

## تحلیل تأثیرات پروژه های فتوولتائیک در پایداری محیط زیست و عدالت محیطی

### نمونه موردی: شهر ارومیه

#### آریا نوری<sup>۱</sup> اصغر عابدینی<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه ریزی شهری، دانشکده معماری، شهرسازی و هنر، دانشگاه ارومیه  
۲- دانشیار گروه شهرسازی، دانشکده معماری، شهرسازی و هنر، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. (نویسنده مسئول)  
Email : as.abedini@urmia.ac.ir - Tel: 09141873260

#### چکیده

تغییر اقلیم و تخریب محیط زیست مسلمانان یکی از مبرم ترین مسائلی است که جهان امروز با آن مواجه است و نیاز به اقدام هماهنگ جهانی دارد. برای مبارزه با افزایش انتشار گازهای گلخانه ای و سایر مسائل زیست محیطی باید برنامه ها و سیاستهای عملی اجرا شود. ایران به دلیل موقعیت جغرافیایی مناسب و پتانسیل بالای تابش خورشید، از فرصت ایده آلی برای توسعه صنعت انرژی خورشیدی به ویژه سامانه های فتوولتائیک برخوردار است. با توجه به ذخایر محدود انرژی فسیلی و افزایش سطح مصرف انرژی در جهان فعلی، دیگر نمیتوان به منابع موجود انرژی متکی بود. با توجه به تجزیه و تحلیل آمار به دست آمده و استفاده از تکنیک های تحلیل از جمله همبستگی، نتایج به دست آمده جهت سنجش فرض اول بدین شرح است: سنجش مولفه کیفیت محیطی کلیه شاخص ها اعم از شاخص طبیعی، محیطی، آلودگی و انرژی پایدار باهم وارد معادله رگرسیون شدند؛ ضریب همبستگی چندگانه ای این مدل برابر ۰.۵۷، ضریب تعیین برابر ۰.۳۲ و ضریب تعیین تعدیل شده برابر ۰.۲۲ میباشد. سطح معناداری این شاخص در معادله رگرسیون خطی برابر ۰.۰۳۶ است که کمتر از عدد ۰.۰۵ بوده و نشانگر رابطه علیت قوی مولفه کیفیت محیطی و میزان استفاده از پروژه های فتوولتائیک میباشد و حاکی از قبول فرضیه است. و نتایج فرض دوم نیز جهت سنجش مولفه عدالت محیطی کلیه شاخص ها اعم از شاخص برابری و رفاه اجتماعی و زیست محیطی باهم وارد معادله رگرسیون شدند؛ ضریب همبستگی چندگانه ای این مدل برابر ۰.۶۷۲، ضریب تعیین برابر ۰.۴۲۷ و ضریب تعیین تعدیل شده برابر ۰.۳۲۰ میباشد. سطح معناداری این شاخص در معادله رگرسیون خطی برابر ۰.۰۲۶ است که کمتر از عدد ۰.۰۵ بوده و نشانگر رابطه علیت قوی مولفه کیفیت محیطی و میزان استفاده از پروژه های فتوولتائیک میباشد و نشان دهنده قبول فرضیه است. واژگان کلیدی: فتوولتائیک، محیط زیست پایدار، عدالت محیطی، انرژی خورشیدی، شهر ارومیه.

## Analysis of the effects of photovoltaic projects on environmental sustainability and environmental justice, Case study: Urmia city

Aria Nouri<sup>1</sup> Asghar Abedini<sup>2</sup>

1. Ma Student in Department of Urban Planning, Faculty of Architecture, Urban Planning and Art, Urmia University, Urmia, Iran.
  2. Associate Professor in Department of Urban Planning, Faculty of Architecture, Urban Planning and Art, Urmia University, Urmia, Iran.
- \* Email: as.abedini@urmia.ac.ir

DOI: <http://doi.org/10.22034/JPRD.2024.61214.1088>

Received: April 2024 Accepted: May 2024

#### Abstract

Climate change and environmental destruction are certainly some of the most urgent issues the world is facing today, requiring coordinated global action. Practical plans and policies must be implemented to combat the increase in greenhouse gas emissions and other environmental issues. Iran has an ideal opportunity the solar energy industry's growth, especially photovoltaic systems, due to its favorable geographical location and the high potential of solar radiation. Considering the limited reserves of fossil energy and the increase in the level of energy consumption in the current world, it is no longer possible to rely on the existing energy sources. According to the analysis of the obtained statistics and the use of analysis techniques, including correlation, the results derived to measure the first hypothesis are as follows: measuring the environmental quality component of all the indicators, including natural, environmental, pollution, and sustainable energy were entered the regression equation together; The multiple correlation coefficient of this model is 0.57, the determination coefficient is 0.32, and the adjusted determination coefficient is 0.22. The significance level of this index in the linear regression equation is 0.036, which is less than 0.05 and demonstrates a strong causal relationship between the environmental quality component and the amount of use of photovoltaic projects, indicating the acceptance of the hypothesis. The results of the second hypothesis were also entered into the regression equation in order to measure the environmental justice component of all the indicators, including the social and environmental welfare and equality; The multiple correlation coefficient of this model is 0.672, the determination coefficient is 0.427, and the adjusted determination coefficient is 0.320. The significance level of this index in the linear regression equation is 0.026, which is less than 0.05 and demonstrates a strong causal relationship between the environmental quality component and the amount of use of photovoltaic projects, indicating the acceptance of the hypothesis

**Keywords:** Photovoltaic, sustainable environment, environmental justice, solar energy, Urmia city.

## مقدمه

تغییر اقلیم و تخریب محیط زیست مسلماً یکی از مبرم ترین مسائلی است که جهان امروز با آن مواجه است و نیاز به اقدام هماهنگ جهانی دارد برای مبارزه با افزایش انتشار گازهای گلخانه ای و سایر مسائل زیست محیطی باید برنامه ها و سیاستهای عملی اجرا شود و در واقع بسیاری از دولتها و سازمانها چنین طرحهایی را توسعه داده اند. این ابتکارات زیربنای طیف رو به رشدی از مفاهیم است که هدف آنها دستیابی به تعادل در استفاده از منابع طبیعی و توسعه انسانی است. (Venneman et al, 839:2022) تقاضای انرژی در جهان به دلیل رشد جمعیت و تکامل صنعتی به شدت در حال افزایش است یکی از مهمترین مسائل قرن بیست و یکم کاهش بحرانهای انرژی است. کشورهای توسعه یافته نیاز انرژی را برآورده کرده اند اما کشورهای در حال توسعه با مشکل کمبود انرژی مواجه هستند. طبق گزارش آژانس بین المللی انرژی (IEA)، حدود ۱.۳ میلیارد نفر در جهان (یا حدود ۱ در ۵) در سال ۲۰۱۰ به برق دسترسی نداشتند چالش های اصلی جهان، ارائه خدمات انرژی قابل اعتماد و مقرون به صرفه است. (Raghuwanshi & Arya, 360:2020) در زمان حاضر نیاز جهانی به فرآورده های نفتی در سطح بالایی قرار دارد این در نتیجه استفاده از آن به عنوان منبع اصلی انرژی در اکثر موتورهای مورد استفاده در صنایع و حمل و نقل است. فرآورده های نفتی از محصولات طبیعی به دست می آیند. سوختهای فسیلی که منابع آنها سریع تر از حد انتظار در حال کاهش است. مشخص شده است که فرآورده های نفتی سهم عمده ای در تخلیه گازهای سمی به ویژه گازهای گلخانه ای دارند، این موضوع نگرانی زیادی برای سیستم بیولوژیکی و اکولوژیکی دارد. همچنین تقاضای زیاد برای این فرآورده های نفتی بر اقتصاد جهان تأثیر میگذارد به طوری که قیمت نفت خام به طور مستمر افزایش می یابد. بنابراین کاوش مداوم برای منابع انرژی جدا از هیدروکربن نفتی که مقرون به صرفه پایدار، مقرون به صرفه تجدیدپذیر و در مقادیر زیاد تولید میشود مصلحت است (Afolalu et al, 1:2021). فن آوری های انرژی های تجدیدپذیر مانند فتوولتائیک می تواند نقش مهمی در حرکت به سمت تأمین استفاده از انرژی پایدار داشته باشد (van Mierlo, 4:2017). منابع انرژی تجدیدپذیر در سالهای اخیر به طور فزاینده ای مورد تحقیق قرار گرفته اند که عمدتاً به دلیل پیشرفت در فناوری مسائل زیست محیطی و نیاز به نیروگاه های سبزتر و کارآمدتر است. تغییر از تولید انرژی با سوخت فسیلی به انرژی های تجدیدپذیر پاک نیز یک استراتژی برای دستیابی به اهداف جهانی مانند کاهش CO<sub>2</sub>، انتشار گازهای گلخانه ای به جو و اجتناب از شرایط شدید تغییرات آب و هوایی است. به طور خاص، انرژی خورشیدی برداشت شده از سیستم های فتوولتائیک و حرارتی در سراسر جهان به عنوان یک جایگزین امیدوارکننده تجدیدپذیر برای تولید برق یا گرما در حال رشد است، زیرا نور خورشید آزادانه در دسترس است و عملکرد آن گازهای گلخانه ای را برای محیط زیست آزاد نمیکند. برخی از مزایای دیگر پروژه انرژی خورشیدی افزایش ترکیب انرژی ملی/منطقه ای محلی با منابع انرژی تجدیدپذیر است. استقلال بیشتر از شرکتهای سوخت فسیلی؛ فرصتهای کاری جدید برای منطقه و برق رسانی به مناطق دور افتاده مانند مناطق روستایی با توجه به محیط زیست پروژه های انرژی خورشیدی رامی توان برای بازایی مناطق تخریب شده و به عنوان یک استراتژی برای به حداقل رساندن آلودگی هوا از تاسیسات حرارتی معمولی استفاده کرد (Da Silva & Branco, 390:2018). از سویی دسترسی کشورهای در حال توسعه به انواع جدید انرژی، برای توسعه اقتصادی آنها اهمیت اساسی دارد و پژوهشهای جدید نشان داده که بین سطح توسعه یک کشور و میزان مصرف انرژی آن، رابطه مستقیمی برقرار است با توجه به ذخایر محدود انرژی فسیلی و افزایش سطح مصرف انرژی در جهان فعلی، دیگر نمیتوان به منابع موجود انرژی متکی بود (کازلمیان و همکاران، ۱۰۰:۱۳۹۶). با توجه به اینکه کشور ایران و در زیر مجموعه آن شهر ارومیه دارای موقعیت جغرافیایی آفتاب گیر است میتوان حداکثر استفاده از این منبع لایزال الهی با استفاده از پنل های خورشیدی اعمال نمود که در صورت عدم توجه به این امکانات کشور و در مجموعه کوچکتر شهر ارومیه دارای بحران های انرژی در سال های آینده خواهد بود به همین جهت توجه به این منبع بی پایان میتواند راهکاری هوشمندانه و آینده نگرانه در سطح شهر ارومیه گردد

