فصلنامه علمی - ترویجی «نشریه انرژی ایران»
دوره ۲۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۷، صفحه ۴۹-۳۷

اولویت‌بندی منابع انرژی تجدیدپذیر استان هرمزگان

[۱] نجوا باوقار زعیمی ، [۲] محمد علی فرقانی *، [۳] زین العابدین صادقی

تاریخ دریافت:
۱۳۹۵/۸/۲۳

تاریخ پذیرش:
۱۳۹۶/۱۱/۱۷

کلمات کلیدی:
ارزیابی چند معیاره،
انرژی تجدیدپذیر،
استان هرمزگان،
AHP

چکیده

انرژی به عنوان یک متغیر ژئوپلیتیک، جایگاه ویژه‌ای را در بازی‌های قدرتی نظام جهـــــان باز کرده و دسترسی به منابع انرژی برای تمامی سطوح سلسله مراتبی قدرت جهان، اهمیتی استراتژیک پیدا کرده است. اســـتان هرمزگـــان یکـــی از استان‌های صنعتی ایران است و این موضوع باعث شده است تا مصرف انرژی در این استان به طور پیوسته افـزایش یابـد. محـدود بـودن منـابع انـرژی فسـیلی و مشکلات ناشـی از انتشـار گازهـای گلخانـه ای ضـرورت توجـه روز افـزون بـه انرژی‌های تجدیدپذیر را بر همگان روشن ساخته است. ایـن پـژوهش بـا هـدف ارزیابی منابع انرژی تجدیدپذیر اسـتان هرمزگـان و انتخـاب انـرژی تجدیدپـذیر مناسب این استان با استفاده از روش AHP، معیارهای فنی، اقتصـادی، زیسـت محیطی و اجتماعی- سیاسی را مورد بررسی قرار داده است. نتایج پژوهش نشان می‌دهند که معیار اقتصادی با برتـری پـارامتر هزینـه سـرمایه گـذاری، بـالاترین اهمیت را در ارزیابی و انتخاب انرژی تجدیدپـذیر مناسـب ایفـا می‌کنـد و انـرژی خورشیدی مناسب ترین انرژی از میان انرژی‌هـای تجدیدپـذیر ارزیـابی شـده در استان هرمزگان است.

۱. کارشناس ارشد مدیریت اجرایی دانشکده مدیریت و اقتصاد دانشگاه باهنر کرمان najvabavaghar@yahoo.com
۲. استادیار گروه مدیریت دانشکده مدیریت و اقتصاد دانشگاه باهنر کرمان (نویسنده مسئول) forghani@uk.ac.ir
۳. استادیار گروه اقتصاد دانشکده مدیریت و اقتصاد دانشگاه باهنر کرمان abed_sadeghi@yahoo.com

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-14]

۱. مقدمه

متداول ترین تعریف از پایداری، تعریفی است که کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه (WCED) ارائه کرده است. این کمیسیون، توسعه پایدار را به صورت توسعه ای که احتیاجات نسل حاضر را بدون لطمه زدن به توانایی نسل‌های آتی در تأمین نیازهای خود برآورده می‌کند، تعریف کرده است[19]. داشتن انرژی مناسب عمده ترین عامل اقتصادی جوامع صنعتی پس از نیروی انسانی است چرا که انرژی یک نیاز اساسی برای استمرار توسعه اقتصادی، رفاه اجتماعی، بهبود کیفیت زندگی و امنیت جامعه می‌باشد. اگر انرژی به نحوی تولید و مصرف شود که توسعه انسانی را در بلند مدت در تمامی ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی تأمین نماید، مفهوم انرژِی پایدار تحقق خواهد یافت، لذا تأمین انرژی پایدار ضرورت توسعه پایدار است[۵]. رشد جمعیت، صنعتی شدن کشورها و ارتقای سطح کیفی زندگی، موجب شده است تا مصرف انرژی به طور پیوسته رو به افزایش باشد. از همین رو پیش‌بینی می‌شود در آینده، انرژی فسیلی، به عنوان منبع اصلی انرژی درجهان، جوابگوی تمام نیازها نباشد. این مسئله و آلودگی حاصل از سوخت‌های فسیلی باعث شده تا در اکثر کشورهای پیشرفته دنیا، مطالعاتی به منظور کشف و بهره بردای از منابع انرژی پاک انجام شود[۱].

فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر متفاوت، ویژگی‌های متفاوت، از جنبه‌های اقتصادی ، صنعتی و محیطی دارند. پیچیدگی فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر، هر کشور را به ارزیابی و انتخاب تکنولوژی درست، مبنی بر شرایط خاص آن کشور ملزم می‌سازد[۱۳]. به منظور انجام ارزیابی منطقی از گزینه‌های مختلف و ارائه راه حل‌های مناسب، تعدد اطلاعات مربوط به متغیرهای اقتصادی، اثرات زیست محیطی، واجد شرایط بودن اجتماعی ، نوآوری تکنولوژیکی باید تجزیه و تحلیل شوند. علاوه بر این، معیارهایی که اثر بالقوه قاطع در ساخت راه حل دارند باید به درستی انتخاب شوند و مورد تجزیه و تحلیل قرار بگیرند[۱۱].

کایا و کهرمان[۱۲] (۲۰۱۰) به تعیین بهترین گزینه انرژی‌های تجدیدپذیر برای استانبول با استفاده از روش ادغام شده AHP و VICOR و انتخاب میان گزینه‌های مکان تولید انرژی در این شهر پرداختند. نتایج نشان داد که انرژی باد مناسب ترین گزینه انرژی تجدیدپذیر و منطقه کاتالکا بهترین ناحیه میان گزینه‌ها برای استقرار توربین‌های بادی در استانبول می‌باشد. آمر و دایم[۸] (۲۰۱۱)،

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-14]

با استفاده از AHP فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر پاکستان را از لحاظ اقتصادی، زیست محیطی، اجتماعی، تکنولوژی و سیاسی مورد ارزیابی قرار دادند. گزینه‌های انرژی بادی، فتوولتائیک خورشیدی، انرژی حرارتی خورشیدی و انرژی زیست توده در مدل تصمیم به کار گرفته شد و نتایج حاکی از آن بود که ترکیب انرژی‌های بادی و زیست توده در تولید برق پاکستان به گزینه‌های دیگر برتری دارد. صادقی و همکاران [۱۷] (۲۰۱۲)، با استفاده از دو روش FMCDM که شامل FAHP و TOPSIS فازی است به ارزیابی منابع انرژِی تجدیدپذیر جهت تولید برق در استان یزد پرداختند. چهار گزینه از انرژِی‌های تجدیدپذیر (خورشیدی-زمین گرمایی-آبی و بادی) در استان یزد مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج نشان داد که انرژِی خورشیدی مناسب ترین منبع انرژِی تجدیدپذیر برای استان یزد می‌باشد. اسلیوجرین و همکاران[۱۸] (۲۰۱۳)، با استفاده از روش‌های معیارهای چندگانه ریاضی مانند AHP و ARAS (روش ارزیابی نسبی افزایشی)، به آنالیز و انتخاب فناوری‌های تولید انرژی تجدیدپذیر در لیتوانی پرداختند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که ارزیابی و انتخاب فناوری‌های تولید انرژِی با استفاده از روش‌های معیار چندگانه یک روش خوب با لحاظ معیارهای کارایی، سودمندی اقتصادی، انسجام زیست محیطی با معیارهای نوآوری در فناوری عملیات، مسئولیت پذیری اجتماعی و توسعه پایدار می‌باشد. از میان فناوری‌های تولید انرژِی مربوط به منابع انرژِی تجدیدپذیر، یک اولویت بارز به فناوری‌های زیست توده اختصاص داده شد. لی بو و تائو[۱۳] (۲۰۱۴) ، یک سیستم شاخص ارزیابی جامع برای فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر بر مبنای AHP و DEA در چین، شامل مزیت‌های اقتصادی، فنی ،کارایی، اجتماعی و زیست محیطی ساختند. نتایج نشان داد که انرژِی باد بهترین انتخاب برای چین است. لود و همکاران[۱۴] (۲۰۱۵)، بهینه سازی ترکیب فناوری برای پارک انرژِی تجدیدپذیر شانگهای ۲ گیگا واتی در کویت را مورد بررسی قرار دادند. انتخاب ۳تکنولوژِی بادی--PV CSP از میان ۱۴ تکنولوژِی در یک ارزیابی اجتماعی- فنی- اقتصادی تعیین شد، که عملکرد شبیه سازی هر گزینه از فناوری برای مکان اختصاص داده شده در کویت را شامل می‌شود. نتایج نشان داد که ترکیب تکنولوژِی متنوع برای اعتبار ظرفیت بالا مهم است و هیچ تک تکنولوژِی را نمی توان مشخص کرد که اهمیت آن بیشتر یا کمتر باشد. یو و همکاران[۲۰] (۲۰۱۶)، ادغام بهینه منابع انرژِی تجدیدپذیر را به عرضه انرژِی جزیره وانگ مورد بررسی قرار دادند. ارزیابی منابع انرژِی تجدیدپذیر پتانسیل تولید سالانه ۴۵۸.۱ گیگاوات ساعت را نشان داد که به طور قابل ملاحظه ای از نیازهای

