Journal of Economic Research
Print ISSN: 0039-8969
Online ISSN: 2588-6118
Homepage: https://jte.ut.ac.ir
University of Tehran Press

Revenue Effects of Pricing Rule Changes in Cement Auctions of the Iran Mercantile Exchange

Gayaneh Nazer[a], **Mohsen Mehrara**[*,a], and **Mohammad Hossein Rahmati**[b]

a. Department of Theoretical Economics, Faculty of Economics, University of Tehran, Tehran, Iran.

b. Department of Economics, Faculty of Management and Economics, Sharif University of Technology, Tehran, Iran.

[*] Corresponding author.

Article Info

Article Type:
Research Article

Article History:
Received:
3 Feb. 2026
Revised:
18 May 2026
Accepted:
02 June 2026
Published:
28 June 2026

Keywords:
Agent Based Model, Auction, Discriminatory Auction, Uniform Price Auction.

JEL Classification:
C61, C70, D44, D47.

Abstract

In economics, auctions are among the most important methods for resource allocation. If designed appropriately, they can achieve the mechanism designer's objectives, such as efficiency in the price discovery process or revenue maximization. Currently, the Iran Mercantile Exchange (IME) is one of the country's most significant commodity trading platforms, utilizing auction mechanisms to allocate goods among buyers. Recently, a simultaneous auction method (a type of sealed-bid auction) has been proposed for the cement sector to replace the open auction. Despite the alteration in the auction framework, its pricing rule remains unchanged and continues to follow a discriminatory pricing rule. The objective of this study is to investigate whether a uniform or a discriminatory pricing rule yields higher revenues for sellers. To examine the effects of changing the auction method, this study employs an agent-based model along with auction data from October 2024. The results indicate that as the demand-to-supply ratio increases, or as competition intensifies within the auction, the revenue generated from the uniform price auction surpasses that of the discriminatory price auction.

Cite to this paper: Nazer, G., Mehrara, M., & Rahmati, M. H. (2026). Revenue Effects of Pricing Rule Changes in Cement Auctions of the Iran Mercantile Exchange. *Journal of Economic Research, 61*(2), 306-336.

© The Authors retain the copyright and full publishing rights.
Publisher: The University of Tehran Press.
DOI: https://doi.org/10.22059/jte.2026.409348.1009066

تحقیقات اقتصادی
شاپا الکترونیکی: ۲۵۸۸-۶۱۱۸
Homepage: https://jte.ut.ac.ir
انتشارات دانشگاه تهران

بررسی آثار درآمدی تغییر قواعد قیمتی در حراج‌های سیمان بورس کالای ایران

گایانه ناذر[۱]، محسن مهرآرا*[۱]، و محمدحسین رحمتی[۲]

۱. گروه اقتصاد نظری، دانشکده اقتصاد، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
۲. گروه اقتصاد، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شریف، تهران، ایران.
* نویسنده مسئول.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۱۴
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۲/۲۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۱۲
تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۴/۰۷

کلیدواژه‌ها:
الگوی مبتنی بر عامل،
حراج،
حراج به قیمت پیشنهادی،
حراج به قیمت یکسان.

طبقه‌بندی JEL:
C61, C70, D44, D47.

چکیده

در علم اقتصاد حراج یکی از مهمترین روش‌های تخصیص منابع است که در صورت طراحی درست، می‌تواند منجر به تحقق اهداف طراح نظیر کارایی فرآیند کشف قیمت یا بیشینگی درآمدها شود. بورس کالای ایران در حال حاضر یکی از مهمترین بسترهای معاملاتی کالایی در کشور است که به منظور تخصیص کالاها میان خریداران از روش حراج استفاده می‌کند. اخیراً روش حراج همزمان (نوعی حراج مخفی) در حوزه سیمان به منظور جایگزینی با حراج حضوری (نوعی حراج آشکار) پیشنهاد شده است. با وجود تغییر چارچوب حراج، قاعده قیمتی آن (قیمت تخصیص کالا) تغییر نکرده و پرداختی به ازای واحد، معادل قیمت پیشنهادی است. هدف مطالعه بررسی این موضوع است که کدام یک از حراج‌ها به قیمت پیشنهادی یا قیمت یکسان می‌تواند درآمد بیشتری را برای فروشندگان به همراه داشته باشد. به منظور بررسی آثار تغییر روش حراج از الگوی مبتنی بر عامل و داده‌های حراج مهرماه سال ۱۴۰۳ استفاده شده است. نتایج حاکی از این است که با افزایش نسبت تقاضا به عرضه یا تشدید رقابت در حراج، درآمد حاصل از حراج قیمت یکسان از درآمد حاصل از حراج به قیمت پیشنهادی بیشتر می‌شود.

استناد به مقاله: ناذر، گایانه، مهرآرا، محسن، و رحمتی، محمدحسین. (۱۴۰۵). بررسی آثار درآمدی تغییر قواعد قیمتی در حراج‌های سیمان بورس کالای ایران. *تحقیقات اقتصادی*، ۶۱(۲)، ۳۰۶-۳۳۶.

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.
© نویسندگان.
DOI: https://doi.org/10.22059/jte.2026.409348.1009066

مقدمه

این سوال که قیمت‌ها از کجا و چگونه پدید می‌آیند، از مسائل مهم علم اقتصاد بوده و سوالی است که پاسخ‌دهی به آن آغازگر مسیر مطالعاتی در حوزه حراج و در نهایت کسب جایزه نوبل در سال ۲۰۲۰ توسط دو اقتصاددان معروف میلگروم[۱] و ویلسون[۲] شد. در دنیای امروز حراج یکی از مهمترین روش‌های تخصیص منابع است که در صورت طراحی درست، می‌تواند منجر به تحقق اهداف طراح شامل کارایی[۳] فرآیند کشف قیمت یا بیشینگی درآمدهای حراج شود (کوسمیرزیک[۴]، ۲۰۱۰: ۷۴). طراحی درست سازوکار حراج‌ها با توجه به اهداف تعیین شده، سوال اصلی شاخه مطالعاتی حراج به عنوان زیرمجموعه‌ای از نظریه بازی‌هاست. طراحی سازوکار در حوزه حراج‌ها به دنبال ایجاد سازگاری انگیزه‌هاست[۵]. منظور از سازگاری انگیزه‌ها این است که سازوکارهای موجود در حراج طوری طراحی شوند که شرکت‌کنندگان به منظور بهتر کردن وضعیت خود «انگیزه» داشته باشند تا ترجیحات خود را بدون دروغ افشا کنند (سیهاک[۶]، ۲۰۰۸: ۸۸). در این راستا لازم است تا ضمن شناسایی عوامل موثر بر نتایج حراج، قواعدی برای طراحی انتخاب شوند که نتایج مدنظر طراح را به همراه داشته باشند.

بورس کالای ایران در حال حاضر یکی از مهمترین بسترهای معاملاتی کالایی در کشور است که در سال ۱۴۰۳ میزبان معاملاتی به ارزش ۲۴،۰۰۰ هزار میلیارد ریال بوده است. معاملات نام برده از طریق برگزاری انواع مختلف حراج‌ها در حوزه معاملات فیزیکی کالا یا اوراق بهادار مبتنی بر کالا رقم می‌خورد.

هدف این مطالعه، بررسی حراج‌های حوزه معاملات فیزیکی کالا در بورس کالاست. منظور از معاملات فیزیکی معاملاتی است که در آن جابجایی فیزیکی کالا صورت می‌گیرد و هدف از آن فروش محصولات تولیدی یا خرید مواد اولیه است. حراج‌های حوزه بازار فیزیکی بورس کالا موضوع این مطالعه حراج حضوری و همزمان است. این حراج‌ها به لحاظ ساختاری، زمان حراج و

---

1. Milgrom
2. Wilson
3. Efficiency
4. Kuśmierczyk
5. Incentive Compatibility
6. Cihak

میزان انتشار اطلاعات در حین حراج متفاوت از یکدیگرند. حراج حضوری نوعی حراج آشکار[1] با امکان مشاهده قیمت‌های پیشنهادی رقبا است. در این حراج شرکت‌کنندگان در مرحله اول باید قیمت پایه حراج را بپذیرند و در صورتیکه حجم تقاضایی که قیمت پایه را پذیرفته بیش از حجم عرضه باشد، حراج، وارد بازه زمانی ثابت ۶۰ ثانیه‌ای[2] رقابت می‌شود که در آن شرکت‌کنندگان شروع به ثبت قیمت‌های بالاتر به منظور خرید کالا می‌کنند. در مقابل حراج همزمان نوعی حراج مخفی[3] بدون امکان مشاهده قیمت رقباست که در آن شرکت‌کنندگان به طور مخفی اقدام به ارسال پیشنهادهای قیمتی خود برای بورس می‌کنند.

حراج‌های همزمان از دی ماه ۱۴۰۳ و به عنوان جایگزینی برای حراج‌های حضوری در حوزه معاملات سیمان معرفی شدند. این نوع از حراج‌ها از چندنظر در حوزه سیمان بهتر از حراج‌های حضوری عمل می‌کنند. اولاً از ثبت قیمت‌های واکنشی در حراج حضوری جلوگیری می‌کنند و ثانیا منجر به کوتاه‌تر شدن مدت حراج‌های سیمان با برگزاری موازی آنها می‌شود. در واقع با توجه به انواع زیاد سیمان مورد معامله در بورس کالا (حدود ۶۷۰ نماد معاملاتی با لحاظ نوع سیمان و عرضه‌کننده) برگزاری متوالی حراج‌های حضوری در چند روز از هفته، منجر به تطویل فرآیندهای معاملاتی می‌شد. به منظور کاهش زمان مذکور پیشنهاد برگزاری حراج‌های همزمان و موازی انواع سیمان ارائه شد.

ضرورت انجام چنین مطالعه‌ای این است که ضمن شناسایی راهبردهای شرکت‌کنندگان در حراج‌های مختلف، با عنایت به ویژگی‌های بازار هر کالا، حراجی انتخاب شود که اهداف طراح آن را (در این جا با فرض هدف بیشینگی درآمد) محقق سازد.

به منظور آشنایی بیشتر با داده‌هایی که به منظور پیشبرد مطالعه از آنها استفاده شده است، جدول (۱) ارائه شده است. جدول زیر آمار کلی از وضعیت حراج‌های سیمان پرتلند نوع ۲ رده ۴۲/۵ با بسته‌بندی کیسه ۵۰ کیلوگرمی در بورس کالا طی ۱ ماهه مهر ۱۴۰۳ را نشان می‌دهد. داده‌ها نشان می‌دهد که این نوع از سیمان در این بازه زمانی توسط ۳۶ تولیدکننده عرضه شده است و منجر به برگزاری ۱۴۲ مورد حراج شده است. تعداد خریداران (کارگزاران) در این حراج‌ها

---

[1]. Open Auction
[2]. Hard-Closing
[3]. Sealed Bid Auction

به‌طور متوسط ۵۳ مورد بوده و متوسط قیمت کشف شده نیز ۱۵ هزار ریال به ازای هر کیلوگرم است. طی این حراج‌ها به‌طور میانگین عرضه پاسخگوی حدود ۷۲ درصد از تقاضا بوده و بنابراین رقابت نیز بسیار بالا نبوده و به‌طور متوسط ۸/۱ درصد بوده است. این موضوع به آن معناست که قیمت نهایی کشف شده تقریبا ۸/۱ درصد از قیمت پایه تعیین شده در حراج بالاتر بوده است.

