

Dynamic Game between Science and Technology Institutions

Games with Complete Information, SPE Sub-Game Equilibrium

Omid Ali Adeli^{1*}, Hamidreza Maghsoudi¹, Ali Saeedi¹, Hossein Bahrami²

1- Faculty Member, Department Economics & Management, Qom University, Iran

2- Ph.D. in Islamic Economics, Qom University, Iran

Abstract

Institutions of science and technology system, as drivers of science, knowledge, industry and the market, always play a key role in Innovation Systems. Generally, three kinds of such institutions can be recognized: (i) Institution of science including universities and other higher-education institutions; (ii) Institution of technology such as science and technology parks, R&D units, research centers and knowledge-based enterprises; (iii) Institution of market in its wide meaning including industries, services and agriculture sectors. Considering each of these three institutions independently, we have analyzed their strategies based on the preferences of cooperating or non-cooperating through dynamic games with complete information. In order to solve this game, we have used the method of Subgame Perfect Equilibrium (SPE). As a result, we have shown modes of action, leading strategies, outcome of each strategy, Nash equilibria as well as sub-game equilibrium. Whole game is also shown in its extended and matrix form. Among several Nash equilibria, only one equilibrium was credible according SPE which is triple partnership between all institutions.

Keywords: Innovation System, Triple Helix, Science and Technology Institutions, Dynamic

* Corresponding author: oa.adeli@qom.ac.ir

بازی پویا میان نهادهای علم و فناوری

امیدعلی عادل^{1*}، حمیدرضا مقصودی¹، علی سعیدی¹، حسین بهرامی²

1- استادیار اقتصاد دانشگاه قم

2- دانشجوی دکتری اقتصاد اسلامی دانشگاه قم

چکیده

نهادهای علم و فناوری به عنوان پیشران علم، دانش، صنعت و بازار همواره نقشی اساسی در نظام نوآوری بازی می‌کنند. به طور کلی می‌توان سه نوع از چنین نهادهایی را به رسمیت شناخت: نهاد علم شامل دانشگاه‌ها و سایر مؤسسات آموزش عالی؛ نهاد فناوری همچون پارک‌های علم و فناوری، واحدهای تحقیق و توسعه، مراکز تحقیقاتی و شرکت‌های دانش‌بنیان و نهایتاً نهاد بازار به معنای گسترده خود که دربردارنده بخش‌های صنایع، خدمات و کشاورزی است. از این رو، چگونگی ارتباط مؤثر، کارآمد و متعادل بین این سه نهاد می‌تواند در حکمرانی و سیاست‌گذاری علم و فناوری اثربخش باشد. در این مقاله سعی شده هر یک از سه نهاد فوق را مستقل از یکدیگر در نظر گرفته، راهبردهای پیش روی هر یک را مبتنی بر ترجیحات مشارکت یا عدم مشارکت احصاء و از طریق بازی‌های پویا با اطلاعات کامل کنش‌های تعاملی، تجزیه و تحلیل کنیم. برای حل این بازی از روش تعادل کامل بازی‌های فرعی (SPE) استفاده شده و در آن حالت‌های انجام کنش، راهبردهای پیش رو، پیامد هر راهبرد، تعادل‌های نش و تعادل بازی‌های فرعی و کل بازی، از طریق فرم گسترده و فرم ماتریسی نیز ارائه شده است. تعادل حاصل از این بازی نشان می‌دهد که علی‌رغم وجود چندین تعادل نش در این بازی، تنها یک تعادل نش شامل مشارکت سه‌گانه هر سه نهاد به عنوان تعادل نهایی و بهینه قابل مشاهده است.

کلیدواژه‌ها: نظام نوآوری، مارپیچ سه‌گانه، نهادهای علم و فناوری، بازی‌های پویا با اطلاعات کامل، تعادل بازی فرعی SPE

برای استنادات بعدی به این مقاله، قالب زیر به نویسندگان محترم مقالات پیشنهاد می‌شود:

Adeli, O. A., Maghsoudi, H., Saeedi, A., & Bahrami, H. (2020). **Dynamic Game between Science and Technology Institutions.** *Journal of Science & Technology Policy*, 12(2), 55-70. {In Persian}.

DOI: 10.22034/jstp.2020.12.2.1209

1- مقدمه

میزان ارتباط این نهادها و اتصال و همراهی و همگامی آنها برای یک جامعه و کشور و منطقه و شهر بسیار ضروری و تحول‌آفرین است.

از این رو به نظر می‌رسد که هر یک از این نهادها به عنوان یک وزنه تأثیرگذار و مهم بر وضعیت جاری و پیشرفت جامعه نقش بسزایی دارند. در نتیجه هر کدام از اینها در اقتصاد کشور بخشی از این مجموعه را در دست دارند و با قدرت و توانی که دارند و با همکاری و همیاری با یکدیگر می‌توانند به قله‌های بلند و آرمانی اما دست‌یافتنی از رشد و پیشرفت اقتصادی برسند. اما در این مسیر چالش‌هایی وجود

نهادهای علم و فناوری متشکل از نهاد علم و نهاد بازار و نهاد فنوار، نقش مهمی را در ارتباطات و مدیریت و حرکت و رشد جوامع بازی می‌کنند. این نهادها با یکدیگر گره خورده و به نوعی می‌توانند در آینده یک جامعه و کشور و حتی منطقه تأثیر بگذارند. برای همین، این نوع نهادها در وهله اول برای پیشبرد اهداف حال و آینده یک جامعه چه در یک کشور و چه در یک منطقه تأثیرگذارند. علاوه بر این نحوه تعامل و

DOI: 10.22034/jstp.2020.12.2.1209

* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: oa.adeli@qom.ac.ir

بیان و سپس به بیان روش تحقیق پرداخته می‌شود. در ادامه به تحقیقات صورت‌گرفته اشاره و وجه تمایز آنها با این مقاله ذکر می‌گردد. در گام بعدی مدل کیفی بازی توضیح داده شده و در انتها نیز از طریق روش تعادل کامل بازی‌های فرعی¹ (SPE) به حل بازی پرداخته می‌شود. در گام نهایی نیز نقاط تعادل نش احصاء و تعادل کامل بازی‌های فرعی و پیامدهای تعامل و عدم تعامل بین نهادها بیان خواهد شد.

2- مبانی نظری

در دنیای امروز، نوآوری عاملی بنیادین در توسعه و رقابت‌پذیری کشورها و نهادهای یک کشور است [1]. از این رو تقویت تعاملات و مشارکت بین بازیگران عرصه نوآوری، یکی از مهم‌ترین عوامل رونق فضای کسب‌وکار و فرآیندهای مرتبط با نوآوری و تولید دانش‌محور و توسعه دانش‌بنیان است [2]. تاکنون الگوهای مختلفی برای تحلیل و مدل‌سازی تعاملات و ارتباطات میان صنعت و دانشگاه در فرآیند نوآوری و تولید دانش ارائه شده است. این الگوها از مدل‌های خطی شامل فشار علم و کشش بازار شروع شده و در مرحله بعد با هم ترکیب شده و مدلی جدیدی را به وجود آوردند. سپس سیستم ملی نوآوری به وسیله لاندوال² مطرح شد. پس از آن نیز مدل نیز الگوی مارپیچ سه‌گانه³ والگوهای توسعه یافته آن برای افزایش تولید دانش و نوآوری میان صنعت و دانشگاه مدل‌سازی شد [3].

ایده مارپیچ سه‌گانه در اواسط دهه 1990 ظهور کرد زمانی که دانشگاه‌ها و صنعت توسط سیاست‌گذاران توصیه می‌شدند که برای منافع جامعه و در نتیجه تجاری‌سازی دانش جدید، همکاری نزدیک‌تر داشته باشند. این ایده به طور هم‌زمان و با علاقه طولانی مدت هنری اتزکوویتز به مطالعه روابط دانشگاه و صنعت و همچنین علاقه لیدسدورف به یک مدل تکاملی بیان شد که در آن ارتباطات بین حوزه‌های فعالیت مختلف و مستقل ترسیم شده است [4].

بنابراین در مدل‌های اخیر نظام‌های نوآوری، ارکان سه‌گانه دانشگاه-صنعت-دولت به عنوان هسته نوآوری قلمداد می‌شوند [3] و به نوعی الگوی ارتباطات این سه رکن، در

دارد که بازی همکاری و ارتباط بین این سه نهاد علم و فناوری را تحت‌الشعاع خود قرار می‌دهد. بر این اساس در این مسیر یک بازی بین این سه نهاد شکل می‌گیرد که تصمیمات هر یک را تحت تأثیر قرار می‌دهد و به نظر می‌رسد هر سه نهاد به عنوان نهادهای دارای قدرت تخصصی و مستقل از لحاظ بودجه و ثروت می‌توانند نقش مؤثر و تعیین‌کننده‌ای برای خود در نظر گیرند و در این بازی به دنبال به‌دست‌آوردن حداکثر صرفه و بهره از این تزاخم منافع باشند. از آنجا که در این بازی سه نهاد مستقل وجود دارد با فرض جامعه سه نهادی و وجود شفافیت اطلاعات، این بازی از نوع بازی پویا با اطلاعات تمام خواهد بود. با توجه به قرار گرفتن هر یک از بازیگران در نقش خود در بخش‌های مختلف این بازی می‌توان به پازلی دست یافت که هر یک از بازیگران در جایگاه خود مستقر شده و هر یک با وجود تخصصی که دارند در بخشی که تناسب با آنها دارد نقش ایفاء کنند تا در مسیر رشد و پیشرفت و بالندگی به بهترین حالت ممکن خود برسند. اهمیت این مسئله را این گونه می‌توان بیان کرد که در حقیقت این سه عامل به منزله موتور رشد و نمو علمی و شتاب علم نافع و تولید و رونق در یک کشور است. از این رو نحوه بازی و تعامل صحیح و سازنده میان نهادهای علمی و اقتصادی و قرار گرفتن صحیح هر یک از بازیگران در بخش‌های مختلف در موقعیت خود می‌تواند مشکلات بزرگ کشور همچون اشتغال و ناکارآمدی‌ها را حل کند و جامعه را در مسیر رشد علم و رشد اقتصادی و تولیدات بومی و ملی قرار دهد.