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-14]

انرژِی محلی، ۲۲.۳ گیگا وات ساعت پیشی گرفته است. برق مازاد را می‌توان ذخیره و سپس در طول یک کسری برق مورد استفاده مجدد قرار داد.

ایران مانند دیگر کشورهای در حال توسعه با چالش‌های مهمی در زمینه انرژی و سیاست‌های زیست محیطی روبه ور است[۱۵]. در حال حاضر با وجود این که ایران پتانسیل‌های غنی در بهره برداری از انرژی‌های تجدیدپذیر دارد اما منابع تجدید ناپذیر مانند سوخت‌های فسیلی، گاز طبیعی و دیزلی تبدیل به انتخاب بیشتر نیروگاه‌های برق ایران جهت تولید برق شده است[۱۷].

موقعیت استراتژیک خاص استان هرمزگان، این استان را به یکی از بیشترین مصرف کنندگان انرژی در ایران تبدیل کرده است. این استان یکی از استان‌های کانونی کشور در حوزه برنامه ریزی کلان در حوزه انرژی است به گونه ای که توسعه صنایع غرب شهر بندرعباس نیز نیاز به انرژی را دو چندان کرده و سبب شده است که این استان به دلیل نزدیکی به دریا و منابع گازی و سوخت، یکی از بهترین استان‌های ایران برای تولید انرژی برق باشد. از جمله سیاست ها و اولویت هایی که در سند توسعه انرژی استان هرمزگان مورد توجه قرار گرفته است افزایش سرمایه گذاری در حداکثر بهره برداری از امکانات موجود وجایگزینی اقتصادی حامل‌های انرژی می‌باشند و در این راستا گسترش انواع انرژی‌های تجدید پذیر با توجه به مستعد بودن منطقه هیچ جایگاه توسعه ای پیدا نکرده‌اند (جدول۱).

جدول ۱. پتانسیل منابع انرژی تجدیدپذیر در ایران و استان هرمزگان[۴]

		منابع انرژی تجدیدپذیر					
		جزر و مد	خورشیدی	زیست توده	زمین گرمایی	بادی	برق آبی
پتانسیل (Gwh)	ایران	۲۶۱۰۱.۰۴	۱۹۳۱۶۱۰۰۰	۱۹۶۲۰۱.۷	۲۴۷۴۷	۲۶۵۹۶۱.۹	۱۲۳۶۱.۲
	هرمزگان	۸۵۵۳.۱	۹۲۷۴۴۷۷	۲۱۵۹.۵	۱۷۵۲	۱۴۷۷۸.۱	۰

از آنجایی که این صنعت نیاز به سرمایه گذاری در حجم بالا دارد، لذا وجود یک پژوهش دقیق که منابع انرژی تجدیدپذیر را از دیدگاه‌های متفاوت و اصولی مورد بررسی قرار دهد، تا از سرمایه‌گذاری غیر اصولی در این راستا پرهیز شود، احساس می‌گردد. با توجه به نیازهای آینده

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-14]

منطقه، مطالعه ما در انتخاب مناسب ترین سرمایه گذاری روی انرژی‌های تجدیدپذیر در استان هرمزگان متمرکز شده است.