جدول ۱. آمار توصیفی حراج‌های سیمان بورس کالای ایران

متغیر	میانگین	انحراف معیار	حداکثر	حداقل	کل
تعداد حراج	–	–	–	–	۱۴۲
تعداد شرکت‌کنندگان	۵۲/۷	۳۱/۸	۱۳۶	۱	۲۵۶۵
درآمد حراج (میلیون ریال)	۹۲,۷۲۹	۷۴,۲۲۰	۳۴۷,۵۴۱	۱,۸۶۰	۱۳,۱۶۷,۶۴۲
نسبت فروش به تقاضا	۰/۷۲	۰/۱۸	۰/۹۹	۰/۲۴	–
درصد رقابت	۸/۱	۸/۴	۶۵/۶	۰	–
قیمت پایانی حراج (ریال به ازای کیلوگرم)	۱۵,۰۲۳	۲,۱۹۱	۲۴,۴۰۸	۱۰,۴۵۵	
تعداد عرضه‌کنندگان	–	–	–	–	۳۶

منبع: آمار معاملات بورس کالای ایران.

بنابراین سوال اصلی پژوهش این است که کدام یک از حراج‌های به قیمت پیشنهادی یا یکسان درآمدهای بیشتری را برای عرضه‌کننده رقم می‌زنند؟

مطابق با بررسی‌های انجام شده به نظر می‌رسد این مطالعه حاضر جزو اولین مطالعات داخلی با رویکرد کمی در حوزه حراج است و در حوزه مطالعات خارجی نیز، این مطالعه، از دو جنبه دارای نوآوری است:

۱- در حراج‌های حضوری بورس کالا، مزیت با شرکت‌کننده‌ای است که بتواند پس از مشاهده تمامی قیمت‌ها و با کسب اطلاعات از آن‌ها، آخرین قیمت را خود و در کسری از آخرین ثانیه‌های حراج ثبت کند. در این راستا یکی از نوآوری‌های پژوهش این است که شرکت‌کنندگان مورد مطالعه به دو دسته تقسیم می‌شوند و با توجه به معادلات توضیح داده شده در قسمت روش

پژوهش، اسنایپر[۱] یا غیراسنایپر بودن قابلیت الگوسازی و پیشبینی با توجه به داده‌های موجود را دارد. لازم به ذکر است در این حوزه، طبق بررسی انجام شده مطالعه‌ی خارجی با چنین دسته‌بندی‌ای بین شرکت‌کنندگان مشاهده نشده است.

۲- شرکت‌کنندگان با ثبت قیمت در لحظات نهایی این ریسک را می‌پذیرند که قیمت پیشنهادی آنها توسط سامانه معاملاتی دریافت نشود. مطابق با داده‌های بورس کالا به‌طور متوسط بین ۳ تا ۱۰ درصد از قیمت‌های ارسالی توسط شرکت‌کنندگان توسط سامانه دریافت نمی‌شود. این موضوع نیز با تعریف مطلوبیت به‌صورت انتظاری در حراج‌ها در نظر گرفته شده است. چنین موضوعی مطابق بررسی‌های انجام شده در مطالعات خارجی در نظر گرفته نشده است که دلیل اصلی آن به عدم ثبت قیمت‌های خارج از زمان حراج توسط سامانه‌های معاملاتی بازمی‌گردد.

به منظور بررسی و مقایسه انواع حراج‌های نام برده از یک الگوی چندبخشی استفاده شده است که در بخش اول با استفاده از یک الگوی ساختاری، ارزش ذهنی شرکت‌کنندگان با توجه به داده‌های قیمتی موجود از حراج‌های حضوری به دست می‌آید و سپس با استفاده از یک الگوی مبتنی بر عامل قیمت پیشنهادی آنها در ساختار حراج مخفی به قیمت پیشنهادی و یکسان پیش‌بینی می‌شود. معادلات مربوطه در قسمت روش پژوهش توضیح داده شده‌اند.

سایر بخش‌های مطالعه به این صورت است که در بخش دوم به معرفی مبانی نظری پرداخته می‌شود، در بخش سوم پیشینه پژوهش، بخش چهارم روش پژوهش و نهایتاً نتایج ارائه می‌گردد.

مبانی نظری

به منظور بررسی حراج‌ها به چند شاخصه اصلی آن‌ها باید توجه داشت که به شرح زیر است:

---

[۱]. منظور از اسنایپر شخصی است که اسنایپینگ انجام می‌دهد. به این معنا که به منظور جلوگیری از واکنش رقبا، در لحظات نهایی حراج اقدام به ثبت قیمت پیشنهادی خود می‌نماید. این موضوع ریسک عدم ثبت قیمت در سامانه معاملاتی را ایجاد می‌کند.

۱) نوع کالای مورد معامله به لحاظ تک‌محموله‌ای[1] یا چندمحموله‌ای[2]: کالاهای تک‌محموله‌ای کالاهایی هستند که به صورت یکجا به فروش می‌رسند و تنها می‌توانند دارای یک برنده در حراج باشند. در مقابل کالاهای چندمحموله‌ای کالاهایی هستند که می‌توانند چندین برنده داشته باشند و اصطلاحا کالا قابلیت تقسیم شدن میان تعدادی از برندگان را دارد.

۲) ساختار حراج به لحاظ آشکار یا مخفی بودن: منظور از آشکار یا مخفی بودن حراج این است که آیا شرکت‌کنندگان قابلیت مشاهده قیمت‌های سایر رقبا را دارند یا خیر. در صورتی که قیمت‌های پیشنهادی حین حراج بر روی تابلو نمایش داده شود، در این حالت حراج آشکار بوده و در غیر این صورت مخفی است. حراج‌های حضوری بورس کالای ایران نوعی حراج آشکار است. حراج‌های آشکار از نظر زمانی به دو دسته زمان محدود[3] و زمان قابل تمدید[4] تقسیم می‌شوند. حراج با زمان محدود به این معناست که بازه زمانی مشخصی برای رقابت شرکت‌کنندگان در نظر گرفته می‌شود و با اتمام این زمان فرصت رقابت نیز به پایان می‌رسد. اما در حراج‌ها با زمان قابل تمدید، با ثبت قیمت جدید در لحظات نهایی، مهلت حراج تمدید می‌شود. این موضوع از پدیده‌ای به نام اسنایپینگ[5] جلوگیری می‌نماید. اسنایپینگ در حراج‌های با زمان محدود اتفاق می‌افتد و به این صورت است که شرکت‌کنندگان به منظور از بین رفتن فرصت واکنش رقبا و همچنین عدم افشای اطلاعات قیمتی خود، منتظر ثانیه‌های نهایی حراج مانده و در این لحظات قیمت خود را ثبت می‌کنند (بکاس[6] و همکاران، ۲۰۱۵: ۵). به عبارت دیگر با شروع حراج شرکت‌کنندگان پیشنهادی را ثبت نمی‌کنند تا زمانیکه حراج روبه اتمام باشد. در لحظات نهایی همانند عملکرد اسنایپر، قیمت خود را ارسال می‌کنند. با پیشرفت تکنولوژی، این عمل غالبا از طریق نرم‌افزارها و ربات‌های خودکار[7] انجام می‌شود که می‌توانند پیشنهادها را در کسری از ثانیه ارسال کنند. از منظر نظریه بازی‌ها، اسنایپینگ یک پاسخ راهبردی و منطقی به قوانین حراج‌های با زمان محدود است؛ هرچند ریسک‌هایی نظیر تاخیر در شبکه و عدم ثبت نهایی پیشنهاد را نیز برای کاربر به همراه دارد (راث

---

1. Single Unit Auction
2. Multi-Unit Auction
3. Hard Closing
4. Soft Closing
5. Sniping
6. Backus
7. Sniping Bots

و اوکنفلس[1]، ۲۰۰۲: ۱۰۹۴). با وجود اینکه چنین عملی می‌تواند منجر به عدم دریافت پیشنهاد توسط سامانه شود، اما همواره این انگیزه در حراج‌های با زمان محدود در میان شرکت‌کنندگان وجود خواهد داشت.

۳) قواعد قیمتی حراج: حراج‌های مورد بررسی در این مطالعه، حراج‌های سیمان بورس کالاست که نوعی حراج چندمحموله‌ای به شمار می‌روند و بنابراین در این قسمت دو نوع از قواعد قیمتی مرتبط معرفی می‌شوند.

الف- حراج به قیمت پیشنهادی[2]: مطابق با این قاعده قیمتی برندگان حراج پیشنهادهای قیمتی خود را پرداخت می‌کنند (هوبارد و پارش[3]، ۲۰۱۵: ۱۲۲). در واقع پس از اتمام بازه زمانی ثبت پیشنهادهای قیمتی، حراج‌گزار پیشنهادهای قیمتی و مقداری ثبت‌شده را بررسی کرده و آن‌ها را با مقدار عرضه مقایسه می‌کند. سپس برندگان حراج را تعیین می‌کند و کالا به قیمت‌های پیشنهادی میان برندگان تخصیص داده می‌شود. چنین قاعده قیمتی باعث می‌شود که شرکت‌کنندگان ارزش ذهنی واقعی خود را افشا نکرده و اقدام به کاهش قیمت ثبتی نسبت به ارزش ذهنی خود نمایند. دلیل آن، این موضوع است که اگر ارزش ذهنی خود را ثبت کنند، در صورت برنده شدن، کل مازاد رفاه خود را از دست داده و سود آن‌ها صفر می‌شود.

ب- حراج قیمت یکسان[4]: در صورت استفاده از قاعده قیمتی یکسان، حراج‌گزار ابتدا با اولویت‌بندی قیمتی شرکت‌کنندگان و مقایسه عرضه با تقاضا، لیست برندگان حراج را تعیین می‌کند، اما در نهایت آنچه به عنوان پرداختی برندگان تعیین می‌شود، پیشنهادهای قیمتی آن‌ها نبوده بلکه «قیمت تسویه بازار» یا بالاترین قیمت بازنده است (هوبارد و پارش، ۲۰۱۵: ۱۲۲). در این نوع از حراج‌ها در صورتیکه امکان ثبت قیمت‌های مختلف به ازای واحدهای مختلف تقاضا وجود داشته باشد، قیمت برای واحد اول تقاضا برابر با ارزش ذهنی بوده و برای سایر واحدها کمتر از ارزش ذهنی خواهد بود (برسکی[5]، ۲۰۰۸: ۸).

