



به نام خدا

قابلیت اطمینان در سیستم های قدرت مدرن

مؤلف :

دکتر امیر قادی

دانشیار دانشگاه

عضو هیئت گروه مهندسی برق علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد داریون

انتشارات ارسطو

(سازمان چاپ و نشر ایران - ۱۴۰۳)

نسخه الکترونیکی این اثر در سایت سازمان چاپ و نشر ایران و اپلیکیشن کتاب رسان موجود می باشد

chaponashr.ir

سرشناسه: قائدی، امیر، ۱۳۶۳
عنوان و نام پدیدآور: قابلیت اطمینان در سیستم های قدرت مدرن / مولف امیر قائدی.
مشخصات نشر: انتشارات ارسطو (سازمان چاپ و نشر ایران)، ۱۴۰۳.
مشخصات ظاهری: ۷۳۴ ص.
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۴۰۸-۲۱۵-۲-۲
وضعیت فهرست نویسی: فیبا
موضوع: سیستم های قدرت مدرن - قابلیت اطمینان
رده بندی کنگره: PNY۱۴۵
رده بندی دیویی: ۸۰۹/۲۰۶
شماره کتابشناسی ملی: ۹۴۹۳۸۶۷
اطلاعات رکورد کتابشناسی: فیبا

نام کتاب: قابلیت اطمینان در سیستم های قدرت مدرن
مؤلف: دکتر امیر قائدی
ناشر: انتشارات ارسطو (سازمان چاپ و نشر ایران)
صفحه آرای، تنظیم و طرح جلد: پروانه مهاجر
تیراژ: ۱۰۰۰ جلد
نوبت چاپ: اول - ۱۴۰۳
چاپ: زبرجد
قیمت: ۷۳۴۰۰۰ تومان
فروش نسخه الکترونیکی - کتاب رسان:
<https://chaponashr.ir/ketabresan>
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۴۰۸-۲۱۵-۲-۲
تلفن مرکز پخش: ۰۹۱۲۰۲۳۹۲۵۵
www.chaponashr.ir



سخن مؤلف

این کتاب حاصل ۱۵ سال کار تحقیقاتی و تدریس مولف در دروس قابلیت اطمینان و انرژیهای تجدیدپذیر دانشگاههای مختلف می باشد. به علاوه مولف در این سالها هم رساله دکتری خود و هم پایان نامه و رساله-های تعداد زیادی از دانشجویان را به موضوع قابلیت اطمینان اختصاص داده است که نتیجه آن چاپ و ارائه مقالات مختلف در مجلات معتبر ISI، مجلات علمی - پژوهشی و کنفرانسهای بین المللی و ملی بوده است. مطالب این کتاب حاصل جمع آوری مطالب آورده شده در این مقالات می باشد. مسلماً به مانند هر کار علمی دیگر ممکن است در این کتاب مطالب مختلف به لحاظ نگارشی و علمی دارای نقصهایی باشد. لذا بسیار خوشحال خواهم شد که پژوهشگران نقصهای این کتاب را از طریق ایمیل amir_ghaedi_63@yahoo.com اعلام فرموده و جهت ارتقای سطح علمی این کتاب پیشنهادات ارزنده خود را ارسال فرمایند. امید که کتاب حاضر بتواند در زمینه قابلیت اطمینان سیستمهای قدرت راهگشا باشد. تمامی فایل‌های شبیه سازی مربوط به این کتاب که از طریق کدنویسی متلب (MATLAB mfile) صورت گرفته است موجود بوده و در صورت نیاز از طریق ایمیل در اختیار علاقه مندان به این مباحث قرار می گیرد.

تقدیم بہ

اگر مردم رارسیم چنان است کہ با تقدیم تلاش ایشان بہ بزرگان بہ آنها تقرب جویند، شاید است تحسین ثمرہ تحصیل، پس از
آن ہر سال پیشکش متواضعانہ ای باشد بہ تحسین معلمان زندگی ام

تقدیم بہ پدر، مادر، ہمسرو و فرزندانم

و در میان از جناب آقای علی محمد جہان بخشی و سرکار خانم مریم روین تن
کہ ویراستاری این کتاب را انجام دادہ اند شکر و قدر دانی می نمایم.

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: مفهوم قابلیت اطمینان

۱-۱- مقدمه	۱
۲-۱- مدل قابلیت اطمینان	۳
۳-۱- تکنیک محاسبه شاخص های قابلیت اطمینان در سطح اول	۴
۴-۱- مفهوم بهره برداری از سیستم قدرت و تعیین رزرو	۶
۱-۴-۱- روش PJM در تعیین میزان رزرو چرخان	۷
۲-۴-۱- روش توسعه یافته PJM به منظور در نظر گرفتن رزروهای غیر چرخان	۹
۱-۲-۴-۱- مدل سازی واحدهای با راه اندازی سریع	۹
۲-۲-۴-۱- مدل سازی واحدهای حرارتی	۱۱
۳-۲-۴-۱- تأثیر بارهای قابل قطع	۱۲
۴-۲-۴-۱- سیستم های به هم پیوسته	۱۲
۵-۲-۴-۱- تکنیک ارزیابی	۱۲
۵-۱- مطالعه قابلیت اطمینان سیستم مرکب	۱۳
۶-۱- روش شبیه سازی مونت کارلو جهت ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم قدرت	۱۷
۱-۶-۱- روش نمونه برداری حالت	۱۸
۲-۶-۱- روش نمونه برداری مدت حالت	۱۹
۳-۶-۱- روش نمونه برداری گذر حالت	۲۰
۷-۱- قابلیت اطمینان سیستم توزیع	۲۱
۸-۱- آنالیز فایده به هزینه در محاسبات قابلیت اطمینان	۳۲

فصل دوم: مطالعه قابلیت اطمینان سیستم قدرت با حضور نیروگاه های تجدید پذیر

۱-۲- نیروگاه های تجدید پذیر	۳۸
۱-۱-۲- نیروگاه بادی	۴۰
۲-۱-۲- سیستم فتوولتائیک	۴۳
۳-۱-۲- نیروگاه جزر و مدی مخزنی	۴۶

۵۱	۴-۱-۲- نیروگاه جزرومدی جریان‌ی
۵۴	۵-۱-۲- نیروگاه آبی جریان‌ی
۵۵	۶-۱-۲- مبدل انرژی امواج
۶۳	۷-۱-۲- نیروگاه حرارتی اقیانوس
۶۶	۸-۱-۲- مبدل جریان کرشیو
۷۰	۹-۱-۲- نیروگاه‌های حرارتی خورشیدی
۷۴	۲-۲- مدل قابلیت اطمینان نیروگاه‌های تجدیدپذیر
۷۴	۱-۲-۲- مدل قابلیت اطمینان نیروگاه بادی
۸۴	۲-۲-۲- مدل قابلیت اطمینان مزرعه خورشیدی
۹۴	۳-۲-۲- مدل قابلیت اطمینان نیروگاه جزرومدی نوع مخزنی
۹۸	۴-۲-۲- مدل قابلیت اطمینان نیروگاه جزرومدی نوع جریان‌ی
۱۰۰	۵-۲-۲- مدل قابلیت اطمینان نیروگاه آبی جریان‌ی
۱۱۱	۶-۲-۲- مدل قابلیت اطمینان نیروگاه‌های امواج
۱۱۷	۷-۲-۲- مدل قابلیت اطمینان نیروگاه‌های حرارتی اقیانوس
۱۲۹	۸-۲-۲- مدل قابلیت اطمینان مبدل‌های جریان کرشیو
۱۳۱	۹-۲-۲- مدل قابلیت اطمینان نیروگاه‌های حرارتی خورشیدی
۱۴۱	۳-۲- نتایج عددی قابلیت اطمینان سیستم قدرت با حضور انواع مختلف نیروگاه‌های تجدیدپذیر
۲۳۱	۴-۲- ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم مرکب تولید و انتقال با حضور نیروگاه‌های تجدیدپذیر
۲۳۵	۵-۲- ارزیابی بهره‌برداری سیستم قدرت با حضور نیروگاه‌های تجدیدپذیر
۲۷۰	۶-۲- مدل سلامت سیستم قدرت با حضور نیروگاه‌های تجدیدپذیر
۲۲۸	۷-۲- ارزیابی بهره‌برداری سیستم قدرت مرکب با حضور نیروگاه‌های تجدیدپذیر
۲۸۲	۸-۲- قابلیت اطمینان سیستم قدرت با حضور نیروگاه‌های تجدیدپذیر با استفاده از روش شبیه‌سازی مونت کارلو

فصل سوم: بررسی تاثیر ذخیره‌سازهای انرژی بر مطالعات قابلیت اطمینان سیستم قدرت

۲۹۶	۱-۳- باتری‌های ذخیره انرژی
۲۹۸	۱-۱-۳- مدل قابلیت اطمینان باتری VR
۲۹۹	۲-۱-۳- نتایج عددی
۳۱۷	۲-۳- مطالعه نیروگاه تلمبه ذخیره‌ای

۳-۲-۱- مدل قابلیت اطمینان نیروگاه تلمبه ذخیره‌ای ۳۲۷

۳-۲-۲- نتایج عددی ۳۴۳

فصل چهارم: ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم قدرت از نقطه نظر توان راکتیو

۴-۱- مفهوم توان اکتیو و راکتیو ۳۵۳

۴-۲- خازن و نقش آن در جبران سازی توان راکتیو ۳۵۵

۴-۳- روابط توان راکتیو ۳۶۱

۴-۴- شاخص های قابلیت اطمینان مبتنی بر توان راکتیو ۳۶۶

۴-۵- نتایج عددی ۳۷۴

فصل پنجم: مطالعه تاثیر مفاهیم جدید در سیستم قدرت بر قابلیت اطمینان

۵-۱- اثر پاسخگویی بار ۳۹۰

۵-۲- تاثیر مولد همزمان برق و حرارت ۴۳۹

۵-۳- قابلیت اطمینان خودروالکتریکی ۴۷۹

۵-۴- قابلیت اطمینان خودروهیدروژنی ۵۰۷

فصل ششم: تاثیر تغییرات منابع بر نرخ خرابی نیروگاه های تجدیدپذیر

۶-۱- تاثیر تغییر سرعت باد بر نرخ خرابی نیروگاه های بادی ۵۲۱

۶-۱-۱- تکنولوژی مبتنی بر ژنراتور سنکرون مغناطیس دائم ۵۲۱

۶-۱-۲- نیروگاه بادی مبتنی بر تکنولوژی ژنراتور القایی دو سو تغذیه ۵۴۱

۶-۲- نیروگاه جزرومدی نوع مخزنی ۵۷۶

۶-۳- نیروگاه جزرومدی جریان‌ی ۵۸۴

۶-۳-۱- نیروگاه جزرومدی جریان‌ی مبتنی بر ژنراتور سنکرون مغناطیس دائم ۵۸۵

۶-۳-۲- نیروگاه جزرومدی جریان‌ی مبتنی بر ژنراتور القایی دو سو تغذیه ۵۹۵

۶-۴- نیروگاه فتوولتائیک ۶۲۱

۶-۵- نیروگاه آبی جریان‌ی ۶۳۶

۶-۶- نیروگاه حرارتی اقیانوس ۶۵۱

۶-۷- ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم RBTS با حضور نیروگاه حرارتی اقیانوس ۶۶۴

۶-۸- نیروگاه های امواج ۶۶۸

منابع و ماخذ ۶۷۹

فهرست جداول

صفحه

عنوان

جدول ۱-۲	قسمت های تشکیل دهنده جعبه دنده و نرخ خرابی آن ها در سال های ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۵.....	۷۶
جدول ۲-۲	اطلاعات مربوط به نرخ خرابی و زمان متوسط تعمیر المان های تشکیل دهنده واحد بادی..	۷۸
جدول ۳-۲	نتایج اعمال الگوریتم خوشه بندی به واحد بادی ۳ مگاواتی.....	۱۴۳
جدول ۴-۲	مدل قابلیت اطمینان واحد ۳ مگاواتی.....	۱۴۳
جدول ۵-۲	مدل قابلیت اطمینان مزرعه بادی ۳۰ مگاواتی.....	۱۴۴
جدول ۶-۲	مشخصات باس ها.....	۱۴۵
جدول ۷-۲	مشخصات خطوط انتقال.....	۱۴۵
جدول ۸-۲	مشخصات واحدهای تولید.....	۱۴۵
جدول ۹-۲	شاخص مقدار متوسط بار قطع شده بر حسب ساعت در سال.....	۱۴۶
جدول ۱۰-۲	شاخص مقدار متوسط انرژی تأمین نشده.....	۱۴۶
جدول ۱۱-۲	تأثیر افزایش سرعت باد بر شاخص های قابلیت اطمینان.....	۱۴۷
جدول ۱۲-۲	مشخصات باس ها.....	۱۴۸
جدول ۱۳-۲	مشخصات خطوط انتقال.....	۱۴۹
جدول ۱۴-۲	مشخصات واحدهای تولید.....	۱۵۰
جدول ۱۵-۲	مطالعه قابلیت اطمینان سیستم IEEERTS.....	۱۵۱
جدول ۱۶-۲	نتایج اعمال خوشه بندی به مزرعه خورشیدی.....	۱۵۵
جدول ۱۷-۲	پارامترهای مدل قابلیت اطمینان مزرعه خورشیدی.....	۱۵۶
جدول ۱۸-۲	ظرفیت معادل مزرعه خورشیدی در پیک بارهای مختلف.....	۱۵۷
جدول ۱۹-۲	تأثیر مقدار متوسط تابش خورشید بر شاخص های قابلیت اطمینان.....	۱۵۷
جدول ۲۰-۲	تأثیر اضافه کردن مزارع خورشیدی بر شاخص های قابلیت اطمینان.....	۱۵۸
جدول ۲۱-۲	قابلیت افزایش پیک بار بر حسب تعداد واحدهای اضافه شده متعارف و خورشیدی... ..	۱۵۹
جدول ۲۲-۲	پارامترهای قابلیت اطمینان نیروگاه جزر و مدی مخزنی.....	۱۵۹
جدول ۲۳-۲	هارمونیک های تشکیل دهنده ارتفاع جزر و مد.....	۱۶۰
جدول ۲۴-۲	مدل ۷ حالتی نیروگاه جزر و مدی مخزنی مجهز به ۱ پمپ با روش خوشه بندی فازی	۱۶۲
جدول ۲۵-۲	مدل ۷ حالتی نیروگاه جزر و مدی مخزنی بدون پمپ با استفاده از روش خوشه بندی فازی	۱۶۲

- جدول ۲-۲۶- محاسبه شاخص PLCC سیستم RBTS دارای نیروگاه جزر و مدی مخزنی ۱۶۵
- جدول ۲-۲۷- محاسبه شاخص IPLCC سیستم RBTS دارای نیروگاه جزر و مدی مخزنی ۱۶۵
- جدول ۲-۲۸- نرخ خرابی اجزا مختلف نیروگاه جزر و مدی مخزنی پس از گذشت ۱۵ و ۳۰ سال ... ۱۶۵
- جدول ۲-۲۹- مدل ۳ حالتی نیروگاه جزر و مدی جریانی با استفاده از روش خوشه‌بندی فازی ۱۷۰
- جدول ۲-۳۰- مدل قابلیت اطمینان ۱۵ حالتی مزرعه جزر و مدی جریانی ۱۷۰
- جدول ۲-۳۱- محاسبه شاخص PLCC سیستم RBTS دارای نیروگاه جزر و مدی جریانی ۱۷۲
- جدول ۲-۳۲- محاسبه شاخص IPLCC سیستم RBTS دارای نیروگاه جزر و مدی جریانی ۱۷۲
- جدول ۲-۳۳- جدول مربوط به نتایج خوشه‌بندی ۱۷۳
- جدول ۲-۳۴- جدول مربوط به احتمال رخداد تعداد ساعاتی از سال که نیروگاه هر کدام از توان‌های موردنظر را تولید می‌کند ۱۷۴
- جدول ۲-۳۵- اجزای تشکیل دهنده نیروگاه‌های آبی جریانی و پارامترهای قابلیت اطمینان آن‌ها ۱۷۵
- جدول ۲-۳۶- مدل قابلیت اطمینان نیروگاه آبی جریانی ۳۰ مگاواتی با در نظر گرفتن خرابی اجزا ۱۷۵
- جدول ۲-۳۷- مدل کامل قابلیت اطمینان نیروگاه آبی جریانی ۳۰ مگاواتی با در نظر گرفتن خرابی اجزا و عدم قطعیت دبی آب رودخانه ۱۷۶
- جدول ۲-۳۸- شاخص مقدار متوسط بار قطع شده بر حسب ساعت در سال ۱۷۸
- جدول ۲-۳۹- شاخص مقدار متوسط انرژی تأمین نشده بر حسب مگاوات ساعت در سال ۱۷۹
- جدول ۲-۴۰- مطالعه قابلیت اطمینان سیستم IEEE-RTS ۱۸۰
- جدول ۲-۴۱- ماتریس توان نیروگاه امواج مبتنی بر تکنولوژی Aqua Buoy با توان نامی ۲۵۰ کیلووات ۱۸۱
- جدول ۲-۴۲- ماتریس توان نیروگاه امواج مبتنی بر تکنولوژی پلامیس با توان نامی ۷۵۰ کیلووات ... ۱۸۲
- جدول ۲-۴۳- ماتریس توان نیروگاه امواج مبتنی بر تکنولوژی اژدهای موج با توان نامی ۷ مگاوات ۱۸۲
- جدول ۲-۴۴- ماتریس توان نیروگاه امواج مبتنی بر تکنولوژی Oyster با توان نامی ۳۰۰ کیلووات .. ۱۸۲
- جدول ۲-۴۵- ماتریس توان نیروگاه امواج مبتنی بر تکنولوژی SSG با توان نامی ۲۰ مگاوات ۱۸۳
- جدول ۲-۴۶- نتایج خوشه‌بندی توان خروجی هر واحد پلامیس ۱۸۵
- جدول ۲-۴۷- مدل کامل قابلیت اطمینان مزرعه پلامیس ۲۵/۲۰ مگاواتی ۱۸۵
- جدول ۲-۴۸- نتایج خوشه‌بندی ۱۸۶
- جدول ۲-۴۹- مدل قابلیت اطمینان کامل نیروگاه ژنراتور شیار مخروطی دریا ۱۸۶
- جدول ۲-۵۰- نتایج خوشه‌بندی ۱۸۷
- جدول ۲-۵۱- مدل قابلیت اطمینان نیروگاه ۲۱ مگاواتی اژدهای موج ۱۸۸

