

Research Paper

Developing a Model for Uncertainty Identification and Flexibility Enhancement in Capital Budgeting Decisions Based on Real Option Approach

Case Study: A Photovoltaic Plant in the South of Isfahan

Mohammad Mashhadizadeh¹, Mohsen Dastgir², Soheil Salahshour³

Abstract

Given the governing uncertainty on the financial conditions of investment projects, their economic appraisal requires a new insight like real option theory. This in turn can cover deficiencies of traditional methods of capital budgeting such as stationary and not considering uncertainty factors. Based on the mentioned theory, a model was proposed in the present study to identify and rank environmental uncertainties and effective managerial flexibilities or options on investment decisions in a photovoltaic plant in the south of Isfahan. In so doing, in a field study, uncertainty factors of this plant were identified through confirmatory factor analysis. The sample consisted of 36 experts. Then, impact factor of each factor on advantages and expenses of the above plant was evaluated using the fuzzy hierarchical analysis. In the next step, the effect of these options on the project value was tested by means of linear regression method. The research instruments were two researcher self-made questionnaires. Validity and reliability of each questionnaire were confirmed through Lawshe's content validity index and Cronbach's alpha coefficient. The results indicated the effect of uncertainty factors on investment environment of the plant. There was a significant relationship between the use of real option and flexibilities when the effect of investment in this plant increased. Meanwhile, the experts positively evaluated the effect of expansion, wait and abandonment options to increase the flexibility of investment decisions in this plant.

Keywords: Capital Budgeting, Real Option, Uncertainty, Fuzzy Logic.

JEL: G31, G11, C02

-
- 1 .Department of Management, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran, Email:moh.msh49@gmail.com
 - 2 .Department of Accounting, Isfahan (Khorasgan) Branch ,Islamic Azad University, Isfahan, Iran,(Corresponding Author), Email:dastmw@yahoo.com
 - 3 .Department of Mathematics, Mobarakeh Branch Islamic Azad University, Mobarakeh, Iran, Email:soheilsalahshour@mau.ac.ir

ht tps: //j fm al zahra. ac. i r/

مقاله پژوهشی

الگوی برای شناسایی عدم اطمینان و افزایش انعطاف در تصمیمات بودجه‌بندی سرمایه‌ای با رویکرد اختیار سرمایه‌گذاری (مطالعه موردی: نیروگاه برق فتوولتائیک جنوب اصفهان)^۱

محمد مهدی زاده^۲، محسن دستگیر^۳، سهیل سلحشور^۴

چکیده

ارزیابی اقتصادی پروژه‌های سرمایه‌گذاری با توجه به عدم اطمینان حاکم بر شرایط مالی آن‌ها نیازمند تفکر جدیدی تحت عنوان نظریه اختیار سرمایه‌گذاری است تا نقایص روش‌های سنتی بودجه‌بندی سرمایه‌ای، از جمله ایستادگی و در نظر نگرفتن عدم اطمینان را پوشش دهد. بر اساس نظریه مذکور، در این پژوهش الگوی جهت شناسایی و رتبه‌بندی عدم اطمینان‌های محیطی و انعطاف‌ها یا اختیارات مدیریتی مؤثر بر تصمیمات سرمایه‌گذاری، در یک نیروگاه برق فتوولتائیک در اصفهان، ارائه گردید. برای این منظور ابتدا به روش پیمایشی عوامل عدم اطمینان این نیروگاه از دیدگاه یک نمونه ۳۶ نفره از خبرگان، به روش تحلیل عاملی اکتشافی شناسایی و ضریب اهمیت هر یک بر منافع و مخارج نیروگاه با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی مشخص شد. سپس نقش این اختیارات بر ارزش پروژه به روش رگرسیون خطی مورد آزمون قرار گرفت. ابزار جمع‌آوری اطلاعات در این پژوهش دو پرسشنامه محقق‌ساز بود که روایی و پایایی هر کدام با استفاده از شاخص لاوشه و ضریب آلفای کرونباخ تأیید گردید. نتایج حاکی از تأثیر عوامل عدم اطمینان بر محیط سرمایه‌گذاری و وجود رابطه معنی‌دار بین به کارگیری انعطاف‌ها و اختیارات سرمایه‌گذاری با افزایش ارزش سرمایه‌گذاری در این نیروگاه است. ضمن آنکه خبرگان، تأثیر به کارگیری اختیارات گسترش، صبر و واگذاری را جهت افزایش انعطاف‌پذیری تصمیمات سرمایه‌گذاری در این نیروگاه مثبت ارزیابی نمودند.

واژه‌های کلیدی: بودجه‌بندی سرمایه‌ای، اختیار سرمایه‌گذاری، عدم اطمینان، منطق فازی.

طبقه‌بندی موضوعی: C02, G11, G31

۱. DOI مقاله: 10.22051/jfm.2019.22744.1827

۲. دانشجوی دکتری مدیریت دولتی - مالی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران. Email: moh.msh49@gmail.com

۳. استاد گروه حسابداری، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران. نویسنده مسئول. Email: Dastmw@yahoo.com

۴. استادیار گروه ریاضی، واحد مبارکه، دانشگاه آزاد اسلامی، مبارکه، ایران. Email: soheilsalahshour@mau.ac.ir

مقدمه

در عصر حاضر، افزایش پیچیدگی و همچنین پویایی شرایط حاکم بر فعالیت‌های اقتصادی و مالی و به دنبال آن افزایش ریسک تصمیم‌گیری در سرمایه‌گذاری و یا تأمین مالی پروژه‌ها در شرایط عدم اطمینان و نوسان پارامترهای اقتصادی، لزوم بازنگری در روش‌های ارزیابی اقتصادی را ضروری ساخته است. به‌طور کلی روش‌های ارزیابی اقتصادی پروژه‌ها به دودسته‌ی روش‌های سنتی و جدید تقسیم می‌شوند. روش‌های سنتی بودجه‌بندی سرمایه‌ای^۱ شامل شاخص‌های مبتنی بر تنزیل جریان‌های نقدی^۲ (DCF) نظیر خالص ارزش فعلی^۳ (NPV)، نرخ بازده داخلی^۴ (IRR) و شاخص سودآوری^۵ (PI) و روش‌های مبتنی بر عدم تنزیل جریان‌های نقدی، مانند دوره بازگشت سرمایه^۶ و میانگین نرخ بازده حسابداری، به‌هنگام رویارویی با عدم اطمینان و نوسان محیط اقتصادی، کفایت خود را از دست می‌دهند؛ بنابراین به‌عنوان شاخص‌های مالی مشترک بین شرکت‌ها و علیرغم سادگی محاسباتی، بدون توجه به عدم اطمینان حاکم بر محیط پروژه و انعطاف‌پذیری مدیریت در تصمیم‌گیری‌ها و درنهایت ارزش اضافی حاصل از اختیارات مدیریتی، تصویر ثابتی از وقایع آینده ارائه و در برخورد با عدم اطمینان بالا و پیچیدگی‌های زیاد محیط، از دقت و کفایت لازم برخوردار نیستند (فانی و همکاران، ۱۳۹۱).

براین اساس و در پاسخ به نیازهای جدید، حدود سه دهه است که بودجه‌بندی سرمایه‌ای پروژه‌ها از دیدگاه نظریه جدید اختیارات سرمایه‌گذاری^۷ (ROT) مورد توجه قرار گرفته تا نقایص روش‌های تنزیل جریان‌های نقدی را برطرف نماید.

در رویکرد اختیار سرمایه‌گذاری^۸، مسیرهای مختلفی برای تصمیم‌گیری در نظر گرفته می‌شود تا انعطاف‌پذیری کافی را برای تصمیم‌گیری‌های مدیریتی در محیط‌های نامطمئن فراهم آورد (دستگیر، ۱۳۸۷). این رویکرد به علت در نظر گرفتن انعطاف بیشتر در تصمیمات راهبردی بودجه‌بندی سرمایه‌ای، باعث بالا بردن ارزش سرمایه‌گذاری می‌شود (مایرز^۹، ۱۹۷۷؛ دیویس و

-
- 1 . Capital Budgeting
 - 2 . Discounted Cash Flows (DCF)
 - 3 . Net Present Value (NPV)
 - 4 . Internal Rate of Return (IRR)
 - 5 . Profitability Index (PI)
 - 6 . Payback Period (PP)
 - 7 . Real Options Theory (ROT)
 - 8 . Real Option Approach
 - 9 . Myers

اون (۲۰۰۳). به طور کلی مزیت این رویکرد نسبت به روش‌های سنتی به هنگام تحلیل تصمیمات استراتژیک سرمایه‌گذاری در شرایط عدم اطمینان، خود را نشان می‌دهد. بدین ترتیب عدم اطمینان و انعطاف اصل و اساس رویکرد اختیار سرمایه‌گذاری در تصمیمات بودجه‌بندی سرمایه‌ای پروژه‌ها است؛ بنابراین یکی از ملزومات مهم این روش شناسایی عوامل عدم اطمینان حاکم بر محیط سرمایه‌گذاری و همچنین شناسایی انعطاف‌ها و اختیارات متناسب با ماهیت پروژه‌های سرمایه‌گذاری است که با اظهار تأسف از سوی پژوهشگران به دست فراموشی سپرده می‌شود. این پژوهش به دنبال پاسخ به این سؤال است که چگونه این عوامل عدم اطمینان و نوع اختیارات مناسب با هر پروژه سرمایه‌گذاری را باید شناسایی و جهت استفاده برای ارزیابی اقتصادی پروژه‌های سرمایه‌گذاری با رویکرد نوین اختیار سرمایه‌گذاری بکار برد؟

مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

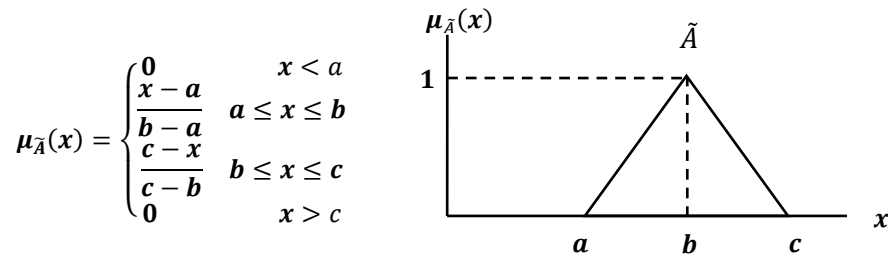
اختیار سرمایه‌گذاری

اختیار سرمایه‌گذاری، رویکردی نظام‌مند است که در آن با استفاده از نظریه مالی، تحلیل اقتصادی، تحقیق در عملیات، علم آمار، مدل‌سازی اقتصادسنجی و همچنین نظریه اختیار، در فضای تصمیم‌گیری پویا و همچنین محیط‌های تجاری نامطمئن، ارزش‌گذاری دارایی‌ها اعم از فیزیکی و مالی و هزینه‌یابی پروژه‌های اقتصادی، کاربرد می‌یابد (مان^۲، ۲۰۰۶؛ ذکاوت، ۱۳۸۸). وجود اختیارات سرمایه‌گذاری در شرایط عدم اطمینان توجیه داشته و هر چه عدم اطمینان بیشتر باشد، ارزش اختیارات و یا انعطاف‌پذیری نیز بیشتر است. به بیان دقیق‌تر، ارزش ناشی از انعطاف‌پذیری با میزان عدم اطمینان متغیرهای تابع ارزش پروژه، رابطه مستقیم دارد. این امر باعث بروز تفاوت میان دیدگاه اختیار سرمایه‌گذاری و دیدگاه سنتی در مواجهه با عدم اطمینان می‌شود. انواع انعطاف‌پذیری رایج در پروژه‌های سرمایه‌گذاری عبارت‌اند از: اختیار درنگ در سرمایه‌گذاری یا اختیار صبر^۳، اختیار خروج از پروژه و رها کردن^۴ آن، اختیار توسعه^۵ و اختیار مرکب^۶ که ترکیبی از انواع دیگر اختیار است (فانی و همکاران، ۱۳۹۱).

