بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده فنی مهندسی
گروه برق

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته‌ی برق گرایش قدرت

عنوان پایان نامه
طراحی کنترل کننده بهینه برای پایداری فرکانس در ریزشبکه‌ها با استفاده از الگوریتم‌های تکاملی

استاد راهنما:
دکتر غلامحسین شیسی

نگارش:
محسن دلفانی

اسفند ماه ۱۳۹۲

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و
نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه
متعلق به دانشگاه رازی است

دانشکده فنی مهندسی

گروه برق

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته‌ی برق گرایش قدرت

نام دانشجو:

محسن دلفانی

تحت عنوان:

طراحی کنترل کننده بهینه برای پایداری فرکانس در ریزشبکه‌ها با استفاده از الگوریتم‌های تکاملی

در تاریخ **۹۲/۱۲/۶** توسط هیات داوران زیر بررسی و با درجه **عالی** به تصویب نهایی رسید.

۱- استاد راهنما **دکتر غلامحسین شیسی** با مرتبه علمی **استادیار** امضاء

۲- استاد داور داخل گروه **دکتر حمدی عبدی** با مرتبه علمی **استادیار** امضاء

۳- استاد داور داخل گروه **دکتر حسن مرادی** با مرتبه علمی **استادیار** امضاء

سپاسگزاری:

بدین وسیله لازم می‌دانم از استاد محترم جناب آقای **دکتر غلامحسین شیبی** که راهنمایی‌های ارزنده‌ی ایشان در مسیر انجام پروژه، به حق راه‌گشا بوده است، کمال تشکر و قدردانی را داشته باشم. از تمام بزرگواران و دوستانی که حقیر را در تکمیل این پایان‌نامه یاری نموده‌اند و از محضر آنان کسب فیض نموده‌ام، بسیار سپاسگزارم و از خداوند منان برای آن‌ها توفیق روز افزون را آرزومندم. هم‌چنین از **خانواده عزیزم** که بزرگ‌ترین حامی من در طول زندگی بوده‌اند، کمال تشکر و امتنان را دارم.

محسن دلفانی

اسفندماه ۱۳۹۲

تقدیم به مقدس ترین واژه ها، پدر و مادر عزیزم که

لذت دانستن

جسارت خواستن

عظمت رسیدن

و تمام تجربه های یکتا و زیبای زندگیم مدیون حضور پر مهر آنهاست.

چکیده:

با رشد سریع مصرف انرژی الکتریکی در سال‌های اخیر، سیستم‌های قدرت مرسوم با مشکلات مختلفی مانند مسائل زیست محیطی، کمبود سوخت‌های فسیلی، هزینه بالای احداث نیروگاه‌های جدید وغیره روبه‌رو شده‌اند که برای حل این مشکلات، استفاده از منابع تولید پراکنده ومنابع تجدیدپذیر انرژی در چند دهه گذشته مطرح گردیده است. در منابع تولید پراکنده غالبا انرژی اولیه برای تولید برق، منابع انرژی پاک وتجدیدپذیر هم‌چون باد، خورشید وانرژی امواج دریا است. هر چند وجود این منابع، با مزایای فراوانی همراه بوده اما افزایش تعداد آن‌ها مشکلات دیگری را نیز برای سیستم قدرت به‌وجود می‌آورد. به عنوان مثال می‌توان به پیچیده‌تر شدن سیستم توزیع وانتقال، برهم‌خوردن تقارن شبکه، از مرکزیت خارج شدن تولید و مشکلات ایجاد شده توسط این منابع برای طرح‌های حفاظتی اشاره کرد.

