سال سوم، شماره دوم، زمستان ۱۳۹۵، ص ص ۸۳ - ۸۷
فصل‌نامه علمی – ترویجی انرژی‌های تجدیدپذیر و نو
renemag.ir
مقاله
تاریخ دریافت: ۹۵/۱۱/۰۱
تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۲/۱۰

اولویت‌بندی نیروگاه‌های تولید برق تجدیدپذیر در ایران

مهدی بریمانی[۱]، عبدالرزاق کعبی نژادیان[۲*]

۱- دانشجوی دکتری اقتصاد انرژی، شرکت برق منطقه ای مازندران و گلستان
۲- سازمان انرژی های نو ایران (سانا)
* تهران، سازمان انرژی‌های نو ایران، صندوق پستی: ۱۴۶۶۵۱۱۶۹، ایمیل: kaabi@iranenergy.org.ir

چکیده

در این مطالعه به اولویت‌بندی نیروگاه های تولید برق تجدید پذیر از منظر سیاست گذاران و تصمیم گیران برق کشور پرداخته شده است. در این تحقیق با تکیه بر نقش و میزان تاثیر معیارهای توسعه پایدار (اقتصادی ، اجتماعی و زیست محیطی) اولویت بندی در قالب روش تصمیم گیری چند معیاره ANP – BOCR انجام شده است. نتایج نشان می‌دهد که اولویت‌های تولید برق تجدیدپذیر در ایران به ترتیب نیروگاه بادی، خورشیدی حرارتی و برق آبی کوچک می‌باشند. کلیه محاسبات در این تحقیق با استفاده از نرم افزار Super Decisions انجام شده است.

کلیدواژگان: انرژی‌های تجدیدپذیر، برق تجدیدپذیر، تصمیم‌گیری چند معیاره، توسعه پایدار

Prioritization of the renewable energy power plants in Iran

M. Barimani[1], A. Kaabi-Nejadian[2*]

1- PhD Student, Energy Economics, Mazandran Regional Electric Company, Iran
2-Renewable Energy Organization of Iran (SUNA)
* P.O.B: 146651169, Tehran, Iran, Email: kaabi@iranenergy.org.ir
Received: 20 January 2017 Accepted: 28 February 2017

Abstract

In this study, pursuing the goal to determine the priority of these energies by the government and the energy practitioners, prioritizing renewable energies in power generation from the perspective of Iran power policymakers and decision maker will be addressed. In this study by the Analytic Network Process (ANP), renewable electricity power plants have been classified, the framework of which was based on the role and influence level of sustainable development parameters (economic, social and environmental), and Multiple Criteria Decision Making (MCDM), Analytic Network Process-BOCR is carried out. All the measurements in this research are done through Super Decisions software.

Keywords: Prioritization, Renewable Power Plant, Multiple Criteria Decision Making, Sustainable Development

۱- مقدمه

براساس گزارش برانت لند[1] توسعه پایدار عبارت است از توسعه ای که نیازهای کنونی جهان را تامین کند بدون اینکه توانایی نسل های آتی را دربرآوردن نیازهای خود به مخاطره افکند و این توسعه پایدار رابطه متقابل انسان ها و طبیعت سراسر جهان است [۱]. فرایند توسعه پایدار به گونه ای طراحی می شود که توسعه اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی را تداوم می بخشد [۲]. کمسیون جهانی محیط زیست و توسعه[2] نیز آن را اینگونه تعریف می کند: توسعه پایدار فرآیند تغییر در استفاده از منابع، هدایت سرمایه گذاری، سمت گیری توسعه تکنولوژی و تغییری نهادی است که با نیازهای حال و آینده سازگار باشد [۳].

یادآور می شود، جهان در آینده ای نه چندان دور با دو بحران بزرگ آلودگی زیست محیطی در اثر احتراق سوخت های فسیلی و دیگری شتاب فزآینده در جهت اتمام این منابع مواجه خواهد شد. چنانچه دولت ها خواهان توسعه مطلوب و پایدار بدون لطمه زدن به توانایی نسل های آینده باشد لازم است از دو سیاست مشخص پیروی کنند :

- اعمال مدیریت مصرف انرژی

- ایجاد و تنوع در سیستم عرضه انرژی [۴].

