

## چشم‌انداز توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایجاد شهرهای پایدار

داکتر مرضیه محمدی\*

چکیده

افزایش مصرف انرژی برق، کاهش منابع سوخت فسیلی و مسئله آلودگی محیط‌زیست، سه مسئله عمده در گرایش کشورها به سیستم‌های انرژی نو و تجدیدپذیر می‌باشند. امروزه، مباحث زیست‌محیطی به مسایل روز جهان تبدیل شده است و بیش‌تر پژوهش‌ها و اختراعات و اکتشافات سمت‌وسوی این مباحث را به خود گرفته است. افغانستان به دلیل ماهیت طبیعی و موقعیت جغرافیایی خود، دارای چشم‌انداز روشنی در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر مانند انرژی خورشیدی، باد، زمین‌گرمایی و آبی است. همین امر موجب ضرورت توسعه استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر می‌شود. بخش انرژی در افغانستان، به‌خصوص برق، را می‌توان جزء کم‌ترین بخش‌های توسعه دانست که وضعیت ناکافی آن مانع پیشرفت کشور نیز می‌شود. انرژی‌های تجدیدپذیر می‌توانند راه‌حل نهایی به‌طور کلی برای افغانستان و به‌ویژه مناطق روستایی آن باشد. شماری از مسایل از قبیل هزینه‌های بالای سرمایه‌گذاری، عدم حمایت‌کننده برای تأمین منابع مالی مناسب و مشکلات روش‌شناختی، استفاده تکنولوژی انرژی‌های تجدیدپذیر را تحت تأثیر قرار داده است. با این حال، با سرمایه‌گذاری کافی و طی کردن مراحل عملی توسط

\* دکترای مهندسی محیط‌زیست.

دولت و سازمان های غیر دولتی و تشویق مردم به منابع نامحدود انرژی های تجدیدپذیر می تواند نقش اساسی نه تنها در تأمین انرژی افغانستان بلکه هم چنین در کاهش فقر، ثبات اجتماعی و سیاسی و بهبود سطح زندگی داشته باشد.

واژگان کلیدی: توسعه پایدار، انرژی های تجدیدپذیر، محیط زیست، رشد اقتصادی.

## ۱. مقدمه

انرژی در حیات اقتصادی جوامع، نقش زیربنایی را ایفا می کند؛ به این معنا که هرگاه انرژی به مقدار کافی و به موقع در دسترس باشد، توسعه اقتصادی نیز میسر خواهد بود. نگاهی به گذشته نشان می دهد که همواره رقابت های بزرگی در سطح جهانی بر سر تصاحب منابع انرژی وجود داشته است؛ چرا که امنیت ملی و پایداری نظام های حکومتی تا حد زیادی در گرو دسترسی به این منابع است. با توجه به وخامت وضعیت آلودگی هوا و لزوم اتخاذ سیاست های مناسب جهت کاهش آن و هم چنین با توجه به ضرورت رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه، مانند افغانستان، جایگزینی انرژی های تجدیدپذیر به جای سوخت های فسیلی می تواند در عین عدم توقف برنامه های رشد اقتصادی، با تنوع بخشی به سبد انرژی کشور، باعث ارتقا و امنیت انرژی شده و نیز می تواند به وسیله کاهش آلودگی هوا در حفظ محیط زیست نقش عمده ای را ایفا کند.

تعامل بین رشد اقتصادی و کیفیت محیط زیست موضوع بحث برانگیزی است که در چند سال گذشته به صورت تجربی و نظری توجه بسیاری را به خود معطوف کرده است. بخش عمده ای از مطالعات حاکی از آن است که در مراحل ابتدایی فرایند توسعه، سطح انتشار آلاینده ها افزایش یافته و سپس در مراحل توسعه یافتگی، میزان انتشار آلاینده ها رو به کاهش می گذارد. مراحل اولیه رشد اقتصادی و روند شتابان صنعتی شدن، همراه با انتشار فزاینده گازهای گلخانه ای بوده و موجب آثار زیانبار و غیر قابل جبرانی بر محیط زیست شده است. همین امر منجر شد تا در روند رشد اقتصادی، مفهوم توسعه پایدار مطرح شود. توسعه پایدار در سازمان همکاری اقتصادی و توسعه<sup>۱</sup> (۲۰۰۱)، به این صورت تعریف شده است: «توسعه پایدار، مسیر توسعه ای است که در آن بالاترین رفاه نسل امروز منجر به کاهش در رفاه نسل آینده نشود».

رسیدن به این سطح از توسعه مستلزم کاهش آثار مخرب می باشد که به کاهش مصرف منابع طبیعی و آلودگی محیط منجر می شود. پروتکل کیوتو (۱۹۹۷)، از جمله اقدامات ابتدایی در جهت جلوگیری

1. Organization for Economic Co-operation and Development(OECD).

از انتشار گازهای گلخانه‌ای (GHG) که از عوامل اصلی گرم‌شدن زمین در دهه‌های اخیر تلقی می‌شود، و در جهت جایگزینی انرژی‌های تجدیدپذیر به جای سوخت‌های فسیلی است؛ بنابراین، به نظر می‌رسد عمده تلاش‌ها در جهت کاهش انتشار CO<sub>2</sub>، کم‌کردن استفاده از سوخت‌های فسیلی در این بخش باشد. بدین منظور، سعی در افزایش استفاده از انرژی‌های پایا و تجدیدپذیر از جمله انرژی بادی، خورشیدی و منابع زیست توده، ملاک کار بسیاری از دولت‌ها برای تولید سایر انرژی‌ها از جمله انرژی برق قرار گرفته است.

افغانستان در مرکز آسیا واقع شده است. این کشور در یک مکان مهم جغرافیایی قرار دارد؛ زیرا خاورمیانه را با آسیای مرکزی و شبه‌قاره هند متصل می‌کند. با جمعیتی حدود ۳۲ میلیون و مساحت ۶۴۷۵۰۰ کیلومتر، افغانستان در رتبهٔ چهل و دوم کشورهای پرجمعیت و چهل و یک کشورهای بزرگ جهان است. حدود ۲۴٪ جمعیت این کشور در شهرها زندگی می‌کنند. دهه‌ها جنگ، بی‌ثباتی و تخریب، جامعهٔ افغانستان را در طول چند دههٔ گذشته بسیار آسیب‌پذیر و ناامن کرده است. افغانستان رتبهٔ ۱۷۵ را در شاخص توسعهٔ انسانی سازمان ملل متحد دارد که پایین‌ترین جایگاه در سال ۲۰۱۲ در آسیا بود. در سال ۲۰۰۸، ۳۵٪ جمعیت بیکار بودند و ۳۶٪ آن‌ها زیر خط فقر زندگی می‌کردند. نرخ سوادآموزی در سال ۲۰۱۰ حدود ۳۰ درصد بود و انتظار می‌رفت که این میزان تا ۵۰ درصد در سال ۲۰۱۶ افزایش یابد. درآمد ناخالص ملی برای هر افغانستانی در سال ۲۰۱۲، ۶۸۰ دالر بود. کمک‌های بین‌المللی نقش مهمی در اقتصاد ایفا می‌کند. افغانستان در سال‌های گذشته بیش از ۵۶ میلیارد دالر کمک‌های انکشافی دریافت کرده است که ۷۸ درصد از درآمد ناخالص ملی از سال ۲۰۰۳ می‌باشد.