- جدول ۲-۵۲- نتایج خوشه‌بندی توان خروجی مبدل بایو..... ۱۸۸
- جدول ۲-۵۳- مدل قابلیت اطمینان مزرعه بایو..... ۱۸۹
- جدول ۲-۵۴- نتایج خوشه‌بندی..... ۱۹۰
- جدول ۲-۵۵- مدل قابلیت اطمینان مزرعه oyster..... ۱۹۱
- جدول ۲-۵۶- خواص ترمودینامیکی آمونیاک..... ۱۹۵
- جدول ۲-۵۷- خواص ترمودینامیکی R22..... ۱۹۷
- جدول ۲-۵۸- خواص ترمودینامیکی R134a..... ۲۰۰
- جدول ۲-۵۹- انرژی تولیدی سالانه نیروگاه حرارتی اقیانوس با سیال‌های کاری مختلف..... ۲۰۴
- جدول ۲-۶۰- نتیجه کلاستر بندی..... ۲۰۵
- جدول ۲-۶۱- پارامترهای قابلیت اطمینان اجزای نیروگاه..... ۲۰۶
- جدول ۲-۶۲- مدل ۴ حالت کامل نیروگاه..... ۲۰۶
- جدول ۲-۶۳- خواص ترمودینامیکی آمونیاک در محدوده دمای ۲۰ تا ۲۶ درجه سانتیگراد..... ۲۰۸
- جدول ۲-۶۴- میزان پیک بار قابل تغذیه..... ۲۰۹
- جدول ۲-۶۵- میزان افزایش پیک بار قابل تغذیه..... ۲۱۰
- جدول ۲-۶۶- مدل ۶ حالت حاصل از خوشه‌بندی..... ۲۱۲
- جدول ۲-۶۷- نرخ خرابی و نرخ تعمیر اجزای تشکیل دهنده مبدل جریان کرشیو..... ۲۱۲
- جدول ۲-۶۸- مدل قابلیت اطمینان نیروگاه جریان کرشیو با در نظر گرفتن خرابی اجزا..... ۲۱۳
- جدول ۲-۶۹- مدل قابلیت اطمینان نهایی نیروگاه جریان کرشیو..... ۲۱۳
- جدول ۲-۷۰- مشخصات سیستم تست..... ۲۱۳
- جدول ۲-۷۱- جدول ظرفیت سیستم تست..... ۲۱۴
- جدول ۲-۷۲- جدول ظرفیت سیستم تست با حضور نیروگاه جریان کرشیو..... ۲۱۵
- جدول ۲-۷۳- نرخ خرابی و تعمیر اجزای نیروگاه هلیواستات..... ۲۱۹
- جدول ۲-۷۴- نتایج خوشه‌بندی توان خروجی نیروگاه هلیواستات..... ۲۲۰
- جدول ۲-۷۵- مدل قابلیت اطمینان نیروگاه هلیواستات..... ۲۲۱
- جدول ۲-۷۶- شاخص مقدار متوسط بار قطع شده بر حسب ساعت در سال..... ۲۲۲
- جدول ۲-۷۷- شاخص مقدار متوسط انرژی تأمین نشده..... ۲۲۲
- جدول ۲-۷۸- میزان پیک بار قابل تغذیه بر حسب مگاوات..... ۲۲۳
- جدول ۲-۷۹- میزان افزایش پیک بار..... ۲۲۳
- جدول ۲-۸۰- شاخص مقدار متوسط بار قطع شده بر حسب ساعت در سال..... ۲۲۴

- جدول ۲-۸۱- شاخص مقدار متوسط انرژی تأمین نشده ۲۲۵
- جدول ۲-۸۲- میزان پیک بار قابل تغذیه بر حسب مگاوات ۲۲۶
- جدول ۲-۸۳- میزان افزایش پیک بار ۲۲۶
- جدول ۲-۸۴- نتیجه خوشه بندی ۲۲۷
- جدول ۲-۸۵- مدل قابلیت اطمینان نیروگاه ۲۲۷
- جدول ۲-۸۶- میزان پیک بار قابل تغذیه بر حسب مگاوات ۲۲۹
- جدول ۲-۸۷- میزان افزایش پیک بار ۲۲۹
- جدول ۲-۸۸- میزان پیک بار قابل تغذیه بر حسب مگاوات ۲۳۰
- جدول ۲-۸۹- میزان افزایش پیک بار ۲۳۰
- جدول ۲-۹۰- احتمال قطع بار در نقاط بار مختلف برای سیستم RBTS ۲۳۳
- جدول ۲-۹۱- احتمال قطع بار در نقاط بار برای سیستم RBTS با اضافه شدن یک مزرعه بادی ۳۰ مگاواتی به باس سوم ۲۳۳
- جدول ۲-۹۲- احتمال قطع بار در نقاط بار برای سیستم RBTS با اضافه شدن یک مزرعه خورشیدی ۳۰ مگاواتی به باس سوم ۲۳۳
- جدول ۲-۹۳- احتمال قطع بار در نقاط بار برای سیستم IEEEERTS پایه ۲۳۴
- جدول ۲-۹۴- احتمال قطع بار در نقاط بار برای سیستم IEEEERTS پایه با اضافه شدن مزرعه بادی به باس ۱۹ ۲۳۴
- جدول ۲-۹۵- احتمال قطع بار در نقاط بار برای سیستم IEEEERTS پایه با اضافه شدن مزرعه خورشیدی به باس ۱۹ ۲۳۵
- جدول ۲-۹۶- ترتیب به مدار آوردن واحدهای تولید سیستم RBTS ۲۵۵
- جدول ۲-۹۷- مینیمم رزرو چرخان مورد نیاز ۲۵۹
- جدول ۲-۹۸- میزان پیک بار قابل تأمین در حالت های مختلف و به ازای اضافه کردن از ۰ تا ۵ واحد در زمان ۱ ساعت ۲۶۹
- جدول ۲-۹۹- میزان پیک بار قابل تأمین در حالت های مختلف و به ازای اضافه کردن از ۰ تا ۵ واحد در زمان ۴ ساعت ۲۶۹
- جدول ۲-۱۰۰- قابلیت افزایش پیک بار در زمان عملکرد ۱ ساعت ۲۷۰
- جدول ۲-۱۰۱- قابلیت افزایش پیک بار در زمان عملکرد ۴ ساعت ۲۷۰
- جدول ۲-۱۰۲- مدل سلامت سیستم RBTS در زمان عملکرد ۱ ساعت ۲۷۲
- جدول ۲-۱۰۳- مدل سلامت سیستم RBTS در زمان عملکرد ۴ ساعت ۲۷۲

جدول ۲-۱۰۴- مدل سلامت سیستم RBTS همراه با واحد متعارف در زمان عملکرد ۱ ساعت.....	۲۷۲
جدول ۲-۱۰۵- مدل سلامت سیستم RBTS همراه با واحد متعارف در زمان عملکرد ۴ ساعت.....	۲۷۳
جدول ۲-۱۰۶- مدل سلامت سیستم RBTS همراه با واحد بادی با سرعت اولیه کم در زمان عملکرد ۱ ساعت.....	۲۷۳
جدول ۲-۱۰۷- مدل سلامت سیستم RBTS همراه با واحد بادی با سرعت اولیه کم در زمان عملکرد ۴ ساعت.....	۲۷۳
جدول ۲-۱۰۸- مدل سلامت سیستم RBTS همراه با واحد بادی با سرعت اولیه زیاد در زمان عملکرد ۱ ساعت.....	۲۷۳
جدول ۲-۱۰۹- مدل سلامت سیستم RBTS همراه با واحد بادی با سرعت اولیه زیاد در زمان عملکرد ۴ ساعت.....	۲۷۴
جدول ۲-۱۱۰- میزان رزرو چرخان (مگاوات) در زمان عملکرد ۴ ساعت.....	۲۷۴
جدول ۲-۱۱۱- میزان پیک بار قابل تغذیه (مگاوات).....	۲۷۵
جدول ۲-۱۱۲- قابلیت افزایش پیک بار قابل تغذیه (مگاوات).....	۲۷۵
جدول ۲-۱۱۳- مدل سلامت سیستم IEEEERTS در زمان عملکرد ۱ ساعت.....	۲۷۵
جدول ۲-۱۱۴- مدل سلامت سیستم IEEEERTS در زمان عملکرد ۴ ساعت.....	۲۷۶
جدول ۲-۱۱۵- مدل سلامت سیستم IEEEERTS همراه با واحد متعارف در زمان عملکرد ۱ ساعت.....	۲۷۶
جدول ۲-۱۱۶- مدل سلامت سیستم IEEEERTS همراه با واحد متعارف در زمان عملکرد ۴ ساعت.....	۲۷۶
جدول ۲-۱۱۷- مدل سلامت سیستم IEEEERTS همراه با واحد بادی با سرعت اولیه کم در زمان عملکرد ۱ ساعت.....	۲۷۶
جدول ۲-۱۱۸- مدل سلامت سیستم IEEEERTS همراه با واحد بادی با سرعت اولیه کم در زمان عملکرد ۴ ساعت.....	۲۷۷
جدول ۲-۱۱۹- مدل سلامت سیستم IEEEERTS همراه با واحد بادی با سرعت اولیه زیاد در زمان عملکرد ۱ ساعت.....	۲۷۷
جدول ۲-۱۲۰- مدل سلامت سیستم IEEEERTS همراه با واحد بادی با سرعت اولیه زیاد در زمان-عملکرد ۴ ساعت.....	۲۷۷
جدول ۲-۱۲۱- میزان پیک بار قابل تغذیه (مگاوات).....	۲۲۸
جدول ۲-۱۲۲- قابلیت افزایش پیک بار قابل تغذیه (مگاوات).....	۲۲۸
جدول ۲-۱۲۳- مقدار ریسک در نقاط مختلف بار در حالت اول.....	۲۷۹
جدول ۲-۱۲۴- مقدار ریسک در نقاط مختلف بار در حالت دوم.....	۲۷۹

جدول ۲-۱۲۵- مقدار ریسک در نقاط مختلف بار در حالت سوم	۲۸۰
جدول ۲-۱۲۶- مقدار ریسک در نقاط مختلف بار در حالت اول	۲۸۰
جدول ۲-۱۲۷- مقدار ریسک در نقاط مختلف بار در حالت دوم	۲۸۱
جدول ۲-۱۲۸- مقدار ریسک در نقاط مختلف بار در حالت سوم	۲۸۱
جدول ۲-۱۲۹- ماتریس توان نیروگاه امواج مبتنی بر تکنولوژی Aqua Buoy با توان نامی ۲۵۰ کیلو وات	۲۸۵
جدول ۲-۱۳۰- شاخص مقدار متوسط بار قطع شده بر حسب ساعت در سال	۲۸۷
جدول ۲-۱۳۱- شاخص مقدار متوسط انرژی تأمین نشده بر حسب مگاوات ساعت در سال	۲۸۷
جدول ۲-۱۳۲- شاخص مقدار متوسط بار قطع شده بر حسب ساعت در سال	۲۸۸
جدول ۲-۱۳۳- شاخص مقدار متوسط انرژی تأمین نشده بر حسب مگاوات ساعت در سال	۲۸۸
جدول ۲-۱۳۴- ماتریس توان نیروگاه امواج مبتنی بر تکنولوژی SSG با توان نامی ۲۰ مگاوات	۲۹۱
جدول ۲-۱۳۵- میزان پیک بار قابل تغذیه	۲۹۴
جدول ۲-۱۳۶- میزان افزایش پیک بار قابل تغذیه	۲۹۴
جدول ۳-۱- پیک بار هفتگی به صورت درصدی از پیک بار سالانه	۳۰۰
جدول ۳-۲- پیک بار روزانه به صورت درصدی از بار هفتگی	۳۰۱
جدول ۳-۳- پیک بار ساعتی به صورت درصدی از پیک بار روزانه	۳۰۱
جدول ۳-۴- نتایج خوشه‌بندی مجموعه مزرعه بادی و باتری ذخیره انرژی	۳۰۳
جدول ۳-۵- نتایج خوشه‌بندی مجموعه مزرعه خورشیدی و باتری ذخیره انرژی	۳۰۴
جدول ۳-۶- شاخص متوسط زمان قطع بار	۳۰۶
جدول ۳-۷- شاخص متوسط انرژی تأمین نشده	۳۰۶
جدول ۳-۸- شاخص های قابلیت اطمینان مربوط به نقاط بار مختلف در حالت اول	۳۱۲
جدول ۳-۹- شاخص های قابلیت اطمینان مربوط به نقاط بار در حالت دوم	۳۱۲
جدول ۳-۱۰- شاخص های قابلیت اطمینان مربوط به نقاط بار در حالت سوم	۳۱۳
جدول ۳-۱۱- شاخص های قابلیت اطمینان مربوط به نقاط بار برای سیستم IEEEERTS پایه	۳۱۳
جدول ۳-۱۲- شاخص های قابلیت اطمینان مربوط به نقاط بار مختلف سیستم IEEEERTS با اضافه شدن مزرعه بادی متصل به باتری ذخیره انرژی به باس نوزدهم این سیستم	۳۱۴
جدول ۳-۱۳- شاخص های قابلیت اطمینان مربوط به نقاط بار مختلف سیستم IEEEERTS با اضافه شدن مزرعه خورشیدی متصل به باتری ذخیره انرژی به باس نوزدهم این سیستم	۳۱۴
جدول ۳-۱۴- مقدار ریسک مربوط به نقاط مختلف بار در حالت اول	۳۱۵

