

نشریه علمی تخصصی برق کام
انجمن علمی - دانشجویی مهندسی برق و کامپیوتر
شماره اول | بهار ۱۳۹۹ | سالنامه | ۱۴۷ صفحه | رایگان | دو زبانه



معرفی دانشگاه تربیت مدرس | مقالات علمی در حوزه های مختلف مهندسی برق و کامپیوتر | پادکست زندگی نامه توماس آلوا ادیسون
مصاحبه با پروفسور حمیدرضا مومنی، استاد دانشگاه تربیت مدرس | آموزش میکرو کنترلر آرم به همراه لینک دانلود کتاب آموزشی و ۲۰ ساعت
فیلم آموزشی رایگان | تشخیص کرونا با استفاده از شبکه های عصبی عمیق به همراه فایل کدنویسی | خلاصه برترین های بین المللی ایتربیل ای
ایران در زمینه های شهر هوشمند و انرژی های نو به همراه فایل تصویری و بینار ها | گالری انجمن های علمی دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

هَلْ يَتَذَكَّرُ الْاِنْسَانُ
اَنْ هُوَ رَعِيْلٌ لِّرَبِّهٖ
اَلَمْ يَلْمِزْ سَعْدُكَ
وَالَّذِيْنَ يَلْمِزُكَ
اَلَمْ يَلْمِزْكَ اَلَّذِيْنَ
يَلْمِزُكَ اَلَّذِيْنَ يَلْمِزُكَ

بگو: آیا کسانی که معرفت و دانش دارند و کسانی که بی بهره از معرفت و دانش اند، یکسانند؟

زمر ۹



کاری که شما باید بکنید این است که اولاً این مهندسی «ما می توانیم» - که خوشبختانه یک شعار مقبولی در نزد همه ی انسانهای منصف در این کشور است - را به مردم نشان بدهید؛ بهین طوری که در نوشته ی ایشان هم ذکر شده. در بخشهای مختلف تلاش کنید که کارهای نکرده انجام بپذیرد. حالاً مثلاً فرض بفرمایید در صادرات خدمات مهندسی ما بیشتر کارهای عمرانی را مشاهده می کنیم؛ شما کاری کنید که محصولات مهندسی کشور در مبادلات کشور حضور داشته باشند؛ یعنی واقعاً بتوانیم ما محصول کارهای مهندسین خودمان در کارخانجات و در قطعه سازی و در بخشهای گوناگون و وسیع مهندسی را در بازار مبادلات بین المللی جهانی عرضه کنیم؛ این کار مهمی است که این هم از عهده ی شما بر می آید؛ یعنی شما در این زمینه الان مسئولیت دارید داخل دولت یا مجلس بستید و می توانید تصمیم بگیرید.



سید علی حسینی

بیانات رهبر انقلاب اسلامی در دیدار با اعضا ستاد بزرگداشت روز ملی مهندس

به مورخ ۹۳/۱۱/۰۶

نشریه علمی تخصصی برقکام - انجمن علمی دانشجویی مهندسی برق و کامپیوتر

دانشگاه تربیت مدرس - انتشارات الکترونیک

صاحب امتیاز: انجمن علمی دانشجویی مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه تربیت مدرس (معاونت فرهنگی و اجتماعی)

مدیر مسئول و سردبیر: بشیر فعله‌گری

دانشجویان همکار

امیرحسین آشنایی، دکتری، صنعتی امیرکبیر/ ابراهیم فلاح، دکتری، آزاد واحد اسلامشهر/ بهنام درزی رامندی، دکتری، تربیت مدرس/ بشیر فعله‌گری، کارشناسی‌ارشد، تربیت مدرس/ امید اسودی کرمانی، کارشناسی‌ارشد، تربیت مدرس/ پژمان جعفری، کارشناسی‌ارشد، تربیت مدرس/ محمدامین قاسمی، کارشناسی‌ارشد، تربیت مدرس/ دانش امانی، کارشناسی‌ارشد، تربیت مدرس/ کیوان محمدی، کارشناسی‌ارشد، تربیت مدرس/ مهران مرادی، کارشناسی‌ارشد، تربیت مدرس/ مهندس فردین قربانی، کارشناسی‌ارشد، علم و صنعت تهران/ محمدحسین امینی، کارشناسی‌ارشد، امیرکبیر/ محسن فیضی، کارشناسی‌ارشد، تربیت مدرس/ محمد جانبیگلو، کارشناسی‌ارشد، تربیت مدرس/ سیدمحمد شبیری، کارشناسی‌ارشد، شهید بهشتی/ آرمینه رحمانیان، کارشناسی‌ارشد، تربیت مدرس/ مینا عکرش، کارشناسی‌ارشد، تربیت مدرس/ سکینه پاشایی، کارشناسی‌ارشد، تربیت مدرس/ محمد علی بالاگیری، تربیت مدرس/ زهرا فرحزادی، کارشناسی‌ارشد، تربیت مدرس/ پوریا اسپری، کارشناسی‌ارشد، صنعتی امیرکبیر/ احسان حاجبی، کارشناسی‌ارشد، رازی کرمانشاه/ پدرام خالدیان، کارشناسی، آزاد واحد قروه/ مهلا کریمیان، کارشناسی، آزاد تهران شمال/ محمد ایرانی آزاد، کارشناسی، صنعتی اراک/ مهندس مهدی درامامی، کارشناسی، صنعتی اراک

اساتید همکار

دکتر سیف‌ور رحمان، استاد، دانشگاه ویرجینا تک، آمریکا، رئیس سابق
IEEE Power & Energy (PES) Society, 2018 & 2019
دکتر حمیدرضا مومنی، استاد، تربیت مدرس، ایران/ دکتر محسن پارسا مقدم، استاد، تربیت مدرس، ایران/ دکتر محمدباقر منهج، استاد، صنعتی امیرکبیر، ایران/ دکتر محمد سلیمانی، استاد، علم و صنعت ایران/ دکتر بابک عنایتی، نایب رئیس استاندارد IEEE 1547 (منابع پراکنده)، مدیر کاربست فناوری در شبکه ملی برق آمریکا، ماساچوست. نایب رئیس بخش آموزش (از ژانویه ۲۰۲۱)، IEEE Power & Energy Society (PES) Vice President of Education
دانشگاه Worcester polytechnic Institute
دکتر محمدتقی حمیدی بهشتی، دانشیار، تربیت مدرس، ایران/
دکتر محمدصادق قاضی زاده، دانشیار، دانشگاه شهید بهشتی، ایران/
دکتر صادق بلوکی، استادیار، مشاورانجمن، تربیت مدرس، ایران/
دکتر رضا بیرانوند، استادیار، تربیت مدرس، ایران/
دکتر محمد آقاشفیعی، استادیار، دانشگاه شهید بهشتی، ایران/
دکتر حسین سلیمانی، استادیار، دانشگاه علم و صنعت ایران/
دکتر مونا مرادی، استادیار، دانشگاه آزاد تهران شمال، ایران/
دکتر ساناز میرزایان شانجانی، استادیار، دانشگاه آزاد واحد اسلامشهر/
دکتر نادیا حاجی خیادانی، استادیار، صنعتی اراک، ایران

نشریه علمی تخصصی برقکام آماده دریافت آثار علمی اساتید، صاحب نظران و دانشجویان تمامی مقاطع در سطح کشور می‌باشد.

علاقه‌مندان جهت همکاری با آدرس ایمیل زیر ارتباط برقرار نمایند

BarghCom.Elecom@gmail.com

Tmu.IEEE.org.ir

این نشریه دارای شماره مجوز ۱۹۳۵/۵۸۲۲ از معاونت فرهنگی و اجتماعی دانشگاه تربیت مدرس می‌باشد.

تیم اجرایی



بشیر فعله‌گری

دبیر انجمن علمی
President of TMU IEEE
Student Branch

دکتر صادق بلوکی

هیئت علمی مهندسی کنترل
مشاور انجمن



امید اسودی کرمانی

شورای مرکزی
ویراستار علمی



محمدامین قاسمی

نائب دبیر انجمن علمی
Treasure of TMU IEEE Student Branch



پژمان جعفری

شورای مرکزی
گرافیسیت، ویراستار ادبی



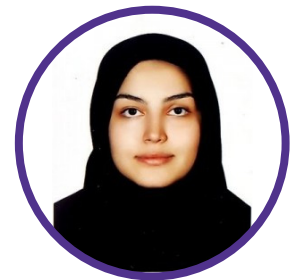
پدرام خالدیان

گرافیسیت



آرمینه رحمانیان کوشکی

شورای مرکزی



سکینه پاشایی

شورای مرکزی



بهنام درزی رامندی

ویراستار علمی



زهرا فرحزادی

شورای مرکزی



دانش امانی

Vice President of TMU IEEE Student Branch

ویراستار علمی

- ۸ سخن مدیر مسئول و سردبیر ●
- ۹ معرفی دانشگاه تربیت مدرس ●

فصل اول - مقالات علمی

- ۱۳ تشخیص بیماری کووید ۱۹- از طریق تصاویر رادیولوژی قفسه سینه توسط شبکه‌های عصبی عمیق ●
- ۱۸ مدل‌سازی و شبیه‌سازی ریزشبکه جزیره‌ای همراه با کنترل فرکانس کنترل ولتاژ و تسهیم توان ●
- ۲۸ کنترل پیشبین مدل تطبیقی مقید توزیع شده یک سیستم تهویه چند ناحیه‌ای ●
- ۳۷ تحلیل فنی - اقتصادی نیروگاه خورشیدی مبتنی بر اینورتر متمرکز دارای ردیاب نقطه حداکثر توان چندگانه ●
- ۴۵ ساختار بازارهای محلی ریزشبکه‌ای در حضور بازار مرکزی ●
- ۵۳ طراحی و شبیه‌سازی یک مبدل تمام پل بهبود یافته با مقدار تنش ولتاژ و RMS جریان کمتر برای کاربرد در مدار شارژر خودروهای برقی ●
- ۶۳ طراحی و ساخت یک مدار راه‌انداز در حالت هدایت پیوسته با قابلیت اصلاح ضریب توان و کلیدزنی نرم برای لامپ‌های دنا ●
- ۷۴ مروری بر روش‌های پیش‌بینی منابع طیفی در رادیو شناختگر ●

فصل دوم - خلاصه وبینارهای بین‌المللی IEEE بخش ایران

- ۸۴ Summary of the webinar of The smart city building blocks and their synergy with smart village ●
- ۹۰ Summary Of The Webinar of The Renewable Energy and Energy Storage Targets, Benefits, and Challenges ●

فصل سوم – مصاحبه و پادکست

- ۹۸ ● مصاحبه با پروفسور حمیدرضا مؤمنی
- ۱۰۴ ● پادکست شنیدنی از زندگینامه توماس آلوا ادیسون

فصل چهارم – مقالات مروری و دانستنی‌های برق

- ۱۰۶ ● تاثیر کرونا بر فناوری
- ۱۱۳ ● کاربرد نسل پنجم ارتباطات (5G) در اینترنت اشیا ۲۰۲۰
- ۱۲۳ ● از کجا آمده‌ام آمدنم بهر چه بود (بینایی ماشین)
- ۱۲۶ ● تحریک الکتریکی عضله

فصل پنجم – آموزش نرم افزار

- ۱۳۰ ● نرم افزار میکروکنترلر ARM

فصل ششم – معرفی انجمن

- ۱۳۵ ● معرفی و فعالیت‌های اخیر انجمن‌های دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر
- ۱۴۱ ● افتخارات
- ۱۴۲ ● گالری

سخن پایانی

- ۱۴۵ ● مسئولیت اجتماعی در برابر بحران COVID-19



سخن مدیر مسئول و سردبیر

امروزه نقش مهندسين برق و کامپيوتر در پيشرفت فناوري روز دنيا بر کسی پوشيده نيست. از جمله گوشه‌اي از کاربردهاي اين علوم و فنون مهم مي‌توان به هوش مصنوعي، ارتباطات، توليد انرژي الكتريكي ايمن و پايدار، خودروهاي هوشمند، بهره‌گيري از انواع ربات‌ها در کاربردهاي مختلف، تجهيزات نظامي، ريزپردازنده‌ها، فضاپيماها، تجهيزات پزشکی و ورزشي و ... اشاره کرد. تلفيق رشته‌هاي مهندسي برق و کامپيوتر با ديگر رشته‌هاي مهندسي و پزشکی همواره مورد توجه دانش‌پژوهان بوده و مي‌تواند تازه‌هاي علمي در ابعاد مختلف را به سمت بهبود زندگي بشر توليد نمايد. با توجه به نقش انجمن‌هاي علمي-تخصصي و علمي-فرهنگي بر آن شديم تا نشريه‌اي که شايسته عزيزان مهندسي برق و کامپيوتر است را به چاپ برسانيم. امروزه با توجه به اهميت محتوای دیجیتال يکي از مهم‌ترين اقدامات تيم برقکام، بارگذاري کل نشريه در سايت رسمي دانشگاه و همچنين بارگذاري هر اثر در سايت رسمي انجمن به نشانی tmu.ieee.org.ir می‌باشد که داوطلبان بتوانند در زمان کم‌تری از طريق QR Code که در هر مقاله درج شده است، به مطلب مورد نظر خود دسترسی داشته باشند. از جمله اقدامات مهم در تيم برقکام می‌توان به اين نکته اشاره کرد که دايره همکاري‌هاي خود را محدود به يک دانشکده و دانشگاه نکرده بلکه اين تيم هم در سطح ملي و هم بين‌المللي فعال بوده است. اين امر به نوبه‌ي خود می‌تواند منجر به برداشتن گام‌هاي مؤثرتری در چاپ‌هاي بعدي باشد. از يک سو حضور اساتيد تراز اول مهندسي برق که جزو نخبگان علمي جهان هستند و از سوی ديگر دانشجويان مقاطع ارشد و دکتری دانشگاه‌هاي برتر کشور سبب شده است تا گام نخست محکم برداشته شود. نشريه برقکام در بخش‌هاي مختلفي همچون معرفي دانشگاه تربيت مدرس، مقالات علمي، دانستني‌ها، مصاحبه، آموزش نرم‌افزار، پادکست، خلاصه و بينارهاي بين‌المللي بخش ايران و گالري و افتخارات انجمن‌هاي علمي دانشکده مهندسي برق و کامپيوتر تربيت مدرس دسته‌بندي شده است.

درنهايت از زحمات بي شائبه و داوطلبانه دوستان عزيز در معاونت فرهنگي و اجتماعي دانشگاه تربيت مدرس، تيم انجمن علمي دانشجويي مهندسي برق و کامپيوتر، تيم شاخه هاي IEEE دانشگاه هاي تربيت مدرس، خواجه نصيرالدين طوسي و دانشکده فني حرفه اي شمسي پور، سازمان علمي دانشجويي مهندسي برق کشور، تيم محترم طراحي و ويراستاري صميمانه تشکر نمايم که بدون اين عزيزان امکان فراهم نمودن اين نشريه مقدور نبود. باشد که توانسته باشيم در اعتلای علم و دانش و امور فرهنگي سرزمين هميشه سربلندمان گامي هر چند ناچيز برداشته باشيم.

معرفی دانشگاه تربیت مدرس

نوین و کاربردی با تعامل مراکز علمی، منطقه‌ای و بین‌المللی در سال ۱۳۶۰ تأسیس شده است.

دانشگاه تربیت مدرس تعداد ۹۸۴۸ دانشجوی در حال تحصیل و ۳۲۰۰۰ دانش‌آموخته و همچنین ۷۲۷ عضو هیات علمی، ۲۱ چهره ماندگار و برتر علمی و ۳۲۴۷۳ مقالات چاپ شده را شامل می‌شود. در زمینه پژوهش هم ۵۳۰۰ آزمایشگاه و کارگاه، ۳۷۹۴ اختراع ثبت شده و ۱۴ پژوهشکده و مرکز پژوهشی را دارا می‌باشد.

در حال حاضر فعالیت‌های علمی دانشگاه با طیفی گسترده از حوزه‌های علوم مختلف در ۱۶۹ رشته کارشناسی ارشد و ۱۲۹ رشته دکتری، در قالب ۱۷ دانشکده و ۱۶ پژوهشکده و مرکز تحقیقاتی در رشته‌های مختلف می‌باشد.

www.modares.ac.ir

دانشگاه تربیت مدرس به عنوان قطب تحصیلات تکمیلی کشور به منظور تحقق اهداف تبیین شده در اساسنامه دانشگاه خود از سوی شورای عالی انقلاب فرهنگی به عنوان شجره طیبه و مولود انقلاب اسلامی و دانشگاهی پیشرو در آموزش و پژوهش، با هدف تولید علم نافع، گسترش مرزهای دانش و فناوری با مرجعیت علمی و هویت اسلامی و انقلابی و به ویژه تربیت اعضای هیأت علمی و محققان مومن و متعهد به انقلاب اسلامی در رشته‌های علمی مورد نیاز دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی و تحقیقاتی و به منظور گسترش تحصیلات عالی و تحول اساسی در آموزش عالی کشور، توسعه و تقویت نهضت تولید علم و افزایش سهم تولیدات علمی و توسعه علوم انسانی با تأکید بر مبانی اسلامی و نیازهای ملی و فناوری‌های



رتبه دانشگاه تربیت مدرس

سال ۲۰۱۹ اعلام شد که بر اساس آن ۴۳ دانشگاه از ایران در این رتبه‌بندی حضور دارند. آخرین گزارش ISC که با بررسی دو هزار دانشگاه جهان انجام شد، نشان می‌دهد دانشگاه تربیت مدرس با کسب رتبه ۷۰۱-۸۰۰ در جایگاه دوم در میان دانشگاه‌های ایرانی قرار دارد.

بررسی‌های نظام رتبه‌بندی لایدن به عنوان یکی از معتبرترین نظام‌های رتبه‌بندی بین‌المللی نشان می‌دهد که رتبه دانشگاه‌های ایرانی از جمله دانشگاه تربیت مدرس در این رتبه‌بندی به نحو چشمگیری ارتقاء یافته است. براساس رتبه‌بندی منتشر شده، دانشگاه تربیت مدرس در سال ۲۰۲۰ در معیارهای مرجعیت علمی، دیپلماسی علمی و دسترسی علمی در رتبه چهارم و در معیار تنوع جنسیت نیز در رتبه پنجم در میان دانشگاه‌های کشور قرار دارد.

دانشگاه به لحاظ رتبه‌ای نسبت به سال گذشته عملکرد بهتری داشته و در سال ۲۰۲۰ در معیار مرجعیت علمی رتبه ۳۴۶، در معیار دیپلماسی علمی و دسترسی علمی رتبه ۴۳۳ و در معیار تنوع جنسیتی رتبه ۴۱۸ را در دنیا دارا می‌باشد.

پایگاه رتبه‌بندی لایدن یکی از نظام‌های معتبر بین‌المللی است که از سال ۲۰۰۴ مراکز آموزش عالی را در سراسر جهان مورد ارزیابی و رتبه‌بندی قرار داده است. در این نظام رتبه‌بندی، دانشگاه‌های دنیا در ۲۰ شاخص در قالب ۴ معیار کلی مرجعیت علمی، دیپلماسی علمی، دسترسی آزاد به انتشارات و تنوع جنسیتی مورد رتبه‌بندی قرار گرفتند.

دانشگاه تربیت مدرس در رتبه‌بندی موضوعی US News سال ۲۰۱۹ با کسب امتیاز ۳۵/۹ و رتبه جهانی ۸۰۵ در بین برترین دانشگاه‌های ایران قرار گرفت.

در رتبه‌بندی سال ۲۰۱۹-۲۰۱۸ مرکز جهانی رتبه‌بندی دانشگاه‌ها، دانشگاه‌های ۶۲ کشور جهان بررسی شدند که ایران در این رتبه‌بندی دارای ۱۲ دانشگاه برتر است. بر اساس رتبه بندی CWUR دانشگاه تربیت مدرس با رتبه ۵۷۶ در بین برترین دانشگاه‌های جهان قرار دارد.

دانشگاه تربیت مدرس رتبه دوم دانشگاه‌های جامع کشور را دارا می‌باشد. بر اساس این رتبه‌بندی، دانشگاه تربیت مدرس در میان دانشگاه‌های جامع در تمامی رشته‌ها و بر اساس تمامی معیارها رتبه دوم را از آن خود کرده است.

هم چنین دانشگاه تربیت مدرس در میان دانشگاه‌های جامع در زمینه دیپلماسی علمی در رتبه سوم، در خصوص تولید علم فناورانه و نوآورانه در رتبه چهارم، در زمینه کمیت تولید علم و نیز کیفیت محتوایی علم در رتبه دوم و در زمینه کیفیت تولید علم در رتبه سوم قرار دارد.

در میان دانشگاه‌های برتر نیز دانشگاه تربیت مدرس در حوزه علوم اجتماعی بر اساس تمامی معیارها رتبه سوم، در حوزه علوم کشاورزی رتبه دوم، در حوزه علوم انسانی رتبه سوم و در حوزه‌های علوم پایه و فنی و مهندسی رتبه ششم را کسب کرده است.

نتایج رتبه‌بندی پایگاه استنادی علوم جهان اسلام در



گزیده دستاوردها

ایرانی حاضر در این فهرست است و رتبه چهارم کشور را بدست آورد

در جدیدترین نسخه رتبه بندی جهانی «وبومتريک»، ۱۱۸ دانشگاه ایرانی حضور دارند که در این میان دانشگاه تربیت مدرس با میزان ۳۱۲۹۷۲ استنادات ذکر شده و کسب جایگاه ۵۵۸ جهانی، در میان دانشگاه‌های ایرانی رتبه چهارم را به خود اختصاص داد

در پنجمین دوره انتخاب سرآمدان علمی کشور، دانشگاه تربیت مدرس با کسب اعتبار علمی ۶ هزار و ۱۷۵ به عنوان دومین دانشگاه دارای سرآمدان علمی کشور در سال ۹۹ معرفی شد

دانشگاه تربیت مدرس در نظام رتبه‌بندی شانگهای در سال ۲۰۲۰ با کسب رتبه در بازه ۵۰۱-۶۰۰ در جمع ۶۰۰ دانشگاه برتر جهان قرار گرفت. پس از دانشگاه تهران، صنعتی امیرکبیر و صنعتی شریف، چهارمین دانشگاه

مینا عکرش

متولد تیر ۷۳ استان خوزستان - اهواز.
عضو دانشجویی IEEE در سال ۱۳۹۵
لیسانس خود را در رشته مهندسی برق کنترل از دانشگاه جندی شاپور اخذ نمود و هم اکنون دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی برق کنترل از دانشگاه تربیت مدرس تهران می باشد.
زمینه‌های تحقیقاتی مورد علاقه عبارتند از: یادگیری ماشین، یادگیری عمیق، شناسایی و تشخیص عیب، کنترل غیرخطی، کنترل تصادفی

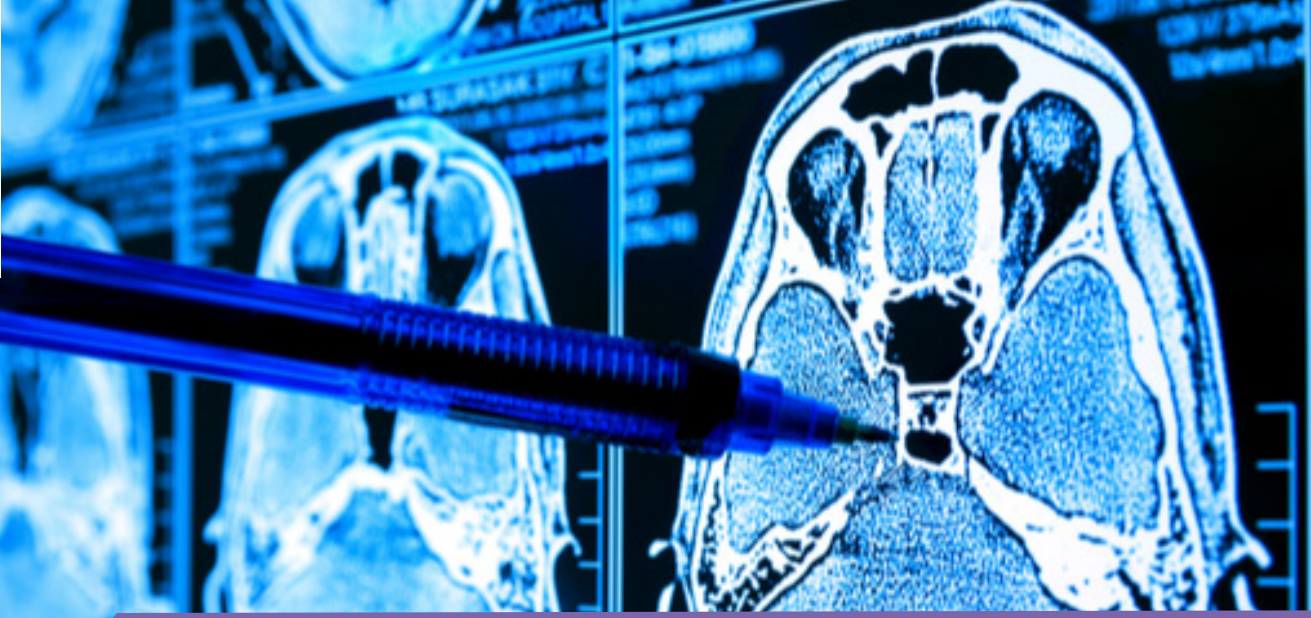


مقالات علمی

- تشخیص بیماری کووید ۱۹ – از طریق تصاویر رادیولوژی قفسه سینه توسط شبکه‌های عصبی عمیق
- مدلسازی و شبیه‌سازی ریزشبکه جزیره‌ای همراه با کنترل فرکانس کنترل ولتاژ و تسهیم توان
- کنترل پیشبین مدل تطبیقی مقید توزیع‌شده یک سیستم تهویه چند ناحیه‌ای
- تحلیل فنی – اقتصادی نیروگاه خورشیدی مبتنی بر اینورتر متمرکز دارای ردیاب نقطه حداکثر توان چندگانه
- ساختار بازارهای محلی ریزشبکه‌ای در حضور بازار مرکزی
- طراحی و شبیه‌سازی یک مبدل تمام پل بهبود یافته با مقدار تنش ولتاژ و RMS جریان کمتر برای کاربرد در مدار شارژر خودروهای برقی
- طراحی و ساخت یک مدار راه‌انداز در حالت هدایت پیوسته با قابلیت اصلاح ضریب توان و کلیدزنی نرم برای لامپ‌های دنا
- مروری بر روش‌های پیش‌بینی منابع طیفی در رادیو شناختگر

Scientific Articles

- Diagnosis of Covid-19 disease by chest radiographs by the use of deep neural
- Modeling and simulation of an islanded microgrid with frequency control, voltage control and power-sharing
- Adaptive constrained distributed model predictive control of a multi-zone ventilation system
- Feasibility study of a centralized inverter-based solar power plant with multiple maximum power point Trackers
- Structure of Local Micro Network Markets in Presence of the Central Market
- Design and simulation of an improved full-bridge converter with lower voltage and RMS currents in electric vehicle charger circuits applications
- Design and implementation of Dena lamps driver circuits under continuous conduction mode with power factor correction and soft Switching
- An Overview of Spectral Resource Prediction Methods in Cognitive Radio



تشخیص بیماری کووید-۱۹ - از طریق تصاویر رادیولوژی قفسه سینه توسط شبکه‌های عصبی عمیق

محمد حسین امینی^۱، دکتر محمد باقر منهج^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی کنترل - دانشگاه صنعتی امیرکبیر

۲- استاد، هیئت‌علمی گروه کنترل - دانشگاه صنعتی امیرکبیر

mhamini@aut.ac.ir

menhaj@aut.ac.ir

در این مقاله به معرفی یک شبکه عصبی عمیق جهت تشخیص بیماری کووید-۱۹ توسط تصاویر رادیولوژی قفسه سینه^۱ می‌پردازیم. با توجه به مدت نسبتاً کم شیوع این بیماری، داده‌های زیادی از بیماران وجود ندارد؛ بنابراین بسیاری از روش‌های یادگیری ماشین همچون شبکه‌های عصبی عمیق معمولی که برای عملکرد مناسب به داده‌های بسیار زیادی نیاز دارند، در این زمینه قابل استفاده نیستند و عملکرد مطلوبی نخواهند داشت. در غیر این صورت مشکلاتی نظیر بیش‌برازش^۲ رخ خواهد داد. جهت برطرف کردن این مشکلات از ایده بسیار زیبای یادگیری انتقالی^۴ استفاده می‌کنیم. پس از آموزش شبکه بر روی ۲ مجموعه داده مختلف از تصاویر رادیولوژی قفسه سینه بیماران گوناگون، به دقتی در حدود ۹۸٪ بر روی ۱۰۰۰ داده تست رسیدیم.

کلیدواژه‌ها: رادار، یادگیری ماشین، یادگیری عمیق، سیگنال.

In this paper, we propose a deep neural network for the purpose of detecting COVID-19 from chest X-ray (CXR) images. Since this pandemic has emerged worldwide in less than a year, there is no large dataset available for it. So for its detection, care must be taken not to use methods with high variance. However, for a deep neural network to get acceptable performance, we usually need huge amounts of datasets. Otherwise, there may be issues like overfitting. To solve this problem, we use the beautiful idea of transfer learning. Training a deep neural network with the idea of transfer learning on 2 available datasets on the web, we achieved a COVID-19 detection accuracy of 98% on about 1000 test samples.

Keywords: COVID-19, Deep Neural Networks, Transfer Learning

در حدود ۲ هفته می‌تواند در بدن بیمار بدون هیچ‌گونه علائمی مخفی باشد و در این مدت بیمار می‌تواند ویروس را به افراد دیگر منتقل کند. همین نکته یکی از علل اصلی گسترش سریع این بیماری در سرتاسر جهان می‌باشد؛ بنابراین، تشخیص به‌موقع این بیماری می‌تواند جان بسیاری از انسان‌ها را حفظ کند.

مقدمه

تأثیرات مخرب بیماری کووید-۱۹ بر تمامی جهان بر کسی پوشیده نیست و به‌ندرت می‌توان کسی را یافت که از گزند این بیماری به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم در امان مانده باشد. یکی از بدترین نکات در مورد این بیماری، این است که ویروس

1- COVID-19

2- CXR

3- Overfitting

4- Transfer Learning

و بینایی ماشین، امروزه از شبکه‌های عصبی کانولوشنی استفاده می‌شود، به دلیل مزایای بسیار خوب این شبکه‌ها، ما نیز از این شبکه‌ها کمک می‌گیریم. این شبکه‌ها به کمک عملیات کانولوشنی موجود در لایه‌های کانولوشنی خود، ویژگی‌های گوناگون تصویر را به خوبی استخراج می‌کنند و عملکرد دسته‌بندی را به شدت افزایش می‌دهند؛ اما استفاده از یک شبکه خام آموزش ندیده کانولوشنی، نیازمند داده‌های بسیار زیادی است و برای عملکرد مطلوب، تعداد این داده‌ها باید بسیار بیشتر از داده‌های موجود کووید ۱۹ باشد. چنانچه بخواهیم یک شبکه کانولوشنی را از صفر توسط داده‌های موجود کووید ۱۹- آموزش دهیم، مشکلاتی نظیر بیش برآزش و زیربرآزش^۲ بسیار محتمل است. پس چگونه می‌توان از این شبکه‌ها در مسئله مورد نظر کمک گرفت؟ به کمک ایده بسیار زیبای یادگیری انتقالی!

۲-۲- یادگیری انتقالی

همان‌گونه که پیش‌تر اشاره شد، آموزش دادن یک شبکه کانولوشنی خام از ابتدا، با توجه به داده‌های موجود کووید ۱۹- ایده مناسبی نیست. از طرفی، شبکه‌های عمیق کانولوشنی متعددی وجود دارند که توسط شرکت‌های بزرگ همچون گوگل بر روی داده‌های بسیار بزرگ، جهت پروژه‌های بینایی ماشین آموزش دیده‌اند. این شبکه‌ها، عملکرد بسیار خوبی در این حوزه داشته‌اند. از جمله این شبکه‌ها می‌توان به شبکه‌های VGG16، VGG19، Resnet، Mobilenet و ... اشاره کرد. جدول ۱ به معرفی عملکرد چند شبکه معروف می‌پردازد. هر یک از این شبکه‌ها بر روی میلیون‌ها تصویر آموزش دیده‌اند. پس چرا نتوانیم از لایه‌های کانولوشنی این شبکه‌های معروف جهت استخراج ویژگی‌های تصاویر رادیولوژی قفسه سینه استفاده کنیم؟!

در حقیقت، با توجه به عملکرد بسیار خوب این شبکه‌ها، می‌توان نتیجه گرفت لایه‌های کانولوشنی آن‌ها بسیار خوب قادر به استخراج ویژگی‌ها هستند. پس می‌توان امیدوار بود که این لایه‌ها به خوبی بتوانند ویژگی‌های تصاویر رادیولوژی قفسه سینه را نیز استخراج کنند و در نتیجه عملکرد خوبی در این زمینه نیز به دست دهند. این ایده را یادگیری انتقالی می‌نامیم. به کمک ایده یادگیری انتقالی، مشکلاتی که پیش‌تر ذکر شد، نظیر قابلیت تعمیم دادن درست شبکه و مشکلات بیش برآزش و زیربرآزش، برطرف خواهند شد.

پس جهت داشتن شبکه‌ای قوی، لایه‌های کانولوشنی شبکه را از مدل‌های از پیش آموزش دیده معروف قرض می‌گیریم تا استخراج ویژگی‌ها به خوبی انجام شوند. با این کار، حتی دیگر

از روش‌های تشخیص کووید ۱۹- می‌توان به تشخیص از طریق تصاویر رادیولوژی و سیتی^۱ اشاره کرد. هر چند روش سیتی دارای دقت بیشتر و اطلاعات بیشتری می‌باشد، اما بسیاری از موارد از تصاویر رادیولوژی جهت تشخیص کمک گرفته می‌شود. تصاویر رادیولوژی کم‌هزینه‌تر هستند. علاوه بر این، این تصاویر دارای خطر کمتری (خطرهای ناشی از عکس برداری) برای بیمار می‌باشند.

در این مقاله، سعی بر دسته‌بندی تصاویر رادیولوژی قفسه سینه در دو دسته " مبتلا به کووید ۱۹- " و " فاقد کووید ۱۹- " می‌کنیم؛ بنابراین با یک آزمون فرض دو دسته‌ای مواجهیم. هر چند به کمک داده‌های موجود می‌توان بیماری‌های دیگری نیز تشخیص داد، در این مقاله صرفاً به تشخیص کووید ۱۹- می‌پردازیم.

برای حل مسئله از شبکه‌های کانولوشنی عمیق^۲ استفاده می‌کنیم. هر چند استفاده از این شبکه‌ها باعث عملکرد بسیار خوبی در دسته‌بندی داده‌ها می‌شود، اما چالش‌های خاصی نیز ایجاد می‌کند. یکی از اصلی‌ترین چالش‌های استفاده از این شبکه‌ها و به‌طور کلی استفاده از شبکه‌های عصبی عمیق، مسئله تفسیرپذیری این شبکه‌ها می‌باشد. در حقیقت، ما نمی‌توانیم روش دسته‌بندی آن‌ها را بفهمیم. این مسئله باعث به وجود آمدن نایقینی درباره احتمال‌های منفی کاذب و مثبت کاذب می‌گردد و تنها می‌توانیم به عملکرد شبکه‌ها بر روی مثال‌های تست بسنده کنیم. علیرغم این مسائل، با جمع‌آوری داده‌های گوناگون و زیاد می‌توانیم عملکرد شبکه را تقویت کنیم و به صحت پیش‌بینی آن اطمینان بیشتری داشته باشیم.

اما آیا این چالش‌ها بدین معنی است که نباید از شبکه‌های عمیق در چنین مواردی استفاده کنیم؟! ما اکیداً معتقدیم چنین نیست. در بدبینانه‌ترین حالت ممکن، این شبکه‌ها می‌توانند در خدمت پزشک باشند و به تشخیص سریع‌تر بیماری افراد کمک کنند. به‌طور مثال، در مواردی که این شبکه‌ها اعلام می‌کنند که یک فرد بیمار است، می‌توان با اولویت بالاتر و در زمان کمتری آن فرد را برای معاینه بیشتر نزد پزشکان مربوطه فرستاد. این کار می‌تواند به دسته‌بندی و اولویت‌بندی بیماران منجر شود و خصوصاً در مواردی که تعداد بیماران زیاد است بسیار مفید خواهد بود.

۲- حل مسئله

۲-۱- ساختار شبکه عصبی

همان‌گونه که در بسیاری از پروژه‌های درگیر با تصاویر

1 CT

2 Convolutional Neural Networks

3 Underfitting

نیاز به آموزش و به‌روزرسانی ضرایب این لایه‌ها نداریم. هر چند در صورت تمایل می‌توانیم آن‌ها را هم آموزش دهیم. پس از این لایه‌های کانولوشنی می‌توانیم یک یا چند لایه چگال^۱ قرار دهیم تا دسته‌بندی صورت گیرد. در حقیقت ابتدا به کمک لایه‌های کانولوشنی اقدام به استخراج ویژگی‌ها می‌کنیم و سپس توسط شبکه پرسپترون به دسته‌بندی می‌پردازیم.

۲-۳- تابع هزینه

طبق تعریف مسئله، هدف ما تشخیص وجود یا عدم وجود کووید ۱۹- در بیمار می‌باشد؛ بنابراین با یک مسئله آزمون فرض دوتایی مواجهیم. جهت بررسی مطلوبیت عملکرد از ایده تابع هزینه استفاده می‌کنیم. در این راستا، از تابع هزینه آنتروپی متقابل دودویی^۲ استفاده می‌کنیم. هر چقدر این تابع مثبت، به ازای داده‌های آموزشی و تست، کوچک‌تر باشد، عملکرد ما بهتر است. ضابطه تابع هزینه ما به صورت زیر می‌باشد.

$$l = -y \log(h(X)) - (1-y) \log(1-h(X))$$

در این رابطه y هدف (جواب واقعی) و h تابع مربوط به پیش‌بینی شبکه عصبی و X همان تصویر رادیولوژی قفسه سینه می‌باشد.

۳- پیاده‌سازی

۳-۱- ساختار شبکه عصبی

برای پیاده‌سازی، از یک شبکه عمیق از پیش آموزش دیده VGG-۱۹ استفاده می‌کنیم. همان‌گونه که در بخش قبل توضیح داده شد، تنها لایه‌های کانولوشنی این شبکه را نگه می‌داریم. سپس ۲ لایه چگال به این لایه‌ها اضافه می‌کنیم تا دسته‌بندی

1 Dense

2 Binary Cross-Entropy

۳-۲- داده‌ها

برای آموزش شبکه، از ۲ مجموعه داده موجود در اینترنت استفاده کردیم؛ که عبارت‌اند از:

مجموعه داده‌های موجود در Github

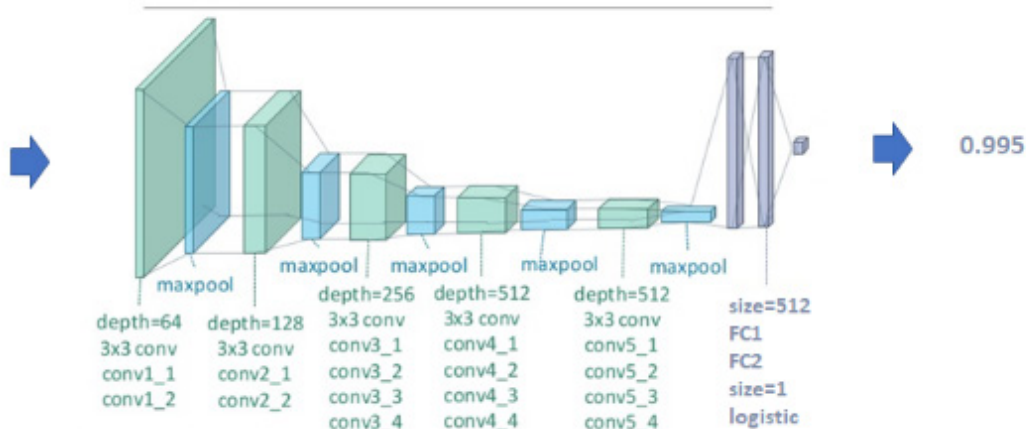
مجموعه داده‌های موجود در Kaggle

تصاویر هر دو مجموعه داده گردآوری شدند و آموزش بر روی هر دوی آن‌ها انجام گرفته است. هر چند محتوای این دو مجموعه تفاوت‌هایی داشت، اما با توجه به هدف ما که تنها تشخیص وجود یا عدم وجود کووید ۱۹- بود، از این نظر مشکلی نداشتیم و هر دو مجموعه، برای هر یک از تصاویر خود این را مشخص کرده بودند. در واقع در آزمون فرض ما، فرض پوچ شامل بیماران غیر از کووید ۱۹- و افراد سالم می‌باشند.

۳-۳- آموزش شبکه

داده‌های موجود در مجموعه داده‌های فوق را به دو دسته

Modified VGG19 For COVID-19 Detection



شکل ۱- ساختار پیاده‌سازی شده شبکه عصبی

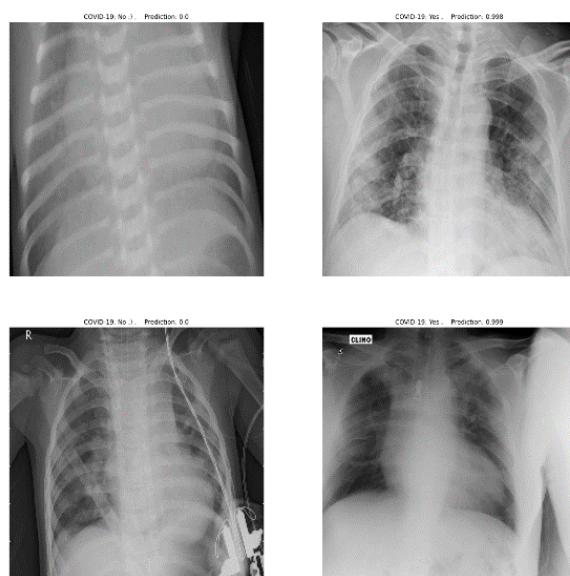
Epoch	Loss	Accuracy	Test Loss	Test Accuracy
1	0.1430	0.9599	0.0477	0.9795
2	0.0435	0.9830	0.0452	0.9813
3	0.0367	0.9867	0.0478	0.9831
4	0.0319	0.9882	0.0434	0.9849
5	0.0315	0.9874	0.0423	0.9795
6	0.0298	0.9880	0.0413	0.9831
7	0.0295	0.9882	0.0401	0.9786
8	0.0204	0.9919	0.0437	0.9840
9	0.0200	0.9924	0.0370	0.9849
10	0.0231	0.9913	0.0487	0.9822

جدول ۱ - عملکرد شبکه حین آموزش

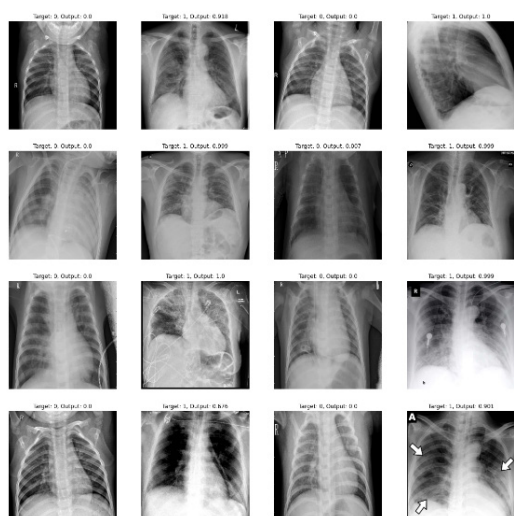
آموزشی و تست تقسیم کردیم. ۴۷۱۸ تصویر رادیولوژی قفسه سینه را به‌عنوان داده‌های آموزشی در نظر گرفتیم و ۱۱۵۲ تصویر رادیولوژی قفسه سینه را به‌عنوان داده‌های تست. پس از ۱۰ مرحله پردازش آموزش، به دقتی بیش از ۹۸٪ بر روی مجموعه تست رسیدیم. عملکرد شبکه هنگام آموزش را در جدول ۱ می‌بینیم. همچنین چندین نمونه از تست‌های صورت گرفته از شبکه به همراه جواب واقعی و پیش‌بینی شبکه را در شکل‌های ۲ و ۳ و ۴ ملاحظه می‌کنیم.

1 Epoch

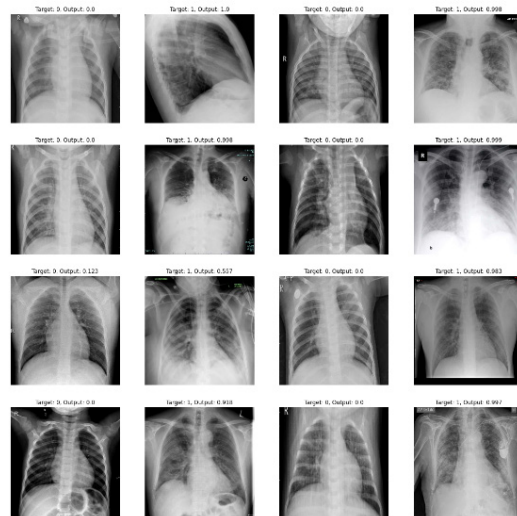
Mohammad Hossein Amini (mhamini@aut.ac.ir)



شکل ۲ - نمونه‌ای عملکرد شبکه



شکل ۴ - نمونه‌ای از عملکرد شبکه



شکل ۳ - نمونه‌ای عملکرد شبکه

نتیجه گیری

به طور خلاصه می‌توان گفت، توسط شبکه‌های کانولوشنی عمیق به خوبی می‌توانیم به دسته‌بندی بیماران کووید ۱۹- بپردازیم. شاید این شبکه‌ها به دلیل مشکلات اشاره شده از جمله تفسیرپذیری، نتوانند به طور کامل جای پزشک را در تشخیص بگیرند، اما بکارگیری آنان می‌تواند به افزایش سرعت تشخیص و جلوگیری از شیوع ویروس کمک شایانی کند.

پیوستها، تقدیر و تشکر

تمام تقدیرها و تشکرها در نهایت به خداوند متعال و مهربان باز می‌گردد و شاید معنی "الحمد لله" همین باشد؛ اما به رسم تشکر از مخلوقات باری تعالی، از پدر و مادر عزیزم و همچنین استاد عزیزم جناب دکتر منهج که همواره مشوق من بوده اند و از حمایت‌های بی دریغ شان برخوردار بوده ام کمال تشکر را دارم. از جناب مهندس فعله گری، رییس محترم IEEE دانشگاه تربیت مدرس بابت زحمات و پیگیری‌ها و لطف فراوان شان سپاس گزارم.

مراجع

- [1] Joseph Paul Cohen and Paul Morrison and Lan Dao. Image data collection In arXiv 2003.11597, 2020
- [2] Praveen. CoronaHack Chest X-Ray-Dataset In Kaggle, 2020
- [3] Ioffe and Szegedy. Batch Normalization: Accelerating Deep Network Training by Reducing Internal Covariate Shift, 2015
- [4] Kingma and Lei Ba. ADAM: A METHOD FOR STOCHASTIC OPTIMIZATION, 2015

- [5] Srivastava and Hinton. Dropout: A Simple Way to Prevent Neural Networks from Overfitting, 2014
- [6] Ren and He. Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks, 2016
- [7] Nair and Hinton. Rectified Linear Units Improve Restricted Boltzmann Machines, 2010
- [8] Redmon and Faryadi. YOLOv3: An Incremental Improvement, 2018
- [9] Mallat. Understanding Deep Convolutional Networks, 2016
- [10] Girshick. Region-based Convolutional Networks for Accurate Object Detection and Segmentation,

معرفی افراد

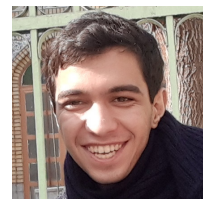
دکتر محمد باقر منهج

هیئت علمی و استاد دانشگاه امیرکبیر
پسا دکترا مهندسی کنترل از دانشگاه
ایالتی اوکلاهما، دانشمند نمونه سال
۲۰۰۴ از سوی ISI، مولف کتب متعدد در
زمینه مهندسی کنترل و هوش محاسباتی



محمد حسین امینی

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی
کنترل از دانشگاه امیرکبیر، کارشناسی
کنترل از دانشگاه امیرکبیر، عنوان اول
پروژه‌های برتر کارشناسی دانشکده برق
دانشگاه امیرکبیر



جدول ۵- چند شبکه عمیق کانولوشنی معروف در بینایی ماشین

Model	Top-1 Accuracy	Top-5 Accuracy	Parameters	Depth
Xception	0.790	0.945	22,910,480	126
VGG16	0.713	0.901	138,357,544	23
VGG19	0.713	0.900	143,667,240	26
ResNet50	0.749	0.921	25,636,712	-
ResNet101	0.764	0.928	44,707,176	-
InceptionV3	0.779	0.937	23,851,784	159
InceptionResNetV2	0.803	0.953	55,873,736	572
MobileNet	0.704	0.895	4,253,864	88
MobileNetV2	0.713	0.901	3,538,984	88



مدلسازی و شبیه‌سازی ریزشبکه جزیره‌ای همراه با کنترل فرکانس کنترل ولتاژ و تسهیم توان

بشیر فعله گری^۱، دکتر حمیدرضا مومنی^۲، کیوان محمدی^۳، دکتر محمد تقی حمیدی بهشتی^۴

۱- کارشناسی ارشد کنترل، دانشگاه تربیت مدرس، عضو دانشجویی IEEE ، Bashir.felehgari@modares.ac.ir
 ۲- استاد، عضو هیئت علمی مهندسی کنترل دانشگاه تربیت مدرس Momeni_h@modares.ac.ir
 ۳- کارشناس ارشد کنترل، دانشگاه تربیت مدرس، عضو دانشجویی IEEE ، keywan.mohammadi@modares.ac.ir
 ۴- دانشیار، عضو هیئت علمی مهندسی کنترل دانشگاه تربیت مدرس Mbehesht@modares.ac.ir

امروزه یکی از اصلی‌ترین نیازهای روزمره وجود انرژی الکتریکی پایدار و ایمن می‌باشد. افزایش جمعیت و گسترش شهرها، روستاها و مراکز صنعتی نیاز به استفاده از سیستم‌های تولید و کنترل انرژی الکتریکی را بیش از پیش می‌طلبد. جهت تامین تقاضای بار از سوی مشترکین با احداث نیروگاه‌های متمرکز و سنتی، بدلیل هزینه بالای راه‌اندازی و نگهداری و هم‌چنین زمانبر بودن ساخت این نیروگاه‌ها از یک سو، و از سوی دیگر وجود منابع انرژی تجدید پذیر سبب شده است تا امروزه به سمت نیروگاه‌های کوچک محلی تحت عنوان ریزشبکه‌ها گام برداشته شود. بدلیل هزینه کم احداث و نگهداری و هم‌چنین در اختیار داشتن منابع تمام‌نشده انرژی‌های نواز جمله انرژی خورشیدی، بادی، دریایی و ... سبب شده است که ریزشبکه‌ها سرعت چشم‌گیری در زمینه تولید توان پایدار داشته باشند. در مقابل مزایای متعدد ریزشبکه‌ها، معایبی هم‌چون پایین بودن اینرسی، وجود عدم قطعیت، اغتشاش‌ها، عدم یکنواختی دسترسی به منابع تجدید پذیر سبب شده است روش‌های کنترلی پیچیده‌تری جهت کنترل ولتاژ، فرکانس و تقسیم توان اکتیو در بین منابع یک ریزشبکه را بطلبد. در این مقاله با مرور مقالات معتبر و پایه‌ای در ریزشبکه به بیان معادلات ریاضی حاکم بر ریزشبکه و یافتن فضای حالت آن و سپس شبیه‌سازی یک ریزشبکه استاندارد جهت کنترل حالت‌های ولتاژ، فرکانس و توان بپرداخته خواهد شد.

کلیدواژگان: انرژی‌های نو، ریزشبکه، کنترل ولتاژ، کنترل فرکانس، تسهیم توان

Today, one of the main daily needs is the existence of stable and safe electrical energy. Increasing population and expansion of cities, villages and industrial centers require the use of electricity generation and control systems more than ever. Due to the high cost of commissioning and maintenance, as well as the time-consuming construction of these power plants, on the one hand, and the existence of renewable energy sources, on the other hand, due to the high cost of commissioning and maintenance, to meet the demand of customers Is now moving towards small local power plants called microgrids. Due to the low cost of construction and maintenance, as well as the availability of inexhaustible sources of new energy sources such as solar, wind, marine, etc., has caused microgrids to have a significant speed in the field of sustainable power generation. In contrast to the many advantages of microgrids, disadvantages such as low inertia, uncertainty, perturbations, and uneven access to renewable sources have led to more sophisticated control methods for controlling voltage, frequency, and active power distribution. Request a microgrid between resources. In this paper, by reviewing valid and basic articles in microgrids, the mathematical equations governing microgrids and finding its state space and then simulating a standard microgrid to control voltage, frequency and power states will be discussed.

Keywords: Renewable energies, microgrid, voltage control, frequency control, power sharing

۱- مقدمه

امروزه لزوم استفاده و بهره‌وری از انرژی‌های نو به صورت جدی مورد استقبال دولت‌ها قرار گرفته است. چرا که با کاهش گازهای گلخانه‌ای و منابع فسیلی جهت رسیدن به تامین نیازهای بشر قدم‌های خوبی برداشته می‌شود. توپولوژی ریزشبهه‌ها^۱ نه تنها از نظر تامین هزینه‌های احداث مقرون به صرفه است بلکه بدلیل در اختیار داشتن منابع انرژی تجدیدپذیر^۲ مزایای زیست محیطی را نیز به دنبال دارد [۱]. با رشد ۲/۵ درصدی بار سالانه [۲] اختلاف زیادی بین تقاضای انرژی الکتریکی و تولید توان به روش معمول بوجود می‌آید. از سوی دیگر انتقال انرژی الکتریکی به نقاط دور دست و صعب‌العبور به روش نیروگاه‌های متمرکز غیرممکن و یا با هزینه‌های زیادی همراه است در حالیکه با توجه به احداث شبکه‌های محلی مجاور تقاضای بار، این مشکل به طور کامل رفع خواهد شد [۱]. از دیگر مزایای مهم ریزشبهه‌ها احداث نیروگاه‌ها در مراکز حساس و امنیتی جهت تامین توان الکتریکی هم‌چون ناوهای هواپیمابر و ... را می‌توان اشاره کرد. ریزشبهه‌ها به سه دسته جریان مستقیم، جریان متناوب و یا ترکیب این دو مدل دسته‌بندی می‌شود. از نقطه نظر رقابتی ریزشبهه^۳ DC دارای مزایای بیشتری نسبت به AC^۴ است. از جمله این مزایا می‌توان به ساختار کنترلی ساده‌تر [۳] اشاره کرد. در [۴] مطالعاتی در زمینه اتصال چندین ریزشبهه به هم گزارش تحت عنوان NMG^۵ آورده شده است.

ساختار کنترلی ریزشبهه شامل سه بخش است که در قسمت ۲ به شکل دقیق‌تر مورد بررسی قرار می‌گیرد. در [۵] جهت رسیدن به اهداف ریزشبهه از دو سطح کنترلی استفاده شده است که سطح اول با استفاده از منبع ولتاژ کنترل شده با ولتاژ^۶ و سطح دوم منبع ولتاژ کنترل شده با جریان^۷ می‌باشد.

در [۶] با استفاده از الگوریتم اجماع، تسهیم توان در ریزشبهه DC مورد بررسی قرار گرفته است و از تابع لیاپانوف جهت اثبات پایداری شبکه استفاده کرده است.

در [۷] با استفاده از رویکرد کنترل متمرکز سطح دوم و استفاده از کنترل بهینه توانسته است فرکانس یک ریزشبهه را کنترل نماید. در مرجع [۸] با ارائه یک رویکرد جدید برای ریزشبهه جزیره‌ای شامل دو اینورتر اقدام به کنترل توان راکتیو نموده است.

پیکربندی این مقاله بدین صورت است که در قسمت ۲، ساختار کنترلی سلسله مراتبی، در قسمت ۳، معادلات فضای حالت و معادلات حاکم بر ریزشبهه و در قسمت ۴، بررسی

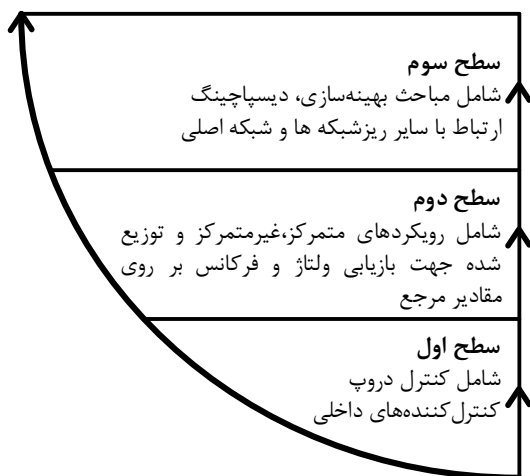
ریزشبهه آزمون شامل دو منبع را خواهیم آورد.

۲- کنترل سلسله مراتبی

ساختار کنترل سلسله مراتبی در ریزشبهه برگرفته از شبکه‌های سنتی قدرت می‌باشد. که شامل سه بخش، کنترل سطح اول (کنترل اولیه)، کنترل سطح دوم (کنترل ثانویه) و کنترل سطح سوم (کنترل ثالثیه) می‌باشد [۹]، هر کدام از این لایه‌های کنترلی مسئولیت‌های جداگانه‌ای بر عهده دارند که در ادامه به آن‌ها خواهیم پرداخت.

در [۱۰] سطح اول به خوبی مورد بررسی قرار داده است و کنترل کننده طراحی شده شبکه را به اهداف مورد نظر رسانده است. مرجع [۱۱] به طور ویژه کنترل سطح دوم را مورد بررسی قرار داده است و نواقص سایر رویکردها را بهبود بخشیده است. مرجع [۹] هر سه بخش کنترلی را به صورت جامع مورد ارزیابی قرار داده است.

در شکل ۱ به صورت خلاصه اهداف هر لایه آورده شده است.



شکل ۱: ساختار کنترل سلسله مراتبی

در ادامه اهداف هر سطح مختصراً بیان می‌شود.

۲-۱ کنترل سطح اول

اولین سطح از کنترل سلسله مراتبی سطح اول^۸ می‌باشد. این رویکرد به صورت محلی پیاده‌سازی می‌شود. هدف اصلی کنترل سطح اولیه پایداری سازی سیستم و تسهیم توان بین منابع تولید می‌باشد.

کنترل سطح اول شامل کنترل دروپ و کنترل کننده‌های داخلی شامل کنترل ولتاژ و کنترل جریان است [۱،۲]. ایده کنترل دروپ، از کنترل شیرگاورنر ژنراتورهای سنکرون

⁵ Networked Microgrid

⁷ CCVSI

⁶ VCVSI

⁸ Primary control

¹ Microgrid

³ Direct Current

² renewable energy resources

⁴ Alternating current

ردیابی صحیح ولتاژ و فرکانس به سراغ سطح دوم می‌رویم. روش‌های متفاوتی بر روی این سطح اعمال شده است. در ادامه به این سه رویکرد خواهیم پرداخت.

۲-۲-۱ رویکرد متمرکز

در این رویکرد تمامی منابع از یک سیستم کنترل مرکزی تبعیت می‌کنند و هر منبع اطلاعات خود را به کنترل کننده مرکزی ارسال و دستورات کنترلی را از آن می‌گیرد. مرجع [۷] از کنترل کننده متمرکز با رویکرد کنترل بهینه جهت تنظیم فرکانس شبکه استفاده کرده است.

از جمله مهم‌ترین معایب روش متمرکز این است که اگر کنترل مرکزی از کار بیافتد دسترسی سطح دوم به کل منابع از بین می‌رود و ممکن در موارد حساس شبکه دچار ناپایداری شود.

۲-۲-۲ کنترل غیرمتمرکز

در این روش هر یک از کنترل کننده‌های سطح ثانویه فقط از اطلاعات محلی خود بهره می‌گیرند و اطلاعی از حالت‌های بقیه سیستم ندارند. [۱]

۲-۲-۳ کنترل توزیع شده

در این روش هر منبع از اطلاعات منبع یا منابع همسایه خود مطلع است و در صورت خرابی یکی از کنترل کننده‌ها شبکه باز هم می‌تواند اهداف اصلی را برآورد نماید.

در [۱۱] از یک روش توزیع شده جهت تسهیم توان و ردیابی دقیق ولتاژ و فرکانس استفاده شده است. در واقع با میانگین‌گیری و مقایسه با مقادیر مرجع یک سیگنال کنترلی تولید شده و این سیگنال به سطح اول ارسال می‌شود.

با توجه به موارد گفته شده جهت رفع خطای ایجاد شده در ردیابی خواسته‌های شبکه، از سطح دوم استفاده می‌شود که با تولید یک سیگنال به سطح اول سبب بهبود وضعیت کل سیستم می‌شود. در واقع اگر این قسمت را فرمول بندی کنیم داریم:

$$w_i = w_n - n_p P_{ki} + \Omega \quad (5)$$

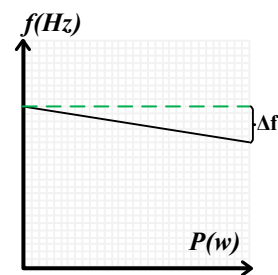
$$E_i = E_n - m_q Q_{ki} + \lambda \quad (6)$$

جهت رسیدن به سیگنال‌های تصحیح Ω و λ از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود.

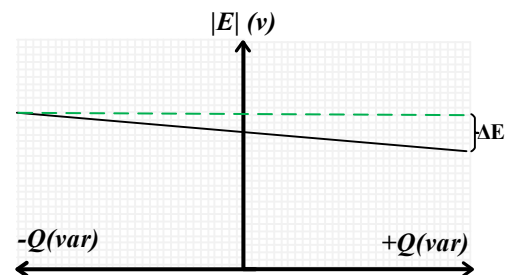
۲-۲-۳ کنترل سطح سوم

هدف از این سطح مدیریت انرژی، بهینه‌سازی شبکه و به نوعی عمل دیسپاچینگ می‌باشد. در صورتی که بخواهیم ریزشبه‌جزیره به شبکه اصلی متصل شود و در مواقعی هم جزیره شود از این سطح می‌توان استفاده کرد [۹].

سنتی گرفته شده است. اصول کارکرد دروپ بدین صورت است که اگر بار افزایش پیدا کند با کاهش همزمان فرکانس مقدار جدید توان اکتیو محاسبه شده و بار تغذیه می‌شود. در قسمت توان راکتیو هم به همین صورت است که در صورت اضافه بار ولتاژ شبکه افت پیدا کند و توان راکتیو جدید محاسبه می‌شود [۱۰]. با این تفسیر مشخص می‌شود که کنترل ولتاژ و فرکانس تا حد زیادی نسبت به هم مستقل می‌باشند و کنترل یکی در دیگری تاثیر نداشته و کنترل فرکانس و توان اکتیو و کنترل ولتاژ و توان راکتیو با هم در ارتباط هستند. در شکل‌های ۲ و ۳ نمودار کنترل فرکانس و ولتاژ آورده شده است.



شکل ۲: دروپ فرکانس



شکل ۳: دروپ ولتاژ

روابط کنترل دروپ در آورده شده است.

$$w = w_n - n_p p \quad (1)$$

$$E = E_n - m_q Q \quad (2)$$

در (۱) و (۲) مقادیر n_p و m_q ضرایب دروپ می‌باشند که طبق رابطه (۳) بدست می‌آیند.

$$n_p = \frac{w_{\max} - w_{\min}}{P_{\max}} \quad (3)$$

$$m_q = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{Q_{\max}} \quad (4)$$

در کنار مزیت اصلی کنترل دروپ که همان تسهیم مناسب توان می‌باشد، معضل بزرگ استفاده از این کنترل، افت ولتاژ و فرکانس سیستم از مقدار نامی آن‌ها است.

۲-۲ کنترل سطح دوم

همانطور که در ۱-۲ گفته شد جهت رفع نواقص سطح یک و

$$Q = I_{oq}V_{od} - I_{od}V_{oq} \quad (8)$$

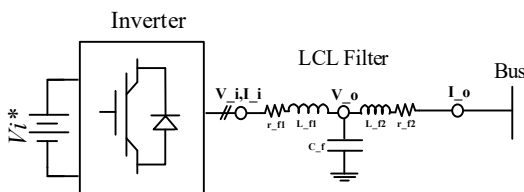
با تولید توان لحظه‌ای به سراغ فیلتر پایین گذر (۹) می‌رویم.

$$LPF = \frac{w_c}{s + w_c} \quad (9)$$

بعد از فیلتر، توان‌های واقعی اکتیو و راکتیو بدست می‌آیند و پس از آن دروپ کنترل را داریم که معادلات آن در (۱) و (۲) آمده است. خروجی کنترل کننده توان یافتن زاویه تبدیلات پارک و سه فاز به همدیگر و هم‌چنین تولید ولتاژ محور d به عنوان ورودی کنترل کننده ولتاژ می‌باشد.

در قسمت کنترل ولتاژ و جریان با در نظر گرفتن اثر اغتشاش و اثر القای متقابل سلف در فیلتر سرانجام سیگنال کنترلی از جنس ولتاژ تولید شده و به مدلاسیون عرض پالس^۱ ارسال می‌گردد.

اکنون به سراغ معادلات حاکم بر ریزشبه‌جزیره می‌رویم. ابتدا معادلات سمت فیلتر را می‌نویسیم.

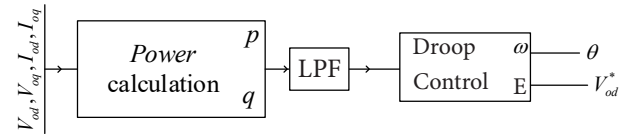


شکل ۷: دیاگرام یک منبع به‌همراه فیلتر خروجی اینورتر

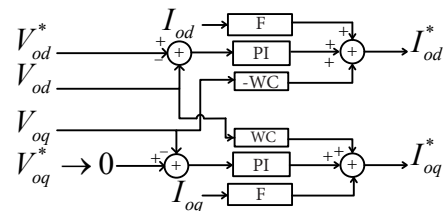
معادلات فضای حالت به صورت (۱۰) می‌باشد.

۳- ساختار ریزشبه‌جزیره و مدل‌سازی

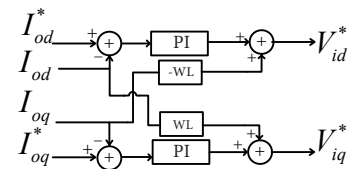
در این قسمت قصد داریم تا ساختار کلی یک منبع به همراه قسمت‌های مختلف کنترلی نشان دهیم [۱۲] و [۱۰].



شکل ۴: کنترل کننده توان



شکل ۵: کنترل کننده ولتاژ



شکل ۶: کنترل کننده جریان

همانطور که در شکل ۴ مشاهده می‌کنید ابتدا مقادیر ولتاژ و جریان سه فاز شبکه اندازه‌گیری شده و با تبدیل پارک به دو محور d و q تبدیل می‌شوند. سپس طبق رابطه (۷) و (۸) توان‌های لحظه‌ای اکتیو و راکتیو محاسبه می‌شوند.

$$P = I_{od}V_{od} + I_{oq}V_{oq} \quad (7)$$

$$\begin{bmatrix} \frac{d}{dt} i_{Ld} \\ \frac{d}{dt} i_{Lq} \\ \frac{d}{dt} v_{od} \\ \frac{d}{dt} v_{oq} \\ \frac{d}{dt} i_{od} \\ \frac{d}{dt} i_{oq} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{-r_{L_f}}{L_f} & w_0 & \frac{-1}{L_f} & 0 & 0 & 0 \\ -w_0 & \frac{-r_{L_f}}{L_f} & 0 & \frac{-1}{L_f} & 0 & 0 \\ \frac{1}{C_f} & 0 & 0 & w_0 & \frac{-1}{C_f} & 0 \\ 0 & \frac{1}{C_f} & -w_0 & 0 & 0 & \frac{-1}{C_f} \\ 0 & 0 & \frac{-1}{L_c} & 0 & \frac{-r_{L_c}}{L_c} & w_0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1}{L_c} & -w_0 & \frac{-r_{L_c}}{L_c} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{Ld} \\ i_{Lq} \\ v_{od} \\ v_{oq} \\ i_{od} \\ i_{oq} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{1}{L_f} & 0 \\ 0 & \frac{1}{L_f} \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_{od} \\ v_{oq} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ -\frac{1}{L_c} & 0 \\ 0 & \frac{-1}{L_c} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_{bd} \\ v_{bq} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} i_{Ld} \\ i_{Lq} \\ v_{od} \\ v_{oq} \\ i_{od} \\ i_{oq} \end{bmatrix} [w] \quad (10)$$

اکنون به سراغ معادلات کنترل کننده توان می‌رویم که دیاگرام آن در شکل ۴ آمده است. معادلات فضای حالت این قسمت در (۱۱) آمده است. پس از کنترل کننده توان به سراغ کنترل کننده ولتاژ می‌رویم. معادلات فضای حالت این قسمت به صورت (۱۲) و (۱۳) و

می‌باشد. در قسمت بعد به سراغ کنترل کننده جریان به عنوان آخرین قسمت از کنترل کننده‌ها می‌رویم. معادلات فضای حالت این قسمت به صورت (۱۴) و (۱۵)

$$\begin{bmatrix} \frac{d}{dt} \delta \\ \frac{d}{dt} P \\ \frac{d}{dt} Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -m_p & 0 \\ 0 & -w_c & 0 \\ 0 & 0 & -w_c \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta \\ P \\ Q \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & w_c i_{od} & w_c i_{oq} & w_c v_{od} & w_c v_{oq} \\ 0 & 0 & w_c i_{oq} & -w_c i_{od} & -w_c v_{oq} & w_c v_{od} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{Ld} \\ i_{Lq} \\ v_{od} \\ v_{oq} \\ i_{od} \\ i_{oq} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \Delta W_{COM} \quad (11)$$

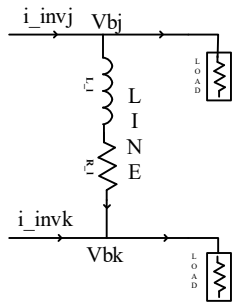
$$\begin{bmatrix} \frac{d}{dt} \phi_d \\ \frac{d}{dt} \phi_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_d \\ \phi_q \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_{od}^* \\ v_{oq}^* \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{ld} \\ i_{lq} \\ v_{od} \\ v_{oq} \\ i_{od} \\ i_{oq} \end{bmatrix} \quad (12)$$

$$\begin{bmatrix} i_{ld}^* \\ i_{lq}^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_{iv} & 0 \\ 0 & k_{iv} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_d \\ \phi_q \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} k_{pv} & 0 \\ 0 & k_{pv} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_{od}^* \\ v_{oq}^* \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 & -k_{pv} & -w_n C_f & F & 0 \\ 0 & 0 & w_n C_f & -k_{pv} & 0 & F \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{ld} \\ i_{lq} \\ v_{od} \\ v_{oq} \\ i_{od} \\ i_{oq} \end{bmatrix} \quad (13)$$

$$\begin{bmatrix} \frac{d}{dt} \gamma_d \\ \frac{d}{dt} \gamma_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \gamma_d \\ \gamma_q \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_d^* \\ i_q^* \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{ld} \\ i_{lq} \\ v_{od} \\ v_{oq} \\ i_{od} \\ i_{oq} \end{bmatrix} \quad (14)$$

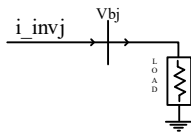
$$\begin{bmatrix} \frac{d}{dt} v_{id} \\ \frac{d}{dt} v_{iq} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_{ic} & 0 \\ 0 & k_{ic} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \gamma_d \\ \gamma_q \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} k_{pc} & 0 \\ 0 & k_{pc} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_d^* \\ i_q^* \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -k_{pc} & -w_n L_f & 0 & 0 & 0 & 0 \\ w_n L_f & -k_{pc} & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{ld} \\ i_{lq} \\ v_{od} \\ v_{oq} \\ i_{od} \\ i_{oq} \end{bmatrix} \quad (15)$$

بدست می‌آوریم (روابط ۲۰، ۲۱، ۲۲)



شکل ۸: دیاگرام خطوط بین منابع در ریزشبکه

با توجه به شکل ۹ مدل فضای حالت بار را به صورت روابط زیر بدست می‌آوریم. (روابط ۲۳، ۲۴، ۲۵)



می‌باشد.

مدل کلی اینورترهای متصل بهم به صورت رابطه‌ی (۱۶) و (۱۷)

می‌باشد.

$$\dot{x}_{INV} = A_{INV}x_{INV} + B_{INV}v_{bDQ} \quad (16)$$

$$i_{oDQ} = C_{INV}x_{INV} \quad (17)$$

از معادله (۱۷) داریم:

$$x_{INV} = [x_{inv1} \ x_{inv2} \ x_{inv3} \ \dots \ x_{invs}]^T \quad (18)$$

$$v_{bDQ} = [v_{bDQ1} \ v_{bDQ2} \ v_{bDQ3} \ \dots \ v_{bDQm}] \quad (19)$$

با توجه به شکل ۸ مدل فضای حالت خطوط بین اینورترها را

$$\begin{bmatrix} \frac{d}{dt}(i_{lineDi}) \\ \frac{d}{dt}(i_{lineQi}) \end{bmatrix} = A_{NET} \begin{bmatrix} i_{lineDi} \\ i_{lineQi} \end{bmatrix} + B_{1NET} \begin{bmatrix} v_{bD} \\ v_{bQ} \end{bmatrix} + B_{2NET} \Delta\omega_0 \quad (20)$$

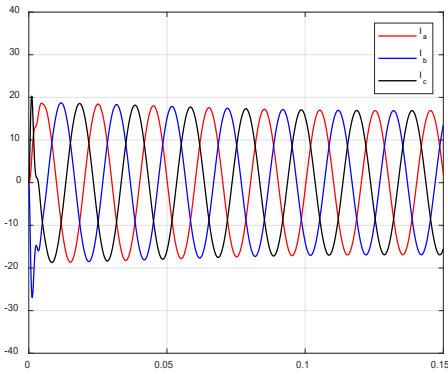
$$A_{NET} = \begin{bmatrix} A_{NET1} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & A_{NET2} & 0 & 0 \\ \vdots & 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & A_{NETn} \end{bmatrix}_{2n \times 2n} \quad B_{1NET} = \begin{bmatrix} B_{1NET1} \\ B_{1NET2} \\ \vdots \\ B_{1NETn} \end{bmatrix}_{2n \times 2m} \quad B_{2NET} = \begin{bmatrix} B_{2NET1} \\ B_{2NET2} \\ \vdots \\ B_{2NETn} \end{bmatrix}_{2n \times 1} \quad (21)$$

$$A_{NET_i} = \begin{bmatrix} \frac{-r_{line_i}}{L_{line_i}} & w_0 \\ -w_0 & \frac{-r_{line_i}}{L_{line_i}} \end{bmatrix}_{2 \times 2} \quad B_{1NET_i} = \begin{bmatrix} \dots & \frac{1}{L_{line_i}} & 0 & \dots & \frac{-1}{L_{line_i}} & 0 & \dots \\ \dots & 0 & \frac{1}{L_{line_i}} & \dots & 0 & \frac{-1}{L_{line_i}} & \dots \end{bmatrix}_{2 \times 2m} \quad B_{2NET_i} = \begin{bmatrix} i_{lineDi} \\ i_{lineQi} \end{bmatrix}_{2 \times 1} \quad (22)$$

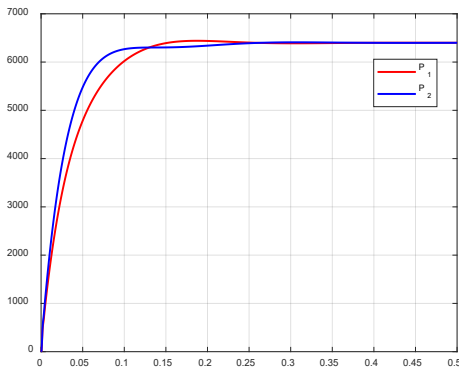
$$\begin{bmatrix} \frac{d}{dt}i_{LoadDi} \\ \frac{d}{dt}i_{LoadQi} \end{bmatrix} = A_{Load} \begin{bmatrix} i_{LoadDi} \\ i_{LoadQi} \end{bmatrix} + B_{1Load} \begin{bmatrix} v_{bD} \\ v_{bQ} \end{bmatrix} + B_{2Load} \omega \quad (23)$$

$$A_{Load} = \begin{bmatrix} A_{Load1} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & A_{Load2} & 0 & 0 \\ \vdots & 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & A_{Loadp} \end{bmatrix}_{2p \times 2p} \quad B_{1Load} = \begin{bmatrix} B_{1Load1} \\ B_{1Load2} \\ \vdots \\ B_{1Loadp} \end{bmatrix}_{2p \times 1} \quad B_{2Load} = \begin{bmatrix} B_{2Load1} \\ B_{2Load2} \\ \vdots \\ B_{2Loadp} \end{bmatrix}_{2p \times 1} \quad (24)$$

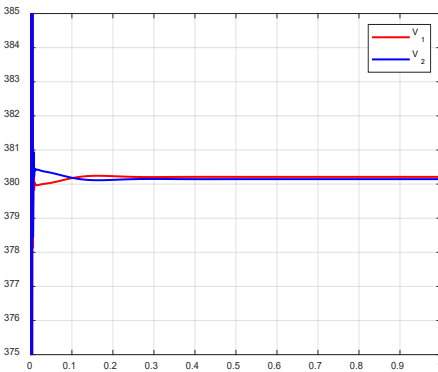
$$A_{Load_i} = \begin{bmatrix} \frac{-R_{Load_i}}{L_{Load_i}} & w_0 \\ -w_0 & \frac{-R_{Load_i}}{L_{Load_i}} \end{bmatrix}_{2 \times 2} \quad B_{1Load_i} = \begin{bmatrix} \dots & \frac{1}{L_{Load_i}} & 0 & \dots \\ \dots & 0 & \frac{1}{L_{Load_i}} & \dots \end{bmatrix} \quad B_{2Load_i} = \begin{bmatrix} i_{LoadDi} \\ i_{LoadQi} \end{bmatrix}_{2 \times 1} \quad (25)$$



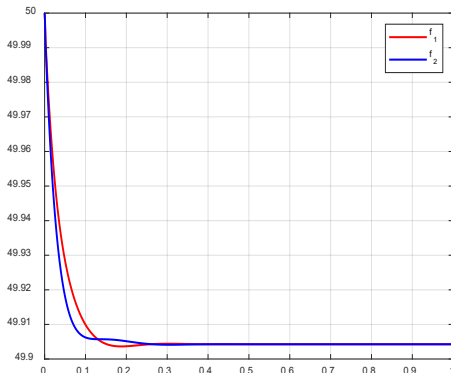
شکل ۹: ولتاژ سه فاز متعادل شبکه با اختلاف فاز ۱۲۰ درجه هر فاز نسبت به هم



شکل ۱۰: خروجی مربوط به توان اکتیو منابع ریزشبهه



شکل ۱۱: ولتاژ منابع



شکل ۱۲: فرکانس منابع

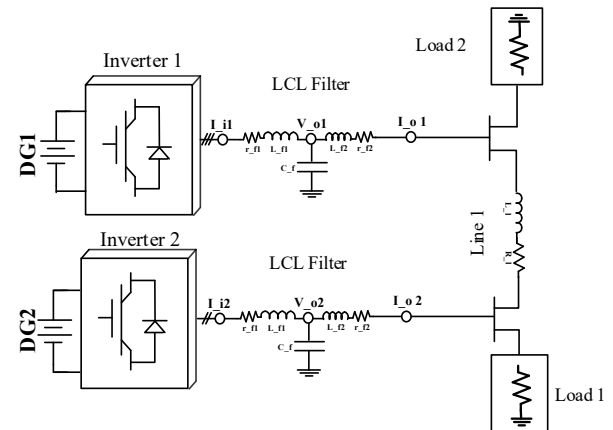
شکل ۹: نحوه قرارگیری بار در ریزشبهه

سرانجام فضای حالت کلی ریزشبهه به صورت معادله (۲۶) می‌باشد.

$$\begin{bmatrix} \frac{d}{dt} x_{INV} \\ \frac{d}{dt} i_{lineDi} \\ \frac{d}{dt} i_{lineQi} \\ \frac{d}{dt} i_{LoadDi} \\ \frac{d}{dt} i_{LoadQi} \end{bmatrix} = A_{mg} \begin{bmatrix} x_{INV} \\ i_{lineDi} \\ i_{lineQi} \\ i_{LoadDi} \\ i_{LoadQi} \end{bmatrix} \quad (26)$$

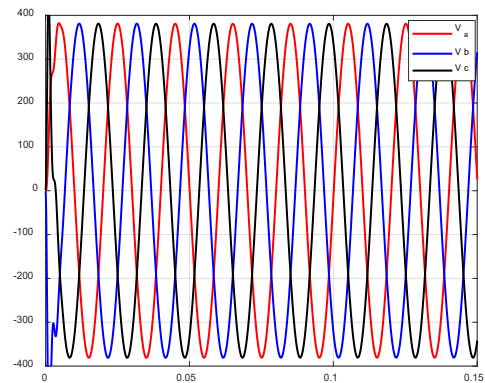
۴- شبیه‌سازی و نتایج

در این قسمت از یک ریزشبهه شامل دومنبع پراکنده استفاده می‌شود. که در شکل ۷ آمده است. مقادیر پارامترها در جدول ۱ آمده است.