روستاها ۷۸ درصد کل جمعیت‌شناسی را تشکیل می‌دهند و بیش از ۲۰/۴ درصد از آن‌ها استطاعت پرداخت هزینه‌های حداقل میزان از انرژی موردنیاز برای یک زندگی سالم را به علت فقر و فقدان فرصت‌های مناسب کسب درآمد ندارند. با توجه به آمار بخش استراتژی انرژی افغانستان، تنها ۴ درصد از خانواده‌های روستایی دسترسی به برق دارند و تنها ۷ درصد از روستاییان از الکتریسیته برای روشنایی استفاده می‌کنند. اکثریت مردم کم‌درآمد از پسماندهای حیوانی، چوب، پسماندهای کشاورزی و سایر منابع زیست توده برای تولید انرژی استفاده می‌کنند. در بین این ضایعات جامد منبع اصلی برای گرمایش و پخت و پز چوب و زغال سنگ است؛ بنابراین، استفاده از دیگر منابع مولد انرژی می‌تواند جایگزین مناسبی باشد و به تأمین برق و کاهش فقر، به‌خصوص در مناطق روستایی، کمک کند. گسترش شبکهٔ برق در مناطق روستایی به دلیل دوردست بودن و زمین‌های ناهموار از لحاظ اقتصادی غیر ممکن به نظر می‌رسد و این مناطق به علت وضعیت جغرافیایی منزوی هستند و راه‌های

دسترسی دشوار است؛ اما انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند بزرگ‌ترین فرصت را برای تأمین انرژی در کل افغانستان ایجاد کند. استراتژی‌های توسعه انرژی‌های نو و پاک با انتشار کم گازهای گلخانه‌ای، صنعت و جامعه را قادر می‌سازد، بدون این‌که تن به قربانی کردن رشد و پیشرفت اقتصادی بدهد، خود را با شرایط انتشار کم‌تر سازگار کند.

## ۲. مواد و روش‌ها

در این پژوهش سعی شده است تا با تکیه بر مطالعات کتابخانه‌ای و گردآوری و طبقه‌بندی داده‌ها، به شیوه‌ای استدلالی بر لزوم مدیریت پایدار منابع در راستای نیل به محیط‌زیست پایدار که متضمن رشد اقتصادی نیز باشد، پرداخته شود. هم‌چنین، در جمع‌آوری داده‌ها از اطلاعات موجود در منابع معتبر علمی نیز بهره گرفته شده است.

## ۳. انرژی‌های تجدیدپذیر، جایگاه و اهمیت آن

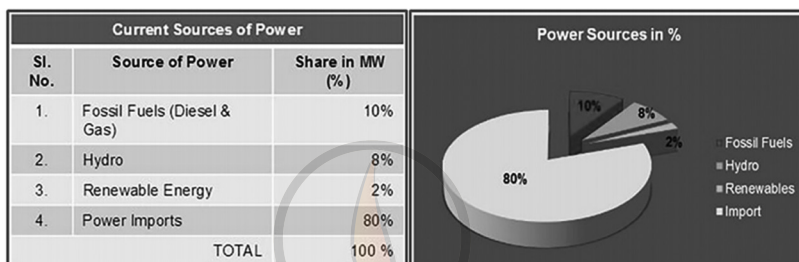
سوخت‌های فسیلی بیش از ۸۱ درصد انرژی مصرفی دنیا را تأمین می‌کنند. به گزارش سازمان ملل، به احتمال ۹۵٪، عامل اصلی تغییرات آب‌وهوای سیاره زمین و بالا رفتن دمای آن، مصرف بیش از حد سوخت‌های فسیلی توسط ساکنان این سیاره بوده است که نتیجه این افزایش دما، تغییرات عمومی آب‌وهوای سیاره زمین و هم‌چنین ذوب شدن یخچال‌های طبیعی و نتیجه آن افزایش سطح آب دریاها و اقیانوس‌ها و به وجود آمدن سیلاب‌های بسیار شدید و طوفان‌های مخوف و افزایش کربن دی‌اکسید جو و کاهش میزان اکسیژن موجود در آب و تغییرات در اکوسیستم جانوران و غیره است. این مسایل سبب شده که استفاده از انرژی‌های فسیلی در معرض انتقادهای بنیادین قرار داشته باشد؛ از این رو، رویکرد جهانی قدرت‌ها، محدود کردن استفاده از انرژی‌های فسیلی است. کشورهای صنعتی و پیشرفته که مصرف‌کنندگان عمده انرژی در جهان هستند، همواره سعی دارند بر سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در سبد انرژی مصرفی خود بیفزایند. هم‌اکنون سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در تأمین انرژی مورد نیاز قاره اروپا حدود ۸/۵ درصد است. این در حالی است که کشور در حال توسعه‌ای مانند هند از لحاظ ظرفیت نصب‌شده کل انرژی‌های تجدیدپذیر، مقام پنجم و از نظر ظرفیت نیروگاه‌های بادی نصب‌شده، مقام چهارم جهان را داراست (صادقی، ۱۳۹۳: ۱۶۲).

کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی، کاهش نیاز به ذخایر فسیلی، صرفه‌جویی اقتصادی، ارتقای امنیت انرژی، کاهش اتکا به شبکه‌های سراسری انتقال انرژی، اشتغال‌زایی و توسعه نواحی محروم و دورافتاده و حل معضل ضایعات شهری را می‌توان از جمله دلایل ضرورت توسعه انرژی‌های

تجدیدپذیر عنوان کرد. هم‌چنین، در ماده ۳ چارچوب کنوانسیون تغییرات اقلیم ملل متحد که افغانستان نیز عضو آن است، چنین بیان شده است: «اعضای کنوانسیون باید برای پیش‌بینی، جلوگیری یا کاهش عوامل تغییرات اقلیم و کاهش آثار منفی آن تدابیر پیش‌گیرانه‌ای را اتخاذ کنند.» (کنوانسیون ملل متحد، ۱۳۹۹). استراتژی‌های ملی توسعه با رویکرد کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و استفاده از تکنولوژی‌های جایگزین در تحقق این هدف، سهم مهمی دارد. حتی اگر انرژی تنها نوشداروی توسعه در افغانستان نیست؛ اما انرژی‌های پایدار به توسعه اقتصادی و اجتماعی کمک می‌کند.

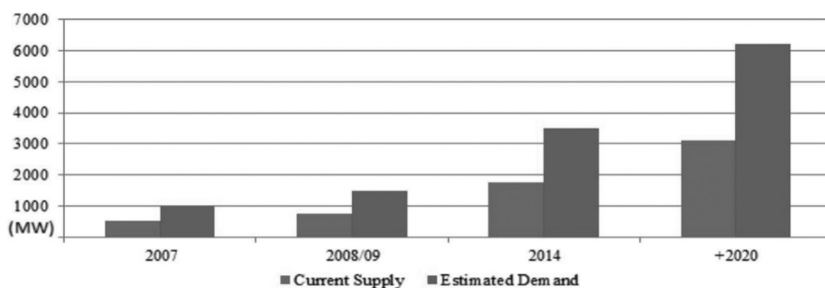
#### ۴. مشخصات انرژی در افغانستان

با وجود تمام تلاش‌هایی که در سطح بین‌الملل برای افزایش دسترسی به برق در سراسر جهان انجام شده است، در حال حاضر حدود ۱/۲ میلیارد نفر (۱۷ درصد از جمعیت جهان) دسترسی محدودی به برق دارند یا به دلیل محدودیت‌های دیگر دسترسی به برق ندارند. چهار نفر از پنج نفر این جمعیت در افغانستان و دیگر کشورهای در حال توسعه جنوب آسیا و کشورهای صحرای افریقا زندگی می‌کنند.



نمودار ۱. منابع انرژی در افغانستان (Ahmadzai, A. McKinna, 2018)

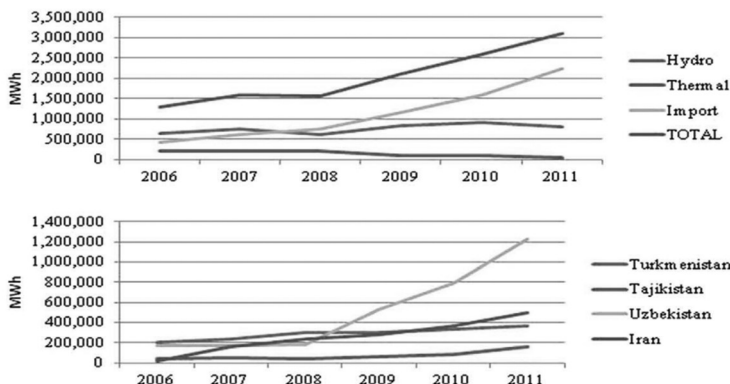
به گفته دفتر مشاور ارشد معادن و انرژی رئیس جمهور افغانستان، تنها ۱۰ تا ۱۵ درصد از جمعیت افغانستان به برق دسترسی دارند که کم‌ترین میزان در جهان است و در میان آن‌ها حدود ۳ درصد (۶۵۰۰۰۰) خانواده‌هایی هستند که در شهرهای بزرگ، مانند کابل، مزارشریف، هرات، قندهار و جلال‌آباد، به شبکه ملی متصل هستند. سرانه مصرف انرژی ۱۴۰ کیلووات ساعت به ازای هر نفر است که بسیار کم‌تر از سایر کشورها مانند هند ۵۲۰ کیلووات ساعت در سال، آلمان ۶۲۰۰ کیلووات ساعت در سال و میانگین جهانی ۳۰۶۰ کیلووات ساعت در سال است.