با توجه به محدودیت های زیست محیطی و تمایل به کاهش مصرف سوخت های فسیلی و کاهش انتشار دی اکسید کربن، استفاده از انرژی های جایگزین رو به گسترش است. این انرژی ها شامل انرژی خورشید، باد، زیست گرمایی و بیوماس و انرژی های حاصل از اقیانوس ها و... می باشد. اصلی ترین بکارگیری انرژی های تجدیدپذیر در تولید برق می باشد. تولید برق از انرژی های تجدیدپذیر اگر چه ممکن است هنوز در بسیار مواردی با توجه به قیمت سوخت های فسیلی در اکثر نقاط جهان از نظر اقتصادی قابل مقایسه و رقابت با سوخت های فسیلی نباشد اما بنا به محدودیت های زیست محیطی و ملاحظات راهبردی در بسیاری از نقاط دنیا مورد استفاده قرار گرفته و تحقیقات جهت توسعه کاربرد آنها و کاهش قیمت تمام شده برق از این روش ها، همچنان ادامه دارد.

به نظر می رسد در سالهای آینده سهم تولید برق از انرژی تجدید پذیر و نو از کل برق تولیدی جهان، افزایش قابل ملاحظه ای یابد. در ایران، باتوجه به مطالعات انجام شده، تا سال ۲۰۲۰ سهم انرژی های تجدیدپذیر در ایران به کندی افزایش می یابد ولی از سال ۲۰۲۰ تا ۲۰۴۰ سهم انرژی های تجدیدپذیر از کل انرژی مصرفی در تولید برق با سرعت بیشتری نسبت به قبل افزایش می یابد. دلیل این افزایش در سهم انرژی های تجدیدپذیر کاهش سطح انباشت منابع فسیلی می باشد. سهم بهینه برق تولیدی از منبع انرژی های فسیلی در اقتصاد ایران در سال ۲۰۴۰ باید ۵۱ درصد و سهم انرژی های تجدیدپذیر ۴۹ درصد از کل برق تولیدی می باشد. به منظور رسیدن به درصد بهینه انرژی های تجدیدپذیر باید سالانه رشدی معادل با ۳/۳ درصدی را داشته باشد [۵]. در این مطالعه باهدف تعیین اولویت این انرژی ها برای حمایت از جانب دولت و دست اندرکاران انرژی، به اولویت بندی انرژی های تجدید پذیر در تولید برق از منظر سیاست گذاران و تصمیم گیران برق کشور پرداخته شده است.

1 Gro Harlem Brundtland
2 World Commission on Environment and Development

۲- روش تحقیق

در این مطالعه که با تکیه بر نقش و میزان تاثیر معیارهای توسعه پایدار (اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی) انتخاب و اولویت بندی در قالب روش تصمیم گیری چند معیاره ANP – BOCR انجام شده است.

ANP[3] مانند AHP[4] یکی از تکنیک های تصمیم گیری چند معیاره[5] است که نه تنها برای اولویت بندی شاخص های تصمیم گیری استفاده می شوند بلکه می توان با استفاده از این تکنیک ها، گزینه های نهایی را نیز تعیین اولویت کرد.ANP همان AHP است که با جایگزینی شبکه[6] به جای سلسله مراتبی[7]، AHP را بهبود می بخشد و در آن روابط درونی معیارها و زیر معیارها نیز لحاظ می شود. مفهوم B.O.C.R در این روش، تصمیم گیرندگان را قادر به ارزیابی جنبه های مختلف یک مسأله شامل مزایا[8]، هزینه ها[9]، و فرصت ها[10] و ریسک ها[11] می کند. هر یک از این جنبه های B.O.C.R در یک تصمیم دخیل بوده و باید به طور جداگانه براساس مجموعه ای از معیارها، اولویت بندی شوند. سپس با استفاده از این چهار بُعد، از منظر معیارهای استراتژیک، رتبه بندی گزینه ها انجام می گیرد. اولویت های گزینه ها را می توان با ترکیب امتیازات هر یک از گزینه های زیر مجموعه B.O.C.R تعیین کرد [۶]. فرمول های مختلفی برای این امر وجود دارد که محقق فرمول جمعی احتمالی را انتخاب کرده است.

