دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پایان نامه

کارشناسی ارشد

مهندسی برق ـ قدرت

بررسی شاخص‌های قابلیت اطمینان شبکه فوق توزیع یزد

استاد راهنما: دکتر احمد میرزایی

استاد مشاور: مهندس محمد حسین میرحسینی

پژوهش و نگارش: علی کامرانی

اسفند ماه ۱۳۹۱

کلیه حقوق مادی و معنوی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان‌نامه متعلق به دانشگاه یزد است و هرگونه استفاده از نتایج علمی و عملی از این پایان‌نامه برای تولید دانش فنی، ثبت اختراع، ثبت اثر بدیع هنری، همچنین چاپ و تکثیر، نسخه برداری، ترجمه و اقتباس و ارائه مقاله در سمینارها و مجلات علمی از این پایان‌نامه منوط به موافقت کتبی دانشگاه یزد است.

شایسته است از استاد راهنمای فرهیخته جناب آقای دکتر میرزائی که با راهنمائی‌های خود مرا یاری کردند، تقدیر رو تشکر نمایم.

وهمچنین مراتب سپاس خود را از بزرگواری که در این راه من‌را همراهی فرمودند استاد مشاور محترم جناب آقای مهندس محمد حسین میرحسینی اعلام می‌دارم.

به نام اوکه یاد داد و قدرت پدر و مادر را به ما ارزانی داشت..

به نام اوکه پدر و مادر را منت و نعمت قرار داد..

تشکر و قدردانی فراوان خدمت پدر و مادر عزیزم به خاطرتمامی زحماتی که در دوران پر فراز و نشیب زندگی‌ام متحمل شدند.

تقدیم به پدر و مادرم که به من چگونه زیستن را آموختند.

تقدیم به آنان که دعای خیرشان بدرقه راهم بود.

تقدیم به آنان که در راه کسب علم و معرفت برای من آنچه در توان داشتند انجام دادند.

تقدیم به آنان که مشوق راه دانشم بودند.

تقدیم به برادرم به خاطر زحماتی که در این راه متحمل شد.

امیدوارم بتوانم ادای دین کنم و به خواسته آنان جامه عمل بپوشانم.

خدایا عاقبت به خیری و عافیت و طول عمر را برای آنان از درگاهت مسئلت دارم....

چکیده:

در دنیای روبه رشد امروزی، تأمین انرژی مورد نیاز بخش‌های مختلف به خصوص بخش صنعت، به شیوه مداوم و مطمئن از اهمیت به سزایی برخوردار است. از این رو در سال‌های اخیر، بسیاری از شرکت‌های تأمین کننده انرژی الکتریکی به سمت بهبود کیفیت خدمات رسانی به مشترکین خود رفته‌اند. یکی از معیارهایی که در کیفیت خدمات نقش اساسی دارد، تداوم تأمین انرژی و به عبارت دیگر تأمین میزان انرژی مورد نیاز به صورت کامل و بدون قطعی است. جهت بررسی این مسأله و سنجش کیفیت عملکرد سیستم قدرت از نقطه نظر پیوستگی در سرویس‌دهی به مشترکین، معیاری مورد استفاده قرار گرفته که به طور کلی قابلیت اطمینان سیستم قدرت نامیده می‌شود. در این پروژه روش‌های ارزیابی و پیش‌بینی قابلیت اطمینان شبکه انتقال و فوق‌توزیع برق یزد با توجه به استانداردهای جدید ارزیابی و با شبیه‌سازی شبکه فعلی و دورنما مورد بررسی قرار گرفته است. می‌توان با بهینه‌سازی نقاط با قابلیت اطمینان کمتر در شبکه و همچنین بالا بردن قابلیت اطمینان نقاط حیاتی با توجه به مطالعات ارزیابی ارزش/هزینه قابلیت اطمینان به میزان قابل توجهی شاخص‌های قابلیت اطمینان شبکه برق یزد را بهبود بخشید.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول - مقدمه ۱