- 1 . Davis and Owens
- 2 . Mun
- 3 . Option to Defer
- 4 . Abandonment Option
- 5 . Expansion Option
- 6 . Compound Option

منطق فازی

منطق فازی^۱، یک منطق چند ارزشی در ریاضیات است که در مقابل منطق ارسطویی صفر-یک قرار داشته و به عنوان یک جهان بینی جدید با نیازهای دنیای پیچیده و سرشار از عدم اطمینان امروز سازگارتر از منطق ارسطویی است. زمانی که پیچیدگی سیستمی زیاد و داده‌ها ناکافی یا مبهم و غیرصریح باشند، منطق فازی بهترین ابزار برای مدل سازی و به تصویر کشیدن ابهام و عدم اطمینان، خواهد بود. (عطایی، ۱۳۸۹). اعداد فازی مجموعه‌هایی هستند که برای توصیف مفاهیمی نظیر «تقریباً» و «در حدود» و «نزدیک به هم» استفاده می‌شوند. مهم ترین این اعداد، اعداد فازی مثلثی^۲ است که با ۳ عنصر به صورت $\tilde{A} = (a, b, c)$ معرفی می‌شوند، نمایش هندسی و تابع عضویت چنین عددی عبارت است از: (آذر و رجبزاده، ۱۳۹۱)



داده‌های مالی به طرق مختلف در زمان‌های مختلف توسط افراد مختلف با معیارهای متفاوتی گردآوری می‌شوند، لذا برخورد قطعی با چنین داده‌هایی منطقی به نظر نمی‌رسد. پس نوعی عدم اطمینان در بیان این داده‌ها وجود دارد. یکی از پرکاربردترین روش‌ها برای بیان داده‌های واقعی بر اساس عدم اطمینان، استفاده از مفهوم داده‌های فازی مثلثی است که با ساختار واقعی انطباق بیشتری دارد. با انتخاب چنین داده‌هایی در محاسبات فازی، با خطای کمتری مواجه خواهیم شد. در ادبیات بودجه‌بندی سرمایه‌ای، هدف منطق فازی مواجهه با عدم اطمینان داده‌های مالی در آینده پروژه‌های سرمایه‌گذاری است.

مایرز نخستین کسی بود که بین اختیار مالی و سرمایه‌گذاری‌های واقعی مقایسه به عمل آورد. وی به این نتیجه رسید که نظریه قیمت گذاری اختیار، برای سرمایه‌گذاری‌های غیرمالی و دارایی‌های واقعی نیز کاربرد دارد و برای تمیز اختیارهای روی دارایی‌های واقعی از اختیارهای

1 . Fuzzy Logic
2 . Triangular

مالی قابل معامله در بازار، از اصطلاح اختیار سرمایه‌گذاری استفاده کرد که در محافل دانشگاهی و بازار نیز مورد پذیرش قرار گرفت (مایرز، ۱۹۷۷).

تریجورجیس^۱ (۱۹۹۶) تحقیقات پراکنده قبل از خود در ارتباط با اختیار سرمایه‌گذاری را جمع‌آوری و تکنیک‌های بودجه‌بندی سرمایه‌ای را بازبینی و روشی را برای ارزشیابی این اختیار به منظور اندازه‌گیری انعطاف‌پذیری در تصمیمات سرمایه‌گذاری بنا نهاد. به اعتقاد وی عدم اطمینان ناشی از منابع داخلی و خارجی پروژه و انعطاف‌پذیری در تصمیم، مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده ارزش اختیار سرمایه‌گذاری به شمار می‌روند (سینایی و هاشمی، ۱۳۹۲).

از ابتدای قرن حاضر پژوهش‌های زیادی در ارتباط با کاربرد نظریه اختیار در بودجه‌بندی سرمایه‌ای به‌ویژه در شرایط عدم اطمینان به کمک منطق فازی به‌عنوان یک رویکرد ریاضی نیرومند جهت پوشش بهتر پویایی‌ها و عدم اطمینان‌های محیط سرمایه‌گذاری در پروژه‌های بزرگ صنعتی انجام پذیرفت که به برخی از آن‌ها اشاره خواهد شد.

کارلسون و فولر^۲ (۲۰۰۵) برای اولین بار با استفاده از منطق فازی در فرم بسته بلک شولز، پروژه‌های سرمایه‌گذاری شرکت مخابرات^۳ NTI را پس از شناخت عدم اطمینان‌های حاکم بر محیط این پروژه‌ها، ارزیابی و به تعیین زمان بهینه اعمال اختیار سرمایه‌گذاری پرداختند و نتیجه گرفتند که پیاده‌سازی مدل آن‌ها به درک بهتر تصمیمات استراتژیک نزد مدیران، انعطاف بیشتر در تصمیم‌گیری‌ها و کنترل دقیق‌تر عدم اطمینان‌های حاکم بر محیط سرمایه‌گذاری پروژه‌های مخابراتی در کشورهای اروپایی، منجر خواهد شد.

لازو^۴ و همکارانش (۲۰۰۷) از روش شبیه‌سازی مونت کارلو^۵ به کمک اعداد فازی مثلثی برای ارزش‌گذاری اختیار گسترش یک میدان نفتی در کشور برزیل استفاده نمودند. نتایج برجسته مدل آن‌ها نسبت به ارزش‌گذاری غیر فازی اختیار گسترش باعث شد که این پژوهشگران مدل پیشنهادی خود را علیرغم پیچیدگی محاسباتی آن، به‌عنوان رویکردی مناسب در برخورد با عدم اطمینان‌های حاکم بر محیط سرمایه‌گذاری پروژه‌های نفتی برزیل، معرفی نمایند.

1 . Trigeorgis

2 . Carlsson and Fuller

3 . Nordic Telecom Inc

4 . Lazo

5 . Monte-Carlo Simulation

کولان^۱ و همکارانش (۲۰۰۹) از دانشگاه فنلاند ضمن تمایز بین عوامل ریسک و عدم اطمینان و طبقه‌بندی هر کدام، یک مدل فازی برای ارزشیابی اختیار سرمایه‌گذاری ارائه نمودند. بر اساس این مدل استفاده از اعداد فازی می‌تواند به ارزشیابی اختیار در صنایع، کنترل عدم اطمینان‌های بازار و انعطاف‌پذیری مدیران، کمک زیادی بنماید.

لوئیز^۲ و همکاران (۲۰۱۲) از رویکرد اختیار سرمایه‌گذاری برای ارزیابی اقتصادی مزارع بادی در اسپانیا استفاده کردند. قیمت برق و یارانه‌های دولتی را تابع یک فرآیند تصادفی در نظر گرفته و به کمک روش شبیه‌سازی مونت کارلو اختیار را ارزش‌گذاری و عوامل عدم اطمینانی چون یارانه‌های دولتی، نوسان قیمت برق و زمان انقضا اختیارات را جزو مهم‌ترین پارامترهای غیرقطعی مؤثر بر اختیار سرمایه‌گذاری در مزارع بادی اسپانیا، شناسایی کردند.

شین^۳ (۲۰۱۴) از منطق اعداد فازی برای ارزش‌گذاری اختیار سرمایه‌گذاری در شرایط عدم اطمینان برای نیروگاه‌های برق بادی تایوان استفاده کرد. وی متغیرهای عدم اطمینان را به صورت فازی وارد مدل بلک شولز نمود و ضمن ارزشیابی اختیار سرمایه‌گذاری نتیجه گرفت که منطق فازی به خوبی می‌تواند عدم اطمینان محیط سرمایه‌گذاری این پروژه‌ها را پوشش داده و ارزش بیشتری را نسبت به ارزش‌گذاری در حالت غیر فازی، فراهم سازد.

کروک و نیکولینا^۴ (۲۰۱۶) ارزشیابی اقتصادی پروژه‌های پمپ نفت و گاز در دریای آرکتیک روسیه را با روش اختیار سرمایه‌گذاری مورد بررسی قراردادند. ابتدا عوامل حساس عدم اطمینان این پروژه‌ها نظیر پتانسیل رشد تقاضای بازار، قیمت محصولات، نرخ تورم، حجم سرمایه مورد نیاز، هزینه‌های متغیر، هزینه‌های احداث و نرخ بهره بانکی را شناسایی و سپس به روش درخت دوجمله‌ای و تحلیل سناریو اختیارات سرمایه‌گذاری این پروژه‌ها را ارزش‌گذاری نموده و نتیجه گرفتند که استفاده از این مدل الگوی مناسبی جهت مدیریت ریسک این قبیل پروژه‌ها و افزایش انعطاف‌پذیری در تصمیمات بودجه‌بندی سرمایه‌ای (ارزشیابی اقتصادی) پروژه‌های پمپ نفتی در شرایط عدم اطمینان است.

کنجاتاران^۵ (۲۰۱۷) در پژوهشی تحت عنوان تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری در شرایط عدم اطمینان برای ۱۸۶ شرکت سریلانکایی ابتدا مؤلفه‌ها و عوامل عدم اطمینان مالی، اقتصادی، عملیاتی

1 . Collan
 2 . Luiz
 3 . Sheen
 4 . Kruk and Nikulina
 5 . Kengatharan

و اجتماعی حاکم بر محیط سرمایه گذاری این شرکت‌ها را با روش تحلیل عاملی شناسایی و با روش تحلیل رگرسیون چندگانه سلسله مراتبی^۱، ضریب اهمیت این عوامل را بر تصمیمات سرمایه گذاری تعیین نمود. نتایج پژوهش وی حاکی از تأثیر معنادار عدم اطمینان‌های مالی به ویژه عامل تورم بر تصمیمات بودجه بندی سرمایه‌ای پیشرفته (تلفیقی از روش‌های تنزیل جریان‌های نقدی (DCF) با نظریه اختیار و ابزارهایی مانند شبیه سازی مونت کارلو) بود.

در ایران تقریباً از سال ۱۳۸۸ موضوع اختیار سرمایه گذاری جدی تر از قبل در بخش نفت و گاز، پتروشیمی، معدن و نیروگاه‌های برق فسیلی مورد توجه قرار گرفت که همگی بر نقش بارز این اختیارات در سرمایه گذاری‌های پرخطر در حوزه‌های مذکور در شرایط عدم اطمینان و افزایش انعطاف پذیری در تصمیم گیری‌ها، تأکید داشته‌اند. به عنوان نمونه دین محمدی و باقری (۱۳۹۰) اثر عدم اطمینان بر توجیه پذیری پروژه‌های سرمایه گذاری با روش اختیار سرمایه گذاری در صنعت پتروشیمی ایران را به کمک فرم بسته بلک شولز مورد تحلیل قرارداد و از این روش به عنوان یک رویکرد کاربردی و مؤثر جهت ارزیابی اقتصادی پروژه‌های سرمایه گذاری و تصمیم گیری‌های استراتژیک سازمانی یاد کرده و دلایل این نتیجه گیری را ویژگی‌های این رویکرد همچون پویایی، سیستمی بودن، انعطاف پذیری و قابلیت استفاده در محیط‌های نامطمئن برشمردند.

