



حکمرانی برنامه هسته ای جمهوری اسلامی ایران از منظر نظریه بازی ها

مجید اسحاقی، غلامرضا عسگری

چکیده. حکمرانی برنامه هسته ای ج.ا.ایران در گام اول انقلاب اسلامی یکی از مهمترین موضوعاتی است که همواره بخش مهمی از محور سیاست داخلی و سیاست خارجی کشور بوده است. اهمیت و تاثیر فن آوری هسته ای بر حوزه های سیاسی، امنیتی، پزشکی، انرژی و تجاری به حدی است که ج.ا.ایران دستیابی به فن آوری صلح آمیز هسته ای را حق مسلم خود می داند. کشورهای غربی به نام جامعه ملل، در تلاش هستند که برنامه هسته ای ج.ا.ایران را در چارچوب دستیابی به سلاح هسته ای ترسیم کنند که با فشار حداکثری از طریق تحریم و تهدید این کشور را برای پذیرفتن شروط، اهداف و تامین منافع خود متقاعد کنند. در این مقاله با استفاده از نظریه بازی ها حکمرانی برنامه هسته ای ج.ا.ایران را مدل سازی می کنیم. در این مدل سازی فعالیت هسته ای ج.ا.ایران در دوره هشتم ریاست جمهوری با استفاده از سیستم پویای بازی ها تجزیه و تحلیل می شود. یافته های ما نشان می دهد تیم مذاکره کننده در برخی از دوره ها استراتژی مغلوب را انتخاب کرده است.

کلید واژه ها: برنامه هسته ای، نظریه بازی ها، حکمرانی، سیستم پویای بازی ها، انقلاب اسلامی ایران.

Abstract. Governance the Iranian nuclear program in the first phase of the Islamic Revolution is one of the most important issues that has always been an important part of the domestic and foreign policy agenda of the country. The importance and impact of nuclear technology in the areas of political, security, medical, energy and trade to the extent that Iran regards its pursuit of peaceful nuclear technology as its inalienable right. Western nations, in the name of the United Nations, are trying to draw upon Iran's nuclear program within the framework of achieving nuclear weapons that will convince maximum pressure through the boycott and the threat of the country to accept the terms, objectives and the provision of their interests. In this paper, we use game theory to model the governance of the Iranian nuclear program. In this modeling, Iran's nuclear activity during the eighth presidency is analyzed using a dynamic game system. Our findings suggest that the negotiating team has chosen a defected strategy in some periods.

Keywords: Nuclear Program, Game Theory, Governance, Dynamic Game System, Islamic Revolution of Iran.

نخستین تلاش‌های ایران برای دستیابی به فناوری هسته‌ای به دهه ۱۳۳۰ شمسی باز می‌گردد که براساس یک موافقت نامه با ایالات متحده آمریکا منعقد شد. در سال ۱۳۴۶ اولین رآکتور تحقیقاتی ۵ مگاواتی آب سبک که از اورانیوم غنی شده با خلوص ۹۳ درصد استفاده می‌کرد توسط شرکت آمریکایی AMF، در دانشگاه تهران نصب و راه‌اندازی شد. یک سال بعد ایران ایران پیمان عدم تکتیر سلاح‌های هسته‌ای NPT را پذیرفت. در سال ۱۳۵۳ سازمان انرژی اتمی تاسیس شد و قرارداد اولیه طراحی و ساخت دو نیروگاه اتمی در بوشهر بین سازمان انرژی اتمی و شرکت KWU آلمان منعقد گردید. در سال ۱۳۵۵، بر اساس قراردادی مشترک، انگلیس و فرانسه مشترکاً تحقیقات برای احداث تأسیسات هسته‌ای اصفهان در خصوص چرخه سوخت هسته‌ای را آغاز کردند. تا قبل از بهمن ۱۳۵۷ کشورهای آمریکا، آلمان، فرانسه و انگلستان در جهت توسعه فناوری هسته‌ای با ایران قراردادهای را منعقد کردند. با پیروزی انقلاب اسلامی ایران در ۲۲ بهمن ماه سال ۱۳۵۷ سیاست کشورهای غربی نسبت به ایران تغییر کرد و به سیاست تحریم تکنولوژیک ایران تبدیل شد.

پس از پیروزی انقلاب اسلامی ایران و سرنگونی رژیم شاهنشاهی، جمهوری اسلامی ایران تصمیم گرفت همچنان به عضویت و پابندی خود به NPT، موافقت نامه پادمان و اساسنامه آژانس ادامه دهد. کشورهای غربی مانند آلمان، فرانسه و انگلستان اجرای قراردادها و موافقت نامه‌های خود که قانونی و تحت نظارت آژانس بود را به حالت تعلیق درآوردند و بطور یک جانبه لغو کردند. با پایان جنگ تحمیلی و آغاز دوران بازسازی کشور توسعه فناوری صلح آمیز هسته‌ای و تکمیل نیروگاه بوشهر نیز مطرح شد. انعقاد قرارداد میان ج.ا.ایران و روسیه جهت تکمیل و راه‌اندازی نیروگاه اتمی بوشهر، توسعه و تکمیل تأسیسات سوخت هسته‌ای اصفهان و ایجاد تأسیسات غنی‌سازی اورانیوم در نطنز از جمله فعالیت‌های ج.ا.ایران در راستای دستیابی به انرژی هسته‌ای و چرخه سوخت هسته‌ای در طی دهه ۱۳۷۰ شمسی بود. در سال ۱۳۸۱ به دنبال گزارش گروهک معاند منافقین مبنی بر وجود دو سایت هسته‌ای در دست احداث غنی‌سازی اورانیوم در نطنز و آب‌سنگین اراک، موضوع برنامه هسته‌ای ج.ا.ایران به عنوان تهدیدی امنیتی توسط بازیگران غربی تصویرسازی و بزرگنمایی شد. از این مقطع به بعد فعالیت‌های هسته‌ای ج.ا.ایران به یکی از مسائل مهم رسانه‌ها و آژانس بین‌المللی انرژی اتمی تبدیل گردید.

هدف این پژوهش بررسی حکمرانی برنامه هسته‌ای ج.ا.ایران از سال ۱۳۸۱ تا سال ۱۳۸۸ به کمک نظریه بازی‌ها می‌باشد. برای این منظور، پویایی حکمرانی برنامه هسته‌ای ج.ا.ایران را با استفاده از سیستم پویای بازی‌ها مدل‌سازی می‌شود. سیستم پویای بازی‌های یک مدل پویا از بازی‌های دو در دو است. منظور از سیستم پویا این است که بازیکنان بطور همزمان و بصورت مرحله به مرحله حرکت کرده و بازی‌های جدید را طراحی می‌کنند. زمانی که بازیکنان در یک موقعیت تمایلی برای حرکت و طراحی بازی جدید نداشته باشند و از وضعیت موجود در این مکان راضی باشند سیستم به پایان می‌رسد. در این مدل‌سازی، دوره ریاست جمهوری هشتم را به سه دوره تقسیم می‌کنیم. در هر دوره، بازی‌های ایستا با اطلاعات کامل که رخ داده‌است، مورد بررسی قرار خواهیم داد. دوره اول از آغاز دوره هشتم ریاست جمهوری تا توافقنامه تهران است که شامل پنج بازی می‌باشد. دوره دوم از توافق تهران تا توافق بروکسل می‌باشد که شامل سه بازی را شامل می‌شود. دوره سوم از توافقنامه بروکسل تا پایان دوره هشتم ریاست جمهوری می‌باشد که چهار بازی را شامل می‌شود.