---

1. Roth and Ockenfels
2. Discriminatory/Pay as Bid Auction
3. Hubbard and Paarsch
4. Uniform Price Auction
5. Bresky

همان‌طور که در بخش قبلی گفته شد در ادبیات جهانی اهداف طراحی حراج عموما در دو دسته قرار می‌گیرند:

۱- تضمین بیشینگی عایدی حراج: منظور از حراج با بیشینه عایدی، طراحی سازوکاری است که درآمد فروشنده را حداکثر سازد. در حراج‌های تک‌محموله‌ای و تحت قضیه برابری عملکرد [1]چهار نوع حراج انگلیسی[2]، هلندی[3]، ویکری[4] و مخفی قیمت اول[5] دارای عایدی انتظاری یکسانی هستند. در حراج‌های چندمحموله‌ای لزوما قضیه برابری عملکرد برقرار نیست.

۲- تضمین کارایی پارتو: طبق این معیار آنچه برای تخصیص کالای مورد حراج حائز اهمیت است تمایل به پرداخت شرکت‌کنندگان بوده و در واقع کالای مورد حراج باید به شخصی تخصیص پیدا می‌کند که حاضر به پرداخت بیشترین مبلغ باشد. البته لازم به ذکر است که بسته به برگزارکننده حراج یا کالای مورد حراج ممکن است از یکی از اهداف چشم‌پوشی شود یا آن هدف کم‌اهمیت‌تر تلقی شود.

پیشینه پژوهش

مطالعه هورتاچسو و مک‌آدامز[6] (۲۰۱۰) بررسی می‌کند که در حراج‌های اوراق قرضه دولت ترکیه برای بازه زمانی ۱۹۹۱ تا ۱۹۹۳ حرکت از قاعده قیمتی پیشنهادی به سمت قاعده قیمتی یکسان چه مقدار می‌توانست درآمدهای دولت و مازاد رفاه شرکت‌کنندگان را تحت تأثیر قرار دهد. نتیجه‌ای که این از مطالعه حاصل می‌شود این است که حراج‌های به قیمت پیشنهادی عملکردی نزدیک به کارایی کامل دارند و حرکت به سمت حراج‌های قیمت یکسان نمی‌تواند درآمدهای حراج را افزایش دهد.

1. Revenue Equivalence Theorem
2. English Auction
3. Dutch Auction
4. Vickrey Auction
5. First Price Sealed Bid Auction
6. Hortacsu and McAdams

هایلو و ثویر[1] (۲۰۱۰) در مقاله‌ای به بررسی آثار قواعد مختلف قیمتی بر پیشنهادهای ارائه شده در مناقصات می‌پردازند. مقاله به منظور انجام این کار از الگوی ABM استفاده کرده است. آنچه در الگوی ABM و با استفاده از الگوریتم یادگیری ژنتیکی به دست می‌آید، پارامترهای منحنی عرضه (جفت قیمت و مقدار عرضه) مورد ارائه در حراج است. چهار گروه شرکت‌کننده با ساختار هزینه و ظرفیت تولید مختلف در این مطالعه در نظر گرفته می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که در حراج به قیمت پیشنهادی شرکت‌کنندگان پیشنهادهای قیمتی بالاتری را نسبت به هزینه‌های واقعی خود ارائه می‌دهند[2]، در حالی که در قواعد قیمتی ویکری و یکسان، قیمت‌ها واقعی‌تر است. لازم به ذکر است که این مقاله از داده‌های حراج‌های واقعی استفاده نکرده است بلکه خود، داده‌هایی را مطابق با چهار گروه تعریف شده تولید کرده است.

هایلو[3] و همکاران (۲۰۱۱) به دنبال پاسخ‌دهی به این سوال هستند که کدام یک از ویژگی‌های طراحی مناقصه شامل گستره فعالیت‌های حفاظتی مجاز در حراج، بودجه دولتی در نظر گرفته شده، قاعده قیمتی (قیمت پیشنهادی یا یکسان) و الگوی مشارکت درون‌زا باعث بیشترین بهره‌وری بودجه‌ای در مناقصات حفاظت محیط زیست می‌شوند. در واقع مناقصه به این شکل است که دولت بودجه‌ای را به منظور انعقاد قراردادها در حوزه حفاظتی در نظر می‌گیرد. شرکت‌کنندگان شروع به ثبت پیشنهادهای خود می‌کنند و دولت آن‌ها را با توجه به نسبت فایده به محیط زیست و هزینه تحمیل شده به دولت، رتبه‌بندی می‌کند و در نهایت برندگان را تعیین می‌کند. این الگو، روابط هزینه–فعالیت را بر پایه داده‌های مناقصات واقعی در استرالیا بازسازی می‌کند و سپس محیط‌های مختلف حراج را تکرار کرده و اثرات متقابل یادگیری، رقابت و تغییر مشارکت را بررسی می‌کند. نتایج نشان می‌دهد بودجه کمتر (رقابت بیشتر) موجب افزایش کارایی و در مقابل مشارکت درون‌زا (خروج پس از شکست) باعث کاهش کارایی می‌شود. مهم‌ترین یافته آن است که قاعده قیمتی یکسان به‌طور معناداری کاراتر از قاعده قیمتی پیشنهادی است (۱۵ تا ۵۵ درصد کارایی بیشتر).

---

1. Hailu and Thoyer
2. Overbidding
3. Hailu

آناتولیتیس و ولیش[1] (۲۰۱۷) به دنبال بررسی این موضوع هستند که کدام نوع حراج به قیمت پیشنهادی یا یکسان، عملکرد کاراتری در حراج‌های انرژی تجدیدپذیر آلمان دارند. در این حراج‌ها تعیین می‌شود که از کدام یک از تولیدکنندگان انرژی تجدیدپذیر، در مقابل چه مقدار انرژی تولیدی و به چه مبلغی باید حمایت مالی صورت گیرد. در این مقاله از الگوهای ABM در محیط Python/Mesa برای شبیه‌سازی حراج‌های آلمان استفاده شده است. هر نوع عامل، ظرفیت و ساختار هزینه متفاوتی، مطابق با داده‌های واقعی پروژه‌های انرژی بادی در آلمان دارد. ساختار حراج چندمرحله‌ای بوده و تنها کسانی وارد مراحل بعدی می‌شوند که پروژه آن‌ها در مرحله اول برنده نشده باشد (شانس دوباره برای رقابت). الگوریتم یادگیری، به این صورت است که عامل‌ها از نتایج قبلی یاد می‌گیرند و میانگین قیمت تسویه بازار را در تصمیم‌گیری حراج‌های آتی لحاظ می‌کنند. نتایج حاکی از این است که در هر دو نوع حراج، قیمت‌ها (حمایت‌های درخواستی از دولت) در طول زمان کاهش می‌یابد، که ناشی از کاهش هزینه‌های تولید است. استفاده از حراج به قیمت پیشنهادی طی ۲۰ سال، حدود ۲/۳۶ درصد صرفه‌جویی در هزینه‌های حمایتی دولت (حدود ۲۵۳ میلیون یورو) ایجاد می‌کند.

سانتوس[2] و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی این موضوع می‌پردازند که نیاز به انجام سرمایه‌گذاری‌های خاص توسط صاحبان زمین چه اثری بر کارایی حراج‌های پرداخت‌های زیست‌محیطی دارد. آنچه مورد بررسی قرار می‌گیرد، نحوه ارائه پیشنهادهای قیمتی توسط بهره‌برداران زمین در مالاوی در حراج‌های پرداخت‌های زیست‌محیطی (مشوق‌های حمایت از محیط زیست) برای انجام برخی هزینه‌های خاص (نظیر کاشت درختان تعیین شده) که تنها برای برنامه حفاظت از محیط زیست بوده (سرمایه‌گذاری خاص) و کارایی دیگری برای بهره‌برداران ندارد. نویسندگان با استفاده از داده‌های تجربی از مالاوی یک الگوی ABM می‌سازند که در آن بهره‌برداران زمین از طریق شبکه‌های اجتماعی اطلاعات دریافت می‌کنند، انتظاراتشان از سقف پرداخت‌ها را به‌روزرسانی می‌کنند و در طول زمان یاد می‌گیرند چگونه پیشنهاد دهند. نتایج مقاله نشان می‌دهد که در صورت وجود نرخ تنزیل بالا برای بهره‌برداران، کارایی تخصیص قراردادهای

[1]. Anatolitis and Welisch
[2]. Santos

کوتاه‌مدت از طریق حراج‌های تکرارشونده بیشتر از قراردادهای بلندمدت است. همچنین به دلیل تثبیت مجموعه‌ای کوچک از برندگان که در نتیجه وجود سرمایه‌گذاری‌های خاص در حراج‌های تکرارشونده اتفاق می‌افتد، افق روشن‌تری از حفاظت زیست‌محیطی در بلندمدت ایجاد می‌شود.

آلبریزی[1] و همکاران (۲۰۲۴) این پرسش را مطرح می‌کند که بازار برق در معاملات بین‌روزی[2] چگونه در عمل شکل می‌گیرد و آیا می‌توان رفتار واقعی بازیگران (نیروگاه‌های حرارتی و بادی) و مسیر قیمت را با یک الگوی مبتنی بر عامل بازتولید کرد. این پژوهش برای اولین بار مکانیزم واقعی دفتر سفارش[3] پیوسته و قاعده اولویت قیمت–زمان[4] در تخصیص را به‌طور کامل شبیه‌سازی می‌کند و هم‌زمان اطلاعات بیرونی (پیش‌بینی باد)، رخدادهای غیرمنتظره و رفتار متفاوت نیروگاه‌های قابل‌برنامه‌ریزی و غیرقابل‌برنامه‌ریزی را وارد تصمیم‌گیری عامل‌ها می‌کند. داده‌های مقاله مبتنی بر تحلیل آماری سفارش‌های تاریخی بازارهای برق آلمان، اسپانیا و ایتالیا است تا راهبردهای عامل‌ها بر اساس رفتار واقعی بازیگران کالیبره شود. نتایج نشان می‌دهد که الگو به‌خوبی ویژگی‌های کلیدی بازار واقعی را بازتولید می‌کند: تجمع سفارش‌ها در زمان‌های نزدیک به تحویل، اثر مستقیم پیش‌بینی باد بر قیمت، افزایش معاملات پیش از زمان تحویل، کارایی ضعیف بازار و واکنش شدید بازار به خروج اضطراری نیروگاه‌ها. همچنین، الگو نشان می‌دهد که افزایش باد باعث کاهش قیمت و خاموش شدن نیروگاه‌های گران و کاهش باد موجب افزایش ناگهانی قیمت و خرید برق از نیروگاه‌های حرارتی توسط نیروگاه‌های بادی می‌شود.