سینایی و هاشمی (۱۳۹۲) در پژوهشی تحت عنوان بررسی میزان استفاده مدیران شرکت‌ها از نظریه اختیارات سرمایه گذاری با نظرسنجی از ۱۱۷ مدیر شرکت‌های سهامی بورس اوراق بهادار تهران، نگاه مدیران این شرکت‌ها به نظریه مذکور را به روش رگرسیون خطی مورد تحلیل قرارداد و نتیجه گرفتند که از دید این مدیران متغیرهایی نظیر هزینه سرمایه گذاری، نرخ بهره بدون ریسک، عدم اطمینان‌های محیطی و هزینه‌های پژوهش و توسعه در کاربرد اختیارات سرمایه گذاری تأثیر گذارند.

پورحیدری و احمدی (۱۳۹۲) در پژوهشی با عنوان اختیارات سرمایه گذاری و افزایش تعهدات در تصمیمات بودجه بندی سرمایه‌ای، با نظرسنجی از دو گروه از کارشناسان مالی و حسابداری (تحت عنوان دو گروه آزمون و کنترل) به این نتیجه رسیدند که روش اختیارات سرمایه گذاری در بودجه بندی سرمایه‌ای ضمن تأثیر بر رفتار تصمیم گیرنده، منجر به انعطاف بیشتر در تصمیم گیری برای پروژه‌های بلندمدت (در شرایط عدم اطمینان) می‌گردد.

در سال‌های اخیر عدم اطمینان و نقش آن در تصمیم‌گیری‌های مدیران مالی به‌ویژه در حوزه بودجه‌بندی سرمایه‌ای در پژوهش‌های داخلی چندی مورد توجه قرار گرفته است. از آن جمله جعفری اسکندری و همکارانش (۱۳۹۶) در مطالعه‌ای تحت عنوان ارزیابی اقتصادی پروژه‌ها در شرایط عدم قطعیت با استفاده از منطق فازی، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و برنامه‌ریزی صفر و یک، جهت رفع کمبودهای ناشی از بی‌توجهی به عدم قطعیت پارامترها و نقش آن در ارزیابی اقتصادی پروژه‌ها، با در نظر گرفتن اهداف کمی و کیفی این ارزیابی‌ها، جهت لحاظ کردن عدم قطعیت در تصمیمات بودجه‌بندی سرمایه‌ای از منطق فازی استفاده نموده و نتیجه گرفتند که استفاده از مدل فازی ارزیابی اقتصادی پروژه‌ها منجر به (افزایش انعطاف‌پذیری در) انتخاب بهترین پروژه‌ها در شرایط دنیای واقعی تحت شرایط عدم اطمینان خواهد شد. همچنین حیدری هراتمه (۱۳۹۶) در پژوهشی تحت عنوان بررسی تأثیر اختیار واقعی ناشی از فرصت‌های سرمایه‌گذاری بر بازده سهام شرکت‌های بازار بورس اوراق بهادار تهران در تأکید بر نقش بارز اختیار واقعی سرمایه‌گذاری بر انعطاف‌پذیری تصمیمات، نتیجه می‌گیرد که رابطه‌ی مثبت نوسان-بازدهی در سطح شرکت، برای شرکت‌هایی که دارای اختیارات واقعی بیشتری هستند، بسیار قوی‌تر بوده و از میزان حساسیت بازدهی سهام نسبت به نوسانات بازده، بعد از به‌کارگیری اختیارات واقعی توسط شرکت‌ها به طرز چشمگیری کاسته می‌شود؛ بنابراین رابطه‌ی نوسان-بازدهی برای شرکت‌هایی که دارای محدودیت‌های عملیاتی کمتر و قابلیت‌های بیشتر جهت پاسخگویی بهتر به درخواست‌های نامعین (انعطاف‌پذیری بیشتر) می‌باشند، بسیار قوی‌تر است.

پرسش‌های پژوهش

بر اساس آنچه گفته شد هدف این پژوهش ارائه الگویی برای شناسایی عوامل عدم اطمینان، انعطاف‌ها و اختیارات مدیریتی نهفته در دل پروژه‌های سرمایه‌گذاری است که در بودجه‌بندی سرمایه‌ای طبق رویکرد نوین اختیارات سرمایه‌گذاری مدنظر قرار می‌گیرند.

بر این اساس پرسش‌های پژوهش حاضر عبارت‌اند از:

- ۱- عدم اطمینان‌های حاکم بر محیط سرمایه‌گذاری پروژه‌ها با توجه به محیط ایران چگونه باید شناسایی شوند؟ رتبه‌بندی این عوامل چگونه باید باشد؟ آیا این عوامل بر کاربرد نظریه اختیار سرمایه‌گذاری تأثیر گذارند؟

۲- آیا به کارگیری اختیارات و انعطاف‌های مدیریتی نهفته در دل پروژه‌های سرمایه‌گذاری بر بهبود ارزش‌ها، سودآوری و استفاده از فرصت‌های مطلوب آینده، تأثیر معنی‌داری دارد؟ اختیارات و انعطاف‌های مدیریتی مناسب با هر پروژه از چه نوعی باید باشند؟

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از لحاظ گردآوری داده‌ها از نوع پیمایشی و از نظر ماهیت توصیفی-تحلیلی است. از آنجا که پژوهش‌های مربوط به بودجه‌بندی سرمایه‌ای یا ارزیابی اقتصادی مستلزم بررسی یک پروژه سرمایه‌گذاری واقعی است، لذا به‌عنوان مطالعه موردی یک نیروگاه برق فتوولتائیک ۲ مگاواتی در جنوب استان اصفهان (به‌عنوان یکی از مناطق فوق‌العاده مستعد در تولید برق خورشیدی در ایران) را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

جامعه آماری این پژوهش، خبرگان یا کارشناسان انرژی‌های خورشیدی (در دسترس) با حداقل دو ویژگی بودند: (۱) آشنایی با مسائل فنی و محیطی مؤثر بر تولید برق در نیروگاه‌های فتوولتائیک (۲) آشنایی با روش‌های ارزیابی اقتصادی پروژه‌ها یا بودجه‌بندی سرمایه‌ای.

بدین ترتیب انتخاب نمونه آماری، از نوع هدفمند غیر احتمالی بر اساس (الف) در دسترس بودن، (ب) وجود یک تناسب منطقی بین نمونه و نیازهای پژوهش و (ج) تناسب علمی و تخصصی افراد حاضر در نمونه با موضوع پژوهش، مدنظر قرار گرفت. علت این انتخاب را می‌توان سه دلیل مهم (۱) تخصصی بودن موضوع پژوهش؛ (۲) منحصر به فرد بودن موضوع و وابستگی به افرادی که فقط آنان در این ارتباط با پیچیدگی‌های موضوع پژوهش، از آگاهی متناسب بهره‌مند هستند؛ (۳) ضرورت وجود سازگاری نظری با موضوع پژوهش در نزد اعضای نمونه آماری، دانست (ببی^۱، ۱۳۸۱).

از آنجایی که در پژوهش‌های تجربی حداقل حجم نمونه باید ۱۵ نفر باشد (حافظ‌نیا، ۱۳۸۸)، در این پژوهش نیز به پیروی از قاعده مذکور و به دلیل تعداد محدود کارشناسان با ویژگی‌های گفته‌شده جهت جمع‌آوری داده‌ها و تکمیل پرسشنامه‌های مقدماتی ۱۲ کارشناس و برای تکمیل پرسشنامه‌های نهایی، به روش تصادفی تعداد ۳۶ کارشناس انتخاب شدند.

ابزار جمع‌آوری اطلاعات در این پژوهش دو پرسشنامه محقق‌ساز است. پرسشنامه اول شامل ۱۳ متغیر یا گویه در ارتباط با مؤلفه‌ها یا عوامل عدم اطمینان (اقتصادی، محیطی، فنی و زیربنایی)

حاکم بر محیط سرمایه گذاری نیروگاه های فتوولتائیک برای اخذ نظرات خبرگان بر اساس معیارهای عددی ساعتی^۱ (۱۹۸۰) و در مقایسه با طیف لیکرت مطابق جدول (۱) طراحی گردید.

جدول ۱. متغیرهای کلامی و امتیازدهی پرسشنامه اول

متغیر کلامی	بسیار با اهمیت	با اهمیت	اهمیت متوسط	کم اهمیت	بدون اهمیت
امتیاز روش ساعتی	۹	۷	۵	۳	۱
امتیاز طیف لیکرت	۵	۴	۳	۲	۱

پرسشنامه دوم نیز شامل ۹ گویه حاکی از شرایط به کارگیری اختیارات و انعطاف های مدیریتی در پروژه های فتوولتائیک و نوع اختیارات موردنظر در این پروژه ها که همگی بر اساس مصاحبه های مقدماتی و بررسی ادبیات موضوع به دست آمده بودند، برای اخذ نظرات خبرگان بر اساس طیف ۵ سطحی لیکرت تنظیم گردید. به منظور حفظ روایی ظاهری و روایی محتوایی، پرسشنامه های مقدماتی در اختیار ۱۲ نفر از خبرگان در حوزه های برق و انرژی های خورشیدی و حسابداری و مالی قرار گرفت و سپس با توضیح اهداف آزمون برای آن ها و ارائه تعاریف عملیاتی مربوط به محتوای سؤالات، از آن ها خواسته شد تا هر یک از سؤالات را بر اساس طیف سه بخشی لیکرت «گویه ضروری است»، «گویه مفید است ولی ضروری نیست» و «گویه غیر ضروری است» طبقه بندی کنند. سپس شاخص نسبت روایی محتوایی لاوشه^۲ (CVR) محاسبه گردید. بر اساس جدول مخصوص این شاخص و با توجه به ۱۲ نفر کارشناس نمره گذار، باید حداقل مقدار این شاخص ۰/۵۶ باشد تا روایی محتوا تأیید گردد. شاخص نسبت روایی محتوایی لاوشه برای گویه های دو پرسشنامه بزرگ تر از حداقل مقدار ۰/۵۶ محاسبه و روایی محتوایی و ظاهری گویه ها تأیید گردید. همچنین ضریب آلفای کرونباخ پرسشنامه مقدماتی برابر ۰/۶۹۱ نشان از پایایی قابل قبول آن بود. پس از تأیید روایی و پایایی مطالعه مقدماتی، پرسشنامه ها برای اعضا نمونه ارسال و با پیگیری های مکرر ۳۰ پرسشنامه (با نرخ بازگشت ۸۳٪) عودت داده شد.

بدین ترتیب در این پژوهش منظور از شناسایی عدم اطمینان های حاکم بر محیط سرمایه گذاری در نیروگاه فتوولتائیک عبارت است از انجام هر گونه پرس و جو و مصاحبه با کارشناسان خبره جهت شناخت رخدادهایی که سرمایه گذاری در این حوزه را تحت تأثیر قرارداد، به نحوی که برآورد احتمال وقوع آن ها مشکل باشد. این اطلاعات از طریق نمرات به دست آمده از بررسی گویه های ۱ تا ۱۳ پرسشنامه به شرح جدول (۲) به روش تحلیل

1 . Saaty
2 . Lawshe

عاملی اکتشافی کشف و سنجیده شده و سپس با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی دلفی^۱ رتبه‌بندی می‌شوند. همچنین منظور از شناسایی اختیارات سرمایه‌گذاری یا انعطاف‌های نهفته در پروژه سرمایه‌گذاری فتوولتائیک اصفهان، عبارت است از انجام هر گونه پرس‌وجو و مصاحبه با کارشناسان خبره در این حوزه به منظور دستیابی به یک توافق گروهی بین ایشان، در ارتباط با پذیرش مفهوم اختیارات سرمایه‌گذاری، نقش آن در وضعیت نقدینگی، سود و زیان آتی پروژه می‌باشد و تأثیر معنادار به کارگیری این اختیارات بر بهبود ارزش‌ها، سودآوری و استفاده از فرصت‌های مطلوب آینده، است. این توافق از طریق نمرات به دست آمده از بررسی گویه‌های ۱ تا ۹ پرسشنامه دوم به روش رگرسیون خطی مورد تحلیل قرار گرفته است.