❖ نظریه بازی‌ها

نظریه بازی‌ها یک زبان ریاضی است که به بررسی چگونگی تصمیم‌گیری بازیکنان (انسان‌ها، ژن‌ها، شرکت‌ها، کشورها و ...) در وضعیت‌های تعاملی می‌پردازد. این نظریه، تصمیم‌گیری در یک محیط تعاملی را مطالعه کرده و نظریه‌ای از تعارض، همکاری و هماهنگی بین تصمیم‌گیرندگان است [۱]. مطالعه بازی‌ها را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد. دسته اول مطالعاتی هستند که در مورد اجزا بازی‌ها و نحوه مدل‌سازی توسط یک بازی صحبت می‌کنند و دسته دوم به بررسی ارتباط بین بازی‌ها می‌پردازد. بیشتر تحقیقات انجام شده از نوع اول می‌باشد و تحقیقات از نوع دوم بسیار نادر است [۲]. از جمله مهمترین تحقیقات نوع دوم می‌توان به ابر بازی‌ها، توپولوژی بازی‌های دو در دو و نظریه بازی‌های بازی ساز می‌توان اشاره کرد. در نظریه بازی‌ها، بازیکنان دو دسته‌اند، دسته اول بازیکنان عقلایی‌اند و دسته دوم بازیکنان غیر عقلایی هستند. محیطی که در آن بازیکنان عقلایی در تعامل هستند را محیط استراتژیک می‌گویند. فرض اساسی عقلایی بودن بازیکن این است که بازیکن با در نظر گرفتن تاثیر احتمالی تصمیم خود بر دیگر بازیکنان، آن تصمیمی را بگیرد که در راستای منافع خود باشد [۳،۴]. محیطی که در آن بازیکنان غیر عقلایی در تعامل هستند را محیط تکاملی می‌گویند [۱۸]. بطور کلی اکثر شرایط و موقعیت‌های موجود در طبیعت و یا بین انسان‌ها و جوامع بشری را می‌توان به کمک این نظریه مدل‌سازی کرد. استعاره واژه بازی، برای توصیف مدل‌دهی وضعیتی به کار گرفته شده‌است تا به تصمیم برسد. گرچه این نظریه، از علم ریاضی دریافت شده، اما تأثیر غیرقابل انکاری در علوم دیگر به ویژه در اقتصاد، زیست‌شناسی، مهندسی، علوم سیاسی، روابط بین‌الملل، علوم کامپیوتر، بازاریابی و فلسفه داشته است.

نظریه بازی به بررسی چگونگی تصمیم‌گیری افراد عقلایی در وضعیت‌های تعاملی می‌پردازد. تعریف یک بازی به هر وضعیتی بر می‌گردد که حداقل شامل دو فرد است که بازیکن نامیده می‌شوند و هر بازیکن حداقل دارای دو گزینه انتخابی است که دارای وابستگی متقابل می‌باشند. از ویژگی‌های اساسی یک بازی می‌توان به فردگرایی، عقلانیت، وابستگی متقابل و عایدی اشاره کرد. وضعیت‌هایی که افراد یا بازیکنان در آن قادر نباشند بر سر یک موضوع با هم به توافق برسند با استفاده از نظریه بازی‌های غیر همکارانه تحلیل می‌کنند. با این تعریف می‌توان گفت نظریه بازی‌های غیرهمکارانه ذاتا فردگرا است. اما وضعیت‌هایی که افراد یا بازیکنان در آن می‌توانند بر سر یک موضوع با هم به توافق برسند، با استفاده از نظریه بازی‌های همکارانه تحلیل می‌شود. بنابراین می‌توان گفت نظریه بازی‌های همکارانه بر روی عایدی‌ها و اتحادی از افراد تمرکز می‌کند.

فرض عقلایی بودن افراد یا بازیکنان، یکی از اصول زیر بنایی نظریه بازی‌ها محسوب می‌شود. فرض رفتار عقلایی هر بازیکن بر این استوار است که هر فرد درصدد بهینه‌سازی و یا به دنبال بیشترین منفعت خود است. بنابراین می‌توان گفت مفهوم عقلانیت بر دو شرط استوار است، اولاً، بازیکن نسبت به عایدی عمل‌های انتخابی آگاهی و دانش داشته باشد. دوماً، بازیکن بتواند از مجموعه عمل‌های در دسترس عملی را انتخاب کند که بیشترین منفعت را برای خودش داشته باشد [۵،۶]. منظور از عمل گزینه‌های انتخابی پیش روی هر فرد است که می‌تواند از میان آنها یک گزینه را انتخاب کند. فرض اساسی در پیش بینی رفتار انسان‌ها این است که این رفتارها تقریباً رویه‌ای عقلایی و هدفمند دارند. به عبارت دیگر فرض می‌شود که در شرایط تصمیم‌گیری افراد حداقل دارای دو انتخاب می‌باشند که می‌توان گفت در زندگی روزمره هر فرد به تعداد کافی در اکثر موارد روش عقلایی را انتخاب می‌کنند و منفعت شخصی را در نظر می‌گیرند. در این نظریه، جامعه مجموعه‌ای از افراد است که کنش عقلایی دارند. اغلب فرض می‌شود که عقلایی بودن بازیکنان بصورت یک دانش عمومی است. این آگاهی عمومی کمک می‌کند تا بازیگران در بیشینه کردن منافع شخصی با در دسر چندان رویه رو نشوند. یکی دیگر از ویژگی‌های نظریه بازی این است که وضعیت‌هایی را که تصمیم افراد در آن‌ها به طور متقابل وابسته هستند، در نظر می‌گیرد. در این وضعیت، عایدی هر یک از افراد در یک بازی، حداقل تا حدی، توسط اقدامات دیگر بازیکنان در بازی تعیین می‌شود. افراد با لحاظ کردن وابستگی متقابل ممکن است انگیزه‌ای برای اقدامات استراتژیک داشته باشند. با تصمیم‌گیری‌های استراتژیک، افراد به دنبال پیش بینی تاثیر اعمال خود بر رفتار دیگران می‌باشند. در نظریه بازی‌ها، میزان سود یا زیانی (هزینه) که فرد از انتخاب یک عمل در بازی به دست می‌آورد، عایدی فرد می‌نامیم. به عبارت دیگر به مقدار برد یا باخت و

آنچه در یک بازی نصیب افراد می‌شود، عایدی گفته می‌شود. بنابراین می‌توان گفت عایدی یک فرد هر آنچه است که در انتهای یک بازی به دنبال بهینه کردن آن است.

اگر چهار ویژگی فوق را داشته باشیم می‌توانیم از یک بازی صحبت کنیم. بطور خاص یک بازی را می‌توان بصورت وضعیتی تعریف کرد که در آن گزینه های انتخابی هر فرد در دسترس باشند، عایدی هر فرد از انتخاب هر گزینه مشخص باشد و هر فرد با در نظر گرفتن تاثیر متقابل گزینه های انتخابی خود بر سایر افراد به دنبال بهینه کردن منفعت خود باشد [۷،۸].

با یک مسئله انتخاب بسیار ساده شروع می‌کنیم. در این مسئله یک فرد از یک مجموعه متناهی از گزینه های رفتاری خود دست به انتخاب می زند. فرض کنید مجموعه $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ یک مجموعه از گزینه های رفتاری در دسترس باشد. انتخاب یک گزینه رفتاری از مجموعه A را یک عمل می‌نامیم. به عنوان مثال، یک کشور می‌خواهد دستیابی به یک فناوری جدید را به همه پرسی بگذارد. در این همه پرسی یک رای دهنده دارای دو گزینه رفتاری برای انتخاب است که یا موافق دستیابی یا مخالف دستیابی می‌باشد. می‌توان گفت با انتخاب یک گزینه رفتاری از این مجموعه، یک رای دهنده عمل خود را انتخاب کرده است. به تعبیر دیگر مجموعه عمل های در دسترس یک فرد دقیقاً همان مجموعه گزینه های رفتاری در دسترس فرد برای انتخاب است. در زندگی روزمره افراد براساس اهدافی که دارند عملی را انتخاب می‌کنند که سودمند باشد. در مثال بالا اگر از نظر یک رای دهنده دستیابی به فناوری جدید سودمند باشد رای موافق دستیابی را به صندوق می‌اندازد و در غیر اینصورت رای مخالف دستیابی را به صندوق می‌اندازد. برای اینکه انتخاب یک عمل هدفمند باشد باید هدف بطور مشخص بیان شود. هدفی که فرد از انتخاب عمل به دنبال آن است با اصطلاح نتیجه بیان می‌گردد. نتیجه انتخاب یک عمل را می‌توان بصورت اسمی، عدد و بازه نمایش داد. هنگامی که نتایج را بصورت اعداد و بازه نمایش دهیم می‌توان تابع مطلوبیت را تعریف کرد [۱۲].