۲. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

واژه AHP مخفف عبارت Analytical Hierarchy process به معنی فرایند تحلیل سلسله مراتبی است. AHP توسط توماس ساعتی در سال ۱۹۸۰ بسط داده شده است. فرایند تحلیل سلسله مراتبی در مواقعی که عمل تصمیم گیری با چندگزینه رقیب و معیار تصمیم گیری متفاوت روبروست می تواند مورد استفاده قرار گیرد. اساس این روش تصمیم گیری، بر مقایسات زوجی استوار است و شامل مقایسات دوتایی به منظور ایجاد یک ماتریس نسبت است که یک ورودی به صورت مقایسه‌های دوتایی و وزن‌های نسبی را به عنوان خروجی تولید می‌نماید[۶]. تصمیم گیرنده با فرآهم آوردن درخت سلسله مراتبی تصمیم آغاز می کند و عوامل مورد مقایسه و گزینه‌های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم را نشان می دهد و سپس با انجام مقایسات زوجی گزینه‌های رقیب را مورد ارزیابی قرار می دهد. در نهایت منطق فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ماتریس‌های حاصل از مقایسات زوجی را با یکدیگر تلفیق می سازد که منتهی به تصمیم بهینه می گردد. در این مدل برای هر یک از زیر معیارها ماتریس هندسی تشکیل می‌شود که با مقادیری از ۱ تا ۹ (جدول ۲) برای تعیین میزان اولویت‌های نسبی دو معیار صورت می‌گیرد[۷].

جدول ۲. نرخ مقایسات زوجی ساعتی [۷]

درجه اهمیت	ارزش عددی
یکسان	۱
متوسط	۳
زیاد	۵
بسیار زیاد	۷
فوق العاده زیاد	۹
برای ترجیحات بین عبارت‌های زبانی فوق	۲و۴و۶و۸

چک سازگاری مقایسات زوجی با نرخ سازگاری (Consistency Ratio) که به اختصار CR نامیده شده است سنجیده می‌شود. اگر CR ≤۰.۱ باشد، سطح قابل قبول توافق را در مقایسه‌های

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-14]

دوتایی نشان می دهد. اما $CR > 0.1$، نشانگر قضاوت‌های ناسازگار می‌باشد که در چنین مواردی باید در مقادیر اصلی ماتریس دوتایی تجدید نظر شود.

۳. داده‌ها و روش تحقیق

هدف این مطالعه شناسایی انرژی تجدیدپذیر مناسب برای استان هرمزگان با استفاده از تکنیک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی است. روش انجام کار در این تحقیق به منظور دستیابی به هدف پژوهش مبتنی بر چند مرحله کلی طرح ریزی شده است که این مراحل عبارتند از:

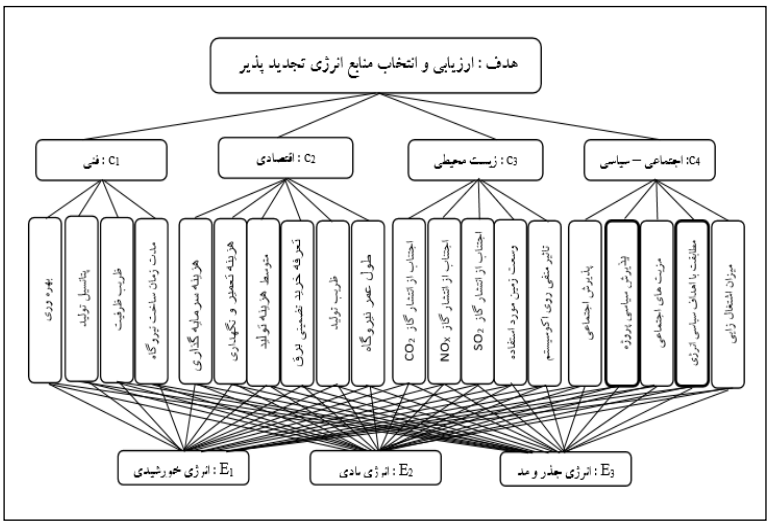
الف) انتخاب گزینه‌های تصمیم

با توجه به نظرات کارشناسان و پتانسیل استان در بهره برداری از منابع انرژی تجدیدپذیر، سه گزینه انرژی خورشیدی، انرژی بادی و انرژی جزر و مد در این پژوهش جهت ارزیابی انتخاب شد.