به منظور بهره‌برداری بهینه از این منابع، مفهوم جدیدی به نام ریزشبکه در سال ۱۹۹۸ توسط موسسه CERTS مطرح شد که یک ریزشبکه را مجموعه ای از بارها ومنابع تولید کوچک در نظر می‌گرفت که می‌تواند به صورت مستقل بارهای خود را از لحاظ الکتریکی و گرمایی تغذیه نماید. اساس طراحی کنترلی درریزشبکه‌ها بایستی به صورتی باشد که بتوانند بارهای محلی را در هر دو حالت وصل وقطع از شبکه سراسری تغذیه نمایند. پس وجود یکسری کنترل‌کننده‌های محلی و مرکزی بین ریزشبکه وشبکه سراسری الزامی است. درحالت مرسوم این کنترل کننده‌ها براساس شرایط کارنامی وآرامش سیستم قدرت، در مقادیر مشخصی تنظیم شده و درسیستم قرار می‌گیرند، اما با توجه به نوسانات توان و اغتشاشات متداول سیستم‌های قدرت، این مقادیر دقیقا مقادیر بهینه نخواهند بود پس به روش‌های کنترلی کارآمدتر بیش از پیش احتیاج است.

بر همین اساس، در این پایان‌نامه پایداری فرکانس ریزشبکه‌ها با استفاده از روش‌های هوشمند مورد بررسی قرار گرفته است. از الگوریتم ژنتیک[1] و الگوریتم بهینه‌سازی اجتماع ذرات[2] در امر کنترل فرکانس ریزشبکه‌ها به منظور تنظیم بهینه کنترل کننده‌های کلاسیک کمک گرفته شده است. در هر دو این روش‌ها عملکرد و کارآیی مطلوب‌تر روش‌های کنترلی پیشنهادی نسبت به روش‌های سنتی، در طی چندین شبیه‌سازی مختلف به‌روی سیستم آزمون به صورت جداگانه بررسی شده است. هم‌چنین با توجه به نتایج شبیه‌سازی‌ها، روش الگوریتم ژنتیک، نسبت به دو روش دیگر کارآیی وعملکرد بهتری داشته است.

کلمات کلیدی: منابع تولید پراکنده، منابع انرژی تجدیدپذیر، ریزشبکه، کنترل ثانویه فرکانس، کنترل کننده بهینه PI ، تنظیم بهینه، الگوریتم ژنتیک، الگوریتم بهینه‌سازی اجتماع ذرات.

[1] Genetic Algorithm (GA)
[2] Particle Swarm Optimization (PSO)

