

تخصیص در آمد و هزینه در بودجه‌ریزی عملیاتی دانشگاه‌ها

مسعود طالبیان *

استادیار دانشکده مدیریت و اقتصاد دانشگاه صنعتی شریف، masoudtalebian@sharif.edu

ابوالفضل شفائی

دانشجوی دکترای مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی شریف

عضو هیات علمی دانشکده فنی و مهندسی گلپایگان، ashafaei@ie.sharif.edu

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۲/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۵/۲۹

چکیده

طی چند سال اخیر، اصرار زیادی بر استقرار بودجه‌ریزی عملیاتی به منظور هدفمند نمودن فعالیت‌های دستگاه‌های اجرایی دولت وجود داشته‌است. دانشگاه‌ها نیز بعنوان یکی از دستگاه‌های اجرایی در نظام مالی دولت مکلف شده‌اند که بودجه‌ریزی عملیاتی را پیاده نمایند. یکی از اهداف اصلی نظام بودجه‌ریزی عملیاتی پاسخگو نمودن زیر بخش‌ها و همچنین توزیع متناسب بودجه بین آنها از طریق تخصیص درآمد و هزینه می‌باشد. در این مقاله با استفاده از مفهوم تئوری بازی‌ها روشی برای تخصیص بودجه به زیر مجموعه‌ها در یک دانشگاه ارائه می‌شود. به طور مشخص‌تر، تخصیص بودجه به شکل یک بازی مشارکتی مدل می‌گردد که دانشکده‌ها بازیگران آن می‌باشند و تابع ویژگی ارزش میزان عایدی را نشان می‌دهد. ابتدا، از مفهوم هسته برای تخصیص استفاده می‌گردد که موجب حفظ منافع همه بازیگران و ادامه فعالیت در دانشگاه گردد. سپس، و با توجه به امکان عدم وجود هسته، از مفهوم نوکلئوس برای کمینه کردن نارضایتی احتمالی بازیگران استفاده می‌شود. در نهایت، روش نوین ارائه شده در مقاله در یک دانشگاه اجرا می‌گردد که نتایج به دست آمده تا حدود زیادی با انتظارات خبرگان منطبق بوده است.

واژه‌های کلیدی: نظریه بازی، بازی‌های مشارکتی، هسته، نوکلئوس

طبقه‌بندی JEL: C71, H72, G31.

۱- مقدمه

یکی از ابزارهای مهم مدیریت مبتنی بر عملکرد بودجه‌ریزی عملیاتی است. این موضوع در ماده ۷ برنامه ششم توسعه بعنوان تکلیف برای دولت تعیین شده تا در طی برنامه، بودجه تمام دستگاه‌ها را مبتنی بر عملکرد نماید. بودجه دولت به‌عنوان بیان مالی عملیات دولت، بعنوان یکی از مهمترین اسناد دولتی محسوب می‌شود، که دستگاه‌های اجرایی را برای رسیدن به اهداف سند چشم‌انداز، برنامه‌های توسعه‌ای کشور و همچنین اهداف سازمان‌ها و انجام اثربخش فعالیت‌های آنها، کمک می‌کند. بودجه‌ریزی عملیاتی نیز تلاش می‌کند تا با پیوند دادن عملیات سازمان‌ها به بودجه، شفافیت، اثربخشی و کارایی را تا حد ممکن افزایش داده و باعث صرفه‌جویی شود (قلی‌زاده و کهن‌ورز^۱، ۱۳۹۴). هرچند این شفافیت، کارایی و اثربخشی، مد نظر دولت برای بهبود وضعیت بودجه‌ای در سطح کشور می‌باشد، اما سازمان‌ها نیز با تعمیم بودجه‌ریزی عملیاتی به زیر مجموعه‌های خود، می‌توانند از مزایای آن بهره‌مند شوند. مخصوصاً استفاده از مزیت صرفه‌جویی بودجه‌ای و گسترش فعالیت‌های توسعه‌ای سازمان‌ها با استفاده از مزایای بودجه‌ریزی عملیاتی، امری شدنی است.

علاوه بر اینکه دانشگاه‌های دولتی قانوناً ملزم به پیاده‌سازی نظام بودجه‌ریزی عملیاتی هستند، مدیران دانشگاه‌ها می‌توانند در شرایط فعلی اقتصادی، از بودجه‌ریزی عملیاتی به‌عنوان یک ابزار مناسب و مفید در بهبود وضعیت اداره دانشگاه‌ها استفاده نمایند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که در دهه‌های گذشته نیز توجه زیادی به امور بودجه‌ریزی در دانشگاه‌ها صورت گرفته‌است و دولت‌ها همواره سعی داشته‌اند با مکانیزم‌هایی، از جمله بودجه‌ریزی عملیاتی اثربخشی و کارایی را در این نهادها افزایش دهند (عزتی^۲، ۱۳۸۷). تخصیص بودجه مناسب، در کنار نظارت و ارزیابی می‌تواند باعث رشد و توسعه دانشگاه‌ها و به تبع آن، آموزش عالی شود. در سند توسعه آموزش عالی کشور، یکی از محدودیت‌ها و تنگناهای نظام آموزش عالی «نبود نظام جامع نظارت، ارزیابی و اعتبار گذاری در عرصه آموزش عالی» عنوان شده‌است (قلی‌زاده و کهن‌ورز، ۱۳۹۴). از این رو پرداختن به مباحث بودجه‌ای در دانشگاه‌ها از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. یکی از مهمترین مباحثی که در بودجه‌ریزی مطرح بوده؛ تقسیم و توزیع منابع بودجه‌ای

^۱ Gholizadeh & Kohanvarz (2015)

^۲ Ezzati (2008)

می‌باشد. از آنجایی که منابع همواره محدود بوده و اقدامات مد نظر دستگاه‌ها برای اجراء بیش از منابع موجود می‌باشد، بحث تخصیص منابع به فعالیت‌ها مطرح می‌شود که موضوع اصلی بودجه‌ریزی محسوب می‌شود.

آنچه تاکنون در فرآیند بودجه‌ریزی مطرح بوده، رعایت سقف هزینه‌کردها بوده‌است که دانشگاه‌ها برای عملیات‌های خود در سطح بودجه اقدام می‌نمایند. در این مدل، برای بودجه سال آتی نیز درصدی به این سقف با توجه به تورم و سایر متغیرهای احتمالی، اضافه کرده و بعنوان بودجه درخواستی خود به دولت ارائه می‌کنند. این روند صرفاً بقای دستگاه‌ها را تضمین کرده و توجهی به نیازهای واقعی جامعه ندارد (قلی‌زاده و کهن‌ورز، ۱۳۹۴). نظام بودجه‌ریزی عملکردی سعی دارد تا از این حالت خارج شده، و تخصیص بودجه به دستگاه‌ها را مبتنی بر عملکرد نماید. بدین ترتیب، دستگاهی که در راستای اهداف جامعه حرکت می‌کند، بودجه متناسب و بیشتری، در مقایسه با دستگاهی که صرفاً به بقای خود می‌اندیشد، دریافت می‌کند.

این رویکرد می‌تواند در داخل دستگاه‌های دولتی نیز اتفاق بیافتد. در این حالت، زیرمجموعه‌هایی که در راستای اهداف دستگاه تلاش بیشتری می‌کنند، بودجه بیشتری دریافت خواهند کرد. به همین منوال، دانشگاه‌ها نیز می‌توانند در این جریان وارد شده، و ضمن تعریف اهداف راهبردی و کلیدی، در راستای آموزش و پژوهش، سعی نمایند تا بودجه‌های خود را بین زیر مجموعه‌ها متناسب با تحقق اهداف توزیع نمایند.

به همین منظور، در این مقاله، سعی شده‌است تا با استناد به تئوری بازی‌های گروهی^۱، روشی برای توزیع بودجه بین زیر مجموعه‌های دانشگاه‌ها ارائه کرد. روش ارائه‌شده، بخصوص در ابتدای پیاده سازی بودجه‌ریزی عملکردی بسیار مفید خواهد بود. روشی که در ادامه به آن پرداخته می‌شود، مبتنی بر میزان مشارکت زیر مجموعه‌ها و نقش آنها در جذب بودجه برای دانشگاه می‌باشد. در این روش، نقش زیر مجموعه (دانشکده یا پژوهشکده) در تثبیت وضعیت دانشگاه ملاک تخصیص بودجه خواهد بود.

در ادامه و پس از بیان مقدمات، به صورت مختصر به نظریه بازی و کاربرد آن در حوزه‌های مختلف پرداخته می‌شود. سپس معرفی مختصری از کارهای پژوهشی که در حوزه بودجه‌ریزی دانشگاه‌ها انجام شده آورده می‌شود. در نهایت به موضوع تخصیص

^۱ Coalitional Game

بودجه به زیر مجموعه‌ها در نظام بودجه‌ریزی دانشگاهی با رویکرد استفاده از مفهوم بازی‌های مشارکتی پرداخته می‌شود.

