تابستان ۱۴۰۲
سال دوازدهم
شماره چهلم

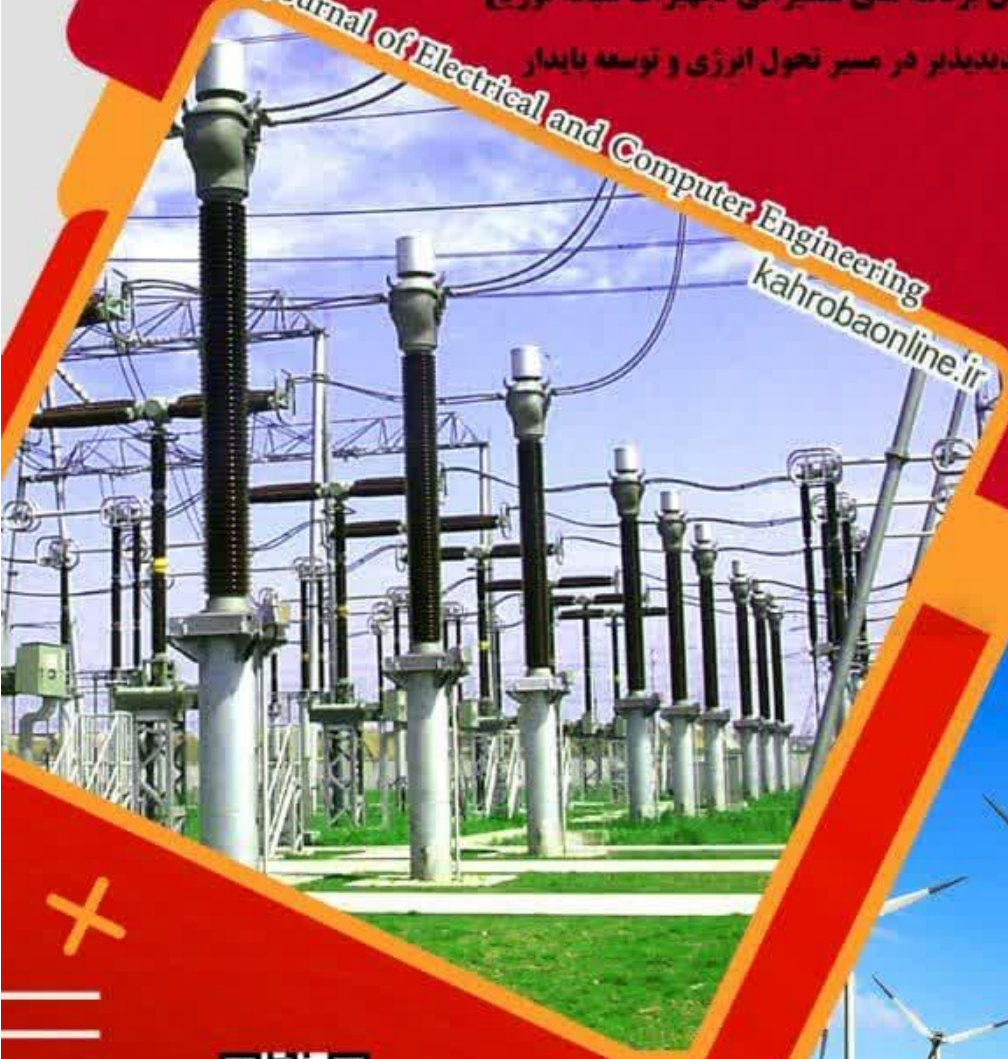
فصلنامه تخصصی مهندسی برق و کامپیوتر

کهربا

۱- کاهش تلفات توان با حداقل تغییر فاز مشترکین به منظور متعادل سازی فازها در بهره برداری شبکه های توزیع
۲- تحلیل و مقایسه ضرایب برآ و پسای چند ایرفویل متداول برای انتخاب ایرفویل بهینه توربین بادی
۳- کاربرد کنترل کننده عاطفی BELBIC در ژنراتورهای دو سو تغذیه DFIG نیروگاه های بادی
۴-بررسی عوامل موثر بر پیاده سازی اثربخش برنامه های تعمیراتی تجهیزات شبکه توزیع
۵- بررسی استراتژی استفاده از انرژی های تجدیدپذیر در مسیر تحول انرژی و توسعه پایدار
۶-ارزیابی امنیت شبکه نرم افزار محور SDN

Journal of Electrical and Computer Engineering

kahrobaonline.ir





ISSN :2322-3723

شماره مجوز وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی ۷۷۸۲۱

سال دوازدهم
شماره چهلم
تابستان 1402



صاحب‌امتیاز

نواندیشان

مدیرمسئول

مهدی عارف خیابانی

سردبیر

امین شیخ نجدی

هیئت تحریریه

دکتر امیرحسین رحمانی – دکترای برق قدرت- استاددانشگاه‌های جندی شاپور دزفول و آزاد اسلامی‌واحد درفول

دکتر ملیحه نیک سیرت- دکترای علوم کامپیوتر- استادیار دانشگاه صنعتی بیرجند

دکتر محمد دوستی زاده- دکترای برق، قدرت- استاد دانشگاه آزاد اسلامی‌خرم آباد

دکتر موسی مجرد- دکترای کامپیوتر-نرم افزار – هیئت علمی‌دانشگاه فیروزآباد، رئیس دانشگاه آزاد اسلامی‌فراشبند

مهندس محمدحسین دوست محمدی- کارشناسی ارشد برق الکترونیک – هیئت علمی(مربی) دانشگاه صنعتی همدان

دکتر آزاد رحیمی- دکترای برق قدرت- هیئت علمی(مربی) و مدیرگروه دانشگاه فنی و حرفه‌ای سنندج

مهندس امین شیخ نجدی-کارشناس ارشد برق الکترونیک-استادیار مدعو دانشگاه جندی شاپور دزفول و آزاداسلامی واحد دزفول،شهدای اهواز

درباره کهربا	**3**
یادداشت مدیرمسئول	**4**
آشنایی با مشاهیر	
دکتر حسین اسلامبولچی	**5**
مقالات	
بررسی عوامل موثر بر پیاده‌سازی اثربخش برنامه‌های تعمیراتی تجهیزات شبکه توزیع محسن کامرانی، معاونت منابع انسانی، شرکت برق منطقه‌ای تهران سهیل مطوریان‌پور، امور برق خرمشهر شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان	**7**
کاهش تلفات توان با حداقل تغییر فاز مشترکین به منظور متعادل‌سازی فازها در بهره‌برداری شبکه‌های توزیع بلال محمدی کله سر، شرکت توزیع نیروی برق استان اردبیل جواد بهکش، شرکت توزیع نیروی برق استان اردبیل یاور سلیمان‌زاده، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشگین‌شهر رئوف حسن‌پور، شرکت توزیع نیروی برق استان اردبیل مهیار عباسی، باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملایر	**22**
بررسی استراتژی استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در مسیر تحول انرژی و توسعه پایدار آزاد رحمیی، هیئت علمی، دپارتمان برق دانشگاه فنی‌وحرفه‌ای کردستان، ایران	**30**
کاربرد کنترل‌کننده عاطفی BELBIC در ژنراتورهای دو سو تغذیه DFIG نیروگاه‌های باید امرالله قیصری(آتش آب پرور)، کارشناس ارشد مهندسی برق- کنترل، دانشگاه آزاد اسلامی ایذه	**52**
تحلیل و مقایسه ضرایب برآ و پسای چند ایرفویل متداول برای انتخاب ایرفویل بهینه توربین بادی شهریار کوراوند، گروه فنی و کشاورزی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران علی ماشاءاله کرمانی، گروه فنی و کشاورزی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران محمدعلی خاکی، گروه فنی و کشاورزی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران	**65**
ارزیابی امنیت شبکه نرم‌افزار محور SDN شهرام محمدی، مربی گروه مهندسی کامپیوتر، دانشگاه فنی و حرفه‌ای دختران اصفهان	**69**
ارتباط با کهربا	**86**

درباره کهربا

مجله الکترونیکی کهربا، با همت و تلاش جمعی از دانشجویان و مهندسین برق، بخصوص اعضای انجمن علمی‌و پژوهشی نواندیشان، در سال هزار و سیصد و نود شروع به کارکرد. کهربا از سال ۹۱ با کسب شماره بین‌المللی استاندارد مجلات (ISSN:2322-3723) و ثبت در سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران، به‌عنوان فصلنامه‌ای رسمی‌و تخصصی در حوزه صنعت برق شناخته‌شده است. این نشریه تخصصی در سال ۹۵ موفق به اخذ پروانه انتشار از وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، با مجوز شماره ۷۷۸۲۱ و ثبت در سامانه جامع رسانه‌های کشور(e-rasaneh) و بانک اطلاعات نشریات کشور(magiran) گردید. در سال 97 طی تفاهم‌نامه‌ای با بانک مقالات کشور (سیویلیکا) مورد حمایت این پایگاه قرارگرفته و مقالات ارائه‌شده به نشریه پس از انتشار در سیویلیکا نمایه شده و در نظام رتبه‌بندی دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌ها مورد تحلیل و بررسی قرار می‌گیرند.

یادداشت مدیرمسئول

در دوازدهمین تابستان از فعالیت نشریه کهربا و پس از انتشار سی‌و نه شماره از مجله مفتخریم با انتشار چهلمین شماره از این نشریه در خدمت علاقه‌مندان این مجله تخصصی باشیم. تلاش ما از روز نخست، جمع‌آوری، تهیه و ارائه مطالبی ساده و کاربردی، درعین‌حال تخصصی، به قشر فرهیخته دانش‌پژوه و کسانی که مشتاق به دانستن علوم مهندسی برق و الکترونیک یا کامپیوتر هستند، بوده است. امید است با هدایت و راهنمایی شما هر شماره بهتر و پخته‌تر از شماره پیشین گردد. امید است که باهمت و همیاری دوستان بتوانیم قدمی‌هرچند کوچک، جهت جلب رضایت و بالا بردن سطح دانش شما برداریم؛ و روزبه‌روز شاهد پیشرفت و موفقیت‌های شما عزیزان باشیم.

آشنایی با مشاهیر

دکتر حسین اسلامبولچی مدیر ایرانی بزرگترین غول مخابراتی جهان



دکتر حسین اسلامبولچی مبتکر، مخترع و نویسنده ایرانی‌تبار اهل ایالات متحده آمریکا است. او در سال 1338 در ایران به دنیا آمد و پس از گذراندن دوران دبیرستان برای ادامه‌ی تحصیل به خارج از کشور رفت. شهرت او بیشتر به خاطر نقش برجسته‌اش به عنوان مدیر ارشد فناوری و مدیر ارشد فناوری اطلاعات شرکتAT&T ، یکی از معتبرترین شرکت‌های مخابراتی در آمریکا، تا سال 2005 است. اسلامبولچی از اولین کسانی بود که به نقش بنیادین «فناوری اینترنت» در شکل‌دهی به تمامی سرویس‌های ارتباطی پی برد و نوشته‌ها و فعالیت‌های وی به تحقق این ایده در سطح دنیا کمک کرد.

اسلامبولچی در لیست 100 فارغ‌التحصیل برتر تاریخ دانشگاه کالیفرنیا قرار دارد و در کنار جوایز علمی فراوانی که دریافت کرده، صاحب بیش از 1145 اختراع ثبت شده نیز هست. او با بالاترین افتخارات از دانشگاه در مقاطع لیسانس، فوق لیسانس، دکتری و پست دکتری مهندسی برق- مخابرات و فیزیک کاربردی فارغ‌التحصیل شد. در سال 1985، اسلامبولچی به «مجموعه آزمایشگاه‌های بل» پیوست و تا سال 2005 به جایگاه مدیر ارشد فناوری و مسئول ارشد اطلاعات شرکت ارتقا یافت. در این مقام، حسین اسلامبولچی با موفقیت های فراوانی روبرو شد و حتی روزنامه‌ی «نیویورک تایمز» او را مغز متفکر و پشت پرده‌ی برنامه‌ی جاه‌طلبانه‌ی AT&T اعلام کرد که توسط آن قصد تبدیل شدن به بزرگترین شرکت انتقال داده را داشت. اسلامبولچی فردی بود که کمک کرد این شرکت بتواند طیف وسیعی از برنامه‌های جدید امنیت شبکه را به شکل عمده به فروش برساند. او در مقام خود به عنوان افسر ارشد اطلاعات AT&T از قابلیت‌های برتر رهبری و مدیریت خود استفاده کرد و موفق شد استراتژی فناوری اطلاعات شرکت را از نو مهندسی کند. در این راستا، او از درک بی نظیر خود از مفهوم 0 و 1 در دنیای کسب و کار استفاده کرد.

سال‌های همکاری با ای‌تی اند تی

حسین اسلامبولچی در سال ۱۹۸۶ به آزمایشگاه‌های بل پیوست و همان اوایل به سمت مدیر اصلی فناوری در سطح جهان، مدیر اصلی اطلاعات در سطح جهان، ریاست و مدیریت اجرایی AT&T Labs، ریاست و مدیریت اجرایی AT&T Global Network Services انتخاب شد. وی همچنین از اعضای مهم کمیته راهبری اجرایی ای‌تی اند تی است. در مقام مدیریت اجرایی AT&T او استراتژی چهار مرحله‌ای جامعی را به اجرا درآورد که شامل خدمات مشتری عالی، انتقال شبکه، انتقال خدمات و انتقال فرهنگی می‌شود که همه ظرف سه سال اجرایی شدند. به‌طور خاص او شروع کننده تغییرات و تغییر مدل شرکت بود که AT&T جدید به وسیله SBC نامیده می‌شود. نیویورک تایمز وی را استراتژی پرداز برنامه بلند پروازانه AT&T برای تبدیل به کمپانی نقل و انتقال داده با فروش مجموعه‌ای از محصولات نرم‌افزاری مانند سیستم‌های امنیت شبکه می‌داند.

وی معماری که به همه خدمات شبکه اجازه می‌دهد تا براساس IP و همراه با اتصال به هر وسیله‌ای کار کند را پیش‌بینی و از آن حمایت کرد. به مدیران ارشد هم توصیه کرد تا بر همان اساس، فرمولی بیابند و چشم‌انداز استراتژیک خود را بر این اساس پیاده‌سازی کنند. اسلامبولچی در ژانویه ۲۰۰۶ بلافاصله پس از ادغام ای‌تی اند تی و SBC، آنجا را ترک کرد و پساز این اقدام، بلومبرگ بیزنس‌ویک در موردش نوشت که «یک بازیگر حیاتی در در نگهداری وضعیت AT&T به عنوان رهبر فناوری» و اشاره کرد که «جسور اما عملگرا، آینده بین»

www.kahrobaonline.ir

اسلامبولچی به عنوان مدیر اصلی رشد فناوری، به مدیران ارشد ای‌تی اند تی در فرمول سازی و اجرای چشم‌انداز فناوری از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۵، مشاوره داده‌است. قبل تر او پیش‌بینی کرد که IP همه‌چیز را خواهد بلعید و از معماری راهگزینی برچسب چندقراردادی بر اساس اترنت به عنوان ساختار پایه لایه ۲ و توانایی اش برای اجرا بر روی IP و کار کردن به همراه یکدیگر و اتصال به هر وسیله در هر مکان با استفاده از خدمات بر اساس موقعیت مکانی، حمایت کرد. علاوه بر آن، ایده‌های چشمگیر وی در ارائه خدمات برپایه روتر، امنیت، هاستینگ، رایانش ابری، مجازی سازی و همکاری، درآمد شرکت را به اندازه ۵ میلیارد افزایش داده‌است. او به شکل خستگی ناپذیری با بخش‌های فروش، بازاریابی و مدیریت محصول برای اجرای ایده‌هایش در زمینه حمایت از مشتری در هر دو باز حرفه‌ای و عادی، کار کرده‌است. نیویورک تایمز، اسلامبولچی را به عنوان استراتژی پرداز برنامه بلند پروازانه ای‌تی اند تی برای تبدیل به کمپانی نقل و انتقال داده با فروش مجموعه‌ای از محصولات نرم‌افزاری مانند سیستم‌های امنیت شبکه می‌داند.

زندگی و کار

اسلامبولچی با بالاترین افتخارات از University of California, San Diego در مقاطع لیسانس، فوق لیسانس، دکتری و پست دکتری در مهندسی برق-مخابرات و فیزیک کاربردی فارغ‌التحصیل شد. وی از سال ۲۰۰۵ مدیر بورد Clearwire است. او مدیریت اجرایی Lonocloud را عهده‌دار است که یک شرکت فعال در زمینه رایانش ابری است. دکتر اسلامبولی همچنین مشاور اصلی فناوری Rainstor and Subex World نیز هست. علاوه بر آن، وی عضو بورد متولیان SUSMA که مقر اصلی آن در نیویورک است، مشاور فناوری دانشکده مهندسی دانشگاه کالیفرنیا است و در آنجا مرکز CNS را راه اندازی کرده‌است که شامل رشته‌های مختلفی از جمله زمینه‌های مهندسی نانو و زیستی می‌شود. کتاب دکتر اسلامبلچی -چشم‌انداز ۲۰۲۰- در سال ۲۰۰۶ منتشر شد، پیش‌بینی می‌کند که فناوری‌های جدید و نوظهور مانند سویس‌های مبتنی بر IP، شناسایی رادیوفرکانسی، محاسبات گسترده، شبکه‌های حسگر، محاسبات گرید با اعمال به مدل جدید CIO drive، منجر به خطوط اصلی شرکت می‌شوند و موفقیت آن را قرن بیست و یکم می‌شوند. در حقیقت، این کتاب چشم‌انداز فناوری در سال ۲۰۲۰ است.

افتخارات

انتخاب به عنوان AT&T Fellows، معتبرترین عنوان تکنولوژیک کمپانی ای‌تی اند تی در سال ۱۹۹۹

عنوان «مخترع سال» توسط مجمع مخترعان نیوجرسی (New Jersey Inventors Hall of Fame)در سال ۲۰۰۱

دارنده بیش از ۱۰۰۰ ثبت اختراع (صادر شده و در حال بررسی)

جایزه اختراع توماس ادیسون در سال ۱۹۹۷

مدال علم و تکنولوژی AT&T و جایزه اختراع علمی AT&T در سال ۱۹۹۷

عنوان «مخترع سال» توسط مجمع مخترعان نیوجرسی (New Jersey Inventors Hall of Fame)در سال ۲۰۰۲ (تنها توماس ادیسون و آلبرت انیشتین به این افتخار نائل شده‌اند)

انتخاب در لیست ده مدیر فنی تأثیرگذار سال ۲۰۰۵ (به انتخاب InfoWorld)

مقام اول عنوان " "Mover & Shakerدر زمینه ارتباطات راه دور – توسط Light Reading در ۲۰۰۳- به دلیل پیش‌بینی جهانی IP و MPLS تقریباً یک دهه زودتر از فراگیر شدن این فناوری‌ها

انتخاب در لیست ده مدیر تجارت اینترنت در سال ۲۰۰۵ (توسط مجله Cisco IQ)

انتخاب در لیست ۱۰۰ مدیر پیشروی فناوری اطلاعات در سال ۲۰۰۴ (مجله Computer World)

جایزه دانش و فناوری رئیس‌جمهور اوباما در سال ۲۰۰۹ برای دید و مشارکت وی در زمینه فناوری IP

انتخاب در لیست ده مبتکر برتر در سال ۲۰۰۳ توسط شورای اجرایی نیویورک

جایزه ریاست مؤسسه مهندسان برق و الکترونیک در زمینه کیفیت برای ارتقاء قابلیت اطمینان IP شبکه‌ها در سرتاسر دنیا در سال ۲۰۰۸

مبتکر سال ۲۰۰۳، توسط Cisco System و John Chambers

انتخاب در لیست ۱۰۰ فارغ‌التحصیل برتر تاریخ دانشگاه کالیفرنیا توسط دانشگاه کالیفرنیا، سن دیگو

انتخاب در لیست ۱۰۰ رهبر تجارت Telecom در سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱

www.kahrobaonline.ir

KNO-1002-4001

بررسی عوامل موثر بر پیاده سازی اثربخش برنامه های تعمیراتی تجهیزات شبکه توزیع

محسن کامرانی ، سهیل مطوریان پور

معاونت منابع انسانی
شرکت برق منطقه ای تهران
تهران ، ایران
Kamrani47@yahoo.co.uk
امور برق خرمشهر شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان
شرکت برق منطقه ای تهران
تهران ، ایران

واژه های کلیدی: نگهداری و تعمیرات (نت)،ابعاد مدیریتی،انگیزشی و پشتیبانی.

چکیده

هدف از مقاله حاضر، شناسایی و اولویت بندی عوامل موثر بر پیاده سازی اثربخش برنامه های تعمیراتی تجهیزات شبکه توزیع شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان است که در این راستا ، به منظور دستیابی به اهداف اشاره شده فرضیه‌هایی نیز تبیین گردید.

در چارچوب بررسی فرضیه‌های مذکور، مدل مفهومی تدوین و در این مدل متغیرهای مستقل به عوامل مدیریتی(شامل مولفه های رهبری،برنامه ریزی،سازماندهی و کنترل)،عوامل انگیزشی(شامل مولفه های انتصابات و ارتقای شغلی،خلاقیت و نوآوری،مشارکت کارکنان،فرصت برابر و آموزش و بالندگی کارکنان)و عوامل پشتیبانی(شامل عوامل سخت افزاری و نرم افزاری)تقسیم بندی شد و پیاده سازی اثربخش برنامه های تعمیراتی تجهیزات شبکه توزیع نیز به عنوان متغیر وابسته معرفی شده است.

به منظور گردآوری اطلاعات برای آزمون مدل مذکور از پرسشنامه‌ای که به احصاء و آزمون اطلاعات جمعیت شناختی، احصاء و آزمون مؤلفه‌های عوامل مدیریتی،عوامل انگیزشی و عوامل پشتیبانی می پرداخت استفاده گردید. یکی دیگراز ابزارهای گردآوری داده‌ها که به کمک آن پژوهشگر می تواند به ارزیابی عمیق‌تر ادراک‌ها، نگرش‌ها، علاقه‌ها و آزمودنی‌ها پی برد، مصاحبه بود که به همین منظور، از نتایج مصاحبه در بررسی و تحلیل و تکمیل مدل پیشنهادی و تحلیل مشکلات و برخی پیشنهادات لازم استفاده گردید.

شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان، با برخورداری از جایگاهی استراتژیک در بخش توزیع صنعت برق کشور ، ماموریت اصلی خود را تامین و عرصه برق مطمئن ، پایدار و اقتصادی در سطح مشتریان خود ، در محدوده جغرافیایی استان خوزستان و همپای با راهبری ، پایش ، نگهداری و توسعه شبکه ، مدیریت بار و مصرف و ارائه خدمات پس از فروش به مشترکین قرار داده است ؛با این توضیح جامعه آماری ، کلیه کارکنان نگهداری و تعمیرات زیرمجموعه شرکت یاد شده(اعم از سطوح مدیریتی و سرپرستی و کارشناسان و کمک کارشناسان) در حدود 303 نفر می‌باشد که بر این اساس تعداد نمونه‌های آماری ـ بیشتر از تعداد مورد نیاز ـ به تعداد160 نمونه انتخاب گردید که نهایتاً کار تجزیه و تحلیل با 160 پرسشنامه انجام یافت .

پس از گردآوری و ورود داده‌ها به کامپیوتر، با استفاده از نرم افزارهای **SPSS17** به تحلیل‌های آماری مورد نیاز ـ شامل بررسی تاثیر هریک از ابعاد و مؤلفه‌های مدل تحلیلی از دیدگاه پاسخگویان به کمک آزمون **T**،بررسی تفاوت دیدگاهها میان گروههای جمعیت شناختی به کمک آزمون **T** با نمونه‌های مستقل و تحلیل واریانس یکراهه، بررسی نتایج تحلیل آماری آزمون فرضیه‌های به کمک آزمون همبستگی اسپیرمن و اولویت بندی هریک از عوامل بر اساس آزمون تحلیل واریانس فریدمن ـ پرداخته شد.

نتایج بررسی و تحلیل میانگین ابعاد اصلی تحقیق حاکی از آن است که در بین بعد مدیریتی ،مولفه رهبری و سازماندهی به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میانگین ؛ در بین بعد انگیزشی،مولفه مشارکت کارکنان و فرصت برابر به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میانگین و در بین بعد منابع پشتیبانی،عوامل نرم افزاری و سخت افزاری به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میانگین می باشند. در بین ابعاد اصلی نیز،بعد مدیریتی و منابع پشتیبانی به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میانگین هستند؛ به عبارت دیگر، از میان عوامل اصلی تحقیق، عامل مدیریتی با میانگین 3/37 بالاترین میانگین را از نقطه نظر و دیدگاه پاسخگویان به خود اختصاص داده است.

1- مقدمه

در عصر حاضر ، بدون تردید یکی از بنیان های اساسی در صنعت و تولید ، تجهیزات و ماشین آلات است و از طرفی برای افزایش بهره وری و کارایی تولید و دستیابی به استانداردهای جهانی و رقابت در بازارهای دا خلی و جهانی باید توجه خاصی به افزایش کارایی ماشین آلات، کاهش هزینه های تعمیراتی و توقف ماشین آلات داشت و رسیدن به این آمال بدون حضور نیروی انسانی کارا و آموزش دیده ممکن نخواهد بود . موفقیت صنایع در تولید و خدمات و افزایش کیفیت محصولات به علل گوناگونی بستگی دارد که داشتن یک نظام نگهداری[1] وتعمیرات[2] مناسب که یکی از مباحث مهم هر صنعت است از آن جمله می باشد و این موضوعی است که می بایست از طریق مناسبترین و عملی ترین شیوه ها ، بدان دست یافت.

در سالهای اخیرتا حدودی نگهداری و تعمیرات از طریق تلاش هایی در زمینه نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه پیشرفت کرده است . در این روش فعالیتهائی به منظور جلوگیری از بروز نقص در تجهیزات با برنامه ریزی قبلی صورت می گیرد . این روش مبتنی بر طول زمان است، بدین شکل که برای هر ماشینی یا اجزای آن ساعات کارکردی در نظر گرفته می شود و بر اساس آن فعالیتهای نگهداری و تعمیرات مانند روغن کاری، نظافت، انواع تنظیم ها وتعمیرات اساسی انجام می شود.این فعالیت ها شامل تعویض قطعات خراب با قطعات نو در حداقل زمان نیز می‌باشد.(فاطمی، ص8 ، 1376)

در مدیریت سنتی، مقوله نگهداری به عنوان ابزار پشتیبانی غیره بهره ور و کم اهمیت که مزیت ناچیزی را برای کارخانجات دربردارد، مدنظر قرار گرفته است؛اما، در نگرش نوین، نگهداری ماشین آلات و تجهیزات به عنوان بخش ضروری عملیات سازمان ها مورد توجه قرار می گیرد و بکارگیری استراتژی های اثربخش نگهداری، ارزش افزوده قابل توجهی را در فعالیت های تولیدی موجب می گردد. نظر به این که نگهداری و تعمیرات یکی از ارکان مهم و اصلی بهره وری است ؛بنابراین، می توان به آن به عنوان یک فرهنگ که سعی دربهبود شرایط موجود را دارد، نگاه کرد .فرهنگی که به نیروی انسانی می آموزد چه جهتی را انتخاب کند و چه مسیری را بپیماید تا بهترین و بیشترین بازدهی حاصل گردد.

در کشور ایران آنچه که تا اندکی پیش رایج بوده و عواقب ناشی از آن دامنگیر صنایع کشور گردیده است دیدگاه سنتی و کارگاهی نسبت به تعمیرات و نگهداری و عدم مواجهه علمی و تحلیلی با آن بوده است. به نحوی که واحدهای تعمیرات و نگهداری برخوردی کاملاً انفعالی با مسائل مربوط به ماشین آلات داشته و دیدگاه پیش گیرانه و پیش بینانه و تحلیلی در این مقوله بسیار جوان می باشد و گاهاً رویکرد به این گونه روشها به صورت ظاهری و بدون کاربرد واقعی و فقط در حد رفع تکلیف انجام شده است. (رهام، ص2، 1382)

نگهداری و تعمیرات (نت) دو مفهوم بسیار مهم و دو مقوله اساسی هستند که تحقق و عمل به آن ها موجبات بقا و تداوم خطوط مختلف تولید و کاهش هزینه ها را فراهم می آورند.پیشرفت های حاصله در زمینه علوم و تکنولوژی و گسترش روز افزون صنایع موجب گردیده است تا ماشین آلات و تجهیزات صنعتی از پیچیدگی های بیشتری

[1] Maintenance

[2] Repairs

برخوردار گردند.با پیچیده ترشدن وسایل و امکاناتی که انسان برای رفع نیازهای روزافزون خود بکار می گیرد، ضرورت استفاده بهینه و اقتصادی این امکانات بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است. روش های پیچیده تولید و همچنین پیچیدگی های موجود در تکنولوژی ساخت تجهیزاتی که در این راستا مورد استفاده قرار می گیرند ، نیازمند این است که با حداقل هزینه ، بیشترین « امکان استفاده » و بالاترین « میزان کارآیی » را در عمر مفیدی قابل قبول و اقتصادی تامین نماید . تا بدنبال آن ، هزینه های کل مربوط به قیمت تمام شده کالا یا خدمات تولید شده کاهش یافته و شرایطی مناسب جهت ارتقاء بهره وری سیستم ، تا سطحی بهینه پدید آید.

ضرورت طراحی،استقرار [وپیاده سازی]سیستم های نگهداری و تعمیرات ،یکی از مسایل مبرم و حیاتی امروز صنایع [محسوب می گردد.] حفظ سرمایه های کشور از یکسو و ارزبری بالای خرید ماشین آلات و تجهیزات از سوی دیگر،استفاده عقلایی و برنامه ریزی شده و نگهداری و تعمیر به موقع ماشین آلات و تجهیزات را الزامی می سازد(سید حسینی،1384).بنابراین، دراین مقاله در نظر است عوامل مؤثر بر پیاده‌سازی برنامه‌های تعمیراتی تجهیزات شبکه انتقال در حوزه شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان ، شناسایی و با طبقه بندی آن به ابعادمدیریتی،انگیزشی و منابع پشتیبانی، تأثیر هر یک از عوامل و ابعاد سه گانه بر پیاده سازی برنامه های تعمیراتی اشاره شده بررسی وسرانجام به منظور بهبود وضعیت موجود، پیشنهادها و راهکارهای لازم ارایه گردد.

2- اهمیت موضوع و بیان مسأله

اهمیت موضوع، در ضرورت تغییرات سازمانی ریشه دارد. موضوع تغییر، از ضرورت های اجتناب ناپذیر سازمان ها و شرکت های دولتی است. در جامعه پر تلاطم عصر اطلاعات و ارتباطات، سکون، مساوی با نابودی است و هر پدیده‌ای که بخواهد آنتروپی منفی را پیشه خود سازد، باید به سمت تغییر حرکت نماید (وزیری، 1382،صص 9-8).

ضرورت برخورد با چالش‌هایی چون تغییرات تکنولوژی، جهانی‌شدن، رقابت‌های بین‌المللی؛بسیاری از دولت‌ها را ناگزیر از ایجاد تغییرات عمده در بخش دولتی خود نموده است. پارادایم الگوی سنتی اداره که در بخش اعظم قرن بیستم یک نظریه غالب محسوب می‌شد، در طی سال‌های اخیر که شاهد تغییراتی به مراتب وسیع‌تر از همه تغییرات این قرن بوده‌ایم، جای خود را به مدیریت‌گرایی یا مدیریتی دولتی نوین[3] داده است (هیوز، 1376، 13).

در هزاره سوم سازمانها و شرکتهای مختلف جهت حضور موفق در دنیای تجاری با چالشهای متعددی مواجه هستند ، بگونه ای که این چالشها در مواردی منجر به تناقض می گردد. یکی از تناقضهای موجود دنیای تجاری نشان دهنده این واقعیت است که برای حفظ ثبات و پویایی ، اجتناب از تغییر و تحول غیر ممکن است، حتی فراتر از آن اینکه ، همین نیاز به تحول نیز خود در حال تغییر است. به طور حتم گذر از چنین شرایطی نمی تواند بدون تدبیر و استقبال از تحولات ضروری میسر گردد؛ بنابراین نیاز به تغییر و تحولات، یکی از خصوصیات بارز این زمان می باشد (ابزری و نیلی پور طباطبایی،1384،ص1).نگهداری و تعمیرات در این زمینه چگونه تاثیر گذار خواهد بود و نیروی انسانی و تحولات رفتاری آنها در این موضوع چگونه نقش آفرینی خواهد کرد (Dunn, 1996)

در یک سازمان ، نگهداری و تعمیرات نقش کلیدی در تمامی جنبه های فیزیکی، مالی و رقابتی محسوب می گردد و نقش اساسی آن در کسب و کار و تجارت می باشد. تاکید و توجه بر روی روشهای نگهداری و تعمیرات برای حفظ وظایفی است که برای هر دارایی تعریف می شود. دلیل اصلی انجام فعالیتهای تعمیراتی اعم از فعالیتهای پیش بینی و برنامه ریزی شده ، تعمیرات پیش از وقوع حادثه و رفع اشکالات، جلوگیری از کاهش و یا حذف پیامدهای ناشی از اشکالات می باشد. پیامدهایی که بر روی کارآیی دارایی، کیفیت تولید، اقتصاد سازمان، عوامل ایمنی و زیست محیطی تاثیر می گذارند. این پیامدها اثراتی در کل سازمان دارند و برای کاهش و رفع هر کدام از این پیامدها بایستی زمان و پول صرف شود.(جعفری ، 1384 ،ص 3)

از این رو اهمیت حیاتی و راهبردی نگهداری و تعمیرات بطور روزافزونی برای صنایع مختلف برجسته و نمایان می شود . در اینجاست که نیروی انسانی متخصص، در زمینه های نگهداری و تعمیرات را با فرصتها و چالشهای بزرگی مواجه ساخت و نیاز به تحولات رفتاری را پر رنگتر و حیاتی تر می سازد. در این میان ، نیاز به تغییر و تحول در برنامه های نگهداری و تعمیرات به گونه ای که بتواند سازمان را در پیکار در رقابت جهانی یاری دهد ، نقش تعیین کننده ای خواهد داشت) . Moubray:2000)

[3] New Public management

در مدیریت سنتی، مقوله نگهداری به عنوان ابزار پشتیبانی غیره بهره ور و کم اهمیت که مزیت ناچیزی را برای کارخانجات دربردارد، مدنظر قرار گرفته است(جمالیان،1388،ص4) در تعمیر و نگهداری به روش سنتی،تعمیر و نگهداری به صورت دوره ای و طبق یک برنامه از پیش تعیین شده انجام می گیرد؛در بعضی موارد حین یا بعد از انجام تعمیرات دوره ای ، اشکالات مختلفی در سیستم برق ایجاد می شود؛در بسیاری موارد دلیل علمی قابل قبولی که توجیه کننده بهترین فاصله زمانی دوره تعمیر و نگهداری تجهیز باشد وجود ندارد؛هیچ برنامه مناسبی در خصوص جایگزینی تجهیزات در زمان مناسب و قبل از بروز حادثه وجود ندارد؛معمولاً زمان پایان عمر تجهیزات نامشخص و یا اینکه اطلاعاتی مربوط به قبل از اشکال موجود نمی باشد(نوری و ساعی،1386،ص3).

در نگرش نوین، نگهداری ماشین آلات و تجهیزات به عنوان بخش ضروری عملیات سازمان ها مورد توجه قرار می گیرد و بکارگیری استراتژی های اثربخش نگهداری، ارزش افزوده قابل توجهی را در فعالیت های تولیدی موجب می گردد(جمالیان،1388،ص4). در روشهای نوین و جدید تعمیر و نگهداری ،نحوه انجام تعمیر و نگهداری تجهیزات طبق برنامه زمانبندی دیگری و توسط کارفرما تعیین می شود؛ایمنی بیشتر و احتمال خطای کمتر پس از انجام تعمیر و نگهداری دوره ای بیشتر مورد توجه قرار گرفت؛شرکتها به دنبال این هستند تا بر اساس دیدگاه مهندسی و دلایل علمی، فواصل دوره تعمیر و نگهداری تجهیزات را تا حد ممکن افزایش دهند تا علاوه بر پائین آوردن هزینه تعمیر و نگهداری ، احتمال آسیب به تجهیزات ، ضمن انجام تعمیرات دوره ای نیز کاهش یابد؛شرکتها قادر خواهند بود معیارها و سیاستهای بهینه سازی تجهیزات در شرکت خود را با شرکتهای دیگر مقایسه و اصلاح نمایند؛شرکتها اکنون باید از روش پیشگوئی پایان عمر تجهیزات[4] استفاده نمایند.

شرکتها به دنبال روشهائی هستند تا بر اساس عمر تجهیزات ، یک شبکه مطمئن و پایدار با احتمال اشکال مشخص و پائین داشته باشند(نوری و ساعی،1386،ص4).

با توجه به افق بلند مدت سند پایایی شبکه برق کشور، نقش تعمیرات و نگهداری(نت) مناسب و بهینه تجهیزات شبکه برق کشور، چه در بخش دولتی و یا بخش خصوصی، دقیقاً همراستا با هدف گذاری و ماموریت سند پایایی شبکه است. سند اشاره شده، در راستای تامین و حفظ پایایی شبکه برق کشور و یک افق بلند مدت سند پایایی شبکه برق کشور، اهداف و ماموریت آن توسط کمیته هادی متشکله از صاحب نظران و چهره های شاخص وزارت نیرو تهیه گردیده است.

پایایی شبکه برق ،بیانگر سطح احتمال «تامین بار مشترکین در چارچوب استانداردهای مرتبط و به میزان تقاضا»می باشد.سطح مطلوب پایایی متناسب با شرایط محیطی و خواسته های جامعه تعیین می شود.پایایی شامل دو مولفه زیر است:

کفایت: توانایی شبکه برق برای تامین نیازهای توان و انرژی الکتریکی مشترکین با در نظر گرفتن خروجی های برنامه ریزی شده و یا برنامه ریزی نشده .

امنیت شبکه: توانایی شبکه برق در تحمل اغتشاشات ناگهانی، مانند اتصال کوتاه الکتریکی یا از دست رفتن غیر منتظره اجزایی از شبکه برق(بخشنامه معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ،1387).

صنعت برق یکی از پیچیده ترین و در عین حال به هنگام ترین صنایع در دنیا است. اصولا در شبکه های برق ،ظرفیت ذخیره سازی وجود ندارد ؛بنابراین، عرضه وتقاضا در آن لحظه ای بوده وهمواره باید یک توازن دایمی بین تولید انرژی الکتریکی و مصرف آن برقرار باشد. شبکه های انتقال برق در واقع مهم ترین عامل در انتقال انرژی الکتریکی تولیدی نیروگاه ها به پست های مصرف کننده برق می باشند.

نگهداری به موقع وصحیح از این شبکه ها و همچنین رفع نقایص وخرابی ها (تعمیرات به هنگام) عامل اصلی پایداری وحفظ و تداوم انتقال انرژی الکتریکی ویا همان برق است(جمالیان،1388،ص6).

با توجه به مباحث اشاره شده باید اذعان نمود که شبکه های انتقال انرژی به عنوان حلقه اتصال تولید و توزیع انرژی ، زنجیره فرآیند تولید ، انتقال و توزیع برق را کامل می نمایند و معاونت های بهره برداری برق های منطقه ای نیز بخش استراتژیک و حاکمیتی صنعت را در اختیار دارند. می توان گفت که تمام تلاشها در بخش تولید و توزیع انرژی هنگامی می تواند نمود داشته باشد که انتقال انرژی با اطمینان انجام گردد . لذا کارایی و اثر بخشی مطلوب این بخش می تواند علاوه بر جلب رضایتمندی مردم و صنایع از بعد ارزشهای مادی و از جنبه اقتصادی ، در تامین اهداف برق های منطقه ای موفقیتهای چشمگیری را به ارمغان آورد. در این راستا سرویس و نگهداری و تعمیرات شبکه های انتقال

[4] **Life Assessment**

انرژی و تجهیزات مربوط به آن نقش حیاتی و سرنوشت سازی را در انجام این وظیفه دارد.

