



مجله علمی-تحقیقی حوزه علوم
طبیعی پوهنتون کابل، ۱ (۳) ۱۳۹۹

استفاده از انرژی قابل تجدید جهت کاهش تأثیرات تغییرات اقلیمی در افغانستان

پوهندوی دکتر نوراحمد آخندزاده^۱
تقریظ دهنده: پوهاند عبدالغیاث صافی

چکیده

افغانستان در تولید گازات گل‌خانه‌یی که عامل اصلی تغییر اقلیم در جهان شمرده می‌شود، سهمی بسیار ناچیزی دارد؛ اما از تأثیر تغییرات اقلیمی عمیقاً متأثر گردیده است. عامل اصلی تغییرات اقلیمی و گرم شدن کره زمین تولید و تراکم گازهای گل‌خانه‌یی در نتیجه استفاده از منابع انرژی غیرقابل تجدید فسیلی (زغال سنگ، پترولیم و گاز طبیعی) در اتمسفر است. منابع انرژی قابل تجدید (برق آبی، آفتابی، بادی، جیوترمال، بایومس و غیره) بدیل انرژی تجدیدناپذیر فسیلی است. ظرفیت تولید انرژی از منابع انرژی قابل تجدید کشور اعم از انرژی برق آبی، آفتابی، بادی، بایومس و جیوترمال نهایت زیاد است. افغانستان با داشتن منابع وافر انرژی قابل تجدید ظرفیت عالی جهت سازگاری با تغییرات اقلیمی و کاهش تأثیرات تغییرات اقلیمی را دارا است. بنابراین، هدف اصلی این تحقیق، ارزیابی و سنجش ظرفیت منابع انرژی قابل تجدید کشور و نقش آن در کاهش تغییرات اقلیمی و انکشاف پایدار کشور است.

اصطلاحات کلیدی: انرژی تجدیدپذیر؛ کاهش تأثیرات تغییرات اقلیمی؛ ظرفیت انرژی تجدیدپذیر؛ افغانستان؛ انکشاف پایدار

Climate Change Impact Mitigation through Renewable Energy Use in Afghanistan

Asstt. Prof. Noorahmad Akhunzadah

Abstract

Afghanistan has no contribution in Greenhouse Gas (GHG) emissions in global scale, however Afghanistan is deeply affected by the impacts of climate change. The main cause of climate change and global warming is the GHG emission by continued use of non-renewable energy resources of fossil fuels (Coal, Petroleum and Natural Gas) however the renewable energy resources (Hydropower, Solar, Wind, Hydrothermal, Biomass...) is alternative of the non-renewable energy resources and mean of climate change mitigation and adaptation. Renewable energy sources, including hydropower, solar, wind power, biomass are abundant and their capacity is much more than total national electricity demands. With huge electricity potential, abundant water resources and extensive arable land, Afghanistan has high capacity to adapt and mitigate climate change impacts. Therefore, the main purpose of this paper is to assess capacity of the country's renewable energy resources and its role in climate change mitigation and sustainable development of the country.

Keywords: Renewable Energy; Climate Change Mitigation; Renewable Energy Potential; Afghanistan; Sustainable Development.

ارجاع

آخندزاده، نوراحمد. (۱۳۹۹). استفاده از انرژی قابل تجدید جهت کاهش تأثیرات تغییرات اقلیمی در افغانستان. مجله علمی-تحقیقی حوزه علوم طبیعی پوهنتون کابل، شماره ۱ (۳)، صص ۱۱ - ۲۲.

^۱ استاد پوهنځی محیط‌زیست، پوهنتون کابل

مقدمه

تغییر اقلیم به معنای تغییر مقداری در اوسط طویل‌المدت (۲۰ الی ۴۰ سال) عناصر جوی بالای یک منطقه جغرافیایی است. تغییر اقلیم یک مسأله بسیار خطرناک و مغلق و پیچیده بوده که عامل اصلی ایجاد آن بشر و فعالیت‌های بشری می‌باشند [۱، ۲]. انقلاب صنعتی قرن ۱۸ آغاز پروسه تغییرات اقلیم و گرم شدن کره زمین محسوب می‌شود [۳]. در انقلاب صنعتی، تولید صنعت از دست انسان به ماشین منتقل گردید و انکشاف صنعت آن عصر متکی به منابع انرژی غیرقابل تجدید، مانند پترولیم، زغال سنگ و گاز طبیعی بود که منجر به تولید و تراکم گازهای گل‌خانه‌یی اعم از کاربن‌دای‌اکساید (CO_2)، متان (CH_4)، نایتروس‌اکساید (N_2O) در آتمسفر گردید. تراکم گازهای گل‌خانه در طبقه تحتانی آتمسفر، حرارت اضافی منعکس شده تشعشعات آفتاب به سطح زمین را جذب نموده و سبب گرم شدن هوای کره زمین گردیده است [۴].