نوآوری اصلی در این مقاله استفاده از مفهوم نوکلئوس در بودجه‌ریزی می‌باشد. به طوریکه هر دانشکده در دانشگاه، معادل یک بازیگر در تئوری بازی‌ها در نظر گرفته شده و با توجه به مفاهیمی که وجود دارد، هر بازیگر به دنبال این خواهد بود که منافع خود را به حداکثر ممکن برساند. از آنجایی که تضاد منافع بین بازیگران وجود دارد، مفهوم نوکلئوس سعی می‌کند تا این تضاد را به حداقل ممکن برساند و این کار از طریق بازی مشارکتی امکانپذیر می‌شود. بنابراین با طراحی یک بازی مشارکتی، دانشکده‌ها به بودجه مطلوب خود می‌رسند و از طرف دیگر، چون دانشکده‌ها هنوز انگیزه دارند که کنار هم به فعالیت ادامه دهند، قالب کلی دانشگاه نیز حفظ شده و تمایل همه اجزاء دانشگاه به همکاری، بیشتر جلب خواهد شد.

۲- ادبیات موضوع

نظریه بازی‌ها که از اوایل قرن بیستم توسعه داده شد و به تعامل متقابل بین دو و یا چند بازیکن در اتخاذ استراتژی می‌پردازد، به مرور با کاربردهای متنوعی روبرو شد. این تئوری در حوزه‌های مختلفی خصوصاً حوزه‌های مالی، مدیریت ریسک و نظایر اینها مورد استفاده قرار گرفته‌است. لمایر^۱ (۱۹۸۴) کاربرد تئوری بازی‌ها را در تخصیص هزینه‌ها بررسی کرده و کاربرد آنها را در تسهیم هزینه‌ها بین واحدهای مختلف تولیدی نشان می‌دهد. نتسین و شومسکی^۲ (۲۰۰۵) به کاربرد بازی‌های مشارکتی در قیمت گذاری در صنعت حمل و نقل هوایی پرداخته‌اند. مثال‌هایی از کاربردهای دیگر، نظیر حراج‌ها (کاتوک و وام‌بچ^۳، ۲۰۰۸)، مدیریت ریسک (ادوارد^۴، ۲۰۱۲)، تعاملات در زنجیره ارزش (گالیگو و طالبیان^۵، ۲۰۱۴) و همچنین بررسی نرخ وصول در قراردادهای مشارکتی بانک‌ها (اشرف زاده^۶ و همکاران، ۱۳۹۵) نیز در مقالات عملی منتشر شده‌اند. در بررسی‌های صورت گرفته، مقاله‌ای که در آن به استفاده از مفهوم نظریه بازی در بودجه‌ریزی پرداخته باشد، یافت نشد. اما چندین مقاله در رابطه با مفهوم بودجه‌ریزی

¹ Lemaire

² Netessine & Shumsky

³ Katok & Wambach

⁴ Edward

⁵ Gallego & Talebian

⁶ Ashrafzadeh et all (2017)

عملیاتی، زیرساخت‌های لازم و روش‌های آن مشاهده شد که برخی از آنها بر بودجه‌ریزی در دانشگاه‌ها نیز تاکید داشتند. فرری و کاون^۱ (۱۹۹۳)، مقاله‌ای در رابطه با پارامترهای موثر در بودجه‌ریزی در دانشگاه‌ها را با توجه به توسعه دانشگاه‌های خصوصی در آمریکا ارائه داده‌اند. تمرکز این مقاله بر برنامه‌ریزی مالی، و فرآیندهای کنترل در بین دانشگاه‌های خصوصی، غیر متمرکز و پژوهش محور می‌باشد.

وانگ^۲ (۲۰۱۹) مدل ساده‌ای را بر اساس مدل‌های تخصیص منابع، برای توزیع بودجه بین موسسات پژوهشی در کشور چین مبتنی بر عملکردشان توسعه داده‌است. تحقیق وی ابعاد مختلف عملکرد مراکز پژوهشی از جمله، تعداد مستندات منتشر شده، تعداد اختراعات و درآمد حاصل از فروش دانش، را مد نظر قرار می‌دهد. رضایی^۳ (۱۳۹۵) به الزامات مورد نیاز بودجه‌ریزی عملیاتی از بعد قوانین و مقررات حقوقی پرداخته‌است و اعتقاد دارد که بسیاری از زیرساخت‌های مورد نیاز وجود ندارد. حیدری، امیری و جمور^۴ (۱۳۹۷) به نقش عوامل درون سازمانی، در پیاده سازی نظام بودجه‌ریزی پرداخته‌اند. در این مقاله، ضمن معرفی عوامل اصلی تاثیر گذار در استقرار نظام بودجه‌ریزی، تلاش شده تا میزان تاثیر گذاری هرکدام از این عوامل درون سازمانی مشخص گردد.

پورعلی و کاکوان^۵ (۱۳۹۵) هم به عوامل ضروری در استقرار بودجه‌ریزی عملیاتی در دانشگاه علوم پزشکی بابل پرداخته‌اند. نگین تاجی و زمان زاده^۶ (۱۳۹۴)، الگویی را برای بودجه‌بندی بهینه سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور ارائه کرده‌اند. در این تحقیق آنها بر اساس بررسی داده‌های آماری مربوط به سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲، پیشنهادی در مورد نحوه تقسیم اعتبارات سازمان بین استان‌ها ارائه داده‌اند.

آذر، امینی و احمدی^۷ (۱۳۹۲)، مدلی برای تخصیص بودجه برای مراکز دانشگاهی ارائه کرده‌اند که مبتنی بر طراحی یک مدل ریاضی می‌باشد. هدف آنها از ارائه این مقاله، ارائه یک مدل استوار-فازی بوده که هم تخصیص سرانه بودجه بر اساس تعداد دانشجو را

¹ Ferreri & Cowen

² Wang

³ Rezaei (2016)

⁴ Heydari, Amiri & Jomor (2018)

⁵ Pournali & Kakavan (2016)

⁶ Negintaji & Zamanzadeh (2015)

⁷ Azar, Amini & Ahmadi (2013)

پوشش دهد و هم اینکه برنامه محوری و اهمیت هر برنامه را مورد توجه قرار دهد. این روش برای بودجه‌بندی داخلی دانشگاه‌ها مناسب بوده و نمونه‌ای که در مقاله نیز انجام شده، مرتبط با یکی از دانشگاه‌های دولتی می‌باشد. اما تعداد پارامترهای زیاد، و استفاده از روش علمی مبتنی بر برنامه‌ریزی استوار و برنامه‌ریزی فازی موجب پیچیدگی مدل شده و امکان استفاده عمومی از این روش را کمتر می‌کند. ولی پورخطیر، آذر و امینی^۱ (۱۳۹۶) نیز در رابطه با بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد استوار-فازی، پژوهشی را در حوزه بیمارستان‌های دانشگاه علوم پزشکی تهران انجام داده‌اند.

آذر، امینی و احمدی^۲ (۱۳۹۳) در مقاله دیگری به استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی فازی در تنظیم بودجه دانشگاه‌ها پرداخته‌اند. در این مقاله، با توجه به بودجه سرانه تخصیصی توسط دولت به دانشگاه‌ها، با در نظر گرفتن معیارهای مختلف در سطح دانشگاه و با توجه به حدود بالا و پایین بودجه در سطوح مختلف دانشگاه، مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی برای بودجه‌ریزی در دانشگاه‌ها طراحی شده‌است. این تحقیق مشابهت زیادی با مقاله قبلی (آذر، امینی و احمدی، ۱۳۹۲) در زمینه تعیین اولویت برنامه‌ها و تعیین وزن گروه‌های آموزشی دارد، اما در تدوین مدل ریاضی با آن متفاوت است و از مدل آرمانی فازی در این مقاله استفاده شده‌است.

آذر، دولت‌خواهی و گودرزی^۳ (۱۳۹۴)، در مقاله دیگری، به ارائه مدل مفهومی بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد پرداخته‌اند. آنها تاکید دارند که «بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد، یک برنامه تلفیق عملکرد و بودجه سالانه است که روابط بین سطح اعتبارات برنامه و نتایج مورد انتظار را نشان می‌دهد». رویکرد اصلی در این مقاله، مطالعه و بررسی مدل‌های مفهومی بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد و سپس ارائه مدل مفهومی متناسب با استفاده از نظرات خبرگان در سازمان‌های پروژه محور بوده‌است.

هرچند به نظر می‌رسد، نظریه بازی‌ها در بودجه بندی تاکنون مورد استفاده قرار نگرفته‌است، اما استفاده از آن در تسهیم هزینه‌ها مورد توجه محققان بوده است. بعنوان نمونه می‌توان به تیجز و دریسن^۴ (۱۹۸۶) اشاره کرد که به تشریح روشی پرداخته‌اند که افراد برای کاهش هزینه‌ها، به همکاری با یکدیگر روی می‌آوردند و برای توزیع منافع از

¹ Valipour Khatir, Azar & Amini (2017)

² Azar, Amini & Ahmadi (2014)

³ Azar, Dolatkhahi & Godarzil (2015)

⁴ Tijs & Driessen

مفاهیم شیپلی و نوکلئوس بهره می‌گیرند. همچنین انگوال و گوته^۱ (۲۰۰۴) نیز در مقاله‌ای به نحوه تقسیم هزینه در یک مسئله مسیر یابی با استفاده از نظریه بازی‌ها بخصوص مفهوم نوکلئوس، پرداخته‌اند.

حال در ادامه، به بیان مسئله پرداخته می‌شود و سپس به صورتی مختصر و گذرا، به مفهوم هسته^۲ و همچنین نوکلئوس^۳ در تئوری بازی‌های مشارکتی اشاره کرده و در نهایت با استفاده از مفهوم نوکلئوس که نوآوری اصلی این مقاله نیز می‌باشد، روش توزیع بودجه در بین دانشکده‌ها و پژوهشکده‌های یک دانشگاه ارائه می‌شود.