به این ترتیب، می توان گفت که حوزه شرکتهای توزیع در تحقق خدمات رسانی به مشترکین و افزایش سطح رضایت آنان و در نتیجه تحقق اهداف کلان صنعت مورد مطالعه، نقش مهمی دارند. از سوی دیگر ،حوزه یاد شده با توجه به رسالت و ماموریت محوله نسبت به سایر حوزه های سازمانی دیگر از ویژگی ها و حساسیت های خاصی برخوردارهستند.در این راستا،نگرش و دیدگاه های مدیریتی و همچنین مکانیزم های انگیزشی و منابع پشتیبانی به همراه مولفه هایی همچون برنامه ریزی،سازماندهی،رهبری ،کنترل،آموزش وسایر عوامل دیگر می تواند نقش بسزایی در پیاده سازی برنامه های نگهداری و تعمیرات حوزه مورد نظر به دنبال داشته باشد.

با توجه به اهمیت موارد اشاره شده، پژوهش حاضر به شناسایی و اولویت بندی عوامل موثر بر پیاده سازی اثربخش برنامه های تعمیراتی تجهیزات شبکه توزیع در شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان می‌پردازد و طی آن به این سؤلات پاسخ داده خواهد شد: نظام فعلی برنامه ریزی تعمیرات نت در قسمت بهره برداری چه نارسایهایی دارد؟ آیا نظام فعلی نت پوشش دهنده تعمیرات لازم برای تمام تجهیزات شبکه است ؟ آیا نظام فعلی نت متضمن ضریب آمادگی کافی تجهیزات است ؟ روش فعلی برنامه ریزی تعمیرات در قسمت بهره برداری به چه بهبودهایی نیاز دارد؟

3- ادبیات پژوهش

3-1)مفهوم نگهداری و تعمیرات

نگهداری و تعمیرات که به منظور حفظ تاسیسات و تجهیزات صنعتی در حد استاندارد و قابل قبول صورت می پذیرد ، شامل فعالیت های برنامه ریزی ، کنترل و ثبت آن ها (اقدامات انجام شده) می باشد (جمالیان،1388،ص25).

این برنامه ریزی به مواردی از قبیل نگهداری پیشگیری ، تعمیرات اصلاحی ، تعمیرات اساسی ، تعویض برنامه ریزی شده قطعات ، پیش بینی و تهیه لوازم یدکی ، فعالیت های کارگاه های تعمیراتی ، پیش بینی و در نظر گرفتن تعمیرات اتفاقی ، ثبت و نگهداری اطلاعات مربوط به ماشین ، بهبود شرایط محیط کار به منظور سهولت امر نگهداری و ساخت قطعات یدکی را شامل می گردد(وایت ،ئی ،1373 ،صص22-21).

اغلب سیستم هایی که امروزه به نحوی در امور تولیدی، خدماتی و تأسیساتی و یا سایر موارد بکار گرفته می شوند در زمانهایی از سیکل عمر عملیات خود دچار شکست و از کار افتادگی می گردند و لذا به فعالیت نگهداری و تعمیر نیازمند می شوند (جمالیان،1388،ص26).

گر چه واژه ها و اصطلاحات نگهداری و تعمیرات در بسیاری از کاربردها در یک ردیف بکار برده می شوند ولی در حقیقت در معنا اندکی متفاوت بوده و در برنامه ریزی نگهداری و تعمیرات، هر یک از آنها با مفهوم خاص خود بکار می آیند که در زیر بطور مختصر به آنها اشاره می شود.

« نگهداری و تعمیرات عبارتست از مجموعه ای از فعالیتهای مختلف که به منظور حفظ و بقا قطعات ، تجهیزات و ماشین آلات ونیز صیانت از سرمایه و دارائی هائی که در صنعت به کار می رود، می باشد ، تا حتی الامکان از بروز حوادثی که منجر به خرابی دستگاهها و وقفه در فرآیند تولید و یا روند بهره برداری از تجهیزات و کارخانجات مربوطه می گردد ، پیشگیری لازم به عمل آید» (همان منبع ،ص 33).

3-2) پارامترهای بررسی نگهداری و تعمیرات

هر بررسی و مطالعه‌ای درباره نگهداری و تعمیرات نیاز به تعیین چه‌گونگی تفکر در رابطه با آن دارد. اینکه چه الزاماتی را در بررسی نگهداری و تعمیرات در نظر گرفته شود، چه‌گونه نسبت به آن فکر شود، عوامل، اجزا و دامنه بررسی چه باشد و بررسی‌هایی از این دست، پیش از بررسی نگهداری و تعمیرات باید مورد نظر قرار گیرد. در این رابطه سؤالات زیر برخی از ابعاد و پارامترهای مورد بررسی را مشخص می‌نماید:

باید دید هدف از نگهداری و تعمیرات چیست؟

معیارهای نگهداری و تعمیرات چیست؟

مسؤولیت‌های ویژه نگهداری و تعمیرات چه می‌باشد؟

چه برنامه‌ای برای نگهداری و تعمیرات وجود دارد

با چه روش‌هایی، نگهداری و تعمیرات به‌گونه عملیاتی تدوین می‌شود؟

روشهایی که بوسیله آن‌ها نگهداری و تعمیرات بالقوه پرورش می‌یابند، چیست؟

دامنه موضوع (عملیات) نگهداری و تعمیرات چه می‌باشد؟

ساختار انگیزشی که در آن نگهداری و تعمیرات برقرار می‌شود، چیست؟.

3-3)مدل مفهومی پژوهش

تمام مطالعات پژوهشی بر مدل مفهومی استوار است که متغیرهای موردنظر و رابطه‌ی بین آن‌ها را مشخص می‌کند. این مدل مفهومی که با عناوین دیگری از جمله چارچوب نظری و مانند آن شناخته می‌شود، الگویی است که پژوهشگر براساس آن درباره روابط بین عواملی که در ایجاد مسأله مهم تشخیص داده شده‌اند، نظریه پردازی می‌کند.

مدل مفهومی این پژوهش براساس اهداف تحقیق ،مطالعه نظری در کتب و مقالات مدیریتی ،بهره گیری از دیدگاه صاحبنظران و مدیران ارشد شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان و همچنین مطالعه و بررسی مدل هایی از جمله :

- ارزیابی تعمیرات پیشگیرانه (PM) شبکه انتقال و فوق انرژی خوزستان (1382-1385) با نگرش TPM و ارایه الگوی پیشنهادی5
- پروژه بررسی علل تاخیر پروژه‌های شرکت برق منطقه ای تهران با هدف بهبود روش های اجرایی(مورد مطالعه: معاونت طرح و توسعه)٦
- مدل سه شاخگی (که برای شناخت مسایل سازمانی توسط ریچارد اسکات طراحی شده است)؛

انتخاب شده است.

مبنای نظری و علمی پژوهش حاضر، جستجو و مطالعه در مدل های اشاره شده-به ویژه مدل سه شاخگی ریچارد اسکات- بوده است. مدل سه شاخگی بیشتر در آسیب‌شناسی سازمانی و برای شناخت مسایل سازمانی کاربرد دارد که براین اساس، عوامل ایجادکننده یک مسأله در قالب سه دسته از عوامل رفتاری (محتوایی)، ساختاری و زمینه‌ای (محیطی) مورد بررسی قرار می گیرند.

الف. شاخه عوامل رفتاری

شاخه عوامل رفتاری،شامل روابط انسانی در سازمان هستند که نرم‌های رفتاری، ارتباط غیررسمی، الگوهای خاص به هم پیوسته و محتوای اصلی سازمان را تشکیل می دهند. این عوامل محتوایی در واقع عوامل پویایی دهنده و زنده سازمانی تلقی می شوند و هرگونه عوامل و متغیرهایی که به طور مستقیم مربوط به نیروی انسانی می باشد، در این شاخه قرار دارند (میرزایی اهرجانی و مقیمی، 1382).

در این پژوهش، مولفه های رهبری،برنامه ریزی،سازماندهی و کنترل، آموزش و بالندگی کارکنان،انتصابات و ارتقای شغلی،مشارکت کارکنان،خلاقیت و نوآوری و فرصت برابر، از جمله ابعاد مدیریتی و انگیزشی در نظر گرفته شده اند که می توانند بر پیاده سازی اثربخش برنامه های تعمیراتی تجهیزات شبکه توزیع شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان تأثیرگذار باشند و این عوامل از طریق شاخص‌های مختلف مورد سنجش قرار خواهند گرفت.

ب- شاخه عوامل ساختاری

عواملی که در برگیرنده تمام عناصر، عوامل و شرایط فیزیکی و غیر انسانی سازمان هستند که با نظم و ترتیب خاص و به هم پیوسته، چارچوب و قالب فیزیکی و مادی سازمان را می‌سازند (همان منبع)

در این پژوهش، مولفه های عوامل سخت افزاری و عوامل نرم افزاری به عنوان بعد منابع پشتیبانی و تجهیزاتی در نظر گرفته شده است.

ج- شاخه عوامل زمینه‌ای

عوامل زمینه ای یا محیطی در برگیرنده‌ی همه شرایط و عوامل محیطی برون سازمانی است که بر سازمان محیط بوده و بر آن بیش‌تر اثرگذار هستند تا تأثیرپذیر(همان منبع)

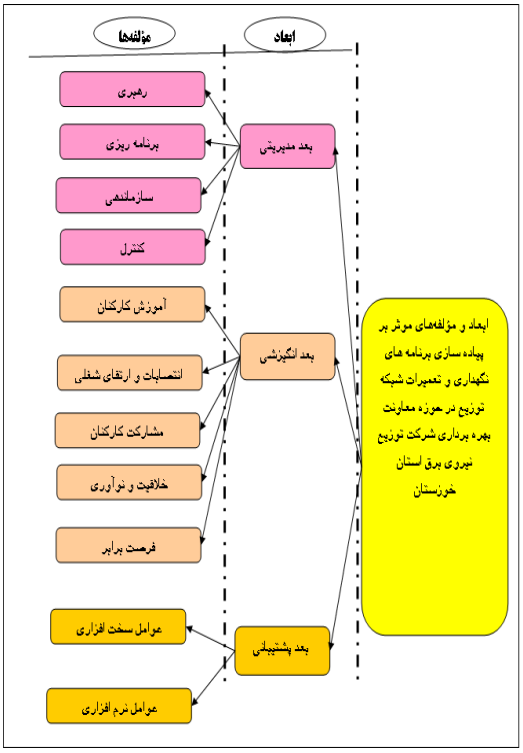
درپژوهش حاضر، عوامل سیاسی، قانونی، اقتصادی و اجتماعی مورد نظر است که می توانند هریک به عنوان متغیرهای مداخله گر بر پیاده

) شبکه PM عنا،مهران؛«ارزیابی تعمیرات پیشگیرانه (5 و TPMانتقال و فوق انرژی خوزستان (1385-1382) با نگرش ارایه الگوی پیشنهادی»، پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته مدیریت اجرایی،موسسه تحقیقات و آموزش مدیریت،1388.

نگاهداری،ناصر؛« پروژه بررسی علل تاخیر پروژه‌های 6 شرکت برق منطقه ای تهران با هدف بهبود روش های اجرایی(مورد مطالعه: معاونت طرح و توسعه) »، پایان نامه تحصیلی کارشناسی ارشد رشته مدیریت اجرایی موسسه تحقیقات و آموزش مدیریت ،پاییز1388.

سازی اثربخش برنامه های تعمیراتی تجهیزات شبکه توزیع شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان تأثیرگذار باشند.

نمودارشماره ا، مدل مفهومی پژوهش را به تصویر کشیده است.



نمودارشماره1: مدل مفهومی پژوهش

4- فرضیه های پژوهش

در پژوهش حاضر، فرضیه‌های تحقیق با بهره‌گیری از ترکیبی از عوامل مطرح‌شده در چارچوب‌های نظری تحقیق و رابطه بین آن‌ها شکل گرفته است:

فرضیه اهم یک: میان عوامل مدیریتی و پیاده سازی برنامه های تعمیراتی تجهیزات شبکه توزیع در حوزه شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان رابطه معنی‌داری وجود دارد.

- *عامل رهبری با پیاده سازی برنامه های تعمیراتی تجهیزات شبکه توزیع در حوزه شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان رابطه معنی‌داری دارد.*
- *عامل برنامه ریزی با پیاده سازی برنامه های تعمیراتی تجهیزات شبکه توزیع در حوزه شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان رابطه معنی‌داری دارد.*
- *عامل سازماندهی با پیاده سازی برنامه های تعمیراتی تجهیزات شبکه توزیع در حوزه شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان رابطه معنی‌داری دارد.*
- *عامل کنترل با پیاده سازی برنامه های تعمیراتی تجهیزات شبکه توزیع در حوزه شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان رابطه معنی‌داری دارد.*

فرضیه اهم دو: میان عوامل انگیزشی و پیاده سازی برنامه های تعمیراتی تجهیزات شبکه توزیع در حوزه شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان رابطه معنی‌داری وجود دارد.

- *عامل آموزش و بالندگی کارکنان با پیاده سازی برنامه های تعمیراتی تجهیزات شبکه توزیع در حوزه شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان رابطه معنی‌داری دارد.*
- *عامل انتصابات و ارتقای شغلی با پیاده سازی برنامه های تعمیراتی تجهیزات شبکه توزیع در حوزه شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان رابطه معنی‌داری دارد.*
- *عامل مشارکت کارکنان با پیاده سازی برنامه های تعمیراتی تجهیزات شبکه توزیع در حوزه شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان رابطه معنی‌داری دارد.*
- *عامل خلاقیت و نوآوری با پیاده سازی برنامه های تعمیراتی تجهیزات شبکه توزیع در حوزه شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان رابطه معنی‌داری دارد.*
- *عامل فرصت برابر با پیاده سازی برنامه های تعمیراتی تجهیزات شبکه توزیع در حوزه شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان رابطه معنی‌داری دارد.*

فرضیه اهم سه: میان عوامل پشتیبانی و پیاده سازی برنامه های تعمیراتی تجهیزات شبکه توزیع در حوزه شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان رابطه معنی‌داری وجود دارد.

- *عوامل سخت افزاری با پیاده سازی برنامه های تعمیراتی تجهیزات شبکه توزیع در حوزه شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان رابطه معنی‌داری دارد.*

- *عوامل نرم افزاری با پیاده سازی برنامه های تعمیراتی تجهیزات شبکه توزیع در حوزه شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان رابطه معنی‌داری دارد.*

5- روش پژوهش

تحقیق حاضر از نوع کاربردی و روش آن توصیفی - پیمایشی می باشد. جامعه آماری پژوهش حاضر، شامل کلیه کارکنان مرتبط با اموربهره برداری (اعم از سطوح مدیریتی و سرپرستی و کارشناسی) حوزه شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان می‌باشد، که مشاغل مورد نظر در حوزه یاد شده به 320 نفر می‌رسد.

به منظور رعایت ویژگی‌های مذکور در تحقیق حاضر و به دلیل متنوع بودن و توزیع جغرافیایی مناطق تحت پوشش ، از روش تصادفی طبقه‌ای (و از نوع متناسب با حجم هر طبقه) استفاده شده است. در نمونه گیری طبقه ای، واحدهای جامعه مورد مطالعه در طبقه هایی که از نظر صفت متغیر همگن تر هستند، گروه بندی می شوند تا تغییرات آنها در درون گروه ها کمتر شود. پس از آن، از هر یک از طبقه ها تعدادی نمونه انتخاب می شود(سرمد و همکاران،1383، ص184)،

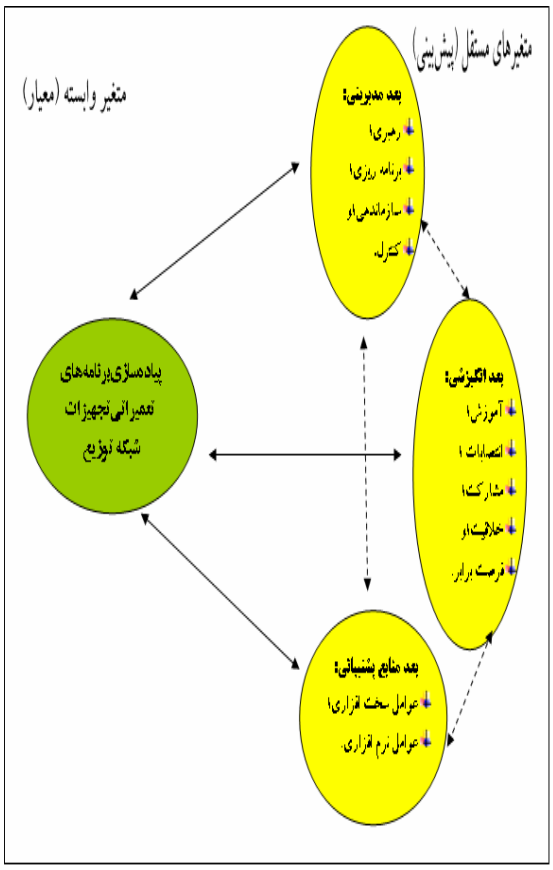
بدین ترتیب که مجموعه نمونه‌های انتخابی به نسبت تعداد جامعه آماری بین آن ها توزیع شده است و تعداد نمونه اختصاص‌یافته به هر شرکت به روش تصادفی ساده ـ و با شانس برابر ـ میان آن ها توزیع شده است.

به منظور تعیین تعداد نمونه و با توجه به جدول جامعه آماری، از مدل تصمیم‌گیری کرجسی و مورگان[7] و کوهن [8]که رهنمود علمی و قابل تعمیمی را ارایه نموده‌اند (سکاران، 1380، ص333) استفاده گردید. و با توجه به تعداد جامعه آماری مورد نظر ـ 320نفرـ تعداد 179 نمونه انتخاب شد.

نظر به این که همان گونه که پیشتر توضیح داده شد، طبقه‌های جامعه آماری تقریباً در سراسراستان خوزستان توزیع شده‌اند ؛از این رو تعداد 179 پرسشنامه تهیه و از روش‌های مختلف (جلسات مشترک، فاکس، پست و ایمیل) میان آن ها توزیع گردید که از این تعداد 160پرسشنامه عودت داده شد و از این تعداد نیز 19 پرسشنامه ناقص بود و کار تجزیه و تحلیل با 160 پرسشنامه اجرا گردید.

6- متغیرهای پژوهش

آن‌چه در این پژوهش بیشتر مورد نظر است نشان دادن تأثیر متغیرهای مستقل بر وابسته بوده است.همان‌گونه که نمودار شماره 2،یعنی مدل عوامل و متغیرهای اثرگذار بر پیاده سازی اثربخش برنامه های تعمیراتی تجهیزات شبکه توزیع (در حوزه شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان)نشان می‌دهد: 1) ابعاد مدیریتی؛ 2) ابعاد انگیزشی؛ و 3) ابعاد پشتیبانی، همگی متغیرهای مستقل اثرگذار بر متغیر وابسته پیاده سازی اثربخش برنامه های تعمیراتی تجهیزات شبکه توزیع (در حوزه شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان)هستند. البته در این میان همان‌گونه که جهت فلش‌های نقطه‌چین مدل نشان می‌دهد ـ و براساس یافته‌های مصاحبه ـ برخی از متغیرهای مستقل در رابطه و تأثیر برخی دیگر از آن‌ها نسبت به متغیر وابسته، به عنوان متغیر میانجی عمل می‌نمایند.



7Krejcie & Morgan (1970)
8Cohen (1969)

نمودارشماره2: عوامل و متغیرهای اثرگذار بر پیاده سازی برنامه های تعمیراتی تجهیزات شبکه توزیع در حوزه شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان و نحوه ارتباط آنها

7- روایی و پایایی پژوهش

به منظور اجرای هر چه دقیقتر پرسشنامه ها و همچنین بررسی مشکلات موجود در روایی و میزان پایایی پرسشنامه، ابتدا پرسشنامه در اختیار اساتید راهنما، مشاور ، چند تن از متخصصین و صاحبنظران قرار گرفت. به طور کلی نتایج این بررسی منجر به اعمال اصلاحات لازم بر روی پرسشنامه گردید. نهایتا با برطرف شدن مشکلات اولیه، پرسشنامه نهایی طراحی گردید. این پرسشنامه بر روی گروه نمونه آماری پیش آزمون اجرا شد و در این رابطه دیدگاههای جامعه آماری درمورد روایی(یا اعتبار) آن مثبت بوده است. همچنین در این پژوهش روایی دارای ابعاد و جنبه‌های گوناگونی مانند روایی محتوایی و صوری می‌باشد.

در پژوهش حاضر برای تعیین پایایی ابزار اندازه‌گیری، پرسشنامه نهایی بین 20 نفر از افراد نمونه آماری پژوهش به صورت تصادفی توزیع شد و ضریب آلفای کرونباخ پرسشنامه به‌کمک نرم‌افزار SPSS مورد محاسبه قرار داده شد و مقادیر آلفای کرونباخ استانداردشده، 0/966 بدست آمد. با توجه به اینکه معمولاً پایایی فراتر از 70٪ مطلوب است، می‌توان استنباط کرد که پرسشنامهٔ پژوهش، پایایی نسبتاً بالایی داشته باشد.

اما پیش از بیان نتایج روایی،ضروری به نظر می رسد شاخص ها و معیارهای مربوط به مولفه ها و ابعاد موثر بر پیاده‌سازی برنامه‌های تعمیراتی تجهیزات شبکه که بر اساس ادبیات جستجو شده،نظر صاحبنظران و چارجوب نظری انتخاب شده تدوین گردید–نشان داده شود(جدول شماره 1و2).

جدول شماره 1: توزیع فراوانی سؤالات پرسشنامه تحقیق بر اساس شاخصهای منتخب

شاخص مورد مطالعه	تعداد سوال‌ها	شماره سوال‌ها
رهبری	۴	۱-۴
برنامه ریزی	۵	۵-۹
سازماندهی	۵	۱۰-۱۴
کنترل	۳	۱۵-۱۷
انتصابات و ارتقای شغلی	۲	۱۸-۱۹
خلاقیت و نوآوری	۲	۲۰-۲۱
مشارکت کارکنان	۴	۲۲-۲۵
فرصت برابر	۴	۲۶-۲۹
آموزش کارکنان	۶	۳۰-۳۵
عوامل سخت افزاری	۷	۳۶-۴۲
عوامل نرم افزاری	۳	۴۳-۴۵

جدول شماره 2: ضرایب اعتبار پرسشنامه

مولفه/ابعاد	تعداد سوالات	ضریب اعتبار(آلفای کرونباخ)	نتیجه
مولفه رهبری	۴ سوال	/۸۲۶	قابل قبول
مولفه برنامه ریزی	۵ سوال	/۸۹۹	قابل قبول
مولفه سازماندهی	۵ سوال	/۸۳۶	قابل قبول
مولفه کنترل	۳ سوال	/۷۸۳	قابل قبول
مولفه انتصابات و ارتقای شغلی	۲ سوال	/۷۰۲	قابل قبول
مولفه خلاقیت و نوآوری	۲ سوال	/۸۰۲	قابل قبول
مولفه مشارکت کارکنان	۴ سوال	/۸۱۱	قابل قبول
مولفه فرصت برابر	۴ سوال	/۹۰۹	قابل قبول
مولفه آموزش کارکنان	۶ سوال	/۸۰۱	قابل قبول
مولفه عوامل سخت افزاری	۷ سوال	/۸۸۸	قابل قبول
مولفه عوامل نرم افزاری	۳ سوال	/۸۹۸	قابل قبول
بعد مدیریتی	۱۷ سوال	/۹۲۸	قابل قبول
بعد انگیزشی	۱۸ سوال	/۹۵۲	قابل قبول
بعد منابع پشتیبانی	۱۰ سوال	/۹۲۹	قابل قبول
ابعاد کل	۴۵ سوال	/۹۶۶	قابل قبول

8- نتایج آزمونهای آماری

8-1) نتایج توصیفی ابعاد، مولفه ها و شاخص های اصلی مدل تحلیلی تحقیق

الف.آمار توصیفی مولفه های اصلی تحقیق

در بین بعد مدیریتی ،مولفه رهبری و سازماندهی به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میانگین هستند؛

در بین بعد انگیزشی،مولفه مشارکت کارکنان و فرصت برابر به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میانگین هستند؛و

در بین بعد منابع پشتیبانی،عوامل نرم افزاری و سخت افزاری به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میانگین هستند.

ب. آمار توصیفی ابعاد اصلی تحقیق

در بین ابعاد اصلی،بعد مدیریتی و منابع پشتیبانی به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میانگین هستند؛

پ. آمار توصیفی سوالات پرسشنامه

1ـ پ. بررسی و تحلیل میانگین عوامل مدیریتی

در مولفه رهبری، گویه یا عبارت « نگرش مدیریت در برنامه های تعمیراتی شبکه توزیع ، مبتنی بر اهمیت دادن به نگهداری و تعمیرات(نت) در راستای حفظ و تداوم پایداری شبکه می باشد » با میانگین 3/78 بالاترین میانگین را از نقطه نظر و دیدگاه پاسخگویان به خود اختصاص داده است؛

در مولفه برنامه ریزی، گویه یا عبارت « مدیریت نسبت به استقرار،پیاده سازی و استمرار فرآیندهای مرتبط با برنامه های نگهداری و تعمیرات(نت) متعهد است » با میانگین 3/47 بالاترین میانگین را از نقطه نظر و دیدگاه پاسخگویان به خود اختصاص داده است؛

در مولفه سازماندهی، گویه یا عبارت « نظام ارزشیابی عملکرد نت در شرکت، مؤثر و کاربردی است » با میانگین 3/35 بالاترین میانگین را از نقطه نظر و دیدگاه پاسخگویان به خود اختصاص داده است؛

در مولفه کنترل، گویه یا عبارت « ارزیابی و نظارت عالیه فنی نگهداری و تعمیرات توسط نهاد یا سازمان مشخصی(مانند شرکت توانیر) انجام می شود» با میانگین 3/57 بالاترین میانگین را از نقطه نظر و دیدگاه پاسخگویان به خود اختصاص داده است؛

2ـ پ. بررسی و تحلیل میانگین عوامل انگیزشی

در مولفه انتصابات و ارتقای شغلی، گویه یا عبارت « معیار شایسته سالاری در انتصابات پرسنل تعمیراتی در سازمان حاکم است » با میانگین 3/42 بالاترین میانگین را از نقطه نظر و دیدگاه پاسخگویان به خود اختصاص داده است؛

در مولفه خلاقیت و نوآوری، گویه یا عبارت « پرسنل نت از خلاقیت و ابتکار عمل بالایی در حل مسایل برخوردار هستند» با میانگین 3/54 بالاترین میانگین را از نقطه نظر و دیدگاه پاسخگویان به خود اختصاص داده است؛

در مولفه مشارکت کارکنان، گویه یا عبارت « فضای مشارکت و کارگروهی در پرسنل تعمیرات و نگهداری(نت) محسوس است » با میانگین 3/56 بالاترین میانگین را از نقطه نظر و دیدگاه پاسخگویان به خود اختصاص داده است؛

در مولفه فرصت برابر، گویه یا عبارت « فرصت برابر در امر آموزش به همه کارکنان نت داده می‌شود» با میانگین 3/25 بالاترین میانگین را از نقطه نظر و دیدگاه پاسخگویان به خود اختصاص داده است؛

در مولفه آموزش و بالندگی کارکنان، گویه یا عبارت « فرهنگ بهبود مستمر در فرآیندها و روشهای اجرایی مرتبط با نت نهادینه شده است » با میانگین 3/46 بالاترین میانگین را از نقطه نظر و دیدگاه پاسخگویان به خود اختصاص داده است؛

3ـ پ. بررسی و تحلیل میانگین عوامل پشتیبانی

در مولفه عوامل سخت افزاری، گویه یا عبارت « اداره نگهداری و تعمیرات شبکه از اطلاعات منظم و مستمری برای فرآیند بهره برداری و نحوه عملکرد تجهیزات برخوردار است » با میانگین 3/20 بالاترین میانگین را از نقطه نظر و دیدگاه پاسخگویان به خود اختصاص داده است؛

در مولفه عوامل نرم افزاری، گویه یا عبارت « سازوکار مناسب برای بهره گیری از سیستم نرم افزار اتوماسیون اداری به منظور نگهداری سوابق در قسمت بهره برداری فراهم شده است » با میانگین 3/06 بالاترین میانگین را از نقطه نظر و دیدگاه پاسخگویان به خود اختصاص داده است؛

4ـ پ. بررسی و تحلیل میانگین عوامل اصلی تحقیق

از میان عوامل اصلی تحقیق، عامل مدیریتی با میانگین 3/37 بالاترین میانگین را از نقطه نظر و دیدگاه پاسخگویان به خود اختصاص داده است؛

8-2) بررسی تفاوت دیدگاهها بین گروههای جمعیت شناختی برای ابعاد و مؤلفه‌های مدل تحلیلی تحقیق به کمک آزمون T با نمونه های مستقل و تحلیل واریانس یکراهه

بررسی نتایج آزمون T با نمونه های مستقل عوامل مدیریتی بر اساس جنسیت، پست سازمانی ، سطح تحصیلات ، گروه سنی و سابقه کار حاکی از آن است که در سطح اطمینان 95٪ در زمینه عوامل رهبری،برنامه ریزی،سازماندهی و کنترل تفاوت معنادار وجود ندارد ؛

بررسی نتایج آزمون T با نمونه های مستقل عوامل انگیزشی بر اساس جنسیت، پست سازمانی ، سطح تحصیلات ، گروه سنی و سابقه کار حاکی از آن است که در سطح اطمینان 95٪ در زمینه عوامل انتصابات و ارتقای شغلی ، خلاقیت و نوآوری ، مشارکت کارکنان ، فرصت برابر و آموزش و بالندگی کارکنان تفاوت معنادار وجود ندارد ؛

بررسی نتایج آزمون T با نمونه های مستقل عوامل پشتیبانی بر اساس جنسیت، پست سازمانی ، سطح تحصیلات ، گروه سنی و سابقه کار حاکی از آن است که در سطح اطمینان 95٪ در زمینه عوامل سخت افزاری و نرم افزاری تفاوت معنادار وجود ندارد ؛

بررسی نتایج آزمون T با نمونه های مستقل عوامل اصلی تحقیق بر اساس جنسیت، پست سازمانی ، سطح تحصیلات ، گروه سنی و سابقه کار حاکی از آن است که در سطح اطمینان 95٪ در زمینه عوامل مدیریتی ،انگیزشی و پشتیبانی تفاوت معنادار وجود ندارد.یعنی پاسخگویان دیدگاه یکسانی در مورد پیاده سازی برنامه های تعمیراتی تجهیزات شبکه توزیع(در حوزه شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان)دارند؛

8-3)نتایج تحلیل آماری آزمون فرضیه‌های به کمک آزمون همبستگی اسپیرمن

1.با سطح اطمینان 99 درصد (وخطای 1 درصد) مشخص شد که عوامل مدیریتی و مولفه های آن با پیاده سازی برنامه های تعمیراتی تجهیزات شبکه توزیع ـ در حوزه شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان ـ رابطه معنادار دارد و این رابطه مستقیم و نسبتاً قوی است و تنها با سطح اطمینان 99 درصد، رابطه معنادار عامل سازماندهی با پیاده سازی برنامه های تعمیراتی تجهیزات شبکه توزیع ـ در حوزه شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان ـ مورد تائید قرار نگرفت.

2.با سطح اطمینان 99 درصد (وخطای 1 درصد) مشخص شد که عوامل انگیزشی و مولفه های آن با پیاده سازی برنامه های تعمیراتی تجهیزات شبکه توزیع ـ در حوزه شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان ـ رابطه معنادار دارد و این رابطه مستقیم و نسبتاً قوی است.

3.با سطح اطمینان 99 درصد (وخطای 1 درصد) مشخص شد که عوامل پشتیبانی و مولفه های آن با پیاده سازی برنامه های تعمیراتی تجهیزات شبکه توزیع ـ در حوزه شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان ـ رابطه معنادار دارد و این رابطه مستقیم و نسبتاً قوی است.

8-4)نتایج اولویت بندی براساس آزمون تحلیل واریانس فریدمن

براساس آزمون مذکور و در سطح اطمینان 95 درصد، عوامل مدیریتی ، عوامل انگیزشی و عوامل پشتیبانی به ترتیب جداول (3)، (4) و (5) اولویت بندی شده‌اند :

جدول شماره 3: میانگین رتبه عوامل مدیریتی

ردیف	متغیر	میانگین رتبه
1	عامل کنترل	1.99
2	عامل رهبری	2.50
3	عامل برنامه ریزی	3.00
4	عامل سازماندهی	3.00

جدول شماره 4:میانگین رتبه عوامل انگیزشی

ردیف	متغیر	میانگین رتبه
1	عامل انتصابات و ارتقای شغلی	1.50
2	عامل خلاقیت و نوآوری	1.50
3	عامل فرصت برابر	2.49
4	عامل مشارکت کارکنان	2.50
5	عامل آموزش کارکنان	3.50

جدول شماره 5:میانگین رتبه عوامل انگیزشی

ردیف	متغیر	میانگین رتبه
1	عامل انتصابات و ارتقای شغلی	1.50
2	عامل خلاقیت و نوآوری	1.50
3	عامل فرصت برابر	2.49
4	عامل مشارکت کارکنان	2.50
5	عامل آموزش کارکنان	3.50

9- بحث و نتیجه گیری

یکی از ابزارهای گردآوری داده‌ها که به کمک آن می توان به ارزیابی عمیق‌تر ادراک‌ها، نگرش‌ها، علاقه‌ها و آزمودنی‌ها پی ببرد، مصاحبه بود که به همین منظور، از نتایج مصاحبه در بررسی و تحلیل و تکمیل مدل پیشنهادی و تحلیل مشکلات و برخی پیشنهادات لازم استفاده گردید.نتایج حاکی از آن است که :

الف. نظام فعلی برنامه ریزی تعمیرات نت در قسمت بهره برداری با نارسایهایی مانند عدم جذب و بکارگیری کارکنان مجرب و متخصص؛انجام برنامه ریزی تعمیرات نت بر مبنای حدس و گمان و نادیده گرفتن موضوع بازدیدهای مستمر؛ عدم تحویل اجناس شبکه در زمان اورهال؛ فقدان رویکرد سیستمی از سوی مدیران ارشد در راستای برنامه ریزی تعمیرات نت؛فقدان برنامه ریزی مدون ، علمی و کاربردی و فقدان سیستم یکپارچه و مکانیزه مواجه می باشد.

ب. نظام فعلی نت پوشش دهنده تعمیرات لازم برای تمام تجهیزات شبکه نیست.نظام فعلی فقط برای کارهای روزمره بوده وهم امکانات و هم تجهیزات لازم جهت کلیه تجهیزات وجود ندارد ؛عدم بازرسیهای مناسب توسط مسئولین ذیربط و واگذاری اغلب بازرسیها به پرسنل پیمانکار باعث عدم شناخت عیوب شبکه های توزیع خواهد شد؛و با توجه به فرسودگی بیش از حد شبکه، عدم اجرای مناسب تعمیرات شبکه سبب از دست رفتن شبکه می گردد و اشکال مستمر و قطعی های ناخواسته از نتایج حاصل این امر می باشد.

پ. نظام فعلی نت متضمن ضریب آمادگی کافی تجهیزات نیست.

ت.روش فعلی برنامه ریزی تعمیرات در قسمت بهره برداری نیاز به روش مکانیزه و توجیه و تفهیم پرسنل به نصب سیستم جدیددارد؛ برنامه ریزی برمبنای بازدیدهای دقیق همراه با پرسنل با تجربه صورت گیرد و برنامه ریزی ها منجر به عملیاتی شدن آنها شود؛

روش فعلی نیاز به برنامه ریزی کاربردی و نرم افزارهای خاص و همچنین نیاز به تعیین نفرات شرکت و تجهیزات جایگزین مناسب در برنامه ریزی ها و به تبع آن حمایت و پشتیبانی مدیران ارشد در راستای عملیاتی نمودن فرآیند اجرایی کار دارد؛ و در نهایت برنامه ریزی تعمیرات باید مدون و اصولی بوده و با پرسنل کافی انجام آن میسر می گردد.

10- پیشنهادهای برآمده از متن تحقیق

الف)در زمینه عوامل مدیریتی

الف ـ 1) عامل رهبری

در این راستا،پیشنهاد می گردد شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان:

در حل مسایل و مشکلات مرتبط با برنامه های نگهداری و تعمیرات(نت) از سبک رهبری مشارکتی و تیمی بهره گیری نماید؛

نگرش مدیریت در برنامه های تعمیراتی شبکه توزیع ، مبتنی بر اهمیت دادن به نگهداری و تعمیرات(نت) در راستای حفظ و تداوم پایداری شبکه باشد؛

دیدگاههای مدیریت بر مهندسی بودن موضوع نگهداری و تعمیرات(نت) تاکید نماید؛

روش‌ها ی تصمیم‌گیری مدیریت در برنامه های نگهداری و تعمیرات(نت) به سوی روش‌های عقلایی متمایل گردد.

الف ـ2) عوامل برنامه ریزی

پیشنهادات زیر در شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان قابل ارایه‌است:

مدیریت نسبت به استقرار،پیاده سازی و استمرار فرآیندهای مرتبط با برنامه های نگهداری و تعمیرات(نت)متعهد گردد؛

از سازوکارهای مناسب مدیریت عملکرد ـ به ویژه برنامه ریزی ـ در موضوع نگهداری و تعمیرات(نت) استفاده شود؛

مدیریت به تجارب پرسنل برنامه ریز تعمیرات در پیاده‌سازی برنامه‌ریزی نت اهمیت دهد؛

اعتقادبه تدوین استراتژی مناسب برای کاهش هزینه های تعمیرات و تعویضات در مدیریت نت نهادینه شود؛و

اعتقاد به توسعه برنامه های عملیاتی نت به منظور افزایش سطح بهره وری در سازمان ، در مدیریت نت نهادینه شود.

الف ـ 3) عوامل سازماندهی

پیشنهادات زیر از منظر و دیدگاه کاربردی در شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان قابل ارائه است :

شرح وظایف واحدهای مرتبط با نگهداری و تعمیرات(نت) به خوبی تدوین گردد؛

مسوولیتها و اختیارات کارکنان اداره نگهداری و تعمیرات از شفافیت کافی برخوردار گردد؛

نظام ارز شیابی عملکرد نت در شرکت، مؤثر و کاربردی باشد؛

قسمت بهره برداری از آرشیو مناسبی برای نگهداری مستندات و دستورالعمل ها برخوردار شود؛و

اداره نگهداری و تعمیرات شبکه، دستورالعمل های نت (شامل شناسنامه ماشین آلات ، رویه های اجرایی ، سفارش کار و مانند آن) را با مشارکت کارکنان تدوین نماید.

الف ـ 4) عوامل کنترل

پیشنهادات زیر از منظر و دیدگاه کاربردی در شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان قابل ارائه است :

ارزیابی کمی و کیفی نیروی انسانی در اداره نگهداری و تعمیرات شبکه به صورت مستمر و سیستماتیک صورت پذیرد؛

اداره نگهداری و تعمیرات شبکه از نیروی انسانی متخصص و مجرب برای ارزیابی عملکرد واحدهای ذیربط استفاده نماید؛و

ارزیابی و نظارت عالیه فنی نگهداری و تعمیرات توسط نهاد یا سازمان مشخصی(مانند شرکت توانیر) انجام شود.

ب) در زمینه عوامل انگیزشی

ب ـ 1) عامل انتصابات و ارتقای شغلی

می‌توان پیشنهادات زیر را ارائه نمود :

ضوابط و مقررات مدون و به‌روز در مورد مسیرهای شغلی و انتصابات در قسمت بهره برداری شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان ایجاد گردد؛

معیار شایسته سالاری در انتصابات پرسنل تعمیراتی شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان براساس لیاقت، شایستگی، کاردانی، استعداد، رشد فکری و تجارب آنان در مشاغل پیشین باشد.

شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان در فواصل معین، شایستگی و استعداد کارکنان نگهداری و تعمیرات را مورد بررسی قرار دهند.

ب ـ 2) عامل خلاقیت و نوآوری

در این پژوهش نیز سعی برآن بوده است تا از طریق برخی از شاخصهای مرتبط با مقوله پیاده سازی برنامه های تعمیراتی تجهیزات شبکه توزیع به این مهم پرداخته شود و برای آن راهکارهایی توصیه گردد:

بستر فرهنگی مناسب برای پرورش پرسنل تعمیراتی خلاق در شرکت فراهم گردد؛و

پرسنل نت قسمت بهره برداری شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان که از خلاقیت و ابتکار عمل بالایی در حل مسایل برخوردار هستند،در چارچوب دستورالعملهای مرتبط با کارمندان نمونه،شناسایی و مورد تشویق قرار گیرند.

ب ـ 3) عامل مشارکت کارکنان

در بررسی پژوهش حاضر به مشخصه‌هایی از عامل مشارکت کارکنان پرداخته شده است و پیشنهادات زیر در این رابطه است:

از سازوکارهای‌مناسب مدیریتی (شامل ایجاد انگیزه، پرورش‌افراد و مشارکت) درپیاده سازی برنامه های تعمیراتی شرکت استفاده شود؛

برای پیشبرد اهداف شرکت ،از مشارکت پرسنل تعمیرات و نگهداری(نت)به نحو مطلوب بهره گیری شود؛

فضای مشارکت و کارگروهی در پرسنل تعمیرات و نگهداری(نت) ایجاد گردد؛و

مدیریت نت این امکان را برای پرسنل تعمیراتی فراهم سازد تا در جلسات تصمیم گیری شرکت نمایند.

ب ـ 4) عامل فرصت برابر

پیشنهادات و توصیه‌های زیر نیز برای این منظور می‌تواند کارساز باشد :

فرصت برابر در استخدام پرسنل تعمیراتی به همه داوطلبان واجد شرایط داده شود؛

فرصت برابر در ارتقای شغلی و انتصابات برای کارکنان نت فراهم گردد؛

فرصت برابر در امر آموزش به همه کارکنان نت داده شود؛و

فرصت برابر در ماموریت های درون و برون مرزی به پرسنل تعمیرات و نگهداری(نت)داده شود.

ب ـ 5) عامل آموزش و بالندگی کارکنان

پیشنهادات و توصیه‌های زیر نیز برای این منظور می‌تواند کارساز باشد :

استراتژی‌ها و برنامه‌های آموزش برای کارکنان نت شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان موثر و اثربخش باشد؛

فرهنگ بهبود مستمر در فرآیندها و روشهای اجرایی مرتبط با نت شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان نهادینه شود؛

دانش و مهارت کارکنان نت به طور مستمر افزایش شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان یابد؛

روشهای آموزش نت پویا،کاربردی و متناسب با شرایط کارکنان نت است؛

آموزشهای مرتبط با نیازهای تعمیراتی تک تک تجهیزات شبکه به طور مستمر برنامه ریزی و اجرا می گردد؛و

شرکت پرسنل نت در کنفرانسها و سمینارهای مرتبط با نت موثر و کاربردی باشد.

ج) در زمینه عوامل پشتیبانی

ج ـ 1) عامل سخت افزاری

پیشنهادات و توصیه‌های زیر نیز می‌تواند برای اداره نگهداری و تعمیرات شبکه شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان کارساز باشد :

اداره نگهداری و تعمیرات شبکه از« آرشیو مدارک فنی» برخوردار گردد؛

اداره نگهداری و تعمیرات شبکه از اطلاعات منظم و مستمری برای فرآیند بهره برداری و نحوه عملکرد تجهیزات برخوردار گردد؛

اداره نگهداری و تعمیرات شبکه از سیستم مکانیزه با قابلیت ثبت و نگهداری دستوالعملهای مطالعاتی برخوردار گردد؛

اداره نگهداری و تعمیرات شبکه از سیستم مکانیزه با قابلیت ثبت نیازهای تعمیراتی و یا سرویس تجهیزات(بنابر مدارک کارخانه سازنده) برخوردار گردد؛

اداره نگهداری و تعمیرات شبکه از سیستم مکانیزه با توانایی در دسته بندی عیوب و گزارش گیریهای متنوع برخوردار گردد؛

اداره نگهداری و تعمیرات شبکه از سیستم مکانیزه با قابلیت گزارش گیری به سطوح مختلف سازمان برخوردار گردد؛

اداره نگهداری و تعمیرات شبکه از سیستم مکانیزه با قابلیت تهیه گزارشهای مدیریتی (MIS) برخوردار گردد.

ج ـ 2) عامل نرم افزاری

پیشنهادات و توصیه‌های زیر نیز می‌تواند برای اداره نگهداری و تعمیرات شبکه شرکت توزیع نیروی برق استان خوزستان کارساز باشد :

امکان آنالیز فنی ، اقتصادی و نیز محاسبه شاخصهای عملکرد نت توسط نرم افزارهای موجود بدرستی فراهم گردد؛

اداره نگهداری و تعمیرات شبکه از سیستم نرم افزاری با قابلیت تخصیص زمان مناسب جهت انجام تعمیرات لازم برای تجهیزات برخوردار گردد؛

سازوکار مناسب برای بهره گیری از سیستم نرم افزار اتوماسیون اداری به منظور نگهداری سوابق در قسمت بهره برداری فراهم گردد.

11- منابع و ماخذ:

1. اسکات، ریچارد، "سازمان: سیستم های عقلایی، طبیعی و باز"، ترجمه میرزایی اهرجانی، انتشارات سمت، 1384؛
2. بخشنامه معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی (موضوع دستورالعمل نحوه انتخاب عوامل و تعیین حق الزحمه خدمات نظارت کارگاهی مشاوران به شماره نامه 100/23512مورخ 87/03/19).
3. جعفری، محمد؛« بررسی سیستم نگهداری و تعمیرات در نیروگاههای شرکت مدیریت تولید برق یزدو ارائه الگوی مناسب»، (پروژه کارشناسی ارشد) موسسه تحقیقات و آموزش مدیریت،1384.
4. رهام ، حمید ؛« نگرش نوین در تعمیرات و نگهداری» ، مقاله ارائه شده در دومین کنفرانس ملی نگهداری و تعمیرات ، تیر 1382.
5. سرمد، زهره.؛بازرگان، عباس.، حجازی، الهی.، روشهای تحقیق در علوم رفتاری، انتشارات آگاه؛سال 1383؛
6. سکاران، اوما، روشهای تحقیق در مدیریت، مترجمان: محمد صائبی و محمود شیرازی، انتشارات مؤسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه ریزی، چاپ دوم، سال 1380؛
7. سید حسینی ، سید محمد ،برنامه ریزی سیستماتیک نظام نگهداری و تعمیرات در بخش صنایع و خدمات،تهران سازمان مدیریت صنعتی،سال 1384؛
8. عنا،مهران؛«ارزیابی تعمیرات پیشگیرانه (PM) شبکه انتقال و فوق انرژی خوزستان (1382-1385) با نگرش TPM و ارایه الگوی پیشنهادی»، پایان نامه کارشناسی ارشد،رشته مدیریت اجرایی،موسسه تحقیقات و آموزش مدیریت،1388.
9. فاطمی ، قاسم ،« طرح کلی سیستم نگهداری و تعمیرات »، مجله تدبیر ، شماره 71 ، اردیبهشت 76.
10. میرزایی اهرجانی، حسن و مقیمی، سید محمد، "ارایه الگوی مطلوب سازمانی برای سازمان های غیردولتی ایران با استفاده از رویکرد کارآفرینی"، مجله دانش مدیریت، شماره 62، پاییز 1382.
11. وایت ، ئی ، نگهداری وتعمیرات ،سازماندهی ،برنامه ریزی وکنترل، تهران ، انتشارات جهاد دانشگاهی صنعتی شریف، چاپ سوم ، زمستان سال1373؛
12. نوری ،علیرضا و علی ساعی؛«مدیریت ریسک شبکه بر مبنای وضعیت تجهیزات (CBRM)»، شرکت مهندسی تعمیرات انتقال نیروی تهران(متانیر)،1387.
13. نگاهداری،ناصر؛« پروژه بررسی علل تاخیر پروژه‌های شرکت برق منطقه ای تهران با هدف بهبود روش های اجرایی(مورد مطالعه: معاونت طرح و توسعه) »، پایان نامه تحصیلی کارشناسی ارشد رشته مدیریت اجرایی موسسه تحقیقات و آموزش مدیریت ،پاییز1388.
14. هیوز، آون؛ «مدیریت دولتی نوین، نگرشی راهبردی ـ سیر اندیشه‌ها، مفاهیم و نظریه‌ها»، ترجمه سیدمهدی الوانی، سهراب خلیلی شورینی، غلامرضا معمارزاده، تهران، چاپ اول، انتشارات مروارید، سال1377.
15. وزیری سابقی، حسین؛ پروژه «بازشناسی، تحلیل و ایجاد تحول مستمر در فرهنگ سازمان شرکت برق منطقه ای تهران» ، بهمن ماه سال 1382؛
16. Krejcie, Robert V., Morgan, Daryle W.,(1970), "Determining Sample Size for Research Activities",Educational and Psychological Measurement;
17. Khalil, T. (2000). Management of technology. Mc Graw-Hill companies, In New York. ؛
18. Moubray.J,"Maintenance Management-A New Paradigm".2000

KNO-1002-4002

کاهش تلفات توان با حداقل تغییر فاز مشترکین به منظور متعادل سازی فازها در بهره برداری شبکه های توزیع

بلال محمدی کله سر[1]، جواد بهکش[1]، یاور سلیمان زاده[2]، رئوف حسن پور[1]، مهیار عباسی[3]

شرکت توزیع نیروی برق استان اردبیل[1]- دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشگین شهر[2]- باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملایر[3] جمهوری اسلامی ایران

belal.mohamadi@gmail.com[1]

چکیده — شبکه های توزیع از بارهای متفاوت صنعتی، خانگی و تجاری تشکیل می شود که بارهای تکفاز سهم اصلی را دارا می‌باشد. توزیع نامتعادل مشترکین تکفاز در شبکه‌های توزیع و رفتار تصادفی مشترکین تکفاز می‌تواند باعث ایجاد نامتعادلی در شبکه های توزیع گردد. به دلیل این ویژگی نامتعادل شبکه‌های توزیع، جریان بزرگی از سیم نول عبور کرده و باعث افزایش تلفات توان و نامتعادلی ولتاژ در شبکه توزیع می‌گردد. در این مقاله الگوریتم بهینه‌سازی اجتماع ذرات با سازگاری دینامیکی (DAPSO) برای استخراج روش تغییر فاز مشترکین به منظور افزایش تعادل سیستم توزیع سه فاز پیشنهاد می‌شود. تابع چندهدفه با در نظر گرفتن نسبت تلفات توان به تلفات اولیه و تعداد مشترکین تغییر فاز یافته نسبت به کل مشترکین شبکه فرمول بندی می‌شود. یک فیدر فشار ضعیف با 315 مشترک که از پست 400 کیلوولت آمپر تغذیه می‌شود از بانک GIS شهرستان اردبیل استخراج شده و به صورت شبکه 24 شینه در محیط نرم افزار MATLAB مدلسازی شده است. الگوریتم DAPSO به عنوان ابزار بهینه سازی به منظور متعادل‌سازی فازهای شبکه با کمترین تعداد جابجایی مشترکین بین فازها بیشترین کاهش تلفات و بهبود در شاخص عدم تعادل ولتاژ و جریان استفاده شده است. برای نمایش اثربخشی روش پیشنهادی برای افزایش تعادل سیستم سه فاز، یک فیدر توزیع فشار ضعیف واقعی از دیتابیس GIS اردبیل با 315 مشترک برای شبیه سازی کامپیوتری انتخاب شده است. با کمینه سازی تابع هدف و بهبود شاخص نامتعادلی ولتاژ و جریان تحت قیود بهره‌برداری، استراتژی تغییر فاز با کمترین تعداد مشترکین برای تغییرات فاز استخراج می شود.

واژه‌های کلیدی — تلفات توان؛ شبکه نامتعادل؛ متعادل سازی فاز؛ بهره برداری شبکه.

مقدمه

شبکه‌های توزیع انرژی الکتریکی گسترده‌ترین بخش سیستم قدرت به شمار می‌روند. این شبکه‌ها واسط میان مصرف کننده و سیستم انتقال و تولید هستند و به سبب نزدیکی به مصرف کننده از حساسیت خاصی برخوردارند به طوریکه بروز هرگونه اختلال در این شبکه می‌تواند مشترکین را با مخاطره روبرو کند و باعث قطع سرویس مصرف‌کنندگان شود. عدم تعادل بار یکی از مسائل مهم و رایج در شبکه‌های توزیع می‌باشد که به دلیل عدم توزیع مناسب بارها و مشترکین بین فازها بوجود می آید و پیامدهای مهمی از قبیل افزایش تلفات انرژی الکتریکی، اشغال ظرفیت شبکه، برقدار شدن سیم نول، نامتعادل ولتاژهای سه‌فاز در شبکه توزیع و افزایش تلفات مسی و آهنی ترانسفورماتور را بدنبال دارد [1 و 2]. هدف اصلی متعادل سازی فاز پخش متعادل بارها بین فازهای شبکه می‌باشد به نحوی که با کمترین تعداد

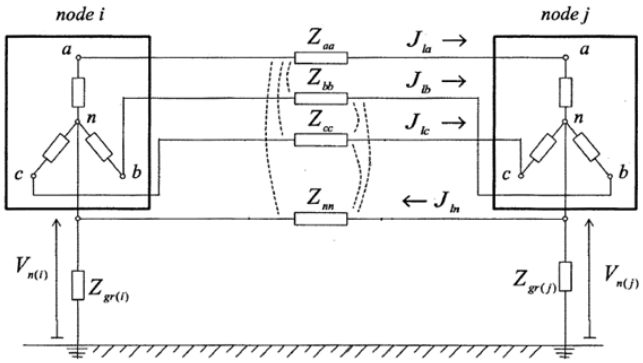
جابجایی مشترکین بین فازها باعث کاهش تلفات توان شبکه و بهبود شاخص عدم تعادل بار شود. این مقاله به بررسی و ارزیابی نامتعادلی شبکه فشار ضعیف ناشی از توزیع نامناسب مشترکین تکفاز روی فازهای شبکه می‌پردازد. از آنجایی که هرگونه تغییری در دامنه یا زاویه فاز ولتاژهای سه فاز یک شبکه الکتریکی رخ دهد باعث ایجاد نامتعادلی ولتاژ در شبکه می‌گردد بنابراین نامتعادلی بارها و توزیع نامناسب آنها به عنوان یکی از عوامل موثر در کاهش کیفیت توان شبکه‌های توزیع می‌باشد.

استراتژی تغییر فاز برای اولین بار در سال 1997 به عنوان یک روش برنامه ریزی صحیح مرکب معرفی شد [3]. مراجع [4 و 5] با هدف قرار دادن تلفات شبکه متعادل‌سازی شبکه توزیع را در بخش فشار ضعیف با استفاده از منطق فازی مورد بحث و بررسی قرار می‌دهد. در مرجع [6] افزایش متعادلی سه‌فاز سیستم‌های توزیع با جابجایی فاز در خطوط فرعی به کمک سیستم خبره پیاده سازی شده است. مرجع [7] برای استخراج استراتژی تغییر فاز خطوط فرعی و ترانسفورماتورهای توزیع و توسعه متعادل‌سازی سه فاز شبکه های توزیع از الگوریتم ایمنی استفاده می نماید. مرجع [8] الگوریتم ابتکاری مبتنی بر قوانین جستجوی پیمایش معکوس را مورد استفاده قرار می‌دهد. در مرجع [9] الگوریتم SA برای متعادل‌سازی فاز شبکه‌های با مقیاس بزرگ سازگار شده است. در مرجع [10] هدف اصلی متعادل سازی بارها بین فازها تحت قیودی نظیر معادلات پخش بار، قیود ولتاژ و ظرفیت و کاهش تلفات توان است. بنابراین این مساله به صورت مساله چندهدفه تعریف شده‌اند. در این مقاله از الگوریتم ابتکاری ترکیبی فازی و جستجوی حریص استفاده شده است. مرجع [11] به تغییرات چشمگیر تلفات توان در اثر نامتعادلی بار اشاره می‌کند. مرجع [12] یک روش جدید برای متعادل سازی بار را با استفاده از الگوریتم ژنتیک خاصی که منحنی بار را در نظر می‌گیرد، ارائه کرده است. در مرجع [13] متعادل‌سازی فاز با معرفی اتصالات جدید سیم‌بندی در ترانسفورماتورهای دو سیم‌پیچه انجام یافته است. مرجع [18] روشی گام به گام مبتنی بر اطلاعات محدود برای متعادل‌سازی بار فازها در شبکه‌های توزیع نیروی برق را ارائه می‌دهد. هدف از تعادل بار فازها در روش پیشنهادی کسب بیشینه تعادل بار و کمترین تلفات در فیدرهای فشار ضعیف منتخب می باشد. در مرجع [19] روشی کاربردی و نوین برای متعادل سازی بارهای شبکه فشار ضعیف توزیع با بهبود الگوریتم بهینه سازی Leap-Frog ارائه شده است. در مرجع [20] روشی بیان شده است که با استفاده از آن، اثرات سوء عدم تعادل کاهش می‌یابد. در این روش تعدادی از بارهای روی فیدر به عنوان بار کنترلی تعیین شده و به نحوی بر روی فازها با کلیدزنی جابجا می شوند که شاخص عدم تعادل ولتاژ در محدوده مجاز استاندارد شبکه های توزیع قرار گیرد.

در این مقاله متعادل سازی فاز به منظور کاهش تلفات توان و بهبود شاخص عدم تعادل بار شبکه‌های توزیع با کمترین تعداد جابجایی مشترکین بین فازها به کمک الگوریتم DAPSO ارائه شده است. این الگوریتم تلفات توان شبکه را به عنوان تابع هدف مورد بهینه‌سازی قرار می‌دهد. در ادامه روش پخش بار، مراحل روش هو شمند، تابع هدف و نتایج حا صل از پیاده سازی این روش بر روی شبکه 24 شینه واقعی ارائه خواهد شد.

پخش بار نامتعادل

یکی از مهمترین و وسیع‌ترین ابزار تجزیه و تحلیل سیستم توزیع آنالیز پخش بار می‌باشد. در این مقاله مساله بهینه سازی نیازمند حل متوالی مساله پخش بار می‌باشد بنابراین روشی که برای پخش بار استفاده می شود باید با نیرومندی و سرعت همگرائی بالا صورت گیرد. روش مورد استفاده در این مقاله برای تحلیل شبکه توزیع شعاعی نامتعادل در مرجع [16] ارائه شده است. با توجه به اینکه اکثر روشهای استفاده شده برای پخش بار با استفاده از کاهش کرون سیستم چهار سیمه را به سیستم سه سیمه تبدیل می کنند، اطلاعات جریان و ولتاژ سیم نول مجهول خواهد ماند. روش پخش بار استفاده شده در این مقاله، از تکنیک جاروب پس رو- پیش رو برای مدلسازی سیستم چهارسیمه سه فاز مطابق با شکل (1) استفاده می‌نماید.



شکل 1- سیستم چهارسیمه سه فاز [16]

جاروب برگشت برای بدست آوردن روابط بین جریان شاخه‌ها و جریان تزریقی شین‌ها و جاروب رفت براساس جریان شاخه‌ها، ولتاژ سه فاز و نول در شین‌ها را محاسبه می‌کند.

الگوریتم DAPSO

الگوریتم PSO از رفتارهای اجتماعی مرتبط با دسته‌هایی از قبیل دستهٔ پرندگان و گروه ماهی‌ها الهام گرفته شده است. هر جواب محتمل در جمعیت بعنوان ذره نامیده می‌شوند. هر ذره با دو بردار در فضای جستجو تعیین می‌شود. بردار موقعیت و بردار سرعت. الگوریتم DAPSO، شاخه‌ای قدرتمندتر از الگوریتم PSO است که در مرجع [17] بهبود یافته است.

برای بهبود باید در رابطه (1) که برای بروزرسانی سرعت ذرهٔ iام استفاده می‌شود به جای ثابت اینرسی ثابت از رابطه متغیر برای آن استفاده گردد.

$$V_i^{k+1} = \omega V_i^k + c_1 r_1 (PB_i^k - X_i^k) + c_2 r_2 (GB_i^k - X_i^k) \qquad (1)$$

به عبارت دیگر به جای متغیر ω از متغیر ω^k که نحوه محاسبه آن براساس دو ضریب سرعت تکامل هر کدام از ذرات (h) و ضریب درجه تجمع اجتماع (s) تعیین می گردد.

مرجع [17] ω را به صورت تابعی از این دو فاکتور طبق رابطه (2) برای هر تکرار تعریف می کند.

$$\omega_i^k = \omega_{ini} + \alpha\left(1 - h_i^k\right) + \beta s \qquad (2)$$

که ω_{ini} مقدار اولیه ω بوده و در این مقاله برابر با یک در نظر گرفته شده است. از آنجاییکه $0 \le h \le 1$ و $0 \le s \le 1$ است می توان نوشت:

$$1 - \alpha \le \omega \le 1 + \beta$$

طبق مرجع [17] مقادیر α و β در بازه [0-1] انتخاب می‌شود.

ضریب سرعت تکامل

ضریب سرعت تکامل به صورت رابطه (3) تعریف می‌شود:

$$h_i^k = \left|\frac{\min\left(F\left(pbest_i^{k-1}\right), F\left(pbest_i^k\right)\right)}{\max\left(F\left(pbest_i^{k-1}\right), F\left(pbest_i^k\right)\right)}\right| \qquad (3)$$

که $F(pbest_i^k)$ مقدار شایستگی $pbest_i^k$ می‌باشد. مقدار h بر طبق تعریف و فرضیات فوق $0 \le h \le 1$ می‌باشد. این پارامتر بیشینه سرعت هر ذره را در نظر می‌گیرد و سرعت تکاملی هر ذره را نشان می دهد. هرچه مقدار این پارامتر کوچکتر باشد سرعت بیشتر خواهد بود.

ضریب درجه تجمع

این ضریب به صورت رابطه (4) تعریف می شود:

$$s = \left|\frac{\min(F_{tbest}, \bar{F}_t)}{\max(F_{tbest}, \bar{F}_t)}\right| \qquad (4)$$

که $\bar{F}$ میانگین شایستگی همه ذرات در بین اجتماع در تکرار iام و F_{tbest} مقدار بهینه‌ای را نشان می‌دهد که در این تکرار پیدا شده است.

جهت بهینه سازی یک مسأله توسط الگوریتم پیشنهادی نکته مهم تبدیل متغیرهای تصمیم مسأله در قالب کدهای قابل استفاده در عملگرهای الگوریتم بهینه‌سازی مورد استفاده است. کدبندی مساله برای شبکه با n پایه به صورت شکل (2) در این الگوریتم در نظر گرفته شده است.

پایه / فاز			2	3	...	n
R	شماره مشترک	1 2 3 4	2 1 3 2	1 1 2 0	...	
S	شماره مشترک	1 2 3			...	
T	شماره مشترک	1 2			...	

شکل 2- نحوه کدبندی مساله متعادل‌سازی بار فازها

مفهوم کدبندی اعداد داخل کادر به این صورت است که عدد یک به معنی فاز R، دو به معنی فاز S و سه به معنی فاز T می باشد بنابراین کدبندی برای کادر اول از سمت چپ به این معنی است که چهار مشترک روی پایه 2 به فاز R متصل می باشد و مشترک شماره یک به فاز 2، مشترک شماره دو به فاز یک (یعنی به جایی منتقل نگردد و روی فاز R باقی بماند)،

مشترک سوم به فاز 3 و مشترک چهارم به فاز 2 جابجا گردند. در مورد پایه 3 (کادر دوم از سمت چپ) نیز به همین منوال است که مشترک شماره یک به فاز 1 (بدون تغییر باشد چون فعلاً روی فاز R هستیم)، مشترک شماره دو به فاز 1، مشترک شماره سه به فاز 2 و مشترک شماره چهار ندارد چون صفر است به عبارت دیگر پایه شماره 3 برخلاف پایه شماره 4 که چهار مشترک روی فاز R داشت این پایه سه مشترک روی فاز R دارد.

فرمول بندی مساله

تابع هدف

تابع هدف در این مساله بهینه سازی به صورت مجموع وزنی شاخص نسبت تلفات توان حاصل شده به تلفات توان شبکه اولیه (PLI) و نسبت تعداد جابجایی مشترکین به کل مشترکین (CSN) در نظر گرفته شده است.

$$\begin{aligned} &\boldsymbol{Min}\ \ Fcn = (w1 \times PLI) + (w2 \times CSN) \\ &PLI = \frac{power\ loss\ after\ optimization}{power\ loss\ before\ optimization}, \\ &CSN = \frac{customer\ swapping\ number}{All\ customer} \end{aligned} \qquad (5)$$

متغیرهای w1 و w2 ضرائب وزنی می باشند. تلفات توان کل شبکه حاصل‌جمع تلفات توان سه فاز و سیم نول مطابق رابطه (6) خواهد بود.

$$\mathbf{Min}\ P_{loss,t} = \sum_{i=1}^{n-1}\sum_{k=1}^{3} Rp_{(i,i+1),k} \times Ip^2_{(i,i+1),k} + \sum_{i=1}^{n-1} Rn_{(i,i+1)} \times In^2_{(i,i+1)} \qquad (6)$$

که n تعداد شین‌های شبکه، k تعداد فازهای شبکه، Rp(i,i+1),k مقاومت سیم فاز بین شین i و i+1 روی فاز k، Ip(i,i+1),k جریان عبوری از سیم فاز از شین i به شین i+1 روی فاز k می‌باشد. به همین ترتیب Rn و In نیز برای سیم نول تعریف می‌شوند.

شاخص نامتعادلی ولتاژ (VUI)

مطابق استاندارد صنعت برق ایران عدم تعادل ولتاژ به شرایطی اطلاق می‌گردد که مقادیر موثر ولتاژ سه فاز با یکدیگر متفاوت بوده و یا اختلاف فاز زاویه 120 درجه بین فازها وجود نداشته باشد. از دیدگاه معیارهای کیفیت توان، نامتعادلی ولتاژ براساس نسبت مولفه‌های منفی و یا صفر به مولفه مثبت ولتاژ تعریف می‌شود. برای سنجش میزان نامتعادلی ولتاژ، چندین تعریف وجود دارد که توسط استانداردهای NEMA و IEEE بیان شده است. در مراجع [14 و 15] تعدادی شاخص تعریف شده‌اند. آخرین ویرایش ارائه شده از سازمان IEEE با عنوان استاندارد با تعریف صحیح (1996) می باشد که در مرجع [2] و به صورت رابطه (7) تعریف شده است. این شاخص به طور مشابهی برای جریان نیز قابل محاسبه است.

$$VUI = \frac{Negative\ sequence\ voltage}{Positive\ sequence\ voltage} \times 100 \qquad (7)$$

مطالعه شبکه نمونه

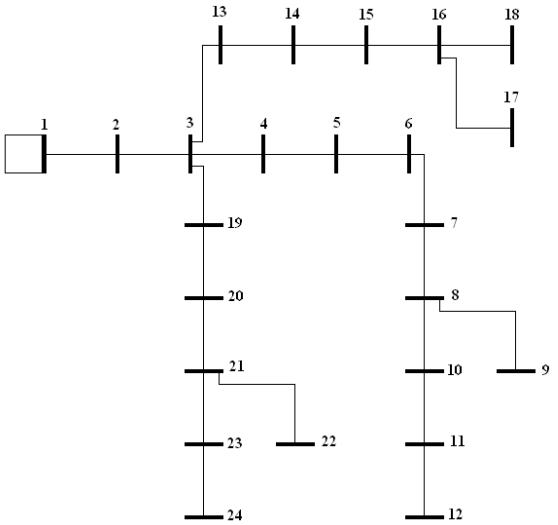
شبکه 24 شینه مورد مطالعه در شکل (3) نشان شده است. اطلاعات جغرافیایی این شبکه از بانک GIS شهرستان اردبیل استخراج شده و داده های بیلینگ مشترکین موجود بر روی این فیدر از سیستم جامع خدمات مشترکین جهت محاسبه انرژی متوسط مصرفی این مشترکین در طی یکسال گذشته استفاده شده است. روی این فیدر مشترکین با دو نوع تعرفه خانگی و سایر مصارف موجود می باشد که به ترتیب با اعمال ضریب بار 0.2 و 0.4 (مستخرج از پروژه مطالعه بار) پیک بار مشترکین محاسبه شده است. متناسب با مشترکین جمع کل بار روی فازهای R، S و T به ترتیب حدود 105، 91 و 81 کیلووات می‌باشد.

اطلاعات بار مشترکین در جدول (1-پ) بخش پیوست ارائه شده است. مطابق با استاندارد مقدار شاخص VUI نباید بیشتر از یک در صد باشد. بنابراین در صورتی که مقدار این شاخص در زمان بهینه سازی بیش از مقدار تعیین شده باشد عددی به عنوان جریمه به تابع هدف اضافه خواهد شد. ضمناً سیم نول در شین های 5، 12، 18 و 24 ارت شده است.

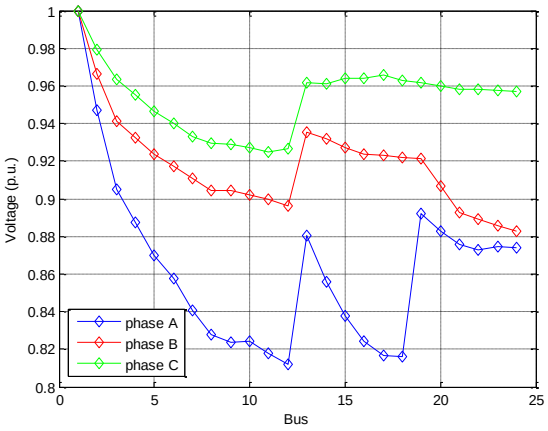
شکل های (4) و (5) به ترتیب پروفیل ولتاژ فاز و نول شبکه در حالت قبل از متعادل سازی فاز را نشان می دهد. نتایج بدست آمده برای تلفات شبکه

در تک تک فازها در جدول (1) ارائه شده است.

شـــاخص عدم تعادل ولتاژ و جریان به ترتیب حدود 2.16 و 13.2 درصـــد محا سبه شده ا ست. در ضمن بیشترین دامنه ولتاژ نول در شین 18 حدود 11.7 ولت بدست آمده است.



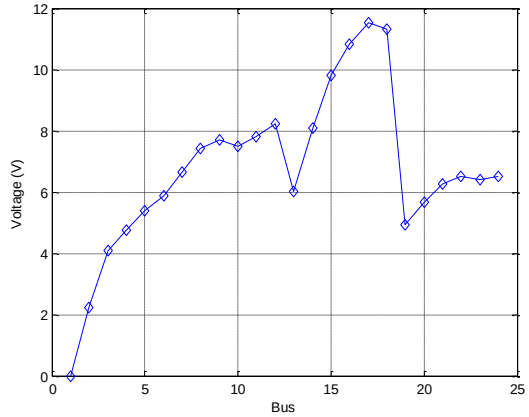
شکل 3- شبکه 24 شینه مستخرج از بانک *GIS* اردبیل



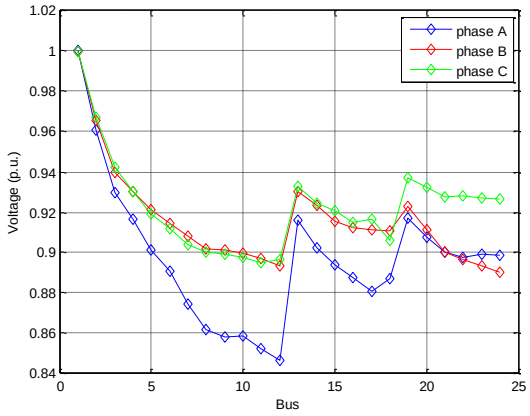
شکل 4- پروفیل ولتاژ فازها قبل از متعادل سازی بار (پریونیت)

شکل های (6) و (7) به ترتیب پروفیل ولتاژ فاز و نول شبکه در حالت بعد از متعادل سازی فاز را نشان می دهد. با توجه به این شکل ها مشخص است که اختلاف ولتاژ بین فازها که در شـکل (4) کاملاً مشـهود اسـت، بشـدت کاهش یافته اسـت، همچنین دامنه ولتاژ در سـیم نول نیز کاهش چشـمگیری داشته است.

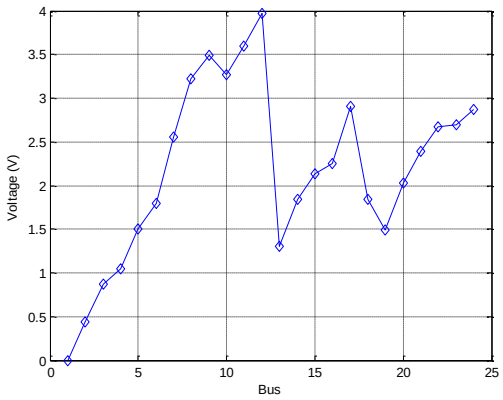
مقدار شـــاخص عدم تعادل ولتاژ و جریان به ترتیب حدود 0.885 و 2.96 در صد محا سبه شده ا ست. در ضمن بیشترین دامنه ولتاژ نول در شین 12 حدود 4 ولت بدست آمده است.



شکل 5- پروفیل ولتاژ نول قبل از متعادل سازی بار (ولت)



شکل 6- پروفیل ولتاژ فازها بعد از متعادل سازی بار (پریونیت)



شکل 7- پروفیل ولتاژ نول بعد از متعادل سازی بار (ولت)

مقایسـه حالت قبل و بعد از بهینه‌سـازی مطابق جدول (1) نشـان می‌دهد که

مجموع کل تلفات از 29.78 کیلووات به 27.1 کیلووات (حدود 9 درصد) بهبود یافته و نهایتاً شاخص نامتعادلی ولتاژ از 2.16 درصد به 0.885 درصد (بهبود حدود 59 درصد) و شاخص نامتعادلی جریان از 13.2 در صد به 2.96 در صد (بهبود حدود 78 در صد) بهبود یافته است. مطابق با این جدول واضح است که تلفات توان در سیم نول بعد از متعادل سازی فاز نسبت به حالت اولیه از 1.42 کیلووات به 0.26 کیلووات (بهبود حدود 82 درصد) کاهش یافته است که این امر بیانگر کاهش چشمگیر جریان عبوری از سیم نول بعد از متعادل سازی فاز نسبت به حالت اولیه می باشد.

جدول 1- تلفات توان قبل و بعد از بهینه سازی

فاز	تلفات قبل (کیلووات)	تلفات بعد (کیلووات)
R	14.1	10.28
S	8.52	8.52
T	5.74	8.03
سیم نول	1.42	0.26
کل	29.78	27.1

لازم بذکر است که این مقدار بهبود در تلفات توان و شاخص عدم تعادل ولتاژ و جریان تنها با جابجایی 6 مشترک از بین 315 مشترک قابل دستیابی است. مشترکینی که برای متعادل سازی شبکه بایستی بین فازها جابجا شوند در جدول (2) لیست شده اند.

جدول 2- لیست مشترکین جهت جابجایی (تغییر فاز)

ردیف	از	به	بار (کیلووات)
1	فاز R شین 4	فاز T شین 4	2.3
2	فاز R شین 6	فاز T شین 6	1.5
3	فاز R شین 15	فاز S شین 15	2.25
4	فاز R شین 18	فاز T شین 18	2.1
5	فاز R شین 18	فاز T شین 18	3
6	فاز S شین 21	فاز T شین 21	2.1

جمع کل توان مشترکین روی فازهای شبکه بعد از متعادل سازی فاز در مقایسه با حالت اول در جدول (3) ارائه شده است. مطابق با این جدول روشن است که کل توان مشترکین در فازهای شبکه نسبت به حالت اول بدون لحاظ نمودن تلفات توان بسیار متعادل شده است.

جدول 3- کل توان مشترکین در فازهای شبکه قبل و بعد از بهینه سازی

فاز	کل توان قبل (کیلووات)	کل توان بعد (کیلووات)
R	105.4	94.3
S	90.9	91.1
T	81	91.95
کل	277.3	277.3

نتیجه گیری

در شبکه‌های توزیع که دارای بارهای متنوع صنعتی، خانگی و تجاری می‌باشد و سهم عمده‌ای را بارهای تکفاز تشکیل می‌دهند، رسیدن به حالت تعادل بسیار مشکل و حتی غیرممکن است. با آماری که از پستها و شبکه توزیع واقعی تهیه شده وضعیت تعادل بار مأیوس‌کننده است و این مشخصه نشاندهنده عدم رعایت اصول فنی از طرف پرسنل توزیع و بعضاً سهل انگاری و عدم وجود دانش فنی در ایجاد شبکه‌های برق رسانی برای مصرف کننده‌ها می‌باشد. این مقاله یک روش قدرتمند و جامع را برای مساله متعادل سازی فاز شبکه توزیع ارائه می‌دهد.

با بکارگیری برنامه تهیه شده برای حل این مساله می توان در طول فصول که با تغییرات الگوی مصرف همراه خواهد بود نسبت به تهیه لیستی از مشترکین جهت جابجایی بین فازهای شبکه اقدام نمود. هدف از بهینه‌سازی، کمینه کردن تلفات شبکه و بهبود شاخص عدم تعادل ولتاژ VUI است. الگوریتم DAPSO یک روش ساده، قدرتمند، و با همگرایی سریع می‌باشد که در هر بار اجرا تقریباً به جواب بهینه دست می‌یابد. همانطور که از نتایج بدست آمده برای شبکه مورد مطالعه مشخص است این الگوریتم در یک مورد مطالعاتی توانسته تلفات توان را حدود 10 درصد و شاخص VUI را حدود 60 درصد بهبود بخشد.

یکی دیگر از نقاط برجسته فرمول بندی ارائه شده در این مقاله محدود نمودن تعداد مشترکین مورد نیاز به جابجایی بین فازها جهت دستیابی به

تعادل فاز می باشد.

منابع

[1] Wanga K., Skiena S., Robertazzi T. G., "Phase Balancing Algorithms," Electric Power Systems Research 96 (2013) 218-224.

[2] Tavakoli Bina M., Kashefi A., "Three-phase Unbalance of Distribution Systems: Complementary Analysis and Experimental Case Study," Electrical Power and Energy Systems 33 (2011) 817–826.

[3] Zhu J, Chow MY, Zhang F. "Phase Balancing Using Mixed Integer-Programming," IEEE Trans. on Power Syst., 1998; Vol. 13 No. 2, pp. 1487–92.

[4] A. B. Knolseisen, J. Coelho, S. F. Mayerle, F. J. S. Pimentel, R. H. Guembarovski, "A Model for the Improvement of Load Balancing in Secondary Networks", IEEE Bologna PowerTech Conference, BPTC, 2003; Vol. 3.

[5] M. W. Siti, A. A. Jimoh, D. V. Nicolae, "Phase Load Balancing in the Secondary Distribution Network Using Fuzzy Logic," IEEE Conference, AFRCON, 2007; pp. 1-7

[6] [6] Lin CH, Chen CS, Chuang HJ. "An Expert System for Three-Phase Balancing of Distribution Feeders," IEEE Transactions on Power System, 2008; Vol. 23 No. 3, pp. 1488-96

[7] Huang MY, Chen CS, Lin CH, Kang MS, Chuang HJ, Huang CW. "Three-phase Balancing of Distribution Feeders Using Immune Algorithm," IET Gen. Trans. Dist., 2008; Vol. 2, No. 3, pp. 383–92.

