد. تصمیم‌گیرنده سطح پیرو تابع هدفش را تحت پارامترهای ارائه‌شده از تصمیم‌گیرنده سطح پیشرو بهینه می‌کند. در عوض تصمیم‌گیرنده سطح پیشرو با اطلاعات کامل بر واکنش‌های ممکن از تصمیم‌گیرنده سطح پیرو، پارامترهایش را برای بهینه‌کردن تابع هدفش انتخاب می‌کند (گرگین، ۱۳۸۷). فرم مدل کلی بازی استکلبرگ بین یک رهبر و چندین پیرو به‌صورت زیر تعریف می‌شود (یو و یوو، ۲۰۱۴):

$$\begin{aligned} & \max_{x \in X} F(x, y) \\ & \text{s.t.} \\ & G_i(x, y) \leq 0 \\ & H_i(x, y) = 0 \\ & \max_{y^v \in Y_v} f(x, y^v, y^{-v}), \forall v \\ & \text{s.t.} \\ & g_{i'}(x, y^v, y^{-v}) \leq 0, \\ & h_{j'}(x, y^v, y^{-v}) = 0 \end{aligned} \quad \text{رابطه ۱}$$

در بازی قیمت‌گذاری پیشنهادی، سطح پیشرو مربوط به شبکه نهادی خوشه و سطح پیرو متعلق به واحدهای تولیدی درون خوشه است که در هر مرحله از بازی، شبکه نهادی خوشه با یکی از سطوح تولیدی وارد بازی استکلبرگ شده و قیمت عمده‌فروشی فرآورده‌های آن سطح تعیین می‌گردد. این الگوریتم بر اساس ساختار تولیدی خوشه می‌تواند به چندین مرحله تعمیم شود تا سرانجام قیمت نهایی محصولات خوشه محاسبه گردد. ساختار کلی روابط و تعاملات بین بازیکنان این بازی قیمت‌گذاری در شکل ۲ نمایش داده شده است. به‌طوری که w_m^* و w_s^* به‌ترتیب معرف قیمت بهینه عمده‌فروشی^۲ تأمین‌کنندگان و تولیدکنندگان خوشه هستند.

1. Single-leader multiple-follower Stackelberg Game
2. Wholesale price



شکل ۲. شمای کلی فرایند تعیین قیمت در خوشه‌های صنعتی

نمادهای استفاده شده برای پارامترها و متغیرهای مدل پیشنهادی به شرح زیر هستند.

پارامترهای مدل

$i = 1, 2, \dots, n$: تعداد تأمین کنندگان

$j = 1, 2, \dots, m$: تعداد تولید کنندگان

$k = 1, 2, \dots, l$: تعداد محصولات

α : ثابت تقاضا برای فرآورده هر سطح

β : ضریب حساسیت تقاضا نسبت به قیمت در هر سطح

γ : ضریب حساسیت تقاضا نسبت به سطح کیفیت در هر سطح

$C_{S_i,k}$: هزینه تأمین مواد اولیه تأمین کننده i ام برای محصول k ام

$C_{M_j,k}$: هزینه تأمین مواد اولیه تولید کننده j ام برای محصول k ام

$C_{O_i,k}$: هزینه اولیه رسیدن به سطح کیفی پایه محصول k ام تأمین کننده i ام

$C_{O_j,k}$: هزینه اولیه رسیدن به سطح کیفی پایه محصول k ام تولید کننده j ام

$C_{q_i,k}$: هزینه افزایش کیفیت برای یک واحد از محصول k ام تأمین کننده i ام

$C_{q_j,k}$: هزینه افزایش کیفیت برای یک واحد از محصول k ام تولید کننده j ام

متغیرهای تصمیم مدل

$w_{S_i,k}$: قیمت عمده‌فروشی تأمین‌کننده i ام برای محصول k ام

$w_{m_j,k}$: قیمت عمده‌فروشی تولیدکننده j ام برای محصول k ام

$Q_{S_i,k}$: سطح کیفی محصول k ام تأمین‌کننده i ام

$Q_{m_j,k}$: سطح کیفی محصول k ام تولیدکننده j ام

ساختار مدل ارائه‌شده در این پژوهش بر اساس دو متغیر اصلی قیمت و کیفیت طراحی شده است، به طوری که قیمت محصولات خوشه تحت تأثیر کیفیت آنها تعیین می‌شود. در این مدل فرض می‌شود تابع تقاضا مطابق رابطه ۲ به صورت یک تابع غیرخطی و قطعی^۱ استو تحت تأثیر دو متغیر قیمت عمده‌فروشی (w) و کیفیت (Q) محصول قرار می‌گیرد (لی و کیم، ۱۹۹۳).

$$D_i = \alpha w_i^{-\beta} Q_i^\gamma \quad \text{رابطه ۲}$$

در مدل استکلبرگ پیشنهادی، تابع هدف سطح پیرو حداکثر کردن سود مورد انتظار است که به صورت تفاضل درآمد حاصل از فروش از مجموع هزینه‌ها بیان می‌شود.

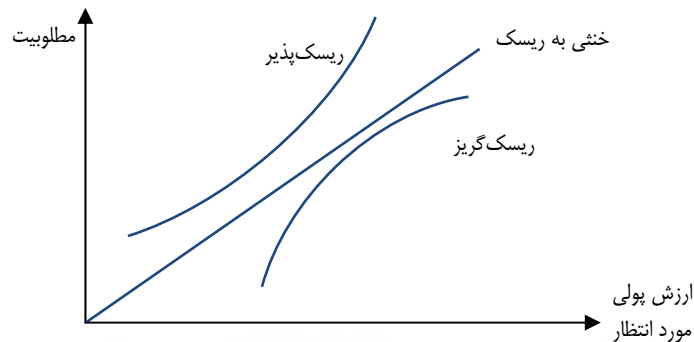
$$\pi_i = \left(w_i - \sum c_i \right) D_i \quad \text{رابطه ۳}$$

و در آن تابع هزینه کیفیت^۲ به صورت $f(Q) = C_o + C_q Q$ تعریف می‌شود که رابطه خطی بین هزینه و درجه کیفیت را نشان می‌دهد (سیف‌برقی و همکاران، ۲۰۱۵).