۳- روش پژوهش

۳-۱- بیان مسئله

دانشگاه‌ها، سالانه مقدار مشخصی منابع مالی برای امور آموزشی، پژوهشی و سایر فعالیت‌های خود، از دولت دریافت می‌کنند. و سوال اصلی این است که، با چه مکانیزمی باید بودجه دریافت شده، بین واحدهای دانشگاه، تقسیم شود.

با توجه به محدودیت بودجه دانشگاه، مدیریت ارشد به دنبال راهکاری منطقی برای تقسیم بودجه است، تا میزان رضایت واحدها به حداکثر ممکن برسد. رویکردهای متفاوتی می‌توان برای توزیع بودجه اتخاذ کرد. بعنوان مثال، می‌توان بودجه تخصیص داده شده را متناسب با هزینه‌های بوجود آمده در هر بخش از دانشگاه تخصیص داد، که در این صورت، عملکرد بخش‌ها چندان مورد توجه قرار نمی‌گیرد. رویکرد دیگر این است که بودجه را بر اساس معیارهایی از جمله عملکرد یا نقش آنها در تحقق اهداف دانشگاه، از همان ابتدا، بین واحدها تقسیم کرد. هرچند بررسی رویکردها و انتخاب نهایی آن نیازمند بررسی‌های دقیقتر می‌باشد، اما در این مقاله، فرض بر این است که دانشگاه مورد مطالعه، تصمیم دارد سهم هر کدام از واحدها را در ابتدای سال از بودجه مشخص نماید. برای ادامه بحث، چند فرض زیر را در نظر گرفته‌ایم:

فرض اول: دانشگاه کسری بودجه ندارد و هزینه‌ها با بودجه تخصیصی همخوانی دارد.
فرض دوم: امکان استقلال دانشکده‌ها و یا ائتلاف با دیگر دانشکده‌ها برای ایجاد یک واحد دانشگاهی جدید با صرف هزینه بیشتر وجود دارد.

¹ Engevall & Gothe

² Core

³ Nucleolus

فرض سوم: بودجه براساس تعداد دانشجو محاسبه و پرداخت می‌شود
فرض چهارم، هزینه‌های دانشکده‌ها، و پژوهشکده‌های که به فرض، کاملاً مستقل می‌شوند، و یا اینکه با تشکیل ائتلافی، یک واحد دانشگاهی مستقل را تشکیل می‌دهند، از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\text{cost of coalition} = \left(2 - \frac{|S|}{N}\right) \sum_{i \in S} I(i) \quad (1)$$

در این رابطه، S اعضای ائتلاف، و I نیز میزان بودجه دریافتی هر زیر مجموعه بر اساس معیارهای تعریف شده، از دولت می‌باشد. برای روشن شدن فرض چهارم، مثال زیر ارائه می‌شود:

مثال ۱: فرض کنید که یک دانشگاه از ۴ دانشکده تشکیل و دولت به ازای هر دانشجو ۱۰ واحد پولی به هر دانشگاه مطابق جدول (۱) بودجه اختصاص می‌دهد

جدول (۱): اطلاعات دانشگاه در مثال ۱

ردیف	نام دانشکده (i)	تعداد دانشجو	بودجه I(i)
۱	مهندسی صنایع (IE)	۱۰۰	۱۰۰۰
۲	مهندسی مکانیک (ME)	۲۵۰	۲۵۰۰
۳	مهندسی برق (EE)	۲۰۰	۲۰۰۰
۴	مدیریت و اقتصاد (EM)	۱۵۰	۱۵۰۰
جمع کل دانشگاه		۷۰۰	۷۰۰۰

منبع: یافته‌های تحقیق

حال اگر دانشکده صنایع، بعنوان یک دانشگاه مستقل در نظر گرفته شود، همان بودجه ۱۰۰۰ واحد را دریافت خواهد کرد. اما طبیعی است هزینه‌های این دانشگاه بیشتر خواهد شد که بر اساس فرمول (۱)، به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{cost of Industrial University} = (2 - 1/4)(1000) = 1750$$

اگر دانشکده‌های مکانیک و برق نیز، ائتلاف کرده و یک دانشگاه جدید ایجاد کنند، بودجه آنها ۴۵۰۰ واحد خواهد بود، اما هزینه‌ها به صورت زیر خواهد شد.

$$\text{cost of Me\&Ee University} = (2 - 2/4)(2500 + 2000) = 6750$$

همچنین اگر وضعیت فعلی ادامه داشته‌باشد، یعنی هر چهار دانشکده یک دانشگاه تشکیل دهند، هزینه همان ۷۰۰۰ خواهد بود که از فرمول (۱) نیز قابل استخراج است. در این شرایط، صورت مسئله این است که هزینه ۷۰۰۰ واحدی را با چه مکانیزمی بین این چهار دانشکده تقسیم کنیم که همه راضی باشند.

رویکرد دیگری که در بررسی بودجه دانشگاه می‌توان در پیش گرفت رویکرد درآمد محوری است. در این رویکرد، فرض می‌شود که بالاترین درآمد دانشگاه، در همین

وضعیت فعلی اتفاق می‌افتد، و چنانچه دانشکده‌ها یا پژوهشکده‌ها بخواهند مستقل شوند، میزان درآمد آنها در مقایسه با وضعیت فعلی و بر اساس فرمولی که جلوتر به آن خواهیم پرداخت، کمتر می‌شود. حال اگر مراکز با هم دیگر ادغام شوند (ائتلاف تشکیل دهند) به واسطه اعتباری که از این ادغام کسب می‌کنند، می‌توانند بودجه بیشتری از دولت دریافت کنند. فرض بر این است که فرمول (۲) این مقدار را مشخص می‌کند.

$$\text{Income of coalition} = \left(1 + \frac{|S|}{N}\right) \sum_{i \in S} I(i) \quad (2)$$

در این رابطه، S ائتلاف تشکیل شده از مراکز می‌باشد، و I نیز درآمد مرکز i ام بر اساس معیارهای دولت، مشروط به استقلال یک واحد دانشگاهی، خواهد بود. مثال (۱) را مجدد در نظر بگیرید، با این تفاوت که فرض کنید، هرکدام از مراکز، دانشگاه‌های مستقلی هستند که هرکدام بودجه خود را مطابق جدول (۲) دریافت می‌کنند.

جدول (۲): اطلاعات مربوط به دانشکده‌ها در صورتی که مستقل باشند

ردیف	نام دانشکده مستقل (i)	تعداد دانشجو	بودجه (انفرادی) I(i)
۱	مهندسی صنایع (IE)	۱۰۰	۵۰۰
۲	مهندسی مکانیک (ME)	۲۵۰	۱۲۵۰
۳	مهندسی برق (EE)	۲۰۰	۱۰۰۰
۴	مدیریت و اقتصاد (EM)	۱۵۰	۷۵۰
	جمع کل دانشگاه	۷۰۰	۳۵۰۰

منبع: یافته‌های تحقیق

حال فرض کنید که واحد مهندسی صنایع، و مهندسی مکانیک، با هم ائتلاف تشکیل دهند، در این صورت میزان درآمد آنها از رابطه زیر به دست خواهد آمد:

$$\text{Income of Ie\&Me University} = (1 + 2/4)(500 + 1250) = 2625$$

اگر همه مراکز با هم ائتلاف تشکیل دهند و وضعیت فعلی حاکم باشد، درآمد کل به صورت زیر مشخص خواهد شد:

$$\text{Income of Grand Coalition} = (1 + 4/4)(500 + 1250 + 1000 + 750) = 4000$$

ملاحظه می‌شود که تحت این شرایط، تشکیل ائتلاف به نفع دانشکده‌ها خواهد بود. در اینجا سوال مسئله این است که درآمد ۳۵۰۰ واحدی مازاد چگونه تقسیم شود؟

۲-۳- بازی‌های مشارکتی

روشی که برای توزیع بودجه بین زیر مجموعه‌ها در نظر گرفته شده و در پی خواهد آمد برگرفته از مفهوم نظریه بازی‌های مشارکتی است. به طور کلی، می‌توان بازی‌ها را به دو

دسته مشارکتی و غیر مشارکتی تقسیم کرد. بازی‌های غیر مشارکتی، بازی‌های هستند که در آن تمام بازیکنان به صورت مستقل در بازی شرکت می‌کنند و هر بازیکن در صدد است تا منافع خود را از بازی به حداکثر ممکن برساند (عبدلی^۱، ۱۳۹۶). اما بازی‌های مشارکتی در واقع، مدلی از تصمیم‌سازی است که بر روی رفتار گروهی بازیکنان تاکید دارد. این نوع بازی به مجموعه‌ای از رفتار بازیکنان به صورت گروهی وابسته است و تمرکزی بر روی رفتار فردی بازیکنان ندارد (اوزبورن^۲، ۲۰۰۴). در این نوع بازی‌ها، تلاش می‌شود تا با مشارکت تمام بازیکنان، یا زیر مجموعه‌ای از آنها، عایدی^۳ آنها را افزایش داد. هر بازیکن چنانچه به صورت انفرادی اقدامی را انجام دهد، عایدی خود را خواهد داشت. ولی این بازیکن هنگامی علاقمند به مشارکت با یک بازیکن دیگر خواهد شد که، عایدی هنگام مشارکت، بیشتر از میزان عایدی در حالت انفرادی باشد.

