

# تحلیل و اولویت‌بندی عدم استفاده از انرژی خورشیدی در مناطق مسکونی شهر اردبیل با تأکید بر پایداری زیست محیطی

محمدحسن یزدانی<sup>۱\*</sup>، مریم جامی اودولو<sup>۲</sup>

\*۱- دانشکده علوم اجتماعی (گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری) دانشگاه محقق اردبیلی

۲- دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی

\*ایمیل نویسنده مسئول: Yazdani@uma.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۱۰

## چکیده

انرژی خورشیدی با مزایای منحصر به فرد مانند ارزان بودن، عدم ایجاد آلودگی، نامحدود و تمام نشدنی و عدم تأثیر منفی بر محیط زیست بیش از پیش به‌عنوان جایگزینی برای سوخت‌های فسیلی مورد توجه قرار گرفته است. ولی علیرغم موقعیت جغرافیایی مناسب ایران کمتر به استفاده از این انرژی پرداخته شده است. پژوهش حاضر با هدف تحلیل و اولویت‌بندی عدم استفاده از انرژی خورشیدی در مناطق مسکونی شهر اردبیل با تأکید بر پایداری زیست محیطی و با در نظر گرفتن ۸ معیار صورت پذیرفته است. این پژوهش از نظر هدف کاربردی و از نظر روش، بنا بر ماهیت توصیفی تحلیلی و از نوع پیمایشی می‌باشد. جهت تحلیل و اولویت‌بندی عدم استفاده از انرژی خورشیدی در مناطق مسکونی شهر اردبیل، شاخص‌های مربوطه با استفاده از روش آنترپوی وزن‌دهی و معیارها با بهره‌گیری از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (تاپسیس، ساو، ویکور) رتبه‌بندی و در نهایت برای دستیابی به اولویت‌بندی نهایی از تکنیک ادغامی کپ لند استفاده شد. بر اساس سنجش‌های به کاررفته در پژوهش حاضر و نتایج حاصل از پیاده‌سازی تکنیک‌های مزبور، مولفه‌های مدیریتی، اقتصادی و آموزشی در رتبه نخست و مولفه‌های اجتماعی، قانونی و فنی در رتبه آخر به لحاظ مولفه‌های موثر در عدم استفاده از انرژی خورشیدی نسبت به سایر مولفه‌ها قرار دارند. براساس اظهار نظرات پاسخ‌گویان مهمترین عامل عدم تمایل شهروندان به استفاده از انرژی خورشیدی در شهر اردبیل، مربوط به موانع مدیریتی و اقتصادی می‌باشد.

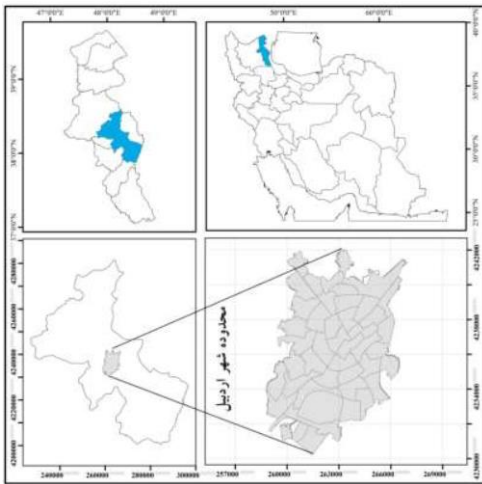
## کلمات کلیدی

"انرژی خورشیدی"، "مسکن"، "پایداری زیست محیطی"، "اردبیل"

## ۱- مقدمه

منابع انرژی و همچنین باعث کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و به تبع آن حفظ امنیت و سلامت انسانها و محیط زیست شود (موسوی و همکاران، ۱۳۹۵). در این بین یکی از منابع رایگان و قابل دسترس انرژی در دنیا، خورشید است. انرژی خورشید یکی از منابع تأمین انرژی است؛ که به دلیل بحران انرژی و اثرات مخرب انرژی‌های فسیلی در سال‌های اخیر، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و از جمله انرژی خورشیدی به منظور کاهش و صرفه‌جویی در مصرف انرژی، کنترل عرضه و تقاضای انرژی و کاهش انتشار گازهای آلاینده با استقبال فراوانی روبه‌رو شده است (اکبری و همکاران، ۱۳۹۵). استفاده از انرژی خورشیدی برای گرم کردن آب مصرفی یا شواژ جهت گرمایش ساختمان می‌تواند هزینه‌های آب گرم منازل مسکونی را که حدود ۷۰ درصد ساختمان‌های هر شهر را تشکیل می‌دهد تا حدود ۶۰ درصد در طی سال کاهش دهد. با استفاده از آبگرمکن‌های خورشیدی و سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی خورشیدی میتوان در کل عمر ساختمان، هزینه‌های بسیاری را صرفه‌جویی کرد و نیز این سیستم‌ها می‌توانند در حفظ منابع طبیعی و محیط زیست به مردم کمک موثری کنند (بحریمیا، ۱۳۸۹). در این راستا باید اذعان کرد که ساختمان یکی از بزرگترین بخش‌های مصرف کننده انرژی در اغلب جوامع محسوب می‌شود و اتلاف انرژی در بخش ساختمان همچون سایر بخش‌ها بسیار زیاد است، در این بین انرژی خورشیدی از جمله انرژی‌های تجدیدپذیر است و از مولفه‌های اصلی توسعه پایدار محسوب می‌شود. پایداری، به عنوان یکی