پژوهش کیم و کیم[5] (۲۰۲۵) با این سؤال آغاز می‌شود که چگونه می‌توان برای حراج فرکانس‌های مخابراتی در کره جنوبی، یک سیاست بهینه برای تعیین قیمت آغازین ارائه کرد تا منافع دولت و رقابت سالم حفظ شود. داده‌های مورد استفاده شامل نتایج واقعی حراج طیف ۳/۵ گیگاهرتز در سال ۲۰۱۸، درآمد سالانه اپراتورها، ظرفیت بودجه و ساختار رسمی حراج است که برای کالیبراسیون الگو استفاده می‌شود. روش کار شامل شبیه‌سازی رفتار شرکت‌کنندگان در چندین سناریوی قیمت آغازین و به‌کارگیری یک الگوی بهینه‌سازی مبتنی بر شبیه‌سازی برای

---

1. Alberizzi
2. Intraday
3. Order Book
4. Price–Time Priority
5. Kim and Kim

یافتن قیمت بهینه است. نتایج نشان می‌دهد که قیمت آغازین ۸۵/۲۴ میلیون دلار برای هر بلوک بهترین گزینه برای دستیابی به تعادلی پایدار (شامل تخصیص ۱۰ بلوک به اپراتور تهاجمی، ۱۰ به متوسط و ۸ به محافظه‌کار) و جلوگیری از فشار مالی یا انحصار است. مقاله نتیجه می‌گیرد که رویکرد ABS می‌تواند ابزاری کارآمد برای طراحی سیاست‌های حراج در بازارهای مخابرات و تصمیم‌گیری دولت باشد.

عمده تمرکز مطالعات نام‌برده در حوزه نحوه تنظیم مقررات حراج (تعیین قاعده قیمتی شامل یکسان یا پیشنهادی، قیمت آغازین حراج و ...) بوده است. اما گاه عوامل محیطی می‌توانند آثار قابل ملاحظه‌ای را بر نتایج حراج داشته باشند. از جمله مطالعاتی که به بررسی این عوامل پرداخته‌اند، می‌توان به زیتمر[1] (۲۰۰۶) اشاره کرد. این مقاله در حوزه حراج‌های MP3 Player و DVD فیلم‌ها در وبسایت ای–بی[2] در سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۰۲ اقدام به بررسی این موضوع می‌کند که وجود حراج‌های کالاهای مشابه در فاصله‌های زمانی کوتاه از حراج کالای مورد نظر، چه اثری بر قیمت پیشنهادی توسط شرکت‌کنندگان دارد. این مطالعه در قالب دو روش الگوی ساختاری و فرم خلاصه‌شده نشان می‌دهد که به‌دلیل شکل‌گیری انتظارات آینده‌نگر[3] حتی در صورت وجود حراج مخفی قیمت دوم (که مطالعات قبلی از آن تحت عنوان آشکارکننده تمایل به پرداخت واقعی شرکت‌کنندگان نام می‌برند)، شرکت‌کنندگان قیمت‌هایی کمتر از ارزش واقعی ذهنی خود را اعلام می‌کنند.

لو[4] و همکاران (۲۰۱۹) با الگوی پایه‌ای ارائه شده توسط زیتمر (۲۰۰۶) اقدام به بررسی این موضوع می‌کنند که در حراج‌های چندمحموله‌ای گل‌ها به روش هلندی در بازه زمانی سپتامبر تا اکتبر ۲۰۱۴ در هلند، وجود چند مرحله حراج گل‌های مشابه چگونه می‌تواند نتایج حراج را تحت تأثیر قرار دهد و در چنین شرایطی حداقل خرید بهینه تعیین شده توسط حراج‌گزار چه مقدار باید باشد. نتایج این مقاله نشان می‌دهد که تغییر حداقل خرید به‌صورت پویا در طول حراج توسط حراج‌گزار راهکار بهینه نیست و قرار دادن یک حداقل خرید ثابت برابر با ۷ گل باعث افزایش سه

---

1. Zeithammer
2. eBay
3. Forward Looking Bidders
4. Lu

درصدی درآمد می‌شود، ضمن اینکه تعداد مراحل حراج نیز با افزایش زیادی نسبت به سایر سناریوهای مورد بررسی مواجه نمی‌شود.

در حوزه اثرگذاری عوامل محیطی بر نتایج حراج، مقاله هورتاچسو و کسل[1] (۲۰۱۲) به بررسی اثر اطلاعات قیمتی کسب شده حین حراج بر سود شرکت‌کنندگان می‌پردازند. نویسندگان این موضوع را با استفاده از داده‌های حراج اوراق قرضه دولت کانادا برای سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۳ مورد بررسی قرار می‌دهند. در این نوع از حراج‌ها کارگزاران می‌توانند هم برای شخص خود و هم برای مشتریان اقدام به ثبت سفارش‌های قیمتی کنند. مطالعه با استفاده از الگوی ساختاری نشان می‌دهد، اطلاعاتی که کارگزاران با مشاهده سفارش‌های قیمتی مشتریان کسب می‌کنند، می‌تواند بین ۱۳ تا ۲۷ درصد سود انتظاری کارگزاران در حراج‌ها را توضیح دهد.

همان‌طور که از مباحث مطرح شده مشهود است، هدف عمده مطالعات در دو دسته کارایی و بیشینگی درآمد قرار می‌گیرد. به عنوان نمونه مطالعات هایلو و ثویر (۲۰۱۰)، آناتولیتیس و ولیش (۲۰۱۷)، سانتوس و همکاران (۲۰۲۱) در حوزه کارایی و مطالعه کیم و کیم (۲۰۲۵) و هایلو و همکاران (۲۰۱۱) در حوزه بیشینگی درآمد یا کمینگی هزینه‌هاست. با این حال این مطالعات عمدتاً در حوزه کالاها و خدمات تک‌محموله‌ای یا اوراق قرضه دولتی انجام شده‌اند. آنچه در مطالعه حاضر مدنظر قرار گرفته است، پیشبینی راهبرد بازیگران در حراج‌های چندمحموله‌ای و در شرایطی است که برخی از شرکت‌کنندگان ممکن است اسنایپر یا غیراسنایپر باشند. مطابق بررسی‌ها، این روش از تقسیم‌بندی به منظور بررسی حراج حتی در حوزه حراج‌هایی که اسنایپینگ می‌تواند رخ دهد، یافت نشده است. چنین دسته‌بندیی از بازیگران با الگوی پایه‌ای الگوی زیتمر (۲۰۰۶) ادغام شده و الگوی جدیدی را به منظور بررسی حراج‌های روزانه بورس کالا در حوزه کالاهای صنعتی ایجاد کرده است.

روش‌شناسی

الگوی به‌کارگرفته شده در این مطالعه دارای دو بخش اصلی است:

[1]. Hortacsu and Kastl

۱- استخراج ارزش ذهنی شرکت‌کنندگان با توجه به داده‌های مربوط به پیشنهادهای قیمتی در حراج‌های حضوری سیمان بورس کالا؛

۲- استفاده از ارزش ذهنی به دست آمده به منظور پیشبینی نحوه ارائه پیشنهادهای قیمتی در قالب الگوی مبتنی بر عامل در حراج‌های مخفی و مقایسه دو حراج به قیمت پیشنهادی و یکسان.

به منظور استخراج ارزش ذهنی شرکت‌کنندگان از داده‌های حراج‌های حضوری سیمان پرتلند نوع ۲ رده ۴۲/۵ با بسته‌بندی ۵۰ کیلوگرمی برای مهرماه سال ۱۴۰۳ استفاده شده است. در واقع ابتدا ارزش ذهنی شرکت‌کنندگان با استفاده از قیمت‌های پیشنهادی استخراج شده است. سپس توزیع ارزش ذهنی به صورت تجربی محاسبه شده است. از توزیع به دست آمده برای تخمین پیشنهادها در قالب حراج مخفی به قیمت پیشنهادی و یکسان استفاده شده است. سپس به منظور مقایسه حراج مخفی به قیمت پیشنهادی و یکسان، با استفاده از روش مونت‌کارلو[1] نمونه‌گیری شده که نتایج مقایسه‌ای حاصل از این قسمت در بخش نتایج گزارش شده است.

الگوی ساختاری حراج حضوری جهت استخراج ارزش ذهنی شرکت‌کنندگان

حراج حضوری دارای دو نوع شرکت‌کننده اسنایپر و غیراسنایپر است. منظور از اسنایپر شخصی است که در لحظات نهایی اقدام به ثبت قیمت می‌کند و غیراسنایپر شخصی است که به دلیل ریسک از دست رفتن قیمت پیشنهادی، قیمت خود را در حین حراج و قبل از لحظات نهایی ثبت می‌کند. در صورتی که شخصی اسنایپر باشد، حداقل یک بار در ابتدای حراج و یکبار در ثانیه‌های انتهایی حراج قیمت ثبت می‌کند. دلیل اینکه تنها یک بار در آخر حراج قیمت ثبت نمی‌کند، این است که همواره این احتمال وجود دارد که قیمت آخر توسط سامانه دریافت نشود و ثبت قیمت در ابتدای حراج به منزله بیمه شرکت‌کننده است. به عبارت دیگر جهت ایجاد چارچوب الگوسازی، بازه زمانی ۶۰ ثانیه‌ای حراج به دو بازه زمانی تقسیم می‌شود: قبل از ثانیه ۵۵ و بعد از ثانیه ۵۵. اسنایپرها حداقل یکبار قبل از ثانیه ۵۵ و یکبار بعد از ثانیه ۵۵ قیمت خود را ثبت می‌کنند. غیراسنایپرها فقط قبل از ثانیه ۵۵ سفارش خود را ثبت می‌کنند.

[1]. Monte Carlo Method

با توجه به ملاحظات فوق، الگوسازی حراج را می‌توان یک بازی دو مرحله‌ای در نظر گرفت. شرکت‌کنندگان در اول بازی باید تعیین کنند که می‌خواهند اسنایپر باشند یا غیراسنایپر. معادله زیر برای حالت بی‌تفاوتی میان اسنایپینگ و عدم اسنایپینگ صادق است (معادلات این قسمت برگرفته از مقاله هورتاچسو و مک‌آدامز (۲۰۱۰) است):

$$(v - b_{1,n}) * G_{1,n} = p[(v - b_{1,s}) * G_{1,s}] + (1 - p)[(v - b_{2,s}) * G_{2,s}] \quad (۱)$$

سمت چپ معادله پیامد بازیگر را در حالتی نشان می‌دهد که بازیگر (شرکت‌کننده) غیراسنایپر باشد. اگر این سمت معادله بزرگتر باشد، بازیگر غیراسنایپر بودن را انتخاب خواهد کرد. در این حالت شخص قبل از ثانیه ۵۵ بهترین قیمت خود یعنی $b_{1,n}$ را (در ادامه استخراج می‌شود) ثبت می‌کند و دیگر نگران ثبت یا عدم ثبت آن در لحظات نهایی توسط سامانه نیست. در سمت چپ $G_{1,n}$ نشان‌دهنده احتمال برد غیراسنایپر با توجه به قیمت ثبتی و v نشان‌دهنده ارزش‌گذاری ذهنی بازیگر است. سمت راست معادله نشان‌دهنده پیامد بازیگر در صورت انجام اسنایپینگ است. با انجام اسنایپینگ با احتمال p قیمت ثبتی پس از ثانیه ۵۵ توسط سامانه دریافت نمی‌شود و همان قیمت قبلی ثبت شده در سامانه یعنی $b_{1,s}$ که کمتر از بهترین قیمت پیشنهادی توسط بازیگر است، ملاک قرار می‌گیرد. با احتمال $1 - p$ قیمت توسط سامانه ثبت می‌شود. به عبارت دیگر قیمتی که پیامد بازیگر اسنایپر را تعیین می‌کند، به احتمال p قیمت اول ثبتی او و به احتمال $1 - p$ قیمت ثبتی دوم اوست. در سمت راست معادله $G_{1,s}$ و $G_{2,s}$ نشان‌دهنده احتمال برد به ترتیب برای $b_{1,s}$ و $b_{2,s}$ است که در معادله (۱۲) به صورت تابع توزیع تجمعی تعریف شده‌اند.