نمودار ۱. میزان انرژی تأمین شده و میزان انرژی مورد نیاز برآورد شده (REN21).

با این حال، تقاضای انرژی در افغانستان در حال رشد است که این نرخ به میزان ۸۷ درصد در سال افزایش می‌یابد؛ زیرا جمعیت کشور، تولید ناخالص داخلی و درآمد در حال افزایش است و ثبات اقتصادی و سیاسی به دست می‌آید.

دهه‌ها جنگ و تعارض، توسعه را به‌ویژه در مورد زیرساخت‌های انرژی محدود کرده است. در طی ۵-۱۰ سال گذشته، افغانستان پیشرفت‌های چشم‌گیری داشته است؛ اما چالش‌های مهمی نیز هنوز باقی مانده است. هم‌چنین، افغانستان در برابر تغییرات آب و هوایی و اقلیم آسیب‌پذیر است. انرژی آبی یک منبع مهم انرژی داخلی تحت تأثیر تغییرات اقلیمی است، و زیرساخت‌های انرژی کشور در معرض خطر حوادث شدید آب و هوایی مثل سیل و طوفان است. اما علی‌رغم تمام مشکلات ذکر شده، در طول ده سال گذشته، ظرفیت برق در افغانستان حدود ۱۳۹٪ افزایش یافته که علت آن عمدتاً کمک‌های بین‌المللی و ایالات متحده است. به عنوان مثال: ۱ میلیون دالر برای بازسازی شبکه برق و هم‌چنین حمایت بیش از ۱۷۰۰ طرح کوچک در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر در نظر گرفته شد. آژانس توسعه بین‌المللی امریکا (USAID) از اقدامات لازم برای ایجاد انرژی الکتریکی به میزان ۱۹۹ مگاوات (۲۰٪ کل ظرفیت انرژی افغانستان) به طور مستقیم حمایت می‌کند. ظرفیت تولید داخلی ۲۴۰ مگاوات برای نیروگاه‌های آبی و ۲۲۰ مگاوات برای منابع حرارتی است، تولید انرژی در محدوده ۸۰۰ - ۱۰۰۰ گیگاوات ساعت در سال است (عمدتاً از نیروگاه‌های آبی در تابستان).



نمودار ۳. تولید انرژی داخلی سالانه افغانستان و واردات انرژی از کشورهای مبدأ. مرکز اطلاعات انرژی افغانستان (AEIC).

در سال‌های اخیر با درک ظرفیت کشور در تولید انرژی از منابع آبی، بادی و آفتابی، تحرک بزرگی برای تولید برق از این منابع ایجاد شده و پروژه‌های نخستین تولید انرژی از منابع آفتابی و آبی برای نهادینه‌ساختن تولید انرژی از منابع تجدیدپذیر به بهره‌برداری رسیده است. با تکمیل بند سلما و بهره‌گیری از آن، ترمیم و احیای چند بندهای دیگر و افتتاح نیروگاه‌های برق آفتابی بامیان و آفتابی و بادی هرات، ۱۶۵ مگاوات به ظرفیت تولید انرژی افزوده شده است. پروژه‌های احداث و مطالعات ۲۵ بند آبی، ۱۳ نیروگاه آفتابی و ۲ نیروگاه تولید انرژی از منابع گازی زیر کار قرار دارد که در مجموع ۸۵۵ مگاوات دیگر را به شبکه برق خواهند افزود.

بخش عمده تقاضای رو به رشد برق توسط واردات برق تأمین می‌شود. واردات برق در سال ۱۳۹۷، ۴۲ درصد افزایش داشته است. تا سال ۲۰۳۲ پیش‌بینی می‌شود میزان تقاضا به ۳۵۰۰ مگاوات برسد و انرژی برق مصرفی به بیش از ۱۸۴۰۰ گیگاوات ساعت برسد.

## بنیاد اندیشه

### ۵. انرژی‌های تجدیدپذیر در افغانستان

افغانستان دارای منابع سوخت فسیلی و انرژی‌های تجدیدپذیر می‌باشد که در آغاز راه بهره‌برداری از این منابع است. خوشبختانه، بسیاری از مناطق کشور، به‌ویژه در ولایت‌هایی که توسط یک شبکه متمرکز تأمین انرژی آن‌ها بعید به نظر می‌رسد، دارای پتانسیل قابل توجه انرژی تجدیدپذیر می‌باشند. دسترسی به انرژی در توسعه انسانی در مناطق روستایی بسیار مهم است و فناوری‌های تجدیدپذیر می‌تواند برای این مناطق مناسب باشند. پس از حاکمیت قانون، دسترسی به انرژی یک اولویت پیشرفت برای افغانستان است. با وجود این، با توجه به جغرافیای افغانستان و ماهیت پراکنده جمعیت

روستایی، ارائه برق در مناطق غیر شهری یک چالش بزرگ است؛ بنابراین، افغانستان در حال بازسازی بخش انرژی است و تمرکز بر توسعه پایدار انرژی متناسب با جمعیت دارد. هم‌چنین، استراتژی‌های انکشافی ملی، به منظور فراهم‌شدن شرایط مقابله با پیامدهای تغییرات اقلیمی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در راستای تحقق اهداف توسعه پایدار باید طراحی شوند.

توسعه انرژی‌های پاک تجدیدپذیر موجب کاهش وابستگی به واردات نفت و گاز می‌شود. از طرفی چون قیمت منابع انرژی‌های تجدیدناپذیر دارای نوسانات زیادی بوده و این نوسانات بازار به طور مستقیم وارد اقتصاد جامعه می‌شود؛ بنابراین، به نظر می‌رسد که می‌توان با توجه بیش‌تر به انرژی‌های نو- البته بر اساس ظرفیت‌های موجود در هر منطقه- از شدت نوسانات اقتصادی نیز کاست و رشد اقتصادی باثبات‌تری را در جامعه ایجاد کرد؛ از این‌رو، دولت می‌تواند برای استفاده از منابع تجدیدپذیر انرژی، به تدوین سیاست‌ها و ایجاد طرح‌های مشوق و حمایتی اقدام نماید.

