بسم الله الرحمن الرحيم

جمهوری اسلامی ایران

وزارت نیرو

شرکت آب منطقه‌ای اردبیل

کمیته تحقیقات

(طرح تحقیقات کاربردی)

گزارش نهایی

امکان سنجی و طراحی بهینه سیستم ترکیبی انرژی های تجدیدپذیر جهت تامین برق مورد نیاز ایستگاه گورگور

سازمان مجری: دانشگاه محقق اردبیلی

پژوهشگران: حسین شایقی، یاشار هاشمی، علی شایقی

زمان انتشار: مهرماه ۱۳۹۷

چکیده: در این پروژه، طراحی بهینه نیروگاه ترکیبی تجدیدپذیر با هدف تأمین مطمئن بار مورد نیاز ایستگاه گورگور مورد بررسی قرار گرفته است. هدف این مطالعه، کمینه سازی هزینه تمام شده واحد ترکیبی پیشنهادی در طول دوره بهره برداری از سیستم طراحی شده بصورت همزمان است. اطلاعات مربوط به شدت تابش خورشیدی و شدت وزش باد در منطقه اخذ شده و در شبیه سازی سیستم اعمال شده است. یک سیستم تولید توان تجدیدپذیر متشکل از ژنراتورهای توربین باد، پنل های خورشیدی، ژنراتورهای آبی، بانک باتری، اینورتر، کنترل کننده و دیگر ابزارهای لازم و کابل ها می باشد. برای تغذیه ایستگاه ترکیب های مختلفی از سیستم های برق خورشیدی، بادی و آبی در نظر گرفته می شود. روش عملکرد این سیستم ها به این صورت است که سیستم برق ترکیبی برای تامین کردن تقاضای بار، با هم کار می کنند. هنگامی که منابع انرژی فراوان هستند، توان تولیدی بعد از تامین تقاضای بار، باتری را تا زمانی که شارژ کامل شود، تغذیه خواهد کرد. در عوض هنگامی که منابع انرژی کم هستند باتری، انرژی ذخیره شده اش را برای کمک برق تجدیدپذیر برای تامین تقاضای بار تا زمانی که ذخیره آن تمام شود، تخلیه خواهد کرد. با در نظر گرفتن ترکیب های مختلف سیستم تغذیه مساله طراحی سیستم ترکیبی بصورت یک تابع هدف متشکل از متغیرهای تصمیم گیری مساله فرمول بندی می شود و به منظور انجام بهینه سازی و یافتن بهترین حل در این مسأله، از الگوریتم بهینه سازی استفاده می شود. پروسه بهینه سازی تعداد بهینه توربین های بادی، پنل های فتوولتائیک، توربین های آبی و باتری ها را با تضمین هزینه کلی مینیمم و در دسترس بودن انرژی ارائه می کند. تابع هدف در نظر گرفته شده شامل هزینه سرمایه گذاری، هزینه جایگزینی و هزینه نگهداری است. دست یابی به هزینه احداث پایین تر در سیستم ترکیبی پیشنهادی در منطقه مورد نظر از مهم ترین نتایج حاصله در این تحقیق به شمار می رود. بعد از مرحله طراحی هدف اصلی، بررسی اقتصادی تأمین برق مصرفی پروژه از شبکه برق سراسری و مقایسه آن با سیستم برق ترکیبی تجدیدپذیر و همچنین محاسبه مدت زمان بازگشت سرمایه اولیه تأمین برق ترکیبی تجدید پذیر است. نخست هزینه اولیه تأمین برق مصرفی این پروژه با استفاده از سیستم برق ترکیبی تجدید پذیر محاسبه شده و سپس هزینه تأمین برق پروژه با استفاده از شبکه برق سراسری مشخص می شود. در ادامه با محاسبه هزینه جاری سالانه هر کدام از این ترکیب ها مدت زمان بازگشت سرمایه در هر حالت بدست می آید. گزینه های مختلف استفاده از انرژیهای تجدیدپذیر بصورت مجزا و ترکیبی در این پروژه بررسی خواهد شد. آنالیز فنی-اقتصادی بر روی هر یک از این گزینه ها انجام شده و در نهایت بهترین مورد ارائه خواهد شد.