$$Pi=bBi + oOi + c(1-Ci) + r(1-Ri)$$ [12]

ضرایب B.O.C.R وزن گزینه ها در هر یک از چهار شبکه مزایا، فرصت ها، هزینه ها و ریسک ها می باشند که از طریق ماتریس های ویژه نهایی چهارگانه قابل دستیابی است. ضرایب b,o,c,r در فرمول فوق نیز از طریق انجام مقایسات زوجی بین معیارهای استراتژیک و شبکه B.O.C.R به دست می آید [۷].

کلیه محاسبات در این مطالعه با استفاده از نرم افزار Super Decisions انجام شده است.

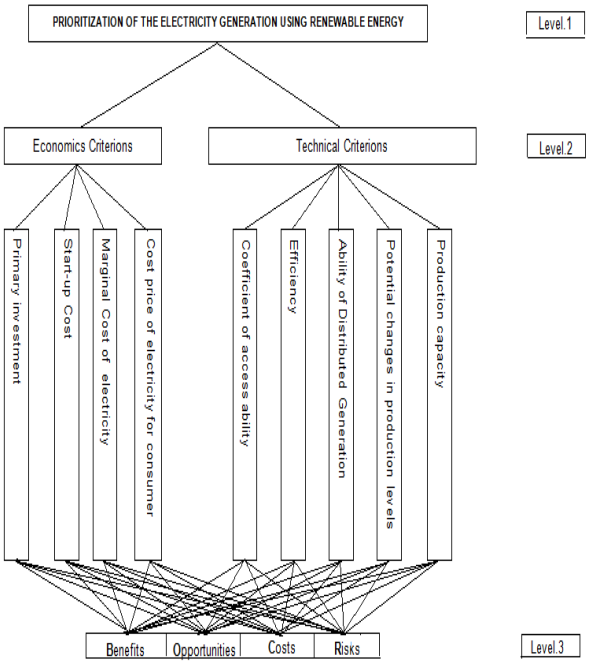
۳- انتخاب و اولویت بندی انرژی های تولید برق با روش ANP-BOCR

در اولویت بندی نیروگاه های تولید برق، تأمین انرژی[12] و توسعه پایدار[13] به عنوان دو عامل اصلی در نظر گرفته می شوند. تأمین انرژی دارای دو معیار اقتصادی[14] و تکنولوژی[15] می باشد که به علت اهمیّت آن ها در برق تولیدی نیروگاه ها از آن ها به عنوان معیارهای استراتژیک[16] نیز نام برده میشود. توسعه پایدار نیز دارای سه معیار اجتماعی[17]، اقتصادی[18] و زیست محیطی[19] می باشد. در این تحقیق ابتدا با توجه به اهمیّت معیارهای استراتژیک و تأثیر

3 Analytical Network Process
4 Analytical Hierarchy Process
5 Multiple Criteria Decision Making- MCDM
6 Network
7 Hierarchy
8 Benefits
9 Costs
10 Opportunities
11 Risks
12 Energy Supply
13 Sustainable Development
14 Economics Criterions
15 Technical Criterions
16 Strategy Criterions
17 Social
18 Economic
19 Environment

آنها بر اولویت بندی نیروگاههای تولید برق به بررسی این معیارها تحت شبکه های B.O.C.R پرداخته و سپس معیارهای توسعه پایدار را با توجّه به ضرایب B.O.C.R تحلیل نموده و در نهایت انواع نیروگاههای تولید برق اولویت بندی می شوند. گزینه های مورد نظر محقق جهت اولویت بندی، با مشورت خبرگان صنعت برق، سازمان انرژی های نو ایران (سانا)، نیروگاه خوشیدی، نیروگاه بادی و نیروگاه برق آبی می باشند.

