



## ترکیب مدل‌های فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی و برنامه‌ریزی آرمانی جهت تخصیص بهینه زمان حسابرسی داخلی (مطالعه موردی: بانک مرکزی ایران)

یحیی حساس یگانه<sup>۱</sup>  
رضا حبیبی<sup>۲\*</sup>  
مهدی تاجدینی<sup>۳</sup>

### چکیده

حسابرسی داخلی در دو دهه گذشته، دستخوش تحولات بسیار عمیقی شده است. در گذشته، وظیفه اصلی حسابرسی داخلی، کنترل ثبت‌های دو طرفه حسابداری به منظور کشف موارد اشتباه بود؛ در مقابل، امروزه حسابرسی داخلی به منظور مدیریت ریسک، به کنترل‌ها توجه دارد و درصدد گسترش راه‌های مناسب برای ارزش‌افزایی سازمان تحت بررسی است. ارزش با گسترش تولید کالا و خدمات و استفاده بهینه از منابع به وجود می‌آید. زمان یکی از منابع محدود واحد حسابرسی داخلی است که تخصیص بهینه آن در میان پروژه‌های مختلف حسابرسی، مسئله‌ای چندمعیاره بوده و شامل متغیرهای کیفی و کمی است. این پژوهش، از مدل‌های سلسله‌مراتبی و برنامه‌ریزی آرمانی برای تخصیص بهینه زمان حسابرسی داخلی در بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، رویکردی ترکیبی ارائه می‌دهد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که تخصیص بهینه زمان، انعطاف‌پذیری لازم را برای حداقل کردن ریسک فراهم می‌آورد.

**واژه‌های کلیدی:** حسابرسی داخلی، مدل سلسله‌مراتبی، مدل برنامه‌ریزی آرمانی، ارزیابی ریسک.

**طبقه‌بندی JEL:** C۲۳.

---

۱. استاد، گروه حسابداری، دانشکده حسابداری و مدیریت، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران؛ h.yeganeh@ibi.ac.ir  
۲. استادیار، گروه بانکداری، مؤسسه عالی آموزش بانکداری ایران، تهران، ایران (نویسنده مسئول)؛ r\_habibi@ibi.ac.ir  
۳. کارشناسی ارشد، گروه بانکداری، مؤسسه عالی آموزش بانکداری ایران، تهران، ایران؛ mehditajdini@semnan.ac.ir

## مقدمه

شیوه حسابرسی داخلی طی دهه گذشته، از حسابرسی داخلی سنتی به حسابرسی داخلی مبتنی بر ریسک تغییر کرده است. این تغییر شیوه، معلول تغییر تقاضا و انتظارات از حسابرسی داخلی است. در شیوه سنتی بیشتر به رعایت قوانین و مقررات تأکید می‌شد، زیرا بیشترین انتظار از حسابرسی داخلی، کشف تقلب بود. در حالی که با گذر زمان، حوزه وظایف حسابرسی داخلی بسیار وسیع‌تر از رعایت قوانین و مقررات شد، به‌نحوی که واحد حسابرسی داخلی در عمل با منابع محدودی که در اختیار داشت، نمی‌توانست به تمام اهداف از پیش تعیین‌شده برسد. بنابراین، بحث تخصیص بهینه منابع به‌عنوان یک کلیدواژه مطرح شد. علت دیگر جایگزینی حسابرسی مبتنی بر ریسک به جای حسابرسی سنتی، ماهیت ریسک است. با توجه به تعریف ریسک می‌توان گفت که یکی از اهداف مهم واحد حسابرسی داخلی، ارزیابی، تعدیل و سپس کمینه کردن ریسک است. بنابراین، مدیریت حسابرسی داخلی می‌بایست با استفاده از تجربه و نتایج پژوهش‌های علمی، به درکی درست از نحوه تخصیص بهینه زمان محدود خود در راستای رسیدن به اطمینانی معقول از مدیریت صحیح ریسک برسد.

در پژوهش‌های متعددی به‌طور جداگانه از مدل‌های سلسله‌مراتبی (AHP) و مدل برنامه‌ریزی آرمانی (GP) استفاده شده است. از جمله این پژوهش‌ها می‌توان به پژوهش پاتون<sup>۱</sup> (۲۰۱۸) اشاره کرد که با استفاده از مدل سلسله‌مراتبی فقط به طبقه‌بندی عوامل مؤثر بر ریسک پرداخته است و پژوهش گاتلوب<sup>۲</sup> (۲۰۱۱) که با برنامه‌ریزی خطی در خصوص تخصیص منابع حسابرسی داخلی بحث کرده است. به‌علت تأکید مدل سلسله‌مراتبی بر طبقه‌بندی عوامل کیفی و تأکید مدل برنامه‌ریزی آرمانی بر عوامل کمی، هیچ‌یک به‌تنهایی نتوانسته‌اند در حوزه مدیریت ریسک به نتایجی دست یابند که بتوان به آنها تکیه کرد. بنابراین، می‌توان گفت، مهم‌ترین مزیت مدل ترکیبی سلسله‌مراتبی و برنامه‌ریزی آرمانی، پوشش ضعف‌های هر یک از آنها توسط دیگری است.

در پژوهش حاضر، با استفاده از رویکرد ترکیبی مدل‌های سلسله‌مراتبی و مدل برنامه‌ریزی آرمانی، سعی خواهد شد با روشی علمی و سیستماتیک، به این پرسش که مدل تخصیص بهینه زمان هر پروژه حسابرسی داخلی برای حداقل کردن ریسک آن پروژه در بانک مرکزی چگونه است، پاسخی درخور داده شود.

1. Paton  
2. Ganloup

## مبانی نظری و پیشینه موضوع

حسابرسی داخلی به سیستم کنترلی گفته می‌شود که مدیران سازمان و شرکت‌ها را برای آگاهی از کیفیت هزینه‌ها، عملیات مالی و همچنین وضعیت مالی شرکت و دارایی‌های آن یاری می‌دهد. حسابرسی داخلی بیشتر از آنکه یک وظیفه عملیاتی باشد، در سازمان جایگاهی مشاوره‌ای و همراهی دارد. در حقیقت، این شاخه از حسابرسی، بخش نظارت مالی در شرکت است که فرایندهای مالی را در همه بخش‌ها با ریزینی بررسی می‌کند. حسابرسی داخلی را یک بخش بی‌طرف در شرکت می‌تواند با کمک اطلاعات به‌دست‌آمده از فرم‌ها و گزارش‌های مالی، راه‌کارهایی برای حل مشکلات یا بهبود وضعیت کلی سازمان ارائه دهد. به دلیل تغییرات در نیازهای موجود در سازمان‌ها، تکنولوژی و پیچیدگی فعالیت‌ها و سیستم‌های سازمانی، ماهیت خدمات حسابرسان طی سال‌ها از تأکید بر حسابرسی رعایت/ سنتی به نقش ارزش افزوده که مشارکت با مدیریت را با اهمیت بیشتری دنبال می‌کند، تغییر پیدا کرده است (الگرینی<sup>۱</sup>، ۲۰۱۶).

گوپتا<sup>۲</sup> (۲۰۰۸) نشان می‌دهد که با افزایش مهارت حسابرسان داخلی، حسابرسان مستقل می‌توانند اتکای بیشتری به ایشان داشته باشند. در واقع، به واسطه وجود این ویژگی‌ها، حجم و زمان انجام حسابرسی مستقل کاهش یافته و در نتیجه، هزینه انجام حسابرسی نیز برای صاحبکار کاهش می‌یابد. وی چنین نتیجه گرفت که افزایش سطح مهارت حسابرسان داخلی و بهبود عملکرد ایشان سبب خواهد شد که حسابرسان مستقل ساعات کار برنامه‌ریزی شده را کاهش دهند. اما، بی‌طرفی حسابرسان داخلی در برنامه زمان‌بندی حسابرسان مستقل بی‌تأثیر است، زیرا آنها در استخدام صاحبکار هستند. همچنین، پژوهش‌ها نشان داده است که حسابرسان داخلی برخی اعمال خاص را پیش از آنکه حسابرسان مستقل کار برنامه‌ریزی را انجام دهند، به انجام رسانده‌اند که ممکن است در صورت انجام نشدن این امور توسط حسابرسان داخلی، میزان ساعات کار برنامه‌ریزی شده با میزان بودجه زمانی فعلی متفاوت شود. روت<sup>۳</sup> (۲۰۰۹) نیز برای دستیابی به ارزش افزوده حسابرسی داخلی، چارچوبی مرکب از هشت عامل را شناسایی کرد.