جدول ۲. عدم اطمینان‌های مؤثر بر محیط سرمایه‌گذاری در نیروگاه فتوولتائیک

نماد	متغیر	گویه
ASR	متوسط تابش خورشید بر پانل‌های مسطح و ثابت در هر روز ^۲	۱
SRD	میزان تابش سالانه خورشید (میزان دریافت اشعه) در منطقه ^۳ محل احداث	۲
NSD	تعداد روزهای آفتابی در سال ^۴ در منطقه مورد مطالعه	۳
TA	شفافیت هوا (آلودگی هوا) ^۵ در منطقه مورد مطالعه	۴
CS	پاکیزگی سطوح ^۶ پنل‌های فتوولتائیک	۵
AC	دمای هوا و دیگر شرایط آب و هوایی ^۷ مثل میزان بارش، وزش باد، گرد و غبار و...	۶
EPM	کارایی مدول‌های فتوولتائیک ^۸	۷
r	نرخ بهره ^۹ بازار برای سرمایه‌گذاری در حوزه برق خورشیدی	۸
F	نرخ تورم ^{۱۰} بازار	۹
t	تعرفه ^{۱۱} خرید تضمینی برق خورشیدی توسط شبکه دولتی	۱۰
OMC	هزینه‌های عملیاتی، نگهداری و تعمیرات دوره‌ای ^{۱۲}	۱۱
V	نوسان نرخ ارز ^{۱۳} (مؤثر بر مخارج خرید تجهیزات از خارج کشور)	۱۲
S	مشوق‌ها، حمایت‌ها و سیاست‌های دولتی (یارانه‌ها و معافیت‌های مالیاتی ^{۱۴})	۱۳

- 1 . Fuzzy Delphi Analytical Hierarchy Process (FDAHP)
- 2 . Sun Radiation Daily (SRD)
- 3 . Annual Solar Radiation in area (ASR)
- 4 . Number of Sunny Days per year (NSD)
- 5 . Transparency of Air (TA)
- 6 . Clean The Surface (CS)
- 7 . Atmospheric Conditions (AC)
- 8 . Efficiency of Photovoltaic Modules (EPM)
- 9 . Interest Rate (r)
- 10 . Inflation Rate (f)
- 11 . Tariffs (t)
- 12 . Operational & periodic Maintenance Costs (OMC)
- 13 . Exchange Rate Volatility (V)
- 14 . Subsidies and Tax Exemptions (S)

تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهش

جدول (۳) مقادیر آماره‌های توصیفی متغیرهای پرسشنامه اول را نشان می‌دهد. بر این اساس بیشترین مقدار میانگین برای متغیرهای متوسط تابش ASR و میزان تابش سالانه نور خورشید SRD و حاکی از توجه ویژه کارشناسان بر عوامل محیطی است. همچنین از دیدگاه کارشناسان کمترین انحراف معیار متعلق به متغیر نوسان نرخ ارز بوده که نشان از پراکندگی کمتر این متغیر نسبت به سایر متغیرها است.

جدول ۳. آمار توصیفی داده‌ها

گویه	میانگین	انحراف معیار	چولگی	کشدگی
۱	۴/۵۰۰۰	۰/۸۶۱۰۳	-۱/۹۱۰	۳/۲۱۳
۲	۴/۵۰۰۰	۰/۸۲۰۰۱	-۱/۶۰۸	۱/۹۰۵
۳	۴/۳۳۳۳	۰/۸۰۲۳۰	-۱/۵۵۸	۳/۰۳۳
۴	۳/۹۶۶۷	۰/۸۸۹۹۲	-۰/۵۶۱	-۰/۲۶۵
۵	۳/۷۳۳۳	۰/۷۳۹۶۸	-۰/۶۱۵	۰/۶۱۵
۶	۳/۵۶۶۷	۰/۸۵۸۳۶	-۱/۰۹۷	۱/۷۶۶
۷	۳/۸۰۰۰	۰/۸۸۶۶۸	-۰/۲۱۶	-۰/۶۴۶
۸	۳/۸۰۰۰	۰/۹۹۶۵۵	-۰/۴۶۶	-۰/۷۱۱
۹	۳/۷۶۶۷	۱/۱۰۴۳	-۰/۶۵۵	-۰/۱۶۹
۱۰	۳/۹۶۶۷	۰/۹۲۷۸۶	-۰/۴۸۶	-۰/۶۲۳
۱۱	۳/۶۳۳۳	۰/۸۵۰۲۹	۰/۰۹۳	-۰/۵۹۴
۱۲	۳/۶۰۰۰	۰/۷۲۳۹۷	-۰/۹۵۸	۰/۵۰۷
۱۳	۴/۰۳۳۳	۰/۹۶۴۳۱	-۰/۵۶۴	-۰/۷۵۵

مأخذ: یافته‌های پژوهش

برای پاسخ به سؤال اول پژوهش، داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار SPSS و با روش تحلیل عاملی اکتشافی مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند. برای انجام تحلیل عاملی باید اطمینان حاصل کرد که آیا می‌توان داده‌های موجود را برای تحلیل مورد استفاده قرار داد؟ برای این منظور از شاخص KMO و آزمون کرویت بارتلت برای کفایت نمونه‌گیری و مناسب بودن همبستگی داده‌های گردآوری شده، استفاده می‌شود. جدول (۴) اطلاعات ارائه شده را بر اساس محاسبات نرم‌افزار SPSS به تصویر می‌کشد. نتایج نشان می‌دهد که شاخص KMO با مقدار ۰/۶۱۶ که

بزرگ تر از ۰/۶ است، در سطح قابل قبولی قرار داشته و نشانگر کفایت داده‌ها و نمونه برای تحلیل عاملی اکتشافی است. لازمه ادامه تحلیل عاملی، معناداری آزمون بارتلت است. نتایج این آزمون با سطح معنی داری کوچک تر از ۰/۰۵ حاکی از مناسب بودن مدل برای شناسایی ساختار عاملی و قبول فرض وجود همبستگی بین گویه‌ها (عوامل عدم اطمینان مورد شناسایی) است.

جدول ۴. نتایج آزمون KMO و بارتلت

مقدار آزمون KMO	۰/۶۱۶
آزمون کرویت بارتلت	۱۷۴/۰۹۹=آماره χ^2 ۷۸=درجه آزادی ۰/۰۰=سطح معناداری

مأخذ: یافته‌های پژوهش

روایی محتوایی پرسشنامه اول با استفاده از بارهای عاملی، بر اساس جدول (۵) تأیید می‌گردد.

جدول ۵. نتایج بررسی روایی محتوایی پرسشنامه اول

گویه	بار عاملی (میزان اشتراک هر گویه در عامل)	نتیجه روایی محتوایی
۱	۰/۷۴۷	مطلوب
۲	۰/۶۲۵	مطلوب
۳	۰/۸۰۷	مطلوب
۴	۰/۸۳۵	مطلوب
۵	۰/۸۰۰	مطلوب
۶	۰/۶۸۱	مطلوب
۷	۰/۷۶۸	مطلوب
۸	۰/۸۰۳	مطلوب
۹	۰/۷۶۹	مطلوب
۱۰	۰/۵۷۱	قابل قبول
۱۱	۰/۴۵۶	قابل قبول
۱۲	۰/۵۷۹	قابل قبول
۱۳	۰/۵۴۴	قابل قبول

مأخذ: یافته‌های پژوهش

روایی همگرا بدان معناست که آیا هر گویه فقط مؤلفه خود را اندازه گیری می کند؟ برای پاسخ به این سؤال از میانگین واریانس استخراج شده یعنی مجموع مربعات بارهای عاملی گویه های یک مؤلفه تقسیم بر تعداد گویه های آن مؤلفه استفاده شده که باید عددی بزرگ تر از ۰/۵ باشد (هومن، ۱۳۸۹). جدول (۶) نتایج برقراری روایی همگرا را نشان می دهد.

جدول ۶. بررسی مقادیر میانگین واریانس استخراج شده و روایی همگرایی مؤلفه ها

مؤلفه	تعداد گویه ها	مجموع مربعات بارهای عاملی	میانگین واریانس استخراج شده	نتیجه
اول	۳	۲/۴۴۰	۰/۸۱۳	برقراری روایی همگرا
دوم	۴	۲/۳۲۸	۰/۵۸۲	برقراری روایی همگرا
سوم	۳	۲/۲۷۶	۰/۷۵۹	برقراری روایی همگرا
چهارم	۳	۱/۹۴۰	۰/۶۴۷	برقراری روایی همگرا

مأخذ: یافته های پژوهش

جدول ۷. نتایج تحلیل عاملی اکتشافی

مؤلفه ها گویه ها	ضرایب عاملی دوران یافته			
	اقتصادی	فنی	محیطی	ساختاری
۸	۰/۸۸۳			
۹	۰/۷۲۷			
۱۳	۰/۵۹۶			
۶		۰/۷۹۷		
۵		۰/۶۹۴		
۷		۰/۶۴۲	۰/۵۹۲	
۱۱		۰/۵۳۰		
۴			۰/۸۹۸	
۳			۰/۷۳۱	
۱			۰/۶۵۸	
۱۲			۰/۷۲۱	۰/۵۷۹
۲			۰/۶۷۵	۰/۶۲۵
۱۰	۰/۵۲۰		۰/۵۴۰	۰/۵۷۱
واریانس توجیه شده	۱۸/۷۷۳	۱۷/۹۰۸	۱۷/۵۰۵	۱۴/۹۲۵
واریانس جمعی	۱۸/۷۷۳	۳۶/۶۸۱	۵۴/۱۸۶	۶۹/۱۱۱
مقدار ویژه	۲/۴۴۰	۲/۳۲۸	۲/۲۷۶	۱/۹۴۰

* انتخاب با توجه به بار عاملی بزرگ تر برای گویه های ۷ و ۱۰

مأخذ: یافته های پژوهش

در جدول (۷) جدول تحلیل عاملی اکتشافی پرسشنامه، بارهای عاملی کمتر از ۰/۵ در نظر گرفته نشده است. بارهای عاملی بیشتر از ۰/۵ معنادار بوده، بنابراین هیچ یک از گویه ها نباید حذف شوند.

مجموع واریانس استخراج شده برای ۴ عامل (مؤلفه) ۶۹/۱۱۱ درصد می باشد که مقدار قابل توجهی است، یعنی این چهار عامل حدود ۶۹٪ از واریانس را توجیه می کنند. جهت بررسی پایایی پرسشنامه اول از آزمون آلفای کرونباخ استفاده شده است. ضریب آلفای کمتر از ۰/۶ ضعیف، ۰/۷ قابل قبول و بیش از ۰/۸ خوب خواهد بود. جدول (۸) نتایج ضریب آلفا و تائید پایایی مؤلفه های پرسشنامه را نشان می دهد.