ارزیابی اوزان معیارها و اولویت بندی نیروگاهها بر اساس معیارها و زیر معیارها می تواند به صورت داده عینی (اگر داده کمی وجود داشته باشد) و یا کیفی (از طریق ماتریس مقایسات زوجی) انجام گیرد. زیرمعیارهای تأمین انرژی که به عنوان معیارهای استراتژیک با نظر خبرگان به شرح ذیل انتخاب شدند: زیرمعیارهای تکنولوژی: ظرفیت تولید[1]، پتانسیل تغیر در سطح تولید[2]، قابلیت تولید پراکنده[3]، کارائی[4]، ضریب دسترسی[5] و زیرمعیارهای اقتصادی: سرمایه گذاری اولیه[6]، هزینه راه اندازی[7]، هزینه نهایی تولید[8]، قیمت برای مصرف کننده[9] با توجه به تقسیم بندی و انتخاب معیارها، ابتدا ساختار کنترلی معیارهای استراتژیک تأمین انرژی را مطابق شکل ۱ مدلسازی و ترسیم می شود. پس از مدلسازی ساختار، بایستی مقایسات زوجی انجام شود. مقایسات زوجی عموما در مدلهای ANP و AHP در سه سطح معیارها، زیر معیارها و گزینه ها انجام می گیرد. در این مطالعه به دلیل استفاده از مدل B.O.C.R در فرآیند تحلیل شبکه، مقایسات زوجی برای گزینه ها انجام نمی‌شود.



شکل ۱: نمودار ساختار شبکه ای مساله تحقیق

1 Production capacity
2 Potential changes in production levels
3 Ability of Distributed Generation
4 Efficiency
5 Coefficient of access ability
6 Primary investment
7 Start-up Cost
8 Marginal Cost of electricity
9 Cost price of electricity for consumer

با توجه مدل تحقیق، مقایسات زوجی برای دو معیار و نه زیر معیار انجام می گیرد. به منظور انجام مقایسات زوجی تعداد ۲۱ نفر از خبرگان صنعت برق، سازمان انرژی های نو، اساتید دانشگاه، به صورت مجزا به پرسشنامه های تهیه شده در این بخش پاسخ داده اند. پس از تکمیل پرسشنامه ها، میانگین هندسی قضاوتهای کارشناسان نرمالیزه و وارد نرم افزار Super Decisions شده است. جدول های شماره ۱و ۲ نمونه ی ماتریس مقایسات زوجی را نشان می دهد.

جدول۱ مقایسات زوجی معیارهای اصلی تأمین انرژی

نرمالیزه	تکنولوژی	اقتصادی	تامین انرژی
۰/۳۳۳	۰/۵	۱	اقتصادی
۰/۶۶۷	۱	۲	تکنولوژی

جدول ۲ مقایسات زوجی زیر معیارهای تکنولوژی

نرمالیزه	ضریب دسترسی	قابلیت تولید پراکنده DG	کارائی	پتانسیل تغییر در سطح تولید	ظرفیت تولید	تکنولوژی
۰/۴۱۸	۵	۵	۲	۵	۱	ظرفیت تولید
۰/۰۰۳	۰/۱۲۵	۶	۰/۱۴۳	۱	۰/۲	پتانسیل تغییر در سطح تولید
۰/۴۰۵	۵	۰/۱۶۷	۷	۷	۰/۵	کارائی
۰/۱۶۷	۶	۱	۶	۰/۱۶۷	۰/۲	قابلیت تولید پراکنده DG
۰/۰۰۷	۱	۰/۱۶۷	۰/۲	۸	۰/۲	ضریب دسترسی

پس از انجام مقایسات زوجی با استفاده از نرم افزار، بُردار نهایی اولویت هر یک از معیارها و زیر معیارهای مدل بدست می آید. وزن نهایی هر یک از زیر معیارها در جدول شماره ۳ آمده است. در نهایت جهت تعیین اوزان شبکه هایB.O.C.R از حالتی خاص از پرسشنامه مقایسات زوجی استفاده شده است که از تمام زیر معیارهای استراتژیک تامین انرژی بر اساس یک طیف سه گانه، زیاد (۱) متوسط (۰/۷۷۷) و کم (۰/۴۴۴) مورد بررسی قرار گرفته است. پس از نرمالیزه کردن داده های اوزان نهایی، شبکه های B.O.C.R تعیین و نتیجه حاصل در جدول شماره ۴ نشان داده شده است.