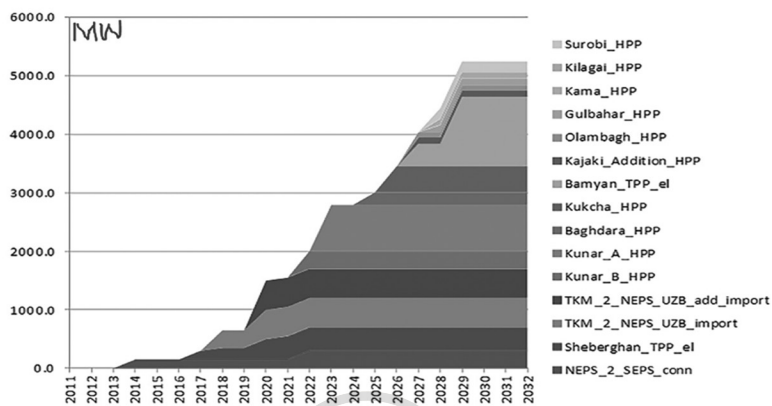
## ۵-۱. نیروگاه برق آبی

انرژی الکتریکی تولیدی از نیروی آب پرکاربردترین نوع انرژی تجدیدپذیر در افغانستان است. سدهای هیدروالکتریک به دلیل در دسترس بودن محیط‌های لازم و تأثیرات کم‌تر زیست‌محیطی، کانون‌های اصلی هیدروالکتریسیته می‌باشند. از منظر تاریخی، نیروگاه برق-آبی امیدوارکننده‌ترین منبع برای تولید برق در کشور بوده است و بیش‌تر تولید برق به دلیل تراکم بالای جمعیت و وجود مراکز صنعتی و مسکونی در بخش مرکزی کشور متمرکز شده است. گزارش‌ها حاکی از آن است که بیش از ۱۶۰ نیروگاه برق آبی میکرو در افغانستان نصب شده است که ظرفیت کل قابل استفاده آن‌ها ۷۵/۱۴ مگاوات است. در میان این نیروگاه‌های برق آبی ۳۰-۴۰٪ غیر فعال و عملیاتی نیستند. حجم جریان آب در رودخانه‌های کشور متفاوت است و بیش‌ترین میزان جریان از آوریل تا آگوست است. تخمین زده می‌شود که آب‌های سطحی ۸۸٪ از منابع آب را تشکیل می‌دهد و ۱۲٪ آن را نیز آب‌های زیرزمینی تشکیل می‌دهند. متوسط بارندگی سالانه در کشور ۷۷ میلی‌متر در زرنج تا ۱۱۷۰ میلی‌متر در سالنگ جنوبی است. حداکثر جریان سالانه اصلی رودخانه‌ها از ذوب برف و باران‌های شدید در مارس و آوریل می‌باشد. نیروگاه‌های آبی در افغانستان منبع اصلی تولید انرژی برق پس از گاز طبیعی و زغال سنگ هستند. افغانستان دارای ۱۸۴۰۰ مگاوات پتانسیل آبی است؛ زیرا اکثر رودخانه‌های کشور پتانسیل بالایی برای احداث نیروگاه‌های برق آبی دارند. متوسط بارندگی سالانه ۳۰۰ میلی‌متر است. هم‌چنین، ۱۲۵ منطقه که به عنوان نیروگاه‌های برق آبی کوچک شناخته شده‌اند، امکان تولید ۱۰۰ مگاوات برق را دارند. نیروگاه‌های برق آبی در بین دهه ۱۹۵۰ تا اواسط دهه ۱۹۷۰ در افغانستان ساخته شدند. نیروگاه



برق آبی جبل سراج قدیمی‌ترین نیروگاه آبی کشور است. ساخت آن در سال ۱۹۱۶ در دریای سالنگ در ارتفاع ۱۶۰۰ متر از سطح دریا و در زمان سلطنت امیر حبیب‌الله خان آغاز شد.

برای دستیابی به استقلال در تأمین برق برای نیازهای داخلی، نیاز به تدوین سیاست‌های انرژی و بازسازی سد‌های قدیمی است. منابع طبیعی داخلی، به‌ویژه پتانسیل آبی، ارزان و به آسانی در دسترس هستند (دانش، ۲۰۱۷). طرح جامع بخش انرژی افغانستان نشان می‌دهد که پس از اتمام پروژه‌های پیشنهادی نیروگاه‌های برق، ظرفیت موجودی برق در سال ۲۰۳۲ به بیش از ۵۰۰۰ مگاوات برسد که شکل زیر در جدول به م‌حله به م‌حله را نشان داده است.

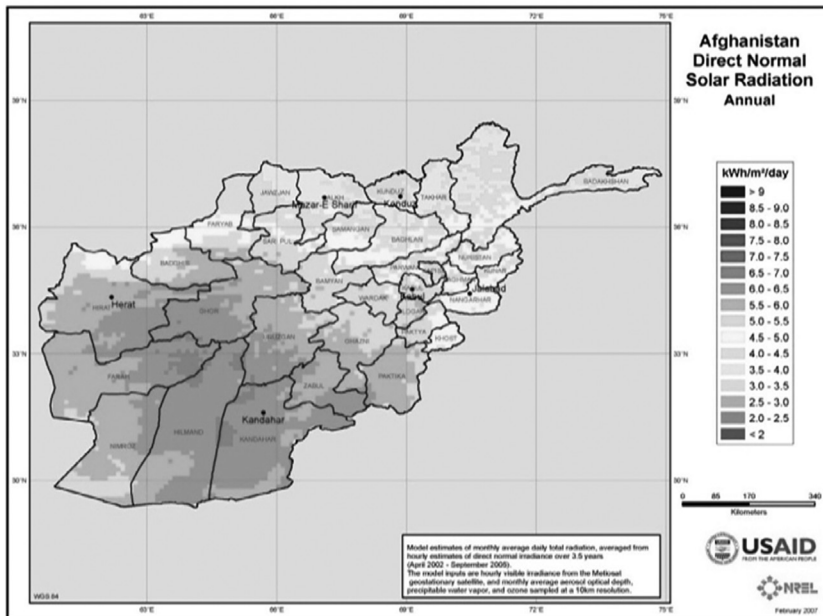


نمودار ۴. توسعه ظرفیت انرژی برق پس از عملیاتی شدن پروژه نیروگاه‌های برق آبی (Fichtner, 2013).

## ۵-۲. انرژی خورشیدی

انرژی خورشیدی منحصر به فردترین منبع انرژی تجدیدپذیر در جهان است و منبع اصلی تمامی انرژی‌های موجود در زمین است. انرژی خورشیدی برخلاف سوخت‌های فناپذیر فسیلی، منابع انرژی تجدیدپذیر پایدار و هم‌چنین فراوان‌ترین منبع انرژی روی زمین است که توانایی پاسخ‌گویی به نیاز انرژی تمام جهان را دارد. مقدار انرژی خورشیدی که در طول سال به کره زمین می‌تابد، معادل انرژی شیمیایی ۸۹۶ تریلیون بشکه نفت است؛ بنابراین، انرژی خورشیدی برای بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه دارای چشم‌انداز مهم است.

حد متوسط تابش خورشیدی در کشور بیش از  $4/5 \text{ kWh/m}^2$  در روز می‌باشد که بلندترین حد آن در برخی از مناطق تا  $6 \text{ kWh/m}^2$  در روز می‌رسد. این امر نشان‌دهنده ظرفیت بالای تولید برق با استفاده از انرژی خورشیدی و به این ترتیب، بازگشت سرمایه‌گذاری خواهد بود.



شکل ۲. نقشه شدت تابش انرژی خورشیدی افغانستان (NREL, 2007)<sup>۱</sup>

افغانستان حدود ۳۰۰ روز آفتابی در سال دارد که حاکی از پتانسیل عظیم انرژی خورشیدی است (MEW, 2015). مناطق مرکزی، شرقی و جنوبی کشور در ولایت‌های قندهار، هلمند، غوربند و ... ظرفیت بالایی برای احداث نیروگاه‌های خورشیدی دارند. ظرفیت تولید برق در فصل تابستان در این مناطق به ۹ کیلووات ساعت در متر مربع می‌رسد. اکثر این مناطق در نزدیکی مراکز جمعیتی قرار دارند و برق تولیدشده را می‌توان به راحتی در دسترس مصرف‌کنندگان قرار داد (Burns, 2011). در سراسر کشور بیش از ۲۲۰ گیگاوات ظرفیت انرژی خورشیدی وجود دارد؛ اما متأسفانه تا کنون از این ظرفیت طبیعی به صورت ناچیز استفاده شده است. فعال‌سازی سامانه‌های خورشیدی در مناطق مستعد دسترسی موجب تولید انرژی ارزان‌تر و سازگار با محیط‌زیست و اتکای کم‌تر به منابع فسیلی و هم‌چنین برق وارداتی می‌شود.

### ۳-۵. انرژی باد

در سال‌های اخیر ۸۳ کشور در سراسر دنیا از انرژی باد استفاده می‌کنند و تولید انرژی نیروگاه‌های بادی بیش از ۲/۵ درصد کل مصرف برق جهانی در سال ۲۰۱۰ بوده است که با سرعت بالایی در حال

1. USA National Renewable Energy Laboratory (NREL).

رشد می‌باشد. پیش‌بینی می‌شود که انرژی باد ۱۲٪ از تولید برق در سراسر جهان را در سال ۲۰۵۰ فراهم کند.