در ۱۳۰ سال گذشته درجه حرارت سطح زمین و آتمسفر آن تقریباً به اندازه ۰٫۶ الی ۰٫۸ درجه سانتی‌گراد گرم‌تر شده است [۵، ۶]. تغییرات اقلیمی سبب صعود سطح آب‌آب‌حار، ذوب شدن یخ‌چال‌ها و کاهش پوشش برف، تغییر در سایکل جهانی هایدرولوجی، بارش‌های شدید، سیلاب‌ها، خشک‌سالی‌ها، و بالاخره سبب حوادث بحرانی هوا در سراسر جهان گردیده است [۷].

سهم ملی افغانستان در تولید گازات گل‌خانه‌یی بسیار ناچیزی بوده اما افغانستان از تأثیرات تغییر اقلیم عمیقاً متأثر شده است [۸، ۹]. مطالعات نشان می‌دهد که از دهه ۱۹۶۰م به این سو، اوسط درجه حرارت هوا در افغانستان به اندازه ۰٫۶ درجه سانتی‌گراد افزایش یافته که به‌طور اوسط ۰٫۱۳ درجه سانتی‌گراد در هر ده تخمین شده و بارش‌ها به‌طور اوسط به میزان ۰٫۵ ملی‌متر در ماه و دو فیصد در یک ده کاهش یافته است [۱۰، ۱۱].

مطالعات جدید نشان می‌دهد که افزایش درجه حرارت در افغانستان از سال ۱۹۵۱ الی ۲۰۱۰ به‌طور اوسط ۱٫۸ درجه سانتی‌گراد تخمین شده است و میل صعود اوسط درجه حرارت همراه با میل نزولی بارش رو به افزایش است [۹]. تأثیرات تغییرات اقلیمی در افغانستان سکتورهای مهم طبیعی مانند منابع آب، زراعت، انرژی، آب‌رسانی را عمیقاً متأثر نموده و سبب وقوع سیلاب‌ها، خشک‌سالی‌ها، تخریب خاک و آلوده‌گی محیط‌زیست شده است [۱۲، ۱۴]. از آنجای‌که، معیشت حدود ۸۰ فیصد مردم افغانستان متکی به عواید زراعتی است و زراعت تقریباً نصف عواید خالص داخلی کشور را مهیا می‌سازد [۱۵]، تأثیرات تغییرات اقلیمی مستقیماً اقتصاد، معیشت، امنیت غذایی و اقتصاد و اجتماع کشور را متضرر ساخته است [۱۶، ۱۷].

طوری که فوقاً تذکر یافت این که عامل اصلی تغییر اقلیم استفاده از منابع انرژی تجدیدناپذیر است اما منابع بدیل انرژی فسیلی منابع قابل تجدید انرژی به شمار می رود. منابع قابل تجدید انرژی عبارت از انرژی آبی، آفتابی، بادی، بایومس، جیوترمال، انرژی هایدروجن، مد و جذر و ایتانول شامل می باشد [۳].

استفاده از منابع انرژی قابل تجدید مذکور هیچ نوع گازات گل خانه‌یی را تولید نمی کند و به هیچ صورت سبب آلودگی محیط زیستی نمی شود. یگانه راه اساسی مبارزه با تغییرات اقلیمی و کاهش تأثیرات آن، استفاده از انرژی قابل تجدید فوق الذکر محسوب می شود [۶].

از طرف دیگر افغانستان دارای ظرفیت طبیعی خوبی جهت کاهش و سازگاری با تغییرات اقلیمی با استفاده از انرژی قابل تجدید را دارد. افغانستان ظرفیت کافی تولید برق آبی، آفتابی، بایومس، باد و جیوترمال را دارا بوده که یک بدیل خوب برای مواد سوخت فسیلی بشمار می‌رو [۱۸]. هم‌چنان، مدیریت و تنظیم منابع آبهای سطحی فرصت‌های خوبی برای آبیاری زمین‌های وسیع، انکشاف زراعت و پوشش نباتی که در کاهش و سازگاری با تغییرات اقلیمی ممد تمام می‌شود و از طرف دیگر این روند به انکشاف اقتصادی و خودکفایی کشور می‌انجامد.

اهداف اساسی تحقیق مذکور، ارزیابی، سنجش و محاسبه مقدار منابع انرژی قابل تجدید و استفاده از آن جهت کنترل و کاهش تأثیرات تغییرات اقلیمی در کشور و نقش آن در توسعه پایدار کشور می‌باشد.

در این مقاله از میتودهای مختلط تحقیقاتی که شامل تحقیق کتاب‌خانه‌یی، تحلیل و بررسی ارقام موجود منابع انرژی قابل تجدید کشور می‌باشد، استفاده صورت گرفته است. جهت تحلیل و بررسی ارقام موجود منابع انرژی قابل تجدید از قبیل دسچارج دریاها، انرژی افتاب (تشعشعات اورودی افتاب)، میزان انرژی بادی، بایومس و جیوترمال از پروگرام اکسیل کمپیوتر استفاده شده است.

برای محاسبات انرژی آفتابی از معلومات و دیتاهای سایت SolarGIS استفاده شده که به هم‌کاری World Bank Group و Energy Solar Management Assistance Program (ESMAP) تهیه و ترتیب گردیده است. معلومات انرژی بادی قسماً از سایت (<https://globalwindatlas.info>) تهیه گردیده است. هم‌چنان در تهیه و ترتیب این مقاله بیشتر از 20 مأخذ معتبر از نشرات ملی و بین‌المللی استفاده شده است.