برای روشن شدن موضوع، فرض کنید سه دانشگاه A، B و C می‌توانند یک پروژه پژوهشی را هم به صورت مجزا، و هم به صورت مشترک انجام دهند. این سه دانشگاه، هنگامی وارد مشارکت با هم دیگر خواهند شد که، اولاً همه از نتایج پژوهش بتوانند بهره ببرند، و دیگر اینکه هزینه انجام پروژه، هنگام مشارکت، در مقایسه با انجام پروژه به صورت انفرادی، کمتر شود.

مسئله اصلی در بازی‌های ائتلافی این است که منافع حاصل از ائتلاف با چه مکانیزمی بین بازیکنان حاضر در ائتلاف تقسیم شود، تا اعضاء انگیزه لازم برای مشارکت را داشته باشند. فرض کنید که در مثال مشارکت دانشگاه‌ها در پروژه پژوهشی، ۵۰ واحد پولی منافع حاصل از مشارکت شده باشد. برای اینکه این مقدار پول، بین مشارکت کنندگان، تقسیم شود، در ادبیات بازی‌های ائتلافی، راهکارهای مختلفی پیشنهاد شده است که یکی از معروفترین و شناخته شده ترین آنها هسته است. هسته، راهکاری است برای تقسیم منافع ائتلاف بزرگ^۴، یعنی ائتلافی که در آن همه بازیکنان حضور دارند.

هسته در یک بازی مشارکتی، عبارت است از مجموعه پاداش‌های a_N در ائتلاف بزرگ N به گونه‌ای که هیچ ائتلاف دیگری وجود نداشته باشد که تمام اعضای آن ائتلاف،

¹ Abdoli (2017)

² Osborne

³ Payoff

⁴ Grand Coalition

پاداش‌های بزرگتری را نسبت به a_N کسب کنند (اوزبورن، ۲۰۰۴). الزاماً این روش تقسیم منافع، یکتا نبوده و ممکن است جواب‌های متعددی برای یک هسته به دست‌آید که همه این جواب‌ها به گونه‌ای باشد که اعضاء ائتلاف بزرگ، تمایل به خروج از آن نداشته باشند. فرض کنید که در مثال دانشگاه‌ها، از ۵۰ واحد پولی منافع ائتلاف، ۲۰ واحد به دانشگاه، A و به دو دانشگاه دیگر هم هرکدام ۱۵ واحد پرداخت شود. در این وضعیت، این نوع تقسیم منافع، در صورتی مورد قبول هر سه دانشگاه خواهد بود، که اقدام انفرادی هرکدام از آنها عایدی کمتری نسبت به این وضعیت داشته باشد. بعنوان مثال اگر دانشگاه، B به صورت انفرادی ۲۰ واحد عایدی داشته باشد، در این صورت دریافت ۱۵ واحد پولی از ائتلاف را نخواهد پذیرفت و حتماً از آن خارج می‌شود. لذا، تقسیم منافع به صورت (۱۵، ۱۵، ۲۰) به ترتیب برای دانشگاه‌های A، B و C نمی‌تواند بعنوان هسته این بازی ائتلافی در نظر گرفته شود.

۳-۳- محاسبه هسته

به طور کلی، برای محاسبه هسته، لازم است تا اطلاعاتی در رابطه با میزان عایدی بازیکنان، هنگامیکه به صورت انفرادی اقدام می‌کنند، و همچنین در حالتی که در ائتلاف‌ها شرکت می‌کنند، داشته باشیم. از علائم زیر برای محاسبه هسته استفاده می‌شود.

$X(i)$ = سهم عضو i در ائتلاف بزرگ (که به نوعی مجهول مسئله است و باید پیدا شود)
 $V(S)$ = تابع ویژگی ارزش ائتلاف S (هنگامی که مشارکت شکل می‌گیرد، حاصل این مشارکت، منفعی را ایجاد می‌کند که با V نشان داده می‌شود. اگر منافع ائتلاف از جنس هزینه باشند، اعضاء به دنبال آن هستند که سهم خود از هزینه‌ها را کم کنند. ولی اگر از جنس درآمد و سود باشد، اعضاء ائتلاف به دنبال افزایش سهم خود هستند.
 N = تعداد اعضاء ائتلاف بزرگ (شامل همه بازیکنان می‌شود)

منظور از محاسبه هسته، یافتن مقادیر برای $X(i)$ ها می‌باشد، به طوری‌که، نامعادلات (۳) و معادله (۴) همواره برقرار باشند.

$$\sum_{i \in S} X(i) \geq V(S) \quad \forall S \subset N \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^N X(i) = V(N) \quad (4)$$

در بسیاری مواقع، برای این معادله و نامعادلات، پاسخی پیدا نمی‌شود، که در اینصورت اصطلاحاً گفته می‌شود، هسته خالی است. لذا در بسیاری مواقع، هدف در بازی‌های مشارکتی یافتن راهی است که بتوان برای بازی حداقل یک هسته پیدا کرد.

مثال ۲: در مثال پروژه پژوهشی سه دانشگاه، برای یافتن هسته این ائتلاف سه گانه روابط زیر باید نوشته شده و پاسخی یافت شود که در این روابط صدق کند.

$$X_A + X_B + X_C = V(A, B, C)$$

$$X_A + X_B \geq V(A, B)$$

$$X_A + X_C \geq V(A, C)$$

$$X_B + X_C \geq V(B, C)$$

$$X_A \geq V(A)$$

$$X_B \geq V(B)$$

$$X_C \geq V(C)$$

همانگونه که ملاحظه می‌شود، برای اینکه بتوان سهم هر دانشگاه، را پیدا کرد، لازم است تا بدانیم که در صورتی که هر دانشگاه، انفرادی این پروژه را انجام می‌داد، چه مقدار عایدی داشت، و همچنین اگر دانشگاه‌ها دو به دو با هم ائتلاف تشکیل می‌دادند، چه مقدار عایدی نصیبشان می‌شد. توجه شود که اینجا، منافع ائتلاف از جنس درآمد بودند. چنانچه آنچه بین بازیکنان تقسیم می‌شود، از جنس هزینه باشد، در این صورت باید نامعادلات به صورت کوچکتر یا مساوی نوشته شوند.

۴-۳- محاسبه نوکلئوس

در بسیاری از بازی‌های مشارکتی، این امکان وجود دارد که هسته خالی باشد، یعنی اینکه عملاً ائتلاف شکل نخواهد گرفت. یا اینکه تعداد بیش از یک هسته برای یک بازی ائتلافی به دست آید. بسیاری از محققین به دنبال یافتن مفاهیم مشابه با هسته هستند که یکتا باشد، تا ضمن داشتن مزایای منطق هسته، صرفاً یک جواب یکتا برای هر بازی نیز شکل بگیرد. یکی از این محققین فردی است به نام اشمیدلر^۱ (۱۹۶۹) که مفهوم نوکلئوس را ارائه کرده، که سعی دارد تا اختلاف توزیع منافع بین بازیکنان را به حداقل خود برساند (انگوال و گوته، ۲۰۰۴). در نوکلئوس، شاخصی با عنوان «مازاد عدم رضایت برای هر ائتلاف» تعریف می‌شود که حاصل تفاضل سهم مشارکت کنندگان در ائتلاف بزرگ، از عایدی همان ائتلاف می‌باشد.

$$e(S, Y) = \text{مازاد عدم رضایت از مشارکت در ائتلاف } S$$

$$Y = \text{مجموعه مشارکت کنندگان در ائتلاف } S$$

^۱ Scheidler

$Y(S) = \sum_{i \in S} X(i)$ = مجموع سهم مشارکت کنندگان مجموعه Y از ائتلاف. $V(S)$ = مشابه همان تعریفی که در هسته انجام شد.

با توجه به این علامت گذاری و تعریفی که ارائه شد، می‌توان مازاد عدم رضایت را از رابطه زیر به دست آورد.

$$e(S, Y) = V(S) - Y(S) = V(S) - \sum_{i \in S} X(i) \quad (۵)$$

بنابراین برای هر ائتلاف باید رابطه (۵) بدست آید. هدف در نوکلئوس، کم کردن بیشترین مقدار $e(S, Y)$ می‌باشد. لذا برای رسیدن به این منظور باید یک مدل برنامه‌ریزی خطی را نوشته و سپس حل کرد.

$$\text{Min } Z \quad (۶)$$

$$\text{s.t } e(S, Y) \leq Z \quad \forall S \subset N$$

$$Y(N) = V(N)$$

با جایگزینی معادله (۵) در روابط (۶) مدل برنامه‌ریزی خطی زیر را خواهیم داشت:

$$\text{Min } Z \quad (۷)$$

$$\text{s.t } V(S) - \sum_{i \in S} X(i) \leq Z \quad \forall S \subset N$$

$$\sum_{i \in N} X(i) = V(N)$$

مثال ۳: این مدل برای مثال مشارکت پژوهشی دانشگاه‌ها به صورت زیر خواهد بود:

$$\text{Min } Z$$

$$V(A) - X(A) \leq Z$$

$$V(B) - X(B) \leq Z$$

$$V(C) - X(C) \leq Z$$

$$V(A, B) - (X(A) + X(B)) \leq Z$$

$$V(A, C) - (X(A) + X(C)) \leq Z$$

$$V(B, C) - (X(B) + X(C)) \leq Z$$

$$X(A) + X(B) + X(C) = V(A, B, C)$$

برای استفاده از نوکلئوس نیاز به تعداد $2^N - 2$ محدودیت در مدل برنامه‌ریزی خطی می‌باشد که با افزایش تعداد بازیکنان، عملاً استفاده از این روش غیر ممکن خواهد شد. اما اگر جوابی برای نوکلئوس بدست آید، این جواب یکتا بوده و همچنین اگر هسته تهی نباشد، نوکلئوس به دست آمده حتماً در هسته نیز قرار دارد (انگوال و گوت، ۲۰۰۴). مفهوم دیگری نیز برای تقسیم منافع بازی‌های مشارکتی بین اعضاء ائتلاف،

تحت عنوان شیپلی^۱ وجود دارد که برای آشنایی با آن می‌توانید به منبع (دونگ، لنگ و ژونگ^۲، ۲۰۱۴) مراجعه کنید.