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: انرژی و انواع آن

۱- ۱- انواع انرژی ۲

۱-۱-۱- سوخت‌های فسیلی ۲

۱-۱-۲- انرژی هسته‌ای ۲

۱-۱-۳- انرژی‌های تجدیدپذیر ۳

۱- ۲- اشکال مختلف انرژی تجدیدپذیر ۳

۱- ۲-۱- انرژی خورشیدی ۳

۱- ۲-۲- انرژی هیدروالکتریک (انرژی برقابی) ۴

۱- ۲-۳- انرژی بادی ۴

۱- ۲-۴- انرژی جزر و مدی اقیانوس‌ها ۴

۱- ۲-۵- انرژی امواج اقیانوس‌ها ۵

۱- ۲-۶- انرژی زمین گرمایی (ژئوترمال) ۵

۱- ۲-۷- انرژی بیوماس (زیست توده) ۶

۱- ۲-۸- بیوگاز ۶

فصل دوم: ریزشبکه‌ها

۲-۱- ریزشبکه‌ها ۸

۲-۲- منابع تولید توان در ریزشبکه‌ها ۱۲

۲-۲-۱- سیستم‌های تبدیل انرژی بادی ۱۲

۲-۲-۱-۱- توربین‌های بادی با سرعت ثابت ۱۳

۲-۲-۱-۲- توربین‌های بادی با سرعت متغیر ۱۴

۲-۲-۲- سلول‌های خورشیدی ۱۴

۲-۲-۳- توربین انرژی موج ۱۶

۲-۲-۴- CHP ۱۶

۲-۲-۵- سلول‌های سوختی ۱۷

۲-۳- منابع ذخیره کننده انرژی در ریزشبکه‌ها ۱۸

فصل سوم: ساختارهای کنترلی در ریزشبکه‌ها

۳-۱- رویکردهای کلی ۲۱

۳-۱-۱- کنترل مرکزی ۲۱

۳-۱-۲- کنترل تک عامله و یا چند عامله ۲۳

۳-۱-۳- کنترل پراکنده ۲۴

۳-۲- رویکردهای کنترلی مبتنی بر حالت عملکرد ریزشبکه‌ها ۲۴

۳-۲-۱- روش کنترلی PQ ۲۵

۳-۲-۲- روش کنترلی VSI ۲۵
فصل چهارم: الگوریتم‌های تکاملی ژنتیک و بهینه‌سازی اجتماع ذرات
۴-۱- الگوریتم ژنتیک ۳۱
۴-۱-۱- ساختار عمومی الگوریتم‌های ژنتیکی ۳۱
۴-۱-۲- استخراج و اکتشاف ۳۴
۴-۱-۳- جستجوی جمعیت پایه ۳۵
۴-۱-۴- لغات الگوریتم‌های ژنتیکی ۳۵
۴-۲- الگوریتم ژنتیک ساده ۳۵
۴-۳- مسئله کد کردن ۳۸
۴-۴- انتخاب ۳۹
۴- ۴-۱- فضای نمونه‌برداری ۴۰
۴-۴-۱-۱- فضای نمونه‌برداری معمولی ۴۰
۴-۴-۱-۲- فضای نمونه‌برداری بزرگ‌شده ۴۱
۴-۴-۲- مکانیزم نمونه‌برداری ۴۱
۴-۴-۲-۱- نمونه‌برداری اتفاقی ۴۱
۴-۴-۲-۲- نمونه‌برداری قطعی ۴۲
۴-۴-۲-۳- نمونه‌برداری ترکیبی ۴۳
۴-۴-۳- احتمال انتخاب ۴۴
۴-۴-۴- نیروی انتخاب ۴۹
۴-۵- بهینه‌سازی اجتماع ذرات ۵۱
۴-۶- اساس بهینه‌سازی اجتماع ذرات ۵۱
۴-۷- ساختارهای اجتماع شبکه ۵۲
۴-۸- مدل بهینه‌سازی اجتماع ذرات کامل ۵۴
۴-۸-۱- مدل بهینه‌سازی اجتماع ذرات بهترین سراسری ۵۴
۴-۸-۲- مدل بهینه‌سازی اجتماع ذرات بهترین محلی ۵۶
۴-۸-۳- نظریه‌های بهینه‌سازی اجتماع ذرات پایه ۵۷
۴-۸-۳-۱- مولفه‌های سرعت ۵۸
۴-۸-۳-۲- تشریح هندسی ۵۸
۴-۸-۴- جنبه‌های الگوریتم ۶۱
۴-۸-۵- بهینه‌سازی اجتماع ذرات بهترین سراسری در مقابل بهترین محلی ۶۴
فصل پنجم: طراحی کنترل کننده بهینه فرکانس براساس الگوریتم‌های تکاملی ژنتیک و بهینه‌سازی اجتماع ذرات
۵-۱- سیستم آزمون ۶۶
۵-۱-۱- نحوه مدل‌سازی سیستم آزمون ۷۰
۵-۲- کنترل بار- فرکانس ۷۱
۵-۲-۱- کنترل اولیه ۷۱

۵-۲-۲-کنترل ثانویه ۷۲
۵-۳- روش‌های کنترلی پیشنهادی مبتنی بر الگوریتم‌های تکاملی ۷۳
۵-۳-۱- روش کنترلی پیشنهادی مبتنی بر الگوریتم ژنتیک ۷۳
۵-۳-۲- روش کنترلی پیشنهادی مبتنی بر الگوریتم بهینه‌سازی اجتماع ذرات ۷۵
۵-۴- نتایج شبیه‌سازی‌ها ۷۶
۵-۴-۱- نتایج شبیه‌سازی با استفاده از الگوریتم ژنتیک ۷۶
۵-۴-۲- نتایج شبیه‌سازی با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی اجتماع ذرات ۸۲
۵-۴-۳- مقایسه نتایج شبیه‌سازی‌های حاصل از الگوریتم‌های فوق ۸۶
فصل ششم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات
۶-۱- نتیجه‌گیری ۹۱
۶-۲- پیشنهادات ۹۲
مراجع ۹۴