با توجه به ماهیت پویای این بازی، برای حل آن از روش بازگشتی استفاده می‌شود. به این معنا که به منظور حل بازی و محاسبه قیمت‌های $b_{1,s}$ و $b_{2,s}$ برای اسنایپر، بازی را باید از مرحله دوم آغاز کرد و سپس به مرحله اول رسید. در مرحله دوم بازی، بازی تنها برای اسنایپرها ادامه دارد. در این مرحله اسنایپرها مطلوبیت خود را به صورت زیر حداکثر می‌کنند. لازم به ذکر است در مرحله دوم تنها متغیر تصمیم برای اسنایپرها $b_{2,s}$ است.

$$\pi_s = p(v_s - b_{1,s})G_{1,s} + (1 - p)(v_s - b_{2,s})G_{2,s} \quad (۲)$$

$$\frac{\partial \pi_s}{\partial b_{2,s}} = -(1 - p)G_{2,s} + g_{2,s}(1 - p)(v_s - b_{2,s}) \quad (۳)$$

$$b_{2,s} = v_s - \frac{G_{2,s}}{g_{2,s}} \quad (۴)$$

حال به صورت بازگشتی به مرحله اول بازی می‌رسیم. زمانی که شخص در مرحله اول می‌خواهد در مورد ادامه بازی تصمیم بگیرد، آنچه پیش رو دارد به شرح زیر است.

در صورتی که شخص غیراسناپیر باشد:

$$\pi_n = (v_n - b_{1,n}) * G_{1,n} \quad (۵)$$

$$\frac{\partial \pi_n}{\partial b_{1,n}} = -G_{1,n} + g_{1,n}(v_n - b_{1,n}) = 0 \quad (۶)$$

برای تعیین $b_{1,n}$ خواهیم داشت:

$$b_{1,n} = v_n - \frac{G_{1,n}}{g_{1,n}} \quad (۷)$$

و در صورتی که شخص اسناپیر باشد:

$$\pi_s = p(v_s - b_{1,s})G_{1,s} + (1-p)(v_s - b_{2,s})G_{2,s} \quad (۸)$$

$$\frac{\partial \pi_s}{\partial b_{1,s}} = -pG_{1,s} + g_{1,s}p(v_s - b_{1,s}) \quad (۹)$$

$$b_{1,s} = v_s - \frac{G_{1,s}}{g_{1,s}} \quad (۱۰)$$

برای تعیین قیمت دوم شخص اسناپیر هم قبلا مشتق گرفته شده و آن را به‌صورت زیر به‌دست آورده‌ایم:

$$b_{2,s} = v_s - \frac{G_{2,s}}{g_{2,s}} \quad (۱۱)$$

به منظور تعیین احتمال برنده شدن برای غیراسناپیرها و همچنین اسناپیرها در مرحله اول از توزیع نرمال و رابطه زیر استفاده شده است.

$$G_{1,j} = \Pr[b_{1,j} > P_{clear}] = \Phi\left(\frac{b_{1,j} - \mu_{P_{clear}}}{\sigma_{P_{clear}}}\right) \quad (۱۲)$$

که در آن Φ تابع توزیع تجمعی نرمال و $\mu_{P_{clear}}$ و $\sigma_{P_{clear}}$ به ترتیب نشان‌دهنده میانگین و انحراف معیار قیمت تسویه (نشان داده‌شده با P_{clear}) بازار محاسبه شده با استفاده از داده‌های تاریخی است.

به منظور تعیین احتمال برنده شدن اسنایپرها در مرحله دوم از توزیع نرمال و رابطه زیر استفاده شده است:

$$G_{2,s} = \Pr\left[b_{2,s} > P_{clear}\right] = \Phi\left(\frac{b_{2,s} - P_{max}^{stage1} - \mu_{\Delta}}{\sigma_{\Delta}}\right) \quad (۱۳)$$

که در آن Φ تابع توزیع تجمعی نرمال و μ_{Δ} و σ_{Δ} به ترتیب نشان‌دهنده میانگین و انحراف معیار افزایش قیمت تسویه بازار در مرحله دوم نسبت به بالاترین قیمت مرحله اول (P_{max}^{stage1})، محاسبه شده با استفاده از داده‌های تاریخی است که اسنایپرها در زمان ثبت قیمت دوم خود از آن استفاده می‌کنند.

این معادلات تنها مربوط به بخش اول الگوسازی و تفکیک اسنایپر و غیراسنایپر بود. در بخش دوم الگوسازی، باید حراج‌های آتی در یک روز معاملاتی از نوع کالای مشابه را نیز در نظر گرفت؛ زیرا زیتمر (۲۰۰۶) و لو و همکاران (۲۰۱۹) در مقالات خود اثرگذاری حراج‌های آتی از کالای مشابه را بر نحوه ارائه پیشنهاد قیمتی در حراج اول ثابت کردند. به این صورت که شرکت‌کننده مطلوبیت حاصل از حراج مشابه آتی را در صورت بازنده شدن در حراج حاضر تنزیل می‌کند و در تابع پیامد خود قرار می‌دهد. سپس با توجه به این موضوع قیمت پیشنهادی بهینه را استخراج می‌کند. با استناد به همین مقالات و اقتباس از الگوی معرفی شده توسط زیتمر (۲۰۰۶)، الگویی که در اینجا برای استخراج ارزش ذهنی شرکت‌کنندگان مورد استفاده قرار می‌گیرد به شرح زیر است.

در صورتی که طبق محاسبات مذکور در قسمت قبلی، شرکت‌کننده، غیراسنایپر شناسایی شود خواهیم داشت:

$$\pi_{1,n} = \left(v_{1,n} - b_{1,1,n}\right) * G_{1,1,n} + \beta\left(1 - G_{1,1,n}\right)\pi_{2,n} \quad (۱۴)$$

$\boldsymbol{F.O.C.}$

$$\frac{\partial \pi_{1,n}}{\partial b_{1,1,n}} = -G_{1,1,n} + g_{1,1,n}\left(v_{1,n} - b_{1,1,n}\right) - \beta g_{1,1,n}\pi_{2,n} = 0 \quad (۱۵)$$

$$v_{1,n} = b_{1,1,n} + {G_{1,1,n}}/{g_{1,1,n}} + \beta\pi_{2,n} \quad (۱۶)$$

Substituting from F.O.C.:

$$\pi_{1,n} = \left(v_{1,n} - b_{1,1,n}\right)G_{1,1,n} + \beta(1 - G_{1,1,n})\pi_{2,n} \quad (۱۷)$$

$$\pi_{1,n} = {G_{1,1,n}^2}\Big/{g_{1,1,n}} + \beta G_{1,1,n}\pi_{2,n} + \beta(1 - G_{1,1,n})\pi_{2,n} \quad (۱۸)$$

$$\pi_{1,n} = {G_{1,1,n}^2}\Big/{g_{1,1,n}} + \beta\pi_{2,n} \quad (۱۹)$$

$$\pi_{2,n} = {G_{2,1,n}^2}\Big/{g_{2,1,n}} + \beta\pi_{3,n} \quad (۲۰)$$

$$\pi_{N,n} = {G_{N,1,n}^2}\Big/{g_{N,1,n}} \quad (۲۱)$$

در این معادلات:

$\pi_{i,n}$: نشان‌دهنده مطلوبیت یا پیامد حاصل از حراج در زمان i برای شخص غیراسنایپر است.

$v_{i,n}$: نشان‌دهنده ارزش‌گذاری ذهنی شرکت‌کننده غیراسنایپر در حراج در زمان i است.

$b_{i,1,n}$: نشان‌دهنده قیمت ثبتی توسط شرکت‌کننده غیراسنایپر در مرحله اول حراج (قبل از ثانیه ۵۵) و در زمان i است.

$G_{i,1,n}$: نشان‌دهنده تابع توزیع تجمعی پیشنهاد قیمتی غیراسنایپر در مرحله اول حراج (قبل از ثانیه ۵۵) یا به عبارت دیگر احتمال برنده شدن در حراج برگزار شده در زمان i با توجه به قیمت‌های ثبت شده است.

$g_{i,1,n}$: نشان‌دهنده تابع توزیع احتمال پیشنهادهای قیمتی یا مشتق تابع $G_{i,1,n}$ است.

β: نشان‌دهنده عامل تنزیل است که مطابق با مطالعه لو و همکاران (۲۰۱۹)، ۰/۹۵ در نظر گرفته شده است.

حال در صورتی که شخص اسنایپر باشد معادلات به شکل زیر خواهد بود:

$$\begin{aligned}\pi_{1,s} = {} & p\left(v_{1,s} - b_{1,1,s}\right)G_{1,1,s} + (1-p)\left(v_{1,s} - b_{1,2,s}\right)G_{1,2,s} \\ & + \beta p\left(1 - G_{1,1,s}\right)\pi_{2,s} + \beta(1-p)\left(1 - G_{1,2,s}\right)\pi_{2,s}\end{aligned} \quad (۲۲)$$

F.O.C.

$$\frac{\partial\pi_{1,s}}{\partial b_{1,1,s}} = -pG_{1,1,s} + g_{1,1,s}p\left(v_{1,s} - b_{1,1,s}\right) - \beta p g_{1,1,s}\pi_{2,s} = 0 \quad (۲۳)$$

$$\begin{aligned}\frac{\partial\pi_{1,s}}{\partial b_{1,2,s}} = {} & -(1-p)G_{1,2,s} + g_{1,2,s}(1-p)\left(v_{1,s} - b_{1,2,s}\right) \\ & - \beta(1-p)g_{1,2,s}\pi_{2,s} = 0\end{aligned} \quad (۲۴)$$

$$-pG_{1,1,s} + g_{1,1,s}p\big(v_{1,s} - b_{1,1,s}\big) - \beta p g_{1,1,s}\pi_{1,s} - (1-p)G_{1,2,s} + g_{1,2,s}(1-p)\big(v_{1,s} - b_{1,2,s}\big) - \beta(1-p)g_{1,2,s}\pi_{2,s} = 0 \quad (۲۵)$$

$$v_{1,s} = \frac{p}{g_{1,1,s}p + g_{1,2,s}(1-p)}G_{1,1,s} + \frac{1-p}{g_{1,1,s}p + g_{1,2,s}(1-p)}G_{1,2,s} + \frac{g_{1,1,s}p}{g_{1,1,s}p + g_{1,2,s}(1-p)}b_{1,1,s} + \frac{g_{0,2,s}(1-p)}{g_{1,1,s}p + g_{1,2,s}(1-p)}b_{1,2,s} + \beta\pi_{2,s} \quad (۲۶)$$