۱-۱- مروری بر کارهای گذشته ۲

۱-۲- نحوه ادامه مطالب ۴

فصل دوم- قابلیت اطمینان ۵

۲-۱- مقدمه ۵

۲-۲- تقسیم‌بندی مطالعات قابلیت اطمینان ۵

۲-۲-۱- ارزیابی شایستگی سیستم ۶

۲-۲-۲- ارزیابی امنیت سیستم ۷

۲-۳- تقسیم بندی سیستم قدرت ۷

۲-۳-۱- سطح HLI ۸

۲-۳-۲- سطح HLII ۹

۲-۳-۳- سطح HLIII ۹

۲-۴- پارامترهای لازم در محاسبه قابلیت اطمینان ۱۰

۲-۴-۱- نرخ خرابی ۱۰

۲-۴-۲- متوسط زمان تعمیر ۱۱

۲-۵- اندیس‌های قابلیت اطمینان ۱۲

۲-۵-۱- نمادهای استفاده شده ۱۲

۲-۵-۲- قطعی بار مورد انتظار ۱۲

۲-۵-۳- میزان انرژی تأمین نشده مورد انتظار ۱۳

۲-۵-۴- SAIFI ۱۳

۲-۵-۵- SAIDI ۱۳

۲-۵-۶- CAIDI ۱۳

۲-۵-۷- CTAIDI ۱۴

۲-۵-۸- CAIFI ۱۴

۲-۵-۹- ASAI ۱۵
۲-۵-۱۰- ASIFI ۱۵
۲-۵-۱۱- ASIDI ۱۶
۲-۵-۱۲- MAIFI ۱۶
۲-۵-۱۳- LOE ۱۶
۲-۵-۱۴- ASCI ۱۷
۲-۶- ارزیابی قابلیت اطمینان در نرم‌افزار DIGSILENT ۱۷
۲-۶-۱- الگوریتم کلی ۱۸
۲-۶-۲- شروع تحلیل ۱۹
۲-۶-۳- Basic Options ۲۰
۲-۶-۴- Outputs ۲۱
۲-۶-۵- FEA ۲۲
۲-۶-۶- Advanced Options ۲۳
۲-۶-۷- مدل خطای تجهیزات ۲۴
۲-۶-۷-۱- باس‌بارها و ترمینال‌ها ۲۴
۲-۶-۷-۲- خطوط و کابل‌ها ۲۵
۲-۷- ترانسفورماتورها ۲۵
۲-۸- نتایج تحلیل ۲۶

فصل سوم- تحلیل شبکه فوق توزیع استان یزد ۲۸

الف ـ داده های مورد استفاده در نرم افزار ۲۸
۳-۱- سطح تولید ۲۹
۳-۲- سطح انتقال ۲۹
۳-۲-۱- خطوط انتقال ۳۰
۳-۲-۲- کابل‌های قدرت ۳۲
۳-۲-۳- ترانسفورماتورهای قدرت ۳۲
ب ـ تحلیل شبکه فعلی ۳۷

۳-۱- مقدمه ۳۷
۳-۲- میزان بار شبکه ۳۷
۳-۳- تحلیل سطح HLI ۳۸
۳-۴- تحلیل سطح HLII ۴۰
۳-۴-۱- تحلیل بخش مرکزی شبکه ۴۰
۳-۴-۱-۱- بار فهرج ۴۳
۳-۴-۱-۲- بار نیر ۴۶
۳-۴-۱-۳- بار صدوق ۴۹
۳-۴-۱-۴- بارهای بافق و کوشک ۵۰
۳-۴-۱-۵- بار چغارت ۵۲
۳-۴-۲- تحلیل بخش طبس ۵۳
ج ـ تحلیل شبکه آینده ۵۴
۳-۱- مقدمه ۵۴
۳-۲- تغییرات شبکه در سال ۱۳۹۳ ۵۵
۳-۲-۱- پست‌ها ۵۶
۳-۲-۲- خطوط ۵۶
۳-۲-۳- نیروگاه‌ها ۵۷
۳-۲-۴- بارها ۵۷
۳-۳- تحلیل در سطح HLI ۵۸
۳-۴- تحلیل در سطح HLII ۶۱
۳-۴-۱- بار عشق‌آباد ۶۳
۳-۴-۲- بار بهاباد ۶۴
۳-۴-۳- بار فولاد میبد ۶۵
۳-۴-۴- بارهای ترانس سوم پستهای شرق و شمال ۶۵
۳-۴-۵- بار طبس ۶۶
فصل چهارم- نتیجه‌گیری و پیشنهادها ۶۷