ب) شناسایی معیارهای موثر در تصمیم

در گام اول با مطالعات کتابخانه ای به تجزیه و تحلیل اطلاعات پرداخته شد. با توجه به نتایج حاصل از مطالعات و تحقیقات پیشین، و نظرات کارشناسان ۴ معیار اصلی فنی، اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی–سیاسی که در مجموع شامل ۲۰ زیر معیار هستند در این ارزیابی انتخاب شد. در این مرحله ، مسأله و هدف تصمیم گیری به صورت سلسله مراتبی از عناصر تصمیم که با هم در ارتباط می‌باشند، طراحی می‌شود. عناصر تصمیم شامل "شاخص‌ها یا معیارهای تصمیم گیری" و "گزینه‌های تصمیم" می‌باشد. در نمودار ۱ سلسله مراتب تصمیم نشان داده شده است.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-14]



نمودار ۱. درخت سلسله مراتبی جهت ارزیابی و انتخاب منابع انرژی تجدیدپذیر

ج) محاسبه وزن عناصر تصمیم

به منظور وزن دهی به عناصر تصمیم، ۴۰ تن از خبرگان سازمان‌های برق منطقه ای و محیط زیست استان هرمزگان، شرکت خصوصی فناوری‌های انرژی نو و اساتید دانشگاه شناسایی شدند و با استفاده از پرسش نامه مقایسات زوجی (پیوست ۱)، نظرات هر یک اخذ گردید. به منظور افزایش در دقت و سرعت محاسبات از نرم افزار مرتبط با فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به نام EXPERT CHOICE 11.0 استفاده شده‌است و پس از تعیین میزان اهمیت معیارها، رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها استخراج می‌شود. در نرم‌افزار EXPERT CHOICE پس از تعریف کردن معیارها و گزینه‌های موردنظر در ابتدا باید اطلاعات مربوط به مقایسات زوجی گزینه‌ها را با توجه به هرکدام از معیارها به طور جداگانه وارد کنیم. مقایسات زوجی از پایین به سمت بالای درخت ابتدا میان گزینه‌ها نسبت به زیر معیارهای کیفی، سپس میان زیر معیارها نسبت به ۴ معیار اصلی، و در نهایت میان معیارهای اصلی نسبت به هدف صورت می‌پذیرد.

از ۲۴ معیار به کار رفته در این ارزیابی، ۱۵ معیار کمی و ۹ معیار دیگر کیفی هستند. داده‌های کمی در این پژوهش از طریق تعدادی مستندات مرتبط (جدول ۳) گرد آوری شده است.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-14]

جدول ۳. امتیاز هر یک از انرژی‌های تجدیدپذیر برای معیارهای مختلف کمی

معیار	زیر معیار	واحد اندازه گیری	انرژی تجدیدپذیر		
			خورشیدی	بادی	جذر و مد
فنی	بهره وری [۱]	ساعت	۳۲۰۰	۳۵۰۰	۳۵۰۰
	پتانسیل تولید [۲]	گیگا وات ساعت	۹۲۷۴۴۷۷	۱۴۷۷۸.۱	۸۵۵۳.۱
	ضریب ظرفیت[۳]	درصد	۲۰	۴۰	۳۰
	مدت زمان ساخت[۴]	سال	۱.۵	۴	۴
	هزینه سرمایه گذاری[۵]	دلار بر کیلو وات ساعت	۲۲۶۵	۴۳۶۵	۶۴۴۰
	هزینه تعمیر و نگهداری[۶]	دلار بر کیلو وات ساعت	۲۷	۱۷۲	۱۹۸
	متوسط هزینه تولید برق [۷]	ریال بر کیلو وات ساعت	۹۱۹۰	۳۹۴۶	۳۹۴۶
	تعرفه خرید [۸]	ریال بر کیلو وات ساعت	۳۲۰۰	۳۴۰۰	۲۱۰۰
اقتصادی	ظرفیت تولید [۹]	کیلو وات	۱۲۵	۱۱۴	۱۱۴
	طول عمر نیروگاه[۱۰]	سال	۳۰	۳۰	۳۰
	اجتناب از انتشار گاز CO_2 [۱۱]	درصد	۱۵۷۶۸۵۰	۵۱	۱۷
	اجتناب از انتشار گاز NO_X [۱۲]	درصد	۱۱۵	۰.۳۷	۰.۱۲
	اجتناب از انتشار گاز SO_2 [۱۳]	درصد	۱۷۱	۰.۶	۰.۱۸
زیست محیطی	وسعت زمین مورد استفاده [14]	کیلو متر مربع	۳۵	۱۰۰	۰
اجتماعی - سیاسی	میزان اشتغال زایی [15]	شغل	۲۷۷۲۰۰۰	۱۰۸۱۰۰۰	۷۰۰۰۰