سویر<sup>۴</sup> (۲۰۱۱) بر اهمیت افزایش کیفیت حسابرسی داخلی برای رسیدن به حسابرسی اثربخش تأکید می‌کند. وی نشان داد که نتیجه عوامل بیرونی که به تغییر سازمان‌ها منجر می‌شود، نیاز به

1. AlGriz
2. Gupta
3. Routh
4. Souyer

توسعه نقش حسابرسی داخلی است. وی همچنین تأکید می‌کند که حسابرسی داخلی از تمرکز بر خدمات کشف به پیشگیری از طریق رویکرد مشارکت با مدیریت و روش رویکرد کنترلی به رویکرد بر مبنای ریسک، با تمرکز روی خدمات مشاوره‌ای تغییر کرده است. استرن<sup>۱</sup> (۲۰۱۳) با شناسایی و تأکید بر پانزده عامل مبتنی بر ارزش افزوده، واحد حسابرسی داخلی را ساختارمند می‌داند. زاینفوس<sup>۲</sup> (۲۰۱۷) نشان داد که حسابرسی اثربخش می‌تواند از طریق ارزیابی عملکرد و استفاده از روش‌های نوین حسابرسی داخلی در دسترس باشد.

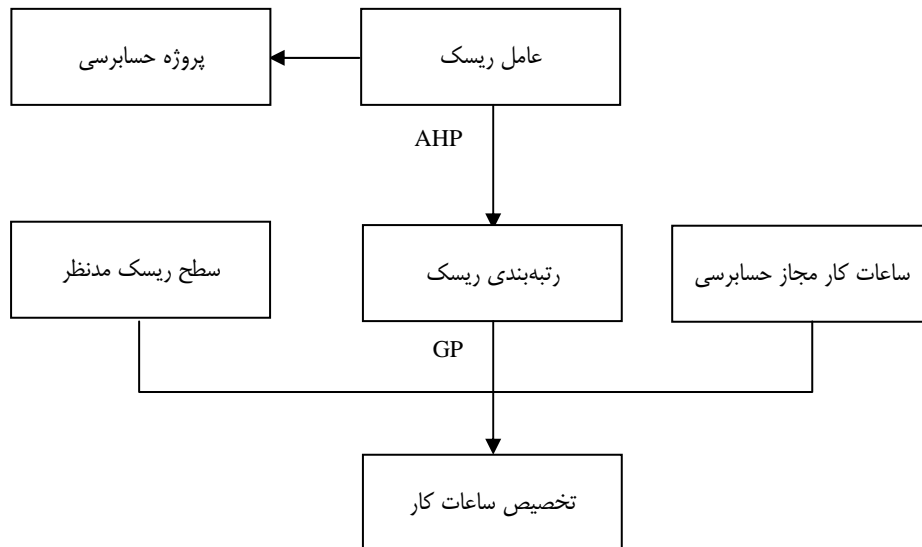
منافی (۱۳۹۰) با بررسی نقش و جایگاه حسابرسی داخلی در ایران، به این نتیجه رسید که برای بررسی جایگاه حسابرسی داخلی در بنگاه‌های اقتصادی ایران، باید حوزه‌های مسئولیت آنان به‌عنوان سازوکاری کنترلی شناسایی شده و گروه‌های مختلف استفاده‌کننده از خدمات حسابرسی داخلی و خود حسابرسان داخلی در خصوص آن نظرخواهی کنند. بر اساس نتایج پژوهش، فقط حداکثر ۳۰ درصد از پژوهش‌شوندگان اذعان داشتند که واحد حسابرسی داخلی از جایگاه مناسبی برخوردار نیست.

سلیمانی (۱۳۹۷)، با بررسی اثر حسابرسی داخلی بر مدیریت سود شبکه بانکی به بحث نقش حسابرسی در پر کردن شکاف اطلاعاتی سرمایه‌گذاران پرداخته است. حسینی (۱۳۹۸) با بررسی اثربخشی حسابرسی داخلی در صنعت گاز ایران به این نتیجه رسید که به‌دلایل توجه اندک مدیریت به گزارش‌های حسابرسی، شناخت کم از واحدهای در دست رسیدگی و به‌روز نبودن روش‌های رسیدگی، حسابرسی داخلی صنعت گاز اثربخش نیست. موحد (۱۳۹۸)، در پژوهشی با استفاده از روش سلسله‌مراتبی، عملکرد بانک‌های تجاری را رتبه‌بندی کرده که بر اساس نتایج آن، علاوه بر معیارهای مالی، معیارهای غیرمالی نیز بر عملکرد بانک‌ها مؤثر است. کاظمی (۱۳۹۹)، با استفاده از روش برنامه‌ریزی آرمانی در خصوص رتبه‌بندی بانک‌های تجاری ایران پژوهشی انجام داده و نتیجه گرفته، بانک‌هایی که از پرسنل و شعب در اختیار خود به‌عنوان مهم‌ترین منبع جذب سپرده به‌شکل بهینه‌تری استفاده می‌کنند، بهره‌وری بالاتری دارند.

### مدل مفهومی پژوهش

پس از انجام پژوهش‌های اکتشافی و بررسی پژوهش‌های انجام‌شده، مدل مفهومی و چارچوب نظری اولیه پژوهش که مبنای تدوین پرسش پژوهش است، به شرح ذیل ارائه می‌شود:

1. Stern  
2. Zaynfous



شکل ۱. مدل تخصیص منابع و ریسک

مدل مفهومی ارائه‌شده در نمودار بالا دوبخشی است. در بخش نخست، با استفاده از نرم‌افزار EC۲۱ در قالب مدل AHP ریسک‌های مؤثر در پروژه‌های حسابرسی رتبه‌بندی می‌شود و در بخش دوم، با استفاده از نتایج به‌دست‌آمده از مرحله نخست و به کمک مدل GP، منابع موجود (در اینجا ساعات مجاز کار حسابرسی) به‌نحوی به اهداف تخصیص داده می‌شود که ریسک در کمترین سطح ممکن باشد. برای تشریح بیشتر، با هدف شناسایی شاخص‌های تأثیرگذار بر ریسک زمان حسابرسی (نظیر پیچیدگی عملیات، کیفیت کنترل داخلی و ...) و مؤلفه‌ها (نظیر آنچه در نمودار شکل ۲ ارائه شده است) در به حداقل رساندن ریسک زمان مناسب برای حسابرسی، از روش تحلیل سلسله‌مراتبی استفاده می‌کنیم و وزن نسبی هر یک از شاخص‌ها در هر یک از مؤلفه‌ها (اداره‌های بانک مرکزی) استخراج می‌شود. سپس، با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی با شناسایی رابطه بین زمان حسابرسی و هزینه حسابرسی و استفاده از نتایج AHP زمانی برای حسابرسی انتخاب می‌شود که ریسک را به حداقل می‌رساند.