- جدول ۳-۱۵- مقدار ریسک مربوط به نقاط مختلف بار در حالت دوم..... ۳۱۵
- جدول ۳-۱۶- مقدار ریسک مربوط به نقاط مختلف بار در حالت سوم..... ۳۱۵
- جدول ۳-۱۷- مقدار ریسک در نقاط مختلف بار در حالت اول..... ۳۱۶
- جدول ۳-۱۸- مقدار ریسک در نقاط مختلف بار در حالت دوم..... ۳۱۶
- جدول ۳-۱۹- مقدار ریسک در نقاط مختلف بار در حالت سوم..... ۳۱۷
- جدول ۳-۲۰- مشخصات نیروگاه سیاه‌پیشه..... ۳۳۱
- جدول ۳-۲۱- میزان آلاینده‌های نیروگاه‌های مختلف..... ۳۳۱
- جدول ۳-۲۲- نرخ خرابی اجزای تشکیل دهنده نیروگاه نمونه..... ۳۴۴
- جدول ۳-۲۳- شاخص مقدار متوسط بار قطع شده بر حسب ساعت در سال..... ۳۴۵
- جدول ۳-۲۴- شاخص مقدار متوسط انرژی تأمین نشده بر حسب مگاوات ساعت در سال..... ۳۴۵
- جدول ۳-۲۵- پیک بار قابل تغذیه..... ۳۴۶
- جدول ۳-۲۶- قابلیت افزایش پیک بار قابل تغذیه..... ۳۴۶
- جدول ۳-۲۷- مطالعه قابلیت اطمینان سیستم IEEE-RTS..... ۳۴۷
- جدول ۳-۲۸- احتمال قطع بار در نقاط بار مختلف برای سیستم RBTS..... ۳۴۸
- جدول ۳-۲۹- احتمال قطع بار در نقاط بار برای سیستم RBTS با اضافه شدن یک نیروگاه تلمبه ذخیره-
ای ۳۰ مگاواتی به باس سوم..... ۳۴۸
- جدول ۳-۳۰- احتمال قطع بار در نقاط بار برای سیستم IEEERTS پایه..... ۳۴۹
- جدول ۳-۳۱- احتمال قطع بار در نقاط بار برای سیستم IEEERTS پایه با اضافه شدن نیروگاه تلمبه
ذخیره‌ای به باس ۱۹..... ۳۴۹
- جدول ۴-۱- جدول احتمال ظرفیت‌های واحدهای متصل به باس اول..... ۳۷۴
- جدول ۴-۲- جدول احتمال ظرفیت‌های واحدهای متصل به باس دوم..... ۳۷۴
- جدول ۴-۳- احتمال قطع بار اکتیو..... ۳۷۷
- جدول ۴-۴- مقدار متوسط زمان قطع بار اکتیو بر حسب ساعت در سال..... ۳۷۸
- جدول ۴-۵- مقدار متوسط انرژی اکتیو تأمین نشده بر حسب مگاوات ساعت در سال..... ۳۷۹
- جدول ۴-۶- احتمال نقض ولتاژ..... ۳۸۰
- جدول ۴-۷- متوسط زمان نقض ولتاژ بر حسب ساعت در سال..... ۳۸۱
- جدول ۴-۸- احتمال قطع بار راکتیو..... ۳۸۳
- جدول ۴-۹- مقدار متوسط قطع بار راکتیو بر حسب ساعت در سال..... ۳۸۴
- جدول ۴-۱۰- مقدار متوسط انرژی تأمین نشده مربوط به بار راکتیو بر حسب مگاوارساعت در سال..... ۳۸۵

جدول ۴-۱۱- مشخصات باس ها	۳۸۶
جدول ۴-۱۲- مشخصات خطوط انتقال	۳۸۷
جدول ۴-۱۳- پارامترهای قابلیت اطمینان خطوط انتقال	۳۸۸
جدول ۴-۱۴- مشخصات نیروگاه ها	۳۸۹
جدول ۵-۱- میزان مصرف برخی تجهیزات برقی	۴۱۳
جدول ۵-۲- شاخص مقدار متوسط بار قطع شده بر حسب ساعت در سال	۴۳۷
جدول ۵-۳- شاخص مقدار متوسط انرژی تأمین نشده بر حسب مگاوات ساعت در سال	۴۳۸
جدول ۵-۴- پیک بار قابل تغذیه	۴۳۸
جدول ۵-۵- قابلیت افزایش پیک بار قابل تغذیه	۴۳۸
جدول ۵-۶- مطالعه قابلیت اطمینان سیستم IEEE-RTS	۴۳۹
جدول ۵-۷- مشخصات عملکردی سامانه های با توربین گاز موجود در بازار	۴۵۲
جدول ۵-۸- تولید همزمان برق و گرما در موتورهای پیستونی	۴۵۴
جدول ۵-۹- تولید همزمان برق و گرما در میکروتوربین ها	۴۵۸
جدول ۵-۱۰- برخی از واژگان کلیدی طرح تولید همزمان برق و گرما به همراه سرواژگان و برگردان	پارسی
جدول ۵-۱۱- نمونه هایی از مولدهای همزمان برق و حرارت	۴۷۰
جدول ۵-۱۲- نمونه های از مولدهای همزمان برق و گرما با سوخت مایع	۴۷۱
جدول ۵-۱۳- نمونه های از مولدهای همزمان برق و گرما با سوخت گاز	۴۷۱
جدول ۵-۱۴- احتمال حالت های مختلف	۴۷۳
جدول ۵-۱۵- پارامترهای قابلیت اطمینان اجزای مولد	۴۷۴
جدول ۵-۱۶- نرخ گذر بین حالت های مختلف مدل ۱	۴۷۵
جدول ۵-۱۷- نرخ گذر بین حالت های مختلف مدل ۲	۴۷۵
جدول ۵-۱۸- احتمال حالت های مختلف مدل قابلیت اطمینان مولد همزمان برق و حرارت	۴۷۶
جدول ۵-۱۹- شاخص مقدار متوسط بار قطع شده بر حسب ساعت در سال	۴۷۶
جدول ۵-۲۰- شاخص مقدار متوسط انرژی تأمین نشده بر حسب مگاوات ساعت در سال	۴۷۷
جدول ۵-۲۱- پیک بار قابل تغذیه	۴۷۸
جدول ۵-۲۲- قابلیت افزایش پیک بار قابل تغذیه	۴۷۸
جدول ۵-۲۳- مطالعه قابلیت اطمینان سیستم IEEE-RTS	۴۷۸
جدول ۵-۲۴- نرخ خرابی و تعمیر تجهیزات تشکیل دهنده خودروهای الکتریکی	۴۹۳

- جدول ۵-۲۵- مقایسه خودروهای الکتریکی مختلف به لحاظ قابلیت اطمینان ۴۹۴
- جدول ۵-۲۶- نرخ خرابی و تعمیر تجهیزات تشکیل دهنده خودرو تمام الکتریکی ۵۰۳
- جدول ۵-۲۷- مشخصات موتور سنکرون مغناطیس دائم مورد استفاده در خودرو الکتریکی ۵۰۳
- جدول ۵-۲۸- نرخ خرابی و نرخ تعمیر اجزای تشکیل دهنده خودروهای هیدروژنی ۵۱۸
- جدول ۵-۲۹- نتایج قابلیت اطمینان انواع مختلف خودروهای هیدروژنی ۵۱۹
- جدول ۶-۱- میزان پیک بار قابل تغذیه ۵۴۰
- جدول ۶-۲- میزان افزایش پیک بار قابل تغذیه ۵۴۱
- جدول ۶-۳- مشخصات نیروگاه های بادی Vestas90 ۵۵۱
- جدول ۶-۴- متوسط زمان تعمیر تجهیزات نیروگاه بادی ۵۶۸
- جدول ۶-۵- شاخص های قابلیت اطمینان ۵۷۶
- جدول ۶-۶- هارمونیک های تشکیل دهنده ارتفاع جزر و مد ۵۸۳
- جدول ۶-۷- مدل ۳ حالت نیروگاه جزر و مدی جریانی با استفاده از روش خوشه بندی فازی ۵۹۳
- جدول ۶-۸- مدل قابلیت اطمینان ۱۵ حالت مزرعه جزر و مدی جریانی ۵۹۳
- جدول ۶-۹- شاخص PLCC ۵۹۵
- جدول ۶-۱۰- شاخص IPLCC ۵۹۵
- جدول ۶-۱۱- پارامترهای نیروگاه جریانی جزر و مد ۶۰۹
- جدول ۶-۱۲- پارامترهای ماژول های ABB که در مبدل های پشت به پشت استفاده شده اند ۶۰۹
- جدول ۶-۱۳- داده های گذشته سایت های مورد مطالعه ۶۰۹
- جدول ۶-۱۴- شاخص های قابلیت اطمینان نیروگاه جریانی جزر و مدی در سایت های مختلف مورد مطالعه ۶۱۰
- جدول ۶-۱۵- نرخ خرابی در وضعیت های مختلف بهره برداری در سطوح جریان مختلف مبدل سمت روتور در سایت HN ۶۱۲
- جدول ۶-۱۶- نرخ خرابی مبدل سمت روتور و مبدل سمت شبکه در دوره های زمانی جزر و مد در چهار سایت مورد مطالعه بر حسب خرابی در سال ۶۱۳
- جدول ۶-۱۷- آنالیز حساسیت بر روی λ_{SJ} ۶۱۴
- جدول ۶-۱۸- آنالیز حساسیت بر روی λ_{EOS} ۶۱۴
- جدول ۶-۱۹- شاخص مقدار متوسط بار قطع شده بر حسب ساعت در سال ۶۲۰
- جدول ۶-۲۰- شاخص مقدار متوسط انرژی تأمین نشده بر حسب مگاوات ساعت در سال ۶۲۰
- جدول ۶-۲۱- متوسط زمان تعمیر تجهیزات سیستم فتوولتائیک ۶۳۳

جدول ۶-۲۲- شاخص های قابلیت اطمینان.....	۶۳۶
جدول ۶-۲۳- مشخصات نیروگاه هیدرو کوچک مورد مطالعه	۶۴۵
جدول ۶-۲۴- شاخص های قابلیت اطمینان سیستم تست روی بیلیتون.....	۶۵۱
جدول ۶-۲۵- شاخص های قابلیت اطمینان سیستم تست روی بیلیتون با حضور نیروگاه هیدرو کوچک. ۶۵۱	۶۵۱
جدول ۶-۲۶- مشخصات نیروگاه حرارتی اقیانوس مورد مطالعه	۶۵۹
جدول ۶-۲۷- مشخصات واحدهای تولید سیستم تست RBTS	۶۶۵
جدول ۶-۲۸- پیک بار هفتگی بر حسب درصدی از پیک بار سالانه	۶۶۵
جدول ۶-۲۹- پیک بار روزانه بر حسب درصدی از پیک بار هفتگی	۶۶۶
جدول ۶-۳۰- پیک بار ساعتی بر حسب درصدی از پیک بار روزانه	۶۶۶
جدول ۶-۳۱- ماتریس توان مولد مخروطی شیار دریا	۶۷۴
جدول ۶-۳۲- شاخص های قابلیت اطمینان.....	۶۷۸

فهرست اشکال

صفحه

عنوان

- شکل ۱-۱- سطوح سلسله مراتبی به منظور مطالعه قابلیت اطمینان سیستم قدرت ۱
- شکل ۲-۱- مدل سلامت سیستم قدرت ۲
- شکل ۳-۱- مدل مارکوف دو حالت ۳
- شکل ۴-۱- ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم قدرت در سطح اول ۴
- شکل ۵-۱- نحوه محاسبه شاخص میزان متوسط بار قطع شده ۵
- شکل ۶-۱- نحوه محاسبه میزان انرژی تغذیه نشده ۵
- شکل ۷-۱- مدل قابلیت اطمینان واحدهای متداول در مطالعات بهره برداری ۸
- شکل ۸-۱- ریسک سیستم در حالت عدم وجود واحدهای رزرو غیر چرخان ۹
- شکل ۹-۱- ریسک سیستم در حالت وجود واحدهای رزرو غیر چرخان ۹
- شکل ۱۰-۱- مدل مارکوف واحدهای گازی ۱۰
- شکل ۱۱-۱- مدل مارکوف واحدهای حرارتی با رزرو گرم ۱۱
- شکل ۱۲-۱- الگوریتم نقطه داخلی در پیدا کردن جواب بهینه ۱۷
- شکل ۱۳-۱- مفهوم قابلیت اطمینان ۳۲
- شکل ۱۴-۱- بخش های اساسی سیستم قدرت و یک نمونه با سطوح ولتاژ مربوطه ۳۳
- شکل ۱۵-۱- حضور واحدهای تولید پراکنده و خودرو برقی در سیستم قدرت ۳۳
- شکل ۱۶-۱- زمان های مربوط به مطالعات امنیت و کفایت سیستم قدرت ۳۴
- شکل ۱۷-۱- مدل ۴ حالت نیروگاه ها ۳۴
- شکل ۱۸-۱- مدت زمان تا بروز خرابی و مدت زمان تعمیر سیستم ۳۵
- شکل ۱۹-۱- مدل قابلیت اطمینان یک سیستم با دو تجهیز سری ۳۶
- شکل ۲۰-۱- یک سیستم متشکل از دو تجهیز موازی ۳۶
- شکل ۲۱-۱- آنالیز فایده به هزینه قابلیت اطمینان در سیستم قدرت ۳۷
- شکل ۱-۲- منحنی توان توربین بادی ۴۱
- شکل ۲-۲- ساختار نیروگاه بادی ۴۱
- شکل ۳-۲- اجزای تشکیل دهنده توربین بادی ۴۱
- شکل ۴-۲- نیروگاه بادی مجهز به ژنراتور سنکرون با تحریک الکتريکی ۴۲

- شکل ۲-۵- نیروگاه بادی مجهز به ژنراتور سنکرون مغناطیس دائم..... ۴۲
- شکل ۲-۶- نیروگاه بادی مجهز به ژنراتور القایی دو سو تغذیه ۴۲
- شکل ۲-۷- نیروگاه بادی مجهز به ژنراتور القایی دو سو تغذیه بدون جاروبک..... ۴۳
- شکل ۲-۸- نیروگاه بادی مجهز به ژنراتور القایی با روتور سیم پیچی شده..... ۴۳
- شکل ۲-۹- نیروگاه فتوولتاییک..... ۴۴
- شکل ۲-۱۰- اجزای سیستم فتوولتاییک..... ۴۴
- شکل ۲-۱۱- نقطه توان ماکزیمم نیروگاه فتوولتاییک..... ۴۴
- شکل ۲-۱۲- پنل فتوولتاییک مجهز به مبدل بوست..... ۴۵
- شکل ۲-۱۳- پنل فتوولتاییک مجهز به مبدل های DC به DC و اینورتر..... ۴۵
- شکل ۲-۱۴- پنل فتوولتاییک مجهز به مبدل باک..... ۴۵
- شکل ۲-۱۵- پنل فتوولتاییک مجهز به مبدل باک - بوست..... ۴۶
- شکل ۲-۱۶- پدیده جزرومد..... ۴۶
- شکل ۲-۱۷- ساختار نیروگاه جزرومدی مخزنی..... ۴۷
- شکل ۲-۱۸- توربین کاپلان..... ۴۷
- شکل ۲-۱۹- مود تولید در جزر نیروگاه جزرومدی مخزنی..... ۴۸
- شکل ۲-۲۰- مود تولید در مد نیروگاه جزرومدی مخزنی..... ۴۸
- شکل ۲-۲۱- مود تولید دوطرفه (هم تولید در مد و هم تولید در جزر) نیروگاه جزرومدی مخزنی..... ۴۸
- شکل ۲-۲۲- نیروگاه جزرومدی لارنس فرانسه..... ۴۹
- شکل ۲-۲۳- نیروگاه سیهوا کره جنوبی..... ۴۹
- شکل ۲-۲۴- نیروگاه آنابلیس کانادا..... ۵۰
- شکل ۲-۲۵- توربین مورد استفاده در نیروگاه جزرومدی مخزنی سیهوا..... ۵۰
- شکل ۲-۲۶- ساختار دریچه ها..... ۵۰
- شکل ۲-۲۷- ساختار توربین و دریچه ها از سمت دریا..... ۵۱
- شکل ۲-۲۸- ساختار توربین و دریچه ها از سمت مخزن..... ۵۱
- شکل ۲-۲۹- مود تولید در مد نیروگاه سیهوا..... ۵۱
- شکل ۲-۳۰- منحنی توان توربین جزرومدی جریانیه..... ۵۲
- شکل ۲-۳۱- ساختار مختلف توربین های جزرومدی جریانیه..... ۵۳
- شکل ۲-۳۲- ساختار نیروگاه آبی جریانیه..... ۵۴
- شکل ۲-۳۳- نیروگاه آبی جریانیه واقع در کوهستان..... ۵۵