مبانی نظری و پیشینه تحقیق

بر اساس معلومات گزارش سروی چگونگی زندگی در افغانستان که توسط احصایه مرکزی طی سال‌های ۲۰۱۳ و ۲۰۱۴م در کشور انجام شده حدود ۸۹ فیصد خانواده با استفاده از شیوه‌های مختلف به برق دسترسی داشته که از این میزان تنها ۲۹,۷ فیصد به شبکه ملی برق وصل است [۱۹]. عرضه فیصدی زیادی شبکه برق توسط برق وارداتی تمویل می‌شود و میزان اندک توسط دستگاه‌های برق آبی کشور تهیه می‌شود. بر اساس ماستر پلان سکنتور برق افغانستان، طرح ملی تقاضا یا مصرف خالص میزان برق ۲۸۰۰ گیگاوات در ساعت در سال ۲۰۱۲ تخمین گردیده و این رقم به ۱۵۹۰۹ گیگاوات در ساعت افزایش الی سال ۲۰۳۲ تخمین گردیده است [۲۰]. براین اساس، به‌طور اوسط یک رشد ۹,۸ درصدی را نشان می‌دهد. حد اعظمی افزایش مصرف برق تقریباً ۶۰۰ میگاوات در آغاز دوران پیشبینی (۲۰۱۲) و ۳۵۰۲ میگاوات الی سال ۲۰۲۳ که تقریباً ۸,۶ درصد در سال افزایش را پیشبینی کرده است [۲۱]. دولت افغانستان تصمیم دارد که قسمت عمده‌ی طرح مصرف برق کشور را از منابع انرژی قابل تجدید تمویل نمایند.

منابع انرژی قابل تجدید افغانستان

ظرفیت منابع انرژی قابل تجدید افغانستان نهایت زیاد و وافر بوده که مصرف داخلی را به کلی می‌توان مرفوع ساخته و حتی ممکن که برق را به کشورهای متطقه صادر نماید. کشور دارای منابع کافی انرژی برق آبی، آفتابی و بادی بوده که می‌توان با میزان کم و یا زیاد انرژی قابل تجدید پاک را تولید کند. منابع انرژی جیوترمال کشور ظرفیت کافی دارد اما تا حال بطور همه‌جانبه تحقیق و تشخیص نه شده است. تولید انرژی بایومس و بای‌گاز خاصاً از بقایای مواد زراعتی (عضوی) دارای ظرفیت عالی است. فعلاً بقایای مواد زراعتی جهت پخت و تسخین منازل استفاده می‌شود که تولید گاز کاربندای اکساید را در قبال خود دارد اما می‌توان این مواد را جهت تولید برق استفاده کرد. منابع مهم انرژی قابل تجدید کشور جهت تولید برق با قیمت تخمینی انکشاف آن ذیلاً تشریح گردیده است.

منابع انرژی برق آبی (Hydropower)

با درنظر داشت ساختار اراضی کوهی و تشکیل سیستم دریاها افغانستان ظرفیت انرژی برق آبی بیشتر از ۲۳۰۰۰ میگاوات تخمین شده است. قسمت اعظم این ظرفیت تقریباً ۲۰۰۰۰ میگاوات در حوزه آب‌گیر دریای آمو متمرکز بوده، تقریباً حدود ۱۹۰۰ میگاوات برق آن در حوزه آب‌گیر دریای کابل وجود دارد که نصف این ظرفیت را دریای کُنر تشکیل می‌دهد. مناطق در شمال غرب کشور (بلخ و جوزجان) تقریباً ظرفیت تولید ۸۰۰ میگاوات برق آبی موجود بوده و حدود ۵۰۰ میگاوات ظرفیت در

غرب مناطق مرکزی کشور وجود دارد [۲۱]. ارزیابی نشان می دهد که تولید برق آبی اقتصادی تر است. براساس شاخص های متوسط قیمت انرژی (Levelized Costs of Energy = LCOEs) قیمت فی کیلووات در ساعت ۰,۰۴۵ الی ۰,۱۰ دالر امریکایی تخمین شده است [۲۱].

بر اساس معلومات شرکت بریشنا، از تمام ظرفیت موجود ۲۵۶ میگاوات (معلومات مارچ ۲۰۱۶) فعلاً تولید می شود و کل این ظرفیت در حوزه آبگیر دریای کابل تولید می شود، هم چنان ۴۲ میگاوات برق توسط بند سلما در ولایت هرات تولید می شود. در سال ۲۰۱۳ میلادی شرکت Fichtner جرمنی تحقیقات ابتدایی را تحت عنوان ماستر پلان سکتور برق افغانستان در نقاط پیشنهادی برای اعمار بندهای آبی برق انجام داده است [۲۰]. جدول ۱، خلاص نتایج تحقیقات شرکت مذکور را نشان می دهد.