جدول ۸. محاسبه آلفای کرونباخ و پایایی مؤلفه های پرسشنامه

مؤلفه	تعداد گویه ها	آلفای کرونباخ	نتیجه برقراری پایایی
کل	۱۳	۰/۸۱۶	خوب
اقتصادی	۳	۰/۷۵۴	قابل قبول
فنی	۴	۰/۷۱۹	قابل قبول
محیطی	۳	۰/۸۳۷	خوب
ساختاری	۳	۰/۶۷۶	قابل قبول

مأخذ: یافته های پژوهش

نتیجه تحلیل عاملی اکتشافی، یعنی شناسایی عوامل عدم اطمینان مؤثر بر سرمایه گذاری در نیروگاه فتوولتائیک و پارامترهای دخیل در این عوامل، به شرح جدول (۹) ارائه می گردد.

جدول ۹. شناسایی عوامل عدم اطمینان و متغیرهای دخیل در هر عامل

بار عاملی	عوامل / مؤلفه ها	گویه	متغیرهای نظرسنجی شده
۰/۸۰۳	اقتصادی	۸	نرخ بهره بازار برای سرمایه گذاری در حوزه برق خورشیدی
۰/۷۶۹		۹	نرخ تورم بازار
۰/۵۴۴		۱۳	مشوق ها و حمایت های دولتی (یارانه ها و معافیت های مالیاتی)
۰/۸۰۰	فنی	۵	پاکیزگی سطوح پنل های فتوولتائیک
۰/۶۸۱		۶	دمای هوا و دیگر شرایط آب و هوایی مثل میزان بارش و ...
۰/۷۶۸		۷	کارایی مدول های فتوولتائیک
۰/۴۵۶		۱۱	هزینه های مدول ها، نصب و راه اندازی سیستم های الکتریکی
۰/۷۴۷	محیطی	۱	متوسط تابش خورشید بر پانل های مسطح و ثابت در هر روز
۰/۸۰۷		۳	تعداد روزهای آفتابی در سال
۰/۸۳۵		۴	شفافیت هوا (آلودگی هوا)
۰/۶۲۵		۲	میزان تابش سالانه (میزان دریافت اشعه خورشید) در منطقه
۰/۵۷۱	ساختاری	۱۰	تعرفه خرید تضمینی برق خورشیدی توسط شبکه دولتی
۰/۵۷۹		۱۲	نوسان نرخ ارز (مؤثر بر مخارج خرید تجهیزات از خارج کشور)

اکنون برای پاسخ به این سؤال که آیا این عوامل شناسایی شده بر سرمایه گذاری در این نیروگاه تأثیر می گذارند، ابتدا باید مشخص گردد که عوامل شناسایی شده دارای توزیع نرمال هستند یا خیر؟ برای پاسخ به سؤال نرمال بودن متغیرها از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف استفاده و باید آزمون فرض زیر انجام شود:

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0: \text{توزیع داده ها نرمال است} \\ H_1: \text{توزیع داده ها نرمال نیست} \end{array} \right.$$

جدول (۱۰) نرمال بودن مؤلفه ها و گویه های شناسایی شده در پرسشنامه اول را تأیید می کند.

جدول ۱۰. نتایج آزمون کلموگروف-اسمیرنوف برای عوامل شناسایی شده

مؤلفه یا عامل	میانگین	انحراف استاندارد	P-Value	فرض صفر	نتیجه
اقتصادی	۳/۸۶۷۵	۰/۸۳۷۵۰	۰/۵۹۶	تأیید	نرمال
فنی	۳/۶۸۳۳	۰/۶۱۵۶۵	۰/۳۰۸	تأیید	نرمال
محیطی	۴/۲۶۶۷	۰/۷۳۹۶۸	۰/۰۷۵	تأیید	نرمال
زیربنایی	۳/۸۶۷۰	۰/۸۳۷۵۰	۰/۵۹۶	تأیید	نرمال

مأخذ: یافته های پژوهش

سپس از آزمون t تک نمونه ای (پارامتریک) استفاده و آزمون زیر انجام می گردد. آزمون پارامتری t تک نمونه ای زمانی که قصد مقایسه میانگین یک (نمونه) متغیر با یک میانگین تعیین شده یا مفروض و نظری باشد، بکار می رود. این میانگین مفروض یا نظری می تواند یک مقدار معمول و رایج، یک مقدار استاندارد یا مورد انتظار یا یک مقدار متوسط باشد (کریمی، ۱۳۹۴).

در این پژوهش از آنجا که میانگین به دست آمده از مطالعه مقدماتی با ۱۲ نفر کارشناس، عددی نزدیک به ۳ به دست آمده بود و از طرف دیگر مقدار متوسط (میان و میانگین امتیازات طیف لیکرت) عدد ۳ می باشد، لذا در طرح آزمون فرض مقایسه میانگین از عدد ۳ استفاده شده است.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{عوامل و متغیر های نظر سنجی و شناسایی شده بر سرمایه گذاری در این حوزه تأثیر ندارند.} \rightarrow H_0: \mu \leq 3 \\ \text{عوامل و متغیر های نظر سنجی و شناسایی شده بر سرمایه گذاری در این حوزه تأثیر دارند.} \rightarrow H_1: \mu > 3 \end{array} \right.$$

جدول ۱۱. نتایج حاصل از آزمون عوامل عدم اطمینان شناسایی و نظرسنجی شده

عوامل	آماره آزمون	سطح معنی دار Sig	فرض صفر $t_{0.05} = 1/699$ $df = 29$	فاصله اطمینان ۹۵٪
عوامل اقتصادی	۵/۶۷۰	۰/۰۰۰	رد	۰/۵۵۴۳
عوامل فنی	۵/۶۷۰	۰/۰۰۰	رد	۰/۴۵۳۴
عوامل محیطی	۹/۳۷۹	۰/۰۰۰	رد	۰/۹۹۰۵
عوامل زیربنایی	۵/۶۷۰	۰/۰۰۰	رد	۰/۵۵۴۳

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول (۱۱) نشان می‌دهد که با توجه به سطح معنی‌داری یا مقدار خطای محاسبه‌شده (Sig) کمتر از ۵٪، فرض صفر برای تمام متغیرها با توجه به مقدار بحرانی (۱/۶۹۹) رد شده و بدین ترتیب میانگین هر یک از متغیرهای دخیل بر عوامل عدم اطمینان، اختلاف معنی‌داری با عدد ۳ دارد. همچنین در فاصله اطمینان ۹۵٪ برای میانگین عدد ۳ در حد بالا و پایین قرار نداشته، پس می‌توان نتیجه گرفت که میانگین این متغیرها برابر ۳ نیز نمی‌باشد. به عبارت بهتر، عوامل اقتصادی، فنی، محیطی و ساختاری شناسایی شده و متغیرهای نظرسنجی شده آن‌ها همگی بر محیط سرمایه‌گذاری نیروگاه فتوولتائیک تأثیر دارند. اکنون برای رتبه‌بندی عوامل عدم اطمینان شناسایی شده، نتایج خروجی تحلیل عاملی اکتشافی برای رتبه‌بندی و تعیین ضریب اهمیت هر یک از عوامل و گویه‌های شناسایی شده به‌عنوان ورودی روش تحلیل سلسله مراتبی دلفی فازی تلقی شده و ضریب اهمیت عوامل (یعنی میزان چگونگی اثرگذاری این عوامل بر سرمایه‌گذاری در این حوزه) تعیین می‌گردد. در این روش ابتدا باید ماتریس مقایسه زوجی متناظر با هر یک از گویه‌ها از نظر کارشناس اول تا کارشناس سی‌ام به‌صورت جداگانه برای هر یک و بر اساس نظرات حاصل از نظرسنجی به‌طور مستقیم، تشکیل گردد. برای تهیه ماتریس مقایسه زوجی فازی برای تمام گویه‌ها نیز نظرات حاصل از نظرسنجی به‌طور مستقیم مدنظر قرار می‌گیرد. (عطایی، ۱۳۸۹).

جدول (۱۲) ماتریس مقایسه زوجی دلفی گویه‌های نظرسنجی شده را نشان می‌دهد.

جدول ۱۲. ماتریس مقایسه زوجی فازی دلفی عوامل عدم اطمینان

ماتریس مقایسه زوجی فازی عوامل عدم اطمینان	گویه	۱	۲	۳	۴	۵	۶
۱	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
۲	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
۳	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
۴	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
۵	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
۶	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
۷	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
۸	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
۹	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
۱۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
۱۱	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
۱۲	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
۱۳	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰

۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳
۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

در اجرای فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، تعیین سازگاری ماتریس مقایسات زوجی از اهمیت زیادی برخوردار است. زیرا ماتریس‌های ناسازگار، نتایج مطلوبی به دنبال نخواهند داشت. برای محاسبه نرخ ناسازگاری ابتدا باید ماتریس مقایسه زوجی فازی به دو ماتریس، یکی ماتریس حد میانی اعداد فازی (m) و دیگری ماتریس میانگین هندسی حد بالا و حد پایین اعداد فازی (g) افزاز شده و سپس نرخ سازگاری با توجه به روش گاگوس و بوچر^۱ (۱۹۹۷) محاسبه می‌گردد (آذر و رجب‌زاده، ۱۳۹۱). با توجه به نرخ ناسازگاری محاسبه‌شده در جدول (۱۳)، کلیه ماتریس‌ها از سازگاری خوبی برخوردارند زیرا میزان ناسازگاری آن‌ها کمتر از ۰/۱۰٪ محاسبه‌شده، پس ماتریس‌ها برای ارزیابی و ادامه اجرای فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی مناسب هستند.

جدول ۱۳. نرخ ناسازگاری ماتریس مقایسه زوجی گویه های نظرسنجی شده

شاخص ناسازگاری	$CI^m = 0/0108$	$CI^g = 0/02408$
شاخص ناسازگاری تصادفی	$RI^m = 1/45555$	$RI^g = 0/4691$
نرخ ناسازگاری	$CR^m = 0/00742$	$CR^g = 0/05133$

مأخذ: یافته‌های پژوهش

با طی مراحل روش تحلیل سلسله مراتبی فازی دلفی، وزن فازی و غیر فازی، ضریب اهمیت و اولویت متغیرهای مربوط به عوامل یا مؤلفه‌های شناسایی شده، طبق جدول (۱۴) مشخص می‌شود.

جدول ۱۴. ضریب اهمیت گویه های مربوط به عوامل و مؤلفه‌های شناسایی شده

اولویت	ضریب W_i	وزن فازی عوامل \tilde{W}_i	\tilde{Z}_i	نماد	گویه
۳	٪ ۸/۹۰	۰/۳۰۲۸۹	۰/۰۹۰۲۹	۰/۲۵۷۸	۱ ASR
۲	٪ ۹/۰۳	۰/۳۰۲۸۹	۰/۰۹۰۱۵	۰/۰۲۶۹۹	۲ SRD
۱	٪ ۹/۰۹	۰/۳۱۰۸۳	۰/۰۸۶۸۳	۰/۰۲۷۸۲	۳ NSD
۴	٪ ۸/۱۲	۰/۲۹۱۴۰	۰/۰۷۷۸۵	۰/۰۲۳۵۷	۴ TA
۷	٪ ۷/۶۷	۰/۲۶۷۷۹	۰/۰۷۳۲۱	۰/۰۲۲۹۸	۵ CS
۱۳	٪ ۶/۲۸	۰/۲۵۱۶۰	۰/۰۶۷۷۷	۰/۰۱۴۶۲	۶ AC
۶	٪ ۷/۷۶	۰/۲۷۲۸۴	۰/۰۷۴۰۲	۰/۰۲۳۱۲	۷ EPM
۱۱	٪ ۶/۸۹	۰/۲۷۸۵۲	۰/۰۷۲۷۴	۰/۰۱۶۱۳	۸ r
۱۲	٪ ۶/۲۹	۰/۲۵۲۳۸	۰/۰۷۰۱۴	۰/۰۱۴۰۶	۹ f
۸	٪ ۷/۴۴	۰/۲۹۱۴۰	۰/۰۷۷۶۳	۰/۰۱۸۲۳	۱۰ t
۹	٪ ۷/۱۰	۰/۲۷۳۱۸	۰/۰۷۰۳۸	۰/۰۱۸۶۲	۱۱ OMC
۱۰	٪ ۷/۰۰	۰/۳۰۳۵۵	۰/۰۶۹۹۹	۰/۰۱۶۱۲	۱۲ V
۵	٪ ۸/۰۶	۰/۲۷۹۹۹	۰/۰۷۸۹۴	۰/۰۲۳۷۱	۱۳ S
-	۱/۰۰	-	-	۶/۸۷	جمع

مأخذ: یافته‌های پژوهش

از آنجایی که کلیه عوامل عدم اطمینان شناسایی شده در نهایت یا بر درآمدهای حاصل از تولید برق و یا بر هزینه‌های تولید برق و در کل بر خالص ارزش فعلی نیروگاه (به‌عنوان معیاری برای قبول یا رد سرمایه‌گذاری در نیروگاه) اثر می‌گذارند لذا در زمان ارزش‌گذاری

اختیارات سرمایه‌گذاری این نیروگاه، عوامل مزبور باید با استفاده از منطق فازی وارد مدل ارزش‌گذاری گردد.