منابع.....۶۸

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۲-۱ تقسیم بندی شبکه از نقطه نظر قابلیت اطمینان ۸
شکل ۲-۲ مدل تولید و بار ۸
شکل۲-۳ الگوریتم کلی ۱۸
شکل۲-۴ نوار ابزار نرم افزار ۲۰
شکل۲-۵ پنجره Basic Option ۲۱
شکل۲- ۶پنجره Output ۲۲
شکل ۲-۷ پنجره FEA ۲۳
شکل۲-۸ پنجره Advanced options ۲۴
شکل۲-۹ پنجره اطلاعات باس بار ها و ترمینال ها ۲۵
شکل۲-۱۰ پنجره Basic option ۲۷
شکل ۳- ۱ منحنی بار ۳۹
شکل ۳-۲ نمودار میله ای شاخص TCIT ۴۱
شکل ۳-۳ نمودار میلهای شاخص TCIT ۴۲
شکل ۳-۴ نمودار میلهای شاخصLPENS ۴۲
شکل۳-۵ شمای پست فهرج ۴۳
شکل ۳-۶ شمای پست نیر ۴۶
شکل ۳-۷ شمای پست صدوق ۴۹
شکل ۳-۸ شمای پست بافق و کوشک ۵۰
شکل ۳-۹ شمای پست چغارت ۵۲
شکل ۳-۱۰ شمای پست طبس ۵۳
شکل ۳-۱۱شمای کلی شبکه ۵۵
شکل ۳-۱۲ شمای اتصال نیروگاه BOO **و پست ها** ۵۷
شکل ۳-۱۳ شاخص TCIT ۶۲
شکل ۳-۱۴ شاخص TCIF ۶۲
شکل ۳-۱۵ شاخص LPENS ۶۳

شکل ۳-۱۶ شمای پست عشق‌آباد..... ۶۴
شکل ۳-۱۷ شمای پست بهاباد..... ۶۴
شکل ۳-۱۸ شمای پست فولاد میبد..... ۶۵
شکل ۳-۱۹ شمای پست شرق..... ۶۵
شکل ۳-۲۰ شمای پست شمال..... ۶۶
شکل ۳-۲۱ شمای بار طبس..... ۶۶

