

بررسی تأثیر استفاده از حامل‌های انرژی سوخت‌های فوسیلی بر

محیط‌زیست و سلامت

عبدالصمد رویش

پوهنوال، فزیک، علوم طبیعی، پوهنتون بامیان، بامیان افغانستان (نویسنده مسئول).

samazarin37@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۵/۴ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۷/۷ - تاریخ نشر: ۱۴۰۳/۱۲/۲۰

چکیده

دستیابی بشر به انرژی فوسیلی شرایط زندگی را روز به روز به صورت اعجاب‌انگیز متحول نموده است، این نعمت بزرگ در عین حال مشکلات زیادی به همراه داشته است، به دلیل نقش اساسی هوایی کره‌ی زمین در زندگی موجودات زنده از جمله انسان‌ها و تغییر در ترکیب کیمیاوی هوا به علت مصرف بی‌رویه آکسجن، افزایش محصولات گازی سوخت‌های فوسیلی و انتشار گازهای گلخانه‌ای همچون کلر به اتمسفر زندگی موجودات زنده را شدیداً تحت تأثیر قرار داده و سلامت بشر را به مخاطره افکنده است. مقاله حاضر سعی دارد که با یک جمع‌بندی در مورد تأثیر استفاده از حامل‌های انرژی سوخت‌های فوسیلی بر سلامت و محیط‌زیست و راه‌های جلوگیری مواد آلوده‌کننده آن را مورد مطالعه قرار دهد. مکان جمع‌آوری اطلاعات موضوع مورد مطالعه، غیر میدانی بر مبنای روش کتابخانه‌ای استوار است.

کلید واژه‌ها: منابع فوسیلی، محیط‌زیست، آلودگی محیط

استناد: رویش، عبدالصمد. (۱۴۰۳) بررسی تأثیر استفاده از حامل‌های انرژی سوخت‌های فوسیلی بر محیط‌زیست و سلامت. مجله علمی-تحقیقی مؤسسه تحصیلات عالی غور، سال اول، شماره ۱، صفحه ۲۰۹-۲۲۸.

A study of the impact of using fossil fuel Energy Carriers on health and the Environment

Abdul Samad Royesh

Associate professor, Physics, Natural Sciences, University of Bamyan, Bamyan, Afghanistan, (Corresponding Author) samazarin37@gmail.com

Received: 25/07.2024 | Accepted: 28/09//2024 | Published: 28/6/2025

Abstract

Human accessible to fossil energy has transformed living conditions day by day in a surprising way, this great blessing has also brought many problems due to the fundamental role of the earth's, air in the lives of living beings, Including humans, and the change in the chemical composition of the air due to excessive consumption of oxygen, the increase in fossil fuel gas products, and the emission of greenhouse gases such as chlorine to the atmosphere have severely affected the lives of living beings and have very danger, human health. This article attempts to summarize the impact of using fossil fuel energy carriers on health and the environment and ways to prevent its pollutants. In collecting Data by location, the method is based on the library method.

Kay words: Fossil resources, environment, environment pollution.

Cite this article: Royesh, A.S.(2024 A study of the impact of using fossil fuel Energy Carriers on health and the Environment. *Scientific-Research Journal of Ghor Institute of Higher Education*,1 (1), 209-228.

مقدمه

بشر مدت‌ها است که درباره منابع تأمین انرژی تلاش دارند، از جمله استفاده از منابع انرژی‌های غیر تجدید پذیر مانند زغال‌سنگ و گازی طبیعی و یورانیوم که آسیب زیادی را به دنبال دارد. همچنان کاهش ذخایر منابع انرژی‌های غیر تجدید پذیر در جهان باعث تشدید نگرانی‌ها در استفاده از آن‌ها شده است. دسته سوخت‌های فوسیلی ناشی از انرژی خورشیدی ذخیره‌شده از دوران‌های زمین‌شناسی گذشته است، اگرچه مقادیر نفت، گازی طبیعی و زغال‌سنگ زیاد است. ولی محدود هستند و برای صدها سال طولانی پایدار نیستند. درواقع ذخایر منبع انرژی زمین از چند منبع مختلف تأمین می‌شود انرژی این منابع را می‌توان به دودسته تقسیم کرد؛ انرژی‌های تجدید پذیر و غیر تجدید پذیر. در حال حاضر روش معمول تولید انرژی سوزاندن هایدروکربن‌ها است باید یادآور شویم که استفاده از سوخت‌های فوسیلی و ذخایر ممکن آن بیشتر به نقصان تمایل دارد تا به‌وفور (محمدی، حیدری، 2023). بنابراین به نسبت کاهش ذخایر انرژی فوسیلی و سرانجام سبب آزاد شدن مقدار حرارت شده و تعادل حرارتی جو زمین اختلال وارد می‌کند و این اختلال باعث آلودگی محیط می‌گردد. همچنین تلاش برای بهبود وضعیت سلامت جامعه، هدف مهم و بارز محسوب می‌شود، ازاین‌جهت توجه زیادی به افزایش شاخص‌های محیط‌زیست و سلامت انسان‌ها شده است. در سال‌های اخیر این تلاش‌ها تأثیرات مثبتی بر محیط‌زیست و سلامت زنده جان‌ها از کشورها داشته است. برای دسترسی به سطح بالایی از محیط‌زیست سالم و سلامت، شناسایی مهم‌ترین عواملی که بر آن تأثیر می‌گذارد الزامی و ضروری است (جان، 1401).

اهمیت و ضرورت موضوع مورد مطالعه

آسیب‌های ناشی از سوخت فوسیلی در سال‌های اخیر جامعه جهانی را با یک مشکل غیرقابل کنترل مواجه ساخته است. ولی برخی کشورها به لحاظ استفاده از منابع انرژی غیرقابل تجدید بخصوص استفاده از سوخت‌های فوسیلی در جایگاه مناسب قرار ندارد، یا اینکه نسبت به تأمین انرژی و تأثیر آن بر محیط‌زیست بی‌توجه بوده است. بنابراین هدف اصلی این تحقیق، بررسی آلاینده‌های ناشی از به‌کارگیری سوخت فوسیلی است.