واژه های کلیدی: ایستگاه گورگور، ممیزی انرژی الکتریکی، بهینه سازی، سیستم فتوولتائیک/بادی/آبی، طراحی، آنالیز اقتصادی.

بسمه تعالی

این پروژه تحقیقاتی با حمایت مالی کمیته تحقیقات شرکت آب منطقه‌ای اردبیل تحت قرارداد شماره ۹۵/۲/۶۹۵۵/۹۰۰ مورخ ۱۳۹۵/۰۷/۰۳ با کد ARD-۹۴۰۰۹ به انجام رسیده است.

فهرست مطالب

فصل ۱-مقدمه و نیازسنجی.....۱۷

۱-۲-مقدمه.....۱۸

۱-۳-موقعیت جغرافیایی و طبیعی آبشار گورگور.....۱۸

۱-٤-مزایای استفاده از انرژی خورشیدی و بادی در سیستم های قدرت الکتریکی از دیدگاه تولید و مصرف.....۲۱

۱-۴-۱-تاثیرات مثبت نیروگاه های تجدیدپذیر خورشیدی و بادی برروی شبکه.....۲۳

۱-۵-پارامترهای موثر بر بهره برداری از انرژی خورشیدی.....۲۵

۱-٦-نقشه ها و تصاویر پتانسیل سنجی انرژی خورشیدی در ایران.....۲۷

۱-۷-بررسی شدت تابش نور خورشید برای منطقه ایستگاه گورگور.....۳۲

۱-۸-انرژی بادی.....٤۲

۱-۹-امکان سنجی استفاده از انرژی باد.....٤٥

۱-۱۰-پتانسیل سنجی استفاده از انرژی باد برای منطقه ایستگاه گورگور.....۵۱

۱-۱۱-جمع بندی.....٦۰

فصل ۲-سیستم های تجدیدپذیر، اصول کار و دورنما، ممیزی انرژی مصرفی ایستگاه گورگور و طراحی سیستم ترکیبی.....٦۲