شکل ۷: ریزشبهه آزمون

نتایج شبیه‌سازی به صورت شکل های ۸ الی ۱۵ می‌باشد.



شکل ۸: ولتاژ سه فاز متعادل شبکه با اختلاف فاز ۱۲۰ درجه هر فاز نسبت به هم

جدول ۱: مقادیر پارامترهای ریزشبهه آزمون

نمودار	مقدار
Vdc	۶۵۰۷
R_f	۰/۱ Ω
L_f	۰/۰۰۱۳۵ H
C_f	۵۰ μF
R_c	۰/۰۳ Ω
L_c	۰/۰۰۳۵ H
R_Load	۲۵ Ω
f_MG	۵۰ Hz
V_MG	۳۸۰۷

۵- نتیجه گیری

با توجه مطالب بیان شده با توجه به مزایای ریزشبهه‌ها در مقابل نیروگاه‌های سنتی، امروزه توجهات زیادی جهت تامین بار مشترکین به این فناوری شده است. ریزشبهه‌های دری سطوح کنترلی متفاوتی هستند که برای رسیدن به اهداف اصلی در ریزشبهه‌ها که همان تولید برق پایدار و ایمن می‌باشد هر کدام از لایه‌ها وظایف جداگانه‌ای دارند. در ادامه به بحث مدلسازی کامل یک ریزشبهه پرداختیم و معادلات ریاضی حاکم بر یک شبکه استاندارد را بیان نموده‌ایم. سرانجام در قسمت پایانی به شبیه‌سازی یک مدل استاندارد پرداخته شده است و نتایج رویکردهای ریزشبهه از جمله تغییرات ناگهانی بار را مشاهده نموده‌ایم و طبق خروجی‌ها در شرایط تغییر ناگهانی بار کنترل‌کننده‌ها توانسته‌اند شبکه را از ناپایداری حفظ کنند و مقادیر پارامترهای توان، ولتاژ و فرکانس به مقادیر نامی خود همگرا شوند.

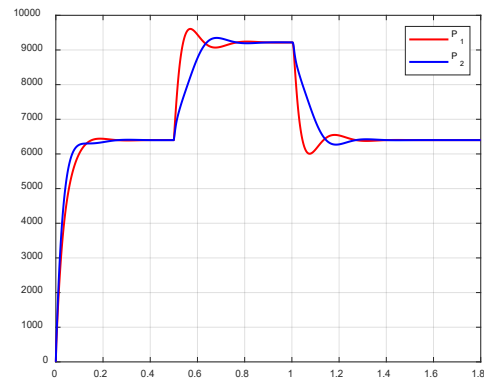
۶- پیشنهادات

در این مطالعه از حلقه امپدانس مجازی و در نظر گرفتن سطح دوم استفاده نشده است. همانطور که در خروجی‌ها مشاهده می‌شود مقدار فرکانس به مقدار اسمی خود یعنی ۵۰ هرتز نرسیده است. علاقه‌مندان می‌توانند با ارائه رویکردهای جدید اقدام به تکمیل این اثر نموده و سطح دوم کنترلی را همراه با حلقه امپدانس مجازی در نظر بگیرند.

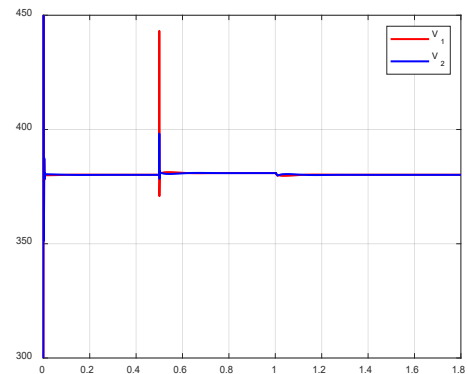
۷- مراجع

[1] S. Sen and V. Kumar, "Annual Reviews in Control

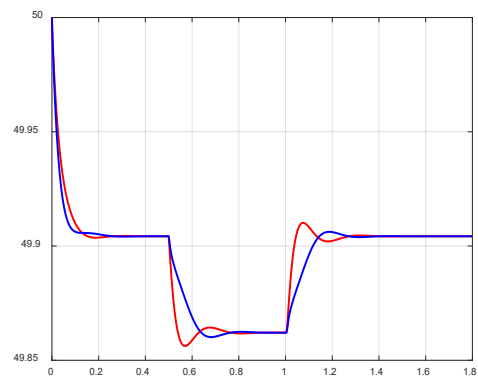
همانطور که در شکل‌های ۸ تا ۱۰ نشان داده شده است سیستم کنترلی توانسته است به خوبی مقادیر توان، ولتاژ و فرکانس را همگرا نماید. در ادامه جهت بهتر نشان دادن الگوریتم به سراغ رویکرد تغییر ناگهانی بار خواهیم رفت که در این قسمت بدلیل اینکه عمل سویچ زنی به یکباره اتفاق می‌افتد سیستم کنترلی باید بتواند سیستم را از ناپایداری مصون کند. در نمودارهای بعدی قابلیت کنترل ارائه شده در لحظه تغییر بار نشان داده می‌شود.



شکل ۱۳: نمودار خروجی توان در حضور تغییرات آبی بار



شکل ۱۴: نمودار خروجی ولتاژ در حضور تغییرات آبی بار



شکل ۱۵: نمودار خروجی فرکانس در حضور تغییرات آبی بار

and reactive power sharing of autonomous microgrids,” IEEE Access, vol. 6, pp. 25551–25561, 2018.

معرفی افراد

بشیر فعله‌گری

متولد مرداد ۷۴ استان کردستان-شهرستان-
قروه. عضو دانشجویی IEEE.

در سال ۱۳۹۷ لیسانس خود را در رشته مهندسی برق قدرت از دانشگاه رازی کرمانشاه اخذ نمود و هم‌اکنون دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی برق کنترل از دانشگاه تربیت مدرس تهران می‌باشد. وی از سال ۲۰۱۹ تا کنون رئیس شاخه IEEE دانشگاه تربیت مدرس می‌باشد. مشاور کمیته توسعه عضویت IEEE بخش ایران، عضو کمیته جوانان حرفه‌ای IEEE بخش ایران، سفیر مسابقات بین‌المللی برنامه نویسی تحت عنوان IEEEEXTreme، دبیر انجمن‌های علمی دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر و همچنین مدیر مسئول و سردبیر نشریه علمی تخصصی برق‌فکام از جمله فعالیت‌های ایشان می‌باشد. از جمله علایق ایشان می‌توان به کنترل ریزشبکه‌ها، کنترل تطبیقی و یادگیری ماشین اشاره کرد.



پروفسور حمیدرضا مومنی

دکتری مهندسی برق امپریال کالج
انگستان (۱۳۶۶)

کارشناسی ارشد، مهندسی برق دانشگاه
ویسکانسین آمریکا (۱۳۵۸)

علایق پژوهشی ایشان می‌توان به کنترل تطبیقی، کنترل مقاوم، شناسایی سیستمها، اتوماسیون، ابزار دقیق، سیستم‌های مرتبه کسری اشاره نمود. از جمله سوابق اجرایی ایشان می‌توان به موارد زیر اشاره نمود.

رئیس دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه تربیت مدرس
رئیس کمیسیون تخصصی هیات ممیزه در گروه مهندسی برق
و کامپیوتر و صنایع
مدیر گروه کنترل

هیات تحریریه مجله برق مدرس

عضو کمیسیون برنامه ریزی جامع آموزشی دانشگاه

رئیس آزمایشگاه اتوماسیون و ابزار دقیق دانشگاه تربیت مدرس

کیوان محمدی

متولد مهر ماه سال ۱۳۷۳ در استان کردستان،
شهرستان مریوان است. ایشان عضو دانشجویی
IEEE می‌باشد. در سال ۱۳۹۶ مدرک کارشناسی



Microgrid control : A comprehensive survey,” no. April, 2018.

[2] A. M. Annaswamy and M. Amin, IEEE vision for smart grid controls: 2030 and beyond. IEEE, 2013.

[3] T. V. Vu, D. Perkins, F. Diaz, D. Gonsoulin, C. S. Edrington, and T. El-Mezyani, “Robust adaptive droop control for DC microgrids,” *Electr. Power Syst. Res.*, vol. 146, pp. 95–106, 2017.

[4] S. Sen and V. Kumar, “Annual Reviews in Control Microgrid control : A comprehensive survey,” no. April, 2018.

[5] A. M. Annaswamy and M. Amin, IEEE vision for smart grid controls: 2030 and beyond. IEEE, 2013.

[6] T. V. Vu, D. Perkins, F. Diaz, D. Gonsoulin, C. S. Edrington, and T. El-Mezyani, “Robust adaptive droop control for DC microgrids,” *Electr. Power Syst. Res.*, vol. 146, pp. 95–106, 2017.

[7] X. Wu et al., “A Two-layer Distributed Cooperative Control Method for Isolated Networked Microgrid Systems,” *IEEE Trans. Smart Grid*, pp. 1–1, 2019.

[8] A. Bidram, A. Davoudi, and F. L. Lewis, “A multiobjective distributed control framework for islanded AC microgrids,” *IEEE Trans. Ind. Informatics*, vol. 10, no. 3, pp. 1785–1798, 2014.

[9] B. Fan, S. Guo, J. Peng, Q. Yang, W. Liu, and L. Liu, “A Consensus-Based Algorithm for Power Sharing and Voltage Regulation in DC Microgrids,” *IEEE Trans. Ind. Informatics*, vol. PP, no. c, pp. 1–1, 2019.

[10] Y. Khayat et al., “Decentralized optimal frequency control in autonomous microgrids,” *IEEE Trans. Power Syst.*, vol. 34, no. 3, pp. 2345–2353, 2019.

[11] J.-H. Kim, Y.-S. Lee, H.-J. Kim, and B.-M. Han, “A new reactive-power sharing scheme for two inverter-based distributed generations with unequal line impedances in islanded microgrids,” *Energies*, vol. 10, no. 11, p. 1800, 2017.

[12] J. M. Guerrero, J. C. Vasquez, J. Matas, L. G. De Vicuña, and M. Castilla, “Hierarchical control of droop-controlled AC and DC microgrids—A general approach toward standardization,” *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. 58, no. 1, pp. 158–172, 2010.

[13] N. Pogaku, M. Prodanović, and T. C. Green, “Modeling, analysis and testing of autonomous operation of an inverter-based microgrid,” *IEEE Trans. Power Electron.*, vol. 22, no. 2, pp. 613–625, 2007.

[14] Q. Shafiee, J. M. Guerrero, and J. C. Vasquez, “Distributed secondary control for islanded microgrids—A novel approach,” *IEEE Trans. Power Electron.*, vol. 29, no. 2, pp. 1018–1031, 2013.

[15] J. Lai, X. Lu, X. Li, and R.-L. Tang, “Distributed multiagent-oriented average control for voltage restoration

خود را در رشته مهندسی برق در دانشگاه کردستان دریافت کرد و مدرک کارشناسی ارشد خود را در رشته مهندسی برق گرایش کنترل از دانشگاه تربیت مدرس در سال ۱۳۹۹ اخذ نمود. ایشان دارای سابقه تدریس دوره کنترل ریزشبکه‌ها در سال ۱۳۹۸ در انجمن تخصصی IEEE هستند و هم‌اکنون به عنوان محقق در دانشگاه تربیت مدرس مشغول به فعالیت می‌باشند. کنترل سیستم‌های چند عاملی، یادگیری ماشین و کنترل ریزشبکه‌ها در حوزه علائق ایشان قرار دارند.

دکتر محمدتقی حمیدی بهشتی



سوابق تحصیلی: دکتری مهندسی برق، کنترل - دانشکده مهندسی برق دانشگاه کانزاس، آمریکا ۱۳۶۶ تا ۱۳۷۱. کارشناسی ارشد، مهندسی برق کنترل - دانشکده مهندسی برق دانشگاه کانزاس، آمریکا ۱۳۶۳ تا ۱۳۶۶. علائق پژوهشی ایشان می‌تواند به کنترل سیستم‌های آشفته تکین، کنترل شبکه‌های ارتباطی و رایانه‌ای، کنترل شبکه‌های برق هوشمند می‌باشد.

از جمله سوابق ایشان می‌تواند به موارد زیر اشاره نمود. فرصت مطالعاتی دانشگاه ایالتی Ohi-kent سال ۸۸-۱۳۸۷ (تحقیق در زمینه مدل‌سازی و کنترل مقاوم سیستم‌های دینامیکی).

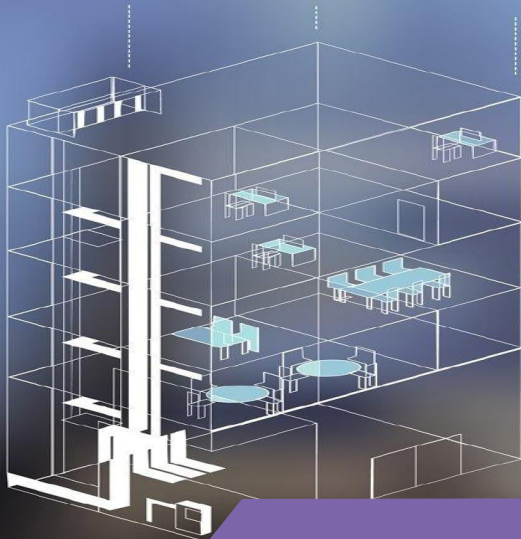
هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس تهران، دانشکده فنی و مهندسی، گروه کنترل از سال ۱۳۷۴ تاکنون.

تدریس در دوره کارشناسی ارشد و دکتری رهبری گروه تحقیق در آزمایشگاه کنترل و شبکه‌های ارتباطی استاد مشاور تزا و رساله‌های دانشجویان دوره کارشناسی ارشد و دکتری

مدیر گروه کنترل (۱۳۷۵ تا ۱۳۷۸)

رئیس دانشکده مهندسی برق (۱۳۷۸ تا ۱۳۸۰)

عضو ارشد IEEE



کنترل پیشبین مدل تطبیقی مقید توزیع شده یک سیستم تهویه چند ناحیه ای

امید اسودی کرمانی^۱، بشیر فعله گری^۲، پژمان جعفری^۳، دکتر حمیدرضا مومنی^۴، دکتر محمد تقی حمیدی بهشتی^۵

- ۱- کارشناسی ارشد کنترل، دانشگاه تربیت مدرس، عضو دانشجویی IEEE O.asvadikermani@modares.ac.ir
 ۲- کارشناسی ارشد کنترل، دانشگاه تربیت مدرس، عضو دانشجویی IEEE Bashir.felegari@modares.ac.ir
 ۳- کارشناسی ارشد کنترل، دانشگاه تربیت مدرس Pejmanjafari@modares.ac.ir
 ۴- استاد، عضو هیئت علمی مهندسی کنترل دانشگاه تربیت مدرس Momeni_h@modares.ac.ir
 ۵- دانشیار، عضو هیئت علمی مهندسی کنترل دانشگاه تربیت مدرس Mbehesht@modares.ac.ir

امروزه سیستم های سرمایش گرمایش و تهویه مطبوع (HVAC) حدود ۲۰ درصد مصرف کل انرژی را شامل میشوند از این رو نیاز به رویکرد های بهتر در کنترل سیستم های سرمایش - گرمایش بیش از پیش احساس می شود. هدف این مقاله آرایه ی روش مفیدتر برای کنترل دما در ساختمان هایی که به صورت چند ناحیه ای که به هم متصل هستند و هر ناحیه ای تأثیر دمایی از ناحیه ی همسایه اش می گیرد می باشد. همچنین تبادل اطلاعات محیطی بین نواحی امکان کنترل هر ناحیه با جبران اثر نواحی همسایه بر روی همدیگر را فراهم می کند. روش پیشنهادی در این مقاله کنترل پیش بین مبتنی بر مدل فضای حالت تطبیقی توزیع شده می باشد که نسبت به عدم قطعیت و اغتشاش هم مقاومت خوبی نشان می دهد.

کلیدواژگان: کنترل پیش بین مبتنی بر مدل، فضای حالت، کنترل توزیع شده، سیستم های سرمایش گرمایش و تهویه مطبوع، ساختمان هوشمند

Today, (HVAC) systems consist about 20% of total energy consumption (up to 40% in developed countries), so there is a need for better approaches to control the heating and cooling systems. The purpose of this paper is to provide a more useful method for controlling the temperature in buildings that are connected, and each region has a temperature effect from its neighbor zone. The exchange of environmental information between areas allows for control of each region by compensating the impact of the neighboring regions. The proposed method in this paper is adaptive model predictive control based on a distributed state-space model, which shows good robustness to uncertainties and disturbances.

Keywords: model predictive control- state-space model – adaptive control-distributed control-heating and ventilation systems (HVAC)-Smart Buildings

جدول ۱: نامگان

سمبل	تعریف
ρ_a	چگالی هوا بر حسب kg/m^3
$A_{w,ij}$	مساحت زامین ناحیه‌ای که ناحیه‌ی i را محاصره می‌کند
C_{pa}	m^2
$C_{w,ij}$	ظرفیت گرمای ویژه هوا بر حسب $kJ/kg^\circ C$
$c_{w,ij}$	ظرفیت گرمایی کلی زامین سطح که ناحیه‌ی i را احاطه کرده.
$C_{z,i}$	ظرفیت گرمایی زامین سطح که ناحیه‌ی i را احاطه کرده بر واحد سطح $kJ/m^2^\circ C$
$f_{sa,i}$	ظرفیت گرمایی کلی هوای ناحیه i kJ/s
f_{ip}	نرخ حجم هوای تغذیه‌ی ناحیه‌ی i m^3/s
$K_{a,i}$	نرخ حجم هوای مبادله شده بین ناحیه‌ی i و ناحیه p m^3/s
M_i	ضریب تبادل حرارتی بین ناحیه i و محیط بیرون $w/\%C$
N	مجموعه سطوحی که ناحیه‌ی i را محاصره می‌کند
N_i	تعداد کل ناحیه‌ها
q_i	مجموعه نواحی همسایه‌ی ناحیه‌ی i
$T_{m,i}$	بهره حرارتی داخلی ناحیه i KW
T_o	دمای هدف برای ناحیه i $^\circ C$
T_s	دمای هوای خروجی $^\circ C$
$T_{sa,i}$	زمان نمونه برداری s
$T_{w,ij}$	دمای هوای تغذیه‌ی ناحیه i $^\circ C$
$T_{z,i}$	دمای هوای زامین سطح که ناحیه i را محاصره کرده.
$U_{w,ij}$	دمای هوای ناحیه i $^\circ C$
	ضریب تبادل حرارتی کلی زامین سطح که ناحیه i را محاصره می‌کند. $W/m^2^\circ C$

۱- مقدمه

نتایج تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که افزایش مصرف انرژی ساختمان، ساختمان‌ها را به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین بخش‌های مصرف انرژی، همراه با صنعت و حمل‌ونقل طبقه‌بندی می‌کند. در کشورهای توسعه‌یافته، ساختمان‌ها تا حدود ۱۰ درصد از کل مصرف انرژی را تشکیل می‌دهند و تا نیمی از آن صرف رفع نیازهای انرژی سیستم‌های HVAC می‌شود.

سیستم‌های HVAC برای کنترل دما و رطوبت ضروری هستند تا آسایش ساکنان را به شیوه‌ای مؤثر تضمین کنند. از جمله تصمیماتی که مهندسين باید اتخاذ کنند انتخاب ساختار سیستم کنترل این تجهیزات می‌باشد یک رویکرد در نظر گرفتن کل ساختمان به‌عنوان یک سیستم و ایجاد یک طرح کنترل متمرکز برای تنظیم دما و رطوبت است. معایب اصلی این روش از ماهیت متمرکز آن ناشی می‌شود، زیرا چنین سیستم کنترلی بیشتر مستعد خطا بوده و محاسبات بیشتری دارد. از سوی دیگر، طرح‌های کنترل غیرمتمرکز ساختمانی را به چندین منطقه آب و هوایی تقسیم می‌کنند که هر منطقه دارای یک واحد کنترل هوا با یک کنترل‌کننده اصلاح دما و رطوبت است هزینه محاسباتی را کاهش می‌دهد. به‌منظور بهبود بیشتر کارایی چنین طرح‌هایی باید در نظر گرفت که نواحی ساختمانی به‌صورت فیزیکی به هم متصل هستند و به‌طور طبیعی بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند.

برخی مقالات روش‌های کنترل تطبیقی غیرمتمرکز پیشنهاد کرده‌اند که اثر اتصالات داخلی را نادیده می‌گیرند. طرح‌های کنترل متمرکز نیز پیشنهاد شده‌اند. روش‌های اکتشافی نیز توسعه یافته‌اند. از روش‌های کنترل پیش‌بین مبتنی بر مدل (MPC) نیز در برخی از مقالات بهره گرفته شده است. [۱]

این مقاله شامل شش بخش است بخش دوم شامل جدول پارامترهای سیستم می‌باشد. بخش سوم شامل مدل دینامیکی سیستم تهویه و سرمایش - گرمایش چند ناحیه به فرم فضای حالت می‌باشد. بخش چهارم درباره روش‌های کنترلی اعمال شده بر سیستم و روش اصلی کنترل پیش‌بین مدل مبتنی بر فضای حالت توزیع شده می‌باشد. بخش پنجم شامل نتایج شبیه‌سازی سیستم است. بخش ششم نتیجه می‌باشد.

۲- نمادها و پارامترها

پارامترها همگی اعداد حقیقی هستند. همچنین برای هر سیگنال زمان گسسته داریم:

$$x \in \mathbb{R}, x \in l_\infty \rightarrow \exists x_\infty = \sup_{k \geq 0} |x(k)|$$

۳- مدل‌سازی ناحیه برای سیستم CAVH و اهداف کنترلی

بر اساس [۲] و [۳] ما مدل دینامیکی را در نظر می‌گیریم که انتقال حرارت را در یک ساختمان معمولی که از N ناحیه‌ی حرارتی تشکیل شده است، توصیف می‌کند:

می‌شود. که دمای هر منطقه متأثر از دمای ناحیه همسایه‌اش می‌باشد واحدهای کنترل مربوط نواحی مجاور هم اطلاعات مربوط به درجه حرارت ناحیه مربوطه خود را باهم مبادله می‌کنند. در یک سیستم چند ناحیه‌ای، تنها مناطق مجاور بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند.

۴- ساختار کنترلی سیستم HVAC

۴-۱- کنترل بهره ثابت: [۵]

برای هر ناحیه خطای دنبال کردن سیگنال مرجع را به صورت $e_i = T_{z,i} - T_{m,i}$ و $\forall i = 1, \dots, N$ که $T_{z,i}$ دمای ناحیه i می‌باشد و $T_{m,i}$ دمای هدف می‌باشد. هدف کنترل برای صفر کردن خطای e_i برای هر $i = 1 \dots N$ بر اساس رابطه (۱) که خطای ردیابی معادله دیفرانسیل زیر را ارضا می‌کند $\forall i = 1, \dots, N$:

(۲)

که برای $\forall i = 1, \dots, N$ پارامتر زیر را داریم:

$$\alpha_i = \frac{f_{sa,i} \rho_a C_{pa} + \sum_{p \in N_i} f_{ip} \rho_a C_{pa} + \sum_{j \in M_i} U_{w,ij} A_{w,ij} + K_{o,i}}{C_{z,i}} \quad (۳)$$

برای طراحی کنترل کننده بهره ثابت تمام پارامترهایی که در روابط (۲) و (۳) آورده شدند مقادیر مشخص و ثابتی در نظر گرفته می‌شوند به جز بهره‌ی حرارتی q_i که وابسته به فعالیت انسانی می‌باشد که ثابت ولی نامشخص است. برای پیاده‌سازی این الگوریتم به صورت عملی نیاز به فرم گسسته مدل رابطه (۲) بر پایه زمان نمونه برداری T_s می‌باشد که در زیر نشان داده شده است:

$$e_i(k+1) = \alpha_{d,i} e_i(k) + b_{d,i} [T_{sa,i}(k) + \frac{U_{w,ij} A_{w,ij}}{f_{ip} \rho_a C_{pa}} T_{w,ij}(k) - \frac{\alpha_i C_{z,i}}{f_{sa,i} \rho_a C_{pa}} T_{m,i}(k) + \sum_{p \in N_i} \frac{f_{ip}}{f_{sa,i}} T_{z,p}(k) + \frac{K_{o,i}}{f_{sa,i} \rho_a C_{pa}} T_o(k) + \frac{1}{f_{sa,i} \rho_a C_{pa}} q_i(k)] \quad (۴)$$

که $e_i(k)$ مقدار گسسته $e_i(t)$ در لحظه $t=kT_s$ است و:

$$\alpha_{d,i} = e^{-\alpha_i T_s}, b_{d,i} = \frac{1}{\alpha_i} (1 - \alpha_{d,i}) \frac{f_{sa,i} \rho_a C_{pa}}{C_{z,i}} \quad (۵)$$

بر اساس معادله (۴) ورودی کنترلی $T_{sa,i}$ انتخاب شده است که این کار اثر دمایی سطوح احاطه کننده، نواحی همسایه، شرایط آب و هوایی و هر بهره حرارتی داخلی و خارجی را

$$\frac{dT_{z,i}}{dt} = \frac{f_{sa,i} \rho_a C_{pa}}{C_{z,i}} (T_{sa,i} - T_{s,i}) + \sum_{j \in M_i} \frac{U_{w,ij} A_{w,ij}}{C_{z,i}} (T_{w,ij} - T_{z,i}) + \sum_{p \in N_i} \frac{f_{ip} \rho_a C_{pa}}{C_{z,i}} (T_{z,p} - T_{z,i}) + \frac{K_{o,i}}{C_{z,i}} (T_o - T_{z,i}) + \frac{q_i}{C_{z,i}} \quad (۱-۱)$$

$$\frac{dT_{w,ij}}{dt} = \frac{U_{w,ij} A_{w,ij}}{C_{w,ij}} (T_{w,ij} - T_{z,i}) + \frac{U_{w,ij} A_{w,ij}}{C_{w,ij}} (T_o - T_{z,i}) \quad (۲-۱)$$

$$\frac{dT_{w,ij}}{dt} = \frac{U_{w,ij} A_{w,ij}}{C_{w,ij}} (T_{w,ij} - T_{z,i}) + \frac{U_{w,ij} A_{w,ij}}{C_{w,ij}} (T_{z,p} - T_{z,i}) \quad (۳-۱)$$

دمای هر ناحیه با پارامتر $T_{z,i}$ مشخص می‌شود که از معادله (۱-۱) محاسبه می‌شود. دمای هوای ورودی به ناحیه i ، $T_{sa,i}$ می‌باشد که بر روی دمای آن ناحیه تأثیر می‌گذارد. دمای سطوح دربرگیرنده ناحیه i (دیوارها، زمین و ...) $T_{w,ij}$ ، دمای هوای نواحی همسایه ناحیه i ، $T_{z,p}$ ، دمای هوای بیرون T_o و سایر ضرایب حرارتی داخلی و خارجی q_i می‌باشند. دمای هوای سطوح $T_{w,ij}$ که از هوای ناحیه مربوطه تأثیر می‌پذیرد - از معادلات (۲-۱) و (۳-۱) به دست می‌آید که نشان دهنده‌ی این است که این سطح یک ناحیه را از ناحیه‌ی همسایه خود یا از محیط بیرون جدا می‌کند. بهره حرارتی q_i می‌تواند از فعالیت‌های انسانی در محیط، روشنایی، نشستی حرارتی و ... ناشی شود. تغییر در پارامترهای می‌تواند در گذر زمان ایجاد شود مثل باز شدن درها که موجب تبادل هوا بین نواحی i و p می‌شود که نتیجه‌ی آن غیر صفر شدن ضریب f_{ip} می‌شود علاوه بر این تجزیه و تغییر مواد موجب عوض شدن پارامترهای مربوط به خواص انتقال حرارت مواد ($U_{w,ij}$, $C_{w,ij}$) می‌شود. هدف اتخاذ یک روش کنترل توزیع شده که دمای محیط $T_{z,i}$ را به دمای هدف $T_{m,i}$ برساند که توسط کاربران سیستم تهویه تعیین می‌شود و $T_{sa,i}$ دمای هوای تغذیه‌ی ناحیه i می‌باشد. سیستم تهویه مورد نظر ما در اینجا یک سیستم تهویه حجم هوا ثابت است. [۴] تجربه نشان داده انتخاب یک روش کنترلی بهبود یافته برای کنترل این سیستم ها خیلی مؤثرتر و اقتصادی‌تر از به روز کردن سیستم‌های تهویه است. در این سیستم دمای هوای هر ناحیه دمای سطوح احاطه کننده دمای هوای بیرون دمای هوای تغذیه جزو متغیرهای قابل اندازه گیری می‌باشد. ناحیه i شامل یک سیستم فیزیکی است که دینامیک ناحیه تحت کنترل و واحد کنترل است. در این مقاله شرایط واحد (AHU) ایده آل فرض

هر منطقه می‌تواند با رسیدن دما به دمای هدف به خطای ردیابی صفر برسد و تأثیر مناطق همسایه، سطوح اطراف، دمای محیط بیرون و بهره‌های حرارتی تا زمانی که ثابت باشند خنثی می‌شود.

۲-۴- کنترل پیش‌بین مدل مقید مبتنی بر فضای حالت تطبیقی:

این روش کنترل پیش‌بین مبتنی بر مدل فضای حالت سیستم می‌باشد و یک کنترل مبتنی بر بهینه‌سازی است که مقاومت خوبی در مقابل اغتشاش و عدم قطعیت پارامترهای مدل از خود نشان می‌دهد هم‌چنین امکان پیاده‌سازی این روش کنترلی به‌صورت مقید از ویژگی‌های مثبت این روش کنترلی می‌باشد هم‌چنین با تخمین پارامترهای مدل فضای حالت با استفاده از اندازه‌گیری متغیرهای حالت سیستم و خروجی می‌توان روش کنترلی به یک روش کنترل تطبیقی تبدیل کرد.

۲-۴-۱- کنترل متمرکز:

با توجه معادلات (۱-۱) و (۲-۱) و (۳-۱) مدل فضای حالت سیستم گسسته با $T_s = 60s$ را تشکیل می‌دهیم:

$$\begin{aligned} x_m(k+1) &= A_m x_m(k) + B_m u(k) + E_m d(k) \\ y(k) &= C_m x(k) \end{aligned} \quad (10)$$

x_m بردار متغیرهای ورودی، u ورودی‌های کنترلی، y بردار متغیرهای خروجی و d بردار متغیرهای اغتشاش می‌باشد که مربوط به پارامترهای q_i ، T_o می‌باشد.

$$u = \begin{bmatrix} T_{sa,1} \\ T_{sa,2} \\ T_{sa,3} \end{bmatrix}, y = \begin{bmatrix} T_{z,1} \\ T_{z,2} \\ T_{z,3} \end{bmatrix}, x_m = \begin{bmatrix} T_{z,i} \\ T_{z,p} \\ \vdots \\ T_{w,ij} \\ \vdots \end{bmatrix} \quad (11)$$

P افق پیش‌بین و M افق کنترل می‌باشد.

J تابع هزینه می‌باشد که با کمینه کردن آن، آرگومان تابع $\Delta u(k)$ یعنی نمو سیگنال کنترلی جهت کمینه کردن خطای خروجی نسبت به سیگنال مرجع می‌باشد، محاسبه می‌شود هم‌چنین امکان طراحی بهینه‌ساز به‌طوری که $\Delta u(k)$ در یک محدوده مشخص باقی بماند وجود دارد که ویژگی مقید را به الگوریتم کنترلی اضافه می‌کند.

کمینه ساختار این کنترلگر به شکل زیر می‌باشد:

$$\begin{aligned} T_{sa,i}(k) &= -K_{e,i}^* e_i(k) - \sum_{j \in M_i} K_{w,ij}^* T_{w,ij}(k) - K_{m,i}^* T_{m,i}(k) \\ &\quad - \sum_{p \in N_i} K_{ip}^* T_{z,p}(k) - K_{o,i}^* T_o(k) - h_i K_{l,i}(k) \end{aligned} \quad (1-6)$$

$$K_{l,i}(k) = K_{l,i}(k-1) + e(k) \quad (1-7)$$

که $K_{out,i}^*$ ، K_{ip}^* ، $K_{m,i}^*$ ، $K_{w,ij}^*$ ، $K_{e,i}^*$ برای تضمین پایداری و بازده i امین ناحیه درحالی که ضرایب $K_{out,i}^*$ ، K_{ip}^* ، $K_{m,i}^*$ ، $K_{w,ij}^*$ برای خنثی‌سازی اثر سطوح احاطه‌کننده محیط اثر نواحی همسایه و دمای هوای محیط بیرون می‌باشند $K_{l,i}(k)$ یک انتگرال گیر با بهره ثابت h_i به منظور خنثی‌سازی اثر اغتشاش ثابت q_i بر روی e_i می‌باشد. ضرایب فوق از روابط زیر محاسبه می‌شود:

$$\begin{aligned} K_{e,i}^* &= \frac{\alpha_{m,i} - \alpha_{d,i}}{b_{d,i}}, K_{w,ij}^* = \frac{U_{w,ij} A_{w,ij}}{f_{sa,i} \rho_a C_{\rho a}} \\ K_{m,i}^* &= -\frac{\alpha_i C_{z,i}}{f_{sa,i} \rho_a C_{\rho a}}, K_{ip}^* = \frac{f_{ip}}{f_{sa,i}} \\ K_{out,i}^* &= \frac{K_{o,i}}{f_{sa,i} \rho_a C_{\rho a}} \end{aligned} \quad (7)$$

در روابط (۷) پارامتر طراحی $\alpha_{m,i}$ بر روی سرعت تغییر دمای هوای ناحیه موردنظر تأثیر می‌گذارد.

با استفاده از ورودی کنترل پیشنهادی (۱-۶) در ناحیه i خطای دنبال کردن سیگنال مرجع (۴) می‌تواند توسط رابطه زیر بیان شود:

$$e_i = \frac{z-1}{z^2 + (h_i b_{d,i} - 1 - \alpha_{m,i})z + \alpha_{m,i}} \frac{b_{d,i}}{f_{sa,i} \rho_a C_{\rho a}} q_i(z) \quad (8)$$

رابطه فوق تبدیل z تابع خطا خروجی می‌باشد. بنابراین برای ثابت q_i ما می‌دانیم که استفاده از ورودی کنترل پیشنهادی (۱-۶) خطای تعقیب سیگنال مرجع به صفر تقلیل می‌یابد که این مورد با استفاده از قضیه مقدار نهایی ثابت می‌شود:

$$\begin{aligned} \lim_{t \rightarrow \infty} e_i(t) &= \lim_{z \rightarrow 1} (z-1) \frac{z-1}{z^2 + (h_i b_{d,i} - 1 - \alpha_{m,i})z + \alpha_{m,i}} \\ &= \frac{b_{d,i}}{f_{sa,i} \rho_a C_{\rho a}} \frac{z}{z-1} q_i = 0 \end{aligned} \quad (9)$$

تحلیل این بخش نشان می‌دهد که در یک سیستم ایده آل، زمانی که پارامترهای سیستم به‌دقت اندازه‌گیری شوند،

$$RGA = \begin{bmatrix} 1.4380 & -0.4380 & 0 \\ -0.4380 & 1.9451 & -0.5070 \\ 0 & -0.5070 & 1.5070 \end{bmatrix} \quad (13)$$

با بررسی ماتریس فوق می‌توان دریافت که هر ورودی با خروجی متناظر خود جفت می‌شود و همچنین با توجه به معادلات (۱-۱) و (۲-۱) و فیزیک مشخص می‌شود مثلاً برای خروجی دوم که مربوط به ناحیه ۲ است ورودی ۲ تأثیر اصلی را بر روی دمای آن می‌گذارد و اثر منفی ورودی‌های ۱ و ۳ با توجه به مدل فضای حالت آن‌ها که همان دمای نواحی همسایه یعنی خروجی ۱ و ۳ (که خود از حالت‌های سیستم اصلی هستند و پیش‌بینی می‌شوند) همان اثر متقابل نواحی همسایه بر دمای ناحیه ۲ می‌باشد، بین نواحی تبادل می‌شود و به صورت اغتشاش برای سیستم کنترل دمای ناحیه ۲ مدل می‌شود به همین ترتیب برای نواحی ۱ و ۳ نیز چنین است و ساختار سیستم کنترل گسسته پدید می‌آید.

ابتدا مدل فضای حالت سیستم اصلی به سه زیرسیستم تقسیم می‌شود و مشابه قسمت کنترل متمرکز پیکربندی کنترل پیش‌بین مدل (۱۲، ۱۳، ۱۴) برای هر کدام از نواحی انجام می‌شود و اثر متقابل زیرسیستم‌ها بر هم نیز در نظر گرفته می‌شود. یک تابع هزینه مستقل تعریف می‌شود که تابع هزینه کلی بر حاصل از مجموع تابع هزینه‌ی همهی زیرسیستم‌ها می‌باشد که کنترل توزیع شده‌ی Cooperative می‌باشد. برای ناحیه ۱ برای مثال داریم:

$$u_1 = [T_{sa,1}], y_1 = T_{z,1}, x_{m,1} = \begin{bmatrix} T_{z,1} \\ \vdots \\ T_{w,1j} \\ \vdots \end{bmatrix}, d_1(k) = \begin{bmatrix} T_{z,2} \\ T_o \end{bmatrix}$$

Cooperative DMPC cost function ↓

$$\rightarrow \{J_{AHU(1,2,3)} = J_1(Y_1, u_1) + J_2(Y_2, u_2) + J_3(Y_3, u_3)\} \quad (14)$$

به راحتی می‌توان با اندازه‌گیری متغیرهای حالت هر ناحیه و سیگنال کنترل وبا استفاده از الگوریتم تخمین RLS در هر بار اجرا شدن الگوریتم ماتریس‌های A و B مدل را تخمین زد و این امر خاصیت تطبیقی بودن را نیز به الگوریتم ما اضافه می‌کند. الگوریتم تخمین RLS که $\theta(t)$ پارامترهای تخمین زده شده‌ی ماتریس A و B، $K(k)$ ضریب فیلتر کالمن، ماتریس $P(k)$ کوواریانس تخمین، $\varphi(k)$ ماتریس رگرسیون متشکل از متغیرهای حالت و ورودی و λ فاکتور فراموشی می‌باشد:

$$\begin{aligned} \theta(k) &= \theta(k-1) + K(k)[y(k) - \varphi^T(k-1)\theta(k-1)] \\ K(k) &= P(k-1)\varphi^T(k-1)[\lambda I + \varphi^T(k-1)P(k-1)\varphi(k-1)] \\ P(k) &= (I - K(k)\varphi^T(k-1))P(k-1) / \lambda \end{aligned} \quad (15)$$

$$H = \begin{bmatrix} A \\ \vdots \\ A^P \end{bmatrix}, F = \begin{bmatrix} B \\ \vdots \\ \sum_{i=1}^P A^{i-1}B \end{bmatrix}, G = \begin{bmatrix} B & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \sum_{i=1}^P A^{i-1}B & \dots & \sum_{i=1}^{P-M+1} A^{i-1}B \end{bmatrix},$$

$$T = \begin{bmatrix} C & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & C \end{bmatrix}, J = (R_s - Y)^T Q (R_s - Y) + \Delta U^T R \Delta U,$$

$$V = \begin{bmatrix} E & 0 & \dots & 0 \\ AE & E & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ A^{P-1}E & A^{P-2}E & \dots & E \end{bmatrix},$$

$$W(k) = [d(k|k)^T \dots \dots d(k+P-1|k)^T]^T$$

$$Y(k) = THx(k) + TG\Delta U + TFu(k-1) + TVW(k)$$

$$\xrightarrow{\text{Recedinghorizon}} \Delta U_{J_{min}}(1) = \Delta u(k) \rightarrow \begin{cases} -2 \leq \Delta u(k) \leq 2 \\ 5 \leq u(k) \leq 30 \end{cases}$$

(۱۲)

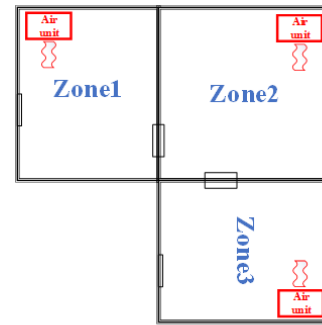
ماتریس‌های Q و R ماتریس وزنی خروجی و ورودی می‌باشند که امکان افزایش دقت تخمین $\Delta u(k)$ و در نتیجه بهبود خطای خروجی و افزایش سرعت همگرایی سیگنال خروجی به سیگنال مرجع را فراهم می‌آورد. [۶]

۴-۲-۲- کنترل توزیع شده:

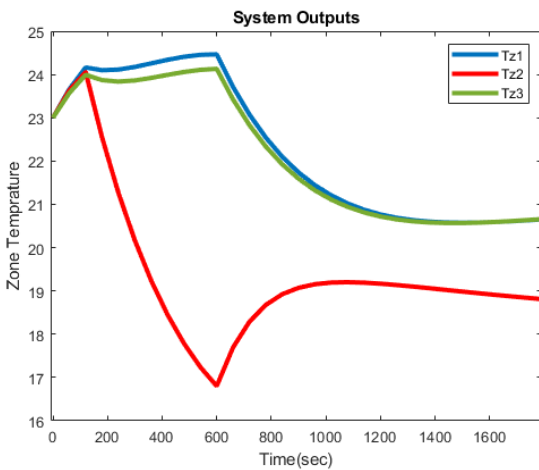
امکان پیاده‌سازی الگوریتم پیش‌بین مدل به صورت توزیع شده نیز وجود دارد به طوری که برای هر ناحیه یک واپایشگر جداگانه طراحی می‌شود در روش متمرکز تنها یک کنترل‌گر وجود دارد و حجم محاسبات بیشتری را انجام می‌دهد و در صورت از کار افتادن آن کنترل کل سیستم مختل می‌شود و متغیرهای وابسته زیادی بین نواحی وجود دارد. در روش غیرمتمرکز سیستم‌ها از یکدیگر مستقل هستند و کنترل کننده‌ها نیز هیچ ارتباطی باهم دیگر ندارند ولی در روش توزیع شده زیرسیستم‌ها به طور کامل از هم جدا نیستند - برخی از متغیرهای حالت و کنترلی که نواحی همسایه را بیشتر تحت تأثیر یکدیگر قرار می‌دهد یعنی اهمیت بیشتری دارند- میان کنترل‌گرها ردوبدل می‌شود و اثر نواحی همسایه برای ناحیه مورد نظر به صورت اغتشاش مدل می‌شود و اثرش توسط کنترل‌گر آن ناحیه خنثی می‌شود. در این روش هم ارتباط میان زیرسیستم‌ها وجود دارد و کاملاً مستقل از هم نیستند هم اینکه تعداد کنترل‌گرها بیشتر شده اما طراحی آن‌ها آسان‌تر و سرعت محاسبات آن بیشتر است و ضریب اطمینان سیستم کلی نیز بالا می‌رود در صورت از کار افتادن کنترل‌گر یک ناحیه بقیه نواحی توانایی کنترل شدن را دارند. ماتریس RGA برای مشخص کردن وابستگی جفت ورودی خروجی‌های سیستم اصلی سه ناحیه‌ای مورد بحث:

۵- مطالعه‌ی موردی:

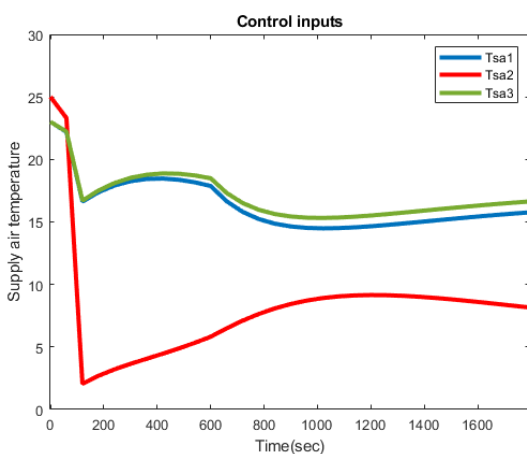
همان‌طور که در قسمت کنترل توزیع‌شده گفته شد سیستم مفروض مسئله یک ساختمان سه ناحیه‌ای است که ابعاد ناحیه ۱ و ۳، $5.5 \times 4.5 \text{ m}^2$ و ابعاد ناحیه ۲، $5.5 \times 5.5 \text{ m}^2$ ، ارتفاع دیوارها ۳ m و ابعاد درها $2 \times 1 \text{ m}^2$ می‌باشد. دیوارهای خارجی بهره انتقال حرارتی کمتری نسبت به دیوارهای داخلی دارند هم‌چنین ظرفیت گرمایی دیوارها از ظرفیت گرمایی آن‌ها در واحد سطح محاسبه می‌شود.



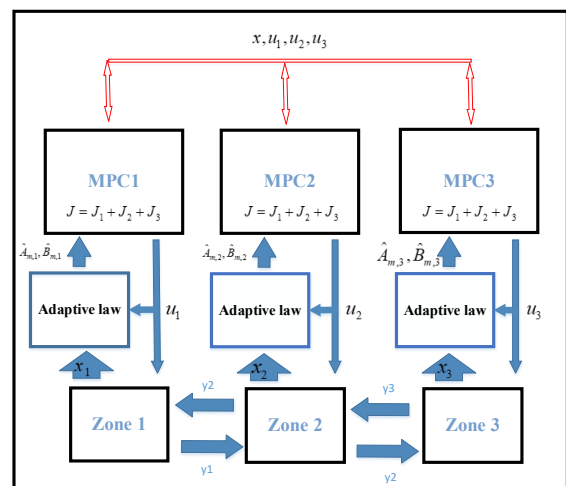
شکل ۱: مدل سیستم سه ناحیه‌ای



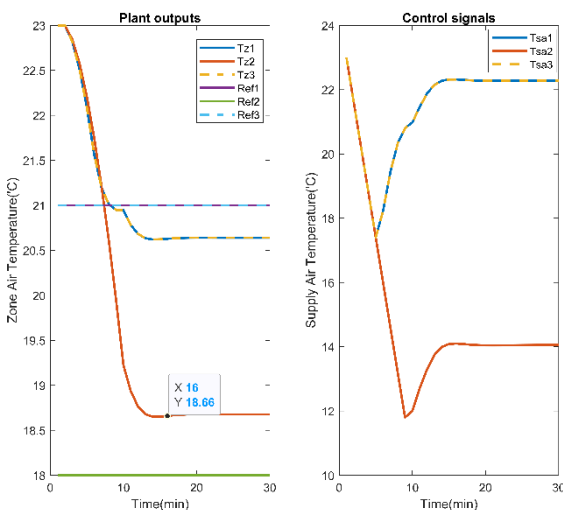
شکل ۳: نمودار خروجی‌های سیستم با کنترل گر بهره ثابت



شکل ۴: نمودار سیگنال‌های کنترلی با کنترل گر بهره ثابت



شکل ۲: دیاگرام کلی سیستم کنترل توزیع شده



شکل ۵: نمودار سیگنال‌های کنترل زیر سیستم‌ها و نمودار خروجی زیر سیستم‌ها با کنترل گر پیش‌بین مدل غیر تطبیقی پیش‌بین متمرکز

شبیه‌سازی این سیستم ۳ ناحیه‌ای با بر اساس معادلات (۱) در شکل گسسته می‌باشد که بازمان نمونه‌برداری T_s گسسته شده است. در ابتدا سیستم در حالت تعادل می‌باشد و تمامی دماها ۲۳ درجه سانتی‌گراد هستند. سپس سیستم روشن می‌شود و دمای هدف ۲۱ درجه برای ناحیه ۱، ۱۸ درجه برای ناحیه ۲ و ۲۱ درجه برای ناحیه ۳ مدنظر است. در لحظه $T=600 \text{ sec}$ درهای میان نواحی باز می‌شود این امر موجب ایجاد برهم‌کنش متقابل میان نواحی می‌شود و مدل سیستم نیز عوض می‌شود که مدل در نظر گرفته‌شده برای سیستم مدل فضای حالت است. افق پیش‌بین و کنترل در روش توزیع‌شده و در روش متمرکز ۲۰ می‌باشد.

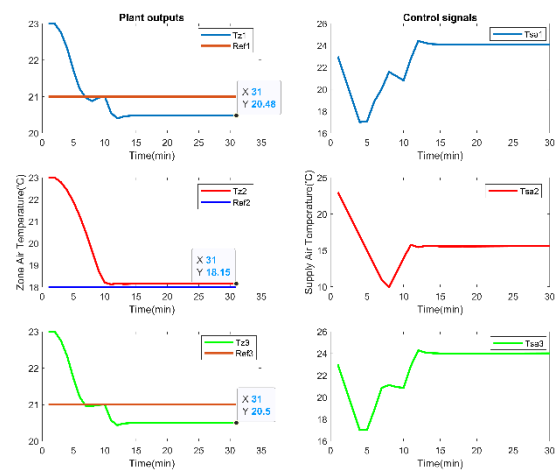
جدول ۲: مجموع مربعات خطای خروجی زیر سیستم ها در مدت آزمایش

Zones	Non-Adaptive Cmpc	Non-Adaptive Dmpc	Adaptive Cmpc	Adaptive Dmpc
Zone1	13.67	15.09	11.7	10.67
Zone2	133.22	103.2	126.02	102.92
Zone3	13.665	14.63	11.7	10.63

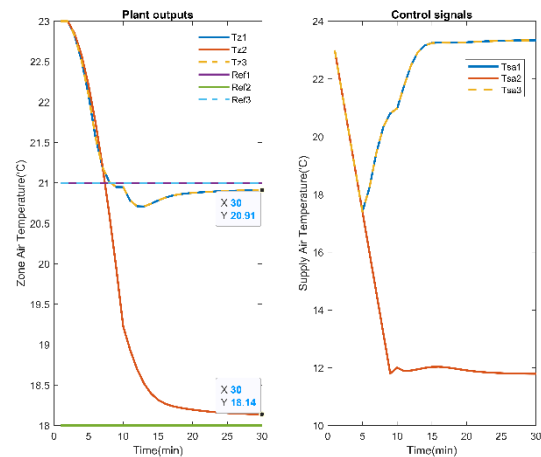
مشاهده می شود که در روش کنترلی دوم و سوم- که بر مبنای کنترل پیش بین مدل مقید تطبیقی متمرکز و توزیع شده می باشد- زمان همگرایی سیگنال خروجی کمتر است و همچنین به خاطر ساختار خودکنترل پیش بین مدل که تغییرات سیگنال کنترلی توسط بهینه کردن یک تابع هزینه تخمین زده می شود نسبت به اغتشاش و تغییرات اندک مدل پاسخ خوبی نشان می دهد چون با تغییرات سیگنال کنترلی سر و کار دارد و با اضافه شدن الگوریتم RLS به آن و تخمین برخط پارامترهای مدل فضای با استفاده از اندازه گیری متغیرهای حالت این ویژگی به شدت بهبود می یابد و نتیجه یک الگوریتم تطبیقی است همان طوری که از نتایج مشخص است در لحظه $T=600s=10min$ با باز شدن درها و ایجاد تغییر در پارامترها و ایجاد برهم کنش میان دمای هوای نواحی باهم می شود که خروجی با یک تغییر جزئی به سرعت به مقدار مرجع همگرا می شود و به خوبی خود را با تغییر مدل تطبیق می دهد همچنین امکان مقید کردن حالت ها و تغییرات سیگنال های کنترلی و خود آنها امکان پیاده سازی عملی این سیستم فراهم می گردد. استفاده از روش توزیع شده به دلیل کوچک شدن مدل فضای حالت سیستم ها و کاهش پیچیدگی و حجم محاسبات می شود از طرفی خنثی کردن اثر برهم کنش میان زیرسیستم ها بر یکدیگر- که مانند اغتشاش برای نواحی مدل می شود- یک امر بسیار مهم در پیاده سازی روش توزیع شده می باشد.

۶- نتیجه گیری

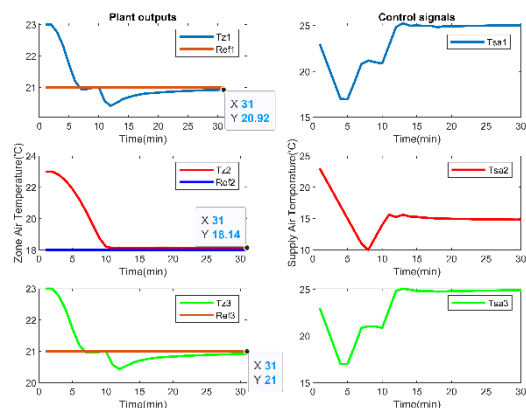
استفاده از کنترل پیش بین مدل تطبیقی سیستم HVAC موجب بهبود زمان رسیدن خروجی ها به مقدار مطلوب در مقایسه با روش اول است هم چنین کنترل گر خود را به سرعت با تغییرات مدل تطبیق می دهد و تغییرات در خروجی جزئیست. همچنین استفاده از کنترل توزیع شده موجب کاهش حجم محاسبات و پیچیدگی مدل شده است و کاهش خطای حالت ماندگار زیر سیستم ها شده است.



شکل ۶: نمودار سیگنالهای کنترل زیر سیستم ها و نمودار خروجی زیر سیستم با کنترل گر پیش بین مدل غیر تطبیقی پیش بین توزیع شده



شکل ۷: نمودار سیگنالهای کنترل زیر سیستم ها و نمودار خروجی زیر سیستم ها با کنترل گر پیش بین مدل تطبیقی پیش بین متمرکز



شکل ۸: نمودار سیگنالهای کنترل زیر سیستم ها و نمودار خروجی زیر سیستم ها با کنترل گر پیش بین مدل تطبیقی پیش بین توزیع شده

مراجع:

- [1] Z. Wang, G. Hu, and C. J. Spanos, "Distributed model predictive control of bilinear HVAC systems using a convexification method," in 2017 11th Asian Control Conference (ASCC), 2017, pp. 1608-1613: IEEE.
- [2] B. Tashdoush, M. Molhim, and M. J. E. Al-Rousan, "Dynamic model of an HVAC system for control analysis," vol. 30, no. 10, pp. 1729-1745, 2005.
- [3] Y. Long, S. Liu, L. Xie, and K. H. Johansson, "A hierarchical distributed MPC for HVAC systems," in 2016 American Control Conference (ACC), 2016, pp. 2385-2390: IEEE.
- [4] M. Rahman, M. Rasul, and M. M. K. J. A. E. Khan, "Energy conservation measures in an institutional building in sub-tropical climate in Australia," vol. 87, no. 10, pp. 2994-3004, 2010.
- [5] G. Lympelopoulou and P. Ioannou, "Distributed Adaptive Control of Multi-Zone HVAC Systems," in 2019 27th Mediterranean Conference on Control and Automation (MED), 2019, pp. 553-558: IEEE.
- [6] S. Li and Y. Zheng, Distributed model predictive control for plant-wide systems. John Wiley & Sons, 2016.
- [7] A. Buonomano, U. Montanaro, A. Palombo, S. J. E. Santini, and Buildings, "Temperature and humidity adaptive control in multi-enclosed thermal zones under unexpected external disturbances," vol. 135, pp. 263-285, 2017.

کنترل از دانشگاه تربیت مدرس تهران می باشد. وی از سال ۲۰۱۹ تا کنون رئیس شاخه IEEE دانشگاه تربیت مدرس می باشد. مشاور کمیته توسعه عضویت IEEE بخش ایران، عضو کمیته جوانان حرفه ای IEEE بخش ایران، سفیر مسابقات بین المللی برنامه نویسی تحت عنوان IEEEEXTreme، دبیر انجمن های علمی دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر و همچنین مدیر مسئول و سردبیر نشریه علمی تخصصی برقکام از جمله فعالیت های ایشان می باشد.

پژمان جعفری



متولد سال ۱۳۷۲ در نورآباد ممسنی است. مدرک کارشناسی خود را در رشته مهندسی برق کنترل در سال ۱۳۹۵ از دانشگاه صنعت نفت اهواز اخذ نموده و در حال حاضر مشغول به تحصیل در مقطع کارشناسی ارشد در رشته ی سیستم های کنترل در دانشگاه تربیت مدرس می باشد. زمینه های تحقیقاتی مورد علاقه عبارتند از: اتوماسیون صنعتی، سیستم های کمپرسوری و کنترل پیش بین مدل.

پروفسور حمیدرضا مومنی



دکتری مهندسی برق امپریال کالج انگلستان (۱۳۶۶) کارشناسی ارشد، مهندسی برق دانشگاه ویسکانسین آمریکا (۱۳۵۸) علائق پژوهشی ایشان می توان به کنترل تطبیقی، کنترل مقاوم، شناسایی سیستمها، اتوماسیون، ابزار دقیق، سیستم های مرتبه کسری اشاره نمود. از جمله سوابق اجرایی ایشان می توان به موارد زیر اشاره نمود. رئیس دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه تربیت مدرس رئیس کمیسیون تخصصی هیات ممیزه در گروه مهندسی برق و کامپیوتر و صنایع مدیر گروه کنترل هیات تحریریه مجله برق مدرس عضو کمیسیون برنامه ریزی جامع آموزشی دانشگاه رئیس آزمایشگاه اتوماسیون و ابزار دقیق دانشگاه تربیت مدرس

دکتر محمدتقی حمیدی بهشتی



سوابق تحصیلی. دکتری مهندسی برق، کنترل - دانشکده مهندسی برق دانشگاه کانزاس، آمریکا ۱۳۶۶ تا ۱۳۷۱. کارشناسی ارشد، مهندسی برق کنترل - دانشکده مهندسی برق دانشگاه کانزاس، آمریکا ۱۳۶۳ تا ۱۳۶۶. علائق پژوهشی

معرفی افراد

امید اسودی کرمانی



متولد سال ۱۹۹۵ در شهر تبریز است. مدرک کارشناسی خود را در رشته مهندسی برق - کنترل در سال ۲۰۱۸ از دانشگاه تبریز اخذ نموده و در حال حاضر مشغول به تحصیل در مقطع کارشناسی ارشد در رشته ی سیستم های کنترل در دانشگاه تربیت مدرس می باشد. زمینه های تحقیقاتی مورد علاقه عبارتند از: اتوماسیون ساختمان - سیستم های سرمایه گذاری گرمایش تهویه مطبوع - اتومبیل های خودران - کنترل تطبیقی. بین مدل - کنترل تطبیقی.

بشیر فعله گری



متولد مرداد ۷۴ استان کردستان - شهرستان - گروه عضو دانشجویی IEEE. در سال ۱۳۹۷ لیسانس خود را در رشته مهندسی برق قدرت از دانشگاه رازی کرمانشاه اخذ نمود و هم اکنون دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی برق

ایشان می توان به کنترل سیستم های آشفته تکین، کنترل شبکه های ارتباطی و رایانه ای، کنترل شبکه های برق هوشمند می باشد.

از جمله سوابق ایشان می توان به موارد زیر اشاره نمود.

فرصت مطالعاتی دانشگاه ایالتی Ohi-kent سال ۸۸-۱۳۸۷ (تحقیق در زمینه مدل سازی و کنترل مقاوم سیستم های دینامیکی).

هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس تهران، دانشکده فنی و مهندسی، گروه کنترل از سال ۱۳۷۴ تاکنون.

تدریس در دوره کارشناسی ارشد و دکتری

رهبری گروه تحقیق در آزمایشگاه کنترل و شبکه های ارتباطی استاد مشاور تزا و رساله های دانشجویان دوره کارشناسی ارشد و دکتری

مدیر گروه کنترل (۱۳۷۵ تا ۱۳۷۸)

رئیس دانشکده مهندسی برق (۱۳۷۸ تا ۱۳۸۰)

عضو ارشد IEEE



تحلیل فنی - اقتصادی نیروگاه خورشیدی مبتنی بر اینورتر متمرکز دارای ردیاب نقطه حداکثر توان چندگانه

سید محمد شبیری^۱، دکتر محمد صادق قاضی زاده^۲، دکتر محمد آقا شفیع^۳

۱- کارشناس ارشد مهندسی برق قدرت، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، s.shobeiry@mail.sbu.ac.ir

۲- دانشیار، دانشکده مهندسی برق گروه قدرت دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ghazizadeh.ms@gmail.com

۳- استادیار، دانشکده مهندسی برق گروه قدرت دانشگاه شهید بهشتی، تهران، shafiyi@hotmail.com

با توجه به پاک و فراوان بودن منبع انرژی خورشیدی، استفاده و جایگزینی این منبع تولید برق به جای سوخت های فسیلی یکی از راه کار های مهم برای ادامه زندگی سالم بشری و حفظ منابع برای نسل های آینده می باشد. راه اندازی سیستم های فتوولتائیک هزینه ی زیادی دارد بنابراین می بایست حداکثر استفاده را از این منبع کرد. سایه جزئی یا عدم تطابق آرایه های فتوولتائیک، تکنیک های ردیابی نقطه حداکثر توان متعارف را ناکارآمد می کند. اگر چه الگوریتم های بهبود یافته ردیابی نقطه حداکثر توان چندگانه به تصویب رسیده است، اما این مشکل نمی تواند به صورت اساسی حل شود. به همین دلیل، انرژی خورشیدی قابل توجهی هدر می رود، که هزینه تولید انرژی خورشیدی را بالا می برد. یکی از راه کارها استفاده از اینورتر های دارای ردیاب نقطه حداکثر توان چندگانه است در این مقاله با شبیه سازی یک نیروگاه خورشیدی نمونه، تأثیر استفاده از قابلیت ردیابی نقطه حداکثر توان چندگانه در مباحث فنی و اقتصادی نیروگاه به طور دقیق تبیین گردیده است و طبق نتایج استفاده از این قابلیت موجب بهبود وضعیت انرژی تولیدی سالیانه و ضریب ظرفیت و هزینه انرژی تولیدی می شود.

کلیدواژگان: نیروگاه خورشیدی، اینورتر، ردیاب نقطه حداکثر توان، تحلیل فنی- اقتصادی، فتوولتائیک، انرژی خورشیدی

Due to the clean and abundant source of solar energy, the use and replacement of this source of electricity generation instead of fossil fuels is one of the important ways to continue healthy human life and preserve resources for future descendants. Setting up photovoltaic systems is expensive, Therefore, this resource should be used to the maximum. Partial shading or mismatch of photovoltaic arrays renders conventional maximum power point tracking techniques inefficient. Although improved multiple maximum power point tracking algorithms have been adopted, this problem cannot be fundamentally solved. As a result, solar energy is significantly wasted, which increases the cost of producing solar energy. One of the solutions is to use inverters with multiple maximum power point trackers. In this paper, by simulating a sample solar power plant, the effect of using multiple maximum power point tracking capabilities in technical and economic issues of the power plant has been precisely explained and according to the results Using this feature improves the status of annual energy production and the capacity factor and cost of energy production.

Keywords: Solar power plant, Inverter, Maximum power point detector, Feasibility study, Photovoltaics, Solar energy

۱- مقدمه

ها جهت تحلیل معرفی می شوند و شبیه سازی نیروگاه خورشیدی نمونه با جزئیات ارائه می گردد که نتایج فنی و اقتصادی این شبیه سازی در بخش ۶ مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد و در نهایت در بخش ۷ نتیجه گیری مقاله ارائه می گردد.

۲- علائم و نشانه ها

حداکثر توان	P_{mp}
حداکثر ولتاژ	V_{mp}
حداکثر جریان	I_{mp}
مخارج سرمایه گذاری در سال t	I_t
مخارج نگهداری و بهره برداری در سال t	M_t
مخارج سوخت در سال t	F_t
انرژی الکتریکی تولید شده در سال t	E_t
نرخ تنزیل	r
طول عمر مورد انتظار سیستم	n
مساحت کل پنل خورشیدی (m^2)	A
بازده پنل خورشیدی (%)	η
تابش خورشید بر پنل تخت (kWh/m^2)	H

۳- اصول ردیابی نقطه حداکثر توان

ردیابی نقطه حداکثر توان یک روش برای به حداکثر رساندن توان خروجی توربین های بادی و سیستم های فتوولتائیک است. سیستم های فتوولتائیک به صورت های گوناگون مورد استفاده قرار می گیرند. در معمول ترین کاربرد، توانی که توسط پنل های خورشیدی تولید می شود توسط اینورتر به جریان متناوب تبدیل شده و مستقیماً به شبکه برق سراسری وصل می شود. در مدل دوم، بخشی از توان خروجی اینورتر به شبکه برق و بخشی از آن به بانک باتری منتقل می شود. در روش سوم هیچ توانی به شبکه برق منتقل نمی شود و توان تولیدی پنل ها توسط یک اینورتر با قابلیت MPPT، به بانک باتری منتقل می شود.

در سلول های خورشیدی یک رابطه پیچیده بین دما و مقاومت کل وجود دارد که موجب به وجود آمدن راندمان غیر خطی می شود. وظیفه MPPT این است که از خروجی پنل های خورشیدی نمونه برداری کرده و مقدار جریان و ولتاژ پنل ها را برای انتقال حداکثر توان در شرایط مختلف محیطی، تنظیم کند. در واقع وظیفه آن این است که مقدار عرضه و تقاضا

در سال های اخیر تقاضای مصرف برق افزایش یافته است. در آینده انتظار می رود که مصرف جهانی برق همچنان به طور قابل توجهی در حال رشد باشد [۱]. علاوه بر این، قیمت منابع مرسوم که دارای موجودی محدود هستند در حال افزایش است، بنابراین انرژی های تجدید پذیر مانند سلول های خورشیدی فتوولتائیک^۱ (PV) در حال تبدیل شدن به یک جایگزین امیدوار کننده هستند. انرژی فتوولتائیک دارای مزایای بسیاری است: یک انرژی تمیز و موجود در همه نقاط است و هزینه های عملیاتی و نگهداری کمتری دارد [۲]. امروزه، نیروگاه های فتوولتائیک در مقیاس بزرگ که باعث افزایش سودآوری سیستم های فتوولتائیک می شوند، در حال تکثیر هستند [۳]. توان ماژول خورشیدی استاندارد در حد چند صد وات است، ولتاژ DC از ۱۵ تا ۳۵ ولت متغیر است. به منظور برآوردن درخواست ولتاژ DC از اینورتر PV متصل به شبکه، ماژول های PV باید به صورت سری متصل شوند. سایه، گرد و غبار و نابرابری در عمر ماژول ها باعث اختلاف در مشخصات ولتاژ و جریان ماژول ها در هر رشته می شود و این باعث می شود چندین نقطه حداکثر توان محلی^۲ (MPP) در مشخصه ولتاژ توان رشته وجود داشته باشد [۴]. برای ردیابی MPP عمومی، تکنیک های پیچیده ردیابی نقطه توان حداکثر^۳ (MPPT) در [۵-۷] بحث شده است.

در زمینه فتوولتائیک، مطالعات بسیاری در مورد استفاده از اینورترهای غیر متمرکز وجود دارد که با ردیابی نقطه حداکثر توان خود تنها به یک رشته متصل می شوند [۸]. با این حال، توپولوژی های غیر متمرکز به دلیل هزینه بالای آنها برای برنامه های توان بالا جالب نیست. به عنوان یک گزینه جایگزین، اینورترهای متمرکز بیشتر در برنامه های توان بالا مورد استفاده قرار می گیرند، زیرا مصالحه خوبی بین هزینه و کارایی ارائه می دهند [۹].

در این مقاله به شبیه سازی و تحلیل فنی- اقتصادی نیروگاه خورشیدی مبتنی بر اینورتر متمرکز دارای ردیاب نقطه حداکثر توان چندگانه پرداخته می شود. هدف این مقاله بررسی و تحلیل تأثیر استفاده از اینورتر دارای ردیاب نقطه حداکثر توان چندگانه در بحث فنی و اقتصادی نیروگاه خورشیدی است که کمبود چنین مطالعه ای با جزئیات در زمینه انرژی خورشیدی واقعاً احساس می گردد.

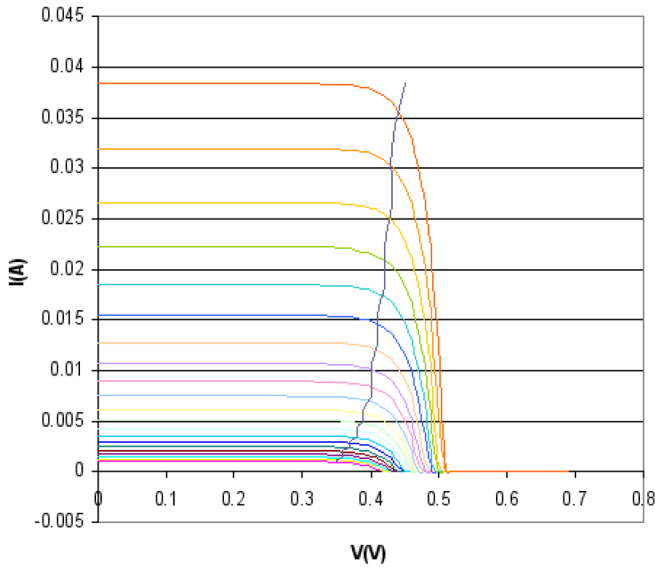
در بخش ۳ و ۴ به ترتیب اصول کلی و نحوه عملکرد ردیابی نقطه حداکثر توان ارائه می گردند. در بخش ۵ برخی شاخص

1 Photovoltaic

2 Maximum Power Points

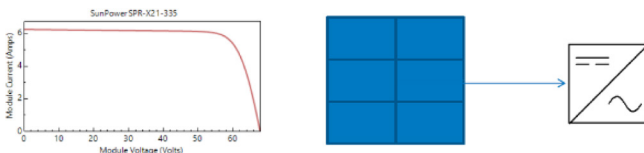
3 Maximum Power Point Track

بازده سلول‌های خورشیدی را در مقدار حداکثر نگه دارند [۵].



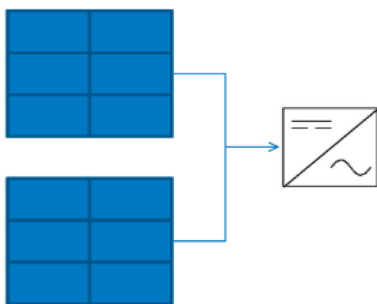
شکل ۱: منحنی I-V سلول خورشیدی فتوولتائیک که در آن یک خط، زانوی منحنی‌ها را قطع می‌کند که این نقاط محل انتقال حداکثر توان است.

پس تا اینجا نتیجه گرفتیم که اینورتر با کنترل ولتاژ رشته باعث عملکرد پنل‌ها در نقطه حداکثر توان می‌شود. این عملکرد ردیابی نقطه حداکثر توان نامیده می‌شود. حال فرض کنیم همه ماژول‌های یک رشته، مشابه اند. در شکل ۲ یک رشته با ماژول‌های مشابه همراه مشخصه ولتاژ و جریان ماژول ارائه شده است. که طبق مشخصه تقریباً در ۶۰ ولت نقطه حداکثر توان، حاصل می‌گردد.



شکل ۲: ردیابی نقطه حداکثر توان در یک رشته با ماژول‌های مشابه

در صورت داشتن چندین رشته با مشخصه جریان و ولتاژ مشابه ردیابی نقطه حداکثر توان همچنان عملکرد خود را خواهد داشت و اجازه می‌دهد هر ماژول در هر رشته در نقطه حداکثر توان کار کند. در شکل ۳ دو رشته با منحنی جریان و ولتاژ مشابه و متصل به اینورتر ارائه شده است.



شکل ۳: دو رشته با منحنی جریان ولتاژ مشابه و متصل به اینورتر

را در هر لحظه برابر نگه دارد. المان‌های MPPT درون مبدل توان الکتریکی قرار دارند. این مبدل‌ها وظیفه تبدیل ولتاژ و جریان، فیلتر کردن، رگوله کردن و ... را به منظور راه اندازی موتورها، شارژر بانک باتری و غیره را بر عهده دارند. اینورترها، برق DC تولیدی پنل‌ها را به برق AC تبدیل می‌کنند که ممکن است خود به سیستم MPPT نیز مجهز باشند. نقطه ماکزیمم توان عبارت است از حاصلضرب نقطه ماکزیمم ولتاژ در نقطه ماکزیمم جریان، همانطور که در (۱) ارائه شده است:

$$P_{mp} = V_{mp} \cdot I_{mp} \quad (1)$$

۴- نحوه عملکرد ردیابی نقطه حداکثر توان

در شرایط مختلف کاری سلول‌های خورشیدی (مثلاً طلوع خورشید، نیمروز، غروب خورشید)، پنل‌ها، توان لحظه‌ای مشخصی دارند که عبارت است از ولتاژ پنل‌ها ضربدر جریان دهی پنل‌ها. حال اگر ولتاژ را بر جریان تقسیم کنیم، مقاومت داخلی پنل‌ها در آن لحظه و به ازای مقدار مشخص تابش خورشید بدست می‌آید. طبق قوانین اولیه مداری، برای انتقال حداکثر توان به بار باید مقاومت بار با مقاومت سایر قسمت‌های مدار برابر باشد. $(R_L = R_{th})$ به دلیل اینکه خورشید در طول روز حرکت می‌کند، شدت تابش متغیر بوده و مقدار جریان دهی و ولتاژ پنل‌ها نیز متغیر خواهد بود. در اینجا سیستم MPPT وارد عمل شده و با برابر نگه داشتن مقاومت داخلی پنل‌ها با مقاومت بار، سبب آن می‌شود که در طول روز حداکثر توان به بار منتقل شود. از آنجایی که مقاومت بار ثابت است و تغییر نمی‌کند (مثلاً یک لامپ) لذا MPPT با تغییر مقدار ولتاژ و جریان پنل‌ها، تطبیق امپدانس را انجام می‌دهد. واضح است که اگر مقاومت بار تغییر کند (مثلاً یک لامپ به همراه یک شارژر موبایل)، در اینصورت نیز مقادیر جریان و ولتاژ پنل‌ها توسط MPPT تغییر می‌یابد.

همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، با افزایش شدت تابش نور خورشید، در یک ولتاژ ثابت، میزان جریان دهی سلول‌ها نیز افزایش می‌یابد. یک مصرف‌کننده با مقدار مقاومت $R = V/I$ ، باید بتواند حداکثر توان را از پنل‌ها دریافت کند یا به عبارت دیگر باید توان دریافتی بار برابر با نقطه توان ماکزیمم پنل‌ها در آن لحظه باشد (زانوی منحنی در شکل ۱) که در این صورت باید مقاومت داخلی پنل‌ها با مقاومت بار برابر باشد. مقاومت داخلی پنل‌ها یک پارامتر متغیر است و به عواملی چون میزان تابش خورشید و دمای پنل‌ها وابسته است. اگر این مقاومت بیشتر یا کمتر از مقاومت بار باشد، میزان توان انتقالی به بار حداکثر نخواهد بود و به عبارت دیگر بهره پنل‌ها کم می‌شود. ردیاب‌های نقطه ماکزیمم توان، روش‌های گوناگونی را بکار می‌گیرند تا بتوانند نقطه حداکثر توان را پیدا کرده و

شده انرژی به عنوان نسبت بین کلیه هزینه‌های تخفیف خورده در طول عمر یک نیروگاه برق تقسیم می‌شود و بر مبلغ تخفیف داده شده از انرژی واقعی تحویلی تقسیم می‌شود. از هزینه تراز شده انرژی برای مقایسه روش‌های مختلف تولید برق استفاده می‌شود. هزینه تراز شده انرژی «متوسط درآمد هر واحد برق تولید شده را نشان می‌دهد که برای بازیابی هزینه‌های ساخت و بهره برداری از نیروگاه در طی چرخه فرضی مالی مورد نیاز است. ورودی به هزینه تراز شده انرژی توسط برآوردگر انتخاب می‌شود. آنها می‌توانند شامل هزینه سرمایه، هزینه سوخت، عملیات ثابت و متغیر و هزینه‌های نگهداری، هزینه‌های تأمین مالی و نرخ بهره فرض شده باشند [۱۰]. نحوه محاسبه هزینه تراز شده انرژی در (۲) ارائه شده است.

$$LCOE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{I_t + M_t + F_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+r)^t}} \quad (2)$$

۵-۲- ضریب ظرفیت^۲ (CF)

ضریب ظرفیت یک نیروگاه، نسبت خروجی واقعی آن در یک بازه زمانی به خروجی بالقوه آن، در حالتی است که به‌طور مداوم در همان بازه زمانی، با ظرفیت اسمی کامل اش فعالیت کند. برای محاسبه ضریب ظرفیت، می‌بایست کل میزان انرژی تولیدی نیروگاه در یک بازه زمانی مشخص را بر میزان انرژی ای که بر اساس ظرفیت کامل اسمی نیروگاه باید تولید شود، تقسیم نمود. ضریب ظرفیت یک نیروگاه، به‌شدت وابسته به نوع سوخت مصرفی و طراحی سیستم آن نیروگاه است. در (۳) نحوه محاسبه ضریب ظرفیت ارائه شده است.

$$CF = \frac{\left[\frac{kWhAC}{year} \right]_{\text{انرژی، تولیدی، سالانه}}}{\left[\frac{hours}{day} \right] \times 24 \times \left[\frac{days}{year} \right] \times \left[\frac{kW}{\text{ظرفیت، نامی، سیستم}} \right]} \quad (3)$$

۵-۲- ضریب عملکرد^۳ (PR)

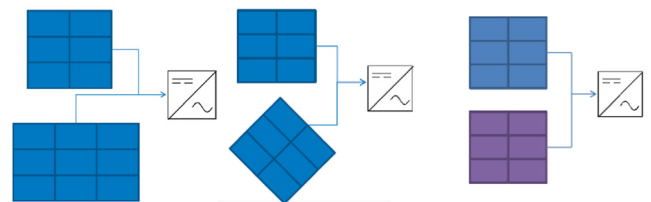
ضریب عملکرد اندازه‌گیری کیفیت یک نیروگاه فتوولتائیک است که از موقعیت قرارگیری مستقل است و بنابراین اغلب به عنوان یک فاکتور کیفیت توصیف می‌شود. ضریب عملکرد به صورت درصد بیان شده و رابطه بین انرژی خروجی واقعی و تئوری نیروگاه فتوولتائیک را توصیف می‌کند. نحوه محاسبه ضریب عملکرد در (۴) ارائه شده است.

$$PR(\%) = \frac{\left(\frac{kWh}{\text{انرژی، خروجی، واقعی}} \right)}{A \cdot \eta \cdot H} \times 100 \quad (4)$$

1 Levelized Cost of Energy

2 Capacity Factor

حال اگر هر رشته منحنی جریان ولتاژ مختص خود را داشته باشد و این منحنی‌ها با هم تفاوت داشته باشند یا تعداد ماژول‌های به کار رفته در هر رشته تفاوت داشته باشد، چون ماژول‌ها سری هستند ولتاژ آن‌ها با هم جمع شده، در نهایت ولتاژ رشته‌ها با هم تفاوت خواهد داشت. این در حالی است که یک ردیاب نقطه حداکثر توان تکی می‌تواند فقط در یک ولتاژ عمل کند. در شکل ۴ نمونه‌هایی از عدم تطابق رشته‌ها که منجر به ولتاژهای متفاوت هر رشته می‌شود ارائه شده است. این عدم تطابق به ترتیب از راست به چپ شکل ۴ می‌تواند ناشی از استفاده از رشته‌هایی با مشخصه ولتاژ جریان متفاوت، عدم تطابق مقدار تابش به هر رشته و عدم تطابق تعداد ماژول به کار رفته در هر رشته باشد.