[8] Lin CH, Chen CS, Chuang HJ, Ho CY. "Heuristic Rule-Based Phase Balancing of Distribution Systems by Considering Customer Load Patterns," IEEE Transactions on Power System, 2005; Vol. 20, No. 2, pp. 709–16

[9] Zhu J, Bilbro G, Chow MY. "Phase Balancing Using Simulated Annealing," IEEE Trans. on Power Syst., 1999; Vol. 4 No. 4, pp. 1508–13.

[10] G. Mahendran, M. Sathiskumar, S. Thiruvenkadam and L. Lakshminarasimman, "Multi-objective Unbalanced Distribution Network Reconfiguration through Hybrid Heuristic Algorithm," J. Electr.. Eng Technol., 2013; Vol. 8, No. 2, pp. 215-222.

[11] Luis F. Ochoa, Rade M. Ciric, A. Padilha-Feltrin, Gareth P. Harrison, "Evaluation of Distribution System Losses Due to Load Unbalance," 15th Conferece PSCC, Leige Aug. 2005; pp. 1-6.

[12] Mauricio Granada Echeverri , Ramon A. Gallego Rendon and Jesus Marıa Lopez Lezama, "Optimal Phase Balancing Planning for Loss Reduction in Distribution Systems using a Specialized Genetic Algorithm," Colombia EAFIT Eng. University Ciencia, 2012; Vol. 8, No. 15, pp. 121–140.

[13] N. Gupta, A. Swarnkar, KR. Niazi. "A Novel Strategy for Phase Balancing in Three-Phase Four-Wire Distribution Systems," IEEE Power and Energy Society General Meeting, 2011; San Diego (CA), pp. 1–7.

[14] IEC 61000-2-2: "Electromagnetic compatibility (EMC) Part 2-2: Environment - Compatibility levels for low-frequency conducted disturbances and signaling in public low-voltage power supply systems", 2002-03.

[15] Asheesh K. Singh, G. K. Singh, and R. Mitra, "Some Observations on Definitions of Voltage Unbalance", 39th North American Power Symposium, NAPS 2007, pp. 473-479.

[16] Rade M. Ciric, Antonio Padilha Feltrin, and Luis F. Ochoa, "Power Flow in Four-Wire Distribution Networks—General Approach," IEEE Trans. on Power Syst. , Vol. 18, No. 4, Nov. 2003

[17] Xueming Yang, Jinsha Yuan, Jiangye Yuan, Huina Mao, "A Modified Particle Swarm Optimizer with Dynamic Adaptation," Applied Mathematics and Computation 189 (2007) 1205–1213

[18] علی عارفی، محمودرضا حقی فام، اکبر ی‌اورطلب، غلامرضا صفارپور، مهرداد مســـتقی‌می، جواد علمای‌ی، احمدعلی بهمن پور، کاظم بخشـــی و آمنه علی‌پور "متعادل سازی بار فازها در شبکه ف شار ضعی‌ف نی‌روی برق با اطلاعات محدود" بی‌ست و چهارمی‌ن کنفرانس بی‌ن المللی برق 1388 (09-F-PDS-0172)

[19] علی رامی‌ن فرد و سی‌د محمد شهرتاش "روشی کاربردی در متعادل‌سازی بار شبکه های ف شار ضعی‌ف توزی‌ع مطالعه موردی- شبکه برق تبری‌ز" بی ست و چهارمی‌ن کنفرانس بی‌ن المللی برق 1388 (09-F-PDS-0190)

[20] لعی‌ا زاهدی، مهدی صـــلای نادری و گئورک قره‌پتی‌ان "ارائه ی‌ک روش جدی‌د جهت کاهش عدم تعادل بار در شـــبکه‌های توزی‌ع مســـکونی و تجاری" نوزدهمی‌ن کنفرانس بی‌ن المللی برق 1387 (98-F-LEM-405)

پیوست

جدول 1-پ- اطلاعات بار مشترکین روی فازها و شین های مختلف شبکه

شماره شین	مشترکین فاز R (کیلووات)							مشترکین فاز S (کیلووات)							مشترکین فاز T (کیلووات)						
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2400	0
2	750	1500	0	0	0	0	0	350	300	1400	1900	0	0	0	400	300	950	800	700	350	0
3	600	1100	450	650	150	0	0	400	400	200	1200	1400	0	0	600	2200	1000	800	350	1100	0
4	2300	400	700	600	300	500	0	600	950	850	450	1500	0	0	600	450	300	1100	1000	0	0
5	900	1800	450	550	0	0	0	300	750	400	700	0	0	0	500	900	550	1000	0	0	0
6	650	1500	1050	500	1050	0	0	400	1400	2800	700	1000	0	0	800	600	2700	750	200	0	0
7	750	450	950	350	650	0	0	400	200	0	0	0	0	0	300	400	2600	400	0	0	0
8	2500	800	1650	800	350	0	0	600	2600	1700	200	0	0	0	1700	0	0	0	0	0	0
9	1000	1600	1000	700	500	200	0	500	1800	0	0	0	0	0	200	500	1000	1300	0	0	0
10	1400	0	0	0	0	0	0	1300	700	650	350	500	0	0	1400	750	600	700	400	0	0
11	1200	1250	850	600	550	450	0	200	200	800	400	800	550	0	1400	500	600	1200	1700	0	0
12	700	1500	600	500	900	1100	0	650	550	400	700	1050	200	500	1100	0	0	0	0	0	0
13	2300	550	250	750	450	800	0	2100	650	2300	1100	0	0	0	1800	600	900	700	400	600	0
14	2100	1100	350	1000	400	350	650	600	500	300	400	0	0	0	2600	700	800	1400	1100	0	0
15	1200	2250	2750	700	650	450	0	900	800	2100	900	550	200	0	1900	0	0	0	0	0	0
16	1550	950	1050	0	0	0	0	250	800	300	700	750	400	600	600	1100	300	350	0	0	0
17	1550	650	2100	450	700	300	0	900	1200	0	0	0	0	0	800	0	0	0	0	0	0
18	2100	950	3000	1000	450	550	600	900	300	850	1100	600	650	0	1600	1100	400	200	250	900	0
19	1300	1700	1500	700	600	0	0	2100	900	700	2350	400	200	200	1200	1100	950	400	700	0	0
20	1000	1500	400	600	400	800	0	1300	1700	0	0	0	0	0	1400	250	300	600	400	0	0
21	1400	800	900	500	700	400	400	800	700	2100	400	0	700	0	1900	250	300	400	600	0	0
22	850	550	700	1050	800	0	0	900	1500	450	1000	500	0	0	300	650	450	550	0	0	0
23	2700	0	0	0	0	0	0	2500	1400	1200	650	400	0	0	600	600	1300	400	0	0	0
24	900	700	300	0	0	0	0	350	1500	900	550	0	0	0	900	500	0	0	0	0	0

KNO-1002-4003

بررسی استراتژی استفاده از انرژی های تجدیدپذیر در مسیر تحول انرژی و توسعه پایدار

آزاد رحیمی A-rahimi@tvu.ac.ir
هیئت علمی، دپارتمان مهندسی برق دانشگاه فنی و حرفه ای کردستان، ایران

چکیده: در عصر کنونی که سهم مصرف برای آینده قابل پیش بینی است، برای مطالعه و بررسی بهره وری انرژی جهان و ظرفیت سازی کاهش انتشار گاز دی اکسیدکربن CO2 توسعه یافته است بر طبق سناریوی اولیه ای، انتشار گاز CO2 صنعتی در بین سال های 2003 و 2050 به 82 درصد افزایش می یابد. هدف آژانس انرژی IEA 3 ، توسعه مجموعه ای از داده های دقیق است که بتواند در خدمت تلاش های مدل سازی قرار گیرد این پژوهش، مشخصات فنی و اقتصادی انتقال سریع انرژی به سال 2050 را بر اساس اهداف توسعه پایدار بررسی می کند. نتایج بیانگر آنست. انرژی های تجدیدپذیر می توانند دو سوم کل تقاضای انرژی جهانی را تأمین کنند و به کاهش عمده گازهای گلخانه ای که از هم اکنون تا سال 2050 برای محدود کردن متوسط افزایش دمای سطح جهانی زیر 2 درجه سانتیگراد نیاز است، کمک کنند. برای فعال سازی شتاب رشد قابل قبول انرژی های تجدید پذیر مورد نیاز، با بالاترین رشد تخمین زده شده برای فن آوری هایPV، بادی و خورشیدی، همراه با سطح بالایی از بازده انرژی، باید چارچوب های فعال کننده سیاست و مقررات تنظیم شود. که لازمه آن، توجه به فناوریهای و نوآوریهای جدید در بخشهای حمل و نقل است.

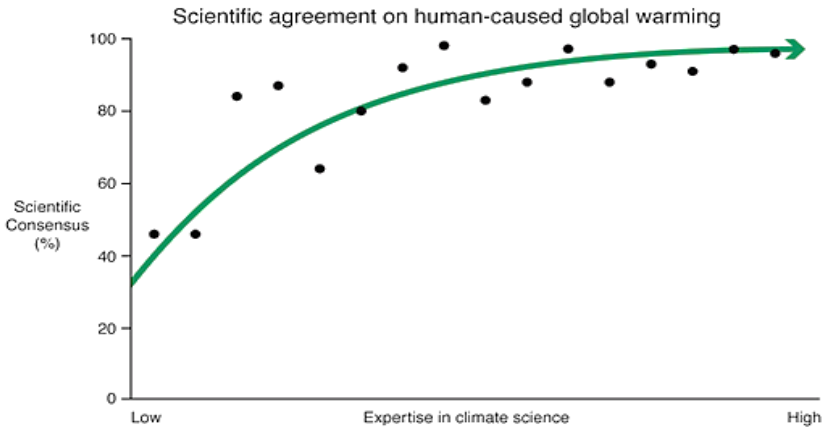
کلمات کلیدی: انرژی های تجدیدپذیر، توسعه پایدار، Remap، IRENA

1. مقدمه

با توجه به نیاز توسعه کشورها میزان به کارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر نیز در کشورهای جهان رو به افزایش بوده بطوریکه یکی از شاخص‌های توسعه‌یافتگی، میزان استفاده متناسب و درست از انرژی‌های تجدیدپذیر محسوب می‌شود. برابر برنامه ریزیهای بعمل آمده این نوع انرژی روز به روز سهم بیشتری در سیستم تأمین انرژی ایجاد نموده در این زمینه در سال 2008 بیش از 120 میلیارد دلار در بخش افزایش ظرفیت‌ها، احداث نیروگاه‌ها و تحقیق و توسعه انرژی‌های نو سرمایه‌گذاری شده است. تا انتهای سال 2010، بدون در نظر گرفتن انرژی آبی که حدود 17 درصد در تولید الکتریسیته دنیا را در بر می‌گیرد، ظرفیت‌های موجود در انرژی‌های تجدیدپذیر 3/8 درصد در تولید الکتریسیته جهان سهم داشته‌اند. هم‌اکنون انرژی‌های تجدیدپذیر بیش از 14 درصد از انرژی اولیه جهان را تأمین می نمایند. اما متاسفانه در کشور ما سهم چندانی نداشته که این موضوع زنگ خطری در مصرف سوختهای فسیلی برای کشور محسوب می شود.

بررسی های موجود توسط موسسات و نهاد های بین المللی فعال در موضوعات مرتبط با تغییر اقلیم نشان می دهد در حال حاضر در دنیا تنها 3٪ از دانشمندان در خصوص نظریه ارتباط بین گرمایش جهانی و افزایش انتشار گازهای شک دارند و بیش از 97٪ جامعه علمی دنیا ان را پذیرفته است. شکل (1) روند این موضوع را نشان می دهد. چنان که از شکل پیداست با افزایش دانش کارشناسان میزان مقبولیت

نظریه ارتباط بین فعالیتهای بشری و گرمایش جهانی افزایش می یابد.



شکل 1: درصد موافقت جوامع علمی جهان به پدیده تغییر اقلیم (منبع: موسسه جهانی تغییر اقلیم، دانشگاه کوئیزلند، استرالیا)

اهداف توسعه پایدار[1] (SDG) که در سال 2015 توسط مجمع عمومی سازمان ملل متحد (UNGA) تصویب شد، چارچوبی قدرتمند برای همکاری بین المللی برای دستیابی به آینده پایدار کره زمین فراهم می‌کند. 17 SDG و 169 هدف آنها ، در قالب "دستور کار 2030" راهی برای پایان دادن به فقر شدید، مبارزه با نابرابری و بی عدالتی و محافظت از محیط سیارات تعریف می کنند.



شکل 2: آرمانهای سازمان ملل متحد (UNGA) برای رسیدن به توسعه پایدار موسوم به SDG 7

[1] Sustainable Development Goals

انرژی پایدار در موفقیت برنامه 2030 نقش اساسی دارد. اهدف جهانی در حوزه انرژی شامل سه هدف اصلی: اطمینان از دسترسی مقرون به صرفه، دسترسی قابل اطمینان و جهانی به خدمات انرژی مدرن، به طور قابل توجهی سهم انرژی تجدید پذیر را در ترکیب انرژی جهانی افزایش می‌دهد و افزایش دو برابری نرخ جهانی بهبود در بهره وری انرژی را پیش بینی کرده است. [1 -18].

در کشو ایران، کمیته ملی توسعه پایدار وظیفه هماهنگی و نظارت بر چگونگی دستیابی به اهداف را بر عهده دارد.

بر اساس تصمیمات کمیته ملی توسعه پایدار، متولیان اصلی اجرای اهداف توسعه پایدار در نمودار شماره 1 مشخص گردیده است.



شکل 3: اهداف توسعه پایدار بر اساس تصمیمات کمیته ملی توسعه پایدار (منبع: سند توسعه پایدار سازمان حفاظت محیط زیست-1395)

این دستور کار در صدد تقویت صلح جهانی در قالب آزادیهای بیشتر است. اذعان داریم که ریشهکن َ سازی فقر در همه اشکال و ابعاد آن، از جمله فقر مفرط، بزرگترین چالش جهانی

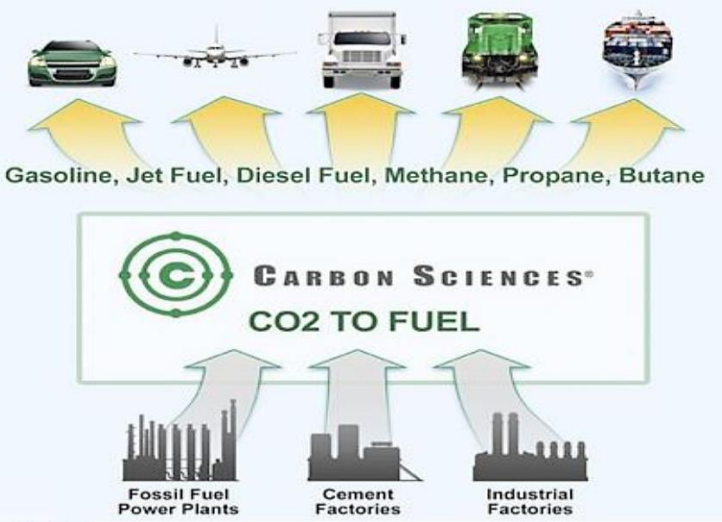
و نیازی ضروری جهت توسعه پایدار میباشد. تجزیه و تحلیلها از مسیرهای انرژی آینده نشان می‌دهد که دستیابی به انرژی بهتر، کیفیت هوا و امنیت انرژی به طور همزمان در حالی که از تغییر خطرناک آب و هوا جلوگیری می شود، امکان‌پذیر است. در واقع، تعدادی از ترکیبات جایگزین منابع، فناوری‌ها و سیاست ها برای دستیابی به این اهداف یافت و پیشنهاد شده است [2]. اگرچه تحول و تغییر موفقیت‌آمیز از نظر فنی امکان‌پذیر است، اما این امر مستلزم شناسایی راه حلهای موفق مقرون به صرفه که بتواند همزمان چندین هدف را تحقق بخشد و معرفی سیاست ها و تغییرات اساسی سیاسی در جهت انجام تلاشهای هماهنگ و سازمان‌یافته برای ادغام نگرانی‌های جهانی از تغییر اقلیم می‌باشد[20 -19].

2. ضرورت انجام پژوهش:

اگر زمین، انرژی و آب از ارزشمندترین منابع ما هستند، و نحوه و میزان بهره برداری از آنها به تغییرات آب و هوایی کمک می‌کند. باید در نظر داشت که سیستم هایی که این منابع را فراهم می کنند، خود در برابر تغییرات آب و هوا بسیار آسیب‌پذیر هستند. بنابراین مدیریت کارآمد منابع، هم برای کاهش و هم برای اهداف سازگاری از اهمیت زیادی برخوردار است. عدم همپوشانی در ارزیابی منابع و سیاستگذاری، منجر به ایجاد استراتژی های متناقض و استفاده ناکارآمد از منابع می شود. یک نگاه کلی به استراتژی های آب و هوا، کاربری زمین، انرژی و آب می تواند به رفع برخی از این کاستی ها کمک کند [3].

برای دستیابی به اهداف محدود کردن متوسط افزایش درجه حرارت سطح جهانی، یک انتقال انرژی جهانی ضروری است. پیامدهای توافق نامه پاریس برای بخش انرژی که بر اساس آن دولت ها برای الحاق به توافقنامه مذکور موظف به ارائه برنامه مشارکت ملی خود در خصوص کاهش انتشار و سازگاری با تغییرات اقلیمی شده اند و بنابراین تعهدات دولت ها بر مبنای مشارکت ایشان قابل ارزیابی است، تا حدی موثر خواهد بود. [4]. انتقال از سوخت های فسیلی به محلول های کم کربن نقش اساسی را ایفا خواهد کرد، زیرا انتشار دی اکسید کربن مربوط به انرژی (CO_2) نمایانگر دو سوم گازهای گلخانه ای (GHG) است [8]. این انتقال انرژی به روش سنتی بوسیله سوختهای کربن خنثی[1]، سوختهای مصنوعی از جمله متان، بنزین، گازوئیل، سوخت جت و یا آمونیاک هستند که به وسیله هیدروژنه کردن دی‌اکسید کربن بازیافت شده از دودهای خروجی از دودکش نیروگاه، بازیافت شده از گاز اگزوز خودرو و یا مشتق شده از اسید کربنیک آب دریا به دست آمده است.

[1] carbon-neutral fuels



شکل 4: انتقال انرژی به روش سنتی بوسیله سوختهای کربن خنثی

اما انتقال اساسی و کاملاً موثر انرژی به واسطه نوآوری در فناوری، به ویژه در زمینه انرژی های تجدید پذیر امکان پذیر خواهد شد. ثبت اضافات جدیدی از ظرفیت نصب شده انرژی تجدیدپذیر را می توان ناشی از کاهش سریع هزینه ها و رقابت، به ویژه برای فتوولتائیک خورشیدی (PV) و انرژی باد دانست. یک چهارم کل برق در سراسر جهان از طریق انرژی های تجدیدپذیر در سال 2017 تولید شده است. با این حال ، انتقال به سرعت کافی اتفاق نمی افتد: به دنبال سه سال انتشار مداوم انرژی CO2 از 2014 تا 2016، آنها در سال 2017 به مقدار 1.4 درصد افزایش یافتند [9].

روایت های انتقال انرژی ملی شامل هر دو موفقیت و شکست می باشد. داستان های موفقیت نشان می دهد که انتقال انرژی مبتنی بر توانمندسازی چهارچوب سیاست های انرژی طراحی شده توسط دولت ها است که می تواند انتقال انرژی را تسریع کرده و جهت آنها را تعیین کند. سیاست های گذار که به خوبی طراحی شده اند، ویژگی‌های سیستم های انرژی را در نظر می‌گیرند و عرضه و تقاضای انرژی را در بر می گیرند [5]. درسهایی از چندین کشور و منطقه نمونه ای از این موارد است. در برزیل، برنامه Proalcool در سال 1975 آغاز شد و ترکیبی از ابزارهای سیاست‌گذاری که با گذشت زمان تکامل می یافتند برای پاسخگویی به نیازهای طرفین عرضه و تقاضا استفاده می‌شدند. اما موفقیت طولانی مدت این بخش تحت تأثیر چرخه های اقتصادی و تغییر اولویت های دولت است [77]. در آلمان، Energiewende نتیجه یک اجماع ملی برای کنار گذاشتن انرژی هسته ای و کاهش انتشار گازهای گلخانه ای (GHG) به میزان 80٪ تا سال 2050 از طریق جذب سریع انرژی های تجدیدپذیر است [6]. با این حال، Energiewende همچنان به عنوان یک سیاست انتقال بخش برق با تأثیر اندک بر تولید سوخت زغال سنگ و برای سرعت بخشیدن به انتقال در بخش های گرمایش و حمل و نقل باقی مانده است [7]. در دانمارک نیز در مورد اهداف آب و هوایی در ترکیب با سیاست پشتیبانی ضمنی صنعت تأمین انرژی تجدیدپذیر اتفاق نظر وجود دارد [5].

3. اهداف پژوهش:

با توجه به نقش اصلی انتقال انرژی در کاهش تغییرات آب و هوایی که بر پایه دو راندمان انرژی و انرژی های تجدید پذیر بنا شده است ، اهداف این پژوهش عبارتند از:

• مشخص کردن مشخصات فنی انتقال انرژی مداوم جهانی ، با تمرکز بر مولفه انرژی تجدیدپذیر.

• طرح سناریوی انتقال انرژی برای توسعه پایدار از هم اکنون ودر سال 2050 ، و نقشی که انرژی تجدیدپذیر می تواند در چنین انتقال انرژی جهانی با استفاده از آخرین مجموعه های داده برای انرژی های تجدید پذیر و مقایسه سناریوهای انتقال از منابع مختلف بازی کند

• ارزیابی هزینه و مزایای انتقال سریع انرژی

• طرح هم افزایی بین بهره وری سریع انرژی و استقرار انرژی تجدیدپذیر

4. سوابق انجام طرح در دنیا

بلند پروازیهای اهداف انرژی های تجدیدپذیر به دلایل دیگر به طور مداوم در بسیاری از کشورها مطرح می‌شود. به عنوان مثال، اتحادیه اروپا هدف الزام آور 2030 خود را از 27٪ که در سال 2014 تعیین شده بود، به 32٪ در ژوئن 2018 تنظیم کرده است. هدف جدید شامل پروژه‌ایست مبنی بر اینکه در سال 2023 کشورها مجدداً برای بحث در مورد به روزرسانی مجدداً تشکیل جلسه می دهند [71]. دولت هند هدف بلند پروازانه انرژی تجدیدپذیر 175 گیگاوات را تا سال 2022 تعیین کرد که شامل 60 گیگاوات باد و 100 گیگاوات انرژی خورشیدی است [76]. همانطور که این کشور پیشرفت خوبی داشته است ، دولت هند این هدف را تا سال 2227 به 227 گیگاوات افزایش داده است. علیرغم ناهمگنی در بخش انرژی امریکا و تفاوتها و اولویتهای مشخص هر عامل که بازارهای انرژی منفردی را تنظیم می‌کند که در هر 50 ایالت امریکا تنظیم شده‌اند و با بیش از 3000 برنامه تأسیساتی، ایالات متحده روایتی موفق از انتقال انرژی را ارائه می‌دهد. تولید داخلی گاز طبیعی و تلاش برای تعیین سیاست در سطح فدرال و ایالت که توسط مکانیزم‌هایی مانند مشوق های مالیاتی برای انرژی‌های تجدیدپذیر انجام می‌شود، بخش انرژی کشور را متحول کرده است. بر اساس آخرین داده های سال 2017 اداره اطلاعات انرژی ایالات متحده 11 درصد از کل تقاضای انرژی و 17 درصد از کل تولید برق در ایالات متحده از منابع انرژی تجدیدپذیر تأمین می شود. به عنوان مثال، هاوایی در ایالات متحده قصد دارد تا سال 2030 به 70٪ استقلال انرژی برسد، که 40٪ از آن با انرژی های تجدید پذیر ارائه می شود. مورد ایالات متحده همچنین اهمیت به روزرسانی مداوم و بهبود سیاست‌های انتقال انرژی را نشان می‌دهد، جایی که بخش های برق و حمل و نقل شباهت هایی را از این جهت نشان می دهند که دامنه سیاست های آنها به طور مکرر گسترش یافته و جدول زمانی آنها فراتر از اهداف اصلی است [8].

چین به عنوان بزرگترین تولید کننده و مصرف کننده انرژی ، نقشی اساسی در انتقال انرژی جهانی دارد. چین برای تأمین تقاضای روزافزون انرژی و کاهش آلودگی هوا ، به منابع تجدیدپذیر روی آورده است. چین همچنین اهدافی را در نظر گرفته است که میزان انتشار کربن خود را در هر واحد تولید ناخالص داخلی تا سال 2030 60 تا 65٪ نسبت به سطح 2005 که تجدیدپذیرها نقشی اساسی دارند ، کاهش دهد. هدف برای سهم سوخت غیر فسیلی در کل تقاضای انرژی 20٪ تا سال 2030 است [14]. چین بیش از نیمی از کل ظرفیت PVP خورشیدی جهانی GW94 را در سال 2017 به خود اختصاص داده است. با این حال، در سال 2018، دولت چین سهمیه های استقرار PV خورشیدی را تعیین کرد و تصمیم گرفت تا تعرفه های خوراکی را که انتظار می رود تاسیسات ظرفیت را کاهش دهد، حذف کند.

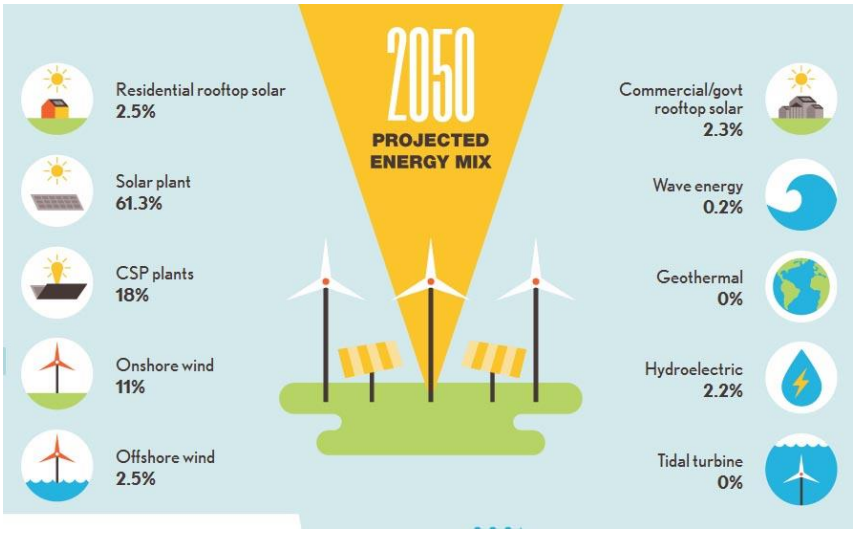
چندین کاربر بزرگ انرژی دیگر نیز در انتقال انرژی جهانی شرکت می کنند. فدراسیون روسیه که یکی از بزرگترین منابع سوخت های فسیلی در جهان را در اختیار دارد، در حال تسریع در استفاده از انرژی خورشیدی و باد از طریق مزایده‌ها برای ایجاد منافع برای اشتغال ، علوم ، فناوری و امنیت انرژی برای ساکنان دورافتاده شده است [8]. بیش از 5 گیگاوات ظرفیت باد و خورشید از سال 2013 اعطا شده است، که نشان می‌دهد این کشور به احتمال زیاد از هدف 2024 خود

یعنی 5.9 گیگاوات ظرفیت انرژی تجدید پذیر نصب شده (از جمله زمین گرمایی) پیشی خواهد گرفت [8،9]. ترکیه به عنوان یک اقتصاد در حال ظهور، همچنین در حال بررسی راه‌های افزایش سهم خورشیدی و بادی با نیاز فوری به منظور کاهش واردات انرژی خود است که سه چهارم کسری حساب جاری کشور را به خطر می اندازد. برای تحقق اهداف کوتاه مدت انرژی های تجدیدپذیر آن تا سال 2023، تعرفه‌های تغذیه‌ای برقرار بود که برای PV خورشیدی تا در سال 2018 به هدف ظرفیت نصب شده 5 GW برسد موفقیت آمیز بود. با این وجود، عدم وضوح در برنامه ریزی پس از سال 2023 و افزایش وزن حراج های بزرگ در مقیاس بزرگ که هدف اصلی آنها ایجاد صنعت تجهیزات انرژی های تجدیدپذیر محلی است، عاملان مقیاس کوچک را از بازار خارج کرده و از کمبود بودجه رنج می‌برند [10].

5. طرح دانشگاه استنفورد برای تامین کل انرژی به صورت پاک در ایران تا 2050

اخیراً دو پژوهشگر در دانشکده محیط زیست دانشگاه استنفورد در گروه مهندسی عمران محیط زیست موفق شدند نقشه‌ای تهیه و به کنفرانس جهانی آب و هوا ارائه کنند که بر اساس آن ظرفیت تولید انرژی از منابع تجدید پذیر و پاک در 139 کشور جهان شناسایی شده است. بر اساس گفته های این محققین، اگر این کشورها به جای بهره‌گیری از سوخت‌های فسیلی و انرژی هسته‌ای به تولید انرژی‌های پاک از منابع آب، باد، خورشید، زمین گرمایی و جزر و مد دریا روی بیاورند می‌توانند تا سال 2050 میلادی همه صد درصد انرژی مصرفی شان را از انرژی‌های نو تأمین کنند. ین نقشه و جزئیات مربوط به آن در اجلاس تغییرات آب و هوایی پاریس و در حضور رهبران 195 کشور جهان نیز ارائه شد تا شاید جایگزینی سوخت‌های فسیلی با انرژی‌های نو به عنوان یکی از برنامه‌های جدی دولت‌های جهان برای مقابله با گرمایش زمین مورد توجه جدی قرار گیرد.

این نقشه دقیقاً به ما می‌گوید که چه تعداد توربین بادی، مزرعه خورشیدی و نیروگاه‌های برقآبی که بخشی از آنها نیروگاههای پمپ ذخیره ای هستند، لازم است تا انرژی مورد نیاز این کشورها برای حمل و نقل، کشاورزی، صنعت و تجارت تأمین شود و در عین حال تأکید می‌کند تأمین این میزان انرژی چقدر هزینه در بر خواهد داشت و چه تعداد شغل ایجاد می‌کند. شکل 5 طرح دانشگاه استنفورد برای تامین انرژی به صورت پاک در ایران تا سال 2050 را نشان می دهد.



شکل 5: طرح دانشگاه استنفورد برای تامین کل انرژی به صورت پاک در ایران تا 2050

این پژوهشگران در گزارش خود در بخش تولید 100 درصدی انرژی‌های تجدید پذیر، ایران را یکی از مهمترین کشورهای جهان در بهره‌گیری از انرژی‌های نو عنوان کرده‌اند. این در حالی‌است که عملاً کشورمان حتی در مقایسه با بسیاری از کشورهای همسایه همچون عربستان، ترکیه، اردن، امارات و... هنوز هم سهم چشمگیری در تولید انرژی‌های پاک ندارد و تمامی سرمایه‌گذاری‌های انرژی کشور به نیروگاه‌های با سوخت فسیلی و نهایتاً نیروگاه‌های برقابی ختم شده است.

بر اساس این گزارش در حال حاضر تولید هر کیلو وات ساعت برق از سوخت‌های فسیلی و نیروگاه‌های هسته‌ای در ایران حدود 11/8 سنت هزینه دارد حال آنکه تولید برق از منابع آب و باد و خورشید به ازای هر کیلووات ساعت تنها 6/6 سنت هزینه خواهد داشت. بر اساس برنامه ریزی که این دو پژوهشگر انجام داده‌اند دولت‌ها می‌توانند مصرف سوخت‌های فسیلی همچون زغال سنگ و حتی گاز طبیعی و نیروگاه‌های هسته‌ای را تا سال 2050 متوقف کنند. آنها برآورد کرده‌اند که جهان تا سال 2050 می‌تواند 100 درصد انرژی مورد نیاز خود را از منابع تجدید پذیر با ایجاد 1/7 میلیارد پشت بام خورشیدی، 40 هزار نیروگاه فتوولتائیک، 3/8 میلیون توربین بادی و 900 هزار نیروگاه برقابی و پمپ ذخیره ای و 490 هزار توربین جزر و مدی در دریا تأمین کند. در حال حاضر در ایالات متحده 6 شرکت بزرگ از جمله گوگل، استارباکس و و المارت 100 درصد انرژی خود را از منابع تجدید پذیر تأمین می‌کنند.

نتایج با شناسایی زمینه های اقدام و شکاف های نوآوری در سطح فناوری و بخش‌ها، بینش جدیدی را در بحث علمی در مورد انتقال انرژی در حال انجام جهانی اضافه می‌کند. در حالی که این پژ.هش نشان می‌دهد که در چه مواردی به توجه بیشتری به سیاست نیاز است. نتایج ارائه شده در این مقاله از چارچوب مدل سازی جهانی انرژی آژانس بین المللی انرژی های تجدیدپذیر REmap - (IRENA) [7] نشات می‌گیرد و به روزرسانی نتایج منتشر شده در مطالعه مشترک IRENA و آژانس بین المللی انرژی (IEA) است. [4].

6. مروری بر روش شناسی

REmap براساس یک فناوری منحصر به فرد و مجموعه داده هزینه پروژه ساخته شده است. هزینه های فناوری و پیش بینی هزینه‌ها از یک پایگاه داده‌ی جامع و در دسترس عموم هزینه‌های فناوری انرژی های تجدید پذیر بدست آمده است [29،30]. همچنین در سالهای اخیر تعدادی مجموعه داده IRENA در سطوح مختلف تفکیک فضایی ایجاد شده است که جزئیات پتانسیلهای اقتصادی و فنی انواع منابع تجدید پذیر و استراتژیهای نحوه افزایش و استقرار این پتانسیلها را در آینده به روشی مقرون به صرفه ارائه می‌دهد.

در مورد پتانسیل های استفاده از فناوری در بازه زمانی 2030 و 2050 ، مشاوره های گسترده ای با متخصصان کشور انجام شده است و این اطلاعات با تجزیه و تحلیل مدل برای تحول بخش برق ترکیب می شود. این شامل پتانسیل ها و اطلاعات مربوط به بازار از 150 کشور و همچنین جدیدترین برنامه های انرژی ملی 70 کشور است که مستقیماً از دولت ها جمع آوری شده است [17،9]. با مقایسه کاربرد آن با یافته های مدل های ملی IEA-ETSAP و همچنین سایر سناریوهای مورد تأیید جامعه جهانی انرژی و آب و هوا، بینش بیشتری در مورد روش، نقاط قوت و محدودیت های چارچوب مدل سازی جهانی انرژی REmap ارائه دهید.

ابزارها و مدلهای جهانی، منطقه‌ای و ملی بی‌شماری برای ارزیابی مسیرهای انتقال کم کربن و انرژی وجود دارد [11-13]. یافته های REmap برای سال 2030 قابل مقایسه با سایر تجزیه و تحلیل سناریوها است که از تکنیک های مختلف اما فرضیه های مشابه در مورد فن آوری ها ، هزینه ها و غیره استفاده می کند [9،8]. نقطه قوت رویکرد REmap این است که به متخصصان ملی IRENA اجازه می‌دهد سناریوهای خود را بسازند و داده‌ها و فرضیات تجزیه و تحلیل را مرور کنند.

Remap با استفاده از یک چارچوب حسابداری ساده تر از مدل های پیچیده ارزیابی یکپارچه، باعث تعامل و گفتگو در کشور می‌شود و قادر است بازخورد مستقیم را در مورد مسیرهای فناوری، سرمایه گذاری ها و سیاست گذاری به کشورها ارائه دهد. هدف این نیست که تجویز یک ترکیب فناوری باشد بلکه نتایج را با گروه متنوعی از مخاطبان برقرار کند. این دارایی های مهمی است که REmap در بحث سناریوی انرژی به ارمغان می‌آورد در حالی که به طور کلی برای ارتقا توانایی های فنی REmap، مانند تجزیه و تحلیل شبکه ها، زیرساخت ها و تأمین زیست توده، پشتیبانی از مدل های پیچیده ای که وظایف خاصی را اختصاص داده اند، مورد نیاز است. [11].

دی کربناسیون می تواند اشتغال و رشد اقتصادی را تحریک کند. اگر هم‌افزایی بین انرژی، آب و هوا و سایر سیاست های اقتصادی استفاده شود، می‌تواند به تولید ناخالص داخلی بالاتری منجر شود و تأثیرات خالص اشتغال مثبت داشته باشد. برای این تجزیه و تحلیل، از مدل جهانی اقتصاد کلان E3ME که سیستم انرژی (مبتنی بر مخلوط انرژی REmap) و اقتصاد جهان را در نظر گرفته است، استفاده شده است. برای برآورد تأثیرات انتقال انرژی بر اشتغال، تولید ناخالص داخلی و تغییرات ساختاری در اقتصاد از این مدل استفاده شده است. E3ME بر اساس اصول فرا کینزی، که در آن پارامترهای رفتاری ازیک سری داده های زمانهای تاریخی تخمین زده می‌شود، اقتصاد را تحریک می‌کند. تعاملات بین بخشها براساس روابط ورودی / خروجی حاصل از آمار اقتصادی ملی است. این مدل شامل 24 فناوری مورد استفاده برای تولید برق و 43 بخش اقتصادی است. در مجموع ، 59 کشور و منطقه تحت پوشش هستند اما کشورهای بیشتری می توانند به مدل اضافه شوند [4].

7. روند فناوری انرژی کم کربن

در این بخش، مروری بر آخرین روند اصلی انرژی‌های تجدیدپذیر و فن‌آوری های بهینه سازی انرژی که برای انتقال انرژی جهانی مورد نیاز است، ارائه شده است. پیشرفت در کاهش شدت انرژی اقتصاد جهانی با سرعت 2.1٪ متوسط رشد سالانه بین سال‌های 2010 و 2016 بهبود می‌یابد [41]. در سال 2015، سهم انرژی تجدیدپذیر در کل مصرف نهایی انرژی افزایش یافت و به تقریباً 19 درصد رسید و شتاب ناچیز در روند آشکار از سال 2010 را ادامه داد [4].

از منظر تولید برق، انرژی های تجدیدپذیر بیش از نیمی از کل ظرفیت جهانی را از سال 2012 به خود اختصاص داده اند. در سال 2017، ظرفیت تازه تجدیدپذیر تازه نصب شده در جهان به رکورد جدید GW 167 دست یافت. این یک سال رکورد دیگری بود که بیش از 60٪ از کل ظرفیت برق جدید از طریق منابع تجدیدپذیر بود. ظرفیت PV خورشیدی بیش از سایر منابع تولید برق رشد کرده است [10]. سرمایه گذاری جدید جهانی در انرژی های تجدید پذیر در سال 2016 به 241.6 میلیارد دلار رسیده است. سال 2017 پنجمین سال متوالی بود که سرمایه گذاری جدید در ظرفیت تولید انرژی تجدیدپذیر تقریباً دو برابر ظرفیت تولید انرژی فسیلی بود. ریشه این شتاب کاهش چشمگیر هزینه های فن آوری تجدیدپذیر است [9].

هزینه همسان برق از فتوولتائیک خورشیدی بین سال های 2010 و 2017 به میزان حیرت انگیزی 73 درصد کاهش یافته است و برای برق ناشی از هزینه های بادی 23٪ کاهش یافته است. تجزیه و تحلیل IRENA تخمین می زند که تا سال 2020، تمام فن آوری های تجدیدپذیر که در حال حاضر از نظر تجاری استفاده می شوند، در بسیاری از مناطق جهان با مصرف سوخت‌های فسیلی قابل رقابت بوده و حتی در بسیاری از موارد به طور قابل توجهی از آنها استفاده می‌کنند. سازوکارهای سیاستی مانند حراج ها در کاهش قیمت ها نقش داشته اند. مناقصات اخیر در سطح جهانی منجر به

رکوردشکنی قیمتها شده است: در سالهای اخیر پروژه های PV و خورشیدی در مقیاس مطلوب در بهترین شرایط با سنتهای 2-3 آمریکا در هر کیلووات ساعت ارائه میشوند. این قیمتها زیر برخی از تولیدات فسیلی و هسته‌ای مرسوم است، حتی در برخی موارد حتی کمتر از هزینه عملیاتی نیروگاههای متداول موجود است.