## پیشینه تحقیق:

بین آن و مودا (۲۰۲۲)، در پژوهشی با عنوان نوآوری زیست محیطی برای توسعه پایدار زیست محیطی و سرمایه انسانی: نقش مقررات زیست محیطی و انرژی های تجدید پذیر در اقتصادهای پیشرفته، این مطالعه روندهای پایداری زیست محیطی و رفاه انسان را از

طریق فناوری های سبز، انرژی پاک و مالیات های زیست محیطی با استفاده از داده های تابلویی برای هشت اقتصاد پیشرفته برتر از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸ مورد بررسی قرار می دهد. این مطالعه یک تکنیک پانل پیشرفته را به کار می برد. که در نهایت تقویت ترویج فناوری سبز و انرژی پاک را برای دستیابی به رفاه زیست محیطی و انسانی در درازمدت توصیه می کند.

بن هه و همکاران (۲۰۲۲)، در پژوهشی تحت عنوان عملکرد اقتصادی پایدار و انتقال به سمت انرژی پاک تر برای کاهش خطر تغییرات آب و هوایی: شواهدی از اقتصادهای نوظهور برتر این را بیان میدارند که منطقی است که انتظار داشته باشیم که نیازهای انرژی اقتصادهای نوظهور برتر طی دهه های آینده افزایش یابد زیرا اقتصاد آنها به سرعت در حال گسترش است. ممکن است هزینه های زیست محیطی برای استفاده از انرژی متعارف از سوختهای فسیلی برای پاسخگویی به افزایش تقاضای انرژی وجود داشته باشد، بنابراین این مطالعه با هدف بررسی ارتباط بین کارایی انرژی و انتقال انرژی به همراه متغیرهای کنترلی اضافی مانند مخارج تحقیق و توسعه تجارت و تولید ناخالص داخلی برای ۱۰ کشور برتر نوظهور بین سالهای ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۱ انجام شده است.

سلیمانی (۲۰۲۱)، در پژوهشی تحت عنوان مروری بر سیاست های انرژی و انرژی های تجدیدپذیر در ایران به این می پردازد که ایران دارای منابع فراوان انرژی تجدید پذیر و تجدید ناپذیر به ویژه منابع تجدید ناپذیر است با چالش هایی مانند آلودگی هوا تغییرات آب و هوا و امنیت انرژی مواجه است. ایران به دلیل ویژگی های جغرافیایی مطلوب خود دارای منابع تجدید پذیر متنوع و قابل دسترسی است که جایگزین های مناسبی برای کاهش وابستگی به سوخت های فسیلی است بنابراین این مطالعه با هدف بررسی روند تقاضای انرژی سیاست ها و توسعه انرژیهای تجدیدپذیر و رابطه علی بین انرژی های تجدیدپذیر و غیر تجدیدپذیر و رشد اقتصادی با استفاده از دو روش انجام شده است این مطالعه ابتدا وضعیت فعلی انرژی و سیاست های انرژی را مرور میکند و سپس از تحلیل علیت گرنجر برای آزمایش روابط بین متغیرهای در نظر گرفته شده استفاده می کند. نتایج نشان داد که فناوریهای انرژیهای تجدیدپذیر در حال حاضر نقش مهم و مناسبی در تامین انرژی ایران ندارند. برای تشویق استفاده از انرژیهای تجدیدپذیر به ویژه در تولید برق سیاست های متنوع سوخت و اهداف برنامه توسعه در اواخر دهه ۲۰۰۰ و اوایل دهه ۲۰۱۰ معرفی شدند. تنوع بخشیدن به منابع انرژی رکن اصلی برنامه جدید ایران است علاوه بر انرژی خورشیدی و آبی، زیست توده حاصل از زباله های شهری شهرهای بزرگ و سایر محصولات کشاورزی از جمله میوه ها میتواند برای تولید انرژی و منابع تجدیدپذیر استفاده شود.

اوسون و ساراکادیا (۲۰۱۶)، در پژوهشی تحت عنوان مروری بر منابع انرژی تجدیدپذیر، مسائل پایداری و کاهش تغییرات آب و هوا به این پرداختند که جهان به سرعت در حال تبدیل شدن به یک دهکده جهانی به دلیل نیاز روزافزون به انرژی توسط تمام جمعیت در سراسر جهان است در حالی که زمین به شکل خود نمی تواند تغییر کند. نیاز به انرژی و خدمات مرتبط با آن برای ارضای توسعه اجتماعی و اقتصادی انسان، رفاه و سلامت در حال افزایش است. بازگشت به انرژی های تجدیدپذیر برای کمک به کاهش تغییرات آب و هوایی یک رویکرد عالی است.

### فرضیه ها:

- ۱- به نظر می رسد بین استفاده از پروژه های فتوولتائیک و بهبود کیفیت محیط زیست ارتباط معناداری وجود دارد .
- ۲- به نظر می رسد بین افزایش استفاده از پروژه های فتوولتائیک و عدالت محیطی ارتباط معناداری وجود دارد.

### روش بررسی:

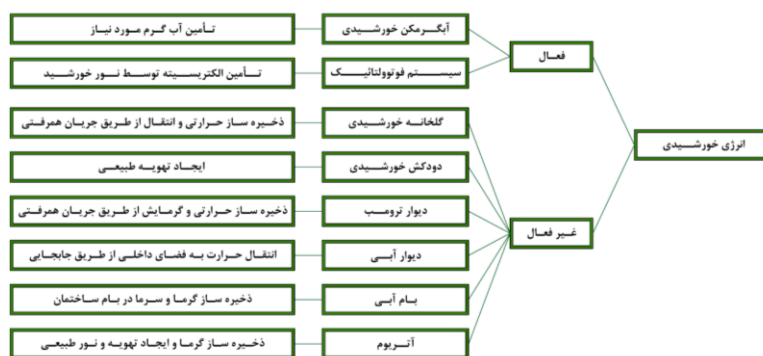
بر اساس طبقه بندی انواع پژوهش ها، پژوهش حاضر از نوع تحقیق کاربردی راهبردی است. روش پژوهش و جمع آوری اطلاعات در بخش توصیف، اسنادی و میدانی- پیمایشی شامل پرسشنامه، سوابق و دیدگاه ها و نظریات مختلف مربوط به موضوع پژوهش و نمونه موردی بوده که با مراجعه به کتابخانه ها، نمایه ها و آرشیو سازمان های مختلف به دست خواهد آمد. در جهت تحلیل اطلاعات از دو روش کمی و کیفی استفاده میشود که در روش کمی با کمک آمار توصیفی و استنباطی صورت میگیرد و در روش کیفی از تحلیل محتوا استفاده میگردد.

پژوهش حاضر ترکیبی از روش کمی و کیفی است و با استفاده از رهیافت های کمی و کیفی تحلیل میشود. جهت تجزیه و تحلیل آمار به دست آمده از پرسشنامه و تحلیل روابط معناداری در نرم افزار اس پی اس از تحلیل های همبستگی خطی، تحلیل آنوا و تی تک نمونه ای استفاده شده است.

با توجه به اینکه قلمرو مطالعه موردی روی شهر ارومیه متمرکز است بنابراین، جامعه آماری این پژوهش، عبارت اند از: از مسئولین و کارشناسان در حوزه برنامه ریزی شهری و انرژی های نوین است. که تعداد خبرگان در بخش برنامه ریزی شامل ۵۰ نفر بودند.

### مبانی نظری:

استفاده از انرژیهای تجدیدپذیر از دو صورت فعال و غیرفعال امکان پذیر میباشد روش، فعال مستلزم، هزینه صرف زمان، پیچیدگی و بهره گیری از تکنولوژیهای پیشرفته میباشد و در روش دوم یعنی روش غیر فعال بدون داشتن الزامات، فوق تنها با طراحی صحیح از طریق روشهای همساز با اقلیم و بکارگیری مصالح مناسب امکان پذیر میباشد. سیستمهای فعال، خورشیدی، انرژی خورشید را به کمک تجهیزات مکانیکی و انرژیهای دیگر(معمولا الکتریکی جمع آوری و ذخیره سازی میکنند تا در زمان مناسب به فضای داخلی ساختمان منتقل شود سیستم های غیرفعال خورشیدی انرژی خورشید را بدون استفاده از سیستم های مصرف کنندهی انرژی نظیر دمنده پمپ یا کنترلرهای پیچیده، جمع آوری، ذخیره و توزیع می کنند که میتواند منجر به تولید گرمایش، سرمایش و روشنایی در ساختمان بشود و این امر در نهایت باعث کاهش هزینه های ساخت و ساز خواهد شد (بیرق شمشیر، سرکرده ئی، ۱۴۰۱:۳).