شکل ۴: نمونه‌هایی از دو رشته با منحنی جریان ولتاژ غیرمشابه

بنابراین به طور کلی دو عملکرد برای اینورترهای متمرکز می‌توان در نظر گرفت که به شرح زیر است:

الف) عملکرد اینورتر با ردیاب نقطه حداکثر توان تکی: جستجوی یک ولتاژ کلی که حداکثر توان را فراهم می‌آورد که پیاده‌سازی آن اغلب مشکل است و در سیستم‌های با عدم تطابق بالا باعث تلفات غیر قابل انتظار می‌شود.

ب) عملکرد اینورتر با ردیاب نقطه حداکثر توان چندگانه: رشته‌های نامطابق هر کدام به ردیاب نقطه حداکثر توان جداگانه متصل می‌شود که باعث می‌شود هر رشته در نقطه حداکثر توانش عملکرد داشته باشد.

تمرکز این مقاله بر عملکرد دوم یعنی اینورتر با ردیاب نقطه حداکثر توان چندگانه و تأثیر استفاده از آن در مباحث فنی و اقتصادی نیروگاه خورشیدی است تا نقش اینورتر با ردیاب نقطه حداکثر توان چندگانه در نیروگاه‌های خورشیدی دقیق‌تر تبیین گردد.

۵- مدل‌سازی و معرفی شاخص‌های لازم جهت تحلیل

۵-۱- هزینه تراز شده انرژی (LCOE)

هزینه تراز شده انرژی، معیار متوسط هزینه خالص فعلی تولید برق برای یک نیروگاه تولیدی در طول عمر آن است. هزینه تراز

3 Performance Ratio

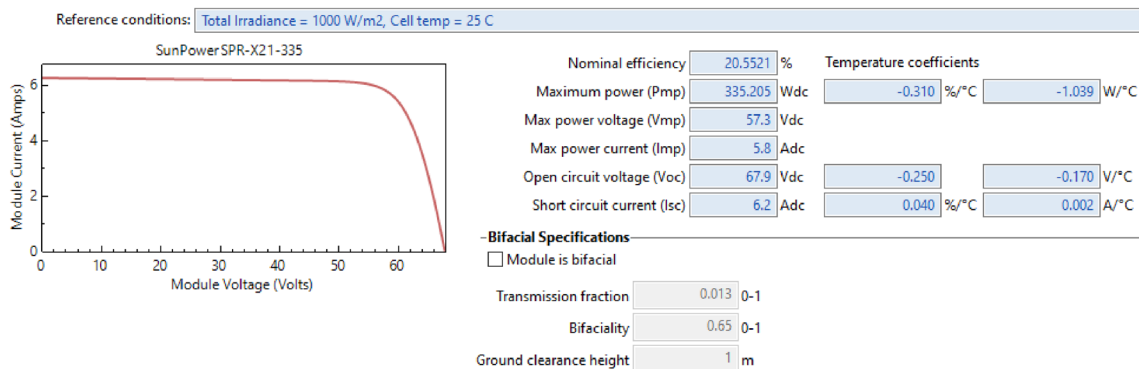
۵-۳- مدل سازی نیروگاه خورشیدی نمونه

مدل سازی نیروگاه خورشیدی در محیط نرم افزار SAM^۱ نسخه ۲۰۱۸ صورت گرفته است. موضوع سیستم های فتوولتائیک با بیش از یک ردیاب نقطه حداکثر توان یکی از جدیدترین قابلیت های محاسباتی نرم افزار SAM است [۱۱]. در ادامه به تشریح شبیه سازی و سناریو ها خواهیم پرداخت و بعد از روند شبیه سازی نتایج سناریو های مختلف از نظر فنی و اقتصادی با هم مقایسه می شوند. اطلاعات سالانه آب و هوایی و وضعیت تابش خورشید منطقه در نظر گرفته شده برای شبیه سازی در نرم افزار به شرح زیر است که در شکل ۵ ارائه شده است. سعی شده است تا وضعیت جوی منطقه نزدیک به مناطق مرکزی کشور ایران در نظر گرفته شود.

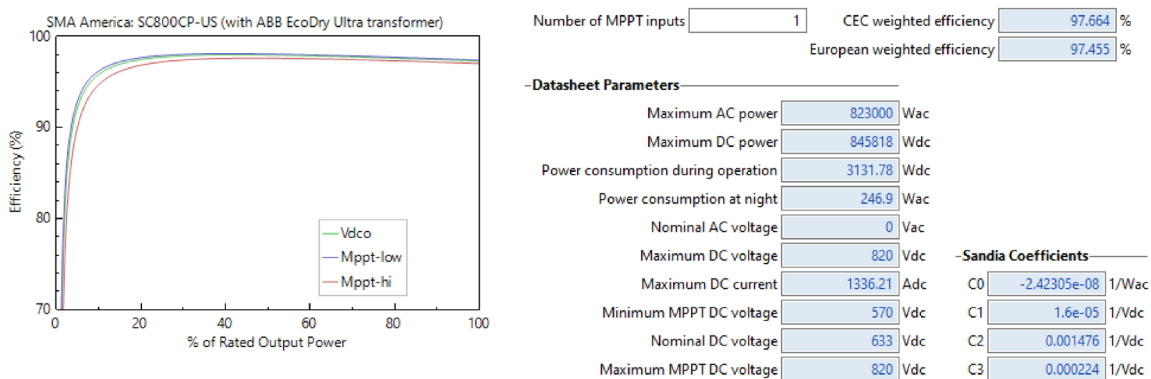
همچنین مشخصات ماژول در شرایط استاندارد در شکل ۶ ارائه شده است. بازدهی نامی ماژول حدوداً ۲۰ درصد و حداکثر توان خروجی حدوداً ۳۳۵ وات در نظر گرفته شده است. در شکل ۷ نیز مشخصات و منحنی بازده اینورتر ارائه شده است. حداکثر توان AC اینورتر ۸۲۳ کیلووات و حداکثر توان DC حدوداً ۸۴۵ کیلووات در نظر گرفته شده است. طراحی سیستم پایه (سناریو اول) به این صورت است که در کل یک زیرآرایه داریم، تعداد کل ماژول ها ۳۰۰۰ و تعداد رشته ها ۳۰۰ در نظر گرفته شده است بنابراین در هر رشته ۱۰ ماژول داریم. پارامتر های اقتصادی و تلفات سایه و دیگر تلفات نیز در حالت قراردادی نرم افزار در نظر گرفته شده است. تا شرایط استاندارد از این جهت حفظ شوند.

Global horizontal	5.79 kWh/m ² /day	Average temperature	21.9 °C
Direct normal (beam)	7.34 kWh/m ² /day	Average wind speed	1.8 m/s
Diffuse horizontal	1.35 kWh/m ² /day	*NaN indicates missing data.	

شکل ۵: اطلاعات سالانه منطقه



شکل ۶: مشخصات ماژول در شرایط استاندارد



شکل ۷: مشخصات و منحنی بازده اینورتر

۶- نتایج و بحث

نتایج شبیه سازی سناریو اول که طراحی پایه نامگذاری شده، در شکل ۸ ارائه شده است. در سمت راست تلفات انرژی در بخش های مختلف سیستم فتوولتائیک ارائه شده است و در سمت چپ تولید انرژی ماهیانه سیستم فتوولتائیک ارائه شده است.

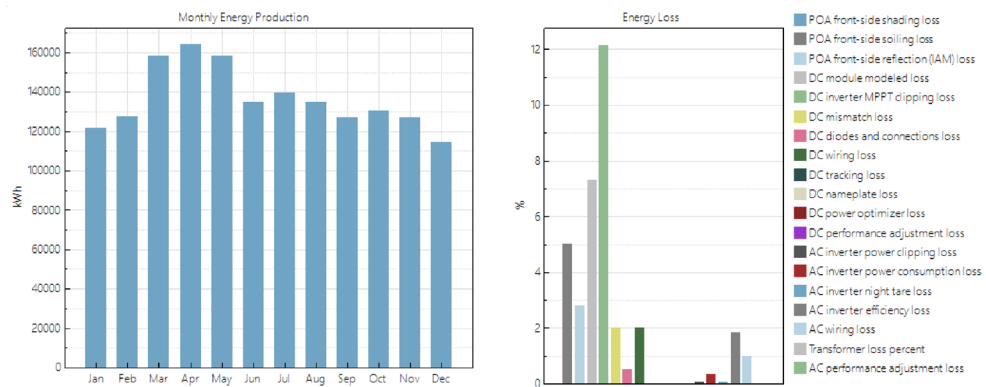
در سناریو دوم فقط قسمت طراحی سیستم را تغییر می دهیم به این صورت که از دو زیرآرایه استفاده می کنیم به طوری که تعداد کل ماژول ها (۳۰۰ عدد) با حالت قبلی برابر گردد. در این طراحی زیرآرایه اول دارای ۲۰۴ رشته است که هر رشته شامل ۱۰ ماژول است و زیرآرایه دوم دارای ۸۰ رشته است که هر رشته شامل ۱۲ ماژول است. تعداد کل رشته ها در این حالت ۲۸۴ عدد می شود. نتایج شبیه سازی سناریو دوم که افزایش زیرآرایه ها نامگذاری شده است در شکل ۹ ارائه شده است. در یک دید کلی تلفات در سناریو ۲ دلیل استفاده از

رشته های کمتر نسبت به سناریو ۱ کاهش یافته است.

سناریو سوم را همان سناریو دوم با لحاظ عدم تطابق ولتاژ زیرآرایه ها در نظر می گیریم. نتایج شبیه سازی سناریو سوم که زیرآرایه های مختلف با لحاظ عدم تطابق نامگذاری شده در شکل ۱۰ ارائه شده است. در سناریو ۳ تلفات DC ماژول به دلیل عدم تطابق ولتاژ بین زیرآرایه ها افزایش یافته است.

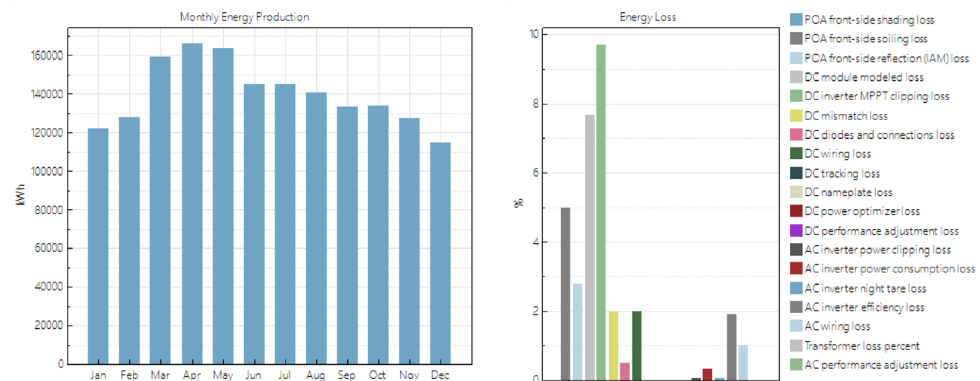
سرانجام در سناریو چهارم برای هر کدام از زیرآرایه های سناریو دوم جداگانه یک MPPT در نظر می گیریم. (لازم به ذکر است تطابق یا عدم تطابق ولتاژ زیرآرایه ها در نتایج این سناریو تاثیری ندارد.) نتایج شبیه سازی سناریو چهارم که زیرآرایه های مختلف همراه ردیابی نقطه حداکثر توان چندگانه نام گذاری شده است در شکل ۱۱ ارائه شده است. مشاهده می گردد کمترین تلفات در همین سناریو رخ داده است و در واقع می توان گفت بکارگیری ردیاب نقطه حداکثر توان چندگانه موجب کاهش شدید تلفات عملکردی می گردد.

Metric	Value
Annual energy (year 1)	1,638,530 kWh
Capacity factor (year 1)	18.6%
Energy yield (year 1)	1,629 kWh/kW
Performance ratio (year 1)	0.69
Levelized COE (real)	6.68¢/kWh



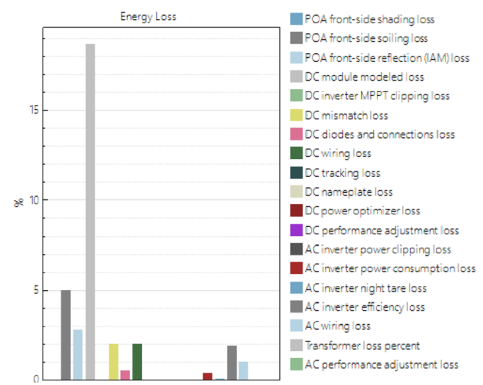
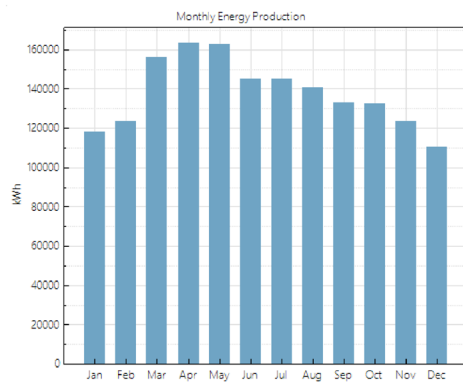
شکل ۸: نتایج شبیه سازی سناریو اول

Metric	Value
Annual energy (year 1)	1,679,307 kWh
Capacity factor (year 1)	19.1%
Energy yield (year 1)	1,670 kWh/kW
Performance ratio (year 1)	0.70
Levelized COE (real)	6.52¢/kWh



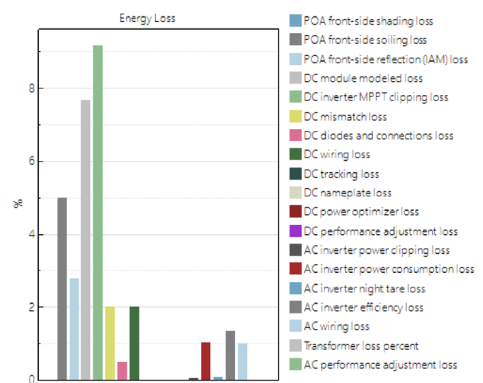
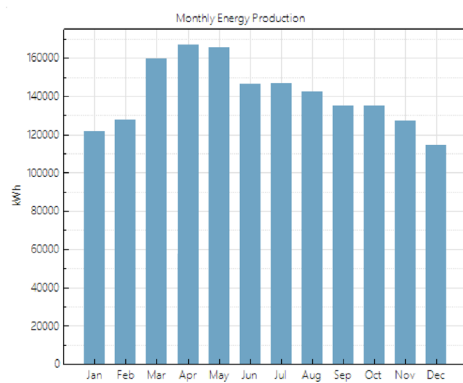
شکل ۹: نتایج شبیه سازی سناریو دوم

Metric	Value
Annual energy (year 1)	1,653,664 kWh
Capacity factor (year 1)	18.8%
Energy yield (year 1)	1,644 kWh/kW
Performance ratio (year 1)	0.69
Levelized COE (real)	6.62¢/kWh



شکل ۱۰: نتایج شبیه سازی سناریو سوم

Metric	Value
Annual energy (year 1)	1,688,497 kWh
Capacity factor (year 1)	19.2%
Energy yield (year 1)	1,679 kWh/kW
Performance ratio (year 1)	0.71
Levelized COE (real)	6.49¢/kWh



شکل ۱۱: نتایج شبیه سازی سناریو چهارم

طبق نتایج نهایی ارائه شده در جدول ۱ هنگامی که از دو زیر آرایه استفاده می کنیم، به طور کلی شرایط بهبود می یابد. در سناریو ۲ تعداد رشته ها نسبت به سناریو ۱ کمتر است (با تعداد ماژول برابر)، بنابراین شاهد کاهش تلفات و بهبود تولید انرژی در سناریو ۲ هستیم. اما این بهبود شرایط با افزایش زیرآرایه ها به شرطی برقرار است که مشخصه زیرآرایه ها مشابه باشد. شرایط در سناریو ۳ (که همان سناریو ۲ با لحاظ عدم تطابق زیرآرایه ها است)، به اندازه سناریو ۲ نسبت به سناریو ۱ مناسب نیست. این در حالی است که یک عدم تطابق استاندارد برای زیرآرایه ها در نظر گرفته شده است و در عدم تطابق های بالاتر ممکن است وضعیت حتی از حالت پایه نیز بدتر شود. در سناریو ۴ از ردیابی نقطه حداکثر توان چندگانه استفاده کرده ایم (به عنوان بسطی از سناریو ۲). مشاهده می گردد بهترین نتایج در این حالت بدست آمده است. حدوداً ۲۰ سنت بر هر کیلووات ساعت نسبت به حالت پایه کمتر هزینه شده است. بنابراین ردیابی نقطه حداکثر توان چندگانه در نیروگاه های خورشیدی با زیرآرایه های دارای عدم تطابق بالا عملکرد مناسبی داشته و باعث بهبود شرایط فنی و اقتصادی نیروگاه می گردد.

برای بررسی و تحلیل بهتر، نتایج نهایی سناریوها در جدول ۱ ارائه شده است تا مقایسه بهتری بین حالات مختلف صورت گیرد. منظور از AE مقدار انرژی سالیانه بر حسب کیلووات ساعت است، منظور از CF ضریب ظرفیت بر حسب درصد است، منظور از PR ضریب عملکرد است و منظور از LCOE هزینه تراز شده انرژی بر حسب سنت بر کیلووات ساعت است.

سناریو	هدف تحلیل	AE kWh/(year)	CF (%)	PR	LCOE (¢/kWh)
۱	حالت پایه	۱۶۳۸۵۳۰	۶/۱۸	۶۹/۰	۶۸/۶
۲	افزایش زیرآرایه ها	۱۶۷۹۳۰۷	۱/۱۹	۷/۰	۵۲/۶
۳ (زیر سناریو ۲)	زیرآرایه های مختلف با لحاظ عدم تطابق	۱۶۵۳۶۶۴	۸/۱۸	۶۹/۰	۶۲/۶
۴ (زیر سناریو ۲)	ردیابی نقطه حداکثر توان چندگانه	۱۶۸۸۴۹۷	۲/۱۹	۷۱/۰	۴۹/۶

جدول ۱: نتایج نهایی سناریوهای مختلف

Arash; Kumary, Swarna (2014). "A Comparative Study on Procedure and State of the Art of Conventional Maximum Power Point Tracking Techniques for Photovoltaic System". *International Journal of Computer and Electrical Engineering*, 6 (5): 402-414.

[8] Duman, T.; Marti, S.; Moonem, M.A.; Kader, A.A.R.A.; Krishnaswami, H. A Modular Multilevel Converter with Power Mismatch Control for Grid-Connected Photovoltaic Systems. *Energies* 2017, 10, 698.

[9] Araujo, S.V.; Zacharias, P.; Mallwitz, R. Highly Efficient Single-Phase Transformerless Inverters for Grid-Connected Photovoltaic Systems. *IEEE Trans. Ind. Electron.* 2009, 57, 3118-3128.

[10] Levelized Cost and Levelized Avoided Cost of New Generation Resources in the Annual Energy Outlook 2019.

[11] P. Gilman. SAM Photovoltaic Model Technical Reference, National Renewable Energy Laboratory.

۷- نتیجه گیری

در این مقاله ابتدا اصول و نحوه عملکرد ردیابی نقطه حداکثر توان ارائه گردید. سپس برخی شاخص های مرسوم جهت تحلیل فنی و اقتصادی نیروگاه های خورشیدی معرفی شدند. در بخش شبیه سازی یک نیروگاه خورشیدی نمونه شبیه سازی گردید تا تأثیر استفاده از ردیابی نقطه حداکثر توان چندگانه در مباحث فنی و اقتصادی نیروگاه خورشیدی دقیق تر تبیین گردد. در نتایج شبیه سازی مشاهده شد که عدم تطابق ولتاژ زیرآرایه ها به شدت در انرژی تولیدی تأثیر گذاشته است. (کاهش ۲ درصدی انرژی تولیدی سالیانه) همچنین ضریب ظرفیت نیز کاهش یافته است و به طبع هزینه انرژی تولیدی نیز افزایش یافته است. در سناریو آخر که برای هر زیرآرایه یک MPPT مختص آن در نظر گرفته شد. وضعیت انرژی تولیدی سالیانه و ضریب ظرفیت و هزینه انرژی تولیدی بهبود یافت البته باید مصالحات هزینه بکارگیری قابلیت ردیابی نقطه حداکثر توان چندگانه در مقابل عایدی های این قابلیت در نظر گرفته شود.

۸- تقدیر و تشکر

نویسندگان این مقاله از زحمات تمام اعضای کمیته علمی و اجرایی نشریه علمی تخصصی برقکام دانشگاه تربیت مدرس تهران کمال سپاسگزاری را دارند.

۹- مراجع

[1] Pazheri, F.R.; Othman, M.F.; Malik, N.H. A review on global renewable electricity scenario. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2014, 31, 835-845.

[2] Subudhi, B.; Pradhan, R. A Comparative Study on Maximum Power Point Tracking Techniques for Photovoltaic Power Systems. *IEEE Trans. Sustain. Energy* 2013, 4, 89-98.

[3] Borrega, M.; Marroyo, L.; González, R.; Balda, J.; Agorreta, J.L. Modeling and Control of a Master-Slave PV Inverter with N-Paralleled Inverters and Three-Phase Three-Limb Inductors. *IEEE Trans. Power Electron.* 2013, 28, 2842-2855.

[4] A. Bidram, A. Davoudi and R. S. Balog, "Control and Circuit Techniques to Mitigate Partial Shading Effects in Photovoltaic Arrays," *Photovoltaics*, IEEE Journal of, vol. 2, pp. 532-546, 2012-01-01 2012.

[5] H. Patel and V. Agarwal, "Maximum Power Point Tracking Scheme for PV Systems Operating Under Partially Shaded Conditions," *Industrial Electronics*, IEEE Transactions on, vol. 55, pp. 1689-1698, 2008-01-01 2008.

[6] Ali, Ali Nasr Allah; Saied, Mohamed H.; Mostafa, M. Z.; Abdel- Moneim, T. M. (2012). "A survey of maximum PPT techniques of PV systems". *IEEE Xplore*. pp. 1-17.

[7] Seyedmahmoudian, Mohammadmehdi; Mohamadi,

۱۰- معرفی افراد

سید محمد شبیری

متولد سال ۱۳۷۶ در تهران است. وی در حال حاضر دانشجوی مقطع کارشناسی ارشد مهندسی برق گرایش قدرت در دانشگاه شهید بهشتی تهران است. علایق تحقیقاتی وی شامل بهره برداری و دیسپاچینگ سیستم های قدرت، تجدید ساختار سیستم های قدرت و پیش بینی بار الکتریکی مبتنی بر روش های هوش مصنوعی است.



دکتر محمد صادق قاضی زاده

متولد سال ۱۳۳۹ در تهران است. وی عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی برق دانشگاه شهید بهشتی تهران و در حال حاضر رئیس پژوهشگاه نیرو است. علایق تحقیقاتی وی شامل سیستم های تجدید ساختار یافته و بازارهای الکتریکی، شبکه های الکتریکی هوشمند و بهره برداری از شبکه الکتریکی است.



دکتر محمد آقا شفیع

عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی برق دانشگاه شهید بهشتی تهران است. علایق تحقیقاتی وی شامل انرژی های تجدیدپذیر، حالات گذرا در سیستم های قدرت و برنامه ریزی و بهره برداری سیستم های قدرت است.





ساختار بازارهای محلی ریزشبکه‌ای در حضور بازار مرکزی

مهران مرادی^۱، دکتر محسن پارسا^۲ مقدم

۱- کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، عضو دانشجویی IEEE، mehran.moradi@modares.ac.ir

parsa@modares.ac.ir

۲- استاد، تربیت مدرس، تهران، عضو ارشد IEEE

این مقاله مختص به بازارهای محلی است و این بازارهای محلی در داخل ریزشبکه‌ها اجرا می‌شوند. سعی شده است که در این مقاله علاوه بر قابلیت دادوستد توان در داخل ریزشبکه‌ها، قابلیت دادوستد انرژی بین ریزشبکه‌های مختلف وجود داشته باشد و در صورتیکه باری تامین نشد و یا مقدار تولیدی مصرف نشد می‌توان با شبکه اصلی به دادوستد انرژی پرداخت. چارچوبی برای بهره‌برداری از ریزشبکه‌ها و افزایش رفاه اجتماعی آن‌ها با توجه به استفاده کارآمدتر از منابع در دسترس، کاهش پیک شبکه و جریمه ناشی از آن و مهیا کردن رزرو معرفی شده است. در این مقاله با تسویه بازارهای محلی و تسویه بازار مرکزی در کنار آن‌ها، سعی در بیشینه کردن رفاه اجتماعی داشته‌ایم که نتایج عددی نیز این مسئله را نشان می‌دهند. نوآوری این مقاله برقراری امکان تبادل انرژی بین بازارهای محلی است که همین مسئله موجب بهبود ۷ درصدی میزان رفاه اجتماعی نسبت به حالتی است که امکان تبادل بین بازارهای محلی وجود ندارد.

کلیدواژه‌گان: بازار برق، منابع انرژی گسترده، بازار محلی.

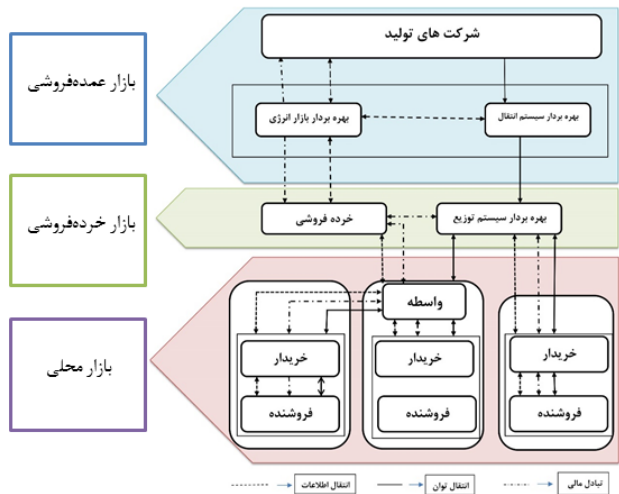
This article is about local markets, and they operate within microgrids. In this article, in addition to the ability to trade power within microgrids, there is an ability to trade energy between different microgrids, and if the load is not supplied or the amount of production is not consumed, energy can be traded with the main grid. A framework for operating microgrids and increasing their social welfare has been introduced with a view to more efficient use of available resources, reducing peak and its penalties, and providing reservations. In this article, we have tried to maximize social welfare by clearing local markets and the central market, which numerical results also show. The novelty of this article is the possibility of exchanging energy between local markets, which in turn improves social welfare by 7% compared to the case where exchange between local markets was not possible.

Keywords: Electricity market, distributes energy resources, local market.

۱- مقدمه

و کمینه کردن هزینه‌ها هستند. به حداکثر رساندن رفاه اجتماعی می‌تواند رفاه عمومی بازیگران بازار در بازار برق را به حداکثر برساند، با توجه به این که سود هر فردی نیز به حداکثر می‌رسد [۱۰]. هزینه‌های انرژی به عنوان یک تابع هدف از تسویه بازار در برخی تحقیقات در نظر گرفته شده است، طبق این تابع هدف، هزینه‌های انرژی و عملکرد سیستم را برای همه بازیکنان به حداقل برساند [۱۱].

پیدایش ریزشبه‌ها، منابع انرژی پراکنده و سایر تکنولوژی‌ها موجب بوجود آمدن فرصتی برای بازسازی سیستم‌های انرژی شد [۱]-[۲]. شبکه قدرت امروزی به منظور بهره‌گیری هر چه بیشتر از ویژگی‌های زیست محیطی و اقتصادی منابع انرژی تجدیدپذیر، در حال گذار به شبکه‌هایی با نفوذ گسترده این منابع هستند [۳]. با نفوذ این منابع، سیستم‌های انرژی دچار تغییر و تحولات اساسی شده‌اند که بازارهای برق نیز از این قضیه مستثنی نیستند [۴]. پیشرفت‌های اخیر در زمینه تکنولوژی‌ها و سیستم‌های هوشمند موجب فراهم شدن بستری برای تبدیل مصرف‌کنندگان به تولیدمصرف‌کنندگان شده است. با افزایش تعداد تولیدمصرف‌کنندگان وجود بازاری انعطاف‌پذیر برای تبادل انرژی محلی، امری ضروری می‌باشد و به همین دلیل بازاری با عنوان بازار انرژی محلی معرفی شده است.



شکل ۱: انواع مختلف ساختار بازار محلی

روش‌های تسویه بازار، برای هر بازاری براساس فرضیه‌ها، ساختار بازار، رفتار بازیکنان بازار و قوانین خاص بازار متفاوت است که می‌توان به مواردی از قبیل روش مبتنی بر بازی استاکلبرگ^۲ و روش مبتنی بر بازی غیرمشارکتی^۳ اشاره کرد. در بازی اقتصادی استاکلبرگ دو نوع نماینده در نظر گرفته می‌شود که یکی از آن‌ها رهبر با اولویت حرکت است و دیگری پیرو است که بهترین پاسخ استراتژیک برای به حداکثر رساندن سود را از خود نشان می‌دهد. در دادوستد انرژی، جمع‌کننده اغلب رهبر می‌شود و قیمت‌ها را با توجه به نیاز بازار و با هدف ایجاد انگیزه برای مشارکت کاربران تنظیم می‌کند. روش غیرمشارکتی، کاربرد بسیار زیادی در اقتصاد و مهندسی برای مطالعه رفتار نمایندگان مستقل دارد. در تجارت انرژی از بازی‌های غیرمشارکتی برای محاسبه مقدار انرژی که باید در بازار به فروش برسد و راه‌حل بهینه (اگر وجود داشته باشد) که به آن تعادل نش^۴ گفته می‌شود، استفاده می‌شود؛ که در آن هیچ بازیگری انگیزه‌ای برای کنار گذاشتن استراتژی خود ندارد [۷، ۱۲].

در این مقاله، ساختاری برای بازار محلی بیان شده است که علاوه‌امکان داد و ستد محلی بین منابع و بارهای یک ریزشبه، امکان تبادل بین ریزشبه‌ها از طریق یک بازار مرکزی در

بازار انرژی محلی، بازاری کوچک برای مصرف‌کنندگان و تولید مصرف‌کنندگان می‌باشد که در آن می‌توانند با واسطه یا بدون واسطه به دادوستد انرژی محلی بپردازند [۵]. بازارهای انرژی محلی موجب ایجاد انگیزه اقتصادی برای مشتریان در بکارگیری منابع انرژی پراکنده می‌شوند و با استفاده از این رویکرد می‌توان مصرف سوخت‌های فسیلی را به حداقل رساند و از انرژی‌های تجدیدپذیر، به عنوان جایگزین سوخت‌های فسیلی بهره برد. با توجه به ویژگی‌های بالقوه بازار انرژی محلی، می‌توان از آن برای تغییر ساختار سیستم‌های انرژی استفاده کرد و با توجه به سیاست‌گذاری برخی دولت‌ها در خصوص منابع انرژی پراکنده خصوصاً منابع انرژی تجدیدپذیر، می‌توان از بازار انرژی محلی به عنوان ابزاری در پیش‌برد این سیاست‌ها، استفاده کرد [۶].

به طور کلی دادوستد انرژی به صورت محلی بدین معنی است که تولیدمصرف‌کنندگانی که انرژی مازاد بر مصرف دارند بتوانند به سایر مصرف‌کننده‌ها و یا دیگر تولیدمصرف‌کنندگان انرژی بفروشند و این انرژی فقط مختص به انرژی الکتریکی نیست بنابراین؛ سه نوع ساختار بازاری برای بازار محلی انرژی معرفی شده است و در شکل (۱) می‌توان این سه مکانیزم طراحی را مشاهده کرد [۷]. این سه نوع ساختار عبارتند از: دادوستد هم‌تا به هم‌تا انرژی [۸]، دادوستد انرژی از طریق واسطه [۹] و ترکیبی از دو روش قبلی.

شناخت هدف بازار، بازیگران بازار و اهداف آن‌ها شرط لازم و کافی برای ارائه ساختاری کارآمد برای بازار محلی است. بازارهای محلی دارای دو هدف پیشینه‌کردن رفاه اجتماعی

1 Prosumers

2 Stackelberg Game

3 Non Cooperative Game

4 Nash Equilibrium

بالادست بازارهای محلی وجود دارد، که همین مسئله یعنی وجود یک بازار مرکزی موجب افزایش بیشتر رفاه اجتماعی خواهد شد. نوآوری این مقاله اضافه کردن بازاری مرکزی ساختاری پیشنهادی بازار محلی معرفی شده در [۱۰] است.

۲- فهرست علائم

۲-۱- زیوندها

t زیوند زمان
 m زیوند بازارهای محلی
 u زیوند شرکت‌ها

۲-۲- مقادیر

T تعداد دوره‌های زمانی
 M تعداد بازارهای محلی
 U تعداد شرکت‌ها

$C_{nfl(m,u,t)}$ مقدار بار غیرانعطاف‌پذیر بازار محلی m و شرکت u در زمان t ، kWh

$P_{nst(m,u,t)}$ مقدار بار تولید غیر چرخان^۱ بازار محلی m و شرکت u در زمان t ، kWh

$C_{she(m,u,t)}$ مقدار بار انعطاف‌پذیر بازار محلی m و شرکت u در زمان t ، kWh

$price_{she(m,u,t)}$ هزینه استفاده از بار انعطاف‌پذیر بازار محلی m و شرکت u در زمان t ، $\$/kWh$

$P_{ste(m,u,t)}$ مقدار بار تولید چرخان بازار محلی m و شرکت u در زمان t ، kWh

$price_{ste(m,u,t)}$ هزینه استفاده از تولید چرخان^۲ بازار محلی m و شرکت u در زمان t ، $\$/kWh$

$price_{igr(m,t)}$ قیمت فروش برق به شبکه اصلی از بازار محلی m و زمان t ، $\$/kWh$

$price_{egr(m,t)}$ قیمت خرید برق از شبکه اصلی توسط بازار محلی m و زمان t ، $\$/kWh$

$price_{peak(m,u,t)}$ جریمه مشارکت در پیک برای شرکت u در بازار محلی m و در زمان t ، $\$/kWh$

$price_{res(m,u,t)}$ مقدار تشویقی برای فراهم نمودن رزرو

توسط شرکت u در بازار محلی m و در زمان t ، $\$/kWh$

$P_{upsto(m,u)}$ بیشترین میزان شارژ شدن ذخیره‌ساز در بازار محلی m ، توسط شرکت u ، kWh

$P_{downsto(m,u)}$ بیشترین میزان دشارژ شدن ذخیره‌ساز در بازار محلی m ، توسط شرکت u ، kWh

$S_{upsto(m,u)}$ حداکثر میزان ظرفیت ذخیره‌ساز در بازار محلی m ، توسط شرکت u ، kWh

$S_{downsto(m,u)}$ حداقل میزان ظرفیت ذخیره‌ساز در بازار محلی m ، توسط شرکت u ، kWh

$S_{initsto(m,u)}$ میزان شارژ اولیه ذخیره‌ساز در بازار محلی m ، توسط شرکت u ، kWh

$S_{endsto(m,u)}$ میزان شارژ ذخیره‌ساز در بازار محلی m ، توسط شرکت u ، kWh

$fee_{sto(m,u)}$ هزینه استفاده از ذخیره‌ساز در بازار محلی m ، توسط شرکت u ، $\$/kWh$

fee_{com_m} هزینه شرکت در بازار محلی m ، $\$/kWh$

fee_{com_m} هزینه شرکت در بازار مرکزی، $kWh/\$$

$E_{cap(m,u,t)}$ بیشترین امکان توان انتقالی به شبکه اصلی از طرف بازار محلی m و شرکت u در زمان t ، kWh

$I_{cap(m,u,t)}$ بیشترین امکان توان انتقالی از شبکه اصلی به طرف بازار محلی m و شرکت u در زمان t ، kWh

$efficiency_{cha(m,u,t)}$ بازدهی شارژ شدن ذخیره‌ساز بازار محلی m

$efficiency_{dis(m,u,t)}$ بازدهی دشارژ شدن ذخیره‌ساز بازار محلی m

۲-۳- متغیرها

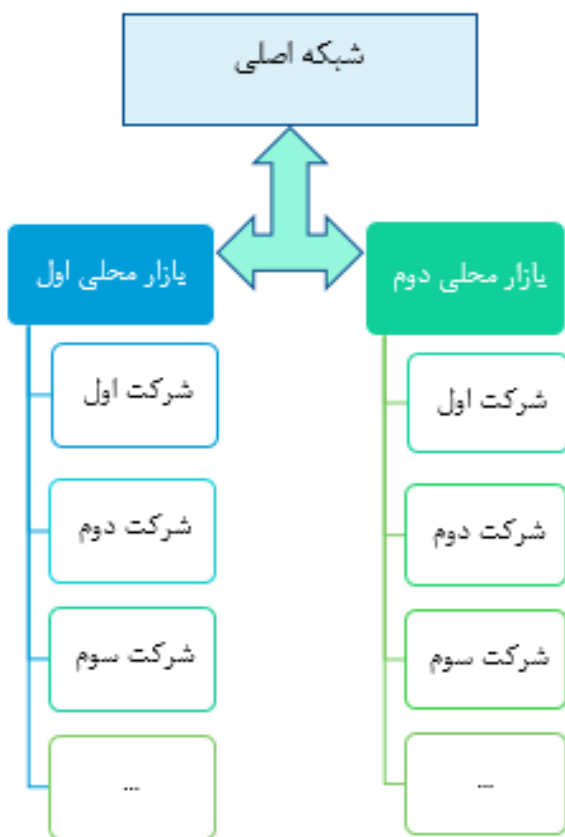
$a_{ste(m,u,t)}$ میزان مشارکت تولید چرخان شرکت u در بازار محلی m در زمان t

$a_{she(m,u,t)}$ میزان مشارکت بار انعطاف‌پذیر شرکت u در بازار محلی m در زمان t

$a_{che(m,u,t)}$ میزان شارژ شدن ذخیره‌ساز u در بازار محلی m در زمان t

ریزشکبه‌هایی که دارای بازار محلی هستند، برقرار می‌شود و بعد از تسویه بازارهای محلی و مرکزی و متعادل شدن آن‌ها امکان تبادل انرژی با شبکه اصلی برقرار می‌شود. از مزیت‌های مهم این ساختار پیشنهادی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- تبادل انرژی در این ساختار با قیمتی منصفانه و اقتصادی‌تر صورت می‌پذیرد که به لحاظ مالی به نفع شرکت‌ها خواهد بود.
- امکان فراهم شدن رزرو و تبادل آن با آن شبکه اصلی فراهم می‌شود.
- می‌تواند موجب کاهش پیک شبکه اصلی شود که این امر با توجه به جریمه کردن شرکت‌های موثر در پیک شبکه فراهم خواهد شد.



شکل ۲: ساختار بازار پیشنهادی

با توجه به مزیت‌های اشاره شده تمرکز این مقاله بر روی بازاری به عنوان یک بازار روز پیش که مقادیر مصرفی و تولید هر شرکت پیش‌بینی شده است، می‌باشد. مدل مسئله یک مدل خطی با هدف بیشینه کردن رفاه اجتماعی خواهد بود.

۳- مدل‌سازی مسئله

در این بخش به مدل‌سازی مسئله پرداخته می‌شود. تابع هدف مسئله که بیان‌کننده رفاه اجتماعی است، به صورت زیر بیان می‌شود:

میزان دشارژ شدن ذخیره‌ساز u در بازار محلی m در زمان t $a_{dis(m,u,t)}$

میزان توان فروخته شده در بازار محلی توسط شرکت u در بازار محلی m و در زمان t $e_{com(m,u,t)}$

میزان توان خریداری شده در بازار محلی توسط شرکت u در بازار محلی m و در زمان t $i_{com(m,u,t)}$

میزان توان فروخته شده به شبکه اصلی توسط شرکت u در بازار محلی m و در زمان t $e_{gri(m,u,t)}$

میزان توان خریداری شده از شبکه اصلی توسط شرکت u در بازار محلی m و در زمان t $i_{gri(m,u,t)}$

میزان توان فروخته شده به سایر بازارهای محلی توسط شرکت u در بازار محلی m و در زمان t $e_{com(m,m,u,t)}$

میزان توان خریداری شده از سایر بازارهای محلی توسط شرکت u در بازار محلی m و در زمان t $i_{com(m,m,u,t)}$

میزان پیک بازار محلی m در کل ۲۴ ساعت $peak_{(m)}$

وضعیت شارژ ذخیره‌ساز شرکت u در بازار محلی m در زمان t $S_{sto(m,u,t)}$

میزان رزرو بالارونده فراهم شده توسط ذخیره‌ساز شرکت u در بازار محلی m در زمان t $I_{sup(m,u,t)}$

میزان رزرو پایین‌زونده فراهم شده توسط ذخیره‌ساز شرکت u در بازار محلی m در زمان t $I_{sdown(m,u,t)}$

حداقل رزرو فراهم شده در طول ۲۴ ساعت $I_{sys(m)}$

۳- ساختار بازار محلی پیشنهادی

بازار محلی بازاری است متشکل از تولیدمصرف‌کنندگانی که هر کدام دارای تولیدات، بارها و ذخیره‌سازهای هستند، که مطابق با قوانین بازار به دادوستد انرژی با هم و سایر بازارهای محلی و شبکه اصلی می‌پردازند. در این ساختار فرض شده است که تولیدمصرف‌کنندگان هر بازار محلی از طریق یک باس محلی به شبکه اصلی متصل شده‌اند. ساختار بازار پیشنهادی متشکل از دو بازار محلی و یک بازار مرکزی را می‌توان در شکل (۲) مشاهده کرد. با توجه به اینکه در این ساختار فرض بر این است که از تولیدات، بارها و ذخیره‌سازها به صورت تجمیع شده بهره برد بنابراین؛ بازیگران بازار با عنوان شرکت در این مقاله شناخته می‌شوند و هر شرکتی مسئولیت تجمیع یکی از منابع موجود را بر عهده دارد. بازارهای محلی ابتدا تسویه خواهند شد و سپس، امکان تبادل انرژی در بازار مرکزی بین

$$(i_{gri(m,u,t)} - e_{gri(m,u,t)}) / \Delta t \leq i_{cap(m,u,t)} \quad (11)$$

$$\forall t \in T, \forall u \in U, \forall m \in m$$

$$\sum_{u \in U} (i_{gri(m,u,t)} - e_{gri(m,u,t)}) / \Delta t \leq \text{peak}(m) \quad (12)$$

$$\forall t \in T, \forall m \in m$$

قید ۷، قید تعادل است که بر اساس این قید، میزان تولید و مصرف با هم برابر خواهند شد. قید ۸ بیانگر تعادل شارش انرژی در هر بازار محلی در هر بازه زمانی است. قید ۹ بیانگر تعادل شارش انرژی بین بازارهای محلی است. قید ۱۰ و ۱۱ بیانگر محدودیت انتقال توان به/از شبکه اصلی است. قید ۱۲ بیانگر پیک هر بازار محلی در کل دوره زمانی (T) است. با توجه به مدل ریاضی مسئله هر شرکت نمی‌توانند به صورت همزمان فروش برق و خرید برق داشته باشند.

$$s_{sto(m,u,t)} - \Delta t \left(\begin{array}{l} p_{upsto(m,u)} \cdot \text{efficiency}_{cha(m)} \cdot a_{cha(m,u,t)} \\ - p_{downsto(m,u)} \cdot \frac{a_{dis(m,u,t)}}{\text{efficiency}_{dis(m)}} \end{array} \right) \quad (13)$$

$$= s_{initsto(m,u)}$$

$$\forall u \in U, \forall m \in m$$

$$s_{sto(m,u,t)} - s_{sto(m,u,t-1)} - \Delta t \left(\begin{array}{l} p_{upsto(m,u)} \cdot \text{efficiency}_{cha(m)} \cdot a_{cha(m,u,t)} \\ - p_{downsto(m,u)} \cdot \frac{a_{dis(m,u,t)}}{\text{efficiency}_{dis(m)}} \end{array} \right) = 0 \quad (14)$$

$$\forall u \in U, \forall t \in \{2, 3, \dots, T\}, \forall m \in m$$

$$s_{sto(m,u,T)} = s_{endsto(m,u)} \quad \forall u \in U, \forall m \in m \quad (15)$$

$s_{endsto(m,u)}$ و $s_{initsto(m,u)}$ مقادیر داده شده هستند که نشان‌دهنده حالت اولیه و نهایی ذخیره‌ساز شرکت u در بازار محلی m هستند.

$$r_{sup(m,u,t)} \leq \frac{(s_{sto(m,u,t)} - s_{downsto(m,u)}) \cdot \text{efficiency}_{dis(m)}}{\Delta t} \quad (16)$$

$$\forall t \in T, \forall u \in U, \forall m \in m$$

$$r_{sup(m,u,t)} \leq p_{downsto(m,u)} (1 - a_{dis(m,u,t)}) \quad (17)$$

$$\forall t \in T, \forall u \in U, \forall m \in m$$

$$r_{s_{down}(m,u,t)} \leq \frac{s_{upsto(m,u)} - s_{sto(m,u,t)}}{\Delta t \cdot \text{efficiency}_{dis(m)}} \quad (18)$$

$$\forall t \in T, \forall u \in U, \forall m \in m$$

$$\begin{aligned} & - \sum_{m \in m} \sum_{t \in T} \sum_{u \in U} - \text{price}_{egr(m,t)} \cdot e_{gri(m,u,t)} + \text{price}_{igr(m,t)} \cdot i_{gri(m,u,t)} \\ & + \text{price}_{ste(m,u,t)} \cdot p_{ste(m,u,t)} \cdot a_{ste(m,u,t)} \\ & + \text{price}_{she(m,u,t)} \cdot c_{she(m,u,t)} \cdot a_{she(m,u,t)} + \text{fee}_{com(m)} (e_{com(m,u,t)} + i_{com(m,u,t)}) \\ & + \text{fee}_{com_m} (e_{com_m(m,u,t)} + i_{com_m(m,u,t)}) + \text{fee}_{sto(m,u)} \cdot \text{efficiency}_{cha(m)} \cdot a_{cha(m,u,t)} \cdot p_{upsto(m,u)} \\ & + \frac{\text{fee}_{sto(m,u)}}{\text{efficiency}_{dis(m)}} \cdot a_{dis(m,u,t)} \cdot p_{downsto(m,u)} \\ & + \sum_m \text{price}_{res(m)} \cdot r_{sys(m)} - \sum_m \text{peak}(m) \cdot \text{price}_{peak(m)} \end{aligned} \quad (1)$$

فرمول ۱ شامل سه بخش است که بخش اول یعنی $\sum_m \sum_t \sum_u$ مربوط به بررسی مقدار سود و زیان ناشی از تبادلات انرژی است. بخش دوم یعنی $\sum_m \text{price}_{res(m)} \cdot r_{sys(m)}$ مربوط به بررسی میزان سود حاصل از مقدار رزرو مهیا شده برای شبکه اصلی است. بخش سوم $\sum_m \text{peak}(m) \cdot \text{price}_{peak(m)}$ مربوط به بررسی میزان جریمه پرداخت شده به منظور تاثیر در پیک شبکه خواهد بود.

$$0 \leq a_{ste(m,u,t)} \leq 1 \quad (2)$$

$$0 \leq a_{she(m,u,t)} \leq 1 \quad (3)$$

$$0 \leq a_{cha(m,u,t)} \leq 1 \quad (4)$$

$$0 \leq a_{dis(m,u,t)} \leq 1 \quad (5)$$

$$s_{downsto(m,u)} \leq s_{sto(m,u,t)} \leq s_{upsto(m,u)} \quad (6)$$

قید ۶ نشان می‌دهد که ذخیره‌ساز نباید از حدود مشخص شده بیشتر شارژ و دشارژ شود.

$$\begin{aligned} & e_{gri(m,u,t)} - i_{gri(m,u,t)} + e_{com(m,u,t)} - i_{com(m,u,t)} \\ & - \Delta t (p_{nst(m,u,t)} + s_{ste(m,u,t)} \cdot p_{ste(m,u,t)}) \\ & + \Delta t (c_{nfl(m,u,t)} + (1 - a_{she(m,u,t)}) c_{she(m,u,t)}) \end{aligned} \quad (7)$$

$$+ \Delta t (p_{upsto(m,u)} \cdot a_{cha(m,u,t)} - p_{downsto(m,u,t)} \cdot c_{dis(m,u,t)}) = 0$$

$$\forall t \in T, \forall u \in U, \forall m \in m$$

$$\sum_{u \in U} (i_{com(m,u,t)} - e_{com(m,u,t)}) = 0 \quad (8)$$

$$\forall t \in T, \forall m \in m$$

$$\sum_{m \in m} \sum_{u \in U} (i_{com_m(m,u,t)} - e_{com_m(m,u,t)}) = 0 \quad \forall t \in T \quad (9)$$

$$(e_{gri(m,u,t)} - i_{gri(m,u,t)}) / \Delta t \leq E_{cap(m,u,t)} \quad (10)$$

$$\forall t \in T, \forall u \in U, \forall m \in m$$

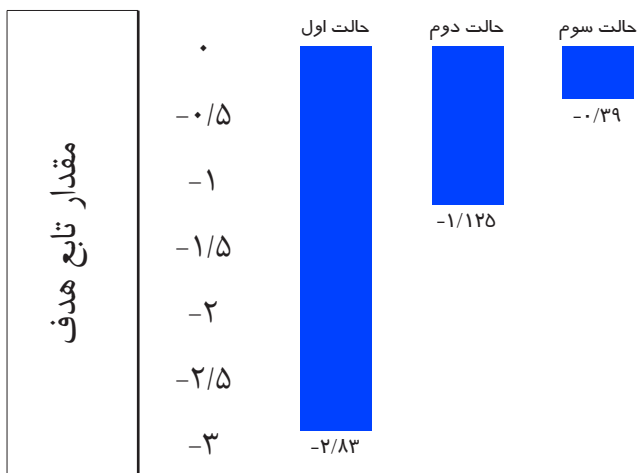
- $fee_{sto(1,5)=0.04, fee_{sto(2,5)}} = 0.05$
- $efficiency_{dis(m)} = efficiency_{cha(m)} = 0.9 \quad \forall m \in m$
- $p_{upsto(m,u)} = p_{downsto(m,u)} = 135$

شبیه‌سازی این مسئله به دو صورت انجام گرفته است:

- (۱) با استفاده از داده‌های ساختگی به منظور صحت‌سنجی مدل
- (۲) با استفاده از داده‌های ساختگی.

۴-۱- شبیه‌سازی با داده‌های ساختگی:

در این بخش فرض شده است که بازارهای محلی فقط دارای بارهای غیرانعطاف‌پذیر و تولیدات غیرچرخان هستند و شبیه‌سازی برای یک ساعت صورت گرفته است. در این بخش، دو بازار محلی در نظر گرفته شده است که هر کدام از بازارهای محلی دارای دو شرکت هستند. شرکت اول در بازار محلی اول دارای ۱۵ کیلووات بار غیرانعطاف‌پذیر و در بازار محلی دوم دارای ۵ کیلووات بار غیرانعطاف‌پذیر است. شرکت دوم در بازار محلی اول دارای ۱۲ کیلووات تولید غیرچرخان و در بازار محلی دوم دارای ۱۰ کیلووات تولید غیرچرخان است. شبیه‌سازی در سه مرحله انجام شده است: (۱) امکان تبادل فقط با شبکه اصلی برقرار است، (۲) امکان تبادل انرژی هم با شبکه اصلی و هم در داخل بازارهای محلی برقرار است، (۳) امکان تبادل انرژی بین شبکه اصلی، داخل بازارهای محلی و بین بازارهای محلی برقرار است. نتایج شبیه‌سازی این سه مرحله را می‌توان در شکل (۳) مشاهده کرد. می‌توان مشاهده کرد که در هر مرحله میزان تابع هدف افزایش یافته است و این بدان معناست که رفاه اجتماعی افزایش یافته است. مقادیر انرژی دادوستد شده با داده‌های ساختگی در حضور دو بازار محلی و بازار مرکزی را می‌توان در شکل (۴) مشاهده کرد.



شکل ۳: نتایج شبیه‌سازی با داده‌های ساختگی

$$r_{s_{down}(m,u,t)} \leq p_{upsto(m,u)} (1 - a_{cha(m,u,t)}) \quad (19)$$

$$\forall t \in T, \forall u \in U, \forall m \in m$$

$$r_{sys(m)} \leq \sum_{u \in U} \left(r_{sup(m,u,t)} + p_{ste(m,u,t)} (1 - a_{ste(m,u,t)}) \right) + C_{she(m,u,t)} * (1 - a_{she(m,u,t)}) \quad (20)$$

$$\forall t \in T, \forall m \in m$$

$$r_{sys(m)} \leq \sum_{u \in U} \left(r_{s_{down}(m,u,t)} + p_{ste(m,u,t)} (a_{ste(m,u,t)}) \right) + C_{she(m,u,t)} (a_{she(m,u,t)}) \quad (21)$$

$$\forall t \in T, \forall m \in m$$

$r_{sup(m,u,t)}$ بیانگر میزان رزرو بالارونده فراهم شده توسط شرکت u در زمان t و در بازار محلی m است. $r_{s_{down}(m,u,t)}$ بیانگر میزان رزرو پایین‌رونده فراهم شده توسط شرکت u در زمان t و در بازار محلی m است. قیدهای ۲۰ و ۲۱ بیانگر حداقل رزرو فراهم شده توسط بازار محلی m در طول بازه زمانی $\{T, \dots, 1\}$ است. به طور خلاصه بازار پیشنهادی با بیشینه کردن تابع هدف و قیدهای ۲ الی ۲۱ تسویه می‌شود و البته مدل ریاضی پیشنهادی یک مدل خطی است.

۴- نتایج

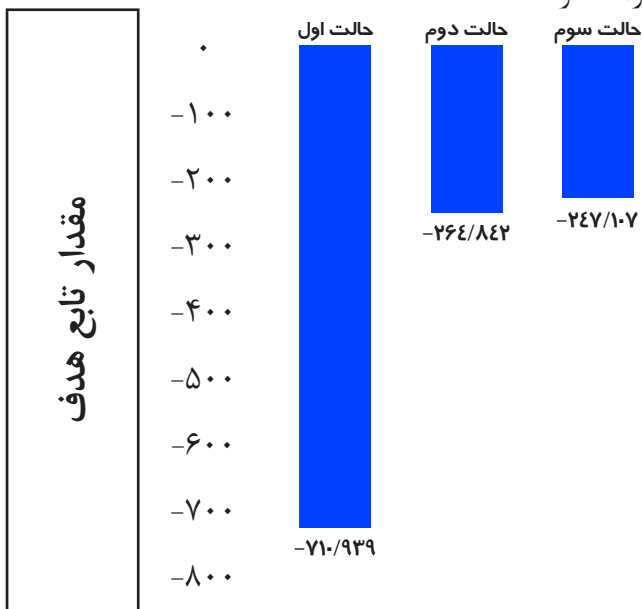
در این بخش به بررسی نتایج شبیه‌سازی خواهیم پرداخت. در شبیه‌سازی مقادیر به صورت زیر در نظر گرفته شده‌اند:

- $s_{initsto(m,u)} = 0, s_{endsto(m,u)} = 0 \quad \forall u \in U, \forall m \in m$
- $E_{cap(m,u,t)} = \infty, I_{cap(m,u,t)} = \infty \quad \forall u \in U, \forall m \in m$
- $p_{ste(m,u,t)} = 100 \quad \forall u \in U, \forall m \in m, \forall t \in T$
- $price_{igr}(m,t) = 0.15 \quad \forall m \in m, \forall t \in T$
- $price_{egr}(m,t) = 0.035 \quad \forall m \in m, \forall t \in T$
- $price_{ste}(m,u,t) = \dots \quad \forall u \in U, \forall m \in m, \forall t \in T$
- $price_{she}(m,u,t) = 0.015 \quad \forall u \in U, \forall m \in m, \forall t \in T$
- $price_{res}(m,u,t) = 0.2 \quad \forall u \in U, \forall m \in m, \forall t \in T$
- $price_{res}(m,u,t) = 0.2 \quad \forall u \in U, \forall m \in m, \forall t \in T$
- $fee_{com(1)} = 0.01, fee_{com(2)} = 0.015$
- $fee_{com_m} = 0.02$

در شکل (۵) می‌توان نتایج سه حالت را مشاهده کرد. همانطور که در قسمت‌های قبل اشاره شد، نوآوری این مسئله تسویه بازارهای محلی در حضور بازار مرکزی است. این امکان برای بازارهای محلی فراهم شد که بتوانند با هم به دادوستد تواند پردازند. با توجه به نتایج می‌توان مشاهده کرد که در هر مرحله که امکان دادوستد با گروه‌های مختلف برقرار می‌شود، مقدار تابع هدف نیز افزایش یافته است. می‌توان گفت که با اضافه کردن امکان تبادل بین بازارهای محلی توانستیم که رفاه اجتماعی را حدود ۷ درصد نسبت به حالت قبلی (زمانی که امکان تبادل توان بین بازارهای محلی وجود ندارد) بهبود ببخشیم.

۵- نتیجه‌گیری

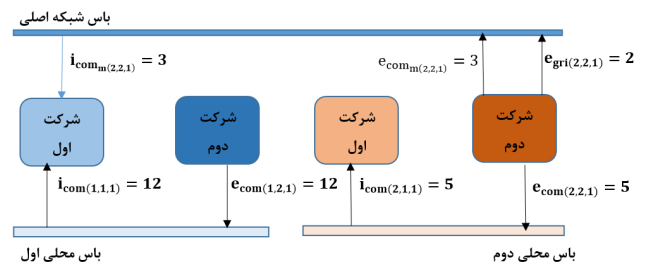
این مقاله ساختاری جدید برای بازار محلی ارائه داد که امکان تبادل انرژی هم در داخل بازار محلی، هم بین بازارهای محلی و هم با شبکه اصلی برقرار است. نتایج نشان دادند که هدف اصلی مسئله یعنی بیشینه کردن رفاه اجتماعی نیز بهبود یافته است. باید به این نکته دقت کرد که ساختار بازار پیشنهادی موجب تشویق کردن بازیگران بازار برای فراهم کردن هرچه بیشتر مقدار رزرو خواهد شد و از طرفی دیگر ساختار بازار می‌تواند موجب کاهش پیک شبکه شود و این عمل با جریمه کردن بازیگران بازار تحقق پیدا خواهد کرد.



شکل ۵: نتایج شبیه‌سازی با استفاده از داده‌های واقعی

۶- مراجع

[1] P. Siano, G. De Marco, A. Rolan, and V. Loia, "A Survey and Evaluation of the Potentials of Distributed Led-



شکل ۴: مقادیر انرژی دادوستد شده با داده‌های ساختگی در حضور دو بازار محلی و بازار مرکزی

۲-۴- شبیه‌سازی با داده‌های واقعی:

در این قسمت از شبیه‌سازی فرض شده است که دو بازار محلی ریز شبکه‌ای وجود دارند که هر بازار محلی دارای پنج شرکت بوده است که شرکت اول وظیفه تجمیع بارهای غیرانعطاف‌پذیر، شرکت دوم و وظیفه تجمیع بارهای انعطاف‌پذیر، شرکت سوم وظیفه تجمیع تولیدات چرخان، شرکت چهارم وظیفه تجمیع تولیدات غیرچرخان و در نهایت شرکت پنجم دارای یک ذخیره‌ساز با ظرفیت بالا است. ظرفیت هر کدام از ذخیره‌سازها برابر با ۲۷۰ کیلووات ساعت است. بازار به صورت ساعتی برای ۲۴ ساعت اجرا می‌شود که این بدین معنی که $t=15$ و $T=24$ خواهد بود. اطلاعات آماری داده‌های بارهای انعطاف‌پذیر، غیرانعطاف‌پذیر و تولیدات چرخان را می‌توان در جدول ۱ مشاهده کرد.

مسئله را به سه حالت مختلف شبیه‌سازی کرده‌ایم:

- حالت اول: امکان تبادل انرژی فقط با شبکه اصلی برقرار است یعنی $e_{com(m,u,t)} = i_{com(m,u,t)} = e_{com(m,u,t)} = i_{com(m,u,t)} = 0$
- حالت دوم: امکان تبادل انرژی بین بازارهای محلی وجود ندارد یعنی $e_{com(m,u,t)} = i_{com(m,u,t)} = e_{com(m,u,t)} = i_{com(m,u,t)} = 0$
- حالت سوم: امکان تبادل انرژی هم در بازار محلی، هم در بین بازارهای محلی و هم با شبکه اصلی برقرار است.

بازار محلی	شرکت	بیشترین مقدار	کمترین مقدار	میانگین
بازار اول	شرکت اول	۱۴۳/۵۹۳۷	۹۶/۹۴۹۷	۱۲۸/۸۶۲۴
بازار اول	شرکت دوم	۱۱۷/۵۲۸۷	۷۳/۰۴۲۰۷	۹۶/۹۹۰۳۹
بازار اول	شرکت سوم	۱۰۰/۶	۰	۳۴/۳۷۰۵۳
بازار دوم	شرکت اول	۱۰۴/۱۹۸۲	۶۵/۵۰۷۶۹	۸۲/۶۷۲
بازار دوم	شرکت دوم	۶۵/۷۷۳۵۷	۲۹/۰۶۰۴۹	۴۸/۴۱۹۸
بازار دوم	شرکت سوم	۹۲/۵۸۹	۰	۳۲/۷۴۰۱۶

جدول ۱: اطلاعات آماری داده‌ها

۷- معرفی افراد

مهران مرادی

۱۳۷۵_سنندج/مهندسی برق قدرت-کارشناسی
ارشد- تربیت مدرس-تهران/بازار برق، شبکه‌های
هوشمند/مسئول آزمایشگاه مدیریت انرژی
دانشگاه تربیت مدرس/



پروفسور محسن پارسا مقدم

۱۳۳۵-تهران/مهندسی برق قدرت-استاد-
تربیت مدرس-تهران/ شبکه‌های هوشمند،
پاسخگویی بار، انعطاف‌پذیری، .../رییس
دانشکده برق و کامپیوتر/



ger Technology for Peer-to-Peer Transactive Energy Exchanges in Local Energy Markets,” IEEE Syst. J., pp. 1–13, 2019.

[2] G. Mendes, J. Nylund, S. Annala, S. Honkapuro, O. Kilkki, and J. Segerstam, “Local Energy Markets: Opportunities, Benefits, and Barriers,” CIRED Work. Ljubljana, no. 0272, pp. 7–8, 2018.

[3] E. Mengelkamp, J. Gärtner, and C. Weinhardt, “Decentralizing energy systems through local energy markets: The LAMP-project,” in MKWI 2018 - Multikonferenz Wirtschaftsinformatik, 2018.

[4] D. Ilic, P. G. Da Silva, S. Karnouskos, and M. Griesemer, “An energy market for trading electricity in smart grid neighbourhoods,” IEEE Int. Conf. Digit. Eco-syst. Technol., no. May 2014, 2012.

[5] E. Mengelkamp, J. Gärtner, K. Rock, S. Kessler, L. Orsini, and C. Weinhardt, “Designing microgrid energy markets: A case study: The Brooklyn Microgrid,” Appl. Energy, vol. 210, pp. 870–880, 2018.

[۶] عباس شریفی، ۱۳۹۵، تعیین چارچوب بازار خرده‌فروشی سیستم‌های توزیع آینده در حضور مشترکین فعال، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی برق-قدرت، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه تربیت مدرس.

[7] M. Khorasany, Y. Mishra, and G. Ledwich, “Market framework for local energy trading: A review of potential designs and market clearing approaches,” IET Generation, Transmission and Distribution. 2018.

[8] N. Liu, X. Yu, C. Wang, C. Li, L. Ma, and J. Lei, “Energy-Sharing Model with Price-Based Demand Response for Microgrids of Peer-to-Peer Prosumers,” IEEE Trans. Power Syst., 2017.

[9] A. Lüth, J. M. Zepter, P. Crespo del Granado, and R. Egging, “Local electricity market designs for peer-to-peer trading: The role of battery flexibility,” Appl. Energy, vol. 229, no. August, pp. 1233–1243, 2018.

[10] B. Cornélusse, I. Savelli, S. Paoletti, A. Giannitrapani, and A. Vicino, “A community microgrid architecture with an internal local market,” Appl. Energy, 2019.

[11] E. Mengelkamp, P. Staudt, J. Gärtner, and C. Weinhardt, “Trading on local energy markets: A comparison of market designs and bidding strategies,” Int. Conf. Eur. Energy Mark. EEM, no. June, 2017.

[12] I. S. Bayram, M. Z. Shakir, M. Abdallah, and K. Qaraqe, “A survey on energy trading in smart grid,” 2014 IEEE Glob. Conf. Signal Inf. Process. Glob. 2014, pp. 258–262, 2014.



طراحی و شبیه‌سازی یک مبدل تمام پل بهبود یافته با مقدار تنش ولتاژ و RMS جریان کمتر برای کاربرد در مدار شارژر خودروهای برقی

محسن فیضی^۱، دکتر رضا بیرانوند^۲

۱- کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، عضو دانشجویی IEEE، Mohsen.feizi@modares.ac.ir

Beiranvand@modares.ac.ir

۲- استادیار، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، عضو IEEE

در این تحقیق، یک مبدل تمام پل شیفت-فاز با سلف‌های تزویج شده و مدار دو برابر کننده جریان در سمت خروجی، برای کاربرد در مدار شارژر خودروهای برقی ارائه شده است. با استفاده از سلف‌های تزویج شده به جای سلف‌های عادی در فیلتر سمت خروجی، مقدار جریان چرخشی، مقدار RMS جریان و مقدار تنش ولتاژ در سمت ثانویه کاهش می‌یابد. همچنین محدوده دستیابی به کلیدزنی نرم با ولتاژ صفر گسترده‌تر می‌گردد. بنابراین مقدار بازدهی مبدل در حالت‌های مختلف شامل بار کامل و بی باری افزایش می‌یابد. سلف‌های بازگشتی در سمت اولیه مدار دارای مقدار اندوکتانس کمی در مقایسه با سلف‌های خروجی می‌باشند. بنابراین در ساختار مبدل ارائه شده هیچگونه مدار کمکی و یا قطعات اضافی بکار گرفته نشده است. همچنین با بکارگیری روش کنترلی شیفت-فاز که یک روش متداول و مرسوم می‌باشد، ساختار سیستم کنترلی مبدل تغییر پیدا نمی‌کند. در نتیجه مقدار هزینه، پیچیدگی و اندازه مبدل ارائه شده در مقایسه با مبدل مرسوم تغییر پیدا نمی‌کند. همچنین با کاهش مقدار انرژی مورد نیاز برای کلیدزنی نرم، مقدار بازدهی مبدل افزایش می‌یابد. جهت مقایسه و برجسته نشان دادن مزایای مبدل پیشنهادی، مبدل ارائه شده و مبدل سنتی در نرم افزار پیاسپایس برای حالت‌های مختلف شبیه‌سازی شده‌اند.

کلیدواژه‌گان: تنش ولتاژ، جریان چرخشی، جریان RMS مبدل تمام پل شیفت-فاز

In this paper, an improved phase-shifted full-bridge (PSFB) dc-dc converter with coupled inductors and a current doubler rectifier (CDR) for battery charger applications in electric vehicles (EVs) is proposed. By using two coupled inductors as opposed to traditional output filter inductors, the RMS currents, the circulating current, and the voltage stresses on the secondary side are decreased. Besides, the zero-voltage-switching (ZVS) operation range is lengthened. Therefore, higher efficiencies are achieved. The two recursive inductors in the primary side have small and negligible values compared to the output inductors and, consequently, neither complex control systems nor extra components (like auxiliary circuits and active clamps) are needed. Thus, by using the proposed topology a simple structure with a simple control system will be obtained. Utilizing the proposed converter leads to reduce the RMS currents, the circulating current, and the voltage stresses on the secondary side. Besides, the cost and size of the system are not changed compared to the traditional one, as well. Moreover, the required energy for ZVS operation of power MOSFETs will be decreased which leads to higher efficiencies over a more extended operation range. Finally, the proposed and traditional converters have been simulated under the following conditions: the input voltage (150-250 V), switching frequency (200 kHz), the output voltage (75-85 V), and the output current (1.85-18.5 A). The simulation results validate the major benefits of the proposed phase-shifted full-bridge dc-dc converter over the traditional one.

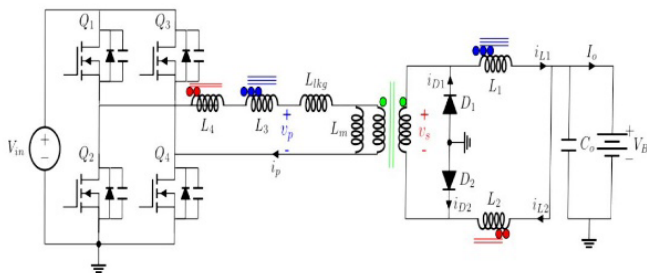
Keywords: Battery charger, Circulating Current, Current Doubler Rectifier, Phase-Shifted Full-Bridge DC-DC Converter, RMS Current, Zero-Voltage-Switching (ZVS)

۱- مقدمه

و سلف‌های تزویج شده جهت کاهش جریان چرخشی، جریان RMS، تنش ولتاژ در سمت ثانویه و همچنین افزایش محدوده کلیدزنی نرم مبدل پیشنهاد شده است. با استفاده از سلف‌های تزویج شده بجای سلف‌های مرسوم، مقدار RMS جریان، جریان چرخشی و همچنین تنش ولتاژ در سمت ثانویه به صورت چشمگیر کاهش می‌یابد. همچنین محدوده کلیدزنی نرم مبدل افزایش می‌یابد. در نتیجه مقدار بازدهی مبدل به صورت قابل توجه افزایش می‌یابد. با توجه به اینکه در ساختار مبدل پیشنهادی هیچگونه مدار کمکی و یا سیستم کنترلی پیچیده بکار گرفته نشده است، مبدل ارائه شده در مقایسه با سایر مبدل‌های ارائه شده دارای مزایای متعدد مانند هزینه پایین، سادگی سیستم کنترل و سادگی ساختاری می‌باشد.

۲- مبدل تمام پل شیفت-فاز بهبود یافته پیشنهادی

ساختار مبدل ارائه شده در شکل ۱ نشان داده شده است. با استفاده از کلیدهای قدرت در سمت اولیه مبدل، مقدار جریان و ولتاژ خروجی در هنگام شارژ با جریان ثابت و ولتاژ ثابت کنترل می‌گردد. در مبدل تمام با بهره‌گیری از سلف نشتی و خازن درین-سورس کلیدهای قدرت، شرایط کلیدزنی نرم برای کلیدهای قدرت فراهم می‌گردد. با افزایش مقدار سلف نشتی مبدل، محدوده کلیدزنی نرم افزایش می‌یابد. اما مقدار ولتاژ خروجی کاهش می‌یابد. همچنین مقدار تنش ولتاژ در سمت ثانویه به صورت محسوس افزایش می‌یابد. در ساختار مبدل پیشنهادی با توجه به حضور سلف‌های بازگشتی در سمت اولیه مبدل، محدوده کلیدزنی نرم مبدل بدون کاهش ولتاژ خروجی و یا افزایش تنش ولتاژ در سمت ثانویه مبدل، افزایش می‌یابد.



شکل ۱: ساختار مبدل تمام پل شیفت-فاز بهبود یافته پیشنهاد شده

۳- اصول عملکردی مبدل پیشنهادی

۳-۱ شرایط کلیدزنی نرم

شکل موج ولتاژها و جریان‌های مهم مبدل تمام پل شیفت-فاز پیشنهادی در شکل ۲ نشان داده شده است. همچنین

سوخت‌های فسیلی مشکلات متعددی مانند تولید گازهای گلخانه‌ای، کاهش منابع طبیعی و آلودگی هوا را به همراه دارند. در نتیجه استفاده از خودروهای برقی در سالیان اخیر جهت حل مشکلات خودروهای احتراقی، گسترش یافته است [۱]. یکی از اجزای مهم در ساختار خودروهای برقی، مدار شارژر می‌باشد. مبدل بکار گرفته شده در مدار شارژر باید ویژگی‌های مهمی مانند اغتشاشات الکترومغناطیسی کم، بازدهی بالا، قابلیت شارژ سریع و قابلیت انتقال توان بالا را دارا باشد [۲]؛ [۳]. مبدل تمام پل به علت دارا بودن مزایای برجسته مانند قابلیت انتقال توان بالا، بازدهی بالا و اغتشاشات الکترومغناطیسی کم به صورت گسترده در ساختار مدار شارژر خودروهای برقی بکار گرفته می‌شود [۴-۶]. با استفاده از مدار دو برابر کننده جریان در سمت خروجی، مقدار ریپل جریان شارژر و مقدار نامی جریان سمت ثانویه ترانسفورمر کاهش می‌یابد. بنابراین در زمانی که جریان خروجی بالا می‌باشد، استفاده از مدار دو برابر کننده جریان در سمت خروجی باعث افزایش قابلیت اطمینان و بازدهی مبدل می‌گردد [۵]. جهت دستیابی به کلیدزنی نرم در مبدل تمام پل، روشهای کنترلی و ساختارهای متعددی ارائه گردیده است. روش شیفت-فاز محبوب‌ترین روش کنترلی جهت دستیابی به کلیدزنی نرم می‌باشد. اما مبدل تمام پل شیفت-فاز مشکلاتی مانند محدوده باریک دستیابی به کلیدزنی نرم، تنش بالای ولتاژ در سمت ثانویه و تلفات هدایتی جریان چرخشی را به همراه دارد. جهت حل مشکلات ذکر شده مبدل تمام پل شیفت-فاز در سالیان اخیر ساختارها و روشهای کنترلی مختلفی ارائه شده است [۴-۶]. جهت افزایش محدوده کلیدزنی نرم مبدل، مبدل‌های تمام پل با مدار کمکی ارائه شده است. با توجه به حضور مدار کمکی در ساختار این مبدل‌ها، هزینه‌ها و اندازه مبدل افزایش می‌یابد. همچنین مقدار تنش جریان در سمت اولیه افزایش می‌یابد. در نتیجه بازدهی مبدل کاهش می‌یابد [۷-۹]. جهت کاهش و یا حذف تنش ولتاژ در سمت ثانویه مبدل، مدارهای برشگر فعال ارائه شده است. با توجه به حضور مدار برشگر فعال، اندازه و هزینه مبدل افزایش می‌یابد. همچنین مقدار بازدهی مبدل به علت حضور مقاومت در ساختار مدار برشگر کاهش می‌یابد [۱۰]، [۱۱]. جهت کاهش تلفات جریان چرخشی در مبدل تمام پل، مبدل‌های تمام با قابلیت شیفت-فاز در سمت ثانویه و یا مبدل‌های دوگانه پیشنهاد شده است. این مبدل‌ها نیز مشکلات متعددی مانند افزایش پیچیدگی سیستم کنترل، افزایش هزینه‌ها و اندازه مبدل را به همراه دارند [۱۲-۱۴]. در این مقاله، یک مبدل تمام پل شیفت-فاز بهبود یافته با مدار دو برابر کننده جریان

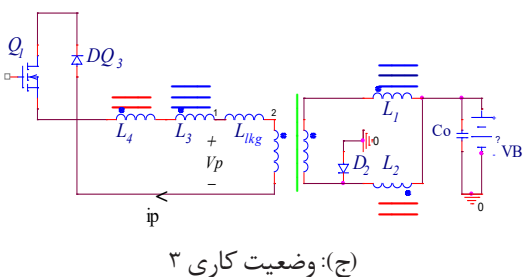
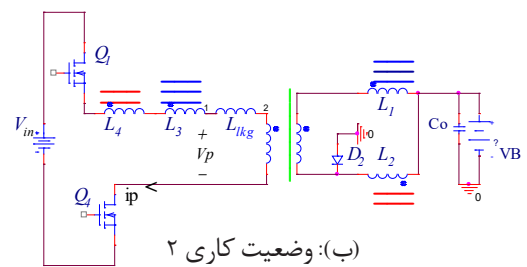
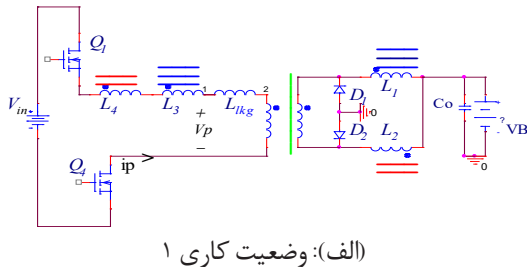
می‌باشد و کلیدهای و روشن می‌باشند. در نتیجه دیود در سمت خروجی روشن می‌گردد. ولتاژ سمت اولیه ترانسفورمر و سلف‌های برگشتی با توجه به رابطه زیر قابل بیان می‌باشد.

$$\left\{ \begin{array}{l} v_p(t-t_1) = -V_{in} - v_{L3}(t-t_1) - v_{L4}(t-t_1) \\ v_{L3}(t-t_1) = -\frac{V_B}{n_2} \\ v_{L4}(t-t_1) = -\frac{V_B + n_1 v_p(t)}{n_3} \end{array} \right. \quad (3)$$

جریان سلف‌های سمت خروجی مبدل با توجه به رابطه زیر قابل بیان است.

$$\left\{ \begin{array}{l} i_{L1}(t-t_1) = -\frac{V_B}{L_1}(t-t_1) + I_{L1}(t_1) \\ i_{L2}(t-t_1) = -\frac{(V_B + n_1 v_p(t))}{L_2}(t-t_1) + I_{L2}(t_1) \end{array} \right. \quad (4)$$

وضعیت کاری ۳: در این حالت کلید خاموش می‌گردد. در نتیجه خازن درین-سورس این کلید مطابق با رابطه (۵) شارژ می‌گردد. خازن درین-سورس کلید به صورت عکس دشارژ می‌گردد. ولتاژ این خازن‌ها در رابطه‌ها زیر ارائه شده است.