۵-۳- تشریح مدل توزیع بودجه در داخل دانشگاه با استفاده از مفهوم نوکلئوس

در این بخش می‌خواهیم مسئله تقسیم بودجه را براساس آنچه توضیح دادیم، مدل کنیم. در استفاده از مفهوم هسته و نوکلئوس، ۲ نکته اساسی وجود دارد. نخست تعریف مناسب از عایدی بازیکنان و به تبع آن، عایدی هر ائتلاف، و دیگری تعیین مناسب تعداد بازیکنان. همانگونه که پیشتر نیز اشاره شد، تعداد بازیگران، اگر افزایش یابد، عملاً امکان حل معادلات در هسته، و همچنین مدل برنامه‌ریزی خطی در نوکلئوس وجود نخواهد داشت. در این مسئله، از آنجا که ما به دنبال یک راه حل منطقی، شدنی و یکتا برای توزیع بودجه هستیم، لذا از مفهوم نوکلئوس برای این منظور استفاده خواهیم کرد. موضوع دیگری که باید در استفاده از این مفاهیم به آن توجه شود، تابع ارزش هر ائتلاف می‌باشد که در بخش قبل با نماد $V(S)$ نشان دادیم. عبارت بهتر، ما باید بتوانیم به صورت مستقل، یا با استفاده از یک رابطه منطقی، مقادیر تابع ارزش را برای تمام ائتلاف‌های ممکن به دست آوریم.

در مطالعه موردی، کل پژوهشکده‌ها بعنوان یک بازیگر، (به خاطر محدود بودن بودجه پژوهش) و هرکدام از دانشکده‌ها نیز بعنوان یک بازیگر در نظر گرفته شده‌است. ستادها را نیز در نظر نگرفته و فرض بر این است که بعد از مشخص شدن سهم بودجه دانشکده‌ها و مراکز پژوهشی، هرکدام درصدی از بودجه خود را در اختیار واحدهای ستادی خواهند گذاشت. بنابراین در این مطالعه موردی با ۱۵ بازیکن مواجه هستیم که هر دانشکده یک بازیکن و تمام مراکز پژوهشی نیز بعنوان یک بازیکن لحاظ شده‌است.

تابع ارزش هر ائتلاف نیز بر اساس فرمول‌های (۱) و (۲) مشخص شده‌است،
 $N =$ تعداد اجزاء دانشگاه که بودجه بین آنها تقسیم می‌شود. (در مسئله ۱۵ می‌باشد)
 $X(i) =$ سهم هر زیرمجموعه از هزینه/بودجه کل دانشگاه، در ائتلاف بزرگ $i = 1, 2, \dots, N$
 $S =$ ائتلاف شدنی حاصل از حضور تعداد مشخصی از زیرمجموعه‌ها $S \subset N$ (تمام زیر مجموعه‌های شدنی مجموعه N عضوی)

¹ Shapley

² Dong, Lan & Zhong

$$V(S) = \text{تابع ارزش ائتلاف شدنی } S$$

$$I(i) = \text{مقدار درآمد دانشگاه بواسطه جزء نام دانشگاه (دانشکده، یا پژوهشکده)}$$

$$\text{Min } Z \quad (۸)$$

$$s. t \ V(S) - \sum_{i=1}^S X(i) \leq Z \quad \forall S \in \{(1), (2), \dots (1,2), (1,3), \dots (1,2, \dots 15)\}$$

$$\sum_{i=1}^{15} X(i) = V(15)$$

$$X(i) \geq 0 \quad \forall i \in \{1, 2, \dots, 15\}$$

با توجه به تعداد ۱۵ زیر مجموعه که برای دانشگاه وجود دارد، تعداد محدودیت‌های این مدل ۳۲۷۶۷ محدودیت خواهد بود که امکان نشان دادن آنها در مقاله وجود ندارد. اما برای آشنایی با محدودیت‌ها، بر اساس مدل (۸)، مدل (۹) برای مثال (۱) توسعه داده شده‌است. در جدول (۳) نیز ارزش ائتلاف‌های هردانشکده در مثال (۱) آورده شده‌است.

$$\text{Min } Z \quad (۹)$$

$$V(1) - X(1) \leq Z$$

$$V(2) - X(2) \leq Z$$

$$V(3) - X(3) \leq Z$$

$$V(4) - X(4) \leq Z$$

$$V(1,2) - (X(1) + X(2)) \leq Z$$

$$V(1,3) - (X(1) + X(3)) \leq Z$$

$$V(1,4) - (X(1) + X(4)) \leq Z$$

$$V(2,3) - (X(2) + X(3)) \leq Z$$

$$V(2,4) - (X(2) + X(4)) \leq Z$$

$$V(3,4) - (X(3) + X(4)) \leq Z$$

$$V(1,2,3) - (X(1) + X(2) + X(3)) \leq Z$$

$$V(1,2,4) - (X(1) + X(2) + X(4)) \leq Z$$

$$V(1,3,4) - (X(1) + X(3) + X(4)) \leq Z$$

$$V(2,3,4) - (X(2) + X(3) + X(4)) \leq Z$$

$$(X(1) + X(2) + X(3) + X(4)) = V(1,2,3,4)$$

جدول (۳): تابع ارزش ائتلاف‌های مختلف در مثال ۱

ائتلاف (S)	رابطه محاسبه تابع ارزش $(2 - \frac{ S }{N}) \sum_{i \in S} I(i)$	تابع ارزش V(S)
(۱)	$(2 - 1/4)(1000)$	۱۷۵۰
(۲)	$(2 - 1/4)(2500)$	۴۳۷۵
(۳)	$(2 - 1/4)(2000)$	۳۵۰۰
(۴)	$(2 - 1/4)(1500)$	۲۶۲۵
(۱,۲)	$(2 - 2/4)(1000 + 2500)$	۵۲۵۰
(۱,۳)	$(2 - 2/4)(1000 + 2000)$	۴۵۰۰

تخصیص درآمد و هزینه در بودجه ریزی عملیاتی دانشگاه‌ها...		۹۲
(۱،۴)	$(2 - 2/4)(1000 + 1500)$	۳۷۵۰
(۲،۳)	$(2 - 2/4)(2500 + 2000)$	۶۷۵۰
(۲،۴)	$(2 - 2/4)(2500 + 1500)$	۶۰۰۰
(۳،۴)	$(2 - 2/4)(2000 + 1500)$	۵۲۵۰
(۱،۲،۳)	$(2 - 3/4)(1000 + 2500 + 2000)$	۶۸۷۵
(۱،۲،۴)	$(2 - 3/4)(1000 + 2500 + 1500)$	۶۲۵۰
(۱،۳،۴)	$(2 - 3/4)(1000 + 2000 + 1500)$	۵۶۲۵
(۲،۳،۴)	$(2 - 3/4)(2500 + 2000 + 1500)$	۷۵۰۰
(۱،۲،۳،۴)	$(2 - 4/4)(1000 + 2500 + 2000 + 1500)$	۷۰۰۰

منبع: محاسبات تحقیق

با توجه به اطلاعات جدول (۱) و جدول (۳)، مدل (۹) را با استفاده از نرم افزار گمز حل کرده و نتایج جدول (۴) حاصل شده است.

جدول (۴): هزینه تخصیصی به هر دانشکده در مثال ۱، بر اساس مفهوم نوکلئوس

ردیف	نام دانشکده (i)	I(i)	X(i)
۱	مهندسی صنایع (IE)	۱۰۰۰	۶۲۵
۲	مهندسی مکانیک (ME)	۲۵۰۰	۲۸۷۵
۳	مهندسی برق (EE)	۲۰۰۰	۲۱۲۵
۴	مدیریت و اقتصاد (EM)	۱۵۰۰	۱۳۷۵
	جمع کل دانشگاه	۷۰۰۰	۷۰۰۰

منبع: محاسبات تحقیق

همانگونه که پیش تر نیز اشاره، شد، ماهیت این مدل هزینه‌ای بود، و لذا مدل به دنبال حداقل کردن اختلاف هزینه‌ها بود.