- شکل ۲-۳۴- نیروگاه آبی..... ۵۵
- شکل ۲-۳۵- ساختار پلامیس ۵۶
- شکل ۲-۳۶- نیروگاه ستون آب نوسانگر ۵۶
- شکل ۲-۳۷- نیروگاه اژدهای موج ۵۷
- شکل ۲-۳۸- نیروگاه امواج دریا مجهز به ژنراتور شیار مخروطی..... ۵۸
- شکل ۲-۳۹- نیروگاه لیمپت ۵۸
- شکل ۲-۴۰- نیروگاه تیچان ۵۹
- شکل ۲-۴۱- نیروگاه اردک سلتر..... ۵۹
- شکل ۲-۴۲- نیروگاه نوسانگر موج ارشمیدس ۶۰
- شکل ۲-۴۳- ماتریس توان نیروگاه پلامیس ۶۰
- شکل ۲-۴۴- ماتریس توان نیروگاه تیچان ۶۱
- شکل ۲-۴۵- ماتریس توان نیروگاه لیمپت ۶۱
- شکل ۲-۴۶- ماتریس توان نیروگاه امواج شیار مخروطی ۶۱
- شکل ۲-۴۷- ماتریس توان نیروگاه اژدهای موج..... ۶۱
- شکل ۲-۴۸- ماتریس توان نیروگاه نوسانگر موج ارشمیدس ۶۲
- شکل ۲-۴۹- ماتریس توان نیروگاه اردک سلتر..... ۶۳
- شکل ۲-۵۰- ماتریس توان نیروگاه ستون آب نوسانگر..... ۶۳
- شکل ۲-۵۱- نیروگاه حرارتی اقیانوس از نوع سیکل بسته..... ۶۵
- شکل ۲-۵۲- نمودار دما - انتروپی سیکل ترمودینامیکی رنگین ۶۵
- شکل ۲-۵۳- نیروگاه حرارتی اقیانوس از نوع سیکل باز..... ۶۵
- شکل ۲-۵۴- نیروگاه حرارتی اقیانوس از نوع هیبرید ۶۶
- شکل ۲-۵۵- محل بروز جریان کرشیو در تنگه توکارا..... ۶۷
- شکل ۲-۵۶- محل بروز جریان کرشیو در اکیناوا..... ۶۷
- شکل ۲-۵۷- جریان کرشیو در کنار جریان توشیما ۶۸
- شکل ۲-۵۸- مسیر جریان کرشیو در شمال غرب اقیانوس آرام..... ۶۸
- شکل ۲-۵۹- یک نمونه توربین جریان کرشیو ۶۹
- شکل ۲-۶۰- سیستم تولید برق از جریان های کرشیو ۶۹
- شکل ۲-۶۱- یک نمونه منحنی توان توربین دوقلوی جریان کرشیو..... ۷۰
- شکل ۲-۶۲- نیروگاه برج خورشیدی ۷۱

- شکل ۲-۶۳- نیروگاه خورشیدی مجهز به آینه بشقابی سهموی..... ۷۲
- شکل ۲-۶۴- نیروگاه مجهز به رفلکتور فرسnel خطی..... ۷۲
- شکل ۲-۶۵- کلکتورهای سهموی خطی و لوله دریافت کننده حرارت..... ۷۳
- شکل ۲-۶۶- اجزای تشکیل دهنده توربین بادی مبتنی بر ژنراتور القایی دو سو تغذیه..... ۷۴
- شکل ۲-۶۷- اجزای تشکیل دهنده واحدهای بادی مبتنی بر تکنولوژی ژنراتورهای دو سو تغذیه شده... ۷۵
- شکل ۲-۶۸- مدل قابلیت اطمینان واحد بادی بر اساس خرابی اجزای تشکیل دهنده..... ۷۸
- شکل ۲-۶۹- مدل قابلیت اطمینان واحد بادی با در نظر گرفتن نرخ خرابی اجزا..... ۷۹
- شکل ۲-۷۰- مدل قابلیت اطمینان مزرعه خورشیدی شامل N توربین مشابه..... ۷۹
- شکل ۲-۷۱- الگوی وزش باد در سال ۲۰۰۸ در منطقه منجیل در ارتفاع ۴۰ متری به صورت ساعت به ساعت..... ۸۰
- شکل ۲-۷۲- منحنی توان توربین V90..... ۸۰
- شکل ۲-۷۳- اساس خوشه بندی..... ۸۱
- شکل ۲-۷۴- مدل کامل قابلیت اطمینان مزرعه بادی..... ۸۴
- شکل ۲-۷۵- ساختار معمول یک مزرعه خورشیدی..... ۸۵
- شکل ۲-۷۶- مدار معادل سلول و یا پنل خورشیدی..... ۸۶
- شکل ۲-۷۷- مشخصه جریان - ولتاژ سلول و یا پنل خورشیدی..... ۸۶
- شکل ۲-۷۸- مشخصه توان - جریان سلول و یا پنل خورشیدی..... ۸۶
- شکل ۲-۷۹- ساختار یک پنل..... ۸۷
- شکل ۲-۸۰- مدل قابلیت اطمینان پنل بدون در نظر گرفتن خطای مشترک..... ۸۸
- شکل ۲-۸۱- مدل قابلیت اطمینان پنل با در نظر گرفتن خطای مشترک..... ۸۸
- شکل ۲-۸۲- مدل قابلیت اطمینان پنل..... ۸۹
- شکل ۲-۸۳- افزایش ولتاژ به دلیل کاهش جریان در مشخصه ولتاژ - جریان پنل خورشیدی..... ۸۹
- شکل ۲-۸۴- مدل قابلیت اطمینان زیر آرایه بدون در نظر گرفتن خطای مشترک و خرابی مبدل DC به DC..... ۸۹
- شکل ۲-۸۵- مدل قابلیت اطمینان زیر آرایه با در نظر گرفتن خطای مشترک..... ۹۱
- شکل ۲-۸۶- مدل قابلیت اطمینان زیر آرایه بدون در نظر گرفتن خطای مبدل..... ۹۱
- شکل ۲-۸۷- اتصال موازی زیر آرایه ها در مدل قابلیت اطمینان آرایه..... ۹۲
- شکل ۲-۸۸- مدل قابلیت اطمینان آرایه بدون در نظر گرفتن خرابی اینورتر..... ۹۲
- شکل ۲-۸۹- مدل قابلیت اطمینان آرایه با در نظر گرفتن خطای اینورتر..... ۹۲
- شکل ۲-۹۰- مدل قابلیت اطمینان آرایه..... ۹۳

- شکل ۲-۹۱- مدل مزرعه خورشیدی ۹۳
- شکل ۲-۹۲- داده‌های تابش ساعت به ساعت خورشید در منطقه جاسک ۹۴
- شکل ۲-۹۳- اجزا نیروگاه جزر و مدی مخزنی ۹۴
- شکل ۲-۹۴- اتصالات سری موازی اجزا نیروگاه جزر و مدی مخزنی با n دریچه و m مبدل انرژی ... ۹۵
- شکل ۲-۹۵- مدل قابلیت اطمینان مبدل انرژی نیروگاه جزر و مدی مخزنی ۹۵
- شکل ۲-۹۶- مدل کامل نیروگاه جزر و مدی مخزنی ۹۷
- شکل ۲-۹۷- ساختار کلی نیروگاه جزر و مدی جریان‌ی ۹۸
- شکل ۲-۹۸- مدل قابلیت اطمینان واحد جزر و مدی جریان‌ی با در نظر گرفتن خرابی اجزا ۹۹
- شکل ۲-۹۹- مدل قابلیت اطمینان نیروگاه جزر و مدی جریان‌ی ۹۹
- شکل ۲-۱۰۰- مدل کامل قابلیت اطمینان مزرعه جزر و مدی جریان‌ی ۹۹
- شکل ۲-۱۰۱- مدل قابلیت اطمینان یک نیروگاه آبی جریان‌ی با یک پنوساک ۱۰۳
- شکل ۲-۱۰۲- مدل قابلیت اطمینان یک نیروگاه آبی جریان‌ی ساده با m پنوساک ۱۰۴
- شکل ۲-۱۰۳- مدل مارکوف مربوط به هر پنوساک ۱۰۴
- شکل ۲-۱۰۴- مدل قابلیت اطمینان m شاخه موازی ۱۰۴
- شکل ۲-۱۰۵- مدل قابلیت اطمینان یک نیروگاه آبی جریان‌ی شامل m پنوساک ۱۰۵
- شکل ۲-۱۰۶- اتصال سری عناصر ۱۰۵
- شکل ۲-۱۰۷- مدل قابلیت اطمینان نیروگاه آبی جریان‌ی شامل m پنوساک با در نظر گرفتن تمام حالت‌های صفر به صورت یک حالت ۱۰۵
- شکل ۲-۱۰۸- مدل قابلیت اطمینان یک نیروگاه آبی جریان‌ی زنجیره‌ای شامل n نیروگاه آبی جریان‌ی ساده ۱۰۷
- شکل ۲-۱۰۹- مدل قابلیت اطمینان نیروگاه آبی جریان‌ی بدون در نظر گرفتن ترانسفورماتور قدرت .. ۱۰۸
- شکل ۲-۱۱۰- مدل قابلیت mn شاخه موازی ۱۰۸
- شکل ۲-۱۱۱- مدل قابلیت اطمینان یک نیروگاه آبی جریان‌ی شامل mn پنوساک ۱۰۸
- شکل ۲-۱۱۲- مدل قابلیت اطمینان نیروگاه آبی جریان‌ی زنجیره‌ای شامل mn پنوساک با در نظر گرفتن تمام حالت‌های صفر به صورت یک حالت ۱۰۹
- شکل ۲-۱۱۳- منحنی دبی آب رودخانه در منطقه شش‌پیر سپیدان ۱۱۰
- شکل ۲-۱۱۴- مدل قابلیت اطمینان نیروگاه آبی جریان‌ی با اعمال خوشه‌بندی ۱۱۱
- شکل ۲-۱۱۵- مدل قابلیت اطمینان n پلامیس موازی ۱۱۲
- شکل ۳-۱۱۶- نمودار ساعت به ساعت تغییرات ارتفاع غالب امواج ۱۱۳

- شکل ۳-۱۱۷- نمودار ساعت به ساعت تغییرات دوره تناوب امواج ۱۱۳
- شکل ۲-۱۱۸- توان تولیدی هر واحد پلامیس ۱۱۳
- شکل ۲-۱۱۹- مدل کامل قابلیت اطمینان مزرعه پلامیس ۱۱۴
- شکل ۲-۱۲۰- مدل قابلیت اطمینان ژنراتور شیار مخروطی دریا ۱۱۵
- شکل ۲-۱۲۱- سیکل نیروگاهی یک نیروگاه حرارتی اقیانوس از نوع سیکل بسته ۱۱۹
- شکل ۲-۱۲۲- دمای آب در اعماق مختلف اقیانوس ۱۱۹
- شکل ۲-۱۲۳- دمای سطح اقیانوس در مکان های مختلف ۱۱۹
- شکل ۲-۱۲۴- دمای سطح اقیانوس در کره زمین ۱۲۰
- شکل ۲-۱۲۵- دمای آب در عمق ۱۰۰۰ متری کره زمین ۱۲۰
- شکل ۲-۱۲۶- نمودار دما بر حسب آنترویی ۱۲۱
- شکل ۲-۱۲۷- اجزای مهم تشکیل دهنده نیروگاه های حرارتی اقیانوس سیکل بسته ۱۲۲
- شکل ۲-۱۲۸- اتصال سری تجهیزات نیروگاه در مدل قابلیت اطمینان آن ۱۲۴
- شکل ۲-۱۲۹- تغییرات دمای سطح اقیانوس در منطقه هاوایی در طول سال ۲۰۱۷ ۱۲۵
- شکل ۲-۱۳۰- نمودار دما بر حسب آنترویی در سیکل رانکین ۱۲۶
- شکل ۲-۱۳۱- مدل قابلیت اطمینان کامل نیروگاه حرارتی اقیانوس ۱۲۸
- شکل ۲-۱۳۲- مدل قابلیت اطمینان مبدل انرژی جریان کرشیو ۱۳۰
- شکل ۲-۱۳۳- مدل کامل قابلیت اطمینان مبدل انرژی جریان کرشیو ۱۳۱
- شکل ۲-۱۳۴- تأثیر خرابی اجزای نیروگاه هلیواستات بر عملکرد نیروگاه ۱۳۲
- شکل ۲-۱۳۵- مدل قابلیت اطمینان نیروگاه خورشیدی هلیواستات با در نظر گرفتن خرابی اجزا ۱۳۳
- شکل ۲-۱۳۶- تابش ساعت به ساعت خورشید در جزیره جاسک در سال ۲۰۱۶ ۱۳۳
- شکل ۲-۱۳۷- مدل قابلیت اطمینان نیروگاه هلیواستات ۱۳۴
- شکل ۲-۱۳۸- اجزای مهم نیروگاه خورشیدی مجهز به کلکتور سهموی خطی ۱۳۵
- شکل ۲-۱۳۹- ترکیب تجهیزات در مدل نیروگاه خورشیدی مجهز به کلکتور سهموی خطی ۱۳۶
- شکل ۲-۱۴۰- مدل قابلیت اطمینان نیروگاه خورشیدی مجهز به کلکتور سهموی خطی با در نظر گرفتن خرابی تجهیزات ۱۳۶
- شکل ۲-۱۴۱- مدل نهایی قابلیت اطمینان نیروگاه خورشیدی مجهز به کلکتور سهموی خطی با لحاظ کردن خرابی تجهیزات ۱۳۷
- شکل ۲-۱۴۲- مدل قابلیت اطمینان نیروگاه خورشیدی مجهز به کلکتور سهموی خطی ۱۳۸
- شکل ۲-۱۴۳- مدل قابلیت اطمینان نیروگاه فرسند خطی با در نظر گرفتن اثر خرابی اجزا ۱۳۹

- شکل ۲-۱۴۴-مدل قابلیت اطمینان نیروگاه خورشیدی مجهز به رفلکتور فرسنگ خطی با در نظر گرفتن خرابی اجزا..... ۱۳۹
- شکل ۲-۱۴۵- مدل نهایی قابلیت اطمینان نیروگاه خورشیدی مجهز به رفلکتور فرسنگ خطی با در نظر گرفتن اثر خرابی اجزای تشکیل دهنده..... ۱۴۰
- شکل ۲-۱۴۶- مدل قابلیت اطمینان نیروگاه خورشیدی مجهز به رفلکتور فرسنگ خطی..... ۱۴۰
- شکل ۲-۱۴۷- ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم قدرت شامل مزارع بادی در سطح اول..... ۱۴۱
- شکل ۲-۱۴۸-مدل قابلیت اطمینان مزرعه بادی ۳۰ مگاواتی بدون در نظر گرفتن عدم قطعیت سرعت باد .. ۱۴۱
- شکل ۲-۱۴۹- هیستوگرام سرعت وزش باد..... ۱۴۲
- شکل ۲-۱۵۰- هیستوگرام مربوط به داده های توان خروجی واحد بادی..... ۱۴۲
- شکل ۲-۱۵۱- نمودار مقدار تابع هدف بر حسب تعداد خوشه ها..... ۱۴۳
- شکل ۲-۱۵۲- شماتیک شبکه تست RBTS..... ۱۴۴
- شکل ۲-۱۵۳- نمودار انرژی تأمین نشده بر حسب پیک بار..... ۱۴۷
- شکل ۲-۱۵۴- شماتیک تک خطی سیستم تست IEEEERTS..... ۱۴۸
- شکل ۲-۱۵۵- ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم قدرت شامل مزارع خورشیدی..... ۱۵۱
- شکل ۲-۱۵۶- مدل قابلیت اطمینان زیر آرایه..... ۱۵۲
- شکل ۲-۱۵۷- مدل قابلیت اطمینان زیر آرایه با در نظر گرفتن خطای مشترک پنل و خرابی مبدل DC به DC..... ۱۵۲
- شکل ۲-۱۵۸- مدل قابلیت اطمینان ساده شده آرایه..... ۱۵۳
- شکل ۲-۱۵۹- تأثیر خرابی اینورتر بر مدل قابلیت اطمینان مزرعه خورشیدی..... ۱۵۳
- شکل ۲-۱۶۰- مدل ۵۱ حالتی قابلیت اطمینان مزرعه خورشیدی..... ۱۵۴
- شکل ۲-۱۶۱- مدل ۷ حالتی مزرعه خورشیدی..... ۱۵۴
- شکل ۲-۱۶۲- مقدار تابع هدف بر حسب تعداد کلاسترها..... ۱۵۵
- شکل ۲-۱۶۳- مدل قابلیت اطمینان مزرعه خورشیدی ۳۰ مگاواتی..... ۱۵۵
- شکل ۲-۱۶۴- نمودار میزان بار قطع شده بر حسب پیک بار..... ۱۵۶
- شکل ۲-۱۶۵- نمودار میزان انرژی تأمین نشده بر حسب پیک بار..... ۱۵۷
- شکل ۲-۱۶۶- میزان بهبود قابلیت اطمینان سیستم بر حسب تعداد واحدهای متعارف و خورشیدی اضافه شده..... ۱۵۸
- شکل ۲-۱۶۷- رابطه بین ارتفاع و حجم آب درون مخزن نیروگاه جزر و مدی مخزنی..... ۱۵۹
- شکل ۲-۱۶۸- توان تولیدی نیروگاه جزر و مدی مخزنی، سطح آب درون مخزن و ارتفاع جزر و مد ... ۱۶۱