طبق تجزیه و تحلیل REmap، سهم انرژی های تجدیدپذیر در تولید برق باید از حدود یک چهارم در سال 2015 به حدود 60 درصد در سال 2030 و 85 درصد در سال 2050 برای کربن‌زدایی بخش انرژی افزایش یابد. برای تحقق این امر، نرخ رشد قابل توجه سالانه 0.7٪ تجدیدپذیرها در کل تولید طی پنج سال گذشته به بیش از دو برابر نیاز دارد [7].

کشورها در سراسر جهان در بحبوحه انتقال انرژی قرار دارند که به نظر می رسد از برق به عنوان حامل نهایی انرژی ارجح برخوردار هستند. این از نظر انرژی های تجدید پذیر و بهره-وری انرژی مطلوب است. برق یک حامل انرژی کارآمد است و هنگامی که از منابع تجدیدپذیر تأمین می شود به یک منبع پاک انرژی تبدیل می شود. سهم برق در کل مصرف نهایی انرژی جهانی (TFEC) تقریباً یک پنجم است، اما در کشورهای با درآمد بالا بسیار بیشتر است و در کشورهای در حال توسعه به سرعت در حال افزایش است [9]. به ویژه در بخش مسکونی، تبدیل به راه حلهای کاملاً الکتریکی قابل تصور است [14].

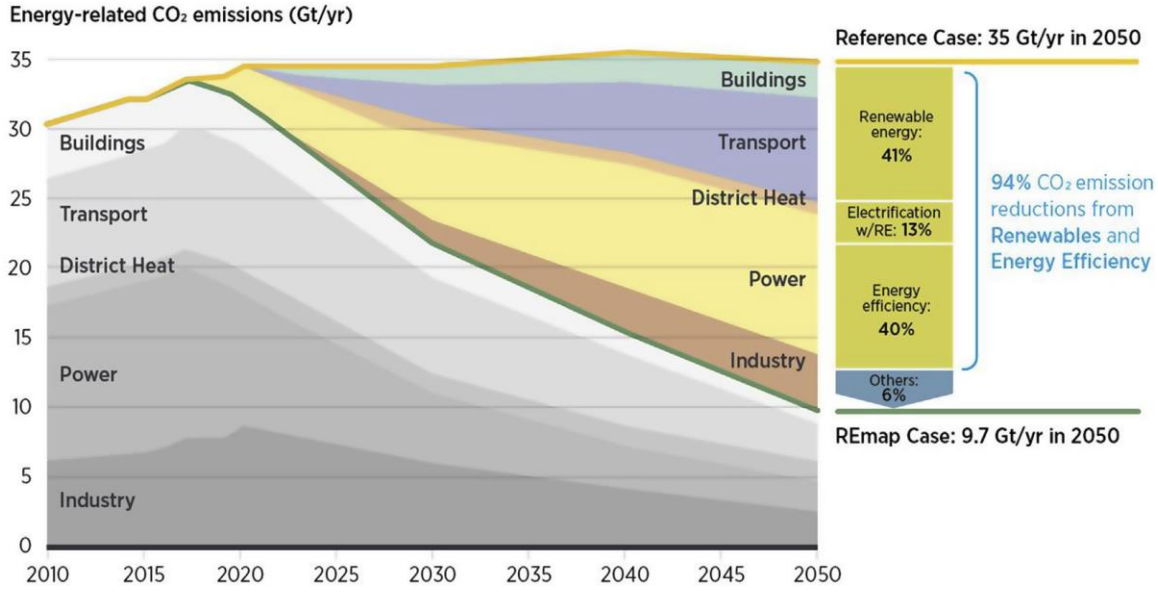
زمانی در حمل و نقل، رشد قابل توجهی در استفاده از برق خیلی بعید به نظر می رسید. اما طی دو سال گذشته پیشرفت سریعی در خودروهای الکتریکی دیده شده است. در سال 2016 ، حدود 1٪ از کل فروش اتومبیل EV بوده است. میزان رشد فروش EV زیاد است و امروز تقریباً حدود 4 میلیون EV در جاده ها هستند [15]. همچنین تعداد موتورهای دو و سه چرخ الکتریکی به سرعت در حال افزایش است و حدود 500 میلیون دستگاه در جهان در حال فعالیت است [15]. اتومبیل های مسافربری تقریباً نیمی از انرژی مصرفی حمل و نقل را تشکیل می دهند، بنابراین برق می تواند باعث کاهش عمده انتشار گازهای گلخانه‌ای شود [9]. در حالی که کامیون های تحویل الکتریکی در حال ورود هستند، در تمامی بخش های حمل و نقل هوایی، حمل و نقل دریایی یا حمل و نقل طولانی مدت جاده ای چنین راه حلی وجود ندارد. این موارد به راه-حل‌های موفقیت در ذخیره سازی برق نیاز دارند. با این وجود، روند مشخصی به سمت پیل های سوختی با درایو های الکتریکی برای کامیون ها و کشتی ها وجود دارد [16].

8. مسیرهای انتقال انرژی

حدود دو سوم انتشار گازهای گلخانه ای جهانی به تأمین و استفاده از انرژی سوخت های فسیلی نسبت داده می شود [8]. هدف مورد توافق آب و هوای پاریس که کاملاً کمتر از 2 درجه باشد، بیانگر انتشار صفر انرژی CO2 در پنجاه سال آینده است. هدف بلند پروازانه تر فقط 1.5 درجه، نشان دهنده کاهش سریعتر است.انتقال انرژی باید تولید گازهای گلخانه ای را به میزان قابل توجهی کاهش دهد، در حالی که اطمینان حاصل کند که انرژی کافی برای رشد اقتصادی در دسترس است. تجزیه و تحلیل نشان می‌دهد که شدت انتشار CO2 فعالیت اقتصادی جهانی باید بین سالهای 2015 و 2050 تا 85 درصد کاهش یابد و انتشار CO2 در مقایسه با مورد مرجع در سال 2050 بیش از 70 درصد کاهش یابد. این سناریو در مقایسه با پرونده مرجع نشان دهنده تحولات استفاده از انرژی و ترکیب آن است اگر جهان سیاست های فعلی را در دست اجرا و در دست بررسی داشته باشد. با توجه به خط پایه ، یا به اصطلاح مورد مرجع IRENA ، انرژی انتشار CO2 6٪ از 33 Gt در 2015 به 35 Gt در 2050 افزایش می یابد (شکل6).

بهره وری بالاتر از انرژی و سهم بسیار بیشتری از انرژی های تجدیدپذیر دو ستون انتقال انرژی در REmap Case هستند. شکل 6 نشان می دهد که اقدامات تجدید پذیر انرژی

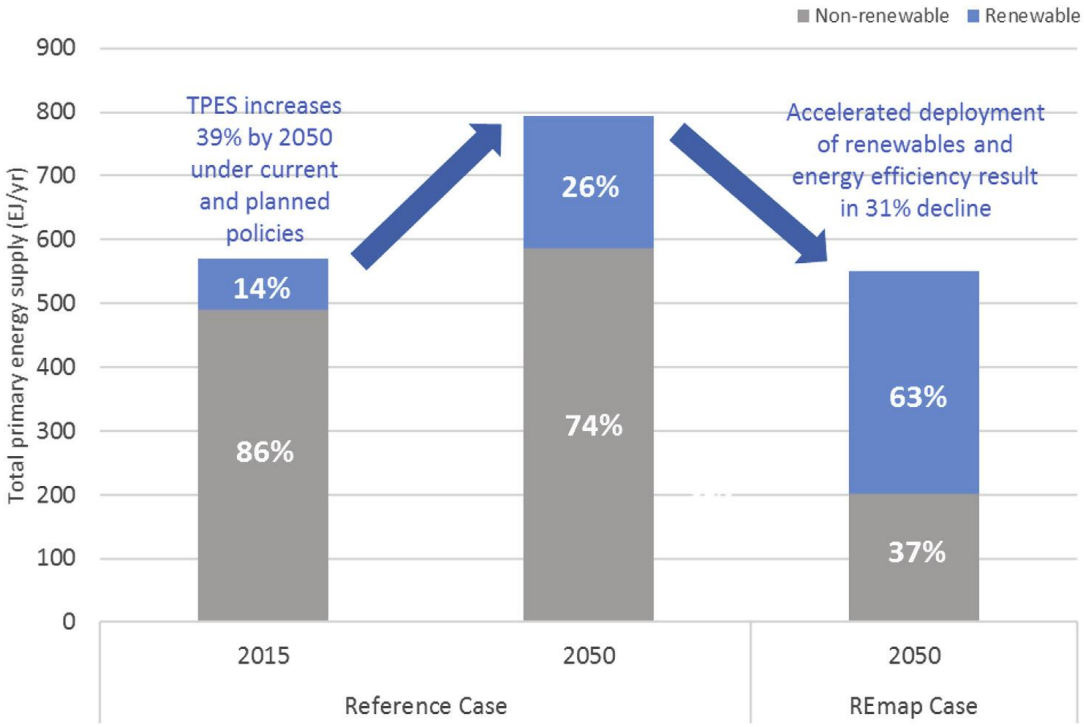
و بهره وری انرژی می تواند به طور بالقوه 94٪ از کاهش انتشار مورد نیاز تا سال 2050 را در مقایسه با مورد مرجع به دست آورد. 6٪ باقیمانده توسط گزینه های دیگر برای کاهش انتشار CO2 مربوط به انرژی ، یعنی سوئیچینگ سوخت فسیلی ، استفاده مداوم از انرژی هسته ای و جذب و ذخیره کربن (CCS) حاصل می شود [4] (شکل 6).



شکل6: پتانسیل کاهش انتشار CO2 توسط فناوری در Reference Case و REmap، 2010-2050 ، منبع: بر اساس[7]

بخش برق بیش از 10 Gt به کاهش انتشار 25 Gt در سال 2050 کمک خواهد کرد. باقیمانده با کاهش انتشار مستقیم در ساختمان ها، صنعت و حمل و نقل و به میزان کمتری گرمایش منطقه ای محاسبه می شود (شکل 6). کشورهای G20 85% استقرار انرژی های تجدیدپذیر را شامل می‌شوند از جمله چین 26٪، ایالات متحده 15٪، هند 12٪، اتحادیه اروپا 9٪. این تعداد محدود عوامل برای انتقال انرژی نقشی اساسی دارند. سهم انرژی‌های تجدیدپذیر از کل تأمین انرژی اولیه از 14٪ در سال 2015 به 63٪ در سال 2050 افزایش می‌یابد. این معادل متوسط نرخ رشد سالانه 1.4٪ است که نسبت به سالهای اخیرشش برابر افزایش یافته است. در همان زمان سهم سوخت فسیلی از 86٪ به 37٪ کاهش می یابد. استفاده از انرژی بین سالهای 2015 و 2050 تقریباً ثابت خواهد بود در حالی که فعالیت اقتصادی تقریباً سه برابر می شود (شکل 7).

چشم انداز انرژی های تجدیدپذیر در سطح کشورها بسیار متفاوت است [7،4]. این نتیجه وقف منابع انرژی، پیش‌بینی تقاضای انرژی، سهم تجدیدپذیرهای فعلی و سایر عوامل است. با این حال، برای همه اقتصادها سهم انرژی های تجدیدپذیر به طور قابل توجهی رشد کند. تسریع در تأمین انرژی اولیه با تسریع در بهبود شدت انرژی از سطح فعلی 1.8٪ تا 2.8٪ درهر سال تا 2030 امکان پذیر است. این با هدف بازده انرژی SDG 7 سازگار است. این تلاش باید بیشتر تا سال 2050 ادامه یابد. بهبود در شدت انرژی از طریق ارائه اقدامات بهینه سازی انرژی (از جمله برقی سازی) و همچنین صرفه جویی در انرژی ناشی از کارآمدتر بودن فن آوری‌های انرژی تجدیدپذیر حاصل خواهد شد. چندین مطالعه مستقل اخیر با اختلافات جزئی به همان نتایج رسیده اند [4،11].



شکل7: تامین کل انرژی اولیه جهانی در Reference Case و REmap بین سالهای 2015 و 2050. منبع: بر اساس [7].

یافته های ارائه شده در اینجا بر اساس تجزیه و تحلیل REMap IRENA با سناریوهای انرژی سایر مطالعات مهم مانند چشم انداز انرژی جهانی IEA قابل مقایسه است. جدول 1 سناریوهای IRENA و IEA را برای انتقال انرژی مقایسه می‌کند که به طور مستقل توسعه یافته اند. هر دو مطالعه به اهمیت کلیدی بهره وری انرژی و انرژی های تجدید پذیر برای انتقال انرژی جهانی اشاره دارند، در حالی که IEA نسبت به چشم انداز سوخت های فسیلی با CCS و انرژی هسته ای تا حدودی خوش بین است. این واقعیت که نتایج بسیار نزدیک است.

9. هزینه و مزایای انتقال انرژی

تجزیه و تحلیل ما نشان می‌دهد که کربن‌زدایی سیستم انرژی مقرون به صرفه است. در حالی که نیازهای سرمایه‌گذاری کلی انرژی قابل توجه است، نیازهای سرمایه‌گذاری افزایشی مرتبط با انتقال به بخش انرژی کم کربن به 0.4٪ تولید ناخالص داخلی جهانی در سال 2050 می‌رسد. سرمایه گذاری‌های اضافی تجمعی در طول دوره 2015-2050 می تواند 27 تریلیون دلار باشد.

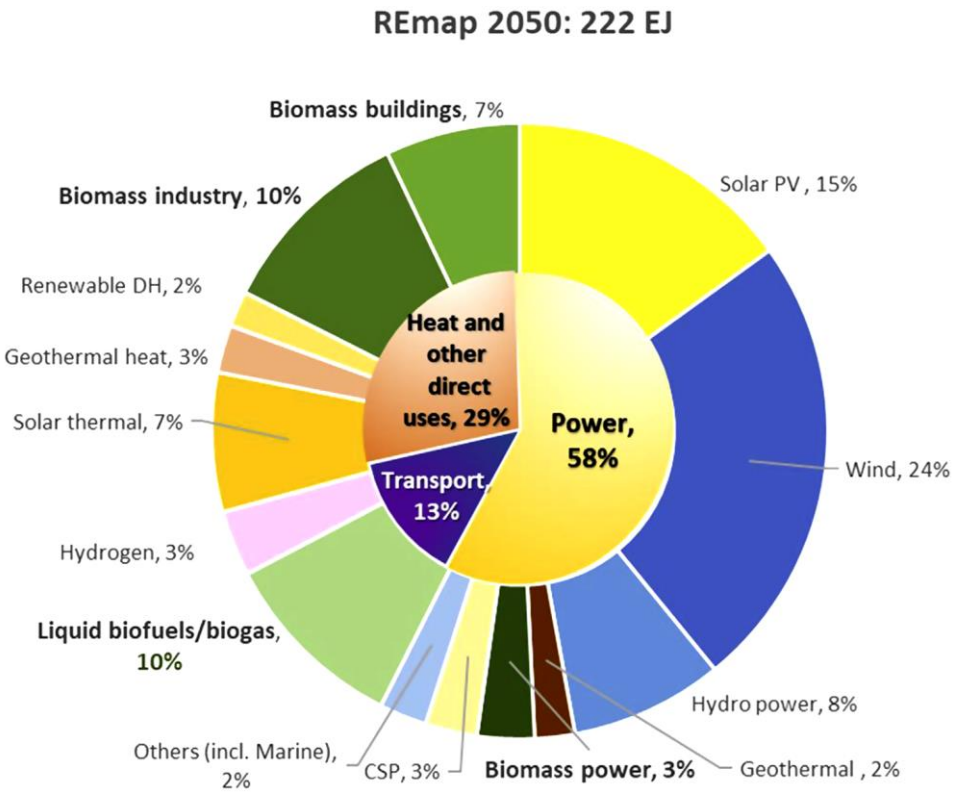
این علاوه بر 93 تریلیون دلار سرمایه گذاری تجمعی در پرونده مرجع، یا 2.66 تریلیون دلار در سال به طور متوسط (29٪ +) است. سرمایه گذاریهای اضافی که برای کربن زدایی بخش انرژی مورد نیاز است عمدتا در بخشهای استفاده نهایی برای بهبود بهره‌وری انرژی (به ویژه ساختمانها و بخشهای حمل و نقل) متمرکز شده است [7] ، اما همچنین شامل سرمایه گذاری برای زیرساخت ها می شود (مانند خطوط

انتقال و توزیع، ذخیره انرژی، شارژ مجدد، زیرساخت برای وسایل نقلیه الکتریکی، هیدروژن و خط لوله CO_2).

با توجه به مدل اقتصادسنجی E3ME که برای این تجزیه و تحلیل استفاده شده ، Remap Case می تواند تولید ناخالص داخلی جهانی را در سال 2050 حدود 1٪ در مقایسه با Reference Case افزایش دهد. سود انباشته از طریق افزایش تولید ناخالص داخلی بین سالهای 2015 و 2050 می تواند حدود 52 تریلیون دلار باشد. افزایش رشد اقتصادی تحت تأثیر محرک های سرمایه گذاری بیشتر در انرژی های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی صورت می‌گیرد و از طریق سیاست های حامی رشد، استفاده از قیمت گذاری کربن و بازیافت عواید آن برای کاهش مالیات بر درآمد، افزایش می-یابد.

انتقال انرژی جهانی و رشد کلی کلی اقتصادی طبق Case REmap می تواند در سال 2050 حدود 19 میلیون شغل مستقیم و غیرمستقیم اضافی در بخشهای انرژی تجدیدپذیر، بهره‌وری انرژی و تقویت شبکه و انعطاف پذیری ایجاد کند. از دست دادن شغل در بخش سوخت های فسیلی (7.4 میلیون نفر) با مشاغل جدید فقط در انرژی های تجدیدپذیر کاملاً جبران می‌شود، در حالی که مشاغل بیشتری توسط فعالیت های بهره‌وری انرژی ایجاد می‌شود. بنابراین ، انتقال انرژی جهانی منجر به 11.6 میلیون شغل مستقیم و غیرمستقیم اضافی در بخش انرژی می شود [7]. تأثیرات مثبت انتقال انرژی با انرژی‌های تجدیدپذیر بیشتر و بهره‌وری انرژی بر اشتغال خالص و رشد اقتصادی توسط سایر مطالعات نیز برجسته شده است، اما نتیجه گیری نسبت به پارامترهای مدل و مفروضات حساس است (شکل 8).

مقایسه هزینه و منافع نتایج مطلوبی را برای انتقال انرژی نشان می‌دهد. در حالی که هزینه های سیستم بیشتر است، تأثیرات بهداشتی کاهش می یابد و تغییرات آب و هوایی کاهش می یابد. چنین برون سازمانی معمولاً در ارزیابی‌های اقتصادی به حساب نمی‌آید. یافته‌ها حاکی از آن است که اثرات خارجی کاهش یافته به دو تا شش برابر هزینه اضافی می‌رسد. حدود دو سوم مزایا می‌تواند به کاهش تأثیرات سلامتی نسبت داده شود. این یک استدلال قوی به نفع انتقال انرژی ایجاد می‌کند [7]. این یافته ها با سایر مطالعات مدل-سازی مطابقت دارد که نشان می‌دهد مزایای مشترک سلامت بسیار بیشتر از هزینه سیاست دستیابی به اهداف توافق نامه پاریس است [9].

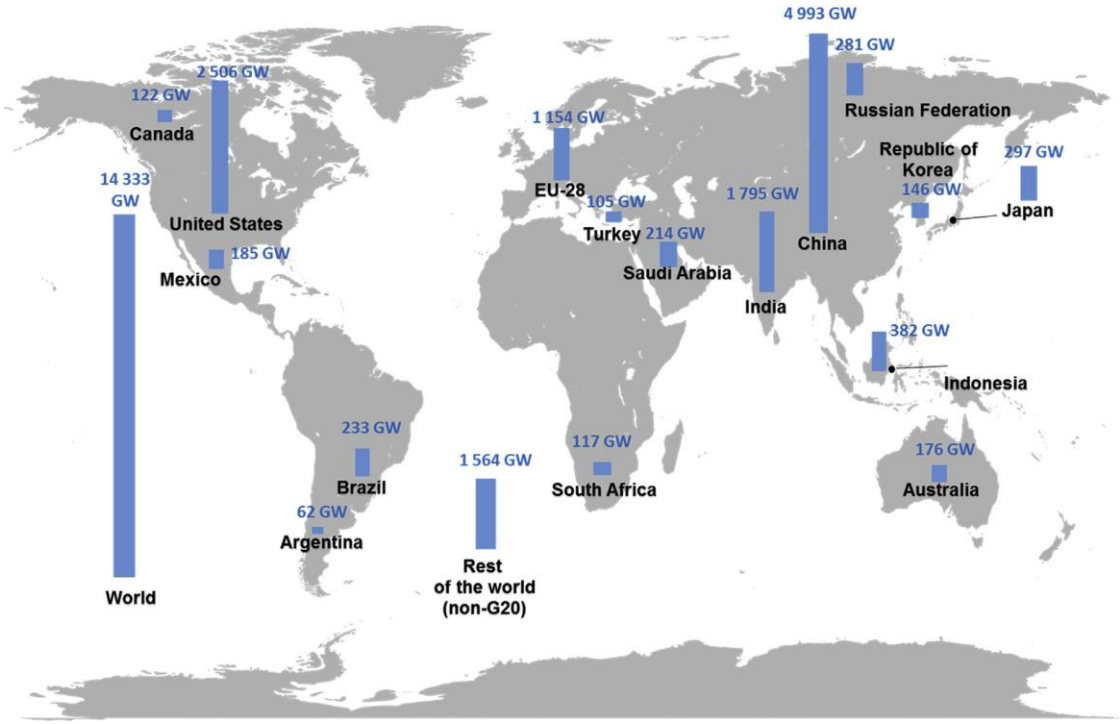


شکل 8: تجزیه مصرف تجدیدپذیر در کل مصرف نهایی انرژی ، REmap 2050. (استفاده غیر انرژی را شامل نمی شود). منبع: بر اساس [7].

10. استراتژی های استفاده سریع از انرژی های تجدید پذیر و بهره‌وری انرژی

انرژی تجدید پذیر در حال حاضر 19٪ تقاضای جهانی انرژی نهایی در سال 2015 را تشکیل می‌دهد، که از سال 2010، 0.17٪ در سال افزایش یافته است [54]. این نرخ رشد برای دستیابی به سهم دو سوم انرژی تجدیدپذیر در کل تقاضای انرژی نهایی جهانی تا سال 2050 که برای انتقال انرژی جهانی طبق تجزیه و تحلیل REmap مورد نیاز است، باید هفت برابر سرعت یابد.

میزان استقرار برخی از فن آوری های کلیدی در مسیر درست است، مانند فناوری های PV خورشیدی، انرژی باد. با این حال، برای سایر راه‌حل‌های فن‌آوری، نرخ رشد استقرار باید به چندین مرتبه از قبیل سوخت های بیوژت (بیوکروزن)، سوخت های زیستی برای حمل و نقل جاده‌ای و حرارت خورشیدی برای فرآیندهای صنعتی افزایش یابد [11]. فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر که از پایه کم شروع می شوند به بالاترین نرخ رشد سالانه نیاز دارند. همین مورد را می توان برای برخی از فن‌آوری های تجدیدپذیر بخش نهایی، مانند گرمایش خورشیدی و هیدروژن بیان کرد. سوخت های زیستی به نرخ های کمی پایین تری احتیاج دارند، زیرا استفاده از آنها در برخی از بخش ها مانند ساختمانها معمول است. نرخ رشد سالانه نشان داده شده است که نشان دهنده کاهش سرعت رشد بازارها است. این ارقام نشان می‌دهد که دستیابی به میزان مورد نیاز رشد انرژی‌های تجدیدپذیر برای دفع کربن در بخش انرژی چالش‌برانگیز اما قابل تصور است.



شکل9: تجزیه جغرافیایی افزودنیهای ظرفیت تولید انرژی تجدید پذیر 2018-2050. منبع: بر اساس [7].

سرمایه‌گذاری در ظرفیت های جدید انرژی تجدیدپذیر باید طی سالهای 2050 به 500 میلیارد دلار در سال افزایش یابد. در کل، سرمایه‌گذاری در کربن‌زدایی سیستم نیرو باید به طور متوسط تقریباً سالانه 1 تریلیون دلار تا سال 2050 برسد. بیش از یک سوم چین و پس از آن ایالات متحده ، هند و اتحادیه اروپا قرار دارند.

حدود 85٪ تجدیدپذیر در بخشهای برق با سهم زیادی از PV خورشیدی متناوب و باد بدون ترکیبی قوی از قدرت قابل انعطاف، اتصال انتقال، ذخیره‌سازی، شبکه های هوشمند و مدیریت سمت تقاضا امکان پذیر نیست. فن‌آوری‌های نوآورانه، اقدامات عملیاتی، طراحی بازار و مدل های تجاری مورد نیاز است. فناوری های دیجیتال فرصت‌های جدیدی را ایجاد می-کنند که اشکال جدیدی از انعطاف‌پذیری را فراهم می‌کند مانند جمع کننده‌هایی که خدمات را از سیستم های کوچک به بسته های قابل فروش یا سیگنال های قیمت در زمان واقعی مصرف کننده ارائه می‌دهند. در سال 2017، اپراتور شبکه 50 هرتز در شرق آلمان به طور متوسط سالانه 53.4٪ انرژی تجدیدپذیر متغیر را ثبت کرده است. این نشان می‌دهد که می توان شبکه هایی با سهمی بزرگ از تجدیدپذیرهای متغیر را اداره کرد.

رشد استفاده مستقیم از تجدیدپذیرها در بخشهای استفاده نهایی (ساختمانها، صنعت و حمل و نقل) به رشد سالانه 0.3٪ واحد تجدیدپذیر کمک می‌کند. زیست توده به تنهایی دو سوم استفاده مستقیم از انرژی های تجدید پذیر در سال 2050 را به خود اختصاص می‌دهد. این شامل برنامه های مدرن گرمایش زیست توده و سوخت های زیستی مایع است.

سرانجام هم افزایی قابل توجهی بین بهره‌وری انرژی و انرژی-های تجدیدپذیر وجود دارد. در واقع بهره وری انرژی 0.35٪ امتیاز به رشد کلی انرژی‌های تجدیدپذیر کمک می کند. دلیل

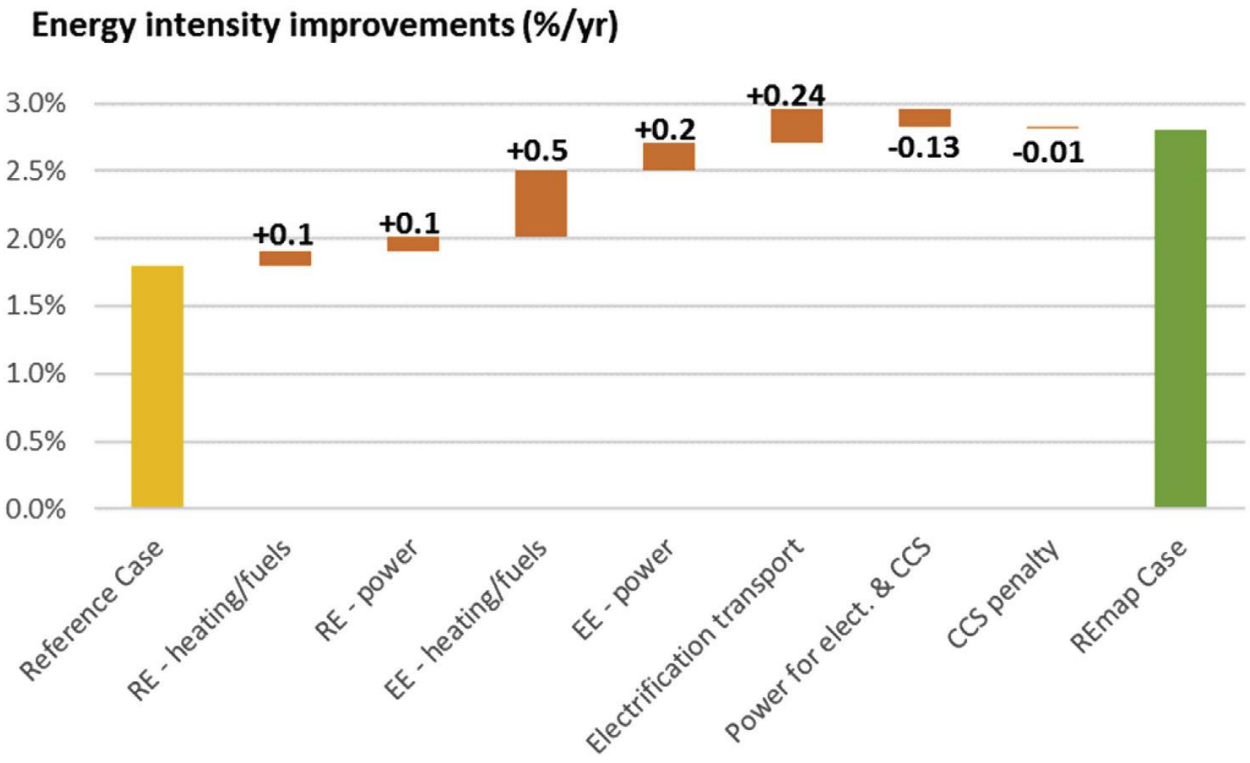
این امر این است که همان مقدار مطلق انرژی تجدیدپذیر سهم بالاتری از انرژی تجدیدپذیر را تولید می کند. اگر تقاضای انرژی کاهش یابد به دلیل بهره‌وری انرژی است که کاهش می‌یابد. در مورد شدت انرژی، سود سالانه به طور متوسط از 1.3٪ بین سالهای 1990 و 2010 به 2.2٪ برای دوره 2014-2016 رسیده است، که در سال 2017 به 1.7٪ رسیده است [12]. سود کارایی فنی می تواند حدود 70٪ از پیشرفت تدریجی از 1.8٪ در سال در Reference Case به حدود 2.8٪ به طور متوسط برای دوره تا سال 2050 باشد [4،12]. تجدیدپذیرها می توانند در 30٪ باقی مانده از بهبود شدت انرژی بین سالهای فعلی و 2050 نقش داشته باشند، به عنوان مثال از طریق الکتریکی مبتنی بر تجدید پذیر برای گرم کردن و پخت و پز یا 100٪ انرژی خورشیدی و بادی کارآمد در مقایسه با 30-40٪ تولید انرژی زغال سنگ کارآمد (شکل10). شکل 10 بهبود در تغییرات ساختاری را شامل نمی شود، به عنوان مثال تغییر حالت حمل و نقل از اتومبیل های شخصی به حمل و نقل عمومی یا دوچرخه. بنابراین پتانسیل کربن زدایی با بهره وری انرژی حتی می‌تواند بیشتر باشد. به عنوان مثال می توان به اتصالات قطار سریع‌السیر در فرانسه و جاهای دیگر اشاره کرد که به طور قابل توجهی در ترافیک هوایی مسافت کوتاه و متوسط کاهش یافته است. توسعه سیستم های مترو در مراکز شهری، به عنوان مثال در چین، نمونه دیگری از تغییر جهت حمل و نقل عمومی است.

هم‌افزایی بین بهره‌وری انرژی و انرژی‌های تجدیدپذیر زمانی آشکار می‌شود که بخش های انرژی به هم پیوسته باشند، زیرا این امر در مورد انرژی های تجدیدپذیر و حمل و نقل وجود دارد، زیرا الکتریکی سازی حمل و نقل نشان دهنده نزدیک به یک چهارم پیشرفت در شدت انرژی بین Reference Case وREmap Case در سال 2050 است.

برق به عنوان یک منطقه کلیدی ظاهر میشود که هم‌افزایی بین بهره‌وری و انرژی‌های تجدیدپذیر و همچنین برای بخش های اتصال را فراهم می کند. آخرین مورد به ویژه برای ادغام منابع انرژی تجدیدپذیر متغیر در سیستم قدرت از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در هر بخش استفاده نهایی، برنامه هایی وجود دارد که در آن برق تجدیدپذیر می‌تواند جایگزین استفاده مستقیم از سوخت‌های فسیلی شود، که اغلب با بهره-وری قابل توجهی همراه است. یک وسیله نقلیه الکتریکی معمولاً سه برابر ICE قابل مقایسه کارآمد است. در Case REmap ، سهم برق در کل مصرف نهایی انرژی از حدود 20٪ در سال 2015 به 40٪ در 2050 افزایش می یابد. فن آوری های فعال مانند EVS موفقیت بسیاری را در کارخانه های تولید باتری در مقیاس GW در چین، ایالات متحده و جاهای دیگر دیده‌اند. [55]. برای تسهیل ادغام VRE و اطمینان از انعطاف پذیری کافی در عملکرد سیستم برق، این نوع اتصال بخش به شارژ هوشمند و شبکه های هوشمند نیاز دارد. پمپ های حرارتی می توانند نقش مشابهی برای ساختمان‌ها داشته باشند. در نهایت، برق به دلیل سهم بیشتری از انرژی تجدیدپذیر در تولید برق (که با بازده 100٪ محاسبه می شود) و راندمان بالاتر مصرف نهایی انرژی، رشد تقاضای انرژی نهایی و اولیه را کند می‌کند.

در تجزیه و تحلیل IRENA ، کاهش کربن بلند پروازانه می تواند سهم الکتریسیته در کل بخش حمل و نقل را از کمی بیش از 1٪ در سال 2015 به 33٪ در سال 2050 افزایش دهد ، که 85٪ آن قابل تجدید است ، با بیش از یک میلیارد وسیله نقلیه الکتریکی در جاده ، که معادل کل ناوگان وسایل نقلیه مسافری امروز است. با افزایش 10 برابری واحدهای پمپ حرارتی برقی (به بیش از 250 میلیون) و فن آوری های پخت و پز الکتریکی، سهم ساخت برق می تواند تا سال 2050 به حدود 56 درصد برسد. با افزایش 80 برابری واحدهای پمپ حرارتی الکتریکی به بیش از 80 میلیون واحد ، که حدود 7٪ تقاضای جهانی گرما را تأمین می کند ، سهم صنعت برق می تواند در سال 2050 تحت REMap Case IRENA به حدود 42٪ برسد. تا 20٪ از بهبودهای شدت انرژی را می

توان به افزایش استفاده از انرژی های تجدیدپذیر نسبت داد (شکل 10).



شکل 10: شدت انرژی بر اساس فاکتور Reference Case and Remap، در سال 2050.

نیروگاه های آبی، PV خورشیدی و باد با کارایی 100٪ تولید می شوند. وقتی این انرژی های تجدیدپذیر با 25 درصد بازده 60 درصد جایگزین تولید انرژی سوخت فسیلی می شوند ، بازده بهبود می یابد. همچنین سود خالص بهره وری از طریق سیستم های گرمایش خورشیدی با بهره وری 100٪ و برخی از دیگهای بخار و کوره های سوخت زیستی ایجاد می شود که کارآیی بیشتری نسبت به معادل های سوخت فسیلی دارند. سرانجام ، برق رسانی با انرژی تجدیدپذیر 24٪ دیگر از بهره وری انرژی را به خود اختصاص می دهد. در کل 20-44٪ از بهبود شدت انرژی را می توان به تجدیدپذیرها نسبت داد. با این حال، می توان بحث کرد که آیا این باید به بهره وری یا تجدیدپذیر نسبت داده شود، زیرا فن‌آوری‌هایی که در این گروه قرار می گیرند مزایایی برای هر دو طرف دارند. به عنوان مثال پمپ حرارتی یا وسیله نقلیه الکتریکی بسیار کارآمدتر از دستگاه انرژی است که برای ارائه خدمات مشابه از سوخت های فسیلی استفاده می‌کند. به شرطی که این فن آوری های مبتنی بر برق از طریق انرژی تجدیدپذیر تأمین شوند، سهم انرژی تجدیدپذیر را هم در بخش برق و هم در بخشهایی که به آنها تعلق دارند، گرمایش یا حمل و نقل افزایش می دهند.

11. نوآوری و تحقیق و توسعه برای امکان انتقال انرژی

طبق تجزیه و تحلیل REmap ، حدود یک سوم کل انرژی اولیه هنوز در سال 2050 از منابع غیر تجدیدپذیر انرژی

تأمین می شود. برای این برنامه ها ، راه حل ها یا هنوز در مقیاس در دسترس نیستند یا هزینه های آنها بسیار زیاد است. بنابراین، هنوز چالش‌های عمده فناوری برای تکمیل انتقال به یک منبع انرژی وجود دارد که بر اساس انرژی های تجدید پذیر تا اواسط قرن ساخته شده است. نوآوری در طول تاریخ در صندلی محرک این انتقال بوده و خواهد بود. دو گام مهم بعدی برای فعال کردن این امر وجود دارد:

الف: برای آن دسته از برنامه‌هایی که راه‌حل‌های فناوری وجود دارد، گام مهم بعدی این است که چارچوب‌هایی را برای افزایش کارایی آنها مورد نیاز است .

ب: برای برنامه هایی که امروزه راه حل ها یا در مراحل اولیه تجاری‌سازی هستند یا وجود ندارند، گام بعدی پرورش نوآوری در فناوری، همراه با امکان سیاست گذاری، اقدامات اجتماعی و مالی است تا بتواند به سرعت فن آوری های نوظهور پاک را به بازار بیاورد [15 ، 16].

پیشرفت های فناوری می تواند در پرونده های ثبت اختراع منعکس شود، بنابراین IRENA برای ردیابی آنها پایگاه داده-ای از استانداردها و اختراع ثبت شده بین المللی در انرژی های تجدید پذیر (INSPIRE) ایجاد کرده است. الگوهای ثبت اختراع با گذشت زمان، دیدگاه های جالبی راجع به اینکه فناوری های انرژی تجدیدپذیر به کجا هدایت می شوند، ارائه می‌دهند. داده ها به عنوان مثال تغییر تدریجی فعالیت اختراع ثبت شده طی سالهای اخیر، به دور از سمت عرضه به اتصال بخش را نشان می‌دهد. بخشهایی که مهمترین چالشها را دارند بخشهای صنعت پر انرژی از جمله ساخت آهن و فولاد، مواد شیمیایی و پتروشیمی و سیمان هستند. همچنین شامل حمل و نقل باری جاده‌ای، حمل و نقل هوایی و هواپیمایی می شود. اینها همه بخشهای استفاده نهایی هستند که رسیدگی به چالش نوآوری برای بهبود فن آوری های موجود، توسعه موفقیت ها و تغییرات عمده ضروری است.

برای تلفیق فناوری‌ها به زیرساخت ها نیاز است. این زیرساخت‌ها شامل شبکه های شارژ هوشمند برای وسایل نقلیه الکتریکی است; مانند اتصالات برق مرزی با تلفات کم خطوط انتقال ولتاژ فوق العاده بالا برای ارسال مقادیر عظیم انرژی از مناطقی که باد یا خورشید زیادی دارند به مراکز تقاضا; شبکه‌های گرمایش منطقه ای؛ و استراتژی‌های مدیریت مواد اولیه زیست توده. بدون این زیرساخت‌ها، تجاری‌سازی و استقرار گسترده فناوری‌های کم‌کربن برای انتقال انرژی به موقع اتفاق نمی‌افتد. اتصال کاربردهای مختلف انرژی همچنین فرصت هایی را برای ادغام فناوری های پاک ایجاد می‌کند. به عنوان مثال بخشهای نیرو و حمل و نقل از طریق وسایل نقلیه الکتریکی است. امروزه، خصوصاً فرصتهای جالب در تقاطع ICT و فناوری انرژی و همچنین در زمینه مواد جدید با کارایی بالا، فرمولاسیون جدید باتری و سایر چالشهای علم مواد وجود دارد [14]. مدل های جدید تجاری در حال ظهور هستند، به ویژه در بازارهای برق. این شامل نیروگاه های برق مجازی، جمع کننده های خدمات ذخیره برق است. آنها باید با طراحی های جدید بازار با زمان دقیق تر و مکان استفاده از قیمت گذاری دقیق تر برای مصرف-کنندگان، روش های عملیاتی جدید و فن‌آوری‌های جدید شبکه هوشمند ترکیب شوند (شکل 6). حدود سی نوع نوآوری شناسایی شده است که چندین صد مورد گسسته را پوشش می‌دهد. موفق‌ترین موارد معمولاً چندین نوآوری را به طور هم زمان به کار می گیرند.