این مقاله در پی آن است که نشان دهد تصمیمات مدیران و رفتار کادر اجرایی سه نهاد علم و فناوری و بازار، به عنوان بازیگران عرصه اقتصادی، با فرض یک جامعه سه نهادی، چه تأثیراتی بر جامعه و این نهادها می‌گذارد و چه حالت‌هایی ناشی از کنش آنها در خصوص مشارکت یا عدم مشارکت به وجود خواهد آمد و کدامیک منتج به تعادل ناپایدار شده و همچنین کدامیک تعادل پایدار را مشخص می‌سازد. از طرف دیگر نیز در صورت عدم ارتباط بین نهادها یا ارتباط دوگانه بین آنها چه پیامدهایی برای آنها و کل جامعه دربر خواهد داشت.

سیر بحث مقاله نیز به این شکل است که ابتدا مبانی نظری

1- Subgame Perfect Equilibrium

2- Lundvall

3- Triple Helix Model

مدل ماریپیچ سه‌گانه دارای چهار رکن اساسی است:

- حرکت از جامعه صنعتی به جامعه دانش‌بنیان
- حرکت از فناوری‌های فیزیکی به فناوری‌های پیشرفته و منعطف در مقیاس کوچک‌تر
- ظهور دانش چندبنيانی و میان‌رشته‌ای در زمینه‌هایی چون زیست‌فناوری، علوم کامپیوتری و فناوری نانو
- ایجاد مدل دانشگاه کارآفرین با فرهنگ کارآفرینی، نوآوری و انتقال فناوری [7].

در این مقاله نیز با الهام از نسل سوم مدل ماریپیچ سه‌گانه و بسط آن به نهادهای علم شامل دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌ها نهادهای فناوری شامل پارک‌های علم و فناوری و مراکز تحقیق و توسعه و نهادهای بازار شامل صنعت و کشاورزی و خدمات (شکل 1) و با توجه به اینکه دولت متصدی و عامل اصلی و مشتمل بر تمامی موارد مذکور است به مدلی دست یافته‌ایم که نهادهای علم و فناوری و بازار را در زنجیره تولید تا عرضه محصول در نظام نوآوری و ارتباط بین هر یک به مثابه ارتباط بین ارکان سه‌گانه را عمیق‌تر و دقیق‌تر تحلیل نماید و به تصویر بکشد. این پژوهش، از تلفیق رویکرد نگاشت نهادی در نظام نوآوری و نسل سوم از مدل ماریپیچ سه‌گانه استفاده کرده است. در نگاه متکالف⁵ با توجه به نقش

تعامل بین سه نهاد مذکور بسیار تأثیرگذار است. از این رو مدل ماریپیچ سه‌گانه که متشکل از این سه رکن است، می‌تواند در کنش بین این سه نهاد نقشی تعیین‌کننده داشته باشد. این مدل را اترکویتز و لیدسدورف¹ برای توصیف و تبیین تعاملات بین ارکان سه‌گانه ذیل فرآیندهای نوآوری مطرح کردند [2] تا هم راستا با رویکرد سیستمی نظام‌های ملی نوآوری لوندوال و ادکوئیست² و نظام‌های نوآوری منطقه‌ای کوک³ و همکاران و برازیک⁴ و همکاران این مدل به تحلیل و بررسی تعاملات میان نهادهای مختلف مرتبط به نوآوری پردازد [5].

این مدل سه نسل را در روند توسعه خود پیموده است: در نسل اول دولت رکن اصلی بوده و بر دو رکن دیگر و تعاملات آنها مسلط است. نسل دوم که به مدل عدم دخالت دولت معروف است شامل نهادهایی مستقل و جدا از هم با مرزهای مشخص است که در آن هر یک از نهادها به صورت مجزا مشغول اجرای وظایف خود است. نسل سوم نیز که هم‌پوشانی نقش ارکان سه‌گانه را در فرآیند نوآوری و تولید دانش ترسیم می‌کند نشان می‌دهد که هر یک از ارکان و نهادها در صورت همکاری یا عدم آن در پیشبرد اهداف جامعه و علم چه نقشی ایفاء می‌کنند [6].



شکل 1) نهادهای علم و فناوری [13]

1- Leydesdorff & Etzkowitz

2- Edquist

3- Cooke

4- Braczyk

نوآوری، فرآیند کارآفرینی منظور شده که به موجب آن اختراعات، کاربردی می‌شوند. البته برای اینکه کارآفرینی دارای ارزش اقتصادی باشد خروجی یا نوآوری حاصل باید دارای ارزش اقتصادی باشد [11] و در نظام شبکه‌ای علم و فناوری ذیل مدل مارپیچ سه‌گانه هم‌پوشانی لازم را داشته باشد.

بر این اساس اختراع و نوآوری‌ها باید مورد نیاز نهاد بازار شامل صنعت، کشاورزی و خدمات (گردشگری، حمل و نقل، درمان و بهداشت و ...) باشد. در نتیجه نهاد بازار به عنوان ضلع سوم اقتصاد علم و فناوری در فضای الگوی مدل مارپیچ سه‌گانه می‌تواند نقش قابل توجهی را در این میان بازی کند. بنابراین نهاد بازار در روند حرکت و رشد اختراع و نوآوری‌های حاصل از نهادهای علم و نهادهای فناوری بسیار تأثیر و تأثر دارد و می‌تواند در جهش، رشد و رونق یا رکود اقتصاد اثرگذار باشد.

3- پیشینه تحقیق

پیش از این در آسیای شرقی از نظریه بازی‌ها در تعاملات نهادهای علم و فناوری استفاده شده است. اما در کشور ما تاکنون تجزیه و تحلیلی در خصوص کاربرد نظریه بازی‌ها در تعاملات نهادهای علم و فناوری مشاهده نشده است. با این وجود حتی خود نظریه بازی‌ها و روش تعادل کامل بازی فرعی موضوعی جدیدی است که مقالات اندکی به آن پرداخته‌اند.

کی، یوجون، کایگو و جینگویی¹ در مقاله‌ای با عنوان «تأمین اعتبار از بنگاه‌های خرد و متوسط علم و فناوری: تجزیه و تحلیل بازی پویا» مدلی چهارگانه پویا که اعضاء اصلی آن شامل وام‌گیرندگان بنگاه‌های خرد و متوسط علوم و فناوری، بانک‌ها، دولت و سازمان‌های امنیتی می‌باشد طراحی می‌کنند. آنها با استفاده از این مدل، رفتار بهینه اعضاء اصلی را با استفاده از تعادل کامل بازی فرعی در بازار اعتباری تجزیه و تحلیل کرده و شرایطی را بحث می‌کنند که برای دستیابی به این تعادل باید به دست آید. نتایج نشان دهنده آن است که سرمایه‌گذاری علم و فناوری دولت، نقش حیاتی را در سازوکارهای تأمین مالی خرد برای بنگاه‌های کوچک و

نهادهای، به عنوان مجموعه نهادهای متمایز، دارای سهم مشترک و مستقل در انتشار و توسعه فناوری‌های جدید تعریف می‌شود. نلسون نیز طراحی نهادی را رسیدن به یک تعادل مناسب در جنبه‌های مختلف فناوری می‌داند [9]. ریاحی و قاضی‌نوری نیز معتقدند نگاشت نهادی، نقشه‌ای است که بازیگران و تعاملات آنها را به تصویر می‌کشد و نقاط قوت و ضعف میان نهادهای، اجزاء و روابط را روشن می‌سازد [8]. پس به طور کلی نگاشت نهادی نظام ملی علم و فناوری و نوآوری، طرح جامعی است که همه بازیگران اصلی این نظام، جایگاه، تعاملات، اهداف و کارکردهای آن را شامل می‌شود [8]. از این رو در این مقاله تعاملات بین نقش‌آفرینان و بازیگران در حوزه علم و فناوری و عواید و نقاط تعادل ارتباط میان نهادهای علم، فناوری و بازار در قالب نظریه بازی‌ها بررسی می‌شود. در ادامه نکاتی راجع به مفاهیم و کلیات ارتباط هر یک از نهادها بیان و به تصویر کشیده می‌شود.

علم، در یک مفهوم گسترده، کاوش دانش بر اساس مشاهدات واقعی و حقیقی است. بنابراین علم با شرایط آغازین شناخته شده و کاوش برای نتایج نهایی ناشناخته آغاز می‌شود [10]. از این رو نهاد علم نیز که امروز دانشگاه، حوزه و پژوهشگاه‌ها و موارد مشابه، متکفل آن هستند به دنبال کشف حقایق ناشناخته و جستجو در حوزه‌های مختلف دانش است. فناوری، کاربرد دانش جدید آموخته‌شده از طریق علم در مشکلات عملی است. تغییرات فناوری (فناوران) نیز عبارت است از میزان انتشار دانش جدید و استفاده آن در اقتصاد [11]. لذا وظیفه نهادهای فناور همچون واحدهای تحقیق و توسعه، کاربردی کردن دانش از طریق رفع نواقص عملی نظریه‌های دانش و کاربست علم در فضای موجود از طریق تولید محصول یا خلق روش تولید جدید و یا رفع کاستی‌ها و افزایش بهره‌وری در دایره مدل مارپیچ سه‌گانه است.

