تحقیقات اقتصادی / دورهٔ ۵۰، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۴ / ص ۶۸۴-۶۵۹

مدل‌سازی روابط دولت و پیمانکار در شرایط کمبود اعتبارات عمرانی با استفاده از نظریهٔ بازی‌ها (مطالعهٔ موردی: پروژه‌های انرژی)

لطفعلی عاقلی[1*]، حسین صادقی[2]، گل‌جمال نظری قوجق[3]

۱. استادیار دانشگاه تربیت مدرس، پژوهشکدهٔ اقتصاد، aghelik@modares.ac.ir

۲. استادیار دانشگاه تربیت مدرس، گروه اقتصاد، sadeghih@modares.ac.ir

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد رشتهٔ اقتصاد انرژی دانشگاه تربیت مدرس، nazary_goljamal@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۶/۲۴، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۷/۱۴

چکیده

در این مطالعه، با استفاده از روش نظریهٔ بازی‌ها، در قالب بازی‌های همکارانه، به تحلیل اثر کمبود اعتبارات عمرانی بر پروژه‌های انرژی پرداخته شده است. برای مطالعهٔ موردی، پروژه‌های عمرانی استانیِ بخش انرژی در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ انتخاب شد. در بخش نظری، به طراحی مدل پرداخته شد. سپس، کمبود اعتبارات عمرانی، به منزلهٔ عاملی مؤثر بر نحوهٔ اجرای پروژه‌های انرژی، در مدل وارد شد. در بخش تجربی، بر اساس روابط و تعادل‌های به‌دست‌آمده از مطالعهٔ موردی و همچنین با استفاده از مدل راه حل چانه‌زنی نش به پیامدهای یک بازی همکارانه پرداخته شد. بر اساس نتایج این مطالعه، دو بازیکن (دولت و بخش خصوصی (پیمانکار)) ائتلاف همکارانه را انتخاب کردند، زیرا با انتخاب آن سود بیشتری، نسبت به حالت ائتلاف مستقل، به دست می‌آورند و در این حالت قدرت چانه‌زنی دولت بیشتر است. با اینکه نرخ تنزیل کمتری دارد، پیمانکار بیم دارد که دولت پروژه‌ها را با پیمانکارهای خود به انجام برساند؛ به همین دلیل، پیمانکار قدرت چانه‌زنی کمتری خواهد داشت و سهم دولت از پیمانکار در ائتلاف همکارانه بیشتر خواهد بود.

طبقه‌بندی JEL: C_{71}, H_{42}, Q_{48}

واژگان کلیدی: اعتبارات عمرانی، بازی‌های همکارانه، پروژه‌های انرژی، راه‌حل چانه‌زنی نش، نظریهٔ بازی‌ها.

---

* نویسندهٔ مسئول، تلفن: ۰۲۱۸۲۸۸۳۹۲۲

مقدمه

اجرای پروژه‌های عمرانی در هر کشوری یکی از مسائل اساسی به‌شمار می‌رود. بخش غیردولتی در اجرای پروژه‌های دولتی سهم بسیار زیادی دارد. با پرداخت به‌موقع مطالبات پیمانکاران بخش خصوصی تقویت می‌شود و کشور به‌سرعت رشد و پیشرفت می‌کند. ولی، در اغلب پروژه‌های دولتی، پرداخت مطالبات پیمانکار با تأخیر همراه است. در این شرایط پیمانکار امکان سرمایه‌گذاری در تجهیزات و ماشین‌آلات به‌روز را از دست می‌دهد و بسیاری از شرکت‌های بزرگ و کوچک ورشکسته می‌شوند؛ در این صورت، اجرای پروژه‌ها با تأخیر همراه خواهد بود (خشنود و پنجعلی‌زاده، ۱۳۹۰).

مهم‌ترین مشکل در صنعت ساخت‌وساز طولانی‌شدن مدت پیمان است. کشور ایران، به علت اینکه پروژه‌های اجرایی آن با تأخیر روبه‌روست، از این موضوع مستثنا نیست. این تأخیر در اجرا بر دستگاه کارفرما و پیمانکار فشار وارد می‌کند و ضررهای پیمانکار بیشتر به چشم می‌آید (عربی و اعظمی‌نژاد، ۱۳۸۸).

به طور کلی، شاخص‌هایی نظیر سهم پروژه‌هایِ دارای تأخیر در کل پروژه‌ها و میزان تحقق پروژه‌های خاتمه‌یافتنی و نیز میانگین مدت پروژه‌ها ـ که شاخص‌هایی برای زمان‌بندی اجرای پروژه‌های عمرانی‌اند ـ بیانگر نشانه‌های نامطلوبی در کشور است. به عبارتی، ضعف و ناتوانی در اجرای پروژه‌های عمرانی (به هر دلیلی که باشد) اثر خود را در مدت زمان اجرای پروژه نشان می‌دهد یا موجب کاهش میزان تحقق پروژه‌های خاتمه‌یافته و افزایش سهم پروژه‌هایی که از برنامهٔ زمان‌بندی عقب‌ترند می‌شود (قاسمی و عباسی، ۱۳۸۲: ۲۴).

در سال‌های اخیر، تعداد پروژه‌ها بدون هیچ توجیه فنی یا اقتصادی بسیار افزایش یافته است. کمبود اعتبارات عمرانی در این پروژه‌ها ایجاب می‌کند که عوامل اجرایی این پروژه‌ها تصمیم‌هایی بگیرند که بهترین عملکرد را در پی داشته باشد. هدف از این مطالعه تحلیل اثر کمبود اعتبارات عمرانی بر پروژه‌های انرژی ترجیحاً استانی طی سال‌های منتخب ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ با کمک بازی‌های همکارانه است تا بهترین پیامد برای عوامل اجرایی پروژه‌ها، با توجه به کمبود اعتبارات عمرانی، مشخص شود.

سازمان‌دهی این مطالعه بدین صورت است: در بخش دوم به پیشینهٔ تحقیق و در

بخش سوم به مدل نظری پرداخته می‌شود. در بخش چهارم بازی‌های همکارانه معرفی و در بخش پنجم راه حل تعادلی نش برای مطالعهٔ موردی این تحقیق ارائه می‌شود. بخش ششم به نتیجه‌گیری اختصاص می‌یابد.

پیشینهٔ تحقیق

عسگری و افشار (۱۳۸۷) به مطالعهٔ «همکاری پیمانکاران جزء در تخصیص منابع مشترک با رویکرد نظریهٔ بازی‌های همکارانه» پرداختند و با کمک روش‌های حل ارزش شپلی و هستک، سود مازاد حاصل از همکاری بین پیمانکاران را تقسیم کردند و به این نتیجه دست یافتند که پیمانکاران می‌توانند با مشارکت در ائتلاف‌های بزرگ‌تر سهم بیشتری به‌دست آورند.

یان و ما[1] (۲۰۱۲) در مطالعهٔ خود، با عنوان «تحلیل بازی در مذاکرات مطالبات ساخت‌وساز»، از بازی‌های پویا (چانه‌زنی مذاکرات مطالبات بین مالک و پیمانکار) و قضیهٔ بیزین استفاده کردند تا خطرها و هزینهٔ ساخت‌وساز پروژه کاهش یابد و پیمانکاران نیز در پروژه منفعت بیشتری به‌دست آورند. آنان، در نهایت، به این نتیجه رسیدند که برای حل و فصل ادعاهایی که در پروژه‌های ساخت‌وساز مطرح می‌شود ارزش زمانی پول مورد استفادهٔ مالک و کارفرما در این پروژه‌ها در نظر گرفته شود تا بهره‌وریِ پروژه‌های ساخت‌وساز افزایش یابد.

اوکادا[2] (۲۰۱۱) به بررسی «بازی چانه‌زنی ائتلافی با پیشنهاددهندگان تصادفی: نظریه و کاربرد» پرداخت و یک بازی چانه‌زنی ائتلافی غیر همکاری را در نظر گرفت و دربارهٔ چانه‌زنی دستمزد بین کارفرما و کارگران چندگانه نشان داد که اگرچه بیکاری غیرارادی ممکن است در تعادل اتفاق بیفتد، اشتغال کامل وقتی پدیدار می‌شود که بازیکنان به اندازهٔ کافی صبور باشند، زیرا ممکن است این فرایند طولانی باشد.

اوکادا (۲۰۱۰) در مطالعهٔ خود، با عنوان «راه حل چانه‌زنی نش در بازی‌های همکارانهٔ N شخص عمومی»، بیان کرد که اگر یک فرم ائتلاف وجود داشته باشد، واکنش بازیکنان

1. Yuan & Ma
2. Okada

دیگر برای تعیین نتیجهٔ نهایی بازی بسیار مهم است و رویکرد غیرتعاونی[۱] بـه مفهـومی بـه نام هستهٔ نش منجر می‌شود که مستلزم آن است که ائتلاف مکمل باید با توجه به واکـنش راه حل چانه‌زنی نش باشد. اوکادا ثابت می‌کند که راه‌حل چانه‌زنی نش باید به هسـتهٔ نـش از بازی تعلق داشته باشد تا توسط تعادل غیرتعاونی از مدل بازی چانه‌زنی پشـتیبانی شـود و احتمال اینکه بازیکنان ائتلافی تشکیل بدهند زیاد است.