۲-۲-مقدمه.....٦۳

۲-۳-اصول کار و دور نمای سیستم فتوولتائیک.....٦۳

۲-۳-۱-اجزای سیستم فتوولتائیک.....٦۳

۲-٤-مشخصه های الکتریکی سلول خورشیدی.....۷۲

۲-۵-انواع سیستمهای فتوولتائیک از نظر کاربرد.....۷۷

۲-٦-تولید کننده های عمده.....۷۹

۲-۷-هزینه های سیستم فتوولتائیک.....۸۰

۲-۸-دورنمای قیمت انرژی تولیدی سیستم PV.....۸۵

۲-۹-اصول کار و دورنمای سیستم برق بادی.....۸٦

۲-۹-۱-انواع سیستم های برق بادی.....۸٦

۲-۱۰-اصول کار و دورنمای سیستم برق آبی.....۸۹

۲-۱۰-۱-ظرفیت برق آبی جهان.....۸۹

۲-۱۰-۲-انواع توربین های آب ۹۰
۲-۱۱-برآورد بار سیستم روشنایی ایستگاه گورگور ۹۴
۲-۱۲-طراحی سیستم تجدیدپذیر ترکیبی ۹۹
۲-۱۳-مدل پنل فتوولتائیک ۱۰۱
۲-۱۴-مدل باتری ۱۰۲
۲-۱۵-مدل توربین باد ۱۰۲
۲-۱۶-مدل توربین آبی ۱۰۳
۲-۱۷-استراتژی عملکرد سیستم پیشنهادی در حالت انفصال از شبکه ۱۰۳
۲-۱۸-تابع هدف و قیود مساله ۱۰۶
۲-۱۹-انتخاب شارژ کنترلر ۱۰۸
۲-۲۰-انتخاب اینورتر ۱۰۸
۲-۲۱-الگوریتم PSO ۱۰۸
۲-۲۲-پارامترهای مورد نیاز در روند طراحی ۱۱۲
۲-۲۳-طراحی سیستم تجدیدپذیر جهت تغذیه ایستگاه گورگور ۱۲۰
۲-۲۳-۱-حالت ۱ ..... ۱۲۱
۲-۲۳-۲-حالت ۲ ..... ۱۲۴
۲-۲۳-۳-حالت ۳ ..... ۱۲۷
۲-۲۳-۴-حالت ۴ ..... ۱۳۰
۲-۲۳-۵-حالت ۵ ..... ۱۳۳
۲-۲۳-۶-حالت ۶ ..... ۱۳۶
۲-۲۳-۷-حالت ۷ ..... ۱۳۹
۲-۲۳-۸-حالت ۸ ..... ۱۴۲
۲-۲۳-۸-۱-تحلیل عملکرد حالت ۸ با درنظر گرفتن ۶ شیر کشویی ۱۴۵
۲-۲۳-۹-بررسی تاثیر دبی های مختلف بر روی طراحی سیستم تجدیدپذیر ۱۴۸
۲-۲۳-۱۰-تاثیر پارامترهای کنترلی PSO بر تابع هدف ۱۵۰
۲-۲۴-آنالیز اقتصادی ۱۵۱
۲-۲۴-۱-معرفی سناریوهای مختلف تأمین برق مصرفی از شبکه برق شهری و هزینه اولیه هر کدام از آن‌ها ۱۵۲

۲-۲۴-۲-هزینه جاری..... ۱۵۳
۲-۲۴-۳-آنالیز اقتصادی و بازگشت سرمایه..... ۱۵۳
۲-۲۴-۴-آنالیز اقتصادی ایستگاه گورگور..... ۱۵٤
۲-۲۵-جمع‌بندی..... ۱٦۵
منابع و مآخذ..... ۱٦۷

فهرست جدول‌ها

جدول ۱-۱: میانگین روزانه تابش در منطقه ایستگاه گورگور برای سال ۲۰۱۵ ..... ۳۳

جدول ۱-۲: داده های هواشناسی برای منطقه ایستگاه گورگور برای سال ۲۰۱۵ ..... ۵۱

جدول ۱-۳: میانگین سالانه تابشی خورشید برای منطقه ایستگاه گورگور برای ٦ سال متوالی ٦۱

جدول ۱-٤: میانگین سالانه سرعت باد، بیشترین سرعت باد و میانگین سالانه دمای منطقه برای ٦ سال متوالی ٦۱