امروزه انرژی یکی از نیازهای اولیه زندگی بشر محسوب می‌شود و وابستگی انسان به سوخت‌های فسیلی بسیار بیشتر از گذشته شده است به طوری که بیش از ۹۰ درصد از انرژی مصرفی جهان از سوخت‌های فسیلی تأمین می‌شود (اکبری مطلق و حجازی، ۱۳۹۰). رشد سریع مصرف جهانی انرژی علاوه بر ایجاد مشکلاتی در زمینه تأمین منابع انرژی، اثرات زیست-محیطی زیانباری را نیز به دنبال داشته است (ساکوپور و همکاران، ۱۳۹۰). به عبارتی از یک سو جوامع صنعتی (توسعه یافته و در حال توسعه) و شهرهای بزرگ با مشکل آلودگی محیط زیست مواجه‌اند و از سوی دیگر مواد اولیه و سوخت مورد نیاز جوامع بشری با شتاب روزافزونی در حال اتمام است. اثرات زیانبار مصرف بالای انرژی‌های فسیلی، در آب و خاک و هوا نمایان شده و تلاش برای کاهش مصرف این انرژی‌ها تاکنون نتوانسته راه حلی برای خروج از این مشکل باشد. تلاش برای حل این مسئله دانشمندان و محققان را به فکر جایگزینی انرژی‌های تجدیدپذیر و پاک با انرژی‌های رو به پایان و آلوده کننده فسیلی انداخته است (Makarieva & Gorshkov, 2008)، چرا که توسعه و گسترش انرژی‌های تجدیدپذیر به تحقق اهداف توسعه اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی کشور کمک می‌کند و از عوامل اساسی در رسیدن به توسعه پایدار در هر کشوری است. استفاده از انرژی‌های نو می‌تواند باعث کاهش وابستگی به منابع فسیلی، کاهش انتشار گازهای آلاینده از بخش‌های تولید و مصرف



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی شهر اردبیل

### روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

مطالعه حاضر از لحاظ هدف کاربردی و از لحاظ روش تحقیق توصیفی-تحلیلی می‌باشد. برای انجام آن ابتدا مطالعات اکتشافی به صورت کتابخانه‌ای اسنادی انجام شده و سپس، بخش عمده پژوهش پیمایش بوده که از طریق تکمیل پرسشنامه انجام شده است. جامعه آماری تحقیق را شهروندان شهر اردبیل تشکیل می‌دهند (۵۲۹۳۷۴ نفر) که ۳۸۳ نفر بر اساس فرمول کوکران به عنوان نمونه برآورد گردید و پرسشنامه در میان جمعیت بالای (۱۵) سال توزیع شد. از آن جایی که روش نمونه‌گیری تصادفی ساده بوده لذا برای ۳۸۳ پرسشنامه توزیع و تکمیل گردید. لازم به ذکر است پرسشنامه از نوع محقق ساخته بوده برای ارزش‌گذاری سوالات از طیف پنج گزینه‌ای لیکرت (۱=خیلی کم، ۲=کم، ۳=متوسط، ۴=زیاد، ۵=خیلی زیاد) استفاده شد. در راستای اولویت بندی معیارهای پژوهش و به دنبال این هدف که عوامل موثر بر عدم استفاده از انرژی خورشیدی در مناطق مسکونی شهر اردبیل چگونه است؟ معیارهای مورد بررسی با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (تاپسیس، ساو، ویکور و کپ لند) اولویت‌بندی گردیدند. روایی محتوای سوال‌های پرسشنامه توسط اساتید و کارشناسان امر مورد تأیید قرار گرفته و برای محاسبه پایایی سؤالات نیز ابتدا با پیش‌آزمونی، پرسشنامه بر روی نمونه‌ای به حجم ۳۸۳ نفر اجرا گردید و سپس پایایی پرسشنامه به روش آلفای کرونباخ محاسبه گردید و ضریب کلی ۰/۸۳۰ به دست آمد که نشان از سطح بالای پایایی پرسشنامه می‌باشد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS و Excel استفاده شده و پس از وزن‌دهی به شاخص‌های مورد مطالعه با بهره‌گیری از روش آنتروپی شانون، معیارهای پژوهش با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (تاپسیس، ساو، ویکور) رتبه‌بندی شدند. در نهایت جهت رسیدن به یک رتبه‌بندی نهایی بین معیارهای عدم استفاده از انرژی خورشیدی در مناطق مسکونی از مدل ادغامی کپ‌لند استفاده شد. تصمیم‌گیری چندمعیاره؛ از جمله روش‌های ارزیابی چندمعیاره می‌باشد که در زمینه‌های مختلف کاربردهای فراوانی دارد. تصمیم‌گیری یکی از مهمترین وظایف مدیریت است و یکی از دلایل موفقیت برخی از افراد و سازمان‌ها اتخاذ تصمیم‌های مناسب است. از این رو، ضرورت وجود روش‌هایی علمی که انسان را در این زمینه یاری کند، کاملاً محسوس است. این امر منجر به توجه محققین در دهه‌های اخیر به