یانگ[۲] (۲۰۰۸) با بررسی «چگونگی اثرگذاری اکتشاف نفـت در ANWR [۳] (پناهگـاه ملی حیات وحش در قطب شمال) آلاسکا بر رفتار اوپک؟ یک بررسی شبیه‌سازی از نـوع تشریح حلقهٔ باز- بازی نش» به منظور کاهش وابستگی به نفت خارجی و کاهش کمبـود انرژی در ایالت متحده، با استفاده از مدل پویا، درجه‌بندی رقابـت انحصـاری و تبـانی در بازار نفت آمریکا به شبیه‌سازی پرداخت و نشان داد که جلوگیری از تبانی کارتـل اوپـک مؤثرتر از استخراج ذخایر نفتی در قطب شمال آلاسکا به منظور کاهش عرضهٔ کوتاه‌مدت نفت ایالت متحده در آیندهٔ نزدیک است.

آپلاک و سوگات[۴] (۲۰۱۳) به بررسی «رویکرد نظریهٔ بازی‌ها در فرایند تصمیم مدیریت انرژی برای بخش صنعت» با استفاده از یک روش ترکیبی، شـامل مجموعـه‌هـای فـازی و روش‌های تحلیلی نظریهٔ بازی‌ها، پرداختند و به این نتیجه دست یافتند کـه بهتـر اسـت از انرژی تجدیدپذیر استفاده شود تا از محیط‌زیست حمایت شود، زیرا، در غیـر ایـن صـورت، دچار عواقبی خواهیم شد، مثل گرم‌شدن کرهٔ زمین، تغییرات آب و هوا و آلودگی.

لانگ و یو[۵] (۲۰۰۹) با «مطالعه بر طراحی مقـررات در مـورد صـرفه‌جـویی انـرژی و کاهش انتشار آلاینده‌ها بر اساس نظریهٔ بازی‌هـا» از دولـت و شـرکت‌هـا، کـه بازیکنـان بازی‌اند، و همچنین از استراتژی مختلط راه‌حل چانه‌زنـی نـش کمـک گرفتنـد و نشـان دادند که مقررات خوب نقشی کلیدی در صرفه‌جویی انرژی و کاهش انتشـار آلاینـده‌هـا

---

۱. در بازی‌های غیرهمکارانه، همهٔ بازیکنان به صورت مستقل و بـرای حـداکثرکردن منـافع خـود عمـل مـی‌کننـد (عبدلی، ۱۳۹۱: ۳۱۴).

2. Yang
3. Arctic National Wildlife Refuge
4. Aplak & Sogut
5. Long & Yu

ایفا می‌کنند و اگر انگیزهٔ شرکت‌ها، مثلاً با پاداش‌دادن، افـزایش یابـد، اثـر صـرفه‌جـویی انرژی افزایش و انتشار آلاینده‌ها بسیار کاهش خواهد یافت.

تیان[1] و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیقی، با عنوان «یک مدل پویای سبز بر اساس نظریـهٔ بازی تکاملی[2] برای مدیریت انتشـار زنجیـرهٔ عرضـهٔ تـأمین سـبز در میـان تولیدکننـدگان چینی» از یک سیستم پویا برای هدایت سیاست‌های یارانه‌ای به منظور گسترش مـدیریت زنجیرهٔ عرضهٔ سبز در چین کمک گرفتند و با استفاده از یـک بـازی تکـاملی ـ کـه دولـت، شرکت‌ها و مصرف‌کنندگان بازیکنان آن بودند ـ به این نتیجه رسیدند کـه بـرای گسـترش مدیریت زنجیرهٔ عرضهٔ سبز بهتر است بـه تولیدکننـدگان یارانـه داده شـود و آگـاهی‌هـای زیست‌محیطی افراد افزایش یابد.

پرنگ[3] و همکاران (۲۰۰۵) در مطالعهٔ خود، با عنوان «مزایای بالقوه بـرای همکـاری در فرم کار پیمانکاران فرعی بر اساس نظریهٔ بازی تعاونی»، با استفاده از بـازی‌هـای همکارانـه در قالب روش شپلی و هسته[4] نشان دادنـد کـه اگـر پیمانکـاران فرعـی ائـتلاف همکارانـه تشکیل دهند، حجم کار بین آن‌ها توزیع می‌شود و هزینهٔ کمتری و سود بیشتری خواهنـد داشت. نیز سرمایه‌گذاری مشترک می‌تواند در ساخت‌وساز مفید باشد.

شورونگ و میااو[5] (۲۰۱۲) به «تحلیل رفتارهای رانت‌جویی در نظـارت مهندسـی بـر اساس نظریهٔ بازی‌ها» پرداختند و نتیجه گرفتند که مالک پروژه بایـد کـارایی نظـارت را بهبود بخشد و بـه منظـور محـدودکردن رفتـارهـای رانـت‌جویانـه در نظـارت مهندسـی مجازات‌های شدیدی اعمال کند.

وات[6] و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی خود، با عنوان «اهمیت نسبی معیارهای ارزیـابی

---

1. Tian

۲. انتخاب هر بازیکن بهترین پاسخ به انتخاب حریف است و بازیکن انگیزه‌ای برای تغییر اسـتراتژی نـدارد. بـه ایـن بازی‌ها و روش مذکور اصطلاحاً نظریهٔ بازی‌ها (عقلایی) می‌گویند. اگر فرض رفتـار عقلایـی بـه هـر دلیلـی در بازی نقض شود، به آن بازی بازیِ تکاملی می‌گویند (عبدلی، ۱۳۹۱: ۲۷۰).

3. Perng

۴. یکی از راه‌حل‌های مهم در بازی‌های همکارانه است که دربارهٔ تقسیم پیامد ائـتلاف جمـع بـا دیگـر ائـتلاف‌هـای تشکیل‌یافته توضیح می‌دهد (عبدلی، ۱۳۹۱).

5. Shurong & Miao

6. Watt

مناقصه و انتخاب پیمانکار»، با استفاده از روش طراحی تجربی، به ارزیابی واقعی و انتخاب پیمانکار پرداختند و به این نتیجه رسیدند که عملکرد پیمانکار در پروژهٔ قبلی، مهارت فنی و هزینه معیارهای بسیار مهمی در انتخاب واقعی یک پیمانکار به‌شمار می روند؛ در حالی که تجربهٔ سازمانی، حجم کار و شهرت او در مراتب بعدی اهمیت قرار دارند.

مدل نظری

یک جامعهٔ فرضی شامل دو بخش- بخش دولتی و بخش خصوصی- را در نظر می‌گیریم. بخش دولتی را کارفرما و پیمانکاران دولتی و بخش خصوصی را پیمانکاران خصوصی در نظر می‌گیریم. بخش دولتی مسئولیت اجرای پروژه‌های عمرانی انرژی را بر عهده دارد و با کمبود اعتبارات عمرانی روبه‌روست و در صدد بهترین عملکرد است تا بتواند این پروژه‌ها را به انجام برساند. دولت برای اجرای پروژه‌ها می‌تواند به پیمانکاران درخواست همکاری بدهد یا درخواست همکاری ندهد و کارها را با پیمانکاران دولتی به انجام برساند. از طرف دیگر، بروز نتایج نامطلوب اقتصادی و مالی برای شرکت‌های دولتی، نبود توصیهٔ فنی- اقتصادی و مالی برای دخالت دولت در برخی از فرایندهای تولیدی و محدودیت‌های مالی- اقتصادی دولت برای اداره و تصدی فعالیت‌ها اجرای سیاست خصوصی‌سازی در بخش شرکت‌های دولتی را الزامی ساخته است (اعزازی و همکاران، ۱۳۹۰). اگر دولت با پیمانکاران خود قرارداد ببندد، خسارت‌های ناشی از انجام‌نیافتنِ پروژه‌ها به ناکارآمدی دولت اضافه می‌شود. حال می‌خواهیم بدانیم که در این شرایط بهترین عملکرد برای این دو بخش چه خواهد بود؟

طرف دیگر بازی بخش خصوصی است. بخش خصوصی می‌تواند با دولت همکاری کند یا همکاری نکند. پیمانکاران نیز می‌دانند که در صورت همکاری با دولت در اجرای پروژه زمینه‌های رقابت ایجاد خواهد شد. در این شرایط میزان سود هر دوی این بازیکنان چقدر خواهد بود و چه استراتژی‌ای انتخاب خواهند کرد؟

در این مطالعه، برای مدل‌سازی رفتار بازیکنان، از رویکرد موتو (۱۹۹۹) در تحلیل مالکیت بهینهٔ دارایی‌ها استفاده و مفروضات جدیدی با توجه به موضوع بحث اضافه شده