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل۲-۱: شمای نمونه‌ای یک ریزشبکه ۹
شکل۲-۲: ساختار کلی یک ریزشبکه ۱۰
شکل۲-۳: توربین بادی ۱۳
شکل۲-۴: سلول خورشیدی ۱۵
شکل۲-۵: توربین انرژی موج ۱۶
شکل۲-۶: دیاگرام کلی یک سلول سوختی ۱۷
شکل۲-۷: سیستم ذخیره‌سازی انرژی (Flywheel) ۱۹
شکل۳-۱: چارچوب روش کنترل مرکزی ۲۱
شکل۳-۲: روش کنترل پراکنده ۲۴
شکل۳-۳: چارچوب کنترلی به روش PQ ۲۵
شکل۳-۴: مشخصه افتی ۲۶
شکل۳-۵: چارچوب کنترل ثانویه ۲۶
شکل۳-۶: سیستم کنترل VSI ۲۷
شکل۳-۷: شماتیک کنترل با یک VSI ۲۷
شکل۳-۸: شماتیک کنترل با چندVSI ۲۸
شکل۴-۱: فلوچارت الگوریتم تکاملی[۲۶] ۳۰
شکل۴-۲: نمونه‌ای از ساختارهای شبکه‌ای ۵۴
شکل۴-۳: نمایش هندسی به‌روزرسانی سرعت و موقعیت برای یک نقطه دوبعدی ۵۹
شکل۴-۴: نمایش بهینه‌سازی اجتماع ذرات بهترین سراسری چند ذره‌ای ۶۰
شکل۴-۵: نمایش بهینه‌سازی اجتماع ذرات بهترین محلی ۶۰
شکل۵-۱: سیستم آزمون: الف) مدل واقعی ریزشبکه، ب)مدل پاسخ فرکانسی ریزشبکه ۶۸-۶۹
شکل۵-۲: فرکانس سیستم: الف)بدون حضورکنترل کننده اولیه، ب)در حضور حلقه کنترلی اولیه ۷۲
شکل۵-۳: یک ژنراتور سنکرون با حلقه‌های کنترلی اولیه و ثانویه[۵۳] ۷۳
شکل۵-۴: فلوچارت الگوریتم ژنتیک پیشنهادی ۷۶
شکل۵-۵: فلوچارت الگوریتمPSO پیشنهادی ۷۶
شکل۵-۶: پاسخ فرکانسی واحدهای مختلف ریزشبکه: الف) نوسانات پله‌ای بار ونوسانات توان خروجی توربین بادی وتوربین انرژی موج، ب) فرکانس ریزشبکه، ج) پاسخ فرکانسیDEG، د) پاسخ CAESS، هـ) پاسخ FESS ۷۷-۷۹
شکل۵-۷: پاسخ فرکانسی ریزشبکه ۸۱
شکل ۵-۸: سیستم آزمون جدید ۸۲
شکل۵-۹) پاسخ فرکانسی واحدهای مختلف ریزشبکه: الف) فرکانس ریزشبکه، ب) پاسخ فرکانسی DEG، ج) پاسخ CAESS، د) پاسخFESS ۸۳-۸۵
شکل۵-۱۰: پاسخ فرکانسی ریزشبکه ۸۶
شکل۵-۱۱) پاسخ فرکانسی‌واحدهای مختلف ریزشبکه: الف) فرکانس ریزشبکه، ب) پاسخ فرکانسی DEG،

ج) پاسخ CAESS، د) پاسخ FESS ۸۷-۸۸
شکل۵-۱۲: پاسخ فرکانسی ریزشبکه ۸۹

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۵-۱: مقادیر پارامترهای استفاده شده در مدل پاسخ فرکانسی ریزشبکه..... ۶۹
جدول ۵-۲: مقادیر و پارامترهای الگوریتم ژنتیک پیشنهادی ۷۴
جدول ۵-۳: مقادیر و پارامترهای الگوریتم PSO پیشنهادی..... ۷۵
جدول ۵-۴: مقادیر پارامترهای کنترلی با استفاده از روش‌های مختلف..... ۸۰
جدول ۵-۵: مقادیر پارامترهای کنترلی با استفاده از روش‌های مختلف..... ۸۱
جدول ۵-۶: مقادیر مختلف تابع تناسب..... ۸۲
جدول ۵-۷: مقادیر پارامترهای کنترلی با استفاده از روش‌های مختلف..... ۸۵
جدول ۵-۸: مقادیر پارامترهای کنترلی با استفاده از روش‌های مختلف..... ۸۶