متناسب با سؤال دوم پژوهش یعنی چگونگی تأثیر اختیارات و انعطاف‌های مدیریتی بر تصمیمات سرمایه‌گذاری در نیروگاه فتوولتاییک مورد مطالعه، در این مرحله وجود یا عدم وجود رابطه معنادار بین استفاده از اختیارات سرمایه‌گذاری و ارزش سرمایه‌گذاری در نیروگاه فتوولتاییک و سپس نوع اختیار موردنظر خبرگان در این حوزه، مدنظر قرار گرفته شده است.

جهت بررسی پایایی پرسشنامه دوم نیز از آزمون ضریب آلفای کرونباخ استفاده گردید. جدول (۱۵) نتایج آزمون پایایی را نشان می‌دهد. نتایج این جدول گویای آن است که ضریب آلفای کرونباخ برای هر یک از ابعاد متغیرها و نیز برای کل گویه‌های پرسشنامه بالاتر از ۰/۷۰ قرار داشته و بنابراین پایایی و قابلیت اعتماد پرسشنامه، بر اساس محاسبات نرم‌افزار SPSS تأیید می‌گردد.

جدول ۱۵. بررسی پایایی پرسشنامه دوم پژوهش با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ

متغیر	نوع	نماد	شماره گویه	آلفای کرونباخ
سودآوری و استفاده از فرصت‌های مطلوب آینده و چالش‌های فرارو در حوزه انرژی خورشیدی	وابسته	Profitability	۵-۱	۰/۷۸۵
به‌کارگیری اختیارات مدیریتی در تصمیمات سرمایه‌گذاری برای نیروگاه فتوولتاییک	مستقل	Options	۹-۶	۰/۷۰۸
اختیار گسترش	-	Q6	۶	-
اختیار زمان‌بندی	-	Q7	۷	-
اختیار واگذاری	-	Q8	۸	-
اختیار (صبر) درنگ در سرمایه‌گذاری	-	Q9	۹	-
کل پرسشنامه	-	total	۹-۱	۰/۷۱۸

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول (۱۶) نیز نرمال بودن متغیرهای پرسشنامه دوم را تأیید می‌کند.

جدول ۱۶. نتایج آزمون کلموگروف- اسمیرنوف برای متغیرهای پرسشنامه دوم

متغیر	میانگین	انحراف استاندارد	P-Value	فرض صفر	توزیع متغیر
Profitability	۴/۵۰۶۷	۰/۳۶۶۶۶	۰/۱۷۹	تائید	نرمال
Options	۴/۱۳۳۳	۰/۷۷۶۰۸	۰/۰۷۴	تائید	نرمال
Q6	۳/۹۳۳۳	۰/۹۴۴۴۳	۰/۱۶۵	تائید	نرمال
Q7	۲/۳۰۰۰	۰/۹۱۵۳۹	۰/۰۸۷	تائید	نرمال
Q8	۳/۹۰۰۰	۰/۹۹۴۸۱	۰/۱۵۴	تائید	نرمال
Q9	۳/۹۶۶۷	۰/۸۵۰۲۹	۰/۱۲۳	تائید	نرمال
total	۴/۰۷۰۴	۰/۳۷۴۲۳	۰/۳۰۶	تائید	نرمال

مأخذ: یافته‌های پژوهش

پس از اطمینان از نرمال بودن همه متغیرها، برای پاسخ به سؤال دوم پژوهش این سؤال را به دو سؤال فرعی به شرح زیر تقسیم می‌نماییم:

سؤال (۱-۲): آیا به کارگیری اختیارات و انعطاف‌های مدیریتی بر بهبود ارزش‌ها، سودآوری و استفاده از فرصت‌های مطلوب آینده در نیروگاه فتوولتائیک، تأثیر معنی‌داری دارد؟
سؤال (۲-۲): خبرگان حوزه انرژی خورشیدی، کدام نوع از اختیارات سرمایه‌گذاری را مناسب با نیروگاه فتوولتائیک تشخیص می‌دهند؟

برای پاسخ به سؤال فرعی (۱-۲) از روش تحلیل رگرسیون خطی ساده استفاده می‌شود. پس باید این سؤال را به صورت وجود یا عدم وجود (تأثیر) رابطه معنی‌دار بین متغیرهای مستقل و وابسته و به فرم دو فرض زیر تصور و آن را آزمون نمود:

H_0 : به کارگیری اختیارات و انعطاف‌های مدیریتی بر بهبود ارزش‌ها، سودآوری و استفاده از فرصت‌های مطلوب آینده در نیروگاه فتوولتائیک، تأثیر معنی‌داری ندارد.

H_1 : به کارگیری اختیارات و انعطاف‌های مدیریتی بر بهبود ارزش‌ها، سودآوری و استفاده از فرصت‌های مطلوب آینده در نیروگاه فتوولتائیک، تأثیر معنی‌داری دارد.

قبل از به کارگیری رگرسیون خطی باید شرایط زیر محقق گردد (بایزیدی و همکاران، ۱۳۹۱)

- (۱) عدم وجود وابستگی خطی بین متغیرهای مستقل (تحلیل به روش عامل تورم واریانس)
- (۲) وجود رابطه خطی بین متغیرهای وابسته و مستقل (تشخیص از طریق آزمون F)
- (۳) عدم وجود خودهمبستگی یا استقلال بین خطاها (تعیین به کمک آزمون دوربین واتسون)
- (۴) نرمال یا تقریباً نرمال بودن توزیع (خطاها) متغیرها.

به منظور بررسی استقلال خطاها از یکدیگر با استفاده از آزمون دوربین واتسون، اگر آماره DW در بازه ۱/۵ تا ۲/۵ قرار گیرد، فرض عدم همبستگی بین خطاها پذیرفته در غیر این صورت رد می شود. جدول (۱۷) نتیجه این آزمون را برای سؤال دوم پژوهش نشان می دهد.

جدول ۱۷. آزمون دوربین واتسون برای سؤال فرعی (۱-۲)

مدل	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	ضریب تعیین تعدیل شده	خطای استاندارد	آماره
	R	R2	Adj-R2	برآورد	DW
۱	۰/۸۰۷	۰/۶۵۲	۰/۶۳۹	۰/۲۲۰۲	۱/۸۹۴

مأخذ: یافته های پژوهش

از آنجایی که مقدار آماره DW (۱/۸۹۴) در دامنه ۱/۵ تا ۲/۵ قرار دارد، لذا فرض عدم همبستگی بین خطاها رد نشده یعنی همبستگی بین خطاها وجود دارد. ضریب تعیین نیز نشان می دهد که ۶۵/۲٪ از تغییرات متغیر وابسته (ارزش و سودآوری) توسط متغیر مستقل (به کارگیری اختیارات) تبیین شده، که این نسبت، نسبت خوبی است.

به منظور بررسی عدم وجود وابستگی خطی بین متغیرهای مستقل، از آماره VIF استفاده می شود. اگر مقدار این آماره کمتر از ۵ باشد، شواهدی از وجود هم خطی چندگانه بین متغیرهای مستقل وجود ندارد. همچنین شاخص ویژه کمتر از ۱۵ نیز تائید کننده عدم وجود وابستگی خطی است. نتایج جدول (۱۸) فرض عدم وجود وابستگی خطی بین متغیرهای مستقل را تائید می نماید.

جدول ۱۸. بررسی عدم وجود وابستگی خطی

متغیر	آماره هم خطی	مدل	بعد	مقدار ویژه	شاخص وضعیت
به کارگیری اختیارات	VIF	۱	۱	۱/۹۸۳	۱/۰۰۰
	۱/۰۰۰	۱	۲	۰/۰۱۷	۱۰/۹۲۵

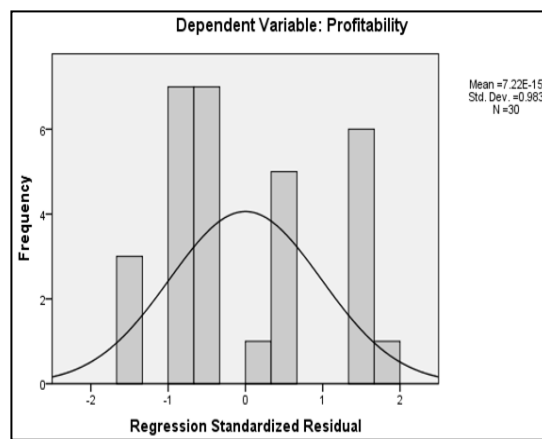
متغیر وابسته: سودآوری و استفاده از فرصت های مطلوب آینده و چالش های فرارو در حوزه انرژی

خورشیدی

مأخذ: یافته های پژوهش

برای تأیید وجود رابطه خطی بین متغیرهای وابسته و مستقل از آزمون F استفاده می‌شود. مقدار آماره F بیانگر معناداری کلی مدل رگرسیونی برازش شده در سطح خطای ۵٪ است. بر اساس محاسبات نرم‌افزار SPSS و با توجه به مقدار این آماره یعنی ۵۲/۴۰۷، فرض معناداری مدل رگرسیون در سطح معناداری (Sig= ۰/۰۰۰ < ۰/۰۵) پذیرفته می‌شود.

با مقایسه نمودار توزیع فراوانی خطاها و نمودار توزیع نرمال، وضعیت توزیع (خطاها) متغیرها مشخص می‌گردد. نمودار (۱) نشان می‌دهد که توزیع خطاها تقریباً نرمال و همچنین مقادیر میانگین و انحراف معیار نزدیک به صفر و یک است.