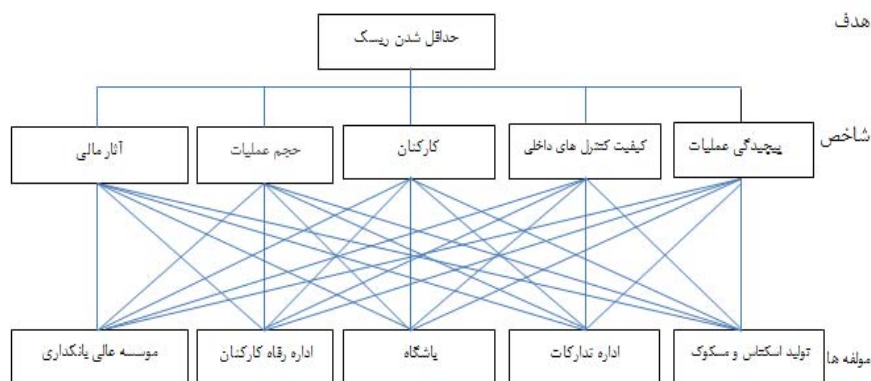
### پرسش‌های پژوهش

۱. مدل تخصیص بهینه زمان هر پروژه حسابرسی داخلی برای حداقل کردن ریسک آن پروژه در بانک مرکزی چگونه است؟
۲. مدل رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر ریسک کدام است؟
۳. زمان بهینه هر پروژه حسابرسی داخلی برای رسیدن به مدیریت صحیح ریسک چگونه تخصیص داده می‌شود؟

### تجزیه و تحلیل موضوع

#### گام نخست. ساختن سلسله‌مراتبی (مدل‌سازی) مسئله تصمیم

مدل‌سازی فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، مستلزم شکستن یک مسئله تصمیم با چند شاخص به سلسله‌مراتبی از سطوح است. سطح نخست، بیانگر اهداف اصلی فرایند تصمیم‌گیری است. سطح دوم، نشان‌دهنده شاخص‌ها است و سطح سوم، گزینه‌های تصمیم را ارائه می‌دهد. این سطوح و روابط موجود در نمودار شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲. مدل سلسله‌مراتبی ریسک پروژه‌های حسابرسی

### گام دوم. قضاوت ترجیحی

بعد از مدل‌سازی مسئله تصمیم، تصمیم‌گیرنده باید عناصر (شاخص‌ها و گزینه‌های) هر سطح را نسبت به عنصر مربوط به خود در سطح بالاتر و به صورت دوجه‌دو مقایسه کرده و وزن آنها را محاسبه کند. وزن محاسبه‌شده را وزن نسبی می‌گویند. این کار باید با استفاده از ماتریس‌هایی که به‌طور عددی اهمیت یا ارجحیت نسبی شاخص‌ها را با یکدیگر مقایسه کرده و هر گزینه تصمیم را با توجه به شاخص‌ها نسبت به سایر گزینه‌ها اندازه‌گیری می‌کنند، انجام شود. این ماتریس‌ها را ماتریس مقایسات زوجی می‌گویند که در جدول ۱ نشان داده شده است. در جدول‌های ۱ تا ۵ مقایسات زوجی مؤلفه‌های پژوهش بر اساس هر یک از شاخص‌ها مشاهده می‌شود. در این بخش فقط جدول ۱ ارائه شده است و جدول‌های ۱ تا ۴ ضمیمه آورده شده است.

جدول ۱. ماتریس مقایسات زوجی: شاخص پیچیدگی عملیات

پیچیدگی عملیات	سازمان	تدارکات	باشگاه	مؤسسه	رفاه
سازمان	۱	۵	۷	۶	۳
تدارکات	۰/۲	۱	۱/۴	۱/۲	۰/۶
باشگاه	۰/۱۴	۰/۷۱	۱	۰/۸۶	۰/۴۳
مؤسسه	۰/۱۷	۰/۸۳	۱/۱۷	۱	۰/۵۰
رفاه	۰/۳۳	۱/۶۷	۲/۳۴	۲	۱

در نهایت، باید اهمیت هر شاخص در ارتباط با شاخص‌های دیگر مشخص شود. ماتریس جدول ۲ این مقایسه را نشان می‌دهد.

جدول ۲. ماتریس مقایسات زوجی برای شاخص‌ها

شاخص	کیفیت کنترل‌های داخلی	پیچیدگی عملیات	آثار مالی	حجم عملیات	کارکنان
کیفیت کنترل‌های داخلی	۱/۰۰	۱/۵	۱/۷۵	۲	۲/۵
پیچیدگی عملیات	۰/۶۷	۱	۱/۱۷	۱/۳۴	۱/۶۷
آثار مالی	۰/۵۷	۰/۸۶	۱/۰۰	۱/۱۴	۱/۴۳
حجم عملیات	۰/۵۰	۰/۷۵	۰/۸۸	۱	۱/۲۵
کارکنان	۰/۴۰	۰/۶	۰/۷۰	۰/۸	۱/۰۰

اینک، باید محاسبات لازم برای تعیین اولویت هر یک از عناصر تصمیم با استفاده از اطلاعات ماتریس‌های مقایسات زوجی را انجام داد. برای این منظور، مطابق با دستورالعمل زیر پیش می‌رویم:

- مجموع اعداد هر ستون مقایسات زوجی را محاسبه کرده، سپس هر عنصر ستون را بر مجموع اعداد آن ستون تقسیم می‌کنیم. ماتریس جدیدی به دست می‌آید که ماتریس مقایسات نرمال شده نامیده می‌شود.
- میانگین اعداد هر سطر ماتریس مقایسات نرمال شده را به دست می‌آوریم. این میانگین وزن نسبی عناصر تصمیم متناظر با سطرهای ماتریس را نشان می‌دهد.

جدول ۳. تعیین وزن نسبی مؤلفه‌ها بر اساس شاخص پیچیدگی عملیات

پیچیدگی عملیات	سازمان	تدارکات	باشگاه	مؤسسه	رفاه	وزن نسبی
سازمان	۰/۵۴۳	۰/۵۴۲	۰/۵۴۲	۰/۵۴۲	۰/۵۴۲	۰/۵۴۱
تدارکات	۰/۱۰۸	۰/۱۰۸	۰/۱۰۸	۰/۱۰۸	۰/۱۰۸	۰/۱۱۲
باشگاه	۰/۰۷۷	۰/۰۷۷	۰/۰۷۷	۰/۰۷۷	۰/۰۷۷	۰/۰۸۱
مؤسسه	۰/۰۹۰	۰/۰۹۰	۰/۰۹۰	۰/۰۹۰	۰/۰۹۰	۰/۰۹۲
رفاه	۰/۱۸۱	۰/۱۸۰	۰/۱۸۰	۰/۱۸۰	۰/۱۸۰	۰/۱۸۱
جمع	۱	۱	۱	۱	۱	۱

بر اساس شاخص پیچیدگی عملیات، از بین مؤلفه‌های موجود سازمان، تولید اسکناس و مسکوک بیشترین وزن را دارد (جدول‌های ۵ تا ۹ در ضمیمه آورده شده است).

اینک، برای تعیین مهم‌ترین مؤلفه برای تخصیص زمان، باید ماتریس اولویت (وزن) شاخص‌ها برای هر مؤلفه در بردار وزن شاخص‌ها ضرب شود. این عمل در جدول ۴ انجام شد.

جدول ۴. اولویت‌بندی مؤلفه‌ها

سازمان	تدارکات	باشگاه	مؤسسه	رفاه
$(0/13 \times 0/18) + (0/16 \times 0/41) + (0/18 \times 0/35) + (0/21 \times 0/54) + (0/32 \times 0/25)$	$(0/13 \times 0/09) + (0/16 \times 0/14) + (0/18 \times 0/14) + (0/21 \times 0/11) + (0/32 \times 0/5)$	$(0/13 \times 0/06) + (0/16 \times 0/08) + (0/18 \times 0/09) + (0/21 \times 0/08) + (0/32 \times 0/08)$	$(0/13 \times 0/46) + (0/16 \times 0/09) + (0/18 \times 0/04) + (0/21 \times 0/09) + (0/32 \times 0/05)$	$(0/13 \times 0/20) + (0/16 \times 0/28) + (0/18 \times 0/38) + (0/21 \times 0/18) + (0/32 \times 0/12)$
۰/۳۴	۰/۲۴	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۲۲



### گام سوم. سازگاری در قضاوت‌ها

همان‌طور که در فصل سوم بیان شد، تقریباً تمامی محاسبات مربوط به AHP بر اساس قضاوت اولیه تصمیم‌گیرنده که در قالب ماتریس مقایسات زوجی ظاهر می‌شود، انجام می‌شود و هرگونه خطا و ناسازگاری در مقایسه و تعیین اهمیت بین گزینه‌ها و شاخص‌ها نتیجه نهایی حاصل از محاسبات را مخدوش می‌کند. برای این منظور، نسبت سازگاری (CR) وسیله‌ای است که سازگاری قضاوت‌ها را مشخص کرده و نشان می‌دهد که تا چه حد می‌توان به اولویت‌های حاصل از مقایسات اعتماد کرد. تجربه نشان داده است که اگر نسبت سازگاری کمتر از ۰/۱۰ باشد، سازگاری مقایسات قابل قبول است و در غیر این صورت، مقایسه‌ها باید دوباره انجام شود. گام‌های زیر برای محاسبه نسبت سازگاری به کار می‌رود. در این گام، قدم‌های پنج‌گانه برای محاسبه نسبت سازگاری انجام می‌شود. باید توجه داشت که هر پنج قدم برای پنج مؤلفه انجام خواهد شد.