پس از انجام مقایسات زوجی با استفاده از نرم افزار، بُردار نهایی اولویت هر یک از معیارها و زیر معیارهای مدل بدست می آید. وزن نهایی هر یک از زیر معیارها در جدول شماره ۳ آمده است. در نهایت جهت تعیین اوزان شبکه‌های .B.O.C.R از حالتی خاص از پرسشنامه مقایسات زوجی استفاده شده است که از تمام زیر معیارهای استراتژیک تامین انرژی بر اساس یک طیف سه گانه، زیاد (۱) متوسط (۰/۷۷۷) و کم (۰/۴۴۴) مورد بررسی قرار گرفته است. پس از نرمالیزه کردن داده های اوزان نهایی، شبکه هایB.O.C.R تعیین و نتیجه حاصل در جدول شماره ۴ نشان داده شده است.

جدول ۳ شدت و اهمیت معیارهای استراتژیک و تعین اوزان نهایی شبکه

معیارهای استراتژیک	ضریب دسترسی (0.097)	قابلیت تولید پراکنده DG (0.197)	کارائی (0.225)	پتانسیل تغییر در سطح تولید(0.091)	ظرفیت تولید (0.081)	قیمت برای مصرف کننده(0.078)	هزینه نهایی تولید (0.077)	هزینه راه اندازی(0.065)	سرمایه گذاری اولیه (0.089)	جمع	نرمالیزه
شبکه ها	تکنولوژی					اقتصادی					
مزایا	H	H	H	H	H	H	H	H	M	۰/۹۸۰	b=۰/۲۹۱
فرصت ها	H	M	H	M	M	H	M	L	M	۰/۸۴۵	o=۰/۲۵۱
هزینه ها	M	M	H	H	H	H	H	H	H	۰/۹۳۴	c=۰/۲۷۷
ریسک ها	L	M	L	L	L	M	M	L	H	۰/۶۱۱	r=۰/۱۸۱

H-زیاد (۱) , M-متوسط(۰/۷۷۷)، L-کم (۰/۴۴۴)

۴- اولویت بندی نیروگاههای برق تجدیدپذیر بر اساس شاخص های توسعه پایدار با توجه به شبکه هایB.O.C.R

پس از محاسبه اولویت های b ، o ، c ، r (مراجعه به جدول ۳)، نوبت به محاسبه ضرایب B.O.C.R بر اساس شاخص های توسعه پایدار می رسد. همانگونه که در شکل ۳ نشان داده شده است جهت انجام این محاسبات هر یک از معیارهای توسعه پایدار به زیر معیارهایی تقسیم و بر اساس شبکه مزایا، فرمت ها، هزینه ها و ریسک ها به اولویت بندی نیروگاهها پرداخته شده است.

همچنین هر یک از شبکه مزایا، فرمت ها، هزینه ها و ریسک ها با توجه به معیارهای توسعه پایدار (معیارهای اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی) در نظر گرفته شده و با نرم افزار، اوزان نهایی هر یک از اجزای شبکه B.O.C.R تعیین شده است و اوزان نرمال شده هر یک از نیروگاهها با توجه به شبکه مزایا، فرمت ها، هزینه ها و ریسک ها در جدول شماره ۴ آورده شده است. در این جدول رتبه ۱ و ۳ به ترتیب، بهترین و بدترین گزینه ها در شبکه مزایا، فرمت ها و نشان دهنده بدترین و بهترین گزینه ها در شبکه هزینه ها و ریسک ها می باشند. در نهایت با استفاده از فرمول جمعی احتمالی به اولویت بندی سه گزینه نیروگاههای تولید برق تجدیدپذیر پرداخته شده که نتیجه نهایی محاسبات در جدول ۵ آمده است.