نمودار (۱): کاربرد های انرژی خورشیدی به صورت فعال و غیر فعال

(ماخذ: بیرق شمشیر، سرکرده ئی، ۱۴۰۱:۳)

تاریخچه توسعه فناوری سیستمهای خورشیدی فتوولتائیک به صورت مدرن به سال ۱۹۵۴ و آزمایشگاه های بل باز می گردد. در این سالها فناوری سیستمهای خورشیدی فتوولتائیک برای استفاده به صورت تجاری هنوز مقرون به صرفه نبود بنابراین هزینه تحقیقات درباره فناوری سیستمهای خورشیدی فتوولتائیک با بودجه دولتی و حمایت ارتش ایالات متحده آمریکا با هدف کاربرد سیستم های خورشیدی فتوولتائیک در فضاپیماها تامین میشد (Perlin, 1999), در سال ۱۹۵۸ مرکز تحقیقات نیروی دریایی ارتش ایالات متحده آمریکا اولین فضایی را که از پنلها فتوولتائیک در آن استفاده شده بود را به فضا پرتاب کرد. بعد از آن ناسا در سال ۱۹۶۴ اولین ماهواره مجهز به پنلهای فتوولتائیک را به فضا پرتاب کرد،(Tiwari & Dubey, 2009) در سال ۱۹۷۳ با تحریم فروش نفت به ایالات متحده آمریکا از سوی کشورهای عربی و به وجود آمدن بحران انرژی در آن کشور، کنگره ایالات متحده در سال ۱۹۷۴ پنج لایحه تصویب کرد که دو مورد از آنها به انرژی خورشیدی به عنوان یک راه حل بالقوه برای عبور از بحران انرژی پیش آمده اشاره می کرد. (Buck, 1982) در پی تصویب لوایح پنجگانه در کنگره ایالات متحده اداره تحقیق و توسعه انرژی با هدف تجاری سازی فناوریهای مرتبط با انرژی خورشیدی شکل گرفت همچنین کنگره آمریکا در سال ۱۹۷۸ مشوق مالیاتی به منظور استفاده عموم مردم از انرژی خورشیدی را به تصویب رساند،(Hollick & Sherlock, 2014) از سال ۱۹۵۴ تاکنون دولت ایالات متحده آمریکا مشوقهای بسیاری را در قالب پرداخت یارانه معافیتهای مالیاتی وام و کمکهای بلاعوض (گرنت) به منظور توسعه سیستمهای خورشیدی فتوولتائیک تخصیص داده است. برای مثال در سال ۲۰۱۱ و ۲۰۱۲ حداقل ۳۴۵ پروژه تحقیقاتی در زمینه انرژیهای خورشیدی توسط سازمانهای دولتی آمریکا

مورد حمایت قرار گرفته اند (Rusco, 2012) همچنین تا سال ۲۰۱۶ تقریباً همه کشورهای جهان برای حمایت از توسعه و گسترش فناوریهای انرژی تجدیدپذیر سیاستهایی را اتخاذ کردهاند یا از قبل سیاستهایی را در دست اجرا داشته اند (Ren21, 2017).

در ایران سالانه مقدار قابل توجهی انرژی مصرف می شود. سهم بخش ساختمان و مسکن از مصرف سوخت در سال ۱۳۹۵ حدود ۴۱.۴ درصد بوده است. کل مصرف انرژی در کشور که بیشترین میزان مصرف انرژی است با توجه به سهم زیاد مصرف انرژی نهایی در این بخش، تجزیه و تحلیل دقیق باره ای حرارتی و سرمایشی یک ساختمان و تالش برای کاهش تلفات انرژی در آن روش های موثری برای کاهش مصرف انرژی هستند. بنابراین، اقدامات مدیریت صرفه جویی در انرژی ساختمانهای مسکونی باید برای کاهش انتشار گازهای گلخانه ای اجرا شوند (تیموری و همکاران، ۱۴۰۲، ۶۱).

سیستم های فتوولتائیک معمولاً برای مصارف خانگی استفاده می شوند. با این حال، نیروگاه های آزمایشی خورشیدی در تمام نقاط جهان ایجاد و مورد استفاده قرار گرفته است. این سیستم ها قابلیت اتصال به شبکه را دارند تا در مواقع عدم وجود تقاضا از سوی مصرف کننده خانگی توان تولیدی خود را به شبکه تزریق کنند. به طور کلی سیستم های PV در ارتباط با شبکه را میتوان به دو دسته کلی تقسیم کرد: سیستم Stand Alone Off Grid که برای تغذیه بار محلی استفاده میشود و از شبکه جدا می شود این سیستم ها زمانی استفاده میشوند که دسترسی به شبکه انرژی الکتریکی معمولاً ماهواره ها وجود نداشته باشد یا با محدودیتهایی همراه باشد (مانند جزایر بار در مناطق روستایی و دورافتاده و غیره) - سیستم متصل به شبکه که به شبکه متصل است. شبکه توزیع و انرژی تولیدی خود را به شبکه تزریق می کند. در چنین شرایطی منظومه شمسی انرژی را به شبکه توزیع تزریق میکند اما در اتصال منظومه شمسی به شبکه های توزیع باید استانداردها و الزامات شبکه رعایت شود. (Zadehbagheri & Kiani, 109:2023).

ایران کشوری است که به گفته متخصصان این فن با وجود ۳۰۰ روز آفتابی در بیش از دو سوم آن و متوسط تابش ۵.۵ - ۴.۵ کیلووات ساعت بر متر مربع در روز یکی از کشورهای با پتانسیل بالا در زمینه انرژی خورشیدی معرفی شده است. برخی از کارشناسان انرژی خورشیدی گام را فراتر نهاده و در حالتی آرمانی ادعا می کنند که ایران در صورت تجهیز مساحت بیابانی خود به سامانه های دریافت انرژی تابشی میتواند انرژی مورد نیاز بخشهای گستردهای از منطقه را نیز تأمین و در زمینه صدور انرژی برق فعال شود. با مطالعات انجام شده توسط DLR آلمان، در مساحتی MW بیش از ۲۰۰۰ کیلومتر مربع، امکان نصب بیش از ۶۰۰۰۰ نیروگاه حرارتی خورشیدی وجود دارد. اگر مساحتی معادل ۱۰۰×۱۰۰ کیلومتر مربع زمین را به ساخت نیروگاه خورشیدی فتوولتائیک اختصاص دهیم، برق تولیدی آن معادل کل تولید برق کشور در سال ۱۳۸۹ خواهد بود (شجاع و همکاران، ۱۳۹۴:۳).

بیشتر پژوهشگران مبنی بر تعریف گزارش برانت لند که در آن سه لایه توسعه، برابری، عدالت و حفاظت از محیط زیست مشخص شده است، توسعه پایدار را در سه بعد اکولوژیکی یا محیط زیست، اقتصادی و اجتماعی مورد بررسی قرار می دهند. توسعه پایدار، احراز همزمان به همه اجزاء یا ابعاد با رویکرد سیستمی یک ادراک ذهنی کل گرایانه نیاز دارد که تک تک وجه ها و نیز روابط متقابل بین آنها را به حساب آورد. عدم احراز به هر یک از ابعاد، موجب ضعیف شدن پایداری و دوری از الگوی آرمانی توسعه پایدار است (حکمت نیا، زنگ آبادی، ۱۳۸۳: ۳۹).

توسعه پایدار زیست محیطی به معنی حفاظت منابع تجدید ناپذیر (و انواع مرتبط) در سطوحی که اختیارات آینده را کم نکنند، و یا حفظ یا بالابردن کیفیت و انعطاف محیط زیست است. این بعد از پایداری از راه کاهش مصرف منابع و انرژی، کاهش حجم ضایعات، آلودگی ها و بازیافت آنها و یافتن تکنولوژی های مناسب تقویت می شود (حکمت نیا، زنگ آبادی، ۱۳۸۳: ۳۹).

پایداری اجتماعی به قدرت جامعه برای صیانت و نگهداری ابزارهای مهم ایجاد ثروت و مشارکت اجتماعی برای توسعه یکپارچگی و انسجام از سوی دیگر اشاره می کند و به عنوان یک مفهوم، به دنبال صیانت و ثبات مؤلفه های اجتماعی و فرهنگی جامعه هم پیوند با ابعاد زیست محیطی و اقتصادی است؛ مثل برابری درون و بین نسلی، ارضای نیازهای اساسی انسان و کاهش فقر، نگرانی برای صلح و امنیت، اهمیت ارزش های فرهنگی و مشارکت و تعلقات گروه های اجتماعی در مورد محیط زیست (نظم فر و همکاران، ۱۳۹۷: ۳۵).



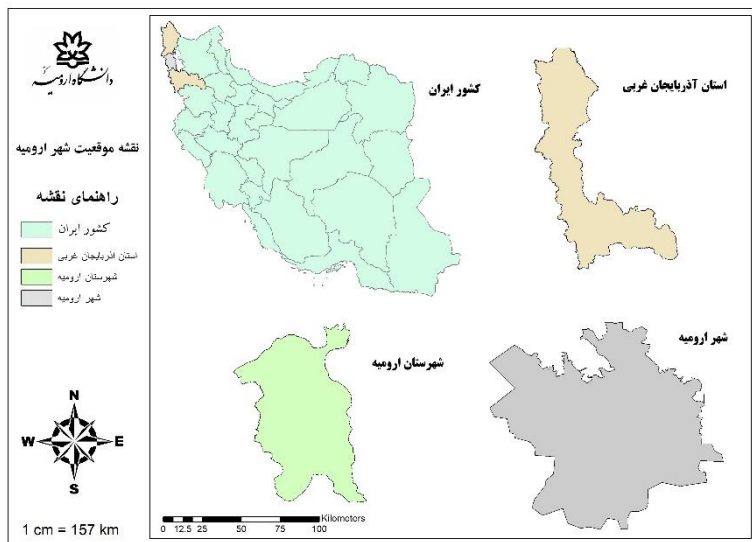
توسعه پایدار زیست محیطی به معنی حفاظت منابع تجدید ناپذیر (و انواع مرتبط) در سطوحی که اختیارات آینده را کم نکند، و یا حفظ یا بالابردن کیفیت و انعطاف محیط زیست است. این بعد از پایداری از راه کاهش مصرف منابع و انرژی، کاهش حجم ضایعات، آلودگی ها و بازیافت آنها و یافتن تکنولوژی های مناسب تقویت می شود (حکمت نیا، زنگ آبادی، ۱۳۸۳: ۳۹).