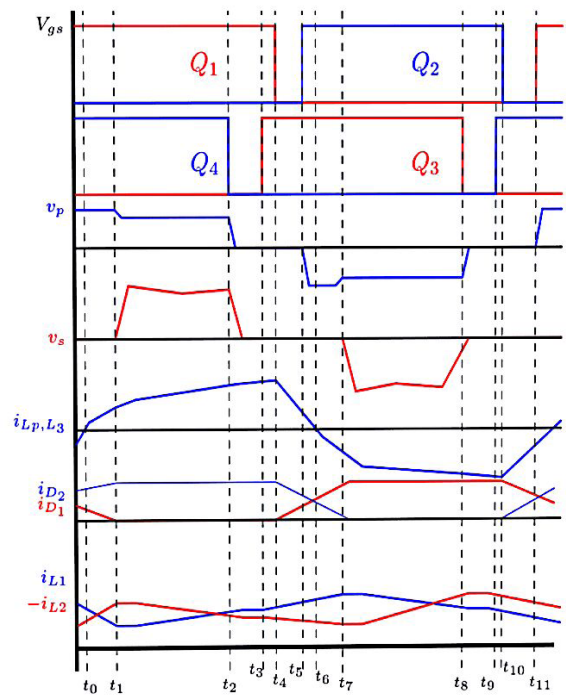
حالت‌های کاری مبدل در نصف دوره تناوب در شکل ۳ نشان داده شده است. جهت تحلیل و درک بهتر مبدل ارائه شده، فرضهای زیر در نظر گرفته شده است:

- مدار در حالت پایدار کار می‌کند.
- از مقدار مقاومت سری معادل خازن خروجی چشم پوشی شده است.
- تمامی کلیدهای قدرت غیر ایده آل در نظر گرفته شده است.

وضعیت کاری ۱: مدار معادل این حالت کاری در شکل ۴ (الف) نشان داده شده است. در این حالت کاری مقدار جریان سمت اولیه مبدل مثبت می‌باشد. مقدار ولتاژ سمت اولیه ترانسفورمر به صورت زیر می‌باشد.

$$v_p(t-t_0) = -V_{in} - v_{L3}(t-t_0) - v_{L4}(t-t_0) \approx -V_{in} \quad (1)$$

مقدار جریان سمت اولیه در این حالت کاری به صورت زیر قابل بیان است.



شکل ۲: شکل موج‌های مهم مبدل تمام پل شیفت-فاز پیشنهاد شده

$$\left\{ \begin{array}{l} i_p(t-t_0) = i_{L4}(t-t_0) = i_{L3}(t-t_0) = -\frac{v_p}{L_{Lkg} + L_T}(t-t_0) \\ i_{L1}(t-t_0) = -\frac{V_B}{L_1}(t-t_0) + I_{L1}(t_0) \\ i_{L2}(t-t_0) = \frac{V_B}{L_2}(t-t_0) + I_{L2}(t_0) \end{array} \right. \quad (2)$$

وضعیت کاری ۲: در این حالت کاری جریان سمت اولیه مثبت

$$i_p(t-t_3) = n_1 i_{L1}(t-t_3) \quad (10)$$

ولتاژ سمت اولیه ترانسفورمر به صورت زیر قابل بیان است.

$$v_p(t-t_3) = -v_{L3}(t-t_3) - v_{L4}(t-t_3) \quad (11)$$

جریان سلف‌های خروجی در این حالت کاری طبق رابطه زیر حاصل می‌گردد.

$$\begin{cases} i_{L1}(t-t_3) = -\frac{V_B}{L_1}(t-t_3) + I_{L1}(t_3) \\ i_{L2}(t-t_3) = \frac{V_B + n_1 v_p(t)}{L_2}(t-t_3) + I_{L2}(t_3) \end{cases} \quad (12)$$

زمانی که کلید خاموش می‌گردد این حالت کاری خاتمه می‌یابد.

وضعیت کاری ۵: زمانی که کلید خاموش می‌شود انرژی ذخیره شده در سلف‌نشتی و سلف‌های بازگشتی توسط خازن درین-سورس کلیدهای و در مدار تخلیه می‌گردد. در نتیجه خازن درین-سورس کلید شارژ می‌گردد و خازن درین-سورس کلید به صورت معکوس دشارژ می‌گردد. مقدار جریان سمت اولیه ترانسفورمر در این حالت کاری طبق رابطه زیر قابل بیان است.

$$i_p(t-t_4) = n_3 i_{L3}(t-t_4) - n_2 i_{L1}(t-t_4) \quad (13)$$

جریان سلف‌های خروجی به صورت زیر قابل بیان می‌باشد.

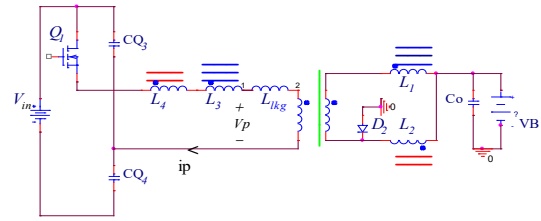
$$\begin{cases} i_{L1}(t-t_4) = -\frac{V_B}{L_1}(t-t_4) + I_{L1}(t_4) \\ i_{L2}(t-t_4) = \frac{V_B}{L_2}(t-t_4) + I_{L2}(t_4) \end{cases} \quad (14)$$

زمانی که خازن درین-سورس کلید به صورت کامل دشارژ گردد، این وضعیت کاری پایان می‌یابد.

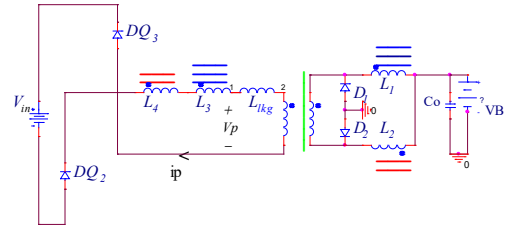
وضعیت کاری ۶: این حالت کاری به مشابه حالت کاری ۴ می‌باشد. مدار معادل این حالت کاری در شکل ۳ (و) نشان داده شده است. در این حالت، دیود بدنه کلید روشن می‌گردد. بنابراین کلیدزنی نرم با ولتاژ صفر برای کلید ذکر شده حاصل می‌گردد. جهت تضمین دستیابی به کلیدزنی نرم یک زمان مرده بین روشن و خاموش شدن کلیدهای و لازم است. مقدار این زمان مرده طبق رابطه زیر بدست می‌آید.

$$T_{d-lag} = \frac{4C_Q(V_{in} - v_{L3}(t_5) - v_{L4}(t_5))}{n_3 i_{L3}(t_5) - n_2 i_{L1}(t_5)} \quad (15)$$

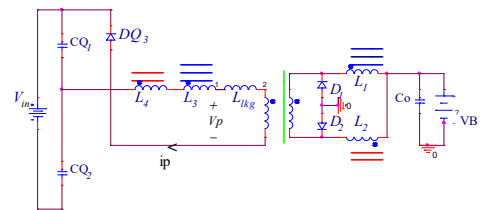
جریان سمت اولیه مبدل در این حالت کاری به صورت زیر می‌باشد.



۴: وضعیت کاری (د)



۵: وضعیت کاری (ه)



۶: وضعیت کاری (و)

شکل ۳: وضعیت‌های کاری مبدل تمام پل ارائه شده در نصف دوره تناوب

$$v_{CQ4}(t-t_2) = -\frac{n_3 i_{L3}(t-t_1) - n_2 i_{L1}(t-t_1)}{2C_Q} \quad (5)$$

$$v_{CQ3}(t-t_2) = V_{in} - v_{L3}(t) - v_{L4}(t) - \frac{n_3 i_{L3}(t) - n_2 i_{L1}(t)}{2C_Q} \quad (6)$$

مقدار جریان سمت اولیه به صورت زیر قابل بیان است.

$$i_p(t-t_2) = -n_3 i_{L2}(t-t_2) - n_2 i_{L1}(t-t_2) \quad (7)$$

ولتاژ سمت اولیه ترانسفورمر به صورت زیر می‌باشد.

$$v_p(t-t_2) = V_{in} - v_{L3}(t-t_2) - v_{L4}(t-t_2) - v_{CQ4} \quad (8)$$

وضعیت کاری ۴: زمانی که ولتاژ خازن درین-سورس کلید برابر صفر می‌گردد، دیود بدنه این کلید روشن می‌شود. بنابراین شرایط کلیدزنی نرم با ولتاژ صفر برای این مبدل فراهم می‌گردد. جهت تضمین دستیابی به کلیدزنی نرم، یک زمان مرده بین روشن و خاموش شدن کلیدهای و لازم است. مقدار این زمان مرده طبق رابطه زیر بدست می‌آید.

$$T_{d-lead} = \frac{4C_Q(V_{in} - v_{L3}(t_3) - v_{L4}(t_3))}{n_3 i_{L3}(t_3) - n_2 i_{L1}(t_3)} \quad (9)$$

جریان سمت اولیه ترانسفورمر طبق رابطه زیر حاصل می‌گردد.

مقدار ولتاژ سمت ثانویه ترانسفورمر توسط رابطه زیر حاصل می‌گردد.

$$V_s = \frac{V_{B,max}}{D} = 200 \quad V \quad (20)$$

نسبت دور ترانسفورمر مدار توسط رابطه زیر تعیین می‌گردد.

$$n_1 = \frac{N_s}{N_p} = \frac{V_s}{V_{in,min} - v_{L3} - v_{L4}} \quad (21)$$

مقدار سلف مغناطیس کننده ترانسفورمر اصلی توسط رابطه زیر تعیین می‌گردد.

$$L_m = \frac{(V_{in,min} - v_{L3} - v_{L4}) \times D \times T_s}{\Delta i_o \times n_1} \approx 370 \quad \mu H \quad (22)$$

سلف‌های سمت خروجی مبدل به صورت زیر قابل محاسبه می‌باشد.

$$L_1 = L_2 = \frac{T_s \times V_{B,max} \times (1-D)}{2\Delta i_L} \approx 101 \quad \mu H \quad (23)$$

مقدار سلف‌های برگشتی مدار به صورت زیر محاسبه می‌گردد.

$$L_3 = L_4 = \frac{T_s \times V_{L3} \times D}{\Delta i_{L3}} = \frac{5 \times 15 \times 0.42}{24} \approx 1.5 \quad \mu H \quad (24)$$

خازن فیلتر خروجی به صورت زیر تعیین می‌گردد.

$$C_o = \frac{T_s \times D \times \Delta i_L}{\Delta v_o} = 100 \quad \mu F \quad (25)$$

۴- مقایسه بین مبدل پیشنهادی و مبدل تمام پل مرسوم

مبدل مرسوم تمام پل شیفت‌فاز با مدار دو برابر کننده جریان در [۵] ارائه شده است. مطابق با [۵]، خازن‌های درین-سورس در این مبدل باید از مقدار ولتاژ ورودی تا مقدار ۰ ولت دشارژ شوند. در مبدل تمام پل بهبود یافته ارائه شده، خازن‌های درین-سورس باید از مقدار (۰) تا ۰ ولت دشارژ شوند. همچنین مبدل پیشنهادی از ذخیره سازی انرژی مورد نیاز کلیدزنی نرم بهره میبرد. در حالی که در مبدل مرسوم فقط وظیفه تامین انرژی مورد نیاز برای کلیدزنی نرم را بر عهده دارد. بنابراین مقدار انرژی مورد نیاز برای شرایط کلیدزنی نرم با ولتاژ صفر کاهش می‌یابد و محدوده کلیدزنی نرم مبدل پیشنهادی افزایش می‌یابد. مقدار RMS جریان‌های مبدل پیشنهادی در مقایسه با مبدل مرسوم در حدود ۲۵ درصد کاهش می‌یابد. در نتیجه مقدار بازدهی و قابلیت اطمینان مبدل پیشنهادی به صورت قابل توجه افزایش می‌یابد. مقدار تنش ولتاژ در سمت ثانویه در مبدل پیشنهادی کمتر از مبدل تمام پل شیفت-فاز مرسوم با مدار دو برابر کننده جریان می‌باشد. در نتیجه این

$$i_p(t-t_5) = -\frac{v_p}{L_{lkg} + L_T}(t-t_5) \quad (16)$$

با توجه به شکل ۲، مدار دارای حالت‌های کاری متقارن در یک دوره تناوب کلیدزنی می‌باشد. بنابراین تحلیل حالت‌های کاری ۱-۲-۷ نیز به مشابه حالت‌های کاری ۱-۶ می‌باشد.

۳-۲- شرایط کلیدزنی نرم

جهت دستیابی به کلیدزنی نرم با ولتاژ صفر در کلیدها، انرژی ذخیره شده در سلف نشتی و سلف‌های بازگشتی باید انرژی ذخیره شده در خازن‌های درین-سورس را تخلیه کند. انرژی ذخیره شده در سلف‌های ذکر شده به صورت زیر قابل بیان است.

$$E_L = \frac{L_{lkg} + L_T}{2} i_p^2 \quad (17)$$

انرژی ذخیره شده در خازن‌های درین-سورس به صورت زیر می‌باشد.

$$\begin{cases} E_{Cleg} = \frac{C_{leg}}{2} (V_{in} - v_{L3} - v_{L4})^2 \\ C_{leg} = C_{Q1} + C_{Q2} = C_{Q3} + C_{Q4} = 2C_Q \end{cases} \quad (18)$$

بنابراین جهت دستیابی به کلیدزنی نرم باید انرژی ذخیره شده در سلف‌ها بزرگتر از انرژی ذخیره شده در خازن‌های درین-سورس باشد. در نتیجه مقدار سلف نشتی مبدل تمام پل بهبود یافته توسط رابطه زیر تعیین می‌گردد.

$$L_{lkg} + L_T > \frac{C_{leg}}{i_{p,min}^2} (V_{in,max} - v_{L3} - v_{L4})^2 \quad (19)$$

۳-۳- ملاحظات طراحی

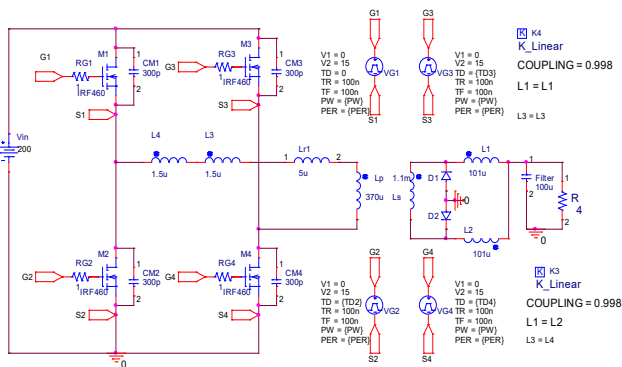
پارامترهای مهم برای طراحی مدل تمام پل بهبود یافته پیشنهادی در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱: پارامترهای مبدل تمام پل بهبود یافته پیشنهادی

پارامتر	علامت	مقدار
محدوده ولتاژ ورودی	-	150-250 V
محدوده ولتاژ باتریها		75-85 V
جریان شارژ ثابت		18.5 A
بیشینه توان خروجی		1400 W
ریپل ولتاژ خروجی		50 mV
ریپل جریان خروجی		0.4 A
دوره کاری	D	0.42
فرکانس کلیدزنی		200 kHz

1.67	1.67		نسبت دور ترانسفورمر
100 μF	100 μF		خازن خروجی
IRFP460	IRFP460	-	کلیدها

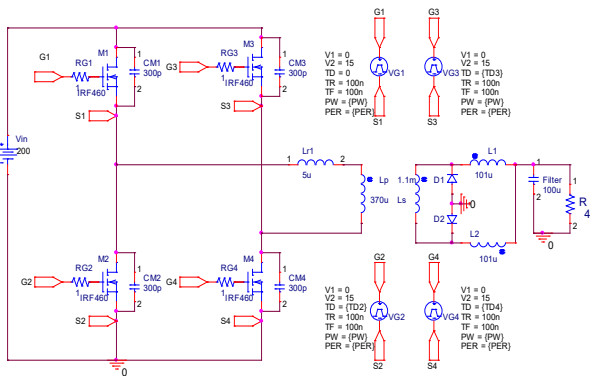
امر بازدهی و قابلیت اطمینان مبدل افزایش می‌یابد. همچنین مقدار هزینه‌های مبدل پیشنهادی کاهش می‌یابد. در مبدل تمام پل شیفت-فاز مرسوم با مدار دو برابر کننده جریان ارائه شده در هشت حالت کاری و مدت زمان بیشتر، دو دیود سمت خروجی به صورت همزمان روشن می‌باشند. در حالی که در مبدل پیشنهادی این مدت زمان و تعداد حالت‌های کاهش می‌یابد. بنابراین تلفات هدایتی ناشی از جریان‌های چرخشی کاهش می‌یابد. مزایای ارائه شده باعث برتری و ارجحیت کامل مبدل پیشنهادی بر مبدل تمام پل شیفت-فاز سنتی با مدار دو برابر کننده جریان می‌گردد. بنابراین مبدل پیشنهادی را میتوان به عنوان یک گزینه مطلوب برای شارژر خودروهای برقی و هیبرید در نظر گرفت.



شکل ۴: شبیه‌سازی مبدل پیشنهادی در نرم افزار پیاسپایس

۵- نتایج شبیه‌سازی

جهت انجام مقایسه کامل بین مبدل تمام پل پیشنهادی و مبدل تمام پل مرسوم [۵] و همچنین برجسته نشان دادن مزایای مبدل پیشنهادی، هر دو مبدل در نرم افزار پیاسپایس شبیه‌سازی شده‌اند. پارامترهای کلیدی هر دو مبدل در جدول ۲ ارائه شده است. همچنین ساختار مبدل تمام پل شیفت-فاز بهبود یافته پیشنهادی و مبدل تمام پل شیفت-فاز مرسوم شبیه‌سازی شده در نرم افزار پیاسپایس در شکل ۴ و شکل ۵ به ترتیب نشان داده شده است. سیگنال اعمالی به گیت کلیدها غیر ایده آل و دارای زمان نشست و صعود ۱۰۰ نانو ثانیه می‌باشد.

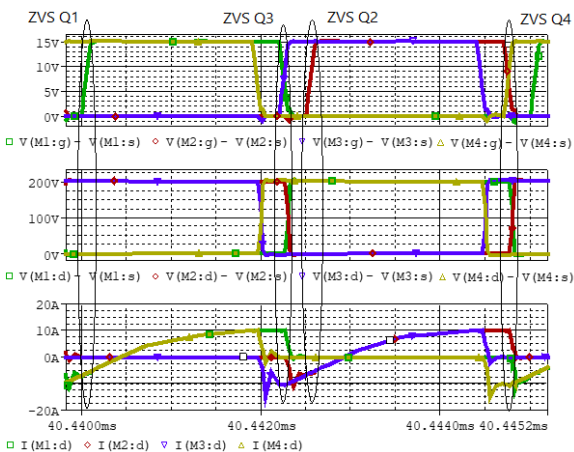


شکل ۵: شبیه‌سازی مبدل تمام پل مرسوم در نرم افزار پیاسپایس

جدول ۲: پارامترهای شبیه‌سازی مبدل پیشنهادی و مبدل مرسوم در پیاسپایس

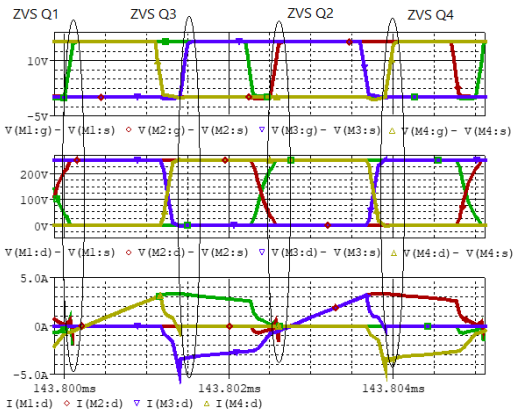
پارامتر	علامت	مقدار	
		مبدل پیشنهادی	مبدل مرسوم [۵]
ولتاژ ورودی	-	150-250 V	150-250 V
ولتاژ باتریها	-	75-85 V	75-85 V
جریان شارژ		18.5 A	18.5 A
ولتاژ شارژ		85 V	85 V
بیشینه توان		1400 W	1400 W
سلف‌های بازگشتی	=	1.5 μH	---
سلف‌های خروجی	=	101 μH	101 μH
سلف مغناطیس‌کنندگی		370 μH	370 μH
سلف نشستی		5 μH	5 μH
زمان مرده		200 ns	200 ns
فرکانس کلیدزنی		200 kHz	200 kHz
نسبت دور سلف‌های تزویج	=	8.17	---

شکل موج‌های ولتاژ و جریان کلیدهای مبدل پیشنهادی در دو تست مختلف شامل بار نامی با ولتاژ ورودی نامی و تست بار کم (۱۰ درصد بار نامی) با ولتاژ ورودی بیشینه، به ترتیب در شکل ۶ و شکل ۷ نشان داده شده است. مطابق با شکل ۶، کلیدزنی نرم با ولتاژ صفر برای تمامی کلیدها در مبدل تمام پل شیفت-فاز پیشنهادی حاصل گردیده است. همچنین مطابق با شکل ۷، کلیدزنی نرم با ولتاژ صفر در بار کم و ولتاژ بیشینه برای مبدل پیشنهادی حاصل شده است.



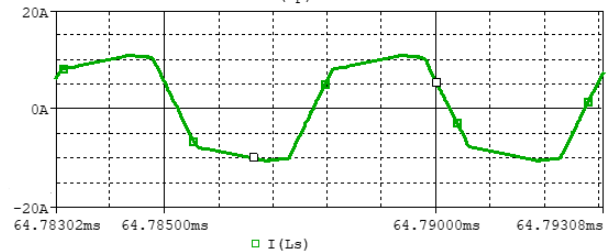
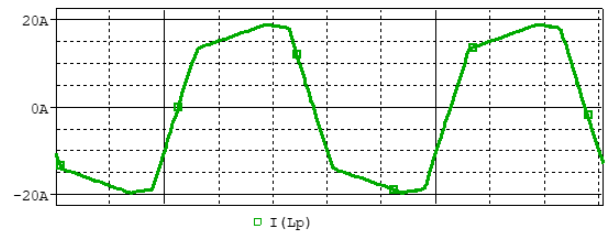
شکل ۶: شکل موج جریان و ولتاژ کلیدها در حالت بار و ولتاژ ورودی نامی

مقدار تنش ولتاژ در سمت ثانویه در مبدل تمام پل شیفت-فاز بهبود یافته و مبدل تمام پل شیفت-فاز مرسوم به ترتیب در شکل ۱۰ و ۱۱ نشان داده شده است. مطابق با شکل های مذکور، مقدار تنش ولتاژ در سمت ثانویه در مبدل پیشنهادی در حدود ۱۲۰ ولت کاهش یافته است. بنابراین بازدهی و قابلیت اطمینان مبدل پیشنهادی به صورت چشم گیر افزایش می یابد. در نتیجه مقدار هزینه و اندازه مبدل پیشنهادی در مقایسه با مبدل تمام پل مرسوم کاهش می یابد. همچنین مقدار تنش ولتاژ در سمت ثانویه در مبدل تمام پل شیفت-فاز بهبود یافته با مدار دو برابر کننده جریان و سلف های تزویج شده بر حسب تغییرات ضریب تزویج در شکل ۱۲ (الف) تا (د) نشان داده شده است. مطابق با شکل ۱۲، با افزایش ضریب تزویج بین سلف ها مقدار تنش ولتاژ در سمت ثانویه کاهش می یابد.

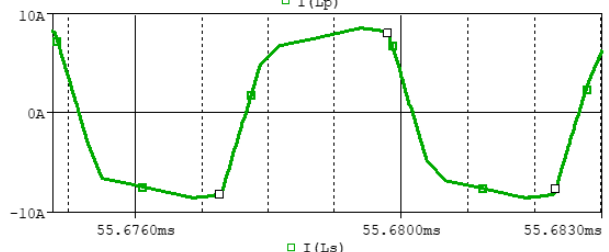
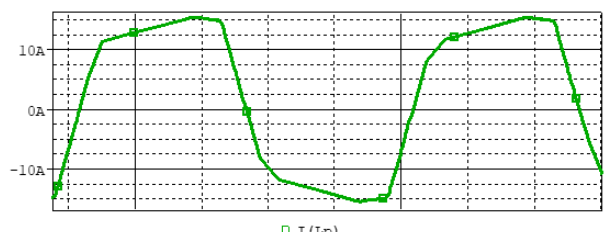


شکل ۷: شکل موج جریان و ولتاژ کلیدها در حالت بار کم و ورودی بیشینه

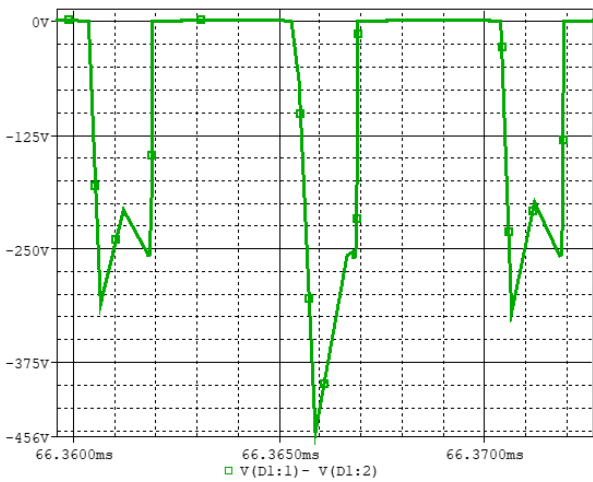
شکل ۸ و شکل ۹ مقدار جریان RMS سمت اولیه و ثانویه در مبدل تمام پل شیفت-فاز بهبود یافته پیشنهادی و مبدل تمام پل شیفت-فاز مرسوم را، به ترتیب نشان می دهد. با توجه به شکل ۸ و شکل ۹، مقدار RMS جریان ها در مبدل پیشنهادی به مقدار ۲۵ درصد کاهش یافته است. بنابراین تلفات هدایتی مبدل تمام پل شیفت-فاز بهبود یافته به صورت قابل توجه کاهش می یابد.



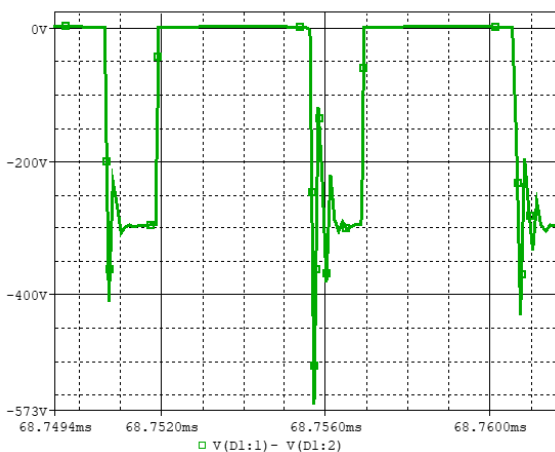
شکل ۸: شکل موج جریان سمت اولیه و سمت ثانویه در مبدل پیشنهادی



شکل ۹: شکل موج جریان سمت اولیه و سمت ثانویه در مبدل مرسوم

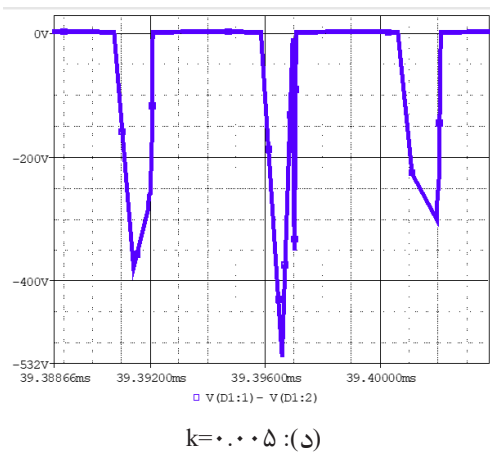
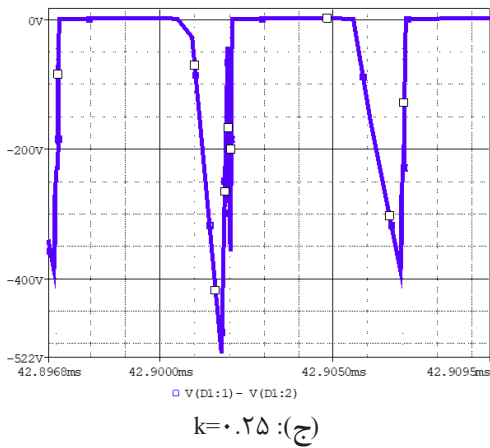


شکل ۱۰: شکل موج ولتاژ دیود سمت ثانویه مبدل پیشنهادی

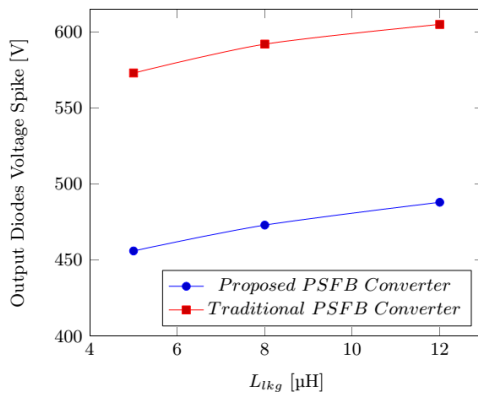
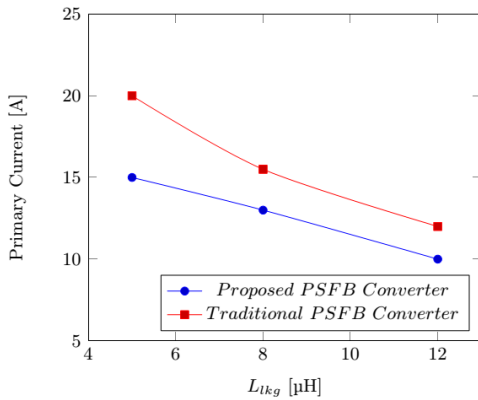


شکل ۱۱: شکل موج ولتاژ دیود سمت ثانویه مبدل تمام پل مرسوم

در نتیجه نمیتوان اثر ناشی از سلف های تزویج را با اضافه کردن یک سلف در کنار سلف نشتی مدار برابر در نظر گرفت. چون در صورت اضافه کردن یک سلف به سلف نشتی مدار، مقدار تنش ولتاژ در ثانویه افزایش می یابد که کاملاً با اثر ناشی از سلف های تزویج در تضاد می باشد. همچنین تاثیر افزایش سلف نشتی

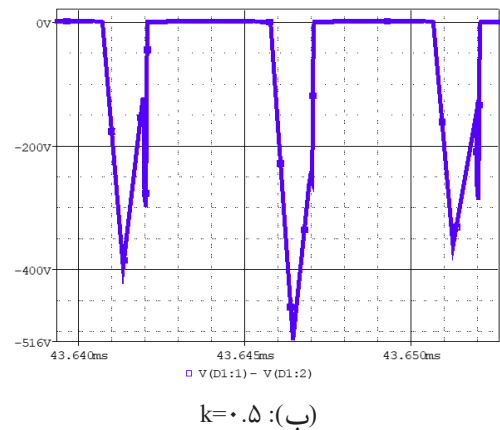
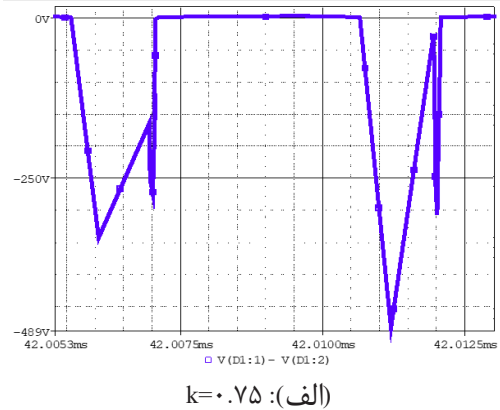


شکل ۱۲: شکل موج ولتاژ دیود سمت ثانویه برای ضریب تزویجهای مختلف



مدار در هر دو مبدل پیشنهادی و مبدل تمام پل مرسوم بر مقدار ولتاژ خروجی، مقدار جریان اولیه و مقدار تنش ولتاژ سمت خروجی در شکل ۱۳ نشان داده شده است. مطابق با شکل ۱۳، با افزایش مقدار سلف نشستی در هر دو مبدل به مقدار یکسان، مبدل تمام پل شیفت-فاز بهبود یافته با مدار دو برابر کننده جریان و سلف‌های تزویج شده عملکرد بسیار مطلوبتر از مبدل تمام پل شیفت-فاز مرسوم را دارا می‌باشد. در نتیجه قابلیت اطمینان مبدل ارائه شده نسبت به مبدل مرسوم به صورت قابل توجه افزایش می‌یابد.

مقدار بازدهی اندازه‌گیری شده در دو تست مختلف شامل بار نامی با ولتاژ ورودی نام و تست در بار کم با ولتاژ ورودی بیشینه برای مبدل پیشنهادی و مبدل تمام پل مرسوم در جدول ۳ ارائه شده است. همچنین تغییرات بازدهی هر دو مبدل برای بارهای مختلف در ولتاژ ورودی نامی در شکل ۱۴ نشان داده شده است. مطابق با شکل ۱۴، مبدل تمام پل شیفت-فاز بهبود یافته با مدار دو برابر کننده جریان و سلف‌های تزویج شده دارای بازدهی بالاتر نسبت به مبدل سنتی تمام پل شیفت-فاز با مدار دو برابر کننده جریان می‌باشد.



مبدل ارائه شده دارای مزایای برجسته زیر نسبت به مبدل تمام پل شیفت-فاز مرسوم با مدار دو برابر کننده جریان می‌باشد: با کاهش مقدار RMS جریان‌ها، مقادیر بازدهی مبدل افزایش یافته است.

با کاهش مقدار تنش ولتاژ در سمت ثانویه مبدل، قابلیت اطمینان مبدل افزایش و مقدار هزینه‌های آن کاهش یافته است.

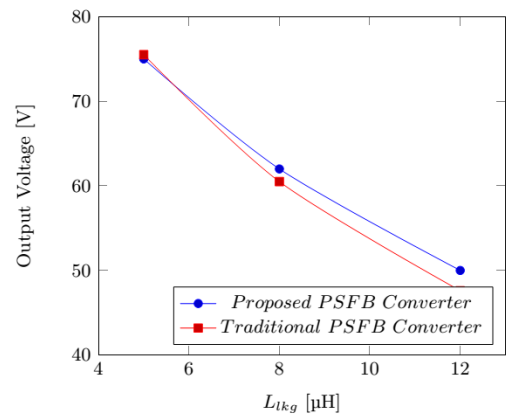
به علت گسترده تر شدن محدوده کلیدزنی نرم با ولتاژ صفر در مبدل تمام پل شیفت-فاز بهبود یافته پیشنهادی، مقادیر بازدهی مبدل برای بارهای مختلف افزایش یافته است.

با کاهش مقدار جریان چرخشی، تلفات هدایتی مبدل کاهش و بازدهی آن افزایش یافته است.

با توجه به اینکه در ساختار مبدل تمام پل شیفت-فاز پیشنهادی هیچگونه مدار کمکی مانند مدارهای برشگر فعال وجود ندارد، هزینه‌ها و پیچیدگی ساختاری مبدل به صورت قابل توجه کاهش می‌یابد. همچنین سیستم کنترلی مبدل ارائه شده به مانند مبدل مرسوم و مبتنی بر روش شیفت-فاز می‌باشد. در نتیجه نسبت به سایر ساختارهای ارائه شده که سیستم کنترلی پیچیده دارند، مبدل پیشنهادی دارای سیستم کنترلی بسیار ساده می‌باشد. بنابراین مبدل تمام پل شیفت-فاز بهبود یافته با مدار دو برابر کننده جریان و سلف‌های تزویج شده را می‌توان به عنوان یک گزینه بسیار مناسب و کارآمد برای شارژر باتری خودروهای برقی در نظر گرفت.

مراجع

- [1] Mi, Chris, and M. Abul Masrur. Hybrid electric vehicles: principles and applications with practical perspectives. John Wiley & Sons, 2017.
- [2] Haghbin, S., Khan, K., Lundmark, S., Alaküla, M., Carlson, O., Leksell, M., & Wallmark, O. (2010, September). Integrated chargers for EV's and PHEV's: examples and new solutions. In The XIX International Conference on Electrical Machines-ICEM 2010 (pp. 1-6). IEEE.
- [3] Musavi, F., Craciun, M., Gautam, D. S., Eberle, W., & Dunford, W. G. (2013). An LLC resonant DC-DC converter for wide output voltage range battery charging applications. IEEE Transactions on Power Electronics, 28(12), 5437-5445.
- [4] Hua, Chih-Chiang, Yi-Hsiung Fang, and Cheng-Wei Lin. "LLC resonant converter for electric vehicle battery chargers." IET Power Electronics 9.12 (2016): 2369-2376.
- [5] Lin, B-R., Kevin Huang, and David Wang. "Analysis and implementation of full-bridge converter with current doubler rectifier." IEE Proceedings-Electric Power Applications 152.5 (2005): 1193-1202.
- [6] Zhao, L., Li, H., Wu, X., & Zhang, J. (2017). An improved phase-shifted full-bridge converter with wide-range

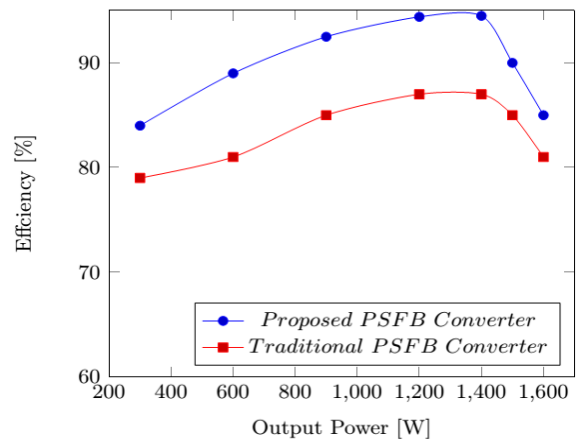


شکل ۱۳: مقایسه شکل‌موج‌های مختلف در مبدل پیشنهادی و مبدل مرسوم بر حسب تغییرات سلف نشتی

در نتیجه می‌توان مبدل پیشنهادی را به عنوان یک گزینه مناسبتر برای شارژر باتری خودروهای برقی در نظر گرفت.

جدول ۳: مقدار بازدهی اندازه‌گیری شده مبدل پیشنهادی و مبدل مرسوم

نوع مبدل	ولتاژ ورودی	توان خروجی	مقدار بازدهی
پیشنهادی	200 V	1400 W	94.5%
مرسوم			87%
پیشنهادی	250 V	140 W	92%
مرسوم			84%



شکل ۱۴: نمودار تغییرات بازدهی مبدل پیشنهادی و مبدل مرسوم برای بارهای مختلف در ولتاژ ورودی نامی

۶- نتیجه گیری

در این تحقیق، یک مبدل تمام پل شیفت-فاز بهبود یافته با مدار دو برابر کننده جریان و سلف‌های تزویج شده برای استفاده به عنوان مدار شارژر خودروهای برقی ارائه شده است.

رضا بیرانوند

مهندسی برق - استادیار - تربیت مدرس -
تهران - الکترونیک قدرت، طراحی مبدل‌های
سوئیچینگ، طراحی مبدل‌های تشدید،
سیستم‌های خورشیدی، مدل‌سازی و کنترل
مبدل‌های الکترونیک قدرت



ZVS and reduced filter requirement. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 65(3), 2167-2176.

[7] Jain, P., Kang, W., Soin, H., & Xi, Y. (1998, October). Load and line independent zero voltage switching full bridge DC/DC converter topology. In INTELEC-Twentieth International Telecommunications Energy Conference (Cat. No. 98CH36263) (pp. 22-29). IEEE.

[8] Safaei, Alireza, Praveen Jain, and Alireza Bakhshai. "A ZVS pulswidth modulation full-bridge converter with a low-RMS-current resonant auxiliary circuit." IEEE Transactions on Power Electronics 31.6 (2015): 4031-4047

[9] Chen, Z., Ji, B., Ji, F., & Shi, L. (2010, February). A novel ZVS full-bridge converter with auxiliary circuit. In 2010 Twenty-Fifth Annual IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC) (pp. 1448-1453). IEEE

[10] Lin, Song-Yi, and Chern-Lin Chen. "Analysis and design for RCD clamped snubber used in output rectifier of phase-shift full-bridge ZVS converters." IEEE Transactions on Industrial Electronics 45.2 (1998): 358-359.

[11] Ruan, Xinbo, and Fuxin Liu. "An improved ZVS PWM full-bridge converter with clamping diodes." 2004 IEEE 35th Annual Power Electronics Specialists Conference (IEEE Cat. No. 04CH37551). Vol. 2. IEEE, 2004.

[12] Yu, W., Lai, J. S., Lai, W. H., & Wan, H. (2012). Hybrid resonant and PWM converter with high efficiency and full soft-switching range. IEEE Transactions on Power Electronics, 27(12), 4925-4933.

[13] Kim, Jun-Ho, Il-Oun Lee, and Gun-Woo Moon. "Analysis and design of a hybrid-type converter for optimal conversion efficiency in electric vehicle chargers." IEEE Transactions on Industrial Electronics 64.4 (2016): 2789-2800.

[14] Liu, C., Gu, B., Lai, J. S., Wang, M., Ji, Y., Cai, G., ... & Sun, P. (2012). High-efficiency hybrid full-bridge-half-bridge converter with shared ZVS lagging leg and dual outputs in series. IEEE Transactions on Power Electronics, 28(2), 849-861.

معرفی افراد

محسن فیضی

۱۳۷۴سقر / مهندسی برق - کارشناسی ارشد -
تربیت مدرس - تهران - ۱۳۹۹ - الکترونیک قدرت،
طراحی مبدل ها، طراحی شارژر باتری ها،
سیستم مدیریت باتری (BMS)





طراحی و ساخت یک مدار راه‌انداز در حالت هدایت پیوسته با قابلیت اصلاح ضریب توان و کلیدزنی نرم برای لامپ‌های دنا

محمد جانینگلو^۱، محسن فیضی^۲، دکتر رضا بیرانوند^۳

۱- کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، عضو دانشجویی IEEE، Mohammad.mohammad@modares.ac.ir

۲- کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، عضو دانشجویی IEEE، Mohsen.feizi@modares.ac.ir

۳- استادیار، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، عضو IEEE، Beiranvand@modares.ac.ir

با توجه به گسترش روزافزون استفاده از لامپ‌های دنا (دیودهای نور افشان) و نیاز این لامپ‌ها به جریان ثابت برای عملکرد مناسب، وجود یک مدار راه‌انداز برای این نوع لامپ‌ها الزامی می‌باشد. استفاده از کلیدزنی نرم جهت کاهش تلفات کلیدزنی و اغتشاشات الکترومغناطیسی و امکان افزایش فرکانس کلیدزنی جهت کاهش حجم و وزن این راه‌اندازها از اهمیت بالایی برخوردار است. همچنین، اصلاح ضریب توان جزء الزاماتی است که باید رعایت شود. در این مقاله، جهت دستیابی به اهداف فوق و همچنین جهت افزایش سطح توان، یک مدار اصلاح‌کننده ضریب توان با قابلیت کلیدزنی نرم و کارکرد در حالت هدایت پیوسته مورد بررسی قرار گرفته است. این مدار ترکیبی از مبدل بوست-فلای‌بک با یک برشگر فعال است که در حالت هدایت پیوسته کار می‌کند. جهت تأیید تحلیل‌ها و شبیه‌سازی‌های ارائه شده، یک نمونه آزمایشگاهی از این مبدل با توان ۱۰۰ وات طراحی و ساخته شده است که نتایج حاصل از آن به خوبی با محاسبات، شبیه‌سازی‌ها و استانداردهای موجود مطابقت داشته و محدودیت‌ها و الزامات آنها را برآورده می‌کند.

کلیدواژگان: اصلاح ضریب توان، برشگر فعال، حالت پیوسته، راه‌انداز دیود نور افشان، کلیدزنی نرم

Due to the ever-expanding use of light emitting diodes (LED) lamps and the necessity of constant current to operate properly, a drive circuit is required for these types of lamps. Also, power factor correction (PFC) to eliminate harmonics, is required and must be included in these types of drivers based on the existing standards. Soft switching can effectively reduce the switching losses and electromagnetic interference (EMI). Consequently, high switching frequency operation is possible which reduces the converter weight and size, effectively and high power density is achieved. In this paper, continuous conduction mode (CCM) operation of a single-stage boost-flyback converter with active-clamp for LED driver applications is introduced. Its CCM operation leads to low input current ripple which reduces the input filter volume effectively. Also, low voltage and current stresses on the components are obtained. As a result, the converter can be used for high power applications compared with previously proposed discontinuous conduction mode (DCM) operation. The results of the theory, simulation as well as practical results are presented below.

Keywords: Power factor correction, active cutter, continuous mode, light emitting diode driver, soft switch

۱- مقدمه

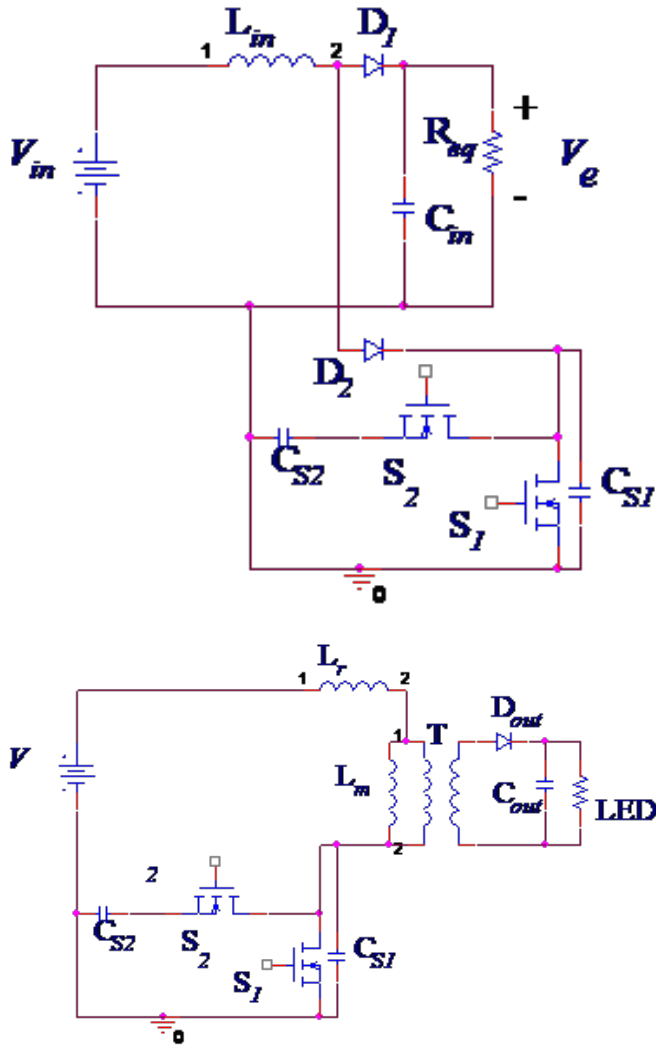
موسسات استاندارد برای منابع روشنایی مقرراتی وضع کرده‌اند که شرکت‌های تولیدی موظف به رعایت آن‌ها می‌باشند. در این رابطه مهم‌ترین استاندارد ۲-۳-۶۱۰۰۰ IEC می‌باشد که در کلاس‌بندی‌های مختلف معیاری برای حد مجاز اعوجاج هارمونیک راه‌اندازها می‌باشد [۷]. از طرفی برای ضریب قدرت مبدل‌های ac-dc مجموعه‌ای از استانداردها اعمال شده است که مهم‌ترین آن‌ها، استاندارد Energy Star می‌باشد. طبق این استاندارد لامپ‌ها و منابع روشنایی باید ضریب توان بیشتر ۷۰ درصد را دارا باشند [۸]. طبق استاندارد ایران برای منابع دنا، برای ضریب توان‌های مختلف امتیازاتی در نظر گرفته شده است. حداقل ضریب توان مورد پذیرش برای این منابع ۰.۸ می‌باشد. مطلوب‌ترین محدوده ضریب توان برای توان‌های بیشتر از ۲۵ وات، مقدار ۰.۹۵ می‌باشد [۹]. به منظور رعایت مقررات و استانداردها، یک راه‌انداز دنا باید از یک مبدل ac-dc ساده و کنترل آسان، استفاده از مبدل‌های PWM مانند باک، بوست و فلای‌بک در مدارهای راه‌انداز بسیار رایج می‌باشد. راه‌انداز لامپ‌های دنا را می‌توان به دو دسته یک طبقه و چند طبقه تقسیم‌بندی کرد. مبدل‌های چند طبقه دارای بازدهی بالاتری هستند، هر طبقه برای یک هدف خاصی طراحی شده و تحقق اهداف به شکل بهتری صورت می‌گیرد. در مقایسه با راه‌انداز چند طبقه، راه‌انداز یک طبقه از کنترل آسان‌تر برخوردار می‌باشد. همچنین با کلیدزنی نرم تلفات مبدل را می‌توان به صورت قابل توجهی کاهش داد [۱۰-۱۶]. ضریب توان بالا به معنای سینوسی بودن جریان ورودی و هم فاز بودن آن با ولتاژ ورودی می‌باشد. از طرفی توان ورودی حاصل ضرب ولتاژ در جریان ورودی می‌باشد. فرکانس برق ایران ۵۰ هرتز می‌باشد، از این رو توان ورودی نوسان ۱۰۰ هرتز را دارا می‌باشد. در صورت عدم وجود عناصر ذخیره‌ساز انرژی با مقدار مناسب، این نوسانات توان به خروجی انتقال می‌یابد و این امر باعث نوسانات نور خروجی می‌شود [۱۷]. مبدلی که در این تحقیق برای راه‌انداز لامپ دنا با قابلیت اصلاح ضریب قدرت و همچنین کلیدزنی نرم پیشنهاد شده است، مبدل یک طبقه بوست-فلای‌بک با برشگر فعال و عملکرد در حالت هدایت پیوسته می‌باشد. در ساختار مبدل پیشنهادی یک برشگر فعال جهت بازبایی انرژی ناشی القا شده در ترانسفورمر و همچنین پایین نگه داشتن تنش ولتاژ و دستیابی به کلیدزنی نرم برای کاهش تلفات مطابق با شکل ۱ قرار داده شده است. با اضافه کردن برشگر فعال با تعداد کلید قدرت کمتر، مدار عملکردی مشابه با مبدل چند طبقه را دارد ولی از کنترل ساده‌تری برخوردار می‌باشد. اندازه کوچکتر و هزینه کمتر از مزایای

نیاز به نور و روشنایی یکی از مهمترین نیازهای زندگی بشر می‌باشد. از این رو توجه به این نیاز تبدیل به یکی از اولویت‌های مهم زندگی مردم شده است. با اختراع برق سیر تحولات منابع نوری آغاز شد. به طوری که ابتدا لامپ‌های رشته‌ای پدید آمدند، سپس منابع نوری فلور سنت و کم مصرف و در نهایت منابع دیودهای نورافشان (دنا) اختراع و مورد استفاده قرار گرفته‌اند. طبق آمارهای ارائه شده حدود ۳۰ درصد میزان مصرف برق مشترکین خانگی در ایران صرف روشنایی می‌شود [۱]. در ایالات متحده سهم روشنایی از کل مصرف انرژی برق حدود ۸ درصد می‌باشد. این آمار نشان دهنده اهمیت توجه به این موضوع و لزوم صرفه جویی در این بخش می‌باشد [۲]. لامپ‌های دنا از مزایای قابل توجهی مانند بازدهی بالا، نمود رنگ بالا، طول عمر طولانی، استحکام بالا و اندازه کوچک برخوردار می‌باشند [۳، ۴]. میزان نور دهی لامپ دنا حبابی خانگی ۱۵ وات، با یک لامپ ۲۰ وات کم مصرف برابر است. در حالی که مصرف برق آن تقریباً نصف و طول عمر آن ۵/۲ برابر بیشتر از لامپ کم مصرف می‌باشد. در نتیجه اگر دو لامپ دنا و کم مصرف باهم به مدت ۲۵۰۰۰ ساعت روشن گذاشته شوند. هزینه خرید لامپ کم مصرف به همراه مصرف برق آن در انتها تقریباً ۵/۱ برابر هزینه خرید و مصرف برق لامپ دنا خواهد بود [۵]. مقدار بهره انرژی برخی از لامپ‌های مختلف در جدول ۱ ارائه گردیده است. شدت نور خروجی لامپ‌های دنا با جریان ورودی به آن ارتباط مستقیم دارد. به گونه‌ای که هر تغییر در جریان ورودی به آن باعث تغییر در نور ساطع شده از لامپ می‌گردد. از این رو لامپ دنا باید مداری داشته باشد تا بتواند جریان خروجی خود را کنترل کند. این مدار را مدار راه‌انداز دنا می‌گویند.

نوع لامپ	بهره انرژی (وات/لومن)
دنا	۱۸۰
بخار شدید	۱۳۲
متال هالید	۹۰
فلور سنت	۹۰
CFL	۴۵
هالوژن	۲۰
رشته‌ای	۱۳

جدول ۱: بهره انرژی انواع لامپ [۶]

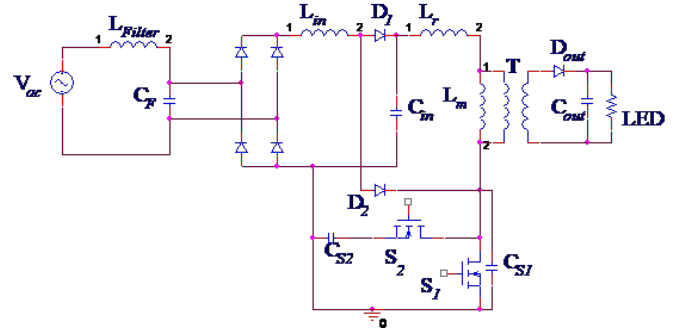
نتیجه کلیدزنی نرم حاصل گردد. بنابراین کلیدزنی نرم مدار به سه عامل زمان مرده بین دو کلید، سلف نشستی ترانسفورمر و خازن معادل موازی با کلید اصلی (C_{S1}) بستگی دارد. با فرض ثابت بودن ولتاژ ورودی مبدل (V_{in}) در هر دوره تناوب، خازن حد واسط مدار (C_{in}) و خازن خروجی مدار (C_{out}) از لحاظ عملکردی دارای ولتاژ ثابتی می‌باشند. مدار را می‌توان به دو مبدل جداگانه بوست و فلای یک تقسیم و به صورت جداگانه تحلیل کرد. بین دو مبدل قرار گرفته است. در ادامه بررسی هر کدام از حالت‌های مدار ارائه گردیده است.



شکل ۲: تقسیم مبدل پیشنهادی به دو مبدل پایه ۱-۲ عملکرد مبدل مورد نظر در حالت بوست

همان‌طور که گفته شد مدار پیشنهادی را می‌توان به صورت دو مبدل جداگانه شامل مبدل بوست و مبدل فلای یک در نظر گرفت. مبدل بوست در حالت هدایت پیوسته کار می‌کند. در این حالت مدار به صورت یک مبدل DC-DC افزایشی عمل می‌کند که ورودی آن ولتاژ خروجی پل دیودی (V_{in}) و بار خروجی آن، مقاومت معادل دیده شده از مدار فلای یک (R_{eq})

مهم مبدل یک طبقه ترکیبی نسبت به مبدل‌های چند طبقه می‌باشد. مبدل پیشنهادی به عنوان یک مبدل ایزوله بوست-فلای یک با برشگر فعال تلقی می‌گردد که تغییر عملکرد مدار از حالت هدایت ناپیوسته به حالت هدایت پیوسته باعث حذف نوسانات جریان ورودی می‌شود. در نتیجه اندازه فیلتر ورودی مدار کوچکتر خواهد شد [۱۸-۲۲].



شکل ۱: مدار راه‌انداز پیشنهادی

۲- شرح و تحلیل مبدل پیشنهادی

مطابق با شکل ۲ مبدل پیشنهادی شامل یک اتصال سری از مبدل بوست و مبدل فلای یک می‌باشد. دو مبدل از یک کلید (S_1) به عنوان کلید اصلی خود استفاده می‌کنند. خازن ورودی (C_{in}) به عنوان یک عنصر ذخیره‌ساز انرژی واسطه بین دو مبدل بوست و فلای یک عمل می‌کند. با تغییر در مدارهای ارائه شده و به منظور دستیابی به ضریب توان بالا و کلیدزنی نرم، مدار ارائه شده در حالت هدایت پیوسته کار می‌کند. در راه‌انداز پیشنهادی مبدل بوست جهت اصلاح ضریب توان و مبدل فلای یک برای تنظیم و تثبیت جریان خروجی به کار می‌رود. خازن ورودی نقش ذخیره‌ساز انرژی و حد واسط انتقال انرژی بین دو مبدل را بر عهده دارد. دیود D_2 برای جلوگیری از گردش جریان اولیه ترانسفورمر در دیود D_1 بکار گرفته می‌شود. خازن C_{S1} معادل با خازن‌های نشستی و هرگونه خازن خارجی حول کلید S_1 و L_r نیز معادل سلف‌های نشستی مدار و سلف نشستی ترانسفورمر مبدل فلای یک می‌باشد. سلف L_r و خازن C_{S1} یک مدار تشدید تشکیل می‌دهند که کلیدزنی نرم را محقق می‌کند. کلید دوم (S_2) و خازن سری با آن (C_{S2}) یک مدار برشگر فعال را تشکیل می‌دهد. مدار برشگر باعث تحقق کلیدزنی نرم و کاهش تنش ولتاژ بر روی کلید اصلی می‌گردد. در مدار پیشنهادی خازن C_{S2} یک خازن ذخیره انرژی برای بازیابی می‌باشد. نکته مهمی که در مدار کنترل این راه‌انداز باید در نظر گرفت، این است که بین روشن شدن دو کلید یک زمان مرده لازم است. این زمان مرده بین روشن شدن دو کلید، به کلید دیگر این امکان را می‌دهد که زمانی که ولتاژ دو سر کلید مورد نظر صفر می‌باشد دیود بدنه آن روشن گردد و در

۲-۲- عملکرد مبدل مورد نظر در حالت فلای‌بک

در این قسمت، بخش فلای‌بک مدار راه‌انداز که همراه مدار برشگر فعال می‌باشد مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این حالت با افزایش سلف مغناطیس‌کنندگی ترانسفورمر مبدل در حالت هدایت پیوسته فعالیت می‌کند. با توجه به اضافه شدن مدار برشگر و کلیدزنی نرم، مدار دارای ۶ وضعیت کاری می‌باشد که در شکل ۴ ارائه گردیده است.

حالت کاری ۱: مدار معادل این حالت کاری در شکل ۴ (الف) نشان داده شده است. در این وضعیت کاری و در حالی که کلید S_2 خاموش است کلید S_1 روشن می‌شود. در این وضعیت دیود D_{out} در حالت خاموش است و جریان سلف مغناطیسی ترانسفورماتور (I_{Lm}) به صورت خطی در حال افزایش است.

حالت کاری ۲: در این حالت کاری و مطابق با شکل ۴ (ب) کلید S_1 خاموش می‌گردد. C_{S1} توسط جریان سلف مغناطیس‌کنندگی ترانسفورمر شارژ می‌گردد و ولتاژ آن به صورت خطی افزایش می‌یابد. C_{S1} به روش تشدید شارژ می‌گردد و زمان شارژ آن دارای دوره تناوب زیر می‌باشد.

$$T = 2\pi\sqrt{(L_m + L_r)C_{S1}} \quad (4)$$

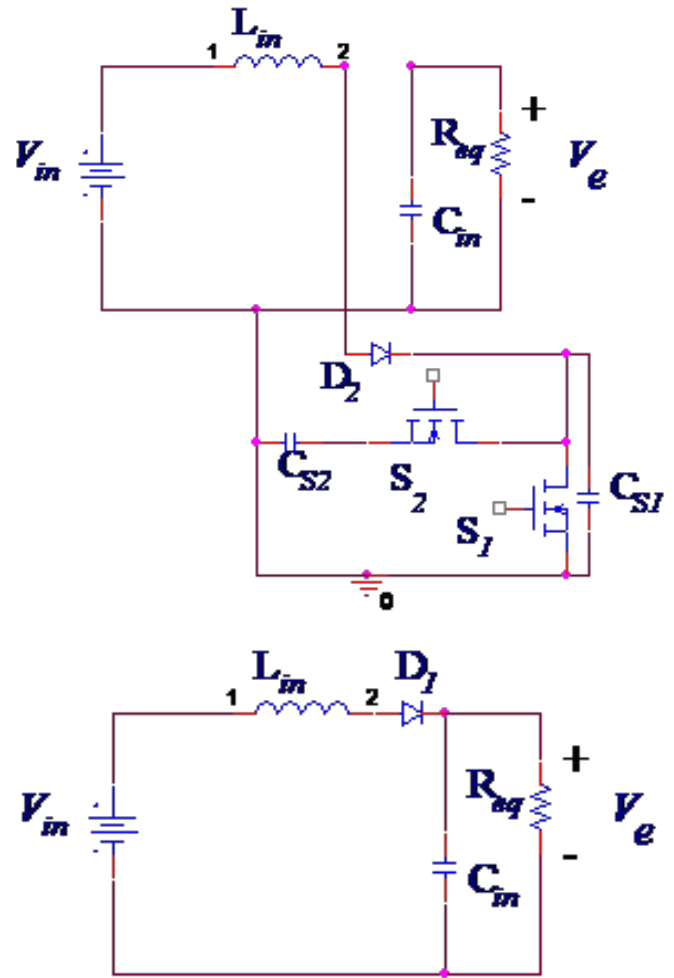
حالت کاری ۳: در این حالت کاری ولتاژ V_{CS1} به اندازه ولتاژ افزایش می‌یابد و دیود بدنه S_2 شروع به هدایت می‌کند. V_{CS2} ولتاژ سلف نشستی و سلف مغناطیس‌کنندگی را به مقدار $(V_{CS2} - V_e)$ می‌رساند. بنابراین در صورتی که خازن C_{S2} بسیار بزرگتر از خازن C_{S1} باشد، تقریباً تمام جریان مغناطیس‌کنندگی ترانسفورمر صرف شارژ کردن خازن C_{S2} می‌گردد. در نتیجه ولتاژ سمت اولیه ترانسفورمر به مقدار زیر افزایش می‌یابد.

$$V_{pri} = (V_{CS2} - V_e) \frac{L_m}{L_m + L_r} \quad (5)$$

حالت کاری ۴: مدار معادل این حالت کاری در شکل ۴ (د) نشان داده شده است. مقدار ولتاژ V_{pri} به اندازه‌ای افزایش می‌یابد که ولتاژ ثانویه ترانسفورمر برای هدایت D_{out} کافی باشد. در نتیجه جریان کلید S_2 منفی می‌گردد و دیود بدنه آن روشن می‌گردد. بنابراین کلید S_2 با ولتاژ صفر و به صورت نرم روشن می‌گردد.

حالت کاری ۵: در این حالت کاری و مطابق با شکل ۴ (ه) کلید S_2 خاموش و خازن C_{S2} از مدار حذف می‌شود. مدار جدید تشدید بین L_r و C_{S1} تشکیل می‌شود. تغییر نسبی در ولتاژ خازن C_{S1} کلیدزنی نرم کلید S_2 را باعث می‌شود. در حالی که C_{S1} در حال تخلیه شدن است، ولتاژ اولیه ترانسفورماتور در مقدار nV_{out} ثابت باقی می‌ماند.

می‌باشد. در این حالت مبدل بوست، مدار بعد از خود را معادل یک مقاومت در خروجی مطابق شکل ۳ می‌بیند.



شکل ۳: حالت‌های عملکردی مبدل بوست

در این حالت مبدل دارای دو حالت کاری می‌باشد. حالت کاری ۱: مدار معادل این حالت کاری در شکل ۳ (الف) نشان داده شده است. در این حالت کاری کلید S_1 در لحظه اول روشن و دیود D_1 خاموش و بایاس معکوس می‌شود. در این حالت سلف ورودی مدار (L_{in}) به صورت خطی شارژ می‌شود. ولتاژ سلف ورودی به صورت زیر بیان می‌گردد

$$V_{Lin} = V_{in} \quad (1)$$

$$V_{Lin} = V_{in} - V_e \quad (2)$$

حالت کاری ۲: در این حالت کاری و مطابق با شکل ۳ (ب) کلید S_1 خاموش می‌شود، در این حالت D_2 خاموش و D_1 شروع به روشن شدن می‌کند. در این وضعیت کاری خازن ورودی توسط سلف ورودی مدار شارژ می‌گردد و جریان سلف کاهش می‌یابد. ولتاژ سلف ورودی به صورت زیر قابل بیان است.

$$V_{Lin} = V_{in} - V_e \quad (3)$$

حالت کاری ۶: در این لحظه دیود بدنه S_1 شروع به هدایت می‌کند و جریان ثانویه ترانسفورمر به صفر می‌رسد. در این حالت D_3 خاموش می‌گردد. سلف مغناطیس کننده و تشدید به صورت خطی شارژ می‌شود. مدار معادل این وضعیت در شکل ۴ (و) نشان داده شده است.

۳- طراحی مبدل‌ها

۳-۱- طراحی مبدل بوست

در قسمت مبدل بوست روابط زیر را داریم:

$$R_{eq} = R \left(\frac{(1-D)n}{D} \right)^2 \quad (6)$$

$$M = \left(\frac{V_e}{V_g} \right) \quad (7)$$

برای اطمینان از کارکرد مدار بوست و همچنین عملکرد در حالت هدایت پیوسته انتخاب سلف ورودی مناسب بسیار مهم است. بنابراین سلف ورودی باید در رابطه زیر صدق کند [۲۲].

$$\frac{2Lf_s}{R_{eq}} \geq \frac{0.48(M-1)^2}{(M-0.92)M^3} \quad (8)$$

۳-۲- طراحی مبدل فلای‌بک

از آنجا که مبدل فلای‌بک در مدار راه‌انداز ارائه شده به عنوان یک تنظیم کننده DC-DC بکار می‌رود، طراحی آن به مانند سایر مبدل‌های فلای‌بک با برشگر فعال می‌باشد [۳۲]. برای طراحی بهینه مبدل مورد نظر و همچنین عملکرد مطلوب آن باید چند شرط زیر برقرار شود.

۱- انتخاب سلف مغناطیس کننده ترانسفورمر

حضور مدار برشگر فعال به صورت قابل توجه شکل موج جریان ترانسفورمر را تغییر نمی‌دهد، بنابراین مقدار سلف مغناطیس کننده را می‌توان از رابطه زیر بدست آورد.

$$\frac{2L_m f_s}{n^2 R} \geq (1-D)^2 \quad (9)$$

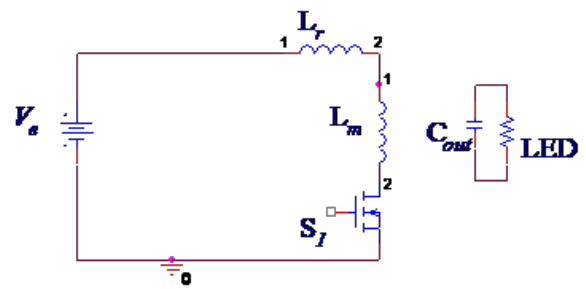
۲- تعیین مقدار مناسب برای سلف نشستی مدار

برای دستیابی به کلیدزنی نرم باید رابطه زیر برقرار باشد.

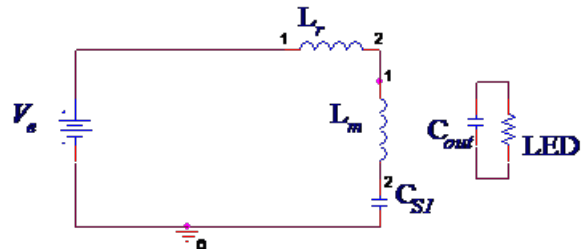
$$L_r \geq \frac{C_r (V_{in} - nV_{out})^2}{I_{S1,max}^2} \quad (10)$$

۳- زمان مرده بین کلیدها

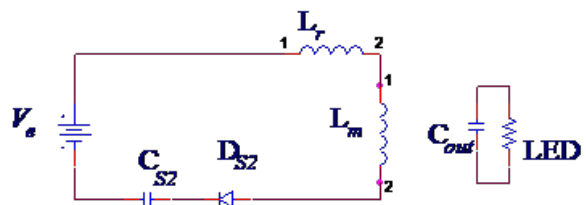
برای دستیابی به کلیدزنی نرم باید بین روشن و خاموش شدن



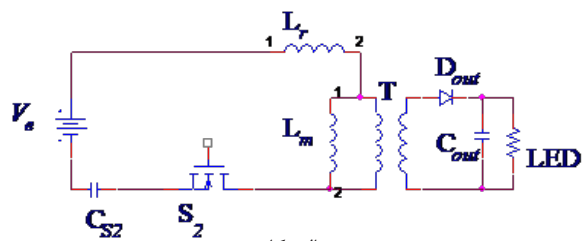
(الف): حالت کاری ۱



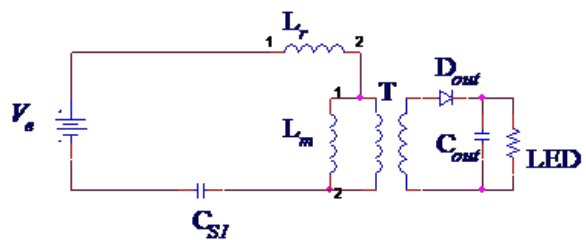
(ب): حالت کاری ۲



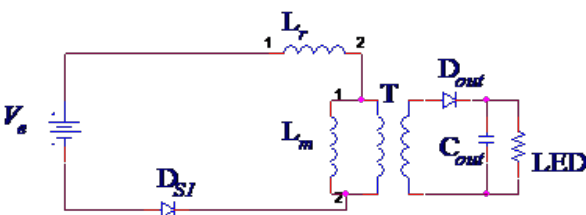
(ج): حالت کاری ۳



(د): حالت کاری ۴



(ه): حالت کاری ۵



(و): حالت کاری ۶

شکل ۴: حالت‌های عملکردی مبدل فلای‌بک

۴- نتایج شبیه‌سازی

با استفاده از روابط ارائه شده، عناصر مبدل مورد نظر طراحی می‌گردد و با استفاده از نرم افزار پی سیم و با مشخصات ارائه شده در جدول ۲، مبدل پیشنهادی مطابق شکل ۵ شبیه‌سازی می‌گردد. جهت اصلاح ضریب توان و حذف نوسانات در سمت خروجی مبدل ارائه شده به صورت حلقه بسته و مطابق با شکل ۵ کنترل می‌گردد. نتایج مورد نظر در بخش بعدی ارائه گردیده است.

کلیدها یک زمان مرده مناسب لحاظ گردد. مقدار این زمان مطابق با رابطه زیر حاصل می‌شود.

$$T_D = \frac{\pi}{2} \sqrt{L_r C_{S1}} \quad (11)$$

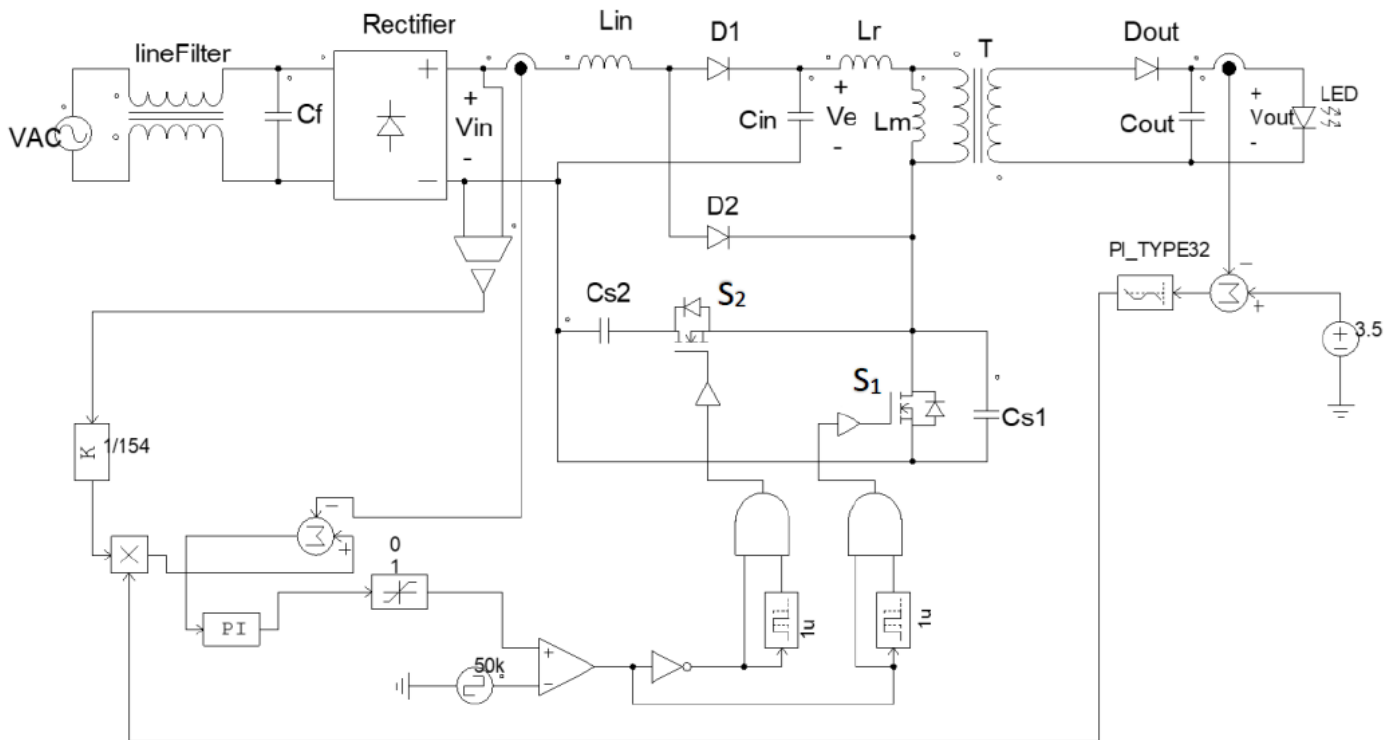
نشستی مدار به صورت خطی تخلیه گردد. در نتیجه مقدار خازن مدار برشگر به صورت زیر قابل محاسبه می‌باشد.

$$C_{clamp} = \frac{(1-D)^2}{\pi^2 L_r f_s^2} \quad (12)$$

مقدار	پارامتر	شرح پارامتر
۴۰۰ μH	L_{in}	سلف ورودی
۵ nF	C_{S1}	خازن کلید اصلی
۴۷۰ nF	C_{S2}	خازن کلید برشگر
۵۰۰ μH	L_m	سلف مغناطیس کننده
۵:۳	$n_1: n_2$	نسبت تبدیل ترانسفورمر
۱۰۰۰ μF	C_{out}	خازن خروجی

مقدار	پارامتر	شرح پارامتر
۱۱۰ V SMR	V_{in}	محدوده ولتاژ ورودی
۳۵ V	V_{out}	ولتاژ خروجی
۳/۵ A	I_{out}	جریان خروجی
۱۰۰ μH	Line Filter	فیلتر خط
۱ μF	C_f	خازن فیلتر ورودی
۱۰۰ μF	C_{in}	خازن ورودی

جدول ۲: مقدار و مشخصات عناصر مبدل پیشنهادی

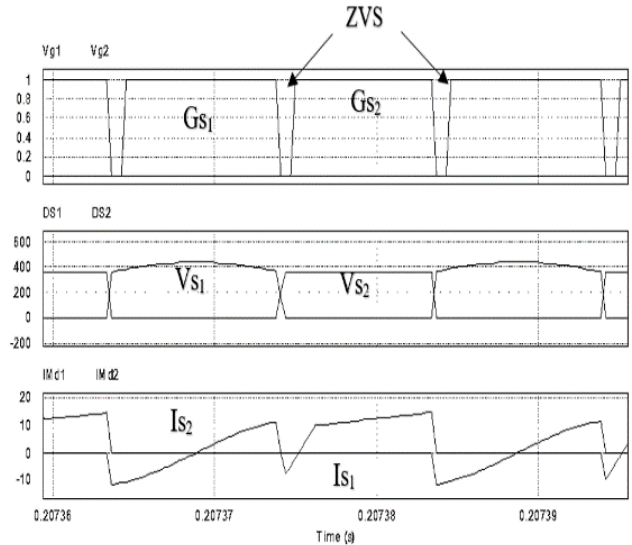


شکل ۵: مدار شبیه‌سازی شده در نرم افزار پی سیم

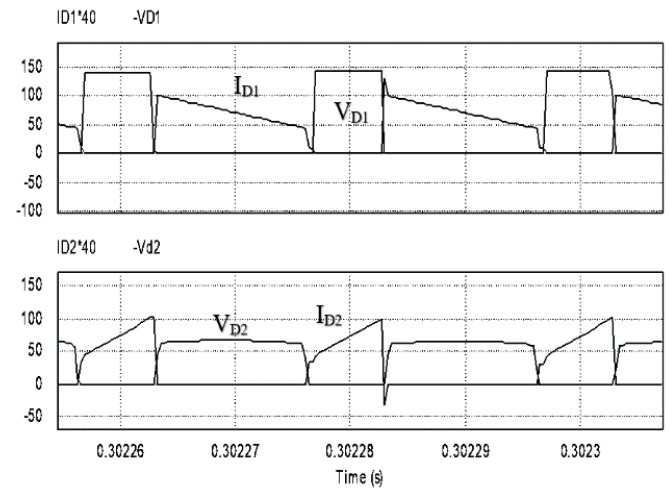
۴-۱- نحوه کلیدزنی کلیدها

سیگنال اعمالی به گیت^۱ کلیدها، ولتاژ درین-سورس^۲ کلیدها و مقدار جریان آن‌ها در شکل ۶ نشان داده شده است. با توجه به شکل ۶ کلیدزنی نرم با ولتاژ صفر^۳ برای کلیدها حاصل گردیده است.