منبع ارقام این جدول بدین شرح است :

۱،۹،۱۰: جاودان و همکاران، [۲] ۱۳۹۳

۲: صادقی و خاکسار، [۴]، ۱۳۹۳

۷: سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا) [۳]، ۱۳۹۵

۸: تعرفه خرید تضمینی برق، وزارت نیرو، ۱۳۹۵

۱۱،۱۲،۱۳: یافته‌های تحقیق (طبق آمار موجود، تولید یک کیلو وات ساعت انـرژی بـرق تجدیدپـذیر از انتشار ۸۵۰ گرم CO_2، ۹.۲ گرم SO_2 و ۶.۲ گرم NO_x جلوگیری می‌کند.)

3,4,5,6: BP statistical review of world energy, 2016 [9]

14: Chatzimouratidis & Pilavachi, 2012 [10]

15: Renewable energy and jobs annual review(IRENA), 2016 [16]

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-14]

وزن نسبی ۴ معیار اصلی و ۱۴ زیر معیار و رتبه هر یک در جدول ۴ با استفاده از نـرم افـزار Expert choice محاسبه شده است.

جدول ۴. وزن و رتبه معیارهای اصلی و زیر معیارها

معیار	زیر معیار	وزن (٪)	رتبه بندی
C_1: فنی	C_{11}	۵۱.۶	۱
	C_{12}	۲۸.۴	۲
(۲۸.۲)	C_{13}	۱۵.۸	۳
	C_{14}	۴.۲	۴
C_2: اقتصادی	C_{21}	۴۵.۶	۱
	C_{22}	۱۹.۱	۲
(۵۸.۳)	C_{23}	۳.۷	۵
	C_{24}	۱۴.۱	۳
	C_{25}	۹.۷	۴
	C_{26}	۲.۶	۶
C_3: زیست محیطی	C_{31}	۴۶.۶	۱
	C_{32}	۱۹.۴	۲
(۶.۷)	C_{33}	۱۹.۴	۲
	C_{34}	۷.۳	۳
	C_{35}	۷.۳	۳
C_4: اجتماعی-	C_{41}	۱۷.۲	۲
سیاسی	C_{42}	۱۷.۲	۲
	C_{43}	۴.۳	۴
(۶.۷)	C_{44}	۴۴.۹	۱
	C_{45}	۱۶.۴	۳

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-14]

د) سنجش نرخ سازگاری مقایسات زوجی

همه مقایسات زوجی در این مقاله توسط نرم افزار Expert choice محاسبه شده است که نرخ ناسازگاری آن‌ها همان طور که در جدول ۵ بیان شده است کمتر از ۰.۱ است.

جدول ۵. نرخ ناسازگاری مقایسات زوجی

مقایسات زوجی	CR
معیارها	۰.۰۳
زیر معیارهای فنی	۰.۰۲
زیر معیارهای اقتصادی	۰.۰۴
زیر معیارهای زیست محیطی	۰.۰۱
زیر معیارهای اجتماعی-سیاسی	۰.۰۱

هـ) محاسبه وزن نهایی گزینه‌های تصمیم

پس از چک ناسازگاری هر یک از مقایسات زوجی، وزن نهایی گزینه‌های تصمیم به وسیله نرم افزار Expert choice محاسبه شد همان طور که در جدول ۶ بیان شده است. گزینه با وزن بالاتر بهترین انتخاب است.