فهرست جدول ها

عنوان **صفحه**

جدول ۲-۱ محدوده استاندارد المان ها ۱۱

جدول۲-۲ اندیس های قابلیت اطمینان ۱۲

جدول۲-۳ اندیس شاخص‌های قابلیت اطمینان ۲۶

جدول ۳-۱ اطلاعات واحد های تولیدی ۲۹

جدول ۳-۲ سطح ولتاژ زیر ۱۰۹ کیلوولت ۳۰

جدول۳-۴ سطح ولتاژ۲۰۰ تا ۲۹۹ کیلوولت ۳۱

جدول۳-۵ سطح ولتاژ۳۰۰ تا ۳۹۹ کیلوولت ۳۱

جدول۳-۶ مقادیر اصلاح شده سطح ولتاژ۳۰۰ تا ۳۹۹کیلوولت ۳۲

جدول۳-۷ سطح ولتاژ زیر ۱۰۹ کیلوولت ۳۲

جدول۳-۸ سطح ولتاز زیر۱۰۹ کیلوولت ۳۳

جدول۳-۹ سطح ولتاژ۱۱۰ تا ۱۴۹ کیلوولت ۳۴

جدول۳-۱۰ سطح ولتاژ۲۰۰ تا ۲۹۹ کیلوولت ۳۵

جدول ۳-۱۴ واحدهای سیکل ترکیبی ۳۸

جدول ۳-۱۵ واحد گازی ۱۶۰ مگاواتی ۳۸

جدول ۳-۱۶ ۶۸ مگا واتی ۳۹

جدول ۳-۱۸ خروجی نرم افزار پس از ورود خط ۴۴

جدول ۳-۱۹ خروجی نرم افزار پس از اتصال ترانس دوم ۴۴

جدول ۳-۲۰ خروجی نرم افزار پس از دو مداره شدن خط ورودی ۴۵

جدول ۳-۲۱ مقایسه حالت ها ۴۶

جدول ۳-۲۲ خروجی نرم افزار پس از ورود خط دوم ۴۷

جدول ۳-۲۳ خروجی نرم افزار پس از ورود ترانس ۴۷

جدول ۳-۲۴ ترکیب دو حالت ورود خط و ترانس ۴۸

جدول ۳-۲۵ مقایسه ترکیب دو حالت خط و ترانس ۴۸

جدول ۳-۲۶ تغذیه پست از دو سو ۵۰

جدول ۳-۲۷ اتصال پست های بافق و فهرج ۵۱

جدول ۳-۲۸ بهبود تغذیه پست چغارت ۵۳
جدول ۳-۲۹ نتایج تحلیل بار طبس ۵۴
جدول ۳-۳۰ دومداره شدن خط انتقال عشق‌آباد ۵۴
جدول ۳-۳۱ بار پش بینی شده کل شبکه ۵۸
جدول ۳-۳۲ واحد های نیروگاه زنبق ۵۹
جدول ۳-۳۳ سیکل ترکیبی ۱ ..... ۵۹
جدول ۳-۳۴ سیکل ترکیبی ۲ ..... ۵۹
جدول ۳-۳۵ نیروگاه Boo ۵۹
جدول ۳-۳۷ شاخص LOLE برای بارهای مختلف ۶۰
جدول ۳-۳۸ نتایج تحلیل ۶۱

فصل اول

مقدمه

تداوم در سرویس‌دهی مشترکین سیستم‌های قدرت، در دنیای صنعتی امروز از اهمیت بسیاری برخوردار است. نارضایتی مشترک فاکتور مهمی است که شرکت‌های تامین‌کننده برق را وادار به بهبود تدوام سرویس‌دهی به مشترکین خود می‌کند. نتایج مطالعات قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت، به عنوان معیاری مناسب جهت سنجش میزان این پیوستگی و برآورد معادل اقتصادی آن، بکار برده می‌شود. مطالعات قابلیت اطمینان که در دو شاخه ارزیابی و پیش‌بینی صورت می‌پذیرد، ابزاری در جهت اصلاح و بهبود بهره‌برداری و نیز اصلاح و بهینه‌سازی طرح‌های گسترش شبکه است. اصلاح و بهبود بهره‌برداری سیستم‌های موجود از نقطه‌نظر کاهش قطع برق و تأمین پیوستگی مناسب و قابل قبول در بخش ارزیابی قابلیت اطمینان و اصلاح و بهینه‌سازی طرح‌های گسترش شبکه در بخش پیش‌بینی قابلیت اطمینان بررسی می‌شود. مهمترین وظیفه یک سیستم قدرت این است که بتواند تمام مصرف کننده‌ها، از کوچک تا بزرگ را در شبکه تحت پوشش قرار داده و انرژی الکتریکی لازم را تا حد امکان بصورت اقتصادی و با درجات خوبی از قابلیت اطمینان[1] و کیفیت[2] در اختیار آنها قرار دهد. جوامع نوین به علت ساختار جامعه و محدودیت‌های کاری، این انتظار را از سیستم قدرت خواهند داشت که انرژی باید بصورت پیوسته و با کیفیت مناسب در اختیار آنها قرار گیرد. این مسئله عملاً امکان پذیر نیست زیرا که خطاهای سیستم قدرت که معمولاً خارج از کنترل مهندسین هستند، رفتاری تصادفی داشته و خروج هر یک از ادوات تشکیل دهنده یک سیستم قدرت شامل ادوات تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی می‌تواند خسارات جبران ناپذیری در بر داشته باشد.