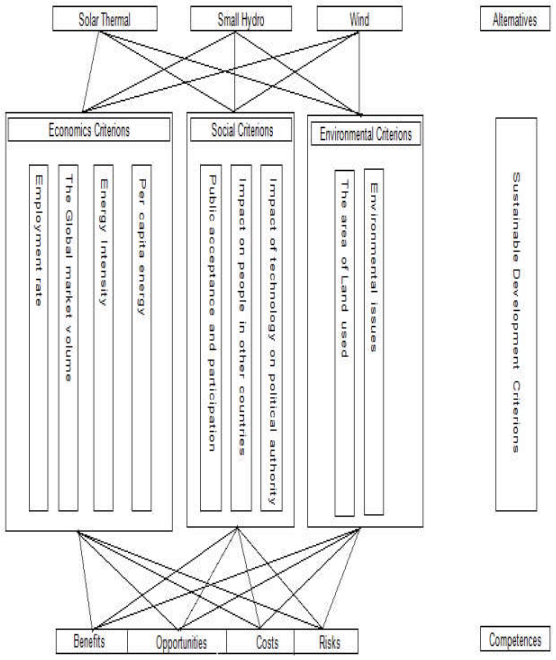
محقق با کسب نظر خبرگان، زیر معیارهای اقتصادی[1]: نرخ اشتغالزایی[2]، حجم بازار جهانی[3]، شدت انرژی[4]، سرانه انرژی[5] و زیر معیارهای اجتماعی[6]: تاثیر تکنولوژی بر اقتدار سیاسی[7]، مقبولیت عمومی و مشارکت[8] ، تاثیر آن بر مردم دیگر کشورها[9] و زیرمعیارهای زیست محیطی[10]: وسعت زمین مورد استفاده[11]، میزان آلایندگی زیست محیطی[12] را انتخاب نموده است.

1 Technical Criterions
2 Employment rate
3 The Global market volume
4 Energy Intensity
5 Per capita energy
6 Social Criterions
7 Impact of technology on political authority
8 Public acceptance and participation
9 Impact on people in other countries
10 Environmental Sub-criteria's
11 The area of Land used
12 Environmental issues

جدول۴ اوزان و رتبه بندی نیروگاه ها در شبکه B.O.C.R

	یادی		برق آبی کوچک		خورشیدی	
	R	N	R	N	R	N
مزایا	۲	۰/۱۰۴	۳	۰/۰۰۷	۱	۰/۸۸۹
قرصت ها	۱	۰/۵۳۸	۳	۰/۰۱۹	۲	۰/۴۴۳
هزینه ها	۳	۰/۰۰۵	۲	۰/۱۰۸	۱	۰/۸۸۷
ریسک ها	۳	۰/۰۱۷	۲	۰/۳۷۸	۱	۰/۶۰۵

نرمالیزه(N) , رتبه (R)



شکل ۲ نمودار ساختار شبکه ای مساله تحقیق

نتایج حاکی از آن است که در نهایت با در نظر گرفتن تمامی جوانب تأمین انرژی و توسعه پایدار و همچنین بررسی چهارجانبه B.O.C.R ، نیروگاه بادی با اولویت نهایی۰/۷۳۶ در رتبه اول و پس از آن نیروگاه خورشیدی با اولویت نهایی ۰/۴۹۸ رتبه دوم و نیروگاه برق آبی کوچک با اولویت نهایی ۰/۳۲۲ اولویت آخر قرار گرفتند.

جدول۵ رتبه بندی انواع نیروگاه ها

	B_i	O_i	C_i	R_i	P_i	R
خورشیدی	۱	۰/۸۲۳	۱	۱	۰/۴۹۸	۲
برق آبی کوچک	۰/۰۰۸	۰/۰۳۵	۰/۱۲۲	۰/۶۲۵	۰/۳۲۲	۳
یادی	۰/۱۱۷	۱	۰/۰۰۶	۰/۰۲۸	۰/۷۳۶	۱

اولویت (Pi)، رتبه (R)

اولویت بندی نهایی گزینه ها بر مبنای فرمول جمعی احتمالی، به شرح جدول ۵ ، قابل مشاهده است . برای نمونه به بررسی وزن نهایی نیروگاه بادی پرداخته شده است که در آن i نشان دهنده نوع نیروگاه میباشد.

$$Pi = bBi + o\,Oi + c\,(1-Ci) + r\,(1-Ri) = (0.291\times 0.117) + (0.251\times 1) + (0.277\times (1-0.006)) + (0.181\times (1-0.028)) = 0.736$$

