



بررسی نقش انرژی تجدیدپذیر در حفاظت محیط زیست

نامزد پوهنیار جاوید «شریفی»

پوهنځی زراعت، پوهنتون بدخشان، فیض اباد.

jawed.sharifi2021@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0007-7920-834>

نویسنده *

نشانی برقی

نشانی ارکاید

پوهنیار روح الله «صوفی زاده»

پوهنځی زراعت پوهنتون بدخشان، فیض اباد.

rohullahsofizada96@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0009-3909-0035>

نویسنده دوم

نشانی برقی

نشانی ارکاید

چکیده

بیشتر کشورها برای کاهش آلودگی در مناطق محروم و بهبود کیفیت آب و هوا، همراه با ایجاد یک اقتصاد نوین، در زمینه‌ی انرژی‌های تجدیدپذیر سرمایه‌گذاری می‌کنند. این پژوهش با هدف استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر به عنوان یکی از راه کارهای کاهش تأثیرات زیان‌بار بر محیط زیست آن‌جام شده است. در این راستا، مصرف مؤثر و انتخاب مناسب انرژی که شامل بهره‌گیری از سیستم‌های تولید انرژی خورشیدی، بادی، آبی، حرارتی و زیست‌توده (بایومس) می‌باشد، می‌تواند به عنوان راهکاری واقعی برای کاهش هزینه‌های مرتبط با انرژی و بهبود وضعیت محیط زیست مطرح شود. همچنین، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در سیستم‌های حفاظت از محیط زیست، به‌ویژه در صنایع حمل‌ونقل، می‌تواند منجر به کاهش آلودگی هوا و کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی شود. به‌طور کلی، انرژی‌های تجدیدپذیر فواید زیادی برای محیط زیست دارند. اهمیت این تحقیق در ایجاد آگاهی لازم و بهره‌گیری از منابع تجدیدپذیر در راستای حفاظت از محیط زیست و نجات کره زمین است؛ هدف آن فراهم‌سازی شرایط زندگی در محیطی بدون نگرانی از معضلات زیست‌محیطی است. این پژوهش از نظر روش، به‌صورت یک تحقیق کیفی سیستماتیک آن‌جام شده که به منابع علمی استاندارد و کتب و مقالات معتبر رجوع شده است. در برخی از موارد نیز از نرم‌افزارهای تحلیلی هم‌چون Excel و Tableau استفاده شده است. نتایج این پژوهش می‌تواند به کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی، افزایش امنیت انرژی، تقویت اقتصاد پایدار و ارتقای دانش و آگاهی عمومی کمک کند.

کلید واژه‌ها: انرژی تجدیدپذیر، بایوگاز، حفاظت محیط زیست خورشید، منابع طبیعی.

Investigating the Role of Renewable Energy in Environmental Protection

Author | **Jawid "Sharifi"**
Email | Agriculture Faculty of Badakhshan University.
Orcid | jawed.sharifi2021@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0007-7920-834>

Author | **Rohullah "Sufi Zada"**
Email | Agriculture Faculty of Badakhshan University.
Orcid | rohullahsofizada96@gmail.com

Abstract

Most countries invest in renewable energy to reduce pollution in deprived areas, to improve air quality and create a new economy, this research aims to use renewable energy sources as one of the ways to reduce the effects Harmful to the environment, it is widely used in this regard, the effective consumption and selection of energy, which includes the use of solar, wind, water, thermal and biomass energy production systems, can be a real solution to reduce related costs. with energy and improving the environment, and on the other hand, the use of renewable energy in environmental protection systems, especially in industries related to transportation, can reduce air pollution and reduce fossil fuel consumption, and In general, the use of renewable energy has many benefits for the environment. The importance of this research is that awareness and the use of renewable resources in environmental protection is necessary to save the planet and live in an environment without worrying about environmental problems, and this research is qualitative systematic research in terms of method, which is more than Scientific and standard books and articles have been referred, and in some cases analytical software such as Excel and Tableau have also been used. The results of this research can help reduce negative environmental effects, increase energy security, strengthen sustainable economy, and improve public knowledge and awareness.

Keywords: renewable energy, sun, biogas, natural resources, environmental protection

مقدمه

در حقیقت دوران مواد و انرژی در طبیعت وابسته به منابع طبیعی است که در کره حیات وجود دارند، همه موجوداتی که روی این کره خاکی زندگی دارند جهت ادامه حیات شان به نحوی باهم وابسته بوده و انرژی خود را از منابع طبیعی تأمین می‌نمایند. دانشمندان منابع طبیعی را بدو بخش تقسیم کرده اند؛ منابع طبیعی اتمام پذیر (تجدید پذیر، تجدید ناپذیر) و دیگر منابع طبیعی اتمام ناپذیر که در طبیعت به شکل آسان قابل دسترس هستند در حال حاضر ازدیاد نفوس سبب تقاضای بیشتر از طبیعت گردیده است و تا سال ۲۰۵۰ رشد جمعیت در روی کره زمین به ۹/۲ بلیون نفر خواهد رسید و این چالش سبب می‌شود تا منابع فوسیلی نظر به زمان در اثر استفاده کاهش پیدا نماید و نیازهای حیاتی انسان‌ها را تأمین کرده نتواند و انسان به کمبود منابع روبه رو خواهند شد یگانه راه مناسب برای جبران این معضله استفاده از منابع تجدید پذیر است، انرژی تجدیدپذیر اشاره به منابع انرژی دارد که به طور مستمر در طبیعت تجدید می‌شوند و به عنوان جایگزین‌های برای سوخت های فسیلی شناخته می‌شوند. این منابع شامل انرژی خورشیدی، انرژی بادی، انرژی زمین گرمایی، بایو انرژی و انرژی آبی (هیدروالکتریک) می‌باشند. استفاده از انرژی تجدیدپذیر می‌تواند به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای کمک کرده و در حفاظت محیط زیست مؤثر واقع شود.

منابع انرژی تجدیدپذیر نه تنها محدودیت‌های کمتری نسبت به منابع فوسیلی دارند، بل که تأثیر کمتری نیز بر محیط زیست می‌گذارند زیرا توسعه و بهره برداری از این منابع می‌تواند به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای کمک کرده و به مبارزه با تغییرات اقلیمی کمک کند و در رشد توسعه پایدار از آن استفاده بعمل آید، در حقیقت پایداری بدان معنا نیست که هیچ چیزی تغییر نه نماید و یا به این معنا هم نیست که هیچ چیز بدی رخ ندهد یک جامعه پایدار در پی بقا و بهبود مشخصه‌های اقتصادی، محیطی و اجتماعی یک ناحیه است تا اعضای آن بتوانند سالم و صحتمند زندگی نمایند، توسعه از نظر دانشمندان علوم اقتصادی و اجتماعی، به معنای ارتقای مستمر کل جامعه و نظم اجتماعی به سوی زندگی بهتر است؛ اما توسعه‌ای که نیازمندی‌های حاضر را بدون لطمه زدن به توانایی نسل‌های آینده در تأمین نیازهای خود برآورده می‌سازد و یا هم استفاده معقول و منطقی از منابع دست داشته را توسعه‌ی پایدار گویند و از سال ۱۹۹۱ اصول توسعه کشورها با واژه توسعه پایدار همراه شدند.

اثرات مخرب مصرف انرژی توأم با صنعتی شدن کشورها مشکلات آلودگی محیط زیست را افزایش داده است و انرژی‌های که در عصر کنونی در ماشین‌های الکترومکانیکی استفاده می‌شوند رو به اتمام هستند و تأثیرات منفی را نیز از خود در محیط زیست به جا می‌گذارند، به طور کلی به بررسی منابع مختلف انرژی تجدیدپذیر باید پرداخته شود و تأثیرات آن‌ها بر محیط زیست و جوامع

نیز غیر قابل ضرر است. از عمده ترین مزایای انرژی‌های تجدید پذیر، پایدار بودن آن‌هاست که از این رو هیچ گاه تمام نمی‌شوند و ذخیره گاه‌های تجدید پذیر به دلیل نداشتن قطعات متحرک زیاد، عموماً به تعمیر و نگهداری کمتری نسبت به جنر تورهای معمول نیازمند اند و سوخت آن‌ها از طبیعت گرفته می‌شود و منابع موجود، هزینه‌های عملیاتی را کاهش می‌دهند، به عنوان مهمترین مزیت، انرژی‌های تجدید پذیر بدون آلوده گی هستند و یا آلودگی بسیار کمی تولید می‌کنند. آلودگی‌های مانند CO2 اند، بنابراین تاثیرات حداقل بر محیط زیست دارند.