شکل موج ولتاژ و جریان دیودهای اصلی در شکل ۷ نشان داده شده است. مطابق با شکل ۷، کلیدزنی دیودهای اصلی تقریباً به صورت نرم می‌باشد. همچنین شکل موج ولتاژ و جریان دیود



شکل ۶: شکل موج جریان و ولتاژ کلیدها

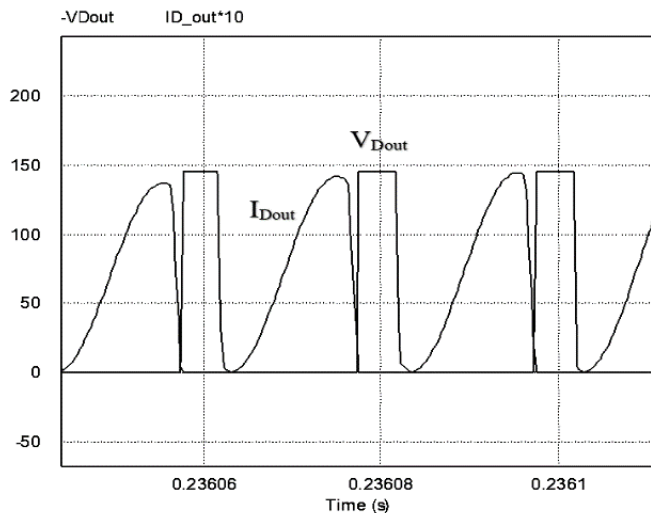


شکل ۸: شکل موج ولتاژ و جریان دیود ورودی

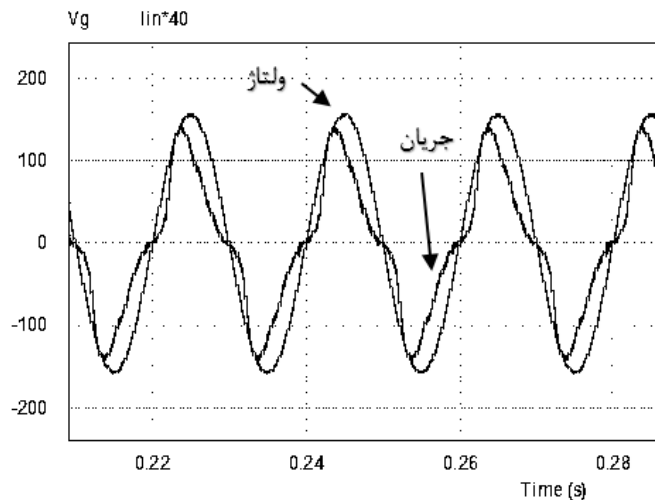
ورودی در شکل ۸ نشان داده شده است. به مشابه دیودهای اصلی، کلیدزنی دیود ورودی نیز تقریباً به صورت نرم می‌باشد.

۴-۲- اصلاح ضریب توان

جهت بررسی اصلاح ضریب توان مبدل، شکل موج ولتاژ و جریان ورودی در شکل ۹ نشان داده شده است. مطابق با شکل ۹، جریان ورودی تقریباً سینوسی می‌باشد و با ولتاژ ورودی هم فاز می‌باشد. بنابراین مبدل ارائه شده دارای ضریب توان بالایی می‌باشد.



شکل ۷: شکل موج ولتاژ و جریان دیودها

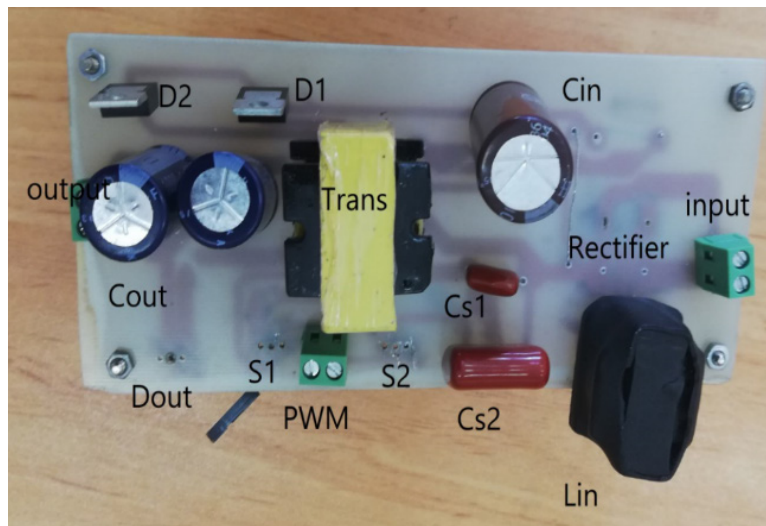


شکل ۹: شکل موج ولتاژ و جریان ورودی

۵- نتایج ساخت

جهت بررسی و تایید نتایج شبیه‌سازی مدار پیشنهادی، یک نمونه آزمایشگاهی مطابق با شکل ۱۰ ساخته شده است. نتایج ساخت مدار به صورت زیر می‌باشد.

1 Gate
2 Drain Source
3 Zero Voltage Switching(ZVS)

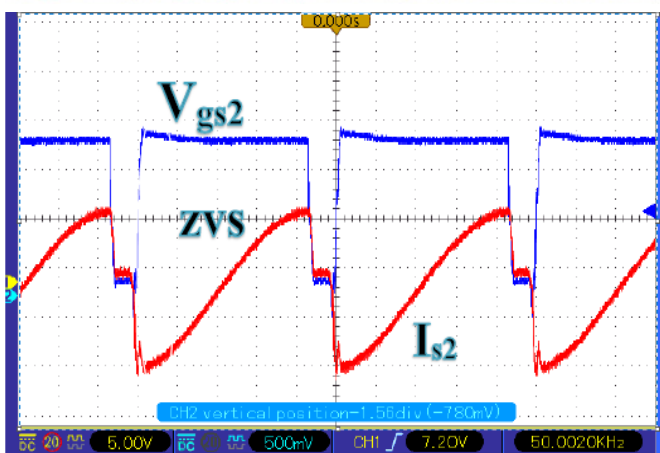
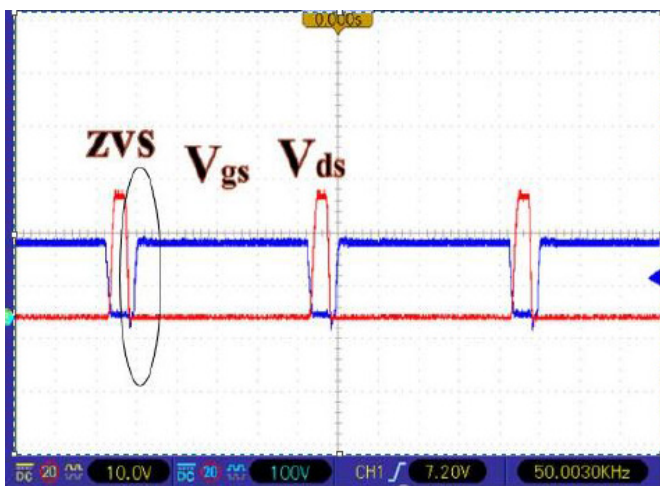


شکل ۱۰: نمونه آزمایشگاهی ساخته شده

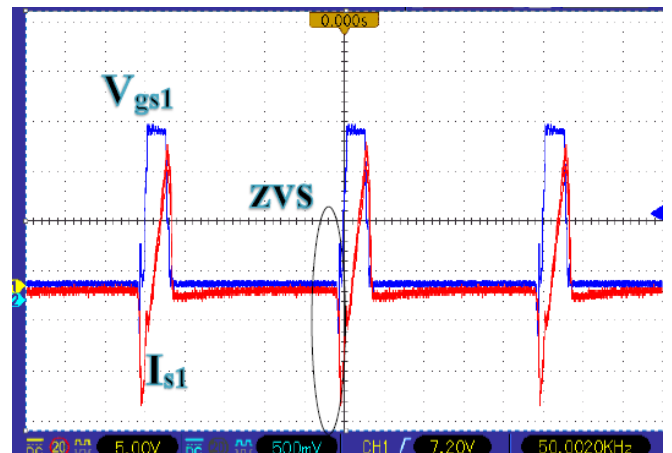
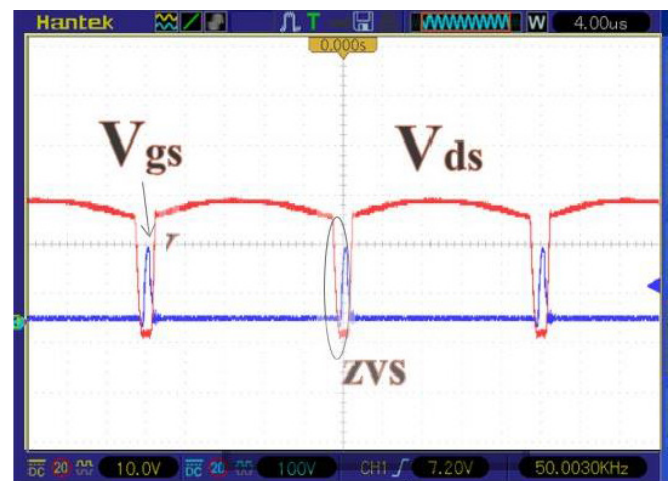
ولتاژ درین-سورس آن صفر و جریان درین منفی باشد. شکل موج ولتاژها و جریان برای کلید اصلی و فرعی در شکل ۱۱ و شکل ۱۲ نشان داده شده است. مطابق با این شکل‌ها، کلیدزنی نرم برای کلیدها حاصل گردیده است.

۱-۵- نحوه کلیدزنی کلیدها

مطابق با مطالب ذکر شده، جهت دستیابی به کلیدزنی نرم در کلیدها باید زمانی که سیگنال به گیت کلیدها اعمال می‌گردد

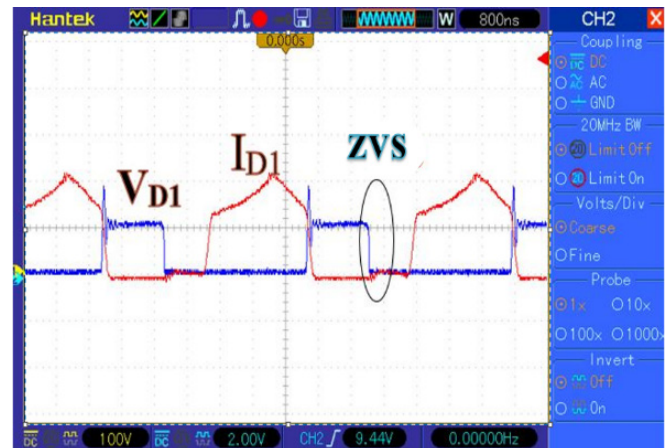


شکل ۱۲: شکل موج ولتاژها و جریان کلید فرعی

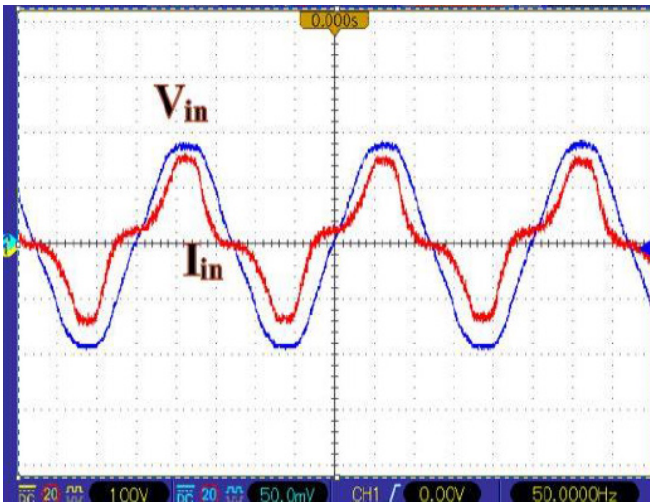


شکل ۱۱: شکل موج ولتاژها و جریان کلید اصلی

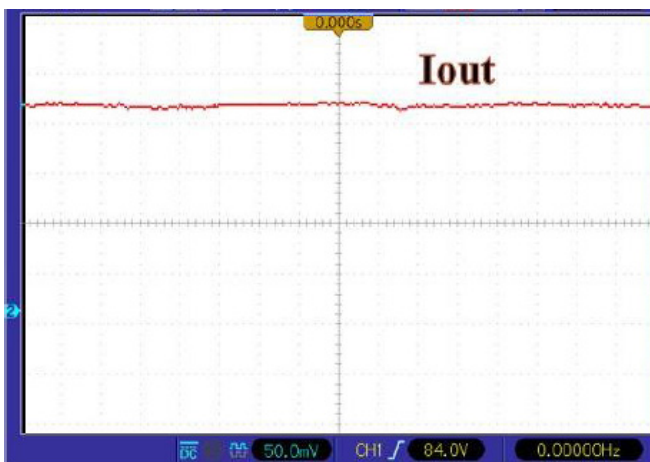
همچنین شکل موج جریان و ولتاژ دیود اصلی در شکل ۱۳ نشان داده شده است. مطابق با این شکل، دیود اصلی با کلیدزنی نرم خاموش می‌گردد.



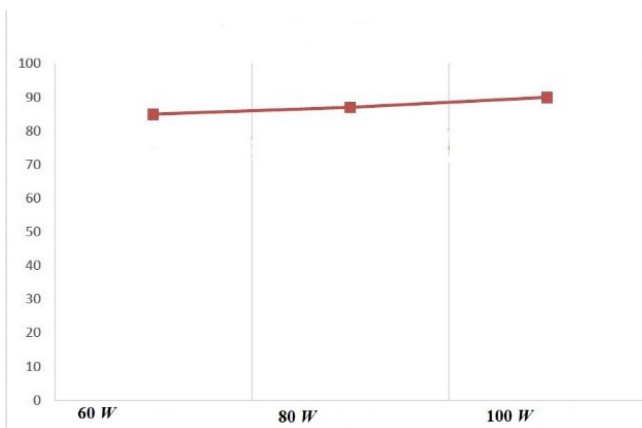
شکل ۱۳: شکل موج ولتاژ و جریان دیود اصلی



شکل ۱۴: شکل موج ولتاژ و جریان دیود ورودی



شکل ۱۵: شکل موج جریان خروجی و تزریقی به بار



شکل ۱۶: تغییرات بازدهی مبدل پیشنهادی برای بارهای مختلف

۲-۵- قابلیت اصلاح ضریب توان

شکل موج ولتاژ و جریان ورودی در شکل ۱۴ نشان داده شده است. با اندازه‌گیری ضریب توان توسط دستگاه آنالیزور توان، ضریب توان ۹۳ تا ۹۵ درصد برای مبدل پیشنهادی حاصل گردیده است. این امر نشان می‌دهد که مبدل پیشنهادی قابلیت اصلاح ضریب توان را داراست و در این امر کارآمد می‌باشد. در این حالت THD برابر با ۲۵ درصد می‌باشد که مطابق با استاندارد IEC کلاس C می‌باشد.

۳-۵- جریان خروجی

همانطور که قبلاً ذکر گردید شدت نور خروجی لامپ دنا ارتباط مستقیمی با جریان ورودی به آن دارد. از این رو هرگونه نوسان و تغییر در جریان خروجی، اثر نامطلوب بر نور ساطع شده می‌گذارد. جریان خروجی مبدل ارائه شده در شکل ۱۵ نشان داده شده است. با توجه به اینکه جریان خروجی فاقد نوسان می‌باشد، مبدل ارائه شده یک گزینه ایده‌آل برای راه‌اندازی لامپ‌های دنا می‌باشد.

۴-۵- بازدهی مبدل

بازدهی مبدل ارائه شده برای ولتاژ ورودی ۱۱۰ ولت متناوب و توان‌های مختلف اندازه‌گیری شده است. بازدهی مبدل برای بارهای مختلف در شکل ۱۶ نشان داده شده است.

و چراغهای قسمت ۲: الزامات ویژه لامپ.

۶- نتیجه گیری

در این تحقیق یک مبدل یک طبقه بوست-فلای‌بک با مدار برشگر فعال در حالت هدایت پیوسته برای راه‌انداز لامپ دنا پیشنهاد شده است. در مبدل پیشنهادی مدار برشگر فعال مقدار تنش ولتاژ قطعات را کاهش داده و شرایط کلیدزنی نرم با ولتاژ صفر را برای مبدل پیشنهادی، فراهم می‌کند. شبیه‌سازی و ساخت مدار برای توان ۱۰۰ وات و ولتاژ ورودی ۱۱۰ ولت متناوب انجام شده است. مطابق با نتایج شبیه‌سازی‌ها و نتایج ساخت نمونه آزمایشگاهی، مبدل پیشنهادی دارای ضریب توان بالا (بالای ۹۰ درصد) و همچنین نوسان جریان خروجی کم می‌باشد همچنین کلیدزنی نرم نیز برای مبدل مورد نظر محقق گردیده است. از طرفی اعوجاج هارمونیک آن نیز کمتر از حد استاندارد IEC EN۶۱۰۰۰-۳-۲ و در محدوده مورد قابل قبولی می‌باشد. در این طراحی و بر خلاف مدل‌های قبلی، در حالت هدایت پیوسته کلیدزنی نرم حاصل شده است که این امر منجر به کاهش نوسانات جریان ورودی مدار می‌شود. در نتیجه اندازه سلف ورودی مبدل کاهش یافته و با توجه به استفاده از هسته پودر آهن به جای هسته فریت، حجم و هزینه آن نیز کاهش یافته است.

۷- مراجع

- [۱] سازمان بهره‌وری انرژی ایران، بهینه‌سازی مصرف برق در سیستم‌های روشنایی ساختمان‌های مسکونی و اداری، ۱۳۹۲، صفحه ۲.
- [2] <https://www.eia.gov/tools/faqs>
- [3] Li, S., Tan, S.C., Lee, C.K., Waffenschmidt, E., Hui, S.R. and Chi, K.T., 2015. A survey, classification, and critical review of light-emitting diode drivers. IEEE Transactions on Power Electronics, 31(2), pp.1503-1516
- [4] Almeida, P.S., Camponogara, D., Dalla Costa, M., Braga, H. and Alonso, J.M., 2015. Matching LED and driver life spans: A review of different techniques. IEEE Industrial Electronics Magazine, 9(2), pp.36-47
- [5] <http://lalezaar.com>
- [6] Wang, Yijie, J. Marcos Alonso, and Xinbo Ruan. "A review of LED drivers and related technologies." IEEE Transactions on industrial electronics 64.7 (2017): 5754-5765.
- [7] IEC, IEC EN61000-3-2 Standard publication, 2012
- [8] www.energystar.gov, 2017
- [9] استاندارد ملی ایران چاپ اول تعیین رتبه کیفی لامپ‌ها

- [10] F. Zhang, J. Ni, and Yi Yu, "High power factor AC-DC LED driver with film capacitors," IEEE Trans. Power Electronic., vol. 28, no. 10, pp.4831-4840, October 2013
- [11] M. Arias, D. G. Lamar, F. F. Linera, D. Balocco, A. A. Diallo, and J. Sebastian, "Design of a soft-switching asymmetrical half-bridge converter as second stage of an LED driver for street lighting application," IEEE Trans. Power Electron., vol. 27, no. 3, pp. 1608-1621, March 2012
- [12] Y. Wang, Y. Guan, K. Ren, W. Wang, and D. Xu, "A single-stage LED driver based on BCM boost circuit and LLC converter for street lighting system," IEEE Trans. Ind. Electron., vol. 62, no.9, pp. 5446-5457, September 2015
- [13] A. Cheng, C. H. Chang, T. Y. Chung, and F. Li Yang, "Design and implementation of a single-stage driver for supplying an LED street-lighting module with power factor corrections," IEEE Trans. Power Electron., vol. 30, no. 2, pp. 956-966, February 2015.
- [14] Cheng, Hung-Liang, et al. "A novel high-power-factor AC/DC LED driver with dual Flyback converters." IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics 7.1 (2018): 555-564
- [15] Daniel L. Gerber, Member, IEEE, Chengrui Le, Member, IEEE, Mitchell Kline, "An Integrated Multilevel Converter with Sigma-Delta Control for LED Lighting Member, IEEE, Peter R. Kinget, Fellow, IEEE, and Seth R. Sanders, Fellow, IEEE 2018
- [16] Li, Yuntong, and Gerry Moschopoulos. "A single-phase single-stage AC-DC stacked flyback converter with active clamp ZVS." 2018 IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC). IEEE, 2018
- [17] Lee, Yim-Shu, and Bo-Tao Lin. "Adding active clamping and soft switching to boost-flyback single-stage isolated power-factor-corrected power supplies." IEEE Transactions on Power Electronics 12.6 (1997): 1017-1027
- [18] Y. Wang, Y. Guan, J. Huang, W. Wang and D. Xu, "A single-stage LED driver based on interleaved buck-boost circuit and LLC resonant converter," IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics, vol. 3, no. 3, pp.732-741, September 2015
- [19] Lee, Sin-Woo, and Hyun-Lark Do. "A single-switch AC-DC LED driver based on a boost-flyback PFC converter with lossless snubber." IEEE Transactions on Power Electronics 32.2 (2016): 1375-1384.
- [20] Lin, W., Chen, H., & Ke, S. (2016, December). Research on a single-stage Flyback/boost LED driver with lower output ripple. In 2016 IEEE 2nd Annual Southern Power Electronics Conference (SPEC) (pp. 1-5). IEEE.
- [21] Liu, Y., Dou, Y., Du, M., Wei, K., Gerard, H.,

Andersen, M. A., & Ouyang, Z. (2018, November). High frequency wide output range boost-flyback converter with zero voltage switching. In 2018 IEEE International Power Electronics and Application Conference and Exposition (PEAC) (pp. 1-6). IEEE.

[22] Simonetti, Domingos, et al. "Analysis of the conduction boundary of a boost PFP fed by universal input." PESC Record. 27th Annual IEEE Power Electronics Specialists Conference. Vol. 2. IEEE, 1996.

[23] Watson, R., Lee, F.C. and Hua, G.C., 1996. Utilization of an active-clamp circuit to achieve soft switching in flyback converters. IEEE Transactions on Power Electronics, 11(1), pp.162-169.

۸- معرفی افراد

محمد جانبیگلو

۱۳۷۱-ساری / مهندسی برق-کارشناسی ارشد-
تربیت مدرس-تهران-۱۳۹۸-الکترونیک قدرت،
طراحی مبدل‌ها، طراحی راه‌انداز ال-ای-دی



محسن فیضی

۱۳۷۴-سقز / مهندسی برق-کارشناسی ارشد-
تربیت مدرس-تهران-۱۳۹۹-الکترونیک قدرت،
طراحی مبدل‌ها، طراحی شارژر باتری‌ها،
سیستم مدیریت باتری (BMS)

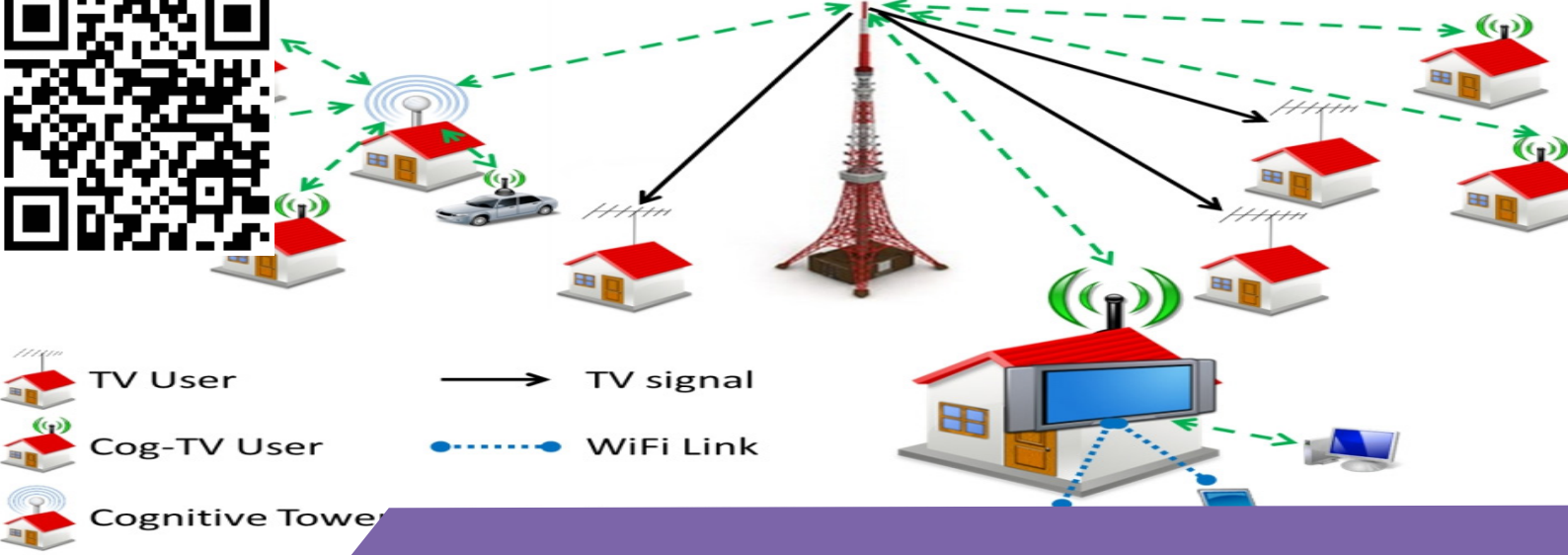


رضا بیرانوند

مهندسی برق- استادیار- تربیت مدرس-
تهران-الکترونیک قدرت، طراحی مبدل‌های
سوئیچینگ، طراحی مبدل‌های تشدید،
سیستم‌های خورشیدی، مدل‌سازی و کنترل



مبدل‌های الکترونیک قدرت



مروری بر روش های پیش بینی منابع طیفی در رادیو شناختگر

فردین قربانی^۱، دکتر محمد سلیمانی^۲، دکتر حسین سلیمانی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، مخابرات میدان و موج دانشگاه علم و صنعت ایران fardin.ghorbani.۱۳۹۷@gmail.com

soleimani@iust.ac.ir

۲- استاد، گروه مخابرات میدان و موج دانشگاه علم و صنعت ایران

hsoleimani@iust.ac.ir

۳- استادیار، گروه مخابرات سیستم دانشگاه علم و صنعت ایران

سیستم‌های ارتباطاتی بی‌سیم بر اساس نقل و انتقال امواج الکترومغناطیسی (امواج رادیویی) در یک محدوده فرکانسی مشخص، ساخته می‌شوند. به دلیل محدودیت باند فرکانسی در دسترس و افزایش روز افزون استفاده از تکنولوژی بی‌سیم، نگرانی نسبت به کمبود طیف فرکانسی به یکی از دغدغه‌های دولت، سازمان‌ها و کاربران شده است. رادیو شناختی یکی از فناوری‌های ارتباطات و شبکه است که می‌تواند منابع فرکانسی محدود را به صورت کارآمدتر و انعطاف پذیرتر تخصیص دهد. برای افزایش بهره‌وری طیف فرکانسی، رادیو شناختگرها امکان دسترسی به طیف خالی از کاربران مجوزدار را برای کاربران بدون مجوز فراهم نموده و کاربران رادیو شناختی توانایی تطبیق پارامترهای عملیاتی خود مطابق با محیط رادیویی اطراف را پیدا می‌کنند. در واقع رادیو شناختی به صورت یک سیستم ارتباطی بی‌سیم هوشمند تعریف می‌شود که از محیط پیرامون خود، آگاه است و با استفاده از یادگیری محیط، متغیرهای کاری خود از قبیل توان ارسالی، نوع مدولاسیون، فرکانس حامل و... را تغییر می‌دهد. یکی از مهمترین مسایل در رادیو شناختگر پیش‌بینی طیف برای تخصیص آن به کاربرهای غیرمجاز (ثانویه) می‌باشد. پیش‌بینی دقیق طیف راهی موثر برای حفظ انرژی و زمان است و می‌تواند توان عملیاتی سیستم‌های رادیویی شناختی را افزایش دهد. در این مقاله سعی در بررسی روش‌ها و متدهای جدید پیش‌بینی منابع طیفی در رادیو شناختگر را داریم.

کلیدواژه‌ها: پیش‌بینی طیف، یادگیری ماشین، یادگیری عمیق، زنجیره ماکوف، شبکه عصبی، رادیو شناختگر.

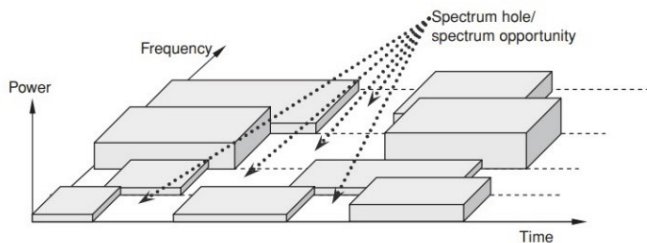
Wireless communication systems are based on the transmission of electromagnetic waves (radio waves) over a specified frequency range. Due to the limited frequency band available and the increasing use of wireless technology, the concern about the lack of frequency spectrum has become one of the concerns of governments, organizations, and users. Cognitive radio is one of the communication and network technologies that can allocate limited frequency resources more efficiently and flexibly. To increase the efficiency of the frequency spectrum, radio detectors provide access to an empty range of licensed users for unlicensed users, and radio cognitive users can adapt their operational parameters to the surrounding radio environment. In fact, Cognitive Radio is defined as an intelligent wireless communication system that is aware of its surroundings and uses learning environment to change its working variables such as transmitted power, type of modulation, carrier frequency, etc. One of the most important issues in Cognitive Radio is predicting the spectrum to allocate it to unauthorized (secondary) users. Accurate spectrum predicting is an effective way to conserve energy and time and can increase the throughput of cognitive radio systems. In this article, we try to examine new methods and methods for predicting spectral sources in radio cognition.

Keywords: Spectrum prediction, machine learning, deep learning, Markov chain, neural network, searcher radio.

۱- مقدمه

دریافت اطلاعات می باشد. در بسیاری از باندها، دسترسی به طیف یک مسئله مهمتر از کمبود فیزیکی طیف است که عمده آن به دلیل مقررات کنترل و طیف است [۲] در واقع، اگر بخواهیم بخش هایی از طیف رادیو از جمله مناطق شهری پر درآمد را اسکن کنیم، می فهمیم که:

- بعضی از باند های فرکانس در طیف اکثر اوقات بدون استفاده از این طیف هستند
- برخی باند های فرکانس دیگر فقط تا حدی اشغال شده اند
- باند فرکانس باقی مانده به شدت استفاده می شود
- که این ما را به عبارتی به اسم حفره های طیف^۱ سوق می دهد (شکل ۱) که می توان آن را به صورت زیر تعریف نمود: یک سوراخ طیف نوعی فرکانس است که به یک کاربر اصلی اختصاص داده می شود، اما در یک زمان خاص و موقعیت جغرافیایی خاص، که باند توسط آن کاربر مورد استفاده قرار نمی گیرد.



شکل ۱: نمای کلی طیف و حفره های طیف

۲-۱- چرخه رادیو شناختگر

به طور کلی، بهره برداری از رادیو شناختگر شامل سه کار اساسی است، از جمله:

- ۱- تجزیه و تحلیل صحنه رادیویی^۲ که شامل موارد زیر است:
 - تخمین دمای تداخل^۳ رادیویی محیط
 - شناسایی حفره های طیف
- ۲- شناسایی^۴ کانال که شامل موارد زیر است:
 - برآورد اطلاعات حالت کانال^۵ (CSI)
 - پیش بینی ظرفیت کانال برای استفاده توسط فرستنده
- ۳- کنترل قدرت انتقال و مدیریت طیف پویا.

وظایف ۱ و ۲ درگیرنده انجام می شود، و وظیفه ۳ در فرستنده صورت می گیرد. همانطور که در شکل ۲-۲ نشان داده شده

1 Joe Mitola

2 Software-defined Ratio

3 Radio Knowledge Representation Language

4 Office of Comminucations

5 Primary User

کمتر از بیست سال از اولین مقاله معرفی شده در زمینه رادیو شناختگر میگذرد، میتولا^۱ در سال ۱۹۹۹ این مقاله را منتشر کرد [۱]. میتولا در سال ۲۰۰۰ از پایان نامه دکتری خود در زمینه رادیو شناختی به عنوان یک تعمیم از مفهوم SDR^۲ دفاع کرد. میتولا توصیف کرد که چگونه یک رادیو شناختی می تواند انعطاف پذیری خدمات بی سیم شخصی را افزایش دهد از طریق یک زبان جدید به نام زبان نمایش دانش رادیو^۳ (RKRL). ساختارهای نظارتی سنتی برای یک مدل آنالوگ ساخته شده اند و برای رادیو شناختی بهینه نیستند لذا نهادهای نظارتی در جهان (از جمله کمیسیون ارتباطات فدرال در ایالات متحده و ofcom^۴ در انگلستان) و همچنین کمپین های مختلف اندازه گیری مستقل دریافتند که بیشتر طیف فرکانس رادیویی به طور ناکارآمد مورد استفاده قرار گرفته است. اختصاص طیف یک مکانیزم کلیدی جهت محدود کردن و پیشگیری از تداخل وسایل رادیو شناختگر با کاربران اصلی می باشد. اهمیت این سیستم های شناختگر در توانایی انطباقشان با محیط و قابلیت آنها در استفاده ی بهینه از طیف فرکانسی می باشد. در شبکه های رادیو شناختگر اصولاً دو نوع کاربر حضور دارند: کاربرهای اولیه^۵ یا کاربرهایی که برای استفاده از طیف دارای مجوز هستند و کاربران ثانویه یا کاربرهای شناختگر که مجوز استفاده از باند فرکانسی را ندارند. کاربرهای ثانویه میتوانند با استفاده از قابلیت تطابقشان با محیط انتقال، طیف فرکانسی را به شکلی کارآمد مورد استفاده قرار دهند. از جمله وظایف مهم در شبکه های رادیو شناختگر، دستیابی هوشمند به طیف فرکانسی است به این معنی که طیف فرکانسی را در زمانی که مورد استفاده کاربران اولیه قرار نمی گیرد شناسایی و استفاده کند. همچنین استفاده از طیف باید به گونه ای باشد که مزاحمتی برای کاربران اولیه ایجاد نکند یعنی به محض آنکه کاربر اولیه های وارد شبکه شد، کاربر ثانویه سریعاً کانال مربوط به آن کاربر را تخلیه نماید. در این راستا یکی از وظیفه های مهم و حیاتی در سیستمهای رادیو شناختگر حس کردن کانال به منظور یافتن نواحی بلا استفاده ی طیف می باشد [۲]-[۴].

۲- رادیو شناختگر

طیف الکترومغناطیسی یک منبع طبیعی برای ارسال و

6 Spectrum Holes

7 Radio Scene

8 Interference Temperature

9 Identification

10 Channel State Information

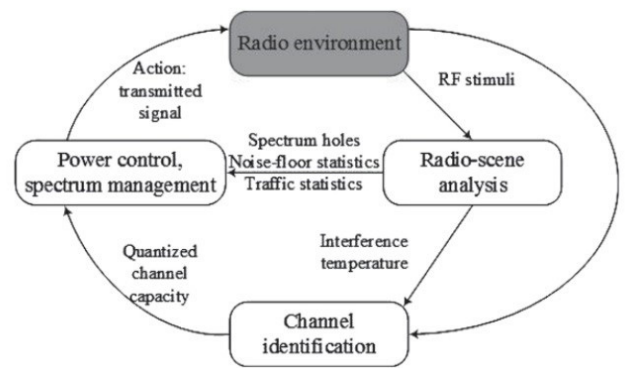
با این حال، سنجش طیف متمرکز دارای مشکل تنوع مکان^۷ می باشد. به عنوان مثال کنترلر سنجش طیف ممکن است نتواند کاربر غیرمجاز نزدیک لبه سلول را تشخیص دهد. در به اشتراک گذاری طیف توزیع شده، کاربران بدون مجوز، بطور مستقل سنجش طیف را انجام می دهند، و نتایج سنجش طیف را می توان توسط رادیوهای شناختی فردی استفاده کرد (یعنی سنجش غیرتعاونی^۸) یا با سایر کاربران به اشتراک گذاشته شده است (یعنی سنجش تعاونی^۹). اگرچه سنجش تعاونی باعث ایجاد ارتباطات و پردازش های سربار می شود، اما دقت سنجش طیف در این حالت بیشتر از سنجش غیر تعاونی است.

تجزیه و تحلیل طیف^{۱۰}: اطلاعات به دست آمده از سنجش طیف برای برنامه ریزی دسترسی به طیف توسط کاربران غیرمجاز استفاده می شود. در این حالت، الزامات مورد نیاز مخابرات برای کاربران بدون مجوز برای بهینه سازی پارامترهای انتقال استفاده می شود. اجزای اصلی مدیریت طیف عبارتند از تجزیه و تحلیل طیفی و بهینه سازی دسترسی به طیف است. در تجزیه و تحلیل طیف، اطلاعات مربوط به سنجش طیف آنالیز شده برای کسب اطلاعات در مورد حفره های طیف (به عنوان مثال تخمین تداخل، مدت زمان در دسترس بودن و احتمال برخورد با یک کاربر مجاز به دلیل سنجش خطا). سپس، تصمیمی برای دسترسی به طیف (مثلا فرکانس، پهنای باند، مدولاسیون) حالت، قدرت انتقال، موقعیت مکانی و مدت زمان) با بهینه سازی عملکرد سیستم با توجه به هدف مورد نظر (به عنوان مثال حداکثر کارایی کاربران غیرمجاز) و محدودیت ها انجام می شود (به عنوان مثال تداخل ایجاد شده برای کاربران دارای مجوز زیر آستانه هدف).

دسترسی طیف^{۱۱}: پس از اتخاذ تصمیم در مورد دسترسی طیف براساس تجزیه و تحلیل طیف، حفره های طیف توسط کاربران بدون مجوز قابل دسترسی است. دسترسی به طیف براساس پروتکل کنترل دسترسی شناختی^{۱۲} (MAC) صورت می گیرد که در نظر دارد از برخورد با کاربران دارای مجوز و همچنین با سایر کاربران بدون مجوز جلوگیری کند. فرستنده رادیویی شناختی همچنین نیاز است برای همگام سازی انتقال و اینکه دیتا به صورت صحیح منتقل شود لازم است با گیرنده رادیو شناختی مذاکره^{۱۳} کند. یک پروتکل MAC شناختی می تواند

1 Functions of Cognitive Radio
2 Spectrum Sensing
3 Centralized
4 Distributed
5 Access Point
6 Base Station
7 Location Diversity

است، این سه کار یک چرخه اساسی شناختی را تشکیل می دهد. از این بحث مختصر، آشکار می شود که ماژول شناختی در فرستنده باید به شکلی هماهنگ با ماژول های شناختی در گیرنده کار کند. به منظور حفظ این هارمونی بین فرستنده و گیرنده رادیو شناختی همیشه و هر زمان، به یک کانال بازخورد نیاز دارد که گیرنده و فرستنده را به هم متصل کند. لذا سیستم های رادیو شناختگر نمونه ای از یک سیستم ارتباطات با فیدبک است.



شکل ۲: چرخه رادیو شناختگر

۲-۲- عملکردهای رادیویی شناختی^۱

عملکردهای اصلی رادیو شناختی برای پشتیبانی از دسترسی طیف پویا هوشمند و کارآمد به شرح زیر است [۵]:

سنجش طیف^۲: هدف از سنجش طیف تعیین وضعیت آن و فعالیت کاربران دارای مجوز با تشخیص دوره ای باند فرکانسی هدف است. به طور خاص، یک فرستنده رادیویی شناختی طیف استفاده نشده یا حفره های طیف (یعنی باند، مکان و زمان) را تشخیص می دهد و همچنین روش دسترسی به آن را تعیین می کند (یعنی انتقال قدرت و مدت زمان دسترسی) بدون دخالت در انتقال یک کاربر مجوز. سنجش طیف می تواند به صورت متمرکز^۳ یا توزیع شده^۴ باشد. در سنجش متمرکز طیف، یک کنترل کننده سنجش (به عنوان مثال نقطه دستیابی^۵ یا ایستگاه پایه^۶) باند فرکانس هدف را حس می کند، و اطلاعات بدست آمده با سایر گره های موجود در سیستم را به اشتراک می گذارد. سنجش طیف متمرکز می تواند پیچیدگی پایانه های کاربر را کاهش دهد، زیرا تمام عملکردهای سنجش، در کنترل کننده سنجش انجام می شود.

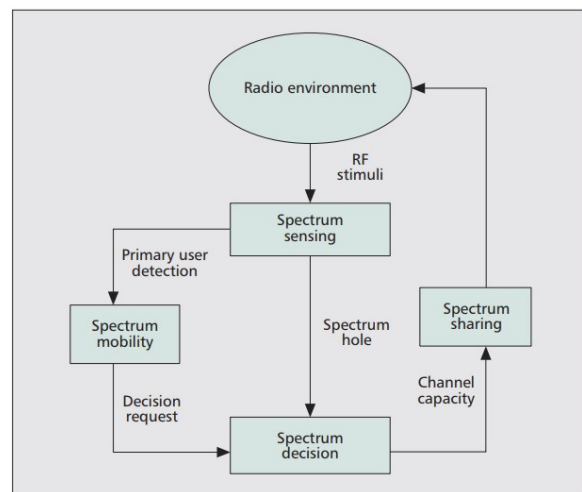
8 Non-cooperative Sensing
9 Cooperative Sensing
10 Spectrum Analysis
11 Spectrum Access
12 Medium Access Control
13 Negotiation

۳- پیش بینی طیف با شبکه عصبی

شبکه‌های عصبی مصنوعی^۵ از نظر ریاضی اتصالات نورون^۶ مغزی را مدل می‌کنند. هر نورون بیانگر مقدار وزنی از مقادیر ورودی است که برای یک تابع فعال‌سازی^۷ یا آستانه^۸ برای تولید خروجی باینری اعمال می‌شود. شبکه پرسپترون چندلایه^۹ شامل چندین ستون یا چند لایه از نورون‌ها در یک چیدمان پیشرو^{۱۰} است که شامل لایه‌های ورودی، پنهان و خروجی می‌باشد. گنجاندن چندین لایه در یک شبکه عصبی به MLPها اجازه می‌دهد تا سیستم‌های غیرخطی و عملکردهای متمایزکننده^{۱۱} را برای طبقه‌بندی مدل کنند. یکی از کاربردهای شبکه عصبی مصنوعی در علم پیش بینی است. در این قسمت ما از شبکه عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی طیف بهره می‌گیریم. مساله پیش‌بینی وضعیت کانال یک مساله پیش‌بینی سری‌های باینری است. ما پیش‌بینی سری‌های باینری را با استفاده از شبکه‌های عصبی طراحی می‌کنیم. شبکه‌های عصبی مدل‌های پارامتریک غیرخطی هستند که یک تابع نگاشت بین داده‌های ورودی و خروجی ایجاد می‌کنند. یک شبکه پرسپترون چندلایه (MLP) یک مدل شبکه عصبی مصنوعی است که مجموعه‌ای از داده‌های ورودی را بر روی مجموعه‌ای از خروجی‌های مناسب نگاشت می‌کند. در پیش‌بینی مبتنی بر MLP، داده‌های ورودی داده‌های گذشته هستند، در حالی که خروجی پیش‌بینی حالات آینده است. مدل پیش‌بینی طیف مبتنی بر شبکه عصبی پرسپترون چند لایه (MLP) می‌تواند مشخصات ترافیکی طیف را تنها با استفاده از داده‌های تاریخچه وضعیت مشخص کند. دامنه زمان به شکافهای زمانی تقسیم می‌شود و وضعیت طیف در هر شکاف زمانی می‌تواند در صورت مشغله بودن به صورت ۱ و ۰ باشد. داده‌های تاریخچه وضعیت طیف را می‌توان به عنوان سری‌های باینری نشان داد، به عنوان مثال ۱۱۱۰۰۱۱۱۱۰۰۱... فرض می‌کنیم t شکافهای زمانی مرتبط با مشغول^{۱۲} را نشان دهد و τ را نشانگر شکاف‌های زمانی بیکار باشد. پس سری وضعیت طیف همچنین می‌تواند به صورت مقابل باشد... با استفاده از سری باینری، پیش‌بینی کننده شبکه عصبی برای پیش‌بینی وضعیت کانال در شکاف بعدی بر اساس وضعیت شکاف آموزش داده می‌شود. در یک سیستم چند کانال، یک پیش‌بینی کننده به هر کانال اختصاص می‌یابد. برخلاف طرح‌های پیش‌بینی مبتنی

بر اساس یک MAC تخصیص ثابت (به عنوان مثال، FDMA، TDMA، CDMA) یا یک MAC دسترسی تصادفی (به عنوان مثال ALOHA، CSMA/CA) باشد. تحرک طیف تابعی است که مربوط به تغییر عملکرد باند فرکانس کاربران رادیو شناختی است. هنگامی که یک کاربر مجاز اجازه دسترسی به رادیو را می‌دهد کانال که در حال حاضر توسط یک کاربر غیر مجاز استفاده می‌شود، کاربر بدون مجوز می‌تواند به یک باند طیف که بیکار باشد تغییر دهید. این تغییر در باند فرکانس عامل است به عنوان انتقال طیف گفته می‌شود. در حین دستیابی به طیف، پارامترهای پروتکل در لایه‌های مختلف در پشته‌های پروتکل باید تنظیم شوند تا با عملکرد جدید مطابقت داشته باشند باند فرکانس انتقال طیف باید سعی کند از انتقال اطلاعات توسط اطمینان حاصل کند کاربر بدون مجوز می‌تواند در گروه طیف جدید ادامه یابد.

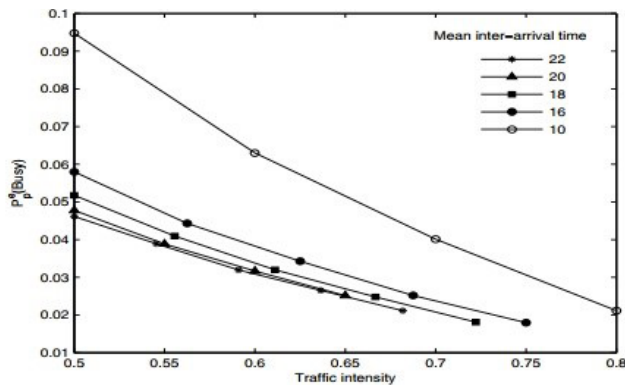
تحرک طیف^۱: تحرک طیفی تابعی است که مربوط به تغییر عملکرد فرکانس کاربران رادیو شناختی است. هنگامی که یک کاربر مجاز قصد دسترسی به کانال رادیویی را که هم اکنون توسط کاربر غیر مجاز اشغال شده را دارد، کاربر غیر مجاز می‌تواند به یک باند فرکانسی که هم اکنون بیکار است تغییر باند دهد. این تغییر در باند فرکانس کار^۲ به عنوان انتقال طیف^۳ شناخته می‌شود. در حین این عمل پارامترهای پروتکل در لایه‌های مختلف در پشته‌های پروتکل^۴ باید تنظیم شود تا با عملکرد در باند فرکانسی جدید مطابقت داشته باشند. در انتقال طیف باید سعی کند که انتقال اطلاعات توسط کاربر بدون مجوز در باند طیفی جدید ادامه یابد.



شکل ۳: عملکرد رادیو شناختگر

- 1 Spectrum Mobility
- 2 Operating Frequency
- 3 Spectrum Handoff
- 4 Protocol Stacks
- 5 Artificial Neural networks
- 6 Neuron

- 7 Activation Function
- 8 Treshold
- 9 Multilayer Perceptrons (MLPs)
- 10 Feedforward
- 11 Discriminant
- 12 Busy



شکل ۴: پیش بینی کننده MLP برای پیش بینی وضعیت کانال شلوغ برای سناریوهای مختلف ترافیکی

۳-۱- پیش‌بینی طیف با مدل مخفی مارکوف

در اکثر موارد فرآیندهای تصادفی برحسب زمان فهرست‌بندی یا اندیس‌گذاری شده‌اند. زنجیره مارکوف^۱ یا فرآیند مارکوفمدلی برای نمایش دنباله‌ای از متغیرهای تصادفی است که در آن احتمال رویداد هر پیشامد فقط به پیشامد قبلی وابسته است. به این ترتیب احتمال رخداد پیشامدها در چنین مدلی فقط به زمان قبل وابسته بوده و بقیه پیشامدها در میزان احتمال دخالت نمی‌کنند. چنین وضعیتی را برای فرآیند تصادفی گاهی خاصیت عدم حافظه نیز می‌نامند. این مدل به افتخار ریاضی‌دان روسی آندری مارکوف^۲ که در سال‌های اولیه قرن بیستم در این زمینه دست به نوآوری زده بود، مدل مارکوف یا زنجیره مارکوف نامیده می‌شود. دنباله‌ای از متغیرهای تصادفی را که احتمال تغییر وضعیت از زمان t به $t+1$ مستقل از وضعیت‌های قبلی باشد را یک زنجیره مارکوف می‌نامند.

بنابراین اگر یک فرآیند تصادفی که به صورت دنباله‌ای نامتناهی از متغیرهای تصادفی معرفی می‌شود، دارای خاصیت مارکوفی باشد، آن را فرآیند تصادفی مارکوف می‌نامند. از مزایای مدل مارکوف مرتبه اول این است که از نظر ساختاری ساده است و شامل پارامترهای تخمین کمی است، اما کاستی آن این است که فقط می‌تواند از اطلاعات وضعیت فعلی کانال برای پیش‌بینی زمان بعدی استفاده کند، که نتیجه آن اثر پیش‌بینی محدود است. برای غلبه بر این کاستی، نویسندگان مدل مرتبه N مارکوف را پیشنهاد می‌کنند که اطلاعات گذشته بیشتری را در نظر می‌گیرد و اثر پیش‌بینی آن بر اساس مدل مارکوف مرتبه اول بهبود می‌یابد، اما مشخص می‌شود که با افزایش نظم، پیچیدگی بصورت نمایی رشد می‌کند، که منجر به افزایش تاخیر پیش‌بینی مدل می‌شود. بنابراین، با توجه به عدم توجه به اطلاعات گذشته مدل مارکوف مرتبه

بر مدل مخفی مارکوف که نیاز به آموزش مداوم دارد، پیش‌بینی کننده شبکه عصبی هنگامی که روند مشاهده ثابت باشد، یک بار به صورت آفلاین آموزش داده می‌شود. پس از آموزش شبکه‌های عصبی، پیچیدگی محاسباتی به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد.

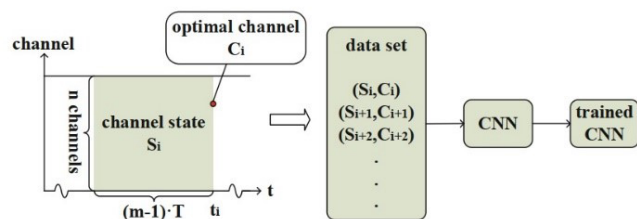
مدل شبکه عصبی، پرسپترون چند لایه (MLP)، در برنامه‌های کاربردی، به عنوان مثال، شناسایی سیستم و پیش‌بینی سری زمانی استفاده شده است. شبکه MLP یک ساختار چند لایه است که از یک لایه ورودی، یک لایه خروجی و چند لایه پنهان تشکیل شده است. به استثنای لایه ورودی، هر لایه حاوی تعداد معینی واحد محاسباتی (که به آنها نورون گفته می‌شود) است که یک مقدار وزنی از ورودی‌ها را محاسبه می‌کند و یک مبدل غیرخطی را روی مبلغ انجام می‌دهد. تبدیل غیرخطی با استفاده از یک تابع تانژانت هیپربولیک انجام می‌شود.

نورون‌های متعلق به لایه‌های مختلف از طریق وزن‌های تطبیقی به یک دیگر متصل می‌شوند. به منظور شبیه‌سازی توزیع ترافیک کاربر اصلی در کانال پواسون فرض می‌شود. زمان روشن / خاموش کانال از توزیع‌های هندسی کشیده شده است. برای سناریوهای مختلف ترافیک، شدت ترافیک میانگین زمان بین ورودی ضربات پشت سر هم را تغییر می‌دهیم. شدت ترافیک را به صورت تقسیم میانگین زمانی است که کاربر اصلی در یک کانال فعال است (روشن است) به کل زمان روشن و خاموش تعریف می‌کنیم [۶]–[۹]. داده‌های آموزش و آزمایش با مشاهده اشغال کانال تولید می‌شود. طول داده‌های آموزش و تست به ترتیب ۳۰۰۰ و ۱۰۰۰ اسلات انتخاب می‌شود. دقت پیش‌بینی طیف MLP از نظر احتمال پیش‌بینی اشتباه، با $P(\text{overall})$ مشخص می‌شود. وضعیت کانال واقعی مشغول با $P(\text{busy})$ نشان داده می‌شود. $P(\text{busy})$ یک اندازه‌گیری مهم از دیدگاه کاربر اصلی است زیرا میزان دخالت کاربر اصلی را نشان می‌دهد. $P(\text{overall})$ یک اقدام مهم از دیدگاه کاربر ثانویه است، زیرا هدف کاربر ثانویه به حداقل رساندن تداخل به کاربران اولیه و حداکثر کردن فرصت‌های انتقال خود است. ما همچنین احتمال پیش‌بینی اشتباه وضعیت کانال بیکار را بررسی می‌کنیم (یعنی پیش‌بینی می‌شود کانال وقتی واقعا بیکار است اما به غلط شلوغ پیش‌بینی می‌شود یا به اصطلاح احتمال هشدار غلط باشد) که با $P(\text{idel})$ نشان داده می‌شود. ابتدا عملکرد پیش‌بینی کننده MLP را در شرایط ترافیکی ثابت ارزیابی می‌کنیم. شکل ۴ عملکرد پیش‌بینی کننده MLP را در پیش‌بینی وضعیت کانال شلوغ برای سناریوهای مختلف ترافیکی نشان می‌دهد.

1 Markov Chain

2 Andrey Markov

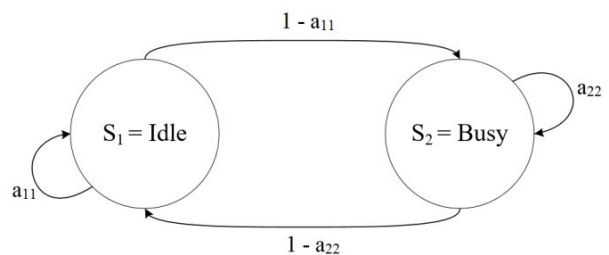
برای حل مشکلات فوق، در یک تکنیک پیش بینی طیف را بر اساس مدل طبقه بندی شبکه عصبی کانولوشنال^۱ (CNN) به همراه کاربرد آن در سیستم ارتباطی عملی را ارائه می دهد. فرض بر این است که چندین کاربر اولیه با استفاده از باندهای فرکانس برای برقراری ارتباط در یک منطقه وجود دارد. و همان زمان، برخی از کاربر های ثانویه می خواهند از همان باند فرکانس F برای ارتباط استفاده کنند. این کاربر های ثانویه قابلیت سنجش طیف را ندارند و کلیه وظایف سنجش طیف به یک مرکز تلفیق داده های شناختی^۲ (DFC) در منطقه واگذار می شود. DFC بطور مداوم باند فرکانس F را با تناوب T حس می کند، و F را به N کانال با توجه به پهنای باند مورد نیاز کاربر ثانویه تقسیم می کند. با توجه به عملکرد خوب شبکه های عصبی کانولوشنال CNN در طبقه بندی و تشخیص تصویر، می توان این ایده را برای پیش بینی طیف نیز استفاده کرد. هنگام استفاده از CNN برای طبقه بندی و تشخیص تصاویر، تعداد معینی از تصاویر و برچسب ها که می توانند به طور متناوب محتوای هر تصویر را نشان دهند، برای ساخت یک مجموعه داده مورد نیاز هستند، و سپس از مجموعه داده ها برای آموزش یک ساختار CNN با طراحی مناسب استفاده می شود. پس از دریافت یک CNN آموزش دیده، تصویر جدید می تواند وارد CNN شود تا طبقه بندی تصویر را با دقت بالایی تعیین کند. بر اساس شباهت بین ماتریس حالت محیط تصویر و کانال، برچسب و شماره کانال، یک روش پیش بینی طیف مبتنی بر CNN ارائه شده است. همانطور که در شکل ۶ نشان داده شده است، اصل پیش بینی طیف مبتنی بر CNN با پیش بینی کانال بهینه $C_{i,t}$ در زمان فعلی نشان داده شده است.



شکل ۶: نمودار شماتیک فناوری پیش بینی طیف مبتنی بر CNN

اولین قسمت آموزش^۳ شبکه است. در زمان t_i ، DFC می تواند با استفاده از سنجش طیف، ماتریس حالت کانال $S_{i,t}$ و کانال بهینه $C_{i,t}$ را به صورت مختصر به عنوان S_i و C_i به دست آورد. ماتریس حالت کانال S_{i+T} و کانال بهینه C_{i+T} ، که به ترتیب S_{i+1} و C_{i+1} مخفف آنها هستند، که با سنجش طیف می توان از DFC در زمان t_i آن ها به دست آورد. بسیاری از جفت های حالت طیف، جفت کانال بهینه (S_i, C_i) ، (S_{i+1}, C_{i+1}) ، ... می توان با بسیاری از موارد سنجش طیف بدست آورد و از آنها به عنوان داده آموزشی و برچسب استفاده کنیم و متناسب با آن CNN را آموزش دهیم.

اول و پیچیدگیهای رشد نمایی مدل مرتبه N مارکوف، یک روش پیش بینی حالت طیف مبتنی بر HMM ارائه شده است، که به طور گسترده در تحقیقات شبکه رادیویی شناختی مورد استفاده قرار می گیرد. بهبود مسئله تأخیر در بستر سخت افزاری نقش مهمی ایفا کرده است. روش پیش بینی مبتنی بر HMM به طور گسترده در شبکه های CR مورد استفاده قرار گرفته است. در، پیش بینی وضعیت کانال مبتنی بر HMM برای به حداقل رساندن تأثیر منفی تأخیرهای پاسخ ناشی از سیستم عاملهای سخت افزاری پیشنهاد شده است. مدل های مارکوف پنهان نشان دهنده توزیع احتمال در توالی مشاهدات به عنوان یک شبکه بیزین پویا هستند. این مدل فرض می کند که مشاهده فعلی توسط یک فرآیند با یک وضعیت فعلی پنهان یا غیرقابل مشاهده تولید می شود. طبق فرض مارکوف، حالت فعلی فقط به حالت قبلی مشروط شده و حفره ها مستقل هستند از دیگر حالت های گذشته. دو حالت مدل مخفی مارکوف برای هر کانال شامل دو حالت شلوغ و آماده به کار فعالیت RF را توصیف می کند. [۱۰]-[۱۲].



شکل ۵: دو حالت HMM برای پیش بینی طیف که در آن a_{11} و a_{22} احتمال انتقال حالت هستند. احتمالات انتقال حالت توسط یک ماتریس مربع N بعدی که در آن N تعداد حالت های موجود در مدل است توصیف شده است

a_{ij} عنصر ماتریس احتمال انتقال از حالت S_i به S_j را نشان می دهد که در آن i و j مکان های ردیف و ستون مربوطه هستند.

۳- پیش بینی طیف با یادگیری ماشین

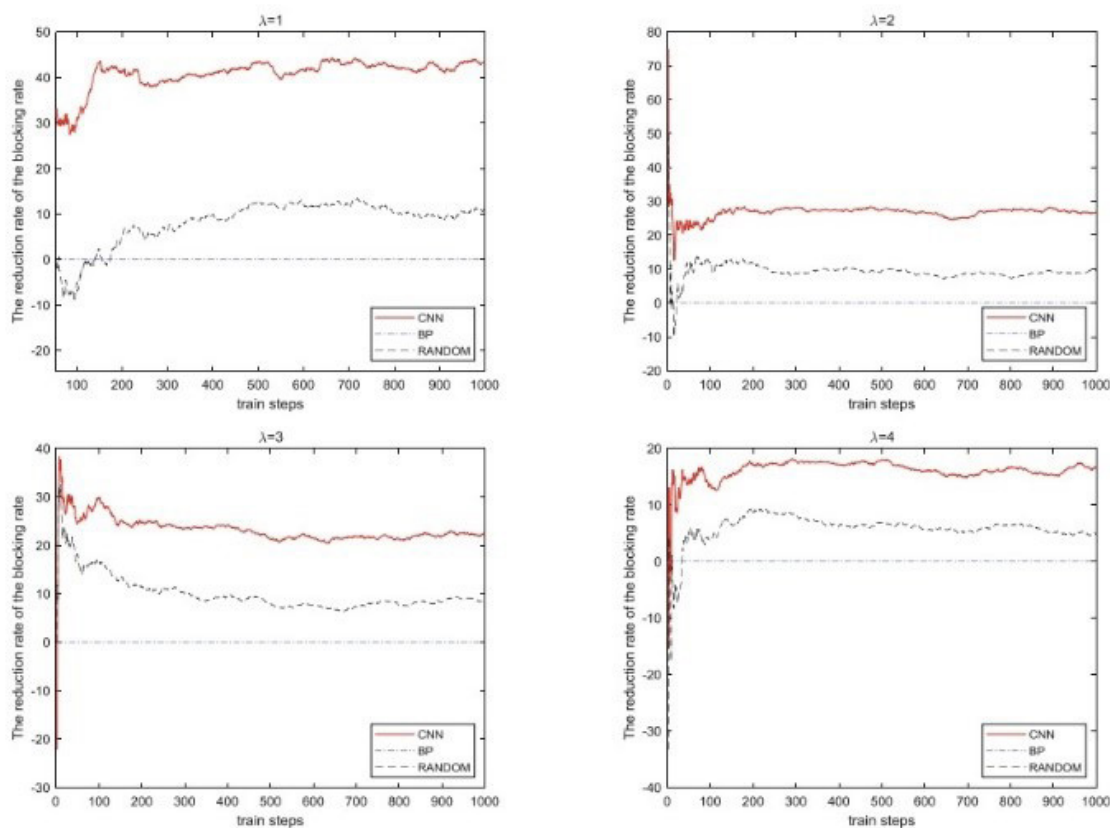
اخیراً، برخی محققان روشهای مبتنی بر یادگیری ماشین را برای کمک به انجام ارتباطات رادیو شناختگر پیشنهاد کرده اند [۱۳]، [۱۴]. همانطور که توضیح داده شد در پیش بینی طیف مبتنی بر مدل مارکوف باید از قبل اطلاعاتی از محیط طیف را داشت، که بدست آوردن آن اغلب دشوار است. در شبکه عصبی نیز نیاز به آموزش یک شبکه عصبی کاملاً متصل داریم. به طور کلی، وزن این شبکه ها بسیار زیاد است و به تعداد زیادی نمونه آموزش نیاز دارد. علاوه بر این، بسیاری از روش های پیش بینی طیف که قبلاً توضیح داده شد پس از تعیین مدل تغییر دادن آنها آسان نیست و نمی توانند با محیط پویا سازگار شوند و فقط می توانند یک کانال بهینه را تولید کنند.

توسط یک انتخاب تصادفی از تمام کانال های بیکار است. در جایی که ΔR به معنای کاهش نرخ مسدود کردن است، r به معنای میزان مسدود کردن استفاده از الگوریتم های پیش بینی طیف است، r_0 به معنای میزان مسدود شدن دسترسی توسط یک انتخاب تصادفی از کانال های بیکار است. بدیهی است، ΔR بالاتر به معنای عملکرد بهتر الگوریتم است.

$$\Delta R = \frac{r_0 - r}{r_0}$$

ΔR از الگوریتم های مختلف پیش بینی طیف با زمان تمرین تحت λ های مختلف در حال تغییر است که در شکل ۴-۱۷ نشان داده شده است. در شکل ۷، خط قرمز با استفاده از پیش بینی طیف مبتنی بر CNN نشان می دهد، خط نقطه چین سیاه نشان دهنده استفاده از پیش بینی طیف با شبکه عصبی BP است، و خط نقطه ای آبی نشانگر انتخاب تصادفی از کانال های بیکار است.

دومین قسمت پیش بینی می باشد. در زمان t_n ، ماتریس حالت کانال S_n توسط DFC از طریق سنجش طیف بدست می آید و با وارد کردن به CNN آموزش دیده می توان کانال بهینه کانال را بدست آورد. در [۱۳]، یک CNN ساده طراحی شده است که شامل دو لایه کانولوشنی و یک لایه اتصال کامل است. برای توابع فعال سازی از تابع \tanh استفاده می کنند و داده های خروجی لایه کانولوشن با میانگین $2 * 2$ ترکیب می شوند و لایه خروجی از عملکرد softmax استفاده می کند. ابتدا، پیش بینی کانال بیکار با CNN شبیه سازی می شود. پارامترهای شبیه سازی به گونه ای تنظیم شده اند که تعداد کاربر اولیه از توزیع پواسون با پارامتر λ در هر ادراک^۵ پیروی می کند. اندازه ماتریس حالت کانال در $200 * 9$ تنظیم شده است. به منظور ارزیابی عملکرد الگوریتم پیشنهادی، نرخ مسدود کردن^۵ الگوریتم پیش بینی طیف پیشنهادی با نرخ مسدود کردن بر اساس پیش بینی طیف شبکه عصبی BP مقایسه شده است. پارامتر ارزیابی کاهش میزان مسدود کردن نسبت به دسترسی



شکل ۷: رابطه بین ΔR ، مراحل آموزش، استراتژی های انتخاب کانال بیکار و λ

۴- نتیجه گیری

ما در این کار بررسی روش های پیش بینی طیف در رادیو شناختگر پرداختیم. در ابتدا در مورد مفهوم رادیو شناختگر و لزوم آن مطالبی بیان شد و در ادامه مفاهیم بنیادی رادیو

پس از تثبیت نتایج آموزش شبکه دیده می شود که وقتی $\lambda = 1, 2, 3, 4$ باشد، ΔR برای پیش بینی طیف مبتنی بر CNN تقریباً برابر با ۴۰٪، ۲۵٪، ۲۰٪ و ۱۵٪ است. اما در پیش بینی طیف با شبکه عصبی BP مقدار ΔR کمتر از ۱۰٪ می باشد.

SPCS.2015.7391772.

[12] I. Akbar and W. Tranter, "Dynamic spectrum allocation in cognitive radio using hidden Markov models: Poisson distributed case," in Proceedings 2007 IEEE SoutheastCon, Richmond, VA, USA, 2007, pp. 196–201, doi: 10.1109/SECON.2007.342884.

[13] J. Sun, X. Liu, G. Ren, M. Jia, and Q. Guo, "A Spectrum Prediction Technique Based on Convolutional Neural Networks," in Wireless and Satellite Systems, vol. 280, M. Jia, Q. Guo, and W. Meng, Eds. Cham: Springer International Publishing, 2019, pp. 69–77.

[14] L. Yu, J. Chen, G. Ding, Y. Tu, J. Yang, and J. Sun, "Spectrum Prediction Based on Taguchi Method in Deep Learning With Long Short-Term Memory," IEEE Access, vol. 6, pp. 45923–45933, 2018, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2864222.

۵- معرفی افراد

فردین قربانی



مدرک کارشناسی خود را از دانشکده مهندسی برق دانشگاه رازی کرمانشاه در سال ۲۰۱۸ دریافت کرد. وی اکنون دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی برق گرایش مخابرات میدان و موج دانشگاه علم و صنعت ایران می باشد. علایق تحقیقاتی وی در حال حاضر شامل بیوالکترومغناطیسی، رادار، فراسوح الکترومغناطیسی، محیط های پیچیده الکترومغناطیسی و یادگیری ماشین است.

پروفیسور محمد سلیمانی



مدرک کارشناسی خود را از دانشکده مهندسی برق دانشگاه شیراز در سال ۱۹۷۸ دریافت کرد. ولی کارشناسی ارشد و دکترای خود را از دانشگاه پیر و ماری کوری پاریس فرانسه به ترتیب در سال های ۱۹۸۱ و ۱۹۸۳ دریافت کرد. وی اکنون به عنوان مدیر آزمایشگاه تحقیقاتی آنتن و میکروویو فعالیت می کند. تالیف ۱۹ کتاب و ۲۰۰ مقاله ژرنالی و کنفرانسی از فعالیت های علمی ایشان می باشد. علایق تحقیقاتی ایشان شامل الکترومغناطیس و آنتن و مدارات فرکانس بالا می باشد.

دکتر حسین سلیمانی



دکتر حسین سلیمانی لیسانس خود را در رشته برق مخابرات از دانشگاه صنعتی شریف و فوق لیسانس خود را در زمینه برق مخابرات سیستم از دانشگاه صنعتی شریف

شناختگر بیان شد و سپس از اهمیت پیش بینی طیف برای دسترسی بهتر و سریع تر کاربرها سخن به میان آوردیم. ما در این کار روش های پیش بینی را در سه دسته پیش بینی با شبکه عصبی و مدل مخفی مارکوف و یادگیری ماشین تقسیم بندی کردیم و این تکنیک ها را بیان کردیم و مشاهده کردیم که تکنیک های مبتنی بر یادگیری ماشین از دقت بالاتری برخوردار هستند.

۵- مراجع

[1] J. Mitola and G. Q. Maguire, "Cognitive radio: making software radios more personal," IEEE Pers. Commun., vol. 6, no. 4, Art. no. 4, Aug. 1999, doi: 10.1109/98.788210.

[2] S. Haykin, "Cognitive radio: brain-empowered wireless communications," IEEE J. Sel. Areas Commun., vol. 23, no. 2, Art. no. 2, Feb. 2005, doi: 10.1109/JSAC.2004.839380.

[3] S. Haykin, Y. Xue, and P. Setoodeh, "Cognitive Radar: Step Toward Bridging the Gap Between Neuroscience and Engineering," Proc. IEEE, vol. 100, no. 11, Art. no. 11, Nov. 2012, doi: 10.1109/JPROC.2012.2203089.

[4] J. Wu and Y. Li, "A survey of spectrum prediction methods in cognitive radio networks," Busan, South Korea, 2017, p. 020018, doi: 10.1063/1.4981557.

[5] E. Hossain, D. Niyato, and Z. Han, "Dynamic Spectrum Access and Management in Cognitive Radio Networks," p. 505.

[6] J. Ge, Y. Xu, D. Liu, L. Kong, and X. Chen, "A Multilayer Perceptron Neural Network-Based Spectrum Prediction Approach with Gray Decision," in Communications, Signal Processing, and Systems, vol. 463, Q. Liang, J. Mu, M. Jia, W. Wang, X. Feng, and B. Zhang, Eds. Singapore: Springer Singapore, 2019, pp. 2395–2404.

[7] P. Supraja, R. Pitchai, and Raja, "Spectrum Prediction in Cognitive Radio with Hybrid Optimized Neural Network," Mob. Netw. Appl., vol. 24, no. 2, Art. no. 2, Apr. 2019, doi: 10.1007/s11036-017-0909-7.

[8] J. Yang, H. Zhao, and Xi Chen, "Genetic algorithm optimized training for neural network spectrum prediction," in 2016 2nd IEEE International Conference on Computer and Communications (ICCC), Chengdu, China, Oct. 2016, pp. 2949–2954, doi: 10.1109/CompComm.2016.7925237.

[9] V. K. Tumuluru, P. Wang, and D. Niyato, "A Neural Network Based Spectrum Prediction Scheme for Cognitive Radio," in 2010 IEEE International Conference on Communications, Cape Town, South Africa, May 2010, pp. 1–5, doi: 10.1109/ICC.2010.5502348.

[10] S. Koley, D. Bepari, and D. Mitra, "Predictive Multi-user Dynamic Spectrum Allocation Using Hidden Semi-Markov Model," J. Commun. Technol. Electron., vol. 63, no. 12, pp. 1393–1405, Dec. 2018, doi: 10.1134/S1064226918120094.

[11] H. Eltom, S. Kandeepan, B. Moran, and R. J. Evans, "Spectrum occupancy prediction using a Hidden Markov Model," in 2015 9th International Conference on Signal Processing and Communication Systems (ICSPCS), Cairns, Australia, Dec. 2015, pp. 1–8, doi: 10.1109/IC-

دریافت کرد. وی در مدرک دکترای خود در زمینه مخابرات سیستم را از دانشگاه اوتاوا کانادا اخذ نمود و اکنون به عنوان استادیار گروه مخابرات سیستم دانشگاه علم و صنعت مشغول به فعالیت می باشد. علایق پژوهشی وی می توان به شبکه های مخابراتی و مخابرات سلولی و کاربرد یادگیری ماشین در شبکه های مخابرات بیسیم اشاره کرد.

Summary of IEEE Iran Section International Webinars, 2020

- **Summary of the webinar of The smart city building blocks and their synergy with smart village**
- **Summary Of The Webinar of The Renewable Energy and Energy Storage Targets, Benefits, and Challenges**

Webinar



Summary of The Webinar Talk: The smart city building blocks and their synergy with smart village

By: Professor Saifur Rahman,

Joseph Loring Professor and Director, Virginia Tech Advanced Reserach Inst. Arlington, Virginia, United States

Held by: IEEE Iran Section Young Professionals Committee

Prepared by: Armineh Rahmanian Kooshkaki,

MSc Student of Control Systems, Dept. of Electrical and Computer Engineering Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

1- INTRODUCTION

This webinar was held on 25th of August 2020, by IEEE, Iran Section, Young Professionals Committee. Presented by Dr.Saifur Rahman, two topics were discussed; the smart city and the smart village. The focus is on what their relationship is, and how they can be made to work well together?

2- WHAT IS A SMART CITY?

There is no single consensus over the definition of a smart city, but there is some agreement that a smart city is one in which information and technology facilities improved insight into and control over the various systems that affect the lives of residents. In other words, a smart city is an urban development vision to integrate information communication technology (ICT) and the Internet of Things (IoT) securely to manage a city's assets. Interconnection is a very essential aspect of a smart city, i.e. the housing, health care, education, transportation, etc. must be interconnected to form a smart city. What are the building blocks of a smart city?

Building blocks of a smart city, as shown in Fig. 1, consist of the following:

- smart health care,
- smart energy which may come from solar, wind, or battery storage,
- smart society, which as an example, benches in a park are equipped with USB ports used for charging mobile phones,
- smart office, i.e. should be clean environmentally and be health-conscious and also well connected,
- smart mobility, i.e. having inter-connected buses, cars, bikes, etc.
- smart space i.e. having light everywhere



Fig. 1: Building blocks of a smart city

3- WHAT SHOULD BE DONE TO HAVE A SMART CITY?

Cities across the world are deploying technology to gather data so that they can become more cleaner,

reduce traffic, and improve urban life. We can start with energy management, disaster preparedness, public safety, parking spot assistance, paying bills online, facilitating emergency vehicle movement, etc.

4- WHAT CAN A SMART CITY DO FOR US?

In this section, some good examples of the benefits and advantages of a smart city will be provided.

- Smart traffic lights which are sensitive to traffic volume: For example, traffic congestion in the main avenue is avoided when the vehicles are being driven at average speed, i.e. all the traffic lights will become green and when the vehicles are being driven at fast or slow speed, all traffic lights will become red, as shown in Fig 2.



Fig. 2: Traffic light sensitive to traffic volume

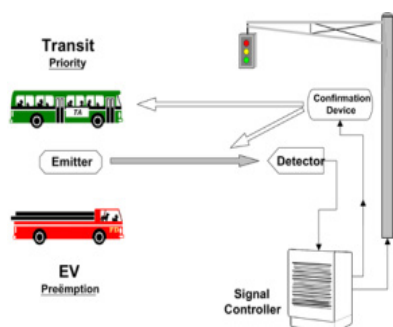
Synchronized traffic lights for smooth flow: For example, for pedestrians who want to cross the street in front of the Virginia Tech, a switch is provided (see Fig. 3). The pedestrians can press this switch, and after five seconds the traffic light becomes red for the vehicles and green for the pedestrians. Although this is a good solution for pedestrians, it's not convenient for vehicles. Since just a single pedestrian wants to cross the street, too many vehicles should wait and it's not fair. This can be solved by

using a camera which counts the number of pedestrians waiting to cross the street, and if they are less than three, the lights will still be green for vehicles, and if they are more than three, the lights will turn red for vehicles.



Fig. 3: Traffic light sensitive to number of individuals waiting to cross the road

- Priority access for an emergency vehicle: For example, a fire truck leaving its station, must reach its destination very quickly and not get stuck in traffic, so traffic lights should be managed. We can manage the traffic lights by using an optical-based traffic signal preemption system, as shown in Fig. 4a. A small camera set in this system, as demonstrated in Fig. 4.b. It acts as a sensor which receives signals from the Emitter which is placed on the roof of the fire truck and ambulance according to Fig. 4c. As this signal is received, another signal will be sent to the fire truck or ambulance, and if a confirming signal will be sent back to the system, all red lights will become green for the fire truck or ambulance.



(a) Optical based traffic light preemption system architecture



(b) Camera



(c) Emitter source on fire truck

Fig. 4: Emergency vehicle priority access

• **Connected transportation:** In some cities, cars are not allowed anywhere, as an example to solve the transportation problem and make it connected in Washington, DC, USA, drivers can drop their cars in rental centers, and hire bikes to proceed their destination, as shown in Fig. 5a and Fig. 5 respectively. Also, another similar solution exists in Vancouver, Canada, where transportation is kept connected by rental bicycles, at the last train station. Therefore, passengers can rent a bicycle to go further.

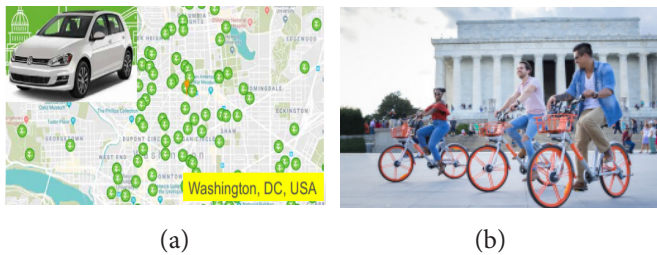


Fig.5: Connected transportation in Washington, DC, USA
(a) Rental car centers (b) Rental bicycle centers

• **Traffic management:** For example, in Stockholm, Sweden, public buses are given priority at traffic lights when they are more than one minute late according to their schedule, (see Fig. 6).



Fig. 6: Stockholm city traffic management

• **Smart Lamppost with camera for finding parking spot:** For example, to park cars easily and without wasting time, smart lamppost with cameras are set in the parking lots. So whenever a parking spot is empty, the lamp will be turned on. And also with the aid of an app, which shows the location of the available empty spots, drives can find parking spots easily and save their time, (see Fig. 7).

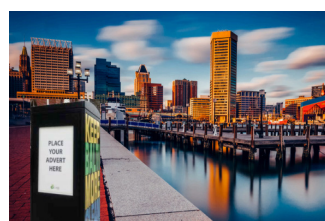


Fig. 7: Smart Lamppost with camera for finding parking spot, USA

• **Smart Trashcans:** As an example, we can refer to smart trashcans in Baltimore, USA and also in

Sweden, as shown in Fig. 8.a and Fig. 8.b respectively. In Baltimore, trashcans need to be emptied twice a day, but the problem is that not all of them are full. Therefore, the cleaner has to spend time and energy to check all of them. This can be solved by smart trashcans where a sensor is placed at each trashcan which shows how much space is occupied, and through an app, the cleaner will only spend time and energy to empty the full trashcans. Therefore, in this way, not only time is saved but also the fuel for transportation is saved, the air is not polluted, and also traffic congestion is controlled. Moreover, in Sweden, trashcans in parks must be emptied between one or three times a week, but most of this trash consists of papers, plastic or paper cups, or tissues, etc. This trash can be compressed so that it occupies a much smaller space, and as a result, the trashcan needs to be emptied only four times a week. Again, we can save energy and time and also manage the traffic congestion by this solution.