از مفاهیم مهم برنامه‌ریزی، از آغاز آن در اقتصاد و تفکر زیست‌محیطی پدید آمده و بعدها به طور گسترده‌ای برای ارزیابی توسعه استفاده شده است (هیروث و همکاران، ۲۰۱۳). بطوریکه ویژگی متمایز برنامه‌ریزی و طراحی شهری در هزاره سوم میلادی، برنامه‌ریزی بر مبنای همگامی با طبیعت و رعایت اصول توسعه پایدار در تمام فعالیت‌های مربوط به مسائل شهری است که در آن تا حد ممکن معیارها و ضوابط توسعه پایدار رعایت شده است، رعایت این اصول سبب صرفه‌جویی تولید و کاهش مواد زائد شهری، استفاده مجدد و بازیافت آن‌ها، صرفه‌جویی در مصرف انرژی، اولویت الگوهای حمل و نقل عمومی، پیاده و دوچرخه در برنامه‌ریزی، بهره‌گیری از انرژی خورشیدی در طراحی، بازیافت فاضلاب و کاهش آلودگی‌های مختلف زیست محیطی خواهد شد (رازقیان و دیگران، ۱۳۹۶: ۱۵۶). در این میان انرژی خورشیدی در ساختمان‌ها را بر حسب تعادل انرژی‌شان، می‌توان به عنوان سیستم‌های کاملی در نظر گرفت که انواع انرژی قابل حصول محیطی را کسب می‌کنند و نیازهای متنوع و گوناگون را در این رابطه برآورده می‌سازند. ساختمان‌ها را باید به عنوان سیستم‌های پایداری در نظر گرفت که قابلیت استفاده‌ی مختلف را در درازمدت دارا باشند. با طراحی و کاربرد روش‌های مختلف گرمایش و تهویه مطبوع و فعال و غیرفعال خورشیدی در ساختمان، در میزان مصرف سوخت‌های فسیلی صرفه‌جویی شده و مقدار آلودگی هوا نیز کاهش می‌یابد (یزدانی و جامی، ۱۳۹۷: ۶). با طرح معماری خورشیدی، می‌توان حداقل ۵۰ درصد از انرژی مصرفی ساختمان را کاهش داد. اگر چنانچه از روش فعال و غیرفعال خورشیدی توأماً استفاده شود، میزان صرفه‌جویی بطور قابل توجهی افزایش می‌یابد (حاج سقطی، ۱۳۸۰: ۱۵). با این اوصاف می‌توان از انرژی خورشیدی به عنوان فرصتی جهت جایگزینی مناسب برای سوخت‌های فسیلی بهره‌برده و مسیر نیل به توسعه پایدار را هموار نمود. از این رو پژوهش حاضر با توجه به ضرورت و اهمیت بالای محیط زیست در زندگی شهروندان و به تبع آن توسعه پایدار زیست محیطی صورت گرفته و در پی تحلیل و اولویت بندی عدم استفاده از انرژی خورشیدی در مناطق مسکونی شهر اردبیل با تأکید بر پایداری زیست محیطی می‌باشد، تا افزون بر این؛ ضمن اولویت بندی عدم استفاده از انرژی خورشیدی در مناطق مسکونی شهر اردبیل، مسیر حرکت به سوی حفظ وضعیت زیست محیطی را با استفاده از سیستم‌های خورشیدی به عنوان یکی از بهترین منابع انرژی در ساختمانها که فاقد هرگونه مضرات زیست محیطی است را هموار نماید. بنابراین پرسش اساسی که در این پژوهش مطرح می‌شود این است که، رتبه‌بندی مولفه‌های موثر بر عدم استفاده از انرژی خورشیدی در مناطق مسکونی شهر اردبیل چگونه است؟

### ۲- روش انجام تحقیق

#### • محدوده مورد مطالعه

شهر اردبیل به عنوان مرکزیت اداری - سیاسی استان اردبیل در دشتی به همین نام و به صورت شعاعی گسترش یافته است. براساس آخرین آمارگیری رسمی کشور در سال ۱۳۹۵ جمعیت شهر اردبیل ۵۲۵۷۰۲ نفر (۱۵۸۰۰۹ خانوار) و مساحت آن بیش از ۶۱۰۰ هکتار گزارش شده است. همچنین بر اساس آخرین گزارشات شهرداری اردبیل، شهر اردبیل دارای ۵ منطقه شهری، ۴۴ ناحیه شهری و ۱۹۷ محله شهری می‌باشد (یزدانی و همکاران، ۱۳۹۷: ۸۱).

- راه‌حل توافقی ارائه شده دارای درصدی برتری است (آذر و رجبزاده، ۱۳۹۱: ۸۰-۸۱).

کپ لند: تکنیک کپ لند، تعداد بردها و تعداد باخت‌ها را برای هر معیار مشخص می‌کند. بدین صورت که چنانچه در مقایسه زوجی، یک معیار بر معیار دیگر با اکثریت آرا ارجح شناخته شد آن را با  $M$  (برد) نشان می‌دهند و اگر در این مقایسه، رأی اکثریت وجود نداشت و یا آرا باهم مساوی بود، با  $X$  (باخت) کدگذاری می‌شوند. در این روش،  $M$  به منزله ارجحیت سطر بر ستون و  $X$  به منزله ارجحیت ستون بر سطر است. در ادامه با جمع کردن هر سطر، تعداد بردها و نیز هر ستون تعداد باخت‌ها را برای هر معیار مشخص می‌گردد. در نهایت امتیازی که کپ لند به هر گزینه می‌دهد با کم کردن تعداد باخت‌ها از تعداد بردها محاسبه می‌شود (لطفی، ۱۳۹۱: ۲۳). جهت رسیدن به یک اولویت‌بندی نهایی از مدل ادغامی کپ لند استفاده شده است.

#### یافته‌های تحقیق

از آنجایی که تمرکز اصلی مطالعه حاضر بر اولویت‌بندی مولفه‌های موثر بر عدم استفاده از انرژی خورشیدی در مناطق مسکونی شهر اردبیل می‌باشد براین مبنا از مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه که کاربرد زیادی در این زمینه دارند استفاده گردیده است. با رتبه‌بندی می‌توان به مولفه‌های موثر بر عدم استفاده از انرژی خورشیدی در مناطق مسکونی پی برد بدین معنی که با مقایسه تطبیقی می‌توان متوجه شد که کدام دسته از معیارها در رتبه بالاتری قرار دارد تا تدابیر لازم در این مورد اتخاذ شود. بنابراین در این مرحله از پژوهش، با توجه به داده‌های حاصل از پرسش‌نامه، در راستای رسیدن به پرسش اصلی تحقیق، معیارهای موثر بر عدم استفاده از انرژی خورشیدی بر اساس تکنیک‌های چند معیاره نظیر (تاپسیس، ساو، ویکور) سطح‌بندی شده و در قالب جدول برای بازنمایی بهتر نشان داده شده است؛ و در نهایت جهت رسیدن به یک اولویت‌بندی نهایی از مدل ادغامی کپ لند استفاده شده است؛ و خروجی نهایی به صورت جدول ارائه شده است.

#### رتبه‌بندی مولفه‌های موثر بر عدم استفاده از انرژی خورشیدی در مناطق مسکونی شهر اردبیل بر اساس مدل

##### تاپسیس

در پژوهش حاضر پس از طی مراحل محاسباتی مدل تاپسیس در نرم افزار Excel خروجی نهایی به دست آمده از این تکنیک در جدول ۱ قابل مشاهده است.