از سوی دیگر ضرورت مطالعه این موضوع در این است که استفاده از این حامل‌های انرژی با پخش مواد آلاینده در محیط و شناسایی مواد آلوده‌کننده و وسعت توزیع مواد آلاینده، کیفیت آلوده‌کننده‌ها در جامعه از اهمیت بالایی برخوردار است. با توجه به نیازمندی مردم، در بخش

صنعت و کشاورزی و ارزان بودن سوخت‌های فوسیلی استفاده از انرژی فوسیلی در اولویت قرار دارد و کشورها تا هنوز هم قادر به کاهش انرژی فوسیلی نشده است ولی گازهای سمی ناشی از مصرف فوسیل و گرمایش زمین، روزی بشر را مجبور به ترک به‌کارگیری انرژی فوسیلی خواهد نمود، همچنین در عصر حاضر هم بلایایی ناشی از به‌کارگیری سوخت فوسیلی از قبیل آتش‌سوزی‌ها، آلودگی آب و هوایی که جان هزاران نفر را در سال می‌گیرد توجه بشر را به خود معطوف کرده است؛ اما آگاهی دهی درباره مواد مضره سوخت‌های فوسیلی باید در دستور کار دولت‌ها قرار گیرد تا از این طریق به معرفی و پیاده‌سازی انرژی‌های بدیل به‌جای این انرژی آلوده‌کننده اقدام گردد.

در حال حاضر یکی از چالش‌های مهم، مسئله آلودگی محیط‌زیست توسط مصرف سوخت فوسیلی می‌باشد که برای جبران عواقب زیانبار ناشی از آن اقدامات پرهزینه صورت می‌گیرد؛ زیرا پراکندگی آلودگی‌ها، جلوگیری آن هزینه سنگین و گاهی هم غیرقابل جبران است؛ بنابراین در این مطالعه مواد مضر سوخت‌های فوسیلی و آلاینده‌های حاصل از آن به بررسی گرفته شده است تا برخی مواد آن شناسایی و کیفیت آلوده‌کننده که بستگی به نوع سوخت دارد شناسایی گردد. با توجه به استفاده انرژی تجدید پذیر در دستور کار و اولویت قرار گیرد، یکی از راه‌های بدیل برای کاهش مصرف سوخت فوسیلی خواهد بود. علاوه بر این ضرورت انجام این تحقیق به‌منظور محافظت و صیانت از محیط‌زیست و آلودگی هوا سلامت انسان‌ها، حیوانات و گونه‌های نباتی است.

هدف تحقیق: بررسی تأثیر استفاده از حامل‌های انرژی سوخت‌های فوسیلی بر سلامت محیط‌زیست.

سوالات تحقیق

از سوخت‌های فوسیلی کدام آلاینده‌ها در محیط آزاد می‌گردد؟ عوامل مهم تأثیرگذار آلودگی محیط‌زیست چیست؟ یا اینکه انرژی جایگزین که در کاهش مصرف انرژی فوسیلی مؤثر واقع گردد، کدام انرژی‌ها خواهد بود؟ به همین اساس این تحقیق به پاسخ این سوالات پرداخته است.

پیشینه موضوع مورد مطالعه

با توجه به موضوع مورد مطالعه به برخی ادبیات در اینجا اشاره می‌شوند:

گرگیچ، شهرکی (1401)، در تحقیقات خود تحت عنوان تأثیر توسعه مالی و کیفیت محیط‌زیست بر وضعیت سلامت: شواهدی از کشورهای آفریقایی را انجام داده است. روش کار در این تحقیقی توصیفی- تحلیلی بوده و داده‌ها را از بانک جهانی داده‌ها جمع‌آوری نموده است برای تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار Eviews 10 استفاده شد و یافته‌های تحقیق از متوسط انحراف معیار کار گرفته شده است (Jahangard, Fallah, 2012).

همچنین در تحقیق دیگر اصغر پور و همکاران، (1399 هـ ش) چنین نتیجه‌گیری می‌نماید، میزان آلودگی‌های محیط‌زیست در کشورهای در حال توسعه که با سوخت‌های فوسیلی سروکار دارند، معمولاً چند برابر بزرگ‌تر از کشورهای توسعه‌یافته شده است. به خاطری که کشورهای توسعه‌یافته روش مختلف تصفیه مواد مضر را در مصرف سوخت فوسیلی به کار می‌گیرند که در کاهش تخریب محیط‌زیست که منجر به بیماری‌های مزمن ریوی، کاهش بازده فکری و کاری و تنش‌های عصبی و روحی می‌شود جلوگیری نماید؛ زیرا آسیب‌های ناشی از مصرف سوخت‌های فوسیلی و هزینه‌های درمانی جامعه را بالا برده و باعث کاهش سرمایه در سطح عمومی می‌گردد (Jahangard, Fallah, 2012). همچنین تغییرات محیط‌زیستی مانند تغییرات آب‌وهوا بر عملکرد اکوسیستم‌ها و همچنین سلامت انسان تأثیرگذار است. از طرفی بهبود عملکرد محیط‌زیست منجر به بهبود وضعیت سلامت افراد از طریق هوایی پاک و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و همچنین افزایش بهره‌وری و کارایی نیروی کار می‌گردد، بنابراین بررسی ارتباط بین وضعیت سلامت و کیفیت محیط‌زیست به یک ضرورت تبدیل شده است، به‌خصوص وقتی که ذرات مضر سوخت بر محیط تأثیرگذار باشد.

در مطالعات پیشین احمد و همکاران (1399)، توسعه مالی را به‌عنوان یک عامل مهم اثرگذار بر محیط‌زیست بیان کرده‌اند، توسعه بخش مالی سرمایه‌گذاری با هزینه‌های پایین، به‌خصوص سرمایه‌گذاری در پروژه‌های زیست‌محیطی را آسان می‌کند. افزایش این سرمایه‌گذاری‌ها می‌تواند برای دولت‌ها در سطوح مختلف مهم باشد. همچنین بخش مالی توسعه‌یافته می‌تواند

نوآوری‌های تکنالوژی را در بخش انرژی قابل تجدید افزایش دهد و به‌طور قابل توجهی باعث کاهش انتشار آلودگی شود مطالعات تجربی فراوانی نیز اثر آلودگی هوا بر وضعیت سلامت افراد و محیط‌زیست را موردبررسی قرار داده‌اند؛ و نتیجه حاصل بررسی آمار توصیفی متغیرهای مورد مطالعه نشان دهنده‌ی متوسط انحراف معیار شاخص وضعیت سلامت کشورهای نمونه 71.5 سال در هوای پاک تعیین نموده‌اند (گلشن، نور الهی، 2021).

مواد و روش‌ها

مطالعه توصیفی-تحلیلی حاضر با استفاده از بررسی ادبیات موضوع و مرور کتب، ژورنال‌ها، مقالات، مقامات ذیصلاح و متخصص این حوزه عوامل مهم آلاینده‌های ناشی از مصرف سوخت‌های فوسیلی شناسایی و رتبه‌بندی شده‌اند و در این تحقیق مروری، روش جمع‌آوری داده‌ها بر مبنای روش کتابخانه‌ی استوار بوده که در جمع‌آوری اطلاعات از منابع اصول روش کتابخانه‌ی از قبیل فرم، فیش‌برداری و غیره مراعات گردیده است.