• **A building energy management platform:** Smart buildings are similar to smart cities where you can put many sensors to control heat, lights, plug loads, water pumps, energy, and security. This



(a)



(b)

Fig. 8: Smart Trashcans
(a) Smart Trashcans, USA
(b) Smart Trashcans, Swden

These were some examples of changes in our lifestyles. We should put effort to make more changes to occur, also we must change what is seen as normal now, to a new normal to have smart cities and use their benefits, (see Fig. 9). For example, we can replace oil power plants by solar panels, make more use of public transportation instead of private cars, and instead of growing corns and other vegetables, and ship them to other areas, we can use hydroponic growing in close areas so that time, energy and fuel can be saved.

5- SMART VILLAGE

As stated before, smart cities have many components such as employment, health care, retail/entertainment, public services, homes, energy distribution, and transportation which are all interconnected with ICT systems, as we gave many examples. The same ideas for smart cities can be applied to smart villages as well.

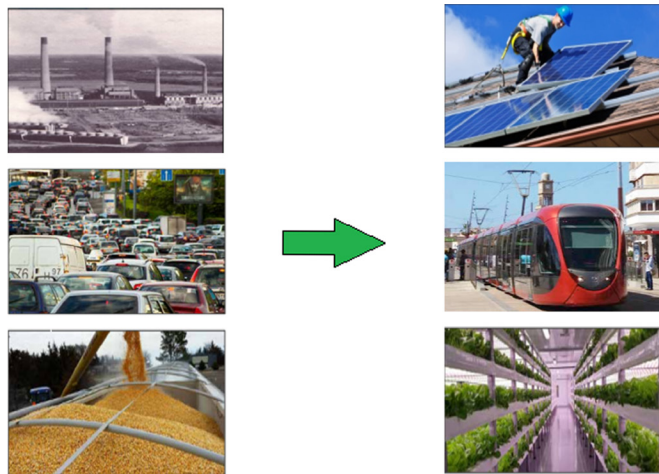


Fig. 9: Current normal (left) and new normal (right)

In the following, we will give examples of what has done regarding smart villages and the benefits they provide for people who live in those villages.

- Solar nano-grid in Bangladesh: About thirty or more connected village homes with solar nano-grids on the rooftop are provided, as shown in Fig. 10. Therefore, if one house needs more power, it can borrow this power from some other neighboring house. Also, there is a central building with 3KWp solar on the rooftop, battery bank, and a ground-mounted 5KWp solar, which can be used as a battery bank at night when there is no sunlight. Besides, residents can use sim-cards which is provided at each village homes and pay their bills

whether by a built-in bill payment option or their smartphones.



Fig. 10: Solar nano-grid in Bangladesh

Similar projects, named smart village, have done in Kenya and Nigeria by IEEE. The rooftop solar can provide light, therefore, children can study as night, and kitchens, schools, and clinics can be illuminated. As a result, life will become easier, cleaner, and safer for communities, (see Fig. 11). A Smart village project was also done in India. By providing solar, computers can be used at night in schools, (see Fig. 12).



Fig. 11: IEEE project, smart village



Fig. 12: IEEE project, smart village, India

- Another successful IEEE project, smart village, was providing light for Lingshed Monastery, India, founded in 1440 when there was no electricity. Now by the IEEE program in 2016, this ancient monastery is illuminated at night, as demonstrated in Fig. 13, and life has become much easier.

- Also, other projects, have provided rooftop solar panels near 300 to 500 watts in Bangladesh, therefore villagers have enough electricity to run their lights, fans, to charge their phones, etc. (see Fig. 14). One important issue is that citizens should be trained to use and install these solar panels themselves so that technicians don't need to be there all the time (see Fig. 15).



Fig. 13: IEEE project, smart village, Lingshed Monastery, India



Fig. 14: IEEE project, smart village, India, Locally driven initiatives



Fig. 15: IEEE project, smart village, India, trained villagers

- Small shops: By providing solar panels for small shops, buyers can see what is available and also what they're buying. Besides, villagers can go and charge their phones and watch TV. As a result of using a solar panel, the seller's income in Fig. 16, has at least increased by 50%.

- Boat Libraries: Another good example for smart villages, is the children's library in a boat with solar-powered light. In many countries, books are available and at access for children, but it is not true for all countries in the world. Libraries in boats can go to many places so that children who need books, can benefit from this great idea. These libraries are given light by solar panels, as shown in Fig. 17. As a result, reading is possible in the darkness.



Fig. 16: A Retailer who has now light during the night



Fig. 17: Libraries in boats

So we are ready to define a connected village. A connected village is one where all relevant village systems-utilities, transportation, employment, health care, public safety, education, and others are capable of communicating with each other to allow coordination and reduce waste.

6- FINAL WORDS

As a message to the young generation, Dr.Rahman wants to note that the young generation must focus on what they can do to reduce carbon footprint, and instead of focusing on why others don't do their job, show them what can be done.

Also, Dr.Rahman wants to see a broader IEEE in the future. We must enhance our cooperation, collaboration, and community spirit so that we can be prepared for recovery after the world beats Covid-19 and comes back to normal life. For this reason, IEEE has to become broader, and we have to be able to reach many people regardless of where they are living so that for cooperation. For that to happen, the IEEE governance has to become more openminded and should look at all over the world, and we can increase the participation from other parts of the world by making them a part of IEEE governance. Besides, Dr.Rahman wants to see more IEEE senior members and IEEE fellow members, especially from the middle east.



Professor Saifur is the founding director of the Advanced Research Institute at Virginia Tech, USA where he is the Joseph R. Loring professor of electrical and computer engineering. He also directs the Center for Energy and the Global Environment. He is a Life Fellow of the IEEE and an IEEE Millennium Medal winner. He was the President of the IEEE Power and Energy Society (PES) for 2018 and 2019. He was also the founding editor-in-chief of both the IEEE Electrification Magazine and the IEEE Transactions on Sustainable Energy. In 2006 he served on the IEEE Board of Directors as the vice president for publications. He is member-at-large of the IEEE-USA Energy Policy Committee. He is a distinguished lecturer for the IEEE Power and Energy Society and has lectured on renewable energy, energy efficiency, smart grid, electric power system operation and planning, etc. in over 30 countries. He served as the chair of the US National Science Foundation Advisory Committee for International Science and Engineering from 2010 to 2013. He has conducted several energy-efficiency related projects for Duke Energy, Tokyo Electric Power Company, the US Department of Defense, the State of Virginia and the US Department of Energy.



Armineh Rahmanian Kooshkaki received her B.Sc. in Electrical Engineering, Control Systems as a Salutatorian in 2019 from the International University of Imam Khomeini in Qazvin, Iran. She is currently a Master student in Electrical Engineering, Control Systems at the University of Tarbiat Modares in Tehran, Iran. She is an active member of the Student Scientific Society of Electrical and Computer Engineering at Tarbiat Modares University and also a student member of IEEE. Her research Interests include Social Networks, Opinion Dynamics and Machine Learning.



Summary of The Webinar Talk: The Renewable Energy and Energy Storage; Targets, Benefits, and Challenges

By: Dr Babak Enayati,

Vice Chair, 1547 IEEE Standard for Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems,
Manager, Technology Deployment at National Grid Waltham, Massachusetts, US

Held by: IEEE Iran Section Young Professionals Committee

Perpared by: Armineh Rahmanian Kooshkaki,

MSc Student of Control Systems, Dept. of Electrical and Computer Engineering Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

1- INTRODUCTION

This webinar was held on 31 August 2020, by IEEE, Iran Section, Young Professionals Committee. Presented by Dr. Babak Enayati, the focus is on the renewable energy, energy storage and also a high-level overview of IEEE 1547 standards.

2- 80×50 PATHWAY

This pathway is about what should be done regarding global warming. For reducing the risk of an increase in global temperature more than 2 degrees Celsius above pre-industrial levels, greenhouse gas (GHG) emissions in developed countries must fall by approximately 80% below the levels in 1990 by the year 2050. This pathway came from Paris agreement on climate change. Although there are some controversial issues regarding global warming, from health's perspective, there's no doubt that we must invest in cleaner technologies.

80×50 pathway means many things to different regions of the world. Therefore, policymakers, technical communities, universities, etc. should get together to understand how they can contribute to achieving this goal. A country that can be a model for other countries is Costa Rica, where above 90%

of the generation comes from clean energy, mainly hydro but there's solar as well.

80×50 is called the pathway in the Northeast, which basically has two targets: by the year 2030, going 40% below of 1990 levels, and by the year 2050, going 80% below of 1990 levels. These are just targets, but in terms of energy, it means that the energy sectors which are not doing well, should be modified and transferred into a cleaner version. These energy sectors include:

1. Electricity generation: Accelerating the zero-carbon electricity transition, by ramping up the renewable electricity deployment to achieve 67% zero-carbon electricity supply (2030 target). For example, in MA, USA, there is a lot of solar generation such that the power flow direction has changed from distribution to transmission, and this is not the end yet.

2. Transportation: A transformation of the transport sector, by reaching more than 10 million electric vehicles on Northeast roads which is roughly 50% of all vehicles (2030 target). Among these sectors, transportation is the worst in producing greenhouse gas emission, they're way behind compared to generation and heat (the third sector). For this to happen, it needs a lot of investment on elec

tric vehicles technology, electric charging stations, and a lot of support from the government, from utilities, and technical resources available locally.

3. Heat: A transformation of the heat sector, by doubling the rate of efficiency retrofits and converting nearly all of the region’s 5 million oil-heated buildings to electric heat pumps or natural gas (2030 target), and also keep these electric bills affordable to customers.

3- POWER TO GAS (P2G), A STRATEGY FOR STORING RENEWABLE ENERGY

The pathway achieves the 40% by 2030 target by prioritizing three mutually-reinforcing transitions (which means that focus on one transition will not work, attention must be given to all three transitions together), as shown in Fig. 1.

1. Accelerate the decarbonization of the electric sector. By the year 2030, 67% of the power generation should be zero-carbon, and basically carbon-free by 2050.

2. Transform the light-duty transportation sector through electrification. By the year 2050, 100% of the light-duty vehicles on the roads must be electric, and of course, it's very an ambitious goal and it needs a lot of investment.

Transform the heat sector through energy efficiency, electrification, and oil-to-gas conversion. we have to scale up our gas to electric heat transformation to 10.

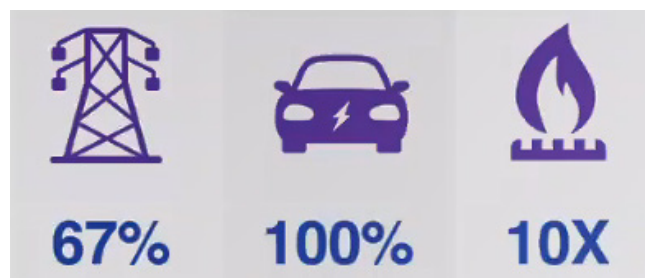


Fig. 1: Implementation of the pathway by the year 2030 in Northeast, USA

4- IMPLEMENTATION OF THE PATHWAY

A technology which is being invested on, in National Grid, is called P2G. This technology uses excess renewable energy such as wind or solar generation

during the day, to produce hydrogen through the electrolysis process, and through some process, this gas can be used as natural gas for heating systems, as shown in Fig. 2. This technology can help to reduce greenhouse gas emission in our planet.

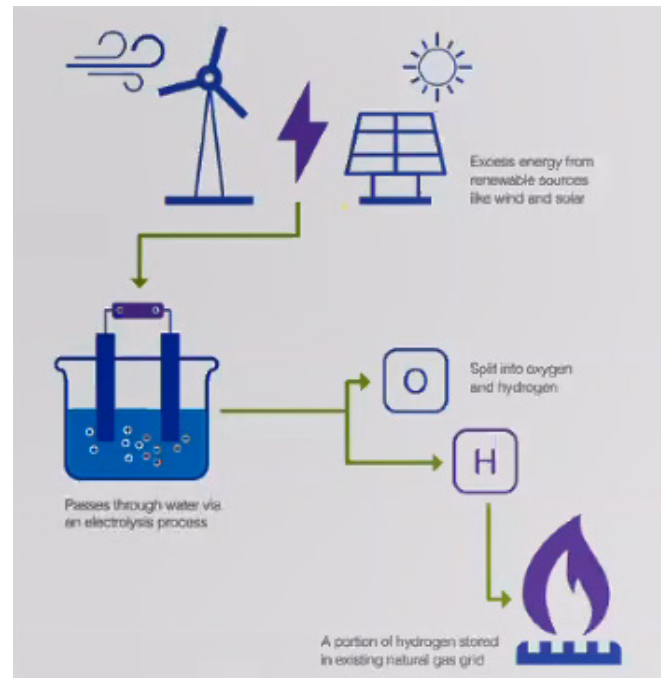


Fig. 2: Renewable, carbon-free electric power can be converted into renewable natural gas and stored indefinitely

5- TECHNICAL CHALLENGES OF DISTRIBUTED GENERATION INTEGRATION TO THE ELECTRIC GRID

In this section, some of the technical challenges of distributed generation will be discussed. The term Distributed Energy Resource can be referred to as a solar, wind, things like CHP, or anything that is connected to the distribution. Our grid was made a long time ago with the assumption that the power will always come from the transmission to the distribution, but this has changed, which can affect many things. The two most important impacts are system protection and power quality. As for the first impact, on a typical distribution feeder, when a fault occurs in a specific lateral, the first upstream protective device will be opened and the faulted section will be isolated from the rest of the grid, in a normal protection system, as shown in Fig. 3a. Suppose that a generator is added to the distribution system, as a result, smaller current in terms of magnitude will pass through the relays and fuses, as shown in Fig. 3b. We all know that when a fault occurs in a normal distribution system, the current that is going

to the fault will increase and relays will detect this over current. The challenge here is that, as more generators are added to this distribution system, the fault current contribution from the substation to the fault will decrease and the relays take longer time to detect or may not detect this over current. Since we are not aware of the number of these generators, and also when they are on or off, we can't solve this problem simply by changing the relay settings manually. That is why technologies like Advanced Distribution Management Systems (ADMS), where the status of every single generator and also the settings for all relays can be observed so that the settings can be adjusted automatically to make sure the right protection is provided based on the available resources. The takeaway message is that protection systems are becoming more challenging as more generators are added to the distribution system. The other impact is on power quality. Fig. 4 shows a sample of a measured generation profile of a solar facility in MA, USA. This is a 6MW unit. The generation increases during the, but these transients are due to clouds passing over the state. If this type of generator is connected to the distribution feeder, it will cause voltage oscillations, but note that these transients due clouds do not cause flicker, and also it can impact the life of the voltage regulators and tap changers at the substation. So as a summary power quality is a big concern for utilities.

Energy storage is still new in terms of large-scale deployment, i.e. still some polices are being figured out and some technical challenges need to be improved. But we're in the point where energy storage is being deployed in the electric systems, e.g. National Grid has installed one of the largest energy storage facilities in the Northeast, USA. This is a 6MW, 48MWh battery storage facility.

A. APPLICATIONS OF WHERE WE SHOULD BE IN TERMS OF STORAGE DEPLOYMENT

We can look at energy storage through different lenses, such as the following:

- capacity resource: Peaker replacement or non-wire alternative.
- flexibility resource: System

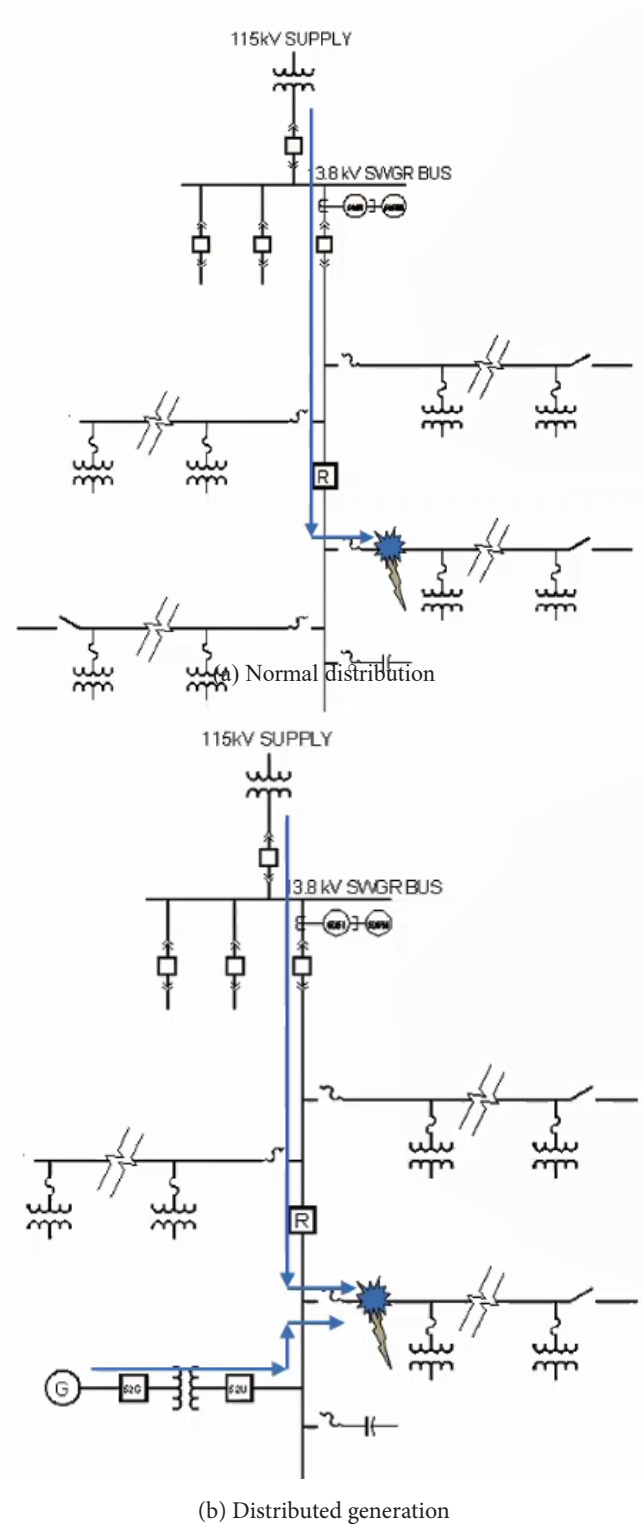


Fig. 3: Two types of generation

ramping, renewable viability and uncertainty. For example, there are some serious challenges with solar generation ramp rates, in California, USA, and also with high penetration of solar generation such that, a lot of solar generation is being pushed to the power grid, and later in the evening, that generation will be lost. This is a concern for system

planners and operators. Energy storage can actually support that ramping and make that ramping a little bit smoother.

- reliability/Resiliency Resource: Electricity inventory for reserves. Energy storage can be used in micro-grid configurations.
- voltage/power quality resource: Power conditioning system capabilities. The cases when power generation and voltage fluctuates, energy storage can be used with smart inverters to mitigate these voltage changes.

B. DRIVES OF ENERGY STORAGE

- Change in generation resources: The generation resources are changing, i.e. more and more renewable type of generation is being seen, and storages are needed to accommodate those generators in terms of impact and power quality and so on.
- A decrease in energy storage technology costs: The cost of energy storage is also declining significantly, and this will continue to decline. It is becoming a competitive asset for some of the grid's reliability needs.
- The utility needs: as we talked about before.
- Policy: In many countries, the government has put together some policies that support energy storage deployment. Renewable energy is driving new flexibility needs.

C. THE RENEWABLE ENERGY IS DRIVING BASICALLY SOME NEW FLEXIBILITY NEEDS, SUCH AS:

- impact on the transmission system: For example, when there is a lot of renewable generation which pushes power back to the transmission system, this can actually trigger the need to upgrade the transmission line. If storage is put on the transmission line or the distribution side of the bus, the excess power can be absorbed and be saved so that capital investment on the system can be avoided. Since the cost of this investment is paid by the customers, cost-efficient solutions like storage can be good for customers.
- distribution feeder overloads: the same concept on the transmission.

- impact on system protection
- need for voltage and frequency regulation to the PV capabilities: New smart inverters have this capability, they can regulate the system's voltage and the system's frequency.
- PV ramp rate reduction

D. GRID INFRASTRUCTURE IS SIZED FOR INFREQUENT PEAK NEEDS

How do we size our distribution feeders? When it comes to distribution or transmission planning, we size the system based on peak power. For example in Fig. 5 which shows the hourly demand of load, the size the feeder must be selected such that it can handle these few peaks. If in some way these peaks could be cut and shaved, by using energy storage, high rating feeders or high rating transmission line will not be needed. We can provide the local load with some energy storage, which is called peak shaving, and it's one of the best usages of energy storage.

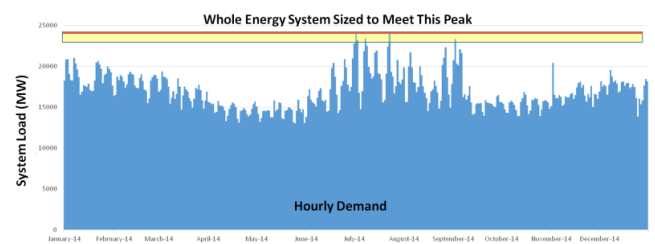


Fig. 5: ISO-NE system annual hourly and weekly demand 2014

E. HOW ARE UTILITIES RESPONDING?

Fig. 6, shows how energy storage deployment is basically progressing. Utilities are moving forward with investing in storage opportunities.

- In 2005, most utilities were simply watching technologies,
- In 2010, products were being tested in the labs,
- In 2015, many utilities have demonstration projects,
- By 2020, some utilities anticipate owning and operating substantial amounts of storage.

F. OTHER APPLICATIONS IN TERMS OF TRANSMISSION, DISTRIBUTION AND CUSTOMER BENEFITS.

As stated before, energy storage means many things from different perspectives.

- Generation and Transmission-Sited/Bulk Energy Storage. For example, bulk energy storage may serve as an alternative for generators or transmission assets.
- Distribution sited-storage which may be able to stack and upstream transmission services.
- Customer cited storage which may be able to stack distribution and transmission-level services to some degree.



Fig. 6: The progress of energy storage deployment

G. A LARGE SCALE BATTERY ENERGY STORAGE SOLUTION

As mentioned before, National Grid owns one of the largest energy storage projects, in the Northeast. This project, Island Ready, in Nantucket Island, USA, is a plan to upgrade the Island's electricity infrastructure by deferring the need for a third un-

dersea cable. Two cables serve this Island, during normal condition these two undersea cables can manage the load. But during the high peak demand in summer, if one cable fails, the other cable can not manage the peak load. Solutions to this problem can be providing the third cable, installing a large gas combustion generator, using a large battery, or ultimately installing a gas combustion generator together with storage which was chosen. The idea is that if one line is lost, and the other line can not handle the overload, the combustion generator together with storage can be installed to provide the excess load locally. So by this solution, the expensive option, third cable, can be deferred to the year 2045. For this problem, a 48MWh storage with 6 MW Lithium-ion battery produced by Tesla, and a combustion turbine generator (CTG) was deployed, as shown in Fig. 7.



Fig. 7: Nantucket Island's project, hybrid option: Combustionengine together with a storage

6- IEEE 1547 STANDARD

In this subsection, a very high-level overview of the IEEE 1547 standard for interconnection and interoperability of

distributed energy resources with associated electric power systems' interfaces will be provided. This standard applies to all distributed generation connected to the distribution system and does not apply to transmission connected generators. As stated before, the grid has evolved and it's shifting toward a very complicated grid, that has electric vehicles which can impact the performance of the grid. In addition to that storage, solar, wind deployment are also available, which can make the grid very complicated and this completion goes on.

A. IEEE 1547 STANDARD SCOPE AND PURPOSE

Imagine a complicated electric network with no standards. Each utility imposes its own understanding of the generator

developers, developers don't know what each utility wants and what the requirements are, and manufacturers will be confused. DER manufacturers can not just build the devices based on the utilities need. There should be a standard that everyone follows and brings everyone together. The IEEE 1547 standard establishes criteria and requirement for interconnection of distributed energy resources (DER) with electric power systems (EPS) and associated interfaces. It provides requirements relevant to the interconnection and interoperability performance, operation, and testing, safety, maintenance, and security considerations, as shown in Fig. 8. The previous version of this standard only focused on power interface, i.e. generators are only allowed to produce power. Communication interface is a big concern since visibility over all generators in a territory is not possible if we can't communicate with them, and lots of good information on how the system can operate will be lost. The new standard mandated some minimum set of communication requirements. From rooftop solar to large scale generation, all of them will have communication capabilities. So new inverters, rotating machines, generators that are the compliment of the IEEE 1547, have this capability and can be managed remotely.

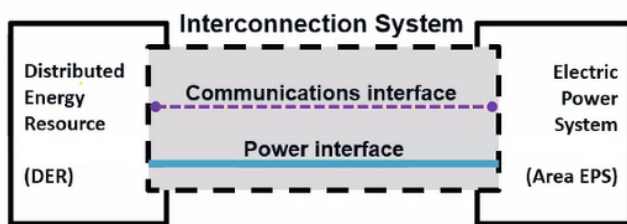


Fig. 8: IEEE 1547 Standard

B. GRID PLANNING AND OPERATION CHALLENGES

According to the previous version of the IEEE 1547 standard, if there is a voltage or frequency disturbance, you must trip off and do not harm. But according to the new standard, while you're doing no harm, you still need to provide support to the grid,

and do some ride-through (which means the generator must stay online to support the grid during the voltage or frequency disturbance in the transmission system)

C. DOCUMENT OUTLINE OF THE IEEE 1547

- overview
- normative references
- definitions and acronyms
- general specifications and requirements
- Reactive power, voltage/power control. This section mandates some voltage regulation capabilities to each generator. In the past, the requirements were if there is a voltage problem on the distribution feeder, the generators must trip offline, and wait until the problem is fixed. Now with high penetration of distribution generation, the new standard says that it should not trip of offline, the generator must actually contribute and try to mitigate that voltage issue, by injecting or absorbing reactive power or adjusting the active output power.
- Response to area EPS (electric power system) abnormal conditions. This section talks about the ride through. As an example, the penetration of renewable is very high in Germany. The nominal frequency there is 50 Hz. Few years ago, the frequency went up into 50.2 Hz, as a result, generators tripped of, and went offline. This led to losing a lot of generation, and a drop in frequency. This drop again caused more generators to go offline, and a big blackout happened. This is an example of when generators do not ride though. In the new standard they must stay online and support the grid.
- Power quality: This section is about harmonics, flicker, transient and temporary over voltage.
- Islanding: This section is about Microgrids. If a generator is connected to a plant or microgrid, what are the additional requirements that this generator needs to have in terms of being able to operate in that microgrid condition.
- Distribution secondary grid and spot networks. There are two different types of secondary networks; area network and spot networks. In this old and reliable method, the loads are connected to

gether through different transformers so that if one transformer is lost, the loads won't lose power.

- Interoperability which is communications. All utilities can monitor the status of each generator that is 1547 compliant, since they have communication capability, and also the utilities can control the settings remotely. It is not only about monitoring but also about control. The key element is that we are moving toward machine learning, big data, and automation.

- Test and verification



Dr. Babak Enayati received his BSc from Tabriz University, Iran in 2001, MSc from Isfahan University of Technology, Iran in 2004 and PhD in electrical engineering from Clarkson, USA in 2009. He joined National Grid, USA in 2009 and is currently the manager of the technology deployment team, which is responsible for the implementation of the new technologies to meet National Grid's intelligence transmission Network objectives. Since he joined National Grid, he has held engineering positions in the protection engineering, Retail connections engineering, and new Energy Solutions departments. He serves as an instructor at University of Wisconsin and Adjunct Professor at Worcester University Polytechnic Institute of Technology. He joined Institute of electrical and electronics engineering (IEEE) in 2006 and currently is a senior IEEE member. He currently serves as the IEEE Power and Energy Society (PES) Governing board member-at-large. He serves as the Vice-chair of the IEEE Standards Coordinating Committee 21 (SCC21), IEEE 1547-standard for Interconnecting Distributed energy resources with Electric Power Systems and IEEE P 2800 standard for interconnection and Interoperability of Inverter-Based Resources Interconnecting with Associated Transmission Electric Power Systems. Dr. Babak Enayati is a registered professional engineer (PE) in the state of Massachusetts.

zvin, Iran. She is currently a Master student in Electrical Engineering, Control Systems at the University of Tarbiat Modares in Tehran, Iran. She is an active member of the Student Scientific Society of Electrical and Computer Engineering at Tarbiat Modares University and also a student member of IEEE. Her research Interests include Social Networks, Opinion Dynamics and Machine Learning.



Armineh Rahmanian Kooshkaki received her B.Sc. in Electrical Engineering, Control Systems as a Salutatorian in 2019 from the International University of Imam Khomeni in Qa-

مصاحبه و پادکست

- مصاحبه با پروفسور حمیدرضا مؤمنی
- پادکست شنیدنی از زندگینامه توماس آلوا ادیسون

Interview and podcasts

- Interview with Professor Hamid Reza Momeni
- Biography of Thomas Alva Edison, audio podcast



مصاحبه با پروفیسور حمیدرضا مؤمنی

با سلام استاد لطفا خودتون رو معرفی بفرمایید

بنده حمیدرضا مؤمنی هستم. در تیر ماه سال ۱۳۳۳ در شهر خمین و خانواده‌ای فرهنگی متولد شدم. پدر بزرگم موسس فرهنگ خمین و پدرم رئیس فرهنگ شهر خمین و دبیر دبیرستان بودند. تا دوره‌ی ابتدایی در شهر خمین بودم ولی به علت انتقال پدرم به شهر تهران، من نیز به تهران آمدم. مقطع دبیرستان را در دبیرستان البرز و همچنین دبیرستان خوارزمی گذراندم.

۲- از سوابق تحصیلی تان برایمان بگویید

تحصیلات مقطع کارشناسی در رشته‌ی مهندسی برق دانشگاه صنعتی شریف را در سال ۱۳۵۱ شروع کردم و در سال ۱۳۵۶ فارغ التحصیل شدم. به علت اعتصابات دانشجویی و تعطیلی دانشگاه در سال‌های ۱۳۵۲ و ۱۳۵۳ دوره‌ی کارشناسی چهار ساله، پنج سال طول کشید. پس از فارغ التحصیلی، قبل از انقلاب در سال ۱۳۵۶، بورسیه‌ی سازمان انرژی اتمی را دریافت کردم و برای ادامه‌ی تحصیل در مقطع کارشناسی ارشد، در رشته‌ی مهندسی برق و گرایش کنترل به دانشگاه ویسکانسین در ایالات متحده‌ی آمریکا رفتم. در سال ۱۳۵۸، پس از گذشت شش ماه از وقوع انقلاب اسلامی، فارغ التحصیل شدم. به محض فارغ التحصیلی از مقطع کارشناسی ارشد به علت علاقه خدمت به جامعه، به کشور بازگشتم. پس از بازگشت به کشور، ابتدا در دانشگاه چمران اهواز خدمت را آغاز کردم. با شروع جنگ و تعطیلی دانشگاه به دانشگاه صنعتی اصفهان آمدم و تا سال ۱۳۶۲ در این دانشگاه با رتبه‌ی مربی و کارشناسی ارشد مشغول تدریس بودم. در سال ۱۳۶۲ با بورسیه‌ی وزارت علوم به

دانشگاه امپریال کالج در لندن به کشور انگلیس رفتم و در سال ۱۳۶۶ در رشته مهندسی برق گرایش کنترل در مقطع دکترا فارغ التحصیل شدم.

۳- چطور شده که رشته برق را انتخاب کردید و معیارتان در انتخاب گرایش چه بود؟

در دوره‌ی دبیرستان به رشته‌ی برق و مدارهای الکتریکی و الکترونیکی بسیار علاقمند بودم. همچنین در این دوره، یک سری مدار الکتریکی و الکترونیکی طراحی کردم و ساختم. به همین علت در مقطع کارشناسی به دانشکده‌ی برق رفتم. البته در آن زمان اطلاعات کلی در مورد رشته‌ی برق داشتم ولی با جزئیات گرایش‌های برق آشنا نبودم. قبل از انقلاب دانشجویها به صورت دانشجوی برق وارد دانشگاه صنعتی شریف می‌شدند و از قبل گرایش آن‌ها مشخص نبود.

درس کنترل خطی که در آن زمان توسط دکتر همایون سراجی تدریس می‌شد، بسیار بنده را به گرایش کنترل علاقمند کرد. به همین علت بیشتر درس‌ها مانند سیستم‌های دینامیکی (کنترل مدرن) را مرتبط با حوزه تخصصی کنترل برداشتم. البته در آن زمان دانشجویها تحت عنوان مهندس برق فارغ التحصیل می‌شدند و من هم به همین صورت تحت عنوان مهندسی برق (بدون گرایش کنترل) فارغ التحصیل شدم.

۴- درباره‌ی بهترین اساتیدتون که مشوق و راهنمای شما بودند بفرمایید

از جمله اساتید مشوق بنده دکتر همایون سراجی معروف بودند که صاحب قضایای در تئوری‌هایی در کنترل مدرن نیز هستند که متأسفانه در چند سال گذشته به رحمت خدا

حال حاضر در سیستم آموزشی اتفاق افتاده و آن هم به خاطر گسترش بیرویهی مراکز آموزش عالی و کاهش کیفیت آموزش در این مراکز است. همچنین دیدگاه تمرکزگرایی وزارتخانه و هدایت تمامی مراکز با یک سری آیین‌نامه‌ی مشابه باعث میشود که خیلی از مراکز کیفیت لازم را نداشته باشند؛ بعضی مراکز به جای آنکه در شیوه‌های آموزشی و مسائل مختلف استقلال داشته باشند، موظف به تبعیت از آیین‌نامه‌های وزارتخانه هستند و این امر باعث حرکت و پیشرفت کندتر و عدم امکان فراهم کردن شرایط لازم برای ارتقاء کیفیت آموزشی مراکز قویتر و تراز اول کشور شده است. از دیدگاه من، عدم استقلال دادن به دانشگاه‌های تراز اول کشور در امر برنامه‌ریزی و استفاده از یک شیوهی متمرکز برای نظارت و همچنین عدم نظارت کلی بر رویش بیرویه مراکز آموزشی و جلوگیری از آنها، از مشکلاتی است که در بدنه‌ی آموزشی کشور وجود دارد. در حالی که تغییرات زیادی در اصل آموزش اتفاق نیفتاده است بلکه وسایل کمک آموزشی بیشتر دچار تحول و باعث بهبود کیفیت آموزشی شده‌اند.

۸- نظر در مورد کنکور کارشناسی و سوالات تستی برای سنجش و استعدادیابی دانشجویان
این موضوع بسیار کلی است و بسته به اینکه در چه مقطعی میخواهیم صحبت کنیم، این امر متفاوت است. شاید در مقطع کارشناسی این تنها گزینه و یا یکی از گزینه‌ها در کنار سایر روش‌ها برای ارزیابی دانشجویان توسط دانشگاهها برای انتخاب باشد. اما در کارشناسی ارشد و دکترا این نوع از ارزیابی از دیدگاه من خیلی موثر نیست. بر اساس تجربهای که داشتیم، گزینش دانشجویان بر اساس پرونده‌ی آموزشی آنها (به اسم طرح آ.ت.ت) نتایج بسیار موفقتری داشته و سطح کیفی دانشجویان گزینش شده از این طریق بهتر و رضایت‌بخش‌تر بوده است. چون کلاس‌های کنکور به دانشجویانی که ضعیفتر هستند (صرفاً با تست زدن)، این ابزار را می‌دهد که بتوانند وارد دانشگاه شوند و جای دانشجویان بهتر را بگیرند.

۹- از نظر شما چه تفاوت‌هایی بین دانشجویان ایرانی و دانشجویان سایر کشورها وجود دارد؟ همچنین چه تفاوتی در روند آموزشی وجود دارد؟

از نظر منابع و مطالب درسی خیلی تفاوت عمده‌ای ملاحظه نمیشود، اما مسئله‌ای که تفاوت را بارز و عمده میکند، بحث

رفته‌اند. همچنین مهندس تاریخ (در آن زمان مهندس بودند و کنترل خطی تدریس می‌کردند.) و دکتر چمران (برادر شهید چمران) و دکتر عباس پور از جمله اساتید مشوق بنده در دوره‌ی کارشناسی بودند. در مقاطع بالاتر نیز در دوره‌ی کارشناسی ارشد و دکترا، دکتر هیگینز و دکتر وسکات مشوق بنده بودند. دکتر هیگینز از اساتید معروف و بازنشسته در دانشگاه ویسکانسین، در کارشناسی ارشد و همچنین دکتر وسکات از اساتید صاحب نام مهندسی کنترل، در دوره‌ی دکترا استاد راهنمای من بودند.

۵- دلیلتون برای انتخاب شغل تدریس در دانشگاه چه بود؟ و هم چنین پایه استادی شما چند است؟

دلیل اصلی انتخاب شغل تدریس به خاطر سابقه‌ی فرهنگی خاندان بنده بود. پدرم دبیر و رئیس فرهنگ خمین و همچنین پدر بزرگم معلم و فرهنگی بودند. من هم طبیعتاً در زمینه‌ی تدریس و کارهای فرهنگی علاقمند و مشغول به کار شدم. پایه استادی من ۳۷ هست.

۶- در کنار شغل شریفتون، چه سرگرمی‌هایی برای اوقات فراغتتون دارید؟

در حال حاضر به مطالعه‌ی کتابها در زمینه‌های مختلف و پروژه‌های فنی می‌پردازم. از آنجایی که پدر بزرگهای من از خوشنویسان معروف ایران به اسم اشرف الکتابی بودند که در خوانسار زندگی میکردند و قرآن را به خط خوش مینوشتند، من نیز در گذشته به خوشنویسی علاقمند بودم و در اوقات فراغت به خوشنویسی می‌پرداختم.

۷- نظرتان درباره شیوه‌ی آموزشی و شرایط تحصیلی در حال حاضر را بفرمایید. و اینکه نسبت به قبل این شرایط رو چطور ارزیابی میکنید؟

شرایط تحصیلی به دلیل تغییراتی که در روند آموزش در کل دنیا اتفاق افتاده، دچار تغییر و تحول بسیاری شده است. همچنین پیشرفت تکنولوژی نیز بر روش و شیوه‌های آموزشی نیز تاثیرات بسیاری داشته است. با این حال، یک اصل کلی آموزش همچنان پا برجاست و آن هم تا به حال کلاس‌های درس به صورت حضوری بوده است، که الان به خاطر شرایط حاضر این هم به کلاس‌های مجازی در حال انتقال است. اگر بخواهیم یک مقایسه نسبت به دوران قبل و دوران جدید انجام بدهیم، از دیدگاه من یک آشفتگی در

همچنین هدف دیگر، آشنا شدن با موانع اجرایی است که بتوانیم در کارهای پژوهشی و آموزشی از آنها استفاده کنیم.

۱۱- جایگاه مهندسی برق در کشور و در سطح دنیا رو چطور می بینید؟

با توجه به تنوع گرایشهای مهندسی برق و وسیع تر شدن روز به روز ابعاد این گرایشها، در دنیا و به تبع آن در ایران از جایگاه بسیار مناسبی برخوردار است. همچنین روز به روز به علت تحولات تکنولوژی جایگاه مهندسی برق در حال بهتر شدن نیز می باشد. گفته می شود پنج تکنولوژی است که آینده را دچار تغییرات اساسی خواهد کرد؛ این تکنولوژیها عبارت اند از؛

۱. شبکه های صنعتی و مخابراتی و نسل پنجم اینترنت (5G)
۲. هوش مصنوعی
۳. سیستمهای خودران و خودگردان
۴. محاسبات ابری و داده های وسیع
۵. اینترنت اشیا (IOT)

همانطور که ملاحظه میکنید، این پنج حوزه اغلب به مهندسی برق، مخابرات و کنترل و همچنین مهندسی کامپیوتر و بحث های انرژی مرتبط هستند. در نتیجه جایگاه مهندسی برق در دنیا بسیار مناسب و رو به رشد است و این جایگاه در آینده بازار بسیار خوبی خواهد داشت. از آنجایی که دنیا به سمت دهکده جهانی پیش میرود و ما هم ناچار به این مجموعه از طریق اینترنت متصل هستیم، در نتیجه می توانیم از تحولات تکنولوژی استفاده کنیم و افراد مجهز به این تکنولوژی ها می توانند آینده بسیار خوبی برای خودشان متصور بشوند.

۱۲- از حوزه های تحقیقاتی تون در حال حاضر بفرمایید و آینده این تحقیقات به چه سمت و سوی خواهد رفت؟ پیشنهاد تون به دانشجویان جدیدالورود در این زمینه چی هست؟

زمینه هایی که در حال حاضر بیشتر تمایل دارم که کار شود، کنترل صنعتی، اتوماسیون و ابزار دقیق است. چرا که یکی از نقاط ضعف جامعه ما تکنولوژی است. ما در تئوری بسیار قوی و همتراز با تحقیقات جهانی پیش می رویم ولی در زمینه عملی و به اجرا درآوردن تئوری ها، ضعف داریم. علاقه مند هستم که در زمینه های اتوماسیون و سیستم های تکنولوژی در زمینه کنترل بیشتر کار شود و به همین علت ما در دانشگاه تربیت مدرس رشته اتوماسیون صنعتی را

نگرش دانشجویها به تحصیل است. متأسفانه در کشور ما بحث مدرک گرایی مقداری غالب شده است و در حال حاضر خیلی از افراد صرفاً به خاطر گرفتن مدرک به دانشگاهها مراجعه میکنند، چرا که فکر میکنند این مدرک در پیشرفت و اشتغال آنها تاثیر دارد. در صورتی که در کشورهای دیگر برای صرفاً «دانستن» به دانشگاهها مراجعه می کنند و مدرک برای آنها در وهله ای دوم حائز اهمیت است. خیلی از دانشجویان در کشورهای دیگر با گرفتن مدرک کارشناسی با به دست آوردن تخصص لازم به محل کار مراجعه میکنند و نیازی به طی کردن مراحل بالاتر را نمی بینند. اما متأسفانه در ایران رایج شده است؛ که همه میخواهند تا آخرین مرحله ای تحصیل بروند، بدون اینکه هدفی کلی برای چرایی تحصیل داشته باشند. البته بحث دیگری که در چندین سال گذشته تشدید شده است، بحث مهاجرت و فراهم کردن زندگی بهتر به وسیله ای ادماهی تحصیل در کشورهای دیگر است. این تفاوتها باعث شده است که تا حدودی نگرش دانشجویان به تحصیل و علم آموزی در کشور ما و کشورهای دیگر متفاوت باشد.

۱۰- استاد، از فعالیتهای اجرایی خودتون بفرمایید و اینکه این موضوع چقدر اهمیت دارد؟

از جمله فعالیتهای اجرایی من در دانشگاه، مدیریت گروه، معاونت آموزشی، ریاست دانشکده، عضویت هیئت ممیزه دانشگاه و عضویت چندین ساله هیئت مدیره انجمن مهندسان کنترل و ابزار دقیق ایران و سایر کمیته های تخصصی برای بررسی مسائل مختلف بوده است. در خارج از دانشگاه نیز به عنوان مشاور طرح های صنعتی در بسیاری از شرکتهای، سازمانها و مراکز همکاری و فعالیت داشتم. هدف فعالیتهای اجرایی، بیشتر در جهت پیاده سازی و اجرای تجارب در مسائل تخصصی و توجه به آنها کمک کننده است.



شکل ۱: نشست صمیمانه اساتید مهندسی کنترل در حاشیه ششمین کنفرانس بین المللی کنترل، ابزار دقیق و اتوماسیون - کردستان ۱۳۹۸

۱۴- وضعیت ارتباط دانشگاه با صنعت از نظر شما چطور هست؟ و چگونه میتوان این شرایط را بهتر کرد؟

ارتباط دانشگاه با صنعت تا حد زیادی بستگی به اراده صنعت دارد تا پروژه را به دانشگاه واگذار کند و شاید به علت این که صنایع بزرگ ما دولتی هستند، این موضوع خیلی تابع مدیر داشته باشد و بتواند این ارتباط را عملی کند و گرنه از طرف وقت آن صنعت هست که چه میزان اعتقاد به این ارتباط دانشگاهیان علاقه‌مندی زیادی هست و وقت و تلاش زیادی بابت ثبت پروپوزال صرف می‌کنند. متأسفانه یک ارتباط سیستماتیک بین صنعت و دانشگاه برقرار نیست و علت آن شاید این باشد که دانشگاه‌ها از نظر مالی و بودجه مستقل نیستند و تابع بودجه دولت هستند و در صورت اتمام بودجه، علاقه‌ای بابت دریافت بودجه از جای دیگری ندارند. اگر مستقل بودند و ناگزیر بودند که بودجه‌شان را از صنعت دریافت کنند تلاش بیشتری میکردند که این ارتباط را برقرار کنند. از طرف دیگر، صنایع هم دولتی هستند و برای مدیر دولتی اهمیت چندانی ندارد که چه اتفاقی می‌افتد. اگر صنعت خصوصی بود علاقه بیشتری داشت که یک تحولی در محصولش صورت بگیرد و هزینه پرداخت می‌کرد، در دانشگاه‌ها مثل همه جای دنیا قرارداد می‌بست به این ترتیب کار تحقیقاتی و تکنولوژی ازش بیرون می‌آمد. این نقطه ضعفی است که به طور کلی غالب است و اجازه نمیدهد این ارتباط به صورت طبیعی برقرار شود. در واقع از یک طرف ضعف دانشگاه‌ها از عدم استقلال و وابستگی‌شان به بودجه دولتی و از طرف دیگر صنایع دولتی و عدم علاقه مدیران دولتی به تغییر و تحول به وضعیت کیفیت محصولشان و وارد کردن تکنولوژی از خارج از کشور، این چرخه را معیوب

طراحی کردیم. تنها دانشگاهی هستیم که این گرایش را در کنترل داریم چرا که نیازی بود که احساس می‌کردیم، چون بنده سال‌ها با انجمن مهندسين کنترل کار کردم و در زمینه کنترل با صنایع آشنا هستم و احساس کردم که در این زمینه کمبود هست. در حال حاضر چند سالی است که این گرایش فعال می‌باشد. علاقه‌مند هستم علیرغم اینکه ممکن است تجهیزات کم باشد ولی دانشجویان در این زمینه فعالیت داشته باشند. البته پروژه‌هایی را در زمینه سیستم‌های آزمایشگاهی و کنترل تهویه مطبوع، ساختمان هوشمند و غیره انجام دادیم که لیست کارها در گوگل اسکولار موجود است و علاقه‌مندان می‌توانند مراجعه کنند.

۱۳- استاد از شما آثار و مقالات ارزنده‌ای به ثبت رسیده، ممنون میشیم گزیده‌ای از این آثار را عنوان بفرمایید.

مقالات متعددی با دانشجویای دکترا و کارشناسی ارشد در زمینه‌های مختلف از جمله سیستم‌های شناسایی و مدلسازی و سیستم‌های هدایت و ناوبری می‌باشد که البته بدلیل محرمانه بودن پروژه‌های انجام شده، بیشتر در مجلات داخلی انتشار شده‌اند. علاوه بر موارد ذکر شده، سیستم‌های مرتبه کسری برای مدلسازی و کنترل که طبیعتاً تئوری‌های خاص خودشان را دارند. همچنین سیستم‌های آشوبناک و غیرخطی کار شده است. اپلیکیشن‌های کنترل در نیروگاه‌های بادی، بحث نیروگاه‌های خورشیدی و غیره پروژه‌های مختلفی انجام گرفته است. یکی از موضوعاتی که مقالات متعددی کار شده، سیستم‌های از راه دور است که می‌تواند کاربردهای رباتیک را از راه دور فراهم کند. همچنین در مباحث کنترل مقاوم و QFT و غیره کارهایی انجام شده است.



شکل ۲: مراسم اهدای جایزه تعالی آموزشی استادان مهندسی برق کشور (جایزه دکتر جبه‌دار مارالانی) از سوی IEEE بخش ایران - دانشگاه صنعتی شریف ۱۳۹۴

تعداد خارج از کشور هستند.



شکل ۳: نشست صمیمی با دانشجویان آزمایشگاه اتوماسیون صنعتی و ایزاردقیق در روز گرامی داشت مقام استاد _ اردیبهشت ۹۸

۱۸- در مورد گروه کنترل دانشگاه بفرمایید

سال تاسیس زمانی که من اومدم. گروه کنترل ما فقط من بودم در سال ۶۶ من به دانشگاه تربیت مدرس اومدم چند سالی گذشت تا سایر دوستان مثل دکتر بهشتی، دکتر مجد اضافه شدند و همین طور تقویت شد تا الان که با ورود اساتید جوان تلفیق بهتری صورت گرفت و کارایی بالاتر رفت ما از چند سال پیش گرایش اتوماسیون صنعتی را ایجاد کردیم و احساس نیاز شد که این رشته لازم است. به این ترتیب تفاوتی که ما با سایر دانشگاهها پیدا کردیم این بود که به زمینه‌های کنترل صنعتی و اتوماسیون صنعتی در واقع بها دادیم و برنامه‌ریزی کردیم و دوره آن را راه‌اندازی کردیم.

۱۹- برای حسن ختام چه توصیه علمی و اجتماعی برای دانشجویان

من توصیه‌ای که می‌توانم داشته باشم این است که همانطور که بارها در جلسات مختلف معارفه دانشجویان موقعی که رئیس دانشکده بودم گفتم، فرصت را در زمان دانشجویی از دست ندهند. یعنی بهترین دوره هر شخصی زمانی هست که تحصیل می‌کند، خصوصا در تحصیلات عالی. یعنی بهترین دوره زندگی انسان در همین دوره است. اگر بتوانید از این فرصت استفاده کنید و دو محور را دنبال کنید به نظر من می‌تواند خیلی موثر باشد در زندگی آینده هر شخصی برای شما دانشجویان عزیز، مورد اول بحث علم‌آموزی هست که تخصصی را که دنبالش هستید سعی کنید که از مطالب کلاسها و مطالعات جانبی با توجه به اینکه اینترنت وسیله خیلی راحتی هست که شما بتوانید به مطالب مختلف دسترسی داشته باشید و مورد دوم فعالیت‌های دانشجویی

کرده است و این ارتباط، ارتباط طبیعی نیست. برای مدتی برحسب اینکه چه مدیر دولتی و چه مدیران دانشگاهی روی کار باشند این ارتباط تقویت می‌شود و مدتی دیگر احساس نیاز طبیعی برای این ارتباط وجود ندارد.

۱۵- چه راهکاری برای رشد صنعت و فناوری کشور پیشنهاد می‌دهید و سهم دانشجویان در این راهکار چقدر باید باشد؟

تغییر و تحولات در ساختار اجتماعی و اقتصادی صورت بگیرد. تنها کاری که از ما بر می‌آید این است که کیفیت کارمان را ارتقا دهیم. این باور را در دانشجویان ایجاد کنیم که می‌توانند برای نسل‌های آینده تغییر ایجاد کنند. این خودباوری را به نسل‌های آینده انتقال دهیم و اجازه دهیم در بالاترین سطح تخصص آموزش ببینند. کیفیت کار را بالا ببریم و اینها در آینده منشا تغییرات و تحولات اساسی شوند و یک اتفاق خوبی بتواند صورت بگیرد. انشالله

۱۶- آیا در دانشجویان کارشناسی ارشد توانایی تاسیس شرکت دانش‌بنیان حس می‌شود؟

توانایی هست حتی در حد دانشجویان کارشناسی هم هست. بنظر من دانشجویان اگر با علاقه دنبال یک تخصص خاصی حرکت کنند و مطالب مربوط به این تخصص را دنبال کنند، این توانایی را دارند حتی از انتهای مقطع کارشناسی که بخواهند یک طرحی را پیاده‌سازی کنند و دنبال کارآفرینی بروند. در دانشجویان کارشناسی ارشد این توانایی بیشتر هم هست فقط باید این خودباوری ایجاد شود و بتوانند انجام دهند. البته در حال حاضر دانشگاهها کمک می‌کنند در پارک‌های فناوری و پارک‌های تکنولوژی که امکانات لازم را فراهم کنند برای دانشجویانی که طرحی مدنظرشون هست و بتوانند با سعی و خطا با پشتیبانی که از طرف این مراکز می‌شود به نتایج برسند. در این زمینه خیلی از دانشگاهها به این نتیجه رسیدند که باید دنبال کارآفرینی بروند. یعنی این زمینه کارآفرینی را در دانشگاه تقویت کنند. این شاید راه‌حلی باشد که بتوانند یک تحولی ایجاد کنند.

۱۷- تعداد تقریبی دانشجویان و اینکه چه تعداد از شاگردهای شما در عضو هیئت علمی شده‌اند؟

آمار دقیقی ندارم ولی حدودا شاید از دانشجویان دکترا حدودا ۲۰ نفری باشند که به مرحله کارهای دانشگاهی و تدریس تمایل پیدا کرده باشند. به تعداد داخل ایران و به

آرمینه رحمانیان کوشکی

در سال ۱۳۹۸ کارشناسی خود را در رشته ی مهندسی برق کنترل با رتبه ی دوم از دانشگاه بین المللی امام خمینی در قزوین اخذ نمود و هم اکنون دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی برق کنترل از دانشگاه تربیت مدرس در تهران می باشد. او از سال ۱۳۹۸ تا کنون در انجمن علمی مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه تربیت مدرس فعالیت می کند و همچنین عضو دانشجویی IEEE می باشد. شبکه های اجتماعی، دینامیک عقاید و یادگیری ماشین در حوزه ی علایق ایشان قرار دارد.



خصوصاً در انجمن های علمی. بتوانید کار تیمی را یاد بگیرید و ارتباطاتتان را تقویت کنید. این در آینده خیلی به شما کمک می کند که هر جا هستید بتوانید از این دوتا تجربه در آینده کمک بگیرید. یکی تجربه آموزش و کسب مهارت و تخصص هست و یکی هم کارهای فرهنگی و اجتماعی مانند شرکت در کنفرانس ها، سمینارها و بازدیدهای علمی، کارآموزی ها، گردش های علمی یا شرکت در انجمن های علمی یا همین کاری که شما دارید انجام می دهید در انجمن IEEE و ... این موارد خیلی در آینده به شخصیت شما کمک می کنند و اینکه بتوانید فرد موثری برای جامعه باشید.

سوال ۲۰- سخن پایانی شما

خیلی ممنون از لطف شما. من خیلی تشکر می کنم از فعالیت شما در این شرایطی که یک مقدار ممکن است بعضاً شرایط نامناسبی باشد و بعضی دانشجویها احساس کنند که خیلی فعالیتی نیست. این کاری که شما انجام می دهید باعث می شود که بقیه علاقه مند شوند که این فعالیت های فوق برنامه را دنبال کنند.

زهرا فرحزادی

در سال ۱۳۹۶ مدرک کارشناسی خود را در رشته مهندسی برق الکترونیک از دانشگاه الزهرا دریافت کرد. وی از سال ۹۶ به مدت دو سال در شرکت سام انرژی در زمینه انرژی های تجدید پذیر مشغول به کار بود. از سال ۱۳۹۸ در دوره کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس در رشته مهندسی برق کنترل مشغول تحصیل است. همچنین عضو شوری مرکزی انجمن علمی از سال ۱۳۹۸ و عضو فعال شاخه IEEE تربیت مدرس در سال ۲۰۲۰ است. زمینه های پژوهشی و علایق ایشان تشخیص و شناسایی عیب سیستم های خورشیدی، یادگیری عمیق و هوش مصنوعی است.



مصاحبه کنندگان

سکینه پاشائی

در سال ۱۳۹۵ مدرک کارشناسی خود را در رشته مهندسی برق کنترل از دانشگاه صنعتی سهند تبریز دریافت کرد. وی از سال ۱۳۹۸ در دوره کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس در رشته مهندسی برق کنترل مشغول تحصیل است. همچنین عضو شوری مرکزی انجمن علمی از سال ۱۳۹۸ و عضو فعال شاخه IEEE تربیت مدرس در سالهای ۲۰۱۹ و ۲۰۲۰ است. زمینه های پژوهشی و علایق ایشان تشخیص و شناسایی عیب سیستم های صنعتی همچنین هوش مصنوعی است.



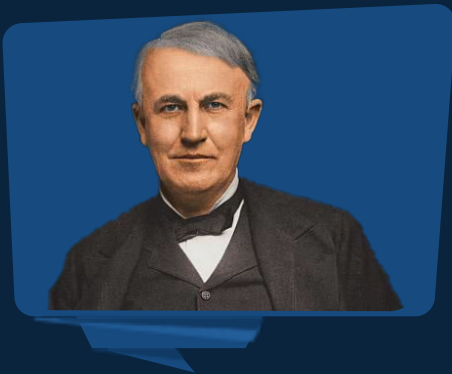
مینا عکروش

متولد تیر ۷۳ استان خوزستان - اهواز. عضو دانشجویی IEEE در سال ۱۳۹۵ لیسانس خود را در رشته مهندسی برق کنترل از دانشگاه جندی شاپور اخذ نمود و هم اکنون دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی برق کنترل از دانشگاه تربیت مدرس تهران می باشد. زمینه های تحقیقاتی مورد علاقه عبارتند از: یادگیری ماشین. یادگیری عمیق. شناسایی و تشخیص عیب. کنترل غیرخطی. کنترل تصادفی



**New
Scientific**
Podcast

The New Scientific Annual Podcast



Thomas Alva Edison was an inventor, entrepreneur, and businessman who was born in 1847 in Milan, Ohio. The great scientist we often know for inventing incandescent lamps, gramophone, alkaline batteries, and direct current (dc) power systems. As a child, he lost part of his hearing due to scarlet fever, which later led to his expulsion from school. The dismissal for which various stories have been

made today, most of which were just the author's own fantasies. He patented his first invention at the age of 21, and his last invention was registered a few months after his death. Thomas married twice and has had six children. In this podcast, you will listen to the life of Thomas Edison.

In order to access this podcast you can scan the QR-Code below the page.



Mohammad Amin Ghasemi received his bachelor's degree in control from the Faculty of Electrical and Computer Engineering of the Noshirvani University of Technology in Babol in 2018. He is currently a graduate student in Control at Tarbiat Modares University. Among his fields of work is the processing of EEG signals and machine learning. He is currently the Deputy Secretary of the Electrical and Computer engineering Association and the IEEE Treasurer of Tarbiat Modares University, as well as an active member of the Membership Committee of the IEEE Association of Iran.



دانشگاه نوسیروانی
معاونت فرعی و کامپیوتر



انجمن علمی
مهندسی برق و کامپیوتر
دانشگاه تربیت مدرس



 tmu.ieee.org.ir

 [TMU_IEEE](#)

 [ieee_tmu](#)



مقالات مروری و دانستنی‌های برق

- تاثیر ویروس کرونا بر فناوری
- کاربرد نسل پنجم ارتباطات (5G) در اینترنت اشیا ۲۰۲۰
- از کجا آمده‌ام آمدنم بهر چه بود
- تحریک الکتریکی عضله

Electrical review articles and knowledge

- The Impact of Corona Virus on Technology
- Application of the Fifth Generation of Communication (5G) in the Internet of Things 2020
- Where is my Origin?
- Electrical Stimulation of Muscle



تأثیر کرونا بر فناوری

مهلا کریمیان^۱، دکتر مونا مرادی^۲

Nimemah1379@gmail.com

۱- مهلا کریمیان، کارشناسی دانشگاه آزاد واحد تهران شمال، تهران

Mo.moradi90@gmail.com

۲- استادیار دانشگاه تهران شمال، دکتری معماری کامپیوتر، تهران

زمینه و هدف: پیشرفت تکنولوژی در زمینه پیشگیری و درمان بیماری‌ها، نقش مؤثری ایفا کرده است. در این بین، کرونا به عنوان ویروسی فراگیر بر تمامی ابعاد زندگی ما غالب شده است. این اثر نشان می‌دهند که یک قدرت مافوق بشری، برای حل این مساله نیاز است. قدرتی که بتواند با تحلیل رفتار ویروس به تجویز درمان ویروس میسر شود. اما این قدرت از چه علمی و فناوری سرچشمه دارد؟ در این مقاله، با هدف تعیین نقش تکنولوژی در پیشگیری و درمان بیماران، تأثیرات تکنولوژی در زندگی و بهره‌گیری از فناوری روز دنیا، هوش مصنوعی، در تحلیل رفتار ویروس‌های متفاوت انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها: این مقاله، یک مطالعه تطبیقی با رویکرد کاربردی و باهدف بررسی تأثیر فناوری در حل مسائل روز دنیا است. مقالات، بسیاری از گزارش‌ها و وبسایت‌های مرتبط با این زمینه وضعیت استفاده از جدیدترین فناوری‌ها در این حوزه، با استراتژی جستجوی مشخصی مورد بررسی قرار گرفتند.

کلیدواژگان: هوش مصنوعی، کرونا، رسانه‌های دیجیتال، تکنولوژی

Background and Aim: The advancement of technology in the field of prevention and treatment of diseases has played an effective role. In the meantime, the corona as a pervasive virus has dominated all aspects of our lives. This effect shows that a superhuman power is needed to solve this problem. A power that can be prescribed by analyzing the behavior of the virus to prescribe treatment for the virus. But what does this power come from?

In this article, with the aim of determining the role of technology in the prevention and treatment of patients, the effects of technology in life and the use of modern technology, Artificial intelligence, has been done in analyzing the behavior of different viruses.

Materials and Methods: This article is a comparative study with an applied approach and aims to investigate the impact of technology in solving world problems. Articles, many reports and websites related to this field and the status of using the latest technologies in this field, were examined with a specific search strategy.

Keywords: Artificial intelligence, corona, digital media, technology

۱- مقدمه

به سبب بزرگ شدن فناوری‌های نوین و تکنولوژی، دنیا در حال کوچک شدن است!

این تغییر ساختاری که از سال ۱۳۹۲ حرکتی روبه جلو دارد، امروزه خود را به جایی رسانده که توانایی ارتباط با تمامی ابعاد زندگی آدمی را دارد. یکی از آن ابعاد ویروس‌هایی هستند که هر چند دهه با ورودشان، کسب و کار، فناوری، حیات و... بر هم می‌زنند. در چند دهه قبل مبارزه با یک ویروس، تنها به روش سنتی مؤثر بود. اما امروزه با کشف و شکوفایی علوم مختلف به تحلیل رفتارهای ویروس و الگوگیری از آن به جهت استفاده در درمان کاربرد دارد. علاوه بر آن، انواع رسانه‌ها از جمله رسانه‌های دیجیتال به عنوان رسانه در انتقال محتوا بسیار مؤثر بوده‌اند.

۲- تاریخچه رسانه‌های دیجیتال

امروزه رسانه‌های دیجیتال، فضای مجازی، بسترهای آنلاین، انس و الفت زیادی با زندگی‌های شخصی، اداری و تحصیلی سراسر مردم دنیا ایجاد کرده است. واژگانی که با پیشرفت جوامع بشری، روزبه‌روز در حال گسترش کمیت و ارتقاء کیفیت هستند. این در حالی است که برخورد عمومی جامعه با هر پدیده نوظهور در ابتدا با مقاومت و ترس همراه است اما با گذر زمان، قدرت جریان‌های مدرن و آشنایی ملموس‌تر، جایگاه خود را از ترس به نیاز اصلی بشر می‌دهد به گونه‌ای که سنتی‌ترین جوامع هم ناگزیر به پذیرش پدیده نو هستند. چنان سرعت نفوذ فناوری بالا است که افراد مجال هر تفحص و مقاومتی را ندارد و در مدت زمانی کوتاه، تسلیم می‌شوند. رسانه با اعلام حضور فرد به عنوان رسانه، در حوزه علوم ارتباطات و جوامع دانشگاهی و جامعه‌شناسی، مورد بررسی قرار گرفتند. برخی این پدیده را یک آسیب و تهدید فراگیر تلقی می‌کنند و برخی دیگر، این را فرصت می‌پندارند. برخی نیز سنتی از این دو یعنی هم فرصت و هم تهدید یاد می‌کنند.

بعضاً، این تهدید فراگیر را زودگذر دانسته و تلاش کردند که از توسعه آن جلوگیری کنند اما دیری نپایید که این افراد، خود را در سکوی مدال طلای استفاده و تعامل با این فضا یافتند! با فراگیری عمومی فناوری‌های نوین در ساختار رسانه‌ای جهانی، می‌توان رسانه‌های طرح را به سه دسته طبقه‌بندی کرد:

(الف) رسانه‌های چاپی یا کاغذی مثل روزنامه و مجله

(ب) رسانه‌های الکتریکی مانند رادیو و تلویزیون

(ج) رسانه‌های دیجیتالی مانند شبکه‌های اینترنتی و موبایل

در حال حاضر با کمک تجهیزات مدرن، محتوا و رویدادها به شکل متن و تصویر در اختیار مخاطبان قرار می‌گیرد و پروسه تولید، توزیع و دسترسی مخاطب درهم آمیخته شده است و فاصله زمانی نمی‌توان برای آن تصور کرد. این در حالی است

که در گذشته در رسانه‌های الکتریکی، روزنامه‌های مکتوب، فاصله زمانی تولید، انتشار و دسترسی مخاطب به اطلاعات، بسیار زیاد بوده است.

این مقاله سعی دارد فارغ از دو رسانه اول که در جایگاه خود فعالانه وارد بخش دیجیتالی شدند، به تأثیرات نوع سوم رسانه‌ها در زندگی بپردازد.

در تعریف رسانه‌ها دیجیتال گفته می‌شود که رسانه‌هایی که تولید، مبادله و توزیع محتوا به صورت مصور، نیمه مصور در آن‌ها تنها به کمک ابزارهای مجهز به پردازشگر دیجیتال میسر باشد شامل شبکه‌های جهانی اینترنتی، رسانه‌های مبتنی بر حامل فیزیکی دیجیتال از قبیل بسترهای نرم‌افزاری رسانه‌ای، هنرهای دیجیتالی و ابزارهای تشخیص بیماری، درمانی و مانند آن‌ها رسانه‌های دیجیتال محسوب می‌شوند. [۱]

از ویژگی‌های منحصر به فرد رسانه‌های دیجیتال آن است که بدون حد و مرز، همه‌جا حضور دارند. علاوه بر این، حافظان محیط هستند و به منظور تأمین نیازمندی‌های این محیط، بین افراد جامعه همبستگی ایجاد می‌کند. رسانه‌های دیجیتال با حرکت روبه جلوی خود، جامعه را پویاتر و واکنش‌پذیرتر می‌کند که این ارتباط مستمر، نقش مؤثر مسئله است. رسانه‌ها نقش آفرینی خود را در شروع حیاتشان به پا داشتند. آن‌ها به عنوان نقطه عطف میان تمامی اجزا و انسان‌ها و موجودات به انتقال تجربیات و هماهنگ کننده اطلاعات هستند. تطبیق و تلفیق اطلاعات به صورت پروسه محور، ما را به علم می‌رساند. کم‌کم این علم خالص، جهت‌دار می‌شود و در حوزه‌های پزشکی، روان‌شناسی و ... رخ نشان می‌دهد. یکی از مصادیق آن ردپا رسانه‌های دیجیتالی را در نظام سلامت، ترویج سبک زندگی سالم، بسترسازی جهت توسعه فرهنگ سلامت و بررسی تجارت ملی و بین‌المللی، ارتقا سلامت جامعه را می‌توان یافت.

به گونه‌ای که از گوشی همراه به عنوان سلامت همراه بهره گرفته می‌شود. [۲]

با نصب برنامه‌های مختلف برای بررسی سلامتی لحظه‌ای افراد و هشدارهای هوشمند برای ارتقا سطح کیفی زندگی از مصادیق آن است. [۳]

۱-۲- نقش رسانه‌های دیجیتال



شکل ۲: نقش رسانه [۱۹]

در طول تاریخ، با شیوع انواع بیماری‌ها و ویروس‌ها همچون طاعون در آتن اولین بیماری عفونی فراگیر بود تا کووید ۱۹ که جدیدترین آن در وسعت جهانی است، خسارت‌های بسیاری بر کالبد آدمی، تعاملات اجتماعی و اقتصادی او داشته است. اما در دوره معاصر، در بهیبه فراگیری ویروس ناگهان زندگی انسان با تکنولوژی پیوند سریع‌تری را برقرار کرد. [۶] این تغییر شگرف، با مدد اعضای کمیته پزشکی به کرونا معروف شد. این ویروس متفاوت، در ابعاد مختلف زندگی مان هم نفوذ کرده و دست به تغییراتی زده است.

در زندگی فردی و اجتماعی به افزایش سطح بهداشت فردی، از دست دادن عزیزان، منجر شد.

امنیت و حریم خصوصی شهروندان در دوران همه‌گیری کووید ۱۹ به چالش کشیده شد، چرا که در این دوران به علت نیاز به کنترل شهروندان برای مبارزه با این ویروس همه‌گیر، دولت‌ها وارد حریم خصوصی افراد می‌شوند. کارشناسان بیماری‌های عفونی می‌گویند، ردیابی تهاجمی افرادی که جواب تست کووید ۱۹ آن‌ها مثبت است، می‌تواند بهبود را سرعت بخشد و از شیوع آن جلوگیری کنند. در نتیجه استفاده از داده‌های تلفن‌های همراه و داده‌های مکانی بسیار مهم است. بر اساس گزارش‌ها، گوگل و فیس‌بوک در حال برقراری ارتباط با دولت آمریکا برای به اشتراک گذاشتن اطلاعات مکان‌هایی هستند که اطلاعات کمی از آن‌ها در این رابطه وجود دارد. سایر شرکت‌های فنی بزرگ و کوچک، به دنبال نوآوری در تکنولوژی ردیابی مکانی هستند. محققان دانشگاهی در تلاش هستند تا روش‌هایی برای ردیابی افراد با حفظ حریم خصوصی ایجاد کنند. دانشگاه ام آی تی، هاروارد بخشی از گروه اپیدمیولوژیست‌ها، مهندسی‌ها، دانشمندان و طرفداران حریم خصوصی دیجیتال که بر روی برنامه‌های تلفن همراه کار می‌کنند و ممکن است در این راه کمک کنند [۷].

در بعد تحصیلی و اداری، سبب تعطیلی بسیاری از جلسات و رویدادها شد. در زیست مجازی، غول‌های فناوری همچون اپل و شیائومی به صورت علنی اعلام کردند که شیوع ویروس کرونا بر نتایج عملکرد آن‌ها در سه ماهه جاری، به میزان قابل توجهی تأثیر خواهد داشت.

بسیاری از کنفرانس‌های توسعه‌دهنده مشهور چون: شرکت اپل، شرکت‌های توسعه‌دهنده بازی، FIA (فدراسیون بین‌المللی اتومبیل رانی یا رویه جهانی مسابقات مقدماتی، که قرار بود برگزار شود تا اطلاع ثانوی به تعویق افتاد). [۸]

طبق تحقیقات بازار چین، پیش‌بینی می‌شود که نرخ تولید تلفن هوشمند در جهان در سه ماهه نخست، بیش از ده درصد کمتر از میزان مورد انتظار پیش از شیوع ویروس است. البته این ویروس، پا فراتر می‌گذارد و تنها به تعطیلی بازارهای موبایل و گوشی هوشمند اکتفا نمی‌کند! [۹]

از دیگر نقش‌آفرینی تکنولوژی درمان بیماری‌هاست که می‌توان به پرستاری از راه دور یا تله نرسینگ است. شاخه از پزشکی از راه دور که پرستاران می‌توانند به کمک امکانات مخابراتی و تکنولوژی اطلاعات از فواصل دور با بیماران مناطق محروم و دور ارتباط درمانی داشته باشند استفاده از این تکنولوژی، سبب دسترسی بهتر و سریع‌تر بیمار به خدمات بهتر، دستیابی به بهترین مهارت‌های تخصصی افزایش کیفیت درمان اشاره نمود. [۴]

۳-ارتباط تکنولوژی با بهبود بیماری‌ها



شکل ۱: تکنولوژی و درمان [۱۸]

بله! تکنولوژی نه تنها با انسان‌ها، اشیا و ... ارتباط برقرار کرده است بلکه توانسته است به انواع بیماری‌ها و ویروس‌ها مرتبط شود. جالب است از راه‌های گوناگونی برای تشخیص و درمان بهره می‌گیرد! برای مثال: برای بهبود سلامت روان افراد از بازی‌های کامپیوتری استفاده می‌کنند. همان‌طور که ثابت شده است که سلامت جسم به سلامتی روان منجر می‌شود این بازی‌ها با افزایش فعالیت جسمی و به‌طور خاص ورود مسائل روان‌شناسی به این بازی‌ها، به درمان بیمار هدف می‌پردازند. بازی اسپارم یکی از آن راه‌های درمانی است که فرد در محیط حرکت کرده و مسئولیت و چالش‌های مختلفی را تکمیل می‌کند که به‌طور خاص به او تکنیک‌های درمان بیماری‌اش را می‌آموزد. در این‌گونه بازی‌های کامپیوتری فرد ملزم است افکار منفی خود را کنترل کند [۵] حتماً، این‌گونه فکر می‌شود که تکنولوژی مسلط بر بیماری‌ها شده است که آن قدر پیشرفت حاصل شده است! اما با بررسی یک موضوع ملموس‌تر، می‌شود به مطلبی فراتر از آن پی برد!

۳-۱- پل ارتباطی تکنولوژی با کووید ۱۹



شکل ۳: کرونا ویروس [۲۰]

به عبارتی تکنولوژی مغلوب این ویروس شده است! برخلاف دیگر ویروس‌ها، کرونا تأثیر گسترده‌ای به سرعت پیشرفت گسترش کسب‌وکار و فرصت‌های بیشتر و خلق رویدادهای هوشمندانه‌تر با رویکردهای نو داشته است.

به همین منظور است که این ویروس را نسبت به سایرین، متفاوت کرده است.

۴- مزایای رشد تکنولوژی

می‌خواهم شما را به دنیای گذشته ببرم. تصور کنید این ویروس ۲۰ سال قبل قدم در جهان می‌گذاشت. به نظر چه اتفاقی می‌افتاد؟ آیا امکان ماندن در خانه برای آنکه شیشه عمر این غول شکسته شود، وجود داشت؟

در واقع در خانه ماندن در اوایل دهه ۸۰ یعنی سر رفتن حوصله یا بازی در کوچه‌ها برای کودکان!

اما امروزه به لطف تکنولوژی و گسترش فضای مجازی و شبکه‌های اجتماعی می‌توان بخش اعظمی از وقت خانه شینی را پر کرد. دل‌تنگی‌ها و ندیدن‌ها با چت‌های تصویری تا حدودی رفع می‌شود. به لطف گسترش اینترنت، مشاغلی که می‌توانند از راه دور به فعالیت خود ادامه دهند، دور کاری می‌کنند؛ بدون این‌که خدشه‌ای به کارشان وارد شود. شبکه‌های اجتماعی کاری کرده‌اند که مردم در حالی که از هم دور هستند اما با هم هستند. خیلی‌ها از طریق همین شبکه‌های اجتماعی به دیدوبازدید نروزی رفتند. با پدر بزرگ و مادر بزرگ خود حرف زدند و آن‌ها هم با دیدن تصویر فرزندان و نوه‌های خود شاد شدند. دیگر احتیاجی نیست مردم برای کسب اخبار کرونا تا ساعت ۱۴ یا ۲۱ اخبار شبکه یک صبر کنند. طیف‌های مختلف مردم به راحتی از طریق شبکه‌های اجتماعی در جریان اخبار قرار می‌گیرند و اوضاع کشور را رصد می‌کنند.

شاید وقت آن رسیده است که در کنار تشکر از کادر پزشکی، نیروی انتظامی و همه مبارزان خط مقدم مقابله با کرونا، از اینترنت و شبکه‌های اجتماعی به خاطر آسان کردن شرایط خانه نشینی تشکر کنیم. [۱۱]

۴-۱- معایب سو، تکنولوژی

با وجود مزایای گسترده تکنولوژی در حل هوشمندانه مسائل، وسعت دامنه انتشار، تنوع ارائه محتوا، تعاملی بودن فضا، کاهش هزینه‌ها و ... استفاده افراطی از این فضاها، ما را دچار اختلالات و مسائلی خواهد کرد.

یکی از معایب، وابستگی به تکنولوژی جدید است. برای مثال، با اختراع ماشین حساب، مؤلفه فکر کردن برای انجام محاسبات روزمره زندگی یا تحصیلی در انسان‌ها به یک ماشین سپرده می‌شود و از حافظه خود کمتر بهره گرفته می‌شود. در برخی از کشورهای دنیا، جانشین‌های دیجیتالی با استفاده از رشد علم

درست است که در هر شری، خیری نهفته است اما چگونه می‌توان برای ویروسی که پا قدمش با استرس و ترس جمعی همراه بوده و به مرگ برخی نزدیکانمان منجر شد، ثمره و خیری قائل شد؟؟؟

بباید با عینکی متفاوت به مصداق شعر حافظ که می‌گویند «عیب می‌جمله بگفتی هنرش نیز بگو» کرونا را ارزیابی کنیم. بهتر است به مراسمات ترحیم که بسیار از مقصود دعا خوانی برای آرامش روح متوفی فاصله گرفته، بنگریم. انبوهی از تشریفات زائد و حضور بیشمار مهمانان و مراسم دعای روزهای سوم و هفتم ... هزینه رستوران، گل، آگهی و دیگر مصیبت‌هایی که خودش گاه‌ها مصیبتی مضاعف بود، امروزه با تشکیل گروهی از اعضای خانواده و آشنایان در رسانه‌ها این هدف احیا شد.

کرونا هشدار برای جامعه ناخدایان مغرور که سوار بر مرکب علم همه چیز را مسخره می‌کردند و حال اسیر ویروسی میکروسکوپی شده‌اند، است.

مراودات اداری و آموزشی ما نیز این روزها شیب تندی را به سوی جهان جدید ارتباطی، طی می‌کند که در جای خود مغتنم است.

سخت‌ترین مسئله کشورمان، رنج از آلودگی هوا با خودروها و سوخت‌های غیراستاندارد را به کم اهمیت‌ترین آن تغییر می‌دهد. کرونا ویروس مفیدی و متفاوتی است! دامنه‌های وسیع آی آر ها که سال‌هاست خاک خورده‌اند در حال تکان خوردن، هستند. شاید بتوان در آینده‌ای نزدیک وام گرفت و همان لحظه خونه‌ای دیگر خریداری کرد، آن هم تنها روی صندلی آشپزخانه!

او موجودی پیچیده و توانمند است؛ زیرا توانست کاری کند که برای دریافت چهار امضا، چهار جهت جغرافیایی شهر را طی نکرد!

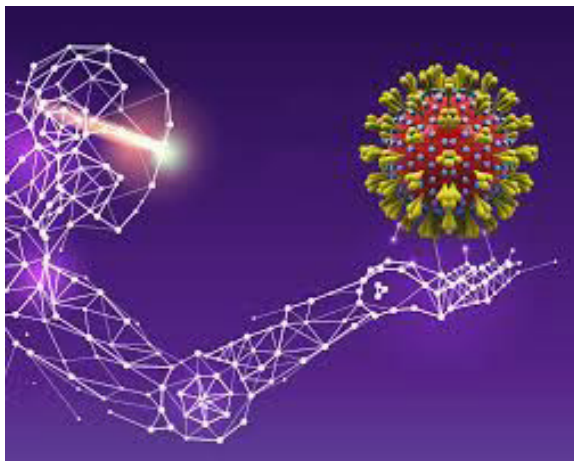
از طرفی در حوزه رصد تشخیص درمان و پیشگیری، خدمات سلامتی الکترونیکی با استفاده از شبکه‌های ارتباطی مشترک این تهدید را به فرصت تبدیل کردند. این زمینه‌های پیشرفت، از جمله فواید عام این ویروس هستند. [۱۰]



شکل ۴: استفاده از فناوری در فرایند سلامت [۲۱]

طبق اظهارات سازمان بهداشت جهانی، این ویروس رفتارهای عجیب متفاوتی دارد. چرا که ویروس کرونا سبب استفاده گسترده تکنولوژی و فناوری‌های دیگر چون هوش مصنوعی، تدریس مجازی و ... شده است.