شکل ۱. آزمون نرمال بودن خطاها (مأخذ: یافته‌های پژوهش)

جدول ۱۹. نتایج آزمون سؤال فرعی (۱-۲) با استفاده از روش رگرسیون خطی

سطح معنی‌داری Sig	آماره t	ضرایب استاندارد نشده		مدل
		ضرایب استاندارد شده	ضرایب استاندارد نشده	
		بتا	B	۱
۰/۰۰۰	۵/۹۴۷	-	۰/۳۴۳	۲/۰۴۰
۰/۰۰۰	۷/۲۳۹	۰/۸۰۷	۰/۰۷۴	۰/۵۳۲

متغیر وابسته: سودآوری و استفاده از فرصت‌های مطلوب آینده و چالش‌های فرارو در حوزه انرژی

خورشیدی

معادله خط رگرسیون سؤال فرعی (۱-۲): $Y = B_0 + B_1X \Rightarrow Y = 2/040 + 0/532X$

مأخذ: یافته‌های پژوهش

بدین ترتیب مفروضات و شرایط کلاسیک مورد نیاز برای استفاده از مدل رگرسیون برقرار است. نتایج حاصل از آزمون رگرسیون خطی سؤال فرعی (۱-۲) پژوهش در جدول (۱۹) آمده است. این نتایج (با توجه به سطح معنی داری کوچکتر از ۰/۵٪) حاکی از تأثیر معنادار به کارگیری اختیارات و انعطاف‌های مدیریتی بر بهبود ارزش‌ها، سودآوری و استفاده از فرصت‌های مطلوب آینده در نیروگاه فتوولتاییک، است. ضریب بتای به دست آمده (۰/۸۰۷) نیز نشان می‌دهد که با یک واحد تغییر در متغیر مستقل ۸۰/۷٪ تغییر در متغیر وابسته ایجاد می‌شود.

برای پاسخ به سؤال فرعی (۲-۲) نیز از آزمون t تک نمونه‌ای استفاده و فرضیه زیر را برای چهار متغیری که نماد انواع مختلف اختیارات سرمایه گذاری در نیروگاه فتوولتاییک بوده و در مصاحبه‌های مقدماتی به تأیید خبرگان نیز رسیده بودند، مورد آزمایش قرار می‌دهیم:

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0: \mu \leq 3 \rightarrow \text{عدم اتفاق نظر خبرگان بر به کارگیری اختیار } Q_i \text{ در نیروگاه فتوولتاییک.} \\ H_1: \mu > 3 \rightarrow \text{اتفاق نظر خبرگان بر به کارگیری اختیار } Q_i \text{ در نیروگاه فتوولتاییک.} \end{array} \right.$$

جدول (۲۰) نتایج حاصل از این آزمون را نشان می‌دهد.

جدول ۲۰. نتایج حاصل از آزمون متغیرهای نشان‌دهنده نوع اختیارات سرمایه‌گذاری

متغیر	نوع اختیار	آماره آزمون	سطح معنی‌دار Sig	فرض صفر	
				$t_{0.05} = 1/699$	فاصله اطمینان ۹۵٪
				$df = 29$	
Q6	گسترش	۵/۴۱۳	۰/۰۰۰	رد	۰/۵۸۰۷
Q7	زمان‌بندی	-۴/۱۸۸	۰/۰۰۰	قبول	-۱/۰۴۱۸
Q8	واگذاری	۴/۹۵۵	۰/۰۰۰	رد	۰/۵۲۸۵
Q9	صبر(درنگ)	۶/۲۲۷	۰/۰۰۰	رد	۰/۶۴۹۲

مأخذ: یافته‌های پژوهش

تحلیل نتایج جدول (۲۰) نشان می‌دهد که با توجه به سطح معنی داری (Sig) کمتر از ۰/۵٪ فرض صفر با توجه به مقدار بحرانی (۱/۶۹۹) برای اختیار گسترش، واگذاری و صبر رد شده و میانگین پاسخ‌های خبرگان به این متغیرها، اختلاف معنی داری با عدد ۳ دارد. همچنین در فاصله اطمینان ۹۵٪ برای میانگین عدد ۳ در حد بالا و پایین قرار نداشته و میانگین این متغیرها برابر ۳ نیز نمی‌باشد. بدین ترتیب با ۹۵٪ اطمینان می‌توان ادعا کرد که خبرگان حوزه انرژی خورشیدی، با به کارگیری

اختیارات سرمایه گذاری از نوع گسترش، واگذاری و صبر موافق بوده و استفاده از این اختیارات را جهت انعطاف پذیری تصمیمات سرمایه گذاری در این نیروگاه مثبت ارزیابی می کنند؛ اما فرض صفر برای اختیار زمان بندی سرمایه گذاری در سطح معنی داری کمتر از ۵٪ قبول شده پس با میانگین کمتر از عدد ۳ و در سطح اطمینان ۹۵٪ ادعا می شود که خبرگان، با به کارگیری اختیار زمان بندی سرمایه گذاری موافق نبوده و استفاده از آن را جهت انعطاف پذیری تصمیمات سرمایه گذاری در این نیروگاه مثبت ارزیابی نمی کنند.

در نهایت با توجه به یافته های پژوهش، الگوی پیشنهادی زیر جهت انعطاف پذیری بیشتر تصمیمات بودجه بندی سرمایه ای در ارزیابی اقتصادی پروژه های سرمایه گذاری در شرایط عدم اطمینان، با استفاده از رویکرد اختیار سرمایه گذاری به شرح نمودار (۲) ارائه می گردد.



نمودار ۲. الگوی پیشنهادی پژوهش

نتیجه گیری و بحث

در این پژوهش الگویی برای شناسایی و رتبه بندی عوامل عدم اطمینان و همچنین شناسایی نوع اختیارات مناسب با یک پروژه سرمایه گذاری در نیروگاه فتوولتائیک جنوب اصفهان ارائه گردید. برای این منظور و در پاسخ به سؤال اول این پژوهش، عوامل عدم اطمینان حاکم بر پروژه نیروگاه از دید خبرگان حوزه انرژی خورشیدی نظرسنجی و به کمک تحلیل عاملی اکتشافی مورد شناسایی و سپس با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی رتبه بندی و ضریب اهمیت آن ها مشخص و در نهایت تأثیر این عوامل بر محیط سرمایه گذاری پروژه مورد مطالعه، تعیین و مشخص شد که عوامل

اقتصادی شناسایی شده و متغیرهای نظرسنجی شده آن نظیر نرخ بهره بازار، نرخ تورم و یارانه‌ها، مشوق‌ها و معافیت‌های مالیاتی در قالب حمایت‌های دولتی، عوامل فنی نظیر پاکیزگی سطح پنل‌های خورشیدی، شرایط آب و هوایی منطقه، کارایی مدول‌های فتوولتاییک و هزینه‌های نصب و راه‌اندازی این سیستم‌ها، عوامل محیطی چون متوسط تابش خورشید بر پنل‌های ثابت و مسطح در هر روز، تعداد روزهای آفتابی در سال و شفافیت یا آلودگی هوا و عوامل زیربنایی یا ساختاری میزان تابش سالانه خورشید (میزان دریافت اشعه خورشید) در منطقه، تعرفه خرید تضمینی برق خورشیدی توسط شبکه دولتی و نوسان نرخ ارز مؤثر بر مخارج خرید تجهیزات از خارج کشور، همگی بر محیط سرمایه‌گذاری در نیروگاه فتوولتاییک تأثیر دارند. نتایج به‌دست آمده در این بخش، صرف نظر از روش بررسی، منطبق با یافته‌های پژوهش کارلسون و فولر (۲۰۰۵)، کولان و همکاران (۲۰۰۹)، کروک و نیکولینا (۲۰۱۶) است.

همچنین در پاسخ به سؤال دوم پژوهش مشخص شد که خبرگان حوزه انرژی خورشیدی، به‌کارگیری اختیارات سرمایه‌گذاری را جهت انعطاف‌پذیری تصمیمات سرمایه‌گذاری در نیروگاه فتوولتاییک، توصیه می‌کنند. به اعتقاد آنان به‌کارگیری اختیارات و انعطاف‌های مدیریتی بر بهبود ارزش‌ها، سودآوری و استفاده از فرصت‌های مطلوب آینده در این نیروگاه، تأثیر معنی‌داری دارد و این اختیارات را در قالب اختیار گسترش سرمایه‌گذاری در نیروگاه، اختیار واگذاری نیروگاه و اختیار درنگ برای سرمایه‌گذاری در آن، مناسب تشخیص می‌دهند. یافته‌های پژوهش حاضر در این بخش نیز با یافته‌های پژوهش‌های خارجی چون لازو و همکاران (۲۰۰۷)، شین (۲۰۱۴) و کنجاتاران (۲۰۱۷) و پژوهش‌های داخلی نظیر دین‌محمدی و باقری (۱۳۹۰) و سینایی و هاشمی (۱۳۹۲) از بسیاری لحاظ شباهت دارد.

محدودیت‌های پژوهش

در ارزیابی نتایج حاصل از این پژوهش، برخی از محدودیت‌ها باید در نظر گرفته شود که می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- (۱) محدودیت ذاتی پرسشنامه، از این جهت که ممکن است برخی از خبرگان، علیرغم داشتن تخصص‌های فنی، پیش‌بینی کنندگان توانمندی در مسائل اقتصادی و مالی نباشند.
- (۲) به علت اجرای این پژوهش در استان اصفهان در سال ۹۶ و به دلیل تفاوت‌های اقلیمی و جغرافیایی استان‌های کشور، لذا تعمیم نتایج به سایر استان‌ها و به زمان‌های دیگر باید با احتیاط کافی صورت گیرد.

منابع

- آذر، ع. رجبزاده، ع. (۱۳۹۱). تصمیم‌گیری با رویکرد *MADM*، تهران، انتشارات نگاه.
- بایزیدی، ا. اولادی، ب؛ عباسی، ن. (۱۳۹۱). تحلیل داده‌های پرسشنامه به کمک نرم‌افزار *SPSS*، تهران، انتشارات عابد.
- بی، ا. (۱۳۸۱). روش‌های تحقیق در علوم اجتماعی، ترجمه رضا فاضل، تهران، انتشارات سمت.
- پورحیدری، ا. احمدی فارسانی، ف. (۱۳۹۲). «اختیارات سرمایه‌گذاری و افزایش تعهدات در تصمیمات بودجه‌بندی سرمایه‌ای». فصلنامه حسابداری مالی، ۱۷، صص. ۸۴-۷۱.
- جعفری اسکندری، م؛ صابونیان، م و دری، م. (۱۳۹۶). ارزیابی اقتصادی پروژه‌ها در شرایط عدم قطعیت با استفاده از منطق فازی، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و برنامه‌ریزی صفر و یک. راهبرد مدیریت مالی. ۳۵ (۳)، صص. ۱۸۴-۱۷۱.
- حافظ‌نیا، م. (۱۳۷۷). مقدمه‌ای بر روش تحقیق در علوم انسانی، تهران، انتشارات سمت.
- حیدری هراتمه، م. (۱۳۹۶). بررسی تأثیر اختیار واقعی ناشی از فرصت‌های سرمایه‌گذاری بر بازده سهام. مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، ۸ (۳۰)، صص. ۲۰۰-۱۸۵.
- دستگیر، م. (۱۳۸۷). مبانی مدیریت مالی، تهران، انتشارات نو پردازان.
- دین‌محمدی، م، باقری، م. (۱۳۹۲). «ارزیابی اقتصادی طرح‌های سرمایه‌گذاری با روش اختیار واقعی (مطالعه موردی: طرح پتروشیمی)». مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، ۱۹، صص. ۱۷۷-۱۵۳.
- ذکاوت، م. (۱۳۸۸). «تحلیل اختیار واقعی در بررسی طرح‌های سرمایه‌گذاری». ششمین کنفرانس بین‌المللی توسعه نظام مالی ایران، تهران، ۲، صص. ۵۲۳-۴۸۳.
- سینایی، ح، عیسی هاشمی، ق. (۱۳۸۸). «بررسی میزان استفاده مدیران شرکت‌ها از نظریه اختیارات سرمایه‌گذاری». فصلنامه حسابداری مالی، ۱، صص. ۹۲-۷۶.
- عطایی، م. (۱۳۸۹). تصمیم‌گیری چند معیاره فازی، انتشارات دانشگاه صنعتی شاهرود.
- فانی پاکدل، م و دیگران. (۱۳۹۱). «ارزشیابی پروژه‌های آماده‌سازی معدنی از دیدگاه نظریه اختیارات حقیقی: رویکرد مونت کارلو حداقل مربعات». مجله علمی پژوهشی مهندسی معدن، ۱۲، صص. ۳۰-۱۵.
- کریمی، ر. (۱۳۹۴). راهنمای آسان تحلیل آماری با *SPSS*، تهران، نشر هنگام.
- هومن، ح. (۱۳۸۹). مدل‌یابی معادلات ساختاری با لیزرل، تهران، انتشارات سمت.
- Ataei, M. (1389). *Fuzzy multi-criteria decision making*. Publications of Shahrood University of Technology. (In Persian).
- Azar, A. Rajabzadeh, A. (1391). *Applied Decision Making (Multi-Attribute Decision Making)*. Tehran, Negah Publications, 2nd ed. (In Persian).
- Babbie, E. (1381). *The Practice of Social Research*. Tehran, SAMT Publications. (In Persian).
- Bayazidi, A. Oladi, B. Abasi, N. (1391). *Questionnaire analysis using SPSS software*. Tehran, Abed Publications. (In Persian).
- Carlsson, Ch. Fuller, R. (2005). "A fuzzy approach to real option valuation", *Fuzzy Sets & Systems*, 139: 297-312. Doi: [10.1016/S0165-0114\(02\)00591-2](https://doi.org/10.1016/S0165-0114(02)00591-2).
- Collan, M. Fuller, R. Mezei, J. (2009). "A Fuzzy Pay-Off Method for Real Option Valuation". *Journal of Applied Mathematics and Decision Sciences*, Online at <http://mpr.ub.uni-muenchen.de/13601/>.
- Davis, G.A. Owens, B. (2003). "Optimizing the Level of Renewable Electric R&D Expenditures Using Real Options Analysis". *Journal of Energy Policy*, 589-608. Doi: [10.1016/S0301-4215\(02\)00225-2](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(02)00225-2).