نزدیک‌ترین مفاهیم مرتبط به علم و فناوری، اختراع و نوآوری است. به عقیده بوزمن و لینک، اختراع در حقیقت خلق فرآورده جدید است و با بهره‌برداری از آن، تبدیل به نوآوری می‌شود [12]. بنابراین، اختراع با مفهوم علم، و نوآوری با مفهوم فناوری موازی است [11]. در این تمایز بین اختراع و

1- Ke, Yujun, Kaiguo, & Jingui

متوسط بازی می‌کند [14].

شوبو¹ در مقاله‌ای تحت عنوان «تحلیلی در مورد بازی همکارانه بین‌المللی در علم و فناوری» مدعی می‌شود که با تقویت یکپارچه‌سازی اقتصاد جهانی، کشورهای جهان به یکدیگر وابسته‌تر می‌شوند. وی مطالعات مربوط به همکاری‌های بین‌المللی و نوآوری در علم و فناوری² را از طریق تحلیل نظام‌مند با نظریه بازی انجام داده و با ایجاد یک مدل بازی در این همکاری، نتیجه می‌گیرد شرایط کافی و لازم برای همکاری و نوآوری شرکت‌های فراملی وجود دارد. وی در عین حال با یک مطالعه تجربی در مورد همکاری و نوآوری دو شرکت، معیارهایی را برای قضاوت در مورد امکان‌سنجی ICISCTC و عوامل مؤثر در آن ترسیم می‌کند [15].

نان، وی و هو³ در مقاله‌ای به تحلیل رابطه چند عامل در شبکه نوآوری مشترک برای شرکت‌های کوچک و متوسط علمی و فناوری بر اساس نظریه بازی‌ها پرداخته‌اند. آنها معتقدند ساختن یک شبکه نوآوری مشترک برای شرکت‌های کوچک و متوسط علمی و فناوری، تلاشی برای ترکیب مؤثرتری از مزایای این شرکت‌هاست. در آن مقاله، از نظریه بازی‌های تکاملی برای ایجاد مدل بازی‌های سه طرفه شامل دولت، شرکت‌های کوچک و متوسط علم و فناوری و مؤسسات دانشگاهی و تحقیقاتی استفاده شده است. سپس، سازوکار تعامل بین آنها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و بر اساس تحلیل هزینه و فایده هر یک از طرف‌ها ذیل سبدهای سهام راهبردی مختلف سه بازیگر، راهبرد پایدار بازی تکاملی حاصل می‌شود. نتایج تحقیقات این سه نفر نشان می‌دهد که دولت می‌تواند با تعیین یارانه یا جریمه مناسب برای آنها، شور و شوق شرکت‌ها و دانشگاه‌ها و مؤسسات تحقیقاتی را به طور موثری بسیج کند و همچنین می‌تواند بر بهبود و ارتقاء روابط همکاری بین بنگاه‌ها و دانشگاه‌ها و مؤسسات تحقیقاتی تأثیر بگذارد [16].

«مدل طرح خط‌مشی پیشرفت سرمایه‌گذاری در پارک علم و فناوری: مطالعه موردی تکنوپولیس در اندونزی» یکی دیگر از

مقالات اخیر است که در آن مسائل حوزه علم و فناوری با استفاده از نظریه بازی‌ها حل شده است. در آن مقاله به منظور توسعه مدل ریاضی برای شاخص‌های سیاست پیشرفت⁴ (PPI) پروژه تکنوپولیس اندونزی برای طرح پیشرفت سرمایه‌گذاری بررسی شده و مدلی شامل نظریه بازی‌ها (مدل اول) و مدل برنامه‌نویسی هدف (مدل دوم) فرمول‌بندی شده است. سه فعالیت اصلی گروهی شامل تولید، تحقیق و توسعه فناوری، فعالیت‌های اجتماعی و زیرساخت‌ها باید به طور هم‌زمان توسعه یابند. مدل نظریه بازی‌ها نشان می‌دهد که پروژه‌های زیرساخت فعالیت اجتماعی اساساً به دلیل پیامد منفی رد می‌شوند در حالی که مدل برنامه‌نویسی هدف، با توجه به سه شرط جایگزین، نشان می‌دهد که هر گزینه جایگزین فقط به یک فعالیت سود می‌بخشد. مدل‌های حاصل از طرح PPI در KTP⁵ همچنین می‌تواند به عنوان معیاری برای توسعه علم و فناوری در مکان‌های دیگری نیز اجرا شود [17].

در پژوهش‌های داخلی تاکنون به مقوله کاربرد نظریه بازی‌ها در ارتباط و تعاملات میان نهادهای علم و فناوری پرداخته نشده است. وجه تمایز این مقاله با سایر پژوهش‌ها استفاده از نظریه بازی‌ها و همچنین بکارگیری روش تعادل کامل بازی‌های فرعی برای تجزیه و تحلیل روابط میان نهادهای علم و فناوری است.

4- روش تحقیق

این مقاله در پی آن است که نشان دهد نهادهای علم و فناوری به عنوان بازیگر چه تصمیماتی در قبال ارتباط و همکاری و مشارکت با یکدیگر در پیش روی خود دارند و در یک جامعه سه نهادی متشکل از این سه نهاد در صورت ارتباط یا عدم ارتباط بین هر یک از آنها برای جامعه و خوشان در چه حالت‌های تعادلی بیشترین و بهترین عواید ثمره را به ارمغان می‌آورند. از طرفی دیگر تصمیم‌های مدیران و اجزاء هر نهاد در صورت عدم همکاری و مشارکت بین آنها در چه حالت‌هایی موجب اتلاف منابع و افزایش هزینه‌ها و ریسک برای خود و دیگر نهادها و جامعه می‌شوند. از این رو

4- Promotion Policy Instrument
5- Kawasan Technology Pelalawan

1- Shu-bo
2- International Cooperation and Innovation in Science and Technology (ICISCTC)
3- Nan, Wei & Hu

توسط افرادی چون کورنات، برتراند⁶ و اجورث⁷ بر روی تولید و قیمت‌گذاری در انحصار چندجانبه⁸ صورت گرفت. اما در حقیقت پایه‌گذار اصلی نظریه بازی‌ها، نیومن⁹ و همکار همکار اقتصادی‌اش مورگنسترن¹⁰ [24] با تألیف کتاب «نظریه بازی‌ها و رفتار اقتصادی» بود [25] که منجر به تأسیس این رشته شد [26]. در دهه پنجاه بازی معمای زندانی مطرح شد؛ جان نش¹¹ نیز تعریف راهبرد بهینه را تعمیم داد؛ بسیاری از موضوعات تکاملی فرم بسط‌یافته بازی و بازی‌های تکراری ارائه شد و نظریه بازی‌ها کاربرد وسیعی در فلسفه و علوم سیاسی پیدا کرد. در سال 1965 سلتن¹² تعادل کامل بازی را مطرح و تعادل نش را گسترش داد. در سال 1967 هاریزانی¹³ مفهوم اطلاعات کامل و بازی بیزین را وارد عرصه نظریه بازی‌ها کرد [27].

بازی میان نهادهای علم و فناوری هم به صورت ایستا و هم به صورت پویا قابل حل است. اما طبق تعریف بازی‌های ایستا که در آن بازیکنان به صورت هم‌زمان تصمیم‌گیری می‌کنند و در همان مرحله اول و تنها با یک عمل و راهبرد به اتمام می‌رسند، نمی‌توان این بازی را حل نمود. چرا که بازی ایستا در وهله اول در دنیای واقعی به‌ندرت صورت می‌گیرد و اگر هم صورت بگیرد در بار اول و در صورت نداشتن اطلاعات قبلی بازیگران و کنشگران از یکدیگر اتفاق می‌افتد که یک حالت بسیار خاصی است. مسئله دیگر این است که این بازی، یک بازی همکاری و مشارکت است و غیرعقلایی است که بازیگران بدون اقدام طرف مقابل و بررسی راهبردها و پیامدهای حاصل از هر یک از راهبردها و اطلاعات موجود و قبل و بعد از آن حرکتی همسو یا غیر همسو داشته باشند. علاوه بر این طبق فروض اصلی نظریه بازی‌ها، تصمیم‌گیران و بازیگران عقلایی عمل می‌کنند و خواه ناخواه در دنیای امروز که پیشینه‌های عملکرد بازیگران، اگر چه به صورت اطلاعات ناقص، در دسترس است، بازی در حالت واقعی خود به صورت بازی با اطلاعات ناقص است. اما از آنجا که پیچیدگی و محاسبات و حالات و متغیرها در صورت فرض

برای بررسی کیفی و کمی این حالات می‌توان از نظریه بازی‌ها استفاده کرد. این روش یکی از بدیع‌ترین و کاربردی‌ترین روش‌ها در اقتصاد و سیاست و همچنین علوم ریاضی است که به تحلیل و بررسی کنش‌ها و رفتارها و موقعیت‌ها و حالات مختلف تصمیم‌گیران و بازیگران عقلایی می‌پردازد. از این رو در ابتدا باید مفاهیم و تعاریف نظریه بازی‌ها را بیان کرد و در وهله بعدی به معرفی انواع بازی‌ها و در نهایت به نوع بازی به کار گرفته شده در این مقاله پرداخت.