Substituting from F.O.C.:

$$p\left[\frac{p}{g_{1,1,s}p + g_{1,2,s}(1-p)}G_{1,1,s} + \frac{1-p}{g_{1,1,s}p + g_{1,2,s}(1-p)}G_{1,2,s} + \frac{g_{1,1,s}p}{g_{1,1,s}p + g_{1,2,s}(1-p)}b_{1,1,s} + \frac{g_{1,2,s}(1-p)}{g_{1,1,s}p + g_{1,2,s}(1-p)}b_{1,2,s} + \beta\pi_{2,s} - b_{1,1,s}\right]G_{1,1,s} + (1-p)\left[\frac{p}{g_{1,1,s}p + g_{1,2,s}(1-p)}G_{1,1,s} + \frac{1-p}{g_{1,1,s}p + g_{1,2,s}(1-p)}G_{1,2,s} + \frac{g_{0,1,s}p}{g_{1,1,s}p + g_{1,2,s}(1-p)}b_{1,1,s} + \frac{g_{1,2,s}(1-p)}{g_{1,1,s}p + g_{1,2,s}(1-p)}b_{1,2,s} + \beta\pi_{2,s} - b_{1,2,s}\right]G_{1,2,s} + \beta\big[p\big(1-G_{1,1,s}\big) + (1-p)\big(1-G_{1,2,s}\big)\big]\pi_{2,s} \quad (۲۷)$$

$$\pi_{1,s} = \left[\frac{p^2G_{1,1,s}^2}{g_{1,1,s}p + g_{1,2,s}(1-p)} + \frac{2p(1-p)G_{1,1,s}G_{1,2,s}}{g_{1,1,s}p + g_{1,2,s}(1-p)} + \frac{g_{1,2,s}(1-p)pG_{1,1,s}}{g_{1,1,s}p + g_{1,2,s}(1-p)}\big(b_{1,2,s} - b_{1,1,s}\big) + \frac{(1-p)^2G_{1,2,s}^2}{g_{1,1,s}p + g_{1,2,s}(1-p)} + \frac{g_{1,1,s}p(1-p)G_{1,2,s}}{g_{1,1,s}p + g_{1,2,s}(1-p)}\big(b_{1,1,s} - b_{1,2,s}\big)\right] + \beta\pi_{2,s} \quad (۲۸)$$

$$\pi_{N,s} = \left[\frac{p^2 G_{N,1,s}^2}{g_{N,1,s}p + g_{N,2,s}(1-p)} + \frac{2p(1-p)G_{N,1,s}G_{N,2,s}}{g_{N,1,s}p + g_{N,2,s}(1-p)} + \frac{g_{N,2,s}(1-p)pG_{N,1,s}}{g_{N,1,s}p + g_{N,2,s}(1-p)}\left(b_{N,2,s} - b_{N,1,s}\right) + \frac{(1-p)^2 G_{N,2,s}^2}{g_{N,1,s}p + g_{N,2,s}(1-p)} + \frac{g_{N,1,s}p(1-p)G_{N,2,s}}{g_{N,1,s}p + g_{N,2,s}(1-p)}\left(b_{N,1,s} - b_{N,2,s}\right)\right] \quad (۲۹)$$

متغیرهای این معادلات همانند متغیرهای توضیح داده شده در بخش قبل است و متغیر p نشان‌دهنده احتمال عدم ثبت قیمت توسط سامانه در لحظات نهایی است که ۰/۰۷ در نظر گرفته شده است. لازم به ذکر است الگوسازی‌های فوق در نرم‌افزار R اجرا شده‌اند. لازم به ذکر است، الگوی ارائه شده اقتباسی از الگوهای مطالعات زیتمر (۲۰۰۶)، لو و همکاران (۲۰۱۹) و هورتاچسو و مک‌آدامز (۲۰۱۰) است.

الگوی مبتنی بر عامل جهت بررسی حراج مخفی به قیمت پیشنهادی و یکسان

اقتصاد محاسباتی مبتنی بر عامل[1] (که همان کاربرد الگوهای مبتنی بر عامل ABM در اقتصاد است) رویکردی است که اقتصاد را نه با فرض تعادل و عقلانیت کامل، بلکه به‌صورت یک سیستم پویا و پایین‌به‌بالا از عامل‌های مستقل و یادگیرنده بررسی می‌کند. در این دیدگاه، رفتارهای کلان حاصل تعاملات خرد و سازگاری تدریجی عامل‌هاست؛ بنابراین پدیده‌هایی مانند شکل‌گیری هنجارها، همکاری، شبکه‌های تجاری و حتی نوسانات بازار به‌صورت طبیعی از دل شبیه‌سازی پدیدار می‌شوند. ACE از روش‌های یادگیری متنوع مانند یادگیری تقویتی[2] و الگوریتم‌های تکاملی[3] برای نزدیک شدن به رفتار واقعی انسان‌ها استفاده می‌کند و توانسته عملکرد بازارهای پیچیده‌ای مانند بازارهای مالی و برق را بهتر الگوسازی کند (تسفاتسیون[4]، ۲۰۰۳). این الگو در مطالعه حاضر به منظور بررسی آثار تغییر چارچوب حراج سیمان بورس کالا مورد بررسی قرار گرفته است.

1. Agent-Based Computational Economics (ACE)
2. Reinforcement Learning Algorithms
3. Evolutionary Algorithms
4. Tesfatsion

الگوی مورد استفاده در این بخش به این صورت است که ابتدا کلاسی از عامل‌ها با ارزش ذهنی و تقاضای مشخص تعریف شده است. محیط‌های حراج در نظر گرفته شده در قالب این الگو، دو نوع محیط حراج قیمت یکسان مخفی و قیمت پیشنهادی مخفی است. راهبرد بازیگران برای هر یک از محیط‌های نام برده به شرح زیر است. لازم به ذکر است با توجه به اینکه در تمامی انواع حراج‌های بورس کالا، مشتری، قیمت خود را برای کل تقاضای خود (هر چند واحد از کالا) ثبت می‌کند و امکان ثبت قیمت به ازای تک تک واحدهای مورد تقاضا یا تقسیم تقاضا میان چندین سفارش ندارد، درج مقدار تقاضا به عنوان یک عدد ثابت به ازای قیمت ثبتی، نقشی در معادلات زیر ندارد.

۱- حراج قیمت یکسان مخفی:

$$\pi_i = \int_0^{b_i} \left(v_i - b_{clearing_{price}}\right) * G_i(b_i) \quad (۳۰)$$

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial b_i} = G_i(b_i) * \left(v_i - b_{clearing_{price}}\right) = 0 \quad (۳۱)$$

$$v_i - b_i = 0 \quad (۳۲)$$

$$v_i = b_i \quad (۳۳)$$

به دلیل ثبت قیمت برای کل تقاضا (به جای هر واحد تقاضا)، در حراج قیمت یکسان مخفی شاهد کاهش قیمت ثبتی نسبت به ارزش ذهنی یا به عبارت دیگر بیدشیدینگ[1] نیستیم.

۲- حراج به قیمت پیشنهادی مخفی:

$$\pi_i = (v_i - b_i) * G_i(b_i) \quad (۳۴)$$

$$\boldsymbol{F.O.C.}$$

$$\frac{1}{v_i - b_i} = \frac{g_i(b_i)}{G_i(b_i)} \quad (۳۵)$$

$$b_i = v_i - \frac{G_i(b_i)}{g_i(b_i)} \quad (۳۶)$$

[1]. Bid Shading:

منظور از بیدشیدینگ این است که شرکت‌کننده قیمتی کمتر از ارزش ذهنی خود را برای خرید کالا پیشنهاد دهد. این موضوع در حراج‌های تک‌محموله‌ای قیمت اول و در حراج‌های چندمحموله‌ای قیمت پیشنهادی و قیمت یکسان (زمانیکه برای هر واحد از تقاضا می‌توان قیمت جداگانه‌ای را ثبت کرد) وجود دارد (برسکی، ۲۰۰۸: ۸).

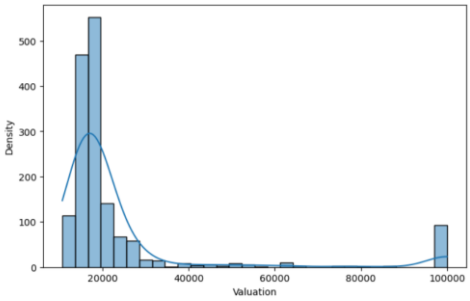
در این معادلات، π_i نشان‌دهنده مطلوبیت شرکت‌کننده i ، v_i ارزش ذهنی کالا برای شرکت‌کننده i، $b_{clearing_{price}}$ قیمت تسویه بازار، b_i پیشنهاد قیمتی شرکت‌کننده i و G_i احتمال برنده شدن با توجه به قیمت و تقاضای ثبت شده است (استخراج شده مشابه معادله ۱۲). g_i نیز مشتق تابع G_i است. در این حالت همان‌طور که قابل مشاهده است، بیدشیدینگ برای حالت حراج قیمت یکسان معادل صفر و برای حراج به قیمت پیشنهادی به اندازه $\frac{G_i(b_i)}{g_i(b_i)}$ است.

نهایتاً پس از تعریف راهبرد بازیگران، به آنها اجازه داده می‌شود تا به صورت تطبیقی و با استفاده از داده‌های مشاهده شده از قیمت‌های تسویه بازار، اقدام به به‌روزرسانی باورهای خود نسبت به قیمت‌های تسویه بازار نمایند. منظور از قیمت تسویه بازار در هر دو قالب حراج قیمت یکسان و قیمت پیشنهادی، قیمتی است که در آن عرضه با تقاضا برابر شده و با ارائه قیمتی بالاتر از آن بتوان در حراج برنده شد (برای تمام یا بخشی از تقاضای درخواستی). این به روزرسانی باورها باعث می‌شود که در حراج‌های آینده شرکت‌کنندگان بتوانند به‌طور دقیق‌تری قیمت‌های پیشنهادی خود را ارائه دهند.

با عنایت به ملاحظات فوق‌الذکر، در الگوی مبتنی بر عامل این مطالعه، تعداد عامل‌ها با تعداد خریداران یکتا در داده‌های تاریخی برابر است. هر عامل بسته به نوع حراج دو راهبرد متمایز دارد: در حراج قیمت یکسان، ارزش واقعی خود را پیشنهاد می‌دهد (مطابق معادله ۳۳) و در حراج به قیمت پیشنهادی، اقدام به بیدشیدینگ مطابق معادله (۳۶) می‌کند. علاوه بر این، عامل‌ها ایستا نیستند و دارای قابلیت یادگیری هستند؛ آن‌ها پس از هر دور حراج، با مشاهده قیمت‌های تسویه بازار حراج‌های دوره‌های قبلی باورهای خود نسبت به رفتار رقبا را به‌روزرسانی کرده و پیشنهادهای خود در حراج‌های بعدی را بهبود می‌بخشند. به عبارت دیگر هر قیمت تسویه بازار جدید، میانگین و انحراف معیار را در معادله (۱۲) به‌روزرسانی کرده و موجب تغییر در خروجی معادله (۳۶) یا پیشنهاد قیمتی بهینه شرکت‌کننده می‌شود. لازم به ذکر است الگوی مبتنی بر عامل با استفاده از پکیج Mesa در Python اجرا شده است.