است. فرض می‌کنیم دو بازیکن دولت و پیمانکار (i= G, C) داریم که G نمایانگر دولت و C نمایانگر پیمانکار است و سهم دولت از اجرای پروژه‌ها (با احتمال اقدام انحصاری دولت) λ درصد و سهم پیمانکار (با احتمال همکاری دولت و پیمانکار) برابر با $\lambda - ۱$ درصد است. اگر دولت اجرای کامل پروژه‌ها را بر عهده داشته باشد $\lambda = ۱$ و اگر کل پروژه‌ها را پیمانکاران انجام دهند $\lambda = ۰$ خواهد بود. هر یک از طرفین درگیر در اجرای پروژه‌ها به میزان y_i سرمایه‌گذاری می‌کنند و هزینهٔ سرمایه‌گذاری تابعی از سطح سرمایه‌گذاری است. هزینهٔ سرمایه‌گذاری بازیکن i عبارت است از:

$$C_i = C_i(y_i) \qquad (۱)$$

اگر از طریق تخصیص حق نظارت بر پروژه تصمیمی گرفته شود، آنگاه منافع پروژه (B) تابع y و λ خواهد بود. با فرض خطی‌بودن B نسبت به λ می‌توان نوشت:

$$B(y,\lambda) = \lambda B_G(y_G) + (۱-\lambda) B_C(y_C) \qquad (۲)$$

$B_G(y_G)$ منفعت دولت و $B_C(y_C)$ منفعت پیمانکار است. اگر بازیکنان پی‌درپی انتخاب کنند و از پیامد انتخاب‌های خود باخبر باشند، این بازی را بازی پویا با اطلاعات کامل در نظر می‌گیریم. حال بازی را طوری در نظر می‌گیریم که شروع‌کنندهٔ بازی دولت باشد که می‌تواند به پیمانکار درخواست همکاری بدهد یا خودش پروژه را اجرا کند. اگر دولت درخواست همکاری ندهد، بازی تمام می‌شود. در این صورت پیامد (سود) دولت که با POF نشان می‌دهیم معادل

$$POF_G = \theta_G\left[\lambda(\lambda y_{۱G})\right] - \frac{y_G}{(۱+i_G)} \qquad (۳)$$

خواهد بود که θ_G پارامتر ارزیابی منافع پروژه از طرف دولت، i_G نرخ تنزیل بخش دولتی، $B_G(y_G) = \lambda\, y_{1G} = y_G$ و y_{1G} میزان سرمایه‌گذاری انحصاری دولت است و پیمانکار پیامد (سود):

$$POF_C = \theta_C\left[(۱-\lambda)(۱-\lambda) y_{۱C}\right] - \frac{y_C}{(۱+i_C)} \qquad (۴)$$

به‌دست می‌آورد که θ_C پارامتر ارزیابی منافع پروژه از طرف پیمانکار، i_C نرخ تنزیل پیمانکار، $y_C = (1-\lambda)y_{1C}$ و y_{1C} میزان سرمایه‌گذاری انحصاری پیمانکار است. در صورتی که دولت درخواستِ همکاری بدهد، این بازی ادامه خواهد داشت و پیمانکار دربارهٔ قبول همکاری یا رد همکاری باید تصمیم بگیرد. اگر پیمانکار همکاری را قبول نکند، پیامد هر طرف مانند عدم درخواست همکاری از طرف دولت خواهد بود. اگر پیمانکار درخواستِ همکاری با دولت را بپذیرد، دولت باید دربارهٔ سطح انتقال پولی (میزان واگذاری) با پیمانکار بین دو انتخاب- مذاکره یا مذاکره‌نکردن- تصمیم بگیرد. اگر دولت مذاکره نکند، هر یک از بازیکنان با همان درصد همکاری صورت‌گرفته از طرف دولت و با سرمایه‌گذاری انحصاری خود وارد عمل می‌شوند. چنانچه β درجهٔ ناخالصی کالاهای تولیدی در پروژه باشد، بین صفر و یک قرار دارد. اگر $\beta = ۰$ باشد، کالاهای عمومی خالص (محض) تولید خواهد شد و اگر $\beta = ۱$ باشد، کالاهای خصوصی خالص (محض) تولید خواهد شد؛ در این حالت پروژه از طریق حق مالکیت تخصیص‌یافته اجرا می‌شود و پیامد پیمانکار برابر با:

$$POF_C = \theta_C \left[(۱-\beta)\lambda B_G (y_G) + (۱-\lambda) B_C (y_C) \right] - \frac{y_C}{(۱+i_C)} \qquad (۵)$$

و پیامد دولت برابر با:

$$POF_G = \theta_G [(\lambda B_G (y_G) + (۱-\beta)(۱-\lambda) B_C (y_C) - \frac{y_G}{(۱+i_G)} \qquad (۶)$$

خواهد بود. حال نوبت به پیمانکار می‌رسد و می‌تواند مقدار پیشنهادی را قبول کند یا مقدار پیشنهادی را قبول نکند. اگر پیمانکار مقدار پیشنهادی را رد کند، پیامدهای بازیکنان همانند انتخاب استراتژی عدم مذاکره از طرف دولت خواهد بود. و در صورتی که پیمانکار پیشنهاد مذاکره را بپذیرد، پیامد او برابر با:

$$POF_C = \theta_C \left[\lambda \times \lambda y + (۱-\lambda) y \right] - TR + TR(۱+i_C) - \frac{y_C}{(۱+i_C)} \qquad (۷)$$

و پیامد دولت برابر با:

$$POF_G = \theta_G \left[\lambda \times \lambda y + (۱-\lambda) \times (۱-\lambda) y \right] + TR - \frac{y_G}{(۱+i_G)} \qquad (۸)$$

خواهد بود؛ در این قسمت y میزان سرمایه‌گذاری صورت‌گرفته در صورت همکاریِ دو بازیکن است و $B_G(y) = \lambda y$، $B_C(y) = (1-\lambda)y$ و TR میزان انتقال پولی از پیمانکار به دولت است که می‌تواند مثبت یا منفی باشد. $TR(1+i_C)$ میزان پولی است که از سرمایه‌گذاری در پروژه عاید پیمانکار می‌شود.

جدول ۱. نمادهای بازی دولت- پیمانکار

نماد	عنوان	نماد	عنوان
L	مذاکره‌کردن	G	دولت
M	مذاکره‌نکردن	C	پیمانکار
O	مقدار پیشنهادی را قبول نکند	A	درخواست همکاری بدهد
β	درجهٔ ناخالصی کالای تولیدی	B	درخواست همکاری ندهد
a_1 و a_2	گره‌های تصمیم‌گیری دولت	N	مقدار پیشنهادی را قبول کند
b_1 و b_2	گره‌های تصمیم‌گیری پیمانکار	D	قبول درخواست همکاری
		F	رد درخواست همکاری

(a) و (b) و (c) مقدار پیامدهای دولت و پیمانکار را بیان می‌کنند. عبارت داخل پرانتز به‌ترتیب از چپ پیامد (سود) دولت و پیمانکار به صورت ذیل است:

(a)

$$POF_G = \theta_G[(\lambda B_G(y_G) + (1-\beta)(1-\lambda)B_C(y_C) - \frac{y_G}{(1+i_G)}$$

$$POF_C = \theta_C\left[(1-\beta)\lambda B_G(y_G) + (1-\lambda)B_C(y_C)\right] - \frac{y_C}{(1+i_C)}$$

(b)

$$POF_G = \theta_G[(\lambda B_G(y_G) + (1-\beta)(1-\lambda)B_C(y_C) - \frac{y_G}{(1+i_G)}$$

$$POF_C = \theta_C\left[\lambda \times \lambda y + (1-\lambda)y\right] - TR + TR(1+i_C) - \frac{y_C}{(1+i_C)}$$

(c)

$$POF_G = \theta_G\left[\lambda \times \lambda y + (1-\lambda)\times(1-\lambda)y\right] + TR - \frac{y_G}{(1+i_G)}$$

$$POF_C = \theta_C\left[\lambda \times \lambda y + (1-\lambda)y\right] - TR + TR(1+i_C) - \frac{y_C}{(1+i_C)}$$

۱. بررسی تعادل

برای تعیین پیامدهای بازی در قالب یک بازی پویا، یعنی روش برگشت به عقب، استفاده می‌کنیم. بنابراین، نخست نمودار را با در نظر گرفتن پیامدهای طرفین از انتها مرحله به مرحله به سمت شروع بازی ملاحظه می‌کنیم. در این مرحله، علاوه بر فرضیات بیان‌شده در بازی، فرضیات زیر را نیز در نظر می‌گیریم ($\overline{P_G}$ عبارت است از پرداخت به دولت در صورت انحصاری عمل‌کردن و $\overline{P_C}$ پرداخت به پیمانکار در صورت انحصاری عمل‌کردن).