فصل اول

انرژی و انواع آن

عرضه و تقاضای انرژی در جوامع بشری به طور مداوم در حال افزایش است. زندگی روزمره مردم، چه در سطح جهانی و چه در سطح ملی مشروط به تولید ومصرف انرژی است. در حال حاضر انرژی نقش تعیین-کننده‌ای در اقتصاد و سیاست جهانی ایفا می‌کند. همان‌طور که انرژی‌های فسیلی در قرن بیستم موجب تحولات عظیم صنعتی شده است، برای قرن‌های آینده نیز انرژی از محورهای اصلی توسعه فناوری خواهد بود. با افزایش روزافزون جمعیت جهان و محدود بودن منابع انرژی، کلیه کشورها با مشکل انرژی روبه‌رو هستند. انرژی برای همه مردم مسئله اساسی است و در تمام شئون جامعه انسانی رسوخ کرده و جنبه‌های مختلف آن از زندگی روزانه خانوادگی گرفته تا سیاست جهانی و بین‌المللی و طرح‌های توسعه ملی را تحت تاثیر قرار داده است.

۱-۱ انواع انرژی

انرژی به سه شکل اصلی یافت می‌شود: سوخت‌های فسیلی (نفت، گاز و زغال سنگ)، انرژی هسته‌ای و سرانجام انرژی‌های تجدیدپذیر (انرژی خورشیدی، انرژی برق‌آبی، انرژی بادی، انرژی حاصل از جزر و مد و غیره).

۱ـ۱ـ۱ سوخت‌های فسیلی

سوخت‌های فسیلی در کره زمین به وفور یافت می‌شوند و استفاده از آنها آسان است. حمل و نقل آنها به آسانی انجام می‌شود. فناوری مشتقات نفتی در پالایشگاه‌ها پیشرفت بسیاری کرده است و برای مصرف در حمل و نقل زمینی، دریایی و هوایی بسیار مناسب است، اما مشکل عمده آن آلودگی محیط زیست به هنگام مصرف آن است.

۱ـ۱ـ۲ انرژی هسته‌ای

مهم‌ترین مزیت انرژی هسته‌ای آن است که این انرژی هیچ تاثیری بر میزان دی‌اکسیدکربن جو ندارد. از آنجا که تهیه این نوع انرژی از انرژی برق آبی و انرژی فسیلی ارزان‌تر است،بعضی کشورها از جمله آمریکا و فرانسه، استفاده از انرژی هسته‌ای را برای تولید برق مصرفی خود برگزیده‌اند. درباره استفاده از انرژی هسته‌ای در جهان به‌هیچ‌وجه اتفاق نظر وجود ندارد. مسئولان و متصدیان نیروگاه‌های هسته‌ای در بعضی کشورها به دو مسئله فقدان اطلاعات قابل اعتماد و ایمنی نیروگاه‌های هسته‌ای، توجه لازم را معطوف نداشته-

اند. هم‌چنین مردم نگران دفع ضایعات رادیواکیتو هستند که به این زودی از بین نمی‌روند. البته متخصصان امید دارند در آینده راه‌حلی برای آن پیدا شود. سرانجام کشورهایی قادر به استفاده از انرژی هسته‌ای هستند که قادر به سرمایه‌گذاری کلان برای احداث نیروگاه هسته‌ای باشند.