تابع مطلوبیت مدنظر برای سطح پیشرو نیز با در نظر گرفتن ریسک مالی رهبر در بازی تعریف شده است، به طوری که چگونگی تصمیم‌گیری در این سطح به نگرش رهبر نسبت به ریسک بستگی دارد. بر اساس تئوری مطلوبیت در مباحث علوم رفتاری، تصمیم‌گیرندگان را می‌توان از نظر پذیرش ریسک و شکل منحنی مطلوبیت به سه گروه دسته‌بندی کرد (شکل ۳). دسته اول تصمیم‌گیرندگان ریسک‌گریز^۳ نام دارند که دارای تابع مطلوبیت مقعر نسبت به مبدأ مختصات هستند و به دلیل استراتژی محافظه‌کارانه‌ای که دارند، مطلوبیت نهایی آنها با افزایش ارزش پولی مورد انتظارشان کاهش می‌یابد. در مقابل تصمیم‌گیرندگان ریسک‌پذیر^۴ استراتژی جسورانه‌ای دارند و همواره خواهان پذیرش ریسک‌اند؛ تابع مطلوبیت این دسته از تصمیم‌گیرندگان به صورت محدب است. دسته سوم نیز تصمیم‌گیرندگانی هستند که نسبت به ریسک حالت خنثی^۵ دارند و

1. Deterministic
2. Quality cost function
3. Risk averse
4. Risk seeking
5. Risk neutral

تابع مطلوبیت آنها به صورت یک خط مستقیم است، این تصمیم‌گیرندگان ارزش پولی را معادل ارزش اسمی آن می‌دانند (پراکاش، ۲۰۱۲).



شکل ۳. دیدگاه‌های متفاوت نسبت به ریسک

در این پژوهش تابع مطلوبیت مورد استفاده با فرض ریسک‌گریز بودن رهبر بازی مطابق رابطه زیر به صورت یک تابع نمایی^۱ بر اساس سود حاصل در سطح پیرو تعریف می‌شود (هولووی، ۱۹۷۹).

$$U(\pi) = 1 - e^{-\pi/R} \quad \text{رابطه ۴}$$

به طوری که R سطح تحمل ریسک^۲ تصمیم‌گیرندگان را نشان می‌دهد و با افزایش آن از مطلوبیت رهبر کاسته می‌شود. در مدل پیشنهادی تابع مطلوبیت رهبر می‌تواند بر اساس رفتار شبکه نهادی داخل خوشه به صورت یکی از سه حالت ریسک‌گریز، ریسک‌پذیر یا خنثی به ریسک تعریف شود. در مواردی که اطلاعات کافی برای تخمین ریسک مالی تصمیم‌گیرندگان وجود ندارد با در نظر گرفتن مقداری برای مطلوبیت مورد انتظار خوشه (u_0) می‌توان سطح تحمل ریسک رهبر بازی را با استفاده از رابطه زیر محاسبه کرد.

$$1 - e^{-\frac{\pi}{R}} = u_0 \rightarrow R = \frac{-\pi}{\ln(1 - u_0)} \quad \text{رابطه ۵}$$

بدین ترتیب مدل بازی استکلبرگ در سطح تأمین‌کنندگان و تولیدکنندگان خوشه به صورت رابطه‌های ۶ و ۷ ارائه می‌شود که در سطح پیرو، تابع سود سطوح تولیدی مطابق رابطه ۳

1. Exponential function
2. Risk tolerance level

به صورت تفاضل قیمت فروش از هزینه تأمین و تولید مواد و هزینه کیفیت تعریف می شود (سیف برقی و همکاران، ۲۰۱۵). محدودیت های مدل در سطح پیرو نیز به ترتیب در قالب محدودیت تقاضا برای محصول و افزایش درآمد نسبت به هزینه ارائه شده اند. متغیرهای سطح پیرو، قیمت و کیفیت محصول هستند که با حل مدل مقادیر بهینه این متغیرها و تابع هدف به دست آمده و در رابطه مربوط به سطح پیشرو قرار داده می شود تا مطلوبیت مورد انتظار خوشه در هر سطح به دست آید.

- مدل بازی سطح تأمین کنندگان:

$$\left\{ \begin{array}{l} \max U(\pi_s) = 1 - e^{-\pi_s/R} \\ \pi_s^* \text{ solves the problem} \\ \left\{ \begin{array}{l} \max \pi_s(w_{s_i,k}, Q_{s_i,k}) = \\ (w_{s_i,k} - C_{s_i,k} - C_{o_i,k} - C_{q_i,k}Q_{s_i,k}) (\alpha_i (w_{s_i,k})^{-\beta_i} (Q_{s_i,k})^{\gamma_i}) \\ \text{s. t.} \\ \alpha_i (w_{s_i,k})^{-\beta_i} (Q_{s_i,k})^{\gamma_i} > 0 \\ w_{s_i,k} \geq C_{s_i,k} + C_{o_i,k} + C_{q_i,k}Q_{s_i,k} \\ w_{s_i,k}, Q_{s_i,k} \geq 0 \end{array} \right. \end{array} \right. \quad \text{رابطه ۶}$$

π_s^* بهترین پاسخ تأمین کنندگان به ازای مناسب ترین قیمت و سطح مطلوب کیفیتی محصول است. با حل مدل اول مقدار $w_{s_i,k}^*$ به دست می آید و در مدل دوم به عنوان پارامتر معلوم وارد می شود تا مقدار $w_{m_j,k}^*$ در مرحله دوم بازی به دست آید. بنابراین مدل بازی استکلبرگ سطح تولید کنندگان خوشه نیز به صورت زیر است:

- مدل بازی سطح تولید کنندگان:

$$\left\{ \begin{array}{l} \max U(\pi_s) = 1 - e^{-\pi_s/R} \\ \pi_s^* \text{ solves the problem} \\ \left\{ \begin{array}{l} \max \pi_m(w_{m_j,k}, Q_{m_j,k}) = \\ (w_{m_j,k} - C_{m_j,k} - C_{o_j,k} - C_{q_j,k}Q_{m_j,k} - w_{s_i,k}^*) (\alpha_j (w_{m_j,k})^{-\beta_j} (Q_{m_j,k})^{\gamma_j}) \\ \text{s. t.} \\ \alpha_j (w_{m_j,k})^{-\beta_j} (Q_{m_j,k})^{\gamma_j} > 0 \\ w_{m_j,k} \geq C_{m_j,k} + C_{o_j,k} + C_{q_j,k}Q_{m_j,k} + w_{s_i,k}^* \\ w_{m_j,k}, Q_{m_j,k} \geq 0 \end{array} \right. \end{array} \right. \quad \text{رابطه ۷}$$

به همین صورت تعیین قیمت نهایی محصول به صورت الگوریتم تکراری می‌تواند در سطوح ذی‌نفعان بیشتری در خوشه ادامه داشته باشد. در ادامه اطلاعات مربوط به یکی از خوشه‌های صنعتی که در ساختار مدل پیشنهادی پژوهش به اجرا درآمد، ارائه می‌شود و نتایج حل آن در خوشه تجزیه و تحلیل می‌گردند.

مطالعه موردی خوشه سنگ استان تهران

مدل پیشنهادی را می‌توان در تمام خوشه‌های صنعتی توسعه یافته یا در حال توسعه پیاده‌سازی کرد که در این پژوهش، خوشه سنگ استان تهران به‌عنوان مطالعه موردی انتخاب شده است. خوشه سنگ استان تهران در سال ۱۳۸۹ پس از اجرای فازهای توسعه خوشه به‌عنوان خوشه صنعتی توسعه یافته از طرف شرکت شهرک‌های صنعتی استان تهران معرفی شده است. در حال حاضر این خوشه از حدود ۱۹۰ واحد فرآوری سنگ تشکیل می‌شود و ۱۱۰ واحد آن در شهرک صنعتی شمس‌آباد متمرکز است. این واحدها به دو سطح واحدهای بزرگ و کوچک تولیدی تفکیک شدند، واحدهای فرآوری بزرگ دارای تولید سالانه بیش از ۵۰ هزار مترمربع هستند و واحدهای کوچک کمتر از این مقدار در سال تولید می‌کنند. از آنجا که در خوشه سنگ استان واحدهای بزرگ تولیدی اثرگذارترین تصمیم‌گیرندگان در امور مربوط به فعالیت‌های فرآوری سنگ هستند، در این پژوهش این واحدها به‌عنوان فعالان اصلی خوشه بررسی می‌شوند. نهادهای حمایتی مرتبط با خوشه سنگ استان تهران شامل انجمن سنگ استان، اتحادیه صنف سنگ‌بر و سنگ‌تراش تهران، وزارت صنعت معدن و تجارت، اتاق بازرگانی و سایر نهادهای مالی و تحقیقاتی هستند که عمده تصمیمات و سیاست‌گذاری‌های مرتبط با موضوع این پژوهش توسط انجمن سنگ استان اتخاذ می‌شود. به‌طور کلی عمده محصولات خوشه سنگ استان تهران را می‌توان به سه گروه سنگ تراورتن، گرانیت و مرمریت دسته‌بندی کرد که هر یک شامل انواع گوناگونی می‌شوند. برای هر نوع سنگ سه معدن وجود دارد، بدین ترتیب در مجموع ۹ معدن در خوشه استان قرار دارد. اطلاعات اولیه معادن سنگ استان که نقش تأمین‌کنندگان سنگ را در خوشه برعهده دارند در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲. اطلاعات پارامترهای α ، β ، γ در سطح معادن

نام محصول	α	β	γ
تراورتن	۱۰۴۰۰۰	۱/۴	۰/۱۷
گرانیت	۸۴۰۰۰	۱/۵	۰/۱۵
مرمریت	۹۷۰۰۰	۱/۴	۰/۱۴

ارزیابی کیفی سنگ در سطح معادن بر اساس نوع سنگ و نحوه استخراج آن صورت می‌گیرد. در تشخیص نوع سنگ مرغوب، عواملی از قبیل شکستگی‌ها، درزه‌ها، اثر هوزدگی، خلل و فرج و... دخالت دارند که در حیطه اختیار نیروی انسانی نیست؛ اما نحوه استخراج سنگ از معادن، کیفیت سنگ‌ها را نیز متمایز می‌سازد. استخراج سنگ قواره از معدن به روش‌های مختلفی از جمله استخراج به روش مواد ناریه، استخراج به کمک مواد مخصوص، استخراج به روش چاله‌های موازی، استخراج به کمک سیم برش، استخراج به کمک تیغه‌های برنده و استخراج به روش شعله صورت می‌گیرد که هر یک از این روش‌ها هزینه‌ها و سطوح کیفی متمایزی دارند (ذوالرحمی، ۱۳۸۹). هر معدن بسته به نوع و مقدار سنگ از روش‌های استخراج متفاوتی استفاده می‌کند. اطلاعات مربوط به هزینه استخراج از معادن خوشه مورد مطالعه به تومان در جدول ۳ مشاهده می‌شود.

جدول ۳. اطلاعات مربوط به هزینه‌های استخراج سنگ‌ها از معادن

نام معادن	هزینه استخراج هر تن سنگ	هزینه اولیه رسیدن به سطح کیفی پایه	هزینه افزایش کیفیت برای هر مترمربع
چهل چشمه سیدآباد	۵۲۰۰۰	۲۵۰۰۰	۷۱۰۰۰
	۴۳۰۰۰	۲۱۰۰۰	۶۵۰۰۰
	۴۵۰۰۰	۲۳۰۰۰	۶۸۰۰۰
چراغعلی ماهدشت	۶۲۰۰۰	۱۸۰۰۰	۳۹۰۰۰
	۶۵۰۰۰	۲۳۰۰۰	۴۸۰۰۰
	۶۴۰۰۰	۲۱۰۰۰	۴۳۰۰۰
دیر و مره	۵۵۰۰۰	۳۲۰۰۰	۷۸۰۰۰
	۵۲۰۰۰	۲۸۰۰۰	۷۱۰۰۰
	۶۲۰۰۰	۳۵۰۰۰	۷۳۰۰۰

سطح دوم مدل مربوط به معادن خوشه در نرم‌افزار بهینه‌سازی متلب نسخه ۲۰۱۵ کدنویسی شد و مقادیر بهینه قیمت، کیفیت و سود حاصل از استخراج هر نوع سنگ مطابق جدول ۴ به دست آمد.