ماتریس مقایسات زوجی را در بردار ستونی «وزن‌های نسبی» ضرب کنید. بردار جدیدی که به این طریق به دست می‌آید، بردار مجموعه وزنی WSV نامیده می‌شود. عناصر بردار مجموع وزنی را در بردار اولویت نسبی تقسیم کنید. بردار حاصل بردار سازگاری CR نامیده می‌شود. شاخص سازگاری به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$CR = \frac{\lambda_{Max} - n}{n - 1} \quad \text{رابطه (۱)}$$

نسبت سازگاری از تقسیم شاخص سازگاری بر شاخص تصادفی (RI) به دست می‌آید. شاخص تصادفی از جدول ۵ به دست می‌آید:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad \text{رابطه (۲)}$$

جدول ۵. مجموعه‌های شاخص تصادفی

۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	N
۱/۵۱	۱/۴۵	۱/۴۱	۱/۳۲	۱/۲۴	۱۲/۱	۰/۹	۰/۵۸	۰	۰	RI

اینک می‌بایست برای هر یک از شاخص‌ها متناسب با قدم‌های پنج‌گانه بیان‌شده، محاسبات لازم انجام شود. حائز اهمیت است که چون برای این پژوهش ۵ شاخص در نظر گرفته شده است،  $RI=1$  خواهد بود. این محاسبات در جدول ۶ و نیز جدول‌های ۱۰ تا ۱۳ ضمیمه آمده است.

جدول ۶. محاسبات نسبت سازگاری برای شاخص پیچیدگی عملیات

CR	شاخص	CI	لاندا	CV	WSV	وزن نسبی	مقیاسات زوجی				
							۱	۵	۷	۶	۳
۰/۰۰۲۶	۱/۱۲	۰/۰۰۳	۵/۰۱۲	۵	۲/۷۱	۰/۵۴۲۸۳	۳	۶	۷	۵	۱
				۴/۹۹	۰/۵۴	۰/۱۰۸۵۷	۰/۶	۱/۲	۱/۴	۱	۰/۲
				۵/۰۲	۰/۳۸۷	۰/۰۷۷۵۵	۰/۴۳	۰/۸۶	۱	۰/۷۱	۰/۱۴
				۵/۰۳	۰/۴۵۲	۰/۰۹۰۴۷	۰/۵	۱	۱/۱۷	۰/۸۳	۰/۱۷
				۵/۰۲	۰/۹۰۴	۰/۱۸۰۹۴	۱	۲	۲/۳۳	۱/۶۷	۰/۳۳

مشاهده می‌شود که در هیچ یک از شاخص‌ها نسبت سازگاری بیشتر از ۰/۱ به دست نیامده است؛ از این رو، با اطمینان معقولی می‌توان به اولویت‌های ناشی از مقایسات اعتماد کرد.

### تابع برنامه‌ریزی آرمانی

یکی از روش‌های تصمیم‌گیری با اهداف چندگانه، برنامه‌ریزی آرمانی است که اول بار چارنس در دهه ۱۹۶۰ میلادی ابداع کرد. مرحله نهایی در مدل ارائه شده تشکیل شده و حل یک مدل GP است.

معادله GP زیر با استفاده از بررسی شرایط حاکم بر فضای حسابرسی داخلی بانک مرکزی ارائه شده است.

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^n \alpha_i (\varepsilon_{1i} + \varepsilon_{2i}) \quad \text{رابطه ۳}$$

st:

$$R_i + \alpha_i T_i + \varepsilon_{1i} - \varepsilon_{2i} = g_i \quad (i = 1; \dots; n)$$

$$y_i T_{\text{Min}_i} \leq T_i \leq y_i T_{\text{Max}_i} \quad (i = 1; \dots; n)$$

$$\sum_{i=1}^n T_i \leq TH \quad (i = 1; \dots; n)$$

$$\sum_{i=1}^n y_i = K \quad (i = 1; \dots; n)$$

در ادامه، هر یک از متغیرهای استفاده‌شده در دو بخش تابع هدف و قیود تشریح شده است.

### تابع هدف

تابع هدف این پژوهش به صورت

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^n \alpha_i (\varepsilon_{1i} + \varepsilon_{2i}) \quad \text{رابطه ۴}$$

تعریف شده است. مشخص است که هدف، حداقل شدن سطح ریسک است که با Z نشان داده شده است. تابع هدف انتخاب‌شده، با حداقل کردن مجموع متغیرهای  $\varepsilon_1$  و  $\varepsilon_2$  این منظور را تأمین می‌کند.  $\varepsilon_2$  متغیرهای انحراف از آرمان هستند. متغیرهای انحراف از آرمان همیشه غیر منفی‌اند. سطح دستیابی به هدف ممکن است بیشتر یا کمتر از آرمان تعیین‌شده باشد. به منظور تفکیک این دو حالت از هم، میزان فزونی از آرمان را با  $\varepsilon_2$  نشان داده که از قیود کم می‌شوند و میزان دست نیافتن به آرمان را با  $\varepsilon_1$  نشان می‌دهند که اغلب به قیودهای هدف افزوده می‌شوند.  $\alpha_i$  نشان‌دهنده اولویت‌ها یا وزن‌های متفاوتی است که از حل مدل AHP به دست می‌آید.

### قیود

نوع اول قیود که در واقع مهم‌ترین قید است و باید به تعداد پروژه‌ها باشند، قیود مربوط به هدف تعیین‌شده است. شکل کلی این قیود به شکل زیر است:

$$R_i + a_i T_i + \varepsilon_{1i} - \varepsilon_{2i} = g_i \quad (i = 1; \dots; n) \quad \text{رابطه ۵}$$

که در آن  $R_i$  سطح ریسک پروژه  $i$  تعیین‌شده از AHP است،  $a_i$  بر فاکتور کاهنده ریسک برای پروژه  $i$  (مقدار منفی) دلالت دارد،  $T_i$  بر تعداد ساعات تخصیصی برای پروژه  $i$  دلالت می‌کند و  $g_i$  نیز بر سطح ریسک هدف دلالت می‌کند.

همچنین، نوع دومی از قیود به شکل  $y_i TMin_i \leq T_i \leq y_i TMax_i$  است. در این نوع قیود  $T_i$  ساعات تخصیص یافته و مجهول پژوهش است که می‌بایست بین ماکزیمم و مینیمم ساعاتی باشد که حسابرسی بانک مرکزی در اختیار دارد.  $TMin_i$  بر مینیمم ساعات برای تخصیص به پروژه  $i$  (در صورت انتخاب) دلالت دارد،  $TMax_i$  بر ماکزیمم ساعات برای تخصیص به پروژه  $i$  (در صورت انتخاب) دلالت دارد و  $y_i$  یک متغیر تصمیم‌باینری (دوتایی) است که برای تصمیم‌گیری در خصوص انتخاب پروژه  $i$  استفاده شده است.

نوع سوم قیود برای تضمین اینکه تمامی ساعات موجود تخصیص داده شوند، به صورت زیر فرمول بندی شده است:

$$\sum_{i=1}^n T_i \leq TH \quad \text{رابطه ۶}$$

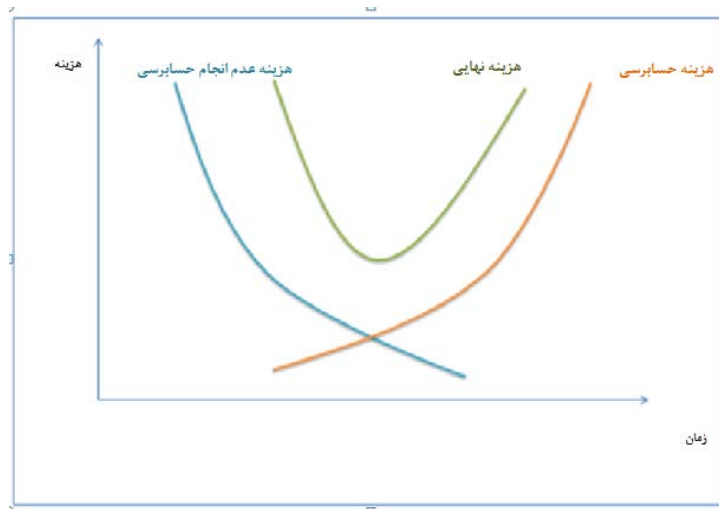
TH بر تعداد ساعات کلی موجود برای تخصیص دلالت دارد.