در مقابل مزایای متعدد انرژی‌های تجدیدپذیر، باید نسبت به معایب آن نیز آگاه بود، چرا که کارکرد تبدیل انرژی‌های تجدیدپذیر پایین است. بنابراین در این شرایط یا باید میزان انرژی مصرفی کاهش یابد و یا از ذخیره گاه‌های بیشتری استفاده گردد. در این شرایط بهترین روش، ایجاد تعادل و ارتباط بین منابع مختلف تولید توان (قوه) است و مشکل دیگر انرژی‌های تجدیدپذیر، قابل اعتماد نبودن آن‌هاست. اغلب انرژی‌های تجدیدپذیر به شرایط آب و هوایی وابسته هستند. ذخیره گاه‌های آبی برای تداوم نیاز به بارش باران جهت تکمیل آب بندها را دارد. جمع کننده‌های خورشیدی و صفحات خورشیدی فوتولتائیک برای تولید برق نیازمند نور خورشید و آسمان پاک هستند. این انرژی‌ها، قابل پیش بینی نبوده و ثابت نیز نیستند.

تبیین مسأله

انرژی قابل تجدید عبارت از منابع پاک انرژی بوده که دارای آلوده گی کمتر نسبت به انرژی‌های غیر قابل تجدید می‌باشند، استفاده درست و معقولانه از این انرژی می‌تواند نیازهای فعلی کره حیات را برآورده سازد و کره زمین را از بلند رفتن درجه حرارت نجات دهد. میزان مصرف از انرژی تجدید پذیر نظر به تولید از ۱۱/۴٪ در سال ۲۰۱۹ به ۱۲/۵٪ در سال ۲۰۲۰ رسیده و این روند رو به افزایش در سال ۲۰۲۳ به ۱۳/۹٪ رسیده است (EIA, 2023)، کشورهای مانند آیسلند بهترین بهره‌برداری را از این ناحیه می‌کند (هوشمند، ۱۳۹۶/۶۵). رشد نگران کنند جمعیت به خصوص در کشورهای جهان سوم، مصرف بی رویه انرژی و مواد به خصوص در کشورهای ثروتمند، آلوده گی هوا، آب، خاک، تغییرات اقلیم، ضعیف شدن تنوع نباتی و حیوانی، تخریش لایه اوزون و نابودی جنگلات بار سنگینی را بالای محیط زیست ایجاد کرده است و بیشتر از منابع غیر قابل تجدید در این قسمت استفاده شده و در حال نابودی هستند دقت بیشتر بالای محیط زیست و توجه لازم به آن و هم‌چنان آگاهی عامه در قسمت استفاده درست از منابع طبیعی تجدید پذیر می‌تواند برای بهبود محیط زیست کمک فراوانی نماید و از پدیده گرم شدن کره زمین جلوگیری نماید. (کوهستانی، ۱۳۹۴/۵). بررسی کنندگان آب و هوا و سازمان ملل نتایج آلوده گی آب و هوا را چنین برشمارده اند؛ عصر کنونی نقش عمده را در کاهش الوده گی محیط دارد و دولت‌ها باید سیاست

محیط زیستی را پیش بیگیرند انتشار مواد آلوده کننده تا سال ۲۰۳۰ باید تا ۴۳٪ کاهش یابد تا بتوان به هدف ۲ درجه حرارت زمین رسید ولی بعضی‌ها نیز به این باورند که می‌توان از راه دیگری درجه حرارت زمین را به ۱/۵ درجه هم رساند. در حقیقت ما می‌توانیم با استفاده از انرژی تجدید پذیر به این اهداف انتخاب شده سازمان ملل برسیم و بیشتر از بآن‌کها و شرکت‌های که روی اقتصاد سبز سرمایه‌گذاری نموده‌اند خواسته شود تا آلوده کننده‌های محیط زیست را کاهش دهند و کسب سود نیز نمایند (Euro News. The exchange). منابع انرژی تجدیدپذیر شامل انرژی حاصل از باد، امواج اقیانوس، انرژی خورشیدی، بایوانرژی و غیره می‌شوند. در حال حاضر، منابع تجدیدپذیر حدود ۱۰ تا ۲۰٪ از انرژی جهان را تأمین می‌کنند. سوخت‌ها فوسیلی حدوداً ۸۰ تا ۹۰٪ از انرژی جهان را تأمین می‌کنند. استفاده از انرژی تجدیدپذیر انتشارکارب‌ن و سایر مواد آلوده کننده را در هوا کاهش می‌دهد، به حفظ محیط زیست کمک می‌کند، کاهش وابستگی به سوخت‌های فوسیلی و ایجاد اشتغال در صنعت‌های مرتبط با انرژی تجدیدپذیر از جمله مزایای استفاده از آن هستند منابع انرژی تجدید پذیر عبارت اند از:

خورشید، ستاره‌ای است که در مرکز نظام شمس قرار دارد و انرژی نور و گرما را به سایر اعضای نظام خورشیدی فراهم می‌کند. خورشید از نظر کمیت اصلی انرژی نور و گرمای مرئی برای زمین است (Phillips, K. & Worrall, D 2020) منبع اصلی انرژی خورشیدی، انرژی هسته‌ای است که در هسته‌ی خورشید توسط فعالیت هسته‌ای تولید می‌شود (Sackmann, J. et al 1993). آفتاب به عنوان منبع اصلی نور و حرارت مورد نیاز زندگی بر روی زمین، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، هم‌چنین آفتاب جزء اصلی چرخه آب و هوایی بر روی زمین است (NASA, 2021). آفتاب حدود بیشتر از ۱۴۹ میلیون کیلومتر از کره زمین فاصله دارد و هنوز هم کره آفتاب با گازهای داغ و آتشین اش منبع ابتدایی تمام انرژی‌ها در روی کره زمین است در سال‌های اخیر جهت کاهش گازهای مخرب از طریق کاهش سوخت‌های فوسیلی استفاده از انرژی خورشیدی را مورد استقبال بیشتر کشورها قرار گرفت، تقریباً ۷۰٪ نور خورشید به دلیل تابش در فضا و برخورد با جاذبه‌های مختلف در مسیر خود، از دست می‌رود ۳۰٪ دیگر از نور خورشید به زمین می‌رسد و از این میزان حدود ۲۵٪ به صورت مستقیم به زمین می‌رسد و حدود ۵ درصد دیگر به صورت پراکنده در جو زمین در حال تابش و انعکاس است. (National Geographic Society, 2019). تقریباً یک میلیون توان خورشیدی (کیلووات ساعت در متر مربع) از نور خورشید به زمین می‌رسد، که حدود ۱۰۰۰ بار بیشتر از نیاز کل جهان به انرژی است. از این رو، بخشی از انرژی تولید شده توسط نور خورشید، با استفاده از تکنولوژی‌های تجدیدپذیر، به انسان‌ها در قالب

انرژی خورشیدی، انرژی الکتریکی، انرژی حرارتی و غیره ارایه می‌شود (US Department of Energy, 2021). در حال حاضر از دو راه می‌توان از انرژی خورشید استفاده کرد که عبارتند از:

۱. نصب پنل‌های خورشیدی در منازل و ساختمان‌ها: با نصب پنل‌های خورشیدی در منازل و ساختمان‌ها می‌توان از انرژی خورشیدی استفاده کرد و تولید انرژی پاک و کم هزینه تری را داشت. با استفاده از این روش، افراد می‌توانند در مصرف انرژی سوخت‌های فوسیلی را کاهش دهند.
۲. استفاده از تجهیزات خورشیدی قابل حمل: تجهیزاتی مانند چراغ‌های خورشیدی، شارژرهای خورشیدی و دستگاه‌های پاک کننده آب خورشیدی می‌توانند راه حلی پایدار برای نیازهای روزمره به عنوان یک راه حل برای محافظت از محیط زیست عمل کنند (National Geographic Society, 2019).