در این رابطه مقادیر a ، b ، c ، r از جدول ۳ بدست آمده است و مقادیر Bi ، Oi ، Ci ، Ri با استفاده از سلسله مراتب B.O.C.R بر اساس شاخص های توسعه پایدار حاصل شده که نتیجه آن در جدول ۵ قابل مشاهده است. مقادیر داخل جدول ۵ نیز بدین صورت بدست آمده است که به هر یک از شبکه های B.O.C.R در جدول ۴، که بیشترین مقدار را دارد، در جدول ۵ عدد یک اختصاص داده شده است و برای محاسبه بقیه مقادیر، مقدار نرمالیزه هر گزینه در جدول۴ بر این بیشترین مقدار تقسیم می شود.

۵- نتیجه گیری

مجموعه انرژی های تجدیدپذیر روز به روز سهم بیشتری را در سبد انرژی جهان به عهده می گیرند. همچنین در برنامه ها و سیاست های بین المللی از جمله در برنامه های سازمان ملل متحد[1] و بانک جهانی[2] در راستای تحقق توسعه پایدارجهانی نقش ویژه ای به منابع تجدیدپذیر انرژی محول شده است.

در ایران نیز، تعیین سهم ده درصدی ظرفیت تولید برق کشور در سند چشم انداز ۲۰ ساله به انرژی های تجدیدپذیر و نو نیز به منظور افزایش سهم منابع انرژی های نو در عرضه انرژی الکتریکی کشور و کاهش مصرف گازطبیعی و فرآورده های نفتی در تولید برق، یکی از سیاست های ایران در این راستا می باشد. لذا باتوجه به پیش بینی برنامه های توسعه اقتصادی و اجتماعی ایران مبنی توسعه نیروگاه بادی و نیروگاه خورشیدی، با عنایت به نتیجه محاسبات این تحقیق و تعیین اولویت اول برای نیروگاه بادی، انتظار می رود با توجه به پتانسیل بالا و شناخته شدن فن آوری و زنجیره ارزش نیروگاه بادی در ایران، تکنولوژی نیروگاه بادی از جانب دولت مورد حمایت های بیشتر سیاست گذاران و تصمیم گیران برق کشور قرار گیرد. همچنین با توجه به تعیین اولویت دوم برای نیروگاه خورشیدی، باعنایت به هزینه سرمایه گذاری بالای نیروگاه خورشیدی حرارتی، پیشنهاد می گردد نیروگاه خورشیدی مورد توجه بیشتر قرار گیرد تا با افزایش ظرفیت نصب این نوع نیروگاه و رشد صنعت مربوطه، هزینه‌های سرمایه‌گذاری آن نیز کاهش یافته و در آینده به عنوان یک نامزد مناسب برای تولید برق ارزان مطرح شود.

۶- مراجع

[1] Brundtland, Gro Harlem, Sustainable Development: Ah overview, Development (Journal of SID), 1993, VOL.2.No.3.p.11-21

[2] United Nations, Report General Assembly Resolution 42/187, 11 December 1987, Internet address: http://www.eia.gov/

[3] UNESCO, Educating for a Sustainable future, Thessaloniki: UNESCO / The Government of Greece,8-12 December 1997

[4] Energy, Environment and Sustainable, Energy Resources Development series, No.35, UN, 1995, p.17

[۵] استادزاده، علی حسین، پیش بینی بلندمدت سهم بهینه انرژی های تجدیدپذیر از کل انرژی در قالب یک الگو رشد پایدار: مورد ایران (۱۳۸۷-۱۴۲۰)، مجله پژوهش های برنامه ریزی و سیاست گذاری انرژی، سال یکم، شماره ۱، صفحات ۵-۲۸، بهار ۱۳۹۲

[6] Chen H.H., Kang H.Y, Lee A.H.I, (2009), Strategic Selection of Suitable
Projects for Hybrid Solar-Wind Power Generation Systems, Renewable and Sustainable Energy Reviews 14(1), 413–21

[7] Saaty, T, (2006), Theory and Applications of the Analytic Network Process, Decision Making with Benefits, Opportunities, Costs and Risks, Pittsburgh: RWS Publications

1 United Nations
2 World Bank