تابع مطلوبیت رابطه بین مجموعه عمل ها و ترجیحات در ذهن تصمیم‌گیرنده را بیان می‌کند. تمایلات فرد برای رتبه بندی نتایج منجر به ساختن ترجیحات او می‌شود. ترجیحات یک فرد لزوماً با شخص دیگری یکسان نمی‌باشد. دو شرط برای مرتب بودن ترجیحات تصمیم‌گیرنده برای هر انتخاب عقلانی ضروری است: کامل بودن و تعدی. خاصیت کامل بودن به این معنی است که تصمیم‌گیرنده قادر باشد بین دو گزینه یکی را انتخاب کند، یا اینکه بین دو گزینه بی تفاوت باشد، در این صورت تمام نتایج را می‌توان با یکدیگر مقایسه کرد [۱۰،۱۱]. خاصیت تعدی به این معنی است که تصمیم‌گیرنده می‌تواند نتایج را براساس اولویت مرتب کند. در نظریه بازی‌ها، تجزیه و تحلیل یک بازی معمولاً متمرکز است بر تعیین اینکه چه نتیجه‌ای ممکن است رخ دهد، زمانی که بازیکنان با توجه به نقش خود و اطلاعات در دسترس، تعامل داشته باشند. آنچه ممکن است رخ دهد همان راه حل است. یک راه حل، عمل های انتخابی بازیکنان و عایدی که نصیبشان می‌شود را توصیف می‌کند است. مفهوم راه حل، به ما امکان می‌دهد از عایدی های ممکن در یک وضعیت خاص گرفته تا عمل های انتخابی توسط بازیکنان را مشخص کنیم [۱۵،۱۶،۱۷]. فون نویمان و مورگنسترن بیان می‌کنند: مفهوم آنی یک راه حل، یک سری قوانین برای هر شرکت کننده است که به او می‌گوید در هر وضعیت که ممکن است ایجاد شود، چگونه رفتار کند [۱۳،۱۴]. مفهوم راه حل در یک بازی با نقطه تعادل نشان داده می‌شود. این مفهوم ابتدا توسط فون نویمان مطرح شد و سپس توسط جان نش شهرت یافت و به تعادل نش معروف شد. یک راه حل در بازی یک پیش‌بینی است که بازیکن در بازی چه کاری می‌تواند انجام دهد.

▪ سیستم پویای بازی ها

سیستم پویای بازی‌ها با بازی‌های استراتژیک مدلی برای بررسی دقیق‌تر تعامل بین تصمیم‌گیرندگان است. هر تصمیم‌گیرنده در این مدل یک بازیکن است [۹]. در سیستم پویای بازی‌ها با بازی‌های استراتژیک بازیکنان را عقلایی و محیط را استراتژیک در نظر می‌گیریم. در ادامه، ویژگی‌های گسترده‌ای از سیستم پویای بازی‌ها با بازی‌های استراتژیک و به نوبه خود، طیف وسیعی از مفاهیم و موضوعاتی که برای تعریف سیستم پویای بازی‌ها مورد بحث قرار می‌دهیم. قبل از شروع مدل‌سازی، مفاهیم و اصطلاحات مورد نیاز را ارائه می‌کنیم.

- **بازی‌های بازی ساز^۱:** اگر یک بازی، بازی‌های دیگری را بسازد به آن بازی، بازی ساز می‌گویند. در حالت کلی اگر بازی‌های $g_1, g_2, \dots, g_n$ بازی‌های $g'_1, g'_2, \dots, g'_m$ را ایجاد کنند آنگاه g_i -ها را مولد و g'_i -ها را تولید شده می‌نامند.
- **بازی عمل ساز^۲:** اگر یک بازی، یک یا چند عمل (غالب یا مغلوب) بسازد آن را بازی عمل ساز می‌نامیم. در یک بازی هر عمل انتخابی دارای حداقل دو نمایه عمل می‌باشد. هر نمایه عمل شامل عایدی‌های بازیکنان می‌باشد. عمل‌های ساخته شده می‌توانند عمل غالب اکید، عمل مغلوب اکید، عمل غالب ضعیف، عمل مغلوب ضعیف باشند. یک عمل بازیکن را غالب گوئیم هرگاه نسبت به سایر عمل‌های بازیکن سود بیشتر را نصیب او کند. اگر یک بازی هیچ عملی را نسازد آن بازی عمل ساز نیست. اگر یک بازی با n بازیکن، برای k بازیکن $(0 \leq k \leq n)$ عمل ساز باشد، آن را عمل ساز از مرتبه (n, k) می‌گوئیم.

در یک بازی استراتژیک با ترجیحات ترتیبی، برای بازیکن عمل a_i'' بر عمل a_i' غالب اکید است هرگاه داشته باشیم

$$u_i(a_i'', a_{-i}) > u_i(a_i', a_{-i}), \quad (a_{-i} \in A_{-i} \text{ هر ازای هر})$$

که u_i تابع پیامد بازیکنان است و ترجیحات آنها را نمایش می‌دهد (آزبورن، ۲۰۰۴). همچنین در یک بازی استراتژیک با ترجیحات ترتیبی، برای بازیکن عمل a_i'' بر عمل a_i' غالب ضعیف است هرگاه داشته باشیم:

$$u_i(a_i'', a_{-i}) \geq u_i(a_i', a_{-i}), \quad (a_{-i} \in A_{-i} \text{ هر ازای هر})$$

۹

$$u_i(a_i'', a_{-i}) > u_i(a_i', a_{-i}), \quad (a_{-i} \in A_{-i} \text{ بعضی از})$$

که u_i تابع پیامد بازیکنان است و ترجیحات آنها را نمایش می‌دهد.

- **نمایه عمل عقلایی^۳:** یک نمایه عمل را عقلایی گوئیم هرگاه حداقل در یکی از شرایط زیر صدق کند:

- تعادل نش باشد،
- غالب پارتویی برای هر دو بازیکن نسبت به نمایه عمل‌های دیگر باشد،
- برای هر بازی که عمل ساز از مرتبه $(۲, ۱)$ باشد نمایه‌های عمل‌های عقلایی برای یک بازیکن، پاسخ به عمل غالب یا غالب ضعیف تولید شده برای بازیکن دیگر است.

^۱Game-maker games

^۲ Action-maker game

^۳ Pair of rational actions

در حالتی که بازی عمل ساز از مرتبه (۲،۲) باشد، یعنی هر دو بازیکن دارای عمل غالب باشند و بازی دارای نمایه عمل غالب پارتویی نسبت به تعادل نش نباشد، تعادل نش بازی تنها نمایه عمل عقلایی بازی است (اسحاقی و عسکری، ۱۳۹۶).

سیستم پویای بازی ها با بازی های استراتژیک مدلی برای بررسی دقیق تر تعامل بین تصمیم گیرندگان است. هر تصمیم گیرنده در این مدل یک بازیکن است. برای توصیف این سیستم از گراف بازی استفاده می شود. در هر گره از گراف یک بازی استراتژیک قرار دارد که در آن بازیکنان قادر به تصمیم گیری هستند. هر یک از گره های گراف، به دو طریق می تواند مولد بازی بعدی باشد و به آن متصل شود:

۱- عمل های تولید شده

۲- نمایه های عمل های عقلایی

بازیکنان برای حرکت از یک گره به گره دیگر یا با انتخاب عمل تولید شده یا با انتخاب نمایه عمل عقلایی، اقدام می کنند. حال با استفاده از گراف ها، مدل ریاضی را بصورت زیر معرفی می کنیم. گراف g دوتایی (G, M) است که مختص اول آن، $G = (g_1, g_2, \dots, g_n)$ ، مجموعه متناهی از گره ها است که هر گره این گراف یک بازی استراتژیک است. مختص دوم مجموعه ای متناهی از یال ها است. یال های این گراف، عمل های تولید شده یا نمایه عمل های عقلایی هستند.

مجموعه عمل های تولید شده توسط بازی k -ام را با $B = {}_k B_1 \cup {}_k B_2$ و مجموعه همه نمایه های عمل های بازیکنان در بازی k -ام را با $A = {}_k A_1 \cup {}_k A_2$ نمایش می دهیم. همچنین مجموعه همه نمایه عمل های عقلایی بازیکن i را با A'_i نمایش داده که زیر مجموعه ای از A برای هر $k \in \{1, 2, \dots, n\}$ است.

فرض کنید $A = {}_1 A \cup {}_2 A \dots \cup {}_n A$ و $B = {}_1 B \cup {}_2 B \dots \cup {}_n B$ دو مجموعه باشند. توابع مجموعه مقدار، نمایه عمل عقلایی بازیکنان A و B را بصورت زیر تعریف می کنیم

$$\phi'_i(g_k) = {}_k A'_i = \begin{cases} \{(a_i^j, a_{-i}^j) \mid (a_i^j, a_{-i}^j) \in {}_k A\} & \text{اگر } g_k \text{ دارای نمایه عمل عقلایی باشد،} \\ \varnothing & \text{اگر } g_k \text{ دارای نمایه عمل عقلایی نباشد،} \end{cases}$$

9

$$\phi_i(g_k) = {}_k B_i = \begin{cases} \{a_i^j \mid a_i^j \in {}_k B\} & \text{استراتژی ساز اگر } g_k \text{ برای بازیکن} \\ \varnothing & \text{استراتژی ساز نباشد، اگر } g_k \text{ برای بازیکن} \end{cases}$$