انرژی آبی یکی از مهم‌ترین منابع طبیعی روی زمین است که علاوه بر مصارف مختلف در زندگی انسان، در بسیاری از صنایع و مهمترین عامل در حفظ محیط زیست به شمار می‌رود. ۷۵٪ کل کره زمین را آب تشکیل می‌دهد (کوهستانی، ۱۳۹۴/۳۰). آب یکی از منابع انرژی تجدید پذیر می‌باشد که از باران‌ها بدست می‌آید و به طور اوسط مقدار بارنده گیی سلاانه در روی کره زمین در حدود ۶۶ سانتی متر (۶۶۰ ملی متر) برآور شده است و مجموعه آب در روی کره زمین ۱۴۰۰ میلیون کیلومتر مکعب تخمین گردیده است (ایوبی، ۱۳۹۴/۲۱). تقریباً ۱/۳۸۶ میلیارد کیلومتر مکعب آب (با اندک اختلاف به گفته ایوبی) در سطح کره زمین وجود دارد که حدود ۹۷/۵٪ آن را آب‌های اقیانوس تشکیل می‌دهد. اما تنها حدود ۲/۵٪ از این مقدار، به صورت آب شیرین و قابل مصرف برای انسان‌ها موجود است. اما این عدد به فشار تأمین نیازهای انسان‌ها و فعالیت‌های زراعتی مانند آبیاری باغ‌ها، مزارع، استفاده در کارخانه جات و شهرها و تعداد جمعیت، تا حد زیادی تحت تأثیر قرار می‌گیرد (United States Geological Survey 2021).

در حال حاضر، با بروز تقاضا برای آب و کاهش منابع آبی، استفاده بهینه از منابع آبی شدیداً مورد نیاز است و رعایت اصول مدیریت منابع آبی به منظور پایداری بیشتر و حفظ محیط زیست در همه جوامع جهانی لازم است (FAO, 2018). استفاده از انرژی تجدیدپذیر آب می‌تواند به شکل مستقیم یا غیرمستقیم با استفاده از فناوری‌های متنوع در زمینه‌های انرژی شامل برق، حرارتی و حرکتی صورت پذیرد. چندین روش برای بهره برداری از انرژی تجدیدپذیر در آب وجود دارد که به شرح زیر می‌باشند:

۱. انرژی آب جاری: این روش به استفاده از جریان‌های آبی نزدیک به سطح زمین در رودخانه‌ها توسط توربین‌های میان دریاها برای تولید برق و حرارت ساختمان‌ها اشاره دارد؛

۲. انرژی آب شور: تکنولوژی‌هایی مانند الکترو دیلوشن، و خورشیدی-نانوفیتو اجازه استخراج انرژی از آب شور را به صورت تجدیدپذیر برای تولید برق و حرارت مستقیم در سیستم‌های خانگی و کاربردی مانند گرمایش و سرما با استفاده از یکپارچه سازی سیستم هوای گرم و خنک در قالب سیستم های هوایی ماشین‌های مستقل اجازه می‌دهند؛

۳. انرژی آب جوشانده شده: آب گرم زمین که در اثر رسوب گذاری هسته‌ای، گدازه، و کمک خروجی هوا از کف زمین تولید می‌شود، می‌تواند به صورت رادیو آکتیوتی انرژی الکتریکی، برق، و گرمایش مستقیم در سیستم های صنعتی و خانگی به کار گرفته شوند (United Nations, 2018). باد هوای متحرکی است و در اثر گرم شدن سطوح ناهموار روی زمین در برابر نور خورشید به جود می‌آید (هوشمند، ۱۳۹۶/۶۶) که از یک ناحیه به ناحیه دیگر حرکت کرده و به این شکل توان مکانیکی را به دست می‌آورد و برای بهره برداری از انرژی باد، از توربین‌های بادی استفاده می‌شود. این توربین‌ها به صورت چرخشی با دوران پره های آن، انرژی باد را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کنند. این انرژی الکتریکی می‌تواند در شبکه‌های برق، به عنوان انرژی پشتیبانی، یا در برخی از صنایع برای تولید انرژی الکتریکی مورد استفاده قرار گیرد (National Renewable Energy Laboratory 2021). بر خلاف بسیاری از منابع فوسیلی، از انرژی باد، به صورت غیر مستقیم و هم‌چنین مستقیم می‌توان در جنبه‌های مختلف اقتصادی استفاده کرد. در کشورهایی که بخش زیادی از آن‌ها در مناطق با باد قوی قرار دارند، تولید انرژی بادی معمولاً با چالش‌های قابل توجهی مواجه است و بسیاری از توسعه دهندگان سعی دارند تا از طریق پیشرفت و بهبود در تکنولوژی، بتوانند عمل کرد خود را بهبود بخشند (American Wind Energy Association, 2021) و به طور کلی، میزان تولید برق بر اساس توان توربین بادی، سرعت باد و ارتفاع برج توربین است میزان تولید برق توربین‌های بادی نیز از چندین مگاوات تا چند صد مگاوات به طور همزمان تولید می‌شود (International Energy Agency, 2019). بایوگاز، یکی از منابع انرژی تجدیدپذیر است که از پروسه تجزیه مواد عضوی ناشی از مواد شفاف و گیاهی در شرایط بدون هوا تولید می‌شود و در حقیقت بایوگاز از منابع بایومس که شامل بقایای پوسیده شده در مکان غیر هوازی است که سبب تولید گاز میتان می‌شود و به نام بایوگاز شناخته میشود. این پروسه به انتهای دوره رشد گیاهان و حیوانات، بخش‌های دفن شده از مواد عضوی مانند گیاهان، ضایعات غذایی و غیره مربوط می‌شود که مالیکول‌های مذکور شکسته شده و به مالیکول‌های ساده تبدیل می‌شوند و در خود دارای گاز میتان و کاربن دای اکساید می‌باشد، نکته مهم در به کارگیری این منبع این است که حاصل سوخت‌های گیاهی دوباره توسط گیاهان تازه جذب شده و به مصرف می‌رسند، هیچ اثر در پدیده‌ی گلخانه‌ای و گرم شدن کره زمین ندارند (هوشمند، ۱۳۹۶/۶۸).

بایوگاز می‌تواند به عنوان یک منبع انرژی برای تولید حرارت، برق و گاز طبیعی استفاده گردد و از تکنولوژی‌هایی مثل تصفیه کننده‌های فاضلاب و پروسه تبدیل فاضلاب‌ها به بایوگاز در تولید انرژی جهت استفاده در صنایع، تأسیسات زیستی و کاربردهای دیگر استفاده می‌شود (International Energy Agency, 2021). بایوگاز از چند منبع تجدیدپذیر مانند ضایعات غذایی در هوتل هاو رستوران‌ها، گیاهان و محصولات زراعتی، بقایایی به دست آمده از تصفیه‌خانه‌های پساب‌ها و مواد جامد زباله‌های شهری می‌تواند تولید گردد (Environmental and Energy Study Institute, 2021).