برای بررسی این مسئله و ارزیابی کیفیت عملکرد سیستم از نقطه نظر پیوستگی در سرویس‌دهی به مصرف کنندگان معیاری مورد استفاده قرار می‌گیرد که به آن قابلیت اطمینان سیستم می‌گویند. نتایج این مطالعات میتواند به عنوان معیاری مناسب جهت سنجش میزان این پیوستگی و برآورد معادل اقتصادی آن بکار برده شود. به عبارت دیگر قابلیت اطمینان یک سیستم قدرت بیانگر میزان اطمینان به

1- Reliability
2- Quality

عملکرد صحیح و مطلوب این سیستم در آینده و احتمال پاسخگوئی مطلوب این سیستم در سرویس‌دهی و انجام وظیفه از پیش تعیین شده می‌باشد .

شاخص‌های قابلیت اطمینان ابزاری در جهت اصلاح و بهبود بهره‌برداری و نیز معیاری جهت برنامه ریزی و گسترش شبکه می‌باشد .

بنابراین واضح است که دو بحث اقتصادی بودن سیستم و قابلیت اطمینان آن دارای یک رقابت و یا یک تضادی با یکدیگر هستند که این مسئله می‌تواند مشکلاتی را در تصمیم‌گیری مدیران در هر دو بخش طراحی و بهره‌برداری ایجاد کند.

هر چند افزایش سرمایه‌گذاری در هر کدام از سطوح تولید، انتقال و توزیع می‌تواند وضعیت سیستم را از نظر قابلیت اطمینان بهبود بخشد، ولی از یک طرف امکان طراحی و بهره‌برداری از یک سیستم با قابلیت اطمینان ۱۰۰٪ هرگز وجود ندارد. از طرف دیگر سرمایه‌گذاری بیش از حد می‌تواند به طور مستقیم تعرفه انرژی مصرف‌کنندگان را به طور غیر قابل قبولی بالا ببرد هر چند سیستم از نظر قابلیت اطمینان در وضعیت خوبی قرار دارد. همچنین عدم سرمایه‌گذاری کافی نتیجه‌ای عکس را در بر خواهد داشت. لذا لازم است که همیشه یک حالت تعادلی بین هزینه پرداخت شده توسط اجتماع و قابلیت اطمینان سیستم وجود داشته باشد. به عبارت دیگر باید بتوان یک حد قابل قبولی از قابلیت اطمینان را که به ازای آن هزینه کلی اجتماع نیز به حداقل برسد تعیین نمود .

هزینه کلی پرداختی توسط اجتماع را میتوان به دو بخش هزینه تامین انرژی الکتریکی و خسارت ناشی از قطع انرژی الکتریکی دانست. محاسبه بخش دوم هزینه مشکل بوده و برای مشترکین مختلف متفاوت است. دربحث قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت به این مطالعه اصطلاحاً هزینه قابلیت اطمینان/ارزش قابلیت اطمینان اتلاق میشود. به عنوان مثال هزینه قطعی سراسری در نیویورک در سال ۱۹۷۷ بالغ بر ۳۵۰ میلیون دلار بوده که بیش از ۸۵٪ از این هزینه را هزینه‌های غیر مستقیم تشکیل میدادند بسیاری از هزینه‌ها و خسارات ناشی از قطعی برق را هزینه‌های غیر مستقیم تشکیل می‌دهند که روش‌های مختلفی برای تخمین آن وجود دارد.