تعاریف متعددی برای نظریه بازی‌ها مطرح شده است. گیبونز¹ بیان کرده که نظریه بازی‌ها مطالعه مسائل تصمیم‌گیری چند نفره است [18]. آزبورن و روبینشتاین² معتقدند نظریه بازی‌ها مجموعه‌ای از ابزارهای تحلیلی است که به ما در درک پدیده‌هایی که در هنگام تعامل با تصمیم‌گیرندگان مشاهده می‌کنیم، کمک می‌کند. این مفروضات اساسی تصمیم‌گیرندگان هستند که اهداف بیرونی را کاملاً تعریف شده دنبال می‌کنند (آنها منطقی هستند) و دوم دانش یا انتظارات خود را از رفتار سایر تصمیم‌گیرندگان در نظر می‌گیرند (آنها راهبردی استدلال می‌کنند) [19]. بونانو³ نیز تعریف نسبتاً جامعی ارائه می‌دهد و می‌گوید «نظریه بازی‌ها یک زبان رسمی برای بازنمایی و تجزیه و تحلیل موقعیت‌های تعاملی را فراهم می‌کند، به این معنا که موقعیت‌هایی که چندین موجودیت به نام بازیکن اقداماتی دارند که بر یکدیگر تأثیر می‌گذارد» [20]. به طور کلی بازی، توصیفی از فعالیت‌های اقتصادی، اجتماعی و سیاسی افراد است [21]. به عبارت دیگر نظریه بازی‌ها چارچوبی را مبتنی بر ساختن مدل‌های دقیق ارائه می‌دهد که موقعیت‌های درگیری و همکاری بین تصمیم‌گیرندگان منطقی را توصیف می‌کند [22].

اولین فردی که درباره نظریه بازی‌ها بحث کرد، والدگراو⁴ بود. بعد از آن، این نظریه نزدیک به یک قرن مسکوت ماند و دنبال نشد تا اینکه کورنات⁵ در سال 1838 آن را احیاء کرد [23]. اولین مطالعات نظریه بازی‌ها در پیشینه علم اقتصاد

6- Bertrand
7- Edgeworth
8- Oligopoly
9- John Von Neumann
10- Oskar Morgenstern
11- John Nash
12- Renhard Selten
13- John Harsanyi

1- Gibbons
2- Martin J. Osborne and Ariel Rubinstein
3- Bonnano
4- James Waldegrave
5- Antoine Augustin Cournot

اساس وی ایده‌ای را مطرح نمود که در وهله اول کل بازی منطبق بر یک سری اصول در فرم بسط‌یافته به چند بازی فرعی تفکیک می‌شود که در هر بازی فرعی، گره‌ها و شاخه‌های بازی فرعی زیرمجموعه بازی اصلی نیز محسوب می‌شوند. در مجموع نیز هر بازی فرعی، خود یک بازی فرم بسط‌یافته بوده و بخشی از بازی اصلی را تشکیل می‌دهد [21]. در این پژوهش نیز طبق روش تعادل کامل بازی فرعی، ابتدا تعادل نش را تعیین نموده و سپس تعادل مطلوب و برتر را با بازگشت به عقب از زیربازی‌ها به سمت گره اصلی به دست می‌آوریم.

5- مدل بازی

در بازی بین نهادهای علم و فناوری سه بازیگر وجود دارد: بازیگر اول نهاد علم، بازیگر دوم نهاد فناور و بازیگر سوم نیز نهاد بازار است. هر یک از این نهادها در رشد و پیشرفت یک جامعه نقش مهمی را ایفاء می‌کنند. اما این رشد در صورتی که فقط درون نهادی باشد یک رشد درون‌گرا خواهد بود که فقط آن بخش از جامعه را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد. در صورتی که جامعه به یک سیر حرکتی هم‌افزا و تعاملی نیاز دارد تا با همکاری و مشارکت بازوهای خود، همه‌جانبه رشد نماید. از این رو این سه بازیگر در عرصه کلان اقتصادی نقشی تکمیل‌کننده نسبت به هم دارند که هر چه تعامل و ارتباط بیشتری با یکدیگر داشته باشند از یک طرف از هزینه‌های خود می‌کاهند و از طرف نقاط ضعف خود را جبران می‌نمایند و محصولات ویژه و شگرفی ارائه می‌نمایند. در نتیجه سود دوجانبه‌ای (کاستن هزینه تولید و تولید با کیفیت بیشتر) را نصیب خود می‌کنند که این امر منجر به افزایش رشد تولید و بهره‌وری جامعه می‌شود.

تعامل و مشارکت در این بازی بین نهاد علم و فناوری و بازار به این صورت شکل می‌گیرد که هر یک از نهادها دو به دو نسبت به یکدیگر وظایف و تعهدات تعریف و خدماتی را ارائه می‌دهند. از این رو نهاد علم با عنوان مشارکت A، خدماتی چون تأسیس شرکت‌های زایشی¹، مراکز فناوری، مراکز نوآوری، مراکز رشد و شرکت‌های دانش‌بنیان نسبت به نهاد فناوری ارائه می‌دهند. در عوض نهاد فناوری در مجموعه

اطلاعات ناقص بسیار سخت خواهد بود، ناگزیر فرض می‌شود که این بازی با اطلاعات کامل صورت می‌گیرد. بنابراین در بازی‌های پویا با اطلاعات کامل، که ابزار این مقاله نیز هست، تصمیمات بازیکنان به صورت پی‌درپی گرفته می‌شود و هر بازیکن پیشینه بازی را می‌داند و از پیامد هر راهبرد نیز آگاهی دارد و در نتیجه بازی با اطلاعات تمام است. این نوع بازی‌ها را به طور معمول به صورت فرم گسترشی و همچنین از طریق درخت بازی حل کرده و به تصویر می‌کشند. پیامد بازیکنان در آخرین شاخه مربوط به هر راهبرد درخت بازی نشان داده می‌شود.

بازی‌های پویا را به روش‌های مختلفی می‌توان حل نمود. یکی از متداول‌ترین روش‌ها، حل بازی از طریق تعادل نش است. تعادل در بازی‌های پویا با اطلاعات کامل و تمام، به تعادل نش برگشت به عقب معروف است. یعنی تعادل‌های نش باید آزمون دیگری را نیز طی کنند. در تعادل نش برگشت به عقب از گره‌های نهایی که به یک مجموعه اطلاعاتی تکی بازیکنان مربوط است شروع نموده، تصمیم‌گیرنده آن گره تصمیم‌گیری، از میان شاخه‌هایی که از آن گره نشأت گرفته و به گره نهایی ختم می‌شود و هر شاخه نشان‌دهنده یک عمل بازیکن است، شاخه‌ای را انتخاب می‌کند که بیشترین پیامد را برای او داشته باشد. آن شاخه انتخابی در صورتی که در مسیر پیوسته متصل به گره اولیه قرار گیرد بخشی از تعادل کلی بازی نیز محسوب می‌شود [28]. به این معنا که در آن بازی فرعی تعادل وجود دارد، اما با توجه به حاکم بودن عقلانیت بر بازی و این که بازیکن حریف اطلاع دارد که این بازیکن گزینه‌ای را انتخاب خواهد نمود که بیشترین منافع را برای خودش و کمترین منافع را برای حریف داشته باشد، طوری رفتار می‌نماید که بازی به آن گره کشیده نشود. بنابراین آن انتخاب یا شاخه، جزئی از مسیر پیوسته بازی نخواهد بود [27].

روش دیگر نشان دادن تعادل، از طریق تعادل کامل بازی‌های فرعی است. تعادل کامل بازی فرعی عبارت است از یک مفهوم راه حل طبیعی برای بازی‌های فرم گسترده از اطلاعات کامل [29]. سلتن اولین فردی بود که نشان داد تعادل‌های نش که در آن تهدیدهای باور نکردنی وجود دارد در بسیاری از موارد نمی‌توانند رفتار بازیکنان را پیش‌بینی کنند. بر این

ارزش افزوده بیشتری عاید هر نهاد و سپس جامعه خواهد شد. از این رو نامعادله زیر برقرار خواهد بود:

$$(P,P,P) > V_A(D,D,D)$$

ارتباطات بین این سه نهاد به صورت دوسویه را می‌توان با استفاده از نامگذاری مجموعه‌های مشارکتی از A تا E به صورت شکل 3 به تصویر کشید. در این شکل شاید بتوان در خصوص ارزش افزوده ارتباط سه نهاد و برتری آن نسبت به بقیه به ویژه حالت عدم همکاری سه نهاد را به دست آورد اما امکان مقایسه حالت‌های مساوی در همکاری و عدم همکاری در برتری هر یک از آنها بر یکدیگر وجود ندارد. از این رو به دلیل اینکه حالت ایستا از دنیای واقعی به دور بوده و به علاوه در این حالت امکان مقایسه بین حالت‌ها نیز کم است، انجام بازی در حالت پویا امکان نزدیک شدن به واقعیت را به ما می‌دهد. با این وجود به دلیل وجود پیچیدگی زیاد در دنیای واقعی نمی‌توان بازی پویا را با فرض اطلاعات ناقص مسئله، حل نمود. بنابراین بازی پویا میان نهادهای علم و فناوری را با استفاده از روش تعادل کامل بازی‌های فرعی و با فرض اطلاعات کامل و با توجه به فروض در نظر گرفته شده حل می‌شود.

نهاد بازار نهادی است که متشکل از اصناف و بخش مردمی و خصوصی است. از این رو ارتباطات شبکه‌ای گسترده و زنجیره‌ای بین اصناف و بازاریان و بخش خصوصی برقرار است که اگر این ارتباطات با نهادهای علم و فناوری هم‌سو شود، عایدی نهایی هم به بازاریان و بخش خصوصی خواهد رسید و هم به نهادهای علم و فناوری و جامعه (شکل 4).

در نتیجه طبق مدل ترسیم‌شده در مورد ارتباطات و مشارکت بین این سه نهاد، مزیت‌ها و عواید حاصل از مشارکت و خدمات متقابل که می‌توانند به یکدیگر ارائه دهند را می‌توان در جدول 1 دسته‌بندی کرد.