انرژی حرارتی داخل زمین: مرکز زمین به عمق تقریباً ۶۴۰۰ کیلومتر در حد ۴۰۰۰ درجه سانتی گراد حرارت دارد که به عنوان یک منبع حرارتی موجب پیدایش مواد مذاب با درجه حرارت ۱۲۰۰- ۶۵۰ درجه سانتی گراد در اعماق ۸۰ تا ۱۰۰ کیلومتری از سطح زمین می‌گردد که به طوری متوسط میزان انتشار این حرارت از سطح زمین به صورت مستمر معادل ۸۲ ملی وات در واحد سطح است که با در نظر گرفتن مساحت کل زمین مجموعه حرارت از سطح آن برابر با ۴۲ میلیون مگاوات است اما بیرون کشیدن این حرارت از سطح زمین به طور مسقیم امکان ندارد باید از وسایل انتقال دهنده حرارت استفاده نمود (هوشمن، ۱۳۹۶/۶۷).

پرسش‌های تحقیق

پرسش اصلی: استفاده از انرژی تجدید پذیر چه نقشی را در حفاظت از محیط زیست می‌تواند داشته باشد؟

پرسش‌های فرعی

۱. آیا استفاده از انرژی خورشیدی می‌تواند در جلوگیری از آلودگی محیط زیست کمک کند؟
۲. آیا انرژی بادی و آبی می‌تواند جایگزین خوبی انرژی‌های فوسیلی گردد؟
۳. انرژی زمین گرمایی چگونه می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد؟
۴. آیا استفاده از انرژی تجدید پذیر سبب کاهش هزینه‌های اقتصادی می‌گردد؟
۵. چالش‌ها و موانع موجود بر سر راه توسعه و استفاده گسترده از انرژی‌های تجدیدپذیر چیست؟

اهداف تحقق

این تحقیق که تحت عنوان بررسی نقش انرژی تجدید پذیر در حفاظت محیط زیست انجام شده است هدف اساسی آن بررسی جامع و دقیق انرژی‌های تجدید پذیر، مزایا و معایب آن‌ها، چالش‌ها و فرصت‌ها، و نقش سیاست‌ها و تکنولوژی در توسعه و گسترش استفاده از منابع انرژی تجدید پذیر بجای انرژی‌های فسیلی است که امروزه در جهان به اثر استفاده از انرژی‌های فوسیلی شاهد

تغییرات ناگوار اقلیمی، بلند رفتن درجه حرارت، بیابان زایی، جنگل زدایی، انقراض حیات وحش، کمبود محصولات زراعتی، کمبود آب شیرین و صدها چالش دیگر شده است؛ جایگزینی انرژی تجدید پذیر با انرژی‌های فوسیلی بدون شک می‌تواند چالش‌های جهانی را بخوبی حل کرده و از طرفی از هزینه‌های بلند اقتصادی جلوگیری نماید.

اهمیت تحقیق

هرکاری که صورت می‌گیرد بدون شک روی یک انگیزه و هدفی و با توجه به اهمیت آن انجام می‌شود بناءً اهمیت این تحقیق در بررسی و تحلیل انرژی‌های تجدیدپذیر از چند جنبه کلیدی قابل توجه است مثلاً؛ استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلوده گیهای محیط زیست کمک کند، که یکی از عوامل اصلی تغییرات اقلیمی و گرم شدن زمین است و افزایش استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر می‌تواند به کاهش وابستگی به منابع انرژی فسیلی که معمولاً محدود و ناپایدار هستند، منجر شود. انرژی‌های تجدید پذیر می‌توانند به ایجاد شغل و تقویت اقتصاد محلی و ملی کمک کنند و سبب پیشرفت در فناوری‌های انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند منجر به بهبود کارایی و کاهش هزینه‌ها شود، هم‌چنان نتایج این تحقیق می‌تواند به سیاست‌گذاران و مقامات تصمیم گیرنده کمک کند تا برنامه‌ها و سیاست‌های مؤثر و قابل اجرا برای ترویج و حمایت از انرژی‌های تجدیدپذیر را داشته باشند. به‌صورت کلی، اهمیت این تحقیق در فراهم کردن اطلاعات جامع و علمی، حمایت از توسعه پایدار، حفاظت از محیط زیست، ترویج و استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر می‌باشد.

پیشینه‌ی تحقیق

احمد صمیم "هوشمند" در رهنمود آموزش محیط زیست و منابع طبیعی که در سال ۱۳۹۶ خورشیدی به زیور چاپ رسیده است چنین اظهار نظر داشت که: هیأت بین المللی بررسی تغییرات آب و هوایی (Inter government Panel on Climate change) اصلی‌ترین فعالیت انسانی که منجر به گرم شدن کره زمین می‌گردد که عبارت از سوخت منابع غیر تجدیدپذیر (زغال‌سنگ، نفت و گاز) توأم با از بین بردن جنگل‌ها است. بیش تر سوخت فوسیلی مورد استفاده در موترها، کارخانه‌ها و نیروگاه تولید برق به مصرف می‌رسند. استفاده از این منابع سبب تولید گاز کاربن دای اکساید زمین می‌گردد و یکی از گازهای گلخانه‌ای به حساب می‌آید که سبب گرمایش زمین می‌گردد و اکادمی ملی علوم آمریکا نیز فعالیت‌های انسانی را در تولید گازهای گلخانه‌ای ناشی از استفاده سوخت‌های فوسیلی و عدم استفاده از انرژی تجدیدپذیر دانسته اند.

گروه زمین کاران (The Earth works Group) در کتاب پیش‌نهاد پنجاه کار ساده برای حفاظت از کره زمین درمورد استفاده بنزین توسط وسایط نقلیه چنین نگاشته‌اند؛ تنها در آمریکا ۲۰

% از گاز کاربن دای اکساید را موترهای مسافر بری تولید می نمایند که ارتباط مستقیم با سوخت و مصرف آن ها دارد یعنی هر موتر مسافر بری به ازای هر لیتر بنزین $2/4$ کیلوگرام گاز را تولید می نمایند بنابر این ماشینی که هر ۸ کیلومتر یک لیتر بنزین مصرف می کند در یک سفر ۲۹۰۰ کیلومتر یک تن گاز کاربن دای اکسید را تولید می نماید اگر ما در عوض از ماشین های که توسط نیروی برقی تا یک سرعت معین از انرژی برقی جابه جا شده در ماشین حرکتی خود استفاده می کنند کار گیریم کمترین آسیب به محیط زیست وارد می گردد و از انتشار گاز کاربن دای اکساید در جو زمین جلوگیری خواهد شد. هم چنان در تحقیقات آن جام شده توسط (Kamila, H. M., Karim, M. R., & Otoniel, J. B در سال ۲۰۱۷ تحت عنوان (برسی پوتانسیل انرژی تجدید پذیر و تاثیر آن در کاهش آلودگی هوا و گازهای گلخان های در کشور فلیپین) نشان داده اند که استفاده از منابع تجدیدپذیر در صنایع و ساختمان های مختلف، می تواند باعث کاهش انتشار گازهای گلخان های و آلودگی هوا شوند که هدف اساسی تحقیق آن ها استفاده پایدار و معقولانه از انرژی تجدید پذیر در منازل، فابریکه های تولیدی، شفاخانه ها و غیره موضوعات مرتبط آن پرداخته اند، در بهینه سازی انرژی (Energy Optimization) تأکید کرده اند. بهینه سازی انرژی، به طور کلی در تلاش است تا با استفاده از روش ها و ابزار مناسب، هزینه های مرتبط با انرژی را با استفاده بهینه و مناسب از منابع موجود، کاهش دهد، هدف استفاده بهینه از انرژی، کاهش مصرف انرژی در ساختمان ها، صنایع و تولیدات مختلف می باشد. روش های متعددی می تواند در بهینه سازی انرژی مورد استفاده قرار گیرد که شامل استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر، مصرف بهینه انرژی از طریق سیستم های نورپردازی و تهویه مطبوع، ایجاد فرآیندهای کارآمد و بهینه در صنایع مختلف و کاهش تلفات انرژی در انتقال و توزیع آن برای مصارف مختلف می باشد در حقیقت بهینه سازی انرژی می تواند به عنوان یکی از راه کارهای موثر واقعی برای کاهش هزینه های مرتبط با انرژی، بهبود صنایع و فعالیت های مرتبط با آن و هم چنین حفظ محیط زیست مورد استفاده قرار گیرد.