برای هر $i \in N$ و $j, k \in \{1, 2, \dots, n\}$ ، که در آن g_k نشان دهنده بازی k -ام و (a_i^j, a_{-i}^j) نشان دهنده نمایه عمل عقلایی بازیکن i -ام در بازی k -ام و a_i^j نشان دهنده عمل j -ام بازیکن i -ام در بازی k -ام است. هر حرکت در سیستم یک عضو از مجموعه M است که بصورت زیر تعریف می شود:

$$M = \left\{ \begin{array}{l} {}_k m_i^j \mid {}_k m_i^j = {}_k a_i^j \text{ or } {}_k m_i^j = ({}_k a_i^j, {}_k a_{-i}^j)_i \text{ or } {}_k m_i^j = ({}_k a_i^j, {}_k a_{-i}^j)_i \\ \text{or } {}_k m_i^j = ({}_k a_i^j, {}_k a_{-i}^j)_{i,j}, \\ , \forall {}_k a_i^j \in {}_k B_i, ({}_k a_i^j, {}_k a_{-i}^j)_i \in {}_k A_i, ({}_k a_i^j, {}_k a_{-i}^j)_j \in {}_k A_j \end{array} \right.$$

که در آن ${}_k m_i^j$ نشان دهنده j -امین حرکت بازیکن i -امین در بازی k -ام و $({}_k a_i^j, {}_k a_{-i}^j)_{i,-i}$ نشان دهنده نمایه عمل عقلایی انتخاب شده توسط بازیکنان i و $-i$ از بازی k -ام می باشد. توابع حرکت بازیکنان $\alpha_i: M \rightarrow G$ و $\alpha_{i,-i}: M \rightarrow G$ با $\alpha_{i,-i}({}_k a_i^j) = \phi$ را بصورت زیر تعریف می کنیم

$$\alpha_i({}_k m_i^j) = \begin{cases} (g_k, g_p) = g_k g_p & \text{if } {}_k m_i^j = {}_k a_i^j \\ (g_k, g_s) = g_k g_s & \text{if } {}_k m_i^j = ({}_k a_i^j, {}_k a_{-i}^j)_i, \end{cases}$$

9

$$\alpha_{i,-i}({}_k m_{i,-i}^j) = \begin{cases} \phi & \text{if } {}_k m_{i,-i}^j = {}_k a_i^j \\ (g_k, g_s) = g_k g_s & \text{if } {}_k m_{i,-i}^j = ({}_k a_i^j, {}_k a_{-i}^j)_{i,j}, \end{cases}$$

تابع فوق نشان می دهد دو گره بازی با چه حرکتی و توسط یک یا هر دو بازیکن به هم مرتبط شده اند. در نتیجه می توان گفت در حرکت ${}_k m_i^j = {}_k a_i^j$ ، گره های g_k و g_p به وسیله عمل انتخابی توسط بازیکن i به هم متصل شده اند. در حرکت ${}_k m_i^j = ({}_k a_i^j, {}_k a_{-i}^j)_i$ گره های g_k و g_q به وسیله نمایه عمل عقلایی انتخابی توسط بازیکن i به هم متصل شده اند. در حرکت ${}_k m_{i,-i}^j = ({}_k a_i^j, {}_k a_{-i}^j)_{i,-i}$ گره های g_k و g_s به وسیله نمایه عمل عقلایی انتخابی توسط بازیکنان i و j به هم وصل شده اند

• **تاریخچه سیستم:** فرض کنید H مجموعه ای شامل همه دنباله های (متناهی یا نامتناهی) باشد که در شرایط زیر صدق کند:

- ۱- تاریخچه سیستم قبل از شروع تهی می باشد
- ۲- به ازای هر $i, j, k \in I = \{1, 2, \dots, n\}$ ، دنباله $\{{}_k m_i^j, \{g_k, {}_k m_i^j\}\}_{i,j,k \in I}$ عضوی از H باشد. هر عضو H را یک تاریخچه گوئیم و با h نمایش می دهیم (بجای ${}_k m_i^j$ می توان از ${}_k m_{i,-i}^j$ استفاده کرد).
- ۳- تاریخچه $h = \{{}_k m_i^j, \{g_k, {}_k m_i^j\}\}_{i,j,k \in I}$ را تاریخچه نهایی گوئیم اگر نامتناهی باشد یا g_{k+1} وجود نداشته باشد که عضوی از h باشد.

مجموعه H را تاریخچه سیستم می گوئیم. ترجیحات هر گره از سیستم بازی که دقیقاً همان ترجیحات روی نمایه عمل های بازی استراتژیک است را ترجیحات گره ای یا ترجیحات تاکتیکی می گوئیم. ترجیحات روی مجموعه عمل ها یا مجموعه نمایه عمل های عقلایی بازی را ترجیحات سیستمی یا ترجیحات استراتژیک می گوئیم.

در ادامه چند مفهوم اساسی سیستم پویای بازی ها مانند تکنیک در سیستم و ترجیحات تکنیکی، تاکتیک در سیستم و ترجیحات تاکتیکی، عمل در سیستم و ترجیحات استراتژیک که کاربرد فراوان در یک سیستم از بازی ها دارند را بیان کنیم.

- **تکنیک در سیستم:** انتخاب بازیکنان بین عمل‌های در دسترس و یا نمایه‌های عمل‌ها در یک بازی را تکنیک می‌نامیم. به عبارت دیگر دیگر تکنیک نحوه تصمیم گیری بازیکنان در انتخاب بین عمل‌های غالب و مغلوب و نمایه عمل‌های موجود است.

- **تاکتیک در سیستم:** انتخاب حرکت از بین عمل‌های تولید شده و یا نمایه‌های عمل‌های عقلایی توسط بازیکن در یک گره از سیستم، برای طراحی بازی‌های بعدی را تاکتیک بازیکن می‌گوییم. در واقع تاکتیک به منظور انتخاب یک گزینه از بین همه عمل‌های تولید شده و یا نمایه‌های عمل‌های عقلایی موجود برای حرکت به بازی بعدی یا گره بعدی است. بنابراین هر حرکت یک تاکتیک است که در هر گره انتخاب می‌شود.

- **استراتژی در سیستم:** دنباله‌ای از تکنیک‌ها، تاکتیک‌ها و بازی‌ها در یک سیستم را استراتژی می‌گوییم. استراتژی در سیستم مشخص می‌کند که بازیکن در بازی به دنبال چه منافعی است و برای دست یافتن به آن‌ها باید چه بازی‌هایی را طراحی می‌کند تا به هدف مطلوب خود برسد. بازیکنان می‌توانند از استراتژی برای طراحی بازی‌ها در دوره‌های بعدی استفاده نمایند.

از مفاهیم بالا می‌توان نتیجه گرفت که تکنیک در سیستم، تاکتیک در سیستم و استراتژی در سیستم به انتخاب بازیکن در بازی بستگی دارند. از اینرو ممکن است بازیکن در یک بازی و یا یک گره تصمیم گیری دارای چند گزینه انتخابی باشد و باید ترجیحات خود را مشخص کند. بنابراین ترجیحات بازیکن را بصورت زیر بیان می‌کنیم.

- **ترجیحات تکنیکی:** ترجیحات بازیکن در بازی که دقیقاً همان ترجیحات روی عمل‌ها و نمایه‌های عمل‌ها در یک بازی استراتژیک است را ترجیحات تکنیکی می‌گوییم.

- **ترجیحات تاکتیکی:** ترجیحات بازیکن روی مجموعه عمل‌های تولید شده و یا مجموعه نمایه‌های عمل‌های عقلایی که منجر به طراحی بازی جدید می‌شود را ترجیحات تاکتیکی یا ترجیحات گره‌ای می‌گوییم.

- **ترجیحات استراتژیک:** ترجیحات بازیکن برای انتخاب دنباله‌ای از تکنیک‌ها، تاکتیک‌های و بازی‌های مناسب در یک سیستم برای رسیدن به یک هدف خاص را ترجیحات استراتژیک یا ترجیحات سیستمی می‌گوییم. به عبارت دیگر ترجیحات استراتژیک یعنی اینکه بازیکن ترجیحات تکنیکی و ترجیحات تاکتیکی را بطور همزمان در نظر بگیرد و بازی‌هایی را طراحی کند که به نتیجه دلخواه خود برسد.

- **سیستم پویای بازی‌ها:** یک سیستم پویای بازی‌ها با بازی‌های استراتژیک با اطلاعات کامل شامل:

- مجموعه بازیکنان
- مجموعه عمل‌ها
- مجموعه عمل‌های تولید شده
- مجموعه نمایه‌های عمل‌ها
- مجموعه نمایه‌های عمل‌های عقلایی
- ترجیحات تکنیکی روی مجموعه عمل‌ها و مجموعه نمایه‌های عمل‌ها در بازی
- ترجیحات تاکتیکی روی مجموعه عمل‌های تولید شده و مجموعه نمایه‌های عمل‌های عقلایی
- ترجیحات استراتژیک
- تاریخچه گره‌ای
- تاریخچه سیستم.