اما اگر بخواهیم بر اساس ماهیت درآمدی، ائتلاف‌ها را بررسی کنیم، مدل شماره (۶) به صورت ذیل تغییر خواهد کرد:

$$\text{Min } Z \quad (10)$$

$$s. t \sum_{i=1}^S X(i) - V(S) \leq Z \quad \forall S \in \{(1), (2), \dots, (1,2), (1,3), \dots, (1,2, \dots, 15)\}$$

$$\sum_{i=1}^{15} X(i) = V(15) \quad \text{و} \quad X(i) \geq 0 \quad \forall i \in \{1,2, \dots, 15\}$$

در اینجا چون ماهیت درآمدی می‌شود، لذا ائتلاف‌ها به دنبال حداکثر کردن درآمد خواهند بود و هرچه وضعیت درآمدی در ائتلاف‌های بزرگتر، در مقایسه با ائتلاف‌های کوچکتر، بیشتر باشد، مطلوب تر خواهد بود. لذا در مدل اختلاف درآمدها در ائتلاف‌ها باید حداقل شود. مدل برنامه‌ریزی خطی برای مثال (۱) در این حالت به صورت زیر خواهد بود.

$$\text{Min } Z \quad (11)$$

$$X(1) - V(1) \leq Z$$

$$\begin{aligned}
 X(2) - V(2) &\leq Z \\
 X(3) - V(3) &\leq Z \\
 X(4) - V(4) &\leq Z \\
 (X(1) + X(2)) - V(1,2) &\leq Z \\
 (X(1) + X(3)) - V(1,3) &\leq Z \\
 (X(1) + X(4)) - V(1,4) &\leq Z \\
 (X(2) + X(3)) - V(2,3) &\leq Z \\
 (X(2) + X(4)) - V(2,4) &\leq Z \\
 (X(3) + X(4)) - V(3,4) &\leq Z \\
 (X(1) + X(2) + X(3)) - V(1,2,3) &\leq Z \\
 (X(1) + X(2) + X(4)) - V(1,2,4) &\leq Z \\
 (X(1) + X(3) + X(4)) - V(1,3,4) &\leq Z \\
 (X(2) + X(3) + X(4)) - V(2,3,4) &\leq Z \\
 (X(1) + X(2) + X(3) + X(4)) &= V(1,2,3,4)
 \end{aligned}$$

در جدول (۵) ارزش ائتلاف‌های مربوط به دانشکده‌های مختلف در مثال (۱) با رویکرد درآمدی و با استفاده از فرمول (۲) و با توجه به جدول (۲) آورده شده است.

جدول (۵): تابع ارزش ائتلاف‌های مختلف در مثال ۱

ائتلاف (S)	رابطه محاسبه تابع ارزش $(1 + \frac{ S }{N}) \sum_{i \in S} I(i)$	تابع ارزش V(S)
(۱)	$(1 + 1/4)(500)$	۶۲۵
(۲)	$(1 + 1/4)(1250)$	۱۵۶۲٫۵
(۳)	$(1 + 1/4)(1000)$	۱۲۵۰
(۴)	$(1 + 1/4)(750)$	۹۳۷٫۵
(۱٫۲)	$(1 + 2/4)(500 + 1250)$	۲۶۲۵
(۱٫۳)	$(1 + 2/4)(500 + 1000)$	۲۲۵۰
(۱٫۴)	$(1 + 2/4)(500 + 750)$	۱۸۷۵
(۲٫۳)	$(1 + 2/4)(1250 + 1000)$	۳۳۷۵
(۲٫۴)	$(1 + 2/4)(1250 + 750)$	۳۰۰۰
(۳٫۴)	$(1 + 2/4)(1000 + 750)$	۲۶۲۵
(۱٫۲٫۳)	$(1 + 3/4)(500 + 1250 + 1000)$	۴۸۱۲٫۵
(۱٫۲٫۴)	$(1 + 3/4)(500 + 1250 + 750)$	۴۳۷۵
(۱٫۳٫۴)	$(1 + 3/4)(500 + 1000 + 750)$	۳۹۳۷٫۵
(۲٫۳٫۴)	$(1 + 3/4)(1250 + 1000 + 750)$	۵۲۵۰
(۱٫۲٫۳٫۴)	$(1 + 4/4)(500 + 1250 + 1000 + 750)$	۷۰۰۰

منبع: محاسبات تحقیق

با توجه به اطلاعات جدول (۲) و جدول (۵)، مدل (۱۱) را با استفاده از نرم افزار گمز حل کرده و نتایج حاصله در جدول (۶) آورده شده‌اند.

جدول (۶): درآمد هر دانشکده در مثال ۱، پس از حل مدل بر اساس مفهوم نوکلئوس

ردیف	نام دانشکده (i)	I(i)	X(i)
۱	مهندسی صنایع (IE)	۵۰۰	۱۱۸۷٫۵
۲	مهندسی مکانیک (ME)	۱۲۵۰	۲۵۰۰
۳	مهندسی برق (EE)	۱۰۰۰	۱۸۱۲٫۵
۴	مدیریت و اقتصاد (EM)	۷۵۰	۱۵۰۰
	جمع کل دانشگاه	۳۵۰۰	۷۰۰۰

منبع: محاسبات تحقیق

لازم به ذکر است که ستون سوم که با $I(i)$ نشان داده شده است، مربوط به درآمد مراکز در حالتی است که به صورت مستقل اداره شوند. با توجه به اینکه، بودجه تخصیص داده شده به دانشکده‌ها، حداقل برابر با حالت استقلال آنها خواهد بود، لذا مدل هیچگاه بودجه هیچ مرکزی را برابر صفر قرار نمی‌دهد.

۴- یافته‌ها

در رابطه با مطالعه موردی این مقاله که ۱۵ مرکز بودجه‌ای دارد، اطلاعات اولیه گردآوری شده و با توجه به اینکه، هر دانشکده می‌تواند بعنوان یک مرکز آموزشی مستقل درآمد مربوط به خود را داشته باشد (یعنی فرض بر این است که هر دانشکده این امکان را دارد که به یک دانشگاه مستقل تبدیل شود که در اینصورت بودجه مستقلی دریافت خواهد کرد)، از رویکرد درآمدی (فرمول ۲) برای تقسیم درآمد بین مراکز استفاده شده است. همچنین، فرض بر این است که $440/000$ واحد پولی بودجه کل دانشگاه است که باید بین ۱۵ مرکز توزیع شود. در جدول (۷)، اطلاعات این مراکز شامل تعداد دانشجو و همچنین برآورد درآمد آنها در صورتی که کاملاً مستقل باشند، آورده شده است.

جدول (۷): اطلاعات مربوط به تعداد دانشجو و برآورد درآمد در صورت استقلال مراکز

ردیف	نام مراکز (i)	تعداد دانشجو	بودجه I(i)
۱	مرکز بودجه ۱	۲۰۱۷	۳۳۰۹۱
۲	مرکز بودجه ۲	۱۲۹۱	۲۱۰۱۷۷
۳	مرکز بودجه ۳	۱۳۶۷	۲۲۰۴۳۳
۴	مرکز بودجه ۴	۱۴۷۳	۲۴۰۱۶۴
۵	مرکز بودجه ۵	۹۸۳	۱۶۰۱۲۳
۶	مرکز بودجه ۶	۷۱۹	۱۱۰۷۹۹
۷	مرکز بودجه ۷	۱۶۶۲	۲۷۰۲۶۶

فصلنامه نظریه‌های کاربردی اقتصاد/ سال هفتم/ شماره ۲/ تابستان ۱۳۹۹			
۱۲.۲۴۲	۷۴۶	مرکز بودجه ۸	۸
۵.۱۴۵	۳۱۴	مرکز بودجه ۹	۹
۸.۶۶۵	۵۲۸	مرکز بودجه ۱۰	۱۰
۱۱.۵۳۶	۷۰۳	مرکز بودجه ۱۱	۱۱
۱۰.۵۰۳	۶۴۰	مرکز بودجه ۱۲	۱۲
۱۴.۱۹۵	۸۶۵	مرکز بودجه ۱۳	۱۳
۲۰.۱۰	۱۲۳	مرکز بودجه ۱۴	۱۴
۱۴.۳۱۸	۱۵۸	مرکز بودجه ۱۵	۱۵
۲۳۴.۶۶۷	۱۳۵۸۵	جمع کل دانشگاه	

منبع: محاسبات تحقیق

اطلاعات جدول فوق به همراه مدل برنامه‌ریزی خطی شماره (۱۰) توسط گمز حل شده و نتایج توزیع درآمد بین مراکز زیر مجموعه دانشگاه در جدول شماره (۸) آورده شده‌است.

جدول (۸): نحوه تقسیم بودجه بین مراکز دانشگاه، با رویکرد درآمدی

ردیف	نام مراکز (i)	برآورد بودجه در حالت استقلال مراکز I(i)	تخصیص بودجه در ائتلاف بزرگ
۱	مرکز بودجه ۱	۳۳.۰۹۱	۵۴۸۶۹
۲	مرکز بودجه ۲	۲۱.۱۷۷	۳۶۳۰۴
۳	مرکز بودجه ۳	۲۲.۴۳۳	۳۷۹۴۰
۴	مرکز بودجه ۴	۲۴.۱۶۴	۴۲۰۵۹
۵	مرکز بودجه ۵	۱۶.۱۲۳	۲۹۶۵۹
۶	مرکز بودجه ۶	۱۱.۷۹۹	۲۳۸۲۳
۷	مرکز بودجه ۷	۲۷.۲۶۶	۴۶۰۲۸
۸	مرکز بودجه ۸	۱۲.۲۴۲	۲۴۴۴۳
۹	مرکز بودجه ۹	۵.۱۴۵	۱۴۶۸۳
۱۰	مرکز بودجه ۱۰	۸.۶۶۵	۱۹۸۶۹
۱۱	مرکز بودجه ۱۱	۱۱.۵۳۶	۲۳۴۷۲
۱۲	مرکز بودجه ۱۲	۱۰.۵۰۳	۲۲۰۵۱
۱۳	مرکز بودجه ۱۳	۱۴.۱۹۵	۲۷۱۲۷
۱۴	مرکز بودجه ۱۴	۲۰.۱۰	۱۰۳۷۴
۱۵	مرکز بودجه ۱۵	۱۴.۳۱۸	۲۷۲۸۹
	جمع کل دانشگاه	۲۳۴.۶۶۷	۴۴۰۰۰۰

منبع: محاسبات تحقیق

در رابطه با نتایج به دست آمده چند موضوع باید مورد توجه قرارگیرد. نخست اینکه، این روش وابستگی شدیدی به میزان تابع ارزش ائتلاف‌ها یعنی $V(S)$ ‌ها دارد. اگر خطایی در برآورد این ارزش‌ها وجود داشته‌باشد، نتیجه حاصل نیز دچار خطا خواهد شد. و برعکس، اگر میزان تابع ارزش ائتلاف‌ها به درستی برآورد شود، روشی منطقی و مناسب برای تقسیم بودجه خواهد بود.