تحقیقات دیگری که توسط Santibañez-Aguilar و همکارانش در سال ۲۰۱۹ صورت گرفته بود نشان داده است که استفاده از پنل های خورشیدی در ساختمان ها می تواند باعث کاهش مصرف انرژی، کاهش انتشار کربن دای اکساید و افزایش بهره وری انرژی شود و تحقیقاتی دیگری که در زمینه حفاظت از محیط زیست آن جام شده است، مثلاً در سال ۲۰۱۹ توسط Pagliaro & Ciriminna نشان داد که استفاده از منابع تجدیدپذیر در بخش ساخت و ساز، شبکه های انتقال و توزیع انرژی و صنعت، می تواند باعث کاهش آلودگی هوا و آب و بهبود کیفیت هوا، افزایش بهره وری انرژی و کاهش هزینه های مرتبط به آن شود.

در سال ۲۰۱۳، Speedie و levy با مطالعه‌یک تفسیری از دینامیک و یک تجزیه و تحلیل هزینه-فایده از ایستگاه‌های تولید نیروی بادی در نیوجرسی نشان دادند که استفاده از منابع تجدیدپذیر می‌تواند باعث کاهش هزینه‌های مرتبط با انرژی، کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای و افزایش بهره‌وری انرژی شود که منابع موجود نشان می‌دهد که استفاده از منابع تجدیدپذیر در حفاظت از محیط زیست مؤثر است و می‌تواند به عنوان راهکاری مناسب برای کاهش هزینه‌های مرتبط با انرژی و بهبود محیط زیست کمک کند.

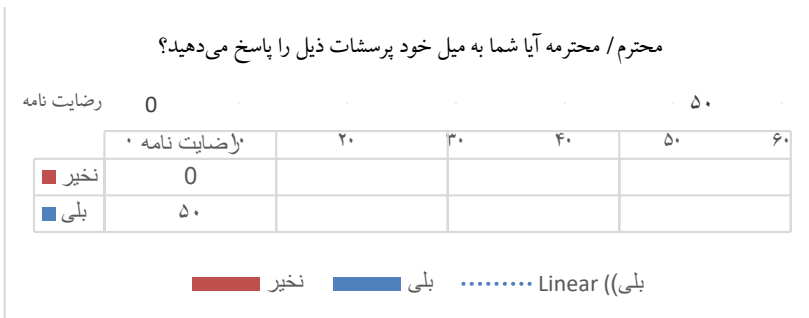
روش تحقیق

روش تحقیق این مقاله به صورت تحلیلی-توصیفی طراحی شده است. ابزار اصلی گردآوری داده‌ها شامل مطالعه کتابخانه‌ای و مرور ادبیات می‌باشد که در آن مقالات علمی، کتب، گزارش‌های دولتی و سازمان‌های بین‌المللی مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر جمع‌آوری و تحلیل شده‌اند. این مطالعه به شناسایی و بررسی مطالعات پیشین پرداخته تا روندها، چالش‌ها و فرصت‌های مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر را به طور عمیق‌تر درک کند. در این راستا، از تحلیل مقایسه‌ای برای بررسی مزایا، معایب و کارایی انواع مختلف انرژی‌های تجدیدپذیر استفاده شده است. همچنین، مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با متخصصان و محققان حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر به منظور جمع‌آوری نظریات و دیدگاه‌های کارشناسان انجام گرفته است. برای تقویت و تکمیل یافته‌های تحقیق، از پرسشنامه‌های طراحی شده به منظور جمع‌آوری داده‌های مرتبط استفاده شده است. در بخش تحلیل داده‌ها، نرم‌افزارهای Excel و Tableau به کار گرفته شده‌اند تا داده‌ها و اطلاعات جمع‌آوری شده به طور دقیق تحلیل و بررسی شوند. به این ترتیب، این تحقیق با استفاده از ترکیبی از منابع علمی و ابزارهای تحلیلی به دنبال ارائه تصویری جامع و دقیق از موضوع مورد بررسی می‌باشد.

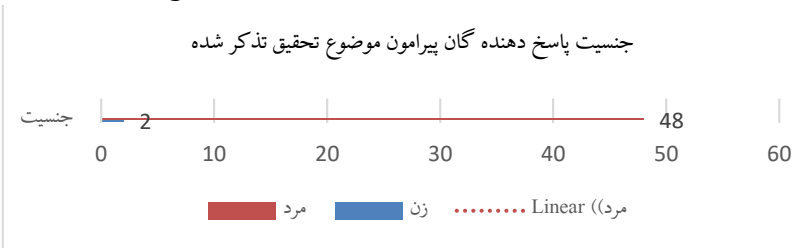
نتایج و یافته‌ها

از لابلای تحقیقات انجام شده و نظریات مردم پیرامون موضوع چنین بر می‌آید که اولین گام استفاده از منابع تجدیدپذیر، بکارگیری انرژی آب است، در اوایل دوران صنعتی، نیروی آب برای تولید برق و انرژی برای ماشین‌های قطعه سازی به کار گرفته شد و با اجرایی شدن پروژه‌های بزرگ بناهای بادی، توان نیروی باد نیز به دست آمد. انرژی خورشیدی نیز به طور گسترده در ساختمان‌های صنعتی و خانگی مورد استفاده قرار گرفت و فعالیت‌های مانند نصب پنل‌های خورشیدی برای تولید انرژی در خانه‌ها با توجه به اقتصادی بودن و مزایای محیطی نسبت به سوخت‌های فوسیلی، به مرور زمان جایگاه شان را تثبیت کردند و برای استفاده از انرژی آب، می‌توان از توربین‌های آبی استفاده کرد که با استفاده از حرکت آب، برق تولید می‌کند. هم‌چنین می‌توان آب را جمع کرد و در سدها و مخازن ذخیره کرد تا در زمان نیاز به آن بتوان استفاده کرد.

همچنین، استفاده از سیستم های باز یافت آب نیز می تواند به دوام داری منابع آب کمک کند و آب حد اقل ۵۰٪ برق تولیدی به سطح ملی را در ۶۳ کشور و حد اقل ۹۰٪ در ۲۳ کشور را تامین کند از جمله ۱۰ کشور شامل ناروی، چندین کشور آفریقایی، بوتان و پارگوی تمام برق تجاری لازمی خویش را از منابع آبی به دست می آورند. انرژی بادی از جریان هوا در جو زمین برای تولید برق استفاده می شود. این انرژی تجدیدپذیر و پایدار است و به کاهش وابستگی به سوخت های فسیلی و کاهش انتشار گازهای گلخان های کمک می کند. توربین های بادی اصلی ترین فناوری برای تبدیل انرژی باد به برق هستند. این توربین ها معمولاً شامل برج ها، پره ها و ناسل ها هستند که با گردش باد حرکت کرده و از طریق ژنراتورها برق تولید می کنند. جهت وضوح بیشتر موضوع نظریات ۵۰ نفر از اشتراک کننده گان در این تحقیق گرفته شده است که به صورت دقیق در ذیل تحلیل و تجزیه شده است و در قسمت پاسخ به سولات ما جهت رسیدن به هدف اصلی مان کمک کرده است.