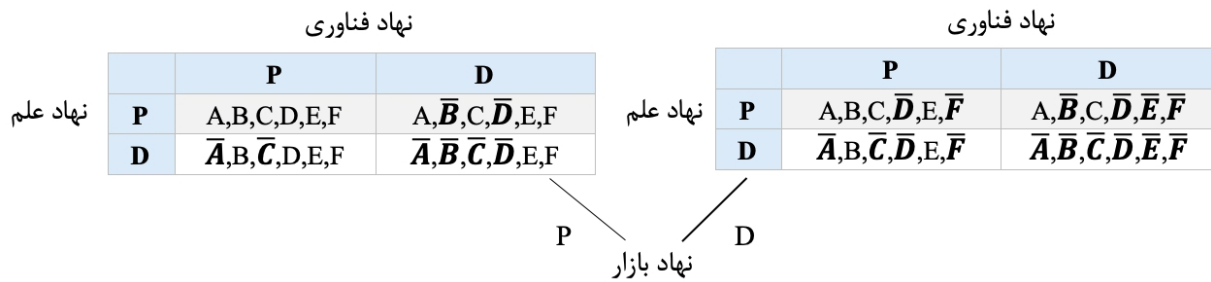
		نهاد دوم		
		P	D	
نهاد اول	P	P, P, P	P, D, P	P
	D	D, P, P	D, D, P	
		نهاد دوم		
		P	D	
نهاد اول	P	P, P, D	P, D, D	D
	D	D, P, D	D, D, D	

شکل 2) انواع ارتباطات سه‌جانبه بین سه نهاد

مشارکت B، با خدماتی مانند استخدام دانش‌آموختگان، برگزاری فن بازار مشترک، رویداد شتاب مشترک، کارگاه‌های آموزشی¹ و احاله مشاوره به نهاد علم به نوعی همکاری دوجانبه را رقم می‌زند.

ارتباط دوجانبه علم و بازار نیز به این صورت است که نهاد علم در مجموعه مشارکت C، به وسیله تأسیس رشته مناسب با نهاد بازار، تأسیس پژوهشگاه مرتبط با نهاد بازار، استخدام هیأت‌علمی و تأسیس مقطع تحصیلی و امثالهم با بازار ارتباط می‌گیرد. از آن سو نهاد بازار نیز در مجموعه مشارکت D، از طریق استخدام دانش‌آموختگان، ارجاع مسائل علمی و پژوهش‌های بازار به نهاد علم و ارائه تجربه و واقعیت بازار مانند برگزاری دوره‌های بازارشناسی و صنعت برای دانشگاهیان می‌تواند ارتباطات سازنده‌ای را با نهاد علم برقرار کند.

در بخش سوم این مشارکت سه‌جانبه، نهاد فناوری و نهاد بازار با هم ارتباط دوسویه دارند. در مجموعه مشارکت E، نهاد فناوری نسبت به نهاد بازار خدماتی همچون تأسیس شرکت دانش‌بنیان متناسب با نیاز بازار (صنعت، خدمات، بهداشت)، برگزاری رویداد شتاب مشترک و همکاری بین شرکت‌های دانش‌بنیان و واحدهای تحقیق و توسعه دارد. در مجموعه مشارکت F نیز نهاد بازار به وسیله اقداماتی مثل ارجاع سؤالات فناورانه، تعریف پروژه‌های مشترک علمی و فنی، سفارش ساخت محصولات فناورانه و ارائه تجربه بازاریابی محصولات نهاد بازار و مانند آنها به ارائه خدمت به نهاد فناوری می‌پردازد. بنابراین طبق ارتباطات سه‌جانبه بین این سه نهاد، انواع ارتباطات به صورت شکل 2 خواهد بود. در این شکل، P به معنای همکاری است و D به معنای عدم همکاری است. در نتیجه طبق خدمات و خطوط ارتباطی مطرح شده در صورت ارتباط هر چه بیشتر بین این نهادها



شکل 3) انواع ارتباطات سه‌جانبه بین سه نهاد با استفاده از مجموعه‌های مشارکتی A تا E

خواهد شد و در اینجا با پدیده سواری رایگان مواجه خواهیم شد. منتها این سود در برابر همکاری با قبول ریسک چه در همکاری دوجانبه و چه در همکاری‌های سه‌جانبه ناچیز بوده و آن چنان قابل توجه نیست.

در این صورت از منظر نهاد I (نهاد علم یا فناوری یا بازار) پنج حالت زیر برای بازی پدید خواهد آمد:

هیچ مشارکتی بین نهادها وجود ندارد یا رابطه یک طرفه است که در عمل به مشارکت نمی‌انجامد ($U=0$).

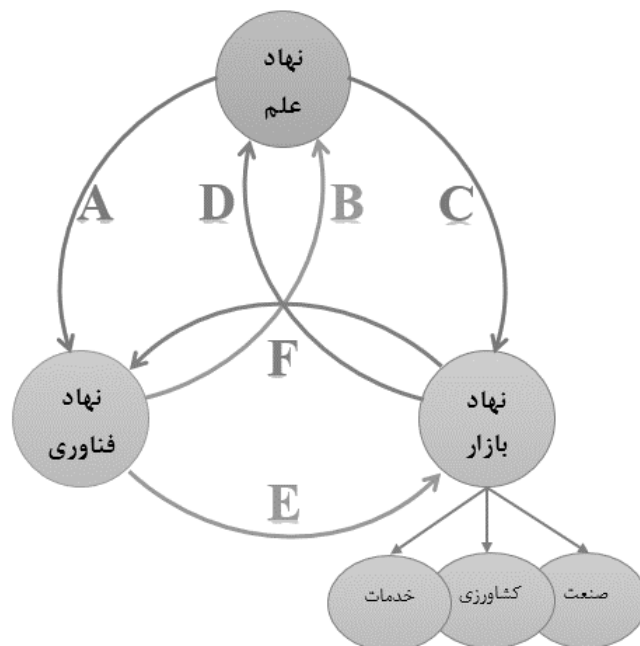
نهاد I با هیچ نهادی مشارکت یعنی رابطه دو طرفه ندارد اما دو نهاد دیگر با هم مشارکت دارند ($U=1$).

نهاد I با یکی از نهادها رابطه دو طرفه و مشارکت دارد و دو نهاد دیگر با یکدیگر مشارکت ندارند ($U=2$).

نهاد I با دو نهاد دیگر رابطه دو طرفه و مشارکت دارد اما آنها با هم رابطه دو طرفه ندارند ($U=3$).

هر سه نهاد با همدیگر ارتباط دو طرفه و مشارکت دارند ($U=4$).

در این بازی برای هر سه بازیگر دو معیار ریسک و سود وجود دارد. از یک طرف یک نهاد در صورت مشارکت، با نصف شدن یا یک سوم شدن ریسک به نسبتی از سود قطعی می‌رسد. در حالی که این نهاد می‌تواند با عدم مشارکت با دیگر نهادها و قبول ریسک چند برابری به عایدی مضاعف برسد. در این حالت این نهاد یک‌جانبه‌گرایی کرده و به تنهایی این مسیر را می‌رود تا به محصول برسد. اما این کنش ممکن است به نتیجه نرسد یا یک محصول کاملی به دست نیاید اما در نهایت این نهاد با قبول ریسک سه برابری به عایدی خوبی می‌رسد در حالی که برای کشور و جامعه مثر ثمر نخواهد بود و محصول خروجی نیز محصول کاملی نیست. بنابراین یک نهاد می‌تواند مشارکت یا عدم مشارکت را انتخاب و با توجه به میزان ریسک و قطعیت و سود، یکی را انتخاب کند. در این جامعه چون ما فرض کردیم که بنگاه‌ها فقط ذیل این سه بخش تعریف می‌شوند، طبیعتاً به عنوان مثال با برقراری رابطه گسترده بین نهاد علم و نهاد فناوری، نهاد بازار نیز متفع



شکل 4) مدل مشارکت بین نهادهای علم و فناوری

جدول 1) مدل ارتباطات و مشارکت سه نهاد

نوع مشارکت	جریان مشارکت	عواید و خدمات
A	نهاد علم نهاد فناوری	تأسیس شرکت‌های زایشی، مراکز فناوری، مراکز نوآوری، مراکز رشد و شرکت‌های دانش‌بنیان
B	نهاد فناوری نهاد علم	استخدام دانش‌آموختگان، برگزاری فن بازار مشترک، رویداد شتاب مشترک، برگزاری کارگاه آموزشی و ارائه مشاوره به نهاد علم
C	نهاد علم نهاد بازار	تأسیس رشته متناسب با نهاد بازار، پژوهشگاه مرتبط با نهاد بازار، استخدام هیأت‌علمی و تأسیس مقطع تحصیلی
D	نهاد بازار نهاد علم	استخدام دانش‌آموختگان، ارجاع مسائل علمی و پژوهش‌های بازار به نهاد علم و ارائه تجربه واقعی بازار مانند برگزاری دوره‌های بازارشناسی و صنعت برای دانشگاه
E	نهاد فناوری نهاد بازار	تأسیس شرکت دانش‌بنیان متناسب با نیاز بازار (صنعت، خدمات و بهداشت)، برگزاری رویداد شتاب مشترک و همکاری بین شرکت‌های دانش‌بنیان و واحدهای تحقیق و توسعه
F	نهاد بازار نهاد فناوری	ارجاع سؤالات فناورانه، تعریف پروژه‌های مشترک علمی و فنی، سفارش ساخت محصولات فناورانه و ارائه تجربه بازاریابی محصولات نهاد بازار

نکته مهمی که در نحوه رتبه‌بندی موارد فوق وجود دارد این

$$S_1 = \{P, D\}$$

است که مراتب فوق به صورت اسمی بوده و میزان تفاوت

$$S_2 = \{PP, PD, DP, DD\}$$

بین حالت‌ها را به صورت ریاضی و کامل بیان نمی‌کند بلکه با

$$S_3 = \{PPPP, PPPD, PPDP, PPDD, PDPP, PDDP, PDPD, PDDD, DPPP, DDPP, DPDP, DPPD, DDPD, DPDD, DPDD, DDDD\}$$

بیان ترتیبی فقط سعی در نشان دادن برتری نسبی دارد. از این رو ممکن است به عنوان مثال حالت‌های سوم و چهارم چندین برابر حالت اول و یا همچنین حالت دوم، ثمره و عایدی برای هر یک از نهادها و جامعه به همراه داشته باشد.