- شکل ۲-۱۶۹- شاخص XB مربوط به داده های ارتفاع جزر و مد بر حسب تعداد کلاسترها..... ۱۶۱
- شکل ۲-۱۷۰- عضویت فازی داده های ارتفاع جزر و مد در کلاسترها ۱۶۱
- شکل ۲-۱۷۱- شاخص XB مربوط به توان تولیدی نیروگاه جزر و مدی مخزنی بر حسب تعداد کلاسترها..... ۱۶۲
- شکل ۲-۱۷۲- شاخص LOLE سیستم RBTS بر حسب پیک بار برای ارزیابی نیروگاه جزر و مدی مخزنی..... ۱۶۳
- شکل ۲-۱۷۳- شاخص EENS سیستم RBTS بر حسب پیک بار برای ارزیابی نیروگاه جزر و مدی مخزنی..... ۱۶۴
- شکل ۲-۱۷۴- محاسبه LOLE با در نظر گرفتن نرخ پیری تجهیزات نیروگاه جزر و مدی مخزنی... ۱۶۶
- شکل ۲-۱۷۵- محاسبه EENS با در نظر گرفتن نرخ پیری تجهیزات نیروگاه جزر و مدی مخزنی..... ۱۶۶
- شکل ۲-۱۷۶- شاخص EENS نیروگاه جزر و مدی مخزنی بر حسب تعداد کلاسترها ۱۶۶
- شکل ۲-۱۷۷- منحنی تولید توان توربین جزر و مدی SeaGen..... ۱۶۷
- شکل ۲-۱۷۸- اجزا نیروگاه جزر و مدی جریانی دارای ژنراتور سنکرون مغناطیس دائم ۱۶۷
- شکل ۲-۱۷۹- سرعت جزر و مد در استی کلیر در سال ۲۰۱۵ ۱۶۸
- شکل ۲-۱۸۰- توان تولیدی توربین جزر و مدی جریانی در هر ساعت ۱۶۸
- شکل ۲-۱۸۱- هیستوگرام داده های سرعت جزر و مد ۱۶۸
- شکل ۲-۱۸۲- شاخص XB مربوط به داده های سرعت جزر و مد بر حسب تعداد کلاسترها..... ۱۶۹
- شکل ۲-۱۸۳- عضویت فازی داده های سرعت جزر و مد در کلاسترها ۱۶۹
- شکل ۲-۱۸۴- هیستوگرام توان تولیدی واحد جزر و مدی جریانی ۱۶۹
- شکل ۲-۱۸۵- شاخص XB توان تولیدی نیروگاه جزر و مدی جریانی بر حسب تعداد کلاسترها ۱۷۰
- شکل ۲-۱۸۶- شاخص LOLE سیستم RBTS بر حسب پیک بار برای ارزیابی نیروگاه جزر و مدی جریانی ۱۷۱
- شکل ۲-۱۸۷- شاخص EENS سیستم RBTS بر حسب پیک بار برای ارزیابی نیروگاه جزر و مدی جریانی ۱۷۱
- شکل ۲-۱۸۸- توان خروجی ساعت به ساعت نیروگاه آبی جریانی زنجیره ای نمونه..... ۱۷۲
- شکل ۲-۱۸۹- نمودار مقدار تابع هدف بر حسب تعداد خوشه ها..... ۱۷۳
- شکل ۲-۱۹۰- نمودار توان خروجی نیروگاه آبی جریانی به صورت ساعت به ساعت با اعمال خوشه-بندی ۱۷۳
- شکل ۲-۱۹۱- ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم قدرت شامل نیروگاه های آبی جریانی در سطح اول ۱۷۷

- شکل ۲-۱۹۲- نمودار انرژی تأمین نشده بر حسب اوج بار..... ۱۷۹
- شکل ۲-۱۹۳- شاخص مقدار متوسط بار قطع شده بر حسب ساعت در سال ۱۸۰
- شکل ۲-۱۹۴- شاخص مقدار متوسط انرژی تأمین نشده..... ۱۸۰
- شکل ۲-۱۹۵- شاخص قابلیت افزایش اوج بار قابل تغذیه ۱۸۱
- شکل ۲-۱۹۶- توان خروجی مبدل پلامیس ۷۵۰ کیلوواتی ۱۸۳
- شکل ۲-۱۹۷- توان خروجی مبدل ۲۰ مگاواتی ژنراتور شیار مخروطی دریا ۱۸۳
- شکل ۲-۱۹۸- توان خروجی اژدهای موج ۷ مگاواتی ۱۸۴
- شکل ۲-۱۹۹- توان خروجی مبدل بایو ۲۵۰ کیلوواتی ۱۸۴
- شکل ۲-۲۰۰- توان خروجی مبدل oyster ۳۰۰ کیلوواتی ۱۸۴
- شکل ۲-۲۰۱- نمودار تابع هدف خوشه‌بندی بر حسب تعداد کلاسترها ۱۸۵
- شکل ۲-۲۰۲- نمودار تابع هدف خوشه‌بندی بر حسب تعداد کلاسترها ۱۸۶
- شکل ۲-۲۰۳- نمودار تابع هدف خوشه‌بندی بر حسب تعداد خوشه‌ها ۱۸۷
- شکل ۲-۲۰۴- نمودار تابع هدف بر حسب تعداد کلاسترها برای توان خروجی مبدل بایو ۱۸۸
- شکل ۲-۲۰۵- نمودار مقدار تابع هدف بر حسب تعداد خوشه‌ها برای مبدل oyster ۱۹۰
- شکل ۲-۲۰۶- نمودار متوسط زمان قطع بار بر حسب پیک بار..... ۱۹۲
- شکل ۲-۲۰۷- نمودار متوسط انرژی تأمین نشده بر حسب پیک بار ۱۹۳
- شکل ۲-۲۰۸- نمودار متوسط زمان قطع بار بر حسب پیک بار..... ۱۹۴
- شکل ۲-۲۰۹- نمودار متوسط انرژی تأمین نشده بر حسب پیک بار ۱۹۴
- شکل ۲-۲۱۰- توان تولیدی نیروگاه در حالت استفاده از سیال کاری آمونیاک ۲۰۳
- شکل ۲-۲۱۱- توان تولیدی نیروگاه در حالت استفاده از سیال کاری R-22..... ۲۰۳
- شکل ۲-۲۱۲- توان تولیدی نیروگاه در حالت استفاده از سیال کاری R-134a..... ۲۰۴
- شکل ۲-۲۱۳- هیستوگرام داده‌های توان خروجی نیروگاه حرارتی اقیانوس با سیال کاری آمونیاک ... ۲۰۴
- شکل ۲-۲۱۴- نمودار شاخص XB بر حسب تعداد کلاسترها ۲۰۵
- شکل ۲-۲۱۵- درجه عضویت داده‌های توان تولیدی نیروگاه به سه کلاستر حاصل ۲۰۵
- شکل ۲-۲۱۶- مدل نیروگاه حرارتی اقیانوس نمونه جهت استفاده در مطالعات بهره‌برداری ۲۰۷
- شکل ۲-۲۱۷- شاخص متوسط زمان قطع بار..... ۲۰۸
- شکل ۲-۲۱۸- شاخص متوسط انرژی تأمین نشده ۲۰۹
- شکل ۲-۲۱۹- سرعت جریان‌های کرشیو در طول سال به صورت ساعت به ساعت ۲۱۰
- شکل ۲-۲۲۰- توان تولیدی نیروگاه جریان کرشیو ۲۱۱

- شکل ۲-۲۲۱- نمودار تابع هدف بر حسب تعداد کلاسترها ۲۱۱
- شکل ۲-۲۲۲- نمودار احتمال قطع بار برای سیستم تست ۲۱۴
- شکل ۲-۲۲۳- متوسط زمان قطع بار ۲۱۵
- شکل ۲-۲۲۴- متوسط انرژی تامین نشده ۲۱۵
- شکل ۲-۲۲۵- تاثیر مبدل انرژی جریان کرشيو بر احتمال قطع بار ۲۱۷
- شکل ۲-۲۲۶- تاثیر مبدل انرژی جریان کرشيو بر متوسط زمان قطع بار ۲۱۸
- شکل ۲-۲۲۷- تاثیر مبدل انرژی جریان کرشيو بر متوسط انرژی تامین نشده ۲۱۸
- شکل ۲-۲۲۸- توان تولیدی نیروگاه هلیواستات در طول سال ۲۲۰
- شکل ۲-۲۲۹- نمودار تابع هدف خوشه‌بندی بر حسب تعداد کلاسترها ۲۲۰
- شکل ۲-۲۳۰- نمودار متوسط زمان قطع بار بر حسب پیک بار ۲۲۲
- شکل ۲-۲۳۱- نمودار متوسط انرژی تامین نشده بر حسب پیک بار ۲۲۳
- شکل ۲-۲۳۲- نمودار متوسط زمان قطع بار بر حسب پیک بار ۲۲۵
- شکل ۲-۲۳۳- نمودار متوسط انرژی تامین نشده بر حسب پیک بار ۲۲۵
- شکل ۲-۲۳۴- تابش خورشید ساعت به ساعت ۲۲۶
- شکل ۲-۲۳۵- توان تولیدی ساعت به ساعت نیروگاه ۲۲۷
- شکل ۲-۲۳۶- شاخص XB ۲۲۷
- شکل ۲-۲۳۷- مقدار شاخص متوسط زمان قطع بار بر حسب پیک بار ۲۲۸
- شکل ۲-۲۳۸- مقدار شاخص متوسط انرژی تامین نشده بر حسب پیک بار ۲۲۸
- شکل ۲-۲۳۹- مقدار شاخص متوسط زمان قطع بار بر حسب پیک بار ۲۳۰
- شکل ۲-۲۴۰- مقدار شاخص متوسط انرژی تامین نشده بر حسب پیک بار ۲۳۰
- شکل ۲-۲۴۱- فلوچارت الگوریتم محاسبه شاخص‌های قابلیت اطمینان سیستم مرکب با حضور واحدهای تجدیدپذیر ۲۳۲
- شکل ۲-۲۴۲- مدل قابلیت اطمینان مزرعه بادی در مطالعات بهره‌برداری ۲۳۶
- شکل ۲-۲۴۳- مدل قابلیت اطمینان مزرعه خورشیدی بر اساس خرابی اجزا ۲۳۸
- شکل ۲-۲۴۴- مدل قابلیت اطمینان مزرعه خورشیدی ۲۳۸
- شکل ۲-۲۴۵- مدل کامل قابلیت اطمینان نیروگاه جزرومدی ۲۳۹
- شکل ۲-۲۴۶- مدل قابلیت اطمینان نیروگاه جزرومدی در مطالعات بهره‌برداری ۲۳۹
- شکل ۲-۲۴۷- فلوچارت تعیین مدل چند حالتی نیروگاه جزر و مدی برای مطالعات بهره‌برداری ۲۴۰
- شکل ۲-۲۴۸- گروه‌بندی واحدها براساس میزان ذخیره چرخان و قابلیت افزایش ظرفیت تا زمان حاشیه .. ۲۴۲

- شکل ۲-۲۴۹- استفاده از واحدهای با راه اندازی سریع و بارهای قابل قطع برای کاهش خطر پذیری پاسخ... ۲۴۳
- شکل ۲-۲۵۰- مدل قابلیت اطمینان نیروگاه های آبی جریانی بدون در نظر گرفتن عدم قطعیت در مطالعات بهره برداری ۲۴۳
- شکل ۲-۲۵۱- مدل قابلیت اطمینان نیروگاه های آبی جریانی با در نظر گرفتن عدم قطعیت در مطالعات بهره برداری ۲۴۴
- شکل ۲-۲۵۲- مدل قابلیت اطمینان نیروگاه اژدهای موج مناسب برای بهره برداری ۲۴۴
- شکل ۲-۲۵۳- مدل قابلیت اطمینان نیروگاه های متعارف در بهره برداری ۲۴۵
- شکل ۲-۲۵۴- مدل قابلیت اطمینان نیروگاه حرارتی اقیانوس در فاز بهره برداری ۲۴۵
- شکل ۲-۲۵۵- فلوچارت تعیین مدل قابلیت اطمینان نیروگاه حرارتی اقیانوس مناسب برای مطالعات بهره برداری ۲۴۸
- شکل ۲-۲۵۶- فلوچارت تعیین رزرو چرخان در یک سیستم قدرت با حضور نیروگاه حرارتی اقیانوس .. ۲۴۹
- شکل ۲-۲۵۷- مدل قابلیت اطمینان نیروگاه خورشیدی هلیواستات مناسب برای بهره برداری ۲۵۱
- شکل ۲-۲۵۸- مدل قابلیت اطمینان نیروگاه خورشیدی کلکتور سهموی خطی در مطالعات بهره برداری ... ۲۵۱
- شکل ۲-۲۵۹- نمودار ریسک انتخاب واحد بر حسب پیک بار به ازای زمان عملکرد ۱ و ۴ ساعت ۲۵۲
- شکل ۲-۲۶۰- نمودار ریسک بر حسب پیک بار سیستم RBTS به ازای به مدار آوردن تعداد ۶ تا ۱۰ واحد ۲۵۳
- شکل ۲-۲۶۱- مقدار ریسک انتخاب واحد مربوط به شش حالت بیان شده بر حسب پیک بار و به ازای زمان عملکرد ۱ ساعت ۲۵۳
- شکل ۲-۲۶۲- مقدار ریسک انتخاب واحد در شش حالت ذکر شده بر حسب پیک بار و به ازای زمان عملکرد ۴ ساعت ۲۵۴
- شکل ۲-۲۶۳- تأثیر سرعت اولیه باد بر نمودار ریسک در زمان های عملکرد مختلف ۲۵۴
- شکل ۲-۲۶۴- تأثیر تابش اولیه خورشید بر نمودار ریسک در زمان های عملکرد مختلف ۲۵۵
- شکل ۲-۲۶۵- ظرفیت مورد نیاز برای برآورده نمودن محدودیت ریسک برای سیستم RBTS تنها .. ۲۵۶
- شکل ۲-۲۶۶- ظرفیت مورد نیاز برای برآورده نمودن ریسک برای سیستم RBTS و مزرعه بادی با سرعت اولیه کم ۲۵۶
- شکل ۲-۲۶۷- ظرفیت مورد نیاز برای برآورده نمودن ریسک برای سیستم RBTS و مزرعه بادی با سرعت اولیه زیاد ۲۵۶
- شکل ۲-۲۶۸- ظرفیت مورد نیاز برای برآورده نمودن ریسک برای سیستم RBTS و مزرعه خورشیدی با تابش اولیه کم ۲۵۷

- شکل ۲-۲۶۹- ظرفیت مورد نیاز برای برآورده نمودن ریسک برای سیستم RBTS و مزرعه خورشیدی با تابش اولیه زیاد..... ۲۵۷
- شکل ۲-۲۷۰- نمودار رزرو چرخان بر حسب پیک بار برای سیستم RBTS تنها..... ۲۵۷
- شکل ۲-۲۷۱- نمودار رزرو چرخان بر حسب پیک بار برای سیستم RBTS و مزرعه بادی با سرعت اولیه کم..... ۲۵۸
- شکل ۲-۲۷۲- نمودار رزرو چرخان بر حسب پیک بار برای سیستم RBTS و مزرعه بادی با سرعت اولیه زیاد..... ۲۵۸
- شکل ۲-۲۷۳- نمودار رزرو چرخان بر حسب پیک بار برای سیستم RBTS و مزرعه خورشیدی با تابش اولیه کم..... ۲۵۸
- شکل ۲-۲۷۴- نمودار رزرو چرخان بر حسب پیک بار برای سیستم RBTS و مزرعه خورشیدی با تابش اولیه زیاد..... ۲۵۹
- شکل ۲-۲۷۵- پیک بار قابل تغذیه سیستم RBTS..... ۲۶۰
- شکل ۲-۲۷۶- تأثیر اضافه کردن واحد بادی با سرعت اولیه کم بر پیک بار قابل تغذیه..... ۲۶۰
- شکل ۲-۲۷۷- تأثیر اضافه کردن واحد بادی با سرعت اولیه زیاد بر پیک بار قابل تغذیه..... ۲۶۱
- شکل ۲-۲۷۸- تأثیر اضافه کردن واحد خورشیدی با تابش اولیه کم بر پیک بار قابل تغذیه..... ۲۶۱
- شکل ۲-۲۷۹- تأثیر اضافه کردن واحد خورشیدی با تابش اولیه زیاد بر پیک بار قابل تغذیه..... ۲۶۱
- شکل ۲-۲۸۰- قابلیت افزایش پیک بار با اضافه شدن واحد بادی با سرعت اولیه کم..... ۲۶۲
- شکل ۲-۲۸۱- قابلیت افزایش پیک بار با اضافه شدن واحد بادی با سرعت اولیه زیاد..... ۲۶۲
- شکل ۲-۲۸۲- قابلیت افزایش پیک بار با اضافه شدن واحد خورشیدی با تابش اولیه کم..... ۲۶۲
- شکل ۲-۲۸۳- قابلیت افزایش پیک بار با اضافه شدن واحد خورشیدی با تابش اولیه زیاد..... ۲۶۳
- شکل ۲-۲۸۴- نمودار ریسک برای سیستم RBTS همراه با مزرعه بادی با سرعت اولیه زیاد به ازای ۵ حالت بیان شده..... ۲۶۴
- شکل ۲-۲۸۵- نمودار ریسک برای سیستم RBTS همراه با مزرعه خورشیدی با تابش اولیه زیاد به ازای ۵ حالت بیان شده..... ۲۶۵
- شکل ۲-۲۸۶- نمودار ریسک بر حسب پیک بار به ازای به مدار آوردن تعداد مختلف واحد متعارف در زمان ۱ ساعت..... ۲۶۵
- شکل ۲-۲۸۷- نمودار ریسک بر حسب پیک بار به ازای به مدار آوردن تعداد مختلف واحد متعارف در زمان ۴ ساعت..... ۲۶۶