جلب مشارکت و اعتماد ذی‌نفعان فعال خوشه به منظور همکاری در برنامه‌های پیشرفت و توسعه برای شبکه نهادی خوشه‌ها همواره هزینه و ریسک به همراه دارد (سلیمانی و همکاران، ۱۳۹۳). در این مطالعه، با توجه به نظرسنجی از خبرگان موجود در شبکه نهادی خوشه سنگ استان و در نظر گرفتن عواملی چون میزان حمایت دولت، وضعیت صادرات و فروش محصولات

خوشه، میزان سرمایه‌گذاری‌های صورت گرفته و... مطلوبیت مورد انتظار شبکه ۰/۳ برآورد شده است. بنابراین با توجه به متوسط سود به دست آمده برای محصولات خوشه و با استفاده از رابطه ۵ میزان سطح تحمل ریسک رهبر به ازای این مقدار مطلوبیت $R = 2400$ برآورد می‌شود. از این رو مطلوبیت مورد انتظار به ازای سطح تحمل ریسک رهبر به تفکیک هر محصول خوشه مطابق جدول ۴ به دست می‌آید.

جدول ۴. نتایج به دست آمده از سطح تأمین کنندگان

مطلوبیت مورد انتظار $U(\pi_s)$	سود سطح تأمین کنندگان (π_s)	متوسط سطح کیفی فرآورده (Q_s)	متوسط قیمت سنگ خام (w_s)	محصول
۰/۳۹۱	۱۱۹۳/۹۷	۰/۷۵۶	۴۲۴۰۵۷/۹۶	تراورتن
۰/۱۰۷	۲۷۲/۲۵	۰/۸۳۷	۳۶۱۴۲۸/۵۶	گرانیت
۰/۳۶۶	۱۰۹۶/۷۹	۰/۸۷۹	۴۷۳۸۴۶/۱۳	مرمریت

در مرحله بعد متوسط قیمت عمده‌فروشی هر یک از سنگ‌های تراورتن، گرانیت و مرمریت خام برای واحدهای فرآوری سنگ به عنوان هزینه خرید آنها وارد مدل دوم می‌شود تا قیمت عمده‌فروشی انواع سنگ‌های فرآوری شده مشخص شود. واحدهای بزرگ فرآوری سنگ‌های تراورتن، گرانیت و مرمریت در استان تهران ۱۸ واحد است که به دو گروه نرم‌برها (تراورتن و مرمریت) و سخت‌برها (گرانیت) دسته‌بندی می‌شوند. اطلاعات مربوط به پارامترهای مدل سطح تولیدکنندگان در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵. اطلاعات مربوط به پارامترهای α ، β ، γ در سطح واحدهای فرآوری

نام محصول	α	β	γ
تراورتن	۱۴۶۰۰۰	۱/۴	۰/۱۳
گرانیت	۱۱۳۰۰۰	۱/۴	۰/۱۵
مرمریت	۱۲۶۰۰۰	۱/۴	۰/۱۴

یکی از مهم‌ترین مشخصه‌های کیفیت در سنگ فرآوری شده میزان ساب یا درخشندگی سنگ است. به کارگیری تکنیک مناسب برای برش و صیقل، در یکنواختی ضخامت، گونیابودن اضلاع سنگ، اندازه بزرگی سنگ پلاک، ضخامت پلاک و میزان جلای سنگ تأثیر بسزایی دارد (زندى، ۱۳۹۴). هزینه فرآوری سنگ خام در واحدهای فرآوری سنگ بسته به روشی که برای

برش و صیقل استفاده می‌شود، متفاوت است. جدول ۶ اطلاعات مربوط به هزینه‌های فرآوری در واحدهای تولیدی خوشه سنگ استان را نشان می‌دهد.