سوخت‌های فوسیلی

هر ماده که توانایی تولید حرارت در اثر سوختن یا تحول کیمیای داشته باشد را سوخت می‌نامند، سوخت‌ها معمولاً منشأ عضوی دارند، اجزای تشکیل‌دهنده آن‌ها کاربن و هایدروجن و کمی گوگرد، آکسجن، فسفر و خاکستر اند، چوب اولین سوخت مورد استفاده انسان‌ها است، بشر از قرن چهاردهم قبل از میلاد از زغال سنگ به‌عنوان سوخت استفاده شده است، این ماده منشأ گیاهی دارد که سال‌ها تحت فشار در زیرزمین مدفون مانده است. برای اولین بار فارسیان زمان اسکندریه نفت را به‌عنوان سوخت به کار گرفته است و چینی‌ها و جاپانی‌ها نیز برای اولین بار از گاز طبیعی بهره برده است (فاطم، ۲۰۱۸).

به همین ترتیب سوخت‌های فوسیلی طی سالیان دراز در طبیعت تولید شده‌اند و بدون عملیاتی خاص نیز قابل استفاده بشر بوده است و از کاربن، هایدروجن ساخته شده که به آن‌ها سوخت کاربن گفته‌اند، مهم‌ترین و قدیمی‌ترین گروه سوخت‌ها سوخت فوسیلی‌اند که شامل زغال سنگ، نفت و گاز و یورانیوم است که در این جا به‌طور مختصر بیان می‌گردد.

زغال سنگ

زغالی سنگ بیشتر در شمال خط استوا و بخصوص در شمال مدار 30^0 یافت می شود حدود 88% ذخایر شناخته شده آن در روسیه، امریکا و چین قرار دارد، ذخایر بزرگ نیز در اروپایی مرکزی وجود دارد، جهانیان تا اکنون بیش از $130GT$ زغال سنگ مصرف کرده اند ذخایر قابل استخراج و شناخته شده زغال سنگ $600GT$ میرسد و پیش بینی می شود که $10000GT$ زغال سنگ در جهان وجود داشته باشد پیش بینی می گردد که در حدود $2500GT$ آنرا استخراج کرد، اکنون سالانه $2.6GT$ زغال سنگ مصرف می شود در سال 1980م مصرف انرژی کل جهان از تمام سوخت ها تقریباً برابر $10GT$ زغال سنگ بوده است با این مقدار مصرف 27% احتیاجات دنیا وابسته به زغال سنگ بوده است. (جان، 1401)، اکنون زغال سنگ 78% سوخت معدنی دنیا را تشکیل می دهد و ظرفیت آن ها از لحاظ انرژی شش برابر ظرفیت نفتی است و پنج کشور 78% ذخایر زغال سنگ را به خود اختصاص داده اند شامل کشورهای؛ امریکا 29%، روسیه 19%، چین 13%، استرالیا 9.2% و هند 7.1% ذخایر دارند (ثقفی، 1391). با توجه به رشد مصرف زغال سنگ در جهان و مصرف جهانی طبق محاسبات: تعداد سال $= \frac{\text{ذخیره کل}}{\text{سالانه مصرف}}$ ذخایر کل باید ذخیره جهانی زغال سنگ در یک 115 سال دیگر به پایان خواهد رسید. یکی از مهم ترین خصوصیات زغال سنگ ارزش حرارتی آن است که از ترکیبات چون کاربن، آکسجن، هایدروجن و خاکستر و عنصرهای ناخواسته دیگر هستند. از جمله مواد سازنده آن فقط کاربن و هایدروجن آن قابل سوختن است و سایر عناصر موجود در آن از ارزش حرارتی آن می کاهد این ماده در جهان در رتبه اول برای مصرف قرار دارد و یکی از مهم ترین تولیدکننده آلودگی است، بناءً ذرات باقی مانده مصرف آن سال ها در هوا معلق است و باعث خطر جدی برای سلامت می باشد (صدر نژاد، 1387).

نفت خام

بدون تردید نفت پرمصرف ترین سوخت فوسیلی جهان محسوب می گردد، علت مهم آن حمل و نقل و ذخیره کردن آن است که بیش از نیمی از ذخایر نفتی در خاورمیانه قرار دارد تا هنوز $\frac{1}{3}$ آن به

مصرف رسیده است و ذخایر شناخته شده آن به بیش از 88.4 GT^6 می‌رسد در حال حاضر سالانه به طور متوسط برابر 5 GT منابع جدید کشف می‌شود. مصرف نفت در گذشته اندک بود، ولی در قرن حال به مقیاس وسیعی برای کارهای میخانیکی و تولید برق، بخصوص به دلیل افزایش جمعیت این مصرف بالا رفته است. نفت قسمت اعظمی انرژی خام دنیا را غیر از فوتو سنتز تولید می‌کند، منبع نفت دنیا محدود است و روزی تمام خواهد شد و این منابع خیلی زوتر از آنچه که تصور می‌شود تمام خواهد شد، در سال 1968م منابع نفت برای 200 سال کفایت پیش‌بینی شده بود ولی به دلیل تراکم جمعیت و مصرف بی‌رویه صنایع سال‌های پیش‌بینی شده کاهش می‌یابند، به اساس داده‌های موجود مصرف جهانی نفت 2023م به ممبیش از صد میلیون بشکه نفت در روز رسیده است که این رشد مصرف زنگ خطر برای پایان پیش از موعود نفت در کره زمین را می‌دهد، از آن جمله ایالات متحده آمریکا معادل 18.9 میلیون بشکه، یعنی 19% از کل مصرف جهانی از بزرگ‌ترین مصرف‌کنندگان نفت در جهان بوده است (غلامی، نیپور، ساغر، 2023).

در جهان هفت کشور که 71% ذخایر نفت را به خود اختصاص داده‌اند شامل کشورهای مانند عربستان 21%، ایران 10.9%، عراق 9.1%، کویت 8.1% و ونزوئلا 7.9% هستند با توجه به رشد مصرف نفت در جهان که متوسط مصرف آن در سال

(2010م). به 87 میلیون بشکه در روز بوده است، به اساس تخمین‌های کنونی، ذخایر شناخته شده نفت در جهان می‌تواند برای ۵۰ سال آینده جهان را تأمین کند (گزارش شرکت بریتیش پترولیم، 2016م). لازم به ذکر است که برخی از انواع دیگر نفت خام تحت نام منابع غیرمرسوم مشهور بوده که شامل نفت‌های سنگین و شامل نفت شین و قیر شین می‌باشد که به دلیل هزینه بالا در استخراج و ساخت تکنالوژی گران‌قیمت بالای منابع مرسوم، تا اکنون سرمایه‌گذاری چندان نشده است و ممکن است به علت کاهش از آن که به وفور و در حدود سه برابر نفت خام فعلی ذخایر دارد مورد استفاده قرار گیرد بنابراین در ترکیبات هردو نوع نفت فوق‌الذکر مواد آلاینده و مضر موجود است. همچنین یکی از مهم‌ترین خصوصیات نفت ارزش

⁶⁶ Giga Tonne=10⁹ Tonne

حرارتی، سهل الاستحصال و قیمت آن است که به منظوره‌های مختلف در رتبه اول جهانی برای مصرف قرار دارد بر علاوه و یکی از مهم‌ترین تولید انرژی در جهان می‌باشد. بناءً ذرات باقی‌مانده مصرف آن سال‌ها در هوا معلق است و باعث خطر جدی برای سلامت زنده جان‌ها به حساب می‌آید (Infield, Freis, 2022).