جدول ۱: رتبه‌بندی مولفه‌های موثر بر عدم استفاده از انرژی خورشیدی

در مناطق مسکونی شهر اردبیل بر اساس مدل تاپسیس

رتبه‌بندی	نتیجه مدل تاپسیس	مولفه‌ها
۱	0/404	مدیریتی
۲	0/398	اقتصادی
۳	0/384	سیاستگذاری
۴	0/376	نگرشی
۵	0/349	آموزشی
۶	0/303	اجتماعی
۷	0/295	قانونی
۸	0/286	فنی

«مدل‌های چندمعیاره» (MCDM) برای تصمیم‌گیری پیچیده شده است (نوجوان و همکاران ۱۳۹۰: ۳). تاپسیس: تاپسیس به عنوان یک روش تصمیم‌گیری چند شاخصه، روشی ساده ولی کارآمد در اولویت‌بندی محسوب می‌شود. این روش را در سال ۱۹۹۲ «چن و هوانگ» با ارجاع به کتاب «هوانگ و یون» در سال ۱۹۸۱ مطرح کرده‌اند (serafim ( Opricovic, 2004: 445). این روش  $N$  گزینه را با توجه به  $M$  معیار، رتبه‌بندی می‌کند. این روش تصمیم‌گیری از پشتوانه ریاضی قوی برخوردار است و همانند بسیاری از روش‌های علمی، دانستن و رعایت مفروضات، محدوده و شرایط اعتبار قوانین و صحت فرمول‌های پیشنهاد شده، محدوده دقت نتایج و شرایط قابل قبول بودن جواب‌ها بسیار حائز اهمیت است. مفروضات زیربنایی این روش عبارت‌اند از: - هر شاخص باید به طور یکنواخت، افزایشده یا کاهشده باشد؛ - شاخص‌ها باید به گونه‌ای باشند که مستقل از یکدیگر فرض شود؛ - فاصله گزینه‌ها از ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی به صورت فاصله اقلیدسی محاسبه می‌شود (مرصوصی، ۱۳۹۳: ۲۵-۲۶). ساو: این روش نیاز به مقیاس‌های مشابه یا اندازه‌گیری‌های بی‌مقیاس شده دارد که بتوان آن‌ها را با یکدیگر مقایسه کرد. این تکنیک بر مبنای پارامترهای مرکزی در علم آمار شکل گرفته است و تابع مطلوبیت تصمیم‌گیرنده این تکنیک خطی است و قابلیت جمع‌پذیری شاخص‌ها تضمین شده است (آذر و رجبزاده، ۱۳۹۱: ۱۶۸). در خصوص این روش باید توجه کرد: - که فرض به کارگیری روش فوق بر استقلال ارجحیت و مجزا بودن آثار شاخص‌ها از یکدیگر است. - مطلوبیت کلی از شاخص‌ها قابل تفکیک به مطلوبیت موجود از هر یک از شاخص‌ها فرض شده و بدین صورت از مدل جمع‌پذیر استفاده می‌گردد. - استفاده از SAW برای مواردی مناسب است که نرخ تبادل در بین شاخص‌ها ثابت و برابر با واحد باشد (اصغر پور، ۱۳۸۳). ویکور: روش ویکور یک ابزار مؤثر در تصمیم چند معیاره است و در حل مسائلی که با معیارهای ناسازگار و تناسب ناپذیر همراه هستند استفاده می‌شود. این روش خصوصاً در شرایطی به کار می‌رود که تصمیم‌گیر قادر نیست که ترجیحاتش را در شروع طراحی سیستم بیان کند. در این روش تصمیم‌گیرنده نیازمند راه‌حلی می‌باشد که این راه‌حل نزدیک‌ترین راه‌حل به راه‌حل ایده‌آل باشد. هم چنین در شرایطی که فرد تصمیم‌گیرنده قادر به شناسایی و بیان برتری‌های یک مسئله در زمان شروع و طراحی آن نیست، از این روش استفاده می‌شود (علی بخشی، ۱۳۹۳: ۵۱).

ویکور برای حل مسائلی با خصوصیات زیر مناسب است:

توافق برای حل ناسازگاری قابل قبول می‌باشد.

تصمیم‌گیرنده مشتاق است راه‌حلی را که نزدیک‌ترین راه‌حل به راه‌حل ایده‌آل است تأیید کند.

یک رابطه خطی بین هر تابع معیار و یک مطلوبیت تصمیم‌گیرنده وجود دارد.

معیارها ناسازگار و نامتناسب می‌باشند.

تمام گزینه‌ها با تمام معیارها ارزیابی می‌شوند.

اولویت تصمیم‌گیرنده توسط وزن‌ها بیان می‌گردد.

- روش ویکور می‌تواند بدون مشارکت تعاملی تصمیم‌گیر شروع شده باشد، اما تصمیم‌گیر مسئول تأیید راه‌حل نهایی می‌باشد و ترجیحاتش باید پوشش داده شود.

### رتبه‌بندی مولفه‌های موثر بر عدم استفاده از انرژی خورشیدی در مناطق مسکونی شهر اردبیل بر اساس مدل ساو

در پژوهش حاضر پس از طی مراحل محاسباتی مدل ساو در نرم‌افزار Excel خروجی نهایی به‌دست‌آمده از این تکنیک در جدول ۲ قابل مشاهده است.