- شکل ۲-۲۸۸- نمودار ریسک به ازای به مدار آوردن تعداد مختلف مزرعه بادی با سرعت اولیه کم در زمان ۱ ساعت..... ۲۶۶
- شکل ۲-۲۸۹- نمودار ریسک به ازای به مدار آوردن تعداد مختلف مزرعه بادی با سرعت اولیه کم در زمان ۴ ساعت..... ۲۶۶
- شکل ۲-۲۹۰- نمودار ریسک به ازای به مدار آوردن تعداد مختلف مزرعه بادی با سرعت اولیه زیاد در زمان ۱ ساعت..... ۲۶۷
- شکل ۲-۲۹۱- نمودار ریسک به ازای به مدار آوردن تعداد مختلف مزرعه بادی با سرعت اولیه زیاد در زمان ۴ ساعت..... ۲۶۷
- شکل ۲-۲۹۲- نمودار ریسک به ازای به مدار آوردن تعداد مختلف مزرعه خورشیدی با تابش اولیه کم در زمان ۱ ساعت..... ۲۶۸
- شکل ۲-۲۹۳- نمودار ریسک به ازای به مدار آوردن تعداد مختلف مزرعه خورشیدی با تابش اولیه کم در زمان ۴ ساعت..... ۲۶۸
- شکل ۲-۲۹۴- نمودار ریسک به ازای به مدار آوردن تعداد مختلف مزرعه خورشیدی با تابش اولیه زیاد در زمان ۱ ساعت..... ۲۶۸
- شکل ۲-۲۹۵- نمودار ریسک به ازای به مدار آوردن تعداد مختلف مزرعه خورشیدی با تابش اولیه زیاد در زمان ۴ ساعت..... ۲۶۹
- شکل ۲-۲۹۶- شماتیک مبدل انرژی امواج Aquabuoy..... ۲۸۴
- شکل ۲-۲۹۷- برخی از اجزای اصلی تشکیل دهنده مبدل انرژی امواج Aquabuoy..... ۲۸۴
- شکل ۲-۲۹۸- نمودار توان تولیدی مبدل بایو..... ۲۸۶
- شکل ۲-۲۹۹- نمودار پیک بار ساعت به ساعت مبتنی بر الگوی IEEE..... ۲۸۶
- شکل ۲-۳۰۰- توان تولیدی نیروگاه مبتنی بر ژنراتور شیار مخروطی..... ۲۹۱
- شکل ۲-۳۰۱- مدل قابلیت اطمینان مبدل انرژی امواج مبتنی بر ژنراتور شیار مخروطی دریا..... ۲۹۲
- شکل ۲-۳۰۲- نمودار ریسک انتخاب واحد برای ۳ حالت ذکر شده بر حسب پیک بار در زمان مطالعه ۱ ساعت..... ۲۹۳
- شکل ۲-۳۰۳- نمودار ریسک انتخاب واحد برای ۳ حالت ذکر شده بر حسب پیک بار در زمان مطالعه ۴ ساعت..... ۲۹۳
- شکل ۳-۱- ساختار یک باتری وانادیوم ریداکس..... ۲۹۶
- شکل ۳-۲- شماتیک سلول ها..... ۲۹۸
- شکل ۳-۳- شماتیک یک ماژول..... ۲۹۹

- شکل ۳-۴- مدل قابلیت اطمینان سیستم ذخیره انرژی با در نظر گرفتن خرابی اجزا..... ۳۰۰
- شکل ۳-۵- مشخصه بار ساعت به ساعت سیستم RBTS..... ۳۰۱
- شکل ۳-۶- نمودار مقدار تابع هدف بر حسب تعداد کلاسترها برای مجموعه مزرعه بادی و باتری ذخیره انرژی..... ۳۰۲
- شکل ۳-۷- مدل ۷ حالتی مجموعه شامل مزرعه بادی و باتری ذخیره انرژی..... ۳۰۳
- شکل ۳-۸- نمودار مقدار تابع هدف بر حسب تعداد کلاسترها برای مجموعه مزرعه خورشیدی و باتری ذخیره انرژی..... ۳۰۴
- شکل ۳-۹- مدل ۷ حالتی مجموعه شامل مزرعه خورشیدی و باتری ذخیره انرژی..... ۳۰۴
- شکل ۳-۱۰- ارزیابی کیفیت سیستم تولید شامل مزرعه بادی و باتری ذخیره انرژی..... ۳۰۵
- شکل ۳-۱۱- ارزیابی کیفیت سیستم تولید شامل مزرعه خورشیدی و باتری ذخیره انرژی..... ۳۰۵
- شکل ۳-۱۲- نمودار متوسط زمان قطع بار بر حسب پیک بار..... ۳۰۷
- شکل ۳-۱۳- نمودار متوسط انرژی تأمین نشده بر حسب پیک بار..... ۳۰۷
- شکل ۳-۱۴- مدل قابلیت اطمینان کوتاه مدت سیستم ذخیره انرژی..... ۳۰۸
- شکل ۳-۱۵- تأثیر اضافه شدن مزرعه بادی متصل به باتری ذخیره انرژی بر روی ریسک انتخاب واحد سیستم تست RBTS به ازای زمان عملکرد ۱ ساعت در پیک بارهای مختلف..... ۳۰۹
- شکل ۳-۱۶- تأثیر اضافه شدن مزرعه بادی متصل به باتری ذخیره انرژی بر روی ریسک انتخاب واحد سیستم تست RBTS به ازای زمان عملکرد ۴ ساعت در پیک بارهای مختلف..... ۳۰۹
- شکل ۳-۱۷- تأثیر اضافه شدن مزرعه خورشیدی متصل به باتری ذخیره انرژی بر روی ریسک انتخاب واحد سیستم تست RBTS به ازای زمان عملکرد ۱ ساعت در پیک بارهای مختلف..... ۳۱۰
- شکل ۳-۱۸- تأثیر اضافه شدن مزرعه خورشیدی متصل به باتری ذخیره انرژی بر روی ریسک انتخاب واحد سیستم تست RBTS به ازای زمان عملکرد ۴ ساعت در پیک بارهای مختلف..... ۳۱۰
- شکل ۳-۱۹- تأثیر اضافه شدن مزرعه بادی متصل به باتری ذخیره انرژی بر روی ریسک انتخاب واحد سیستم تست IEEERTS به ازای زمان عملکرد ۱ ساعت در پیک بارهای مختلف..... ۳۱۰
- شکل ۳-۲۰- تأثیر اضافه شدن مزرعه بادی متصل به باتری ذخیره انرژی بر روی ریسک انتخاب واحد سیستم تست IEEERTS به ازای زمان عملکرد ۴ ساعت در پیک بارهای مختلف..... ۳۱۱
- شکل ۳-۲۱- تأثیر اضافه شدن مزرعه خورشیدی متصل به باتری ذخیره انرژی بر روی ریسک انتخاب واحد سیستم تست IEEERTS به ازای زمان عملکرد ۱ ساعت در پیک بارهای مختلف..... ۳۱۱
- شکل ۳-۲۲- تأثیر اضافه شدن مزرعه خورشیدی متصل به باتری ذخیره انرژی بر روی ریسک انتخاب واحد سیستم تست IEEERTS به ازای زمان عملکرد ۴ ساعت در پیک بارهای مختلف..... ۳۱۱

- شکل ۳-۲۳- نیروگاه های مختلف و ذخیره سازها در سیستم قدرت..... ۳۱۸
- شکل ۳-۲۴- مخزن پایین دست و بالادست یک نیروگاه تلمبه ذخیره ای ۳۱۸
- شکل ۳-۲۵- سهم نیروگاه های مختلف در تولید برق جهان در سال ۲۰۱۰ ۳۲۰
- شکل ۳-۲۶- شمای کلی یک نیروگاه تلمبه ذخیره ای..... ۳۲۰
- شکل ۳-۲۷- نقش نیروگاه تلمبه ذخیره ای در صاف کردن تغییرات بار ۳۲۲
- شکل ۳-۲۸- مصرف توان در مواقع کم باری و تولید توان در مواقع پرباری..... ۳۲۲
- شکل ۳-۲۹- مزیت اقتصادی نیروگاه های تلمبه ذخیره ای (مصرف در زمان ارزانی و تولید در زمان گرانی برق) ۳۲۲
- شکل ۳-۳۰- نیروگاه تلمبه ذخیره ای سبب می شود سایر نیروگاه ها در نقطه بهینه کار کنند..... ۳۲۲
- شکل ۳-۳۱- ایجاد نیروگاه تلمبه ذخیره ای به صورت مصنوعی ۳۲۶
- شکل ۳-۳۲- وجود طبیعی نیروگاه تلمبه ذخیره ای..... ۳۲۷
- شکل ۳-۳۳- سری بودن تجهیزات در مدل قابلیت اطمینان..... ۳۲۸
- شکل ۳-۳۴- مدل مارکوف مربوط به نیروگاه تلمبه ذخیره ای ۳۲۸
- شکل ۳-۳۵- مدل قابلیت اطمینان یک نیروگاه تلمبه ذخیره ای شامل N واحد ۳۴۱
- شکل ۳-۳۶- مدل حالت ژنراتوری ۳۴۲
- شکل ۳-۳۷- مدل حالت موتوری ۳۴۲
- شکل ۳-۳۸- تکنیک بررسی تأثیر نیروگاه های تلمبه ذخیره ای بر کفایت سیستم قدرت ۳۴۳
- شکل ۳-۳۹- مدل قابلیت اطمینان حالت ژنراتوری ۳۴۴
- شکل ۳-۴۰- مدل قابلیت اطمینان حالت موتوری ۳۴۴
- شکل ۳-۴۱- نمودار متوسط قطع بار بر حسب پیک بار ۳۴۶
- شکل ۳-۴۲- نمودار انرژی تأمین نشده بر حسب پیک بار ۳۴۶
- شکل ۴-۱- نمودار احتمال قطع بار اکتیو..... ۳۷۶
- شکل ۴-۲- نمودار متوسط زمان قطع بار اکتیو..... ۳۷۶
- شکل ۴-۳- نمودار متوسط انرژی اکتیو قطع شده ۳۷۶
- شکل ۴-۴- احتمال نقض ولتاژ ۳۷۹
- شکل ۴-۵- متوسط زمان نقض ولتاژ بر حسب ساعت در سال ۳۸۰
- شکل ۴-۶- احتمال قطع بار راکتیو..... ۳۸۲
- شکل ۴-۷- متوسط زمان قطع بار راکتیو بر حسب ساعت در سال..... ۳۸۲
- شکل ۴-۸- مقدار انرژی متوسط تأمین نشده مربوط به بار راکتیو ۳۸۲

- شکل ۴-۹- شماتیک شبکه تست ۳۰ باسه IEEE ۳۸۶
- شکل ۵-۱- چالش های پیش روی شبکه هوشمند ۳۹۲
- شکل ۵-۲- جریان انرژی و اطلاعات در ساختار سنتی ۳۹۲
- شکل ۵-۳- جریان انرژی و اطلاعات در شبکه هوشمند ۳۹۳
- شکل ۵-۴- مقایسه زمان خاموشی در یک شبکه نمونه، قبل و بعد از اجرای اتوماسیون ۴۰۰
- شکل ۵-۵- تابع خسارت انواع مختلف بارها ۴۱۷
- شکل ۵-۶- مدیریت مصرف پس از تجدید ساختار در صنعت برق ۴۱۹
- شکل ۵-۷- تاثیر برنامه های پاسخگویی بار بر منحنی بار مصرفی مشتریان ۴۲۰
- شکل ۵-۸- تغییرات قیمت بازار عمده فروشی و ثابت بودن قیمت بازار خرده فروشی ۴۲۱
- شکل ۵-۹- انواع برنامه های پاسخگویی بار ۴۲۳
- شکل ۵-۱۰- نمونه ای از قیمت گذاری زمان استفاده ۴۲۴
- شکل ۵-۱۱- نمونه ای از تعرفه TOU در کانادا ۴۲۵
- شکل ۵-۱۲- تاثیر برنامه TOU بر منحنی مصرف مشتریان ۴۲۶
- شکل ۵-۱۳- نمونه ای از قیمت گذاری CPP ۴۲۷
- شکل ۵-۱۴- تعرفه برق در یک طرح آزمایشی در کالیفرنیا ۴۲۸
- شکل ۵-۱۵- نتایج طرح آزمایشی ۴۲۹
- شکل ۵-۱۶- نحوه قرارداد کاهش بار ۴۳۱
- شکل ۵-۱۷- تاثیر برنامه کاهش بار بر منحنی مصرف مشتری ۴۳۲
- شکل ۵-۱۸- اجرای برنامه EDRP و CAP توسط NYISO ۴۳۳
- شکل ۵-۱۹- تاثیر برنامه پاسخگویی بار بر منحنی تداوم بار ۴۳۶
- شکل ۵-۲۰- استفاده از مولد همزمان برق و حرارت ۴۳۹
- شکل ۵-۲۱- متوسط میزان مشارکت بخش های مختلف در مصرف بیمارستانی ۴۴۴
- شکل ۵-۲۲- استفاده از مولد همزمان برق و گرما در گرمایش صنعتی ۴۴۷
- شکل ۵-۲۳- استفاده از مولد همزمان برق و گرما در کاربرد گرمایش بلوک ها ۴۴۷
- شکل ۵-۲۴- استفاده از مولد همزمان برق و گرما در فرودگاه ها ۴۴۷
- شکل ۵-۲۵- استفاده از مولد همزمان برق و گرما در تولید بخار ماکزیمم ۴۴۷
- شکل ۵-۲۶- یک نمونه از سامانه بروودی مقیاس کوچک ۴۴۹
- شکل ۵-۲۷- طرح یک مولد بر پایه توربین گاز ۴۵۱
- شکل ۵-۲۸- سامانه بازیافت حرارت از توربین گاز و تولید بخار ۴۵۲

- شکل ۵-۲۹- یک سیستم موتور پیستونی ۴۵۳
- شکل ۵-۳۰- بازیافت گرما در سیستم بسته ۴۵۴
- شکل ۵-۳۱- سامانه همزمان برق و گرما با میکروتوربین ۴۵۶
- شکل ۵-۳۲- عملکرد مولد مبتنی بر توربین گازی ۴۶۱
- شکل ۵-۳۳- مدل قابلیت اطمینان الکتریکی مولد همزمان برق و حرارت مبتنی بر توربین گازی ۴۶۲
- شکل ۵-۳۴- مدل قابلیت اطمینان حرارتی مولد همزمان برق و حرارت مبتنی بر توربین گازی ۴۶۳
- شکل ۵-۳۵- عملکرد در حالت موتور پیستونی ۴۶۳
- شکل ۵-۳۶- مدل قابلیت اطمینان الکتریکی مولد همزمان برق و حرارت مبتنی بر موتور پیستونی ۴۶۴
- شکل ۵-۳۷- مدل قابلیت اطمینان حرارتی مولد همزمان برق و حرارت مبتنی بر موتور پیستونی ۴۶۴
- شکل ۵-۳۸- سیستم گرمایش با استفاده از بخار خروجی از توربین بخار ۴۶۵
- شکل ۵-۳۹- سیستم گرمایش به کمک بخار آب قبل از خروج از توربین ۴۶۵
- شکل ۵-۴۰- مدل قابلیت اطمینان الکتریکی مولد همزمان برق و حرارت مبتنی بر توربین بخار ۴۶۶
- شکل ۵-۴۱- مدل قابلیت اطمینان حرارتی مولد همزمان برق و حرارت مبتنی بر توربین بخار ۴۶۶
- شکل ۵-۴۲- مولد مبتنی بر میکروتوربین ۴۶۷
- شکل ۵-۴۳- مدل قابلیت اطمینان الکتریکی مولد همزمان برق و حرارت مبتنی بر میکروتوربین ۴۶۸
- شکل ۵-۴۴- مدل قابلیت اطمینان حرارتی مولد همزمان برق و حرارت مبتنی بر میکروتوربین ۴۶۸
- شکل ۵-۴۵- مولد همزمان برق و حرارت مبتنی بر سیستم فتوولتائیک و پیل سوختی ۴۶۹
- شکل ۵-۴۶- مدل قابلیت اطمینان الکتریکی مولد همزمان برق و حرارت مبتنی بر سلول فتوولتائیک و پیل سوختی ۴۷۰
- شکل ۵-۴۷- مدل قابلیت اطمینان حرارتی مولد همزمان برق و حرارت مبتنی بر سلول فتوولتائیک و پیل سوختی ۴۷۰
- شکل ۵-۴۸- اصلاح منحنی بار به منظور در نظر گرفتن تأثیر حرارتی مولد همزمان برق و حرارت ... ۴۷۲
- شکل ۵-۴۹- مدل قابلیت اطمینان ۴ حالتی یک مولد همزمان برق و حرارت ۴۷۳
- شکل ۵-۵۰- مدل قابلیت اطمینان مولد همزمان برق و حرارت (حالت اول) ۴۷۵
- شکل ۵-۵۱- مدل قابلیت اطمینان مولد همزمان برق و حرارت (حالت دوم) ۴۷۵
- شکل ۵-۵۲- نمودار متوسط قطع بار بر حسب پیک بار ۴۷۷
- شکل ۵-۵۳- نمودار انرژی تأمین نشده بر حسب پیک بار ۴۷۷
- شکل ۵-۵۴- انواع مختلف خودروهای الکتریکی ۴۷۹
- شکل ۵-۵۵- خودروهای الکتریکی هیبرید ۴۸۰