اگر بازی همکارانه باشد، منافع پروژه b(y) خواهد بود؛ به طوری که:

$$b(y) > B(y,\lambda) \quad (۹)$$

پرداخت به دولت در صورت همکاری: $P_G = \theta_G b(y) + TR$ (۱۰)

پرداخت به پیمانکار در صورت همکاری: $P_C = \theta_C b(y) - TR$ (۱۱)

$$\overline{P_G} = \theta_G[\lambda B_G(y_G) + (۱-\beta)(۱-\lambda)B_C(y_C)] \quad (۱۲)$$

$$\overline{P_C} = \theta_C\left[(۱-\beta)\lambda B_G(y_G) + (۱-\lambda)B_C(y_C)\right] \quad (۱۳)$$

$$P_G(y) + P_C(y) > \overline{P_G}(y,\lambda) + \overline{P_C}(y,\lambda)$$

$b = b(y), b(۰) > ۰,\ b' > ۰$ اکیداً مقعر (۱۴)

$B^i = B(y,\lambda),\ B^i(۰,۰) \geq ۰, i = G,C$ مقعر

$$\forall_y,\ b_۱(y) \geq B_۱^G(y) > B_۱^C \quad (۱۵)$$

$$b_۲(y) \geq B_۲^C(y) > B_۲^G(y) \quad (۱۶)$$

بازده نهایی برای سرمایه‌گذاری هر بازیکن هنگامی بیشترین است که تصمیم‌ها به صورت همکاری متقابل (بازی تعاونی) باشد. بیشینهٔ دوم هنگامی است که یک بازیکن حق انحصاری (کنترل کامل پروژه) داشته باشد. کمترین مقدار هم هنگامی است که بازیکن دیگر حقِ انحصار یا کنترلِ کاملِ پروژه را دارد.

$$\forall_y,\ b_{۱۲}(y) \geq B_{۱۲}^G(y); B_{۱۲}^C \geq ۰ \quad (۱۷)$$

این فرض نیز نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری دولت مکمل ضعیف سرمایه‌گذاری پیمانکار است.

همان طور که فرض کردیم، پیامدِ همکاری برای دو بازیکن بیش از پیامد همکاری‌نکردن است. W^G مجموع پرداخت‌ها به دولت و W^G مجموع پرداخت‌ها به پیمانکار است.

$$W^G(y,\lambda)=\frac{1}{2}(\theta_C+\theta_G)b(y)+\frac{1}{2}\left[\overline{P_G}-\overline{P_C}\right] \quad (18)$$

$$(\theta_G+\theta_C)b(y)=\text{مازاد ناخالص} \quad (19)$$

$$\left[\overline{P_G}-\overline{P_C}\right]=\text{اختلاف در پرداخت‌های مفروض بازیکنان} \quad (20)$$

$$W^C(y,\lambda)=\frac{1}{2}(\theta_G+\theta_C)b(y)+\frac{1}{2}\left[\overline{P_C}-\overline{P_G}\right] \quad (21)$$

$$W^G(y,\lambda)=\frac{1}{2}(\theta_G+\theta_C)b(y)+\frac{1}{2}(\theta_G-\theta_C)B(y,\lambda)+\frac{\beta}{2}\left[\theta_C\lambda B^G(y)-\theta_G(1-\lambda)B^C(y)\right] \quad (22)$$

$$W^C=\frac{1}{2}(\theta_{G+}\theta_C)b(y)+\frac{1}{2}(\theta_G-\theta_C)B(y,\lambda)-\frac{\beta}{2}\left[\theta_C\lambda B^G(y)-\theta_G(1-\lambda)B^C(y)\right] \quad (23)$$

۱. مقادیر سرمایه‌گذاری در حالت بهینهٔ اول: اختلافِ بین مازاد ناخالص $(\theta_G+\theta_C)$ $b(y)$ و هزینهٔ کل سرمایه‌گذاری‌ها را بیشینه می‌سازد.

$$TC_G+TC_C=TotalCostofInvestment=\text{هزینه کل} \quad (24)$$

۲. سطوح سرمایه‌گذاری واقعی: تعادل نش بازی ایستا در فاز اول است که هر بازیگر اختلاف بین پرداخت مذاکراتی نش و هزینهٔ سرمایه‌گذاری خود را بیشینه می‌سازد. سود با احتساب هزینهٔ خطی به‌دست می‌آید. همچنین داریم:

$$(1):\forall_i=G,C,k=1,2\quad,\forall_y\quad,\left|b_{kk}(y)\right|\geq\left|B^i_{kk}\right| \quad (25)$$

$$(2):\forall_i G,C\quad,k,l=1,2\ ,\forall_y\quad,k\neq l\quad,\left|b_{kk}(y)\right|-\left|b_{kl}(y)\right|\geq\left|B^i_{kk}(y)\right|-\left|B^i_{kl}(y)\right| \quad (26)$$

$$W^i_k=W^i_k(y,\lambda),i=G,C\quad,k=1,2,3 \quad (27)$$

که در آن W_k^i مشتق مرتبهٔ iام نسبت به آرگومان kام است. $y_G \leftarrow k=1$ آرگومان اول، $y_C \leftarrow k=2$ آرگومان دوم و $\lambda \leftarrow k=3$ آرگومان سوم است.

به ازای هرگونه تخصیص حق یا صلاحیت اجرای کار، یک تعادل نش منحصربه‌فرد از بازی سرمایه‌گذاری در فاز اول وجود دارد. جواب منحصربه‌فرد عبارت است از:

$$W_1^G = mc_G\left(y_G\right) \quad (۲۸)$$

$$W_2^C = mc_C\left(y_C\right) \quad (۲۹)$$

اگر پیمانکار مذاکره‌کردن را بپذیرد، بیشینهٔ پیامد بازیکنان را می‌نویسیم و نسبت به λ = p و λ -۱ = q مشتق می‌گیریم. از طرف دیگر، سرمایه‌گذاری هر یک از بازیکنان تابعی از λ است و داریم: p+q=1

$$\begin{aligned} &Max: POF_G = \theta_G\left[P\times Py + q\times qy\right] + TR - \frac{y_G}{\left(1+i_G\right)} \\ &\frac{dPOF_G}{dP} = 2\theta_G Py - \frac{1}{\left(1+i_G\right)}y = 0 \end{aligned} \quad (۳۰)$$

$$\begin{aligned} &Max: POF_C = \theta_C\lambda\times\lambda y + \left(1-\lambda\right)\times\left(1-\lambda\right)y\,] - TR + TR\left(1+i_C\right) - \frac{y_C}{\left(1+i_C\right)} \\ &\frac{dPOF_C}{dq} = 2\theta_C qy - \frac{1}{\left(1+i_C\right)}y = 0 \end{aligned} \quad (۳۱)$$

$$P^* = \frac{\frac{1}{\left(1+i_G\right)}}{2\theta_G}\ ,q^* = 1-P^*\ \ ,\ N\left(G\right) = \left(\frac{\frac{1}{\left(1+i_G\right)}}{2\theta_G}\ ,1-\frac{\frac{1}{\left(1+i_G\right)}}{2\theta_G}\right) \quad (۳۲)$$

$$\theta_G \geq \frac{\frac{1}{\left(1+i_G\right)}}{2} \quad (۳۳)$$

و در صورتِ درخواست همکاری از طرف دولت $p^*=1$ و $q^*=0$ خواهد بود. در این صورت تعادل نش برابر با ۱،۰ خواهد بود و با توجه به p و q سرمایه‌گذاری‌های بازیکنان و پیامدهای انتظاری به‌دست خواهد آمد.

بازی همکارانه

در بازی‌های همکارانه ممکن است بازیکنان برای برخورداری از منافع دو یا چندجانبه در بازی رقابتی عمل نکنند، بلکه برای به‌دست‌آوردن منافع بیشتر بر سر انتخاب برخی استراتژی‌ها توافق کنند. این بازی‌ها را در فرم مشخصه نشان می‌دهیم. به دلیل اینکه تعداد بازیکنان دو نفر است، برای تعیین پیامد بازی در فرم مشخصه از راه حل چانه‌زنی نش به عنوان مهم‌ترین راه حل در بازی‌های همکارانهٔ دونفره استفاده می‌کنیم.

در بازی همکارانهٔ nنفره، بازیکنان را با N= { 1,2,...} نشان می‌دهند. هر زیرمجموعهٔ غیرتهی یک ائتلاف را نشان می‌دهد. خود مجموعهٔ N را «ائتلاف جمعی» می‌نامند. هر یک از ائتلاف‌ها را با S و تعداد اعضای هر ائتلاف را با |S| نشان می‌دهند. بنابراین، تعداد ائتلاف‌های یک بازی nنفره برابر با $\#S = 2^n - 1$ است.

فرم مشخصِ بازی nنفره را با N.V نشان می‌دهند که در آن V تابع مشخص و بیانگر پیامد هر ائتلاف است و دارای این ویژگی است که اگر S و T دو ائتلاف باشند که عضو مشترکی نداشته باشند، شرط زیر برآورد می‌شود:

$$V(S)+V(T)\leq V(S+T) \qquad (۳۴)$$

این شرط بیان می‌کند که دو ائتلاف T و S هنگامی با هم ائتلاف جدید تشکیل می‌دهند که V(SUT) حداقل برابر جمع پیامد ائتلاف‌های مستقل S و T باشد (عبدلی، ۱۳۹۱).