گاز طبیعی

گاز طبیعی سوختی بسیار مناسب برای مصارف خانگی و همچنین صنعتی است احتمالاً ذخایر نفت جهانی گاز طبیعی بیشتر از نفت است، اما مصرف گاز در سطح جهان زیاد است و این مصرف رو به افزایش است، بیش از 40% منابع شناخته‌شده در خاورمیانه و 30% آن در روسیه قرار دارد و کشورهای روسیه و آمریکا 70% گاز تولید جهان را مصرف می‌کند مطابق گزارش سالانه شرکت برتیش پترولیم در جهان در سال (2023م) در حدود 4000 میلیارد متر مکعب رسید، در جهان شش کشور که 65% ذخایر گاز طبیعی را به خود جای‌داده‌اند که شامل کشورهای روسیه 23.4%، ایران 16%، قطر 13.8%، ترکمنستان 4.3% و امارت متحده عربی 3.5% و عربستان 4.3% ذخایر گاز دارند.

با توجه به رشد مصرف گاز طبیعی در جهان که متوسط مصرف آن در سال‌های 2007 م در حدود هشت میلیارد مترمکعب در روز می‌رسید، بنابراین ذخایر تثبیت‌شده و قابل استحصال گاز طبیعی، تخمین دقیق زمان باقی‌مانده برای آن بنا به عوامل مانند کشف ذخایر جدید، تغییرات در مصرف انرژی و سیاست‌های انرژی همچنین بهره‌وری از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر و تهدیدهای گرمایش زمین برای مدت‌زمان کفایت تأثیرگذار باشد. با توجه به توضیح فوق‌الذکر، استفاده از گاز طبیعی و تقاضا افزایش به انرژی برای سال‌ها دوام خواهد داشت، اما مصرف گاز طبیعی در مقایسه با زغال‌سنگ از آلودگی کمتر برخوردار است و ذرات مضره کمتر دارند. (صدر نژاد، 1387).

انرژی هسته‌ای

قوه هسته‌ای یکی از مهم‌ترین منابع انرژی جهان برای تولید برق است در ابتدای قرن بیستم آلبرت انیشتین برای توضیح انرژی خورشید یک ایده مهم ارائه داد. در نظریه نسبیت خاص، کتله و انرژی توسط رابطه زیر باهم ارتباط دارند:

$$E = mc^2 \quad ۱-۲$$

که در آن E انرژی (برحسب ژول) آزاد شده در اثر تبدیل کتله m (برحسب کیلو گرام) و c سرعت نور (برحسب m/s) می باشند. C^2 از آنجاکه عدد بسیار بزرگ است در حدود 9×10^{16} یک کتله خورد انرژی زیادی ذخیره می کند برای مثال، تبدیل 1000Kg از ماده به انرژی تقریباً 9×10^{16} انرژی آزاد می کند (رمضانی، 1395).

اما سوال اینجاست که چگونه ماده به انرژی تبدیل می شود؟ در طبیعت دو عمل انرژی در هسته یک اتم را آزاد می کنند: شکافت هسته‌ای و گداخت هسته‌ای؛ در شکل گیری شکافت هسته‌ای هسته یک عنصر سنگین (مثل اورانیوم و پلوتونیوم) به دو هسته سبک تر شکافته می شود. به مجموع کتله باقی مانده کمتر از کتله هسته اصلی است و کسر کتله به صورت انرژی آزاد می شود. در گداخت هسته‌ای، هسته اتم عناصر سبک تر برای خلق هسته‌ای سنگین تر به هم جوش می خورند. با این حال، محصول کتله کمتری از ذرات اولیه دارد. کتله گم شده به انرژی تبدیل شده است (منظور، 1399).

انرژی در عمق خورشید- همان جای که درجه حرارت آن قدر زیاد است که اتم ها، الکترون های شان را از دست می دهند- تولید می شود. حرارت داخل خورشید تقریباً در حدود 15 میلیون درجه کالوین و متشکل از دریای متلاطم هسته اتمی با سرعت بالا و الکترون آزاد می باشد و در همان جا به انرژی تبدیل شده به قیمت هر اتم در واکنش های هسته‌ای در مقایسه با تعاملات کیمیای تقریباً 10^8 برابر واکنش های کیمیای است. در خورشید واکنش های جوش هسته‌ای که در زمان برخورد هسته ها با یکدیگر رخ می دهد، در هسته داغ آن هایدروجن را به هلیوم تبدیل می کنند انرژی نیروبخش خود را تولید می کند. هایدروجن فروتن ترین عناصر است و کوچک ترین چارچ هسته‌ای را دارد یک پروتون گداخت هسته‌ای هایدروجن منجر به تولید هلیوم می شود. ساختن یک هسته‌ای هلیوم از هسته های هایدروجن 4.2×10^{-12} انرژی آزاد می نماید. دوم همجوشی هسته‌ای که تا به حال فقط در مورد انفجار هسته‌ای بمب هایدروجنی دیده شده است و در طی آن دو هسته سبک هایدروجن با یکدیگر ترکیب شده هسته سنگین تر هلیوم را به وجود می آورند و در جریان این عمل انرژی آزاد می شود، نخستین راکتور هسته شکافی در سال 1942م در شیکاگو انجام شد از آن زمان تا اکنون صدها راکتور هسته‌ای در جهان شناخته شده است که به تولید برق مشغول اند، کل یورانیوم مصرف شده در جهان از زمان آغاز کار راکتورهای هسته

شکافی تا قرن بیستم در حدود 4 میلیون تن بوده است، راکتور همجوشی کننده، راکتورهای ترکیب کننده، احتمالاً از همجوشی دوتریوم و تریتیوم استفاده خواهد شد که حاصل آن تولید ایزوتوپ هلیوم و مقدار زیاد انرژی است. دو تریوم را می توان به مقدار زیاد از آب دریا به دست آورد تریتیوم نیز در خود راکتور با پرتاب اشعه های نوترونی بر لیتیوم حاصل می شود با این حال همجوشی هسته ی مستلزم آن است که دو تریوم و تریتیوم را تحت فشار بسیار زیاد به مدت کافی به اندازه صد میلیون درجه سانتی گراد حرارت دهند و سپس آن را خنک کنند، بناءً ایجاد کارخانه بزرگ تولید برق به کمک همجوشی نیازمند زمان و پیشرفت تکنالوژی خواهد بود. همجوشی هسته ی را مفصلاً در بخش انرژی خورشیدی بحث خواهیم کرد مطابق گزارش سالانه آژانس بین المللی انرژی اتمی (IEA. 2009) کشورهای مانند امریکا 28.5%، روسیه 6%، چین 13%، فرانسه 17% و جاپان 13% به دنبال آن ها آلمان، کره جنوبی، اوکراین، کانادا و انگلیس قرار دارند که در حدود 77% انرژی هسته ی را در خود اختصاص داده است (ثقفی، 1391).