۱ـ۱ـ۳ انرژی‌های تجدیدپذیر[1]

جنبش‌های طرفدار حفظ محیط زیست که نگران گرم شدن کره زمین در اثر استفاده از انرژی‌های فسیلی هستند و نیز خطرات احتمالی استفاده از انرژی هسته‌ای را می‌بینند، خواهان استفاده از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر می‌باشند. انرژی‌های تجدیدپذیر آن دسته از انرژی‌هایی هستند که تا کره زمین وخورشید وجود دارند، خواهند بود مانند انرژی حاصل از خورشید، آب، باد، امواج دریا، جزر و مد، گرمای آب اقیانوس‌ها وغیره . این منابع تجدیدپذیر بوده و می‌توانند به‌صورت طبیعی بازسازی شوند. در سال‌های اخیر تمایل به استفاده از این منابع به علت سه عامل پیشرفت چشمگیری داشته است. عامل اول تجدیدناپذیر بودن سوخت-های فسیلی در مقایسه با این منابع تجدیدپذیر می‌باشد. عامل دوم آلودگی محیط زیست ناشی از مصرف و احتراق سوخت‌های فسیلی می‌باشد در حالی‌که استفاده از منابع تجدیدپذیر هیچگونه اثرات مضر و زیان‌باری را برای محیط زیست به دنبال نخواهد داشت و می‌توانند به عنوان یک منبع انرژی پاک مورد استفاده قرار گیرند. عامل سوم افزایش قیمت سوخت‌های فسیلی و مرسوم می‌باشند [3-1].در زمینه استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، فناوری‌های لازم با سرعت در حال پیشرفت است. روند فعلی در اقتصادهای توسعه یافته حمایت از انرژی‌های قابل‌تجدید می‌باشد به عنوان مثال در کشورهای آمریکای شمالی و اروپا از ظرفیت منابع انرژی قابل‌تجدید بیشتر استقبال شده است. سیاست‌های اتحادیه اروپا در این راستا دستیابی به ۲۰ درصد از کل انرژی تولید شده از طریق انرژی‌های تجدیدپذیر تا سال ۲۰۲۰ می‌باشد.

۱ـ۲ اشکال مختلف انرژی تجدیدپذیر

۱ـ۲ـ۱ انرژی خورشیدی[2]

می‌توان گفت تقریباً تمام شکل‌های زمینی انرژی (غیر از انرژی اتمی) از خورشید سرچشمه می‌گیرند. انرژی خورشیدی بزرگترین منبع انرژی پاک کره زمین است ومزیت بزرگ آن دردسترس بودن آن در بیشتر نقاط است. چشم‌انداز استفاده انرژی خورشیدی از تمام منابع انرژی دیگر امیدبخش‌تر است. برای استفاده از انرژی خورشیدی یا به وسیله رفلکتورهایی انرژی خورشیدی به درون دیگ بخار منتقل می‌گردد و از بخار ایجاد شده برای گرداندن یک توربین بخار استفاده می‌شود و یا به وسیله سلول‌های

[1] Renewable energies
[2] Solar energy

فتوولتایی، انرژی خورشیدی مستقیماً به برق تبدیل می‌شود که در این روش بازده ۳۰ تا ۳۷ درصد است. با در نظر گرفتن کلیه عوامل، از جمله قابلیت اطمینان و دوام تجهیزات، وجود کارکنان متخصص، نگهداری تاسیسات، امکان ساختن تمام یا بعضی قطعات در کشور مصرف کننده وغیره، استفاده از انرژی خورشیدی بر سایر روش‌های تولید انرژی‌های نو برتری آشکار دارد[4].

۱ـ۲ـ۲ انرژی هیدروالکتریک (انرژی برقابی)[1]

انرژی هیدروالکتریک از ریزش آب به توربین آبی و به گردش در آوردن توربین و آلترناتور[2] متصل به‌آن به‌دست می‌آید. مقدار برق به‌دست‌آمده به مقدار آب و ارتفاعی که آب سقوط می‌کند تا به توربین برسد، بستگی دارد. برای این منظور اقدام به ساختن سدهای مخزنی می‌کنند تا از آب ذخیره در پشت آن برای تولید برق و کشاورزی و احیاناً آب شهری استفاده شود. هزینه سرمایه‌گذاری برای ساختن سدهای مخزنی و تاسیسات هیدروالکتریکی زیاد است، ولی هزینه نگهداری آن به علت مصرف نکردن هر نوع سوخت کم است. ساختن مراکز هیدروالکتریک چندمنظوره بسیار اقتصادی است، بدین طریق که از برق آن برای امور صنعتی و روشنایی و از آب ذخیره‌شده آن برای کشاورزی ومصارف دیگر استفاده می‌شود[4].