مسئلهٔ مهم در تشکیل ائتلاف نحوهٔ تقسیم پیامد ائتلاف بین اعضا است. این تقسیم (تخصیص) باید عادلانه صورت گیرد تا اعضای ائتلاف رضایت داشته باشند و به تشکیل ائتلاف با بازیکنان دیگر نپردازند. چنین تخصیصی «تخصیص عقلایی» نام دارد که با بردار $X = (X_1, ..., X_n)$ آن را نشان می‌دهند. عنصر X_i سهم بازیکن i را از تقسیم منافع ائتلاف نشان می‌دهد. هر تخصیص عقلایی باید دو ویژگی داشته باشد: اول آنکه کل پیامد تخصیص‌یافته به اعضا، یعنی $\sum_{i=1}^{n} X_i$، باید برابر منافع ایجادشده با تشکیل ائتلاف جمعی، یعنی V(N)، باشد که به این شرط اصطلاحاً شرط «عقلانیت گروهی» می‌گویند:

$$V(N)=\sum_{i=1}^{n}X_i \qquad (۳۵)$$

دوم آنکه پیامد پیوستن به ائتلاف برای هر بازیکن نباید کمتر از پیامد تنها عمل‌کردن باشد که اصطلاحاً «عقلانیت فردی» نامیده می‌شود:

$$X_i \geq V(\{i\}) \qquad ,\forall_i \epsilon N \qquad (۳۶)$$

پس تخصیص عقلایی به صورت رابطهٔ ۳۷ نشان داده می‌شود (عبدلی، ۱۳۹۱: ۳۲۱):

$$\{X=(X_1,X_2,\ldots,X_n):\sum_{i=N}^{n}X_i=V(N),X_i\geq V(\{i\})\forall_i\epsilon N \qquad (۳۷)$$

در تعیین پیامدهای بازی‌های همکارانه با استفاده از راه حل چانه‌زنی نش فرض می‌شود که پیامد ائتلاف دو بازیکن ۱ و ۲ (به‌ترتیب دولت و پیمانکار) برابر V، یعنی ({۱و۲}V =، V({۱}) = a، V({2})= b و a+b<V است. پیامد خالص ائتلاف برابر است با:

$$V(\{1,2\})-V(\{1\})-V(\{2\})=V-a-b \qquad (۳۸)$$

اگر ضمن توافق سهم بازیکن ۱ از V برابر h درصد و بازیکن ۲ برابر k درصد باشد، یعنی h+k=1، پیامد بازیکن ۱ و ۲ از تقسیم V به‌ترتیب برابر خواهد بود با:

$$x=a+h(V-a-b)=a(1-h)+h(V-b) \qquad (۳۹)$$

$$x=a+h(V-a-b)=a(1-h)+h(V-b) \qquad (۴۰)$$

$$\begin{aligned} x&=a+h(V-a-b)=a(1-h)+h(V-b)\\ x-a&=h(V-a-b)\end{aligned} \qquad (۴۱)$$

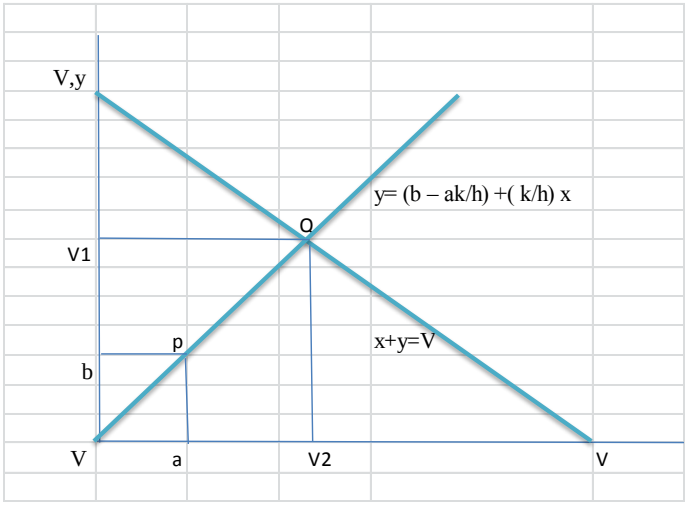
$$\begin{aligned} y&=b+k(V-a-b)=b(1-k)+k(V-a)\\ y-b&=k(V-a-b)\end{aligned} \qquad (۴۲)$$

یا با توجه به روابط بالا می‌توانیم به دو رابطهٔ ۴۳ و ۴۴ برسیم:

$$\frac{y-b}{x-a}=\frac{k}{h}\Rightarrow y=b+\frac{k}{h}(x-a)=\left(b-\frac{ak}{h}\right)+\frac{k}{h}x \qquad (۴۳)$$

$$x+y=V \qquad (۴۴)$$

هر مقدار x و y که در دو رابطه صدق کند به «راه حل چانه‌زنی نش» معروف است؛ که در نمودار ۱ با نقطهٔ Q نشان داده‌ایم.



نمودار ۱. نمودار راه حل چانه‌زنی نش (عبدلی، ۱۳۹۱)

k/h شیب خط صعودی و نشان‌دهندهٔ قدرت چانه‌زنی نسبی دو بازیکن است. اگر قدرت چانه‌زنی بازیکن ۲ از قدرت چانه‌زنی بازیکن ۱ بیشتر باشد، خط دارای شیب تندتر بوده و سهم بازیکن ۲ از پیامد ائتلاف بیشتر خواهد شد. مقدار x و y همان سهم بازیکن ۱ و ۲ از پیامد ائتلاف است (عبدلی، ۱۳۹۱: ۳۴۴ ـ ۳۴۶).

تعیین پیامد بازی با روش چانه‌زنی نش

حال سرمایه‌گذاری‌های انحصاری و همکارانهٔ دولت و پیمانکار را از اعتبارات تخصیص‌یافته به پروژه‌های امانی (سرمایه‌گذاری دولت)، پروژه‌های پیمانی (سرمایه‌گذاری خصوصی) و پروژه‌های امانی- پیمانی (سرمایه‌گذاری در حالت همکارانه) مشخص می‌کنیم و سهم همکاری دولت و پیمانکاران را با درصد واگذاری‌هایی که در این سال‌ها صورت گرفته تعیین می‌کنیم. همچنین، میزان انتقال پولی را نیز میزان کل ثمن معامله به علاوهٔ سود در نظر می‌گیریم. به عبارت دیگر، در اینجا میانگین سرمایه‌گذاری صورت‌گرفته، درصد همکاری و میزان انتقال پولی را مشخص می‌کنیم و میزان سودها را برای کالای عمومی محض با در

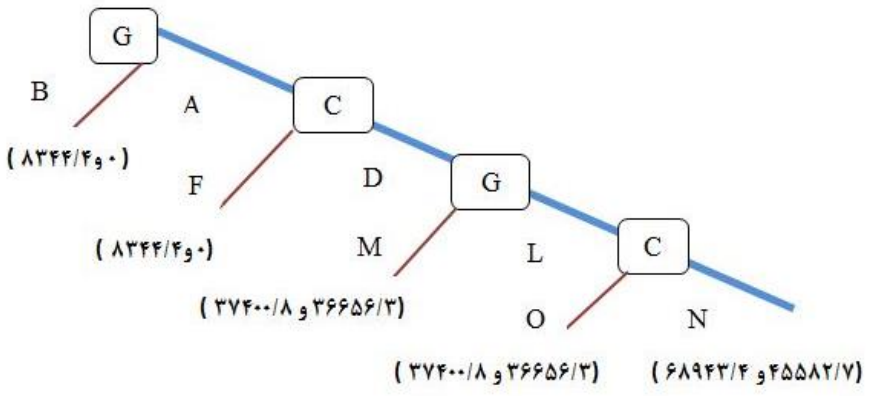
نظر گرفتن ارزش‌گذاری منافع پروژه به اندازهٔ ۱۰۰ واحد برای هر دو بازیکن به‌دست می‌آوریم.

جدول ۲. اطلاعات کلی پروژه‌های عمرانی در سطح استان‌ها

میانگین اعتبارات تخصیص‌یافتهٔ پروژه‌های امانی (میلیارد ریال)	۸۴٫۲
میانگین اعتبارات تخصیص‌یافتهٔ پروژه‌های پیمانی (میلیارد ریال)	۲۳۷۸٫۶۱
میانگین اعتبارات تخصیص‌یافتهٔ پروژه‌های امانی- پیمانی (میلیارد ریال)	۷۹۳٫۹۶
میانگین انتقال پولی (میلیارد ریال)	۲۷۳۶۸٫۲
میانگین همکاری دولت با پیمانکار (درصد)	۳۷٫۹۲
میانگین انحصاری عمل‌کردن دولت (درصد)	۶۲٫۰۸
نرخ تنزیل دولت (درصد)	۱۲
نرخ تنزیل پیمانکار (درصد)	۱۴

منبع: معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور، ۱۳۸۹، ۱۳۹۰، سازمان خصوصی‌سازی و بانک مرکزی

۱. نمودار درختی و تعادل نش



نمودار ۲. نمودار درختی بازی و تعادل نش برگشت به عقب (واحد: میلیارد ریال)

حال پیامد حاصل برای بازیکنان را از طریق فرمول‌های a، b و c، که در بخش بررسی تعادل بیان شده، برای مدل به صورت زیر به‌دست می‌آوریم:

(a):

$$POF_G = ۱۰۰\left[۱\times \left(۱\times ۸۴.۱۹۵۹\right)\right] - \left(۱\times ۸۴.۱۹۵۹\right)/۱.۱۲ = ۸۳۴۴.۴۱۵۰۹ \; POF_C = ۱۰۰[\cdot] - ۰ = ۰$$

(b):

$$POF_G = ۱۰۰\left[۰.۶۲۰۸\times(۰.۶۲۰۸\times ۸۴.۱۹۵۹) + ۱\times ۰.۳۷۹۲\times \left(۰.۳۷۹۲\times ۲۳۷۸.۶۰۷۴۷۶\right)\right] - \left(۰.۶۲۰۸\times ۸۴.۱۹۵۹\right) = ۳۷۴۰۰.۸۰۴۲۹$$

$$POF_C = ۱۰۰[۱\times ۰.۶۲۰۸ \left(۵۲.۲۶۸۸۱۴۷۲ + ۰.۳۷۹۲ \left(۹۰۱.۹۶۷۹۵۴۹\right)\right] - \left(۹۰۱.۹۶۷۹۵۴۹/۱.۱۴\right) = ۳۶۶۵۶.۲۷۲۹۱$$

(c):

$$POF_G = ۱۰۰\left[۰.۶۲۰۸ \left(۰.۶۲۰۸\times ۷۹۳.۹۶۱۶۲۴۵\right) + ۰.۳۷۹۲\times \left(۰.۳۷۹۲\times ۷۹۳.۹۶۱۶۲۴۵\right)\right] + ۲۷۳۶۸.۱۹۶۵ - \left(۴۹۲.۸۹۱۳۷۶۵/۱.۱۲\right) = ۶۸۹۴۳.۳۹۵۳۶$$

$$POF_C = ۱۰۰\left[۴۲۰.۱۵۲۸۰۴۵\right] - ۲۷۳۶۸.۱۹۶۵ + ۲۷۳۶۸.۱۹۶۵\left[۱.۱۴\right] - \left(۳۰۱.۰۷۰۲۴۸/۱.۱۴\right) = ۴۵۵۸۲.۷۳۱۲۵$$

حال می‌خواهیم تعادل نش را به فرم استراتژیک مشخص کنیم. استراتژی خالص دولت به صورت زیر است:

$$S_G = \{A, B\} \times \{L, M\} = \{AL, AM, BL, BM\}$$
$$S_C = \{D, F\} \times \{N, O\} = \{DN, DO, FN, FO\}$$
$$S = S_G \times S_C$$

جدول ۳ مجموعهٔ کامل استراتژی‌ها و پیامدها را نشان می‌دهد:

جدول ۳. فرم استراتژیک بازی پویا (ارقام پیامدها به میلیارد ریال)

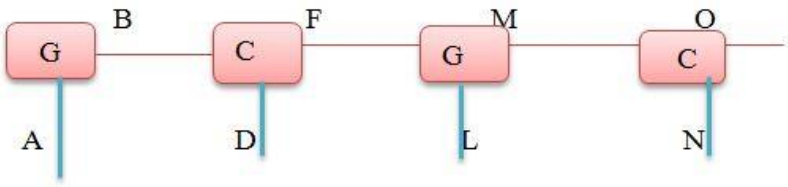
C ⬅ / G ⬇	DN	DO	FN	FO
AL	(۶۸۹۴۳٫۴،۴۵۵۸۲٫۷)	(۳۷۴۰۰٫۸،۳۶۶۵۶٫۳)	(۸۳۴۴٫۴،۰)	(۸۳۴۴٫۴،۰)
AM	(۳۷۴۰۰٫۸،۳۶۶۵۶٫۳)	(۳۷۴۰۰٫۳۶۶۵۶.۸٫۳)	(۸۳۴۴٫۴،۰)	(۸۳۴۴٫۴،۰)
BL	(۸۳۴۴٫۴،۰)	(۸۳۴۴٫۴،۰)	(۸۳۴۴٫۴،۰)	(۸۳۴۴٫۴،۰)
BM	(۸۳۴۴٫۴،۰)	(۸۳۴۴٫۴،۰)	(۸۳۴۴٫۴،۰)	(۸۳۴۴٫۴،۰)

منبع: یافته‌های تحقیق

برای پیداکردن تعادل نش بدین ترتیب عمل می‌کنیم: اگر دولت باور داشته باشد که پیمانکار استراتژی DN را انتخاب می‌کند، دولت از بین استراتژی‌های خود استراتژی‌ای را انتخاب خواهد کرد که بیشترین سود را عاید خود کند (زیر آن مقدار سود خط کشیده شده است). به همین ترتیب عمل می‌کنیم تا پیمانکار استراتژی FO را انتخاب کند و دولت نیز بیشترین پیامدی را که از انتخاب استراتژی نصیب خود کند انتخاب نماید. حال چنانچه پیمانکار باور داشته باشد که دولت استراتژی AN را انتخاب خواهد کرد، پیمانکار نیز مثل دولت آن استراتژی‌ای را انتخاب خواهد کرد که بیشترین سود را نصیب خود کند (زیر آن پیامد خط کشیده شده است) و این عمل را تکرار می‌کنیم تا دولت استراتژی BM را انتخاب کند و واکنش پیمانکار انتخاب استراتژی‌ای است که به بیشترین پیامد دست یابد (زیر این پیامد نیز خط کشیده شده است) و جاهایی تعادل نش است که زیر هر دو پیامد هم خط کشیده شده باشد. تعادل نش‌بازی به شکل زیر است:

$$N(G) = \{(AL, DN), (AM, DO), (BL, FN), (BL, FO), (BM, FN), (BM, Fo)\}$$

و تعادل SPE بازی به صورت نمودار ۳ است:



نمودار ۳. تعادل SPE

(منبع: یافته‌های تحقیق)

$SPE = (AL^*, DN^*)$

حال تعادل نش برگشت به عقب (مطابق خط پُررنگ در نمودار ۲) را به‌دست می‌آوریم. تعادل به‌دست‌آمده برابر (AL, DN) و سود انتظاری بازیکنان در تعادل برگشت به عقب و SPE بدین صورت است:

$$POF_G(AL^*, DN^*) = ۶۸۹۴۳.۳۹۵۳۶,\ POF_C(AL^*, DN^*) = ۴۵۵۸۲.۷۳۱۲۵$$

تعادل نش برگشت به عقب و تعادل SPE یکسان‌اند؛ به سبب اینکه فقط تهدیدهای باورکردنی را شامل می‌شوند. ولی تعادل‌های نش به‌دست‌آمده از فرم استراتژیک مبتنی بر تهدیدهای باورنکردنی و باورکردنی هستند. مثلاً، در تعادل AM, DO مبتنی بر تهدید باورنکردنی است، زیرا پیمانکار به دولت می‌گوید که اگر دولت استراتژی A را انتخاب کند، او استراتژی D را انتخاب می‌کند و اگر دولت در گره دوم خود استراتژی M را انتخاب کند، پیمانکار استراتژی O را انتخاب خواهد کرد. ولی با انتخاب عمل M توسط دولت بازی تمام می‌شود، زیرا وقتی دولت استراتژی مذاکره‌نکردن را انتخاب کند، عملاً هیچ استراتژی‌ای باقی نمی‌ماند که پیمانکار آن را قبول یا رد کند. ولی تعادل AL, DN یک تعادل باورکردنی است، زیرا اگر دولت استراتژی A را انتخاب کند، پیمانکار استراتژی D را انتخاب خواهد کرد و اگر دولت استراتژی L را انتخاب کند، پیمانکار استراتژی D را انتخاب خواهد کرد.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در مبانی نظری و مطالعهٔ تجربی، بازیکنان با هم همکاری می‌کنند چون سود بیشتری نصیبشان می شود. بنابراین، در اینجا به بازی‌های همکارانه و به ائتلاف‌های شکل‌گرفته در بازی و همچنین به سهم هر یک از بازیکنان در ائتلاف خواهیم پرداخت.

فرم مشخصهٔ بازی عبارت است از: مجموعهٔ بازیکنان: N = { 1, 2}؛ ائتلاف‌های ممکن: {1,2} , {2} , {1}؛ و تابع مشخصه V({2}) = 0 و V({1,2}) =۱۱۴۵۲۶٫۱ و V({1}) = ۸۳۴۴٫۴ (مقادیر به میلیارد ریال). همچنین، سه ائتلاف بین دولت و پیمانکار به فُرم زیر می‌تواند شکل گیرد:

$$\#S = ۲^n - ۱$$

که ائتلاف‌ها عبارت‌اند از: {۱}، {۲}، {۱،۲}

V({1}) میزان ارزشی است که دولت در صورت همکاری‌نکردن با پیمانکار (انحصاری عمل‌کردن دولت) به‌دست می‌آورد.

V({1,2}) میزان ارزشی است که از مجموع پیامد دولت و پیمانکار- در صورت همکاری و مذاکره- در بازی پویا و چانه‌زنی حاصل می‌شود.