در نهایت مزایای انتقال انرژی بسیار بیشتر از هزینه خواهد بود، اما بازارهای امروزی به نفع دولتهای فعلی به شدت تحریف شده‌اند. این انتقال به ایجاد سیگنالهای سیاستی مناسب بستگی دارد. این شامل حذف تحریفات بازار است اما همچنین پشتیبانی از نوآوری و فناوری را تقویت می کند. برای آن دسته از بخشهای استفاده نهایی که از نظر تجاری هیچ راه حل مشخصی برای فناوری وجود ندارد ، تلاش برای تحقیقات و مهندسی علوم پایه ضروری است. نوآوری به بودجه

نیاز دارد. و طی هفت سال گذشته ، سرمایه گذاری دولت و شرکتها در تحقیق و توسعه فناوری انرژی پاک (تحقیق و توسعه) راکد بوده است. در حالی که حجم سرمایه گذاری برای انرژی های تجدیدپذیر به حدود 300 میلیارد دلار در سال رسیده است ، هزینه های تحقیق و توسعه برای انرژی پاک به 10 میلیارد دلار در سال می رسد. سهم سرمایه گذاری تحقیق و توسعه 3٪ بسیار کمتر از سایر بخشهای نوآورانه مانند ICT و تولید وسایل نقلیه است. تلاش های R&D اضافی منجر به راه حل های اضافی فن آوری کم کربن می شود ، باعث کاهش بیشتر فناوری های هزینه ها و در نتیجه کاهش هزینه های کلی انتقال انرژی می شود. امروزه بیشتر سرمایه گذاریهای تحقیق و توسعه به بخشهای انرژی (مانند خورشیدی و بادی) وارد می شود تا فناوریهای استفاده نهایی مانند انرژی زیستی و حرارتی خورشیدی ، که فوریت آنها بیشتر است.

انتقال انرژی نیاز به یک رویکرد نوآوری جامع متناسب با نیازهای هر یک از انرژی‌های تجدیدپذیر و فناوری بهره‌وری انرژی دارد، زیرا طیف گسترده ای از رویکردها در تمام بخشهای سیستم انرژی مورد نیاز خواهد بود. در حالی که هدف از افزایش سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه برای فناوری‌های کم‌کربن از مزایای انتقال انرژی است، می‌توان به نظارت و بررسی اینکه این سرمایه‌گذاری‌ها تأثیر مطلوبی دارند و بودجه ها و اولویت‌های تحقیق و توسعه تحت تأثیر قرار می گیرند، توجه بیشتری کرد.

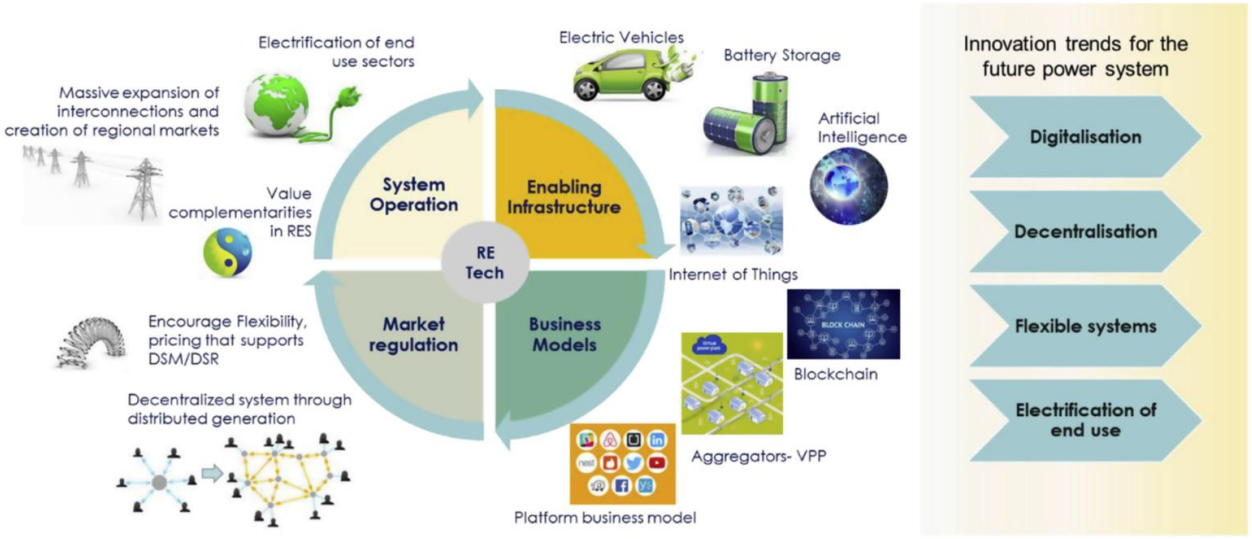
در حالی که بسیاری از راه‌حل‌های نوآورانه در مقیاس آزمایشگاهی یا آزمایشی وجود دارد، ارتقا سطح عالی از راه-حل‌های مناسب اقتصادی اغلب هنوز یک چالش است. دولت-ها در مراحل اولیه این انتقال نقش مهمی دارند زیرا این راه-حل‌ها برای رسیدن به مقیاس و کاهش منحنی هزینه یادگیری تلاش می‌کنند. علاوه بر این، چالش نوآوری فراتر از تحقیق و توسعه انرژی سنتی دولت است. بخشهایی که کمترین پیشرفت را در زمینه کربن‌زدایی نوآوری دارند، مانند صنایع سنگین و همچنین حمل و نقل کالا و حمل و نقل هوایی، بخشهایی هستند که مشوق‌های سیاسی مناسب و چشم اندازهای بلند مدت ندارند. این چالش تنها با افزایش سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه قابل حل نیست. نوآوری همچنین بازنگری اساسی در فرآیندهای تولید و فن‌آوری‌های انرژی مورد نیاز برای انتقال انرژی را در پی دارد. در حالی که راه‌حل‌های اضافی مانند استفاده از CCS برای انتشار الایندهای دودزا وجود دارد، این روش ها در زمینه کاربرد محدود هستند و در آینده قابل پیش‌بینی هزینه‌های انتقال انرژی را افزایش می دهند.

12. بررسی نتایج

تعداد فزاینده‌ای از شاخص ها به یک انتقال سریع انرژی اشاره دارد که می تواند پیامدهای عمیقی در عرضه و تقاضای انرژی در دهه‌های آینده داشته باشد. همانطور که تجزیه و تحلیل نشان می دهد، نوآوری سریعی در حال انجام است که انتقال مداوم از طریق کاهش هزینه های فن آوری های تجدید پذیر و همچنین امکان استفاده از فن‌آوری‌هایی مانند باتری را تسهیل می‌کند. همراه با الزامات سیاست جدید، نوآوری حرکت انتقال انرژی را تقویت می‌کند. از آنجا که پیشرفت های فناوری دائمی هستند، خطر بی‌ثباتی سیاست ها را کاهش می‌دهند. پیشرفت برای فناوری خورشیدی و بادی نمونه بارزی است که می‌تواند از طریق سیاستگذاری فناوری در آینده به یک سمت خاص هدایت شود.

همانطور که این مقاله نشان می‌دهد ، سهم انرژی های تجدیدپذیر می تواند از 15 درصد در سال 2015 به 63 درصد از کل انرژی اولیه در سال 2050 برسد. چنین رشد انرژی های تجدیدپذیر همراه با بهره وری بیشتر انرژی می تواند 94 درصد از میزان انتشار را که برای ماندن در محدوده توافق نامه آب و هوای پاریس لازم است، تأمین کند. در حالی که تعداد مطلق متفاوت است، در مطالعات سناریو اخیر اتفاق

نظر وجود دارد که انرژی تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی عملی ترین جهت برای دستیابی به اهداف آب و هوا است.



شکل 11: نوآوری های سیستم قدرت. منبع: بر اساس [12].

تصمیمات سیاستی برای تسریع در انتقال انرژی باید با توسعه زیرساختهای توانمند سازگار باشد. برنامه‌ریزی زیرساختی در اوایل سال به دلیل تأثیر قفل شدن کربن در اثر طول عمر و اینرسی از اهمیت فوق‌العاده ای برخوردار خواهد بود. برای مسائل زیرساختی نوظهور مانند شارژ هوشمند ماشین های الکتریکی، تقویت کننده‌های شبکه توزیع و نقش تغییر تقاضا و شبکه های هوشمند، توجه بیشتری لازم است. بودجه هم برای ظرفیت تولید انرژی و هم برای زیرساخت‌ها از طریق سیاست های تهیه شده با دقت که یک فضای سرمایه گذاری معتبر، قابل پیش‌بینی و شفاف ایجاد می کند، بسیار مهم خواهد بود. نیاز به بسیج منابع بخش دولتی و خصوصی و ایجاد مدلهای نوین تأمین مالی است که می تواند خطرات سرمایه گذاری را کاهش دهد.

با این حال، سرعت انتقال انرژی با اهداف توسعه پایدار مورد توافق متناسب نیست. مطالعات سناریو نشان می‌دهد که به ویژه برای انرژی های تجدیدپذیر تلاش بیشتری لازم است.

در مقایسه با تجارت به طور معمول، شتاب شش برابر برای رشد انرژی های تجدید پذیر لازم است. باد، PV خورشیدی، انرژی زیستی مدرن و حرارت خورشیدی می‌توانند بخش عمده ای از رشد انرژی‌های تجدیدپذیر را در سمت تأمین داشته باشند. راندمان انرژی بیشتر موجب تقاضای رشد می-شود و بنابراین حدود یک چهارم به رشد کلی سهم تجدیدپذیر در کل مصرف نهایی انرژی کمک می‌کند. در همان زمان 20-44٪ از بهبود شدت انرژی را می توان به رشد انرژی‌های تجدیدپذیر نسبت داد. این اعداد نشان می‌دهد که هم‌افزایی مهمی بین بهره‌وری بیشتر انرژی و سهم بیشتری از انرژی های تجدیدپذیر وجود دارد، بنابراین هر دو راه حل باید به طور مشترک دنبال شوند.

نیروی تجدیدپذیر 58٪ کل استقرار تجدیدپذیرها را در سال 2050 تشکیل می دهد. انرژی تجدیدپذیر متغیر 60٪ کل تولید برق را تشکیل می‌دهد، در حالی که امروز حدود 10٪ است. چنین سهم بالایی از تولید متغیر تولید انرژی

تجدیدپذیر نیاز به تغییر پارادایم در بخش برق دارد. بهترین روش در کشورهای پیشرو نشان می دهد که چنین سیستم هایی می توانند با موفقیت کار کنند، اگرچه تغییراتی لازم است. انعطاف‌پذیری سیستم مورد نیاز تنها از طریق یک رویکرد سیستمی قابل تحرک است که انواع نوآوری‌ها را بسیج می کند. نوآوری در فناوری باید با طراحی های جدید بازار و مدل های تجاری که بر اساس ویژگی‌های فن آوری جدید ساخته شده اند، ترکیب شود.

13. مراجع

[1] United Nations Department of Economic and Social Affairs (UN DESA), Sustainable Development Goal 7: Ensure Access to Affordable, Reliable, Sustainable and Modern Energy for All, UN DESA, New York, NY, 2017https:// sustainabledevelopment.un.org/sdg7.

[۲] K. Riahi, F. Dentener, D. Gielen, A. Grubler, J. Jewell, Z. Klimont, V. Krey, D. McCollum, S. Pachauri, S. Rao, B. van Ruijven, D. van Vuuren, C. Wilson, Global Energy Assessment Chapter 17: Energy Pathways for Sustainable Development, Cambridge University press, 2012, http://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/10065/1/ GEA%20Chapter%2017%20Energy%20Pathways% 20for%20Sustainable %20Development.pdf.

[3] M. Howells, S. Hermann, M. Welsch, M. Bazilian, R. Segerström, T. Alfstad, D. Gielen, H. Rogner, G. Fischer, H. Velthuizen, D. Wiberg, C. Young, A. Roehrl, A. Mueller, P. Steduto, I. Ramma, Integrated analysis of climate change, land-use, energy and water strategies, Nat. Clim. Change 3 (July) (2013) 622–626.

[4] IRENA and International Energy Agency (IEA), Perspectives for the Energy Transition – Investment Needs for a Low-Carbon Energy System, IRENA & Paris: IEA, Abu Dhabi, 2017http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publ ications/ Perspectives_for_the_Energy_Transition_2017.pdf.

پتانسیل این انتقال انرژی هنوز توسط بسیاری از تصمیم-گیرندگان و تحلیل‌گران کاملاً ارزیابی نشده است. با این وجود برای دستیابی به بسیاری از اهداف توسعه پایدار حیاتی است و چشم‌انداز رشد عادلانه و منصفانه‌ای را ارائه می‌دهد که منجر به 27 تریلیون دلار سرمایه گذاری اضافی تا سال 2050 ، 1٪ تولید ناخالص داخلی بیشتر، 0.15٪ شغل بیشتر و مزایای زیست محیطی که باعث جلوگیری از افزایش هزینه می شود. هزینه افزایش یافته مزایای اقتصادی _ اجتماعی قابل توجه است و منطقی قوی برای سیاست ارائه می‌دهد.

[5] G. Dolf, B. Francisco, “The role of renewable energy in the global energy transformation”, Energy Strategy”, Energy Strategy Reviews,Volume 24, April 2019, Pages 38-50.

IRENA, 30 Years of Policies for Wind Energy: Lessons from 12 Wind Energy Markets, IRENA, Abu Dhabi, 2013http://www.irena.org/menu/index.aspx?mnu= Subcat&PriMenuID=36&CatID=141&SubcatID=281 .

[6] C. Allen, G. Metternicht, T. Wiedmann, National pathways to the Sustainable Development Goals (SDGs): a comparative review of scenario modelling tools, Environ. Sci. Policy 66 (2016) 129–207, https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.09.

[7 IRENA, Global Energy Transformation. A Roadmap to 2050, IRENA, Abu Dhabi, 2018.

[8] IRENA, Renewable Energy Prospects for the Russian Federation, IRENA, Abu Dhabi, 2017https://www.irena.org/- /media/Files/IRENA/Agency/Publication/2017/ Apr/IRENA_REmap_Russia_paper_2017.pdf.

[9] Power Technology, Is Russia Finally Ready to Embrace Renewable Energy? (5 December 2018) https://www.power-technology.com/features/russia-renewableenergy/.

[10] D. Saygin, M. Hoffman, P. Godron, How Turkey Can Ensure A Successful Energy Transition, Center for American Progress, Washington, DC, 2018

[11] D.L. McCollum, et al., Connecting the Sustainable Development Goals by Their Energy

Inter-linkages, International Institute for Applied System Analysis (IIASA), Laxenburg, 2017http://pure.iiasa.ac.at/14567/1/WP-17-006.pdf.

[12] F.F. Nerini, et al., Mapping synergies and trade-offs between energy and the sustainable development goals, Nat. Energy 1 (2017) 2058–7546, https://doi.org/10. 1038/s41560-017-0036-5.

[13] M. Nilsson, D. Griggs, M. Visbeck, Map the interactions between sustainable development goals, Nature 534 (2016) 320–322, https://doi.org/10.1038/534320a.

[14] K.J. Bowen, et al., Implementing the "Sustainable Development Goals": towards addressing three key governance challenges – collective action, trade-offs, and accountability, Curr. Opin. Environ. Sustain. 26–27 (2016) 90–96, https://doi.org/10. 1016/j.cosust.2017.05.002.

[15] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, Geneva, 2014 [Core Writing Team, Pachauri P.K. and Meyer, L.A.] https://www. ipcc.ch/report/ar5/syr/.

[16] IRENA, The Power to Change: Solar and Wind Cost Reduction Potential to 2025, IRENA, Abu Dhabi, 2016http://www.irena.org/menu/?mnu=Subcat& PriMenuID=36&CatID=141&SubcatID=2733.

[10] IRENA, Renewable Capacity Statistics, IRENA, Abu Dhabi, 2017http://www.irena. org/menu/index.aspx?mnu=Subcat&PriMenuID=36& CatID=141&SubcatID= 3831.

[17] IEA, IEA Finds CO2 Emissions Flat for Third Straight Year Even as Global Economy Grew in 2016. 17 March, OECD/IEA, Paris, 2017https://www.iea.org/newsroom/ news/2017/march/iea-finds-co2-emissions-flat-for-third-straight-year-even-asglobal-economy-grew.html.

[18] سند توسعه پایدار سازمان حفاظت محیط زیست،1395

[19] شماره روزنامه ۵۸۱۹، پنجشنبه ۱۶ شهریور۱۴۰۲، https://donya-e-eqtesad.com

[20] رحیمی، آزاد، " تولید و نیروگاه: ، ۱۳۹۹، صفحه3

KNO-1002-4004

کاربرد کنترل کننده عاطفی BELBIC در ژنراتورهای دو سو تغذیه DFIG نیروگاه های بادی

امرالله قیصری(آتش آب پرور)
کارشناسی ارشد مهندسی برق گرایش کنترل-دانشگاه آزاد اسلامی ایذه
Amrollahgheisari1982@gmail.com

چکیده :

تغییرات توان خروجی بر اثر تغییرات سرعت باد را می توان به عنوان مشکل اصلی توربین‌های بادی مطرح نمود و از این رو کنترل فرکانس در مولدهای بادی بسیار اهمیت دارد. هدف از پژوهش حاضر کاربرد کنترل کننده عاطفی *BELBIC* در ژنراتورهای دو سو تغذیه *DFIG* نیروگاه های بادی می باشد. روش مورد استفاده در این پژوهش، استفاده از کنترل کننده عاطفی برای *STATCOM* و باتری در یک ژنراتور القایی سه فاز دو سیم پیچه ایزوله به منظور کنترل ولتاژ و استخراج ماکزیمم توان مبتنی بر *DFIG* می باشد. سیستم های تک ناحیه ای در سه حالت بدون کنترل کننده، کنترل کننده تنظیم شده تناسبی- انتگرالی- مشتق گیر و کنترل کننده مبتنی بر هوش عاطفی مورد بررسی قرار می گیرد. نتایج به دست آمده نشان خواهد داد که در حالتی که از کنترل کننده پیشنهادی استفاده شود، توربین‌ها انحراف فرکانسی به مراتب کوچکتری نسبت به حالت بدون کنترل و حتی تناسبی- انتگرالی- مشتق گیر نیز دارد و محدوده انحراف از فرکانس 50 هرتز، کمتر از 0/001 است که نشان از قدرت بالای کنترل کننده پیشنهادی می باشد.

کلید واژه‌ها: توربین‌های بادی،ژنراتور*DFIG*،جبران کننده سنکرون استاتیکی*STATCOM*،کنترل کننده عاطفی*BELBIC*

1-مقدمه

بشر با نگاهی دوباره به خورشید، باد و سایر منابع طبیعی پاک و لایزال، سعی نموده است که وابستگی خود به منابع فسیلی را تا حد امکان کم و کمتر نماید. یکی از ارزان‌ترین و سهل الوصول ترین آنها انرژی باد است (Jacobson and Delucchi, 2011). بررسی میزان استفاده از این انرژی در سال‌های اخیر به خوبی گویای اهمیت و جایگاه آن در تامین انرژی در سطح جهان می باشد. برای تبدیل انرژی باد به انرژی الکتریکی روش های مختلفی به کار رفته است که معمول ترین آن ها استفاده از ژنراتور القایی می باشد. ژنراتور القایی با تغذیه دوگانه (DFIG)از مبدل‌های پشت به پشت VSC استفاده می کنند. که بین سیم پیچ های روتور و استاتور متصل شده اند.این ساختار اجازه می دهد که هم مبدل های سمت روتور و هم مبدل های سمت منبع، قدرت کنترل توان راکتیو را داشته باشند. در DFIG، همچنین سرعت ماشین را نیز می توان کنترل نمود تا قابلیت دنبال کردن ماکزیمم توان (MPPT)[11] یا تنظیم توان حقیقی خروجی وجود داشته باشد (Zhang et al., 2012).

DFIG، پرکاربردترین ژنراتور برای استفاده در توربین های بادی است (Yang et al., 2012). مبدل های الکترونیک قدرت می توانند مشخصه های ژنراتور مثل سرعت و توان راکتیو را کنترل کنند. این ساختار اجازه می دهد که از عملکرد سرعت متغیر برای دنبال کردن نقطه ماکزیمم توان استفاده شود. در این سیستم استاتور به طور مستقیم به شبکه متصل می‌گردد و روتور از طریق جاروبک و Slip rings به مبدل الکترونیک قدرت متصل می شود ژنراتور القایی روتور سیم‌پیچی شده دارای سیم‌پیچی سه فاز روی روتور و استاتور است. ترمینال این دو سیم‌پیچ روتور و استاتور به منبع انرژی متصل هستند، از این‌رو به عنوان ژنراتورهای القائی از دو سو تغذیه و یا ژنراتور القائی با دو خروجی (DOIG)[12]شناخته می‌شوند (European Wind Energy

[11] Maximum Power Point Tracking

[12]Double OutPut Induction Generator

(Association, 2012. قابلیت کنترل سرعت ژنراتور و همچنین ضریب توان قابل کنترل، باعث بهبود بازدهی و پایداری ژنراتور می شود. همچنین، این ژنراتور قابلیت کنترل توان های اکتیو و راکتیو را دارد، درحالی که مبدل سمت منبع، ولتاژ لینک dc را ثابت نگه می دارد (Zhang et al., 2012).

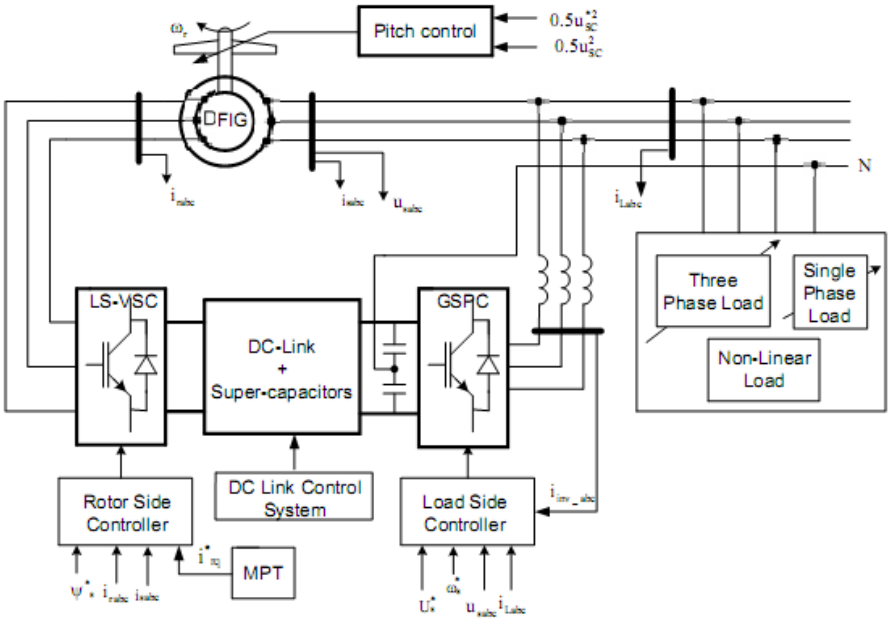
توربین بادی سرعت متغیر با ژنراتور DFIG، می تواند با استفاده از مبدل پشت به پشت در روتور، کنترل ولتاژ و فرکانس را انجام دهد. که در این نوع ژنراتور ها ممکن است در مواجهه با افت ولتاژ، دچار مشکلاتی شوند، زیرا افت ولتاژ باعث ایجاد ولتاژها و جریان های بزرگی در مدار روتور می شوند و ممکن است مبدل قدرت دچار آسیب شود. تکنولوژی DFIG، بیشترین انرژی را از سرعت های کم باد دریافت می کند و فشارهای مکانیکی را بر توربین به حداقل می رساند (Chhabra and Joshi, 2015). مزیت دیگر تکنولوژی DFIG، توانایی مبدل های الکترونیک قدرت در تولید یا جذب توان راکتیو است، بنابراین، دیگر نیازی به نصب بانک های خازنی وجود ندارد (Chitti and Mohanty, 2010).

سیستم های قدرت به ویژه بادی برای تامین بارها در مناطق دورافتاده در حال گسترش می باشند. توربین های بادی با ژنراتور DFIG، مطلوب ترین گزینه برای این کاربرد هستند (Shukla and Tripathi, 2015). در DFIG، قدرت مبدل های الکترونیک قدرت کاهش داده می شود و انعطاف پذیری در کنترل توان تولید شده را فراهم می کند تا با توان مورد تقاضای بار مطابقت داشته باشد و بیشترین توان خروجی را از توربین به دست می آورد (Trifkovic et al., 2014; Zhang 2016). با این حال، طرح های کنترلی DFIG به دلیل کاهش قابلیت در طول کمبود ولتاژ، مشکلاتی را تحمل می کنند. در Sitti و همکاران (2015) یک مبدل کمکی برای حذف نوسانات شار استاتور استفاده شده است. استفاده از یک مبدل کمکی در Reigosa و همکاران (2014) نیز پیشنهاد شده است، ولی در اینجا برای بهبود قابلیت تحمل کمبود ولتاژها مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

توان خروجی DFIG متغیر است و ممکن است برای تامین توان مورد تقاضای بار کافی نباشد. علاوه بر این، در طول حالات گذرا به ویژه وقتی که بارهای بزرگ به طور ناگهانی وصل می شوند، سیستم کند کنترل DFIG قادر به تامین توان گذرا نیست و در نتیجه ولتاژ و فرکانس مزرعه انحراف زیادی را متحمل می شوند. بنابراین، افزودن یک سیستم ذخیره انرژی با پاسخ سریع به سیستم کنترلی DFIG، یک نقش مهم در بهبود کیفیت دینامیک گذرای سیستم و کیفیت توان تغذیه شده به بار خواهد داشت(Surinkaew and Ngamroo, 2014) . سیستم ذخیره انرژی خازن های بزرگ (Super Capacitor)، قادر به تامین توان زیاد و آزاد کردن میزان زیادی از انرژی در زمان کوتاهی است، با این حال، این سیستم در مقایسه با باتری ها کوچکتر هستند.

سیستم های ایزوله معمولا باید توان انواع مختلف بارها اعم از خطی، غیر خطی، تکفاز، متعادل و نامتعادل را تامین کند (Hu et al., 2014). بنابراین، هارمونیک های جریان بارهای غیر خطی و نامتعادل، باعث افزایش تلفات حرارتی داخلی می شوند و باعث تولید ناخواسته ارتعاشات گشتاور می شوند که باعث افزایش فشارهای مکانیکی سیستم می شود. در Ellabban و همکاران (2014)، مبدل سمت بار DFIG استفاده شده است تا مثل یک فیلتر توان اکتیو عمل بکند.

شکل (1) طرح سیستم DFIG را در حالت جدا از شبکه نشان می دهد. این سیستم شامل DFIG، زاویه گام متغیر توربین، لینک DC با سیستم ذخیره انرژی (خازن های بزرگ) و دو مبدل با سطوح مختلف ولتاژ است. سطح ولتاژ DC در سمت شبکه (بار) طوری انتخاب می شود که با ولتاژ نامی نقطه اتصال مشترک (PCC) مطابقت داشته باشد، در حالیکه ولتاژ DC مبدل سمت روتور باید با ولتاژ روتور DFIG مطابق باشد. هدف، عدم نیاز به ترانسفورماتورهای قدرت بین مبدل ها و سمت AC ژنراتور DFIG است (Ellabban et al., 2014).



شکل (1): سیستم DFIG در حالت جدا از شبکه

ا ستفاده از جبران سازهای ا ستاتیکی توان راکتیو(SVC) به دلیل سرعت پاسخ سریع و کنترل پیوسته توان کاربرد زیادی دارد (Chanandl and Loi, 2011). در ژنراتور های منفصل بدلیل کمبود یا اضافه بودن توان اکتیو و راکتیو در ولتاژ و فرکانس، آشفتگی بوجود می آید. در مراجع Bhtti و همکاران (2012)؛Movahednasab و همکاران (2015) ا ستفاده از D-STATCOM، تزریق یا مصرف توان راکتیو، کنترل پروفیل ولتاژ باسی که ژنراتور به آن متصل است،انجام شده است.

تامین توان راکتیو ژنراتور القایی بدون استفاده از خازن موازی با ژنراتور، در Yattana and Watcharrin (2015) مورد بررسی قرار گرفته است. انرژی اولیه مورد نیاز برای تحریک ژنراتور توسط باتری موجود در اینورتر سه فاز تامین می گردد. پس از تولید ولتاژ خروجی، خازن لینک dc شارژ شده و توان راکتیو مورد نیاز بار را تامین می کند. همچنین کنترل ولتاژ خازن لینک dc اینورتر (D-STATCOM) با تکنیک کلیدزنی SVM با استفاده از کنترل کننده PIصورت گرفته است.

از طرف دیگر در Yattana and Watcharrin (2015) برای تامین توان راکتیو مورد نیاز ژنراتورالقایی قفس منفصل از شبکه از یک اینورتر سه فاز شش سوییچه با یک خازن لینک DC(STATCOM) ا ستفاده می گردد.در این تحقیق پیشنهاد می شود بجای اینورتر شش سوییچه از اینورتر چهار سوییچه برای تامین توان راکتیو مورد نیاز ژنراتور القایی قفسی استفاده گردد. در [19] یک ژنراتور القایی ، با دو سیم پیچی ا ستاتور ساخته شده ا ست که به صورت ایزوله از شبکه فعالیت می کند. در این ژنراتور در شیارهای استاتور ، دو دسته سیم پیچی جا سازی شده ا ست. یکی از سیم پیچی ها، تحت عنوان سیم پیچی قدرت دوازده فاز نام گذاری شده است، که از طریق یک یکسوساز پل دوازده فاز ، توان بار DC را تأمین می کند. سیم پیچی دیگر ، سیم پیچی تحریک سه فاز نام دارد که به یک رگولاتور تحریک ا ستاتیک۱ از نوع منبع ولتاژ با مدولاسیون پهنای پالس۱ متصل شده است. در [20]، یک مدل d-q ی ساده از یک SEIG چند فاز (شش فاز) نشان داده شده است.

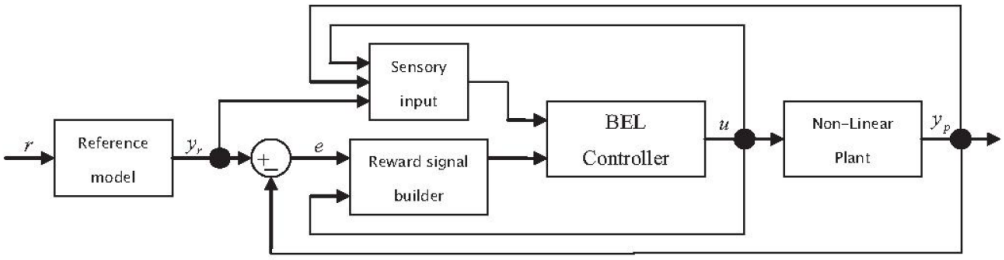
نحوه انتخاب خازن مورد نیاز برای موازی کردن با خروجی ژنراتور در مراجع Jafari و همکاران (2015)؛ Tiwariandj and Diwedi (2012) آمده است. در اغلب موارد خازنهای ثابت قادر به تامین مقدار کافی توان راکتیو نمی باشند. به همین خاطر از خازنهای ثابت و سوییچی ا ستفاده می شود. در ابتدا خازنهای سوییچی در حداقل مقدار خود در مدار حضور دارند. سپس توسط بلوکهای کنترل توان در صورت لزوم وارد مدار می شوند.استفاده از جبران سازهای استاتیکی توان راکتیو(SVC) به دلیل سرعت پاسخ سریع و کنترل پیوسته توان کاربرد زیادی دارد (Movahednasab et al., 2008). در ژنراتور های منفصل

بدلیل کمبود یا اضـــافه بودن توان اکتیو و راکتیو در ولتاژ و فرکانس، آشـــفتگی بوجود می آیـد. در مراجع Movahednasab و همکـاران (2015) با استفاده از D-STATCOM، تزریق یا مصرف توان راکتیو، کنترل پروفیل ولتاژ باســی که ژنراتور به آن متصــل اســت، انجام می گردد. تامین توان راکتیو ژنراتور القایی بدون اسـتفاده از خازن موازی با ژنراتور، در مرجع Yattana and Watcharrin (2014) مورد برر سی قرار گرفته اســت. انرژی اولیه مورد نیاز برای تحریک ژنراتور توســط باتری موجود در اینورتر ســـه فاز تامین می گردد. پس از تولید ولتاژ خروجی، خازن لینک dc شارژ شده و توان راکتیو مورد نیاز بار را تامین می کنـد. همچنین کنترل ولتـاژ خـازن لینـک dc اینورتر (D-STATCOM) با تکنیک کلیدزنی SVM با استفاده از کنترل کننده PI صورت گرفته است.

پدیده هایی نظیر کمبود ولتاژ و یا ناپایداری ولتاژ، از پدیده هایی هستند که به وفور در بارها و شبکه های صنعتی رخ می دهند. از اینرو با توجه به فراوانی موتورهای الکتریکی القایی در رنج توان های مختلف، بررسی رفتار و مشخصه های ماشین القایی بسیار حائز اهمیت می باشد. بنابراین هدف از پژوهش حاضر کاربرد کنترل کننده عاطفی BELBIC در ژنراتورهای دو سو تغذیه DFIG نیروگاه های بادی می باشد.

2 روش تحقیق و شبیه‌سازی روش پیشنهادی

در کنترل کننده هوشمند عاطفی مبتنی بر یادگیری در مغز که در این پژوهش مورد شبیه سازی قرار گرفته، تنظیم پارامترهای کنترل کننده بر اساس مدل محاسباتی آمیگدالا[13] انجام می شود (شکل2).



شکل (2): ساختار کلی کنترل حلقه بسته مبتنی بر هوش عاطفی

بر این اســاس با انتخاب مناســب ســیگنال عاطفی[14] و ســیگنال حسی[15] پرداخته شده است. سیگنال عاطفی بر اساس سیگنال کنترلی u و خطای خروجی محاسبه می گردد. سیگنال حسی نیز از با تعیین دامنه ســیگنال ورودی مرجع و ســیگنال خطای خروجی مشـخص می گردد. مقادیر اولیه کنترل کننده طبق جدول (1) آورده شده است.

جدول (1): مقادیر پارامترهای کنترل کننده

نام پارامتر	مقدار	نام پارامتر	مقدار
k_e	5	$r_{\min}$	0/01
k_i	0.1	$r_{\max}$	-0/01
k_d	2	$e_{\min}$	0/1
k_u	(0,1)	$e_{\max}$	-0/1
α	10^{-6}	V	1
β	10^{-3}	V_{th}, W	-1

13. Amygdala
14 Reward
15 Sensory

بدین ترتیب با درنظر گرفتن مقادیر جدول (1)، در بخش بعدی به شبیه سازی کنترل کننده پیشنهادی، پرداخته شده است.

در ادامه به کمک نرم‌افزار متلب به شبیه‌سازی کنترل کننده مبتنی بر هوش عاطفی در سه حالت، سیستم توربین بادی پرداخته شد. در واقع کنترل فرکانس یک توربین بادی به روش پیشنهادی با استفاده از کنترل مبتنی بر هوش عاطفی انجام می‌شود. برای این منظور، مشخصات توربین بادی و ژنراتور استفاده شده در جداول (2) تا (4) آورده شده است.

جدول (2): پارامترهای مدل ژنراتور

ظرفیت سنکرون	2.2 MW
اینرسی معادل کل	3.11 Mw.s/Hz
ثابت تضعیف	1 MW/Hz
ثابت زمانی گاورنر	0.2 s
ثابت زمانی توربین	0.3 s
ثابت زمانی دوباره گرمکن	12 s
تنظیم سرعت	11 Hz/(p.u MW)
بهره کنترل انتگرالگیر	0.35

جدول (3): پارامترهای مدل توربین بادی

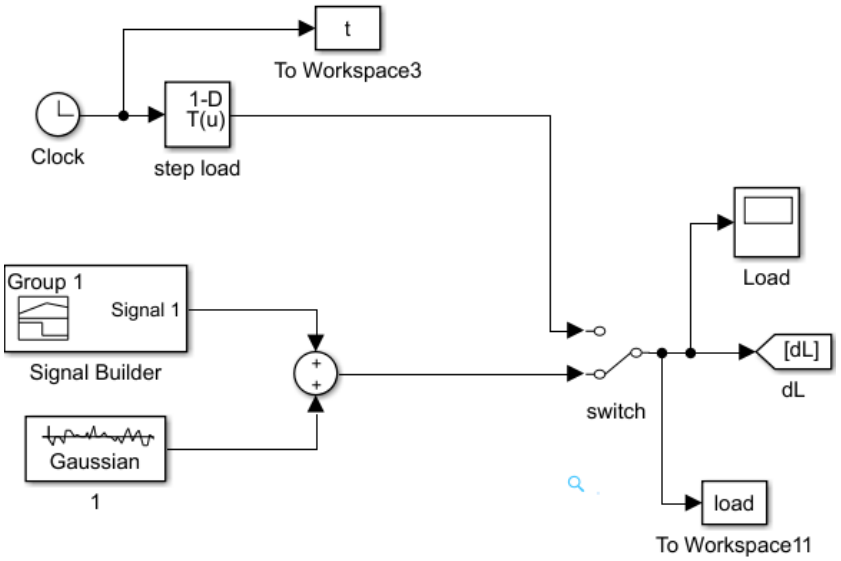
ظرفیت	2 MW
مقاومت استاتور	0.00491 pu
مقاومت روتور	0.00552 pu
راکتانس استاتور	0.09273 pu
راکتانس روتور	0.1 pu
راکتانس مغناطیس شوندگی	3.96595 pu
ثابت اینرسی فشرده	4.5 s
بازده	95%
بهره تناسبی	0.5
بهره انتگرالی	0.5
ظرفیت کل توربین‌ها	19.4 GW
تعداد توربین‌ها	9700

جدول (4): مدل کنترل پاسخ فرکانسی

TW	1 s
Tf	20 s

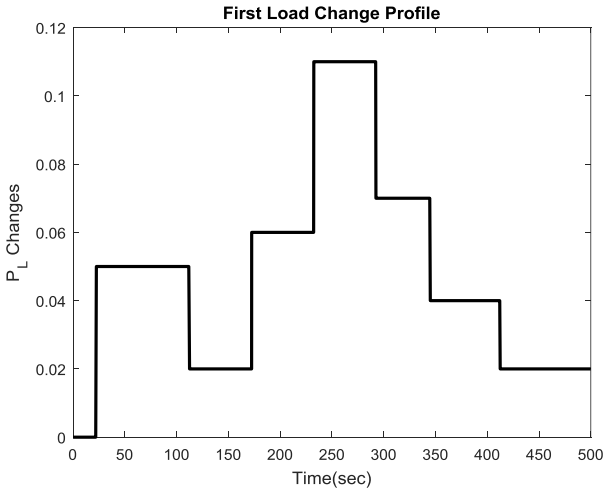
برای هر سه حالت ذکر شده از دو ورودی کنترلی "پله" ورودی آغشته به نویز گاوسی استفاده می‌شود.