۱ـ۲ـ۳ انرژی بادی[3]

بادهای جهان جمعاً حدود ۲۷۰۰ تراوات انرژی در خود نهفته دارند. انرژی بادی به علت رایگان‌بودن و آلوده‌نساختن محیط‌زیست بیشتر مورد توجه قرار دارد. مطالعه و رفع نقائص برای استفاده عملی از نیروی باد به دو منظور انجام می‌شود: نخست آنکه تهیه این انرژی از لحاظ اقتصادی مقرون‌به‌صرفه و با سایر منابع انرژی موجود در طبیعت مانند نفت و زغال‌سنگ و سایر انرژی‌های فسیلی قابل رقابت می‌باشد ودوم جایگزین‌کردن انرژی بادی به جای انرژی‌های فسیلی است که در حال حاضر در حال نقصان و تمام شدن بوده و به خصوص آلوده‌کننده محیط زیست هستند. ضمناً قبل از نصب توربین‌های بادی لازم است نقاط بادخیزتعیین شوند(اطلس بادها) و مطالعاتی در خصوص شدت و دوام باد در طول سال به عمل آید. دستگاه توربین بادی باید در مکانی نصب شود که باد به اندازه کافی در بیشتر فصول سال وجود داشته باشد[4].

۱ـ۲ـ٤ انرژی جزر و مدی اقیانوس‌ها[4]

جزر و مد در اثر جاذبه ماه و جاذبه خورشید بر زمین و چرخش ماه و زمین به وجود می‌آید. در دریاها جاذبه ماه ارتفاع آب را در هر دو طرف زمین یعنی نزدیکترین و دورترین فاصله ماه نسبت به زمین،

[1] Hydro electric energy
[2] Alternator
[3] Wind energy
[4] Tidal energy

بالا می‌برد. گرفتن انرژی از جزر و مد آب دریا یعنی استفاده از اختلاف ارتفاع آب بین جزر و مد به وسیله نصب توربین‌های آبی هنگامی عملی است که انرژی زیادی به صورت جزر و مدهای بزرگ (اختلاف ارتفاع زیاد) و ذخیره‌کردن آب به میزان زیاد صورت پذیرد و وضعیت محل برای ایجاد نیروگاه جزر و مدی مناسب باشد. بررسی‌های اخیر میزان انرژی بالقوه جزر و مدی را که اقتصادی باشد، ۲۰۰ تراوات ساعت در سال برآورد کرده است[4].

۱ـ۲ـ۵ انرژی امواج اقیانوس‌ها[1]

دراموج اقیانوس‌ها ۳ تراوات انرژی نهفته است. در مورد اینکه چه مقداری انرژی می‌توان از امواج به دست آورد، برآوردهای مختلفی انجام گرفته است. به موجب یکی از این برآوردها، این مقدار ۱۰۰ گیگاوات درتمامی اقیانوس‌های کره زمین است. برآورد دیگر حاکی ازآن است که تنها در سواحل انگلستان مقدار ۱۲۰ گیگاوات انرژی قابل حصول است. انرژی حاصل از امواج دریا اصولاً محیط زیست را آلوده نمی‌سازد و به هر میزان که جایگزین سوخت‌های فسیلی شود از آلوده شدن محیط زیست خواهد کاست. انرژی امواج در سواحلی که در معرض بادهای غالب مناطق حاره و متعدله قرار گرفته باشند، قابل استفاده است. پیش‌بینی می‌شود توسعه انرژی موجی تحت شرایط مساعد به ۱۲ تراوات ساعت در سال برسد[4].