جدول ۶. اطلاعات مربوط به هزینه‌های فرآوری سنگ در واحدهای تولیدی

واحد‌های فرآوری سنگ	متوسط هزینه فرآوری هر تن	هزینه اولیه رسیدن به سطح کیفی پایه	هزینه افزایش کیفیت برای هر مترمربع
سنگ نقش‌آفرین	۲۵۰۰۰	۱۸۰۰۰	۳۷۵۰۰۰
سنگ سبز خاور	۲۷۰۰۰	۲۳۰۰۰	۳۶۰۰۰۰
آیینة سنگ‌افرا	۲۴۰۰۰	۱۵۰۰۰	۳۶۵۰۰۰
ایران مرمر	۲۸۰۰۰	۲۴۰۰۰	۳۷۵۰۰۰
برادران سلمی	۳۰۰۰۰	۲۵۰۰۰	۳۷۵۰۰۰
سنگ آونگ	۲۲۰۰۰	۱۹۰۰۰	۳۶۵۰۰۰
سلمان سنگ	۲۱۰۰۰	۱۷۰۰۰	۳۶۰۰۰۰
مهدیار سنگ	۲۳۰۰۰	۱۷۰۰۰	۳۶۵۰۰۰
سنگ فدک	۲۷۰۰۰	۲۲۰۰۰	۳۷۵۰۰۰
مهندس سنگ تهران	۲۱۰۰۰	۱۷۰۰۰	۳۶۵۰۰۰
تعاونی کانه آرایش تهران	۲۳۰۰۰	۲۰۰۰۰	۳۶۰۰۰۰
صنایع سنگ کی تو (k2)	۲۵۰۰۰	۱۹۰۰۰	۳۷۵۰۰۰
سنگ سلطانی	۲۶۰۰۰	۲۲۰۰۰	۳۶۰۰۰۰
سنگ جام	۲۲۰۰۰	۱۹۰۰۰	۳۶۵۰۰۰
آرمان سنگ میلاد	۲۴۰۰۰	۲۱۰۰۰	۳۶۰۰۰۰
سنگ‌بری فلامک	۲۱۰۰۰	۱۷۰۰۰	۳۶۰۰۰۰
برادران سلمی	۱۵۰۰۰	۱۴۰۰۰	۵۵۰۰۰۰
ارگ گرانبیت	۱۴۵۰۰	۱۴۰۰۰	۵۵۰۰۰۰
مرتضی گرانبیت	۱۴۲۰۰	۱۲۰۰۰	۵۰۰۰۰۰
سنگ نقش‌آفرین	۱۹۰۰۰	۳۵۰۰۰	۳۸۰۰۰۰
سنگ سبز خاور	۲۰۵۰۰	۳۵۰۰۰	۳۹۰۰۰۰
آیینة سنگ‌افرا	۱۸۵۰۰	۳۲۰۰۰	۳۷۰۰۰۰
ایران مرمر	۲۱۰۰۰	۳۸۰۰۰	۴۱۰۰۰۰
مهدیار سنگ	۱۸۵۰۰	۳۲۰۰۰	۳۶۰۰۰۰
مهندس سنگ تهران	۱۹۰۰۰	۳۳۰۰۰	۳۷۰۰۰۰
سنگ جام	۲۰۰۰۰	۳۴۰۰۰	۳۹۰۰۰۰
سنگ نقش‌آفرین	۱۹۵۰۰	۳۲۰۰۰	۴۰۰۰۰۰
سنگ سبز خاور	۲۰۵۰۰	۳۴۰۰۰	۳۷۰۰۰۰

پس از کدنویسی سطح دوم مدل مربوط به واحدهای فرآوری سنگ در نرم‌افزار متلب، اطلاعات جدول ۷ به تفکیک هر سه نوع سنگ به‌دست آمد. مطابق مرحله قبل با در نظر گرفتن متوسط سود حاصل از فرآوری هر سه نوع سنگ در خوشه و میزان $0/3$ مطلوبیت موردانتظار، میزان سطح تحمل ریسک تقریباً $R = 5563$ محاسبه شد، بنابراین میزان مطلوبیت موردانتظار رهبر به تفکیک محصولات خوشه در این سطح به‌صورت جدول به‌دست می‌آید.

جدول ۷. نتایج به‌دست آمده از سطح تولیدکنندگان

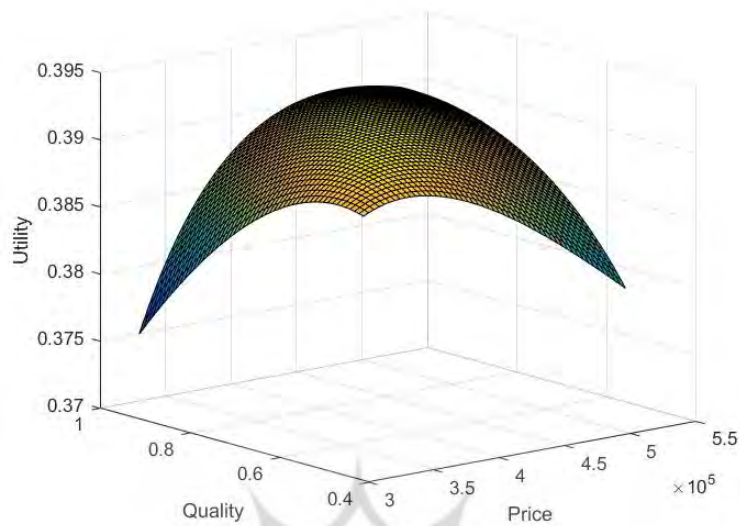
مطلوبیت مورد انتظار $U(\pi_m)$	سود سطح تولیدکنندگان (π_m)	متوسط سطح کیفی فرآورده (Q_m)	متوسط قیمت سنگ فرآوری شده (W_m)	محصول
۰/۴۴۵	۳۲۷۸/۷۶	۰/۶۱۳	۲۴۲۸۶۹۵/۳۳	تراورتن
۰/۱۰۶	۶۲۳/۶۸	۰/۴۳۸	۲۱۸۰۲۴۰/۱	گرانیت
۰/۳۰۶	۲۰۳۷/۸۶	۰/۷۴۴	۲۸۳۹۵۵۵/۸	مرمریت

بدین شکل الگوریتم تعیین قیمت با محاسبات قیمت و کیفیت بهینه حاصل از عمده‌فروشی محصولات در سطح واحدهای فرآوری به‌عنوان آخرین سطح تولیدی ذی‌نفع خوشه پایان می‌پذیرد.

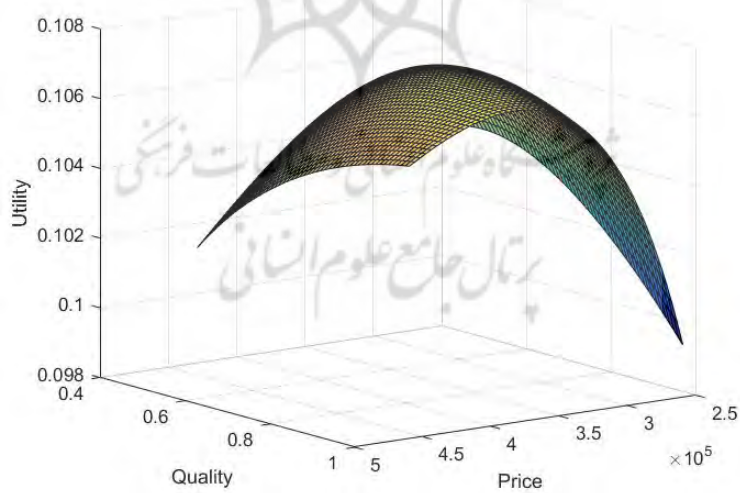
همان‌طور که مشاهده می‌شود بر اساس نتایج مندرج در جدول‌های ۴ و ۷ سود حاصل از استخراج و فرآوری سنگ‌های نرم بر (تراورتن و مرمریت) نسبت به سنگ گرانیت بیشتر است، که به تبع آن، مطلوبیت مورد انتظار شبکه نهادی خوشه در فرآوری سنگ‌های نرم بر بیشتر از سنگ گرانیت است.