جدول ۶. وزن و رتبه گزینه‌ها با نرخ سازگاری ۰.۰۴

گزینه ها	وزن (٪)	رتبه بندی
E_1: انرژی خورشیدی	۳۸.۷	۱
E_2: انرژی بادی	۲۷.۱	۳
E_3: انرژی جزر و مد	۳۴.۳	۲

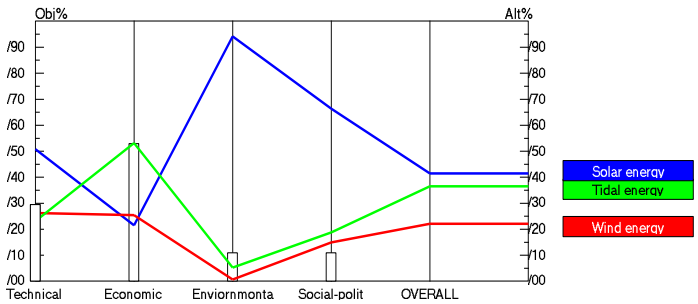
$E_1 > E_3 > E_2$

٤. بحث و نتیجه گیری

از آن جایی که هدف پژوهش دستیابی به یک انتخاب در راستای توسعه پایدار است نیاز به یک تعادل در تمامی زمینه‌های فنی، اقتصادی، زیست محیطی، اجتماعی و سیاسی داریم. در این راستا این پژوهش در بررسی انتخاب انرژی تجدیدپذیر تمامی این زمینه‌ها را در ارزیابی خود لحاظ کرده است تا به یک انتخاب ایده آل دست یابد. جهت دستیابی به هدف پژوهش اهمیت هر یک از معیارها و زیر

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-14]

معیارهای موثر در تصمیم توسط نظرات کارشناسان خبره از طریق پرسشنامه مقایسات زوجی گردآوری و وزن هر یک از معیارها و زیر معیارها با کمک نرم افزار Expert choice محاسبه گردید. در این تحقیق فاکتورهای موثر در ارزیابی و انتخاب انرژی تجدیدپذیر در ۴ گروه فنی، اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی- سیاسی دسته بندی گردید. وزن عناصر تصمیم که با کمک نرم افزار اکسپرت چویس محاسبه گردید، نشان می‌دهد که از بین زیر معیارهای فنی، زیر معیار بهره وری با وزن ۵۱.۶ درصد مهم ترین زیر معیار تشخیص داده شده است. از بین زیر معیارهای اقتصادی، زیر معیار هزینه سرمایه گذاری با وزن ۴۵.۶ درصد و از بین زیر معیارهای زیست محیطی، زیر معیار اجتناب از انتشار گاز CO_2 با وزن ۴۶.۶ درصد و در انتها از بین زیر معیارهای اجتماعی-سیاسی، زیر معیار مطابقت با اهداف سیاسی انرژی ملی با وزن ۴۴.۹ درصد مهم ترین زیر معیار تشخیص داده شدند. ماتریس مقایسات زوجی معیارها با ضریب ناسازگاری ۰.۰۳ درصد نشان می‌دهد که معیار اقتصادی با وزن ۵۸.۳ درصد مهم ترین معیار در ارزیابی منابع انرژی تجدیدپذیر است و معیارهای فنی با وزن ۲۸.۲ معیار زیست محیطی و معیار اجتماعی-سیاسی با وزن یکسان ۶.۷ درصد به ترتیب بعد از معیار اقتصادی قرار دارند.



نمودار۲. برتری معیارها و گزینه‌ها در ارزیابی و انتخاب منابع انرژی تجدیدپذیر توسط نرم افزار اکسپرت چویس

نتیجه کلی ارزیابی منابع انرژی تجدیدپذیر با ضریب ناسازگاری ۰.۰۴ درصد نشان می‌دهد که انرژی خورشیدی با وزن ۳۸.۷ درصد مناسب ترین گزینه از بین منابع انرژی تجدیدپذیر ارزیابی شده است و انرژی جزر و مد با وزن ۳۴.۳ و انرژی بادی با وزن ۲۷.۱ درصد به ترتیب بعد از انرژی خورشیدی قرار دارند (نمودار۲).