۱ـ۲ـ٦ انرژی زمین‌گرمایی[2] (ژئوترمال)

انرژی گرمایی درون زمین یا زمین‌گرمایی، در راکتور هسته‌ای آن تولید می‌شود. این انرژی بر اثر تجزیه رادیواکتیو ایزوتوپ پتاسیم و عناصردیگری که در پوسته زمین پراکنده است، به وجود می‌آید. به تجربه معلوم شده است که به ازای هر ۱۰۰ متر عمق حدود ۳ درجه سانتیگراد به گرمای آن اضافه می‌شود، اما متاسفانه بیرون کشیدن گرما به طور مستقیم از کره زمین امکان پذیر نیست و فقط می‌توان ازگرمایی استفاده کرد که در آب‌های زیر زمینی وجود دارد . با این وصف در حال حاضر بهره برداری از انرژی گرمایی درون زمین تنها به صورت آب گرم و بخارآب امکان‌پذیر است. در بین انرژی‌های تجدیدپذیر، انرژی زمین-گرمایی در سطحی جهانی قرار دارد. در نیروگاه‌های زمین‌گرمایی از آب‌های داغ و نیز از بخارهای داغ طبیعی که از چاه‌های حفر شده از اعماق زمین بالا آورده شده است برای به حرکت درآوردن توربین‌های بخار و تولید برق استفاده می‌کنند. از انرژی رایگان زمین‌گرمایی استفاده‌های مختلفی می‌شود از جمله گرمایش ساختمان‌ها در زمستان، استخرهای آب گرم برای شنا، گرمایش گلخانه‌ها، ذوب برف در معابر و فرودگاه‌ها در زمستان و غیره. هم اکنون تولید برق در سراسر جهان از طریق انرژی ژئوترمال بیش از ۱۵۰۰ مگاوات است[4].

[1]Wave ocean energy
[2]Geothermal

۱ ـ۲ـ۷ انرژی بیوماس[1](زیست توده)

بیوماس اصطلاحی در زمینه انرژی است که برای توصیف یک رشته از محصولات که از فتوسنتز گیاهان به دست می‌آیند، به کار می‌رود. سالانه معادل چندین برابر مصرف انرژی سالانه جهان، انرژی خورشیدی از طریق فتوسنتز در برگ‌ها، تنه و شاخه‌های درخت‌ها ذخیره می‌شود. با این وصف درمیان انواع منابع تجدیدپذیر انرژی، بیوماس از جهت ذخیره انرژی خورشیدی در مرتبه بالایی قرار دارد. در اینجا تنها منبع تجدیدپذیر، کربن است و می‌تواند به سوخت‌های جامد، مایع و گازی مناسب تبدیل شود. تقاضای زیاد انرژی در جهان، ذخایر بیوماس را کاهش داده است. توسعه منابع متمرکز و راحت انرژی‌های فسیلی منجر به جانشینی آن به جای بیوانرژی شده است. با این‌حال تعدادی از کشورهای پیشرفته جهان، مقادیر قابل توجهی از انرژی مورد نیاز خود را از بیوانرژی تامین می‌کنند. در حال حاضر سهم بیوماس در تامین انرژی اولیه برای کشورهای صنعتی بیش از ۳ درصد نیست[4].

۱ـ۲ـ۸ بیوگاز[2]

اغلب مواد آلی در شرایط مناسب و دور از اکسیژن در مجاورت میکروارگانیسم‌های خاصی تخمیر شده و گاز متان(CH_4) تولید می‌کنند. همچنین تخمیر مواد زائد کشاورزی و دامی در شرایط غیر هوازی، گازی تولید می‌کند که اصطلاحاً آن را بیوگاز می‌نامند. این گاز که از متان و دی‌اکسیدکربن تشکیل شده است، دارای ارزش حرارتی بالایی است و سیستم بیوگاز در کشورهایی که با مشکل سوخت فسیلی مواجه هستند برای کاربردهایی از قبیل تولید انرژی برای روستاها به قیمت ارزان، بهسازی محیط زیست و جلوگیری ازآلودگی آن وتهیه کود حیوانی غنی‌تر برای کشاورزی استفاده می‌شود. بیوگاز در مناطق روستایی کشورهای در حال توسعه، ارزان‌ترین منبع انرژی تجدید شونده است[4].

[1] Biomass
[2] Biogas

فصل دوم

ریزشبکه‌ها