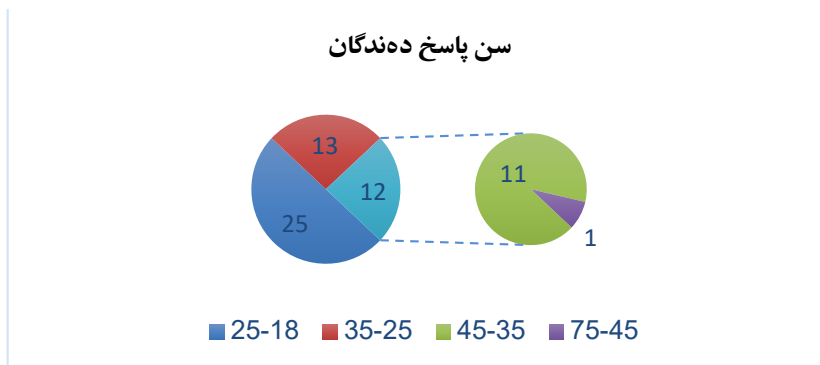


نمودار فوق بیان گر این است که همه اشتراک کننده گان در این تحقیق با میل و رضایت کامل خویش بدون جبر و اکراه به پرسشات ارسال شده از طریق google form پاسخ ارایه نمودند و رضایت کامل پاسخ دهند در نظر سنجی ها یک امر مهم دانسته می شود در تحقیات علمی و کاربردی از رضایت نامه ها استفاده می شود اما در افغانستان کمتر به این موضوع توجه می گردد.

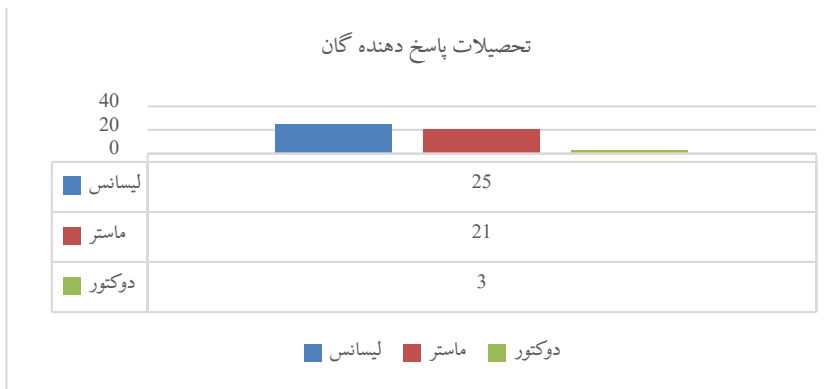


۹۶٪ اشتراک کننده گان در این نظرسنجی مردها بوده است و ۴٪ باقی مانده از طبقه اناث بوده است دلیل اشتراک بیشتر مردها این است که آن ها بیشتر مایل به تحقیق و پاسخ به پرسش های

تحقیق بودند و این‌ها افراد بودند که در پوهنتون‌های مختلف مصروف فعالیت‌های اکادمیک و علمی می‌باشند.

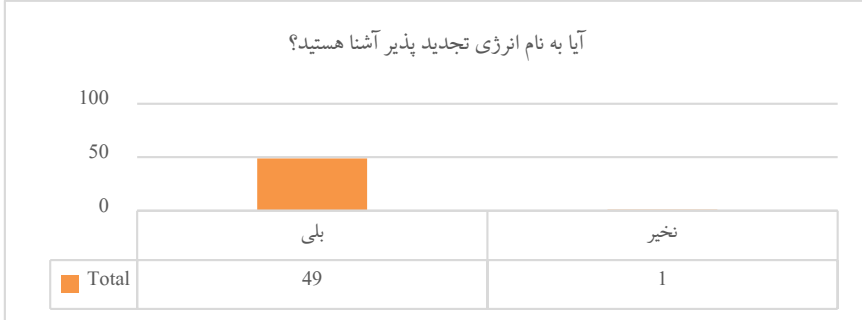


۵۰٪ طبقه جوان در این تحقیق اشتراک نمودند که در پوهنتون‌ها مصروف تحصیل در رشته‌های مختلف بودند و ۲۶٪ از افراد بین سنین (۳۵-۲۵)، ۲۲ درصد از افراد در بین سنین (۴۵-۳۵) و ۲ فیصد از افراد اشتراک کننده بین سنین (۴۵-۷۵) قرار داشتند.

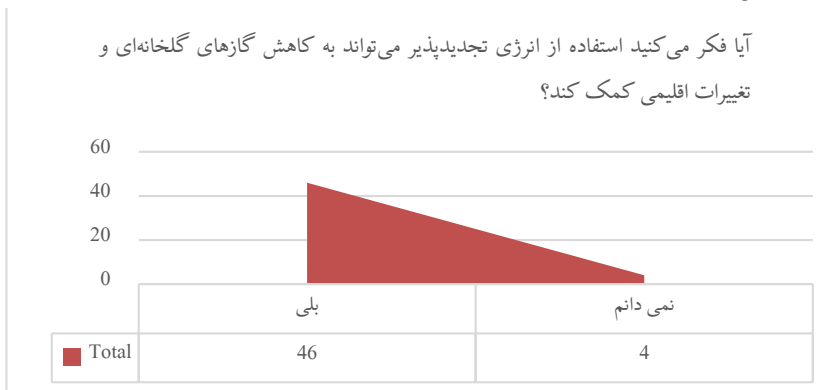


در این گراف، تحصیلات شرکت کنندگان در نظرسنجی درباره نقش انرژی تجدیدپذیر بر محیط زیست نشان داده شده است. ۵۰٪ از شرکت کنندگان دارای تحصیلات لیسانس، ۴۲٪ فوق لیسانس و ۶٪ دکترا بوده‌اند. این افراد با توجه به تحصیلات خود، پاسخ‌های معنی دار و دقیقی

در این تحقیق ارایه کرده‌اند.

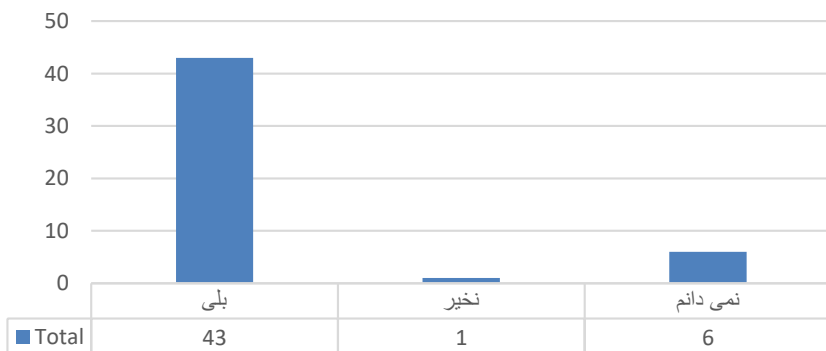


۹۸٪ از مردم با نام انرژی تجدیدپذیر آشنایی کامل دارند و به شکل علمی و اساسی این نام برایشان کاملاً آشنا است و ۲٪ باقی ماند به شکل اساسی و سیستماتیک به این واژه هنوز هم آشنایی کامل ندارند که نیاز به اطلاع رسانی عمومی پیرامون انرژی تجدیدپذیر جهت افزایش آگاهی عامه به طرق و وسایل مختلف صورت گیرد.



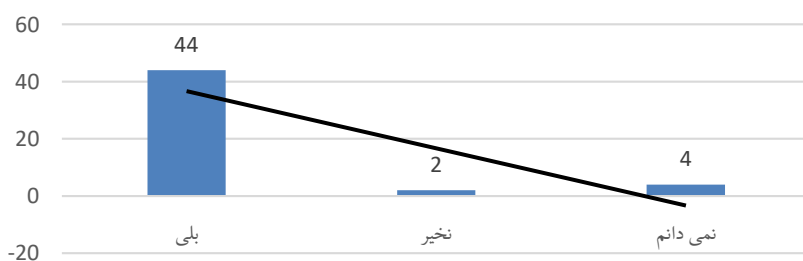
بیش از ۹۲٪ مردم به این عقیده هستند که استفاده از انرژی تجدیدپذیر می‌تواند به کاهش گازهای گلخانه‌ای و تغییرات اقلیمی کمک فزاینده‌ای کند چون انرژی تجدیدپذیر بدون آلودگی آب، هوا و خاک می‌باشد و تنها ۸٪ از مردم در این قسمت این گونه پاسخ ارایه نمودند که به شکل درستی نمی‌دانند که انرژی تجدیدپذیر می‌تواند به کاهش گازهای گلخانه‌ای و تغییرات اقلیمی کمک کند چون هنوز در این قسمت آگاهی کامل ندارند.