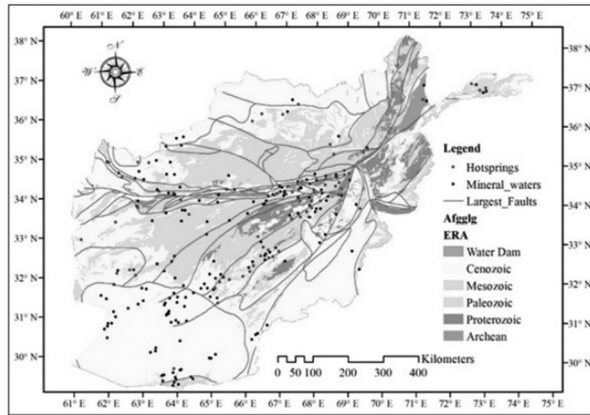
افغانستان دارای پتانسیل باد بسیار عالی ( $2,000 \text{ MW} > 158,000 \text{ MW}$ ) در بسیاری از مناطق به‌ویژه در نواحی غربی است. بر اساس داده‌ها، در مناطق مرتفع جنوب و غرب، سالانه حدود ۱۲۰ روز بادی وجود دارد که میانگین سرعت آن‌ها چهار متر در ثانیه است.

#### ۴-۵. انرژی زمین‌گرمایی

وجود کوه‌های آتشفشانی اولین نشانه وجود گرما در زیر زمین بود. انرژی زمین‌گرمایی، یکی از منابع تجدیدپذیر می‌باشد. اصطلاح زمین‌گرمایی ترجمه واژه Geothermal است که ریشه یونانی داشته و از کلمات Geo به معنای زمین و Therme به معنای حرارت تشکیل شده است. انرژی زمین‌گرمایی، انرژی موجود در عمق زمین است که از انرژی خورشیدی که در طول هزاران سال در داخل زمین ذخیره شده و هم‌چنین فروپاشی ایزوتوپ‌های اورانیوم رادیواکتیویته، توریم و پتاسیم در طی سالیان دراز در عمق زمین نشأت گرفته است که عمدتاً در نواحی زلزله‌خیز و آتشفشانی جوان و صفحات تکتونیکی زمین متمرکز شده است. زمین منبع عظیمی از انرژی است؛ به طوری که حرارت در هسته آن بیش از ۵۰۰۰ درجه سانتیگراد می‌رسد. حرارت زمین به طرق مختلف از جمله فوران آتشفشان، چشمه‌های آبگرم، آبفشان‌ها و گل‌فشان‌ها در اثر کاهش چگالی زمین و خاصیت رسانایی از بخش‌هایی از زمین به سطح آن هدایت می‌شود. درجه حرارت زمین با توجه به عمق آن به صورت غیر خطی زیاد می‌شود (با تقریب خطی هر ۱۰۰ متر ۳ درجه سانتی‌گراد). انرژی حرارتی ذخیره‌شده در ۱۱ کیلومتر فوقانی پوسته زمین معادل پنجاه هزار برابر کل انرژی به‌دست‌آمده از منابع نفت و گاز شناخته‌شده امروز جهان است. انرژی زمین‌گرمایی برخلاف سایر انرژی‌های تجدیدپذیر تابع فصل، زمان و شرایط خاصی نبوده بدون وقفه قابل بهره‌برداری می‌باشد. مایع داغ و جریان‌های بخارات داغ در داخل زمین، پتانسیل بالایی برای تولید برق دارند.

تجزیه و تحلیل موقعیت گسل‌ها و در اکثر موارد با توجه به انطباق آن‌ها با مناطق مواد داغ می‌توانند به عنوان کلیدی جهت شناسایی منابع زمین‌گرمایی مؤثر باشند. گسل‌ها به دلیل آن‌که مسیرهایی برای خروج گرمای قسمت‌های زیرین پوسته به سطح زمین هستند، از جمله دلایل مهم و معتبر وجود پتانسیل انرژی زمین‌گرمایی به شمار می‌روند. تحقیقات مختلف اثبات کرده‌اند که همبستگی بالایی بین محل گسل‌های موجود در یک منطقه با افزایش در مقدار دمای سطح زمین وجود دارد (کازمی، ۱۳۹۷). در نتیجه، مناطقی که در مجاورت سیستم‌های گسلی قرار دارند، امیدوارکننده‌ترین مکان برای

منابع جیوترمال هستند.



شکل ۲. دوران‌های زمین‌شناسی، بزرگ‌ترین گسل‌ها و مکان‌های ظهور انرژی جیوترمال (Anwarzai, 2013).

انرژی جیوترمال در کشور ما از توانایی بالقوه برای تأمین بخشی از نیاز برق برخوردار است. با این حال، تولید برق از آب گرم منابع جیوترمال نیاز به دو پیش‌شرط اساسی دارد: تجهیزات مناسب و آب فراوان یا بخار. ساختار تکتونیکی افغانستان نشانگر وجود سیستم‌های عظیم جیوترمال در اعماق زمین است. باید مطالعات گسترده‌ای به منظور شناسایی پتانسیل‌های منبع انرژی جیوترمال صورت گیرد. مطالعات اکتشافی مقدماتی مشتمل بر بررسی‌های جیولوژی، جیوفیزیک و جیوکیمیایی باید برنامه‌ریزی شوند.

## ۵-۵. انرژی هسته‌ای

انرژی هسته‌ای از بحث‌برانگیزترین انرژی‌های تجدیدپذیر است که با وجود تنگناها و دغدغه‌ها هنوز بسیاری از کشورها آن را سالم‌ترین و ارزان‌ترین منبع انرژی آینده خود می‌دانند و بهره‌گیری از آن را در دستور کار برنامه بلندمدت خود قرار داده‌اند. اورانیوم یکی از منابع انرژی هسته‌ای می‌باشد که طبق تحقیقات در چند ولایت افغانستان کشف شده است. در نتیجه تحقیقاتی که هیأت جیولوجی فرانسه در سال ۱۳۵۰ در افغانستان انجام داده بود، موجودیت عناصر رادیواکتیو خصوصاً ذخایر اورانیوم را تأیید نموده بودند. در خاک افغانستان عناصر رادیواکتیو (اورانیوم تورانیوم) در خانشین ولایت هلمند، ولایت پنجشیر و واخان بدخشان کشف شده‌اند. در ساحه خانشین ولایت هلمند، قرار تخمین جدید ناسای آمریکا، مقدار ۱/۴ میلیون تن متریک و ذخایر نیوبیم با اضافه فسفر و اورانیوم و توریم به مقدار ۳/۵ میلیون تن متریک تخمین می‌شود. این مناطق به تحقیقات بیش‌تر ضرورت دارد. طبق راپوری

که ناسا انتشار نموده است، نیویوم پس از آهن و مس، سومین ماده طبیعی وافر در افغانستان است که به قیمت استاندارد بین‌المللی دارای ارزش ۸۱/۲ میلیارد دلار است. تحقیقات و مطالعاتی از جانب تیم فرانسوی (C.E.A) در رابطه به تثبیت ذخایر معادن اورانیوم در مناطق مختلف افغانستان صورت گرفته است که در نتیجه آن چنین بیان شده است: ذخایر عنصر اورانیوم در ولایت‌های فاریاب، هرات، فراه، هلمند، قندهار، کابل، ننگرهار، پنجشیر، پروان، بغلان، بامیان، غزنی و پکتیا وجود دارد. هم‌چنان، تشعشعات رادیواکتیو غیر عادی در دو ناحیه وسیع، یکی در کوتل لته‌بند در محلی بین سروبی و جلال‌آباد و دیگری منطقه آش‌پشته بامیان به ثبت رسیده است. به طور خلاصه، از فاریاب در غرب، رستاق در شرق، سرخ پارسا در غوربند، مارشتان در پنجشیر، غزنی و گردیز که تحت مطالعات و تحقیقات زمین‌شناسان فرانسوی قرار داشت، چنین ابزار نظر شده است که برای اکتشافات و تثبیت ذخایر بهتر اورانیوم در افغانستان ایجاب می‌نماید تا به روش‌های جیو‌کمی‌کال متوسل شد.