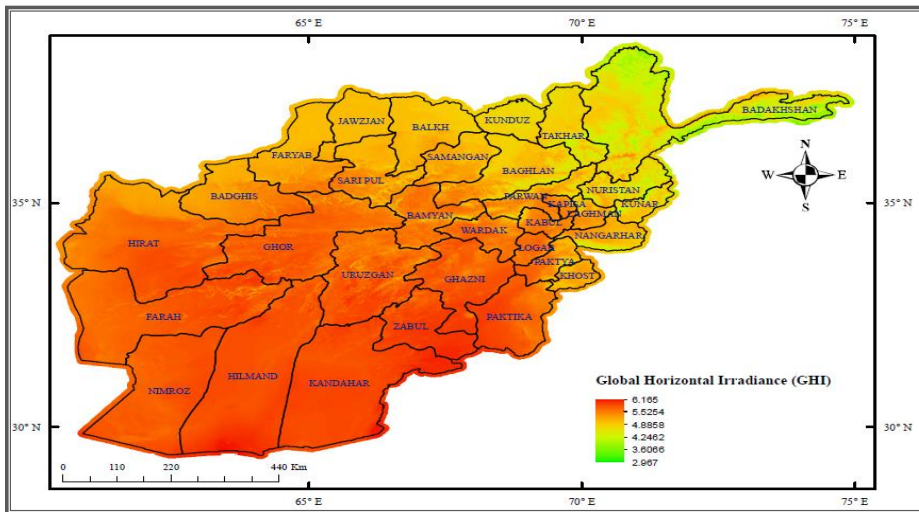
جدول ۱: پروژه های بند برق آبی فعال و بندهای برق پیشنهادی [۲۰].

| شماره | پروژه | دریا | ولایت | ظرفیت به میگاوات (MW) | تولید سالانه انرژی به گیگاوات در ساعت (GWh) | قیمت تخمینی (دالر امریکایی به میلیون) | قیمت (فی کیلووات در ساعت به دالر امریکایی) |
|-------|--------------|-----------|--------------|-----------------------|---|---------------------------------------|--|
| ۱ | باغ دره | پنجشیر | کاپسا/ پروان | ۲۱۰ | ۹۶۸ | ۶۰۰ | ۰,۰۶۸ |
| ۲ | سروبی-۲ | کابل | لغمان | ۱۸۰ | ۸۹۱ | ۷۰۰ | ۰,۰۸۷ |
| ۳ | کنر (A) شل | کنر | کنر | ۷۸۹ | ۴۷۷۲ | ۲۰۰۰ | ۰,۰۴۶ |
| ۴ | الحاقیه کجکی | هلمند | هلمند | ۱۰۰ | ۴۹۳ | ۳۰۰ | ۰,۰۶۷ |
| ۵ | کوکچه | کوکچه | بدخشان | ۴۴۵ | ۲۲۳۸ | ۱۴۰۰ | ۰,۰۶۹ |
| ۶ | گلبهار | پنجشیر | پنجشیر | ۱۲۰ | ۵۹۴ | ۵۰۰ | ۰,۰۹۳ |
| ۷ | کپار | پنجشیر | پنجشیر | ۱۱۶ | ۵۷۴ | ۴۵۰ | ۰,۰۸۶ |
| ۸ | کامه | کنر | ننگرهار | ۴۵ | ۲۲۳ | ۱۸۰ | ۰,۰۸۹ |
| ۹ | کنر (B) سگای | کنر | کنر | ۳۰۰ | ۱۴۸۵ | ۶۰۰ | ۰,۰۴۵ |
| ۱۰ | تمدید کجکی | هلمند | هلمند | ۱۸,۵ | ۹۱ | ۹۰ | ۰,۱۰۹ |
| ۱۱ | اولمباغ | هلمند | اروزگان | ۹۰ | ۴۴۴ | ۴۰۰ | ۰,۰۹۹ |
| ۱۲ | کیله گی | بغلان | بغلان | ۶۰ | ۲۹۷ | ۲۵۰ | ۰,۰۹۳ |
| ۱۳ | سلما | هریرود | هرات | ۴۰ | ۱۹۷ | ۲۰۰ | ۰,۱۱۲ |
| ۱۴ | آمو علیا | دریای آمو | بدخشان | ۱۰۰۰ | ۴۹۵۵ | ۲۵۰۰ | ۰,۰۵۶ |
| ۱۵ | دشت جام | پنج | | ۴۰۰۰ | ۱۹۸۱۹ | ۸۰۰۰ | ۰,۰۴۴ |
| | مجموع | | | ۷۵۱۳,۵ | ۳۸۰۴۱ | ۱۸۱۷۰ | ۱,۱۶۳ |

ردیف آخر جدول فوق قیمت تخمینی تولید هر کیلووات انرژی در ساعت را به حساب دالر امریکایی هر پروژه را نشان می دهد. در سراسر کشور بیشتر از ۵۰۰۰ بند برق کوچک اعمار گردیده، معمولاً مناطق و قریه های که تا حال به شبکه ملی برق وصل نگردیده از این منابع تولید برق تمویل می شود.