یافته‌های پژوهش

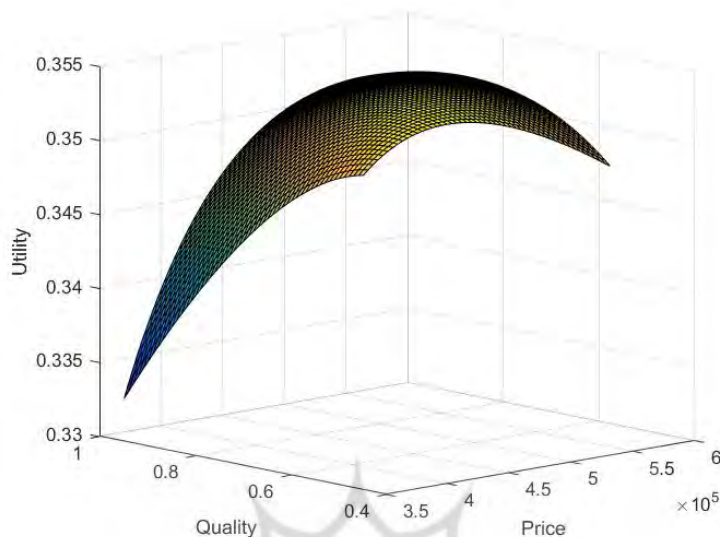
بر اساس ساختار مدل پیشنهادی پژوهش، با افزایش سود تأمین‌کنندگان و تولیدکنندگان در خوشه، میزان مطلوبیت شبکه نهادی خوشه افزایش می‌یابد. از این رو با تغییر در مقدار قیمت و کیفیت سنگ‌ها در هر سطح می‌توان تغییرات مطلوبیت مورد انتظار شبکه خوشه را مشاهده کرد. شکل‌های ۴، ۵ و ۶ این تغییرات را در سطح تأمین‌کنندگان خوشه به‌ترتیب برای سنگ‌های تراورتن، گرانیت و مرمریت نشان می‌دهند.



شکل ۴. تأثیر تغییرات قیمت و کیفیت تراورتن خام بر مطلوبیت خوشه



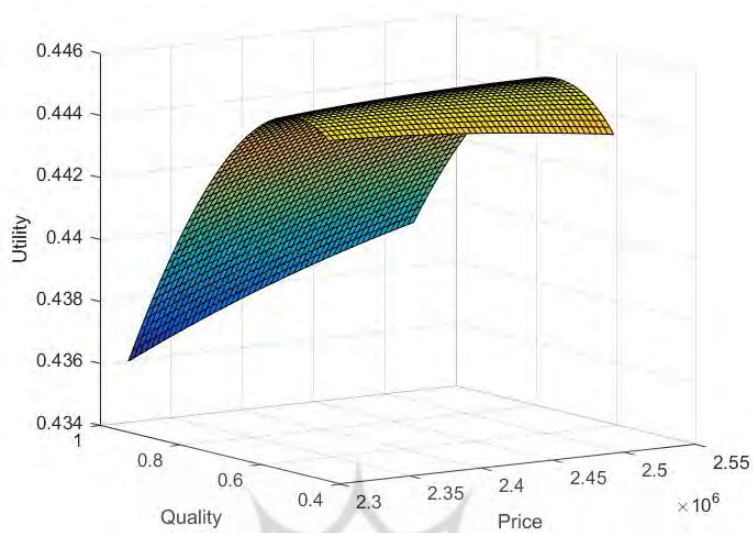
شکل ۵. تأثیر تغییرات قیمت و کیفیت گرانیته خام بر مطلوبیت خوشه



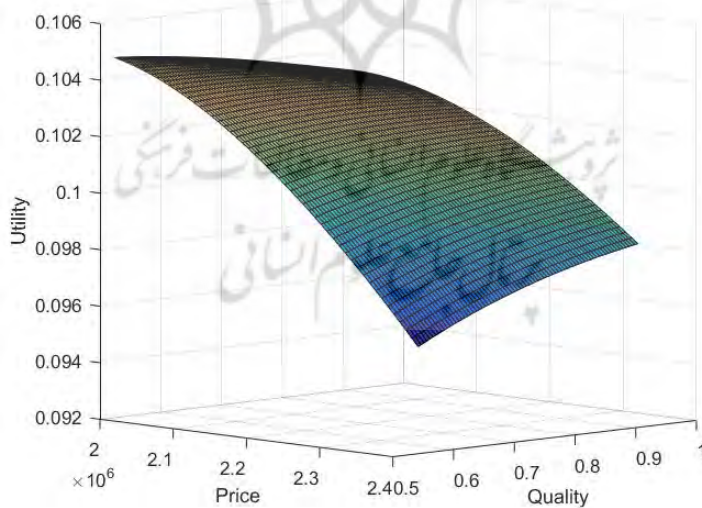
شکل ۶. تأثیر تغییرات قیمت و کیفیت مرمریت خام بر مطلوبیت خوشه

تأثیر تغییرات قیمت و کیفیت سنگ‌های خام بر مطلوبیت خوشه با تغییرات قیمت در بازه ۳۳۰۰۰۰ تا ۵۳۰۰۰۰ برای سنگ تراورتن، ۲۶۰۰۰۰ تا ۴۶۰۰۰۰ برای سنگ گرانیت و ۳۷۰۰۰۰ تا ۵۷۰۰۰۰ برای سنگ مرمریت و تغییرات یکسان کیفیت در بازه ۰/۵ تا ۱ برای هر سه نوع سنگ نمایش داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود در سطح معادن فروش، سنگ تراورتن خام با قیمتی حدود ۴۲۴ هزار تومان و کیفیتی معادل ۷۵ درصد؛ سنگ گرانیت خام با قیمتی حدود ۳۶۱ هزار تومان و ۸۳ درصد کیفیت؛ و سنگ مرمریت با قیمتی حدود ۴۷۳ هزار تومان و کیفیتی معادل ۸۷ درصد، بیشترین میزان سود و مطلوبیت را برای نهاد خوشه سنگ استان به همراه دارد.