$$S = S_1 \times S_2 \times S_3 = \{(P, PP, PPPP), (P, PP, PPPD), (P, PP, PPDP), (P, PP, PPDD), \dots, (D, PP, PPPP), \dots, (D, DD, DD DP), (D, DD, DD DD)\}$$

در ادامه فرض می‌شود که بازیگران به صورت متوالی تصمیم‌گیری می‌کنند. در گام نخست، ابتدا بازیگر اول که بازیگری است که فرآیند آموزش و تولید و نظریه‌خوانی و نظریه‌پردازی از آنجا شروع می‌شود و در اینجا نهاد علم است، تصمیم می‌گیرد که به طور کلی مشارکت داشته باشد¹ (P) و یا مشارکت نداشته باشد² (D). در مرحله بعد بازیگر دوم که در این مقاله نهاد فناوری است و وظیفه‌اش در حقیقت روزآمدتر و فناورانه‌تر و کارآمدتر کردن محصول است، با توجه به تصمیمی که بازیگر اول گرفته است تصمیم به داشتن همکاری و رابطه می‌گیرد و یا تصمیم به عدم ارتباط و عدم مشارکت می‌گیرد. سپس بازیگر سوم که مرحله نهایی یعنی عرضه محصولات و در اینجا نهاد بازار است با نظر به اینکه بازیگران قبلی چه تصمیمی گرفته‌اند درصد آن می‌شود که مشارکت و همکاری داشته باشد یا نداشته باشد.

فرم راهبردی این بازی به صورت زیر است:

فرم راهبردی این بازی به صورت زیر است:

نکته مهمی که در نحوه رتبه‌بندی موارد فوق وجود دارد این است که مراتب فوق به صورت اسمی بوده و میزان تفاوت بین حالت‌ها را به صورت ریاضی و کامل بیان نمی‌کند بلکه با بیان ترتیبی فقط سعی در نشان دادن برتری نسبی دارد. از این رو ممکن است به عنوان مثال حالت‌های سوم و چهارم چندین برابر حالت اول و یا همچنین حالت دوم، ثمره و عایدی برای هر یک از نهادها و جامعه به همراه داشته باشد.

فرم راهبردی این بازی به صورت زیر است:

$$N = \{1, 2, 3\}$$

تعادل‌های نش منتج شده به دست می‌آید.

تعادل‌های نش طبق جدول‌های 2 و 3 عبارتند از:

$$N(G) = \{(S_1^*, S_2^*, S_3^*): (D, DP, PDPP), (D, DP, DDPP), (D, DP, PDDP), (D, DP, DDPD), (P, PP, PDDD), (P, PD, PDDD), (P, PP, PPDP), (P, PD, PPDP), (P, PP, PDDP), (P, PD, PDDP), (P, PP, PDDP), (P, PD, PDDP), (P, PP, PPDD), (P, PD, PPDD), (P, PP, PDPP), (P, PD, PDPP), (P, PP, PPPD), (P, PD, PPPD), (P, PP, PPPP), (P, PD, PPPP)\}$$

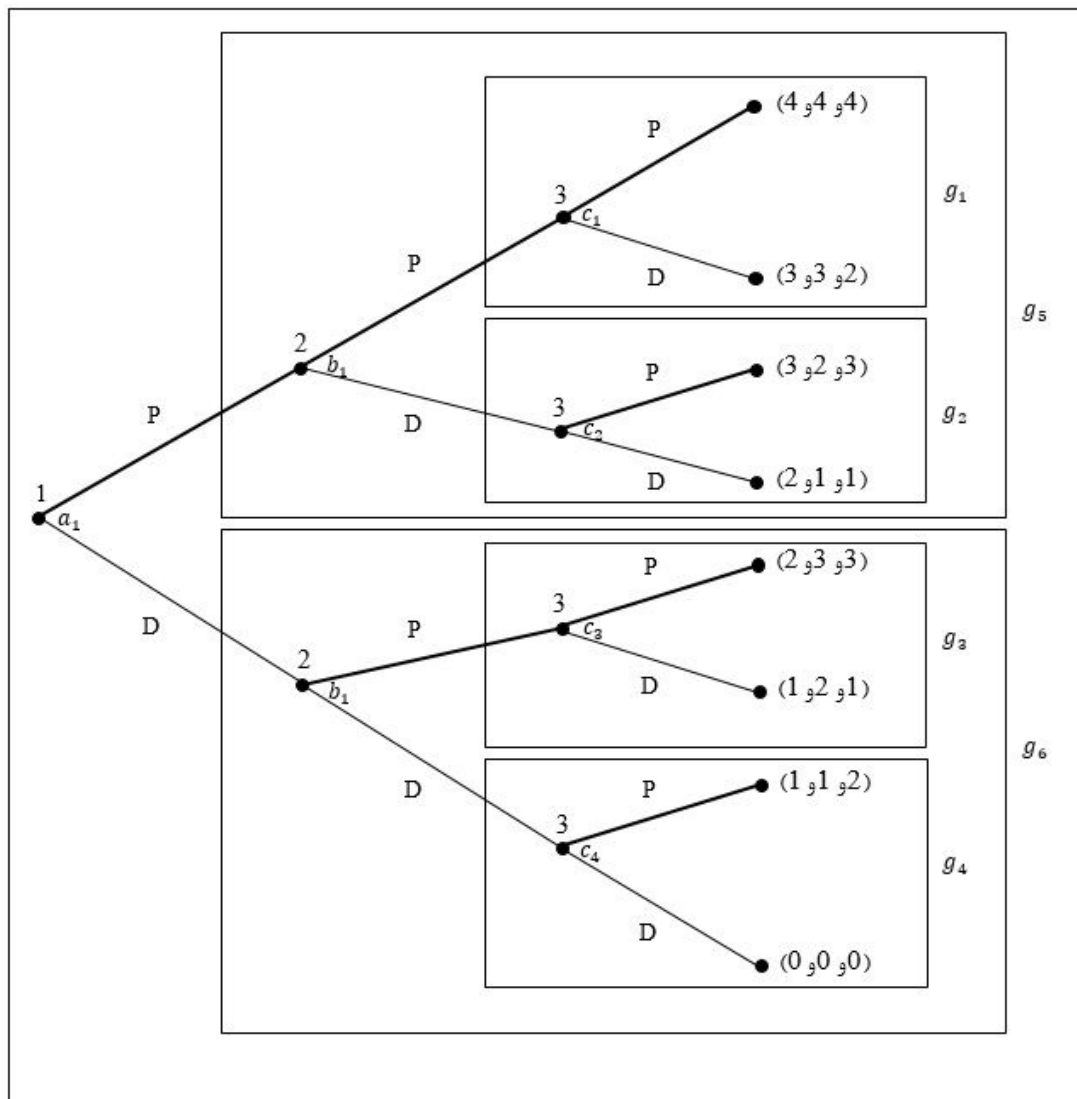
در جدول 4 و 5 تعادل‌های نش در فرم راهبردی با استفاده از روش تعادل نش برگشت به عقب تعیین شده و زیر عدد هر شاخه‌ای که در گروهش، بیشترین پیامد را داشته خط کشیده شده است. اکنون برای اینکه تعیین شود کدامیک از این تعادل‌های نش، تعادل SPE هستند، باید تعادل نش را در هر یک از بازی‌های فرعی پیدا نمود. تعادل نش در بازی فرعی اول (g_1) که از c_1 آغاز می‌گردد P است.

این دلیل که این نهاد بازی را شروع می‌کند و فقط دو انتخاب دارد به عنوان بازیگر صفحه در نظر گرفته می‌شود. در نتیجه تعداد صفحات محدود می‌شود و جدول‌های 2 و 3 به دست می‌آید. در جدول‌ها نیز بازیگر دوم یعنی نهاد فناوری، بازیگر ستون و بازیگر سوم یعنی نهاد بازار به عنوان بازیگر سطر در نظر گرفته می‌شود.

اگر بازیگر 1 (نهاد علم) P را انتخاب کند وضعیت به فرم جدول 2 خواهد بود.

اگر بازیگر 1 (نهاد علم) D را انتخاب کند وضعیت به فرم جدول 3 خواهد بود.