منابع انرژی آفتابی

افغانستان تقریباً بین ۳۰ و ۳۸ درجه عرض البلد شمالی و ۶۰ تا ۷۵ درجه طول البلد شرقی موقعیت دارد. این کشور با داشتن ۳۰۰ روز آفتابی در سال اوسط ظرفیت تولید انرژی آفتابی بر حسب تشعشعات مایل جهانی (Global Horizontal Irradiance = GHI) ۶,۵ کیلووات در هر متر مربع در روز تخمین شده است. ظرفیت بیشتر تولید برق آفتابی در مناطق جنوبی مانند ولایات قندهار، هلمند، فراه و هرات وجود دارد. در ولایت‌های شمالی اوسط تابش، ۴.۵ کیلووات در هر متر مربع سطح در روز تخمین شده که از نقطه نظر تخنیکی تولید برق آفتابی در این مناطق استحصال برق آفتابی نیز ممکن است. بنابراین، محاسبات، ظرفیت کلی تولید برق آفتابی کشور ۲۲۲۰۰۰ میگاوات در سال تخمین شده است [۲۲]. بر اساس شاخص LCOEs به طور اوسط قیمت فی کیلووات در ساعت تولید انرژی آفتابی ۰,۱۰ دالر امریکایی تخمین شده است و انتظار می‌رود که قیمت تولید انرژی آفتابی کاهش یابد [۲۱].



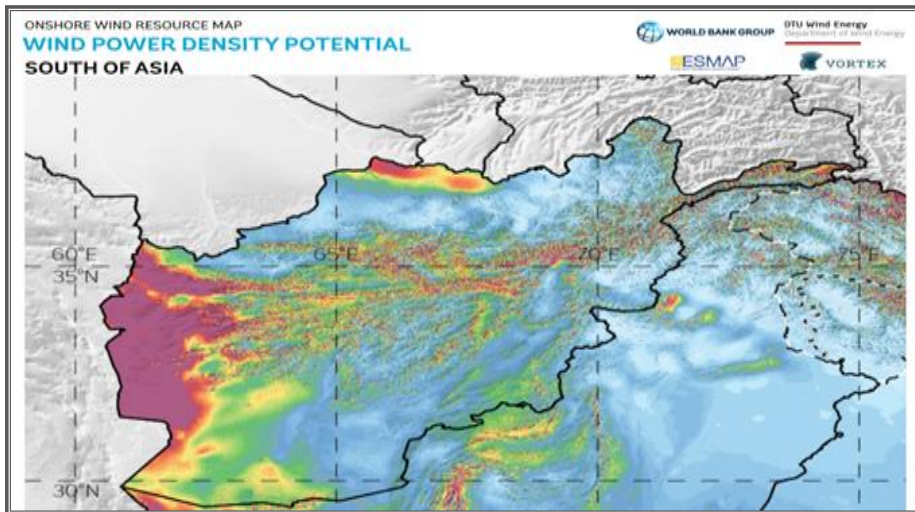
شکل ۱: مناطق با پوتنسیل زیاد و کم انرژی آفتابی کشور را نشان می‌دهد. (منابع: دیتای فوق توسط منابع ذیل تهیه گردیده است: (World Bank Group), (Energy Solar Management Assistance Program = ESMAP) و (SolarGIS)).

دو نوع تخنیک و تکنالوجی در تولید برق آفتابی وجود دارد که عبارتند از: Solar Photovoltaic (PV) و Concentrated Solar Power (CSP). در سیستم PV، پنل‌های آفتابی تشعشعات آفتاب را مستقیماً به انرژی برقی تبدیل می‌کند. در این تخنیک از یک و یا چندین صفحه نیمه‌قابل نفوذ استفاده می‌شود. زمانی که الکترون‌های وارده تشعشعات آفتاب به آن تصادم کند الکترون‌های مذکور را پس منعکس نموده و سبب تولید جریان برق مستقیم (DC) و یا به جریانات فعال (AC) تبدیل می‌شود. در سیستم

CSP، از یک ردیف شیشه استفاده می‌شود که تشعشعات یک ساحه وسیع را به یک ساحه کوچک (محراق) هدایت می‌دهند که در نتیجه مقدار زیاد حرارت در محراق تولید گردیده و توسط مایع که حرارت زیادی را می‌توان در خود حفظ و انتقال می‌دهد. مانند تیل و یا نمک آب، حرارت مذکور ذخیره شده، بخار را تولید می‌نماید و توسط آن توربین‌های بخار را به حرکت در آورده و از آن برق تولید می‌شود. که استفاده از هر دو تکنیک فوق‌الذکر جهت تولید برق در کشور اقتصادی می‌باشد.

منابع انرژی بادی

منابع انرژی بادی افغانستان ظرفیت کافی تولید برق را دارا بوده اما مناطق دارای انرژی بادی بسیار زیاد در مناطق مختلف کشور پراکنده است. ظرفیت کلی تولید برق بادی کشور تقریباً ۱۵۰۰۰۰ میگاوات تخمین شده است. ۶,۸ متر فی ثانیه اوسط سرعت وزش باد به حیث حد نهایی برای تمام پروژه تعیین شده است. به خصوص مناطق که اوسط سرعت باد در آن ۶,۸ متر فی ثانیه است. با در نظر داشت محدودیت‌ها و دسترسی به ساحات که توپوگرافی مغلق دارد، ظرفیت قابل بهره‌برداری انرژی بادی تقریباً ۶۶۷۰۰ میگاوات محاسبه شده است. تجارب بین‌المللی نشان می‌دهد که اوسط شاخص LCOE به طور اوسط قیمت تولید انرژی بادی فی کیلووات در ساعت تولید ۰,۰۶۵ دالر امریکایی تخمین شده است [۲۱] حدود ۷۵ فیصد ساحات مساعد برای تولید برق بادی و ۹۰ فیصد ظرفیت قابل استفاده در سه ولایت هرات، فراه و نمروز وجود دارد.