در سیستم پویای بازی‌ها با بازی‌های استراتژیک، بازیکنان با استفاده از شرایط بازی مولد و عمل‌های ساخته شده و نمایه عمل‌های عقلایی تصمیم می‌گیرند که در راستای منافع خود چه حرکتی انجام دهند و چه بازی را طراحی کند و در کجا قرار بگیرند. هم چنین این سیستم به بازیکنان این امکان را می‌دهد بر مبنای توانایی‌ها خود و شرایط آینده با استفاده از اطلاعات در دسترس، بنابر عقلانیت خود و ترجیحات استراتژیک از بین استراتژی‌ها و نمایه عمل‌های عقلایی هر کدام که بیشترین منافع را نصیبش می‌کند انتخاب کند. از اینرو، بازیکنان برای انتخاب حرکت بعدی می‌توانند با هم به توافق برسند و حرکتی که به سود جمع هست را انتخاب کنند یا بر اساس منافع شخصی حرکت را انتخاب کنند. بازیکنان می‌توانند چند حرکت را با هم انتخاب کنند که ممکن است یکی منفعت شخصی و دیگری منفعت جمعی را در برداشته باشد. در بازی‌های تولید شده بسته به شرایط ممکن است بازیکنان و استراتژی‌ها تغییر کنند و هم چنین ممکن است که بازیکنان و عمل‌ها اضافه یا کم شوند [۹].

❖ حکمرانی برنامه هسته‌ای جمهوری اسلامی ایران

حکمرانی برنامه هسته‌ای ج.ا.ایران یکی از مهمترین موضوعاتی است که نیاز ضروری دارد درگاه اول انقلاب اسلامی به خوبی تحلیل و توصیف شود. مسئله برنامه هسته‌ای ج.ا.ایران پس از پیروزی انقلاب اسلامی تا قبل از شروع دهه ۱۳۸۰ یک موضوع داخل سرزمینی بود که بیشتر محور سیاست داخلی کشور بود، و حکمرانان به دنبال توسعه زیرساخت‌های دسترسی به فن‌آوری هسته‌ای بودند. با ادامه روند هسته‌ای شدن و به دست آوردن چرخه سوخت هسته‌ای و حساسیت کشورهای غربی به دانش هسته‌ای، این مسئله ابعاد بین‌المللی پیدا کرد و بطور جدی وارد محور سیاست خارجی کشور شد. ج.ا.ایران دستیابی به فناوری صلح آمیز هسته‌ای را حق مسلم خود به شمار می‌آورد، اما کشورهای غربی تلاش کردند با تحریک احساسات و افکار عمومی جهان از طریق رسانه‌های ارتباط جمعی در صحنه سیاسی و تبلیغاتی جهان، این مسئله به یک تهدید امنیتی در نظام بین‌الملل تبدیل گردد. از سال ۱۳۸۲ تا اکنون کشورهای غربی با تصویرسازی و بزرگنمایی اغراق شده با سیاست‌های تحریمی و تشویقی به دنبال تحمیل شروط و اهداف خود و هم چنین عقب نشینی ج.ا.ایران از فعالیت‌های هسته‌ای می‌باشند. از هنگام مطرح شدن مسئله هسته‌ای ج.ا.ایران در عرصه بین‌الملل این مسئله باعث تولید بازی‌های پیچیده و متفاوتی با کشورهای غربی شده است. در ادامه با استفاده از سیستم پویای بازی‌ها با بازی‌های استراتژیک حکمرانی برنامه هسته‌ای ج.ا.ایران تجزیه و تحلیل می‌شود. با توجه به اینکه تعاملات و تقابل‌ها در گذشته رخ داده‌اند و تقریباً اطلاعات آنها موجود است، به کمک بازی‌های استراتژیک دو در دو با اطلاعات کامل روند مذاکرات ج.ا.ایران و کشورهای غربی را مدل‌سازی می‌کنیم. در این مدل سازی ج.ا.ایران را بازیکن ستون (بازیکن ۲) و تیم مذاکره کننده غربی را بازیکن سطر (بازیکن ۱) در نظر می‌گیریم. در حالت کلی در یک بازی هر بازیکن را با $i \in \{1, 2\}$ نشان می‌دهیم که i و عمل C را همکاری دو بازیکن و عمل D را عدم همکاری دو بازیکن در نظر می‌گیریم.

▪ دوره ریاست جمهوری هشتم

با مصاحبه مطبوعاتی عضو گروه منافقین در ۲۵ مرداد ۱۳۸۱ و طرح ادعای فعالیت‌های پنهانی هسته‌ای در تاسیسات نطنز و اراک باعث تولید بازی‌های زیادی بین ج.ا.ایران و کشورهای غربی شد. دو طرف بازی ضدترسوها g_1 شدند (شکل ۱). در این بازی

کشورهای غربی دارای دو عمل می‌باشند: یا از طریق رسانه‌های ارتباط جمعی جنجال سیاسی و تبلیغاتی راه بندازند و با طرح اتهامات و ادعاهای ساختگی و استفاده ابزاری از نهادها و سازمان‌های بین المللی تلاش خود را برای متوقف کردن برنامه هسته‌ای ج.ا.ایران انجام دهند D_1 ، یا هیچ کاری انجام ندهند C_1 . ج.ا.ایران دارای دو عمل می‌باشد: یا مسیر دستیابی به فناوری صلح آمیز هسته‌ای را ادامه دهد D_1 ، یا همه فعالیت‌های هسته‌ای را متوقف کند C_1 . در بازی ضدترسوها هر بازیکن دارای عمل غالب اکید D_i و عمل مغلوب C_i می‌باشد. تعادل نش بازی (D_1, D_1) می‌باشد.

با شروع چالش در موضوع هسته‌ای، ج.ا.ایران با خلاقیت‌های دیپلماتیک به دنبال ارائه پیشنهادی مختلفی برای حل و فصل مسئله هسته‌ای و ایجاد اعتمادسازی متقابل با کشورهای غربی بوده است. از سال ۱۳۸۲ به بعد حکمرانان ج.ا.ایران تلاش کرده‌اند با تاکید بر حق مسلم خود برای داشتن فناوری صلح آمیز هسته‌ای، همکاری با آژانس و مذاکره به عنوان دو اصل در دیپلماسی برای رفع سوءتفاهم به کار گرفتند. با صدور بیانیه‌ای در خرداد ۱۳۸۲ از طرف شورای حکام بر ضرورت حل و فصل ابهامات و تصویب و اجرای پروتکل الحاقی از سوی ایران تاکید گردید. در سفر تیر ماه مدیر کل آژانس به تهران و دیدار با مقامات ارشد نظام برای حل و فصل مسئله هسته‌ای، ریاست جمهوری هشتم مواضع مثبت ج.ا.ایران در خصوص پروتکل الحاقی را بیان و خاطر نشان کرد ج.ا.ایران به دنبال برخی جوانب روشن‌گرایی در خصوص پروتکل است. در شهریور ۱۳۸۲ نامه اعلام رسمی ج.ا.ایران برای مذاکره با آژانس پیرامون پروتکل الحاقی به آقای البرادعی تسلیم شد. همچنین در شهریور اولین قطعنامه پیشنهادی کشورهای اروپایی علیه فعالیت‌های صلح آمیز ج.ا.ایران در شورای حکام به تصویب رسید که ج.ا.ایران را ملزم به تصویب و اجرای پروتکل به همراه تعلیق تمام فعالیت‌های هسته‌ای می‌نمود. دبیر وقت شورای عالی امنیت ملی به عنوان مسئول ارشد مذاکره پرونده هسته‌ای در مهر ماه ۱۳۸۲ آمادگی ج.ا.ایران برای امضای پروتکل الحاقی را به مدیرکل آژانس اعلام کرد.

کشورهای اروپایی بر مبنای عمل غالب اکید D_1 و استفاده ابزاری از آژانس بازی گردن کلفت g_2 را برای ادامه طراحی کردند. در این بازی کشورهای اروپایی دارای دو عمل هستند: یا با صدور بیانیه و تصویب قطعنامه علیه برنامه هسته‌ای ج.ا.ایران به این کشور فشار وارد کنند D_1 ، یا با عدم تصویب قطعنامه با برنامه هسته‌ای ج.ا.ایران مخالف نکنند C_1 . ج.ا.ایران دارای دو عمل است: یا مفاد قطعنامه را بپذیرد C_1 ، یا مفاد قطعنامه را نپذیرد D_1 . در بازی g_2 عمل غالب اکید D_1 برای بازیکن ۱ صدور بیانیه و تصویب قطعنامه علیه برنامه هسته‌ای ج.ا.ایران می‌باشد. این بازی برای بازیکن ۲ عمل ساز نیست. تعادل نش بازی (C_2, D_2) می‌باشد.