منظور از پایداری زیست محیطی حفاظت محیط زیست برای بقای تمامی اجتماعات در نظامی عادلانه میباشد و نه نگه داشت وضع موجود، در مزیت های محیطی برای لذت جوییه های اقلیتی از جهانیان. به این ترتیب امروزه در شهرها وجود آلودگی های زیست محیطی از قبیل آلودگی آب وهوا، آلودگی صوتی آلودگی بصری، تخریب منابع و بهره برداری نامطلوب از آن نمودی از ناپایداری زیست محیطی میباشد (فیروزی و همکاران، ۱۳۹۴: ۷۲).

بنا بر آنچه گفته شد، عدالت زیست محیطی با مشارکت نسبت مهمی دارد؛ چرا که عدالت زیست محیطی ائتلاف افراد و گروههایی است که به دنبال تحقق عدالت اجتماعی هستند و به همین دلیل از افزایش مشارکت دموکراتیک مردم دفاع میکند. فرمن (۱۹۹۸) در حمایت از عدالت زیست محیطی این گونه استدلال می کند که با افزایش مشارکت مردم میتوان ضریب خطرات ناشی از فعالیتهای اقتصادی بر محیط زیست را پایین آورد، ناروایی ها را کاهش داد، فرصتها را افزایش داد و به این ترتیب به جامعه ای عادلانه تر نزدیک شد» به نقل از آند، برخی از محققان مانند، ونز عدالت زیست محیطی را به عنوان «عدالت توزیعی یا پخش عادلانه تعریف میکنند از نظر، وی عدالت زیست محیطی «روشی است که تجدیدنظر در توزیع امتیازها و نارواییها را در زمانی که عده ای از امتیاز محروم و از نبود امکانات در رنجاند مورد توجه قرار میدهد» علاوه بر این همان گونه که کلور میگوید دو گفتمان که آموزش زیست محیطی بزرگسالان را تغذیه میکند، شهروندی و عدالت زیست محیطی هستند و آموزش زیست محیطی بزرگسالان خود میتواند ذیل مفهوم و رویکرد فریره به آموزش تعریف شود. در اینجا خود آموزش زیست محیطی از طریق رسانه ها با مسئله رفع نابرابریها رابطه ای مجدد پیدا می کند (علیخانی و غلامی، ۱۳۶۰: ۱۴۰).

### محدوده مورد مطالعه:

شهر ارومیه به عنوان مرکز اداری سیاسی استان آذربایجان غربی و شهرستان ارومیه با بیش از ۳ هزار سال قدمت، قدیمی ترین شهر در منطقه شمال غرب ایران می باشد. در سال های گذشته با افزایش ساخت و سازهای داخل محدوده و اطراف و توسعه کالبدی از این طریق، تراکم ساختمانی و توسعه عمودی رو به افراش گذاشته شده (مصیب زاده و خیاط سلیقه دار، ۱۴۰۱، ۹۰). ویژگی های عمومی جوی ناحیه متأثر از شرایط کلی حاکم بر اقلیم منطقه است و تفاوت های جزئی بیشتر ناشی از موقعیت و تأثیر عوامل جغرافیایی و طبیعی نواحی است. بر پایه نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن، در سال ۱۳۹۵، تعداد جمعیت ساکن در شهر ارومیه بالغ بر ۷۳۶۲۲۴ نفر بوده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵). بررسی روند تحول تعداد جمعیت شهر در چهار دهه می متوالی منتهی به این زمان نشان از آن است که تعداد جمعیت ساکن شهر پیوسته در حال افزایش می باشد، بر اساس آخرین تقسیم بندی، شهر ارومیه را به ۵ منطقه تقسیم شده است. در این منطقه بندی، مناطق مساحت یکسان نبوده به طوری که مساحت منطقه دو شهرداری با ۴۷۵۹/۲ هکتار بیشترین و منطقه پنج با ۱۰۴۲ هکتار کمترین وسعت را دارد. ارزیابی نتایج آسیب پذیری بر اساس شاخص فاصله از مراکز مهم نظامی و انتظامی گویای آن است که ۱۷۲۰ بلوک در پهنه آسیب پذیری خیلی کم، ۱۰۴۰ بلوک آسیب پذیری کم، ۱۸۶۵ بلوک آسیب پذیری متوسط، ۱۰۴۴ بلوک آسیب پذیری زیاد و ۱۲۲۱ بلوک در پهنه آسیب پذیری خیلی زیاد واقع شده است (قربانی و کریمی، ۱۴۰۱، ۶۵). الگوی تخصیص اراضی آن به سطوح خالص و ناخالص شهری و متوسط تراکم ناخالص جمعیت در کل شهر ارومیه معادل ۶۳ نفر در هکتار و متوسط تراکم خالص جمعیت در این شهر معادل ۱۱۵ نفر در هکتار می باشد، منطقه بندی شهرداری از عوامل شبکه خیابانی، درآمد، ساختار و مورفولوژی، موقعیت اجتماعی و بالاخره موقعیت جغرافیایی استفاده شده است.



نقشه شماره (۱): موقعیت محدوده مورد مطالعه

### روش شناسی و تجزیه و تحلیل داده ها:

تجزیه و تحلیل داده ها و بررسی سنجش فرضیه ها برای هر تحقیقی از جایگاه بسیاری برخوردار است. با تجزیه و تحلیل داده های جمع آوری شده از راه پرسشنامه میپردازیم. که دارای اهمیت ویژه ای در سنجش فرضیات و نتیجه گیری تحقیق می باشد. تجزیه و تحلیل داده ها از دو بخش آمار توصیفی که شامل توصیف مشخصات فردی و شاخص های تحقیق بر اساس جدول فراوانی، درصد فراوانی، میانگین است، در ادامه جهت سنجش معناداری کیفیات محیطی و عدالت محیطی در رابطه با استفاده از پروژه های فتوولتائیک از آزمون های آماری همبستگی و ... استفاده شده است.

### تجزیه و تحلیل رگرسیونی مولفه کیفیت محیطی

در انتها جهت سنجش مولفه کیفیت محیطی کلیه شاخص ها اعم از شاخص طبیعی، محیطی، آلودگی و انرژی پایدار باهم وارد معادله رگرسیون شدند که در جدول زیر مشاهده میشود؛ ضریب همبستگی چندگانه ای این مدل برابر ۰.۵۷، ضریب تعیین برابر ۰.۳۲ و ضریب تعیین تعدیل شده برابر ۰.۲۲ میباشد که بیانگر این است که ۲۲ درصد واریانس استفاده از پروژه های فتوولتائیک در شاخص های محیطی تبیین میشود. سطح معناداری این شاخص در معادله رگرسیون خطی برابر ۰.۰۳۶ میباشد که کمتر از عدد ۰.۰۵ میباشد که نشانگر رابطه علیت قوی مولفه کیفیت محیطی و میزان استفاده از پروژه های فتوولتائیک میباشد.

به عبارتی بر اساس آماره T به دست آمده در مدل رگرسیون شاخص طبیعی با مقدار ۱.۱۴، شاخص آلودگی با مقدار ۱.۰۳، شاخص انرژی پایدار با مقدار ۰.۲۸ و در آخر شاخص محیطی با مقدار ۰.۲۳ به ترتیب بیشترین میزان اثرپذیری از میزان استفاده از انرژی ها فتوولتائیک را دارند.

جدول (۱): نتایج حاصل از رابطه علیت رگرسیونی بین استفاده از پروژه های فتوولتائیک و شاخص محیطی

سطح معناداری	t	ضرایب استاندارد شده	ضرایب خام		متغیرها
		Beta	خطای استاندارد	B	
۰.۴۱۹	۰.۸۲۲		۳.۳۸۰	۲.۷۷۹	مقدار ثابت
۰.۸۱۴	۰.۲۳۷	۰.۰۵۴	۰.۷۹۹	۰.۱۹۰	شاخص محیطی
۰.۳۰۹	۱.۰۳۸	۰.۲۴۳	۰.۲۵۷	۰.۲۶۷	شاخص آلودگی
۰.۲۶۳	-۱.۱۴۶	-۰.۳۱۳	۰.۲۱۴	-۰.۲۴۶	شاخص طبیعی
۰.۷۸۱	-۰.۲۸۰	-۰.۰۶۴	۰.۲۳۲	-۰.۰۶۵	شاخص انرژی پایدار
خطای انحراف معیار برآورده شده		ضریب تعیین تعدیل شده	ضریب تعیین	ضریب همبستگی	نتایج همبستگی
۰.۶۱۰		۰.۲۲۰	۰.۳۲۷	۰.۵۷۲	

ماخذ: نگارندگان، ۱۴۰۲

جدول (۲): نتایج حاصل از بررسی رابطه علیت بین متغیرها (تحلیل آنوا)

سطح معناداری	آماره F	میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات	مدل
۰.۰۳۶	۳.۰۴۱	۱.۱۳۵	۴	۴.۵۳۹	رگرسیون
		۰.۳۷۳	۴۸	۹.۳۲۸	باقیمانده
			۵۰	۱۳.۸۶۷	مجموع

ماخذ: نگارندگان، ۱۴۰۲

### آزمون تی تک نمونه ای کلی گوپه های کیفیت محیطی

همانطور که در جدول زیر میبینید تمامی گوپه های کیفیت محیطی وارد معادله ی T تک نمونه ای شده و میزان معناداری و آماره T آزمون و رتبه ی تاثیر گذاری هر کدام از گوپه ها مورد بحث و تجزیه و تحلیل قرار گرفته شده است، همانطور که در جدول زیر میبینید استفاده از پروژه های فتوولتائیک به مرور زمان در وهله اول بر روی کاهش مصرف سوخت های فسیلی تاثیرگذار خواهد بود زیرا استفاده از انرژی های نوین ملند انرژی فتوولتائیک تا حدود بسیاری در مصارف خانگی و حتی صنعتی از مصرف سوخت های فسیلی میکاهد، در نوبت بعدی باعث تغییر در الگوی مصرف، مصرف کنندگان خواهد بود زیرا به مرور استفاده بیشتر از انرژی های فتوولتائیک نحوه مصرف تفاوت معناداری با قبل خواهد داشت، سپس کاهش مصرف انرژی های تجدید پذیر را مشاهده میکنیم به طور کلی عوامل انرژی رتبه های یک تا سه را به خود نسبت داده اند. در وهله چهارم شاهد کاهش دمای محیط خواهیم بود زیرا در اثر استفاده از انرژی های فتوولتائیک، تولید گاز و یا استخراج دیگر محصولات کمتر شده و جهت بسیاری از امور دیگر نیاز به سوزاندن و یا مصرف گاز جهت پخت و پز و تولید گرما در فصول سرد نخواهیم بود. مرتبه پنجم به افزایش کیفیت خاک مربوط میباشد و مرتبه ششم شاهد کاهش تولید گاز های گلخانه ای هستیم. در رتبه هفتم و هشتم و نهم بهتر شدن بهداشت محیط زیست و کاهش آلودگی هوا و عدم وارونگی هوا نتیجه استفاده از انرژی های فتوولتائیک میباشد. در رتبه ۱۰ باعث بهبود عملکرد کشاورزی خواهد بود. رتبه یازدهم کاهش مرگ و میر ناشی از آلودگی و گاز های سمی را نشان میدهد در مرتبه بعدی آب پاک و با کیفیتی خواهیم داشت.