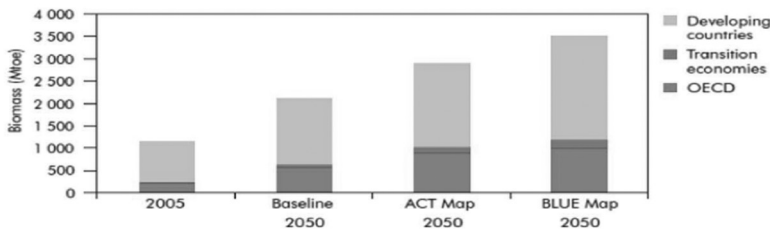
قیمت هر کیلووات ساعت برق هسته‌ای، معادل نصف هزینه برق تولیدشده از سوخت‌های فسیلی است. بزرگ‌ترین مشکل این انرژی، پساب‌های پرتوزا است که برای دفع آن در مقیاس وسیع، حتماً باید چاره‌اندیشی شود. از انرژی هسته‌ای می‌توان برای تولید برق و گرما بهره برد. افغانستان با داشتن منابع غنی اورانیوم و دیگر عناصری از این دست، از کشورهایی است که می‌تواند با سرمایه‌گذاری در این بخش، به روند توسعه انرژی خود شتاب دهد. برای تولید برق هسته‌ای، اورانیوم باید تا سه درصد غنی شود که امکان این غنی‌سازی فعلاً در افغانستان فراهم نیست.

## ۵-۶. انرژی زیست توده

زیست توده، انرژی تجدیدپذیر است که تعریف اتحادیه اروپا از زیست توده که در راهنمای EC/77/2001 به تاریخ ۲۷ سپتامبر ۲۰۰۱ میلادی عنوان شده، عبارت است از: «زیست توده عبارت است از اجزای قابل تجزیه زیستی از محصولات، پسماندها و زائدات کشاورزی (شامل مواد گیاهی و دامی)، جنگل‌ها و صنایع وابسته و هم‌چنین زائدات صنعتی و شهری قابل تجزیه». به معنای کلی، می‌تواند یک منبع تولید بیولوژیکی انرژی بر اساس هیدروژن، کربن و اکسیژن توصیف شود. بیومس سومین منبع اصلی انرژی در جهان پس از زغال سنگ و نفت است که حدود ۹ درصد کل انرژی اولیه را شامل می‌شود. حدود (ول  $10^{18}$  EJ) ۵۳ از انرژی زیست توده در حال حاضر در سراسر جهان استفاده می‌شود که اکثراً ۸۶ درصد از این مقدار برای تولید حرارت، پخت و پز و ... و هم‌چنین در صنایع مصرف می‌شود (۳/۴ درصد از این مقدار بیومس سنتی است که به طور مستقیم سوزانده

1. French Alternative Energies and Atomic Energy Commission (CEA).

می‌شود که چندان کارآمد نیست)، و کم‌تر از ۱۰/۵ درصد برای تولید برق استفاده می‌شود و ۳/۵ درصد برای تولید سوخت‌های زیستی مصرف می‌شود. پیش‌بینی می‌شود که تا سال ۲۰۵۰ میزان استفاده از انرژی‌های زیست‌محیطی به میزان کنونی مصرف نفت برسد. با این حال، مقدار زیست توده قابل استخراج از پسماندهای کشاورزی در سال ۲۰۵۰ به توسعه و بهبود اساسی در ساختارهای جنگل‌داری و کشاورزی بستگی دارد. در سال‌های اخیر میزان استفاده از بیومس عمدتاً در کشورهای OECD افزایش یافته است.



نمودار ۴. رشد مصرف زیست توده در کشورهای OECD

میزان کل ذخایر زیست توده نامشخص است؛ اما میزان مصرف فعلی آن حدود ۱۰ درصد از مصرف انرژی اولیه جهانی است. تقریباً دو سوم از این زیست توده در کشورهای در حال توسعه به عنوان بیومس غیر تجاری (بیومس ابتدایی مانند سوخت، چوب، بقایای محصولات کشاورزی، کود و غیره) برای گرمایش خانگی و پخت و پز مصرف می‌شود. میزان تقاضای فعلی برای انرژی زیست توده به منظور تأمین برق و گرمایش ساختمان‌ها و صنعت ۸ EJ است و تقریباً ۱,۷ EJ برای سوخت‌های زیستی مایع (اتانول و بیودیزل) نیاز است. انتظار می‌رود هزینه‌های تولید انرژی از زیست توده در طول زمان با پیشرفت تکنولوژی و ساخت پلنت‌های هاضم در مقیاس‌های اقتصادی کاهش یابد. امروزه، هزینه تولید برق از زیست توده حدود ۶۲ تا ۱۸۵ دلار در هر مگاوات ساعت می‌باشد و تا سال ۲۰۵۰ می‌تواند به ۴۹ تا ۱۲۳ دلار برسد. کشورهای پیشرفته مانند ایالات متحده ۱۰/۴ گیگاوات، آلمان ۴/۹ گیگاوات، چین ۴ گیگاوات و هند ۳ گیگاوات برق از زیست توده تولید می‌کنند. کشورهای مهم تولیدکننده اتانول آمریکا، برزیل، چین، کانادا و فرانسه هستند. دیگر کاربردهای زیست توده مانند تولید بیودیزل در کشورهایی نظیر آمریکا، آلمان، برزیل، آرژانتین و فرانسه به سرعت در حال پیشرفت هستند.

کل مصرف انرژی خانواده‌ها در افغانستان به شدت به زیست توده جامد متکی است که راندمان کم تبدیل دارد. مطالعه مصرف انرژی خانواده‌ها در افغانستان (شهر قندهار) نشان می‌دهد که اگرچه تعداد اندکی از خانه‌ها از سوخت‌های پاک، مانند نفت سفید و گاز طبیعی، استفاده می‌کنند؛ اما سوخت‌های

سنتی مثل زیست توده هم‌چنان سوخت غالب خانگی است، و در مناطق روستایی زیست توده کاربرد بیش‌تر دارد؛ به‌خصوص در جاهایی که تمام خانوارهای روستایی از پسماندهای حیوانی و زباله‌های زراعی برای تولید انرژی زیستی با راندمان کم استفاده می‌کنند. به دلیل بالا بودن درصد مواد فسادپذیر در داخل پسماندهای شهری در افغانستان، توجه به روش مناسب دفع و تولید انرژی از این منابع زیست توده اهمیت دارد.

### ۵-۶-۱. بیوگاز

تولید بیوگاز از زباله‌های شهری یکی از در دسترس‌ترین منابع تولید بیوگاز در جهان می‌باشد که علاوه بر تجدیدپذیر بودن، برخلاف منابع انرژی فسیلی که جهان را با معضلات بسیاری از جنبه‌های محیط‌زیستی مواجه کرده است، دوستدار محیط‌زیست می‌باشد. این انرژی پاک به دلیل در دسترس بودن و عدم نیاز به فناوری‌های پیشرفته از گذشته‌های دور مورد توجه و کاربرد بشر قرار گرفته است. بیوگاز، گازی است بی‌رنگ که قابلیت اشتعال دارد و شامل ۶۰ تا ۷۰ درصد متان، ۴۰ تا ۳۰ درصد دی‌اکسید کربن، کم‌تر از ۱ درصد سولفید هیدروژن و مقادیر جزئی هیدروژن، آمونیاک و اکسید نیتروژن است. از مزایای بیوگاز می‌توان به تبدیل پذیر بودن این نوع انرژی به دیگر اشکال انرژی از قبیل الکتریسیته و هم‌چنین سوخت‌های مایع و گازی اشاره نمود. هم‌چنین، مزیت دیگر این انرژی دامنه گسترده مصرف‌کنندگان آن شامل خانوارهای روستایی، واحدهای کوچک، متوسط و بزرگ صنعتی و تجاری می‌باشد. عدم آلودگی آب، هوا و خاک و تولید محصولات جانبی مفید و کمک به حفظ بهداشت و سلامت جامعه شهری از مزایای دیگری است که باعث می‌شود هضم بی‌هوازی در فرایند تولید انرژی از زایدات شهری مدنظر قرار گیرد.

بیوگاز پتانسیل بالایی برای استفاده در افغانستان دارد. تولید بیوگاز از پسماندهای حیوانی و شهری تکنولوژی پایدار در تولید انرژی از بیومس است.