همچنین، مدیریت می‌بایست تصمیم بگیرد که تعداد پروژه‌ها را به  $k$  محدود کند که  $k \leq n$ ، پس قید  $\sum_{i=1}^n y_i = K$  می‌بایست به مدل اضافه شود. در نهایت، برای تمامی آنها به قیدهای غیرمنفی  $\varepsilon_{2i} \varepsilon_{1i}$  نیاز است.

نکته‌ای که باید به آن توجه شود این است که مسئله این پژوهش دارای طبیعتی است که ریسک اولیه هر پروژه تحت بررسی همیشه بزرگ‌تر از ریسک هدف است، زیرا در غیر این صورت، پروژه بخشی از ورودی را برای مدل تشکیل نخواهد داد. بنابراین، تنها متغیرانحراف نمایانگر دستیابی کمتر از مقدار آرمان است که هنگام تلاش برای نزدیک‌تر کردن ریسک پروژه موجود به ریسک هدف آن، نقش مهمی را بازی می‌کند. بنابراین هدف، مینیمم کردن  $Min Z = \sum_{i=1}^n \alpha_i \varepsilon_{1i}$  است که  $\varepsilon_{1i}$  بر دستیابی کمتر از هدف برای ریسک پروژه  $i$  دلالت می‌کند. اینک می‌بایست مقدار ضریب کاهنده ریسک  $(\alpha_i)$  ریسک و مقدار ریسک هدف  $(g_i)$  را محاسبه کنیم.

قبل از محاسبه مقدار ضریب کاهنده ریسک  $\alpha_i$  لازم است تئوری حاکم بر رابطه ریسک و زمان یک بار دیگر بیان شود. همان‌طور که در فصول قبل گفته شد، یکی از منابع محدود واحد حسابرسی داخلی زمان است که یکی از دو مؤلفه پژوهش حاضر است. مؤلفه دوم استفاده شده ریسک است. طبیعی است که هرچه زمان صرف شده برای یک پروژه حسابرسی بیشتر باشد، هزینه تعلق گرفته به آن پروژه نیز بیشتر خواهد شد.

از طرفی، هیچ فعالیت حسابرسی نیز بدون صرف زمان کافی و منطقی به نتیجه مطلوب نخواهد رسید، بنابراین بسیار مهم است که مدیریت بتواند با استفاده از تجربه و نتایج حسابرسی‌های قبلی و سایر موارد مهم و تأثیرگذار زمان مناسب و بهینه به منظور تخصیص به پروژه را استخراج کند. در نمودار شکل ۳ رابطه هزینه و زمان نمایش داده شده است.



شکل ۳. رابطه زمان و هزینه حسابرسی

از طرف دیگر، بدیهی است که در صورت ارزیابی ریسک تک‌تک پروژه‌هایی که می‌بایست در زمان مشخص حسابرسی شوند، صرف زمان بیشتر برای پروژه‌های با ریسک بالاتر در مجموع ریسک کل را کاهش داده و در صورت تخصیص بهینه آن، حداقل خواهد شد. علت رسیدن به این برداشت کاملاً ساده است، زیرا در صورت صرف زمان بیشتر زوایای پروژه حسابرسی شده روشن‌تر خواهد شد. از این رو، احتمال شناسایی خطرهای بالقوه‌ای که ممکن است پروژه را از اهداف از پیش تعیین منحرف کنند، بیشتر می‌شود و این یعنی اینکه زمان و ریسک، رابطه معکوس دارند. البته این موضوع کاملاً روشن است که ریسک هیچ پروژه‌ای و با وجود تخصیص صددرصد بهینه منابع نیز به سطح صفر نخواهد رسید. این رابطه در شکل ۳ نمایش داده شده است که در آن محور عمودی ریسک پروژه  $i$  و در محور افقی زمان تخصیص یافته برای انجام حسابرسی پروژه  $i$  قرار دارد.

اکنون فرض کنید  $r_1 = 0/35$  باشد و با این پیش فرض که واحد حسابرسی داخلی، بر اساس تجربه و حسابرسی‌های قبلی قادر است ارزیابی‌های به نسبت دقیقی از میزان کاهش سطح ریسک یک پروژه حسابرسی بعد از حسابرسی را ارائه کند. برای مثال، فرض کنید تجربه ممکن است به آنها بگوید که یک حسابرسی کامل از پروژه  $i$ ، سطح ریسک را به اندازه ۸۰ درصد کاهش می‌دهد. این بدان معنا است که با تخصیص ۲۵۰ ساعت به پروژه  $i$  سطح ریسک تا ۰/۰۷ کاهش خواهد یافت. از این رو، می‌توان نوشت:

$$T_i = 0.35 - 0.00112h \quad \text{رابطه ۷}$$

که در آن  $0.00112$  شیب خط به جهت نزولی بودن منفی است. بر همین اساس و با استفاده از اطلاعات مندرج در جدول ۷ که واحد حسابرسی داخلی بانک مرکزی ارائه کرده، مقدار ضریب کاهنده ریسک ( $\alpha_i$ ) برای پروژه‌های مختلف محاسبه شده است.

جدول ۷. محاسبه ضریب کاهنده ریسک

مؤلفه‌ها	ریسک ماکزیمم	میزان کاهش ریسک %	ریسک مینییم	ساعت ماکزیمم	ضریب کاهنده ریسک
سازمان	۰/۸	۰/۵	۰/۴	۳۶۰	۰/۰۰۱۱۱
تدارکات	۰/۷	۰/۶	۰/۴۲	۲۴۰	۰/۰۰۱۷۵
رفاه	۰/۶۵	۰/۶	۰/۳۹	۲۰۰	۰/۰۰۱۹۵
مؤسسه	۰/۳۵	۰/۸	۰/۲۸	۱۰۰	۰/۰۰۲۸۰
باشگاه	۰/۴	۰/۷	۰/۲۸	۱۲۰	۰/۰۰۲۳۳

اینک می‌توان مقدار ریسک هدف را نیز محاسبه کرد. این کار در جدول ۸ انجام شده است.

جدول ۸. محاسبه ریسک هدف

مؤلفه‌ها	ضریب کاهنده ریسک	میزان کاهش ریسک %	ریسک هدف
سازمان	۰/۰۰۱۱	۰/۵	۰/۰۰۰۵۵
تدارکات	۰/۰۰۱۷	۰/۶	۰/۰۰۱۰۵
رفاه	۰/۰۰۱۹	۰/۶	۰/۰۰۱۱۷
مؤسسه	۰/۰۰۲۸	۰/۸	۰/۰۰۲۲۴
باشگاه	۰/۰۰۲۳	۰/۷	۰/۰۰۱۶۳

$$\text{Minimise}(0.34\varepsilon_{11} + 0.24\varepsilon_{12} + 0.22\varepsilon_{13} + 0.12\varepsilon_{14} + 0.08\varepsilon_{15}) \quad \text{رابطه ۸}$$

st:

$$0.34 - 0.0011T_1 - \varepsilon_{11} + \varepsilon_{21} = 0.0005$$

$$0.24 - 0.0017T_2 - \varepsilon_{12} + \varepsilon_{22} = 0.0010$$

$$0.22 - 0.0019T_3 - \varepsilon_{13} + \varepsilon_{23} = 0.0011$$

$$0.12 - 0.0028T_4 - \varepsilon_{14} + \varepsilon_{24} = 0.0022$$

$$0.08 - 0.0023T_5 - \varepsilon_{15} + \varepsilon_{25} = 0.0016$$

$$T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 \leq TH \quad \text{رابطه ۹}$$

$$150y_1 \leq T_1 \leq 360y_1$$

$$120y_2 \leq T_2 \leq 240y_2$$

$$80y_3 \leq T_3 \leq 200y_3$$

$$40y_4 \leq T_4 \leq 120y_4$$

$$20y_5 \leq T_5 \leq 100y_5$$

$$\varepsilon_{1i}; \varepsilon_{2i} \geq 0 \text{ and}$$

$$y_i \in \{0; 1\}$$

اینک باید مدل برنامه‌ریزی آرمانی بالا را حل کرد. برای این کار ابتدا با استفاده از وزن‌های به‌دست‌آمده برای هر یک از عوامل ریسک حداکثر و حداقل ساعت قابل تخصیص را برای هر یک از مؤلفه‌ها مشخص می‌کنیم. این کار در جدول‌های ۹ و ۱۰ انجام شده است.