شکل ۲: ظرفیت تخمینی انرژی بادی با تشخیص ساحات ظرفیت بیشتر تولید انرژی بادی را بر میگاوات (MW) نشان می‌دهد. (منابع: دیتای فوق توسط منابع ذیل تهیه گردیده است: (World Bank Group)، (Energy Solar Management Assistance Program = ESMAP)، (DTU Wind Energy) و (VORTEX).

منابع انرژی جیوترمال

شواهد و نشانه‌های وجود دارد که افغانستان پوتشیل قابل ملاحظه انرژی جیوترمال را دارا بوده اما تحقیقات دقیق در عرصه تشخیص، تعیین مقدار و حدود آن وجود ندارد. تعداد زیادی از چشمه‌های منرالی و آب‌گرم در کشور وجود دارد اما تا حال ظرفیت تولید انرژی برقی آن به‌طور کلی مشخص نشده است. در سال ۲۰۰۴ میلادی نتایج یک عده تحقیقات، ظرفیت انرژی جیوترمال را به‌رویت ساختمان جیولوجیکی بعضی مناطق تشخیص کرده اند. ساحات که درجه حرارت سطحی آن بالاتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد است دارای ظرفیت تولید انرژی جیوترمال می‌باشد. این تحقیق نشان می‌دهد که سیستم فعال جیوترمال معمولاً در امتداد محور اصلی کوه‌های هندوکش، در امتداد خطوط شکست جیولوجیکی هرات در غرب کشور آغاز الی دهلیز واخان در شمال شرق کشور امتداد یافته است [۲۳]. دو نوع تکنالوجی تولید انرژی جیوترمال وجود دارد. یکی آن ماشین یا دستگاه به نام Flash است و دیگری آن را Binary می‌نامند. در سال ۲۰۰۹م قیمت کلی ظرفیت نصب یک کیلو وات دستگاه Flash بین ۱۹۰۰ الی ۳۸۰۰ دالر امریکایی تخمین گردیده و Binary بین ۲۲۵۰ الی ۵۵۰۰ دالر امریکایی فی کیلو وات تخمین شده است [۲۴].

منابع انرژی بایومس

بایومس در افغانستان به‌طور گسترده جهت گرم کردن و پخت‌وپز استفاده می‌شود. منابع اصلی آن بقایای نباتات، فاضلات حیوانات، چوب‌سوخت، و ذباله‌های شهری است. بنابر معلومات ALCS، ۷۴ فیصد تمام خانواده و ۹۰ فیصد خانواده محلی متکی به بایومس بوده که جهت تمویل مواد سوخت برای پخت‌وپز به حساب می‌رود. معمولاً بایومس در بخاری‌های آزاد استفاده می‌شود که سبب تولید گاز کاربن‌دای‌اکساید و تراکم مواد معلق (Particulate Matter) در هوا شده و در نتیجه سبب آلودگی هوا و امراض صحتی می‌شود. اما می‌توان که از بایومس بدون آلودگی هوا برق را تولید کرد [۲۵].

به‌طور تخمینی کل ظرفیت تولید برق توسط منابع بایومس در کشور، ۴۰۰۰ میگاووات تخمین شده که شامل ۳۰۹۲ میگاووات از بقایای نباتات و ۸۴۱ میگاووات از فاضلات حیوانات و ۹۴ میگاووات آن از ذباله‌های شهری است. چوب سوخت از این محاسبات بیرون است، به‌خاطری که جنگلات کشور عمیقاً تخریب گردیده و قطع بیشتر آن براساس قوانین نافذ کشور ممنوع قرار داده شده است. بایوگاز یک تخنیک بسیار ساده و بسیط بوده که توسط آن می‌توان گاز را تولید کرد. این گاز را می‌توان به‌حیث بدیل برق جهت پخت، گرمایش، تنویر منازل و حتی برای یخچال‌ها استفاده کرد. با توجه به این که

مال‌داری وافر در کشور وجود دارد، می‌توان جوامع محلی از انرژی بایوگاز بیشتر استفاده نماید. قیمت نهایی تولید یک کیلو وات برق در کشورهای روبه‌انکشاف همراه با تکنالوژی آن ۵۰۰ دالر آمریکایی در سال ۲۰۱۴ محاسبه شده است.