بلوک dL ( ) بارگذاری (ورودی کنترلی) را نشان می‌دهد که بلوک دیاگرام مربوط به آن در شکل(3)نشان داده شده است:



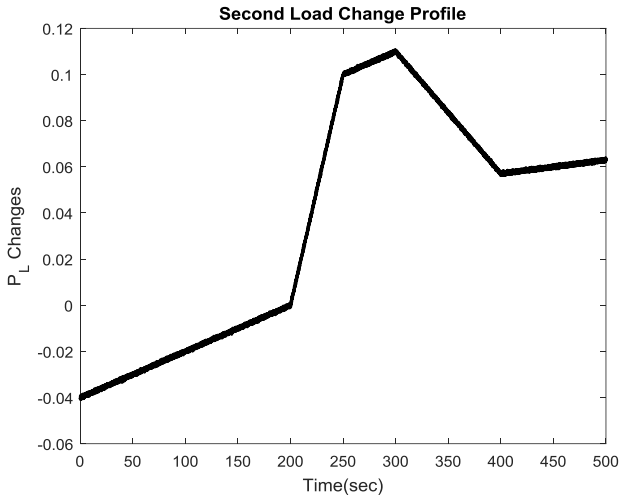
شکل (3): بلوک دیاگرام بارگذاری (ورودی کنترلی) در دو حالت مختلف

همانطورکه در شکل (3) مشاهده می‌شود، کلید switch جهت تعیین نوع بار، مورد استفاده قرار می گیرد. در صورتی که کلید در وضعیت بالا قرار داشته باشند، بار اعمالی، پلکانی خواهد بود. در صورتی که کلید به سمت پایین باشد، بارگذاری نوع تصادفی (همراه نویز گاوسی) خواهد بود. با قرار دادن کلیدها در حالتی که بارگذاری پلکانی فعال باشد، شکل موجی به مانند شکل (4) به سیستم اعمال می‌گردد. البته این بارگذاری یک نوع موج مربعی شکل است که در بازه‌های زمانی مختلف مقادیر متفاوتی را داراست.



شکل (4): پروفایل بارگذاری اول

بارگذاری نوع دوم در شکل (5) نشان داده شده است. مشاهده می‌شود که مقادیر این بارگذاری از مقادیر منفی شروع شده و پس از رسیدن به نقطه اوج مثبت، پس از افت و صعوددر حدود مقدار 0/06 متوقف گردیده است.



شکل (5): پروفایل بارگذاری نوع دوم

با داشتن این اطلاعات، می‌توان به بررسی پاسخ‌های به دست آمده برای هر یک از ورودی‌ها و برای دو حالت ذکر شده پرداخت.

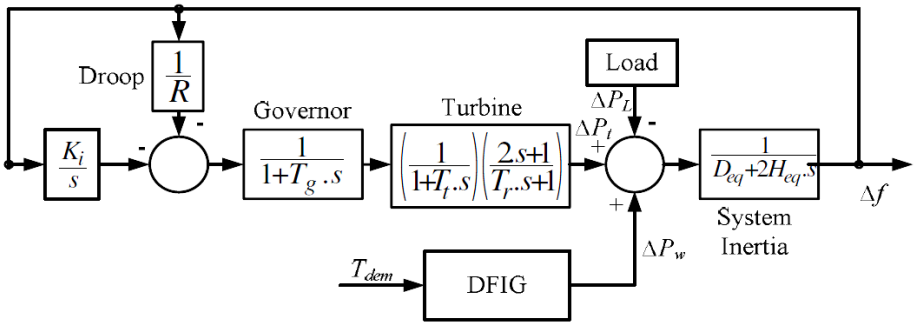
لذا با اعمال این دو نوع ورودی مرجع مطرح شـــده می‌توان به بررسی کنترل کننده پیشنهادی پرداخت.

برای سیستم قدرت، کنترل فرکانس ژنراتور القایی در یک توربین بادی از نوع DFIG در سه حالت انجام می‌شود:

1. بدون کنترل کننده
2. کنترل کننده عصبی- فازی تطبیقی
3. کنترل کننده مبتنی بر هوش عاطفی

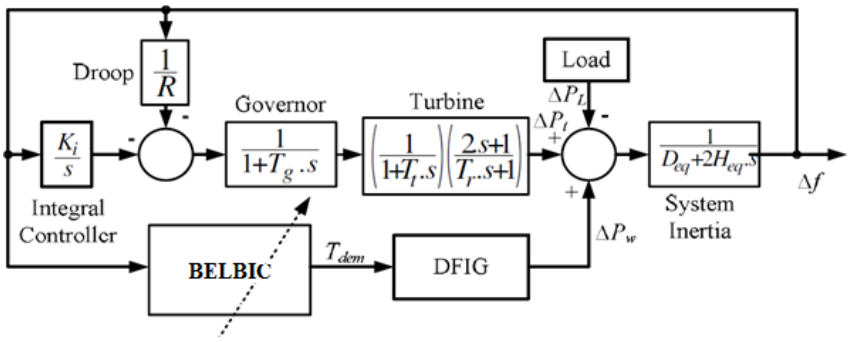
که در ادامه دیاگرام حالات بدون کنترل کننده و با کنترل کننده مبتنی بر هوش عاطفی نمایش داده شده است.

در حالت بدون اســتفاده ازکنترل کننده، کنترل کننده حلقه خارجی مورد اسـتفاده قرار نگرفته اسـت. شـکل (6) بلوک دیاگرام حالت بدون کنترل کننده را نشان می‌دهد:



شکل (6): بلوک دیاگرام سیستم در حالت بدون کنترل کننده

دومین حالت مربوط به کنترل کننده مبتنی بر هوش عاطفی است که بلوک دیاگرام آن در شکل (7)مشاهده می‌گردد:



شکل (7): بلوک دیاگرام سیستم به همراه کنترل کننده مبتنی بر هوش عاطفی

این کنترل کننده مبتنی بر هوش عاطفی می باشد. هدف این کنترل کننده، کاهش تغییرات سیگنال ورودی انحرافات فرکانس به انحرافات ممان وارده برای جبران‌سازی بارهای وارده می‌باشد.

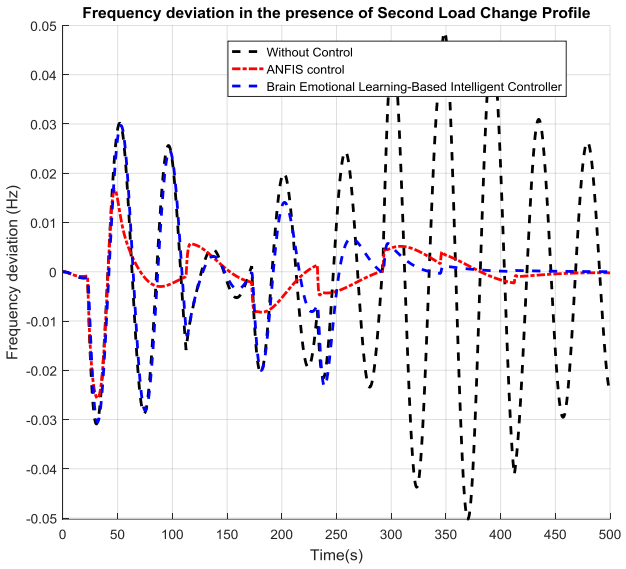
تنظیم مناسب پارامترهای کنترل کننده خصوصا ضرایب سیگنال عاطفی و دامنه تغییرات سیگنال ورودی مرجع و خطا حائز اهمیت است که با درنظر گرفتن حالات مختلف، مقادیر مناسب طبق جدول (1) انتخاب شده است.

3 نتایج و تحلیل نتایج

به منظور بررسی توانایی روش مبتنی بر هوش عاطفی، در دو حالت بدون کنترل کننده و با کنترل کننده پیشنهادی، تغییرات فرکانس در بازه زمانی مشخص مورد بررسی قرار گرفته است. در این بخش به ازای بار پلکانی و دو نوع بار تصادفی، نوسانات فرکانس، تغییرات توان توربین و تغییرات توان باد مورد ارزیابی قرار گرفته است.

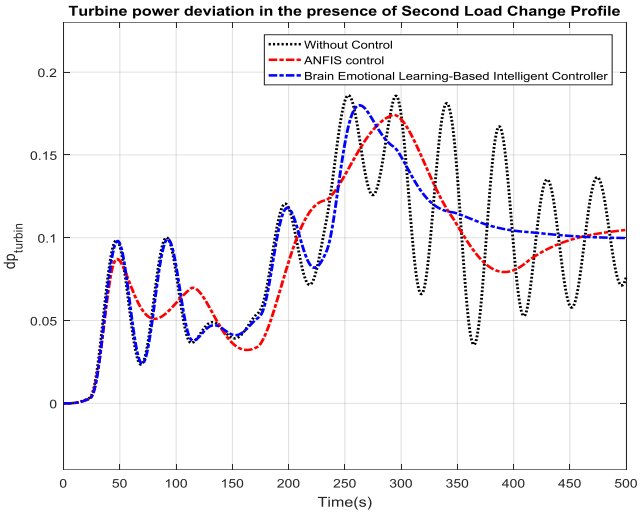
3-1 بارگذاری پلکانی

به ازای بارگذاری پلکانی، همان‌گونه که در شکل (8) نمایش داده شده، برای حالتی که از کنترل کننده ای استفاده نشده است، انحرافات فرکانس‌ها بسیار بیشتر از حالت کنترل شده می‌باشد و نوسانات فرکانس‌های به دست آمده برای کنترل کننده مبتنی بر هوش عاطفی دارای دامنه کوچکی می باشد.



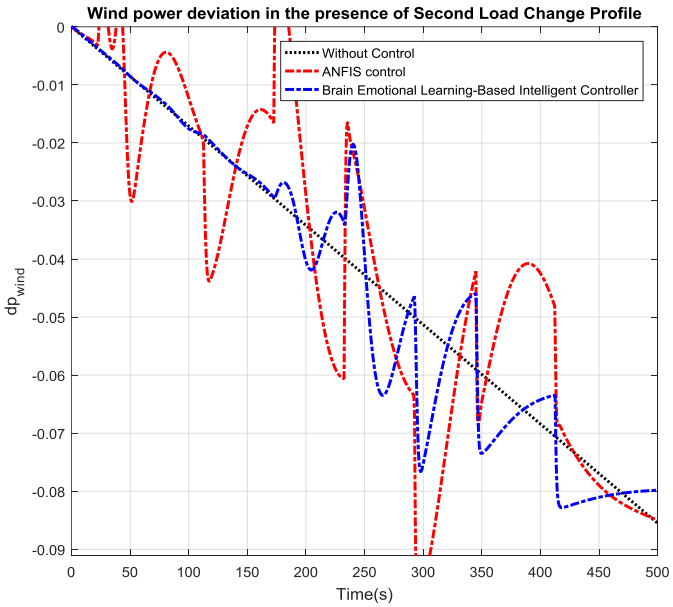
شکل (8): تغییرات فرکانس برای دو حالت در سیستم قدرت تک ناحیه ای به ازای بار با تغییرات پلکانی

تغییرات توان توربین نیز در دو حالت ذکر شده در شکل (8) نشان داده شده است. نتایج به دست آمده برای تغییرات توان نیز مشابه نتایج به دست آمده برای فرکانس‌ها می‌باشد. انحرافات توان توربین برای حالتی که از کنترل کننده خارجی استفاده نگردیده است بیشتر از انحرافات توان برای حالت کنترل شده است. استفاده از کنترل کننده مبتنی بر هوش عاطفی نتایج قابل مقایسه ای را نسبت به حالت عصبی- فازی تطبیقی به دست می‌دهد.



شکل (9): تغییرات توان توربین برای سه حالت به ازای بار با تغییرات پلکانی

توان باد تولید شده در سه حالت نیز در شکل (9) نمایش داده شده است. مشاهده می شود که پروفایل باد تولیده شده برای حالت بدون کنترل یک خط را ست ا ست در حالتی که دو حالت دیگر توانایی تولید باد بی شتری را دارند. تغییرات توان باد برای سه حالت به ازای بار با تغییراتپلکانی در شکل (10) به نمایش در آمده است.

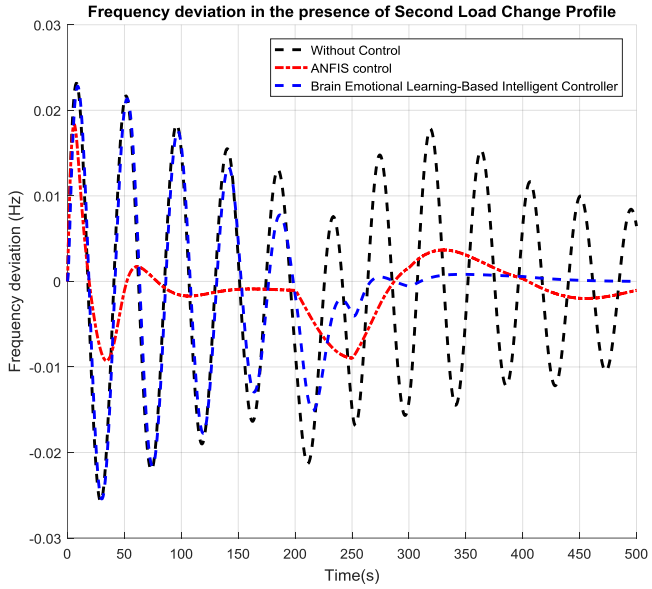


شکل (10): تغییرات توان باد برای سه حالت به ازای بار با تغییرات پلکانی

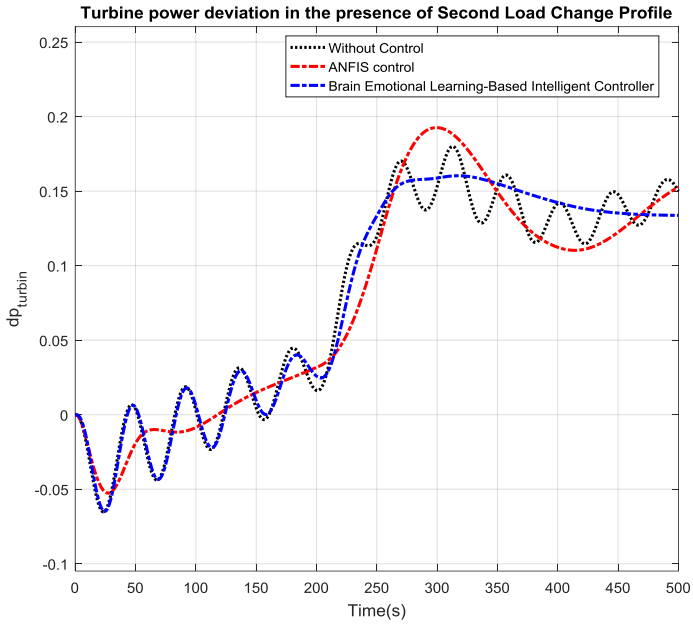
لذا کنترل کننده مبتنی بر هوش عاطفی نتایج قابل مقایسه ای را نسبت به حالت عصبی- فازی تطبیقی به دست می‌دهد.

3-2 بارگذاری نوع دوم

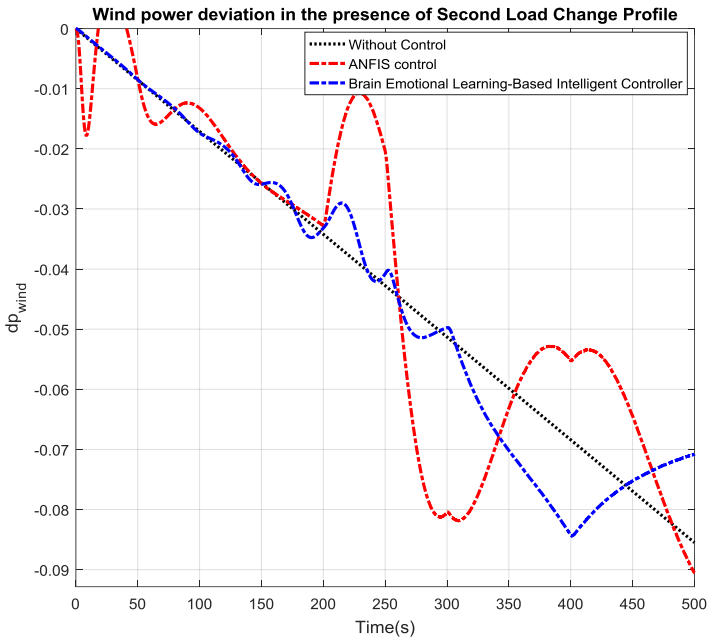
در این حالت، بارگذاری نوع دوم، طبق شکل (11) انجام می گردد. برای حالتی که از کنترل کننده ای استفاده نشده است، انحرافات فرکانس‌ها بسیار بیشتر از حالت کنترل شده می‌باشد و نوسانات فرکانس‌های به دست آمده برای کنترل کننده مبتنی بر هوش عاطفی دارای دامنه کوچکی می باشد.



شکل (11): تغییرات فرکانس برای سه حالت در سیستم قدرت تک ناحیه ای به ازای تغییرات بار نوع2



شکل (12): تغییرات توان توربین برای سه حالت به ازای تغییرات بار نوع2



شکل (13): تغییرات توان باد برای سه حالت به ازای تغییرات بار نوع2

در نتایج تحلیل نشان می‌دهد که الگوریتم پیشنهادی توانایی بالایی در مواجهه با انواع بارها را داراست و پاسخ های به مراتب بهتری در مقایسه با حالت بدون کنترل کننده از خود نشان می دهد. در مقایسه با کنترل کننده عصبی- فازی تطبیقی مورد استفاده در این سیستم در هر دو حالت تغییرات بار نیز از نظر انحراف فرکانسی در حالت ماندگار، پاسخ نسبتا بهتری را نشان می دهد. همچنین از نظر تغییرات توان توربین و توان باد دارای تفاوت محسوسی نسبت به روش عصبی- فازی تطبیقی نمی باشد.

لذا می توان نتیجه گیری نمود که روش پیشنهادی، در مجموع دارای عملکرد مناسب و قدرت قابل قبولی در کنترل فرکانس توربین بادی در شرایط تغییرات بارهای پلکانی و متغیر با زمان و خصوصا در حالت ماندگار می باشد.

4 نتیجه گیری

یکی از مشکلاتی که نیروگاه‌های بادی دارند تغییرات توان خروجی در نتیجه تغییرات سرعت باد می‌باشد. به همین منظور کنترل فرکانس این نیروگاه‌ها بسیار اهمیت دارد. در این تحقیق سعی شد یک روش مبتنی بر کنترل هوش عاطفی که پارامترهای آن به نحو مناسبی تعیین گردید، معرفی گردد و به کمک آن فرکانس توربین-های بادی مبتنی بر DFIG کنترل گردد. بنابراین در نرم‌افزار متلب به بررسی رفتار سیستم توربین بادی پرداخته شد. سیستم های تک ناحیه ای در سه حالت بدون کنترل کننده،کنترل کننده عصبی- فازی تطبیقی و کنترل کننده مبتنی بر هوش عاطفی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان داد، در حالتی که از کنترل کننده پیشنهادی استفاده می‌گردد، توربین‌ها رفتار به مراتب بهتری نسبت به حالت بدون کنترل دارند. در مقایسه با کنترل کننده عصبی- فازی تطبیقی نیز انحراف فرکانسی کمتری در حالت ماندگار ایجاد می گردد. لذا همانگونه که نمودارها نشان داد، محدوده تغییرات فرکانس در محدوده کمتر از 0/001 قرار داشت که نشان از قدرت بالای کنترل کننده پیشنهادی داشت

کنترل فرکانس نیروگاه‌های بادی به روش‌های کنترلی دیگر به جای کنترل مبتنی بر هوش عاطفی و استفاده از الگوریتم های بهینه سازی فرا ابتکاری پیشنهاد می شود.

تقدیر و تشکر

۱) بدینوسیله از دکتر علی مرجانیان که ما را در انجام این تحقیق یاری کردند، صمیمانه تشکر می‌کنم.

۳) این مقاله از پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد مصوب و دفاع شده در دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایذه استخراج شده است. نویسنده بر خود لازم می‌دانند مراتب تشکر صمیمانه خود را از مسئولان پژوهشی دانشکده برق دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایذه و هیئت داوران پایان نامه که ما را در انجام و ارتقای کیفی این پژوهش یاری دادند، اعلام کنند.

منابع

Bhatti, T.S., Bansal, R.C., Kothari, D.P. (2012). "Reactive power control of isolated hybrid power systems", Inproc. Int. Conf. Computer Application Electrical Engineering Recent Advances, Roorkee, India, 626–632

Chanandl, T.F., Loi, L. (2011). "Induction generator self-excited with a single capacitance and supplying a single-phase load", IEEE trans. Energy convers, 17: 90–94.

Chhabra, S., Joshi, D. (2015). "Modelingab And Analysis of Doubly Fed Induction Generators in Isolated Mode. International Journal of Electronics", Comput. Electr. Eng,130: 134.

Chitti, B., K.B.Mohanty, K.B. (2010). "Doubly-Fed Induction Generator for Variable Wind Energy Conversion Systems Modeling and simulation", IJECE, 2(1).

Ellabban, O., Abu-Rub, H., Blaabjerg, F. (2014). "Renewable energy resources: Current status, future prospects and their enabling technology", Renewable Sustainable Energy Rev, 39: 748-764.

European Wind Energy Association. (2012). Wind energy-the facts: a guide to the technology, economics and future of wind power. Routledge.

Hu, J., Zhu, J., Dorrell, D. G. (2014). "Model-predictive direct power control of doubly-fed induction generators under unbalanced grid voltage conditions in wind energy applications. IET Renewable Power Generation, 8(6): 687-695.

induction generator drive", International Joint Conference.
Zhang, Z. (2016). The study of nonequilibrium dissipative quantum dynamics and applications to energy transport and quantum information processes, Doctoral dissertation, State University of New York at Stony Brook).
Zhang, Z. S., Sun, Y. Z., Lin, J., Li, G. J. (2012). "Coordinated frequency regulation by doubly fed induction generator-based wind power plants", IET Renew. Power Gener, 6(1): 38-47.

[19] A novel standalone dual stator-winding induction generator with static excitation regulation, 2008.
[20] Modeling and experimental analysis of a self-excited six-phase induction generator for standalone renewable energy generation, 2014.

Jacobson, M. Z., Delucchi, M. A. (2011). "Providing all global energy with wind, water, and solar power, Part I: Technologies, energy resources, quantities and areas of infrastructure, and materials", Energy policy, 39(3): 1154-1169.
Jafari, E., Marjanian, A., Solaymani, S., Shahgholian, G. (2015). "Designing an Emotional Intelligent Controller for IPFC to Improve the Transient Stability Based on Energy Function". J ElectrEngTechnol, 8(3): 478-489.
Movahednasab, A., Madani, S.M., Shahbazi, M.M. (2015). "Reduced order model and control for a wind turbine induction-generator "IEEEconf.
Movahednasab, A., Madani, S.M., Shahbazi, M.M. (2015). "Modeling of a squirrel cage induction generator", IEEE conf.
Movahednasab, M., Madani, S.A., Shahbazi, M.M. (2008). "Modeling of a squirrel cage induction generator", IEEE.
Reigosa, D. D., Briz, F., Blanco, C., Guerrero, J. M. (2014). "Sensorless control of doubly fed induction generators based on stator high-frequency signal injection", IEEE Trans. Ind. Appl, 50(5): 3382-3391.
Shukla, R. D., Tripathi, R. K. (2015). "Isolated wind power supply system using double-fed induction generator for remote areas", Energy Convers, 96: 473-489.
Sitti, M., Ceylan, H., Hu, W., Giltinan, J., Turan, M., Yim, S. and Diller, E. (2015). "Biomedical applications of untethered mobile milli/microrobots", Proceedings of the IEEE, 103(2): 205-224.
Surinkaew, T., Ngamroo, I. (2014). "Robust power oscillation damper design for DFIG-based wind turbine based on specified structure mixed H 2/H∞ control", Renew. Energ, 66: 15-24.
Tiwariandj, H.P., Diwedi, K. (2012). "Minimum capacitance requirement for self-excited induction generator", Inproc.12thnat. Powersystem Conf., Kharagpur, India, 5–10.
Trifkovic, M., Sheikhzadeh, M., Nigim, K., Daoutidis, P. (2014). "Modeling and control of a renewable hybrid energy system with hydrogen storage", IEEE Trans Control Syst Technol, 22(1): 169-179.
Yang, L., Xu, Z., Ostergaard, J., Dong, Z. Y., Wong, K. P. (2012). "Advanced control strategy of DFIG wind turbines for power system fault ride through", IEEE Trans. Power Syst., 27(2): 713-722.
Yattana K., Watcharrin, S.W. (2015). "A simple voltage and frequency control of VSI-inverter-fed self-excited induction generator drive", International Joint Conference.
Yattana, K., Watcharrin, S. (2014). "A simple voltage and frequency control of VSI-inverter-fed self-excited

KNO-1002-4005

تحلیل و مقایسه ضرایب برآ و پسای چند ایرفویل متداول برای انتخاب ایرفویل بهینه توربین بادی

شهریار کوراوند ، علی ماشاء اله کرمانی ، کوثر محمد علی خاکی
گروه فنی و کشاورزی ،پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران
تهران، ایران
skouravand@ut.ac.ir

چکیده *– با توجه به ضرورت ا ستفاده از انرژی های پاک و همچنین تولید توان در دورد ست، بهره وری از توان باد می تواند یکی از راه های تامین انرژی با شد.از مهم ترین پارامترهای ساخت یک توربین انتخاب ایرفویل منا سب ا ست .یکی از معیارهای افزایش توان در توربین های بادی افزایش ضریب برا به پسای ایرفویل است. در این مقاله ابتدا 9 گزینه ایرفویل انتخاب و سپس با استفاده از نرم افزار ، مدل سازی و مش بندی شـده اسـت. مدل مش بندی شـده در فلوئنت تحلیل گردیده اسـت. پس از تعیین شـرایط مرزی و قرار دادن مقادیر جریان هوا، ضرایب " پسا و برا"ی هر ایرفویل بدست آمده است و با یکدیگر مقایسه گردیده است. در پایان ایرفویل بهینه مورد ا ستفاده جهت طراحی روتور های توربین بادی معرفی شده است.*

واژه های کلیدی *– توربین بادی؛ ایرفویل ؛ توربین محور عمودی*

مقدمه

امروزه بیشتر کشور های جهان به دلیل مشکلات زیست محیطی ناشی از مصرف سوخت های فسیلی تمایل زیادی به استفاده از انرژی های پاک دارند . در همین راستا یکی از در دسترس ترین و اقتصادی ترین روش های موجود، استفاده از توان باد و توربین های بادی است. . توسعه ی این صنعت زمانی امکان پذیر است که در قیاس با سایر منابع انرژی اقتصادی باشد و با توجه به تولید بی هزینه ی این نوع از انرژی ، طبیعی است اقتصادی بودن به معنی تعادل میان هزینه های سرمایه گذاری و میزان تامین انرژی از این روش می باشد. یکی از مهم ترین پارامترهای تاثیر گذار بر ساخت یک توربین انتخاب ایرفویل مناسب است. توربین های بادی عمدتا بر دو نوع محور عمودی و محور افقی می باشند. توربین های محور عمودی اولین وسایل در حصول انرژی باد بوده اند که انواع آن شامل روتور داریوس – ساوانیوس –زفیر و اسیاب های بادی سیستان هستند [1] و [2]. توربین های محور افقی هم اکنون در ابعاد وسیع در مناطق بادخیز مورد استفاده قرار می گیرند. از مزایای توربین های محور عمودی نسبت به نمونه ی افقی آن عدم حساسیت آنها به جهت و آشفتگی باد می باشد همچنین هزینه ی

تعمیر و نگهداری این توربین ها نسبت به توربین های محور افقی به دلیل فاصله ی کمتر جعبه دنده از زمین بسیار کمتر است اما در توربین های محور افقی به دلیل بلندی برج امکان دسترسی به باد های شدید و قوی زیاد می شود و همچنین اکثر آن ها قابلیت شروع خودکار را نیز دارا هستند . از مهم ترین معایب توربین های عمودی نسبت به افقی می توان به کم بودن سرعت دورانی پره ها و گشتاور زیاد آن ها اشاره کرد. باتوجه به تمام این خصوصیات عموما از توربین های محور عمودی در سرعت های پایین و از توربین های محور افقی در سرعت های بالا باد استفاده می شود. در اینجا سعی بر این است تا با تحلیل و مقایسه ضرایب برا به پسای چند ایرفویل متداول در طراحی روتورهای بادی بتوان بهترین ایرفویل را بر اساس بیشترین ضریب برا به پسا برای طراحی توربین پیشنهاد کرد.

ایرفویل و انواع آن

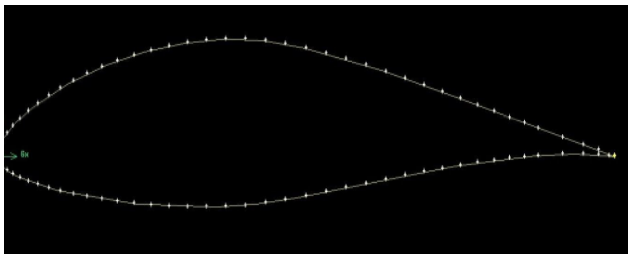
ایرفویل مقطع خاصی از یک پره، بال یا بادبان است که با عبور هوا از اطراف آن ایجاد اختلاف فشار در بالا و پایین مقطع می نماید. نیروی ایجاد شده توسط این مقطع نیروی ایرودینامیکی است .مولفه ی عمود بر راستای حرکت این نیرو ، برا (lift) و مولفه ی موازی جهت حرکت آن پسا (drag) نام دارد . نیروی برا در درجه ی اول به خاطر شکل و زاویه ی حمله در ایرفویل بوجود می آید. هر ایرفویل از دو لبه ،یکی منحنی شکل به نام لبه ی حمله و دیگری لبه ی فرار تشکیل شده است . همچنین ایرفویل از دو انحناء معمولا متقارن که انحنای بالا و انحنای پایین نام دارند نیز تشکیل یافته است. در این مقاله ابتدا 9 گزینه ایرفویل از متداولترین انواع ایرفویل برای طراحی روتور های توربین های بادی مطابق جدول 1 انتخاب می گردد. در بخشهای بعدی عملیات مدلسازی و تحلیل این نوع ایرفویلها برای انتخای ایرفویل بهینه ارائه می گردد.[6]

جدول 1: مشخصات ایرفویل های مورد استفاده

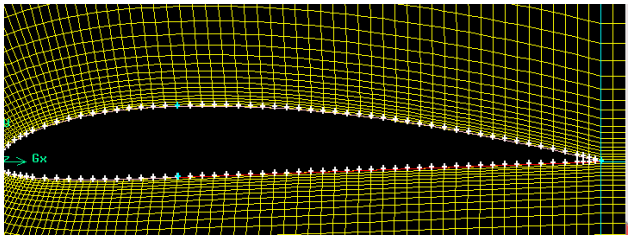
Airfoil name	Shape
AH 93-W-215	
FX 83-W-108	
FX 84-W-097	
FX 84-W-218	
MH 102 16.99%	
MH 104 15.28%	
MH 106 13.07%	
MH 108 11.98%	
MH 110 10.01%	

مدل سازی

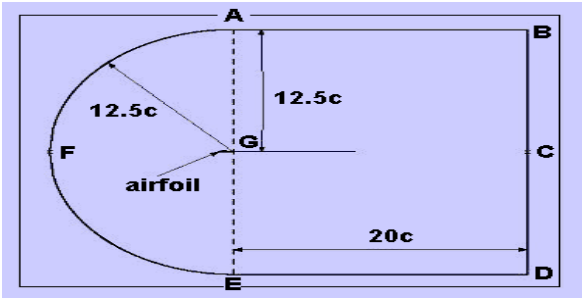
اولین گام برای تحلیل یک ایرفویل مدل سازی آن است. مدلسازی و تولید شبکه مش در نرم افزار گمبیت انجام شده است. شکل 1 نمایی از مدلسازی انجام شده را نشان می دهد. باوارد کردن نقاط ایرفویل شکل مدل بدست آمده است. آنگاه با در نظر گرفتن شرایط مرزی اطراف شبکه مش ایجاد شده است. در اطراف ایرفویل اضلاع بگونه ای مش زده شد که بتوان صفحات را به شکل با سازمان مش بندی کرد . اما در داخل ایرفویل بدلیل آن که نوک آن نسبت به لبه ی فرار مساحت کمتری دارد در فاصله ی 0.3 از نوک ایرفویل از مش با مشخصات " last length =0.02c و interval count = 40 " استفاده و از فاصله ی 0.3 تا انتهای ایرفویل از مش با مشخصات " successive ratio=1 و interval size =0.02 c استفاده شده است . بعد از مش زدن اضلاع و صفحات شرایط مرزی مناسب در گمبیت برای ایرفویل و دیواره ها انتخاب شد . [5]



شکل 1: ایرفویل مدلسازی شده



شکل 2: مش بندی در نزدیکی ایرفویل



شکل 3 : میدان حل ایرفویل

تحلیل و نتایج

تحلیل ایرفویل مش بندی شده با استفاده از نرم افزار انسیس فلوئنت (ANSYS FLUENT)انجام شده است. یکی از معیارهای افزایش توان در توربین های بادی افزایش ضریب برا به پسای ایرفویل است این نسبت وابستگی به شکل و هندسه ایرفویل دارد. بنابراین ایرفویل های جدول 1 که از نظر هندسی متفاوت می باشند مورد بررسی قرار می گیرند و ایرفویلی که دارای بیشترین نسبت ضریب برا به پسا باشد به عنوان ایرفویل بهینه معرفی می گردد.[7]

با تعیین شرایط مرزی و قرار دادن مقادیر پیش فرض " سرعت و زاویه ی حمله " که از یکی از ایستگاه های هواشناسی کشور بدست آمده است و تغییر پارامتر های فلوئنت طبق جدول 2 ، ضرایب پسا و برا ی هر ایرفویل بدست آمد .

در نهایت با استفاده از این دو پارامتر نمودار های 4 و 5 بدست آمده است.

جدول 2:پارامتر های مربوط به فلوئنت

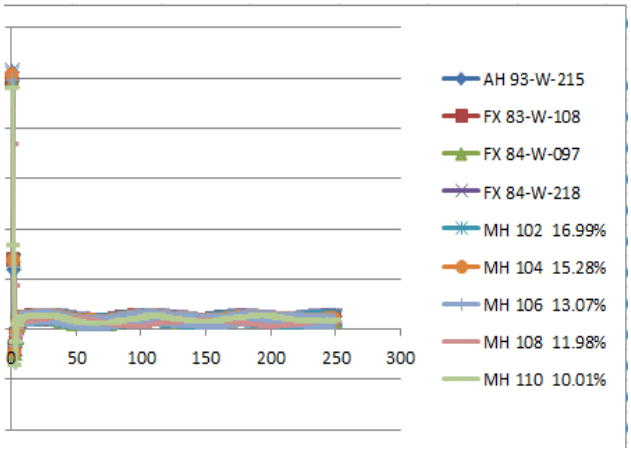
پارامتر	اندازه و نوع
Solver	Pressure based
Viscous model	Inviscid
Density (kg/m3)	1.225
Inlet velocity	4.07 m/s
Chord length	1 m
Pressure velocity coupling	SIMPLE
Angle of attack	233.75

نمودار شکل 4 نشان دهنده ی مقایسه ی مقادیر cl ایرفویل ها است .

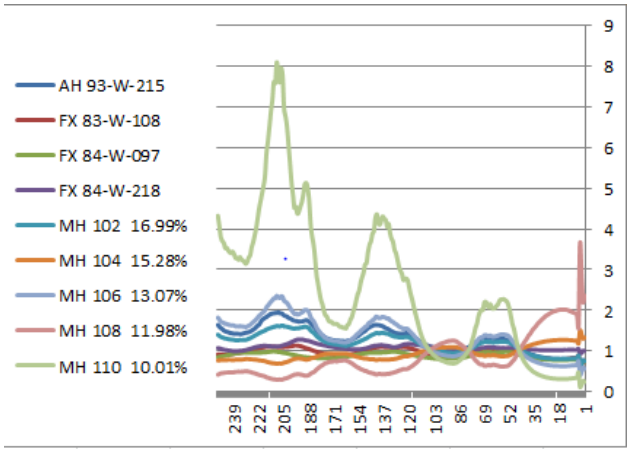
با استفاده از مقادیر این نمودار و مقادیر عددی cd نمودار شکل 5 رسم شده .

با توجه به این که انتخاب ایرفویل بهینه در سرعت ها و زوایای حمله ی متفاوت منوط به مقدار عددی cl/cd است ، از این جهت با رسم نمودار نسبت برا به پسا ایرفویل های یاد شده و مقایسه ی آن ها بیشترین مقدار آن به عنوان ایرفویل مناسب انتخاب شده است . نمودار های شکل های 5 نشان می دهد مقدار cl/cd ، MH 110 10.01% نسبت به دیگر ایرفویل ها بیشتر ، و در حدود 3 برابر است . با توجه به این معیار که هر چه مقدار این نسبت بیشتر باشد ایرفویل بهینه تر است، بنابراین ایرفویل MH 110 10.01% می تواند به عنوان ایرفویل بهینه در باد با سرعت

4.07m/s و زاویه ی حمله 233.75 انتخاب شود. تفاوت زیاد مقدار cl/cd این ایرفویل نشان دهنده ی تفاوت هندسی زیاد آن با دیگر ایرفویل ها است .



شکل 4: نمودار مقایسه ی cl ایرفویل ها



شکل 5: نمودار مقایسه ی cl/cd ایرفویل ها

نتیجه گیری

در این تحقیق 9 ایرفویل از متداولترین انواع ایرفویل ها برای طراحی روتور های داریوس توربین های بادی انتخاب گردید. پس از مدلسازی و مش بندی ایرفویل ها، تحلیل بر اساس بیشترین نسبت ضرایب برا به پسا برای انتخاب ایرفویل بهینه انجام گردید. نتایج نشان می دهد از بین 9 ایرفویل انتخاب شده ایرفویل " MH 110 10.01% " با بیشترین مقدار cl/cd بهترین بازده را در سرعت باد 4.07 دارد. بدیهی است بیشترین نسبت ضرایب برا به پسا و تنها یکی از معیارهای انتخاب ایرفویل بهینه می تواند باشد که در مقاله حاضر صرفا به این معیار پرداخته شده است.

مراجع :

[1] *ع. مرادی ،م. بابادی سلطان زاده ،طراحی میکرو توربین بادی محور عمودی داریوس ، دانش سپهر نوین ارین ،تحقیقاتی اصفهان*

[2] http://www.suna.org.ir ،سازمان انرژی های نو

[3] *م.رشیدی نژاد ، ا. صداقت ،ا. قلعه نوئی، طراحی توربین بادی محور عمودی H- روتور برای استان یزد ، 1393*

[4] م.مقیمان ، ع . عرب ، پ. قربانیان فرد ، بررسی تاثیرات مقطع تیغه، سرعت باد و صلبیت بر عملکرد توربین محور عمودی داریوس ، دانشگاه فردوسی مشهد ، گروه مکانیک ، 1393

[5] Basavaraj, 2-D Computational Analysis of a Vertical Axis Wind Turbine Airfoil , Department of Aerospace Engineering , Coimbatore – 641 112, India1

[6] O.hammond ,S.hunt ,E.machlin , Design of an Alternative Hybrid Vertical Axis Wind Turbine , March 28, 2014

[7] K.suffer ,R. usubamatov, Modeling and Numerical Simulation of a Vertical Axis Wind Turbine Having Cavity Vanes , 2014

KNO-1002-4006

ارزیابی امنیت شبکه نرم افزار محور SDN

شهرام محمدی

Shahram_mohamadi1@yahoo.com

مربی گروه مهندسی کامپیوتر، دانشگاه فنی و حرفه ای دختران اصفهان، اصفهان ، ایران

چکیده

کشش شبکه نرم افزار محور (SDN)، مغناطیسی است. تعداد کمی در جامعه شبکه وجود دارد که از تاثیر رها شده اند. از آنجایی که مزایای قابلیت دید شبکه و قابلیت برنامه نویسی دستگاه شبکه، مورد بحث قرار می گیرد، ممکن است این سوال راجع به این مساله مطرح شود که چه کسی دقیقا بهره خواهد برد؟ آیا آن اپراتور شبکه خواهد بود یا در واقع مخل شبکه خواهد بود؟ همانطور که دستگاه های شبکه نرم افزار محور SDN و سیستم ها به بازار ضربه وارد میکنند، امنیت در شبکه نرم افزار محور SDN باید در این دستور جلسه، بالا رود. این مقاله یک بررسی جامع از تحقیقات مربوط به امنیت را در شبکه نرم افزار محور SDN ارائه میدهد که تا این تاریخ صورت گرفته است. هر دو ارتقاء امنیتی مشتق شده از استفاده از شبکه نرم افزار محور SDN و چالشهای امنیتی مطرح شده توسط شبکه مورد بحث قرار میگیرد. با دسته بندی کار موجود، یک مجموعه از نتیجه گیری ها و پروپوزالها برای رهنمود های تحقیقاتی آینده ارائه میشوند.