جدول ۹. محاسبه حداکثر ساعت قابل تخصیص

مؤلفه	پیچیدگی عملیات		کیفیت کنترل‌های داخلی		آثار مالی		حجم عملیات		کارکنان	
	وزن نسبی	حداکثر ساعت قابل تخصیص	وزن نسبی	حداکثر ساعت قابل تخصیص	وزن نسبی	حداکثر ساعت قابل تخصیص	وزن نسبی	حداکثر ساعت قابل تخصیص	وزن نسبی	حداکثر ساعت قابل تخصیص
سازمان	۰/۵۴	۵۵۴	۰/۲۵	۲۵۳	۰/۳۵	۳۵۳	۰/۴۱	۴۲۱	۰/۱۸	۱۸۷
رفاه	۰/۱۱	۱۱۱	۰/۵۰	۵۰۶	۰/۱۴	۱۴۱	۰/۱۴	۱۴۰	۰/۰۹	۹۴
باشگاه	۰/۰۸	۷۹	۰/۰۸	۸۴	۰/۰۹	۸۸	۰/۰۸	۸۴	۰/۰۶	۶۲
مؤسسه	۰/۰۹	۹۲	۰/۰۵	۵۱	۰/۰۴	۴۴	۰/۰۹	۹۴	۰/۴۶	۴۶۸
تدارکات	۰/۱۸	۱۸۵	۰/۱۲	۱۲۶	۰/۳۸	۳۹۳	۰/۲۸	۲۸۱	۰/۲۰	۲۰۸
جمع	۱	۱,۰۲۰	۱	۱,۰۲۰	۱	۱,۰۲۰	۱	۱,۰۲۰	۱	۱,۰۲۰

جدول ۱۰. محاسبه حداقل ساعت قابل تخصیص

مؤلفه‌ها	پیچیدگی عملیات		کیفیت کنترل‌های داخلی		آثار مالی		حجم عملیات		کارکنان	
	وزن نسبی	حداقل ساعت قابل تخصیص	وزن نسبی	حداقل ساعت قابل تخصیص	وزن نسبی	حداقل ساعت قابل تخصیص	وزن نسبی	حداقل ساعت قابل تخصیص		
سازمان	۰/۵۴	۲۲۳	۰/۲۵	۱۰۲	۰/۳۵	۱۴۲	۰/۴۱	۱۶۹	۰/۱۸	۷۵
رفاه	۰/۱۱	۴۵	۰/۵۰	۲۰۳	۰/۱۴	۵۷	۰/۱۴	۵۶	۰/۰۹	۳۸
باشگاه	۰/۰۸	۳۲	۰/۰۸	۳۴	۰/۰۹	۳۵	۰/۰۸	۳۴	۰/۰۶	۲۵
مؤسسه	۰/۰۹	۳۷	۰/۰۵	۲۰	۰/۰۴	۱۸	۰/۰۹	۳۸	۰/۴۶	۱۸۸
تدارکات	۰/۱۸	۷۴	۰/۱۲	۵۱	۰/۳۸	۱۵۸	۰/۲۸	۱۱۳	۰/۲۰	۸۴
جمع	۱	۴۱۰	۱	۴۱۰	۱	۴۱۰	۱	۴۱۰	۱	۴۱۰

جدول ۱۱. تخصیص بهینه ساعات

مؤلفه‌ها	حداکثر ساعات	حداقل ساعات	تخصیص یافته ( $T_i$ ) ساعات بهینه	ریسک ( $\alpha_i$ ) ضریب کاهشدهنده	$\alpha_i \times T_i$	وزن نسبی	ریسک هدف	$\epsilon_{1i}$
سازمان	۳۵۴	۱۴۲	۲۴۸	۰/۰۰۱۱	۰/۲۷۵۵	۰/۳۴	۰/۰۰۰۵	۰/۰۶۴۰
رفاه	۱۹۸	۸۰	۱۳۹	۰/۰۰۱۹	۰/۲۷۱۱	۰/۲۲	۰/۰۰۱۱	۰/۰۵۲۲
باشگاه	۸۰	۳۲	۵۶	۰/۰۰۲۳	۰/۱۳۰۳	۰/۰۸	۰/۰۰۱۶	۰/۰۵۱۹
مؤسسه	۱۵۰	۶۰	۱۰۵	۰/۰۰۲۸	۰/۲۹۴۰	۰/۱۲	۰/۰۰۲۲	۰/۱۷۶۲
تدارکات	۲۳۹	۹۶	۱۶۷	۰/۰۰۱۷	۰/۲۹۲۷	۰/۲۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۵۲۷
جمع	۱,۰۲۰	۴۱۰	۷۱۵			۱		



## نتیجه‌گیری

یکی از نتایج مهم این پژوهش، استفاده از مزایای مدل AHP است. اگر بخواهیم این مزایا را به‌طور کلی مطرح کنیم، می‌توان گفت استفاده از تجربه‌های واحد حسابرسی داخلی بانک مرکزی از یک طرف و منطق کلی حاکم بر حرفه حسابرسی از طرف دیگر، باعث شده اطلاعات ارائه‌شده تا سطح معقولی از قابلیت اعتماد برسند. این موضوع با استفاده از نرخ سازگاری محقق می‌شود.

یکی از قدرتهای مدل‌ها، توانایی آنها برای تولید تحلیل‌های "what-if" است. برای مثال، مدیریت حسابرسی داخلی می‌تواند هنگام افزایش ساعات موجود حسابرسی از ۴۲۵ به ۴۵۰ تأثیر آن را فوراً مشاهده کند (ساعات موجود حسابرسی ممکن است برای مثال به‌وسیله تقلیل زمان تمرین افزایش بیابد). مثال دیگر زمانی است که مدیریت می‌خواهد ساعاتی را روی تمامی پروژه صرف کند و مینیمم تعداد ساعات مورد نیاز برای حاصل شدن این را دنبال کند. از نتایج به‌دست‌آمده به‌سادگی مشاهده می‌شود، زمانی که وزن‌های به‌دست‌آمده از مدل AHP استفاده شدند، رسیدن به سطح بهینه ساعات کار جدید میسر است.

برای شرح ویژگی دیگری از مدل، موردی را در نظر بگیرید که مدیریت تصمیم گرفته است به‌جای همه پروژه‌های حسابرسی، فقط روی چند تا از آنها متمرکز شود. به‌وسیله افزودن قید  $\sum_{i=1}^n y_i = k$  که  $k$  تعداد مورد نیاز پروژه‌های حسابرسی است و  $1 \leq k < n$ ، مدل پیشنهاد می‌کند که کدام پروژه‌های  $k$  از تعداد کلی  $n$  پروژه می‌بایست حسابرسی شوند تا سطوح ریسک مینیمم شوند. این موقعیت اغلب زمانی رخ می‌دهد که پروژه‌های حسابرسی بسیاری وجود دارند و ساعات موجود کافی برای پوشش دادن همه آنها وجود ندارد.

در مثال کاربردی، تعداد ماکزیمم ساعات مجاز برای هر پروژه بسیار کمتر از آن بود که به سطوح ریسک هدف برسد. این بدان معناست که قدرت دیگری از مدل شرح داده نشده است. موردی را در نظر بگیرید که یکی از ماکزیمم ساعات مجاز پروژه بیشتر از آن چیزی است که برای کاهش سطح ریسک آن به سطح ریسک هدف ضروری است. پس ممکن است مدل، آن ساعات اضافی را به پروژه‌های دیگر اختصاص دهد تا تلاش کند تا حد ممکن به اهداف نزدیک شود.

می‌بایست متذکر شد که مدل زمانی عملی خواهد بود که ساعات کلی موجود (TH) بزرگ‌تر از جمع تمامی ماکزیمم ساعات مجاز هر پروژه حسابرسی باشد یا زمانی که TH کوچک‌تر از کمترین ساعات مجاز برای هر پروژه باشد.