جدول ۲-۱: شرکتهای بزرگ تولید کننده پنل فتوولتائیک در جهان ۷۹

شکل ۲-۲۰: توربین نوع پلتون ۹۱

شکل ۲-۲۱: توربین TURGO ۹۲

شکل ۲-۲۲: توربین نوع فرانسیس ۹۳

شکل ۲-۲۳: توربین نوع کاپلان گردان ۹۳

شکل ۲-۲٤: توربین تلمبه ای (ISOGYRE) ۹٤

جدول ۲-۲: برآورد بار ایستگاه گورگور ۹۸

جدول ۲-۳: برآورد انرژی مصرفی (کیلووات ساعت) ۹۸

جدول ۲-٤: بهای انرژی ۹۹

جدول ۲-۵: برآورد هزینه انرژی مصرفی (ریال) ۹۹

جدول ۲-٦: مشخصات فنی ـ اقتصادی پنل های فتوولتاییک ۱۱۳

جدول ۲-۷: مشخصات فنی ـ اقتصادی باتری‌های ذخیره ساز ۱۱۵

جدول ۲-۸: مشخصات فنی ـ اقتصادی توربین‌های بادی ۱۱۵

جدول ۲-۹: مشخصات فنی ـ اقتصادی توربین آبی ۱۱۵

جدول ۲-۱۰: مشخصات فنی توربین بادی استفاده شده ۱۱٦

جدول ۲-۱۱: مشخصات فنی ـ اقتصادی شارژ کنترلر ۱۱۷

جدول ۲-۱۲: مشخصات فنی شارژ کنترلر ٦۰ آمپری ساخت شرکت XANTREX ۱۱۷

جدول ۲-۱۳: مشخصات اینورتر ۵ کیلوواتی (SI5048) ۱۱۸

جدول ۲-۱٤: مشخصات اینورتر ٤/۲ کیلوواتی (SI4248) ۱۱۸

جدول ۲-۱۵: مشخصات اینورتر سه فاز ۱۱۹

جدول ۲-۱٦: قیمت انواع اینورترها (میلیون ریال) ۱۲۰

جدول ۲-۱۷: حالت های مختلف طراحی ۱۲۰

جدول ۲-۱۸: نتایج طراحی بهینه ۱۲۱
جدول ۲-۱۹: نتایج طراحی بهینه ۱۲٤
جدول ۲-۲۰: نتایج طراحی بهینه ۱۲۷
جدول ۲-۲۱: نتایج طراحی بهینه ۱۳۰
جدول ۲-۲۲: نتایج طراحی بهینه ۱۳۳
جدول ۲-۲۳: نتایج طراحی بهینه ۱۳٦
جدول ۲-۲٤: نتایج طراحی بهینه ۱۳۹
جدول ۲-۲۵: نتایج طراحی بهینه ۱٤۲
جدول ۲-۲٦: نتایج طراحی بهینه ۱٤۵
جدول ۲-۲۷: نتایج طراحی بهینه برای دبی آب ۱۰۰ LIT/SEC ۱٤۸
جدول ۲-۲۸: نتایج طراحی بهینه برای دبی آب ۲۰۰ LIT/SEC ۱٤۹
جدول ۲-۲۹: نتایج طراحی بهینه برای دبی آب ۳۰۰ LIT/SEC ۱٤۹
جدول ۲-۳۰: نتایج طراحی بهینه برای دبی آب ۴۰۰ LIT/SEC ۱٤۹
جدول ۲-۳۱: نتایج طراحی بهینه برای دبی آب ۵۰۰ LIT/SEC ۱۵۰
جدول ۲-۳۲: ارزیابی تابع هدف براساس مقادیر مختلف پارامترهای ثابت PSO ۱۵۱
جدول ۲-۳۳: هزینه اولیه تامین برق ایستگاه گورگور از طریق شبکه سراسری (سناریوی ۱) ۱۵۳
جدول ۲-۳٤: هزینه تجهیزات سیستم برق تجدیدپذیر طراحی شده براساس سناریوی ۲ ..... ۱۵۵
جدول ۲-۳۵: هزینه تجهیزات سیستم برق تجدیدپذیر طراحی شده براساس سناریوی ۳ ..... ۱۵۵
جدول ۲-۳٦: هزینه تجهیزات سیستم برق تجدیدپذیر طراحی شده براساس سناریوی ٤ ..... ۱۵٦
جدول ۲-۳۷: هزینه تجهیزات سیستم برق تجدیدپذیر طراحی شده براساس سناریوی ۵ ..... ۱۵٦
جدول ۲-۳۸: هزینه تجهیزات سیستم برق تجدیدپذیر طراحی شده براساس سناریوی ٦ ..... ۱۵۷
جدول ۲-۳۹: هزینه تجهیزات سیستم برق تجدیدپذیر طراحی شده براساس سناریوی ۷ ..... ۱۵۷
جدول ۲-٤۰: هزینه تجهیزات سیستم برق تجدیدپذیر طراحی شده براساس سناریوی ۸ ..... ۱۵۸
جدول ۲-٤۱: هزینه تجهیزات سیستم برق تجدیدپذیر طراحی شده براساس سناریوی ۹ ..... ۱۵۸
جدول ۲-٤۲: هزینه‌های سالانه سناریوهای مختلف تأمین برق مصرفی (سناریوی ۱ تا ۹) ۱۵۹
جدول ۲-٤۳: هزینه‌های تجمعی سالانه سناریوهای مختلف تأمین برق مصرفی (سناریوی ۱ تا ۹) ۱٦۰
جدول ۲-٤٤: هزینه های اولیه و هزینه های تعمیر و نگهداری سالیانه برای حالت های مختلف طراحی ۱٦۵
جدول ۲-٤۵: مقایسه مقادیر تابع هدف برای حالت های مختلف ۱٦٦

فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱: تابش GLOBAL متوسط سالیانه خورشید بر نقاط مختلف کره زمین ۲۷

شکل ۱-۲: تابش DIRECT متوسط سالیانه خورشید بر نقاط مختلف کره زمین..... ۲۸

شکل ۱-۳: نقشه پتانسیل تابش انرژی خورشیدی در ایران..... ۲۹

شکل ۱-٤: تابش انرژی خورشیدی دریافت شده بصورت سالانه در ایران..... ۳۰

شکل ۱-۵: اطلس تابشی انرژی خورشیدی برای ۱۲ ماه از سال..... ۳۲

شکل ۱-٦: میانگین روزانه انرژی دریافتی از خورشید برحسب ژول بر سانتیمتر مربع (J/CM2)..... ٤۰

شکل ۱-۷: میانگین روزانه انرژی دریافتی از تابش خورشید برحسب وات ساعت بر مترمربع (WH/M2) ٤۰

شکل ۱-۸: میانگین روزانه تابش اگر آسمان صاف باشد بر حسب وات بر مترمربع (W/M2)..... ٤۱

شکل ۱-۹: میانگین روزانه تابش در نقطه بالای اتمسفر برحسب وات بر مترمربع (W/M2)..... ٤۱

شکل ۱-۱۰: میانگین روزانه تابش برحسب وات بر مترمربع (W/M2)..... ٤۲

شکل ۱-۱۱: یک نمونه توربین بادی به همراه معرفی اجزاء..... ٤۵

شکل ۱-۱۲: اطلس انرژی بادی جهان..... ٤٦

شکل ۱-۱۳: اطلس انرژی بادی ایران در ارتفاع ٤۰ متری..... ٤۷

شکل ۱-۱٤: اطلس انرژی بادی ایران در ارتفاع ٦۰ متری..... ٤۸

شکل ۱-۱۵: اطلس انرژی بادی ایران در ارتفاع ۸۰ متری..... ٤۸

شکل ۱-۱٦: اطلس سرعت بادی ایران در ارتفاع ٤۰ متری ٤۹

شکل ۱-۱۷: اطلس سرعت بادی ایران در ارتفاع ٦۰ متری..... ۵۰

شکل ۱-۱۸: اطلس سرعت بادی ایران در ارتفاع ۸۰ متری ۵۰

شکل ۱-۱۹: میانگین سرعت وزش باد بصورت روزانه برای منطقه ایستگاه گورگور ۵۸

شکل ۱-۲۰: جهت وزش باد برحسب درجه بصورت روزانه برای منطقه ایستگاه گورگور..... ۵۸

شکل ۱-۲۱: دما برحسب درجه سلسیوس بصورت روزانه برای منطقه ایستگاه گورگور..... ۵۹

شکل ۱-۲۲: مقادیر فشار بصورت روزانه برای منطقه ایستگاه گورگور ۵۹

شکل ۱-۲۳: رطوبت نسبی بصورت روزانه برای منطقه ایستگاه گورگور..... ٦۰

شکل ۲-۱: اجزای سیستم فتوولتائیک..... ٦٤

شکل ۲-۲: سلول، مدول، پنل و آرایهی خورشیدی..... ٦۵

شکل ۲-۳: میدان آرایهای ٦۵

شکل ۲-٤: (الف) آرایهی ثابت (ب) آرایهی متحرک با یک محور دوران (ج) آرایهی متحرک با دو محور دوران ٦٦
شکل ۲-٥: انواع مختلف باطری ٦٧
شکل ۲-٦: شارژ کنترلر ٦٩
شکل ۲-۷: ولتاژ خروجی انواع اینورترها ۷۲
شکل ۲-۸: مدار معادل سلول خورشیدی ۷۲
شکل ۲-۹: مشخصه ولتاژ- جریان سلول خورشیدی ۷٤
شکل ۲-۱۰: مشخصه ولتاژ- جریان سلول خورشیدی در دماهای متغیر ۷٥
شکل ۲-۱۱: مشخصه ولتاژ- جریان سلول خورشیدی در تابشهای متفاوت ۷٦
شکل ۲-۱۲: مشخصه توان- ولتاژ سلول خورشیدی در دماهای متفاوت ۷٦
شکل ۲-۱۳: سیستم های متصل به شبکه ۷۷
شکل ۲-۱٤: سیستم های منفصل از شبکه ۷۸