آیا اعتقاد دارید استفاده از انرژی تجدیدپذیر به حفظ منابع آب کمک می‌کند؟



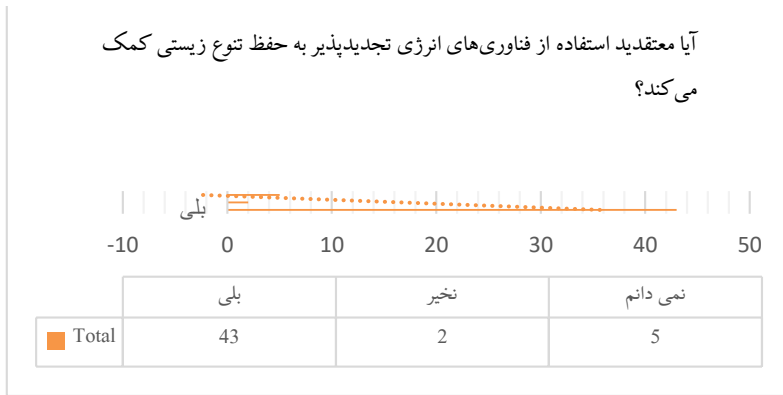
۸۶٪ پاسخ دهنده گان باور دارند که استفاده از انرژی تجدیدپذیر به حفظ منابع آب کمک می‌کند و این نشان می‌دهند که دیدگاه عمومی نسبت به تاثیر مثبت انرژی تجدید پذیر بر منابع آب بسیار مثبت است هم چنان تنها ۲٪ از پاسخ دهنده گان معتقد اند که انرژی تجدیدپذیر به حفظ منابع آب کمک نمی‌کند، این این نشان می‌دهد که سطح آگاهی آن‌ها در زمینه اندک است و ۱۲٪ پاسخ دهنده گان نمی‌دانند کی آیا استفاده از انرژی تجدیدپذیر به حفظ منابع آب کمک می‌کند یا خیر این موضوع بیانگر آن است که نیاز به آموزش و اطلاع رسانی در باره منابع آب که یکی از منابع با ارزش طبیعی است افزایش یابد.

آیا فکر می‌کنید استفاده از انرژی تجدیدپذیر باعث کاهش آلودگی هوا و بهبود کیفیت هوای محل زندگی می‌شود؟

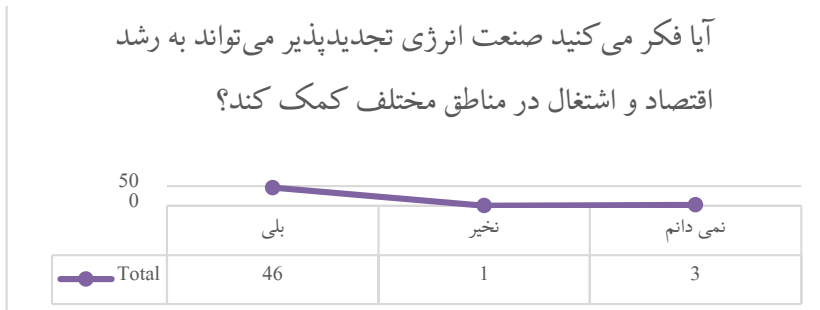


اکثریت افراد به تاثیرات مثبت انرژی‌های تجدید پذیر بر کاهش آلوده گی هوا و بهبود کیفیت هوا باور دارند، با توجه به تعداد کم افرادی که نظر مخالف دارند و تعدادی قابل توجهی که نمی‌دانند، می‌توان نتیجه گرفت که اطلاع رسانی بیشتر و در رابطه به آگاهی عمومی می‌تواند تاثیر مثبتی بر پذیرش انرژی تجدید پذیر داشته باشد این نتایج نیز می‌تواند برای سیاست گذاری و برنامه ریزان

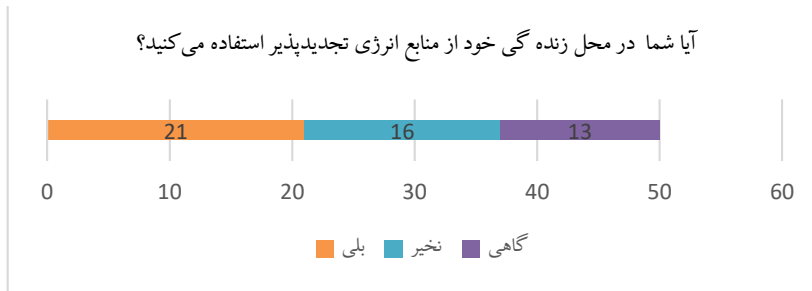
محیط زیست به عنوان یک نشانگر مثبت جهت ترویج و توسعه استفاده از انرژی تجدید پذیر باشد.



۸۶٪ مردم بارو کامل دارند که استفاده از فناوری‌ها جدید در قسمت استفاده از انرژی تجدید پذیر می‌تواند کمک به ادامه و حفظ تنوع زیستی در ایکوسیستم نماید و ۴٪ مردم مخالف آن بودند و ۱۰٪ دیگر در این باره چیزی نمی‌دانند چون هنوز دانش و معلومات کافی در این قسمت نداشته اند و به این نتیجه می‌رسیم که حفظ تنوع زیستی یکی از اهداف کلیدی در حفظ محیط زیست می‌باشد و نتایج این نظر سنجی نشان می‌دهد که مردم به ارتباط بین انرژی تجدید پذیر و حفظ تنوع زیستی پی برده اند.



داده‌های فوق نمایان گر این است که ۹۲٪ مردم باور کامل دارند که صنعت و توسعه انرژی تجدیدپذیر می‌تواند سبب ایجاد شغل برای مردم شود و رشد اقتصادی و ایجاد اشتغال از اهداف مهم هر جامعه است، نتایج چنین به دست می‌آید که مردم ارتباط بین صنعت انرژی تجدید پذیر، رشد اقتصادی و اشتغال را به درستی پی برده اند، تنها ۲٪ نظریات مخالف پیرامون موضوع ارایه نموده اند، متباقی ۶٪ از مردم هنوز در این قسمت در خلای معلوماتی قرار دارند و ارتباط میان صنعت انرژی تجدید پذیر و اشتغال را به درستی درک نکرده اند.



تقریباً نیمی از اشتراک کننده گان در این تحقیق که ۴۲٪ را شامل می شوند به استفاده از منابع تجدید پذیر علاقه دارند و ۳۲٪ از افراد به دلایل مختلف از انرژی تجدیدپذیر استفاده نمی کنند، هم چنان ۲۶٪ از افراد به شکل متناوب نه به شکل کامل به انرژی تجدید پذیر روی آورده اند و دولت ها می توانند اقدامات لازمی مانند افزایش آگاهی و آموزش پیرامون روش ها و مزایای استفاده از انرژی تجدید پذیر را نمایند.