نتایج

پس از اجرای معادلات (۱) تا (۲۹)، بر روی پیشنهادهای قیمتی شرکت‌کنندگان در حراج‌های سیمان پرتلند نوع ۲ رده ۴۲/۵ با بسته‌بندی کیسه ۵۰ کیلوگرمی در یک‌ماهه مهر ۱۴۰۳ (که معرفی این داده‌ها در جدول (۱) آمده است) آنچه به‌دست می‌آید ارزش ذهنی هر یک از شرکت‌کنندگان در حراج است. قدم بعدی به منظور بررسی درآمدهای دو نوع حراج به قیمت پیشنهادی و یکسان، این است که بر مبنای ارزش ذهنی مستخرج، توزیع این داده‌ها به صورت تجربی محاسبه شود. شکل توزیع تجربی بدست آمده با استفاده از روش برآورد کرنل[1] به صورت شکل (۱) است. لازم به ذکر است که به منظور کنترل اثر داده‌های بسیار پرت[2] و جلوگیری از ایجاد دم‌های بیش از حد طولانی که برازش توزیع کرنل را مختل می‌کنند، مقادیر ارزش‌گذاری بالاتر از ۱۰۰,۰۰۰ ریال (به ازای هر کیلوگرم سیمان در مهرماه سال ۱۴۰۳) در این سقف قرار گرفتند. پس از به دست آوردن توزیع تجربی و با استفاده از معادلات (۳۰) تا (۳۶) در قالب یک الگوی مبتنی بر عامل تلاش شده است تا با نمونه‌گیری مونت‌کارلو و استخراج ارزش ذهنی از تابع توزیع، اختلافات درآمدی میان دو حراج به قیمت پیشنهادی و یکسان مورد بررسی قرار گیرد.



شکل ۱. توزیع تجربی ارزش ذهنی شرکت‌کنندگان در حراج‌های سیمان پرتلند بورس کالا

منبع: یافته‌های پژوهش.

در ادامه اقدام به مقایسه دو نوع حراج به قیمت پیشنهادی و یکسان در قالب حراج مخفی (همزمان) شده است. لازم به ذکر است که حراج‌های بورس کالای ایران هیچگاه قیمت یکسان

[1]. Kernel Density Estimation (KDE)
[2]. Extreme Outliers

نبوده و بنابراین این تحلیل به معنای بررسی سناریوهای جایگزین[۱] برای حراج‌های بورس کالاست. همان‌طور که در معادله (۳۳) نشان داده شد، در حراج‌های قیمت یکسان، شرکت‌کنندگان ارزش ذهنی خود را کاهش نداده و به اصطلاح بیدشیدینگ نداریم. با وجود اینکه بیدشیدینگ در حراج یکسان صفر است، اما نهایتاً اشخاص به جای پرداخت پیشنهاد قیمتی خود، قیمت تسویه بازار را پرداخت می‌کنند که طبق ادبیات ممکن است حتی منجر به کاهش درآمد تولیدکننده شود. مقایسه این دو مکانیزم در حراج‌های سیمان بورس کالای ایران طبق چارچوب الگوی مبتنی بر عامل نشان می‌دهد که در یک نمونه ۶۵۱ تایی[۲] از حراج‌های مهرماه ۱۴۰۳، در اکثر موارد (۴۱۷ مورد از ۶۵۱ حراج) درآمد حراج با قیمت یکسان بالاتر از درآمد حراج به قیمت پیشنهادی است (جدول ۲). با وجود اینکه جدول زیر نشان‌دهنده این موضوع است که در اکثر نمونه‌های بررسی شده درآمد حراج قیمت یکسان از درآمد حراج به قیمت پیشنهادی بالاتر به دست آمده است، با این حال نتایج دقیقی از وضعیت اختلاف درآمدی، معناداری آن و از همه مهمتر الگوی آن ارائه نمی‌دهد. به منظور تحلیل این موضوعات، در ادامه بررسی‌های دقیق‌تری ارائه شده است.

جدول ۲. مقایسه درآمد حاصل از دو نوع حراج به قیمت پیشنهادی و یکسان

ارقام به هزار ریال	حداکثر درآمد	حداقل درآمد	تعداد دفعات بالاتر بودن درآمد هر یک از حراج‌ها
حراج به قیمت پیشنهادی	۲۶۷,۸۱۳,۴۰۰	۱,۹۰۱,۹۴۸	۲۳۴
حراج قیمت یکسان	۲۷۲,۹۲۶,۵۰۰	۲,۹۵۳,۹۳۴	۴۱۷

منبع: یافته‌های پژوهش.

توضیح: اعداد به هزار ریال گزارش شده‌اند.

جدول (۳) نشان‌دهنده نتایج نمونه‌گیری مونت‌کارلو برای اختلاف درآمدی میان حراج به قیمت پیشنهادی و یکسان است. ستون دوم نشان‌دهنده مقدار عبارت $1 - \frac{Revenue_{Uniform}}{Revenue_{Pay\ as\ Bid}}$ است. نتایج نشان می‌دهد که در مجموع و به طور متوسط، تغییر قاعده قیمتی حراج از قیمت

[1]. Counterfactual

[۲]. ۳۱ حراج از حراج‌های یک ماهه مهر ۱۴۰۳ بورس کالا مورد بررسی قرار گرفته‌اند. به منظور بررسی اختلافات درآمدی در دفعه اول از ارزش‌های ذهنی واقعی هر یک از شرکت‌کنندگان (محاسبه شده طبق معادلات ۱ تا ۲۹) استفاده شده و ۲۰ بار دیگر از توزیع تجربی محاسبه شده، ارزش‌های ذهنی مختلفی برای هر یک از شرکت‌کنندگان استخراج شده است. چنین محاسباتی یک نمونه ۶۵۱ مشاهده‌ای از حراج‌های بورس کالا را می‌سازد.

پیشنهادی به قیمت یکسان، باعث افزایش درآمد عرضه‌کننده به میزان ۷/۸۸ درصد می‌شود. این موضوع به این معناست که حراج‌های قیمت یکسان توانسته‌اند با افزایش قیمت‌های پیشنهادی باعث افزایش درآمد حراج شوند. با وجود اینکه میانگین کلی مثبت است، اما نگاهی به حراج‌های مختلف نشان می‌دهد که تأثیر این تغییر چارچوب به هیچ وجه یکنواخت نیست.

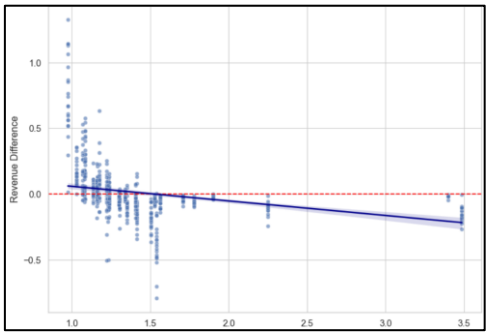
جدول ۳. مقایسه درآمد به تفکیک حراج

شماره حراج	اختلاف درآمدی حراج به قیمت پیشنهادی و یکسان	حد پایین فاصله اطمینان	حد بالای فاصله اطمینان
۱	۰/۲۵	−۱۶/۷۴	۱۱/۸۹
۲	۳/۵۲	−۷/۸۸	۱۴/۵۹
۳	۰/۳۳	−۱۵/۱۰	۲۲/۴۷
۴	−۱۶/۵۲	−۳۴/۰۰	۱/۸۸
۵	۱۲/۱۲	−۱۲/۶۴	۳۲/۲۸
۶	۳۱/۴۱	۴/۱۹	۵۱/۷۳
۷	−۶/۶۹	−۲۶/۳۱	۷/۸۵
۸	−۱۳/۳۶	−۳۰/۵۸	۴/۵۱
۹	۳/۵۹	−۱۴/۶۰	۱۷/۶۱
۱۰	−۳۰/۵۳	−۵۹/۳۴	−۱۲/۹۸
۱۱	−۴/۹۸	−۱۷/۸۵	۶/۰۴
۱۲	۱۶/۹۳	۵/۱۳	۳۰/۹۵
۱۳	۱۰/۲۸	−۴/۶۵	۲۱/۸۴
۱۴	۵۱/۷۱	۲۸/۶۷	۷۲/۹۲
۱۵	۳۷/۳۴	۲۰/۶۰	۵۸/۲۳
۱۶	۲۱/۴۱	۳/۲۰	۴۱/۷۸
۱۷	−۹/۳۴	−۳۱/۴۲	۱۳/۲۹
۱۸	۹/۰۰	−۹/۵۰	۲۳/۴۷
۱۹	−۵/۸۰	−۱۶/۹۶	۱۴/۲۸
۲۰	−۱۹/۰۵	−۵۰/۶۰	۴/۵۸
۲۱	۱۰/۹۶	−۱۲/۹۸	۲۵/۹۰
۲۲	۱/۷۱	−۱۳/۹۷	۱۲/۸۶
۲۳	−۴۹/۵۷	−۸۰/۵۵	−۲۰/۷۵

۲۴	۲۹/۶۴	۱۴/۹۵	۴۴/۲۲
۲۵	۶۷/۷۴	۴۷/۶۷	۸۴/۲۹
۲۶	۲۱/۱۱	۳/۲۰	۴۱/۹۹
۲۷	۱۰/۷۴	−۳/۷۴	۲۶/۰۷
۲۸	۲۵/۸۹	۹/۰۲	۳۵/۷۳
۲۹	۹/۷۰	−۳/۳۱	۲۸/۱۸
۳۰	۲۲/۱۶	۳/۷۲	۴۱/۸۰
۳۱	۲/۵۷	−۱۶/۰۸	۱۹/۷۴
متوسط	**۷/۸۸**	-	-

منبع: یافته‌های پژوهش.

در راستای بررسی علت نوسانات در تفاوت درآمدی حراج‌ها به قیمت پیشنهادی و یکسان نمودار زیر آمده است:



شکل ۲. رابطه میان فشار تقاضا و عملکرد درآمدی حراج

منبع: یافته‌های پژوهش.