- Dastgir, M. (1387). *Fundamentals of financial management*. Tehran, Nopardazan Publications. (In Persian).
- Dinmohammadi, M. Bagheri, M. (1392). Economic appraisal of investment projects by real option (case study: petrochemical plan). *Financial engineering and portfolio management*, 19, pp. 153-177. (In Persian)
- FaniPakdel, M.R. et al. (1391). Valuation of Mining Development Projects by Real Options Approach: least squares Mont Carlo approach, *Iranian Journal of Mining Engineering*, 12, pp. 15-30. (In Persian).
- Gogus, O, Boucher, T. (1997). A consistency test for rational weights in multi criterion decision analysis with fuzzy pair wise comparisons, *Fuzzy Sets and Systems*, 86, P.129-138. Doi: 10.1016/0165-0114(95)00410-6.
- Hafeznia, M. (1388). An Introduction to the Research Method in Humanities. Tehran, SAMT Publications. (In Persian).
- Heydari Haratemeh, M. (2017). Investigating the Effect of Real Options Resulting from investment opportunities on Stock Return. *Financial Engineering and Portfolio Management*, 8(30), pp. 185-200. (In Persian)
- Homan, H. (1389). Structural Equation Modeling With LISREL Application. Tehran, SAMT Publications. (In Persian).
- Jafari Eskandari, M. Saboonian, M. Dory, M. (2017). Economic Evaluation of Projects under Uncertainty Using Fuzzy Logic, Analytical Hierarchy Process and Binary Integer Programming. *Financial Management Strategy*, 5(3), pp. 171-184. Doi: 10.22051/jfm.2017.14141.1290. (In Persian)
- Karimi. R. (1394). An Easy Guide to Statistical Analysis with SPSS. Tehran, Hengam publication. (In Persian).
- Kengatharan, L. (2017). Capital Investment Decision Making under uncertainty. *Asia-Pacific Management Accounting Journal*, 12(2), pp. 51-77.
- Available at: <http://arionline.uitm.edu.my/ojs/index.php/APMAJ/article/view/632>.
- Kruk.M.N, Nikulina.A.Y. (2016) Economic Estimation of Project Risks when Exploring Sea Gas and Oil Deposits in the Russian Arctic, *International Journal of Economics and Financial Issues*. 6(S2), pp. 138-150. Available at <http://www.econjournals.com>
- Lazoa, L. Marley, M. Vellascoa, B.R. (2007). "Real Options Value by Monte Carlo Simulation and Fuzzy Numbers", *International Journal of Business*, 12(2):181-189. Doi: 10.13140/RG.2.1.1387.8163.
- Luiz, A.M. Jose, M.C. (2012). *Valuation of Wind Energy Projects: A Real Option Approach*, 7(5):3218-3255. Doi: 10.3390/en7053218.
- Myers, S.C. (1977). "Determinants of Corporate Borrowing". *Journal of Financial Economics*, 5(2):147-175. Doi: 10.1016/0304-405X(77)90015-0.
- Mun.J, (2006). *Real Option Analysis: Tools and Techniques for Valuing Strategic Investment and Decisions*, United States, John Wiley & sons Inc.
- Poorhaydari, O. Ahmadi, F. (1392). "Real Options Method and Escalation of Commitments in Capital Budgeting Decisions". *Financial Accounting Quarterly*. 17, pp. 71-84. (In Persian).
- Sinaee, H. Isa Hashemi, Gh.A. (1388). "Studying the implementation of Real Options by corporate Companies Managers". *Financial Accounting Quarterly*. 1, pp. 76-92. (In Persian).
- Sheen, J-N. (2014). *Real Option Analysis for Renewable Energy Investment under Uncertainty*, 2nd International Conference on Intelligent Technologies and Engineering Systems, Taiwan. 293, pp. 283-289. Doi: 10.1007/978-3-319-04573-3_35.
- Zekavat, S.M. (1388). *The Application of Real Option Analysis in Investigation of Investment Projects*. The 6th International Conference on Financing System Development in Iran, 2, pp. 483-523. (In Persian).

پیوست: فرآیند تحلیل سلسله مراتبی دلفی فازی

تحلیل سلسله مراتبی روشی است که در آن، وزن دهی پارامترها بر مبنای مقایسه دوجه‌دوی آن‌ها در قالب ماتریس مقایسه زوجی انجام می‌گیرد. این فرآیند توسط لیو و چن (۲۰۰۷) ارائه و شامل مراحل زیر است: (عطایی، ۱۳۸۹)

مرحله یک) نظرسنجی از متخصصان

در مورد پارامترهای مؤثر بر یک پدیده یا تصمیم به صورت کیفی یا در صورت امکان کمی نظرسنجی به عمل می‌آید.

مرحله دو) محاسبه اعداد فازی

برای محاسبه اعداد فازی \tilde{a}_{ij} نتایج حاصل از نظرسنجی به طور مستقیم با اعداد فازی بر اساس توابع عضویت مثلثی به دلیل سهولت محاسباتی و از رابطه (۱) محاسبه می‌گردد.

$$\tilde{a}_{ij} = (\alpha_{ij}, \delta_{ij}, \gamma_{ij}) \quad \text{و} \quad \alpha_{ij} \leq \delta_{ij} \leq \gamma_{ij} \quad (۱) \quad \text{رابطه}$$

در این رابطه $\alpha_{ij} = \text{Min}(\beta_{ijk})$ ، $\delta_{ij} = (\prod_{k=1}^n \beta_{ijk})^{\frac{1}{n}}$ ، $\gamma_{ij} = \text{Max}(\beta_{ijk})$ ، $k = 1, 2, 3, \dots, n$ و β_{ijk} نشان‌دهنده اهمیت نسبی عامل i بر عامل j از دیدگاه کارشناس k ام است.

مرحله سه) تشکیل ماتریس معکوس فازی

در این مرحله با توجه به اعداد فازی، ماتریس مقایسه زوجی فازی بین پارامترهای مختلف به شرح رابطه (۲) تشکیل می‌شود:

$$\tilde{A} = [\tilde{a}_{ij}] \quad , \quad \tilde{a}_{ij} \times \tilde{a}_{ji} \approx 1 \quad \forall i, j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (۲) \quad \text{رابطه}$$

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} (1, 1, 1) & \dots & (\alpha_{1j}, \delta_{1j}, \gamma_{1j}) & \dots & (\alpha_{1n}, \delta_{1n}, \gamma_{1n}) \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \left(\frac{1}{\gamma_{1j}}, \frac{1}{\delta_{1j}}, \frac{1}{\alpha_{1j}}\right) & \dots & (1, 1, 1) & \dots & (\alpha_{2n}, \delta_{2n}, \gamma_{2n}) \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \left(\frac{1}{\gamma_{1n}}, \frac{1}{\delta_{1n}}, \frac{1}{\alpha_{1n}}\right) & \dots & \left(\frac{1}{\gamma_{2n}}, \frac{1}{\delta_{2n}}, \frac{1}{\alpha_{2n}}\right) & \dots & (1, 1, 1) \end{bmatrix}$$

مرحله چهار) محاسبه وزن فازی نسبی پارامترها

وزن نسبی عوامل از روابط زیر محاسبه می‌گردد. \bar{W}_i یک بردار سطری است که نشان‌دهنده وزن فازی عامل i ام است.

$$\tilde{Z}_i = [\tilde{a}_{ij} \otimes \dots \otimes \tilde{a}_{in}] \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$\bar{W}_i = \tilde{Z}_i \oslash (\tilde{Z}_i \oplus \dots \oplus \tilde{Z}_n) \quad \text{رابطه (۴)}$$

مرحله پنجم) غیر فازی کردن وزن پارامترها

در این مرحله به منظور غیر فازی کردن وزن پارامترها، طبق رابطه (۵) میانگین هندسی مؤلفه‌های عدد فازی وزن پارامترها محاسبه و بدین ترتیب وزن پارامترها به صورت یک عدد قطعی بیان می‌شوند:

$$W_i = \left(\prod_{j=1}^3 W_{ij} \right)^{\frac{1}{3}} \quad \text{رابطه (۵)}$$

سپس ماتریس معکوس فازی \bar{A} به دو ماتریس یکی ماتریس حد میانی اعداد فازی (m) و دیگری ماتریس میانگین هندسی حد بالا و حد پایین اعداد فازی ماتریس معکوس فازی (g) افراز و نرخ سازگاری به روش گاوس و بوچر محاسبه می‌گردد:

$$CI^m = \frac{\lambda_{max}^m - N}{N-1}, \quad CR^m = \frac{CI^m}{RI^m}, \quad CI^g = \frac{\lambda_{max}^g - N}{N-1}, \quad CR^g = \frac{CI^g}{RI^g} \quad \text{رابطه (۶)}$$

در این رابطه $\lambda_{max}^m = \frac{m \times W_m}{W_m}$ بزرگ‌ترین مقدار ویژه ماتریس m و $\lambda_{max}^g = \frac{g \times W_g}{W_g}$ بزرگ‌ترین مقدار ویژه ماتریس g است. همچنین CI شاخص ناسازگاری، N تعداد عوامل، RI شاخص سازگاری تصادفی که مقدار آن از جدول شاخص ناسازگاری تصادفی انتخاب می‌گردد و CR نرخ سازگاری است که برای هر دو ماتریس m و g باید کوچک‌تر از ۱۰٪ باشد، در غیر این صورت (حتی برای یک ماتریس) باید پرسشنامه برای بازنگری به پاسخگویان ارجاع گردد (آذر و رجب‌زاده).