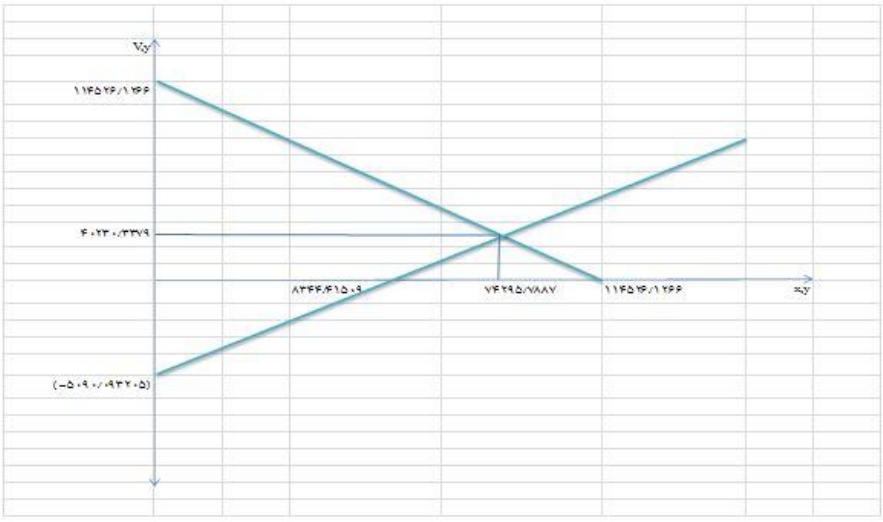
V({2}) میزان ارزشی است که پیمانکار در صورت همکاری‌نکردن با دولت (انحصاری عمل‌کردن پیمانکار) به‌دست می‌آورد.

x و y (به میلیارد ریال) در پروژه‌های عمرانی انرژی مورد مطالعه بـه فُـرم زیـر (فُـرم ۴۵ و ۴۶) به‌دست می‌آید:

$$\frac{y-۰}{x-۸۳۴۴/۴۱۵۰۹}=\frac{۰/۳۷۹۲}{۰/۶۲۰۸}=۰/۶۱ \qquad (۴۵)$$

$$x+y=۱۱۴۵۲۶/۱ \qquad x=۷۴۲۹۵/۸،y=۴۰۲۳۰/۳ \qquad (۴۶)$$

در اینجا سهم بازیکن ۱ (دولـت) بیشـتر از بـازیکن ۲ (پیمانکـار) اسـت (نمـودار ۴). بنابراین، دولت قدرت چانه‌زنی بیشتری دارد. هرچـه نـرخ تنزیـل بـازیکنی کمتـر باشـد هزینهٔ او افزایش می‌یابد و در بازی شکل‌گرفته بی‌صبرتر خواهد بـود؛ در نتیجـه، قـدرت چانه‌زنی کمتری نسبت به بازیکن دیگر خواهد داشت. در اینجا پیمانکـار بـا نـرخ تنزیـل بیشتر نسبت به دولت صبورتر است؛ در نتیجه، قدرت چانـه‌زنـی بیشـتری دارد، ولـی در ائتلاف نشان دادیم که این گونه نیست. بنابراین، نشان می‌دهیم که، علاوه بر نرخ تنزیل، عوامل دیگری بر صبوری بازیکنان تأثیر می‌گذارند و آن ترس از شکست چانه‌زنی اسـت، زیرا پیمانکار بیم دارد که دولت کار را با پیمانکاران دولتـی بـه انجـام برسـاند. بنـابراین، قدرت چانه‌زنی او کاهش می‌یابد.



نمودار ۴. نمودار راه حل چانه‌زنی نش (منبع: یافته‌های تحقیق)

در بازی شکل‌گرفته بازی اتمام حجت نیز شکل می‌گیرد؛ بدین ترتیب که در آن فقط یک بار پیشنهاد وجود دارد و حریف فقط باید قبول یا رد کند. پیشنهاددهنده، با مقدار پیشنهادی خود، حریف را بین قبول یا رد پیشنهاد آزاد می‌گذارد و در آخر حریف پیشنهاد را قبول می‌کند و کل مازاد نصیب پیشنهاددهنده می‌شود که قدرت چانه‌زنی بسیار زیادی دارد (عبدلی، ۱۳۹۱). در اینجا پیشنهاددهنده دولت است و این دولت است که قدرت چانه‌زنی زیادی خواهد داشت.

۲. میزان سرمایه‌گذاری بخش‌ها (دولت- خصوصی)

اثر تغییر نهایی در λ (احتمال انحصاری عمل‌کردن دولت) بر سطوح سرمایه‌گذاری متناظر بازیکن‌ها به علایم W_{13}^{G} (مشتق جزئی آرگومان اول مجموع پرداخت‌های صورت‌گرفته به دولت (رفاه دولت) نسبت به درصد انحصاری عمل‌کردن دولت) و W_{23}^{G} (مشتق جزئی آرگومان دوم پرداخت‌های صورت‌گرفته به پیمانکار (رفاه پیمانکار) نسبت به درصد انحصاری عمل‌کردن دولت) بستگی دارد. این دو مشتق جزئی آثارِ تغییرِ نهاییِ λ بر بازدهی نهایی سرمایه‌گذاری‌های بازیکن را در بر دارد:

$$W_{۱۳}^{G}=\frac{d}{d\lambda}[\frac{dW_G}{dy_G}]=\frac{۱}{۲}\left[(\theta_G-\theta_C)\left(B_۱^G-B_۱^C\right)\right]+\beta\left[\theta_G B_۱^C+\theta_C B_۱^G\right. \qquad (۴۷)$$

$$W_{۲۳}^{C}=\frac{d}{d\lambda}\left[\frac{dW_C}{dy_C}\right]=\frac{۱}{۲}\left[(\theta_G-\theta_C)\left(B_۲^G-B_۲^C\right)\right]-\beta\left[\theta_G B_۲^C+\theta_C B_۲^G\right] \qquad (۴۸)$$

جملات سمت راست رابطه‌های ۴۷ و ۴۸ را با نمادهای A و B معرفی می‌کنیم:

$$B=\left[\theta_G B_۱^C+\theta_C B_۱^G\right],\ A=\left[(\theta_G-\theta_C)\left(B_۱^G-B_۱^C\right)\right]$$

سمت راست رابطه‌های ۴۷ و ۴۸ به y بستگی دارد. بنابراین، اگر به ازای همهٔ yها هر دو عبارت W_{13}^{G} و W_{23}^{C} غیرمنفی باشد و لااقل یکی از آن‌ها اکیداً مثبت باشد، آنگاه سرمایه‌گذاری بهینهٔ هر دو بازیگر نسبت به λ اکیداً فزاینده خواهد بود (اگر هر دو غیر مثبت و لااقل یکی اکیداً منفی و اکیداً کاهنده از λ باشد)؛ چون $W_2^{G}>0$ و $W_1^{C}>0$:

اگر به ازای همهٔ مقادیر y عبارات W_{13}^{G} و W_{23}^{C} غیر منفی (غیر مثبت) باشد و لااقل یکی از آن‌ها اکیداً مثبت (اکیداً منفی) باشد، آنگاه مقدار بهینه λ =۱ خواهد بود (مقدار بهینه λ =۰ خواهد بود).

سمت راست رابطهٔ ۴۷ اثرِ تغییر نهایی λ بر انگیزه‌های سرمایه‌گذاری دولت (G) را به دو بخش تقسیم می‌کند:

جملهٔ اول (A): بسته به اینکه دولت (G) منافع پروژه را کمتر یا بیشتر از بخش خصوصی (پیمانکاران) ارزش‌گذاری نماید می‌تواند مثبت یا منفی باشد.

جملهٔ دوم (B): زمانی که درجه‌ای از ناخالصی کالاها و خدمات وجود دارد (ß>0) اکیداً مثبت است. در شرایط خاص عدم ناخالصی (کالاهای محض خالص)، یعنی ß=0، این جمله برابر صفر است.

مثال: اگر فرض کنیم که بخش خصوصی (پیمانکار) ارزش نسبتاً بیشتری برای پروژه قائل است، در عبارت W_{13}^{G} اثر اول (A) منفی است؛ در حالی که اثر دوم (B) مثبت است.

بنابراین، اگر $\theta_C > \theta_G$ و $B_1^{G} > B_1^{C}$ باشد، اثر اول ظاهر می‌شود، زیرا عدم تعهد بخش خصوصی- هنگامی که دولت (G) به‌تنهایی حق اجرای پروژه را دارد- نسبت به هنگامی که بخش خصوصی حق اجرای پروژه را به‌تنهایی دارد بیشتر است؛ به همین دلیل، هنگامی که بخش خصوصی حق اجرا و تعهد منحصربه‌فرد، نسبت به حق اجرایی منحصربه‌فرد دولت، دارد، قدرت چانه‌زنی دولت بیشتر است. مثلاً، می‌توانیم به ائتلافی که بازیکنان تشکیل داده‌اند اشاره کنیم: گرچه $\theta_C=\theta_G$ را در نظر گرفته‌ایم، ولی $B_1^{G} > B_1^{C}$ است و اگر $\theta_C>\theta_G$ باشد، قدرت چانه‌زنی دولت بیشتر است و قدرت چانه‌زنی به k/h (نسبت توافق سهم بازیکن ۲ (پیمانکار) به سهم بازیکن ۱ (دولت)) بستگی دارد. هر چه این نسبت کمتر باشد قدرت چانه‌زنی دولت بیشتر می‌شود.