قابل ذکر است کشورهای که سوخت های فوسیلی دارند تمایل به انرژی هسته ی ندارند، این کشورها شامل برخی کشورهای عربی و اروپایی و آسیای هستند، انرژی هسته ی هیچ تأثیری بر میزان کاربن دای اکساید جو زمین ندارد، از آنجاکه تهیه ی آن از انرژی برق آبی و انرژی فوسیلی ارزان تر است، برخی کشورها از جمله آمریکا و فرانسه استفاده از انرژی هسته ی را برای تولید برق مصرفی خود برگزیده اند، مسئولان و متصدیان نیروگاه های هسته ی توجه لازم را درباره ی ایمنی نیروگاه های هسته ی نکرده اند و مردم نگران دفع ضایعات رادیو اکتیف هستند. البته متخصصان امید دارند که در آینده راه حلی برای آن پیدا شود تا حادثه چیرنوبل (پراکنده شدن ضایعات رادیو اکتیف در نیروگاه هسته ی) که در شوروی سابق اتفاق افتاد تکرار نگردد.

استفاده سازنده برای تولید برق از این نیروگاه کار عاقلانه است، اما تولید سلاح هسته ی کار نابخردانه می باشد. در حال حاضر قدرت های هسته ی بزرگ به شدت در حال کاهش ذرات خانه سلاح هسته ی هستند و سرانجام کشورهایی قادر به استفاده انرژی هستند که قادر به سرمایه گذاری کلان برای احداث نیروگاه هسته ی باشند و مقابله با گرمایش زمین و حفظ محیط زیست صورت گیرد که این موضوع زنگ خطر به زندگی انسان ها و سایر زنده جان ها کره ی زمین می باشد مشکلات انرژی اتمی که به عنوان انرژی پاک در جهان مطرح است نیز استفاده آن

در محیط زیست مشکلات خاص خود را دارد که به طور کلی مسائل و مشکلات نیروگاه هسته‌ای عبارت‌اند از:

اثر تشعشعات اتمی روی انسان‌ها و سایر موجودات زنده و آثار محیط زیستی دفن زباله‌های اتمی و ساخت سلاح‌های اتمی در کشتار جمعی در تمام مراحل استفاده از انرژی اتمی از استخراج یورانیوم تا به کارگیری سوخت در نیروگاه‌های تولید برق و دفن زباله‌های حاصل تشعشعات اتمی وارد محیط می‌گردد و این تشعشعات تأثیر جدی بر سلامت انسان‌ها دارد و به طور مثال باعث تشدید بیماری سرطان خون در انسان‌ها می‌شود و بیش‌ترین اثر این تشعشعات وقتی است که حادثه در یک نیروگاه رخ دهد که نمونه آن در سال‌های (1358 - 1348 هـ ش) حادثه در راکتورهای هسته‌ای جهان رخ داده است که از آن جمله در حادثه چرنوبیل در شوروی سابق بیش از 40 هزار نفر کشته شد و در حدود 131 هزار کیلومتر مربع زمین آلوده شد که خسارات ناشی از آن در مجموع به بیش از 358 میلیارد دالر آمریکایی رسید. مشکل دیگر آن دفن زباله اتمی است که در سال (1369 هـ ش) مقدار تولید جهانی زباله اتمی دارای شدت تشعشع کم معادل 370 هزار مترمکعب و زباله تشعشع شدت متوسط 27 هزار مترمکعب و زباله شدت زیاد تشعشع معادل 21 هزار مترمکعب برآورد شده است و تحقیقات نشان می‌دهد که تا سال 2030 م زباله حاصل از نیروگاه‌های اتمی در جهان به طور متوسط به 10 میلیون مترمکعب خواهد رسید و زباله تشعشع شدت متوسط 1.5 میلیون مترمکعب برسد. زباله دارای شدت کم را در عمق زمین دفن می‌کنند و باید در حدود 300 سال تحت مراقبت و کنترل باشد و زباله شدت متوسط را معمولاً داخل بتن جاسازی نموده و در محل مخصوص مدفون می‌سازد و هنوز برای زباله دارای تشعشع زیاد راه حل اساسی پیدا نشده است و کماکان مشکل دفن آن وجود دارد (بی، شاو، 1392).

کاربن دای اکساید

از احتراق کامل مواد کاربن دار مثل زغال سنگ، کاربن دای اکساید تولید می‌گردد و این ماده همراه با بخار آب پس از تراکم در هوا از آن جدا می‌شود و به دریا می‌پیوندد، کاربن دای اکساید مدت‌ها به صورت گاز در هوا معلق است. البته افزایش این گاز اثر سوء به زنده جان‌ها نداشته ولی برای گرمایش زمین نقش زیاد بازی می‌کند که غلظت آن 300ppm بوده در حال حاضر نزدیک به 400ppm رسیده است که این غلظت یکی از زیان‌بارترین مواد در گرمایش زمین می‌باشد در قرن حاضر در حدود 4⁰ حرارت را زمین را بالا برده است و خسارات آتش سوزی و ذوب شدن آب‌های قطب را به دنبال دارد که این ذوب شدن‌ها یخ‌ها باعث سونامی زیاد در برخی کشورها

شده است و خسارات ناشی از آن گاهی جبران ناپذیر است. البته تحقیقات علمی نشان دهنده آن است که کاربن دای اکساید ناشی از احتراق کامل مواد کاربن دار در جهان 10% در آلودگی هوا نقش دارد.

اکسایدهای نایتروجن

یکی از مهم ترین آلوده کننده هوا اکسایدهای نایتروجن است که در فشارهای جزئی جو میل زیادی در تجزیه دارد که در آلودگی هوا مؤثر است که در برخی کشور عامل آن موثرها است که به طور فراوان به هوا منتشر می کنند، استندردهای هوایی پاک غلظت اکسید نایتروجن را $0.05ppm$ محدود می کند اگر از این استندرد بالا رود یعنی در حدود $2ppm$ زیان به برگ های نباتات می رساند در صورت بالا بودن غلظت از حد مجاز و متعارف روی جهاز تنفسی اثر بد دارد (فلاح زاده، 1394).