جدول ۲: رتبه‌بندی مولفه‌های موثر بر عدم استفاده از انرژی خورشیدی در مناطق مسکونی شهر اردبیل بر اساس مدل ساو

رتبه‌بندی	نتیجه مدل ساو	مولفه‌ها
۱	۰/۱۱۴	مدیریتی
۲	۰/۱۰۸	اقتصادی
۳	۰/۱۰۱	نگرشی
۴	۰/۰۹۸	سیاستگذاری
۵	۰/۰۹۱	آموزشی
۶	۰/۰۸۵	قانونی
۷	۰/۰۷۹	اجتماعی
۸	۰/۰۷۳	فنی

نرم افزار Excel خروجی نهایی به‌دست آمده از این تکنیک در جدول ۳ قابل مشاهده است. لازم به ذکر است که در مدل ویکور رتبه‌بندی به‌گونه‌ای است که کمترین ارزش، بالاترین اولویت را به خود اختصاص داده است و بالعکس همان طور که در جدول ۳ ملاحظه می‌گردد طبق نتایج حاصله از مدل ویکور از بین مولفه‌های موثر بر عدم استفاده از انرژی خورشیدی در مناطق مسکونی شهر اردبیل بالاترین رتبه به ترتیب به مولفه‌های مدیریتی، اقتصادی، نگرشی و پایین‌ترین رتبه به مولفه‌های قانونی، فنی و اجتماعی اختصاص دارد.

جدول ۳: رتبه‌بندی مولفه‌های موثر بر عدم استفاده از انرژی خورشیدی در مناطق مسکونی شهر اردبیل بر اساس مدل ویکور

رتبه‌بندی	نتیجه مدل ویکور	مولفه‌ها
۱	۰/۵۷۵	مدیریتی
۲	۰/۶۲۹	اقتصادی
۳	۰/۶۸۹	نگرشی
۴	۰/۷۴۵	سیاستگذاری
۵	۰/۸۸۴	آموزشی
۶	۰/۹۴۸	قانونی
۷	۰/۹۸۷	فنی
۸	۱/۰۰۰	اجتماعی

در پژوهش حاضر پس از طی مراحل محاسباتی مدل ادغامی کپ لند در نرم‌افزار Excel خروجی نهایی به‌دست‌آمده از این تکنیک در جدول ۴ قابل مشاهده است.

همان طور که در جدول ۱ ملاحظه می‌گردد طبق نتایج حاصله از مدل تاپسیس از بین مولفه‌های موثر بر عدم استفاده از انرژی خورشیدی در شهر اردبیل بالاترین رتبه اختصاص یافته به مولفه موثر در عدم استفاده از انرژی خورشیدی به ترتیب مدیریتی، اقتصادی و سیاستگذاری می‌باشد. همچنین، پایین‌ترین رتبه اختصاص یافته به اجتماعی، قانونی و فنی اختصاص دارد.

همان‌طور که در جدول ۲ ملاحظه می‌گردد طبق نتایج حاصله از مدل ساو از بین مولفه‌های موثر بر عدم استفاده از انرژی خورشیدی شهرداری‌بیل بالاترین رتبه مولفه موثر به ترتیب مدیریتی، اقتصادی و نگرشی و پایین‌ترین رتبه قانونی، اجتماعی و فنی اختصاص دارد.

### رتبه‌بندی مولفه‌های موثر بر عدم استفاده از انرژی خورشیدی در مناطق مسکونی شهر اردبیل بر اساس مدل ویکور

در پژوهش حاضر پس از طی مراحل محاسباتی مدل ویکور در

رتبه‌بندی مولفه‌های موثر بر عدم استفاده از انرژی خورشیدی در مناطق مسکونی شهر اردبیل بر اساس مدل ادغامی کپ لند

جدول ۴: رتبه‌بندی مولفه‌های موثر بر عدم استفاده از انرژی خورشیدی در مناطق مسکونی شهر اردبیل بر اساس مدل کپ لند

رتبه‌بندی	نتیجه مدل کپ لند	مولفه‌ها
۱	-۱۲	مدیریتی
۲	-۷	اقتصادی
۳	-۲	آموزشی
۴	۱	سیاستگذاری
۵	۴	نگرشی
۶	۸	اجتماعی
۷	۱۱	قانونی
۸	۱۲	فنی

اختصاص داده است. جهت رفع این نیاز به واسطه سیستم خورشیدی قابل تأمین است و باعث افزایش بازدهی می‌گردد. بیشتر سیستم‌های خورشیدی فقط برای تأمین آب گرم مصرفی در ساختمان‌ها به کار می‌رفتند اما با توسعه سیستم‌های گرمایش دما پایین مانند سیستم گرمایش از کف استفاده از سیستم‌های خورشیدی جهت تأمین بخشی از گرمایش محیط توسعه یافت. با توجه به نقش فزاینده انرژی‌های پاک و نو از جمله انرژی خورشیدی در کاهش فشار بر سوخت‌های فسیلی و میزان آلاینده‌های آنها بر آب‌وهوا و خاک، در این تحقیق به اولویت بندی عدم استفاده از انرژی خورشیدی در مناطق مسکونی شهر اردبیل با تأکید بر پایداری زیست محیطی پرداخته شد. با استناد به سنجش‌های به کاررفته در پژوهش حاضر وضعیت موجود عدم استفاده از انرژی خورشیدی در مناطق مسکونی شهر اردبیل با استفاده از پیاده‌سازی مدل‌های مختلف (تاپسیس، ساو، ویکورو مدل ادغامی کپ لند) اولویت‌بندی گردیدند. طبق نتایج حاصله از تجزیه و تحلیل‌ها مشاهده می‌شود که مولفه‌های مدیریتی، اقتصادی و آموزشی به لحاظ عدم استفاده از انرژی خورشیدی در مناطق مسکونی با کسب بیشترین امتیاز به ترتیب در رتبه‌های اول قرار گرفته‌اند و مولفه‌های اجتماعی، قانونی و فنی با کسب کمترین امتیاز به ترتیب در رتبه‌های اول تا سوم قرار دارند که نسبت به سایر مولفه‌های موثر در عدم استفاده از انرژی خورشیدی در مناطق مسکونی در رتبه آخر قرار گرفته‌اند. نتایج این پژوهش با مطالعات پیشین چندان قابل مقایسه نیست؛ زیرا نحوه شاخص‌سازی متغیر اصلی تحقیق، یعنی مولفه‌های موثر در عدم استفاده از انرژی خورشیدی در مناطق مسکونی، با شیوه انجام این کار در مطالعات پیشین، متفاوت است و در انجام این تحقیق با محدودیت‌هایی چون عدم وجود تحقیقی مشابه که بتوان مبنای کار پژوهشی قرار داد یا با نتایج تحقیق آنها مقایسه کرد وجود نداشت. با توجه به وجود پتانسیل‌های فراوان جهت استفاده از انرژی خورشیدی در شهر اردبیل و سهمی که بکارگیری آن در توسعه پایداری زیست محیطی شهر خواهد داشت، ترویج آموزش و بکارگیری انرژی خورشیدی در مناطق