یک جنبه منفی روش‌های به‌کارگرفته در این پژوهش، زمان به‌نسبت زیادی است که اجرای سنجش‌های جفتی می‌برد. این می‌تواند بسته به تعداد معیارها و پروژه‌های حسابرسی، خسته‌کننده باشد. سایر روش‌های مستقیم رتبه‌بندی، برای مثال روش‌های موقعیت‌یابی مستقیم در یک مقیاس، ممکن است برای اجرا زمان کمتر صرف کنند. به هر حال، استفاده از عبارت‌های شهودی در AHP که در آن تصمیم‌گیرنده‌ها می‌توانند توصیفات شفاهی از اهمیت/ریسک نسبی ارائه دهند، منطقی‌تر است.

به‌طور کلی مدل پیشنهادشده یک ابزار تصمیم‌گیری است که بررسی معیارهای چندگانه را میسر می‌کند و پتانسیل بالایی را برای تخصیص ساعات حسابرسی به پروژه‌های حسابرسی ارائه می‌دهد، در حالی که سطوح ریسک را مینیمم می‌کند و به‌صورت هم‌زمان سودمندی فراهم‌شده به‌وسیله واحد حسابرسی داخلی را ماکزیمم می‌کند.

### ضمیمه

جدول ۱. ماتریس مقایسات زوجی بر اساس شاخص کیفیت کنترل‌های داخلی

رفاه	مؤسسه	باشگاه	تدارکات	سازمان	کیفیت کنترل‌های داخلی
۲	۵	۳	۰/۵	۱	سازمان
۴	۱۰	۶	۱	۲	تدارکات
۰/۶۷	۱/۶۶	۱	۰/۱۶۷	۰/۳۳	باشگاه
۰/۴۰	۱	۰/۶	۰/۱	۰/۲۰	مؤسسه
۱	۲/۵	۱/۵	۰/۲۵	۰/۵۰	رفاه

جدول ۲. ماتریس مقایسات زوجی بر اساس شاخص کارکنان

رفاه	مؤسسه	باشگاه	تدارکات	سازمان	کارکنان
۰/۹	۰/۴	۳	۲	۱	سازمان
۰/۴۵	۰/۲	۱/۵	۱	۰/۵	تدارکات
۰/۳۰	۰/۱۳۳۳۳	۱	۰/۶۶۷	۰/۳۳	باشگاه
۲/۲۵	۱	۷/۵	۵	۲/۵۰	مؤسسه
۱	۰/۴۴	۳/۳۳	۲/۲۲	۱/۱۱	رفاه

جدول ۳. ماتریس مقایسات زوجی بر اساس شاخص حجم عملیات

حجم عملیات	سازمان	تدارکات	باشگاه	مؤسسه	رفاه
سازمان	۱	۳	۵	۴/۵	۱/۵
تدارکات	۰/۳۳۳۳	۱	۱/۶۶۷	۱/۵	۰/۵
باشگاه	۰/۲۰	۰/۶	۱	۰/۹	۰/۳۰
مؤسسه	۰/۲۲	۰/۶۶۷	۱/۱۱۱	۱	۰/۳۳
رفاه	۰/۶۷	۲	۳/۳۳۳	۳	۱

جدول ۴. ماتریس مقایسات زوجی بر اساس شاخص آثار مالی

آثار مالی	سازمان	تدارکات	باشگاه	مؤسسه	رفاه
سازمان	۱	۲/۵	۴	۸	۰/۹
تدارکات	۰/۴	۱	۱/۶	۳/۲	۰/۳۶
باشگاه	۰/۲۵	۰/۶۲۵	۱	۲	۰/۲۳
مؤسسه	۰/۱۳	۰/۳۱۳	۰/۵	۱	۰/۱۱
رفاه	۱/۱۱	۲/۷۷۸	۴/۴۴۴	۸/۸۸۸۹	۱

جدول ۵. تعیین وزن نسبی مولفه‌ها بر اساس شاخص کیفیت کنترل‌های داخلی

کیفیت کنترل‌های داخلی	سازمان	تدارکات	باشگاه	مؤسسه	رفاه	وزن نسبی
سازمان	۰/۲۴۸	۰/۲۴۷	۰/۲۴۷	۰/۲۴۷	۰/۲۴۷	۰/۲۵
تدارکات	۰/۴۹۶	۰/۴۹۵	۰/۴۹۵	۰/۴۹۵	۰/۴۹۵	۰/۵۰
باشگاه	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۰۸
مؤسسه	۰/۰۴۹۶۳	۰/۰۴۹۵	۰/۰۴۹۵۹	۰/۰۴۹۵۹	۰/۰۴۹۵۷	۰/۰۵
رفاه	۰/۱۲۴۰۷	۰/۱۲۳۷۶	۰/۱۲۳۹۷	۰/۱۲۳۹۷	۰/۱۲۳۹۲	۰/۱۲

جدول ۶. تعیین وزن نسبی مولفه‌ها بر اساس شاخص آثار مالی

آثار مالی	سازمان	تدارکات	باشگاه	مؤسسه	رفاه	وزن نسبی
سازمان	۰/۳۴۶۰۲	۰/۳۴۶۲۶	۰/۳۴۶۶۲	۰/۳۴۶۴۹	۰/۳۴۶۱۵	۰/۳۵
تدارکات	۰/۱۳۸۴۱	۰/۱۳۸۵	۰/۱۳۸۶۵	۰/۱۳۸۵۹	۰/۱۳۸۴۶	۰/۱۴
باشگاه	۰/۰۸۶۵۱	۰/۰۸۶۵۷	۰/۰۸۶۶۶	۰/۰۸۶۶۲	۰/۰۸۶۵۴	۰/۰۹
مؤسسه	۰/۰۴۳۲۵	۰/۰۴۳۲۸	۰/۰۴۳۳۳	۰/۰۴۳۳۱	۰/۰۴۳۲۷	۰/۰۴
رفاه	۰/۳۸۴۴۷	۰/۳۸۴۷۳	۰/۳۸۵۱۳	۰/۳۸۴۹۹	۰/۳۸۴۶۲	۰/۳۸

جدول ۷. تعیین وزن نسبی مؤلفه‌ها بر اساس شاخص حجم عملیات

حجم عملیات	سازمان	تدارکات	باشگاه	مؤسسه	رفاه	وزن نسبی
سازمان	۰/۴۱۳۲۲	۰/۴۱۲۶۵	۰/۴۱۲۸۸	۰/۴۱۲۸۴	۰/۴۱۳۲۲	۰/۴۱
تدارکات	۰/۱۳۷۷۴	۰/۱۳۷۵۵	۰/۱۳۷۶۳	۰/۱۳۷۶۱	۰/۱۳۷۷۴	۰/۱۴
باشگاه	۰/۰۸۲۶۴	۰/۰۸۲۵۳	۰/۰۸۲۵۸	۰/۰۸۲۵۷	۰/۰۸۲۶۴	۰/۰۸
مؤسسه	۰/۰۹۱۸۳	۰/۰۹۱۷	۰/۰۹۱۷۵	۰/۰۹۱۷۴	۰/۰۹۱۸۳	۰/۰۹
رفاه	۰/۲۷۵۴۸	۰/۲۷۵۱	۰/۲۷۵۲۵	۰/۲۷۵۲۳	۰/۲۷۵۴۸	۰/۲۸

جدول ۸. تعیین وزن نسبی مؤلفه‌ها بر اساس شاخص کارکنان

کارکنان	سازمان	تدارکات	باشگاه	مؤسسه	رفاه	وزن نسبی
سازمان	۰/۱۸۳۸۲	۰/۱۸۳۶۵	۰/۱۸۳۷۱	۰/۱۸۳۶۷	۰/۱۸۳۶۷	۰/۱۸
تدارکات	۰/۰۹۱۹۱	۰/۰۹۱۸۳	۰/۰۹۱۸۶	۰/۰۹۱۸۴	۰/۰۹۱۸۴	۰/۰۹
باشگاه	۰/۰۶۱۲۷	۰/۰۶۱۲۲	۰/۰۶۱۲۴	۰/۰۶۱۲۲	۰/۰۶۱۲۲	۰/۰۶
مؤسسه	۰/۴۵۹۵۶	۰/۴۵۹۱۴	۰/۴۵۹۲۸	۰/۴۵۹۱۸	۰/۴۵۹۱۸	۰/۴۶
رفاه	۰/۲۰۴۲۵	۰/۲۰۴۰۶	۰/۲۰۴۱۲	۰/۲۰۴۰۸	۰/۲۰۴۰۸	۰/۲۰