- شکل ۵-۵۶- خودروهای الکتریکی هیبرید با قابلیت اتصال به شبکه..... ۴۸۰
- شکل ۵-۵۷- خودروهای تمام الکتریکی..... ۴۸۰
- شکل ۵-۵۸- خودرو الکتریکی هیبرید سری..... ۴۸۲
- شکل ۵-۵۹- خودرو الکتریکی هیبرید موازی..... ۴۸۲
- شکل ۵-۶۰- خودرو الکتریکی هیبرید مختلط..... ۴۸۲
- شکل ۵-۶۱- خودرو الکتریکی هیبرید سری با قابلیت اتصال به شبکه..... ۴۸۳
- شکل ۵-۶۲- خودرو الکتریکی هیبرید موازی با قابلیت اتصال به شبکه..... ۴۸۳
- شکل ۵-۶۳- خودرو الکتریکی هیبرید مختلط با قابلیت اتصال به شبکه..... ۴۸۴
- شکل ۵-۶۴- خودروهای تمام الکتریکی..... ۴۸۴
- شکل ۵-۶۵- مدل قابلیت اطمینان خودرو الکتریکی هیبرید سری..... ۴۸۵
- شکل ۵-۶۶- مدل قابلیت اطمینان تجهیزات مشترک..... ۴۸۷
- شکل ۵-۶۷- مدل قابلیت اطمینان سیستم احتراق داخلی..... ۴۸۷
- شکل ۵-۶۸- مدل قابلیت اطمینان خودرو الکتریکی هیبرید موازی..... ۴۹۰
- شکل ۵-۶۹- مدل قابلیت اطمینان خودرو الکتریکی هیبرید مختلط..... ۴۹۰
- شکل ۵-۷۰- مدل قابلیت اطمینان خودروهای تمام الکتریکی..... ۴۹۲
- شکل ۵-۷۱- نرخ خرابی خودروهای الکتریکی مختلف..... ۴۹۵
- شکل ۵-۷۲- دسترس پذیری خودروهای الکتریکی مختلف..... ۴۹۵
- شکل ۵-۷۳- ساختار اینورترها..... ۴۹۹
- شکل ۵-۷۴- نمودار تعداد سیکل های عمر مفید باتری یون لیتیوم بر حسب نرخ دشارژهای مختلف.. ۵۰۴
- شکل ۵-۷۵- نرخ خرابی باتری بر حسب دما و سرعت خودرو..... ۵۰۴
- شکل ۵-۷۶- نرخ خرابی اینورتر بر حسب دما و سرعت خودرو..... ۵۰۵
- شکل ۵-۷۷- نرخ خرابی موتور سنکرون مغناطیس دائم بر حسب دما و سرعت خودرو..... ۵۰۵
- شکل ۵-۷۸- نرخ خرابی بخش چرخان خودرو بر حسب دما و سرعت خودرو..... ۵۰۶
- شکل ۵-۷۹- نرخ خرابی بخش ساکن خودرو بر حسب دما و سرعت خودرو..... ۵۰۶
- شکل ۵-۸۰- نرخ خرابی معادل خودرو تمام الکتریکی مورد مطالعه بر حسب دما و سرعت خودرو.. ۵۰۶
- شکل ۵-۸۱- نرخ تعمیر معادل خودرو تمام الکتریکی مورد مطالعه بر حسب دما و سرعت خودرو... ۵۰۷
- شکل ۵-۸۲- دسترس پذیری خودرو تمام الکتریکی مورد مطالعه بر حسب دما و سرعت خودرو..... ۵۰۷
- شکل ۵-۸۳- خودرو هیدروژنی مجهز به پیل سوختی..... ۵۰۸
- شکل ۵-۸۴- ساختار خودرو هیدروژنی مجهز به موتور احتراق داخلی بدون موتور الکتریکی..... ۵۰۹

- شکل ۵-۸۵- خودرو سری مجهز به موتور احتراق داخلی و موتور الکتریکی ۵۱۰
- شکل ۵-۸۶- خودرو موازی مجهز به موتور احتراق داخلی و موتور الکتریکی ۵۱۱
- شکل ۵-۸۷- خودرو مختلط مجهز به موتور احتراق داخلی و موتور الکتریکی ۵۱۲
- شکل ۵-۸۸- مدل قابلیت اطمینان خودرو هیدروژنی مجهز به پیل سوختی ۵۱۴
- شکل ۵-۸۹- مدل قابلیت اطمینان خودرو هیدروژنی مجهز به موتور احتراق داخلی بدون موتور الکتریکی ۵۱۴
- شکل ۵-۹۰- مدل قابلیت اطمینان خودرو هیدروژنی سری مجهز به موتور احتراق داخلی و موتور الکتریکی ۵۱۵
- شکل ۵-۹۱- مدل قابلیت اطمینان خودرو هیدروژنی موازی مجهز به موتور احتراق داخلی و موتور الکتریکی ۵۱۶
- شکل ۵-۹۲- مدل قابلیت اطمینان خودرو هیدروژنی مختلط مجهز به موتور احتراق داخلی و موتور الکتریکی ۵۱۶
- شکل ۵-۹۳- نرخ خرابی انواع مختلف خودروهای هیدروژنی ۵۲۰
- شکل ۵-۹۴- نرخ تعمیر انواع مختلف خودروهای هیدروژنی ۵۲۰
- شکل ۵-۹۵- دسترس پذیری انواع مختلف خودروهای هیدروژنی ۵۲۰
- شکل ۶-۱- مبدل پشت به پشت استفاده شده در خروجی ژنراتور سنکرون مغناطیس دائم ۵۲۳
- شکل ۶-۲- ساختار مبدل Back to back ۵۲۴
- شکل ۶-۳- جریان عبوری از کابل بر حسب دما ۵۲۷
- شکل ۶-۴- مدل قابلیت اطمینان مبدل انرژی نیروگاه بادی ۵۲۸
- شکل ۶-۵- نرخ خرابی توربین نیروگاه بادی بر حسب سرعت باد ۵۳۲
- شکل ۶-۶- نرخ خرابی ژنراتور نیروگاه بادی بر حسب سرعت باد ۵۳۳
- شکل ۶-۷- الف) نرخ خرابی یکسوساز سمت ژنراتور نیروگاه بادی بر حسب سرعت باد ب) نرخ خرابی اینورتر نیروگاه بادی سمت شبکه بر حسب سرعت باد ۵۳۳
- شکل ۶-۸- نرخ خرابی ترانسفورماتور نیروگاه بادی بر حسب سرعت باد ۵۳۴
- شکل ۶-۹- نرخ خرابی کابل نیروگاه بادی بر حسب سرعت باد ۵۳۴
- شکل ۶-۱۰- نرخ خرابی مبدل انرژی نیروگاه بادی بر حسب سرعت باد ۵۳۴
- شکل ۶-۱۱- داده های سرعت باد در منطقه منجیل در سال ۲۰۱۷ ۵۳۵
- شکل ۶-۱۲- منحنی توان توربین بادی ۳ مگاواتی V90 ۵۳۵
- شکل ۶-۱۳- توان تولیدی واحد بادی به صورت ساعت به ساعت ۵۳۶

- شکل ۶-۱۴- نرخ خرابی واحد بادی به صورت ساعت به ساعت ۵۳۶
- شکل ۶-۱۵- احتمال خرابی واحد بادی به صورت ساعت به ساعت ۵۳۶
- شکل ۶-۱۶- نمودار بار ساعت به ساعت مبتنی بر الگوی بار IEEE با پیک بار ۱۸۵ مگاوات ۵۳۹
- شکل ۶-۱۷- نمودار احتمال قطع بار برای ۳ حالت ذکر شده بر حسب پیک بار ۵۳۹
- شکل ۶-۱۸- نمودار متوسط زمان قطع بار برای ۳ حالت ذکر شده بر حسب پیک بار ۵۳۹
- شکل ۶-۱۹- نمودار متوسط انرژی تأمین نشده برای ۳ حالت ذکر شده بر حسب پیک بار ۵۴۰
- شکل ۶-۲۰- ساختار یک توربین بادی ۵۴۱
- شکل ۶-۲۱- توربین بادی مجهز به ژنراتور القایی دو سو تغذیه ۵۴۲
- شکل ۶-۲۲- ساختار مبدل پشت به پشت ۵۴۲
- شکل ۶-۲۳- منحنی توان یک توربین بادی ۵۴۳
- شکل ۶-۲۴- نمودار انتقال توان در ژنراتور القایی دو سو تغذیه ۵۴۴
- شکل ۶-۲۵- مدل مارکوف دو حالت ۵۴۵
- شکل ۶-۲۶- توربین بادی Vestas90 ۵۵۱
- شکل ۶-۲۷- منحنی توان توربین بادی Vestas90 ۵۵۲
- شکل ۶-۲۸- نرخ خرابی توربین بادی بر حسب سرعت باد ۵۵۳
- شکل ۶-۲۹- توان تولیدی توربین بادی بر حسب سرعت باد ۵۵۴
- شکل ۶-۳۰- نمودار سرعت چرخش روتور بر حسب سرعت باد ۵۵۴
- شکل ۶-۳۱- نمودار لغزش بر حسب سرعت باد ۵۵۵
- شکل ۶-۳۲- نمودار ولتاژ روتور بر حسب سرعت باد ۵۵۵
- شکل ۶-۳۳- نمودار توان خروجی ژنراتور القایی دو سو تغذیه بر حسب سرعت باد ۵۵۶
- شکل ۶-۳۴- نمودار توان روتور بر حسب سرعت باد ۵۵۷
- شکل ۶-۳۵- نمودار توان استاتور بر حسب سرعت باد ۵۵۷
- شکل ۶-۳۶- نمودار توان روتور و استاتور بر حسب سرعت باد ۵۵۷
- شکل ۶-۳۷- نمودار جریان استاتور بر حسب سرعت باد ۵۵۸
- شکل ۶-۳۸- نمودار جریان روتور بر حسب سرعت باد ۵۵۸
- شکل ۶-۳۹- نمودار تلفات استاتور بر حسب سرعت باد ۵۵۹
- شکل ۶-۴۰- نمودار تلفات روتور بر حسب سرعت باد ۵۵۹
- شکل ۶-۴۱- نمودار تلفات ژنراتور بر حسب سرعت باد ۵۵۹
- شکل ۶-۴۲- نمودار دمای ژنراتور بر حسب سرعت باد ۵۶۰

- شکل ۶-۴۳- نمودار نرخ خرابی ژنراتور بر حسب سرعت باد ۵۶۰
- شکل ۶-۴۴- نمودار نرخ خرابی یکسوساز بر حسب سرعت باد ۵۶۱
- شکل ۶-۴۵- نمودار جریان اینورتر بر حسب سرعت باد ۵۶۲
- شکل ۶-۴۶- نمودار نرخ خرابی اینورتر بر حسب سرعت باد و نمودار بزرگنمایی شده آن ۵۶۲
- شکل ۶-۴۷- نمودار نرخ خرابی مبدل پشت به پشت بر حسب سرعت باد ۵۶۳
- شکل ۶-۴۸- نمودار جریان سیم پیچ فشار ضعیف ترانسفورماتور بر حسب سرعت باد ۵۶۴
- شکل ۶-۴۹- نمودار دمای ترانسفورماتور بر حسب سرعت باد ۵۶۴
- شکل ۶-۵۰- نمودار نرخ خرابی ترانسفورماتور بر حسب سرعت باد ۵۶۵
- شکل ۶-۵۱- نمودار جریان کابل بر حسب سرعت باد ۵۶۵
- شکل ۶-۵۲- نمودار دمای کابل بر حسب سرعت باد ۵۶۶
- شکل ۶-۵۳- نمودار نرخ خرابی کابل بر حسب سرعت باد ۵۶۶
- شکل ۶-۵۴- نمودار نرخ خرابی معادل نیروگاه بادی بر حسب سرعت باد ۵۶۷
- شکل ۶-۵۵- نمودار دسترس پذیری توربین بر حسب سرعت باد ۵۶۸
- شکل ۶-۵۶- نمودار دسترس پذیری ژنراتور القایی دو سو تغذیه بر حسب سرعت باد ۵۶۸
- شکل ۶-۵۷- نمودار دسترس پذیری مبدل پشت به پشت بر حسب سرعت باد ۵۶۹
- شکل ۶-۵۸- نمودار دسترس پذیری ترانسفورماتور بر حسب سرعت باد ۵۶۹
- شکل ۶-۵۹- نمودار دسترس پذیری کابل بر حسب سرعت باد ۵۶۹
- شکل ۶-۶۰- نمودار دسترس پذیری نیروگاه بادی بر حسب سرعت باد ۵۷۰
- شکل ۶-۶۱- نمودار نرخ خرابی توربین در طول سال ۵۷۱
- شکل ۶-۶۲- نمودار نرخ خرابی ژنراتور القایی دو سو تغذیه در طول سال ۵۷۱
- شکل ۶-۶۳- نمودار نرخ خرابی مبدل پشت به پشت در طول سال ۵۷۱
- شکل ۶-۶۴- نمودار نرخ خرابی ترانسفورماتور در طول سال ۵۷۲
- شکل ۶-۶۵- نمودار نرخ خرابی کابل در طول سال ۵۷۲
- شکل ۶-۶۶- نمودار نرخ خرابی نیروگاه بادی در طول سال ۵۷۲
- شکل ۶-۶۷- نمودار دسترس پذیری توربین در طول سال ۵۷۳
- شکل ۶-۶۸- نمودار دسترس پذیری ژنراتور القایی دو سو تغذیه در طول سال ۵۷۳
- شکل ۶-۶۹- نمودار دسترس پذیری مبدل پشت به پشت در طول سال ۵۷۳
- شکل ۶-۷۰- نمودار دسترس پذیری ترانسفورماتور در طول سال ۵۷۴
- شکل ۶-۷۱- نمودار دسترس پذیری کابل در طول سال ۵۷۴