شکل ۲-۱٥: دورنمای افزایش ظرفیت تولید انواع سلولها تا سال ۲۰۱۷ ..... ۸۲
شکل ۲-۱٦: روند کاهش قیمت پنلهای فتوولتائیک از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۲ ..... ۸۲
شکل ۲-۱۷: بخشهای مختلف هزینه سیستم PV ۸٤
شکل ۲-۱۸: هزینه ساخت سیستم با کاربرد مسکونی در کشورهای مختلف ۸٥
شکل ۲-۱۹: دورنمای قیمت تولید برق توسط PV تا سال ۲۰٤۰ ..... ۸٥
شکل ۲-۲٥: نقشه محوطه ایستگاه گورگور ۹٥
شکل ۲-۲٦: نقشه محوطه ایستگاه گورگور ۹٦
شکل ۲-۲۷: نقشه محوطه ایستگاه گورگور ۹۷
شکل ۲-۲۸: منحنی توان-سرعت توربین بادی ۱۰۳
شکل ۲-۲۹: فلوچارت استراتژی عملکرد سیستم پیشنهادی ۱۰٥
شکل ۲-۳۰: فلوچارت الگوریتم PSO ۱۱۱
شکل ۲-۳۱: رسیدن به بهترین جواب در فضای جست و جو ۱۱۱
شکل ۲-۳۲: میانگین ساعتی شدت تابش خورشید ۱۱۲
شکل ۲-۳۳: میانگین ساعتی دمای محیط ۱۱۲
شکل ۲-۳٤: میانگین ساعتی سرعت باد ۱۱۳
شکل ۲-۳٥: مشخصات فنی پنل ۲۳٥ وات ساخت شرکت شارپ ۱۱٤

شکل ۲-۳۶: منحنی توان–سرعت توربین بادی ۱۱۶
شکل ۲-۳۷ : توزیع سالانه توان مورد نیاز مشتری (مشترک) طی یک روز بصورت ساعتی..... ۱۲۱
شکل ۲-۳۸: توان تولیدی توسط منابع تجدید پذیر (P_{RE})..... ۱۲۲
شکل ۲-۳۹: توان ورودی/خروجی بانک باتری در طول سال..... ۱۲۲
شکل ۲-٤۰: SOC بانک باتری در طول سال ۱۲۳
شکل ۲-٤۱: توان تولیدی کل (PP)..... ۱۲۳
شکل ۲-٤۲: توان مازاد تولیدی ($P_{SURPLUS}$)..... ۱۲٤
شکل ۲-٤۳: توان تولیدی توسط منابع تجدید پذیر (PRE)..... ۱۲۵
شکل ۲-٤٤: توان ورودی/خروجی بانک باتری در طول سال..... ۱۲۵
شکل ۲-٤۵: SOC بانک باتری در طول سال ۱۲٦
شکل ۲-٤٦: توان تولیدی کل (PP)..... ۱۲٦
شکل ۲-٤۷: توان مازاد تولیدی ($P_{SURPLUS}$)..... ۱۲۷
شکل ۲-٤۸: توان تولیدی توسط منابع تجدید پذیر (P_{RE})..... ۱۲۸
شکل ۲-٤۹: توان ورودی/خروجی بانک باتری در طول سال..... ۱۲۸
شکل ۲-۵۰: SOC بانک باتری در طول سال ۱۲۹
شکل ۲-۵۱: توان تولیدی کل (PP)..... ۱۲۹
شکل ۲-۵۲: توان مازاد تولیدی ($P_{SURPLUS}$)..... ۱۳۰
شکل ۲-۵۳: توان تولیدی توسط منابع تجدید پذیر (P_{RE})..... ۱۳۱
شکل ۲-۵٤: توان ورودی/خروجی بانک باتری در طول سال..... ۱۳۱
شکل ۲-۵۵: SOC بانک باتری در طول سال ۱۳۲
شکل ۲-۵٦: توان تولیدی کل (PP)..... ۱۳۲
شکل ۲-۵۷: توان مازاد تولیدی ($P_{SURPLUS}$)..... ۱۳۳
شکل ۲-۵۸: توان تولیدی توسط منابع تجدید پذیر (P_{RE})..... ۱۳٤
شکل ۲-۵۹: توان ورودی/خروجی بانک باتری در طول سال..... ۱۳٤
شکل ۲-٦۰: SOC بانک باتری در طول سال ۱۳۵
شکل ۲-٦۱: توان تولیدی کل (PP)..... ۱۳۵
شکل ۲-٦۲: توان مازاد تولیدی ($P_{SURPLUS}$)..... ۱۳٦
شکل ۲-٦۳: توان تولیدی توسط منابع تجدید پذیر (P_{RE})..... ۱۳۷