همان طور که در جدول ۴ ملاحظه می‌گردد طبق نتایج حاصله از مدل ادغامی کپ لند در یک نتیجه‌گیری کلی اولویت‌بندی نهایی در بین مجموع مولفه‌های موثر بر عدم استفاده از انرژی خورشیدی در مناطق مسکونی شهر اردبیل، رتبه اول به معیار مدیریتی، اقتصادی و آموزشی و رتبه آخر به معیار قانونی و فنی اختصاص دارد. نظام اقتصادی و مدیریتی از موانعی هستند که باعث می‌شوند از انرژی خورشیدی کمتر استفاده شود. نظام اقتصادی و مدیریتی خدمات انرژی در کشور مبتنی بر توسعه متمرکز منابع سنتی انرژی، به ویژه تولید برق، عرضه گاز و عرضه سوخت مایع می‌باشد. علاوه بر این قیمت انرژی‌های حاصل از منابع تجدیدپذیر در مقایسه با سایر انرژی‌ها بالاتر است. لازمه استفاده از فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر و توسعه بازارها، رفع موانع اقتصادی، مدیریتی و آموزشی می‌باشد. براساس مطالعات میدانی و اظهار نظرات پاسخگویان، موانع اقتصادی و مدیریتی از جمله عاملی هستند که سبب می‌شود مردم به استفاده از انرژی خورشیدی رغبت نداشته باشند. در واقع یکی از موانع عدم استفاده از انرژی خورشیدی گران بودن هزینه اولیه سیستم‌ها و فناوری‌های خورشیدی است که مردم تمایلی به استفاده از فناوری‌ها نشان نمی‌دهند.

### ۳- بحث و نتیجه‌گیری

یکی از انرژی‌های تجدیدپذیر که علاوه بر پاک بودن و عدم آلاینده‌گی محیط‌زیست شهری و حرکت در مسیر توسعه پایدار شهری، همچنین نقش بی‌بدیلی در تأمین انرژی برای مصارف خانگی از جمله تأمین انرژی برای گرمایش و سرمایش ساختمان‌ها دارد و میتواند میزان ذخیره انرژی الکتریکی بیش از سوخت‌های فسیلی داشته باشد، انرژی خورشیدی است. افزایش جمعیت، اتمام منابع انرژی و اتلاف آن و آلودگی‌های ناشی از سوخت‌های فسیلی عواملی هستند که هر روز محدودیت‌های آینده بشر و مخاطرات آن را گوشزد می‌کنند. با توجه به محدودیت‌های موجود تنها استفاده از روش‌های درست مصرف، بهینه‌سازی وسایل مصرف انرژی و به‌کارگیری انرژی‌های نو می‌تواند بحران انرژی را مهار کند. بدین ترتیب کاربردهای حرارتی از انرژی خورشیدی در ساختمان جایگاه ویژه‌ای را به خود

حساسیت مردم نسبت به معضل آلودگی هوا ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی، آموزش و آگاه‌سازی مدیران و متولیان امور به انرژی خورشیدی و استفاده از انرژی خورشیدی در ساختمان‌ها، اجرای سیاست‌های الزام آور استفاده از انرژی خورشیدی در ساختمانها، برگزاری کارگاه‌های آموزشی در خصوص انرژی‌های نو جهت آشنایی با انرژی‌های نو و به کارگیری آن‌ها، فرهنگ‌سازی مقبولیت استفاده شهروندان از فناوری‌های خورشیدی در زمینه‌های مختلف، فرهنگ‌سازی و تشویق شهروندان جهت استفاده از سیستم‌های خورشیدی برای تولید برق در مناطق مسکونی .

مسکونی امری الزامی در جهت رسیدن به شهر پایدار به نظر می‌رسد. همچنین برخورداری از پتانسیل مطلوب و مناسب انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور، توسعه منطقی این منابع ارزشمند و خدادادی کاملاً ضروری به نظر می‌رسد؛ چرا که از این طریق می‌توان در جهت اهداف شهر پایدار زیست محیطی نیز گام برداشت.

با توجه به نتایج تحقیق حاضر راهکارهای زیر پیشنهاد می‌گردد :

جهت افزایش آگاهی خانواده‌ها، اطلاعات مفید در مورد اثرات مثبت سیستم‌های انرژی خورشیدی بر محیط زیست را از طریق رسانه‌های عمومی در اختیار مردم قرار دهند، بالا بردن