- شکل ۶-۷۲- نمودار دسترس پذیری واحد بادی در طول سال ۵۷۴
- شکل ۶-۷۳- نمودار توان تولیدی واحد بادی در طول سال ۵۷۵
- شکل ۶-۷۴- نمودار بار در طول سال ۵۷۶
- شکل ۶-۷۵- مبدل پشت به پشت استفاده شده در خروجی ژنراتور سنکرون مغناطیس دائم ۵۷۹
- شکل ۶-۷۶- نرخ خرابی توربین نیروگاه جزر و مدی مخزنی بر حسب هد آب ۵۸۱
- شکل ۶-۷۷- نرخ خرابی ژنراتور نیروگاه جزر و مدی مخزنی بر حسب هد آب ۵۸۱
- شکل ۶-۷۸- الف) نرخ خرابی یکسوساز سمت ژنراتور نیروگاه جزر و مدی مخزنی بر حسب هد آب
ب) نرخ خرابی اینورتر نیروگاه جزر و مدی مخزنی سمت شبکه بر حسب هد آب ۵۸۱
- شکل ۶-۷۹- نرخ خرابی ترانسفورماتور نیروگاه جزر و مدی مخزنی بر حسب هد آب ۵۸۲
- شکل ۶-۸۰- نرخ خرابی کابل نیروگاه جزر و مدی مخزنی بر حسب هد آب ۵۸۲
- شکل ۶-۸۱- نرخ خرابی مبدل انرژی نیروگاه جزر و مدی مخزنی بر حسب هد آب ۵۸۲
- شکل ۶-۸۲- رابطه بین ارتفاع و حجم آب درون مخزن نیروگاه جزر و مدی مخزنی ۵۸۳
- شکل ۶-۸۳- توان تولیدی نیروگاه جزر و مدی مخزنی، سطح آب درون مخزن و ارتفاع جزر و مد ۵۸۴
- شکل ۶-۸۴- ساختار کلی نیروگاه جزر و مدی جریانیه ۵۸۵
- شکل ۶-۸۵- مدل قابلیت اطمینان واحد جزر و مدی جریانیه با در نظر گرفتن خرابی اجزا ۵۸۶
- شکل ۶-۸۶- مدل قابلیت اطمینان نیروگاه جزر و مدی جریانیه ۵۸۶
- شکل ۶-۸۷- مدل کامل قابلیت اطمینان مزرعه جزر و مدی جریانیه ۵۸۶
- شکل ۶-۸۸- مطالعات کفایت سیستم قدرت با حضور نیروگاه جزر و مدی جریانیه ۵۸۷
- شکل ۶-۸۹- منحنی تولید توان توربین جزر و مدی SeaGen ۵۸۸
- شکل ۶-۹۰- تجهیزات تشکیل دهنده نیروگاه جزر و مدی نوع جریانیه مجهز به ژنراتور سنکرون مغناطیس دائم ۵۸۸
- شکل ۶-۹۱- نرخ خرابی توربین نیروگاه جریانیه بر حسب سرعت جریان های جزر و مدی ۵۸۸
- شکل ۶-۹۲- نرخ خرابی ژنراتور سنکرون مغناطیس دائم نیروگاه جریانیه بر حسب سرعت جریان های جزر و مدی ۵۸۸
- شکل ۶-۹۳- نرخ خرابی یکسوساز سمت ژنراتور نیروگاه جریانیه بر حسب سرعت جریان های جزر و مدی ۵۸۹
- شکل ۶-۹۴- نرخ خرابی اینورتر سمت شبکه نیروگاه جریانیه بر حسب سرعت جریان های جزر و مدی ۵۸۹
- شکل ۶-۹۵- نرخ خرابی ترانسفورماتور نیروگاه جزر و مدی جریانیه بر حسب سرعت جریان های جزر و مدی ۵۸۹

- شکل ۶-۹۶- نرخ خرابی کابل نیروگاه جزر و مدی جریانی بر حسب سرعت جریان های جزر و مدی ... ۵۸۹
- شکل ۶-۹۷- نرخ خرابی نیروگاه جزر و مدی نوع جریانی بر حسب سرعت جریان های جزر و مدی .. ۵۹۰
- شکل ۶-۹۸- سرعت جزر و مد در استی کلیر در سال ۲۰۱۵ ۵۹۰
- شکل ۶-۹۹- توان تولیدی توربین جزر و مدی جریانی در هر ساعت ۵۹۱
- شکل ۶-۱۰۰- نرخ خرابی واحد جزر و مدی جریانی در هر ساعت ۵۹۱
- شکل ۶-۱۰۱- هیستوگرام داده های سرعت جریان های جزر و مدی ۵۹۱
- شکل ۶-۱۰۲- شاخص XB مربوط به داده های سرعت جزر و مدی بر حسب تعداد کلاسترها ۵۹۲
- شکل ۶-۱۰۳- عضویت فازی داده های سرعت جزر و مد در کلاسترها ۵۹۲
- شکل ۶-۱۰۴- هیستوگرام توان تولیدی واحد جزر و مدی جریانی ۵۹۲
- شکل ۶-۱۰۵- شاخص XB توان تولیدی نیروگاه جزر و مدی جریانی بر حسب تعداد کلاسترها ۵۹۳
- شکل ۶-۱۰۶- شاخص LOLE بر حسب پیک بار ۵۹۴
- شکل ۶-۱۰۷- شاخص EENS بر حسب پیک بار ۵۹۴
- شکل ۶-۱۰۸- ساختار سیستم تبدیل انرژی جریان های جزر و مد مبتنی بر ژنراتور القایی دو سو تغذیه .. ۵۹۵
- شکل ۶-۱۰۹- ساختار مبدل پشت به پشت ۵۹۶
- شکل ۶-۱۱۰- رابطه بین سرعت روتور و سرعت جریان های جزر و مد ۵۹۷
- شکل ۶-۱۱۱- جریان توان در یک ژنراتور القایی دو سو تغذیه ۵۹۸
- شکل ۶-۱۱۲- مراحل ارزیابی قابلیت اطمینان نیروگاه جریانی جزر و مد ۶۰۸
- شکل ۶-۱۱۳- تأثیر سرعت جریان های جزر و مد بر نرخ خرابی مبدل سمت روتور و مبدل سمت شبکه در سایت GGB ۶۱۱
- شکل ۶-۱۱۴- توزیع احتمال سرعت جریان های جزر و مد در سایت GGB ۶۱۳
- شکل ۶-۱۱۵- توزیع احتمال سرعت جریان های جزر و مد در سایت NBE ۶۱۳
- شکل ۶-۱۱۶- شماتیک توربین به کار رفته در نیروگاه جزر و مدی جریانی ۶۱۸
- شکل ۶-۱۱۷- منحنی توان توربین نیروگاه جزر و مدی جریانی ۶۱۸
- شکل ۶-۱۱۸- نمودار ساعت به ساعت توان خروجی هر کدام از واحدهای جزر و مدی جریانی ۶۱۹
- شکل ۶-۱۱۹- ساختار یک سیستم فتوولتائیک ۶۲۱
- شکل ۶-۱۲۰- ساختار اینورتر ۶۲۳
- شکل ۶-۱۲۱- تابش خورشید به صورت ساعت به ساعت ۶۲۸
- شکل ۶-۱۲۲- دمای محیط به صورت ساعت به ساعت ۶۲۸
- شکل ۶-۱۲۳- توان تولیدی نیروگاه فتوولتائیک به صورت ساعت به ساعت ۶۲۹

- شکل ۶-۱۲۴- ولتاژ تولیدی نیروگاه فتوولتائیک به صورت ساعت به ساعت ۶۲۹
- شکل ۶-۱۲۵- نمودار نرخ خرابی پنل فتوولتائیک بر حسب تابش خورشید و دمای محیط ۶۲۹
- شکل ۶-۱۲۶- نمودار جریان اینورتر بر حسب تابش خورشید و دمای محیط ۶۳۰
- شکل ۶-۱۲۷- نمودار نرخ خرابی اینورتر بر حسب تابش خورشید و دمای محیط ۶۳۱
- شکل ۶-۱۲۸- نمودار نرخ خرابی ترانسفورماتور بر حسب تابش خورشید و دمای محیط ۶۳۱
- شکل ۶-۱۲۹- نمودار نرخ خرابی کابل بر حسب تابش خورشید و دمای محیط ۶۳۲
- شکل ۶-۱۳۰- نمودار نرخ خرابی ساعت به ساعت رشته فتوولتائیک در طول سال ۶۳۲
- شکل ۶-۱۳۱- نمودار نرخ خرابی ساعت به ساعت اینورتر در طول سال ۶۳۲
- شکل ۶-۱۳۲- نمودار نرخ خرابی ساعت به ساعت ترانسفورماتور در طول سال ۶۳۳
- شکل ۶-۱۳۳- نمودار نرخ خرابی ساعت به ساعت کابل در طول سال ۶۳۳
- شکل ۶-۱۳۴- نمودار دسترس پذیری ساعت به ساعت رشته فتوولتائیک در طول سال ۶۳۴
- شکل ۶-۱۳۵- نمودار دسترس پذیری ساعت به ساعت اینورتر در طول سال ۶۳۴
- شکل ۶-۱۳۶- نمودار دسترس پذیری ساعت به ساعت ترانسفورماتور در طول سال ۶۳۴
- شکل ۶-۱۳۷- نمودار دسترس پذیری ساعت به ساعت کابل در طول سال ۶۳۵
- شکل ۶-۱۳۸- نمودار بار ساعت به ساعت در طول سال ۶۳۵
- شکل ۶-۱۳۹- اجزای تشکیل دهنده نیروگاه هیدرو کوچک ۶۳۷
- شکل ۶-۱۴۰- مدل مارکوف دو حالتی برای تجهیزات نیروگاه ۶۳۷
- شکل ۶-۱۴۱- فلوچارت روش پیشنهادی به منظور ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه قدرت با حضور نیروگاه هیدرو کوچک ۶۴۳
- شکل ۶-۱۴۲- ساختار نیروگاه های هیدرو کوچک ۶۴۵
- شکل ۶-۱۴۳- دبی جریان آب رودخانه ۶۴۵
- شکل ۶-۱۴۴- دمای محیط در طول سال ۶۴۶
- شکل ۶-۱۴۵- دمای آب در طول سال ۶۴۶
- شکل ۶-۱۴۶- توان تولیدی نیروگاه هیدرو کوچک در طول سال ۶۴۶
- شکل ۶-۱۴۷- نمودار نرخ خرابی توربین بر حسب دمای آب ۶۴۷
- شکل ۶-۱۴۸- نمودار نرخ خرابی ژنراتور سنکرون مغناطیس دائم بر حسب دمای هوا و دبی آب رودخانه ۶۴۸
- شکل ۶-۱۴۹- نمودار نرخ خرابی ترانسفورماتور بر حسب دمای هوا و دبی آب رودخانه ۶۴۸
- شکل ۶-۱۵۰- نمودار نرخ خرابی کابل بر حسب دمای هوا و دبی آب رودخانه ۶۴۸

- شکل ۶-۱۵۱- نمودار نرخ خرابی ساعت به ساعت توربین در طول سال ۶۴۸
- شکل ۶-۱۵۲- نمودار نرخ خرابی ساعت به ساعت ژنراتور سنکرون مغناطیس دائم در طول سال ۴۶۹
- شکل ۶-۱۵۳- نمودار نرخ خرابی ساعت به ساعت ترانسفورماتور در طول سال ۶۴۹
- شکل ۶-۱۵۴- نمودار نرخ خرابی ساعت به ساعت کابل در طول سال ۶۴۹
- شکل ۶-۱۵۵- بار ساعت به ساعت سیستم مبتنی بر الگوی IEEE ۶۵۰
- شکل ۶-۱۵۶- متوسط انرژی تامین نشده ۶۵۱
- شکل ۶-۱۵۷- دمای سطح اقیانوس ۶۵۲
- شکل ۶-۱۵۸- یک سیستم متشکل از دو المان سری ۶۵۵
- شکل ۶-۱۵۹- فلوچارت روش پیشنهادی مبتنی بر تکنیک شبیه سازی مونت کارلو جهت ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم قدرت شامل نیروگاه حرارتی اقیانوس ۶۵۸
- شکل ۶-۱۶۰- توان تولیدی نیروگاه حرارتی اقیانوس مورد مطالعه ۶۶۰
- شکل ۶-۱۶۱- دمای هوا به صورت ساعت به ساعت در طول یک سال ۶۶۱
- شکل ۶-۱۶۲- نمودار نرخ خرابی پمپ آب گرم بر حسب دمای سطح اقیانوس ۶۶۱
- شکل ۶-۱۶۳- نمودار نرخ خرابی توربین بر حسب دمای سطح اقیانوس ۶۶۲
- شکل ۶-۱۶۴- نمودار نرخ خرابی ژنراتور بر حسب دمای سطح اقیانوس و دمای هوا ۶۶۲
- شکل ۶-۱۶۵- نمودار نرخ خرابی ترانسفورماتور بر حسب دمای سطح اقیانوس و دمای هوا ۶۶۳
- شکل ۶-۱۶۶- نمودار نرخ خرابی کابل بر حسب دمای سطح اقیانوس و دمای هوا ۶۶۳
- شکل ۶-۱۶۷- نمودار نرخ خرابی معادل نیروگاه حرارتی اقیانوس نوع سیکل بسته بر حسب دمای سطح اقیانوس و دمای هوا ۶۶۴
- شکل ۶-۱۶۸- سیستم تست RBTS ۶۶۴
- شکل ۶-۱۶۹- مقدار بار ساعت به ساعت در طول یک سال بر حسب پریونیت ۶۶۷
- شکل ۶-۱۷۰- مقدار نرخ خرابی نیروگاه حرارتی اقیانوس به صورت ساعت به ساعت در طول یک سال .. ۶۶۷
- شکل ۶-۱۷۱- مقدار دسترس پذیری نیروگاه حرارتی اقیانوس به صورت ساعت به ساعت در طول یک سال ۶۶۷
- شکل ۶-۱۷۲- متوسط زمان قطعی بار بر حسب پیک بار ۶۶۸
- شکل ۶-۱۷۳- متوسط انرژی تامین نشده بر حسب پیک بار ۶۶۸
- شکل ۶-۱۷۴- مبدل AC به AC ۶۶۸
- شکل ۶-۱۷۵- فلوچارت روش مونت کارلو جهت ارزیابی قابلیت اطمینان مبدل امواج با نرخ خرابی متغیر ۶۷۳

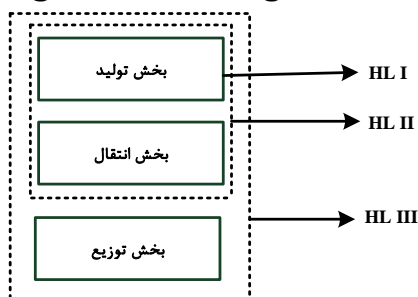
- شکل ۶-۱۷۶- ارتفاع ساعت به ساعت امواج ۶۷۴
- شکل ۶-۱۷۷- دوره تناوب ساعت به ساعت امواج ۶۷۵
- شکل ۶-۱۷۸- توان خروجی ساعت به ساعت ژنراتور شیار مخروطی امواج دریا ۶۷۵
- شکل ۶-۱۷۹- نرخ خرابی یکسوساز ۶۷۵
- شکل ۶-۱۸۰- نرخ خرابی اینورتر ۶۷۶
- شکل ۶-۱۸۱- نرخ خرابی معادل مبدل امواج ۶۷۶
- شکل ۶-۱۸۲- نرخ تعمیر معادل مبدل امواج ۶۷۶
- شکل ۶-۱۸۳- دسترس پذیری معادل مبدل امواج ۶۷۷
- شکل ۶-۱۸۴- احتمال در دسترس بودن ساعت به ساعت مبدل امواج ۶۷۷
- شکل ۶-۱۸۵- پیک بار ساعت به ساعت سیستم ۶۷۸

فصل اول: مفهوم قابلیت اطمینان

۱-۱- مقدمه

در یک سیستم قدرت هدف تأمین تقاضای بار مصرف کنندگان می‌باشد. بنابراین قابلیت اطمینان سیستم قدرت میزان توانایی این سیستم در تأمین برق مشترکین به صورت پیوسته همراه با کیفیت مطلوب و رعایت استانداردهای مربوطه می‌باشد. این توانایی در دو بخش کفایت و امنیت سیستم قدرت مورد مطالعه قرار می‌گیرد. کفایت سیستم قدرت زمانی فراهم می‌شود که امکانات کافی در قسمت‌های تولید، انتقال و توزیع فراهم باشد که بتواند تقاضای بار را همراه با رعایت قیود بهره‌برداری پاسخگو باشد. امنیت سیستم قدرت به توانایی این سیستم در پاسخ به هرگونه اغتشاش نظیر از دست رفتن یک واحد تولیدی و یا قطع خطوط انتقال گفته می‌شود. مطالعات قابلیت اطمینان برای سیستم‌های قدرت با توجه به وجود قسمت‌های اساسی تولید، انتقال و توزیع در سه سطح سلسله مراتبی مطابق شکل ۱-۱ انجام می‌شود:

در سطح اول (HLI) تنها قسمت تولید در نظر گرفته شده و توانایی واحدهای تولیدی موجود در تأمین کل بار بدون در نظر گرفتن قسمت‌های انتقال و توزیع بررسی می‌شود. در سطح دوم (HLII) در کنار بخش تولید، بخش انتقال نیز در نظر گرفته شده و توانایی سیستم مرکب در تغذیه بار مورد مطالعه قرار می‌گیرد. در سطح سوم (HLIII) هر سه قسمت تولید، انتقال و توزیع در مطالعات وارد می‌شوند اما به دلیل حجم محاسبه و پیچیدگی زیاد تنها قسمت توزیع با استفاده از نتایج به دست آمده در سطوح قبل مورد بررسی قرار می‌گیرد.



شکل ۱-۱- سطوح سلسله مراتبی به منظور مطالعه قابلیت اطمینان سیستم قدرت