هایدرو کاربورها

یکی از آلاینده مهم دیگر می توان به هایدرو کاربورها اشاره کرد، بر طبق آمار موجود، حدود ۵۰٪ از هایدرو کاربورها موجود، در هوایی شهرها، نتیجه عمل کرد وسایط نقلیه است. منابع تخلیه این مواد از موثرها عبارت اند از مخزن بنزین یا سایر سیستم سوخت رسانی موثر هستند، هایدرو کاربورها بسته به نوع ترکیب، آثار مختلف بر سلامت دارند، در صورتی که تنفس در هوای مخلوط هزاران ذرات گاز طبیعی، اثر خوب بر سلامت ندارند، غلظت $25ppm$ از هایدرو کاربورها حلقوی بنزین، بنزین، موجب تحریک در چشم بینی و گلو می شود و در غلظت های بالاتر، ممکن است به مرگ منجر شود یکی از ساده ترین مواد عضوی در این زمینه اتلین است، این ماده در فعل و انفعالات مربوط در تشکیل گردوغبار هوا شرکت دارد و برای گیاهان مهلک می باشد، طبق تحقیقات به دست آمده، مشخص شده است که هایدرو کاربورها از طریق اکسایدهای شان ایجاد خطر می کند و نیز استندردهای هوای پاک برای هایدرو کاربورهای خالص میتان حد $0.24ppm$ را به شرطی که هوای شهر فقط در طول یک سال یک بار به این حد برسد قبول دارد (Jahangard, Fallah, 2012).

دای اکساید گوگرد

دای اکساید گوگرد از احتراق زغال سنگ و نفت تولید می شود؛ زیرا این مواد مقدار زیاد گوگرد دارند، وقت دای اکساید گوگرد وارد هوا می شود، در تماس با بخار آب موجود در هوا، اسیدسلفوریک تولید می کند، ولی غلظت این ذرات به طور قابل توجه در آلودگی هوا نقش داشته

و اثر زیان بار برای نباتات دارند که باعث بعضی امراض تنفسی برای انسان ها نیز می گردد روغن های سوختی تا حدود 3% گوگرد می تواند داشته باشد، ذوب سلفیدهای معدنی در کارخانه جات، مانند سلفیدهای مس، سرب از دیگر منابع اصلی آلودگی محسوب می گردد در حال حاضر در جو زمین میزان غلظت دای اکساید گوگرد بین 0.3 تا $1\mu\text{gm}^{-3}$ برآورد شده است (Moya, Adus, 2018).

هلوچن ها

صنایع سنگین می تواند مقدار زیاد فلوئورید وارد جو کنند کودهای فاسفرس دار بیش تر آلوده کننده جو زمین است انباشته شدن فلوئورید ممکن است باعث مسمومیت در گیاهان شود ولی تا حدود $5\mu\text{gm}^{-3}$ آثار تخریبی وسیع ندارد در جو غیر آلوده نیز کلر به صورت گاز و ذرات جامد یافت می شود که منبع اصلی آن ها بیشتر قطرات آب دریا است و انتشارات کلر از صنایع کمتر صورت می گیرد ولی یک منبع مهم آلوده کننده به حساب می آید که ناشی از وسایط نقلیه مثل موتورها است که این مواد شامل ذرات مضر سرب اند که در ترکیب نفت وجود دارد و از تجزیه فوتوکیماوی آن ها اتم ها کلر به وجود می آیند و در جو برای سلامت بشر خطرزا است و گیاهان نیز از این گاز متضرر می شود، ممکن است منابع طبیعی این هلوچن ها قطرات نمک دریایی باشد (صدر نژاد، 1387).

آلوده کننده محیط زیست در افغانستان

تولید سوخت و انرژی در کشور نیز از حامل های فوسیلی از قبیل نفت، چوب و زغال سنگ هستند که در اثر مصرف آن ها آلاینده های از قبیل گاز کاربونیک، منواکساید کاربن دای کساید کاربن، اکساید های نایتروجن و هایدرو کاربورها که در ترکیبات سوخت های فوسیلی وجود دارد در محیط زیست پخش می شوند، این مواد مضر معمولاً از مصرف سوخت فوسیلی در کارخانه جات، صنایع، مصرف خانگی و ترانسپورت منشأ می گیرند، استفاده بیش از حد برای گرم کردن منازل و سوختاندن چوب، زغال، نفت باعث آلودگی آب و هوا در برخی نقاط کشور گردیده است، از جمله شهر کابل یکی از مشکلات جدی آلودگی های ناشی از مواد آلوده کننده را تجربه می کند که عوامل آن را می توان استفاده از مواد سوختی غیر معیاری، زغال سنگ، پلاستیک و سایر مواد مضر دانست، بر علاوه وسایل نقلیه فرسوده نیز در آلوده کردن شهر نقش بالای دارد که در این وسایل سوخت های بی کیفیت باعث تولید گاز های آلاینده می گردد، همچنین گردوغبار طبیعی و فعالیت کارخانه جات تولیدی از قبیل کارخانه جات گچ سازی و صنایع دیگر و مدیریت نامناسب زباله های شهری نیز به این مشکل دامن زده است. برای راه حل آن ترویج استفاده از گاز طبیعی، توسعه

انرژی‌های تجدید پذیر، توسعه و نوسازی وسایط نقلیه، نصب تکنالوژی‌های عصری برای کاهش مواد آلوده‌کننده، افزایش ساحات سبز و سیاست‌گذاری مؤثر و نظارت دولت می‌تواند در کاهش آلودگی شهرها از جمله کابل مؤثر واقع گردد.

روش‌های جلوگیری از آلودگی هوا

انسان‌ها با دستیابی به منبع سوخت‌های فوسیلی مانند زغال‌سنگ، نفت و گاز قدرت تخنیکی و صنعتی خود را به صورت بی‌سابقه‌ی افزایش داده است، همچنین نیاز روزافزون بشر و صنایع آن به انرژی فوسیلی و مصرف بی‌رویه آن باعث خواهد شد تا این ذخیره عظیم زمین تخلیه شود، با توجه به اینکه ذخیره سوخت فوسیلی به سرعت مصرف می‌شود باعث آلودگی آب‌وهوا زمین گردید ه است و سلامت زنده جان‌ها را به مخاطره افکنده است. نسل فعلی وظیفه دارد به آن دسته از منابع انرژی رو آورد که دارای عمر و پوتنشیل زیادی هستند، پس برای حفاظت محیط‌زیست و سلامت راه‌های مختلف وجود دارد و بهترین آن‌ها استفاده از انرژی‌های طبیعی مناسب تجدید پذیر رو آورده و دانش خود را برای بهره‌وری و استفاده از آن‌ها گسترش دهد.