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-14]

منابع

[۱] امینیان، افسانه؛ عاقل، حسن و محمد حسین عدالت (۱۳۸۹)، "ارزیابی و مقایسه وضعیت کلی برخی از انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران و جهان"، *اولین همایش مکانیزاسیون و فناوری‌های نوین در کشاورزی*، (خوزستان–اهواز).

[۲] جاودان، حمید رضا و همکاران (۱۳۹۳)، "امکان‌سنجی استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در صنایع هیدروکربنی استان هرمزگان"، *پژوهشکده توسعه و بهینه‌سازی فناوری‌های انرژی، پژوهشگاه صنعت نفت*، ششمین کنفرانس انرژی‌های تجدیدپذیر، پاک و کارآمد.

[۳] سازمان انرژی نو ایران (سانا). Available: www.suna.org.ir

[۴] صادقی، حسین و سمانه خاکسار آستانه (۱۳۹۳)، "ارائه یک الگوی بهینه توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران با استفاده از رویکرد بهینه‌یابی استوار"، *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، شماره۱۱، صص۱۹۴–۱۵۹.

[۵] فروغی، داریوش (۱۳۷۵)، *انرژی برای جهان فردا، نشر شورای جهانی انرژی*، کمیته ملی انرژی ایران.

[۶] قدسی پور، حسن (۱۳۸۱)، *مباحثی در تصمیم گیری چند معیاره*. چاپ سوم، انتشارات دانشگاه امیر کبیر.

[۷] لیتکوهی، ساناز (۱۳۹۳)، *نظریه‌های مکانیابی* [جزوه درسی]، انتشارات دانشگاه پیام نور.

[8] Amer M. and T.U. Daim (2011). “Selection of Renewable Energy Technologies for a Developing County: a Case of Pakistan”. *Energy for Sustainable Development*, 15(4), pp. 420-435.

[9] BP statistical review of energy (2016), Available: www.bp.com.

[10] Catalina T., Virgone J. and E. Blanco (2011), Multi-source Energy Systems Analysis Using a Multi-criteria Decision Aid Methodology”, *Renewable Energy*, 36(8), pp. 2245-2252.

[11] Chatzimouratidis A.I. and P.A. Pilavachi (2012). Decision Support Systems for Power Plants Impact on the Living Standard”, *Energy Conversion and Management*, No. 64, pp.182-198.

[12] Kaya T. and C. Kahraman (2010), Multicriteria Renewable Energy Planning Using an Integrated Fuzzy VIKOR & AHP Methodology: The Case of Istanbul”, *Energy*, 35(6), pp. 2517-2527.

[13] Li-bo Z. and Y. Tao (2014). “The Evaluation and Selection of Renewable Energy Technologies in China”, *Energy Procedia*, No. 61, pp. 2554-2557.

[14] Lude S., Fluri T.P., Alhajraf S., Jülch V., Kühn P., Marful A. and J.S. Contreras (2015). “Optimization of the Technology Mix for the Shagaya 2GW Renewable Energy Park in Kuwait”, *Energy Procedia*, No. 69, pp. 1633-1642.

[15] Mazandarani A., Mahlia T.M.I., Chong W.T. and M. Moghavvemi (2011), “Fuel Consumption and Emission Prediction by Iranian Power Plants Until 2025”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(3), pp. 1575-1592.

[16] Sadeghi A., Larimian T. and A. Molabashi (2012). Evaluation of Renewable Energy Sources for Generating Electricity in Province of Yazd: a Fuzzy

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-14]

MCDM Approach", *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, No. 62, pp.1095-1099.

[17] Sliogeriene J., Turskis Z. and D. Streimikiene (2013). Analysis and Choice of Energy Generation Technologies: The Multiple Criteria Assessment on the Case Study of Lithuania", *Energy Procedia*, No. 32, pp. 11-20.

[18] The International Renewable Energy Agency (IRENA) (2016), "Renewable Energy and Jobs Annual Review" Avalable at: www.irena.org.

[19]UNISCO (1997). *Educating for a Sustainable Future*, the government of Greece.

[20]Yue C.D., Chen C.S. and Y.C. Lee (2016). Integration of Optimal Combinations of Renewable Energy Sources into the Energy Supply of Wang-An Island", *Renewable Energy*, No. 86, pp. 930-942.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-02-14]