۵- هوش مصنوعی و کرونا



شکل ۵: هوش مصنوعی [۲۲]

امروزه، برخی علوم به سبب فراگیری و تعمیم‌شان در ابعاد مختلف، مفیدتر واقع می‌شوند. یکی از این شاخه‌های گسترده علوم رایانه‌ای که با طراحی الگوریتم‌های هوشمند، از رفتار انسان الگو می‌گیرد و سعی به انجام امورات فکری چون تصمیم‌گیری است، هوش مصنوعی می‌باشد.

هوش مصنوعی، با شبیه‌سازی عملکرد انسان گونه همانند تشخیص و حل مسئله، فراگیری، برنامه‌ریزی سعی بر عرض اندام در حوزه‌های مختلف را دارد.

یکی از حوزه‌های مذکور، زمینه بهداشت و درمان است. عمدتاً از تکنیک‌های رایانه‌ای برای انجام تشخیص و آزمایش بالینی به صورت خودکار و غیرتهاجمی استفاده می‌شود [۱۴]

این هوش سه مسئولیت دارد: [۱۵] الف) تمامی داده‌ها و متون علمی را در خصوص مسئله بررسی می‌کند.

ب) دی ان ای و ساختار ویروس را بررسی می‌کند.

ج) مضرات و فواید داروهای قابل استفاده را بررسی می‌کند. یکی از کاربردهای بنیادین هوش مصنوعی، پیش‌بینی وضعیت حوزه مربوطه است. مدل‌سازی پیش‌بین، با استفاده از تکنیک‌های داده کاوی و یادگیری ماشین به تخمین حالات آینده یک سیستم یا محیط می‌پردازد.

یکی از حوزه‌های پررنگ آن، شناسایی بیماری‌های واگیردار است که در صدر پیش‌بینی ویروس کرونا به خوبی قابل رؤیت است. [۱۶]

از اولین گزارش شیوع کرونا ویروس در ووهان چین، شاهد گسترش آن در صد کشور دنیا بودیم. بسیاری از کشورها با کمک تحلیل داده‌های آماری و طراحی الگوریتم‌های هوشمند ... و آمادگی لازم را برای مقابله با این بیماری دارند.

هوش مصنوعی در تشخیص، پیگیری و پیش‌بینی عوامل مؤثر بر میزان انتقال این بیماری، کارآمد محسوب می‌شود.

روز دنیا همچون هوش مصنوعی توانسته‌اند جایگزین برای تلاش و ذهن انسانی باشد. به گونه‌ای که تکنولوژی را برادر بزرگ‌تر می‌خوانند و در انجام بسیاری از امور به آن وابسته‌اند. همچنان که اگر روزی اتفاقی بیافتد، انسان با بسیاری از قوای ذهنی خود که از دست رفته است، چگونه می‌خواهد به زندگی ادامه دهد؟! [۱۲]

از طرفی در دسترس بودن همه ابزار، منجر به کاهش آستانه تحمل افراد می‌شود.

به نظر می‌رسد که ظهور یوتیوب و دیگر سرویس‌های استریمینگ ویدیو، تأثیر زیادی بر کاهش صبر افراد به خصوص در زمینه‌ی سرگرمی داشته است. در این زمینه باید به یکی از پژوهش‌ها اشاره کنیم که محققان آن پروژه، میزان صبر حدود ۶ میلیون کاربر اینترنت را برای لود شدن ویدیو در سایت‌های استریمینگ ویدیو اندازه‌گیری کردند. نتیجه‌ی این پژوهش واقعاً شگفت‌انگیز بود. به‌طور میانگین، افراد تنها ۲ ثانیه برای لود شدن ویدیو صبر می‌کنند و اگر در طی این مدت ویدیوی مذکور لود نشد، آن ویدیو را رها می‌کنند.

تأثیر این کاهش صبر را می‌توانیم در زندگی واقعی هم مشاهده کنیم. بسیاری از فروشگاه‌های اینترنتی امکان ارسال کالا در همان روز سفارش را فراهم کرده‌اند، اپلیکیشن‌های مربوط به ارسال غذا وعده‌ی ارسال سریع می‌دهند و اپلیکیشن‌های مربوط به تاکسی‌های آنلاین به محبوبیت زیادی رسیده‌اند. تأثیر جی‌پی‌اس بر عملکرد مغز از دیگر ماه عسل هاست.

جی‌پی‌اس به بخش جدایی‌ناپذیر زندگی روزمره‌ی ما بدل شده و بسیاری از افراد بدون استفاده از این فناوری قادر به پیدا کردن بسیاری از مسیرها و مکان‌ها نخواهند بود. در همین زمینه، دانشگاه مک‌گیل دست به انجام پژوهشی زد. نتیجه‌ی این پژوهش این بود که استفاده‌ی بیش از حد از جی‌پی‌اس می‌تواند تأثیرات منفی بر عملکرد حافظه‌ی بلندمدت مغز داشته باشد. این موضوع به هیپوکامپوس برمی‌گردد؛ بخشی از مغز که مسئول کنترل حافظه است و همچنین به ناوبری فضایی هم ارتباط دارد. محققان این پژوهش می‌گویند که افرادی که کمتر از جی‌پی‌اس استفاده می‌کنند و برای مسیریابی به حافظه‌ی خود تکیه می‌کنند، بخش هیپوکامپوس فعال‌تری دارند. یکی دیگر از دانشمندان مغز و اعصاب هم در این زمینه گفته که تکیه‌ی بیش از حد به فناوری جی‌پی‌اس، می‌تواند به منجر به زوال عقل زودرس شود. [۱۳]

تمامی اثرات مذکور، هنگامی از سود به ضرر در انسان تبدیل می‌شود، که از آن در جهت سوء بهره گرفته شود. قطعاً با استفاده صحیح و هوشمندانه نه تنها درگیر اختلالات نمی‌شویم بلکه به ابداع و اختراع علوم و فناوری جدید می‌پیماییم.

هرچه داده‌های بیشتری از رفتار و آثار آن داشته باشیم، به معنای راه مبارزه بهتر با این ویروس است. [۱۷]

بنیان‌گذار شرکت بلورات چنین توضیح می‌دهد: «ما در حال حاضر از پردازش زبان طبیعی و یادگیری ماشین برای پردازش حجم زیادی از داده‌های متنی ساختار یافته در ۶۶ زبان مختلف استفاده می‌کنیم. داده‌های ما هر ۱۵ دقیقه به روزرسانی شده و بیش از ۱۰۰ نوع بیماری واگیردار را پوشش می‌دهد. اگر می‌خواستیم این کار را به صورت دستی انجام دهیم احتمالاً به صدها نفر نیازمند بودیم. اما حالا متخصصان سلامت به جای تمرکز بر گردآوری و ساختاردهی به داده‌ها می‌توانند بر تحلیل آن‌ها و طراحی واکنش صحیح در برابر خود تمرکز کنند.»

این فناوری نوین، همچنین سرعت پردازش درخواست‌های درمانی را افزایش و تعامل فیزیکی بین بیمار و دکتر را کاهش می‌دهد. استفاده بهینه از داروهای موجود، ارائه داروهای جدید برای مبارزه با این بیماری از دیگر دستاوردهای این هوش است. [۱۸]

برای درمان کرونا و کشت ویروس کرونا هم از همین نظام بهره گرفته می‌شود.

شناخت ساختار پروتئین‌های میزبان ویروس از طرفی، استخراج ویژگی‌های ویروس کرونا و شبیه‌سازی رفتار این ویروس می‌تواند به نحوه آغاز رفتار تهاجمی و حتی رفتار ویروس و یا واکنش مؤثر برای کووید ۱۹ دست پیدا کرد؛ که همه این زمینه‌های پیشرفت زیرسایه هوش مصنوعی تحقق پذیر خواهد بود.

۶- نتیجه گیری

برای مهار همه‌گیری جهانی کرونا که جان بسیاری را می‌گیرد، به تلاشی فوق بشری نیاز است. همان‌طور که گفته شد، هوش مصنوعی کارایی خود را در پزشکی به اثبات رسانده است. افزایش طول عمر انسان و اضافه شدن جمعیت یکی از دستاوردهای فناوری قرن بیست و یک می‌باشد. با پیشرفت تکنولوژی و به دنبال آن بهبود شرایط بهداشتی که منجر به آگاهی بیشتر، پیشگیری از بیماری‌ها و در نهایت افزایش امید به زندگی سالمندان می‌شود، می‌توان جامعه‌ای سالم‌تر و سالمندانی شاداب‌تر داشت. کرونا نقطه پرتابی هست که به این اهداف زودتر خواهیم رسید. اهدافی که شاید به جای ده سال در چهل سال آینده رقم می‌خورد.

به امید پیشرفت‌های بیشتری از جنس کرونا ویروس!

۷- مراجع:

۱- <https://www.irna.ir> رسانه های دیجیتال کارکردها و

پیامدها/سید محمد باقر نوربخش

خبرگزاری ایرنا/ ۱۳۹۶

۲- مقاله نقش فناوری اطلاعات در پزشکی در برنامه‌های سلامت سالمندان با معرفی فعالیت‌های کشورهای فرانسه و سوئد/

آرزو طاهری، مریم شیرانی، محمد ظهوری/فصلنامه بیمارستان/۱۳۹۹

۳- <http://Kameldelpasand.blogfa.com> دیجیتال شدن رسانه‌ها

و تأثیرات اجتماعی آن/محمی دل پسند/وبلاگ شخصی، تاملاتی در باب جامعه‌شناسی، شهر، فرهنگ و توسعه/۱۳۹۱

۴- مقاله پرستاری از راه دور: گزینه‌ای مناسب جهت بهبود فرایند آموزش به بیمار، الهام مسرت و همکاران، مجله سلامت و مراقبت دانشکده پرستاری و مامایی اردبیل/۱۳۹۰

۵- <http://simiaroom.com> کاربرد تکنولوژی در بهبود سلامت روان/خبرگزاری سیمیاروم/۱۳۹۹

۶- <http://hamshahrionline.ir> استفاده از فناوری‌های جدید |

سلامت الکترونیکی در مقابل کرونا/ دکتر سعیدرضا عاملی/ روزنامه همشهری/۱۳۹۸

۷- <http://khoger.news> دوازده تأثیر ماندگار کووید ۱۹ بر صنعت تکنولوژی/منا ناصری/خوگر نیوز/ ۱۳۹۹

۸- <http://newspaper.hamshahrionline.ir> استفاده از فناوری‌های

جدید | سلامت الکترونیکی در مقابل کرونا/ دکتر سعیدرضا عاملی/روزنامه همشهری/۱۳۹۸

۹- <http://eghtesadonline.com> ویروس کرونا تا چه اندازه بر صنعت تکنولوژی جهان تأثیر خواهد داشت؟/کاهش ۱۰ درصدی تولید موبایل/مهسا نجاتی/اقتصاد آنلاین/۱۳۹۸

۱۰- <http://hamshahrionline.ir> استفاده از فناوری‌های جدید |

سلامت الکترونیکی در مقابل کرونا/ دکتر سعیدرضا عاملی/ روزنامه همشهری/۱۳۹۸

۱۱- <https://www.irna.ir> رسانه های دیجیتال کارکردها و پیامدها/سید محمد باقر نوربخش/خبرگزاری ایرنا/ ۱۳۹۶

۱۲- <http://www.kavyab.com> مزایا و معایب تکنولوژی در دنیای امروز/مجله آنلاین سبک زندگی کاویاب/صبا پلاشانی/۱۳۹۹

۱۳- <http://www.digikala.com> تأثیرات منفی تکنولوژی بر زندگی روزمره/اتاق خبر دیجی کالا/یوسف اسفندیاری/۱۳۹۷

۱۴- <http://www.imna.ir> درمان کرونا به کمک هوش مصنوعی/ چگونه از هوش مصنوعی در پزشکی استفاده می‌شود؟/

خبرگزاری ایمن/علی دارابی/۱۳۹۹ <http://www.bbc.com> -۱۵

۱۶ و ۱۸- <http://www.mashreghnews.ir> هوش مصنوعی و کاربرد آن در کنترل کرونا/روزنامه مشرق/۱۳۹۹

۱۷- <http://www.imna.ir> درمان کرونا به کمک هوش مصنوعی/ چگونه از هوش مصنوعی در پزشکی استفاده می‌شود؟/علی

دارابی/خبرگزاری ایمن/۱۳۹۹ <https://images.app.goo.gl/oSRds۳۲REXLR۳aEV۶> -۱۸

<https://images.app.goo.gl/iBrN۴ztWhbYBeDJLY> - ۱۹

<https://images.app.goo.gl/RKd۵VtDMF۴xsA۶xt۸> - ۲۰

<https://www.hamshahronline.ir> - ۲۱

<https://images.app.goo.gl/VNNFgeiQtJhffaoz۵> - ۲۲

۸- معرفی افراد:

مهلا کریمیان متولد ۱۳۷۹ در تهران است. وی در حال حاضر دانشجوی مقطع کارشناسی مهندسی کامپیوتر در دانشگاه آزاد واحد تهران شمال ورودی ۹۸ است. علایق تحقیقاتی وی شامل هوش مصنوعی، یادگیری ماشین است.



مونا مرادی مدارک B.S و M.SC در مهندسی سخت افزار دریافت کرده است. وی مدرک دکترای خود را در زمینه طراحی سطح مدار منطق چند ارزش در منطق حالت فعلی در واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی تحت نظارت پروفسور کیوان ناوی دریافت کرده است. علایق تحقیقاتی وی شامل VLSI، مدارهای مجتمع دیجیتال، CML، MVL، مدارهای حسابی، CNTFET، طراحی CNTFET یک بیتی کامل، RNS، ASIP، سیستم تعبیه شده فوتونی NOC و رمزنگاری است.



او اکنون کارمند تمام وقت هیئت علمی گروه خدمات رایانه‌ای دانشگاه آزاد اسلامی رودهن است. و یک عضو پژوهشگر جوان و نخبگان باشگاه رودهن واحد دانشگاه آزاد اسلامی رودهن، تهران و عضو حرفه‌ای سازمان IEEE و عضو IEICE (موسسه مهندسان الکترونیک، ارتباطات و اطلاعات) است.



کاربرد نسل پنجم ارتباطات (5G) در اینترنت اشیا ۲۰۲۰

محمد ایرانی آزاد^۱، نادیا حاجی خیادانی^۲، مهدی درامامی^۳

mohammad999irani@yahoo.com

۱- کارشناسی، صنعتی اراک، اراک، ایمیل

n.khiyadani@arakut.ac.ir

۲- استادیار دانشکده برق دانشگاه صنعتی اراک، اراک، ایمیل

mdoremami@ieec.org

۳- کارشناسی، صنعتی اراک، اراک، عضو دانشجویی IEEE، ایمیل

شبکه های موبایل نسل پنجم به اختصار 5G نامیده می شوند و استانداردهای ارتباطی برای اینترنت اشیا را شکل می دهند. نسل پنجم ارتباطات (5G) دارای سرعت بالا در انتقال داده، زمان تأخیر کمتر، مصرف انرژی کمتر، هزینه کمتر و ظرفیت سیستمی بیشتر نسبت به نسل های پیشین ارتباطات است. همچنین می توان تعداد وسیعی از دستگاه ها را با استفاده از این نسل ارتباطات به هم متصل نمود. کاربردها و مدل های کسب و کار جدید در زمینه اینترنت اشیا (IoT) در آینده نیاز به معیارهای کارکردی جدید مانند قابلیت ارتباط کلان، امنیت، قابلیت اعتماد، پوشش ارتباط بی سیم، تأخیر بسیار کم، خروجی، قابلیت اطمینان بسیار زیاد و غیره در تعداد زیاد دستگاه های IoT دارند. اینترنت اشیا (5G-IoT) با 5G موجب ارتباط بین تعداد زیادی از دستگاه های IoT خواهد شد و کمی از تقاضای بازار را برای خدمات بی سیم برطرف خواهد کرد تا توسعه اقتصادی و اجتماعی جدیدی شروع شود. در این مقاله، کاربردها و ویژگی های فناوری 5G برای IoT مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار می گیرد.

کلیدواژگان: نسل پنجم ارتباطات، 5G، اینترنت اشیا

The fifth generation mobile networks are called 5G for short and form the communication standards for the Internet of Things. The fifth generation of communications (5G) has high data transfer speeds, less latency, lower power consumption, lower cost and more system capacity than previous generations of communications. It is also possible to use a large number of devices to communicate with this generation. New IoT applications and business models in the future will require new functional metrics such as macro connectivity, security, reliability, wireless coverage, very low latency, output, high reliability, and more. They have a large number of IoT devices. The 5G-enabled IoT (5G-IoT) will connect a large number of IoT devices and meet some of the market demand for wireless services to start a new economic and social development. In this paper, the applications and features of 5G technology for IoT are reviewed and analyzed.

Keywords: Fifth Generation Communications, 5G, IoT

۱- مقدمه

۱-۱- نسل پنجم شبکه های همراه زیر بنای اینترنت اشیا :

امروزه، دسترسی به بی سیم باند وسیع به امری ضروری در زندگی مدرن و بخشی کلیدی در شبکه های ارتباطات تبدیل شده است. از آنجا که ارایه اینترنت با کیفیت به عنوان فاکتوری اساسی در ارایه بهترین خدمات اینترنتی در نظر گرفته می شود، ظرفیت و عملکرد شبکه بی سیم به عنوان چالشی روزافزون و جدی محسوب می شود. در این میان، این شبکه ها می توانند با استفاده از فناوری 5G، به گونه ای هوشمندتر و نزدیک تر به کاربران، وارد عصر ارتباطات مبتنی بر اصل «هدایت و کنترل» شوند. فناوری 5G باید از جهشی قابل توجه از لحاظ اهداف عملکردی استقبال کند، چراکه باید قابلیت هایی جدید برای برقراری اتصال، نه تنها میان افراد، بلکه میان اشیاء و تجهیزات همانند خودروها، ابزارهای پوشیدنی و اثاثیه منزل ارایه شود. برای دستیابی به این اهداف، فناوری 5G از انواع مختلف ارتباطات استفاده خواهد کرد که دسترسی رادیویی فقط بخشی از آنرا تشکیل می دهد. مفهوم دیگر، اینترنت اشیا (IoT)، یک الگوی مبتنی بر فناوری است که یک شبکه جهانی از خدمات را از طریق طیف گسترده ای از دستگاه های هوشمند فراهم می کند.

۱-۲- تاثیر 5G بر روی IoT :

نسل پنجم شبکه تلفن همراه 5G، استانداردهای پیشنهادی برای نسل جدید ارتباطات سیار است که پس از نسل چهارم شبکه تلفن همراه فعلی ارایه می شود. این نسل جدید، سرعت دانلود و آپلود بیشتر و ارتباطات باثبات تری را به ارمغان می آورد. به صورت خلاصه می توان گفت که در اینترنت 5G، در مقایسه با نسل چهارم، در هر ناحیه گجت های بیشتری می توانند به اینترنت همراه وصل شوند و از سرعت بالاتری بهره ببرند. اگر 5G به صورت عمومی انتشار یابد، می تواند تاثیر عمیقی بر IoT داشته باشد. این سرویس توانایی ارایه اینترنت پرسرعت را داشته و همچنین فناوری را برای دستگاه های تلفن همراه بسیار مقرون به صرفه می کند. بسیاری از فناوری هایی که امروزه به وای فای یا بلوتوث نیاز دارند، می توانند با هزینه سالانه یا ماهانه اندک به اینترنت دسترسی داشته باشند. علاوه بر این، این واقعیت ساده که 5G بسیار سریعتر خواهد بود به بهبود مفاهیم IoT کمک می کند. هرچه تعداد دستگاه های متصل در IoT بیشتر شود، پهنای باند بیشتری هم باید استفاده شود که با استفاده از 5G مشکل پهنای باند حل می شود. این

امر امکان توسعه برنامه هایی را که برای سرویس های بهتر به پهنای باند بیشتری نیاز دارند، نیز فراهم می کند. تأثیر اصلی 5G در ایجاد ارتباطات سریع تر و قوی تر است، که برای تجهیزات IoT که اغلب دارای مشکلات مربوط به اتصال هستند ایده آل است. این شبکه همچنین می تواند به مکان های دور یا زیرزمینی که در حال حاضر بدون اینترنت هستند، گسترش یابد.

دستگاه های متصل به شبکه 5G به خصوص برای مشاغل مفید هستند. به عنوان مثال کارخانه ها برای اطمینان از کیفیت، تعداد واحدها و اندازه گیری محصول از حسگرها استفاده می کنند. فناوری 5G به صاحبان مشاغل این امکان را می دهد که با استفاده از حسگرها به راحتی و از راه دور بر تولید نظارت داشته باشند. بهبود عملکرد دستگاه های متصل به شبکه 5G باعث گسترش بیشتر در صنعت IoT خواهد شد. فناوری 5G سرعت و اتصال دستگاه های متصل را بهبود می بخشد و در نتیجه افزایش چشمگیر مالکیت و استفاده روزانه از دستگاه های متصل را به دنبال خواهد داشت.

۱-۳- امنیت اینترنت نسل پنجم:

همچنان که تعداد دستگاه ها، حسگرها و "سایر چیزها" ی متصل در IoT بیشتر می شود و داده ها به اشتراک گذاشته می شوند بسیاری در مورد تهدیدات امنیتی و آسیب پذیری های این محیط چه مربوط به شبکه های IoT، چه داده ها یا خود دستگاه های متصل نگران هستند.

۱-۴- ترتیب بندی مقاله:

مقاله بصورت زیر ترتیب بندی شده است: در بخش دوم اینترنت اشیا بررسی شده است. در بخش سوم، نسل پنجم ارتباطات توضیح داده شده است و در بخش چهارم کاربردهای 5G در IoT بیان شده است و در نهایت بخش پنجم به نتیجه گیری می پردازد.

۲- اینترنت اشیا

۲-۱- اینترنت اشیا (IoT)

عبارت اینترنت اشیا، نخستین بار در ۱۹۹۹ میلادی توسط کوین اشتون بریتانیایی معرفی شد. اشتون این مفهوم را در قالب دنیایی که در آن هر چیز و هر شی دارای هویت دیجیتال باشد و کامپیوترها آنها را کنترل و مدیریت نمایند، مطرح نمود. در پارادایم اینترنت اشیا بسیاری از اشیایی که ما را احاطه کرده اند، در یک یا چند فرم در شبکه قرار می گیرند. فناوری های شبکه حسگر، برای برآورده ساختن این چالش جدید، که در

خود را به دست بگیرند و پزشکان و کارکنان بیمارستان نیز می‌توانند مراقبت‌های مؤثرتری را ارائه دهند. پزشکان با جمع آوری داده‌های بیمار در طول اقامت در بیمارستان و یا با استفاده از سیستم‌های Telemedicine، دیدگاه‌های دقیق‌تری نسبت به وضعیت بدن بیمار کسب نموده و طرح‌های مراقبتی ویژه و تخصصی‌تری را برای هر بیمار ارائه دهند.

۲-۲-۵- تولید

دستگاه‌های هوشمند و حسگرها اشتباه نمی‌کنند و با دقت و بهره‌وری بالا کارهای خود را انجام می‌دهند. برای آن دسته از تولیدکنندگان که محصولات پیچیده‌ای مانند اجزای هواپیما تولید می‌کنند، اطمینان از اتصال یکپارچه اجزا بسیار حائز اهمیت است. با استفاده از فناوری‌های ردیابی علاوه بر جلوگیری از هزینه‌های اضافی، به سرعت می‌توان از اشتباهاتی که در حال وقوع است جلوگیری نمود.

۲-۲-۶- کشاورزی

جمع‌آوری داده‌ها در مورد شرایط کاشت و خاک باعث مدیریت بهتر منابع از جمله آب و کود مصرفی می‌شود؛ سیگنال‌های GPS می‌توانند اطلاعات دقیق آب و هوایی را ارائه دهند که می‌تواند مورد تحلیل قرار گیرد و با سیستم‌های آبیاری و نظارتی یکپارچه شود. هواپیماهای بدون سرنشین و حسگرها می‌توانند داده‌های زمانی واقعی محصولات کشاورزی، آبیاری و دام را جمع‌آوری نموده و با سیستم‌های دیگر یکپارچه شوند.

۳- نسل پنجم ارتباطات

۳-۱- مقایسه نسل پنجم ارتباطات با نسل‌های

پیشین

از نظر تئوری، سرعت شبکه‌ی 5G در حدود ۱۰۰۰ برابر بیشتر از سرعت شبکه‌ی 4G است. کاربران در شبکه‌ی 5G می‌توانند ویدئوهای 4k را به راحتی مشاهده کنند یا پهنای باند ۱۰۰ گیگابایت بر ثانیه در اختیار داشته باشند. همچنین در بحث تداخل، شبکه‌ی 5G از فرکانس‌هایی استفاده می‌کند که با فرکانس‌های مورد استفاده در دستگاه‌های موجود دچار تداخل فرکانسی نمی‌شود. شبکه‌های اینترنت 4G و 3G چنین وضعیتی ندارند و به همین دلیل در این شبکه‌ها شاهد تداخل فرکانسی یا نویز هستیم. در شبکه‌ی 5G با استفاده از فرکانس متفاوتی که هنوز مورد استفاده قرار نگرفته از بروز تداخل و نویز جلوگیری می‌شود. همین مسئله منجر به دسترسی کاربران به سرعت بهتر، اعوجاج و نویز بسیار کمتر خواهد شد. از سوی دیگر، برخلاف برج‌های مخابراتی شبکه‌ی 4G که امواج را به صورت 360 درجه ساطع می‌کنند، آنتن‌های 5G دارای جهت هستند. مجدداً همین موضوع باعث کاهش تداخل با

آن سیستم‌های اطلاعاتی و ارتباطی نامرئی در محیط اطراف ما جاسازی شده است، افزایش می‌یابد. این امر باعث تولید مقدار زیادی اطلاعاتی می‌شود که باید در قالب یکپارچه، کارآمد و به راحتی قابل تفسیر، ذخیره، پردازش و ارائه شوند.



شکل ۱: اینترنت اشیا

۲-۲-۲- کاربردهای اینترنت اشیا

۲-۲-۱- روشنایی هوشمند

تصور کنید هنگامی که به خانه بر می‌گردید، روشنایی خانه قبل از ورودتان روشن شود و لامپ‌های کنار تخت به‌طور خودکار شب‌ها کم‌نور شود و صبح‌ها با تنظیم رنگ و روشنایی، شما را بیدار کند. نورپردازی یک فناوری قدرتمند است که می‌تواند زندگی روزمره ما را در بسیاری جهات تقویت و در عین حال در حفظ انرژی خانه، سازمان‌ها و شهرها مؤثر باشد.

۲-۲-۲- خودروهای هوشمند

خودروهای هوشمند می‌توانند به ایمنی و امنیت سرنشینان کمک کنند. این خودروها اطلاعات مربوط به شرایط جاده‌ای، ترافیکی و سایر موانع را در اختیار راننده قرار می‌دهند. حسگرهای تعبیه شده در خودروها، به شناسایی محیط اطراف و موقعیت‌یابی کمک می‌کند. اپلیکیشن‌های ارتباطی می‌توانند در صورت بروز سانحه، با مراکز اورژانس بطور خودکار تماس بگیرند و همچنین تعمیرات و نگهداری وسایل نقلیه که راهی پیشگیرانه برای تأمین امنیت خودرو است، به خوبی از خرابی‌های ناگهانی و هزینه‌های غیرمنتظره جلوگیری کند.

۲-۲-۳- محافظت از محیط زیست

اینترنت اشیا می‌تواند به‌طور گسترده بر حفظ محیط زیست تأثیرگذار باشد. افزایش بهره‌وری تولید از طریق اینترنت اشیا به کاهش مصرف انرژی کمک می‌کند و کلان داده‌ها با کمک سیستم‌های نظارتی، اطلاعات ارزشمندی از محیط‌هایی که بر سلامت ما تأثیر گذارند فراهم می‌آورند. IoT روش‌های خلاقانه‌ای برای کنترل جنبه‌های مختلف حفاظت از محیط، تغییرات آب و هوایی و جلوگیری از شکار غیرمجاز و جنگل‌زدایی دارد.

۲-۲-۴- اینترنت اشیا و سلامت

اینترنت اشیا به بیماران کمک می‌کند تا کنترل وضعیت

۴G-LTE شرکت Verizon در جنوب فلوریدا به طور میانگین سرعت دانلود این شبکه به ۶۳ مگابیت در ثانیه رسیده و در بالاترین حالت شاهد سرعت ۸۰ مگابیت در ثانیه ثبت شده است. رکورد جدید هوآوی نزدیک به ۵۸ برابر بیشتر از سرعت شبکه ۴G-LTE شرکت Verizon است.

برای ثبت این رکورد از باند فرکانسی ۱۰۰ مگاهرتز، بر روی باند C و فناوری MU-MIMO استفاده شده است. جالب است بدانیم که باند C می‌تواند بین ۴ تا ۸ گیگاهرتز پهنای باند ارائه دهد. تا پیش از این، رکورد سرعت دانلود ۵G در اختیار اپراتور AT&T بود که به حداکثر ۲ گیگابیت در ثانیه می‌رسد ولی هوآوی موفق شد این مقدار را تا حد بسیار زیادی (۳.۶۷ گیگابیت در ثانیه) ارتقا دهد.

۳-۳- بررسی روش های مدولاسیون پیشنهادی

در این بخش قصد داریم چند نمونه روش مدولاسیون پیشنهادی برای شبکه‌های نسل پنجم را بررسی کنیم. اهداف ۵G به این صورت هستند: تأخیر کم‌تر نسبت به ۴G، کاهش مصرف باتری، نرخ داده چندین مگابیتی برای ده‌ها هزار کاربر، چند صد هزار ارتباط هم‌زمان به وسیله حسگرهای بی‌سیم در کنار بهتر شدن کیفیت سیگنال طیفی. افزایش کارایی استفاده از طیف تا حدودی وظیفه مدولاسیون مورد استفاده در ۵G خواهد بود. مدولاسیون روشی است که در آن سیگنال اطلاعات بر روی یک سیگنال دیگر که حامل نامیده می‌شود سوار شده و سپس ارسال می‌شود. در مدولاسیون یکی از خواص سیگنال حامل (فاز، دامنه، فرکانس و ...) تغییر می‌کند.

در شبکه‌های کنونی ۴G LTE از QAM با OFDM به عنوان روش مدولاسیون و از OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multi-plexing) به عنوان روش دسترسی استفاده می‌شود.

در ابتدا مفاهیم اساسی توضیح داده خواهد شد. روش ربعی^۱ یک سمبل انتقال داده شده را به صورت یک عدد مختلط بیان و سیگنال حامل کسینوس و سینوسی را با بخش‌های واقعی و موهومی مدوله می‌کنند.

با این کار یک سمبل می‌تواند با دو حامل فرستاده شود. به طور معمول، به این دو حامل حامل‌های ربعی قلمداد می‌شود. یک آشکارساز یکپارچه می‌تواند به طور مستقل سیگنال‌های مدوله شده این حامل‌ها را استخراج کند. اصل استفاده از دو حامل مستقل برای مدوله کردن، اساس روش مدولاسیون ربعی است.

QAM (به عنوان یک روش مدولاسیون ربعی) اطلاعات را به وسیله مدوله کردن دامنه‌های موج دو حامل انتقال می‌دهد. این مدوله‌سازی برای داده‌های دیجیتال با روش شیفت کلید

سایر سیگنال‌های موجود در منطقه می‌شود.

به مدت زمانی که سیگنال فاصله‌ی بین منبع تا هدف را طی کند، زمان تأخیر گفته می‌شود. در شبکه‌ی ۵G سیگنال با تأخیر زمانی پایین در حدود یک میلی‌ثانیه این مسیر را طی می‌کند، در حالی که در شبکه‌ی ۴G زمان تأخیر در حدود ۵۰ میلی‌ثانیه محاسبه شده است. تأخیر پایین مزایای متعددی برای صنایع مختلفی همچون صنعت مراقبت‌های بهداشتی، حمل‌ونقل هوایی و صنایعی دارد که پاسخ سریع از اهمیت خاصی در آن‌ها برخوردار است. به نظر می‌رسد که شبکه‌ی ۵G تأخیر پایین‌تری نسبت به شبکه‌ی ۴G دارد.

شبکه‌ی ۵G پهنای باند بیشتری نیز نسبت به شبکه‌ی ۴G دارد. به همین دلیل، کاربران می‌توانند دستگاه‌های بیشتری را به پورت مسیریاب اینترنت ۵G متصل کنند و مشکل اضافه بار ایجاد نخواهد شد. پهنای باند بیشتر خصوصاً برای خانه‌های هوشمند که دستگاه‌های متعددی به اینترنت متصل می‌شوند، می‌تواند بسیار مفید باشد.

۳-۲- کارکرد اینترنت نسل پنجم

شبکه‌های تلفن همراه امروزی در محدوده فرکانسی ۷۰۰ تا ۳۵۰۰ مگاهرتزی کار می‌کنند، این در حالی است که شرکت‌های مخابراتی متعددی در حال انجام آزمایش‌هایی در این حوزه و در دامنه‌های فرکانسی بسیار بالا، چیزی فراتر از ۷۳ هزار مگاهرتز هستند.

مزیت محدوده‌های فرکانسی بالا این است که می‌توانند پهنای باند بسیار بیشتری را فراهم کنند. عیب آنها هم این است که نمی‌توانند فاصله زیادی را طی کنند و حتی در عبور از دیوارها هم به مشکل برمی‌خورند. این به آن معنا است که اپراتورهای تلفن همراه ناچار خواهند بود تا میلیون‌ها ایستگاه تقویت سیگنال را در مناطق تحت پوشش خود نصب کنند. به همین دلیل برخی کارشناسان پیشنهاد می‌کنند شبکه ۵G به عنوان مکمل و نه جایگزین ۴G به کار رود.

شرکت هوآوی را می‌توان پرچم‌دار توسعه ۵G در دنیای فناوری امروز دانست. شرکت‌های هوآوی و سامسونگ پیش از آغاز به کار کنگره جهانی تلفن همراه در سال ۲۰۲۰ گوشی‌هایی با قابلیت اتصال به شبکه ۵G روانه بازار کرده‌اند. کمپانی Hua-wei با شکستن رکورد سرعت ۵G، توانایی خود را در این زمینه به رخ کشید و وجهه دیگری از قابلیت‌های ۵G را به نمایش گذاشت.

آزمایش جدید هوآوی که به ثبت یک رکورد تازه منجر شده است، در شهر زوریخ، واقع در کشور سوئیس، انجام شده و در این آزمون، هوآوی موفق به ثبت سرعت دانلود ۳.۶۷ گیگابیت در ثانیه شده است. این رکورد به عنوان رتبه‌ای جدید در سرعت دانلود شبکه ۵G به ثبت رسیده است. به عنوان مثال، در شبکه

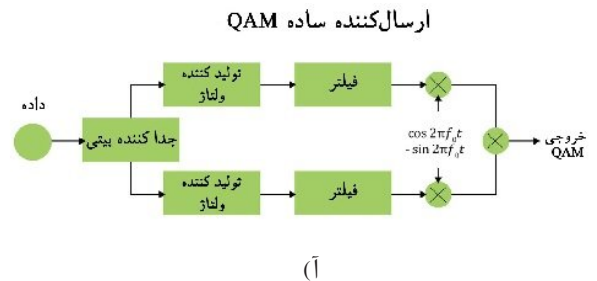
1 Quadrature

باند فرکانسی متعامد برای زیر حامل‌ها به این معنا است که فاصله طیفی بین زیر حامل‌ها با مدت‌زمان ارسال سمبل رابطه معکوس دارد. زیر حامل‌های متعامد هیچ تداخل بین زیر حاملی دریافت نمی‌کنند و نیازی به باندهای محافظ بین حاملی نیست. در نتیجه طراحی فرستنده و گیرنده راحت‌تر خواهد شد.

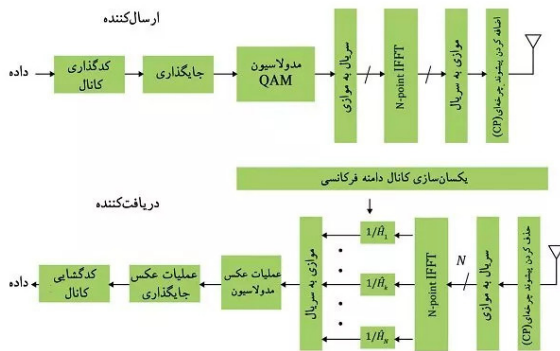
چندین مشکل ذاتی در OFDM وجود دارد. یکی از آنها این است که یک سیگنال OFDM می‌تواند نقطه اوج لحظه‌ای زیادی نسبت به سطح متوسط داشته باشد. همچنین، آنها می‌توانند نوسان دامنه‌ای زیادی داشته باشند، هنگامی که سیگنال از یک توان لحظه‌ای کم به یک توان لحظه‌ای زیاد انتقال می‌یابد. یک تقویت‌کننده توان باید به صورت خطی روی پهنای باند وسیع برای پیش‌گیری از اعوجاج هارمونیک خارج باندی زیاد قرار داده شود. این پدیده به طور بالقوه می‌تواند بر روی کانال‌های مجاور تداخل ایجاد کند. مشکل دیگر OFDM ناشی از همگام‌سازی زمانی و فرکانسی بین فرستنده و گیرنده است. روش‌های بی‌شماری برای تخمین و تصحیح انحراف‌های زمانی و فرکانسی در گیرنده OFDM ارایه شده است. به عنوان مثال، یک ایده این است که سیگنال‌های پایلوت در سمبل‌های OFDM تعبیه شوند و سپس از الگوریتم‌های فراگیری زمانی و فرکانسی برای همگام‌سازی روی آنها استفاده شود.

دامنه (ASK) و برای داده‌های آنالوگ با روش مدولاسیون مستقیم دامنه انجام می‌شود. موج‌های دو حامل از طیف فرکانسی یکسان، معمولاً موج‌های سینوسی‌اند که دارای ۹۰ درجه اختلاف فاز هستند. موج‌های مدوله شده با هم جمع شده و شکل موج نهایی ترکیبی از روش‌های مدولاسیون شیفت کلید فاز (PSK) و شیفت کلید دامنه است.

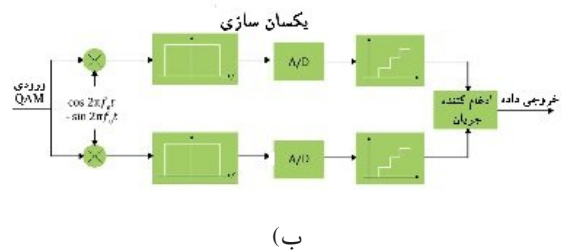
سیگنال‌های QAM معمولاً با روش‌های مدولاسیون چند حامله فرستاده می‌شوند. در روش‌های مدولاسیون چند حامله، یک سیگنال QAM روی چندین زیر حامل انتقال می‌یابد. انجام این کار باعث ساده‌سازی جبران اعوجاج‌هایی است که در کانال ارتباطی افزایش می‌یابند. هر یک از این زیر حامل‌ها پهنای باند کمی دارند. کانال ارتباطی واکنش فرکانسی نسبتاً سطحی نسبت به هر یک از این باندهای کوچک دارد؛ بنابراین، جبران اعوجاج‌ها روی هر یک از این زیر حامل‌های کوچک نسبتاً آسان است (شکل ۳).



یک دریافت‌کننده و ارسال‌کننده ساده OFDM



یک دریافت‌کننده ساده QAM



شکل ۳: ارسال‌کننده ساده QAM (آ) و دریافت‌کننده ساده QAM (ب) [۱]

مزیت اصلی OFDM نسبت به استفاده از یک حامل، توانایی آن برای مقابله با تداخل‌هایی است که از طرف منابع فرکانس رادیویی (RF) که از طیف فرکانسی یکسان استفاده می‌کنند یا محوشدگی فرکانسی که ناشی از دریافت سیگنال از چند مسیر متفاوت است. ممکن است OFDM از سیگنال‌های مدوله شده باند باریک خیلی آهسته به جای یک سیگنال مدوله شده باند وسیع سریع استفاده کند. نرخ سمبل کم، استفاده از فاصله محافظ بین سمبل‌ها را فراهم می‌کند. استفاده از فاصله محافظ بین سمبل‌ها موجب از بین رفتن تداخل بین سمبلی (ISI) و استفاده از فرکانس‌ها و منتشر سازی زمانی برای بهبود نسبت سیگنال به نویز می‌شود. ویژگی متعامد بودن OFDM ناشی از انتخاب باند فرکانسی متعامد برای زیر حامل‌ها است. انتخاب

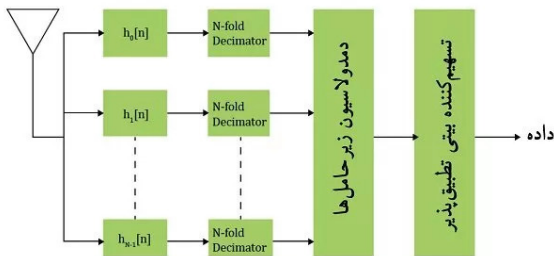
شکل ۴: یک دریافت‌کننده و ارسال‌کننده ساده OFDM [۱] a,b

۳-۴- طرح‌های ترکیبی برای 5G

چندین روش مدولاسیون برای 5G تحت مطالعه‌اند که ترکیبی از عناصر مورد استفاده در QAM و OFDM هستند. یکی از این روش‌های مدولاسیون، F-QAM یا FSK-QAM نام دارد. F-QAM ترکیبی از روش‌های مدولاسیون QAM و شیفت کلیدی فرکانس (FSK) است. این روش مدولاسیون در رابطه با OFDMA ارایه شده است. OFDMA نسخه چند کاربری OFDM است که در آن چندین کاربر از مجموعه‌ای از زیر حامل‌ها استفاده می‌کنند.

انتخاب دیگری برای شکل موج خواهد بود. GFDM ممکن است OFDM اصلاح شده باشد که هر زیر حامل در آن با یک فیلتر با کیفیت بالا شکل داده شده است. به منظور اجازه دادن برای افزودن CP، عمل فیلتر کردن در هر زیر حامل در GFDM بر اساس یک حلقه دایره‌ای است (شکل ۶).

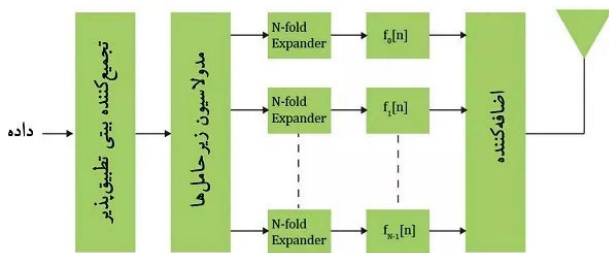
دریافت کننده GFDM



شکل ۶: یک دریافت کننده GFDM [۱]

یک ادعای دیگر در 5G بر اساس بانک فیلتر چند حامله با انحراف (FBMC-OQAM) است. FBMC برای فیلتر کردن مجموعه‌ای از زیر حاملها که به طور هم‌زمان در باندهای فرکانسی موازی ارسال می‌شوند، از دو مجموعه فیلترهای گذر باند که فیلترهای تحلیل و اختلاط هم نامیده می‌شوند، در سمت فرستنده و گیرنده استفاده می‌کند. FBMC پهنای باند را فیلتر می‌کند و یک پارامتر انتخابی است که در طول طراحی می‌تواند متفاوت باشد. هم‌چنین FBMC در مقایسه با OFDM کارایی پهنای باند بیش‌تری فراهم می‌آورد. FBMC نیاز به فرایند CP را برطرف می‌کند، در حالی که به طور مؤثر تداخل درون و نزدیک به باند فرکانسی را کاهش می‌دهد. سیستم‌های FBMC در مقابل نویزهای باند باریک نیز نسبتاً مقاوم‌تر هستند (شکل ۷).

انتقال دهنده FMBC



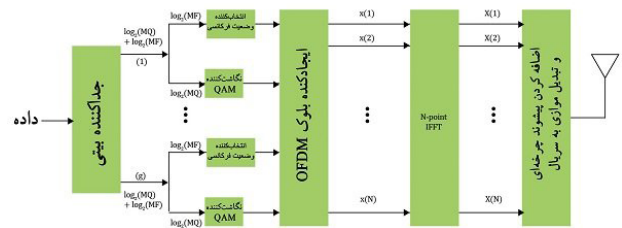
شکل ۷: یک انتقال دهنده FMBC [۱]

۴- کاربردهای شبکه نسل پنجم در اینترنت اشیا

خدمات جهانی 5G طبق گزارش شرکت داده بین‌المللی (IDC) به‌عنوان محرکی خواهند بود که ۷۰٪ شرکت‌ها ۲/۱ میلیارد دلار برای راه‌کارهای مدیریت قابلیت ارتباط پرداخت کنند.

روش مدولاسیون F-QAM ترکیبی از FSK و MF-FSK (فرکانسی) و (MQ-QAM) با چندین سطوح) است. F-QAM شباهت زیادی به OFDM-IM (OFDM با مدولاسیون شاخص) دارد. در هر دو مورد (F-QAM و OFDM-IM)، اطلاعات هم با سمبل‌های مدوله شده و هم با شاخص‌هایی از زیر حامل‌های فعال حمل می‌شوند. فرآیند شناسایی در سمت گیرنده شبیه به OFDM-IM است. گیرنده برای شناسایی زیر حامل‌های فعال در هر زیر بلوک از یک شناساننده LLR استفاده می‌کند. سپس با استفاده از یک شناساننده ML سمبل‌های دریافتی را تخمین می‌زند (شکل ۵).

انتقال دهنده عمومی F-QAM



شکل ۵: انتقال دهنده عمومی F-QAM [۱]

همان‌گونه که در شکل ۵ مشاهده می‌کنید، در یک فرستنده F-QAM، تعداد N زیر حامل از بلوک OFDM به چندین زیر بلوک دارای MF زیر حامل تقسیم می‌شوند. یک جداکننده بیتی، بیت‌ها را به گروه‌هایی تقسیم می‌کند. اولین بیت از هر گروه برای انتخاب زیر حامل از بین MF زیر حامل در دسترس که سمبل‌هایی از constellation سیگنال M ary را به $\log_2 MF$ بیت بعدی از هر گروه نگاشت می‌کنند، استفاده می‌شود. هر زیر بلوک به تعداد بیت انتقال می‌دهد. سایر اجزای انتقال دهنده مشابه با OFDM سنتی است.

یکی از اشکالات OFDMA کنونی این است که به همگام‌سازی دقیق بین کاربر و ایستگاه پایه نیاز دارد. این همگام‌سازی ساده نیست و نیاز به منابع زیادی دارد. بنابراین، هدف بسیاری از کارهایی که بر 5G انجام می‌گیرد، در رابطه با همگام‌سازی ایستگاه پایه است. یک ایده که توسط آزمایشگاه‌های Alca-tel Lucent Bell ارائه شده است، شکل موج اصلاح شده OFDM است که UFMC نام دارد. در UFMC برای کاهش تداخل بین کاربران (ناشی از چند کاربره بودن)، دسته‌ای از زیر حامل‌های مجاور که به یک کاربر مربوط هستند، از یک فیلتر عبور داده می‌شود. در UFMC کارایی پهنای باند برابر با OFDM است، ولی UFMC از پیشوند چرخه‌ای (CP) استفاده نمی‌کند. فاصله CP به جای جذب کردن کوتاه‌مدت فیلترهای زیرلایه، آنها را اشغال می‌کند. با این کار عمل فیلتر کردن مؤثر خواهد بود.

GFDM (Generalized Frequency Division Multiplexing) نیز

1 Cyclic Prefix

که در آن‌ها میلیاردها دستگاه با فناوری‌های ارتباطی بی‌سیم به هم متصل خواهند شد. شبکه‌های 2G (که اخیراً ۹۰٪ جمعیت جهان را پوشش می‌دهند) برای صوت طراحی شده‌اند، شبکه‌های 3G (که اخیراً ۶۵٪ جمعیت جهان را پوشش می‌دهند) برای صوت و داده و 4G (از سال ۲۰۱۲) برای تجارت اینترنت پهن باند. 3G و 4G کاربرد گسترده‌ای در IoT دارند ولی کاملاً برای مصارف IoT بهینه نشده‌اند [۴]. 4G سبب ارتقای چشم‌گیر توانایی شبکه‌هایی سلولی شده است که می‌توانند دسترسی اینترنتی قابل استفاده برای دستگاه‌های IoT فراهم کنند. از سال ۲۰۱۲ «تکامل بلندمدت» (LTE) به قابلیت اتصال 4G به سریع‌ترین و راحت‌ترین نوع 4G در مقایسه با فناوری‌های رقیب خود از جمله، SigFox [۷]، ZigBee [۶]، WiMaxb [۵]، BLE [۵]، LoRa [۱۰، ۱۱] و غیره تبدیل شد.

شکل ۹ تکامل شبکه‌های سلولی را از 3G تا IoT نشان می‌دهد. توسعه 5G بر اساس موارد پایه 4G LTE رخ خواهد داد که صوت، داده و اینترنت کاربر را فراهم خواهند کرد. 5G سبب افزایش چشم‌گیر ظرفیت و سرعت برای تأمین قابلیت اتصال سریع و مطمئن با IoT آینده خواهد شد. 4G LTE اخیراً می‌تواند سرعت ارسال تا ۱ گیگا بیت در ثانیه فراهم کند ولی سیگنال 4G به راحتی می‌تواند توسط رابط‌هایی مانند سیگنال‌های وای فای، ساختمان‌ها، میکروویوها و غیره دچار اختلال شود. شبکه‌های 5G می‌توانند سرعت‌های بیشتری از 4G را تا ۱۰ گیگا بیت در ثانیه برای کاربران فراهم کند در حالی که ارتباطی مطمئن را تا صد دستگاه به صورت هم‌زمان ایجاد کند.



شکل ۹: گذر زمانی به سمت نسل پنجم [۸، ۹]

۴-۱-۱- شبکه‌های بی‌سیم در 5G

فناوری‌های بی‌سیم سبب استفاده زیاد از IoT شده و استانداردهای آزادی برای IoT منتشر شده‌اند از جمله سلولی و دافون^۴ و NB-IoT بر اساس 3GPP. شبکه‌های 5G شبکه‌های انعطاف‌پذیر و سریع‌تری ارائه خواهند کرد که می‌توان آن‌ها را با پارادایم شبکه‌سازی بی‌سیم تعریف شده با نرم‌افزار (WSDN) پیاده کرد [۱۲].

فناوری 5G می‌تواند IoT را فراتر از فناوری‌های موجود گسترش دهد. شبکه بی‌سیم 5G سبب می‌شود دستگاه‌های IoT بتوانند با محیطی هوشمند تا سطحی جدید توسط حسگرهای هوشمند متصل به آن تعامل داشته باشند. شبکه بی‌سیم 5G

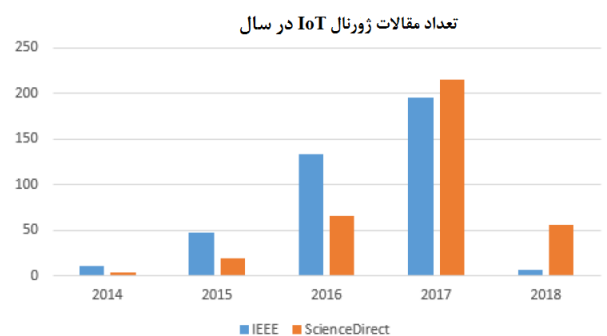
4 Vodafone

کاربردها و مدل‌های کسب‌وکار جدید در IoT آینده نیاز به معیارهای کارکردی جدید مانند قابلیت ارتباط کلان، امنیت، قابلیت اعتماد، پوشش ارتباط بی‌سیم، تأخیر بسیار کم، خروجی، قابلیت اطمینان بسیار زیاد و غیره در تعداد زیاد دستگاه‌های IoT دارند. برای برقراری این الزامات انتظار می‌رود فناوری‌های تکامل بلندمدت (LTE) و 5G رابط‌های قابلیت ارتباط جدیدی برای کاربردهای IoT آینده فراهم کنند.

طبق گفته گارتنر^۱، تا میزان ۴/۸ میلیارد دستگاه IoT تا سال ۲۰۱۷ از طریق ارتباط ماشین-به-ماشین (M2M) به هم متصل خواهند بود و این تعداد در سال ۲۰۲۰ به ۴/۲۰ میلیارد رسیده است [۲].

IoT توانمند شده با (5G-IoT) موجب ارتباط بین تعداد زیادی از دستگاه‌های IoT خواهد شد و کمی از تقاضای بازار را برای خدمات بی‌سیم برطرف خواهد کرد تا توسعه اقتصادی و اجتماعی جدیدی شروع شود. الزامات جدید کاربردهای IoT آینده و تکامل فناوری بی‌سیم 5G دو روال مهم و محرک IoT توانمند شده با 5G هستند.

نویسندگان نتایج تحقیقاتی اخیر برگرفته از دو پایگاه داده دانشگاهی اصلی (IEEE Xplore و ScienceDirect) را مرور کردند تا وضعیت فعلی و تحقیقات آینده را هم در زمینه 5G و هم IoT درک کنند. از ۲۰۱۴ تا اول ژانویه ۲۰۱۸ به تعداد ۳۸۹ مقاله مرتبط به IoT و 5G توسط IEEE Xplore و ۵۸۸ مقاله توسط Sci-enceDirect منتشر شده‌اند. شکل ۸ به تعداد مقالات ذخیره شده در IEEE Xplore و ScienceDirect از سال ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۸ اشاره می‌کند [۹].



شکل ۸: تعداد مقالات ژورنال 5G-IoT در سال و چاپ شده [۹] (توسط ScienceDirect و IEEE Xplore)

۴-۱-۲- پیش‌زمینه و تحقیقات اخیر هم در زمینه 5G و هم IoT

در IoT ناهمگن تعدادی از فناوری‌های بی‌سیم مانند 2G/3G/4G، وای فای^۲، بلوتوث^۳ و غیره در مصارفی از IoT استفاده شده‌اند

1 Gartner

2 WiFi

3 Bluetooth

۴-۲- الزامات IoT توانمند شده با 5G

الزامات اصلی IoT این موارد هستند:

- نرخ بالای داده: کاربردهای IoT آینده مانند پخش ویدئو با کیفیت بالا، واقعیت مجازی (VR) یا واقعیت افزوده (AR) و موارد مشابه نیاز به نرخ‌های بالای داده تا حوالی ۲۵ مگابیت در ثانیه دارند تا کارکردی قابل قبول ارائه دهند.
- شبکه‌هایی با مقیاس‌پذیری زیاد و اعضای قابل مشخص: 5G-IoT برای افزایش مقیاس‌پذیری شبکه نیاز به مقیاس‌پذیری بالا برای پشتیبانی از تفکیک شبکه فرانت‌هال^۱ با اعضای قابل مشخص از طریق NFV دارد.
- تأخیر بسیار کم: در کاربردهایی از 5G-IoT مانند اینترنت قابل لمس (محسوس)^۲، AR، بازی‌های ویدئویی و دیگر موارد نیاز به تأخیر کم‌تری در حوالی ۱ میلی‌ثانیه احساس می‌شود.
- مقاومت و قابلیت اطمینان: 5G-IoT نیاز به پوشش و بازده دست به دست دهی^۳ بیش‌تری در دستگاه‌های IoT و کاربران این مصارف دارد.
- امنیت: در مصارف آینده پرداخت سیار و کیف پول دیجیتال IoT به‌غیر از راهبرد کلی امنیت مربوط به حفاظت از قابلیت ارتباط و حریم شخصی کاربر، 5G-IoT نیاز به راهبرد امنیتی بهتری برای بهبود امنیت کل شبکه نیاز دارد.
- طول عمر زیاد باتری: برای پشتیبانی از میلیاردها دستگاه IoT کم‌هزینه و کم‌توان در 5G-IoT نیاز به راهکارهای کم انرژی در IoT توانمند شده با 5G وجود دارد.

۴-۳- مشکلات و مزایای استفاده از 5G در IoT

- خطرات احتمالی راه‌اندازی و استفاده از شبکه 5G: راه‌اندازی شبکه 5G نیازمند نصب هزاران آنتن است و بسیاری می‌گویند باید پیش از راه‌اندازی این شبکه تأثیر این آنتن‌ها بر سلامت افراد بررسی شود. از سوی دیگر کارشناسان امنیت سایبری نیز هشدار داده‌اند که خطرات امنیتی 5G نسبت به 4G بیشتر بوده و بنابراین باید اقدامات لازم برای تأمین امنیت افراد و سازمان‌ها صورت گیرد. بارت سالیپس در این زمینه می‌گوید: روشن است که این شبکه باید امنیت بسیار بالایی داشته باشد. فناوری این شبکه اکنون موجود است اما تأمین امنیت آن از هر نظر، کاری است که باید از سوی صنعت سازنده صورت بگیرد.
- چالش‌های تحقیقاتی و روندهای آینده
- چالش‌های فنی
- مقیاس‌پذیری و مدیریت شبکه: مقیاس‌پذیری شبکه در

می‌تواند با تأمین سریع‌ترین ارتباط و ظرفیت سبب توسعه زیاد محدوده عمل (حوزه) و مقیاس IoT شود.

۴-۱-۲- IoT توانمند شده با 5G

در چند سال گذشته کارهای فوق‌العاده‌ای در زمینه 5G-IoT انجام شده است. سیسکو، اینتل و Verizon مشترکاً پروژه تحقیقاتی بی‌سیم مربوط به 5G را پایه‌گذاری کردند تا مجموعه‌ای جدید از «الگوریتم‌های مبتنی بر علم اعصاب» را ارائه کنند که کیفیت ویدئویی را مطابق نیازهای چشم انسان تنظیم کرده و به ویژگی‌هایی اشاره دارند که شبکه‌های بی‌سیم در هوش انسانی می‌توانند بسازند [۱۳].

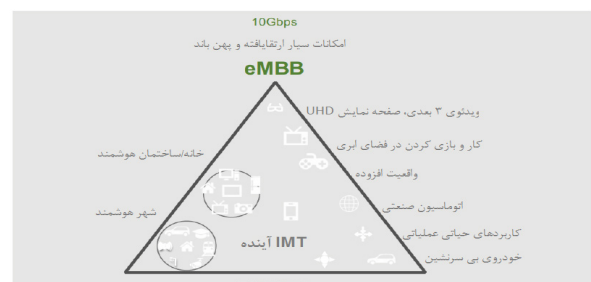
بسیاری از سیستم‌های امروزی IoT هدفشان بهبود کیفی زندگی روزمره است که شامل ارتباط بینابینی میان دستگاه‌های خانگی هوشمند و محیط‌های هوشمند مانند خانه هوشمند، ساختمان‌های هوشمند یا حتی شهرهای هوشمند می‌شود. در صنعت هم IoT صنعتی (IIoT) هنوز در حال تکامل و با چالش‌های زیادی روبه‌رو است از جمله الزامات جدید برای محصول و راهکارها و تغییر مدل‌های کسب‌وکار. در برخی سیستم‌های صنعتی حیاتی مانند ترافیک، ماشین‌ها و غیره، IIoT هنوز هم با چالش‌های فنی زیادی مواجه است از جمله موارد قابلیت اطمینان، ماندگاری بی‌نهایت، قابلیت استحکام ارتباط و غیره.

۴-۱-۳- معماری 5G-IoT

انتظار می‌رود 5G-IoT تجاری واقعی، بلافاصله در دسترس، کاملاً برخط، قابل بازیگر بندی و اجتماعی را در مصارف مخصوص به خود فراهم کند؛ برای این کار لازم است معماری 5G-IoT قادر به ایجاد هماهنگی آنها به انتها بوده و کارکردی سریع، خودکار و هوشمند در هر فاز داشته باشد [۱۴].

شکل ۱۰ معماری مخابرات سیار بین‌المللی (IMT) آینده‌رانشان می‌دهد که انتظار می‌رود شبکه‌های 5G آن بتوانند موارد زیر را فراهم کنند:

(۱) ارتباطات پهن باند سیار ارتقا یافته (۲) (eMBB)، ارتباطات فوق مطمئن و با تأخیر کم (uRLLC) و (۳) ارتباطات نوع ماشینی کلان (mMTC).



شکل ۱۰: معماری IMT آینده [۸،۹]

1 fronthaul
2 tactile
3 hand-over

تکامل بلندمدت (LTE) و 5G رابط‌های قابلیت ارتباط جدیدی برای کاربردهای IoT آینده فراهم کنند. IoT توانمند شده با نسل پنجم (5G-IoT) موجب ارتباط بین تعداد زیادی از دستگاه‌های IoT خواهد شد و کمی از تقاضای بازار را برای خدمات بی‌سیم برطرف خواهد کرد تا توسعه اقتصادی و اجتماعی جدیدی شروع شود. الزامات جدید کاربردهای IoT آینده و تکامل فناوری بی‌سیم 5G دو روال مهم و محرک IoT توانمند شده با 5G هستند.

در چند سال اخیر بسیاری از تلاش‌های تحقیقاتی در زمینه فناوری‌های 5G و IoT آینده انجام شده‌اند. تعدادی از فناوری‌های توانمندساز کلیدی در 5G ابداع شده‌اند تا زیرساخت و طراحی جدیدی در کنار توانایی‌های ذاتی موردنیاز IoT آینده فراهم کنند. نویسندگان نتایج تحقیقاتی اخیر برگرفته از دو پایگاه داده دانشگاهی اصلی (IEEE Xplore و ScienceDirect) را مرور کردند تا وضعیت فعلی و تحقیقات آینده را هم در زمینه 5G و هم IoT درک کنند. از 2014 تا اول ژانویه 2018 به تعداد 389 مقاله مرتبط به IoT و 5G توسط IEEE Xplore و 588 مقاله توسط ScienceDirect منتشر شده‌اند. پیش‌زمینه و تحقیقات اخیر 5G و IoT، مروری عمیق از فناوری‌های توانمندسازی کلیدی که به 5G-IoT می‌انجامند.

5G ویژگی‌هایی دارد که می‌توانند الزامات IoT آینده را برقرار کنند؛ اما مجموعه‌ای از چالش‌های تحقیقاتی جالب برای معماری 5G-IoT، ارتباطات مطمئن بین دستگاه‌ها، مسائل امنیتی و غیره را هم به همراه دارد. 5G-IoT تعدادی از فناوری‌ها را در کنار هم مجتمع کرده و اثری چشم‌گیر بر مصارف IoT دارد.

از قابلیت‌های فوق‌العاده جذاب اینترنت نسل پنجم نسبت به نسل چهارم می‌توان به پخش زنده ویدیوهای 4k، دانلود فایل‌های حجیم، انجام بازی‌های آنلاین بدون افت کیفیت، انجام بازی‌های واقعیت افزوده، مشاهده رویدادهای ورزشی آنلاین بصورت واقعیت افزوده، پخش زنده همه رویدادهای مهم بطور کلی، برقراری تماس‌های هولوگرافیک، امکانات پیشرفته اطلا‌رسانی واقعیت افزوده محیطی، خودروهای خودران واقعی، خانه و شهرهای هوشمند اشاره کرد.

۶- مراجع

[1] <https://www.microcontrollertips.com/modulating-5g/>

[2] T. Nakamura, S. Nagata, A. Benjebbour, Y. Kishiyama, H. Tang, X. Shen, N. Yang, and N. Li, "Trends in Small Cell Enhancements in LTE Advanced," IEEE Communications Magazine, vol. 51, no. 2, pp. 98-105, Feb 2013.

[3] Li, Shancang, Li Da Xu, and Shanshan Zhao., "5G

5G-IoT به دلیل تعداد زیاد دستگاه‌های IoT مسئله‌ای اصلی و مهم است. مدیریت اطلاعات وضعیت تعداد زیاد دستگاه‌های IoT هم مسئله‌ای است که باید در نظر گرفته شود.

- قابلیت همکاری با سایر قسمت‌ها و ناهمگنی: ارتباط بینابینی بی‌نقص بین شبکه‌های ناهمگن چالشی بزرگ است. دستگاه‌های IoT زیادی باید توسط فناوری ارتباطی باهم مرتبط شوند تا ارسال، پخش و جمع‌آوری اطلاعات ضروری را با سایر شبکه‌ها یا مصارف هوشمند انجام دهند.
- تضمین امنیت و دغدغه‌های حریم شخصی: امنیت و حمله سایبری و دغدغه‌های روزافزون مربوط به حریم شخصی
- تضمین امنیت و دغدغه‌های حریم شخصی: نیاز به توانایی‌های امنیتی جدید در 5G-IoT برای سطوح دستگاه و شبکه احساس خواهد شد تا بتوانند مصارف پیچیده را از جمله شهر هوشمند، شبکه‌های هوشمند و غیره بررسی کنند. امنیت در سیستم 5G-IoT متنوع بسیار پیچیده است. طراح نه تنها باید حمله راه دور نرم‌افزاری را در نظر گیرد بلکه خود حمله محلی در دستگاه هم باید مدنظر او باشد [15].

۵- نتیجه گیری

شبکه‌های همراه نسل پنجم به اختصار 5G گفته می‌شوند و استانداردهای ارتباطی برای اینترنت اشیا را شکل می‌دهند. برنامه‌ریزی‌ها اعتقاد دارند 5G در مقایسه با 4G ظرفیت بیشتری برای پشتیبانی از حامیان اینترنت اشیا مانند دستگاه به دستگاه، ارتباطات مطمئن و ارتباطات ماشینی سنگین دارد. اهداف 5G به این صورت هستند: تأخیر کم‌تر نسبت به 4G، کاهش مصرف باتری، نرخ داده چندین مگابیتی برای ده‌ها هزار کاربر، چند صد هزار ارتباط هم‌زمان به وسیله حسگرهای بی‌سیم در کنار بهتر شدن کیفیت سیگنال طیفی. افزایش کارایی استفاده از طیف تا حدودی وظیفه مدولاسیون مورد استفاده در 5G و تکامل شبکه‌های نسل پنجم (5G) بیش‌ازپیش به‌عنوان محرک اصلی رشد کاربردهای IoT مطرح می‌شود. خدمات جهانی 5G طبق گزارش شرکت داده بین‌المللی (IDC) به‌عنوان محرکی خواهند بود که 70% شرکت‌ها 2/1 میلیارد دلار برای راه‌کارهای مدیریت قابلیت ارتباط پرداخت کنند. کاربردها و مدل‌های کسب‌وکار جدید در IoT آینده نیاز به معیارهای کارکردی جدید مانند قابلیت ارتباط کلان، امنیت، قابلیت اعتماد، پوشش ارتباط بی‌سیم، تأخیر بسیار کم، خروجی، قابلیت اطمینان بسیار زیاد و غیره در تعداد زیاد دستگاه‌های IoT دارند. برای برقراری این الزامات انتظار می‌رود فناوری‌های

معرفی افراد

محمد ایرانی آزاد

متولد ۱۳۷۶ در شهر قم، دانش آموخته مقطع کارشناسی مهندسی برق گرایش مخابرات دانشگاه صنعتی اراک در سال ۱۳۹۹ می باشد. وی در سال ۱۳۹۷ موفق به کسب بورسیه کوتاه مدت از مؤسسه DAAD آلمان برای شرکت در برنامه فرصت مطالعاتی کوتاه مدت در دانشگاه‌های مختلف آلمان شده است. وی همچنین سابقه اجرایی در برگزاری استارت‌آپ ویکند در شهر خمین و در دانشگاه صنعتی اراک را داراست.



نادیا حاجی خیادانی

دانش آموخته در مقطع دکتری مهندسی برق- مخابرات سیستم دانشگاه صنعتی امیرکبیر در سال ۱۳۹۴، کارشناسی ارشد مهندسی برق - مخابرات شبکه دانشگاه صنعتی اصفهان در سال ۱۳۸۷، و کارشناسی مهندسی برق- مخابرات دانشگاه صنعتی اصفهان در سال ۱۳۸۴ می باشند. وی عضو هیئت علمی (استادیار) دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر گرایش مخابرات دانشگاه صنعتی اراک است.



مهدی درامامی

متولد ۱۳۷۶ در شهر قم، دانش آموخته مقطع کارشناسی مهندسی برق گرایش مخابرات دانشگاه صنعتی اراک در سال ۱۳۹۹ می باشد. وی در سال ۱۳۹۷ موفق به کسب بورسیه کوتاه مدت از مؤسسه DAAD آلمان برای شرکت در برنامه فرصت مطالعاتی کوتاه مدت در دانشگاه‌های مختلف آلمان شده است.



Internet of Things: A survey”, Journal of Industrial Information Integration, Volume: 10, Pages: 1-9, 2018.

[4] I-Scoop, 5G and IoT in 2018 and beyond: the mobile broadband future of IoT, [Available on line 14 Jan 2018], <https://www.i-scoop.eu/internetof-things-guide/5g-IoT/>

[5] Meryem Simsek ; Adnan Aijaz ; Mischa Dohler ; Joachim Sachs ; Gerhard Fettweis, “5G-Enabled Tactile Internet”, IEEE Journal on Selected Areas in Communications (Volume: 34, Issue: 3, March 2016) Page(s): 460 - 473.

[6] Nipun Jaiswal, Analysys Mason, “5G: continuous evolution leads to quantum shift”, [Available on line 14 Jan 2018], <https://www.telecomasia.net/content/5g-continuous-evolution-leadsquantum-shift>

[7] Bridgera, “5G Promises New Horizons for IoT Solutions”, [Available on line 14 Jan 2018], <https://bridgera.com/5g-promises-new-horizons-forIoT/>

[8] Nipun Jaiswal, Analysys Mason, “5G: continuous evolution leads to quantum shift”, [Available on line 14 Jan 2018], <https://www.telecomasia.net/content/5g-continuous-evolution-leadsquantum-shift>

[9] Shancang Li, Li Da Xu, Shanshan Zhao, 5G Internet of Things: A Survey, Journal of Industrial Information Integration (2018), doi: 10.1016/j.jii.2018.01.005 Jan 2018.

[10] Ian F. Akyildiz, Shuai Nie, Shih-Chun Lin, Manoj Chandrasekaran., “5G roadmap: 10 key enabling technologies”, Computer Networks 106 (2016) 1748

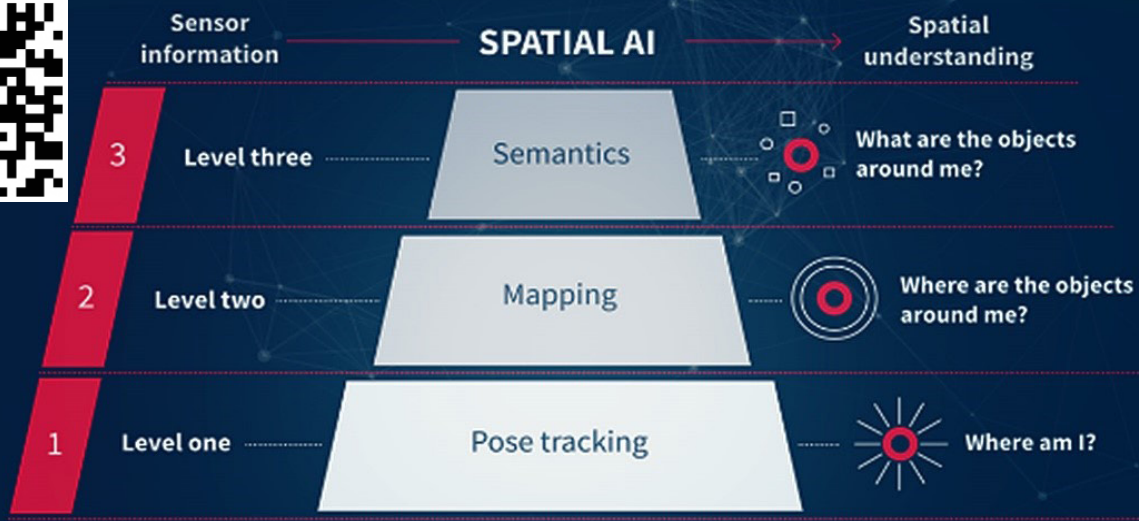
[11] Michael Nunez, “What Is 5G and How Will It Make My Life Better?”, [Available on line 14 Jan 2018], <https://gizmodo.com/what-is-5g-andhow-will-it-make-my-life-better-1760847799>

[12] ONF, <https://www.opennetworking.org/sdn-resources/sdn-definition>.

[13] Radio Spectrum Policy Group 2011, “Report on Collective Use of Spectrum (CUS) and other spectrum sharing approaches,” Technical Report, RSPG11-392, Nov 2011.

[14] T.L. Marzetta, “Noncooperative Cellular Wireless with Unlimited Number of Base Station Antennas,” IEEE Trans. Wireless Comm., vol. 9, no. 11, pp. 3590-3600, Nov 2010.

[15] Qixu Wang; Dajiang Chen; Ning Zhang; Zhen Qin; Zhiguang Qin, “LACS: A Lightweight Label-Based Access Control Scheme in IoTBased 5G Caching Context”, IEEE Access, Volume: 5, Pages: 4018 - 4027, 2017.



از کجا آمده ام آمدنم بهر چه بود

محمد علی بالا گبری

کارشناسی ارشد، مکترونیک دانشگاه تربیت مدرس m.a.balagabri۱۹۹۴@gmail.com

تصورش را بکنید ربانی که حافظه و شناختی از اطرافش ندارد، در محیطی تعریف نشده قرار بگیرد. برای انجام وظیفه‌اش، در وهله اول باید موقعیت خودش را پیدا کند. مسئله زمانی سخت‌تر و مهم‌تر می‌شود که نتواند از اطلاعات خارجی مانند اطلاعات GPS، به دلایلی همچون سربسته بودن محیطی که در آن هست و در دسترس نبودن GPS، استفاده کند. پس چاره چیست؟ باید مانند انسان و حیوان در جهانی سرشار از عدم قطعیت، خودش موقعیتیابی را انجام بدهد. و به خاطر این که باید موقعیت و جهت‌ها را دنبال و به روز کند، pose Tracking هم برای این کار استفاده می‌شود. اما چگونه؟ باید اطلاعات جمع آوری شده توسط حسگرهایی (حواس آن) که بر روی آن نصب شده است پردازش کند.

“Where are the objects around me”

فرض کنید در این حد می‌دانید که در میدان فردوسی شهر کرمانشاه واقع در غرب کشور ایران در قاره آسیا از سیاره زمین هستید. این که صرفاً بدانید مختصات شما چیست و در کجا قرار گرفته اید، قطعاً نیازتان برای حضور در جهان و تعامل با اطراف را برآورده نمی‌کند و فقط در میان مجموعه‌ای از اعداد و ارقام خواهید بود. تا زمانی که موقعیت اطراف‌تان اعم از موقعیت اشیاء و جانداران و مسیرها و دیوارها و ... را درک نکنید، فقط می‌توانید در نقطه‌ای که هستید، بایستید و اگر حرکت کنید معلوم نیست چه بلایی سر شما بیاید. در واقع هوشمند نخواهید بود.

ربات هم پس از موقعیتیابی خودش، جهت تعامل با محیط، نیاز دارد که موقعیت اشیاء اطرافش را پیدا کند. که به کمک

تا به حال با خود اندیشیده اید که “من کجا هستم؟”. پاسخ دادن به این سوال فلسفی طور برای بشر، بسیار ساده می‌نماید. به حدی ساده و شکننده که ممکن است روزمرگی‌هایش آن را خرد و خمیر کند و هرگز ذهن‌اش را درگیر نکند.

در همین لحظه که چشمان شما به‌عنوان خواننده، مطالب را اسکن می‌کند و اطلاعات را جهت پردازش شدن به قشر بینایی مغزتان می‌فرستد، سعی کنید جوابی در ذهن‌تان پیدا کنید.

پاسخ دادن به این سوال تحت تأثیر متغیرهای فراوانی از جمله شرایط زندگی و روحی شما خواهد بود. ممکن است اهمیتی نداشته باشد و به سخره بگیرید، ساده بانگارید و حق به جانب شوید، غرق ادبیات شوید و بخواهید جوابی قلبه سلنبه بدهید، گوگل مپ‌تان را باز کنید و یا شاید خیلی واقع بینانه بگویید در منزل یا محل کارم هستم! اگر هم کیهان‌شناس باشید با اکتفا به نظریه بیگ بنگ در پی بررسی سرآغاز، تکامل و سرانجام نهایی جهان هستید و می‌خواهید بفهمید در کجای کیهان هستیم. موردی که آزار دهنده است عادت کردن و عادی شدن مسائل است. اغلب بدون پیدا کردن علت‌ها، غرق در سرگرمی‌ها می‌شویم. از بدو ورود به جهان که چشم باز می‌کنیم، به مرور و با تحقیق و پرس و جو با اشیاء اطراف و محل زندگی‌مان آشنا می‌شویم. در ادامه هم گاهی از طناب‌های نازکی که بورژواها در جاهای مختلف برای پرولتارها پایین می‌اندازند بالا می‌رویم و غافل ازین که سرابی بیش نیست، تا آخرین لحظات زندگی آن چه اهمیت دارد را پیدا نمی‌کنیم.

اما یک ربات بر خلاف انسان هوشمند، یکی از حیاتی‌ترین نیازهایش پاسخ دادن به سوال “من کجا هستم؟” می‌باشد.

اما چشم انسان. چشم انسان می تواند ستاره های درخشان را که میلیون ها سال نوری با کره زمین فاصله دارند را ببیند. ما انسان ها قادر به تشخیص طیف وسیعی از رنگ ها هستیم ضمن اینکه اگر مانعی جلوی دیدمان را بگیرد، می توانیم از مسافت های دور بز کوهی را بر ستیغ کوه ها تشخیص دهیم. از مکانیزم بینایی انسان و حیوانات گذر می کنیم.

دید اگر با یک چشم اتفاق بیافتد، تشخیص عمق و فاصله و مقیاس اشیا بسیار سخت و دراز مدت غیر ممکن می شود که دوربین های دو چشمی بر این محدودیت غلبه کردند. به این شکل که برای تشخیص یک شی، پرتوهایی از هر دو چشم به سمت آن جسم فرستاده می شود و یک مثلث تشکیل می شود و به کمک این مثلث، فاصله به دست می آید.

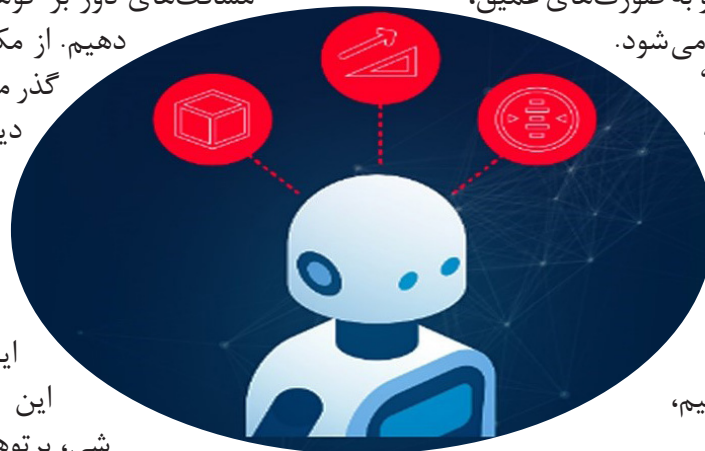
استفاده ترکیبی از دوربین و الگوریتم های کامپیوتری برای دادن این اجازه به ربات که اطلاعات بصری را پردازش کند، بینایی ربات تعریف می شود.