دو بازیکن براساس ترجیحات تاکتیکی، با انتخاب جفت عمل عقلایی تولید شده پارتو مغلوب (C_1, C_1) بازی هارمونی محض g_3 را برای ادامه سیستم و شروع همکاری طراحی کردند. در این بازی هر دو بازیکن دارای مذاکره و همکاری C_1 ، یا عدم مذاکره و عدم همکاری D_1 . در بازی g_3 هر دو بازیکن دارای عمل غالب اکید C_i و عمل مغلوب D_i می‌باشد. تعادل نش بازی (C_3, C_3) می‌باشد.

ج.ا.ایران بر مبنای عمل غالب اکید D_1 بازی حفاظت کننده g_4 را طراحی کرده بود. در این بازی ج.ا.ایران دارای دو عمل است: یا بر حق غنی سازی اورانیوم و مختمومه شدن پرونده هسته‌ای تاکید کند D_4 ، یا برنامه هسته‌ای را بطور کامل تعلیق کند C_4 . کشورهای اروپایی دارای دو عمل هستند: یا به دنبال به رسمیت شناختن حق غنی سازی ج.ا.ایران باشند C_4 ، یا حق غنی سازی ج.ا.ایران را به رسمیت نشناسند D_4 . در بازی g_4 عمل غالب اکید D_1 برای بازیکن ۲ تاکید بر فناوری صلح آمیز هسته‌ای می‌باشد. این بازی برای بازیکن ۱ عمل ساز نیست. تعادل نش بازی (D_4, C_4) می‌باشد.

اولین دور از مذاکرات دولت ج.ا.ایران با وزرای امور خارجه سه کشور اروپایی آلمان، فرانسه و انگلیس در ۲۹ مهر ماه ۱۳۸۲ براساس دعوت دولت ج.ا.ایران آغاز شد. براساس بیانیه سعدآباد تعهدات دولت ج.ا.ایران به این شرح می باشد: همکاری کامل با آژانس بین‌المللی انرژی اتمی و پاسخ به الزامات و سؤالات باقی‌مانده آژانس به صورت شفاف و حل و فصل آن‌ها و اصلاح هرگونه قصور احتمالی. امضای پروتکل الحاقی و آغاز فرآیند تصویب آن و اجرای پروتکل الحاقی تا پیش از تصویب آن، به عنوان یک اقدام حسن نیت. تعلیق تمامی فعالیت‌های غنی‌سازی اورانیوم و بازآآوری به صورت داوطلبانه، به صورتی که آژانس تعریف می کند. تعهدات سه کشور اروپایی نیز براساس بیانیه تهران، به شرح زیر می باشد: شناسایی حق ایران برای استفاده صلح‌آمیز از انرژی هسته‌ای برابر با معاهده منع گسترش سلاح هسته‌ای. اجرای کامل تصمیمات ایران که توسط مدیرکل آژانس بین‌المللی انرژی اتمی به تأیید برسد، باید موجب شود که شورای حکام آژانس وضعیت کنونی را حل و فصل نماید. سه کشور با ایران برای ارتقای امنیت و ثبات در منطقه از جمله ایجاد منطقه عاری از سلاح کشتار جمعی در خاورمیانه، مطابق با اهداف سازمان ملل متحد همکاری خواهند نمود. بنا به فرض عقلایی بودن بازیکنان، بازیکنان بر مبنای نمایه عمل‌های عقلایی تولید شده $(D, C)_{1,2}$ ، $(C, C)_{1,2}$ و $(C, D)_{1,2}$ بازی تضمین نامتقارن g_5 طراحی کردند. این بازی برای هیچکدام از بازیکنان عمل‌ساز نیست. تعادل‌های نش بازی $(C, C)_5$ و $(D, D)_5$ می‌باشند. در نتیجه می‌توان گفت با در نظر گرفتن نمایه‌های عمل‌های عقلایی تولید شده $(C, C)_5$ و $(D, D)_{1,2}$ در بازی ج.ا.ایران تضمین می‌کند که تحت هر شرایطی به تعهدات خود پایبند می‌ماند زیرا در صورت عدم پایبندی به تعهدات و انتخاب عدم همکاری ضرر بیشتری نسبت به کشورهای اروپایی خواهد کرد.

در آبان ۱۳۸۲ نامه رسمی پذیرش پروتکل الحاقی از طرف ج.ا.ایران به آژانس تسلیم شد و به تصویب شورای حکام آژانس رسید. بلافاصله بعد از پذیرش پروتکل الحاقی توسط ج.ا.ایران دومین قطعنامه پیشنهادی کشورهای اروپایی توسط شورای حکام علیه فعالیت‌های صلح‌آمیز هسته‌ای به تصویب رسید. حکمرانان وقت ج.ا.ایران بر سر یک دوراهی سخت قرار داده شده بودند که حتی بعد از تصویب دومین قطعنامه علیه ج.ا.ایران، اجرای پروتکل الحاقی را به مدت دو سال به صورت داوطلبانه امضا کردند. به عبارت دیگر حکمرانان وقت بر سر دو راهی تصمیم‌گیری برای انتخاب ادامه همکاری و یا عدم همکاری قرار داشتند.

کشورهای اروپایی با انتخاب نمایه عمل عقلایی تولید شده $(D, D)_5$ برای ادامه سیستم، بازی گردن کلفت بزرگ g_6 را طراحی کردند. در این بازی کشورهای اروپایی دارای دو عمل هستند: یا با تصویب قطعنامه جدید علیه برنامه هسته‌ای ج.ا.ایران به این کشور فشار وارد کنند D_6 ، یا با عدم تصویب قطعنامه با ج.ا.ایران همکاری کنند C_6 . ج.ا.ایران دارای دو عمل است: یا به همکاری با کشورهای اروپایی ادامه دهد C_6 ، یا همکاری نکند D_6 . در بازی g_6 عمل غالب اکید D_1 برای بازیکن ۱ تصویب قطعنامه جدید علیه برنامه هسته‌ای ج.ا.ایران می باشد. این بازی برای بازیکن ۲ عمل ساز نمی باشد. تعادل نش بازی $(D, C)_6$ می‌باشد. ج.ا.ایران با انتخاب نمایه عمل عقلایی تولید شده $(C, C)_5$ برای ادامه، بازی شکارگوزن g_7 را طراحی کرده بود. در بازی شکار گوزن هر دو بازیکن دارای دو عمل همکاری یا عدم همکاری هستند. این بازی برای هیچ کدام از بازیکنان عمل ساز نیست. تعادل‌های نش بازی $(C, C)_7$ و $(D, D)_7$ می‌باشند. بازی g_7 یکی از دو راهی‌های معروف در نظریه بازی‌ها است که انتخاب تعادل پارتو غالب $(C, C)_7$ نیاز به هماهنگی با حریف دارد.

در ۴ اسفند ماه ۱۳۸۲ بین ج.ا.ایران و سه کشور اروپایی موافقتنامه‌ای منعقد شد که به موافقتنامه بروکسل مشهور شد. در این موافقتنامه نیز تعهدات ایران به صورت بسیار شفاف و قابل اجرا به شرح زیر می‌باشند: ارائه اظهارنامه‌ها بر طبق پروتکل الحاقی و راستی آزمایی آن‌ها توسط آژانس، تعلیق مونتاژ و آزمایش سانتریفیوژها، تعلیق ساخت داخلی قطعات سانتریفیوژ و اعمال تعلیق

فعالیت‌های غنی‌سازی نسبت به تمامی تأسیسات موجود در ایران. تعهدات سه کشور اروپایی اروپایی در قالب موارد کلی و غیر اجرایی به شرح زیر می باشد: کار فعال برای شناسایی تلاش‌های ایران در اجلاس خرداد ۱۳۸۳ شورای حکام به منظور عادی کردن اجرای پادمان‌ها و پروتکل الحاقی در ایران. بنا به فرض عقلایی بودن بازیکنان، بازیکنان بر مبنای نمایه عمل‌های عقلایی تولید شده $(_6D, _6C)_{1,2}$ و $(_6C, _6C)_{1,2}$ بازی هماهنگی نامتقارن g_8 طراحی کردند. این بازی برای هیچکدام از بازیکنان عمل ساز نیست. تعادل‌های نش بازی $(_8C, _8C)$ و $(_8D, _8D)$ می‌باشند.