۱-۱- مروری بر کارهای گذشته

مطالعات سیستم‌های قدرت، مطالعات شبکه‌های قدرت و تقسیم بندی آن به سه سطح تولید، انتقال و توزیع، همچنین مطالعات قابلیت اطمینان این سطوح، بیان شاخص‌های کاربردی قابلیت اطمینان در یک شبکه به هم پیوسته (تولید، انتقال، توزیع)، بررسی یک شبکه نمونه و محاسبه شاخص‌های قابلیت اطمینان با توجه به شبکه نمونه اهم مطالعات صورت گرفته می باشد[۵-۱]. در این راستا ارزیابی کفایت

سیستم و محاسبه شاخص های قابلیت اطمینان سیستم قدرت با بهره گیری از فرکانس و طول مدت زمان شاخص در سیستم و بهینه سازی [۶] نیز یکی از فاکتور های تاثیر گذار شناخته شده است.

بیان و توسعه دستور العمل‌هایی برای محاسبه قابلیت اطمینان و روش های موجود، تعاریف و شاخص‌های قابلیت اطمینان و انتشار روشی برای ارزیابی قابلیت اطمینان و محاسبه هزینه وقفه در تولید انرژی در سطح HL II که این روش بر پایه شبیه سازی مونت کارلو با ترکیب یک مدل بهینه‌سازی خطی که در آن هر باس بار توسط دو مشخصه نمایش داده شده، شاخص‌های LOLP, EPNS, EENS محاسبه شده است[7]. از مزیت مهم روش مونت کارلو در ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌های الکتریکی، فراهم آوردن توزیع احتمالات شاخص های قابلیت اطمینان علاوه بر آنچه که از ارزش خود شاخص انتظار می‌رود می‌باشد. از طرفی شاخص قابلیت اطمینان توزیع احتمال نشان‌دهنده تصویر سالیانه این پارامتر ها در اطراف میانگین آن هاست(DP) [۸]. با ارزیابی قابلیت اطمینان سیستمهای HVDC توسط توسعه یک مدل قابلیت اطمینان و سپس تبدیل به یک مدل محاسباتی مدیریتی و کارامد می‌توان شاخص‌های مختلف قابلیت اطمینان را در نقاط مختلف بار محاسبه و اثر ایستگاه های VSC روی این شاخصها تحلیل کرد[۹].

واحدهای تولید پراکنده با توجه به مشخصات، تکنولوژی و مکان اتصال به شبکه می‌توانند تاثیرات مثبتی از جمله بهبود قابلیت اطمینان روی شبکه به وجود آورند. بنابراین با افزایش استفاده از منابع تولید پراکنده و همچنین مسائل مالی و فنی آن‌ها، مسائل جدیدی از جمله تعیین ظرفیت ومکان اتصال به شبکه این تجهیزات مورد بررسی قرار می‌گیرد. بدین منظور انجام مطالعات به منظور مکان‌یابی و تعیین ظرفیت منابع تولید پراکنده به منظور بهینه کردن شاخص‌های قابلت اطمینان (با در نظر گرفتن قیود اقتصادی) همچنین کاهش میزان خاموشی‌های ناشی از افتادگی ولتاژ، مورد توجه قرار گرفته است [۱۰]. با توجه به افزایش استفاده از انرژی‌های نو و توجه روز افزون استفاده از این انرژی‌ها مطالعات جدیدی در زمینه قابلت اطمینان سیستم‌های قدرت از جمله ضرورت ارزیابی تولید نیروگاه‌های تجدیدپذیر و قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت شامل چنین نیروگاه‌هایی، صورت گرفته است. به دلیل تصادفی بودن تولید این نیروگاه‌ها روش‌هایی جهت محاسبه شاخص‌های قابلت اطمینان پیشنهاد شده است [۱۱] .