## منابع

- آذر، ع.، رجب‌زاده، ع.، ۱۳۹۱. تصمیم‌گیری کاربردی رویکرد MADM، چاپ پنجم، تهران، انتشارات نگاه دانش.
- اصغر پور، م.، ۱۳۸۳. تصمیم‌گیری‌های چند معیاره، چاپ سوم، موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.
- اکبری مطلق، ع.، حجازی، س.، ۱۳۹۲. امکان‌سنجی اقتصادی سیستم روشنایی خورشیدی LED در جاده‌ها، ششمین کنگره ملی مهندسی عمران، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران، اردیبهشت ماه ۱۳۹۰.
- اکبری، ح.، هادوی، ف.، زمانی، م.، علیپور، ی.، ۱۳۹۵. تعیین جهت‌های مناسب استقرار ساختمان جهت دریافت بهینه تابش خورشید در شهر زنجان، فصلنامه آمایش محیط، دوره نهم، شماره سی و سوم.
- بحریما، ع.، ۱۳۸۹. انرژی خورشیدی و ساختمان سازی، چهارمین کنگره بین‌المللی جغرافیادانان جهان اسلام، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.
- حاج سقطی، ا.، اصول و کاربرد انرژی خورشیدی، چاپ اول، انتشارات دانشگاه علم و صنعت، تهران.
- رازقیان، ف.، همکاران.، ۱۳۹۱. درآمدی بر توسعه پایدار شهری، تهران: انتشارات سیمای دانش.
- ساکی‌پور، ع.، کعبی‌نژادیان، سخاوت‌جو، م.، جعفری موسوی، ا.، ۱۳۹۰. امکان استفاده از انرژی خورشیدی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در اهواز، علوم بهداشتی جندی شاپور، دوره سوم، شماره چهارم.
- علی بخشی، آ.، ۱۳۹۳. سنجش توسعه‌یافتگی شهرستان‌های استان خوزستان با استفاده از روش کپ لند، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی.
- لطفی، ص.، شعبانی، م.، ۱۳۹۱. ارائه مدلی تلفیقی جهت رتبه‌بندی توسعه منطقه‌ای مطالعه موردی؛ بخش بهداشت و درمان استان مازندران، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال سیزدهم، شماره ۲۸، بهار ۹۲.
- مرصوصی، ن.، ۱۳۹۳. توسعه‌یافتگی و عدالت اجتماعی شهر تهران، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، ش ۱۴۴، ۱۹-۳۱.
- موسوی شفائی، م.، نوراللهی، ی.، سلطانی‌نژاد، ا.، رضایان قبه‌باشی، ا.، یوسفی، ح.، رضایان، ح.، ۱۳۹۵. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره هجدهم، شماره سوم.
- یزدانی، م.، فرزانه سادات زارنجی، ژ.، یاری حصار، ا.، ۱۳۹۸. سنجش پایداری در سکونتگاه‌های غیررسمی شهر اردبیل به کمک مدل بارومتر پایداری، پژوهش‌های جغرافیایی برنامه‌ریزی شهری، دوره ۷، شماره ۳، صص ۶۲۸-۶۰۱.
- یزدانی، م.، جامی اودولو، م.، گسیلی، ب.، ۱۳۹۷. بررسی عوامل موثر بر عدم استفاده از انرژی خورشیدی در مناطق مسکونی (نمونه موردی: شهر اردبیل)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه محقق اردبیل، شهریور ۱۳۹۷.
- نوجوان، م.، محمدی، ع.، صالحی، ا.، ۱۳۹۰. کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای باتاکید بر روش‌های SAW و TAPSISS، نشریه مدیریت شهری، پاییز و زمستان ۱۳۹۰، دوره ۹، شماره ۲۸، ۲۹۶-۲۸۵.
- Hiremath, B., Balachandra, P., Kumar, S., Bansode, S., Murali, J. 2013. Indicator-Based Urban Sustainability-A Review, Energy for Sustainable Development, vol 6. p. 555-563.
- Makarieva, A., Gorshkov, V., Li, B. 2008. Energy budget of the biosphere and civilization: Rethinking environmental security of global renewable and non-renewable resources, Ecological complexity, Vol. 5, No. 4, pp. 281-288.

- Serafim Opricovic Gwo-Hshiuug, T. 2004. Comprmise Solution by MCDM Methods: A Comparative Analysis of VIKOR and TOPSIS, European Journal of Operational Research, 159, 445-455.

## **Analysis and prioritization of non-use of solar energy in residential areas of Ardabil with emphasis on environmental sustainability**

**Mohammad Hassan Yazdani<sup>1\*</sup>, Maryam Jami Odolo<sup>2</sup>**

\*1- Faculty of Social Sciences (Department of Geography and Urban Planning) Mohaghegh Ardabili University

2- PhD student in Geography and Urban Planning, Mohaghegh Ardabili University

\*Email Address : Yazdani@uma.ac.ir

### **Abstract**

Solar energy with unique benefits such as cheapness, no pollution, unlimited and inexhaustible and no negative impact on the environment has been increasingly considered as an alternative to fossil fuels. However, despite the favorable geographical location of Iran, less use has been made of this energy. The present study aims to analyze and prioritize the non-use of solar energy in residential areas of Ardabil with emphasis on environmental sustainability and taking into account 8 criteria. This research is applied in terms of purpose and method in terms of descriptive-analytical and survey type. In order to analyze and prioritize the non-use of solar energy in residential areas of Ardabil, the relevant indicators are weighted using entropy method and the criteria are ranked using multi-criteria decision making techniques (TOPSIS, SAV, VICOR) and finally for the group. Finding the final prioritization used the Capland integration technique. Based on the metrics used in the present study and the results of the implementation of these techniques, managerial, economic and educational components in the first place and social, legal and technical components in the last place in terms of effective components in not using energy Solar relative to other components. According to the respondents, the most important factor in the reluctance of citizens to use solar energy in Ardabil is related to managerial and economic barriers.

### **Introduction**

Today, energy is one of the basic needs of human life and human dependence on fossil fuels has become much more than in the past, so that more than 90% of the world's energy consumption is provided by fossil fuels (Akbari Motlagh and Hejazi, 1390). The rapid growth of global energy consumption, in addition to creating problems in the field of energy supply, has also had harmful environmental effects (Sakipour et al., 2011). In other words, on the one hand, industrial societies (developed and developing) and large cities are facing the problem of environmental pollution, and on the other hand, the raw materials and fuel required by human societies are being depleted with increasing speed. The harmful effects of high consumption of fossil fuels have been reflected in water, soil and air, and efforts to reduce the consumption of these energies have so far failed to find a solution to this problem. Efforts to solve this problem have led scientists and researchers to think about replacing renewable and clean energy with fossil fuels (Makarieva & Gorshkov, 2008), because the development and expansion of renewable energy to achieve economic development goals, Social and environmental contributes to the country and is one of the key factors in achieving sustainable development in any country. The use of new energy can reduce dependence on fossil resources, reduce emissions from energy production and consumption, and also reduce greenhouse gas emissions and consequently maintain the safety and health of humans and the environment (Mousavi et al., 1395). Meanwhile, one of the free and accessible sources of energy in the world is the sun. Solar energy is one of the sources of energy supply; Due to the energy crisis and the destructive effects of fossil fuels in recent years, the use of renewable energy, including solar energy, to reduce and save energy, control energy supply and demand, and reduce emissions. It has been welcomed by many (Akbari et al., 2016). Using solar energy to heat water or boilers to heat a building can reduce the cost of hot water for residential homes, which make up about 70% of the buildings in each city. Reduce by about 60% during the year. Using solar water heaters and solar heating and cooling systems can save a lot of money throughout the life of the building, and these systems can also help people effectively conserve natural resources and the