در مقابل، اثر دوم (B) نشان می‌دهد که تخصیص حق حاکمیت و اجرای بیشتر به یک سرمایه‌گذاری (چه دولتی چه خصوصی) قدرت چانه‌زنی نسبی او را افزایش می‌دهد. بنابراین، در کالاهای عمومی ناخالص (1>ß>0)، قدرت چانه‌زنی نسبی کل دولت مجموع این دو اثر متضاد است. مثلاً، می‌توانیم دوباره به همان ائتلافی که بازیگران تشکیل

داده‌اند برگردیم: اگر $\theta_C>\theta_G$ و $B_1^G>B_1^C$ باشد، قدرت چانه‌زنی پیمانکار افزایش می‌یابد؛ به سبب آنکه منفعت پیمانکار در این شرایط نسبت به دولت بیشتر است و پروژه را تماماً می‌توان به پیمانکار برگرداند.

نتیجه‌گیری

کمبود اعتبارات عمرانی از جمله مشکلاتی است که سرمایه‌گذارانِ بخش دولتی و خصوصی با آن مواجه‌اند. طولانی‌شدن زمان اجرای پروژه‌ها باعث اتلاف بودجه، افزایش میزان تورم، از بین رفتن اعتماد نسبت به سیاست‌های دولت و کاهش قدرت تولیدی کشور می‌شود. بنابراین، برای جلوگیری از خسارت‌ها، لازم است برنامه‌ریزی صحیحی صورت گیرد تا پروژه‌ها سریع‌تر به اتمام برسند.

در این تحقیق رابطهٔ دولت و بخش خصوصی (پیمانکار) در شرایط کمبود اعتبارات عمرانی سنجیده شد. سپس، بازی‌های همکارانه بین بخش دولتی و خصوصی بیان شد و برای تعیین پیامد بازی‌های همکارانه از راه حل چانه‌زنی نش استفاده شد. نتیجهٔ بازی این است که تشکیل ائتلاف همکارانه به نفع هر دو بازیکن است، اما در این ائتلاف سهم بخش دولتی، نسبت به بخش خصوصی، بیشتر خواهد بود و قدرت چانه‌زنی بخش خصوصی کمتر از بخش دولتی خواهد بود، زیرا پیمانکار بیم دارد که دولت کارها را با پیمانکاران دولتی به انجام برساند؛ به‌رغم اینکه نرخ تنزیل پیمانکار بیشتر از نرخ تنزیل دولت است. همچنین، چانه‌زنی شکل‌گرفته نوعی بازی اتمام حجت است که پیشنهاددهنده طرفِ دیگرِ بازی را در موقعیتی قرار می‌دهد که پیشنهاد را بپذیرد. بنابراین، در شرایط کمبود اعتبارات عمرانی به نفع هر دو بازیکن است که با هم همکاری کنند و دربارهٔ میزان همکاری به توافق برسند و بهتر است با هم ائتلاف همکارانه تشکیل دهند، زیرا در این صورت به بیشترین منفعت دست خواهند یافت.

در بررسی تطبیقی نتایج مطالعه با واقعیات پروژه‌ها می‌توان به گزارش‌های نظارت بر پروژه‌های عمرانی در کشور اشاره کرد. بر اساس نتایج بررسی وضعیت اجرای پروژه‌های عمرانی در سال ۱۳۹۰، وضعیت اجرای ۱۰۴ پروژه از ۸۳ طرح ملی و ۴۰۷ پروژهٔ استانی متوقف و مجموع پرداختی‌های قبل از سال ۱۳۹۰ در این پروژه‌ها مجموعاً ۳۵ درصد

گزارش شده است. میانگین پیشرفت فیزیکی این پروژه‌ها نیز به ۵۰ درصد نرسیده است. در سال ۱۳۹۰ حدود ۵۵ درصد علل توقف پروژه‌ها در سطح ملی و حدود ۷۶ درصد علل توقفِ پروژه‌های استانی به کمبود تخصیص اعتبار نسبت داده شده است. از طرف دیگر، از میان ۱۶۲ پروژهٔ خاتمه‌یافته طی دورهٔ ۱۳۸۴ ـ ۱۳۹۰ حدود ۸۱ درصد به صورت قراردادهای پیمانکاری به پایان رسیده است که با راه حل همکاری تطابق دارد.

منابع

۱. اعزازی، محمداسماعیل، فرخی استاد، مجتبی و فرخی استاد، مصطفی (۱۳۹۰). بررسی نقش واگذاری شرکت‌های دولتی در افزایش سودآوری و بازدهی آن‌ها، پژوهش‌های مدیریت عمومی، ۴(۱۳)، ۴۹ ـ ۷۲.

۲. خشنود، مهدی و پنجعلی‌زاده، بهمن (۱۳۹۰). ارائهٔ مدلی برای پرداخت به موقع مطالبات پیمانکاران توسط دولت، مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی عمران و توسعه، رشت: دانشگاه آزاد اسلامی واحد لشت نشا.

۳. عربی، سهیل و اعظمی‌نژاد، بهارک (۱۳۸۸). عدم تأمین مالی، مهم‌ترین عامل تأخیر پروژه‌های عمرانی در کشورهای در حال توسعه، اولین کنفرانس ملی مهندسی و مدیریت ساخت، تهران: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

۴. عبدلی، قهرمان (۱۳۹۱). نظریهٔ بازی‌ها و کاربردهای آن (بازی‌های اطلاعات ناقص، تکاملی و همکارانه)، تهران: سمت؛ مرکز تحقیق و توسعهٔ علوم انسانی.

۵. عسگری، محمدصادق و افشار، عباس (۱۳۸۷). همکاری پیمانکاران جزء در تخصیص منابع مشترک با رویکرد نظریهٔ بازی‌های همکارانه، مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت پروژه.

۶. قاسمی، شمسی و عباسی، منصوره (۱۳۸۲). بررسی و تحلیل خسارت‌های ناشی از تأخیر در اجرای طرح‌های عمرانی کشور طی دورهٔ ۱۳۷۴ ـ ۱۳۸۰، تهران: مؤسسهٔ تحقیقاتی تدبیر اقتصاد.

۷. سازمان خصوصی‌سازی (۱۳۸۹). گزارش عملکرد سازمان خصوصی‌سازی در سال ۱۳۸۹ با رویکرد مقایسه با عملکرد سال‌های گذشته.

۸. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، گزارش نظارتی پروژه‌های عمرانی استانی سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰، معاونت نظارت راهبردی، امور نظارت بودجهٔ سرمایه‌ای.

۹. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، گزارش وضعیت پروژه‌های عمرانی متوقف سال ۱۳۹۰، معاونت نظارت راهبردی، امور نظارت بودجهٔ سرمایه‌ای.

۱۰. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، گزارش ارزش‌یابی پروژه‌های ملی منتخب بهره‌برداری‌شدهٔ سال ۱۳۹۰، معاونت نظارت راهبردی، امور نظارت بودجهٔ سرمایه‌ای.

11. Aplak, H.S. & Sogut, M.Z. (2013). Game theory approach in decisional process of energy management for industrial sector, Energy Conversion and Management, 74, 70-80.

12. Long, R-U. & Yu, L. (2009). Study on regulation design about energy-saving and emission-reduction based on game theory, Procedia Earth and Planetary Science, 1, 1641-1646.

13. Muthoo, A. (1999). Bargaining Theory with Applications, Cambridge: Cambridge University Press.

14. Okada, A. (2010). The Nash bargaining solution in general n-person cooperative games, Journal of Economic Theory, 145(6), 2356-2379.

15. Okada, A. (2011). Coalitional bargaining games with random proposers: Theory and application, Games and Economic Behavior, 73(1), 227-235.

16. Perng, H-Y., Chen, S-J. & Lu, H-J. (2005). Potential benefits for collaborating form work subcontractors based on co-operative game theory, Building and Environment, 40(2), 239-244.

17. Shurong, Z. & Miao, P. (2012). Rent-seeking Behaviors analysis in Engineering Supervision based on the Game Theory, Systems Engineering Procedia, 4, 455-459.

18. Tian, Y., Govindan, K. & Zhu, Q. (2014). A system dynamics model based on evolutionary game theory for green supply chain management diffusion among Chinese manufacturers, Journal of Cleaner Production, 80, 96-105.

19.www.cbi.ir

20.www.ipo.ir

21.www.spac.ir

22.Watt, D.j., Kayis, B. & Willey, K. (2010). The relative importance of tender evaluation and contractor selection criteria, International Journal of Project Management, 28(1), 51-60.

23.Yang, Z. (2008). How Does ANWR Exploration Affect OPEC Behavior? -A Simulation Study of an Open-loop Cournot-Nash Game, Energy Economics, 30(2), 321-332.

24.Yuan, H. & Ma, H. (2012). Game Analysis in the Construction Claim Negotiations, Procedia Engineering, 28, 586-593.