بیاد اندیشه  
تاسیس ۱۳۹۴

### ۵-۶-۲. زباله‌سوز

شهرهایی که ظرفیت تولید روزانه ۲۰۰ تن زباله دارند، دارای قابلیت احداث نیروگاه زباله‌سوز می‌باشند. ساخت نیروگاه‌های زباله‌سوز و استفاده از زباله‌های شهری برای تولید انرژی، یک روش مؤثر مدیریت زباله و تولید انرژی پاک در دنیا مطرح است؛ اما این صنعت در کشور ما مورد غفلت واقع شده است. زباله‌های شهری دارای پتانسیل بسیار خوبی برای تولید برق هستند؛ ضمن این‌که این منابع دارای ویژگی فسادپذیری خود به خود هستند که موجب انتشار انواع گازهای گلخانه‌ای را به همراه

ایجاد بستر مناسب برای گسترش انواع بیماری‌های خطرناک ناشی از تجمع زباله‌های مختلف سبب خواهند شد؛ بنابراین، در صورت به‌کارگیری این منابع در جهت استحصال انرژی می‌توان تهدید ناشی از مخاطرات رها کردن زباله در طبیعت را به فرصتی برای گسترش انرژی‌های تجدیدپذیر و توسعه شهری تبدیل کرد. با افزایش جمعیت، پتانسیل تولید برق از زباله‌ها می‌بایست امکان‌سنجی شود.

در شهر کابل تولید روزانه ۵ هزار تن زباله، شاروالی را به عنوان مدیریت اجرایی پسماند و ساکنان پایتخت را دچار مشکلات فراوانی کرده است. بر مبنای نتایج علمی و عملی در شهرهایی با جمعیت بیش از ۲۵۰ هزار نفر برابر با ۳۱۱ مگاوات مبتنی بر فناوری زباله‌سوزی قابل استحصال است. زباله‌ها در کوچه و گذرها مدت‌ها به صورت تلنبار باقی می‌مانند که نه تنها سیمای شهری را تخریب می‌کنند؛ بلکه می‌توانند باعث شیوع بیماری به‌ویژه در فصل تابستان شود. نکته مهم این است که این نیروگاه‌ها باید استانداردهای زیست‌محیطی را رعایت کرده و از خروج گازهای سمی آلاینده هوا جلوگیری کنند. با وجود ظرفیت بالای انرژی‌های تجدیدپذیر (RES)<sup>۱</sup> در افغانستان، استفاده بسیار محدودی از این منابع انرژی صورت گرفته است.

## ۷. انرژی‌های تجدیدپذیر و زیست‌شهر پایدار

هزاره سوم، دوره‌ای از سکونت بشر بر روی زمین است که برای نخستین بار در تاریخ، اکثریت جمعیت جهان شهرنشین هستند و آنچه قطعی است، شهرها در آینده به دلیل ایجاد تنش‌های زیست‌محیطی با چالش‌های متعددی مواجه خواهند بود. در افغانستان نیز جمعیت شهرهای بزرگ رو به رشد می‌باشد؛ بنابراین، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر یک شرط ضروری برای تأمین انرژی موردنیاز جمعیت ساکن در شهرها، مراکز صنعتی و هم‌چنین توسعه شهری پایدار و مقابله با مشکلات زیست‌محیطی حاضر می‌باشد. با توجه به این تعریف، نقش و ویژگی هر یک از انرژی‌های تجدیدپذیر در نظریه زیست‌شهر پایدار تبیین شده است.

صنعت: صناعی مانند استخراج معادن، ساخت و ساز، تولید فولاد، آرد، نساجی و فلزکاری و صنایع غذایی با وجود گزینه‌های انرژی تجدیدپذیر تقویت می‌شوند.

ترانسپورت مؤثر: ۵۸٪ سوخت‌های فسیلی در وسایط حمل و نقل به مصرف می‌رسد. استفاده از سیستم‌های ترانسپورت برقی با استفاده از انرژی خورشیدی برای بهبود و توسعه سیستم ترانسپورت، به‌خصوص در شهرهای بزرگ افغانستان، نظیر کابل، هرات، کندهار، مزارشریف و جلال‌آباد، می‌تواند

1. Renewable Energy Sources.



از آلودگی هوا و انتشار گازهای گلخانه‌ای بکاهد. آلودگی‌های ناشی از وسایط نقلیه باید با تأمین استانداردهای موتور و دیگر امور لازم در این زمینه کاهش یابد.

استفاده از انرژی خورشید برای روشنایی و تأمین برق: از سلول‌های فتوولتائیک برای تولید برق و حرارت از انرژی خورشیدی استفاده می‌شود که از جمله موارد استفاده این تکنولوژی، استفاده در موترهای با منبع خورشیدی، روشنایی معابر و تونل‌ها و همچنین سیستم ترانسپورت ریلی که انرژی مورد نیازش را از کبل‌های برق دریافت می‌کند. بسیاری از مردم برای تأمین برق سیستم‌های روشنایی و گرمایشی منازل خود، به‌خصوص در ساعات قطعی برق، از پنل‌های خورشیدی استفاده می‌کنند. تأمین برق از انرژی خورشیدی در شرایط بحرانی در نواحی سانحه‌دیده به علت سیل، توفان و زلزله هم قابل کاربرد است.

انرژی زمین‌گرمایی: بهترین بهره‌برداری از این انرژی در تولید برق است که با این وسیله می‌توان سیستم‌های حمل و نقل مبتنی بر جریان الکتریسیته را بهبود بخشید.

انرژی زیست توده: انرژی زیست توده مانند سوخت‌های مایع اتانول، بیواتانول، بیودیزل و سوخت‌های جامد نظیر چار است که جهت تولید الکتریسیته استفاده می‌شود. این انرژی حدود ۵۰ درصد سهم انرژی‌های تجدیدپذیر را دارد. موارد استفاده از این انرژی تولید برق، اتومبیل‌های بیوگازسوز، روشنایی معابر و سوخت خودروها است.

به دلیل نارسایی‌های ناشی از دهه‌ها جنگ در اکثر نقاط کشور، صنایع افغانستان تقریباً از بین رفت. گزارش اتاق‌های تجارت و صنایع افغانستان در سال ۲۰۱۳، فقدان زیربناها را به عنوان یک مانع عمده در برابر توسعه تجارت مورد تأکید قرار می‌دهد، در ۸۹ فیصد صنایع که توسط اتاق‌های تجارت و صنایع افغانستان مورد بررسی قرار گرفتند، عدم دسترسی به برق به عنوان یکی از زیربناها، مانع عمده تشخیص داده شد.<sup>۱</sup> انتظار می‌رود استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، به عنوان مکانیزمی عمل کند که عرضه مطمئن انرژی برق را میسر سازد. در حالی که پیشرفت‌هایی در دسترسی به انرژی از طریق پروژه‌های انرژی خورشیدی و بادی صورت گرفته است، هنوز عرصه‌های زیادی وجود دارند که باید مورد بهره‌برداری قرار بگیرند.

مصرف انرژی در بخش مسکونی تقریباً ۵۰٪ از کل مصرف انرژی در شهرهای افغانستان را شامل می‌شود. حدود ۷۲٪ از این انرژی برای پخت و پز خانوارها به مصرف می‌رسد و مابقی آن برای گرمایش فضا و روشنایی استفاده می‌شود. اگرچه اکثر خانواده‌های ساکن شهرها دارای شبکه برق

۱. اتاق‌های تجارت و صنایع افغانستان، نظارت شغلی، ۲۰۱۳، ص ۱۱.

هستند؛ اما مکرراً دچار قطعی برق می‌باشند؛ از این رو، بسیاری از خانواده‌ها، به‌ویژه در ساعات اوج مصرف، از سوخت‌های گران‌قیمت مانند بنزین، دیزل و نفت سفید برای ژنراتورها و لامپ‌ها استفاده می‌کنند.

تطبیق استراتژی‌های انکشافی انرژی‌های تجدیدپذیر، مزایای ذیل را در پی خواهد داشت:

- کاهش تقاضا و وابستگی به سوخت‌های هیدروکربنی که این امر از طریق کاهش انتشار گازهای آلاینده به حفظ منابع با ارزش منجر می‌شود.
- تقاضا برای واردات برق از کشورهای همسایه کاهش می‌یابد.
- گزینه‌های مؤثر و پایدار انرژی برای روشنایی، حرارت و پخت و پز در شهرها و به‌خصوص نقاط دور از شبکه‌های سراسری ایجاد می‌شود.
- تأمین انرژی از منابع تجدیدپذیر، فشار بر منابع طبیعی را کاهش خواهد داد.