نکته بعدی این است که، با توجه به اطلاعات جدول (۸)، ائتلاف زیر مجموعه‌ها باهم و ایجاد یک واحد دانشگاهی باعث شده تا درآمد ائتلاف بزرگ، ۲۰۵۳۳۳ واحد بیشتر از حالتی باشد که مجموعه‌ها به صورت انفرادی فعالیت می‌کردند. آنچه بین زیر مجموعه‌ها تقسیم شده‌است همین مازاد درآمد ۲۰۵۳۳۳ واحدی است.

جدول (۹): سهم هر یک از مراکز بودجه، از تشکیل ائتلاف بزرگ

ردیف	نام مراکز (i)	بودجه مراکز در حالت استقلال	درصد سهم هر مرکز	سهم مراکز از ائتلاف بزرگ	درصد سهم هر مرکز
۱	مرکز بودجه ۱	۳۳۰۹۱	٪۱۴،۱۰	۲۱،۷۷۸	٪۱۰،۶
۲	مرکز بودجه ۲	۲۱،۱۷۷	٪۹،۰۲	۱۵،۱۲۷	٪۷،۴
۳	مرکز بودجه ۳	۲۲،۴۳۳	٪۹،۵۶	۱۵،۵۰۷	٪۷،۶
۴	مرکز بودجه ۴	۲۴،۱۶۴	٪۱۰،۳۰	۱۷،۸۹۵	٪۸،۷
۵	مرکز بودجه ۵	۱۶،۱۲۳	٪۶،۸۷	۱۳،۵۳۶	٪۶،۶
۶	مرکز بودجه ۶	۱۱،۷۹۹	٪۵،۰۳	۱۲،۰۳۴	٪۵،۹
۷	مرکز بودجه ۷	۲۷،۲۶۶	٪۱۱،۶۲	۱۸،۷۶۲	٪۹،۱
۸	مرکز بودجه ۸	۱۲،۲۴۲	٪۵،۲۲	۱۲،۲۰۱	٪۵،۹
۹	مرکز بودجه ۹	۵،۱۴۵	٪۲،۱۹	۹،۵۲۸	٪۴،۶
۱۰	مرکز بودجه ۱۰	۸،۶۶۵	٪۳،۶۹	۱۱،۲۰۴	٪۵،۵
۱۱	مرکز بودجه ۱۱	۱۱،۵۳۶	٪۴،۹۲	۱۱،۹۳۶	٪۵،۸
۱۲	مرکز بودجه ۱۲	۱۰،۵۰۳	٪۴،۴۸	۱۱،۵۴۸	٪۵،۶
۱۳	مرکز بودجه ۱۳	۱۴،۱۹۵	٪۶،۰۵	۱۲،۹۳۲	٪۶،۳
۱۴	مرکز بودجه ۱۴	۲،۰۱۰	٪۰،۸۶	۸،۳۶۴	٪۴،۱
۱۵	مرکز بودجه ۱۵	۱۴،۲۱۸	٪۶،۱۰	۱۲،۹۷۱	٪۶،۳
	جمع کل دانشگاه	۲۳۴،۶۶۷	٪۱۰۰	۲۰۵،۳۳۳	٪۱۰۰،۰

منبع: محاسبات تحقیق

همانگونه که ملاحظه می‌شود، مرکز بودجه‌ای ۱ بیشترین بهره را از تشکیل ائتلاف برده‌است. دلیل اصلی این امر این است که این مرکز، اگر با هر مرکز دیگری تشکیل ائتلاف بدهد باعث می‌شود در مجموع اعضای ائتلاف، در مقایسه با حالت تکی، سهم بیشتری داشته باشند. در واقع، مرکز بودجه ۱، یک بازیکن با ارزش است که وجودش در هر ائتلافی باعث می‌شود تا اعضای ائتلاف درآمد بیشتری داشته باشند. نقطه مقابل

مرکز ۱، مرکز بودجه ۱۴ است که بواسطه اثر گذاری کم در ائتلاف، کمترین سهم را در ائتلاف بزرگ داشته‌است. این جدول نشان می‌دهد که سهم هر مرکز از رشد درآمد به واسطه ائتلاف بزرگ و گردآمدن زیر مجموعه‌ها تحت لوای دانشگاه منطقی بوده و تمام اعضاء از این افزایش سهم، رضایت خواهند داشت. این همان مفهوم تعادل در بازی‌های مشارکتی است. اعضاء در نقطه‌ای ایستاده‌اند و سهمی را دریافت می‌کنند که تمایلی به تغییر آن ندارند. یعنی تک تک اعضاء اگر ائتلاف را ترک کنند و یا اینکه تصمیم بگیرند ائتلاف‌های جدیدی شکل دهند، وضعیت نسبت به الان بهتر نخواهد شد.

۵- نتیجه‌گیری

این توزیع بودجه با استفاده از نظریه بازی‌های مشارکتی، روش نسبتاً جدیدی است که نیازمند مطالعه، پژوهش و بررسی‌های بیشتری است. در این مقاله، با استفاده از مفهوم نوکلئوس، روشی برای توزیع بودجه بین دانشکده‌ها و زیر مجموعه‌های یک دانشگاه ارائه شد. هرچند مدل‌های ریاضی توسعه یافته برای توزیع بودجه بین مراکز مختلف مورد استفاده قرار گرفته‌اند، اما در هیچ کدام از مدل‌هایی که بررسی شدند، مفهوم نظریه بازی‌ها بکار گرفته نشده‌اند. آنچه که از بررسی منابع می‌توان بدان رسید، این است که مدل‌هایی که عمدتاً برای توزیع بودجه مورد استفاده قرار گرفته‌است، مبتنی بر مدل‌های تحقیق در عملیات بوده‌اند. این مدل‌ها عمدتاً نیازمند تعریف متغیرها و پارامترهای متعددی می‌باشند که بدست آوردن اطلاعات آنها کمی دشوار خواهد بود. اما روش توسعه داده شده در این مقاله در مقایسه با برخی مدل‌های پیچیده بهینه سازی، روش نسبتاً ساده‌ای محسوب می‌شود، که اگر بتوان تابع ارزش هر ائتلاف را با کمترین خطا تخمین زد، با دقت قابل توجهی می‌توان سهم هر کدام از زیر مجموعه‌ها را تعیین کرد. بنابراین عمده مزیت روش توسعه داده شده در این مقاله، سادگی و قابل استفاده بودن آن برای اکثر سازمان‌ها و مراکزی می‌باشد که به دنبال توزیع عادلانه بودجه بین زیر مجموعه‌های خود می‌باشند.

البته لازم است قبل از استفاده از این روش، امکان استقلال زیرواحدها بررسی شود. عبارت دیگر یکی از ضروریات استفاده از این روش، این است که زیرمجموعه‌ها بتوانند به صورت مستقل فعالیت کرده و بودجه مستقلی نیز بتوانند کسب نمایند. نکته دیگری که البته در سایر مدل‌ها نیز ممکن است وجود داشته باشد، تعداد زیر مجموعه‌ها است.

اگر این تعداد بسیار زیاد باشد، در این صورت مدل پاسخگو نبوده و نمی‌توان از این روش استفاده کرد. دلیل عمده آن هم بزرگ شدن بیش از حد مسئله می‌باشد، چراکه تعداد حالت‌هایی که باید مورد بررسی قرار گیرند از درجه‌نمایی می‌باشد و در این شرایط چنانکه زیر مجموعه‌ها بیش از ۳۰ زیر مجموعه باشد، در این صورت امکان مقایسه ائتلاف‌ها به خاطر تعداد بسیار زیاد آنها امکانپذیر نخواهد بود. در چنین شرایطی برای حل مدل با کامپیوترهای معمولی زمان زیادی صرف خواهد شد. بنابراین، استفاده از مفهوم نوکلئوس در توزیع بودجه برای تعداد زیرمجموعه‌های محدود و کمتر از ۳۰ زیر مجموعه توصیه می‌شود.