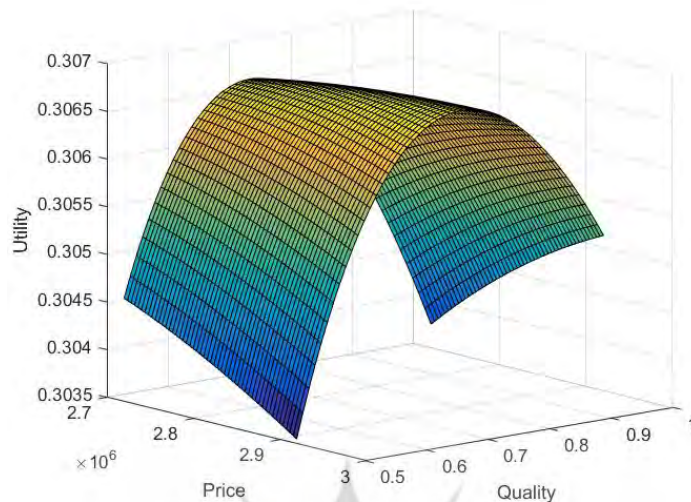
به همین ترتیب رفتار تابع مطلوبیت به ازای تغییرات قیمت و کیفیت هر نوع سنگ فرآوری‌شده نیز مطابق شکل‌های ۷، ۸ و ۹ به‌دست آمده است. این تغییرات برای قیمت سنگ تراورتن فرآوری‌شده در بازه ۲۳۲۰۰۰۰ تا ۲۵۲۰۰۰۰، سنگ گرانیت در بازه ۲۰۲۰۰۰۰ تا ۲۳۲۰۰۰۰ و سنگ مرمریت در بازه ۲۷۲۰۰۰۰ تا ۲۹۲۰۰۰۰ و تغییرات کیفیت در بازه ۰/۵ تا ۱ برای هر سه نوع بررسی شده است.



شکل ۷. تأثیر تغییرات قیمت و کیفیت تراورتن فرآوری شده بر مطلوبیت خوشه



شکل ۸. تأثیر تغییرات قیمت و کیفیت گرانیت فرآوری شده بر مطلوبیت خوشه



شکل ۹. تأثیر تغییرات قیمت و کیفیت مرمریت فرآوری شده بر مطلوبیت خوشه

همان‌طور که ملاحظه می‌شود در صورت فروش هر تن سنگ تراورتن فرآوری شده با قیمت حدود ۲۴۲۸۰۰۰ تومان و کیفیتی معادل ۶۱ درصد؛ سنگ گرانبه‌تر فرآوری شده با قیمتی حدود ۲۸۳۹۰۰۰ تومان و ۴۳ درصد کیفیت؛ و سنگ مرمریت فرآوری شده با قیمتی حدود ۲۸۳۹۰۰۰ تومان و کیفیتی معادل ۷۴ درصد، نهاد خوشه سنگ استان می‌تواند حداکثر میزان سود و مطلوبیت مدنظر را به‌دست آورد.

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از خروجی‌های مدل پیشنهادی در خوشه سنگ استان، رفتار شبکه نهادی خوشه به‌عنوان رهبر بازی استکلبرگ مدل پیشنهادی در جهت رسیدن به مطلوبیت انتظاری که مناسب تمام اجزای خوشه باشد، صورت می‌گیرد. با فروش محصولات خوشه بر اساس قیمت و کیفیت بهینه به‌دست‌آمده در سطوح معادن و واحدهای فرآوری سنگ، مطلوبیت مد نظر نهاد حمایتی داخل خوشه به حداکثر مقدار قابل قبول می‌رسد. بنابراین همان‌طور که نتایج نیز نشان می‌دهد، مدل پیشنهادی این پژوهش توانسته است رفتار ساختار تولیدی و شبکه نهادی درون خوشه‌های صنعتی را در فرایند قیمت‌گذاری محصول به‌صورت مطلوبی فرموله کند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

خوشه‌های صنعتی نهادهای اجتماعی - اقتصادی هستند که از تجمیع صنایع همکار و رقیب در یک منطقه جغرافیایی شبکه‌شده به‌وجود آمده‌اند و ارتباطات عمودی و افقی شامل پیوندهای

مشترک و قوی با هدف کمک به رشد اقتصادی منطقه دارند (استیمسون، ۲۰۰۶). در داخل هر خوشه صنعتی یک یا چند زنجیره تولیدی وجود دارد که فعالیت‌های آنها تحت نظر شبکه نهادی خوشه هدایت می‌شود. این پژوهش با تمرکز بر این ساختار ویژه خوشه‌های صنعتی به تعیین فرایندی برای قیمت‌گذاری محصولات در آنها پرداخته است. در مدل پیشنهادی ارائه‌شده، از مفهوم نظریه بازی‌ها در قالب بازی استکلبرگ استفاده شده است و به کمک مدل برنامه‌ریزی دوسطحی، الگوریتمی برای تعیین قیمت عمده‌فروشی فرآورده هر حلقه از زنجیره تولیدی خوشه ارائه شده است. به منظور آزمون مدل نیز خوشه صنعتی سنگ استان تهران بررسی شد و قیمت عمده‌فروشی انواع سنگ‌های خام و فرآوری‌شده در سطح تأمین‌کنندگان و تولیدکنندگان خوشه به دست آمد و در نهایت اثر تغییرات خروجی‌های مدل بر رفتار تصمیم‌گیرندگان نهاد خوشه سنگ مورد بررسی قرار گرفت.