در گام بعدی نیاز است که برای پیدا کردن تعادل نش برگشت به عقب یا به عبارت بهتر دستیابی به تعادل کامل بازی فرعی، ابتدا تعادل یا تعادل‌های نش را در فرم راهبردی استخراج نموده و سپس تعادل SPE را از نتایج حاصل شده یعنی



شکل 5) فرم بسط یافته و تعادل SPE

جدول 2) فرم راهبردی بازی (بازیگر $P=1$)

بازیکن ۲ (نهاد فناوری)

بازیکن ۳
(نهاد بازرار)

	PP	PD	DP	DD
PPPP	4, 4, 4	4, 4, 4	3, 2, 3	3, 2, 3
DPPP	3, 3, 2	3, 3, 2	3, 2, 3	3, 2, 3
PPPD	4, 4, 4	4, 4, 4	3, 2, 3	3, 2, 3
DDDP	3, 3, 2	3, 3, 2	2, 1, 1	2, 1, 1
PDPP	4, 4, 4	4, 4, 4	2, 1, 1	2, 1, 1
DPDD	3, 3, 2	3, 3, 2	3, 2, 3	3, 2, 3
PPDD	4, 4, 4	4, 4, 4	3, 2, 3	3, 2, 3
DDPP	3, 3, 2	3, 3, 2	2, 1, 1	2, 1, 1
PDDP	4, 4, 4	4, 4, 4	2, 1, 1	2, 1, 1
DPPD	3, 3, 2	3, 3, 2	3, 2, 3	3, 2, 3
PDPD	4, 4, 4	4, 4, 4	2, 1, 1	2, 1, 1
DPDP	3, 3, 2	3, 3, 2	3, 2, 3	3, 2, 3
DDPD	3, 3, 2	3, 3, 2	2, 1, 1	2, 1, 1
PPDP	4, 4, 4	4, 4, 4	3, 2, 3	3, 2, 3
PDDD	4, 4, 4	4, 4, 4	2, 1, 1	2, 1, 1
DDDD	3, 3, 2	3, 3, 2	2, 1, 1	2, 1, 1

جدول 3) فرم راهبردی بازی (بازیگر $D=1$)

بازیکن ۲ (نهاد فناوری)

بازیکن ۳
(نهاد بازرار)

	PP	PD	DP	DD
PPPP	2, 3, 3	1, 1, 2	2, 3, 3	1, 1, 2
DPPP	2, 3, 3	1, 1, 2	2, 3, 3	1, 1, 2
PPPD	2, 3, 3	0, 0, 0	2, 3, 3	0, 0, 0
DDDP	1, 2, 1	1, 1, 2	1, 2, 1	1, 1, 2
PDPP	2, 3, 3	1, 1, 2	2, 3, 3	1, 1, 2
DPDD	1, 2, 1	0, 0, 0	1, 2, 1	0, 0, 0
PPDD	1, 2, 1	0, 0, 0	1, 2, 1	0, 0, 0
DDPP	2, 3, 3	1, 1, 2	2, 3, 3	1, 1, 2
PDDP	1, 2, 1	1, 1, 2	1, 2, 1	1, 1, 2
DPPD	2, 3, 3	0, 0, 0	2, 3, 3	0, 0, 0
PDPD	2, 3, 3	0, 0, 0	2, 3, 3	0, 0, 0
DPDP	1, 2, 1	1, 1, 2	1, 2, 1	1, 1, 2
DDPD	2, 3, 3	0, 0, 0	2, 3, 3	0, 0, 0
PPDP	1, 2, 1	1, 1, 2	1, 2, 1	1, 1, 2
PDDD	1, 2, 1	0, 0, 0	1, 2, 1	0, 0, 0
DDDD	1, 2, 1	0, 0, 0	1, 2, 1	0, 0, 0

جدول 4) تعادل‌های نش فرم راهبردی بازی (بازیگر $P=1$)
بازیکن ۲ (نهاد فناور)

	PP	PD	DP	DD
PPPP	<u>4, 4, 4</u>	<u>4, 4, 4</u>	<u>3, 2, 3</u>	<u>3, 2, 3</u>
DPPP	<u>3, 3, 2</u>	<u>3, 3, 2</u>	<u>3, 2, 3</u>	<u>3, 2, 3</u>
PPPD	<u>4, 4, 4</u>	<u>4, 4, 4</u>	<u>3, 2, 3</u>	<u>3, 2, 3</u>
DDDP	<u>3, 3, 2</u>	<u>3, 3, 2</u>	<u>2, 1, 1</u>	<u>2, 1, 1</u>
PDPP	<u>4, 4, 4</u>	<u>4, 4, 4</u>	<u>2, 1, 1</u>	<u>2, 1, 1</u>
DPDD	<u>3, 3, 2</u>	<u>3, 3, 2</u>	<u>3, 2, 3</u>	<u>3, 2, 3</u>
PFDD	<u>4, 4, 4</u>	<u>4, 4, 4</u>	<u>3, 2, 3</u>	<u>3, 2, 3</u>
DDFP	<u>3, 3, 2</u>	<u>3, 3, 2</u>	<u>2, 1, 1</u>	<u>2, 1, 1</u>
PDDP	<u>4, 4, 4</u>	<u>4, 4, 4</u>	<u>2, 1, 1</u>	<u>2, 1, 1</u>
DPPD	<u>3, 3, 2</u>	<u>3, 3, 2</u>	<u>3, 2, 3</u>	<u>3, 2, 3</u>
PDPD	<u>4, 4, 4</u>	<u>4, 4, 4</u>	<u>2, 1, 1</u>	<u>2, 1, 1</u>
DPDP	<u>3, 3, 2</u>	<u>3, 3, 2</u>	<u>3, 2, 3</u>	<u>3, 2, 3</u>
DDPD	<u>3, 3, 2</u>	<u>3, 3, 2</u>	<u>2, 1, 1</u>	<u>2, 1, 1</u>
PPDP	<u>4, 4, 4</u>	<u>4, 4, 4</u>	<u>3, 2, 3</u>	<u>3, 2, 3</u>
PDDD	<u>4, 4, 4</u>	<u>4, 4, 4</u>	<u>2, 1, 1</u>	<u>2, 1, 1</u>
DDDD	<u>3, 3, 2</u>	<u>3, 3, 2</u>	<u>2, 1, 1</u>	<u>2, 1, 1</u>

بازیکن ۳
(نهاد بازار)

جدول 5) تعادل‌های نش فرم راهبردی بازی (بازیگر $D=1$)
بازیکن ۲ (نهاد فناور)

	PP	PD	DP	DD
PPPP	<u>2, 3, 3</u>	<u>1, 1, 2</u>	<u>2, 3, 3</u>	<u>1, 1, 2</u>
DPPP	<u>2, 3, 3</u>	<u>1, 1, 2</u>	<u>2, 3, 3</u>	<u>1, 1, 2</u>
PPPD	<u>2, 3, 3</u>	<u>0, 0, 0</u>	<u>2, 3, 3</u>	<u>0, 0, 0</u>
DDDP	<u>1, 2, 1</u>	<u>1, 1, 2</u>	<u>1, 2, 1</u>	<u>1, 1, 2</u>
PDPP	<u>2, 3, 3</u>	<u>1, 1, 2</u>	<u>2, 3, 3</u>	<u>1, 1, 2</u>
DPDD	<u>1, 2, 1</u>	<u>0, 0, 0</u>	<u>1, 2, 1</u>	<u>0, 0, 0</u>
PFDD	<u>1, 2, 1</u>	<u>0, 0, 0</u>	<u>1, 2, 1</u>	<u>0, 0, 0</u>
DDFP	<u>2, 3, 3</u>	<u>1, 1, 2</u>	<u>2, 3, 3</u>	<u>1, 1, 2</u>
PDDP	<u>1, 2, 1</u>	<u>1, 1, 2</u>	<u>1, 2, 1</u>	<u>1, 1, 2</u>
DPPD	<u>2, 3, 3</u>	<u>0, 0, 0</u>	<u>2, 3, 3</u>	<u>0, 0, 0</u>
PDPD	<u>2, 3, 3</u>	<u>0, 0, 0</u>	<u>2, 3, 3</u>	<u>0, 0, 0</u>
DPDP	<u>1, 2, 1</u>	<u>1, 1, 2</u>	<u>1, 2, 1</u>	<u>1, 1, 2</u>
DDPD	<u>2, 3, 3</u>	<u>0, 0, 0</u>	<u>2, 3, 3</u>	<u>0, 0, 0</u>
PPDP	<u>1, 2, 1</u>	<u>1, 1, 2</u>	<u>1, 2, 1</u>	<u>1, 1, 2</u>
PDDD	<u>1, 2, 1</u>	<u>0, 0, 0</u>	<u>1, 2, 1</u>	<u>0, 0, 0</u>
DDDD	<u>1, 2, 1</u>	<u>0, 0, 0</u>	<u>1, 2, 1</u>	<u>0, 0, 0</u>

بازیکن ۳
(نهاد بازار)

مشارکت، در صورت دستیابی به محصول تک نهادی و عواید حاصل از آن در دوران کوتاه‌مدت، در میان‌مدت و بلندمدت منجر به عدم سازش و بروز اصطکاک بین نهادی با نهاد دیگر شود مسلماً هزینه‌های گزاف دیگری به آن نهاد و جامعه تحمیل می‌شود و سبب گسست و افتراق یا رقابت‌های بازی با جمع صفر که برای جامعه نامناسب است در آن جامعه می‌شود. در نتیجه نهاد مذکور از نظام شبکه‌ای علم و فناوری و عواید حاصل از آن کم‌کم طرد شده و به انزوا می‌گراید.

در هر صورت تمام این نتایج به همکاری و هم‌افزایی و مشارکت در یک جامعه و کشور برمی‌گردد. در صورتی که برآیند حرکت‌ها و رشد و پیشرفت نهادها در یک راستا باشد، سبب رشد کلی جامعه خواهد شد و زمانی که برآیند حرکت‌ها چه در موازی‌کاری‌ها و چه در هزینه‌ها و ریسک‌ها اندک باشد منجر به درجا زدن و عقب‌گرد و نابودی سرمایه‌های فیزیکی و انسانی و نخبگانی و اجتماعی و معنوی جامعه خواهد شد.

6- نتیجه‌گیری

در این مقاله به تجزیه و تحلیل ارتباط بین نهادهای علم و فناوری در قالب نظریه بازی‌ها پرداخته شد. این ارتباط به دلیل وجود سه نهاد علم و نهاد فناوری و نهاد بازار در سه مرحله انجام گرفت. با توجه به متوالی بودن تصمیمات هر یک از بازیگران در هر مرحله و معلوم بودن پیشینه بازی و در نظر گرفتن عقلایی ترجیحات و کنش‌های خود و بازیگران دیگر از سوی هر یک از کنشگران، مسئله از طریق بازی پویا با اطلاعات کامل تحلیل و حل شد. در این خصوص ابتدا فرم راهبردی بازی بیان شد، سپس مجموعه ترکیب راهبرد میان بازیگران احصاء و در مرحله بعد حالت‌های بازی بیان شد.