با آزادسازی قیمت انرژی و افزایش اهمیت فروش انرژی، اجرای پروژه‌های اتوماسیون به منظور کاهش زمان بازیابی بارها، بهبود شاخص‌های قابلیت اطمینان، افزایش سطح رضایت مشترکین و کاهش انرژی توزیع نشده، اجتناب ناپذیر می‌باشد. روش‌های متفاوتی جهت بهبود شاخص‌های قابلیت اطمینان در این زمینه پیشنهاد شده است، در این میان اجرای سیستم‌های اتوماسیون باعث کاهش مدت زمان خاموشی

فیدر و بهبود شاخص‌های قابلیت اطمینان از طریق تشخیص سریع موقعیت خطا، کلید زنی اتوماتیک برای جدا سازی ناحیه آسیب دیده، بازیابی سریع بارهای شبکه پس از وقوع خطا است [۱۲].

رعد و برق از مهمترین عوامل طبیعی در قطع سیستم‌های قدرت به شمار می‌رود که باعث کاهش قابلیت اطمینان سیستم‌های قدرت می‌گردد. ارزیابی شاخص های قابلیت اطمینان توزیع را برای شناسایی مناطقی که از قابلیت اطمینان ضعیفی بر خوردارند می توان مورد استفاده قرار داد، بدین منظور می‌بایست تغییراتی در طراحی سیستم اعمال کرد. برای ارزیابی عملکرد سیستم توزیع به مدل سازی شرایط صاعقه و طوفان نیاز داریم که در این مقاله توسط مونت کارلو شرایط طوفان شبیه سازی شده و نتایج عملی به دست آمده نشان دهنده اهمیت مدل سازی دقیق و شبیه سازی پاسخ سیستم در ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم توزیع در طول رعد و برق می‌باشد[۱۳].

تداوم عرضه انرژی الکتریکی یک نگرانی دائمی برای هر دو مصرف کنندگان آب و برق است. به این ترتیب، راه‌هایی برای بهبود قابلیت اطمینان سیستم بدون افزایش قابل توجه هزینه‌های عملیاتی الزامی می‌باشد. در مرجع [۱۴] پیشنهادی برای تغییر تعریف مرز عملکرد DEC و FEC با توجه به منطق فازی ارائه شده است.

۱-۲- نحوه ادامه مطالب

فصل دوم به بیان مختصری از مباحث مهم قابلیت اطمینان و شاخص‌های قابلیت اطمینان پرداخته است. فصل سوم مربوط به تحلیل شبکه فعلی و آتی فوق توزیع استان یزد و داده‌های مورد استفاده می‌باشد. ودر انتها نتیجه‌گیری و پیشنهادات در قالب فصل چهارم بیان شده است.

فصل دوم
قابلیت اطمینان

۲-۱- مقدمه

امروزه، تأمین انرژی مورد نیاز بخش‌های مختلف به خصوص بخش صنعت، به شیوه مداوم و مطمئن از اهمیت به سزایی برخوردار است. از این رو در سال‌های اخیر، بسیاری از شرکت‌های تأمین کننده انرژی الکتریکی به سمت بهبود کیفیت خدمات رسانی به مشترکین خود رفته‌اند. یکی از معیارهایی که در کیفیت خدمات نقش اساسی دارد، تداوم تأمین انرژی و به عبارت دیگر تأمین میزان انرژی مورد نیاز به صورت کامل و بدون قطعی است. جهت بررسی این مسأله و سنجش کیفیت عملکرد سیستم قدرت از نقطه نظر پیوستگی در سرویس‌دهی به مشترکین، معیاری مورد استفاده قرار گرفته که به طور کلی قابلیت اطمینان سیستم قدرت[1] نامیده می‌شود. به عبارت دیگر، قابلیت اطمینان یک سیستم قدرت بیانگر میزان اطمینان به عملکرد صحیح و مطلوب این سیستم در آینده و احتمال پاسخگویی مطلوب این سیستم در سرویس‌دهی و انجام وظیفه از پیش تعیین شده آن، به خصوص در طی شرایط نامساعدی که منجر به خرابی المان‌ها و از کار افتادن بخشی از سیستم می‌شود، می‌باشد.