جدول (۳): نتایج حاصل از آزمون تی تک نمونه ای کیفیت محیطی

رد یا پذیرش	رتبه	تفاوت میانگین با عدد ثابت	سطح معناداری	آماره T	گویه ها	مولفه
پذیرش	۱۲	۰.۱۳۳۳۳	۰.۰۲۹۳	۱.۰۷۲	کیفیت و پاکی آب	محیطی
پذیرش	۱۰	۰.۴۳۳۳۳	۰.۰۱۰۲	۱.۶۸۸	کشاورزی	
پذیرش	۱۴	۰.۱	۰.۰۷۴۵	۰.۳۲۸	مواد غذایی و آذوقه	
پذیرش	۵	۱.۱۳۳۳۳	۰	۷.۵۷۷	کیفیت خاک	
پذیرش	۲	۱.۵۶۶۶۷	۰	۱۱.۰۸۹	تغییر الگوی مصرف	
پذیرش	۱	۱.۴۳۳۳۳	۰	۱۱.۵۶۴	سوخت های فسیلی	
پذیرش	۱۷	۰.۴-	۰.۰۱۹۵	۱.۳۲۶-	جلوگیری از تخریب محیط زیست	
پذیرش	۴	۱.۲	۰	۸.۱۶۳	دمای مناسب محیط	
پذیرش	۷	۱.۱	۰	۷.۱۳۱	بهداشت محیط زیست	
پذیرش	۸	۰.۷۶۶۶۷	۰	۴.۸۹۲	آلودگی هوا	
پذیرش	۱۶	۰.۰۶۶۶۷-	۰.۰۷۷۴	۰.۲۹-	میزان آلودگی ناشی از رفت و آمد وسایل نقلیه	
پذیرش	۹	۰.۷۳۳۳۳	۰	۳.۹۵۸	میزان وارونگی هوا	
پذیرش	۱۳	۰.۱۳۳۳۳	۰.۰۲۹۳	۱.۰۷۲	تغییرات پوشش گیاهی	طبیعی
پذیرش	۱۵	۰.۴۳۳۳۳	۰.۰۱۰۲	۱.۶۸۸	فرسایش	
پذیرش	۱۱	۰.۱	۰.۰۷۴۵	۰.۳۲۸	سلامتی (مرگ و میر)	
پذیرش	۱۹	۰.۸۳۳۳۳-	۰.۰۰۹	۲.۷۸-	دسترسی به برق	
پذیرش	۱۸	۰.۵۳۳۳۳-	۰.۰۴۳	۲.۱۱۲-	بهره وری انرژی	انرژی پایدار
پذیرش	۶	۱.۱۶۶۶۷	۰	۷.۳۰۹	کاهش تولید CO <sub>2</sub> و گاز های گلخانه ای	
پذیرش	۳	۱.۳	۰	۹.۴۹۷	کاهش مصرف انرژی های تجدید ناپذیر	

ماخذ: نگارندگان، ۱۴۰۲.

## تجزیه و تحلیل رگرسیونی مولفه عدالت محیطی

در انتها جهت سنجش مولفه عدالت محیطی کلیه شاخص ها اعم از شاخص برابری و رفاه اجتماعی، زیست محیطی و اجتماعی باهم وارد معادله ی رگرسیون شدند که در جدول زیر مشاهده میشود؛ ضریب همبستگی چندگانه ی این مدل برابر ۰.۶۷۲، ضریب تعیین برابر ۰.۴۲۷ و ضریب تعیین تعدیل شده برابر ۰.۳۲۰ میباشد که بیانگر این است که ۳۲ درصد واریانس استفاده از پروژه های فتوولتائیک در شاخص های عدالت محیطی تبیین میشود. سطح معناداری این شاخص در معادله رگرسیون خطی برابر ۰.۰۲۶ میباشد که کمتر از عدد ۰.۰۵ میباشد که نشانگر رابطه علیت قوی مولفه کیفیت محیطی و میزان استفاده از پروژه های فتوولتائیک میباشد.

به عبارتی بر اساس آماره T به دست آمده در مدل رگرسیون شاخص زیست محیطی با مقدار ۲.۰۹۶، شاخص رفاه و برابری با مقدار ۲.۳۸۹، شاخص اجتماعی با مقدار ۳.۲۹۲ به ترتیب بیشترین میزان اثرپذیری از میزان استفاده از انرژی ها فتوولتائیک را دارند.

جدول (۴): نتایج حاصل از رابطه علیت رگرسیونی بین استفاده از پروژه های فتوولتائیک و شاخص عدالت محیطی

سطح معناداری	T	ضرایب استاندارد شده			متغیر ها
		Beta	خطای استاندارد	B	
۰.۳۲۰	۰.۷۲۰		۳.۵۸۰	۲.۰۰۳	مقدار ثابت
۰.۰۱۲	-۲.۰۹۶	۰.۱۶۰	۰.۱۶۰	-۰.۳۵۶	شاخص زیست محیطی
۰.۰۱۴	-۲.۳۸۹	۰.۳۱	۰.۶۰۰	۱.۴۳۷	شاخص رفاه و برابری
۰.۰۲۳	-۳.۲۹۲	-۰.۵۲۸	۰.۱۲۶	-۰.۴۱۵	شاخص اجتماعی
خطای انحراف معیار برآورده شده		ضریب تعیین تعدیل شده	ضریب تعیین	ضریب همبستگی	نتایج همبستگی
۰.۵۱۰		۰.۳۲۰	۰.۴۲۷	۰.۶۷۲	

ماخذ: نگارندگان، ۱۴۰۲

جدول (۵): نتایج حاصل از بررسی رابطه علیت بین متغیر ها (تحلیل آنوا)

سطح معناداری	آماره F	میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات	مدل
۰.۰۲۶	۲.۹۸۷	۰.۹۹۹	۴	۵.۶۰۰	رگرسیون
		۰.۲۵۵	۴۸	۸.۲۶۷	باقیمانده
			۵۰	۱۳.۸۶۷	مجموع

ماخذ: نگارندگان، ۱۴۰۲

## آزمون تی تک نمونه ای کلی گویه های عدالت محیطی

جدول (۶): نتایج حاصل از آزمون تی تک نمونه ای عدالت محیطی

رد یا پذیرش	رتبه	تفاوت میانگین با عدد ثابت	سطح معناداری	آماره T	شاخص	مولفه
پذیرش	۱۲	۱.۸۶۶۶۷-	۰	۱۵.۰۰۴-	سطح سلامت و بهداشت	برابری و رفاه
پذیرش	۳	۱.۵۶۶۶۷-	۰	۶.۱۰۱-	توزیع عادلانه انرژی	
پذیرش	۵	۱.۹-	۰	۶.۲۳۸-	توزیع فضایی منافع و زیان های زیست محیطی	
پذیرش	۲	۰.۸۶۶۶۷-	۰	۵.۷۹۴-	میزان همجواری با انواع آلودگی ها	
پذیرش	۱	۰.۴۳۳۳۳-	۰.۰۰۵	۳.۰۶۷-	حق زندگی در محیط پاکیزه، سالم و ایمن و پایداری اکولوژیکی	زیست محیطی
پذیرش	۸	۱.۲۳۳۳۳-	۰	۷.۸۷-	توجه به استفاده از تکنولوژی نو	
پذیرش	۹	۲.۰۶۶۶۷-	۰	۹.۰۰۱-	میزان استفاده از تکنولوژی نو برای صرفه جویی اقتصادی	
پذیرش	۷	۱.۲۶۶۶۷-	۰	۶.۸۳۶-	طراحی و نوآوری در انواع تکنولوژی سازگار با محیط زیست	
پذیرش	۱۳	۱.۸۶۶۶۷-	۰	۱۵.۰۰۴-	انتشار گاز های گلخانه ای	اجتماعی
پذیرش	۴	۱.۵۶۶۶۷-	۰	۶.۱۰۱-	میزان مشارکت مردمی در حفاظت از محیط زیست	
پذیرش	۶	۱.۹-	۰	۶.۲۳۸-	میزان حمایت مردمی از انرژی های تجدید پذیر	
پذیرش	۱۰	۲.۸۳۳۳۳-	۰	۹.۴۵۲-	میزان توجه به حقوق نسل های آینده	
پذیرش	۱۱	۲.۵۳۳۳۳-	۰	۱۰.۰۳۳-	استفاده عقلانی از محیط زیست	

ماخذ: نگارندگان، ۱۴۰۲

همانطور که در جدول بالا مبینید تمامی گویه های کیفیت محیطی وارد معادله ی T تک نمونه ای شده و میزان معناداری و آماره T آزمون و رتبه ی تاثیر گذاری هر کدام از گویه ها مورد بحث و تجزیه و تحلیل قرار گرفته شده است، همانطور که در جدول زیر مبینید استفاده از پروژه های فتوولتائیک به مرور زمان در وهله اول بر روی حق زندگی در محیط پاکیزه، سالم و ایمن و پایداری اکولوژیکی تاثیر گذار میباشد، دومین مورد میزان همجواری با انواع آلودگی هاست، سومین مورد توزیع عادلانه انرژی را شاهدیم، میزان مشارکت مردمی در حفاظت از محیط زیست در رتبه بعدی، توزیع فضایی منافع و زیان های زیست محیطی در وهله بعدی است و دیگر موارد طبق جدول بالا میباشد.