سپس فرم بسط‌یافته بازی به تصویر کشیده شد و بازی‌های فرعی مشخص گردید. در مرحله بعد فرم ماتریسی بازی به دلیل وجود سه کنشگر در قالب جدول سنجیده و سپس به نمایش درآورده شد. در مرحله نهایی نیز ابتدا تعادل بازی از روش نش تعیین گردید و در آخر از روش تعادل کامل بازی فرعی تعادل اصلی تعیین شد.

این تعادل نشان‌دهنده آن است که اگر این سه نهاد از بسته بودن و انفعال در فضای همکاری بیرونی خود بکاهدند و در

به همین ترتیب تعادل در بازی‌های فرعی دوم و سوم و چهارم نیز P است. تعادل نش در بازی فرعی g_5 و همچنین در بازی g_6 عبارت است از (P,PP).

اگر بازیگر 1 (نهاد علم) P را انتخاب کند وضعیت به فرم جدول 4 خواهد بود.

اگر بازیگر 1 (نهاد علم) D را انتخاب کند وضعیت به فرم جدول 5 خواهد بود.

تعادل نش در بازی فرعی g_7 که در حقیقت همان بازی اصلی و نهایی (G) است عبارت است از (P, PP, PPPP) که همان تعادل کامل بازی فرعی است.

گزاره مدنظر را به صورت ریاضی می‌توان این چنین نوشت:

$$SPE(G) = \{(S_1^*, S_2^*, S_3^*): (P, PP, PPPP)\}$$

که در فرم بسط‌یافته بازی (شکل 4)، اضلاع تعادلی SPE با خط‌های پررنگ از دیگر خطوط متمایز شده و تعادل SPE در هر بازی در این شکل نشان داده شده است. پیامد بازیگران نیز عبارت است از:

$$u_1(P, PP, PPPP) = 4$$

$$u_2(P, PP, PPPP) = 4$$

$$u_3(P, PP, PPPP) = 4$$

بنابراین بهترین حالت این بازی زمانی است که تمام بازیگران که در اینجا نهادهای علم و فناوری هستند با یکدیگر مشارکت و همکاری داشته باشند و همدیگر را در رسیدن علم نافع و تولید و ثروت و رفاهی که برای جامعه و هر یک از نهادها مفید و سودمند است یاری کنند. در این صورت ریسک و هزینه‌ها حداکثر به یک‌سوم کاهش می‌یابد و عواید حاصل از همکاری و مشارکت به سود قطعی نهادها و در نتیجه جامعه منتج خواهد شد. اما اگر در این بازی هر یک از سه نهاد به دنبال تصاحب یا تحکم برتری خود بر دیگر نهادها باشد، در وهله اول خود را محدود نموده و در نگاه اقتصادی نیز نه تنها میزان ریسک و هزینه‌های خود را کاهش نداده بلکه با عدم مشارکت با دیگر نهادها از عواید اجتماعی و فرهنگی حاصل از آن محروم مانده اما با افزایش چند برابری ریسک برای خود به سود دوچندانی دست می‌یابد.

از این رو یک نهاد در صورت مشارکت، علاوه بر کاستن ریسک و افزایش قطعیت میزان سود، به عواید اجتماعی حاکی از مشارکت و پوشش همدیگر به درک و طرح مسائل جدید جامعه دست می‌یابد. در حالی که در صورت عدم

the Transforming University-Industry-Government Relations in Ethiopia, *Proceedings of Ethiopia Triple Helix Conference*, IKED, Addis Ababa.

[8] Riahi, P., & Ghazinoory, S. (2013). **An Introduction to the Innovation System (Broad Approach)**. Tehran: *University Publishing Center*, First Edition. {In Persian}.

[9] Montazer, Gh., & Kalantari, I. (2016). **Concepts, Approaches and Institutional Mapping Methods (with Emphasis on Innovation System Studies)**. *Rahyafat*, 62, 55-72. {In Persian}.

[10] Nightingale, P. (1998). **A Cognitive Model of Innovation**. *Research Policy*, 27, 689-709.

[11] Audretsch, D. B., Bozeman, B., Combs, K. L., Feldman, M., Link, A. N., Siegel, D. S., ... & Wessner, C. (2002). **The economics of science and technology**. *The Journal of Technology Transfer*, 27(2), 155-203.

[12] Bozeman, B., and Link, A. N. (1983). **Investments in Technology: Corporate Strategies and Public Policy Alternatives**. New York: *Praeger Publishers*.

[13] Maghsoudi, H., Saeedi, A., & Valdan, E., & Goldoozha, M. (2019). **Qazvin Science and Technology Organization Document**. Qazvin: *Qazvin University Jihad Publications*. {In Persian}.

[14] Ke, Y., Yujun, L., Kaiguo, Z., & Jingui, L. (2011). **The financing of science & technology SME: A dynamic game analysis**. In *2011 International Conference on Business Management and Electronic Information* (Vol. 2, 179-181).

[15] Shu-bo, Z. (2012). **An Analysis on the International Cooperation Game in Science and Technology**. *Journal of Harbin Institute of Technology*.

[16] Nan, G., Wei, J., & Hu, H. (2019). **Analysis of the multi-agent's relationship in collaborative innovation network for science and technology SEMs based on evolutionary game theory**. *International Journal of Information Technology and Management*, 18(1), 1-15.

[17] Sutopo, W., Erliza, A., Widiyanto, A., Apriandy, R. R., & Ali, A. (2018). **The model of investment promotion policy scheme in science and technology park: a case study of techno polis in Indonesia**. *Production & Manufacturing Research*, 6(1), 308-327.

[18] Gibbons, R. (1992). **Game Theory for Applied Economists**. New Jersey: *Princeton University Press*.

[19] Osborne, M. J., and Rubinstein, A. (1994). **A Course in Game Theory**. *MIT Press*.

[20] Bonnano, G. (2018). **Game Theory** (2nd Edition). *University of California, Davis*.

[21] Souri, A. (2007). **Game theory and economic applications**. *Faculty of Economics Publications*, Tehran. {In Persian}.

[22] Tadelis, S. (2013). **Game Theory (An Introduction)**. New Jersey: *Princeton University Press*.

[23] Abdoli, Gh. (2007). **Game theory and its applications (static and dynamic games with complete information)**. Jihad Daneshgahi Publications, Tehran. {In Persian}.

[24] Maschler, M., Solan, E., & Zamir, S. (2013). **Game theory**. New York: *Cambridge University*

پی کاستن موانع مشارکت برآیند و در مسیر تولید و ارتقاء آن و توزیع با هم همکاری و مشارکت نمایند، علاوه بر اینکه هزینه‌ها و ریسک‌ها در پروژه‌های مشترک به حداقل مقدار خود می‌رسد، عایدی و بهره‌وری حاصل از همکاری زنجیره‌ای رفت و برگشت بین این سه نهاد، هم برای خودشان و هم برای جامعه بسیار چشمگیر و مقرون به صرفه خواهد بود. به علاوه این سه نهاد با وجود استقلال از یکدیگر در یک جامعه ذیل دولت تعریف می‌شوند. لذا دولت نقشی کلیدی در هماهنگی و یا عدم هماهنگی بین این سه نهاد دارد. همانطور که مدیران و بدنه هر سه نهاد در هر شهر و جامعه‌ای و میزان اعتماد آنها به همدیگر می‌تواند بیشترین سرمایه اجتماعی برای ارتباط هر چه بیشتر و بهتر هر سه نهاد با یکدیگر و یا ارتباطات دودویی بین آنها باشد. از این رو هر چه ارتباطات و مشارکت بین این سه نهاد بیشتر باشد جامعه و نهادهای مشارکت‌کننده متفع خواهند شد و هزینه‌های هر یک از آنها و به ویژه جامعه نیز به حداقل‌ترین مقدار ممکن تقلیل خواهد یافت.

References

منابع

- [1] Natário, M. M., Couto, J. P. A., & de Almeida, C. F. R. (2012). **The triple helix model and dynamics of innovation: a case study**. *Journal of Knowledge-based innovation in China*, 4(1), 36-54.
- [2] Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (1995). **The Triple Helix-University-industry-government relations: A laboratory for knowledge based economic development**. *EASST review*, 14(1), 14-19.
- [3] Zarghami, H. (2018). **An overview of the patterns of development of university, industry and government relations to promote innovation**. *Science and Technology Policy Letters*, 08(2), 103-112. {In Persian}.
- [4] Lawton Smith, H., & Leydesdorff, L. (2014). **The Triple Helix in the context of global change: dynamics and challenges**. *Prometheus*, 32(4), 321-336.
- [5] Zarghami, H. (2016). **A comparison study of synergic effect of the triple helix relationship between Iran and Switzerland**. *Journal of Technology Development Management*, 4(3), 97-126. {In Persian}.
- [6] Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). **The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university-industry-government relations**. *Research policy*, 29(2), 109-123.
- [7] Dzisah, J., & Etzkowitz, H. (2008). **The renewal of the African university: towards a triple helix development model for Ethiopia**. Paper presented at

complete information). *Jihad Daneshgahi Publications*, fifth edition, Tehran. {In Persian}.

[28] Adeli, O. (2013). **Analyzing the relationship between mobile communication company and subscribers through dynamic games**. *Journal of Economic Modeling*, 7(22), 45-62. {In Persian}.

[29] Selten, R. (1975). **Re-examination of the perfectness concept for equilibrium points in extensive games**. *International Journal of Game Theory*, 4, 25-55.

Press.

[25] Von Neumann, J., & Morgenstern, O. (1953 & 2007). **Theory of Games and Economic Behavior, Third Edition & 60th Anniversary Commemorative Edition**. New Jersey: *Princeton University Press*.

[26] Davis, D., M. (1997). **Game Theory (A Nontechnical Introduction)**. New York: *Basic Books, Inc.*

[27] Abdoli, Gh. (2016). **Game theory and its applications (static and dynamic games with**