درواقع در محراق توجه قرار دادن استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر، بحث آلودگی‌های محیط زیستی و سایر خطرات ناشی از مصرف سوخت‌های فوسیلی برای جوامع بشری است، اما استفاده از انرژی اتمی که از جمله انرژی‌های مناسب برای تهیه انرژی محسوب می‌گردد نیز دارای مشکلات است و زباله‌های اتمی ناشی از نیروگاه‌های اتمی دارای هزینه‌های سنگین اقتصادی آن به شکلی مضاعف از دیگر موانع کاربرد انرژی هسته‌ی است، به همین اساس لزوم استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر را برای کشورها آشکار می‌سازد، سهم منابع انرژی‌های نو مثل انرژی‌های خورشیدی، آبی، باد، امواج دریا و سرانجام هایدروجن، در حال حاضر نقش تعیین‌کننده در صیانت از محیط‌زیست و سلامت بشر ایفا می‌کند، همان‌طور که انرژی‌های فوسیلی در قرن بیستم موجب تحولات عظیم صنعتی شده است (پری زاده، رستم زاده، ۱۳۹۹). برای حال و قرن‌های آینده نیز انرژی تجدید پذیر از محورهای اصلی توسعه و تکنالوژی خواهد بود، نیاز روزافزون به انرژی از یک طرف و محدودیت منبع فوسیلی و خطرات ناشی از آن از طرف دیگر تأثیر متقابل بر بخش انرژی گذاشته است. بر علاوه استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر نیز به علل مختلف از جمله مسائل اقتصادی، بازدهی کم نیز مهم پنداشته می‌شود، در صورت که ناچار باشیم از سوخت‌های فوسیلی

استفاده کنیم، باید تدابیر اتخاذ گردد که سوخت‌های فوسیلی همراه با حداقل آلودگی استفاده گردد که به حداقل رساندن استفاده از سوخت‌های فوسیلی عبارت‌اند از: مصرف سوخت فوسیلی حداقل مواد آلاینده را داشته باشد مثلاً از گاز به جای زغال سنگ در صورت امکان استفاده گردد.

اصلاح کیفیت سوخت‌های فوسیلی مانند استفاده از روش‌های گوگرد گیری از سوخت‌های سنگین نفتی؛ جلوگیری از توزیع آلاینده‌ها از طریق به کارگیری تجهیزات مناسب و تکنالوژی جدید مثل خارج سازی مواد آلاینده موجود در گازها، ته نشینی به کمک قوه ثقل که در طول دوکش تخلیه گاز کار گذاشته می شود و ذرات به ته اتاق ته نشین می گردد و ته نشین از طریق قوهی گریز از مرکز است که در این روش جریان هوا یا گاز دارای ذرات معلق در دستگاه سیکلون به حرکت دایروی درمی آید و در نتیجه قوه گریز از مرکز ذره از جریان گاز خارج می شود که ذرات گاز را با قطر $200 - 500\mu m$ را جمع آوری و ته نشین می نمایند، استفاده از و سیال نمک گیر یا تصفیه کننده است با به کارگیری این وسایل و تصفیه کننده داخل گازها را می توان با مایع شوینده منتقل کرد تا در آن به کمک دستگاه به سادگی دفع گردد. بر علاوه آن‌ها رسوب دهنده‌های برق و وگردگیری از نفت سنگین نیز کاربرد زیاد در تصفیه مواد آلوده کننده‌های محیط دارد (ثقفی، ۱۴۹۱).

بحث

استفاده از سوخت‌های فوسیلی مانند زغال سنگ، گاز طبیعی و نفت، تأثیرات وسیعی بر سلامت انسان‌ها و محیط زیست دارد این تأثیرات می توانند به صورت مستقیم یا غیرمستقیم بر آب و هوا، خاک، گیاهان حیوانات و سلامت محیط زیست اثر گذرا باشند، انتشارات گاز گلخانه‌ای که سوخت‌های فوسیلی مهم ترین منبع آن است کاربن دای اکساید بوده و عامل اصلی تغییرات اقلیمی به شمار می رود. عمده ترین گازهای گلخانه‌ای که انسان در تولید و افزایش آن نقش مؤثر و جدی دارد، عبارت‌اند از کاربن دای اکساید، میتان، اکساید نایتروجن و گازهای خانواده‌ی فلوراید است که گاز مضر ناشی از سوخت‌های فوسیلی به ۵۶٪ در آلودگی آب و هوا سهم داشته که از آن جمله گاز متان ۱۴.۳٪ و اکساید نایتروجن ۷.۹٪ و کاربن دای اکساید ۱۷.۳٪ برآورد شده است که کاربن دای اکساید بیش ترین مدت در جو زمین باقی می ماند که مهم ترین تهدید انتشارات گازهای گلخانه‌ی گرمایش زمین است و اکثر بلایایی طبیعی از قبیل آتش سوزی و

سونامی‌ها از آن ناشی می‌گردد، البته جوامع توسعه‌یافته اقدامات برای کاهش گازهای گلخانه‌ای انجام داده که در پروتکل (کیوتو) انعقاد گردیده است ولی نتایج مؤثری در برنداشته است. در قرن ۲۱ فعالیت‌های انسانی در تولید گازهای گلخانه‌ای افزایش یافته است و این امر باعث شده است که حدود $\frac{1}{6}$ جمعیت جهان با مشکل دسترسی به آب آشامیدنی مواجه شود و خشک‌سالی‌های متواتر باعث کاهش محصولات در نواحی مختلف شده و امنیت غذایی را به چالش مواجه ساخته است و با گرم شدن کره زمین ناشی از انتشارات گاز گلخانه‌ای سطح آب دریا بالا آمده و کشورهای که ارتفاع شان از سطح دریاها و اقیانوس کم است در معرض آب‌گرفتگی قرار گیرد، همچنین علاوه بر مخاطرات محیط‌زیستی ناشی از انتشار گاز گلخانه‌ای مثال مانند فاجعه چرنوبیل و یا فاجعه چاه‌های نفت را نام برد در حالی که فعالیت‌های انسانی در مصرف سوخت‌های فوسیلی روزبه‌روز بنا به ارتباط به انرژی افزایش یافته است.