## نتیجه گیری:

تغییر اقلیم و تخریب محیط زیست مسلماً یکی از مبرم ترین مسائلی است که جهان امروز با آن مواجه است و نیاز به اقدام هماهنگ جهانی دارد برای مبارزه با افزایش انتشار گازهای گلخانه ای و سایر مسائل زیست محیطی باید برنامه ها و سیاستهای عملی اجرا شود و در واقع بسیاری از دولتها و سازمانها چنین طرحهایی را توسعه داده اند. این ابتکارات زیربنای طیف رو به رشدی از مفاهیم است که هدف آنها دستیابی به تعادل در استفاده از منابع طبیعی و توسعه انسانی است. محیط های شهری جهان در حال حاضر میزبان بیش از نیمی از جمعیت جهان - حدود ۳.۵ میلیارد نفر - است و پیش بینی می شود که این تعداد تا سال ۲۰۵۰ تا ۷۰٪ یا ۶.۴ میلیارد نفر افزایش یابد. شهرها همچنین ۶۰ تا ۸۰ درصد از انرژی جهان را مصرف میکنند و نیز از دلایل اصلی انتشار گازهای گلخانه ای محسوب میشوند. ایران نیز به دلیل موقعیت جغرافیایی مناسب و پتانسیل بالای تابش خورشید، از فرصت ایده آلی برای توسعه صنعت انرژی خورشیدی به ویژه سامانه های فتوولتائیک برخوردار است. با توجه به ذخایر محدود انرژی فسیلی و افزایش سطح مصرف انرژی در جهان، فعلی دیگر نمیتوان به منابع موجود انرژی متکی بود. در کشور ما نیز، با توجه به نیاز روزافزون به منابع انرژی و کم شدن منابع انرژی فسیلی ضرورت سالم نگه داشتن محیط زیست، کاهش آلودگی هوا محدودیتهای برق رسانی و تأمین سوخت برای نقاط روستاهای دورافتاده و... استفاده از انرژیهای نو مانند انرژی باد انرژی خورشید...، میتواند جایگاه ویژه ای داشته باشد. می توان انرژی خورشیدی را به عنوان یک منبع بی پایان انرژی که حلال مشکلات بسیاری در زمینه های انرژی و محیط زیست است، نام برد. پژوهش حاضر به دنبال بررسی نقش پروژه های فتوولتائیک بر کاهش آثار مخرب زیست محیطی و افزایش پایداری زیست محیطی و عدالت محیطی است.

با توجه به تجزیه و تحلیل آمار و اطلاعات و استفاده از مدل های آماری همبستگی در دو بعد کیفیت محیطی و عدالت محیطی جهت سنجش معناداری بین این دو بعد و استفاده از پروژه های فتوولتائیک استفاده شده است که نتایج حاکی از اثبات فرضیه ها میباشد در این تجزیه و تحلیل جهت سنجش مولفه کیفیت محیطی کلیه شاخص ها اعم از شاخص طبیعی، محیطی، آلودگی و انرژی پایدار باهم وارد معادله ی رگرسیون شدند که در جدول زیر مشاهده میشود؛ ضریب همبستگی چندگانه ی این مدل برابر ۰.۵۷، ضریب تعیین برابر ۰.۳۲ و ضریب تعیین تعدیل شده برابر ۰.۲۲ میباشد که بیانگر این است که ۲۲ درصد واریانس استفاده از پروژه های فتوولتائیک در شاخص های محیطی تبیین میشود. سطح معناداری این شاخص در معادله رگرسیون خطی برابر ۰.۳۶ میباشد که کمتر از عدد ۰.۰۵ میباشد که نشانگر رابطه علیت قوی مولفه کیفیت محیطی و میزان استفاده از پروژه های فتوولتائیک میباشد. به عبارتی بر اساس آماره T به دست آمده در مدل رگرسیون شاخص طبیعی با مقدار ۱.۱۴، شاخص آلودگی با مقدار ۱.۰۳، شاخص انرژی پایدار با مقدار ۰.۲۸ و در آخر شاخص محیطی و همچنین در بعد عدالت محیطی این نتایج به دست آمد کلیه شاخص ها اعم از شاخص برابری و رفاه اجتماعی، زیست محیطی و اجتماعی باهم وارد معادله ی رگرسیون شدند که در جدول زیر مشاهده میشود؛ ضریب همبستگی چندگانه ی این مدل برابر ۰.۶۷۲، ضریب تعیین برابر ۰.۴۲۷ و ضریب تعیین تعدیل شده برابر ۰.۳۲۰ میباشد که بیانگر این است که ۳۲ درصد واریانس استفاده از پروژه های فتوولتائیک در شاخص های عدالت محیطی تبیین میشود. سطح معناداری این شاخص در معادله رگرسیون خطی برابر ۰.۰۲۶ میباشد که کمتر از عدد ۰.۰۵ میباشد که نشانگر رابطه علیت قوی مولفه کیفیت محیطی و میزان استفاده از پروژه های فتوولتائیک میباشد. به عبارتی بر اساس آماره T به دست آمده در مدل رگرسیون شاخص زیست محیطی با مقدار ۲.۰۹۶، شاخص رفاه و برابری با مقدار ۲.۳۸۹، شاخص اجتماعی با مقدار ۳.۲۹۲ به ترتیب بیشترین میزان اثرپذیری از میزان استفاده از انرژی ها فتوولتائیک را دارند.

## منابع

- ابراهیمی، مازیار، معرف، مریم، (۱۳۹۷)، توسعه پایدار شهری بر مبنای رشد هوشمند شهری تحلیلی بر مولفه‌ها، ویژگی‌ها و مزایای شهر هوشمند، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی پرتال جامع علوم انسانی، سال سوم، شماره دو (پیاپی ده)، تیر ۱۳۹۷، جلد دو، صص ۲۵-۳۴.
- ارجمند سیاه‌پوش، اسحق (۱۳۹۴)، ارزیابی متغیرهای وضعیت توسعه پایدار شهری در شهر اندیمشک و ارائه مدل متناسب، مجله مطالعات توسعه اجتماعی/ایران، سال هشتم، شماره اول، صص ۶۷-۸۳.
- امامی، محمد حسن، (۱۳۸۲)، توسعه پایدار از مدیریت کیفیت جامع تا مدیریت کیفیت زندگی جامع، چهارمین کنفرانس بین‌المللی مدیران کیفیت
- تیموری، ایرج؛ جعفری، فیروز و وکیلی، زهرا (۱۴۰۲) تبیین پارامترهای اثرگذار بر کاهش مصرف انرژی در مسکن شهری (مورد پژوهی: منطقه ۴ شهر تبریز) نشریه فضای شهری حیات اجتماعی، سال ۲، شماره ۶، فصل پاییز، سال ۱۴۰۲، صفحات ۵۹-۷۲
- بهرامی جاف، ساجد، جان پرور، محسن، شهبازی، محبوبه، مازندرانی، دریا. (۱۳۹۹). سنجش عوامل مؤثر بر پایداری اقتصادی شهرهای مرزی (مطالعه موردی: شهر سردشت). جغرافیا و توسعه فضای شهری، سال ۷، شماره ۲، شماره پیاپی ۱۳، صص ۲۰-۱.
- بیرق شمشیر، مهدی، سرکرده ئی، الهام. (۱۴۰۱). توجه به طراحی اقلیمی و ایجاد شرایط بهره‌گیری از انرژی‌های نو در ساختمان، گامی در جهت معماری سبز، مهندسی و مدیریت ساخت. سال ۱۴۰۱، دوره هفتم، شماره اول، صص ۷-۱.
- پروین، مریم، یوسفی، حسین، چوبینه، کیانوش، شریف رضویان، مهدی، (۱۳۹۹)، تحلیل فنی، اقتصادی و محیط زیستی تأمین انرژی مرکز نوآوری شهرداری تهران با نصب صفحات خورشیدی، فصلنامه اقتصاد و برنامه ریزی شهری، دوره نهم، شماره سه، پاییز ۱۳۹۹، صص ۱۶۳-۱۵۶.
- تفنگ‌چی، سینا و سلطانی‌فر، محمد و مجیدی قهرودی، نسیم (۱۳۹۵)، «فرابرد انتقال اطلاعات در شهر هوشمند»، مطالعات رسانه‌ای، سال دهم، صص ۳۰-۱۹.
- جدی فرزانه، امید، میرغلامی، مرتضی، ملکی، آیدا. (۱۳۹۹)، پایان نامه طراحی میدان محلی با رویکرد پایداری زیست محیطی در شهرک خاوران تبریز، دانشگاه هنرهای اسلامی تبریز، صص ۱۹۴-۱.
- حسینی علی آباد، سیدمحمد رضا، شیخ لاری، ولی اله، و رشیدپور، محمد معین. (۱۳۹۹). بررسی تاثیر استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در کاهش آلودگی محیط زیست. شباک، ۱۶ (پیاپی ۵۲)، صص ۱۱۵-۱۳۱.
- حسینی، سید هادی (۱۳۹۶)، شهر فشرده و توسعه پایدار شهری سبزوار، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال هفدهم، شماره ۴۵، صص ۹۳-۱۱۶.
- حکمت نیا، حسن، زنگ آبادی، علی، (۱۳۸۳). بررسی و تحلیل سطوح پایداری در محلات شهر یزد و ارائه راهکارهایی در بهبود روند آن، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ش ۷۲، صص ۵۱-۳۷.
- خطاطیان یزدی، محمد صادق، فرتاش، کیارش، قربانی، امیر. (۱۳۹۹). تحلیل تطور تاریخی توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در ایران: رویکرد نهادی، نشریه مدیریت بهبود، شماره ۱ (پیاپی ۴۷)، بهار ۱۳۹۹، صص ۳۰-۱.
- رحیمی راد، زهره، محمود یحیی زاده فر، طاهره میرعمادی، و مهرداد مدهوشی. (۱۳۹۷). تحلیل نظام نوآوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در ایران. مدیریت نوآوری، دوره نهم، شماره اول، صص ۲۱-۱.
- رسول اهری، صادق. (۱۳۹۶). بررسی منابع انرژی تجدیدپذیر و نقش سلول‌های خورشیدی، فصلنامه انرژی‌های تجدیدپذیر و نو، سال چهارم، شماره دوم، صص ۸۱-۷۶.
- رسول قربانی و رضا کریمی (۱۴۰۱) سنجش و مدل‌سازی فضایی آسیب‌پذیری شهر ارومیه در برابر آتش‌سوزی با تأکید بر پدافند غیرعامل، نشریه برنامه ریزی شهری و توسعه منطقه‌ای، سال ۱، شماره ۱، فصل تابستان، سال ۱۴۰۱، صفحات ۵۵-۷۲
- رضایی مقدم، محمد حسن، هانفی اردکانی، مهدی، (۱۳۹۴)، ارزیابی تأمین انرژی برای سیستم‌های فتوولتائیک بر مبنای تابع تحلیل گر انرژی خورشیدی (منطقه موردی: بزرگراه زنجان- تبریز)، برنامه ریزی و آمایش فضا، دوره بیستم، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۵، صص ۱۵۵-۱۳۱.