واژگان کلیدی : ارزیابی، امنیت شبکه، نرم افزار ، SDN

1. مقدمه

شبکه نرم افزار محور SDN با دستگاه های فعال شده با SDN در توسعه و تولید، به سرعت از دیداری به واقعیت سوق می یابد. ترکیب کنترل تفکیک شده و قابلیت عملکرد سطح داده و قابلیت برنامه نویسی در شبکه که از دیرباز در دنیای تحقیقات مورد بحث قرار داشته است، در فناوری های رایانش ابری و مجازی سازی، کاربرد تجاری خود را یافته است.

مزایای شبکه نرم افزار محور SDN در سناریوهای مختلف (مثلا، سرمایه گذاری، دیتاسنتر و غیره) و در سرتاسر شبکه های اصلی مختلف از قبل اثبات شده اند مثلا Google B4 [1]. با این حال، چالشهایی برای اجرای شبکه حامل مقیاس کامل شبکه نرم افزار محور SDN وجود دارد. شماری از این چالشها در [2] ارائه شده اند. یک حوزه اصلی که به تازگی جلب توجه که سزاوارش است را آغاز کرده است، حوزه امنیت در شبکه نرم افزار محور SDN است.

معماری شبکه نرم افزار محور SDN، می تواند ارتقاء امنیت شبکه را با تامین نظارت امنیت به شدت انفعالی، تحلیل و سیستم پاسخ بکار ببرد. تحلیل ترافیک یا روش های کشف نابهنجاری گسترش یافته در شبکه، داده های مربوط به امنیت را گسترش داد که می تواند به طور منظم به کنترل کننده مرکزی منتقل گردد. برنامه های کاربردی میتوانند در کنترل کننده برای تحلیل و همبستگی این بازخورد از شبکه کامل اجرا شوند. بر مبنای این تحلیل، سیاست امنیتی بروز می تواند در کل شبکه به شکل قواعد جریان انتشار یابد. این رویکرد یکپارچه می تواند به طرز کارآمدی کنترل و محدودیت تهدیدهای امنیتی شبکه را تسریع کند.

در عین حال، صفات مشابه کنترل متمرکز و قابلیت برنامه نویسی وابسته به پایگاه شبکه نرم افزار محور SDN، چالشهای امنیتی شبکه را مطرح میکند. یک پتانسیل مضاعف برای حملات منع سرویس (DoS) به خاطر کنترل کننده متمرکز و محدودیت flow-table در دستگاه های شبکه، یک نمونه اولیه است. مساله نگران کننده دیگر بر مبنای قابلیت برنامه نویسی آزاد شبکه، اعتماد است؛ هم بین برنامه های کاربردی و کنترل کننده ها و هم بین کنترل کننده ها و دستگاه های شبکه.

شماری از راه حلها برای این چالشهای امنیتی شبکه نرم افزار محور SDN، در آثار ارائه شده اند. این راه حل ها در طیف طرح های تکرار کنترل کننده از طریق حل تعارض سیاست گرفته تا مکانیسم های تایید سندیت را در بر میگیرد. به طور مشابه، شماری از پروپوزالها برای بکارگیری چارچوب شبکه نرم افزار محور SDN برای امنیت شبکه ی ارتقا یافته صورت گرفته اند.

تحلیلی از چالش های امنیتی، در این مقاله ارائه شده اند. مسائل امنیت فردی طبق لایه SDN تحت تاثیر یا هدف گیری شده، دسته بندی میشوند. راه حل های ارائه شده و پدید آمده برای این چالشها بعد مورد بحث قرار میگیرند و دسته بندی میشوند. شرایط لازم برای کار بیشتر برای ایجاد یک شبکه نرم افزار محور SDN امن و قوی، به طور واضح از شکاف بین مسائل و تحقیقات موجود، شناسایی شده است. بدون افزایش عمده در تمرکز بر امنیت برای شبکه نرم افزار محور SDN حمایت از قابلیت در حال تکامل وابسته به عنوان مثال مجازی سازی عملکرد شبکه (NFV)، ممکن نخواهد بود.

2. تحلیل امنیت شبکه نرم افزار محور SDN

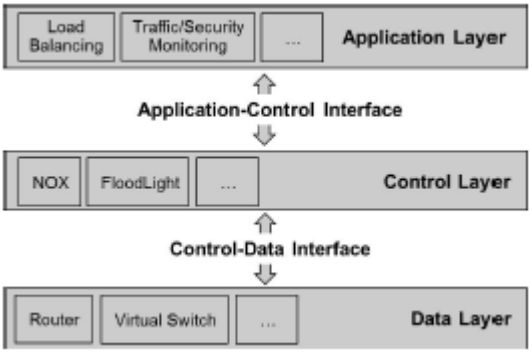
ویژگی های اصلی یک شبکه ارتباطات امن، عبارتند از: قابلیت اعتماد، بی نقصی، دسترسی اطلاعات، تایید سندیت و عدم رد. به منظور ارائه یک شبکه حفاظت شده از حمله بد اندیشانه یا آسیب غیر عمدی، کارشناسان امنیتی باید داده ها، دارایی های شبکه (مثلا دستگاه ها) و تراکنشهای ارتباطات سرتاسر شبکه را حفظ کنند. تغییرات در معماری شبکه که توسط شبکه نرم افزار محور SDN مطرح شده اند، باید برای تضمین حفظ امنیت شبکه، ارزیابی شوند.

در یک تکرار زود هنگام آنچه امروز به عنوان شبکه نرم افزار محور شبکه نرم افزار محور SDN شناخته شده است، کاسادو و همکارانش، به طور ویژه ابعاد امنیتی کنترل مجزا و شبکه ارسال را بررسی کردند. معماری SANE آنها که در سال 2006 ارائه شده است بر یک کنترل کننده متمرکز منطقی مسئول تایید هویت هاست ها و اجرای سیاست، متمرکز است. در زمان ارائه آن، این مساله به عنوان یک رویکرد افراطی قلمداد میشد که به تغییر ریشه ای در زیر ساخت شبکه سازی و هاست های نهایی نیاز دارد که می تواند برای برخی سرمایه گذاری ها محدود کننده باشد.

اتان [6] اثر SANE را توسعه داده اما از یک رویکرد استفاده کرد که به تغییر کمتری برای شبکه اصلی نیاز داشت. این رویکرد شبکه را از طریق استفاده از دو مولفه کنترل می کرد؛ یک کنترل کننده متمرکز مسئول اعمال سیاست جهانی و راه گزینی های اتان

که به سادگی بسته های مبتنی بر قوانین در یک جدول جریان را ارسال کرد. این کنترل شبکه ساده شده، به داده ها اجازه داد و سطحی را کنترل کرد که برای بررسی قابلیت برنامه نویسی، تفکیک شد. گرچه معماری اتان، به ما یک دیدگاه دقیق تر از آنچه شبکه نرم افزار محور SDN و OpenFlow به آن تبدیل خواهد شد، ارائه داد، اما دچار شماری از کمبودها است. یکی از اینها، این واقعیت است که ترافیک برنامه کاربردی میتواند به شناخت سیاست شبکه برسد. در معماری شبکه نرم افزار محور شبکه نرم افزار محور SDN امروز برنامه های کاربردی برای تامین خدمات گوناگون بکار می روند، برای نمونه با مجازی سازی عملکرد شبکه (NFV) شناخت برنامه های کاربردی احتمالا می تواند در شبکه کلی شکاف ایجاد کند.

با بررسی مسائل ویژه با امنیت در شبکه نرم افزار محور SDN از چشم انداز چارچوب شبکه نرم افزار محور SDN (شکل 1)، ما چالشهای وابسته به هر لایه از شبکه را شناسایی میکنیم: برنامه کاربردی، کنترل و سطوح داده و در فواصل زمانی بین این لایه ها.



شکل 1. معماری کارکردی SDN، لایه های داده، کنترل و برنامه کاربردی و واسط ها را نشان میدهد.

شماری از تحلیلهای امنیتی اخیرا صورت گرفته اند که پی برده اند عناصر تغییر یافته یا رابطه بین عناصر در چارچوب شبکه نرم افزار محور SDN، آسیب پذیری های جدیدی را مطرح میکنند که قبل از

شبکه نرم افزار محور SDN وجود نداشتند. چنین مقاله ای، تحلیل پروتکل OpenFlow را با استفاده از متدولوژی تحلیل تهدید STRIDE تکمیل میکند. این مقاله بر اجرای افشای اطلاعات و حملات منع سرویس DoS تمرکز دارد که نویسنده مشخص کرده است برای اجرای موفق امکان پذیر بوده اند. گرچه شماری از روش های کاهش، ارائه میشوند اما این تکنیک ها در این اثر، اثبات شده اند.

مشخصات راه گزینی OpenFlow، استفاده از امنیت لایه انتقال (TLS) با تایید هویت بین کنترل کننده ها و راه گزینی های آنها را توصیف میکند. در عین حال ویژگی امنیت، اختیاری است و استاندارد امنیت لایه انتقال (TLS) مشخص نیست. عدم پذیرش TLS توسط فروشندگان بزرگ و امکان حملات منع سرویس DoS مورد تمرکز یک ارزیابی آسیب پذیری OpenFlow قرار دارد. مولفین پی برده اند کمبود استفاده از TLS میتواند منجر به اثبات قانون کلاهبرداری شود.

در [11] کروتز و همکارانش یک تحلیل سطح بالا را از امنیت کلی شبکه نرم افزار محور SDN ارائه می دهند. آنها نتیجه گیری میکنند به خاطر ماهیت کنترل کننده متمرکز و قابلیت برنامه نویسی شبکه، تهدیدهای جدیدی مطرح میشوند که به پاسخهای سریع نیاز دارند. آنها شماری از روش ها را برای بررسی تهدیدهای مختلف از جمله تکرار، تنوع و مولفه های امن ارائه می کنند.

نهایتا، شبکه تحقیقاتی و بستر آزمون، ProtoGENI، مورد تحلیل قرار گرفته است. مولفین کشف کرده اند، حملات بیشماری بین کاربران بستر آزمون، در طول انتشار بد اندیشانه و حملات طوفانی به اینترنت وسیعتر، در زمان استفاده از شبکه ProtoGENI ممکن بود.

نتایج این تحلیلها بیانگر طیف مسائل امنیتی وابسته به چارچوب شبکه نرم افزار محور SDN بود. در جدول 1، یک دسته بندی از مسائل امنیتی شبکه نرم افزار محور SDN ارائه میگردد. بین نوع مساله/ حمله، یک اتصال رسم میشود (مثلا دستیابی غیر مجاز) و لایه / واسط شبکه نرم افزار محور SDN که تحت تاثیر مساله/ حمله قرار دارد.

3. ارتقاء امنیت با استفاده از شبکه نرم افزار محور SDN

معماری شبکه نرم افزار محور SDN ، پتانسیل نوآوری در استفاده از شبکه را مطرح میکند. ترکیبی از دیدگاه جهانی یا در سطح شبکه و قابلیت برنامه نویسی شبکه، از فرایند برداشت هوش از سیستم های تشخیص نفوذ (IDS) و سیستم های جلوگیری از نفوذ (IPS) حمایت میکند، برای نمونه با تحلیل و برنامه نویسی متمرکز شبکه، دنبال میشود. این رویکرد می تواند شبکه نرم افزار محور SDN را برای حمله مخرب نسبت به شبکه های سنتی، قویتر نماید.

لایه های کنترل و داده، در جدول 1 به صورت اهداف واضح حمله شناسایی میشوند. این مساله، تمایز های اصلی بین شبکه سنتی و شبکه نرم افزار محور SDN را بازتاب میکند؛ تمایزهای عنصر کنترل متمرکز و عناصر مسیر داده تغییر یافته برای حمایت از قابلیت برنامه نویسی.

گرچه این تحلیل، به مسائل امنیتی مربوط به لایه های داده و کنترل اشاره دارد، تحقیقات محدودی در حوزه بررسی این چالشها وجود داشته است. در واقع، همانطور که در بخش بعدی جزئیات این مساله شرح داده شده است، توجه بیشتری به بررسی بهبود های احتمالی در امنیت شبکه شده است که از چارچوب شبکه نرم افزار محور SDN استنتاج شده است.

جدول 1. دسته بندی مسائل امنیتی وابسته با چارچوب SDN از طریق لایه/ واسط تحت تاثیر قرار میگیرد.

دستیابی غیر مجاز به عنوان مثال	تحت تاثیر یا مورد هدف SDN لایه				
	لایه برنامه کاربردی	واسط Ctl- App	لایه کنترل	واسط داده Ctl	لایه داده
دستیابی کنترل کننده غیر مجاز					
برنامه کاربردی تایید نشده			✓	✓	✓
جابجایی غیر قانونی داده از امکانات کامپیوتری	✓	✓	✓		
کشف قاعده جریان (حمله کانال جانبی روی بافر ورودی)					
کشف سیاست ارسال (تحلیل زمانبندی پردازش بسته)					✓
اصلاح داده مثلا					✓
اصلاح قاعده جریان برای اصلاح بسته ها					
برنامه های کاربردی بد اندیشانه مثلا			✓	✓	✓
درج قاعده کلاهبرداری					
تسخیر کنترل کننده	✓	✓	✓		
رد سرویس مثلا			✓	✓	✓
طغیان ارتباطات راه گزین- کنترل کننده					
طغیان جدول جریان راه گزینی			✓	✓	✓
مسائل پیکربندی مثلا					✓
(یا تکنیک تایید سندیت TLS پذیرش کمبود دیگر)					
(یا تکنیک تایید سندیت TLS پذیرش کمبود اعمال سیاست			✓	✓	✓
	✓	✓	✓		

الف. کادر میانی شبکه نرم افزار محور SDN

شبکه های سنتی از کادرهای میانی برای ارائه کارکردهای امنیت شبکه استفاده می کنند. اخیرا، در مورد تلفیق کادرهای میانی امنیتی در شبکه نرم افزار محور SDN برای بکارگیری مزیت قابلیت برنامه نویسی برای هدایت مجدد ترافیک شبکه انتخاب

شده از طریق کادر میانی، بحث صورت گرفته است. به عنوان مثال، معماری Slick، یک کنترل کننده متمرکز را ارائه میدهد، که مسئول نصب و مهاجرت کارکردهای روی کادرهای میانی بر حسب عادت است. برنامه های کاربردی آنگاه می توانند کنترل کننده Slick را برای نصب کارکردهای ضروری برای مسیریابی جریان های خاص بر مبنای شرایط لازم امنیتی، هدایت کنند.

معماری FlowTags، استفاده از کادرهای میانی اصلاح شده حداقل را ارائه میدهد که با یک کنترل کننده شبکه نرم افزار محور SDN از طریق یک واسط برنامه نویسی برنامه کاربردی FlowTags تعامل برقرار میکند. FlowTags از اطلاعات جریان ترافیکی تشکیل میشود که در عناوین بسته برای ارائه پیگیری جریان درج شده است و مسیریابی کنترل شده بسته های برچسب دار را میسر می سازد. یک نقص آشکار این معماری، این واقعیت است که فقط با سیاستهای از قبل تعریف شده کار میکند و در حال حاضر اقدامات دینامیکی را ساماندهی نمیکند.

لایه اعمال سیاست SIMPLE یک رویکرد برای استفاده از شبکه نرم افزار محور SDN برای مدیریت گسترشهای کادر میانی است. در مقایسه با [13]، [14]، به هیچ اصلاحی در قابلیتهای شبکه نرم افزار محور SDN یا عاملیت کادر- میانی نیاز نیست، که آن را برای سیستم های موروثی، مناسب میسازد.

بر مبنای این ارائه ها، به نظر میرسد یک رویکرد ساده برای تامین امنیت شبکه، معرفی یک کادر میانی مناسب و برنامه نویسی شبکه برای هدایت ترافیک انتخاب شده از طریق کادر میانی است. در عین حال، این مساله کاملا به آن اندازه، صریح نیست. گمارش و یکپارچگی مناسب کادرهای میانی شبکه نرم افزار محور SDN باید در طول جریمه عملکردی تعیین گردد که میتوان زمانیکه ترافیک از طریق یک لینک مکمل منتقل میشود، تحمل شود. چنین سوالاتی هنوز حل نشده اند.

در عین حال، همانطور که در جدول1 نشان داده شده است، طیف حملاتی که برای شبکه تهدید ایجاد میکنند، کاملا شناخته شده است. به این ترتیب، فراتر از کادرهای میانی، یک سری از راه حل ها مطرح

شده اند که به طور ویژه ای چارچوب شبکه نرم افزار محور SDN را برای تامین راه حلهای امنیت شبکه، به کار میگیرند.

ب. SDN = "شبکه سازی امنیت محور"؟

حمله کنندگان از روش های اسکن گوناگونی برای کشف اهداف آسیب پذیر در شبکه استفاده میکنند. یک دفاع ارائه شده برای بی اثر کردن این حملات، استفاده از آدرسهای پروتکل اینترنتی مجازی تصادفی با استفاده از SDN است. این تکنیک از کنترل کننده OpenFlow برای مدیریت یک مخزن از آدرس های IP مجازی استفاده میکند که به هاست ها در شبکه تخصیص می یابند، IP آدرسهای حقیقی را از دنیای خارجی پنهان میکنند. این کار دفاع هدف متحرک را ارائه میدهد که شکلی از امنیت مجازی سازگار است.

سیستم های نظارتی در حفاظت شبکه از حمله، ضروری هستند. در [17]، مولفین یک روش تشخیص حمله منع سرویس توزیع شده (DDoS) را بر مبنای مشخصات جریان ترافیکی متعدد، ارائه میدهد. این سیستم NOX را تحت نظارت قرار میدهد (C++ مبتنی بر کنترل کننده OpenFlow) در فواصل زمانی منظم راه گزینی میکند و از نقشه های خود سازمان دهنده برای شناسایی جریانهای نابهنجار استفاده میکند. در رویکرد دیگری، OpenSAFE از زبان سیاست ALARMS برای مدیریت مسیریابی ترافیک از طریق دستگاه های نظارت شبکه استفاده میکنند. یک ایده مشابه بر SDN در ابر تمرکز دارد که جریان های شبکه را برای تضمین این مساله کنترل می کند که کل بسته های شبکه ضروری با برخی دستگاه های امنیتی بازرسی می شوند. این چارچوب، از نظر خودکار بودن خط سیر بسته های شبکه که باید از طریق دستگاه های امنیت شبکه ی از قبل نصب شده وارسی شوند، منحرف می کند.

این راه حل ها بر مبنای طرح مدیریت شبکه متمرکز است؛ با این حال، سایر مشوق های کاری، نمایندگی برخی کنترلها را به دستگاه ها و هاست های شبکه بر میگردانند. به عنوان مثال رزوناس، کنترل دستیابی دینامیکی اعمال شده توسط خود دستگاه ها را بر مبنای سیاست های امنیت در سطح بالاتر،

ارائه میدهد. نائوس و همکارانش، پروتکل ident++ را برای پرس و جوی هاست های نهایی و کاربران برای اطلاعات بیشتر مطرح می کنند تا تصمیم ارسال بگیرند؛ بحث آنها این است که کنترل کننده مرکزی میتواند به یک تنگنا تبدیل شود. در حالیکه با حفظ ویژگی های قابلیت برنامه نویسی SDN، این روشها، شامل بودن دستگاه های شبکه تحت کنترل شبکه را مطرح می کنند تا تکیه به یک کنترل کننده متمرکز واحد.

شکل خاص سیستم نظارت، IDS، مورد تمرکز شماری از راه حلهای SDN قرار داشته است. اسکورا و همکارانش، یک IDS یادگیری را ارائه میدهند، از معماری SDN هم برای کشف و هم پاسخ دهی به حملات شبکه در دستگاه های موبایل تعبیه شده، استفاده میکند. یک NIDS تسریع شده سخت افزاری (IDS شبکه) یا طرح NIPS (IPS شبکه)، در [23] توصیف شده است، که اجازه میدهد مدیر شبکه، الگوهای رشته ای را برای استفاده از طریق یک ماژول بازرسی بسته عمیق (DPI) پیکربندی نماید. نهایتا، ارزش استفاده از SDN، تامین کشف نفوذ در یک محیط Office/Small Home Office در [24] را ارائه می دهد.

امکان تقویت و ساده سازی امنیت شبکه از طریق معماری SDN، از این ساختار تحقیقات مشهود است. این پتانسیل هم چنین از نظر بازرگانی با طیفی از محصولات امنیت SDN در مراحل مختلف توسعه، به رسمیت شناخته شده است.

4. چالشهای امنیتی با SDN

در حالیکه امنیت به عنوان مزیت چارچوب SDN به رسمیت شناخته شده است، راه حل ها برای حل تامین چالش های شبکه SDN، از نظر تعداد معدودتر هستند.

SDN ها، به ما توانایی برنامه نویسی راحت شبکه و بررسی خلاقیت سیاستها جریان دینامیکی را ارائه میدهند. در واقع، این مزیت است که از این گذشته منجر به آسیب پذیری های امنیتی میشود. در این محیط، حیاتی است سیاست امنیت شبکه، اعمال شود. بررسی مدل به یک مرحله مهم در کشف ناسازگاری ها در سیاستهای حاصل از برنامه های کاربردی یا نصب شده در کل دستگاه های متعدد

تبدیل می شود. بررسی مدل ترکیب شده با اجرای نمادین ممکن است برای محک زدن برنامه های کاربردی OpenFlow برای صحت بکار رود. نمودارهای تصمیم دودوئی هم چنین میتواند برای محک زدن برای سوء پیکربندی راه گزینی-داخلی در یک جدول جریان واحد، بکار رود. FlowChecker، FlowVisor را بکار میگیرد، که جداسازی را با پارتیشن بندی منابع شبکه به صورت بخشها، میسر میسازد. سان و همکارانش، فلاور [28] را مطرح میکنند، که از مجموعه اثباتها و نظریه ها برای اثبات سیاستهای جریان استفاده می کند در حالیکه VeriFlow [29] اثبات نامتغیرها را در زمان حقیقی، مطالعه میکند. یک لایه اضافی، که بین کنترل کننده SDN و دستگاه های شبکه قرار دارد، مانع قواعد جریان میشود، قبل از اینکه به شبکه برسند. گرچه VeriFlow، تاخیر کم فرایند بررسی را بهتر می کند اما نمیتواند کنترل کننده های متعدد را ساماندهی نماید. در [30]، مولفین استفاده از امنیت مبتنی بر زبان را مطرح میکنند که اعمال سیاست مبتنی بر جریان را در کنار جداسازی شبکه، میسر میسازد. این راه حل، به صورت یک برنامه کاربردی NOX اجرا میشود و اجازه یکپارچه سازی منابع تایید هویت خارجی برای تامین کنترل دستیابی را می دهد. اخیرا، جداسازی عالی (Splendid Isolation) [31] به عنوان وسیله ای برای اثبات جداسازی ترافیک برنامه، مطرح شده است. این مدل برنامه ریزی از ایده بخش های شبکه برای تامین مفاهیم اساسی امنیت محرمانه بودن و بی نقصی، حمایت میکند. تاکید آشکاری از سوی جامعه تحقیقاتی در مساله حل تعارض سیاست، وجود دارد.

در عین حال، مطالب ارائه شده برای کمک به طراحی SDN امن، محدود هستند. فرسکو [32]، یک نقش برجسته دارد که یک چارچوب توسعه برنامه کاربردی امنیت OpenFlow را ارائه میدهند که FortNox را به همراه دارد [33]؛ یک هسته اعمال امنیت. ایده پشت FRESCO، اجازه دادن طراحی سریع و توسعه ماژولهای ویژه امنیتی است که میتواند به عنوان یک برنامه کاربردی OpenFlow همراه گردد. پوراس و همکارانش یک کتابخانه از ماژولهای قابل استفاده

مجدد را ارائه میدهد که میتواند برای کشف و کاهش تهدیدهای شبکه به کار رود. این سیستم، موتور اعمال FortNox را به همراه دارد که تعارض های ممکن را با درج قاعده، ساماندهی میکند. اگر یک تعارض قاعده به عنوان نتیجه یک قاعده OpenFlow جدید پدید آید که یک قاعده موجود ممنوع/ مجاز را فعال یا غیر فعال میکند، آنگاه قاعده جدید، بسته به میزان تایید هویت امنیت مولف، برای ارائه قاعده متعارض موجود، پذیرفته یا رد میشود. گرچه FortNox، مولفه های بی شماری را ارائه میدهد، که برای اعمال امنیت ضروری هستند، مولفین احساس میکنند باز هم کار زیادی برای ارائه یک مجموعه جامع از برنامه های کاربردی نیاز است. با حرکت از فضای طراحی به سوی اجرا، یکی از دغدغه های مهم صنعت با امنیت در SDN، تامین فرایند حسابرسی است. برای اجابت و عملیات شبکه، یک موجودی کنترل شده از دستگاه های شبکه، لازم است. این موجودی، دانش اینکه چه دستگاه هایی کار میکنند.

جدول 2. دسته بندی تحقیقات در زمینه امنیت در SDN.

SDNلایه /واسط				OpenFlow	امنیت			کار تحقیقاتی
داده	داده Ctl	Ctl	Ctl-App	App		راه حل	ارتقاء	تحلیل	

[7], [10], [12]	✓			✓			✓	✓	✓
[11]	✓				✓		✓	✓	✓
[5]							✓	✓	✓
[13], [14], [21]		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
[15]		✓			✓		✓		✓
[16]		✓		✓			✓	✓	✓
[17], [24]		✓		✓	✓		✓	✓	
[18], [19]		✓		✓	✓	✓	✓	✓	
[20], [22]		✓		✓	✓		✓	✓	✓
[23]		✓			✓				✓
[25]			✓	✓	✓	✓		✓	
[26], [28]–[30], [32]			✓	✓	✓	✓	✓	✓	
[31]			✓			✓	✓		
[33], [34]			✓	✓		✓	✓	✓	
[35]			✓	✓	✓			✓	

چطور به شبکه و غیره، محدود میشوند را در بر می گیرد، این مساله به طور مستقیم به پتانسیل مجازی سازی عناصر شبکه و کارکردهایی که از طریق شبکه SDN حمایت میشود، مربوط است. گرچه یک چالش حل نشده پیرامون عملی بودن وضعیت شبکه نگاشت در کل کارکردهای موبایل و مجازی وجود دارد، اما برخی از آثار مرتبط در زمینه اثبات شبکه، ارزش ذکر کردن را دارند. در [34]، مولفین مساله مقیاس پذیری و امنیت شبکه های OpenFlow و استفاده آنها در فضای فیزیکی- سایبری را بررسی می کنند. Verificare مدلسازی مشخصات و اثبات صحت شبکه، همگرایی و خواص مربوط به پویایی را بررسی میکنند. هادیگل و همکارانش، استفاده از اشکال یابی شبکه نمونه اولیه را مطرح می کنند [35] که می تواند به توسعه دهندگان SDN اجازه دهد، زنجیره رویدادهایی را بازسازی کنند که منجر به یک باگ (خطا) و شناسایی دلیل ریشه ای آن میشود.

همانطور که در بخش 2 شناسایی شده است، معماری SDN میتواند به عنوان مجموعه ای از لایه ها و رابط ها، قلمداد شود. لایه/ رابط، تحت تاثیر برخی مسائل امنیتی ویژه SDN است که در جدول 1 شناسایی شدند. در یک شیوه مشابه، اثر تحقیقاتی امنیتی SDN، در جدول 2 توسط لایه/ رابط، دسته بندی می شود که تحلیل، ارتقاء یا اهداف راه حل میباشند.

نتایج این دسته بندی، در بخش بعدی مورد بحث قرار می گیرند. لازم به ذکر است، SANE جزو جدول 2 برای دسته بندی با توجه به لایه ها/رابط ها، محسوب می شود. در عین حال، به عنوان یک معماری مجزا، راحلی برای ارتقاء امنیت SDN شناسایی نمی شود.

5. بحث

با بررسی دسته بندی اثر تحقیقاتی در جدول 2 میتوان دید تمرکز بیشتری بر به کارگیری SDN برای امنیت شبکه ارتقا یافته وجود دارد تا بر ایجاد راه حل هایی برای مسائل شناسایی شده امنیت. اثر ارتقاء، بر استفاده از کادرهای میانی و سیستم های نظارت برای درج خدمت امنیتی برای کشف پویا و یا جلوگیری از ترافیک مشکوک در طول عملیات شبکه زنده، تمرکز کرده است.

پتانسیل بیشتری در این حوزه برای بهره برداری از قابلیتهای دینامیکی و سازگار چارچوب SDN با استفاده از روشهای دفاع هدف متحرک وجود دارد. کار ارائه شده در [16]، نمونه ای است که در آن تصادفی کردن آدرسهای IP مجازی کار را برای حمله کننده برای نفوذ در شبکه دشوارتر میکنند. بدون یک سیستم ثابت برای مشاهده و آماده حمله شدن، قدرت حمله کننده کاهش می یابد.

روش ها و تکنیک های جدید باید برای گسترش روی قابلیت برنامه ریزی شبکه بررسی شوند که تنظیمات دینامیکی در قابلیت های نظارت امنیتی، کشف و پیشگیری را میسر میسازند.

مشاهده جزئی از محتوای جدول 2، اکثریت مراجع کاری یا اجراهای OpenFlow برای رابطه داده-کنترل است. گرچه هر جایگزینی برای OpenFlow، دارای صفات مشابهی خواهد بود که لازم به ذکر است OpenFlow ممکن است تنها پروتکل رابط داده-کنترل منحصر به فرد/ قطعی در SDNها نباشد. به عنوان مثال، چندین گروه کار گروه مهندسی اینترنت (IETF)، پروتکلهای پیرامون تفکیک سطوح ارسال و کنترل، پیکربندی شبکه و مسیریابی را تعریف کرده اند. این موارد شامل

IETF ForCES (تفکیک عنصر کنترل و ارسال)، PCE (عنصر محاسبه مسیر)، Netconf (پیکربندی شبکه)، LISP (موجز/ پروتکل تفکیک ID) و I2RS (واسط برای سیستم مسیریابی) است. به علاوه، پروتکلهای اختصاصی، توسط شرکتهای انفرادی توسعه می یابند. کار شناسایی و اصلاح محدودیت های مربوط به شبکه پروتکل OpenFlow باید در طراحی و توسعه پروتکلهای دیگر بررسی شود. این مساله میتواند هم برای واسط سطح داده-کنترل و هم برای تجرید های سطح بالاتر در واسط کنترل-برنامه ی کاربردی به کار رود که ممکن است دغدغه های مشابهی را ارائه دهد.

مهم ترین عنصر برای تاکید از دسته بندی تحقیقات SDN مربوط به امنیت این است که یک عدم اتصال قابل شناسایی بین تحلیل های امنیتی ارائه شده تاکنون وجود دارد که بر مسائل سطح داده-کنترل و راه حل ها برای مسائل امنیتی، تمرکز دارد، که اکثر آنها بر یک مساله سطح کنترل-برنامه تمرکز دارد؛ که از راه حل تعارض سیاست محسوب می شود.

با بررسی وسعت مسائل امنیتی احتمالی خلاصه شده در جدول 1، مشخص می شود یک افزایش معنادار مورد تلاش برای شناسایی راه حلها برای این چالش ها لازم است.

این شرایط لازم در سال گذشته در برخی نواحی جامعه شبکه سازی به رسمیت شناخته شده است. از زمان شروع سال 2013، کارگروه های مختلفی هم در صنعت استاندارد سازی و هم گروه های تحقیقات صنعتی، ایجاد شده اند. در بنیاد شبکه سازی آزاد (ONF) و موسسه استاندارد های مخابرات اروپا (ETSI)، گروه ها به ترتیب به طور ویژه بر امنیت در SDN و NFV تمرکز کردند، که راه اندازی شده اند. در کار گروه تحقیقات اینترنت (IRTF) و اتحادیه مخابرات بین الملل- بخش استاندارد سازی مخابرات (ITU-T)، گروه های مطالعه SDN کلی راه اندازی شده اند که در آنها امنیت در SDN، یک مساله شناسایی شده است.

یکی از موضوعات مکرر حاصل از این کارگروه های صنعتی، اهمیت طراحی امنیت از ابتدا مطرح است. منظور این است در حالیکه SDN در مراحل اولیه

توسعه قرار دارد، مسائل امنیتی مربوطه باید شناسایی و حل شوند. در عین حال، سخت افزار سازگار با SDN، نرم افزار و سرویسها، هم اکنون در حال تولید و خدمت هستند. در حالیکه برخی از این راه حلها، در واقع، محصولات امنیت SDN هستند، بسیاری دیگر، با بررسی جزئی یا بدون بررسی مضامین امنیتی برای یک گسترش شبکه ناحیه وسیع، توسعه یافته اند.

لذا، ضروری است، تکنیکها، روشها و سیاست ها برای غلبه بر چالشهای امنیت SDN، مورد بررسی قرار گیرند و برای فعال سازی گسترش های SDN وسیع قابل اطمینان و قوی، بررسی و تعریف می شوند. یک تاکید بیشتر بر این مساله اکنون میتواند از کاهش در عملکرد و قابلیت SDN های آینده در نتیجه ی راه حلهای امنیتی بهسازی خودداری نماید.

6. نتیجه گیری

دو مکتب فکری در مورد امنیت در شبکه سازی تعریف شده نرم افزاری وجود دارد. اولی پیشرفت های مهم در امنیت شبکه است که میتواند به طور همزمان، قابلیت برنامه ریزی را بکار گیرد و دیدگاه شبکه متمرکز که توسط SDN مطرح می شود. دومی این است که این دو ویژگی مشابه SDN، با شبکه در طیفی از حملات جدید مواجه می شوند. در این مقاله، ما چالش های امنیتی SDN را دسته بندی کرده ایم و یک مرور جامع از اثر تحقیقاتی را پیرامون امنیت در SDN تاکنون ارائه داده ایم. تحلیل ما بدون توجه به مکتب فکری شما شناسایی می کند که باز هم کار بیشتری برای انجام وجود دارد؛ پتانسیل بهره برداری نشده و چالش های حل نشده بیشتر. تلاش هماهنگ در هر دو جهت می تواند یک شبکه نرم افزار محور قابل اطمینان و امن را به دست آورد.

REFERENCES

[1] S. Jain, A. Kumar, S. Mandal, J. Ong, L. Poutievski, A. Singh, S. Venkata, J. Wanderer, J. Zhou, and M. Zhu, "B4: Experience with a globally-deployed software defined wan," in *Proceedings of the ACM SIGCOMM 2013 conference*. ACM, 2013, pp. 3–14.

[2] S. Sezer, S. Scott-Hayward, P. Chouhan, B. Fraser, D. Lake, J. Finnegan, N. Viljoen, M. Miller, and N. Rao, "Are we ready for SDN? Implementation challenges for software-defined networks," *Communications Magazine, IEEE*, vol. 51, no. 7, 2013.

[3] "Network Functions Virtualization - Introductory White Paper," October, 2012. [Online]. Available: http://portal.etsi.org/NFV/NFV White Paper.pdf

[4] C. Douligeris and D. N. Serpanos, *Network security: current status and future directions*. Wiley. com, 2007.

[5] M. Casado, T. Garfinkel, A. Akella, M. J. Freedman, D. Boneh, N. McKeown, and S. Shenker, "Sane: A protection architecture for enterprise networks," in *USENIX Security Symposium*, 2006.

[6] M. Casado, M. J. Freedman, J. Pettit, J. Luo, N. McKeown, and S. Shenker, "Ethane: Taking control of the enterprise," in *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, vol. 37, no. 4. ACM, 2007, pp. 1–12.

[7] R. Kloeti, "OpenFlow: A Security Analysis," April 2013. [Online]. Available: ftp://yosemite.ēe.ethz.ch/pub/students/ 2012-HS/MA-2012-20 signed.pdf

[8] S. Hernan, S. Lambert, T. Ostwald, and A. Shostack, "Threat modeling-uncover security design flaws using the stride ap- proach," *MSDN Magazine-Louisville*, pp. 68–75, 2006.

[9] "OpenFlow Switch Specification Version 1.3.2," Open Networking Foundation. [Online]. Available: https://www. opennetworking.org

[10] K. Benton, L. J. Camp, and C. Small, "OpenFlow Vulnerability Assessment," in *Proceedings of the second ACM SIGCOMM workshop on Hot topics in software defined networking*. ACM, 2013, pp. 151–152.

[11] D. Kreutz, F. Ramos, and P. Verissimo, "Towards secure and dependable software-defined networks," in *Proceedings of the second ACM SIGCOMM workshop on Hot topics in software defined networking*. ACM, 2013, pp. 55–60.

[12] D. Li, X. Hong, and J. Bowman, "Evaluation of Security Vul- nerabilities by Using ProtoGENI as a Launchpad," in *Global Telecommunications Conference (GLOBECOM 2011)*. IEEE, 2011, pp. 1–6.

[13] B. Anwer, T. Benson, N. Feamster, D. Levin, and J. Rexford, "A Slick Control Plane for Network Middleboxes," *Open Networking Summit*, 2013. [On- line]. Available: http://nextstep-esolutions.com/Clients/ONS2.0/ pdf/2013/research track/poster papers/final/ons2013-final51.pdf.

[14] S. Fayazbakhsh, V. Sekar, M. Yu, and J. Mogul, "FlowTags: Enforcing Network-Wide Policies in the Presence of Dynamic Middlebox Actions," in *Proceedings of the second workshop on Hot topics in software defined networks.* ACM, 2013.

[15] Z. A. Qazi, C.-C. Tu, L. Chiang, R. Miao, V. Sekar, and M. Yu, "SIMPLE-fying Middlebox Policy Enforcement Using SDN." ACM SIGCOMM, August 2013..

[16] J. R. Ballard, I. Rae, and A. Akella, "Extensible and scalable network monitoring using opensafe," *Proc.INM/WREN*, 2010.

ارتباط با کهربا

متخصصان و مهندسین گران‌قدر می‌توانند از طریق آدرس سایت مجله www.kahrobaonline.ir سایر اطلاعات مجله ازجمله نحوه ارسال مقالات جهت انتشار در نشریه و نیز فرم اشتراک مجله را دریافت کنند. همچنین به اطلاع می‌رسانیم طی توافق صورت گرفته بین پایگاه علمی‌سیویلیکا و مجله کهربا ازاین‌پس به مقاله برتر هر شماره یک کارت اشتراک رایگان دانلود از این پایگاه هدیه داده می‌شود.

اپلیکیشن این مجله را می‌توانید از مارکت نرم‌افزارهای موبایل (گوگل پلی) به آدرس زیر دریافت کنید.

https://play.google.com/store/apps/details?id=com.kahroba.wwwnoandishaan

ایمیل مجله kahroba@noandishaan.com پل ارتباطی ما با مهندسین و متخصصین می‌باشد، لطفاً ما را از پیشنهادها و انتقادات ارزشمند خود بهره‌مند سازید. جهت حمایت‌های مالی و معنوی از نشریه و یا معرفی محصولات خود نیز می‌توانید از طریق همین ایمیل با ما در ارتباط باشید.