شکل ۲-٦٤: توان ورودی/خروجی بانک باتری در طول سال ۱۳۷
شکل ۲-٦٥: SOC بانک باتری در طول سال ۱۳۸
شکل ۲-٦٦: توان تولیدی کل (PP) ۱۳۸
شکل ۲-٦۷: توان مازاد تولیدی ($P_{SURPLUS}$) ۱۳۹
شکل ۲-٦۸: توان تولیدی توسط منابع تجدید پذیر (P_{RE}) ۱٤۰
شکل ۲-٦۹: توان ورودی/خروجی بانک باتری در طول سال ۱٤۰
شکل ۲-۷۰: SOC بانک باتری در طول سال ۱٤۱
شکل ۲-۷۱: توان تولیدی کل (PP) ۱٤۱
شکل ۲-۷۲: توان مازاد تولیدی ($P_{SURPLUS}$) ۱٤۲
شکل ۲-۷۳: توان تولیدی توسط منابع تجدید پذیر (P_{RE}) ۱٤۳
شکل ۲-۷٤: توان ورودی/خروجی بانک باتری در طول سال ۱٤۳
شکل ۲-۷٥: SOC بانک باتری در طول سال ۱٤٤
شکل ۲-۷٦: توان تولیدی کل (PP) ۱٤٤
شکل ۲-۷۷: توان مازاد تولیدی ($P_{SURPLUS}$) ۱٤٥
شکل ۲-۷۸: توان تولیدی توسط منابع تجدید پذیر (P_{RE}) ۱٤٦
شکل ۲-۷۹: توان ورودی/خروجی بانک باتری در طول سال ۱٤٦
شکل ۲-۸۰: SOC بانک باتری در طول سال ۱٤۷
شکل ۲-۸۱: توان تولیدی کل (PP) ۱٤۷
شکل ۲-۸۲: توان مازاد تولیدی ($P_{SURPLUS}$) ۱٤۸
شکل ۲-۸۳: روند رشد هزینه‌های سالانه سناریوی ۱ و ۲ ..... ۱٦۱
شکل ۲-۸٤: روند رشد هزینه‌های سالانه سناریوی ۱ و ۳ ..... ۱٦۱
شکل ۲-۸٥: روند رشد هزینه‌های سالانه سناریوی ۱ و ٤ ..... ۱٦۲
شکل ۲-۸٦: روند رشد هزینه‌های سالانه سناریوی ۱ و ٥ ..... ۱٦۲
شکل ۲-۸۷: روند رشد هزینه‌های سالانه سناریوی ۱ و ٦ ..... ۱٦۳
شکل ۲-۸۸: روند رشد هزینه‌های سالانه سناریوی ۱ و ۷ ..... ۱٦۳
شکل ۲-۸۹: روند رشد هزینه‌های سالانه سناریوی ۱ و ۸ ..... ۱٦٤
شکل ۲-۹۰: روند رشد هزینه‌های سالانه سناریوی ۱ و ۹ ..... ۱٦٤