- رفیع پور، سعید، داداش پور، هاشم، تقوایی، علی اکبر. (۱۳۹۵). عوامل علی و کانون ارزشی آینده‌های بدیل و آینده مرخّح/ مطلوب شهر پایدار بر مبنای اخلاق زیست‌محیطی. فصلنامه علمی - پژوهشی پژوهش و برنامه ریزی شهری، سال هفتم، شماره ۲۷، صص ۲۰-۱.
- زارعی، زینب، رضایان قره باش، احد. (۱۴۰۰). سناریوهای تغییرات اقلیمی و آینده توسعه پایدار ایران در افق ۱۴۲۰، مدیریت راهبردی و آینده‌پژوهی، دوره ۴، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۰، صص ۱۱۷-۱۳۸.
- زاهدی، شمس السادات و نجفی، غلامعلی (۱۳۸۵)، بسط مفهومی توسعه پایدار، مدرس علوم انسانی، دوره ۱۰، شماره ۴، صص ۴۳-۷۶.
- زمانزاده دربان، ززم. (۱۳۹۷). تحلیل ابعاد پایداری در پروژه های شهر سالم و ارائه راهکارهای تحقق قبخشی در ایران. مجله مدیریت شهری، شماره ۵۰، صص ۲۳۵-۲۱۵.
- زیاری، کرامت‌الله و جانبانزاد، محمد حسین (۱۳۹۱)، اصول و معیارهای شهر سالم، اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، دوره ۲۱، شماره ۸۲، صص ۵۰-۵۶.
- زینل زاده، رضا، صادقی، زین العابدین، دهقان پور، محمد رضا، قائدی، مهدی، ۱۳۹۰، ارزیابی اقتصادی و زیست محیطی سیستم های فتوولتائیک، مطالعه موردی جنوب شرق ایران، فصلنامه‌ی مطالعات اقتصاد انرژی، سال نهم، شماره ۳۳، تابستان ۱۳۹۱، صص ۱۴۹-۱۱۵.
- ستوده، احد، پوراصغر سنگاچین، فرزاد، ۱۳۸۹، بررسی گزارشهای شاخص پایداری و عملکرد محیط زیست در سالهای ۲۰۰۵، ۲۰۰۶ و ۲۰۰۸ و جایگاه ایران، دو فصلنامه محیط زیست و توسعه، سال ۱، شماره ۱
- سجادی، ژیلا و آقایی، پرویز (۱۳۹۵)، « ارزیابی مولفه‌های شهروندان در فضاهای شهری با رویکرد انتقادی بر نظریه رشد هوشمند شهری (مورد: محله ولنجک، منطقه ۱ شهر تهران)»، مطالعات مدیریت شهری، سال هشتم، شماره بیستم و پنجم، صص ۱۱-۱.
- سیف‌الدینی، فرانک و پوراحمد، احمد و زیاری، کرامت‌اله و دهقانی الوار، سید علی نادر (۱۳۹۲)، بررسی بسترها و موانع رشد شهر هوشمند در شهرهای میانی، آمایش سرزمین، دوره ۵، شماره ۲، صص ۲۴۱-۲۶۰.
- شجاع، حامد، شجاع، مالک، و کهزادیان، سعید. (۱۳۹۴). بررسی سیستم های فتوولتائیک (BIPV) در استفاده از انرژی های تجدیدپذیر در معماری. کنفرانس بین المللی معماری، شهرسازی، عمران، هنر و محیط زیست.
- شعله، کاظمی فرد، لیلیا، ناجی، فرامرزی، افشار طارمی. (۱۳۹۶)، مروری بر نقش منابع انرژی تجدیدپذیر در توسعه پایدار فصلنامه علمی - ترویجی انرژیهای تجدیدپذیر و نو، سال چهارم، شماره اول، تابستان ۱۳۹۶، صص ۴۳-۳۴.
- شمس پویا، کاظم، ۱۳۹۸، بررسی ابعاد توسعه شهری با هدف کاهش تغییرات آب و هوایی، وزارت راه و شهرسازی شرکت مادر تخصصی عمران شهر های جدید، کارگروه تحقیق و توسعه، اریبهشت ۱۳۹۸، صص ۸۵-۱.
- شمس پویا، کاظم، ۱۳۹۸، بررسی ابعاد توسعه شهری با هدف کاهش تغییرات آب و هوایی، وزارت راه و شهرسازی شرکت مادر تخصصی عمران شهر های جدید، کارگروه تحقیق و توسعه، اریبهشت ۱۳۹۸، صص ۸۵-۱.
- شیعه، اسماعیل (۱۳۸۷): عملکردهای شهری در ایران در دانشنامه دایره المعارف بزرگ اسالمی
- ضیاءالدین، بنی هاشمی. (۱۳۹۳). کاربرد انرژی خورشیدی در مدیریت پایدار بیمارگرهای خاک زاد، مجله پژوهش های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۲، شماره ۲، صص ۱۳۰-۱۲۳.
- عباسی سرمدی، مهدی، اسدی خمایی، رضا. (۱۳۹۴). مفهوم عدالت زیستمحیطی و انعکاس آن در اسناد منطقه‌های و بین المللی، فصلنامه راهبرد، سال بیست و چهارم، شماره ۷۷، زمستان ۱۳۹۴، صص ۵۷-۳۳.
- علی مصیب زاده و شراره خیاط سلیقه دار (۱۴۰۱) کاربرد تکنیک چیدمان فضایی جهت باز آفرینی و هویت بخشی کالبدی محلات شهری (نمونه موردی: محله عسگرخان شهر ارومیه) نشریه برنامه ریزی شهری و توسعه منطقه ای، سال ۱، شماره ۳، فصل زمستان، سال ۱۴۰۱، صفحات ۸۹-۱۰۵
- علیجانی، بهلول، سلیقه، محمد، شفائی گیگلو، صابر، (۱۳۹۷)، نقش انرژی خورشید در توسعه پایدار شهر تهران (مطالعه موردی: ساختمان مسکونی)، جغرافیا (فصلنامه علمی- پژوهشی و بین المللی انجمن جغرافیای ایران)، دوره جدید، سال شانزدهم، شماره ۵۹، زمستان ۱۳۹۷.
- علیخانی، زهره ، غلامی، فرزاد. (۱۴۰۰). فیلم مستند و عدالت زیست‌محیطی: تحلیل مستندهای مرتبط با بحران آب در ایران. پژوهش‌های انسان‌شناسی ایران (۱) ۱۱، ۱۵۰-۱۲۱.