موارد بحث‌شده، نقش تعیین‌کننده انرژی‌های نو در توسعه پایدار شهرها به عنوان بستر تأمین‌کننده انرژی را نمایان می‌سازد. در دنیا، شهرهایی که به این زیرساخت‌ها و سرمایه‌های طبیعی توجه کرده و آن‌ها را به درستی و با شیوه‌های کارشناسی و بر مبنای منافع بین نسلی (نه فقط نسل حاضر) مورد شناخت و استفاده قرار داده‌اند، امروز دارای کیفیت زندگی بسیار بالایی هستند و مزیت‌های زیست‌محیطی آن‌ها باعث شده تا سالیانه سرمایه‌های عظیم داخلی و خارجی به آن‌ها وارد شده و رونق اقتصادی را به همراه بیاورد.

## ۷. نتیجه‌گیری

مشکل اصلی فراروی به‌کارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر، سرمایه‌گذاری اولیه بالای مورد نیاز است که دولت باید با تقویت همکاری‌های بین‌المللی (به‌ویژه کمک‌های مجامع بین‌المللی مرتبط به کشورهای در حال توسعه که پیش‌بینی می‌شود مصرف انرژی آن‌ها به طور غیرمنتظره افزایش می‌یابد) و حمایت از سرمایه‌گذاری سکتورهای خصوصی و غیر دولتی، زمینه مشارکت گسترده انرژی‌های نو در عرضه انرژی را مهیا سازد؛ چرا که این امر در بلندمدت صرفه‌جویی سرمایه ملی، افزایش تولید ناخالص داخلی، افزایش درآمد ملی، ایجاد فرصت‌های شغلی و صیانت از محیط‌زیست را به همراه خواهد داشت. هم‌چنین، این نکته را باید مدنظر داشت، توسعه زمانی قابل پشتیبانی است که منفعت‌گیرندگان به تدریج به صاحبان این روند تبدیل شوند. این یعنی نمی‌توان منحصرأ بر برنامه‌های اقتصادی تمرکز کرد؛ بلکه باید آن‌ها را به صورت برنامه‌های همه‌جانبه در نظر گرفت که شامل ابعاد فرهنگی و اجتماعی نیز باشد. آموزش و تعلیم مهارت‌ها، خدمات بهداشتی و عمومی، حفظ میراث فرهنگی، توسعه زیرساخت‌ها، برنامه‌ریزی و بازسازی شهری، توسعه روستایی، مدیریت آب و انرژی

و حتی توسعه سیاست‌گذاری و قانون‌گذاری در زمره جوانب متنوعی است که بایستی مورد توجه قرار گیرند تا برنامه‌های ماندگار ایجاد کنند.

## ۸. جمع‌بندی

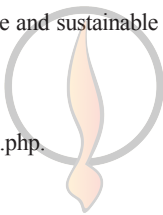
توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور ما موضوع جدیدی است. توسعه و پیشرفت فناوری‌های مختلف انرژی‌های تجدیدپذیر نیاز به تحقیق و توسعه به منظور استفاده بیش‌تر و بهبود عملکرد دارند. داده‌های معتبر بسیار محدودی برای تحلیل در دسترس می‌باشند و اکثر این اطلاعات و منابع به صورت آنلاین در دسترس نمی‌باشند؛ بنابراین، تحقیق و نوآوری در مورد این سامانه‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است؛ به طوری که تنها راه غلبه بر موانع توسعه و ترویج انرژی‌های تجدیدپذیر، ایجاد زمینه‌های تحقیقات و انتقال فناوری است. نیاز به مطالعه‌ای مبنی بر ارائه الگوی مناسب استفاده و گسترش این نوع از انرژی‌ها در افغانستان است. هم‌چنین، تحقیقات آینده باید به سمت ارزیابی اثرات زیست محیطی رشد منابع انرژی تجدیدپذیر، به‌خصوص نیروگاه‌های برق آبی، تمرکز نماید. بر اساس مطالب ذکرشده توصیه می‌شود که افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در افق کار سیاست‌مداران کشور قرار گیرد؛ زیرا طبیعت باثبات و پایدار این انرژی‌ها قادر است، فارغ از نوسانات اقتصادی، امکان استفاده از انرژی را در جهت رشد و توسعه مهیا سازد که این امر علاوه بر این‌که امنیت انرژی را بالا می‌برد، به دلیل سازگاری با محیط‌زیست، به سلامتی و ارتقای کیفیت زندگی مردم منجر خواهد شد.



## منابع

۱. صادقی، حسین و سمانه خاکسار آستانه (۱۳۹۳)، «ارائه یک الگوی بهینه توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران با استفاده از رویکرد بهینه‌یابی استوار»، پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، سال سوم، شماره ۱۱.
  ۲. صادقی، کمال؛ سکینه سجودی و فهیمه احمدزاده دلجوان (۱۳۹۶)، «تأثیر انرژی‌های تجدیدپذیر بر رشد اقتصادی و کیفیت محیط‌زیست در ایران»، فصلنامه پژوهش‌های سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی انرژی، سال سوم، شماره ۶.
  ۳. کاظمی، یاسین و دیگران (۱۳۹۷)، «تحلیل ناهنجاری‌های حرارتی گسل‌ها و ارتباط آن با منابع زمین‌گرمایی با استفاده از داده‌های حرارتی لندست ۸ مطالعه موردی: گسل‌های شهاداد و نایبند»، فصلنامه علمی-پژوهشی مطالعات جغرافیایی، دوره بیست و هفتم، شماره ۱۰۶.
  ۴. مثنوی، محمدرضا (۱۳۹۰)، اکوسیستم شهری پایدار، پارادایم یا پارادوکس؟ ضرورت بازنگری رابطه شهر و محیط‌زیست، مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران.
  ۵. نشریه سازمان انرژی‌های نو ایران (۱۳۸۸)، سال سوم، شماره ۱۳.
6. Agha M. (2013), Urban residential energy use in Kandahar, Afghanistan, Cities 32(136).

7. Ahmadzai. S, McKinna. M, (2018), Afghanistan electrical energy and trans-boundary water systems analyses: Challenges and opportunities, Energy Reports 4, 435–469.
8. Anwarzai M, Nagasaka K, (2013), Estimation of Earth Surface Heat Flow by Geological Ages and Settings for Geothermal Energy Exploration in Afghanistan, International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources (IJESNR).
9. Broshears RE, Akbari IS, Chornack MP, Mueller DK, Ruddy BC. Inventory of
10. Burns R.K.)2011), Afghanistan: Solar assets, electricity production, and rural energy factors, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 15, Issue 4, 2144-2148.
11. Danish, M.S.S. (2017), Afghanistan’s aspirations for energy independence: Water resources and hydropower energy, Renewable Energy 113(1277).
12. Energy Technology Perspective. Scenarios and strategies to 2050. In Support of G8 Plan of Action; 2008.
13. ground-water resources in the Kabul basin, Afghanistan USGS; 2004.
14. Marti´nez-Zarzoso, I, Bengochea- Morancho, A. and Morales-Lage, R. (2006), “The impact of population on CO2 emissions: evidence from European countries”, Report No. 98.2013.
15. MEW, 2015. Renewable energy policy. Retrieved from: <https://drive.google.com/file/d/0B6zII-vXJyS8ddks3cnB0bUVIeEU/view>.
16. NREL, 2007. Afghanistan resource maps and toolkit. Retrieved from: [http://www.nrel.gov/international/ra\\_afghanistan.html](http://www.nrel.gov/international/ra_afghanistan.html).
17. [pubs.usgs.gov/sir/2005/5090/sir20055090.pdf](https://pubs.usgs.gov/sir/2005/5090/sir20055090.pdf)
18. REN21 Renewables 2013 Global Status Report. REN21 Secretariat, Paris; 2013.
19. Rostami R, Khoshnava M, Lamit H, Streimikiene D, Mardani A, (2016). An overview of Afghanistan’s trends toward renewable and sustainable energies. Renewable and Sustainable Energy Reviews.
20. [www.nrel.gov/gis/pdfs/swera/afg](http://www.nrel.gov/gis/pdfs/swera/afg).
21. <http://geography-dept.talif.sch.ir/index.php>.



بنیاد اندیشه  
تاسیس ۱۳۹۴