نتیجه‌گیری

افغانستان از تأثیرات تغییرات اقلیمی و گرم شدن جهانی کره زمین عمیقاً متأثر گردیده، ولی افغانستان غنی از منابع انرژی قابل تجدید است. منابع انرژی قابل تجدید افغانستان مانند انرژی برق آبی، آفتابی، بادی و بایومس بسیار وافر بوده و ظرفیت تولید آن در کشور به بارها بیشتر از میزان کل مصرف کشور است. افغانستان با داشتن منابع آب وافر و زمین‌های وسیع قابل زرع، ظرفیت عالی جهت سازگاری با تغییرات اقلیمی و کاهش تأثیرات تغییرات اقلیمی را داراست. براساس تحقیقات انجام شده، مجموع ظرفیت انرژی برق آبی کشور ۲۳۰۰۰ میگاوات تخمین شده و کل تولید ظرفیت برق آفتابی کشور ۲۲۲۰۰۰ میگاوات محاسبه شده است. ظرفیت مجموعی تولید برق بادی در کشور ۱۵۰۰۰۰ میگاوات تخمین گردیده است.

ظرفیت بیشتر تولید برق بادی در جنوب غرب کشور متمرکز است. تحقیقات ابتدایی مبنی بر این است که، کشور ظرفیت قابل ملاحظه‌ی انرژی جیوترمال و بایومس را داراست اما جهت تشخیص بیشتر ذخایر منابع مذکور به مطالعات بیشتر نیاز است. با بهره‌برداری از منابع انرژی‌های قابل تجدید می‌توان تولید گازهای گلخانه‌ی و آلوده‌گی هوا را در شهرها بزرگ کشور کاهش داد. مدیریت و مهار کردن منابع آب‌های سطحی به مقاصد متعدد جهت تولید برق آبی، توسعه زراعت و آبیاری و پوشش نباتی تنها روش مناسب جهت سازگاری با تغییرات اقلیمی و کاهش تأثیرات تغییرات اقلیمی در کشور به‌شمار می‌رود. با استفاده از این روش می‌توان تأثیرات حوادث طبیعی را با استفاده از روش ایکوسیستم کاهش داد.

موارد فوق‌الذکر از یک طرف اقتصادی بوده و از طرف دیگر فرصت‌های کاری، توسعه زراعت، باغداری، علف‌چرها و مال‌داری گردیده که در اقتصاد و خودکفایی کشور نقش اساسی دارد. بنابراین، مبارزه با تغییرات اقلیمی با بهره‌برداری از منابع انرژی قابل تجدید کشور، توسعه زراعت و احیای ایکوسیستم‌ها اساس اهداف انکشاف پایدار را در کشور تقویت می‌بخشد. اما، موانع از قبیل نبود امنیت، جنگ‌های مسلحانه و خطرات سیاسی و از طرف دیگر موانع تخنیکی، امنیت سرمایه‌گذاری و تجارت در عرصه منابع پایدار و خلاها در چهارچوب‌های قانونی و حقوقی موجود فرا راه توسعه و پیشرفت پایدار وجود دارد که پیشرفت در این عرصه را با بُن‌بست مواجه کرده است.

پیشنهادها

مدیریت منابع آب، توسعه جنگلات، زراعت و پوشش نباتی از یک طرف تأثیرات تغییر اقلیم و حوادث طبیعی را کاهش داده از طرف دیگر افغانستان را به طرف انکشاف پایدار و خودکفایی سوق می دهد. بناءً، جهت کنترل و مدیریت همه جانبه و پایدار منابع فوق الذکر، مدیریت و انکشاف پایدار محیط زیست، خودکفایی و توسعه پایدار اقتصادی و اجتماعی موارد آبی را جهت آگاهی عامه و سهم گیری مردم در عرصه توسعه پایدار و هم چنان به حیث موارد مهم در ترتیب پلان های آینده ملی، مهم دانسته و پیشنهاد می نمایم:

- جلوگیری از استفاده منابع انرژی غیر تجدید مانند زغال سنگ، تیل، چوب، گاز طبیعی و منابع دیگری انرژی غیر قابل تجدید برعکس ترویج و استفاده از منابع قابل تجدید طبیعی کشور مانند انرژی آفتابی، انرژی برق آبی، انرژی بادی، بایومس، جیوترمال و منابع دیگر انرژی قابل تجدید.
- مدیریت و نگهداری منابع آب های سطحی افغانستان جهت تولید برق آبی، آبیاری، زراعت، انکشاف جنگلات، چراگاهها و توسعه پوشش نباتی که اساس کاهش و سازگاری با تغییرات اقلیمی محسوب می شود. در این عرصه، می توان بودیجه های هنگفت را از نهادهای حفاظت محیط زیست ملل متحد جلب کرد.
- جلوگیری مطلق از استفاده، تجارت و تولید گازهای ممنوعه صنعتی مانند CFCs و دیگر گازهای صنعتی که عامل اصلی تخریب طبقه اوزون گردیده است. کنترل و نظارت دولت بر واردات تیل بی کیفیت و عراده جات کهنه و دست دوم.
- توسعه علم محیط زیست، مطالعه و تحقیقات در این عرصه، آگاهی عامه، ترویج فرهنگ حفاظت محیط زیست و دخیل ساختن تمام اقشار جامعه در حفظ و نگهداشت و مدیریت محیط زیست.
- دخیل ساختن پالیسی ها و قوانین حفاظت محیط زیست، کاهش و سازگاری با تغییرات اقلیمی در پلان ها و پالیسی های ملی. به خاطر صرفه جویی آب، ذخیره کردن آب باران، تصفیه فاضلاب شهری و استفاده این آب ها بعد از تصفیه جهت زراعت و سرسبزی شهر.