- فتوحی، اصغر (۱۳۹۵)، تحلیلی بر توسعه فضایی مناطق شهری مبتنی بر شاخص‌های رشد هوشمند، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه تبریز، دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی.
- فرجی، امین و یوسفی، زهرا و علیان، مهدی (۱۳۹۷)، تحلیل الگوهای رشد شهری با تأکید بر نظریه رشد هوشمند، معماری و شهرسازی پایدار، دوره ۶، شماره ۱، صص ۲۳-۳۸.
- فیروزبخت، علی و پرهیزکار، اکبر و ربیعی فر، ولی‌الله (۱۳۹۱)، راهبردهای ساختار زیست محیطی شهر با رویکرد توسعه پایدار شهری، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، شماره ۸۰، صص ۲۱۳-۲۳۹.
- فیروزی، محمد علی، محمدی ده چشمه، مصطفی، سعیدی، جعفر (۱۳۹۶). ارزیابی شاخص‌های ناپایداری زیست محیطی با تأکید بر آلودگی آب، آلودگی خاک و آلودگی صدا با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در کلان‌شهر اهواز، علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره نوزدهم، شماره ۳، پاییز ۹۶، صص ۷۰-۸۱.
- قربانپور، مریم، مولوی، مهرناز، زالی، نادر (۱۳۹۸). ارزیابی ابعاد زیست‌محیطی مؤثر بر تحقق گردشگری پایدار (مطالعه موردی: رودخانه زرچوب شهر رشت). فصلنامه علمی مطالعات مدیریت گردشگری، سال چهاردهم، شماره ۴۷، پاییز ۱۳۹۸، صص ۳۲۳-۲۸۹.
- قنبری، فاطمه، امین شرعی، فرهام، ۱۳۹۶، بررسی اثرات زیست محیطی انرژی‌های پایدار (مطالعه موردی: انرژی خورشیدی، باد و هیدرو الکتریک)، پژوهش و فناوری محیط زیست، دوره دوم، شماره ۳، پاییز و زمستان ۹۶، صص ۴۶-۴۱.
- قنوتی، عزت‌الله و عظیمی، آزاده و فرجی ملایی، امین (۱۳۹۱)، کیفیت محیطی شهر و شکل ناموزون شهری در شهر بابلسر، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، شماره ۸۱، صص ۱۹۳-۲۱۵.
- کاظمیان، غلامرضا، رسولی، افشین، خزایی، محمد مهدی (۱۳۹۶)، جایگاه انرژی‌های نو و تجدیدپذیر زیست پذیرانه کردن شهرها، مطالع موردی شهر تهران، نشریه پژوهش و برنامه ریزی شهری، سال هشتم، شماره بیست و نهم، تابستان ۱۳۹۶، صص ۱۱۸-۹۹.
- کنعانی مقدم، ثنا و شیعه، اسماعیل و بهزادفر، مصطفی و سعیده زرابادی، زهراسادات (۱۳۹۸)، «تبیین رویکرد برنامه‌ریزی کاربری زمین شهری در شهر هوشمند با استفاده از روش پرامتی (مطالعه موردی: منطقه ۲۲ شهرداری شهر تهران)»، شهر ایمن، دوره ۲، شماره ۶، صص ۱۹-۱.
- لطفی، صدیقه و نیک‌پور، عامر و مهدوی، سحر (۱۳۹۶)، ارزیابی رابطه میان شهر هوشمند و کاهش مشکلات حمل و نقل عمومی در شهر ساری، جغرافیا و آمایش شهری منطقه‌ای، شماره ۲۴، ۲۱-۳۸.
- مثنوی، محمدرضا (۱۳۸۲)، توسعه پایدار و پارادایم‌های جدید توسعه شهری: شهر فشرده و شهر گسترده، دوره ۲۹، شماره ۳۱، صص ۸۹-۱۰۴.
- مرادی، شیوا (۱۳۹۸)، «بررسی سیر موضوعی مطالعات حوزه شهر هوشمند»، پژوهشنامه علم سنجی، فصلنامه علمی دانشگاه شاهد، دوره ۵، شماره ۱، پیاپی ۹، صص ۱۶۰-۱۳۹.
- منجم زاده، سیدامیرحسین، زیاری، کرامت‌الله، و ماجدی، حمیدرضا (۱۳۹۶). بررسی شاخص‌های زیست محیطی توسعه پایدار و سطح برخورداری آن در کلان‌شهرهای ایران. نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی (جغرافیای انسانی)، ۱۰ (۱)، ۲۷۵-۲۹۸.
- موسوی درچه، سیدمسلم، محمدامین قانعی راد، حسن کریمیان، هدیه زنونریزاده، و ناصر باقریمقدم (۱۳۹۷). ارائه چارچوب توصیف‌گذار حوزه‌های فناورانه بر اساس رویکرد تحلیل چندسطحی، مطالعه موردی: گذار انرژی‌های بادی و خورشیدی در ایران، بهبود مدیریت دوره دوازدهم، شماره دوم، صص ۱۳۱-۱۱۱.
- موسوی درچه، سیدمسلم، محمدامین، قانعی راد، حسن، کریمیان، و بهروز، شاهمادی (۱۳۹۶). شناسایی مسیر گذار فناورانه انرژی‌های تجدیدپذیر (انرژی‌های بادی و خورشیدی) در ایران بر اساس رویکرد تحلیل چند سطحی. مدیریت نوآوری، دوره نهم، شماره اول، صص ۹۷-۳۱.
- موسوی، میر نجف و زارع، علیرضا و منوچهری میاندوب، ایوب و آهار، حسن (۱۳۹۶)، تحلیل اثرات رشد پراکنده شهری بر زیست‌پذیری محلات شهری، نشریه پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال هشتم، شماره سی و یکم، صص ۱-۱۸.
- میرزاییگی، فاطمه، مجتبی زاده خانقاهی، حسین، سرور، رحیم (۱۴۰۱). سنجش شاخص‌های توسعه در پایداری نواحی شهری مطالعه موردی: شهر ایلام. فصلنامه شهر پایدار، دوره ۵، شماره ۱، صص ۱-۱۵.



- نظم فر، حسین، ویسیان، محمد، محمدی، سمیه. (۱۳۹۷). بررسی و سنجش پایداری اجتماعی شهری با استفاده از مدل کوپراس و نرم افزار Lisrel مطالعه موردی: شهر اردبیل. فصلنامه علمی - پژوهشی پژوهش و برنامه ریزی شهری، سال ۹، شماره پیاپی ۳۳، صص ۳۳-۴۸.
- نمامیان، پیمان، طیبی، سبحان، ۱۳۹۹، نکات انتقادی از عدالت زیست محیطی و توسعه پایدار، علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و دوم، شماره هشت، آبان ۱۳۹۹، صص ۱۱۱-۱۰۳.
- نوابخش، مهرداد و کفاشی، مجید (۱۳۸۷)، مفهوم شهر فشرده و فرم‌های شهر پایدار، فصلنامه جغرافیایی سرزمین، سال پنجم، شماره ۲۰، صص ۱-۱۳.
- وزارت نیرو، (۱۳۹۸)، اثرات زیست محیطی و ملاحظات استقرار نیروگاه های خورشیدی فتوولتائیک، دفتر مطالعات اجتماعی، اقتصادی، زیست محیطی، تیر ماه ۱۳۹۸، صص ۲۶-۱.
- ویسی، مسلم الله (۱۳۹۰)، رشد هوشمند و توسعه درونی شهرها، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته برنامه‌ریزی شهرها، دانشگاه خوارزمی، دانشکده علوم جغرافیایی.

### منابع لاتین

- Afolalu, S. Yusuf, O. Abioye, A. Emeter, M. Ongbali, S. Samuel, O. (2021). BIOFUEL; A SUSTAINABLE RENEWABLE SOURCE OF ENERGY-A REVIEW, Earth and Environmental Science 665 (2021) 012040, 3-13.
- Artie W. Ng, Jatin Nathwani, Jingyan Fu & Hui Zhou. (2021). Green financing for global energy sustainability: prospecting transformational adaptation beyond Industry 4.0, Sustainability: Science, Practice and Policy, 17:1, 377-390
- Barbara van Mierlo (2012) Convergent and divergent learning in photovoltaic pilot projects and subsequent niche development, Sustainability: Science, Practice and Policy, 8:2, 4-18.
- Binh Ana, N. Kuob, Y, Mabroukc, F. Sanyald, S. Mudae , I. Hishanf , S. Abdulrehman, N. (2022). Ecological innovation for environmental sustainability and human capital development: the role of environmental regulations and renewable energy in advanced economies, ECONOMIC RESEARCH-EKONOMSKA ISTRAŽIVANJA, 2022, VOL. 36, NO. 1, 243-263
- Buck, A. 1982. A History of the Research and Development Administration. U.S. Department of Energy: Office of History and Heritage Resources.
- Cole, Luke, and Sheila Foster (2001), "From the Ground up: Environmental Racism and The Rise of The Environmental Justice Movement", 54-58: 167-83.
- Crawford .R.H..Treloar.G.J..Fuller.R.J..Bazilian .M.2006.Life-cycle energy analysis of building integrated photovoltaic systems with heat recovery unit.Renewable and Sustainable Energy Reviews10:559-575.
- Da silva, J. Kernaghan, S. Luque, A. (2012). A systems approach to meeting the challenges of urban climate change. International Journal of Urban Sustainable Development, 4 (2), November 2012, 125-145.
- Gani, A. Asjad, M. Talib, F. Khan, Z. Siddiquee, A. (2021) Identification, ranking and prioritisation of vital environmental sustainability indicators in manufacturing sector using pareto analysis cum best-worst method, International Journal of Sustainable Engineering, 14:3, 226-244.
- Gonzalez, Carmen G (2011) "An Environmental Justice Critique of Comparative Advantage: Indigenous Peoples, Trade Policy, and the Mexican Neoliberal Economic Reforms", Journal of International Law, Vol. 32: 101-130
- He, B. Ma, X. Nasir Malik, M. Shinwari, R. Wang, Y. Qing, L. Dagestani, A. Ageli, M. (2022). Sustainable economic performance and transition towards cleaner energy to mitigate climate change risk: evidence from top emerging economies, Economic Research-Ekonomiska Istraživanja, 1-20.
- Hollick, M, and M Sherlock. 2014. Residential Tax Credits: Overview and Analysis. Washington: Congressional Research Service.
- Liu, Lee. (2018). A sustainability index with attention to environmental justice for eco-city classification and assessment, Ecological Indicators 85 (2018) 904-914

- Owusu, P. Sarkodie, S. (2016). A review of renewable energy sources, sustainability issues and climate change mitigation, *Cogent Engineering*, 3:1, 1-14.
- Perez, Carlota. (2010). "Technological revolutions and techno-economic paradigms." *Cambridge Journal of Economics* 1 (34): 185-202.
- Perlin, J. 1999. *From Space to Earth: The Story of Solar Electricity*. Michigan: Aatec Publications
- Raghuwanshi, S. Arya, R. (2020). Design and economic analysis of a stand-alone hybrid photovoltaic energy system for remote healthcare centre, *International Journal of Sustainable Engineering*, 13:5, 360-372.
- Ren .8101 .80 *Advancing the Global Renewable Energy Transition*. Paris: France.
- Rusco, F. (2012). *Renewable Energy: Federal Agencies Implement Hundreds of Initiatives*. California: Createspace Independent Publishing Platform.
- Sareen, S. (2021). Energy infrastructure transitions and environmental governance, *Local Environment*, 26:3, 323-328
- Solaymani, S. (2021). A Review on Energy and Renewable Energy Policies in Iran. *Sustainability* 2021, 13, 7328. 1-23.
- Soteris.A.2009. Kalogirou .Photovoltaic Systems .Solar Energy Engineering.
- Tiwari, G. N and S Dubey .8119 .Fundamentals of Photovoltaic Modules and Their Applications .Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- Venneman,B. Kriechbaum,M. Brudermann,T. (2022). Act global, think local? Local perspectives towards environmental sustainability in semi-rural communities of Alberta, Canada, *Journal of Environmental Policy & Planning*, 24:6, 839-851