نتیجه گیری

انرژی تجدید پذیر به عنوان یکی از منابع انرژی پاک و پایدار می تواند در کاهش آلودگی و حفظ محیط زیست نقش مهمی را ایفا کند. این منابع شامل انرژی خورشیدی، باد، بایوگاز، آب و انرژی زمین گرمایی است. استفاده از این منابع انرژی به دلیل عدم تولید گازهای گلخانه های و مواد آلوده کننده، به رشد پایدار و کاهش مصرف سوخت های فوسیلی کمک می کند. هم چنین استفاده از انرژی تجدیدپذیر، محدودیت های محیطی را نیز کاهش داده و به توسعه پایدار کمک می کند. به همین دلیل، دولت ها در سراسر جهان به توسعه ی منابع انرژی تجدیدپذیر با تأکید بر مسائل اقتصادی، اشتغال و حفاظت از محیط زیست علاقه دارند. در نتیجه، استفاده از انرژی تجدیدپذیر به عنوان منبع انرژی پاک و بدون آلودگی، به حفظ محیط زیست و کاهش اثرات شدید تغییرات اقلیمی کمک می کند و استفاده از انرژی تجدید پذیر، به طور قابل توجهی در کاهش تأثیرات آلودگی هوا و محیط زیست دخیل است، مخصوصاً آنچه که بر علیه تنوع بیولوژیکی و زیستگاه های حیات وحش باشد. نقش مهمی که انرژی تجدیدپذیر در حفظ محیط زیست ایفا می کند، شامل عدم تولید مواد آلاینده هنگامی که سوخت های فوسیلی به کار گرفته نمی شوند، کمک به کاهش تأثیرات شدید تغییرات اقلیمی، به دنبال کاهش انتشار گازهای گلخانه های، و هم چنین حفظ تنوع زیستی و زیستگاه های حیات وحش است به طور مثال، بر اساس گزارش سازمان جهانی بهداشت، هر سال، ۷ میلیون نفر در اثر آلودگی هوا از بین می روند و در صورتی که اگر انرژی تجدیدپذیر استفاده به عمل آید، به کاهش عواقب ناشی از آلودگی هوا کمک می کند. هم چنین، درحال حاضر تغییرات اقلیمی، کمبود منابع آب شیرین، کاهش پوشش نباتی و کمبود

تنوع زیستی فراگیر شده است که با استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر و کاهش استفاده از سوخت‌های فوسیلی، می‌توان به با چنین پدیده‌ها مبارزه نمود و آب، هوا و خاک را نیز به شیوه های ساده تر و کم هزینه تر مدیریت نمود.

منابع

- ایوبی، عبدالغنی. (۱۳۹۴). اساسات آبیاری و زه‌کشی (حجم ۳۸۷): کابل: افغانستان: عازم.
- صمیم، هوشمند. (۱۳۹۶). رهنمود آموزش محیط زیست و منابع طبیعی (حجم ۷۱). (ا). ک. «حکیمی» کابل: افغانستان: بنیاد هاینریش بل.
- کوهستانی، نثار احمد. (۱۳۹۳). اساسات اکولوژی (حجم ۲۷۲). (ک. حسین، نسخه) کابل، افغانستان: قرطبه.
- کوهستانی، نثار احمد. (۱۳۹۴). محیط زیست (حجم ۹۷). کابل: افغانستان: قرطبه.
- گروه زمین کاران. (۱۳۸۷). پنجاه کار ساده برای حفاظت از محیط زیست، مترجم (نصرالله صمدی) تهران: چاپ پنجم. انتشارات شرکت فنی ایران.

- American Wind Energy Association. (2021). How does a wind turbine work? <https://www.awea.org/wind-101/basics-of-wind-energy/how-does-a-wind-turbine-work>
- Environmental and Energy Study Institute. (2021). Biogas: Clean, renewable fuel. <https://www.eesi.org/papers/view/fact-sheet-biogas-clean-renewable-fuel>
- FAO. (2018). The state of the world's water. <http://www.fao.org/state-of-water/resources/key-facts/>
- Global Environmental Outlook. (2019). Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Global Wind Energy Council. (2021). Global Wind Report 2021. <https://gwec.net/global-wind-report-2021/>
- <https://blog.faradars.org/%d8%a7%d9%86%d8/>
- <https://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%A8%D8%B1>
- https://www.un.org/sustainabledevelopment/wp-content/uploads/2015/08/6_-Why-it-Matters_Sustainable-Development-Goals_2pager.pdf/
- <https://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable-development-goals/goal-7-affordable-and-clean-energy/targets/target-7-2/renewable-energy.html>
- International Energy Agency (2021). Renewables. <https://www.iea.org/renewables/>
- International Energy Agency. (2019). Renewables 2019: Analysis and forecast to 2024. <https://www.iea.org/reports/renewables-2019>
- International Energy Agency. (2021). Bioenergy. <https://www.iea.org/topics/bioenergy>

- IPCC. (2013). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
- Kamila, H. M., Karim, M. R., & Otoniel, J. B. (2017). Assessment of Renewable Energy Potentials and the Impact of Renewable Energy on Air Pollution and Greenhouse Gas Emissions in the Philippines. *Renewable Energy*, 107, 74-82. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.01.053>
- Levy, J. K., & Speedie, G. (2013). Benefit-Cost Analysis of Wind Farming in Atlantic Coastal States. *Renewable Energy*, 54, 16-26. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2012.08.041>
- MacGregor, K.B. (1991). Stellar Convection. In *Solar and Stellar Convection*. NATO ASI Series (Series C: Mathematical and Physical Sciences), vol 357. Springer, Dordrecht.
- NASA. (2021). Sun. <https://solarsystem.nasa.gov/solar-system/sun/overview/>
- National Geographic Society. (2019). How much of solar energy actually reaches Earth's surface? <https://www.nationalgeographic.org/article/how-much-solar-energy-actually-reaches-earths-surface/>
- National Renewable Energy Laboratory. (2021). Wind energy basics. <https://www.nrel.gov/docs/fy10osti/45889.pdf>
- Pagliaro, M., & Ciriminna, R. (2019). Catalysis for Renewable Energy and the Environment. Royal Society of Chemistry. <https://doi.org/10.1039/9781788015334>
- Phillips, K. & Worrall, D. (Eds.). (2020). the Sun. In *Encyclopedia of Cosmology*. Springer.
- Phromlaharn, N., Kanok-Nukulchai, W., & James, R. (2019). Performance evaluation of photovoltaic-based lake monitoring systems. *Journal of Cleaner Production*, 220, 872-883. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.236>
- REN21. (2021). Renewables 2021 Global Status Report. https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2021/06/REN21_GSR_2021_Full_Report_en.pdf
- Renewable Energy Hub. (2021). Hydrogen from water. <https://www.renewableenergyhub.co.uk/hydrogen/hydrogen-from-water/>
- Sackmann, J., Boothroyd, A., & Kraemer, K. (1993). Our sun. V. A brighter sun revisited. *The Astrophysical Journal*, 418, 457-468.
- Santibañez-Aguilar, J. E., Deceneux-Castro, C., Tituana-Sánchez, L. F., & Méndez-García, V. H. (2019). Life Cycle Assessment of

- Two Photovoltaic Building Shading Devices: Energy Performance and Emissions Impact. *Energy and Buildings*, 183, 495-506. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.10.006>
- U.S. Energy Information Administration. (2021). Hydropower explained. <https://www.eia.gov/energyexplained/hydropower/>
- UNESCO. (2012). *Water in a Changing World: Facts and Figures*. United Nations.
- United Nations Development Programme. (2021). Bioenergy. <https://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable-development-goals/goal-7-affordable-and-clean-energy/targets/target-7-2/bioenergy.html>
- United Nations Development Programme. (2021). Renewable Energy. Retrieved from
- United Nations. (2018). *World Water Development Report 2018: Nature-Based Solutions for Water*. https://www.unwater.org/publication_categories/world-water-development-report/
- United Nations. (2019). *World Water Development Report 2019: Leaving No One Behind*. Paris, UNESCO.
- United States Geological Survey. (2021). How much water is there on, in, and above the Earth? https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/how-much-water-there-earth?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects/
- US Department of Energy. (2021). Solar energy technologies. <https://www.energy.gov/eere/solar/solar-energy-technologies>
- Vorosmarty, C. J., McIntyre, P. B., Gessner, M. O., Dudgeon, D., Prusevich, A., Green, P., ... & Davies, P. M. (2010). Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature*, 467(7315), 555-561.
- World Health Organization. (2021). Air pollution. Retrieved from <https://www.who.int/news-room/air-pollution>
- World Wildlife Fund. (2021). Freshwater. <https://www.worldwildlife.org/habitats/freshwater-habitats/>
- Wurbs, R. A., & James, W. P. (2002). *Water Resources Engineering*. John Wiley & Sons.
- Zhou, Y., Yang, H., Wang, L., & Liu, G. (2015). "Status and opportunities of hydropower for sustainable water-energy development." **Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 42, 763-774. DOI: 10.1016/j.rser.2014.10.078.