جدول ۹. تعیین وزن نسبی شاخص‌ها

شاخص	کیفیت کنترل‌های داخلی	پیچیدگی عملیات	آثار مالی	حجم عملیات	کارکنان	وزن نسبی
کیفیت کنترل‌های داخلی	۰/۳۱۸۵	۰/۳۱۸۷	۰/۳۱۸۸	۰/۳۱۸۷	۰/۳۱۸۵	۰/۳۲
پیچیدگی عملیات	۰/۲۱۲۳	۰/۲۱۲۴	۰/۲۱۲۵	۰/۲۱۲۴	۰/۲۱۲۳	۰/۲۱
آثار مالی	۰/۱۸۲۰	۰/۱۸۲۱	۰/۱۸۲۱	۰/۱۸۲۱	۰/۱۸۲۰	۰/۱۸
حجم عملیات	۰/۱۵۹۲	۰/۱۵۹۳	۰/۱۵۹۴	۰/۱۵۹۳	۰/۱۵۹۲	۰/۱۶
کارکنان	۰/۱۲۷۴	۰/۱۲۷۵	۰/۱۲۷۵	۰/۱۲۷۵	۰/۱۲۷۴	۰/۱۳

جدول ۱۰. محاسبات نسبت سازگاری برای شاخص کیفیت کنترل‌های داخلی

CR	شاخص	CI	لاندا	مقایسات زوجی							
				CV	WSV	وزن نسبی					
۰/۰۱	۱/۱۲	۰/۰۱	۵/۰۳	۵/۰۹	۱/۲۳۹	۰/۲۴۷۸۷	۲	۵	۳	۰/۵	۱
				۵/۰۴	۲/۴۷۸	۰/۴۹۵۷۵	۴	۱۰	۶	۱	۰/۲
				۴/۹۵	۰/۴۱۳	۰/۰۸۲۶۲	۰/۶۷	۱/۶۷	۱	۰/۱۷	۰/۳۳
				۵/۳	۰/۲۴۷	۰/۰۴۹۵۷	۰/۴۰	۱	۰/۶	۰/۱	۰/۲۰
				۵/۰۶	۰/۶۱۹۶	۰/۱۲۳۹۴	۱	۲/۵	۱/۵	۰/۲۵	۰/۵۰

جدول ۱۱. محاسبات نسبت سازگاری برای شاخص آثار مالی

CR	شاخص	CI	لاندا	CV	WSV	وزن نسبی	مقایسات زوجی				
							۱	۲/۵	۴	۸	۰/۹
۰/۰۱	۱/۱۲	۰/۰۱	۵/۰۳	۵/۰۴	۱/۷۳۱۵	۰/۳۴۶۳۱	۰/۹	۸	۴	۲/۵	۱
				۵/۰۹	۰/۶۹۲۶	۰/۱۳۸۵۲	۰/۳۶	۳/۲	۱/۶	۱	۰/۴
				۴/۹۹	۰/۷۷۹۱	۰/۰۸۶۵۸	۰/۲۳	۲	۱	۰/۳	۰/۲۵
				۵/۰۱	۰/۹۰۹۰	۰/۰۴۳۳۹	۰/۱۱	۱	۰/۵	۰/۳۱	۰/۱۳
				۵/۰۳	۱/۹۲۳۹	۰/۳۸۷۴	۱	۸/۸۹	۴/۴۴	۲/۷۸	۱/۱۱

جدول ۱۲. محاسبات نسبت سازگاری برای شاخص حجم عملیات

CR	شاخص	CI	لاندا	CV	WSV	وزن نسبی	مقایسات زوجی				
							۱	۳	۵	۴/۵	۱/۵
۰/۰۱	۱/۱۲	۰/۰۱	۵/۰۳	۵/۰۳	۲/۰۶۴۸۲	۰/۴۱۳۹۷	۱/۵	۴/۵	۵	۳	۱
				۵/۰۲	۰/۶۸۸۲	۰/۱۳۷۶۶	۰/۵	۱/۵	۱/۶۷	۱	۰/۳۳
				۵/۰۵	۰/۲۵۴۶۰۰	۰/۰۸۲۵۹	۰/۳۰	۰/۹	۱	۰/۶	۰/۲۰
				۵/۰۴	۰/۴۵۸۸۵	۰/۰۹۱۷۷	۰/۳۳	۱	۱/۱۱	۰/۶۷	۰/۲۲
				۴/۹۹	۱/۳۷۶۵	۰/۲۷۵۳۱	۱	۳	۳/۳۳	۲	۰/۶۷

جدول ۱۳. محاسبات نسبت سازگاری برای شاخص کارکنان

CR	شاخص	CI	لاندا	CV	WSV	وزن نسبی	مقایسات زوجی				
							۱	۲	۳	۰/۴۰	۰/۹۰
۰/۰۰۴۹	۱/۱۲	۰/۰۱	۵/۰۲	۵/۰۳	۰/۹۱۸۵	۰/۱۸۳۷۱	۰/۹۰	۰/۴۰	۳	۲	۱
				۵	۰/۴۵۹۲۶	۰/۰۹۱۸۵	۰/۴۵	۰/۲	۱/۵	۱	۰/۵
				۵/۰۱	۰/۳۰۶۱۷۸	۰/۰۶۱۳۴	۰/۳۰	۰/۱۳	۱	۰/۶۷	۰/۳۳
				۵/۰۴	۲/۲۹۶۳	۰/۴۵۹۲۷	۲/۲۵	۱	۷/۵	۵	۲/۵
				۵/۰۳	۱/۰۲۰۵	۰/۲۰۴۱۲	۱	۰/۴۴	۳/۳۳	۲/۲۲	۱/۱۱

منابع و مأخذ

الف. فارسی

سلیمانی، علی (۱۳۹۷). بررسی نقش طلا در ذخایر ارزی بانک مرکزی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مؤسسه عالی بانکداری ایران.

- موحد، مریم (۱۳۹۸). *بررسی وضعیت بازار جهانی طلا و عوامل تأثیرگذار بر این بازار*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد. واحد تهران شمال.
- منافی، زهرا (۱۳۹۰). *بررسی پدیده بازگشت به میانگین در دارایی‌های پولی*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران.
- کاظمی، مجتبی (۱۳۹۹). *پیش‌بینی مصرف‌کننده در ایران تلفیق الگوی سیستم دینامیکی و اقتصادسنجی*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد واحد تهران مرکز.
- حسینی، امیر (۱۳۹۸). *بررسی اثر جایگزینی بازارهای ارز و طلا بر بازار سهام*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده اقتصاد دانشگاه اهواز.

#### ب. انگلیسی

- AlGriz, S. G. (2016). Understanding U.S. biodiesel industry growth using system dynamics. *In IEEE Systems and Information Engineering Design Symposium*, Charlottesville, VA, pp. 156-161, 2016.
- Ganloup, J. W. (2011). *Beginner exercises*. MIT System Dynamics in Education Project, MIT, Cambridge, MA, Technical Report.
- Gupta, R. (2008). *Oil industry profit review 2005*. CRS, Washington DC, Order Code RL33373.
- Paton, E. F. (2018). Qualitative vs quantitative modelling: The evolving balance *Journal of the Operational Research Society*, 50(4), 422-428.
- Routh, T. (2009). *Forecasting system of gold bar price (in Thai)*. Bachelor Thesis, Department of Computer Science, HCU, BKK.
- Souyer, S. (2011). *Building a system dynamics model part 1: Conceptualization*. MIT System Dynamics in Education Project, MIT, Cambridge, MA, Technical Report.
- Stern, J.H. (2013). *Oil, the economy, and the stock market* [online]. Available <http://ssrn.com/abstract=1136524>
- Zaynfous, P. (2017). Oil price using system dynamics. *in Proceedings of the 2nd International Conference on Business and Economics*, Lhasa, Tibet.