- [1] Anderegg, W. R. L.; Prall, J. W.; Harold, J.; Schneider, S. H. Expert Credibility in Climate Change. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 2010, 107 (27), 12107–12109. <https://doi.org/10.1073/pnas.1003187107>.
- [2] Melillo, J. M.; Richmond, T.; Yohe, G. Climate Change Impacts in the United States: Northeast. *Clim. Chang. Impacts United States Third Natl. Clim. Assess.*, 2014, 371–395. <https://doi.org/10.7930/JOSF2T3P.On>.
- [3] Kelly, R. A. *Energy Supply and Renewable Resources; An imprint of Infobase Publishing* 132 West 31st Street New York NY 10001: New York NY 10001, 2007.
- [4] Ahrens, C. D. *Meteorology Today: An Introduction to Weather, Climate, and the Environment Ninth Edition, Ninth Edit.*; Brooks/Cole, Cengage Learning: 10 Davis Drive Belmont, CA 94002 USA, 2009.
- [5] Hansen, J.; Ruedy, R.; Sato, M.; Lo, K.; Office, M.; Centre, H. Global Surface Temperature Change. *Am. Geophys. Union*, 2010, 4 (4), 30–35. https://doi.org/10.1111/j.0033-0124.1952.44_30.x.
- [6] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). *Climate Change Synthesis Report*; 2015; Vol. 218. [https://doi.org/10.1016/S0022-0248\(00\)00575-3](https://doi.org/10.1016/S0022-0248(00)00575-3).
- [7] Hyndman, D.; Hyndman, D. *Natural Hazards and Disasters, Third Edit.*; Brooks-Cole, Cengage Learning: Belmont, CA 94002-3098 USA, 2011.
- [8] INDC. *Intended Nationally Determined Contribution Submission to the United Nations Framework Convention on Climate Change, Islamic Republic of Afghanistan*; 2015.
- [9] Aich, V.; Akhundzadah, N. A.; Knuerr, A.; Khoshbeen, A.; Hattermann, F.; Paeth, H.; Scanlon, A.; Paton, E. Climate Change in Afghanistan Deduced from Reanalysis and Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment (CORDEX)-South Asia Simulations. *Climate*, 2017, 5 (2), 38. <https://doi.org/10.3390/cli5020038>.
- [10] Savage, M.; Dougherty, B.; Hamza, M.; Butterfield, R.; Bharwani, S. *Socio-Economic Impacts of Climate Change in Afghanistan A Report to the Department for International Development*; Kräftriket 2B SE 106 91 Stockholm Sweden, 2009.
- [11] McSweeney, C.; New, M.; Lizcano, G. *UNDP Climate Change Country Profiles Documentation*. 2007, 1-18. <https://doi.org/10.1007/82>.
- [12] Ahmad, M.; Wasiq, M. *Water Resource Development in Northern Afghanistan and Its Implications for Amu Darya Basin*; 2004. <https://doi.org/10.1596/0-8213-5890-1>.
- [13] Ghulami, M. *Assessment of Climate Change Impacts on Water Resources and Agriculture in Data-Scarce Kabul Basin*. 2018, No. December 2017, 146.

- [14] UNEP. Post-Conflict Environmental Assessment Afghanistan; 2003.
- [15] Ahmad, M.; Wasiq, M. Water Resource Development in Northern Afghanistan and Its Implications for Amu Darya Basin; 2004.
- [16] Iqbal, M. S.; Dahri, Z. H.; Querner, E. P.; Khan, A.; Hofstra, N. Impact of Climate Change on Flood Frequency and Intensity in the Kabul River Basin. *Geosci.*, 2018, 8 (4). <https://doi.org/10.3390/geosciences8040114>.
- [17] NEPA. Climate Change and Governance In Afghanistan; 2015; Vol. 16.
- [18] NEPA. Second National Communication Under the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC); 2017.
- [19] Central Statistics Organization. Afghanistan Living; 2016; Vol. 14.
- [20] Fichtner. Technical Assistance Consultant's Report Islamic Republic of Afghanistan: Power Sector Master Plan Islamic Republic of Afghanistan Ministry of Energy and Water; 2013.
- [21] World Bank. World Bank; 2019.
- [22] Anwarzai, M. A.; Nagasaka, K. Utility-Scale Implementable Potential of Wind and Solar Energies for Afghanistan Using GIS Multi-Criteria Decision Analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.12.048>.
- [23] Modrzejewska-Ieśniewska, J. Renewable Resources of Energy in Afghanistan *Odnawialne Źródła Energii w Afganistanie*. 2012, 185–206.
- [24] IRENA. International Renewable Energy Agency. Renewable Power Generation Costs in 2017; 2018.
- [25] Milbrandt, A.; Overend, R. Assessment of Biomass Resources in Afghanistan *Assessment of Biomass Resources in Afghanistan*. Nrel, 2011, No. January.