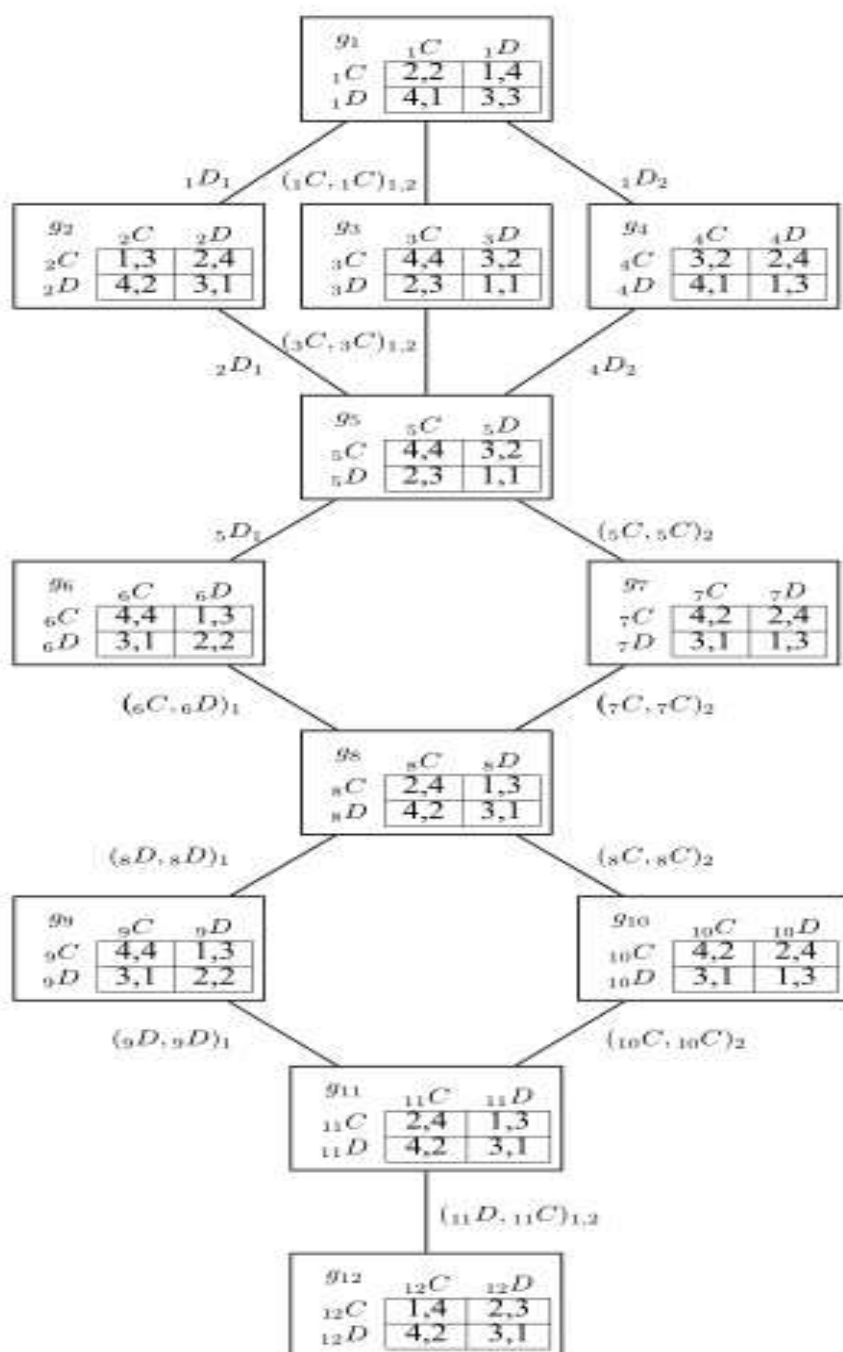
در اسفند ۱۳۸۲ سومین قطعنامه پیشنهادی کشورهای اروپایی علیه فعالیت‌های صلح آمیز ج.ا.ایران در شورای حکام به تصویب رسید. در فروردین ۱۳۸۳ رئیس وقت سازمان انرژی اتمی تعلیق داوطلبانه ساخت و مونتاژ سانتریفیوژها را براساس موافقت نامه بروکسل اعلام نمود. در اواسط خرداد ۱۳۸۳ اظهار نامه فعالیت‌های هسته‌ای ج.ا.ایران بر طبق پروتکل الحاقی براساس موافقت نامه بروکسل به آژانس تسلیم شد، اما در اجلاس ۲۹ خرداد کشورهای اروپایی به تعهد خود در موافقت نامه بروکسل مبنی بر عادی کردن اجرای پادمان‌ها و پروتکل الحاقی در ایران عمل نکردند و چهارمین قطعنامه پیشنهادی کشورهای اروپایی علیه فعالیت‌های صلح آمیز ج.ا.ایران در شورای حکام به تصویب رسید. در شهریور ۱۳۸۳ پنجمین قطعنامه پیشنهادی کشورهای اروپایی علیه فعالیت‌های صلح آمیز ج.ا.ایران در شورای حکام به تصویب رسید. کشورهای اروپایی با انتخاب نمایه عمل عقلایی تولید شده $(_8D, _8D)_1$ برای ادامه سیستم، بازی هملت g_9 را طراحی کردند. در این بازی کشورهای اروپایی دارای دو عمل هستند: یا با تصویب قطعنامه جدید علیه برنامه هسته‌ای ج.ا.ایران به این کشور فشار وارد کنند D_9 ، یا با عدم تصویب قطعنامه با ج.ا.ایران همکاری کنند C_9 . ج.ا.ایران دارای دو عمل است: یا به همکاری با کشورهای اروپایی ادامه دهد C_9 ، یا همکاری نکند D_9 . در بازی g_9 عمل غالب اکید D_1 و برای بازیکن ۱ تصویب قطعنامه جدید علیه برنامه هسته‌ای ج.ا.ایران می باشد. این بازی برای بازیکن ۲ عمل ساز نمی‌باشد. تعادل نش بازی $(_9D, _9C)$ می‌باشد.

ج.ا.ایران با انتخاب نمایه عمل عقلایی تولید شده $(_8C, _8C)_2$ برای ادامه، بازی شکارگوزن g_{10} را طراحی کرده بود. در بازی شکار گوزن هر دو بازیکن دارای دو عمل همکاری یا عدم همکاری هستند. این بازی برای هیچ کدام از بازیکنان عمل ساز نیست. تعادل‌های نش بازی $(_{10}C, _{10}C)$ و $(_{10}D, _{10}D)$ می‌باشند.

نتایج این مذاکرات در توافقنامه مشهور پاریس در ۲۵ آبان ۱۳۸۳ بروز یافت که در آن توافقنامه کشورهای اروپایی متعهد شدند در استفاده صلح آمیز از انرژی هسته‌ای، مبارزه با تروریسم و توسعه فعالیت‌های هسته‌ای و پیوستن ج.ا.ایران به سازمان تجارت جهانی حمایت کنند و در مقابل دولت ج.ا.ایران با اجرای تعلیق گسترده به عنوان اقدامی داوطلبانه در جهت اعتمادسازی و نه به عنوان یک تعهد قانونی پذیرفت که کلیه فعالیت‌های مربوط به غنی‌سازی و بازآوری مانند ساخت، تولید، نصب، آزمایش، سرهم‌بندی و راه‌اندازی سانتریفیوژهای گازی، و فعالیت‌های مربوط به جداسازی پلوتونیم را به حالت تعلیق در آورد. حفظ تعلیق مادامی که مذاکرات در مورد یک موافقت‌نامه ترتیبات درازمدت که مورد قبول طرفین باشد پیگیری می‌شود، حفظ خواهد شد و برای ادامه کل فرآیند ضروری خواهد بود. بنا به فرض عقلایی بودن بازیکنان، بازیکنان بر مبنای نمایه عمل‌های عقلایی تولید شده $(_9D, _9C)_{1,2}$ و $(_{10}C, _{10}C)_{1,2}$ بازی نامه سیاه g_{11} طراحی کردند. تعادل نش بازی $(_{11}D, _{11}C)$ می‌باشند.

در ۲ آذر ۱۳۸۳ دولت ج.ا.ایران براساس موافقتنامه پاریس فعالیت‌های تأسیسات UCF اصفهان را به حالت تعلیق در آورد. با وجود موافقت نامه پاریس و تعلیق فعالیت‌های هسته‌ای ج.ا.ایران، یک هفته بعد کشورهای اروپایی با تصویب ششمین قطعنامه در

مورد برنامه هسته‌ای ج.ا.ایران بر برخی نگرانی خود را ابراز کردند. پس از موافقت‌نامه پاریس، زمان علیه ایران رقم خورد و سه کشور سعی کردند تا با طولانی کردن مذاکرات، عملاً برنامه غنی‌سازی را در ایران متوقف سازند. قید این موضوع که تعلیق مادامی که مذاکرات ادامه دارد برای حفظ کل فرایند ضروری است و همچنین ارتباط دادن موضوع هسته‌ای به مباحث سیاسی، امنیتی، اقتصادی و فناوری (مانند مبارزه با تروریسم، سازمان تجارت جهانی، موافقت‌نامه تجارت و همکاری و ...) حکایت از قصد طرف مقابل برای به گروگان گرفتن فعالیت‌های هسته‌ای ج.ا.ایران دارد. بنابراین می‌توان گفت با انتخاب نمایه عمل عقلایی تولید شده $(D_{11}, C_{11})_{1,2}$ برای ادامه سیستم، بازی گروگانگیری g_{12} را طراحی کردند. در این بازی عمل غالب ج.ا.ایران همکاری می‌باشد و عمل غالب کشورهای اروپایی عدم همکاری می‌باشد. تعادل نش بازی و (D_{12}, C_{12}) می‌باشند.