۶- تحقیقات آینده

با توجه به اینکه بکارگیری نظریه بازی در بودجه‌بندی، نسبتاً جدید محسوب می‌شود، لذا کار پژوهشی در این زمینه می‌تواند در ابعاد وسیعی صورت گیرد. ذیلاً مواردی برای ادامه پژوهش در این حوزه معرفی می‌شود:

۱- اولین کار پژوهشی در ادامه این تحقیق، می‌تواند بررسی میزان مقبولیت آن بین افراد خبره در حوزه بودجه باشد. بدین معنی که، اقدامات و بودجه‌بندی‌های صورت گرفته در سازمان‌ها، با استفاده از این روش مجدد بودجه‌بندی شده و نتایج را مورد بررسی قرار داده و میزان رضایت متولیان امر از بکارگیری این روش را سنجید.

۲- استفاده از سایر مفاهیم تئوری بازی‌ها نظیر شیپلی، برای بودجه‌بندی زیر مجموعه‌ها و مقایسه آن با این روش نیز می‌تواند موضوع تحقیق علاقمندان این حوزه در آینده باشد.

۳- موضوع دیگری که می‌تواند در این حوزه مورد توجه قرار گیرد، بکارگیری مفاهیم بازی‌های غیر مشارکتی در بحث بودجه‌ریزی می‌باشد. اینکه بتوان سهم هر زیر بخش از سازمان، به صورت رقابتی و در قالب بازی‌های غیر مشارکتی تعیین کرد، موضوعی است که نیازمند بررسی و پژوهش است.

۵- توسعه مدل ارائه شده برای حالاتی که مقدار بودجه، پارامترهای تاثیر گذار در تعیین تابع ارزش ائتلاف‌ها، تعداد زیر مجموعه‌های دانشگاهی و نظایر اینها، دارای عدم قطعیت باشند نیز، می‌تواند بعنوان موضوع تحقیق در نظر گرفته شود.

فهرست منابع

۱. آذر، عادل، امینی، محمدرضا، و احمدی، پرویز (۱۳۹۲). مدل بودجه‌ریزی برمبنای عملکرد استوار فازی. *پژوهش‌های مدیریت ایران*، ۱۷(۴)، ۶۵-۹۵.
۲. آذر، عادل، امینی، محمدرضا، و احمدی، پرویز (۱۳۹۳). استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی فازی در بودجه‌ریزی دانشگاهی. *فصلنامه پژوهش و برنامه‌ریزی در آموزش عالی*، ۱۷(۲)، ۱-۲۴.
۳. آذر، عادل، دولت‌خواهی، کسری، و گودرزی، غلامرضا (۱۳۹۴). ارائه مدل مفهومی بودجه‌ریزی بر مبنای عملکرد. *چشم‌انداز مدیریت دولتی*، ۲۴(۱۵-۳۳).
۴. اشرفزاده، شکوفه‌سادات، رزمی، سیدمحمدجواد، لطفعلی‌پور، محمدرضا، و فیضی، مهدی (۱۳۹۵). بررسی نرخ وصول در قراردادهای مشارکتی و بازدهی ثابت با استفاده از نظریه بازی‌ها. *فصلنامه نظریه‌های کاربردی اقتصاد*، ۳(۴)، ۱-۲۰.
۵. پورعلی، محمدرضا، و کاکوان، سعیده (۱۳۹۵). امکان سنجی استقرار بودجه‌ریزی عملیاتی در دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بابل. *حسابداری مدیریت*، ۲۸(۲)، ۹۷-۱۱۸.
۶. حیدری، علی، امیری، مجتبی، و جمور، حسین (۱۳۹۷). نقش عوامل درون‌سازمانی در پیاده‌سازی نظام بودجه‌ریزی عملیاتی: رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری (مورد مطالعه: شهرداری تهران). *اقتصاد مدیریت شهری*، ۲۴(۱۱۷-۱۳۳).
۷. رضائی، مهدی (۱۳۹۵). الزامات بودجه‌ریزی عملیاتی در ایران. *فصلنامه پژوهش حقوق عمومی*، ۱۸(۵۱)، ۷۹-۵۵.
۸. عبدلی، قهرمان (۱۳۹۶). نظریه بازی‌ها و کاربردهای آن (بازی‌های اطلاعات ناقص، تکامی و همکارانه). تهران، سمت.
۹. عزتی، میترا (۱۳۸۷). مروری بر تجربیات کاربرد بودجه‌ریزی عملیاتی در نظام آموزش عالی برخی از کشورهای جهان. *دوفصلنامه برنامه و بودجه*، ۱۰۶(۱)، ۱۵۵-۱۸۵.

۱۰. قلی‌زاده، محمدحسن، و کهن‌ورز، امیر (۱۳۹۴). الزامات بودجه‌ریزی عملیاتی در نظام آموزش عالی کشور. *فصلنامه پژوهش و برنامه‌ریزی در آموزش عالی*، ۲۱(۱)، ۳۹-۵۹.
۱۱. نگین تاجی، زریر، و فرمان‌زاده، اکبر (۱۳۹۴). تدوین الگوی بهینه بودجه بندی سازمان فنی و حرفه‌ای کشور. *فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی*، ۹(۲۹)، ۱۲۵-۱۴۱.
۱۲. ولی‌پورخطیر، محمد، آذر، عادل، و امینی، محمدرضا (۱۳۹۶). بودجه ریزی بر مبنای عملکرد استوار-فازی، رویکردی تعالی محور در مدل‌سازی بودجه بیمارستان‌ها. *پژوهش‌های مدیریت در ایران*، ۲۱(۲)، ۱۷۹-۱۹۸.
13. Ashrafzadeh, S., Razmi, S., Lotfalipour, M., & Feizi, M. (2017). Investigation of profit-loss sharing and fixed-return contracts recovery rate using game theory approach. *Applied Theories of Economics*, 3(4), 1-20. (In Persian)
14. Azar, A., Amini, M., & Ahmadi, P. (2014). Applying fuzzy goal programming in university budgeting. *IRPHE*, 20(2), 1-24. (In Persian)
15. Azar, A., Amini, M., & Ahmadi, P. (2013). Robust fuzzy performance based budgeting model an approach to managing the budget allocation risk - case study: Tarbiat Modares University. *Management Research in Iran*, 6(4), 15-33. (In Persian)
16. Azar, A., Dolatkahi, K., & Godarzi, Gh. (2015). Performance based budgeting conceptual model. *Public Administration Prespective*, 17(4), 65-95. (In Persian)
17. Dong, M., Lan, T., & Zhong, L. (2014). Rethink energy accounting with cooperative game theory. *In the Proceedings of the 20th annual international conference on Mobile computing and networking*.
18. Edward, A. (2012). Ranking games and gambling: when to quit when you're ahead. *Operations Research*, 60(5), 1229-1244.
19. Engevall, S., & Gothe-Lundgren, M. (2004). The heterogeneous vehicle-routing game. *Transportation Science*, 38(1), 71-85.
20. Ezzati, M. (2008). Applying performance indicators on financial recourses allocations, i.e. performance budgeting, in higher education systems of some countries. *The Journal of Planning and Budgeting*, 13(1), 155-185. (In Persian)

21. Ferreri, L., & Cowen, S. (1993). The university budget process: a case study. *Nonprofit Management and Leadership*, 3(3), 299-311.
22. Gallego, G., & Talebian, M. (2014). Omissions and sales targets under competition. *Management Science*, 60(9), 2180-2197.
23. Abdoli, Gh. (2017). *Games theory and its applications (incomplete information, evolutionary and cooperative games)*. Tehran: SAMT. (In Persian)
24. Gholizadeh, M., & Kohanvarz, A. (2015). Operational budgeting requirements in Iran's higher education system. *IRPHE*, 21(1), 39-59. (In Persian)
25. Heydari, A., Amiri, M., & Jamour, H. (2018). The role of internal organizational factors in implementing the budgeting system based on performance: an interpretative structural modeling approach (case: Tehran Municipality). *Journal of Urban Economics and Management*, 6(24), 117-133. (In Persian)
26. Katok, E., & Wambach, A. (2008). Collusion in dynamic buyer-determined reverse auctions. *Management Science*, 1-27.
27. Lemaire, J. (1984). An application of game theory: cost allocation. *ASTIN Bulletin: The Journal of the IAA*, 14(1), 61-81.
28. Negintaji, Z., & Zamanzadeh, A. (2015). Optimal budget modeling for technical and vocational training organization. *Economical Modeling*, 9(29), 125-141. (In Persian)
29. Netessine, S., & Shumsky, R. A. (2005). Revenue management games: horizontal and vertical competition. *Management Science*, 51(5), 813-831.
30. Osborne, M. J. (2004). *An introduction to game theory*. (3 vol.), New York: Oxford university press.
31. Pourali, M., & Kakavan, S. (2016). The feasibility of the establishment of performance budgeting in Babol University of Medical Sciences and Health Service. *Management Accounting*, 9(28), 97-118. (In Persian)
32. Rezaei, m. (2016). Legal requirements of Performance budgeting in Iran. *Public Law*, 18(51), 55-81. (In Persian)
33. Tijs, S. H., & Driessen, T. S. (1986). Game theory and cost allocation problems. *Management Science*, 32(8), 1015-1028.

34. Valipour Khatir, M., Azar, A., & Amini, M. (2017). Developing performance based budgeting model: organizational excellence approach. *Management Research in Iran*, 21(2), 179-198. (In Persian)
35. Volk, S., Thöni, C., & Ruigrok, W. (2012). Temporal stability and psychological foundations of cooperation preferences. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 81(2), 664-676.
36. Wang, D. (2019). Performance-based resource allocation for higher education institutions in China. *Socio-Economic Planning Sciences*, (65), 66-75.