دوربین های تک چشم، دو چشم، عمق، حرارتی، چند چشم، و اخیرا دوربین های رویداد که رنج دینامیک بالایی دارند و در حرکات سریع بسیار بازدهی خوب دارند، به عنوان چشم ربات به کار برده می شوند. اما اگر بینایی نباشد چطور؟ بعضی از حیوانات مانند خفاش و دلفین برای تعیین موقعیت اشیا از امواج صدا استفاده می کنند که این پروسه Echolocation نام دارد.

همچنین حسگرهای رنج مانند LIDAR و Sonar برای اندازه گیری فاصله و موقعیت یابی و بالاخص نقشه برداری بسیار کاربردی هستند. "SLAM"

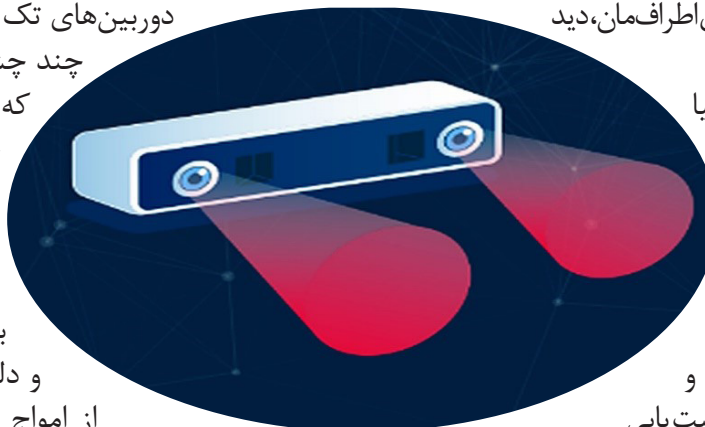
حال بیایید جمع مفاهیم فوق را درون یک مفهوم جدید بریزیم. ترکیب مکان یابی و نقشه برداری را به طور همزمان، slam می نامیم. که به کمک شبکه های یادگیری عمیق، به درک بهتر و معنادار تر آن کمک می کنیم. و لطفا با تصویربرداری هوایی و یا مسابقات grand slam تیس اشتباه نگیرید. Slam یک مسئله ربائیک احتمالی است که با استفاده از الگوریتم های بینایی کامپیوتر و تکنیک های پردازش تصویر و در سالیان اخیر با بهره گیری از شبکه های عصبی و یادگیری

آن موانع را تشخیص دهد، با موانع برخورد نکند و به راحتی از مسیرها عبور کند. در پی وجود این نیاز، توانایی نقشه برداری برای ربات تعریف می کنیم که می تواند حد و مرزهای محیط اطرافش را ترسیم و ذخیره کند. یک نوع اکتشاف. این نقشه در حالت کلی، دوبعدی یا سه بعدی و به صورت های عمیق، تنک و یا ترکیبی ازین دو ساخته می شود.



"What are the objects around me?" یک قدم جلوتر برویم. آیا اینکه فقط بدانیم کجا هستیم و موقعیت های اطراف مان را بدانیم، کافی است؟ قطعاً خیر. یک قدم جلوتر برویم. آیا اینکه فقط بدانیم کجا هستیم و موقعیت های اطراف مان را بدانیم، کافی است؟ قطعاً خیر.

برای هوشمندتر ارتباط گرفتن با جهان اطراف، باید اشیا اطراف مان را بشناسیم و ماهیت آن ها را متوجه شویم و به عنوان مثال میان درب و دیوار و درخت و خودرو تمایز قائل شویم. یا مثلاً از دینامیک یا استاتیک بودن متغیرهای اطراف آگاه شویم. در واقع با دانستن ویژگی ها یادریک سطح ساده تر نوع متغیرهای اطراف مان، دید غنی تری خواهیم داشت.



با داشتن یک دیتاست که اشیا را کلاس بندی کرده است، به کمک روش های یادگیری عمیق و شبکه های همچون SegNet، این موضوع را به ربات یاد می دهیم که با دیدی که از اشیا دارد بتواند نقشه کامل تر و معناداری بدهد و در نتیجه موقعیت یابی دقیق تری در برابر تغییرات محیطی داشته باشد. که قطعاً یادگیری بدون نظارت بهترین حالت این مسئله است. این معنایابی یا معنادادن را "Semantic" می خوانیم. "Sensing" اما هر سه مرحله قبلی، نیاز به دیتا دارد. دیتا چگونه جمع می شود؟

انسان و حیوان برای جمع آوری دیتا از محیط، حواس شان را به کار می گیرند و این دیتا در تصمیم گیری به آن ها کمک می کند. حواس مهم هستند زیرا فیدبک مهمی درباره محیط می دهند. همین الان کاغذ و قلم بردارید و یک نقشه از محیط اطراف تان رسم کنید. این نقشه را با کدام یک از حواس تان رسم کردید؟ قطعاً حس بینایی. بد نیست با مطالعه رمان های بینایی و کوری نوشته ی ژوزه ساراماگو گذری از منظر ادبیات به این مفاهیم بزنید.

توان بخشی، کارهای صنعتی، نظامی، آموزشی، پزشکی، تبلیغات و خیلی کاربردهای دیگر، اهمیت آن قابل چشم پوشی نیست، تحول شگرفی در زندگی انسان ایجاد کرده است. اما ای کاش در این بحبوحه پیشرفت تکنولوژی، که آن قدر مایل هستیم به رفاه و راحتی بشر کمک کنیم، بشری که خلق می‌کند و کشف می‌کند، از بالا نگاهی به وضع بشر بیندازیم. ای کاش انسانیتی که روز به روز گم و گم تر می‌شود را دریابیم و به فکر پیشرفت شخصیت و ذهن انسان هم باشیم و به علوم انسانی بهای بیشتری بدهیم.

انسانیت را پنهان نکنیم و گرنه روزی خواهد رسید که هیچ ربّاتی قادر به پیدا کردن آن نیست.



امیدوارم به سیاره‌ای که در آن زندگی می‌کنیم، افرادی که با آن‌ها زندگی می‌کنیم و منابعی که در اختیار داریم، احترام بیشتری بگذاریم و در کنار این جنون تکنولوژی، زمین را نابود نکنیم و عاشق شدن ربات‌هایی مانند WALL-E رانه از طریق یک انیمیشن، بلکه با چشمان خودمان از نزدیک ببینیم و لذت ببریم. حتما slam را سرچ کنید.

معرفی افراد

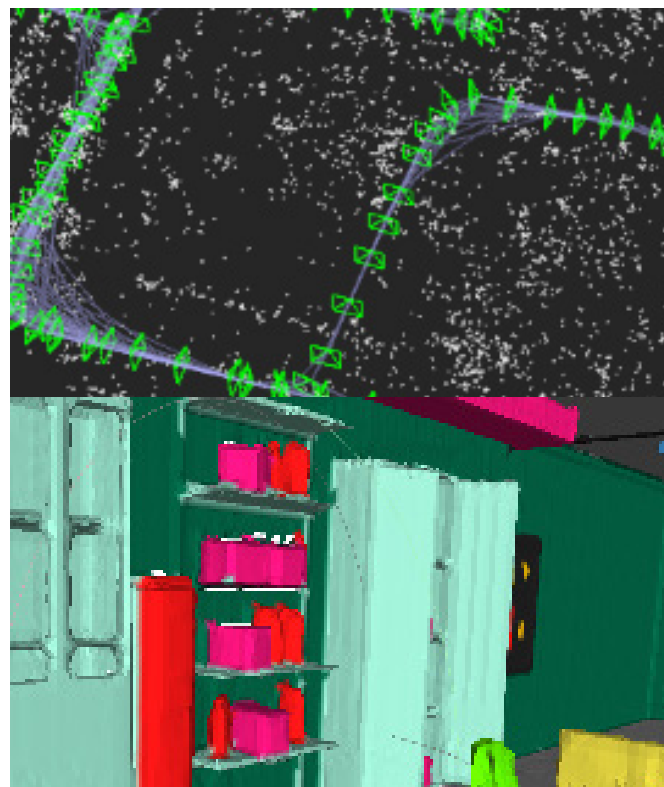
محمدعلی بالاگری

مدرك کارشناسی برق قدرت خود را از دانشکده مهندسی برق دانشگاه رازی کرمانشاه در سال ۲۰۱۷ دریافت کرد. همچنین مشغول به تحصیل در رشته مهندسی مکترونیک در مقطع کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس است. از زمینه‌های کاری وی، می‌توان رباتیک، بینایی ماشین، موقعیت‌یابی منابع صوتی و مکان‌یابی و نقشه‌برداری همزمان را نام برد.



عمیق، به یک ربات که در محیط نامعلوم و موقعیت نامعلومی قرار می‌گیرد، کمک می‌کند که موقعیت‌اش را پیدا کند و نقشه‌ای از محیط اطرافش به دست آورد.

پیدایش مسئله احتمالی slam، به سال ۱۹۸۶ در کنفرانس ICRA برگزار شده در سان فرانسیسکو برمی‌گردد که راجع به تئوری‌های احتمالی برای رباتیک و هوش مصنوعی بحث می‌شده است.



حسگرهای رایج برای این مسئله، در ابتدا حسگرهای رنج مانند Sonar بودند و بعدها دوربینها به علت استخراج ویژگی‌های مفید و قیمت مناسب مورد توجه قرار گرفتند. اما خب معایبی همچون دقت پایین در حرکت‌های بسیار سریع و همچنین شرایط آب و هوایی متفاوت، نیازها را به سمت استفاده از ادغام حسگرها متمایل کرد که ترکیب دوربین و IMU بسیار مجموعه محبوبی از نظر قیمت و دقت است.

روش‌های متفاوتی برای حل مسئله slam وجود دارد که هنوز هم روش‌های هندسی ارجحیت دارند چون برای روش‌های یادگیری هنوز دیتاست کافی و مفید وجود ندارد و در کارهای realtime میزان اطمینان روش‌های هندسی هنوز بهتر است. از کاربردها و توسعه‌های slam می‌توان واقعیت افزوده و واقعیت ترکیبی و خودروهای خودران را نام برد.

“Technology or Humanity”

تکنولوژی بهتر است یا انسانیت؟ قطعا هر دو. مقایسه این دو پارامتر قطعا خیلی قیاس نابخردانه‌ای خواهد بود.

پیشرفت‌های حاصل شده در زمینه‌های علمی که بخش رباتیک آن مدنظر است، اعم از ربات‌های انسان نما، ربات‌های متحرک، ربات‌های صنعتی، ربات پرند و... که در زمینه‌های



تحریک الکتریکی عضله

ابراهیم فلاح^۱ دکتر ساناز میرزایان شانجانی^۲

Ebrahim.fallah@modares.ac.ir

Mirzayan_s@iiiau.ac.ir

۱- دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی دانشگاه تربیت مدرس

۲- عضو هیئت علمی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر

در حالی که جزییات کار وابسته به مدل تجهیزات و نوع نظارتی که به شما می‌شود، اما این ورزش تأثیرگذار است. این تمرینات شامل یک لباس مخصوص که خیس می‌شود و ۲۰ الکتروود دارد روی گروه‌های عضلانی اصلی مانند سرشانه، جلو بازو و چهار سر می‌نشیند. زمانی که فرد مشغول انجام تمرینات با وزن بدن و یا با وزنه‌های سبک است، برای مثال ست تمرینات دایره‌ای شامل اسکوات، شنا روی دست، پروانه و... یکی از مربی‌های آموزش دیده از یک دستگاه بی‌سیم جهت ارسال ایمپالس‌ها با شدت‌های مختلف به عضلات استفاده می‌کنند.

این ایمپالس‌ها احساس لرزش‌های شدیدی را که نه راحت و نه دردناک هستند، ایجاد می‌کنند و عضلات را به‌طور غیر ارادی ۴۰ بار در ثانیه منقبض می‌کنند، ۲۰ برابر بیشتر از آن چیزی است که اغلب مردم می‌توانند در حالت عادی با میل خودشان عضلات را منقبض کنند.

تمرینات EMS یا تحریک الکتریکی عضله چیز جدیدی نیست و این تکنولوژی مدتی است که در بیمارستان‌ها و توسط ورزشکاران حرفه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد.

برای اهداف توان‌بخشی، این تکنولوژی منطقی به نظر می‌رسد: این دستگاه می‌تواند به حفظ و فعال کردن عضلاتی که پس از آسیب‌دیدگی یا عمل جراحی دچار آتروفی شده‌اند، کمک کند. برای مثال پس از عمل جراحی زانو، عضلات چهار سر به خواب می‌روند و استفاده از این دستگاه برای کشش زانو

تمرینات EMS چیست؟

تمرینات EMS^۱ که به‌عنوان تحریک الکتریکی عضلانی شناخته شده، نوعی از تکنولوژی است که عضلات شما را از بیرون فعال می‌کند در حالی که شما آن‌ها را از داخل فعال می‌کنید. عضلات بدن شما می‌توانند علاوه بر ایمپالس‌های عصبی صادر شده از مغز شما توسط تحریک الکتریکی سطحی نیز منقبض شوند. این جریان‌ها توسط یک دستگاه الکتریکی به نام EMS تولید می‌شوند و معمولاً از طریق پدهایی که بر روی پوست قرار می‌گیرند، سبب انقباض عضلات می‌شوند. EMS برای اولین بار در قرن ۱۸ ابداع شد و پس از آن کاربرد اصلی آن در فیزیوتراپی و بازتوانی مشکلات اسکلتی-عضلانی بوده است. با این روش می‌توان بدون حرکت مفاصل عضلات را تحریک و تقویت کرد و در موارد آسیب‌دیدگی از آتروفی یا همان تحلیل عضلانی پیشگیری کرد.

هم‌چنین سابقه این دستگاه در ورزش به سال ۱۹۶۰ برمی‌گردد، جایی که برای اولین بار ورزشکاران شوروی سابق از روش آن برای آماده‌سازی خود استفاده کردند و ادعا کردند این روش نیروی عضلانی را تا ۴۰ درصد افزایش می‌دهد. یکی از کاربردهای دیگر ای ام اس در ورزش حرفه‌ای ریکآوری است که از اهمیت زیادی برای ورزشکاران برخوردار است.

1 Electrical Muscle Stimulation

با تمرینات EMS هر بار بارگیری، نتیجه مصنوعی جریان‌های الکتریکی است که از عضلات عبور می‌کند. به این معنی که هرگونه فشاری بر روی مفاصل و رباطها به کمترین میزان ممکن می‌رسد.

افراد دارای تناسب‌اندام که به دنبال عضله سازی بیشتر هستند، ممکن است در این قسمت نا امید شوند چون این تکنولوژی به سیستم عصبی مرکزی که یک جز اصلی ساخت عضله است را فعال می‌کند. اگر به دنبال رسیدن به تفکیک عضلات و ترکیب بدنی عالی هستید، ممکن است به این نتیجه دلخواه نرسید. هیچ تحقیقی این موضوع را که این تمرینات باعث رشد عضلات مشخصی می‌شود را نشان نداده است. این که این دستگاه عضلات شما را صد در صد منقبض می‌کند به این معنا نیست که شما از زمانی که اسکوات انجام می‌دهید قوی‌تر می‌شوید.

این تکنولوژی باید به‌عنوان یک مکمل در کنار ورزش‌های قدرتی و یا هوازی دیگر انجام شود تا به عضله سازی کمک کند و نباید بیشتر از ۳ بار در هفته مورد استفاده قرار گیرد.

معایب تمرینات EMS

این دستگاه ریسک‌هایی نیز می‌تواند داشته باشد. یکی از آن‌ها این است که شما ممکن است تمرین زده شوید. چون شدت تمرینی را که انجام می‌دهید، به اندازه کاری که می‌کنید، احساس نمی‌شود. ممکن است کمی زمان ببرد تا بدن شما متوجه شدت تمرینی که انجام می‌دهید، شود و اگر زمان مشخصی را برای ریکووری نگذارید، برنامه تناسب‌اندام شما ممکن است عقب‌گرد داشته باشد.

ریسک دیگری که این دستگاه می‌تواند داشته باشد این است که آسیب عضله در شرایطی که می‌تواند ناشی از هرگونه فشار فیزیکی شدید بر روی بدن باشد به وجود آید. الکساندر ارلیخ، فیزیولوژیست ورزشی در نیویورک که به مدت ۶ ماه تمرینات EMS را در جلسات تمرینات گروهی امتحان کرده، بیان می‌کند این فشار فیزیکی باعث می‌شود بافت عضلات به سرعت تحت تأثیر قرار بگیرد و ممکن است باعث ایجاد آسیب به کلیه شود.

EMS ممکن است برای کسانی که مشکلات قلبی عروقی دارند خطرناک باشد. کلید تمرینات ایمن این است که شما با مربی و یا متخصصانی که سابقه سلامتی شما، ریسک‌ها، سطح آمادگی جسمانی و هرگونه آسیب و تهدید شما را بشناسند، کار کنید. برای مثال اگر شما آسیب عضله همسترینگ و یا پارگی آشیل داشته باشید این دستگاه ممکن است شرایط شما را بدتر کند.

منابع علمی متفاوتی گزارش کرده‌اند که جلسات طولانی

و مقابله با سفت شدن آن بعد از عمل ضروری است؛ بنابراین منطقی به نظر می‌رسد ورزشکاران حرفه‌ای ممکن است از این دستگاه که ارزان و در دسترس عموم نیست، استفاده کنند تا به اهداف رقابتی خود برسند.

ولی اخیراً از آنجا که تمرینات EMS بیشتر در دسترس عموم قرار گرفته و افراد بیشتری اجازه دارند از آن استفاده کنند، مزایای آن کمتر نمایان می‌شود. با این وجود تحقیقات انجام‌شده نشان‌دهنده مزایای تقویت‌کننده این دستگاه در میان افراد ضعیف، عمل شده یا آسیب‌دیده است نه فقط کسانی که جهت تناسب‌اندام از این دستگاه استفاده می‌کنند، است.

جالب است بدانید در آمریکا سازمان غذا و دارو بر استفاده از دستگاه‌های ای ام اس نظارت می‌کند و قوانین خاصی برای آن وجود دارد.

در سال‌های اخیر EMS وارد حیطه تناسب‌اندام شده است و کمپانی‌های متعددی EMS های پوشیدنی (جلیقه‌ها و لباس‌های کل بدن)^۱ را تولید کرده‌اند که به صورت بی‌سیم^۲ توسط یک تبلت و با هدایت مربی کنترل می‌شوند. این پدیده جدید دنیای فیتنس ادعاها، مزایا و معایبی دارد که در ادامه درباره آن صحبت می‌کنم.

فواید تمرینات EMS

EMS یک ابزار عالی برای کمک به توان بخشی پس از آسیب به عضلات است. این دستگاه نه تنها بر روی بازبانی قدرت عضله کار می‌کند، بلکه در ترمیم بافت‌های آسیب‌دیده نیز مؤثر است. برای افرادی که آسیب زیادی به کمرشان وارد شده و به یک صندلی یا صندلی چرخدار در چند ماه محدود می‌شوند، برداشتن اولین گام به سمت پیاده‌روی می‌تواند دردآور و گاهی اوقات غیر ممکن باشد.

تقویت عضلات کمر و عضلات مرکزی بدن پس از ماه‌ها بی‌تحرك بودن ترسناک است. EMS می‌تواند برای بازبانی مؤثر این عضلات و ایجاد قدرت با کم‌ترین درد و استرس به مفاصل، مورد استفاده قرار گیرد. بیماران فیزیوتراپی نتایج شگفت‌انگیز از خدمات درمانی EMS دیده‌اند و پیشرفت رو به جلو داشتند. یکی از مزایای عمده استفاده از فناوری EMS برای درمان آسیب‌های فیزیکی این است که هیچ‌گونه فشار اضافی بر روی مفاصل، تاندون‌ها یا رباطها ندارد. شما می‌توانید قدرت عضلات خود را بدون ایجاد هیچ‌گونه آسیب بیش از حد بازسازی کنید. در تمرینات سنتی، عضلات با استفاده از وزنه‌ها، بهبود می‌یابند به این معنی که وزن و فشار اضافی نیز برای خود مفاصل به کار می‌رود. با این حال،

1 EMS Whole Body

2 Wireless

می‌شود تا ذخایر چربی به‌طور چشم‌گیری کاهش پیدا کند؛ بنابراین ضروری است که ورزشکار حداقل ۲ ساعت قبل از تمرین با ذخایر غنی از کربوهیدرات (ذخایر گلیکوژن) برای تمرین حاضر شوند تا بتوانند انرژی لازم برای انجام تمرینات پر فشار EMS را داشته باشند.

مواد معدنی: در متد تمرینی ای ام اس به علت تحریک و به‌کارگیری زیاد فیبرهای عضلانی مصرف میوه‌ها، سبزیجات و غذاهایی که دارای مواد معدنی از جمله پتاسیم، سدیم، کلسیم و منیزیم هستند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. مصرف ویتامین‌هایی از جمله B_1 , B_{12} و C همراه با تمرینات EMS لازم است.

معرفی افراد

ابراهیم فلاح

دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی و رئیس مرکز تندرستی و مشاوره ورزشی دانشگاه تربیت مدرس



دکتر ساناز میرزایان شانجانی

عضو هیئت‌علمی دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر، دکتری فیزیولوژی ورزشی



مدت یا استفاده از امواج با فرکانس بالا باعث رابدومیولایسیس (نوعی آسیب عضلانی) در افراد آماتور و حتی ورزشکاران حرفه‌ای می‌شود. نکته‌ی مهم این است که با محدود کردن زمان هر جلسه و عدم استفاده از فرکانس‌های بالا می‌توان به سادگی از این عارضه جلوگیری کرد.

پس چه کسی از تمرینات EMS نفع می‌برد؟

این موضوعات به این معنا نیست که این تکنولوژی بی‌فایده است و فواید ذکر شده برای آن صحیح نیست. بلکه این تکنولوژی برای کسانی که تناسب‌اندام ندارند و یا مدت زیادی بی‌تحرك بوده‌اند می‌تواند مفید باشد. مثلاً اگر شما کارمند هستید و وقت کافی برای انجام تمرینات ندارید، این تکنولوژی برای اندام تحتانی شما که به اندازه کافی فعال نیستند و ممکن است به پوسچر شما آسیب بزند، می‌تواند مفید باشد. در این شرایط EMS می‌تواند آگاهی بدن شما را بالا ببرد و به شما اطمینان دهد که بخشی از عضلات شما فعال شده‌اند. همین‌طور EMS می‌تواند برای تقویت عضلات مبتدیان به کار رود تا از ایجاد آسیب‌های شایع جلوگیری شود.

این تکنولوژی می‌تواند برای کسانی که اندام مناسبی دارند به تشخیص و اصلاح عدم تعادل عضلات کوچک کمک کند، همچنین می‌تواند برای گرم کردن و یا جلسات ریکاوری مفید باشد و به گروهی از عضلات که در حال توان‌بخشی هستند، کمک کند.

توصیه‌های غذایی برای کسانی که با روش EMS ورزش می‌کنند.

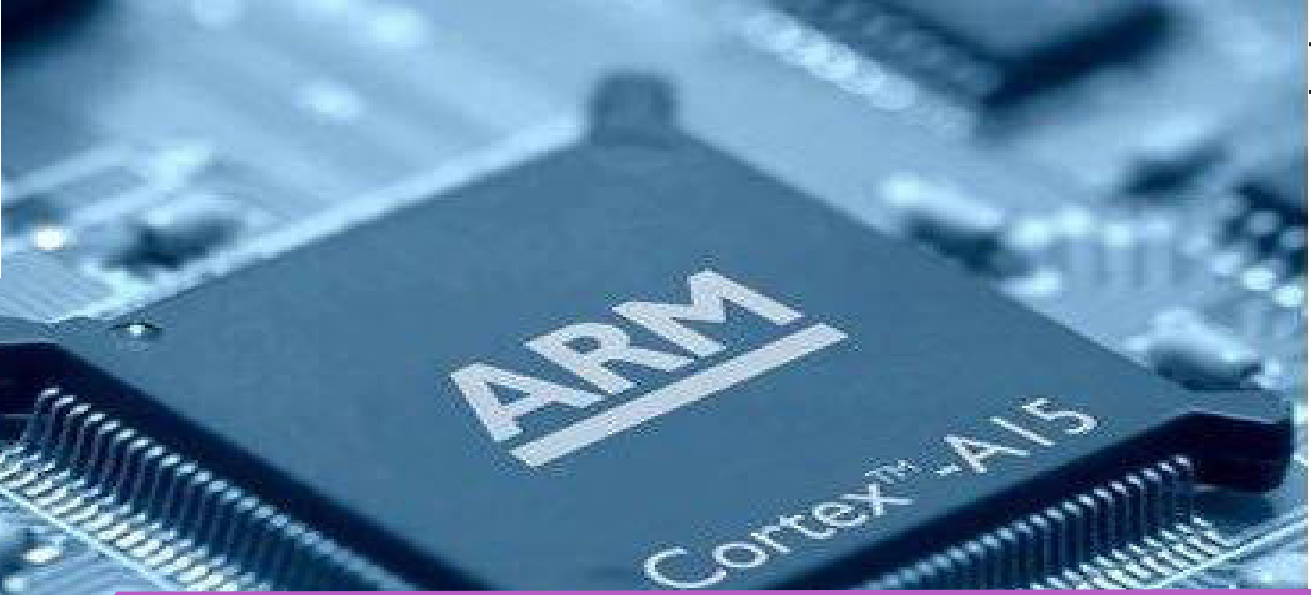
به علت پر فشار بودن تمرین و بالا رفتن آنزیم کراتین کیناز بعد از تمرین، نوشیدن مقادیر زیادی آب از نکات لازم و ضروری است که می‌تواند اسید لاکتیک اضافی را از بدن دفع و از کوفتگی‌های عضلانی و سردرد جلوگیری کند. میزان آب مصرفی باید به‌طور کل افزایش یابد به‌طوری که قبل از تمرین حداقل ۰/۵ لیتر، حین تمرین ۲۵۰ سی‌سی و بعد از تمرین ۰/۵ لیتر آب مصرف شود و بعد از آن نیز میزان آب بدن را باید افزایش داد.

از آنجایی که EMS یک روش تمرینی پرفشار است به‌طور عمده نیاز به ذخایر کربوهیدرات دارد. مزیت استفاده از ذخایر غنی انرژی و داشتن متابولیسم بهتر در آن است که شخص با انرژی و فشار بیشتری می‌تواند تمرین کند و در نتیجه کالری بیشتری مصرف می‌کند. به علاوه زمانی که عضلات در حال ساخته شدن هستند، کالری بیشتری در زمان استراحت مصرف می‌کنند و به‌طور کل این امر منجر

فصل پنجم

آموزش نرم افزار میکروکنترلر ARM

ARM Microcontroller Software Training



آموزش نرم افزار میکروکنترلر ARM

امیر حسن آشنایی^۱، پوریا اسپری^۲، احسان حاجبی^۳

a.ashnaee@aut.ac.ir

pourya.spari@gmail.com

hajebi.ehsan@gmail.com

۱- دکتری، صنعتی امیر کبیر

۲- کارشناسی ارشد، صنعتی امیر کبیر

۳- کارشناسی ارشد، رازی کرمانشاه

ARM USB^۴، ADC^۵، DAC^۶ و ... بکار گرفته شود. پردازنده‌های ARM توسط کمپانی Acorn Computers بر اساس معماری مبتنی بر RISC در دهه‌ی ۸۰ میلادی توسعه یافتند Acorn Computers. یک کمپانی بریتانیایی است که در سال ۱۹۷۸ در کمبریج انگلستان آغاز به کار کرد و محصولاتی نیز به بازار فرستاد که از جمله‌ی آن می‌توان به کامپیوتر BBC Micro اشاره کرد. در سال ۱۹۹۸ میلادی این کمپانی بریتانیایی تفکیک شد و زیرمجموعه‌های آن، امروزه به صورت مستقل به فعالیت می‌پردازند. یکی از موفق‌ترین زیرمجموعه‌های آکورن، Ad-vanced RISC Machines نام دارد که بیشتر با عنوان ARM شناخته می‌شود. ARM در ابتدا به صورت مستقل فعالیت می‌کرد، اما کمپانی ژاپنی SoftBank چند سال پیش با پرداخت بیش از ۳۲ میلیارد دلار، این کمپانی بریتانیایی را تصاحب کرد.

۱-۲- حضور ARM در صنعت گوشی‌های هوشمند

پس از آنکه گوشی‌های هوشمند موج جدیدی در دنیای فناوری ایجاد کردند و الگوی استفاده از گجت‌های دیجیتال را تغییر دادند، پردازنده‌ها نیز شاهد تغییر و تحولات و پا گرفتن معماری جدیدی بودند. با وجود تسلط^۸ Intel^۸ و AMD^۹

4 Universal Serial Bus

5 Analog to Digital Converter

6 Digital to Analog Converter

7 Gajet

8 Integrated Electronics

9 Advanced Micro Devices

فصل اول معرفی ARM

۱-۱- مقدمه

امروزه با پیشرفت روز افزون تجهیزات و الکترونیکی شدن آن‌ها، بکارگیری سیستم‌های یکپارچه رونق زیادی یافته است. به طوری که در اکثر دستگا ه های جدید از این سیستم ها استفاده می‌شود. به عنوان مثال گوشی‌های همراه و ... اکثراً دارای این تجهیزات الکترونیکی می‌باشند. با توجه به این موضوع اکثر شرکت‌ها و کارخانجات الکترونیکی به سمت این سیستم‌های الکترونیکی روی آورده‌اند. که این خود باعث ایجاد یک رقابت در بین تولیدکنندگان پردازنده‌های سرعت بالا شده است.

در این خلال نسل جدید پردازنده‌های ARM^۱ به بازار معرفی شدند، که دارای سیستم پردازش ۳۲ بیتی با سرعت پردازش چند مگاهرتز تا چند صد مگا هرتز می‌باشند. سرعت بالا، قیمت ارزان و حجم کم این پردازنده‌ها باعث شد که اکثر تولیدکنندگان میکروکنترلرها و پروسورها مانند ATMEAL، PHILIPS و ... آن را در لیست محصولات خود قرار دهند. حجم کم پردازنده‌های ARM باعث شده که اکثر فضای داخلی میکروکنترلرها برای تجهیزات جانبی مانند^۳ LAN، Serial،

1 processor

2 Advanced RISC Machines

3 Local Area Network

تراشه را به شکل ساده‌تری طراحی کرد. پردازنده‌های RISC دارای ترانزیستورهای کمتری هستند که همین موضوع منجر به کاهش انرژی مصرفی توسط پردازنده می‌شود. سادگی طراحی پردازنده در کنار کاهش تعداد ترانزیستورها نتیجه‌ای جز کاهش سایز تراشه ندارد. سایز تراشه به سطح مقطعی اطلاق می‌شود که روی ویفر سیلیکونی برای ساخت یک پردازنده تخصیص داده می‌شود. نتیجه کاهش سایز، امکان اضافه کردن کامپوننت‌های بیشتر روی پردازنده با اتصالات کمتر است، از این رو پردازنده‌های ARM کوچک‌تر هستند و انرژی کمتری مصرف می‌کنند.

پردازنده‌های سریع، کوچک و کم‌مصرف بهترین گزینه برای استفاده در گوشی‌های هوشمند هستند. هرچند گوشی‌های هوشمند این روزها قدرت پردازشی بالایی دارند، اما در یک گوشی هوشمند هیچ‌گاه بار پردازشی از طریق چند صد ترد روی هسته‌های مختلف اعمال نمی‌شود. سیستم‌عامل و اپلیکیشن‌های توسعه‌یافته برای گوشی‌های هوشمند نیز به‌منظور کاهش دستورات ارسالی به پردازنده بهینه شده‌اند تا بهترین نتیجه در زمان به‌کارگیری تراشه‌های ARM حاصل شود.

البته تمام مواردی که در بالا به آن‌ها اشاره کردیم به این معنی نیست که پردازنده‌های ARM قدرت پردازشی محدودی دارند. معماری ARM امروزه امکان استفاده از طراحی ۳۲ و ۶۴ بیتی را در اختیار کاربران قرار می‌دهد. همچنین باید به مجموعه‌ای از قابلیت‌های دیگر اشاره کرد که علاوه بر گوشی‌های هوشمند، پردازنده‌های ARM را برای استفاده در کاربردهای دیگری نظیر ابررایانه‌ها مناسب می‌کند.

نسبت عملکرد به‌ازای هر وات از انرژی مصرفی در پردازنده‌های ARM بسیار قابل قبول است. در صورتی که نرم‌افزار توسعه‌یافته برای پردازنده‌های ARM بهینه باشد، این پردازنده‌ها می‌توانند عملکرد بهتری در مقایسه با معماری x86 ارائه کنند، از این رو اهمیت پردازنده‌های ARM در کاربردهایی نظیر به‌کارگیری آن‌ها در سرورها و ابررایانه‌ها بیش از پیش پررنگ می‌شود. خروجی پردازشی مورد انتظار از ۲۴ هسته‌ی پردازشی x86 را می‌توان از چند صد هسته‌ی پردازشی کم‌مصرف و کوچک مبتنی بر معماری ARM دریافت کرد. هسته‌های x86 قدرت پردازشی مورد نیاز را تنها از چند هسته‌ی پردازشی و چندین ترد به دست خواهند آورد، حال آنکه در معماری ARM، وظیفه پردازشی روی چندین هسته‌ی پردازشی کم‌مصرف با ظرفیت پایین‌تر تقسیم می‌شود. هرچند تعداد هسته‌های ARM بیشتر است، اما این هسته‌ها در مقایسه با ۲۴ هسته‌ی x86 نیاز به انرژی کمتری دارند. بدین منظور با استفاده از پتانسیل هسته‌های ARM می‌توان قدرت پردازشی را بدون نیاز به بالابردن انرژی مصرفی، افزایش داد و نرم‌افزاری را که باید اجرا

بر پردازنده‌های مورد استفاده در پی‌سی که مبتنی بر معماری x86 هستند، گوشی‌های هوشمند توسط پردازنده‌های مبتنی بر معماری ARM قبضه شده‌اند. اهمیت معماری ARM و پردازنده‌های مبتنی بر این معماری به اندازه‌ای افزایش یافته است که مایکروسافت نیز به همکاری با Qualcomm، بزرگ‌ترین تولیدکننده‌ی تراشه‌های مبتنی بر معماری ARM برای گجت‌های موبایل پرداخته است.

ARM یک کمپانی یا به بیان بهتر یک لابراتوار است که متخصصان آن به طراحی پردازنده مشغول هستند. البته عبارت اختصاری ARM دو مفهوم را شامل می‌شود. در مورد معماری و طراحی پردازنده‌های ARM، این عبارت مخفف^۱ Acorn RISC Machines است، حال آنکه اگر منظور کمپانی توسعه‌دهنده‌ی این معماری باشد، اختصار ARM کوتاه شده‌ی عبارت -Advanc es RISC Machines است. ARM به هیچ‌وجه دستی در تولید تراشه ندارد و تنها معماری ARM را طراحی می‌کند، حال آنکه کمپانی‌هایی نظیر کوالکام، اپل و سامسونگ با دریافت گواهی استفاده از معماری ARM، تراشه‌های اختصاصی خود را مبتنی بر این معماری توسعه می‌دهند. البته این سه کمپانی شاخص‌ترین نام‌هایی هستند که گواهی معماری ARM را در پردازنده‌های خود استفاده می‌کنند و تعداد تولیدکنندگان پردازنده با استفاده از این معماری بالا است. اغلب گجت‌های الکترونیکی کوچک که از وجود باتری برای تأمین انرژی استفاده می‌کنند، از پردازنده‌های مبتنی بر ARM در واحد پردازشی خود بهره می‌برند. همان‌طور که اشاره کردیم؛ ARM پردازنده‌های خود را بر اساس دستورات RISC توسعه می‌دهد، اما RISC چیست؟ RISC مخفف عبارت Reduced Instruction Set Computing است. برخلاف پردازنده‌های ARM که از این معماری استفاده می‌کنند، پردازنده‌های اینتل و ای‌ام‌دی که قدرت پردازشی در لپ‌تاپ و پی‌سی شما را تأمین می‌کنند، از معماری^۲ CISC یا Complex Instruction Set Computing استفاده می‌کنند. دو معماری RISC و CISC برای استفاده در کاربردهای متفاوت طراحی شده‌اند. یک پردازنده‌ی مبتنی بر معماری RISC برای این منظور طراحی شده است تا تعداد دستورات ارسالی به پردازنده از سوی برنامه در حال اجرا کاهش یابد. در واقع مجموعه‌ی دستورات مورد استفاده در معماری RISC بسیار پایین‌تر است. با توجه به اینکه تعداد دستورات ارسالی در معماری RISC کاهش پیدا کرده، فرکانس پردازشی بالا است و پردازنده می‌تواند در هر ثانیه دستورات بیشتری در مقایسه با CISC اجرا کند.

زمانی که مجموعه‌ی دستورات اجرایی توسط پردازنده کاهش پیدا کند، پیچیدگی پردازنده نیز کاهش می‌یابد و می‌توان مدار

1 Reduced Instruction Set Computer

2 Complex Instruction Set Computer

شود، برای معماری آرم بهینه کرد.

۱-۳- انواع پردازنده های رایج ARM

پردازنده ARMVTDMI: رایج ترین پردازنده ۳۲ بیتی با معماری RISC در جهان است. با توجه به اندازه کوچک، کارایی بالا و قیمت و مصرف توان پایین استفاده از آن در سیستم های توسعه یافته و قابل حمل بسیار رایج است.

پردازنده ARMVTDMI-S: این پردازنده نسخه قابل سنتز Verilog و VHDL می باشد که معماری آن توسط ARMVTDMI بیان شده است و می توان این هسته را در کنار سایر بلوک های سیستم روی یک تراشه پیاده سازی کرد.

پردازنده ARM۹۲۶EJ-S: این پردازنده دارای پنج مرحله سیستم خط لوله است که یک ضرب کننده برای پردازش سیگنال DSP می باشد. این پردازنده همچنین دارای حافظه نهان دستورالعمل و داده و MMU هستند همچنین از پردازنده های محبوب ARM۹ می باشند که از سیستم عامل های لینوکس، ویندوز، سیمبلیان پشتیبانی می کنند.

پردازنده Cortex-M: نسل هفتم پردازنده های ARM می باشند و دارای توان عملیاتی بالا و مصرف توان پایین هستند (در این کتاب این سری از پردازنده ها مورد استفاده قرار گرفته است). میکروکنترلرهای ARM توسط شرکت های مختلفی از جمله، NXP، STM، TI و شرکت های مختلف دیگر طراحی و ساخته می شود که از میان خانواده هایی که بر مبنای پردازنده ARM تولید می شوند می توان به میکروهای سری LPC۲XXX محصول شرکت NXP، میکروهای سری SAM۷ AT۹۱ شرکت ATMEL و میکروهای سری STR۷ شرکت STM اشاره کرد. پردازنده های سری Cortex-M در نسل هفتم پردازنده ARM معرفی شدند و معماری آن ها به منظور استفاده در کنترلر های بلادرنگ بهینه سازی شده است. پردازنده های مختلف این خانواده می توانند به عنوان جایگزین مناسبی جهت پردازنده های مختلف در گستره وسیعی از کاربرد ها مورد استفاده واقع شوند.

۱-۴ انواع هسته های پردازنده های سری Cortex-M

هسته Cortex-M0

این هسته یکی از کم مصرف ترین پردازنده های ارائه شده توسط شرکت ARM است که در عین مصرف توان اندک، کارایی بسیار بالایی را ارائه می کند. قابلیت اجرای دستور های Thumb-۲ این امکان را فراهم می آورد که در عین کاهش حجم برنامه کارایی قابل قبولی ارائه شود.

میکروکنترلر های سری LPC۱۱۱x که توسط شرکت NXP ارائه شده، معماری آن ها بر مبنای هسته پردازنده Cortex-M هستند. این میکروکنترلر ها در کاربرد هایی از قبیل سنسور

های بدون سیم و سیستم های ریموت که منبع تغذیه مورد استفاده به صورت باتری بوده و میزان توان مصرفی آن بسیار با اهمیت است، مورد استفاده قرار می گیرند. همچنین با توجه به قیمت بسیار اندک و معماری ۳۲ بیتی می تواند به عنوان جایگزینی قدرتمند جهت میکروکنترلر های ۸ و ۱۶ بیتی مورد استفاده قرار گیرد.

هسته Cortex-M3

این هسته یکی از پر کاربردترین پردازنده های ارائه شده توسط شرکت ARM است که به طور گسترده در معماری بسیاری از میکروکنترلر ها مورد استفاده قرار می گیرد و به دلیل مزایای متعدد در مقایسه با هسته ARM۷ در معماری نسل جدید میکروکنترلر ها مورد استفاده واقع می شود.

از میان خانواده معروف میکروکنترلر ها که بر اساس معماری این هسته ارائه شده اند می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- میکروکنترلر های خانواده LPC۴۳xx محصول شرکت NXP
- میکروکنترلر های خانواده LPC۱۸xx محصول شرکت NXP
- میکروکنترلر های خانواده LPC۱۷xx محصول شرکت NXP
- میکروکنترلر های خانواده LPC۱۳xx محصول شرکت NXP
- میکروکنترلر های خانواده STM۳۲ محصول شرکت ST
- میکروکنترلر های خانواده SAM۳U و SAM۳S محصول شرکت Atmel

- میکروکنترلر های خانواده Stellaris محصول شرکت Texas با توجه به ویژگی های منحصر به فرد پردازنده Cortex-M۳، علاوه بر میکروکنترلر ها، در معماری سایر تراشه های جدید امروزی مورد استفاده قرار می گیرد که در این میان می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- Actel Smart Fusion
- Cypress PSOC ۵

تراشه های خانواده Smart Fusion ترکیبی از FPGA^۱ و مدارات آنالوگ برنامه پذیر هستند که به هسته پردازنده Cortex-M۳ متصل شده اند.

هسته Cortex-M4

این هسته به منظور پیاده سازی الگوریتم های پردازشی از قبیل فیلتر های دیجیتال، FFT^۲ و ضرب ماتریس که در کاربرد های سنتز و فشرده سازی صدا یا کنترل دور موتور کاربرد دارد مورد استفاده قرار می گیرد و می تواند به عنوان جایگزینی مناسب جهت تراشه هایی از قبیل پردازنده های خانواده TI C۲۰۰۰ و Microchip dsPIC با مصرف توان بسیار کم مورد استفاده واقع شود. این خانواده از تراشه ها تحت نام کلی DSC مورد بحث قرار می گیرند که در کاربرد های ترکیبی کنترل و پردازش سیگنال مورد استفاده قرار می گیرند. از مشخصات این هسته

1 Field Programmable Gate Array
2 Fast Fourier Transform

معرفی افراد

امیرحسین آشنائی

مدرک کارشناسی خود را از دانشکده مهندسی برق دانشگاه صنعتی امیرکبیر در سال ۲۰۱۶ دریافت کرد. همچنین مدرک کارشناسی ارشد خود را در رشته مهندسی برق گرایش کنترل و از دانشگاه امیرکبیر در سال ۲۰۱۹ اخذ نموده است. ایشان اکنون دانشجوی دکتری مهندسی برق گرایش کنترل بوده و در دانشگاه امیرکبیر مشغول به تحصیل است. از زمینه های کاری وی، می توان طراحی سیستمهای عیب یاب و کنترل تحمل پذیر عیب، طراحی و ساخت درایوهای الکتریکی، برنامه نویسی سخت افزاری و یادگیری ماشین را نام برد.



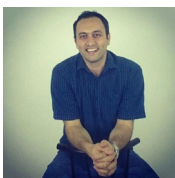
پوریا اسپری

مدرک کارشناسی خود را از دانشگاه صنعتی کرمانشاه در سال ۲۰۱۶ دریافت کرد. همچنین مدرک کارشناسی ارشد خود را در رشته مهندسی برق گرایش الکترونیک و از دانشگاه رازی کرمانشاه در سال ۲۰۱۸ اخذ نموده است. ایشان اکنون مشغول به تولید الکتروموتورهای تک فاز و سه فاز القایی آسنکرون و همچنین بردهای کنترلی اینورترهای جوش و برش می باشند. از فعالیت های دیگر ایشان می توان برنامه نویسی ریزپردازنده ها و ساخت درایو الکتروموتورهای القایی و SRM و همچنین طراحی فیلترهای مایکروستریپ LowPass و BandPass در سایز Compact را نام برد. لازم به ذکر است ایشان سابقه همکاری با وزارت ارتباطات در حوزه پروژه های ارتباطی USO و مشاوره در مورد نحوه ایجاد اشتغال در حوزه فناوری اطلاعات از جمله رویدادهای استارتآپی و شرکت های دانش بنیان داشته است.



احسان حاجبی

مدرک کارشناسی خود را از دانشگاه جهاد دانشگاهی کرمانشاه در سال ۲۰۱۲ دریافت کرد. همچنین مدرک کارشناسی ارشد خود را در رشته مهندسی برق گرایش الکترونیک و از دانشگاه رازی کرمانشاه در سال ۲۰۱۸ اخذ نموده است. ایشان اکنون مشغول به تولید الکتروموتورهای تک فاز و سه فاز القایی آسنکرون و همچنین بردهای کنترلی اینورترهای جوش و برش می باشند. از فعالیت های دیگر ایشان می توان برنامه نویسی ریزپردازنده ها و ساخت درایو الکتروموتورهای القایی و SRM نام برد. لازم به ذکر است ایشان سابقه همکاری با کمپانی روژین تاک در قسمت PM را داشته است.



استفاده از واحد های سخت افزاری ویژه جهت اجرای دستور های MAC و SIMD در یک سیکل کاری می باشد که باعث تسریع در اجرای الگوریتم های پردازش سیگنال خواهد شد.

هسته Cortex-M7

این هسته از عملکرد بسیار مطلوبی برخوردار است به عبارتی بهترین میکروبی است که شرکت ST توانسته تا به حال روانه بازار کند. از بارزترین مشخصات این سری از میکروکنترلر های STM32 می توان به حافظه فلش ۲ مگا بیتی و ماکزیمم کلاک ۴۰۰ مگا هرتزی آن اشاره کرد که در سال ۲۰۱۷ در دسترس عموم قرار گرفته است.

۱-۵ بردهای دیسکاواری (STM32) Discovery:

شرکت ST میکروالکترونیک یک راه سریع و آسان برای مهندسانی که بخواهند پروژه های مختلف را اجرا و برای ارزیابی تراشه میکروکنترلر داشته باشند، ساخته شده است. این برد بسیار ارزان بوده و به راحتی در بازار در دسترس است. در واقع یک برد آموزشی برای آشنایی و سهولت در استفاده از میکروکنترلر STM32 است.

هر برد دیسکاواری شامل یک پروگرامر ST-LINK برای برنامه نویسی و اشکال زدایی (Debugging) از طریق یک پورت USB خود می باشد. ولتاژ مورد استفاده برای هر برد ۵ ولت از طریق کابل USB می باشد و یا یک منبع تغذیه خارجی ۵ ولتی ارائه شده است که آنها را می توان به عنوان منابع توان خروجی ۳.۳ یا ۵ ولتی استفاده کرد (در حال حاضر باید کمتر از ۱۰۰ میلی آمپر باشد). تمام بردها دیسکاواری همچنین شامل یک تنظیم کننده ولتاژ، کلید ریست، کلید کاربر (روشن و خاموش کردن)، چندین LED، هدر SWD در بالای برد و ردیف های پین هدر در پایین برد وجود دارد.

از جمله امکانات این برد می توان به موارد زیر اشاره کرد:

– مجهز به پروگرامر و دیباگر st-link مونتاژ شده روی برد
– دو عدد چیپ ST MEMS

– شتاب سنج، میکروفون دیجیتال و ژيروسکوپ

– یک مبدل دیجیتال به آنالوگ صدا همراه با تقویت کننده کلاس D که به کمک میکروفون دیجیتال می توانید اقدام به ثبت و پردازش صدا کنید. تغذیه برد نیز ۵ ولت است که در خروجی علاوه بر ۵ ولت ولتاژ ۳ ولت نیز به منظور توسعه و استفاده از برد در مدارات مختلف در نظر گرفته شده است.

– ال ای دی، کلیدهای مورد نیاز

– پایه های ورودی و خروجی

و ...

جهت ادامه مطلب و مشاهده ۲۰ ساعت فیلم آموزشی رایگان به سایت tmu.ieee.org.ir مراجعه نمایید.

معرفی انجمن

- معرفی و فعالیتهای اخیر انجمنهای دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر
- افتخارات
- گالری

Introducing the Scientific Association

- **Introducing and Recent Activities of the Associations of the Faculty of Electrical and Computer Engineering**
- **Honors**
- **Gallery**



گالری، افتخارات، فعالیت‌های اخیر انجمن‌های دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر ...

در این بخش قصد داریم مواردی همچون معرفی انجمن‌های علمی فرهنگی و علمی تخصصی، فعالیت‌های انجام شده، افتخارات و گالری انجمن پردازیم.
انجمن علمی دانشجویی مهندسی برق و کامپیوتر معرفی افراد انجمن علمی

تیم محترم انجمن علمی دانشجویی مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه تربیت مدرس که فعالیت‌های خود را در سال ۱۳۹۸ با قدرت و روحیه داوطلبانه شروع کرده است بدین شرح می‌باشد:

	زهرا فرحزادی	سکینه پاشایی
انجمن علمی دانشجویی مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه تربیت مدرس	شورای مرکزی گرافیکست	شورای مرکزی امور اجرایی

از جمله دیگر انجمن‌های مطرح در سطح کشور که فعالیت‌های خود را همراه با شعار جهانی پیشرفت تکنولوژی در جهت بهبود زندگی بشر انجام می‌دهد. انجمن مهندسی برق و الکترونیک یا به اختصار IEEE شاخه دانشجویی دانشگاه تربیت مدرس می‌باشد. فعالیت‌های انجمن نامبرده در سطح دانشگاه همکاری همه جانبه با انجمن علمی دانشجویی مهندسی برق و کامپیوتر، در سطح کشور همکاری با دیگر شاخه‌های IEEE کشور و در سطح بین الملل همکاری با شاخه‌های دانشجویی IEEE کشور ترکیه، همراهی با بخش ایران جهت برگزاری سلسله وبینارهای بین المللی، برگزاری رویداد جهانی IEEE Day و مسابقات جهانی برنامه نویسی تحت عنوان IEEEXterem می‌باشد.

یکی از محورهای شاخه IEEE دانشگاه تربیت مدرس عضویت در کمیته‌های فعال بخش ایران از جمله کمیته توسعه عضویت، کمیته حرفه‌های جوان و کمیته فعالیت‌های دانشجویی می‌باشد که توانسته‌اند خدمات ارزنده‌ای در سطح کشور با حمایت IEEE بخش ایران ارائه دهند.

محمد امین قاسمی	بشیر فعله گری	دکتر صادق بلوکی
نائب دبیر انجمن گرافیکست	دبیر انجمن	مشاور محترم انجمن
آرمینه رحمانیان	پژمان جعفری	امید اسودی کرمانی
شورای مرکزی	شورای مرکزی گرافیکست	شورای مرکزی ویراستار علمی

اعضای تیم IEEE دانشگاه تربیت مدرس بدین صورت است:

نام	دکتر مهدی عروجی	مهندس بشیر فعله‌گری	مهندس دانش امانی	مهندس محمدمبین قاسمی	مهندس محمد استوار
سمت	مشاور محترم شاخه	رئیس شاخه	نایب رئیس شاخه	خزانه دار شاخه	دبیر شاخه
شماره عضویت در سیستم جهانی IEEE		۹۶۲۹۰۲۷۰	۹۶۲۹۰۳۲۶	۹۵۶۱۷۸۹۴	۹۶۸۸۳۳۴۱

• دوره‌های آموزشی و کارگاه‌ها

- یادگیری ماشین
- زبان برنامه نویسی پایتون
- کنترل ریزشبکه‌ها
- میکرو کنترلر آرم
- مونتاژ و دومونتاژ قطعات الکتریکی
- آشنایی با سکوهای پردازش توزیع شده داده‌های جریانی در محیط‌های کلان داده‌ها
- یادگیری ماشین و عمیق با رویکرد بهینه‌سازی کاربرد لینوکس در سیستم‌های نهفته
- آموزش نوشتن نگارش پایان‌نامه و مقاله در ورد
- آموزش آنلاین آردوینو
- لذت شبیه‌سازی با HFSS
- متلب مقدماتی
- متلب متوسط
- نرم افزار Latex
- بازدیدها
- پژوهشکده علوم شناختی پژوهشگاه دانش‌های بنیادی (IPM)
- شتابگر خطی الکترون پژوهشگاه دانش‌های بنیادی
- همکاری با نهاد علمی ریاست جمهوری در برگزاری نهمین نمایشگاه بین‌المللی نوآوری و فناوری INOTEX
- تولید پادکست
- قراردادن اطلاعیه‌های جذب نیرو کار و امریه
- سربازی در شبکه‌های اجتماعی و سایت رسمی انجمن

فعالیت‌های انجام شده توسط انجمن‌های علمی دانشجویی دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه تربیت مدرس:

- شرکت در جشنواره بین‌المللی حرکت و کسب رتبه نخست مرحله داخلی و کسب رتبه دوم در مرحله کشوری
- برگزاری دوره‌های آموزش نرم‌افزارهای مهندسی جهت تامین نیاز آموزشی نرم افزار دانشجویان دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر
- برگزاری سمینارهای مطرح با حضور اساتید برجسته
- همکاری اعضای IEEE دانشگاه تربیت مدرس در برگزاری سلسله وبینارهای بین‌المللی بخش ایران
- همکاری با دیگر شاخه‌های IEEE و سازمان‌های مرتبط
- نماینده دانشگاه تربیت مدرس در برگزاری هماهنگی طرح ملی ره‌نشان تحت نظارت بنیاد ملی نخبگان
- عضویت در کمیته‌های IEEE بخش ایران
- فعالیت اعضای شاخه در کمیته توسعه عضویت
- فعالیت اعضای شاخه در کمیته جوانان حرفه‌ای
- فعالیت اعضای شاخه در کمیته روابط عمومی
- برگزاری سمینارها
- سمینار انرژی‌های تجدید پذیر با حضور پروفیسور مخلیف و دکتر یزدیان دبیر IEEE وقت بخش ایران در دانشگاه تربیت مدرس
- حضور دکتر محسن خلیلی استادیار دانشگاه Surrey انگلستان با Millimetre Wave Large Intelligent Surface for 6G Application

گزارش تصویری و پوستره‌های طرح شده جهت تبلیغ رویدادها:



دوره بلند مدت یادگیری ماشین
مدرس: مهندس محمد حسین امینی



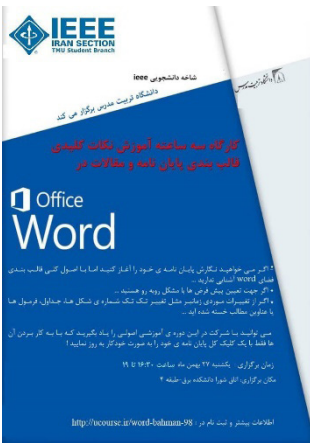
MICROGRID CONTROL COURSE
مدرس: کیوان محمدی



برنامه نویسی مقدماتی پایتون
مدرس: محمد حسین امینی



دوره مجازی کار با نرم افزار LATEX
مدرس: محسن فیضی



کارگاه سه ساعته آموزش نکات کلیدی قالب بندی پایان نامه و مقالات در WORD



STREAM PROCESSING PLATFORMS INTRODUCTION
مدرس: Shahab Safaee



MAD AI
مدرس: Mehrdad Jannesar



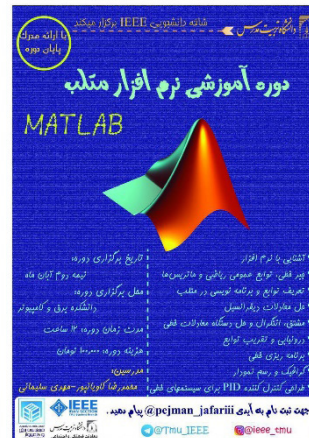
ادامه تحصیل در مقطع دکتری Ph.D.



کارگاه لذت شبیه سازی با HFSS
مدرس: مهندس سهراب



دوره آموزشی نرم افزار متلب
مدرسین: محمدرضا کاویانپور - مهدی سلیمانی



دوره مقدماتی زبان آلمانی A1
مدرس: مهندس سهراب



دوره برنامه نویسی تحت پلتفرم اندروید
مدرس: مهندس کاوه محمدی



دوره آموزشی برنامه نویسی مقدماتی و پیشرفته با زبان پایتون
مدرس: مهندس علی عالمی



دوره آموزش آنلاین نرم افزار
Altium Designer



دوره آموزش آنلاین برنامه نویسی
"پیشرفته" Embedded C



کاربرد لینوکس در سیستمهای نهفته
مدرس: حسین صالحی پور



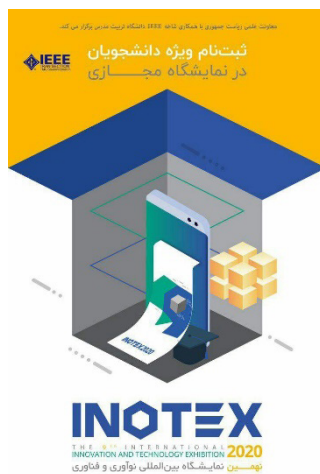
دوره آموزش آنلاین برنامه نویسی
"مقدماتی" Embedded C



SKILLS UP



دوره آموزش آنلاین آردوینو
مدرس: علی میرقاسمی



ثبت نام ویژه دانشجویان
در نمایشگاه مجازی INOTEX



شرکت در دوازدهمین جشنواره
بین‌المللی حرکت

برگزاری سمینارها و وبینارهای تخصصی:

Millimetre Wave Large Intelligent Surface for 6G Applications

Dr. Moïsen Khalily
IEEE Senior Member
Assistant Professor of Antennas and Propagation
University of Surrey, United Kingdom

We will have an introduction to the principles and concepts that are essential in understanding the working of Large Intelligent Surfaces (LIS). We will look at some of the predictions done by industry players regarding future networks and what we should be prepared for. We will go through some of the possible applications where LIS could be deployed and can help us with some of the current practical challenges faced by network service providers from network coverage and quality perspective. We will also look at a possible application of LIS that could be of national importance. Lastly, we will look at the road ahead for LIS and would request all the members to contribute to our understanding and usefulness of this new technology so that our efforts can be focused towards logical and practical applications where this technology can yield higher benefits.

انجمن برق و کامپیوتر
دانشکده مهندسی و فناوری
انجمن دانشمندان مهندسی برق و کامپیوتر

با همکاری گروه کنترل بر گزار می کند.

IEEE

سمینار تخصصی انرژی های تجدید پذیر:
چالش ها و راهکارها

پروفیسور سعد مخلیف
Prof. Saad Mekhilef

عضو هیئت مدیره IEEE
رئیس انجمن مهندسی برق و کامپیوتر
(انجمن مهندسی برق و کامپیوتر)

مهمی برنامه ریز و دکتر سینا سید احمدی

1. Fellow member IEEE
2. Fellow member IET
3. Editor: Renewable & sustainable Energy Review
(impact factor: 10.556(2018))
4. Associate Editor: IEEE Transactions on Power Electronics
(impact factor: 7.224(2018))

(افراد محدود)
از اعضای دانشجویان گرامی دانشگاه تبریز مدرس
دهون می شود در این سمینار شرکت نمایند
دانشگاه تبریز



همکاری با IEEE بخش ایران در برگزاری سلسله وبینارهای بین‌المللی بخش در سال ۲۰۲۰

IEEE
IRAN SECTION

IEEE
OMAN SECTION

IEEE
United Arab Emirates Section

25 August 2020
IRST: 17:00 (GMT: +4:30)
4 shahrivar 1399

The Smart City Building Blocks and Their Synergy with Smart Villages

A smart city relies on widely distributed smart devices to monitor the urban environment in real-time, collect information for intelligent decision making, and facilitates various services to improve the quality of urban living. The distributed network of intelligent sensor nodes, as well as data centers/clouds where sensor data are stored and shared, constitutes a smart city infrastructure. Participatory sensing plays an indispensable role in emerging initiatives of a smart city, which retrieves sensor data from groups of people or communities. The proliferation of personal mobile devices and development of online social networks make participatory sensing viable at a large scale but introduce many open problems at the same time. Smart cities address urban challenges such as pollution, energy efficiency, security, parking, traffic, transportation, and others by utilizing advanced technologies in data gathering and communications interconnectivity via the Internet.

Prof. SAIFUR RAHMAN
Joseph Loring Professor of Electrical Engineering
Virginia Tech Advanced Research Institute, USA.
President, IEEE Power & Energy Society 2018 & 2019

scan me

Register <https://bit.ly/IranIEEEsection>

IEEE
IRAN SECTION

IEEE
OMAN SECTION

31 August 2020
IRST: 17:00 (GMT: +4:30)
10 shahrivar 1399

Renewable Energy and Energy Storage: Targets, Benefits, and Challenges

Dr. Babak Enayati
Manager, Technology Deployment at National Grid

Babak Enayati received his MSc from University of Tabriz, Iran in 2001, MSc from Isfahan University of Technology, Iran in 2004, and PhD in Electrical Engineering from Clarkson University, USA in 2009. He joined National Grid, USA in 2009 and is currently the Manager of the Technology Deployment team, which is responsible for the implementation of the new technologies to meet National Grid's Intelligent Transmission Network objectives. Since Babak joined National Grid, he has held engineering positions in the Protection, Engineering, Retail Connections Engineering, and New Energy Solutions departments.

scan me

Register bit.ly/IEEEIRANSectionWebinar

IEEE
IRAN SECTION

IEEE
OMAN SECTION

IRST: 16:00 (GMT: +3:30)
1st Mehr Tuesday
22nd September 2020

Ambient Intelligence For Smart Living

Prof. Vincenzo Piuri
IEEE Vice President for Technical Activities (2015)
IEEE Director, President of the IEEE Computational Intelligence Society
IEEE Fellow
Department of computer Science
Università degli Studi di Milano, Italy

Abstract
Advanced and ambient services for ambient intelligence require an intelligent technological support for understanding the current needs and the desires of users in the interactions with the environment for their daily use, as well as for understanding the current status of the environment after complex situations. This infrastructure constitutes an essential base for smart living. Various technologies are required to support the creation of intelligent and adaptive services for ambient intelligence. Ambient intelligence can provide flexible techniques for designing and implementing monitoring and control systems, which can be configured from behavioral examples or by mimicking approximate reasoning processes to achieve adaptable systems. Machine learning can be effective in extracting knowledge from data and from the actual and desired behaviors and needs of individuals as well as the environment to support informed decisions in managing the environment level and its interaction to the people's needs.
Biometric data help in identifying individuals or groups; their profiles can be used for adjusting the behavior of the environment. Machine learning can be exploited for dynamically learning the preferences and needs of individuals and organizations and the profiles and preferences of each individual of the group. Biometrics can also be used to create advanced human-computer interaction frameworks.
Data mining over massive data will be instrumental in allowing the intelligence availability of knowledge about the preferences and needs of individuals as well as services for ambient intelligence to build applications easily.
This talk will analyze the opportunities offered by these technologies to support the realization of adaptable operations and intelligent services for smart living in an ambient intelligent infrastructure.

scan me

JOIN US bit.ly/Webinar_IEEE_IRAN

IEEE
IRAN SECTION

IEEE
OMAN SECTION

Engineering The Future In The Post-COVID Era

OUR GUEST

Prof. S. K. Ramesh
2016-17 IEEE Vice President Educational Activities
Director AIMS' Program, and Professor of Electrical and Computer Engineering
California State University, Northridge, USA

23rd August 2020
2nd Shahrivar

IRST: 19:00 - 20:30
(GMT: +4:30)

Register: bit.ly/IEEEIransection

IEEE
IRAN SECTION

IEEE
OMAN SECTION

Wireless AI: A New Sixth Sense to Deciphering our World

Prof. K. J. Ray Liu
Distinguished University Professor & Distinguished Scholar-Teacher
University of Maryland
IEEE Vice President, Technical Activities (2019)
Division IX Director of IEEE Board of Directors (2016-17), President of IEEE Signal Processing Society (2012-13)

Thu, 3 Sep, 2020
13 Shahrivar, 1399
17:00 IRST (GMT +4:30)

What smart impact will future 5G and IoT bring to our lives? Many may wonder, and even speculate, but do we really know? With more and more bandwidth readily available for the next generation of wireless applications, many more smart applications/services unimaginable today may be possible. In this talk, we will show that with more bandwidth, one can see many multi-paths, which can serve as hundreds of virtual antennas that can be leveraged as many degrees of freedom for smart life. Together with the fundamental physical principle of time reversal to focus energy to some specific positions and the use of machine learning, a revolutionary wireless AI platform can be built to enable many outstanding IoT applications that have been envisioned for a long time, but have never been achieved.

scan me

Register bit.ly/WebinarIEEEIRAN

IEEE
IRAN SECTION

IEEE
OMAN SECTION

Frequency Control In Low-Inertia Power Systems

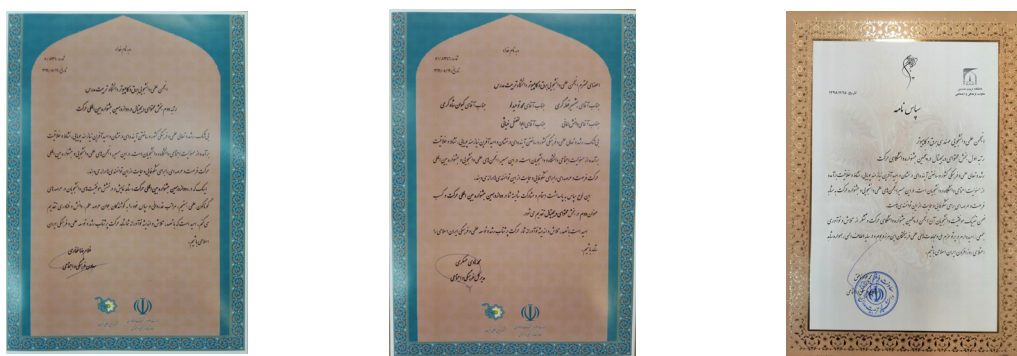
Abstract
The integration rate of low-carbon technologies such as renewable energy sources and energy storage units (ESU) in the electric power system (EPS) is significantly increasing. These technologies are almost exclusively interfaced with the EPS via power electronic interface (power converters) which enable flexible control and electricity generation at nominal EPS frequency. Furthermore, the same trend is observed on the consumption side in which power system loads are increasingly being controlled through power electronics. The consequence of an increased share of converter-interfaced technologies is the reduction of power system inertia and the increased impact of fast converter dynamics on the dynamic behavior of EPS. Thus, the traditional assumption that grid inertia is sufficiently high with only slight variations over time is therefore not valid in the modern power systems, which become low-inertia systems where frequency dynamics are faster making frequency control and power system operation more challenging. The lecture considers the challenges of such low-inertia power systems and the possible set of solutions that can be applied to address them.

Wednesday 30th September 2020
9th Mehr IRST: 17:00 (GMT: +3:30)

Join:

bit.ly/IRAN_IEEE_Webinar

۲- افتخارات



کسب رتبه نخست پنجمین جشنواره حرکت داخلی دانشگاه تربیت مدرس و رتبه دوم کشوری در زمینه محتوای دیجیتال در دوازدهمین دوره جشنواره بین المللی حرکت - ۱۳۹۸



کسب رتبه انجمن برگزیده در سومین جشنواره حرکت دانشگاه تربیت مدرس و رتبه انجمن قابل تقدیر در نهمین جشنواره ملی حرکت در حوزه برنامه‌های آموزشی - ۱۳۹۵



تجلیل از اعضای انجمن مهندسیین برق دانشجویان تربیت مدرس جهت فعالیت در کمیته‌های IEEE بخش ایران - ۲۰۱۹



کسب عنوان شاخه برتر بخش ایران توسط دانشگاه تربیت مدرس - ۲۰۱۵

۳- گالری انجمن‌های دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر تربیت مدرس







IEEE day at TMU

THIS LEFT TO CAST YOUR VOTE

9 DAYS	19 HOURS	19 MINUTES	58 SECONDS
-----------	-------------	---------------	---------------

Social Sharing Vote Now ←

Description

On October 20th, we had a friendly gathering with all new students of the faculty. It was a cheering atmosphere, old and new members of our union tried to explain the concrete and benefits of being a member of the society to the students. To keep them enjoy their first day at the university, we invited them to some competitions and a piece of our IEEE day cake. In the end, we gathered for a group photo to mark our great moment for 10 years.

[View all](#)



مسئولیت اجتماعی در برابر بحران COVID-19

که انسان فردی عاقل، خردمند، دارای اراده خدادادی و حق انتخاب و همچنین مسئولیت‌پذیر نسبت به سلامت و سعادت خود و جامعه‌اش می‌باشد. بدیهی است به منظور تغییر رفتار و تغییر سبک زندگی روزمره فردی، خانوادگی یا اجتماعی و نهادینه کردن آن، داشتن آگاهی، انگیزه، نگرش درست و یادگیری مهارت‌های زندگی لازم و ضروری است اما کافی نیست. نهادینه‌سازی خودمراقبتی در زندگی مستلزم یک سری شرایط و متغیرهای اجتماعی ضروری است.

روش‌های تامین سلامت روان در بحران بیماری کرونا

با محدود شدن ارتباطات اجتماعی، دوره‌می‌ها و بسته شدن مدارس و دانشگاه‌ها، بسیاری نشاط خود را از دست داده‌اند و بازدهی لازم در فعالیت‌های خود ندارند. علاوه بر این، احساس اضطراب، انزوا و ناامیدی تأثیرات منفی در زندگی اشخاص داشته است. در این بخش به روش‌های تامین سلامت روان جامعه در شرایط بحرانی پرداخته می‌شود.

- باید پذیرفت که اضطراب کاملاً طبیعی است
- داشتن اضطراب در مورد این بیماری کاملاً قابل درک است و طبق توصیه‌های متخصصین علوم رفتاری لازم است اطلاعات خود را از منابع معتبر کسب کنیم.
- ذهن را متوجه موضوعات دیگر کنیم.
- وقتی به مدت طولانی در شرایط سخت قرار می‌گیریم، بهترین کار این است که مشکلات را به دو دسته تقسیم کنیم:

زمانی که یک بیماری پاندمیک می‌گردد، علاوه بر مسائل سلامتی، یک چالش همه جانبه در تمام ابعاد زندگی فردی و اجتماعی افراد پدیدار می‌گردد. در حال حاضر بیماری کووید-۱۹ چنین وضعیتی پیدا کرده است و بحران سخت را ایجاد نموده است. این بیماری همانند سایر بیماری‌های ویروسی، درمان قطعی ندارد و بهترین راه مقابله با این بحران، پیشگیری و افزایش مقاومت و توان سیستم دفاعی بدن قبل از بروز بیماری و یا در زمان ابتلای به بیماری است. لذا بهترین راهبرد پیشگیری و مقابله، خودمراقبتی است.

علائم بیماری کووید-۱۹ بیشتر شبیه سرماخوردگی یا شبیه بیماری‌های شدید تنفسی است. شایع‌ترین علائم این بیماری عبارتند از: **سرفه، تب، تنگی نفس، خستگی اندام‌ها و از دست دادن ناگهانی حس بویایی و چشایی**. علیرغم تلاش‌های زیاد محققان و دانشمندان، تاکنون درمان یا واکسنی برای بیماری کووید-۱۹ شناخته و تولید نشده است. بنابراین پیشگیری تنها راه محافظت افراد می‌باشد. بیماری کووید-۱۹ درمان دارویی مؤثر و علاج‌کننده‌ای ندارد. اما برخی داروهای کمکی وجود دارند که پزشکان بسته به شرایط بیمار، شدت بیماری و بیماری زمینه‌ای تجویز می‌کنند که باید مطابق دستور مصرف شوند، اما عوارض بیماری به مدت یک تا دو هفته و یا بیشتر بیمار را گرفتار و ناراحت کرده و زندگی را برای وی سخت می‌نماید.

خودمراقبتی تغییر در رفتار و سبک زندگی است که مبتنی بر کرامت و خرد انسانی است و بر این پیش‌فرض استوار است

موارد قابل کنترل و موارد غیرقابل کنترل. در شرایط بحرانی مشکلات از دسته دوم هستند و تنها کاری که می‌توان انجام داد کنار آمدن با شرایط و دور کردن افکار منفی است.

- بر روی خود تمرکز کنیم.
- همه‌ی ما علایقی داریم که قبل‌تر فرصت پرداختن به آنها را نداشتیم. در این شرایط می‌توان از فرصت استفاده کرد و به علایقمان بپردازیم.
- احساسات را بشناسیم و بپذیریم.
- راه‌های جدید برای ارتباط با جامعه بیابیم.
- استفاده از رسانه‌های اجتماعی می‌تواند جایگزین خوبی برای روابط اجتماعی باشد تا تعامل با افراد جامعه همچنان پابرجا باشد.
- مسئله مهم دیگر این است که برنامه‌ریزان بهتر است به جای استفاده از واژه‌هایی همچون فاصله اجتماعی از اصطلاح فاصله فیزیکی استفاده کنند. چرا که در مفهوم فاصله اجتماعی نیازهای روانشناختی کم‌ارزش می‌شوند و اگر چه افراد جامعه باید از لحاظ فیزیکی از هم فاصله بگیرند اما از لحاظ اجتماعی بیش از هر زمان دیگری به همراهی و علاقه اجتماعی نیاز دارند.

نگرش‌های منفی و رفتارهای تبعیض آمیز

چرا این ویروس می‌تواند این میزان نگرش منفی را در ایجاد کند؟ چون ناشناخته است و ما از ناشناخته‌ها می‌ترسیم. گاهی راحت‌تر است که ترس از مسری بودن را به دیگران نسبت دهیم. این نگرش‌های منفی باعث از بین رفتن یکپارچگی جامعه و منزوی شدن گروهی از افراد می‌شود. وعده‌ای ممکن است بیماری خود را پنهان کنند و دیرتر برای بیماری مراجعه کنند. باعث می‌شود افراد مبتلا علاوه بر رنج و نگرانی بیماری، از نظر روانی تحت فشار قرار گیرند. افراد جامعه نسبت به همدیگر مسئولیت دارند و در این شرایط نحوه برخوردشان با هم اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. بنابراین باید به کلماتی که استفاده می‌کنیم توجه کنیم. مراقب افراد سالمند و مبتلایان به بیماری‌های زمینه‌ای باشیم و در حضور آنان نگوئیم خوشبختانه فقط افراد سالمند یا دارای بیماری زمینه‌ای در خطر مرگ هستند. با افراد مبتلا دلجویانه رفتار کنیم و آنها را از سایر افراد متمایز نکنیم. همین‌طور درباره ابتلای آشنایان و اطرافیان به شایعات دامن‌نزنیم. این بایدها و نبایدهای به ظاهر ساده نقش مهمی در روحیات افراد جامعه دارد.

نقش دوگانه شبکه‌های اجتماعی در آگاه‌سازی

همگانی درباره کووید-۱۹

استفاده‌ی خردمندان از رسانه‌های اجتماعی هم بستر را برای

سازمان‌های مسئول بهداشت و درمان فراهم می‌کند و هم مردم را در مواجهه با اخبار غلط مصون می‌سازد. پویش‌های زیر نظر سازمان‌های معتبر بهداشتی-درمانی نیز از طریق همین سکوها شبکه‌های اجتماعی می‌توانند پرش‌های چشمگیر و بلندی در آموزش و اطلاع‌رسانی صحیح داشته باشند.

تحلیل روانشناختی رفتار از تأثیر پیام‌های دریافت‌شده در بستر فضای مجازی بر سلامت روان با اعلام وضعیت اضطراری بهداشت عمومی نسبت به این بیماری اتخاذ تدابیر گسترده و متنوع برای جلوگیری از بروز بیماری و محدود کردن شیوع آن، سبک زندگی و فعالیت‌های روزمره میلیون‌ها نفر به طرز چشمگیری تغییر کرده است. هرگونه تغییر و تطابق با شرایط جدید می‌تواند با استرس و فشار روانی همراه باشد. در همین راستا سازمان بهداشت جهانی دستورالعمل‌هایی برای مدیریت این مشکل از نظر پزشکی و روانشناختی صادر کرده است. برخی از رایج‌ترین مکانسیم‌های دفاعی روان ناشی از تهدید درک شده عبارتند از:

- ۱) واکنش دفاعی انکار
- ۲) واکنش دفاعی دلیل تراشی
- ۳) واکنش دفاعی شوخ‌طبعی
- ۴) واکنش دفاعی متقابل یا متضاد
- ۵) واکنش درون فکنی
- ۶) مکانیزم دفاعی کوچکانگاری
- ۷) مکانیزم جابه‌جایی
- ۸) واکنش دفاعی والایش

مدیریت دریافت پیام‌های درباره کووید-۱۹

اکنون این موضوع قابل طرح است چگونه می‌توان پیام‌های صحیح پیرامون کووید-۱۹ را دریافت کرد. پنج راهکار بیان شده زیر می‌تواند شما را تا حد زیادی در تشخیص اخبار صحیح از اخبار جعلی کمک نماید.

- راهکار اول: توجه به اعتبار منبع ارسال پیام
 - راهکار دوم: راستی‌آزمایی منبع پیام
 - راهکار سوم: توجه به جعل پیام
 - راهکار چهارم: توجه به اغراق در پیام
 - راهکار پنجم: توجه به گمنامی فرستنده پیام
- بهترین منابع برای مراجعه به اطلاعات بهداشتی درباره کووید-۱۹ کانال‌ها و وبسایت‌های بهداشتی رسمی و وبسایت سازمان بهداشت جهانی هستند. منابع اولیه معمولاً از مقالات خبری بهتر هستند. با این که پیام‌های رسمی و رسانه‌های اصیل هم ممکن است مرتکب اشتباه شوند؛ اما از منابع غیرقابل اطمینان در رسانه‌های اجتماعی قابل اعتمادتر هستند.

پیام آخر

نقش هر یک از ما در شکستن چرخه‌ی آسیب‌های اجتماعی بسیار مهم و حیاتی است. فرد مبتلا به این ویروس می‌تواند در هر شرایطی باشد، ممکن است علی‌رغم رعایت تمامی

اصول بهداشتی و قرنطینه مبتلا شده باشد، حتی ممکن است هر یک از ما یا عزیزان ما باشد. افراد مبتلا به ویروس جدید کرونا "دیگرانی" جدا از ما نیستند. کلیشه‌ها را کنار بگذاریم و همدلانه در کنار هم باشیم.

در پایان از کادر محترم و عزیز درمان به نوبه‌ی خود تشکر ویژه می‌نماییم که از ساعات اول تا الان خالصانه در جهت خدمت به هم‌وطنان عزیزمان خدمت‌رسانی می‌کنند.

#کرونا_را_شکست_می_دهیم




Barghcom Journal

Student Scientific Society of Electrical and Computer
Engineering at the University of Tarbiat Modares


Iran, Tehran

Contact Us Via

 tmu.ieee.org.ir

 Barghcom.Elecom@gmail.com

 [TMU_IEEE](#)

 [IEEE_TMU](#)