مدل پیشنهادی این پژوهش به منظور ارائه ساختاری نوین در مسئله تعیین قیمت محصولات خوشه‌های صنعتی طراحی شده است تا فضای نسبتاً خالی موجود در ادبیات پژوهشی کار شده در بحث قیمت‌گذاری محصولات خوشه‌های صنعتی کمابیش پوشش داده شود. از این رو برای تحقیقات آتی پیشنهاد می‌شود در مدل‌سازی مسئله قیمت‌گذاری محصول در سطح پیرو، علاوه بر متغیرهای قیمت و کیفیت از سایر متغیرهای تصمیم مانند سطح موجودی، زمان تحویل، تبلیغات و غیره نیز استفاده شود یا در سطح پیشرو توصیه می‌شود حالات مختلف نگرش رهبر بازی نسبت به ریسک بررسی گردد و نتایج به دست آمده از مدل در سه حالت ریسک‌پذیری، ریسک‌گریزی و خنثی به ریسک‌بودن رهبر مقایسه شود. به کارگیری یک الگوریتم فراابتکاری برای حل مدل پیشنهادی و مقایسه نتایج به دست آمده با خروجی‌های مدل پژوهش حاضر نیز می‌تواند از تحقیقات آتی در این حوزه باشد. همچنین به منظور افزایش غنای مدل ارائه‌شده، پیشنهاد می‌گردد از نظریه مجموعه‌های فازی برای اعمال شرایط عدم قطعیت و اطمینان در تعیین استراتژی‌های تصمیم‌گیرندگان و افزایش دقت مدل ارائه‌شده استفاده شود.

References

- Abdoli, Gh., (2014). *Game Theory and its Applications: Static and Dynamic Games of Complete Information*, University of Tehran. (in Persian)
- Amoozad Mahdiraji, H. (2013). *Coordination of InventoPricing and Marketing Expenditure Decisions Three Level Supply Chain-Game Theoretic Approach*, PHD Thesis, Faculty of Management, Tehran University. (in Persian)

- Aust, G., Buscher, U. (2012). Vertical cooperative advertising and pricing decisions in a manufacturer–retailer supply chain: A game-theoretic approach, *European Journal of Operational Research*, 223, 473-482.
- Azari Khojaste, M. (2013). *Price competition between two supply chains under various supply chain's network structures using a game theoretic approach*, PHD Thesis, Faculty of Industrial Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran, (in Persian)
- Cai, G., Zhang, Z.G., Zhang, M., (2009), Game theoretical perspectives on dual-channel supply chain competition with price discounts and pricing schemes, *International journal of Production Economics*, 117, 80–96.
- Cooke, P., (2002b), Biotechnology clusters as regional, sectoral innovation systems, *International Regional Science Review*, 25(1), 8-37.
- Giri, B.C., Sharma, S., (2014), Manufacturer's pricing strategy in a two-level supply chain with competing retailers and advertising cost dependent demand, *Economic Modelling*, 38, 102-111.
- Gorgin, E. (2009) linear bi-level programming With the functions on multiple sequence, Master Thesis, Faculty of Industrial Engineering, Alzahra University. (in Persian)
- Holloway CA. (1979) Decision making under uncertainty. In: Models and choices, Englewood Cliffs, NJ Prentice-Hall. 401–402.
- Huang, Y., Huang, G.Q., Newman, S.T., (2011), Coordinating pricing and inventory decisions in a multi-level supply chain: A game-theoretic approach, *Transportation Research Part E*, 47, 115–129.
- Iranlo, M., Moarefi, A., Ashtiani, V., Soleimani, Gh. (2013) Manage the development of industrial clusters, Mehr Sajad Publisher. (in Persian)
- Jannatifar, H. (2012) Investigation about effective factor By Creation and Development of industrial cluster in Esfahan Province and Prioritize these factors under A.N.P method, Master Thesis, Faculty of Management, Islamic Azad University. (in Persian)
- Lee, W.J., Kim, D., (1993) Optimal and heuristic decision strategies for integrated product and marketing planning. *Decision Science*. 24 (6), 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*, 4(18), 424-432.

- Nobari, A. (2012). *Pricing in the Component Relations of a Closed-Loop Supply Chain by Using Game Theory Concept*, Master Thesis, Industrial Engineering Faculty, K.N. Toosi University of Technology. (in Persian)
- Parakash, P. (2012) *Enterprise and industrial risk management, Virginia Commonwealth University*, Chapter 3, 91-136.
- Pedro C. O., Hécio M. T., & Márcio L. P. (2011). Relationships, cooperation and development in a Brazilian industrial cluster. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 60(2), 115-131.
- Seifbarghy, M., Nouhi, Kh., Mahmoudi, A., (2015) Contract design in a supply chain considering price and quality dependent demand with customer segmentation, *International Journal of Production Economics*, 167, 108-118.
- 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*, 211, 263–273.
- Soleimani, Gh., Azizmohammadlo, H., Vahdat, S. (2014) *Business Clusters Development in Iran: Achievements and Practical Experiments*, Ainmahmoud Publisher. (in Persian)
- Souri, A. (2013), *Game Theory and Economic Applications*, Department of Economic Science, second edition. (in Persian)
- Stimson, R.J., Stough, R.R., Roberts, B.H. (2006). *Regional Economic Development: Analysis and Planning Strategy*. 2nd Edition, Springer ,Berlin, Chapter 2: The Regional Economic Development Movement :The Evolution of Strategy from Early to Contemporary Approaches, 53-104.
- United Nations Industrial Development Organisation, (2014) *UNIDO annual report*, United Nations Office at Vienna.
- Valizade, M. (2008) Knowledge management and the development of industrial clusters, *Tadbir Journal*, No. 186. (in Persian)
- 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*, 71, 347-361.
- Zandi, M. (2015) *Effective Factors in Sub-Quality Construction Stone*, 16th Stone YellowBook, Roshan Rooz Advertising Company. (in Persian)
- Zhao, J., Liu, W., Wei, J., (2013), Competition under manufacturer service and price in fuzzy environments, *Knowledge Based System*. 50, 121–133.

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

Zhou, C. Zhao, R. Tang, W., (2008), Two-echlon supply chain games in a fuzzy environment, *Computer and Industrial Engineering*. 55 (2), 390-405.