محور عمودی این نمودار نشان‌دهنده اختلاف درآمدی میان حراج با قیمت یکسان و با قیمت پیشنهادی (درآمد حراج به قیمت پیشنهادی منهای درآمد حراج قیمت یکسان) است. اعداد در محور عمودی به صد میلیارد ریال گزارش شده‌اند. محور افقی نیز نشان‌دهنده نسبت تقاضا به عرضه در حراج‌هاست. همان‌طور که قابل مشاهده است، با افزایش نسبت تقاضا به عرضه یا تشدید رقابت در حراج، درآمد حاصل از حراج قیمت یکسان از درآمد حاصل از حراج به قیمت پیشنهادی بیشتر می‌شود. این موضوع به این معناست که با افزایش رقابت اثر کاهش بیدشیدینگ (ثبت ارزش ذهنی در حراج‌های قیمت یکسان) بر کاهش قیمت پرداختی در حراج‌های قیمت یکسان

غلبه کرده و درآمد حراج را افزایش می‌دهد. این در حالیست که هرچه شدت رقابت کمتر باشد، درآمد حاصل از حراج به قیمت پیشنهادی از قیمت یکسان بیشتر خواهد بود. لازم به ذکر است همبستگی منفی (-1.1×10^7) نشان‌داده شده در نمودار مطابق جدول نتایج زیر با آماره z برابر با ۸/۹- معنادار است. این جدول بیانگر نتایج رگرسیون OLS با متغیر وابسته «اختلاف درآمدی میان حراج به قیمت یکسان و پیشنهادی» و متغیر مستقل نسبت «تقاضا به عرضه حراج‌ها» (معیاری از شدت رقابت) است. بررسی باقیمانده‌های روش OLS با استفاده از آزمون بروش-پاگان[1] نشان‌دهنده وجود واریانس ناهمسانی[2] بود. به منظور اطمینان از اعتبار استنتاج‌های آماری، الگوی نهایی با استفاده از برآوردگر خطای استاندارد نوع HC3 برآورد گردید (مک‌کینون و وایت[3]، ۱۹۸۵). برآوردگر HC3 در مقایسه با سایر برآوردگرها، عملکرد بهتری در کنترل تورش خطای استاندارد دارد. آماره دوربین واتسون نشان‌دهنده عدم وجود خودهمبستگی در اجزای خطای رگرسیون است.

جدول ۴. نتایج الگوی رگرسیون اختلاف درآمد و فشار تقاضا

OLS Regression Results

Dep. Variable:	revenue_diff	R-squared:	0.098
Model:	OLS	Adj. R-squared:	0.096
Method:	Least Squares	F-statistic:	79.61
Date:	Mon, 04 May 2026	Prob (F-statistic):	4.62e-18
Time:	23:31:08	Log-Likelihood:	-11853.
No. Observations:	651	AIC:	2.371e+04
Df Residuals:	649	BIC:	2.372e+04
Df Model:	1		
Covariance Type:	HC3		

	coef	std err	z	P>|z|	[0.025	0.975]
const	1.695e+07	2.29e+06	7.393	0.000	1.25e+07	2.14e+07
scarcity_ratio	-1.106e+07	1.24e+06	-8.922	0.000	-1.35e+07	-8.63e+06

Omnibus:	312.860	Durbin-Watson:	2.147
Prob(Omnibus):	0.000	Jarque-Bera (JB):	3062.230
Skew:	1.901	Prob(JB):	0.00
Kurtosis:	12.921	Cond. No.	5.92

Notes:
[1] Standard Errors are heteroscedasticity robust (HC3)

منبع: یافته‌های پژوهش.

توضیح: مقیاس اعداد جدول هزار ریال است.

[1]. Breusch-Pagan test
[2]. Heteroskedasticity
[3]. MacKinnon and White

جمع‌بندی

حراج یکی از روش‌های تخصیص منابع در دنیاست. یکی از مهمترین بسترهای معاملاتی که از روش حراج برای تخصیص کالاها استفاده می‌کند، بورس کالای ایران است. از جمله حراج‌های بورس می‌توان به حراج حضوری و همزمان اشاره کرد. حراج همزمان روش جدیدی است که از دی ماه ۱۴۰۳ و به منظور به کارگیری در حوزه سیمان معرفی شد. با وجود معرفی حراج جدید قاعده قیمتی همانند قبل یعنی قیمت پیشنهادی است. هدف مطالعه بررسی این موضوع است که کدام یک از قواعد قیمتی یکسان یا پیشنهادی می‌توانند درآمدهای بیشتری را به همراه داشته باشند. به منظور پاسخگویی به سوال در قالب الگوی مبتنی بر عامل، ابتدا با داده‌های پیشنهادهای قیمتی حراج‌های مهرماه ۱۴۰۳، ارزش ذهنی شرکت‌کنندگان استخراج شده و سپس قیمت پیشنهادی شرکت‌کنندگان در چارچوب دو قاعده قیمتی مذکور محاسبه شده است.

مقایسه دو حراج به قیمت پیشنهادی و یکسان طبق داده‌های حراج‌های سیمان بورس کالای ایران نشان می‌دهد که در مجموع و به طور متوسط، تغییر قاعده قیمتی حراج از قیمت پیشنهادی به قیمت یکسان، باعث افزایش درآمد عرضه‌کننده به میزان ۷/۸۸ درصد می‌شود. با وجود اینکه میانگین کلی مثبت است، اما تأثیر این تغییر چارچوب به هیچ وجه یکنواخت نیست. به‌طوری که با افزایش نسبت تقاضا به عرضه یا تشدید رقابت در حراج، درآمد حاصل از حراج قیمت یکسان از درآمد حاصل از حراج به قیمت پیشنهادی بیشتر می‌شود. دلالت‌های سیاستی چنین تحلیلی این است که در خصوص کالاهایی که بازار آنها در سمت تقاضا تا حدی انحصاری است، بهتر است از حراج‌ها به قیمت پیشنهادی و در صورتی‌که بازار تقاضا رقابتی باشد، می‌توان از حراج‌ها با قیمت یکسان استفاده کرد. ساختار الگوی مبتنی بر عامل ارائه‌شده از انعطاف‌پذیری بالایی برخوردار است و در پژوهش‌های آتی می‌توان شوک‌های برون‌زا نظیر قطعی مکرر برق در تابستان را نیز شبیه‌سازی کرد. این امر از طریق تعدیل پارامترهایی مانند توزیع ارزش‌گذاری خریداران، افزایش حجم تقاضا و تابع بروزرسانی باورها به راحتی قابل اجراست تا اثرات محدودیت‌های محیطی بر پویایی‌های بازار ارزیابی شود.

منابع

دستورالعمل معاملات کالا و اوراق بهادار مبتنی بر کالا در بورس کالای ایران، مصوب ۱۳۸۹/۰۷/۰۵ شورای عالی بورس و اوراق بهادار (۱۴۰۵).

References

Commodity and Commodity-Backed Securities Trading Regulations of the Iran Mercantile Exchange. (2010). [in Persian]. Retrieved from https://cmr.seo.ir/ShowRules?Id=10268&VersionId=61454&search=%D9%85%D8%B9%D8%A7%D9%85%D9%84%D8%A7%D8%AA%20%DA%A9%D8%A7%D9%84%D8%A7.

Alberizzi, A., Di Barba, P., & Ziel, F. (2025). Agent based modeling for intraday electricity markets. *OPSEARCH*, *62*(1), 178-197. Retrieved from https://link.springer.com/article/10.1007/s12597-024-00805-w.

Anatolitis, V., & Welisch, M. (2017). Putting renewable energy auctions into action–An agent-based model of onshore wind power auctions in Germany. *Energy Policy*, *110*, 394-402. Retrieved from https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421517305189.

Backus, M., Blake, T., Masterov, D. V., & Tadelis, S. (2015). Is sniping a problem for online auction markets? *Proceedings of the 24th International Conference on World Wide Web* (88-96). Retrieved from http://www.nber.org/papers/w20942.pdf.

Bresky, M. (2008). Properties of Equilibrium Strategies in Multiple-Unit, Uniform-Price Auctions. *CERGE-EI Working Paper Series*, (354). Retrieved from https://www.cerge-ei.cz/pdf/wp/Wp354.pdf.

Èihák, M. (2008). The 2007 Nobel prize in economics: Mechanism design theory. *Czech Journal of Economics and Finance*, *58*(01-02), 82-89. Retrieved from http://journal.fsv.cuni.cz/storage/1107_str_82_89.-_cihak.pdf.

Hailu, A., Rolfe, J., Windle, J., & Greiner, R. (2010). Auction design and performance: an agent-based simulation with endogenous participation. *International Conference on Agents and Artificial Intelligence* (214-226). Berlin: Springer. Retrieved from https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-19890-8_16.

Hailu, A., & Thoyer, S. (2010). What format for multi-unit multiple-bid auctions? Agent-based simulation of auction performance and nonlinear bidding behaviour. *Computational Economics*, *35*(3), 189-209. Retrieved from https://link.springer.com/article/10.1007/s10614-010-9199-x.

Hortaçsu, A., & Kastl, J. (2012). Valuing dealers' informational advantage: A study of Canadian treasury auctions. *Econometrica*, *80*(6), 2511-2542. Retrieved from https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.3982/ECTA8365.

Hubbard, T. P., & Paarsch, H. J. (2015). *Auctions*. Cambridge, MA: The MIT Press. Retrieved from https://mitpress.mit.edu/9780262334730/auctions/.

Kim, S. Y., & Kim, S. (2025). Spectrum Auction Policy Design for International Mobile Telecommunications in South Korea: Application of Agent-Based Simulation. *Applied Sciences*, *15*(4), 1769. Retrieved from https://www.mdpi.com/2076-3417/15/4/1769.

Kuśmierczyk, P. (2010). Economic efficiency as one of the main objectives of auction design. *Ekonomia*, *9*(136), 73-82. Retrieved from https://dbc.wroc.pl/Content/119709/Kusmierczyk_Economic_efficiency_as_one.pdf.

Lu, Y., Gupta, A., Ketter, W., & Van Heck, E. (2019). Dynamic decision making in sequential business-to-business auctions: A structural econometric approach. *Management Science*, *65*(8), 3853-3876. Retrieved from https://pubsonline.informs.org/doi/10.1287/mnsc.2018.3118.

MacKinnon, J. G., & White, H. (1985). Some heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimators with improved finite sample properties. *Journal of Econometrics*, *29*(3), 305-325. Retrieved from https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0304407685901587.

Roth, A. E., & Ockenfels, A. (2002). Last-minute bidding and the rules for ending second-price auctions: Evidence from eBay and Amazon auctions on the Internet. *American Economic Review*, *92*(4), 1093-1103. Retrieved from https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/00028280260344632.

Santos, E. C., Storm, H., & Rasch, S. (2021). The cost-effectiveness of conservation auctions in the presence of asset specificity: An agent-based model. *Land Use Policy*, *102*, 104907. Retrieved from https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S026483771931258X.

Tesfatsion, L. (2003). Agent-based computational economics. *ISU Economics Working Paper, 1*, Retrieved from https://dr.lib.iastate.edu/server/api/core/bitstreams/65190bba-c64d-410d-8a59-062d35d28662/content.

Zeithammer, R. (2006). Forward-looking bidding in online auctions. *Journal of Marketing Research*, *43*(3), 462-476. Retrieved from https://journals.sagepub.com/doi/10.1509/jmkr.43.3.462.