۲-۲- تقسیم‌بندی مطالعات قابلیت اطمینان

مطالعات مربوط به قابلیت اطمینان یک سیستم در دو بخش مختلف و از دو جنبه مورد بررسی قرار می‌گیرد که در ادامه به بیان آن‌ها پرداخته می‌شود.

۱- ارزیابی شایستگی سیستم

۲- ارزیابی امنیت سیستم

1- Power System Reliability

۲-۲-۱- ارزیابی شایستگی سیستم

به توانایی یک سیستم برای تأمین کلیه تقاضاهای انرژی صورت گرفته از طرف تمامی مشترکین سیستم، شایستگی آن سیستم[1] گفته می‌شود. برای حصول اطمینان از شایستگی یک سیستم، سه شرط اساسی باید برقرار باشد:

۱- میزان ظرفیت تولید انرژی در شبکه باید از مجموع میزان تقاضا و نیز میزان تلفات شبکه بیشتر باشد.

۲- شبکه باید قابلیت انتقال انرژی تولید شده به مصرف کنندگان را داشته باشد. در این حالت، خطوط انتقال موجود باید توانایی انتقال این انرژی را بدون وقوع اضافه بار در المان‌های شبکه را دارا باشد.

۳- توان تحویلی به مشترکین باید در محدوده ولتاژ مورد قبول قرار داشته باشد.

ارزیابی شایستگی یک سیستم، اغلب تحت شرایط استاتیک و به عبارت دیگر شرایطی که اغتشاشی به سیستم وارد نشده است صورت می‌گیرد. در این شرایط و به طور معمول، برای هر ژنراتور سه حالت آماده به کار با ظرفیت کامل، آماده به کار با ظرفیت کاهش یافته و حالت خارج از سرویس در نظر گرفته می‌شود. احتمال مربوط به این سه حالت محاسبه شده و از روی آن‌ها، احتمال مربوط به ترکیب حالت‌های مختلف ژنراتورهای شبکه محاسبه می‌شود. از طرفی دیگر، بار پیک مربوط به یک بازه یک ساله یا ۸۷۵۰ ساعت نیز اندازه گیری و محاسبه می‌شود. ممکن است برای کم کردن این حالات، از پیک بار هفتگی (۱۶۸ ساعت) به صورت مجزا برای فصل‌های تابستان، زمستان و بهار و پاییز استفاده شود. برای ارزیابی شایستگی سیستم، هر ترکیب ژنراتورها، با کلیه ساعت‌های بار مقایسه شده، پخش بار صورت گرفته و توانایی تأمین بار در شبکه با در نظر گرفتن محدودیت‌ها و شروط ذکر شده چک می‌شود. این نوع مطالعه، موارد زیر را در مورد هر بار تأمین می‌کند:

۱- ترکیبات تولید و بارگذاری که منجر به قطعی بار مورد نظر می‌شود.

۲- احتمال مربوط به قرار گرفتن در وضعیت هایی که قطعی بار صورت می‌گیرد.

بدیهی است که از روی این اطلاعات به راحتی می‌توان تعداد دفعات قطعی مورد انتظار برای هر یک از بارها و نیز میزان انرژی تأمین نشده مورد انتطار را به دست آورد.

مطالعات شایستگی سیستم، اغلب به دو بخش اساسی زیر تقسیم می‌شوند:

۱- اندازه گیری و تعیین کیفیت عملکرد سیستم موجود در گذشته (ارزیابی)

1- System Adequacy