شکل ۱. سیستم پویای بازی ها بین جمهوری اسلامی ایران و کشورهای اروپایی

نتیجه گیری

در این مقاله دوره هشتم ریاست جمهوری را با سیستم پویای بازی‌ها تجزیه و تحلیل می‌کنیم. سیستم پویای بازی‌ها نشان می‌دهد که کشورهای اروپایی همواره در مخالفت با دستیابی به چرخه تولید سوخت هسته‌ای قدم برداشته‌اند، از اینرو با طراحی مکانیزم تنبیه و تشویق سعی نمودند ج.ا.ایران را به عقب نشینی از مواضع قانونی و مسلم خود وادار کنند. به بیان دیگر، سیستم نشان می‌دهد که سیاست کشورهای اروپایی حل و فصل مسئله هسته‌ای ج.ا.ایران توسط غرب نبوده است بلکه هدف اصلی آنها مهار برنامه هسته‌ای ج.ا.ایران بوده است. در بازی ضد ترسوها g_1 هر دو بازیکن دارای عمل غالب عدم همکاری هستند، یعنی بازیکنان در ادامه بر مواضع خود تاکید می‌کنند و هر بازیکن، بازی‌هایی را طراحی خواهد که در راستای ترجیحات استراتژیک و تاکتیکی خود باشد. اما می‌بینم که کشورهای غربی براساس ترجیحات استراتژیک خود در هر مرحله تاکتیک‌های متفاوتی را انتخاب کرده اند. بعد از بازی g_1 تاکتیک کشورهای غربی در کنار حفظ عمل غالب خود در بازی طراحی شده در مرحله بعدی، سعی کردند که ج.ا.ایران را به مسیری حرکت دهند که دارای عمل غالب عدم همکاری نباشد. به بیان دیگر، ج.ا.ایران بازی‌های را طراحی کند که دارای دو تعادل باشد و از ویژگی اساسی این بازی‌ها نداشتن عمل غالب می‌باشد. بنابراین می‌توان گفت ج.ا.ایران بر سر دو راهی ادامه همکاری و یا عدم همکاری با کشورهای اروپایی قرار گرفته بود. برای این منظور با انتخاب سیاست‌های تشویقی رسیدن به توافق و تعهد ج.ا.ایران در هر مرحله، بلافاصله با تصویب قطعنامه علیه فعالیت‌های هسته‌ای ج.ا.ایران در شورای حکام این کشور را تنبیه می‌کردن و دچار تردید می‌شد. در سیستم مشاهده می‌شود بعد از موافقت نامه تهران که با بازی تضمین نامتقارن g_5 و موافقت نامه تهران بروکسل که با بازی هماهنگی نامتقارن g_8 نشان داده شد است، ج.ا.ایران دوراهی شکار گوزن را برای ادامه مسیر طراحی کرده است در حالیکه کشورهای غربی در هر مرحله عمل غالب عدم همکاری را برای خود حفظ کرده‌اند. همانطور که بررسی نشان می‌دهد کشورهای غربی در شکستن استراتژی غالب ج.ا.ایران موفق عمل کردند. گام بعدی که سیستم بیانگر آن است تلاش کشورهای غربی برای تبدیل همکاری به یک عمل غالب برای ج.ا.ایران می‌باشد. سیاست‌های تشویقی و تضمین‌های که در هر مرحله بیان می‌شد ج.ا.ایران را به ادامه همکاری ترغیب می‌کرد بطوریکه ج.ا.ایران بعد از توافق بروکسل و عدم تعهد کشورهای غربی به موافقت نامه، ج.ا.ایران در موافقتنامه پاریس دواطلبانه به عنوان یک اعتمادساز تعلیق گسترده فعالیت‌های هسته‌ای را پذیرفت (شاید نداشتن زمان کافی ادامه مذاکره برای تیم مذاکره کننده ج.ا.ایران دلیل انتخاب این تعهد دواطلبانه بوده است). بنابراین می‌توان گفت که کشورهای غربی در تبدیل همکاری را به یک عمل غالب برای ج.ا.ایران موفق بودند. با تبدیل شدن همکاری به یک عمل غالب با استفاده از اجرای دواطلبانه پروتکل الحاقی، تعلیق فعالیت‌های هسته‌ای ج.ا.ایران و همچنین قید ارتباط دادن موضوع هسته‌ای به مباحث سیاسی، امنیتی، اقتصادی و فناوری (مانند مبارزه با تروریسم، سازمان تجارت جهانی، موافقتنامه تجارت و همکاری و ...)، کشورهای غربی نیت شوم به گروگان گرفتن فعالیت‌های هسته‌ای ج.ا.ایران داشتند. پس از توافقنامه پاریس کشورهای اروپایی جدیت زیادی برای اجرای تعهداتی که بر عهده داشتند، نشان ندادند و به دنبال تلف کردن وقت بودند و اجرای تعلیق گسترده توسط ج.ا.ایران همچنان ادامه داشت. از اینرو ج.ا.ایران طی ارسال نامه‌ای به مدیرکل آژانس بین المللی انرژی اتمی از قصد خود برای از سرگیری فعالیت هسته‌ای تاسیسات UCF اصفهان اعلام کرد. با به پایان رسیدن دوره ریاست جمهوری هشتم حکمرانی برنامه هسته‌ای ج.ا.ایران وارد مرحله جدیدی شد.

1. G. Askari, M. Eshaghi Gordji, and C. Park, The behavioral model and game theory, Palgrave Communications, vol.5, pp. 1–8, 2019.
2. G Askari, M Eshaghi Gordji, and M. De La Sen, Hyper-Rational Choice in Game Theory, Biostatistics and Biometrics Open Access Journal, vol. 9, no. 2, pp. 1–2, 2019.
3. S. Brams, Theory of move, Cambridge University Press, 1994.
4. C. Cannings, and R. Cannings, Absence of pure Nash equilibria in a class of co-ordination games, Stat., Optim. Inf. Comput., vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2013
5. V. Capraro, The emergence of hyper-altruistic behaviour in conflictual situations, Sci. Reports, vol. 5, no. 9916, pp. 1–7, 2015.
6. C. F. Camerer, Behavioral game theory: Experiments in strategic interaction, Princeton University Press, New Jersey. 2011.
7. C. Charness, and M. Rabin, Understanding social preferences with simple tests, The Quarterly Journal of Economics, vol. 117, no. 3, pp. 817–869, 2002.
8. M. Eshaghi Gordji, and G. Askari, Hyper-Rational Choice and economic behavior, Advances in mathematical finance and applications, vol. 3, no. 3, pp. 69–76, 2018.
9. M. Eshaghi Gordji, G. Askari, and C. Park, A new behavioral model of rational choice in social dilemma game, Journal of Neurodevelopmental Cognition, vol. 1, no. 1, pp. 40–49, 2018.
10. M. Eshaghi Gordji, and G. Askari, Dynamic system of strategic games, Int. J. Nonlinear Anal. Appl., vol. 9, no. 1, pp. 83–98, 2018.
11. M. T. Irfan, and L. E. Ortiz, On influence, stable behavior, and the most influential individuals in networks: A game-theoretic approach, Artificial Intelligence. vol. 215, pp. 79–119, 2014.
12. V. N. Kolokoltsov, and M. Troeva, On Mean Field Games with Common Noise Based on Stable-Like Processes, Stat., Optim. Inf. Comput., vol. 7, pp. 264–276, 2019.
13. J. F. Nash et al., Equilibrium points in n-person games, Proceedings of the national academy of sciences, vol. 36, pp. 48–49, 1950.
14. J. F. Nash, Non-cooperative games, Annals of mathematics, vol. 54, pp. 286–295, 1951.
15. J. V. Neumann, and O. Morgenstern, Theory of games and economic behavior, Princeton university press, New Jersey. 1953.
16. A. Rapoport, and A. M. Chammah, Prisoner's dilemma: A study in conflict and cooperation, University of Michigan Press, 1965.
17. A. Rapoport, and A. M. Chammah, The game of chicken, American Behavioral Scientist, Vol. 10, no. 3, pp. 10-28, 1996.
18. J. N. Webb, Game theory: decisions, interaction and Evolution, Springer Science and Business Media, London. 2007.