آنچه از مطالعات فوق برمی‌آید روال که انسان در مصرف انرژی فوسیلی با طبیعت زمین پیش گرفته است، در آینده‌ها نه‌چندان دور درحالی که سطح اقیانوس‌ها بالاتر می‌آید و آب و هوایی کره زمین آلوده‌تر می‌شود، وقوع خطر شدت بیشتر می‌یابد و از سوی دیگر خشک‌سالی‌های شدید مردم مختلف را در جهان وادار به مهاجرت کرده و این امر باعث مشکلات امنیتی و امنیت غذایی می‌گردد. راه‌حل اساسی برای مقابله با گرمایش زمین و آلودگی محیط‌زیست استفاده از انرژی نو می‌باشد در صورت استفاده از انرژی قابل تجدید که شامل انرژی‌های خورشیدی، بادی، امواج دریا و انرژی حرارتی مرکز زمین می‌شود، دولت‌ها می‌تواند انرژی‌بخش اعظمی از انرژی موردنیاز از این طریق به‌صورت پایدار تأمین می‌کند؛ و خطرات ناشی از سوخت‌های فوسیلی را به حد قابل ملاحظه‌ای کاهش دهد.

نتیجه گیری

شناسایی منابع سوخت‌های فوسیلی برای آلودگی محیط و سلامت برای بشر بسیار مهم است که این منابع در نتیجه فعالیت‌های زیستی و پدیده‌های زمین‌شناسی، بخشی از گاز کاربن‌دای اکساید جو در سوخت‌های فوسیلی (نفت، گاز، زغال‌سنگ) تجمع یافت است. افزایش تولید کاربن‌دای اکساید تأثیر منفی بر وضعیت سلامت و محیط داشت؛ بنابراین سیاست‌هایی در جهت کاهش آلاینده‌های ضروری به نظر می‌رسد که در این جهت محدود کردن استفاده از سوخت‌های فسیلی، جایگزینی انرژی‌های تجدید پذیر، پیشنهاد می‌گردد؛ همچنین با اوج استفاده از منابع سوخت‌های فوسیلی تا اکنون و ادامه این روند تا سال ۲۰۶۰م یعنی در حدود ۳۶ سال دیگر، پیش‌بینی می‌گردد که تقریباً ۸۰٪ از ذخایر فوسیلی جهان به مصرف خواهد رسید. افزایش ناگهانی کاربن‌دای اکساید صنعتی شدن جهان یعنی سال‌های ۱۹۷۰م در چنین زمان کوتاهی به معنای وارد کردن یک شوک ناگهانی به ترکیب جو و در نتیجه افزایش گرمای زمین است و ممکن است که این روند شدیدتر شود. این مشکل باعث تغییراتی در آب و هوایی کره‌ی زمین شده و نتیجه آن تغییرات شدید بارندگی، خشک‌سالی در برخی مناطق دنیا، تغییر الگوی بارندگی و نوع آن در آینده نزدیک خواهد بود. سیاره زمین، خشک شدن بسیاری از دریاچه‌ها را شاهد است و همچنین تغییر در آلودگی‌های جو زمین و آسیب‌های ناشی از ذرات سوخت‌های فوسیلی جامعه بشری و برخی از گونه‌های زیستی را تهدید می‌کند. جلوگیری از توزیع آلاینده‌ها از طریق به‌کارگیری تجهیزات مناسب و تکنالوژی جدید مثل خارج‌سازی مواد آلاینده موجود در گازها، ته‌نشینی ذرات توسط ابزارهای تصفیه‌کننده تنها راه‌حل رسیدن به کاهش خطرات و آسیب ناشی از سوخت‌های فوسیلی بوده یا اینکه انرژی‌های بدیل تجدید پذیری مانند انرژی‌های خورشیدی، بادی، آبی، امواج و انرژی حرارتی به هدف، صیانت از محیط‌زیست و سلامت انتخاب شوند.

منابع

- جان، تونیدل (۱۴۰۱)، منابع انرژی تجدید پذیر، ترجمه، فقیهی، فرامرز؛ جهانی، روزبه، تهران، سها پویش.
- غلامی، ارین نیکپور، ساغر. (۲۰۲۳). بررسی تأثیر مصرف انرژی‌های تجدید پذیر و تجدید ناپذیر بر شاخص توسعه انسانی در ایران فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی. تهران: فصلنامه.
- فلاح زاده، محمدهادی. (۱۳۹۴). آشنایی با فزیک. تهران: موسسه فرهنگی مطالعات و تحقیقات بین‌المللی ابرار معاصر تهران.
- پری زاده، رستم زاده. (۱۳۹۹)، سلول‌های پلیمری، فن‌آوری نوین فتو تو ولتائیک، تهران: کنفرانس ملی انرژی‌های تجدید پذیر.
- گلشن، فرد امین، عباس، نورالهی یونس، یوسفی حسین، انصاری پور شیوا. (۲۰۲۱). مروری بر جایگاه و نقش انرژی‌های تجدید پذیر در توسعه سیستم‌های انرژی هوشمند.
- محمدی، سبحانی، حیدری، حسن، صادقی سقدل. (۲۰۲۳). بررسی تأثیر پیچیدگی اقتصادی و مصرف انرژی تجدید پذیر ابرآلودگی‌های زیست‌محیطی در کشورهای درحال توسعه. پژوهش‌های اقتصادی رشد و توسعه پایدار نقدی، کاغذیان، لشکری زاده. (۲۰۲۲). تأثیر شهرنشینی بر مصرف انرژی‌های تجدید پذیر و تجدید ناپذیر در کشورهای درحال توسعه علوم و تکنولوژی محیط‌زیست.
- صدر نژاد، خطیب الاسلام، کرمان پور، احمد (۱۳۸۶). سوخت و انرژی، تهران: دانشگاه صنعت شریف، موسسه انتشارات علمی.
- بی. آر، مارتین، جی، شاو. (۱۳۹۲). فزیک ذرات بنیادی، ترجمه، علی رضا وفایی، مشهد: انتشارات جاودان خرد. ایران
- فاطم، ق. (۲۰۱۸). بررسی اثرات محیط زیستی انرژی‌های پایدار (مطالعه موردی: انرژی‌های خورشیدی، باد و هیدروالکتریک). تهران: کنفرانس ملی انرژی قابل تجدید.

- Timmons, D., Harris, J. M., & Roach, B. (2014). The economics of renewable energy. *Global Development and Environment Institute, Tufts University*, 52, 1-52.
- Infield, D., & Freris, L. (2020). *Renewable energy in power systems*. John Wiley & Sons.
- Olabi, A. G., & Abdelkareem, M. A. (2022). Renewable energy and climate change. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 158, 112111.

- Moya,D, Aldas,C, Kaparaiu,p. (2018). Geothermal energy: Power plant technology and direct heat applications. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 94, 889-901.. (pp. 6-3). New delhi: National Conefrence.
- Jahangard E, Ranjbar Fallah MR, Sarabadany tafreshi s. an estimation of health function production in Iran. Financial Economics and Development 2012; 6: 9-28 [Persian]