environment. (Bahrpima, 1389). In this regard, it should be acknowledged that the building is one of the largest energy consuming sectors in most societies and energy loss in the building sector as other sectors is very high, among which solar energy is one of the renewable energy and from It is the main component of sustainable development. Sustainability, as one of the important concepts of planning, has emerged from the beginning in economics and environmental thinking and has been widely used to evaluate development (Hirmes et al., 2013). As a distinctive feature of urban planning and design in the third millennium AD, planning is based on harmony with nature and the principles of sustainable development in all activities related to urban issues in which the criteria and criteria of sustainable development are observed as much as possible. Adherence to these principles saves the production and reduction of municipal waste, their reuse and recycling, energy savings, the priority of public transport patterns, pedestrians and bicycles in planning, energy utilization Solar will be used in design, wastewater recycling and reduction of various environmental pollutants (Razeghian et al., 2017: 156). In this way, solar energy can be used as an opportunity to provide a suitable alternative to fossil fuels and pave the way for sustainable development. Therefore, the present study has been done with regard to the necessity and high importance of the environment in the lives of citizens and consequently sustainable environmental development, and following the analysis and prioritization of non-use of solar energy in residential areas of Ardabil with emphasis on environmental sustainability Is, in addition; While prioritizing the non-use of solar energy in residential areas of Ardabil, pave the way to maintain the environmental status by using solar systems as one of the best sources of energy in buildings that do not have any environmental damage. Therefore, the main question that arises in this study is, what is the ranking of the components affecting the non-use of solar energy in residential areas of Ardabil?

### Methodology

The present study is applied in terms of purpose and descriptive-analytical in terms of research method. To do that, first, exploratory studies were conducted in the form of documentary libraries, and then, the main part of the research was survey, which was done by completing a questionnaire. The statistical population of the study consists of citizens of Ardabil (529374 people) of which 383 people were estimated as a sample based on Cochran's formula and the questionnaire was distributed among the population over (15) years. Since the random sampling method was simple, it was distributed and completed for 383 questionnaires. It should be noted that the questionnaire was a researcher-made questionnaire. To like the questions, a five-point Likert scale was used (1 = very low, 2 = low, 3 = medium, 4 = high, 5 = very high). In order to prioritize the research criteria and pursue the goal of what are the factors affecting the non-use of solar energy in residential areas of Ardabil? The criteria were prioritized using multi-criteria decision models (TOPSIS, SAV, Vickor and Kepland). The validity of the content of the questionnaire questions was confirmed by professors and experts. To calculate the reliability of the questions, first a questionnaire was administered to a sample of 383 people and then the reliability of the questionnaire was calculated by Cronbach's alpha method and the overall coefficient 0.830 was obtained which indicates the high level of reliability of the questionnaire. To analyze the data, SPSS and Excel software were used and after weighting the studied indicators using Shannon entropy method, the research criteria were used using multi-criteria decision making techniques (TOPSIS). , Savo, Vikor) were ranked. Finally, in order to reach a final ranking among the criteria for not using solar energy in residential areas, the Copeland integration model was used.

### Conclusion

One of the renewable energies that in addition to being clean and non-polluting the urban environment and moving towards sustainable urban development, also has an irreplaceable role in providing energy for home use, including providing energy for heating and cooling buildings and can increase To store more electricity than fossil fuels is solar energy. Population growth, depletion of energy resources and waste, and pollution from fossil fuels are factors that daily warn of future human limitations and dangers. Given the existing limitations, only the use of correct methods of consumption, optimization of energy consumption devices and the use of new energy can curb the energy crisis. Thus, thermal applications of solar energy in the building has a special place. To meet this need, it can be provided by the solar system and increases efficiency. Most solar systems were used only to supply hot water to buildings, but with the development of low temperature heating systems such as underfloor heating, the use of solar systems to provide part of the ambient heating was developed. Considering the increasing role of clean and new energies, including



solar energy in reducing the pressure on fossil fuels and their pollution on the climate and soil, in this study to prioritize the non-use of solar energy in residential areas of Ardabil with emphasis on sustainability Environmental was addressed. According to the measures used in the present study, the current situation of non-use of solar energy in residential areas of Ardabil with The implementation of different models (Topsis, Savo, Vikoro, Copeland integration model) was prioritized. According to the results of the analysis, it is observed that the managerial, economic and educational components are ranked first in terms of non-use of solar energy in residential areas with the highest score, respectively, and the social, legal and technical components with the lowest score. The order is in the first to third ranks, which are in the last rank compared to other effective components in not using solar energy in residential areas. The results of this study are not very comparable with previous studies; Because the way of indexing the main variable of the research, ie the effective components in not using solar energy in residential areas, is different from the way of doing this in previous studies, and in conducting this research with limitations such as the lack of similar research that There was no basis for research work or comparison with their research results. Given the great potential for the use of solar energy in the city of Ardabil and its contribution to the development of environmental sustainability in the city, the promotion of education and the use of solar energy in residential areas is necessary to achieve a sustainable city. Also, having the desired and appropriate potential of renewable energy in the country, the rational development of these valuable and God-given resources seems absolutely necessary; Because in this way, we can take steps towards the goals of an environmentally sustainable city.

**key words**

"Solar Energy", "Housing", "Environmental Sustainability", "Ardabil"