پیشگفتار

استفاده از انرژی های تجدید پذیر مستلزم مطالعات و تحقیقات فراوانی است که قبل از استفاده باید انجام گیرند، مجموعه انرژیهای تجدید پذیر روز به روز سهم بیشتری را در سیستم تامین انرژی جهان به عهده می گیرند. انرژیهای تجدیدپذیر به ویژه برای کشورهای درحال توسعه از جاذبه بیشتری برخوردار است، لذا در برنامه ها و سیاستهای بین المللی از جمله در برنامه های سازمان ملل متحد در راستای توسعه پایدار جهانی نقش ویژه ای به منابع تجدیدپذیر انرژی محول شده است. اما سازگار کردن این منابع انرژی با سیستم فعلی مصرف انرژی جهانی هنوز با مشکلاتی همراه است که بررسی و حل آنها حجم مهمی از تحقیقات علمی جهان را در دهه های اخیر به خود اختصاص داده است. هدف اصلی از این پروژه بررسی و ارائه راهکارهای بهینه سازی مصرف انرژی در واحدهای تولیدی و معرفی الگوی استفاده از انرژی های تجدیدپذیر است.

فصل اول پروژه شامل کلیاتی در رابطه با موقعیت جغرافیایی و طبیعی منطقه ایستگاه گورگور، بررسی بکارگیری انرژی های نو در ایران با توجه به ظرفیتها، مزایا و هزینه های آن در منطقه، پارامترهای موثر بر بهره برداری از انرژی خورشیدی، نقشه ها و تصاویر پتانسیل سنجی انرژی خورشیدی و بادی در منطقه ایستگاه گورگور، پتانسیل سنجی استفاده از انرژی باد و خورشید برای منطقه ایستگاه گورگور و بررسی میزان مصرف انرژی الکتریکی ایستگاه گورگور است. از روش ممیزی انرژی الکتریکی جهت برآورد بار در این فصل استفاده شده است.

در این روش به محاسبه برآورد دیماند بار ایستگاه گورگور به روش استفاده از میزان توان متوسط تجهیزات برقی با بهره گیری از نقشه های تاسیسات برقی پرداخته می شود. در فصل دوم اصول کار و دور نمای سیستم فتوولتائیک، اصول کار و دورنمای سیستم برق بادی، ممیزی انرژی الکتریکی، فرصت های صرفه جویی و راهکارهای مناسب، آنالیز اقتصادی سیستم روشنایی براساس سناریوهای پیشنهادی و مطالعه بازگشت سرمایه ارائه شده است.

در فصل دوم تلاش می‌شود تا پس از معرفی مختصر سیستم فتوولتائیک و بادی و اجزای تشکیل دهنده آن، مبانی فیزیکی، ساختار و نحوه ی کار سلول های خورشیدی و بادی، مشخصه های الکتریکی آنها، طبقه‌بندی‌های سلول‌های خورشیدی و سیستم توربین بادی دورنمای فنی آنها بررسی شود. در ادامه پس از بیان موارد مصرف و کاربردهای متفاوت پنل‌های فتوولتائیک، مزایا و معایب آنها به اختصار شرح داده می‌شود. در انتهای فصل آمار و اطلاعات کلی موجود در مورد سیستم‌های فتوولتائیک و بادی در مناطق مختلف جهان، روند رو به رشد استفاده از این نوع انرژی در سال‌های آتی و هزینه‌های مرتبط با استفاده از آنها ارائه می شود. فصل دوم پروژه حاضر همچنین شامل طراحی سیستم تجدیدپذیر و آنالیز اقتصادی آن

است. طراحی بهینه فنی- اقتصادی سیستم تجدیدپذیر به همراه ذخیره سازی باتری با استفاده از الگوریتم بهینه سازی انجام می شود. هدف از این طراحی کمینه سازی هزینه کلی سیستم که بصورت هزینه ارزش حال سیستم با در نظر گیری نرخ بهره و تورم است. در نهایت در این فصل به آنالیز اقتصادی طرح بدست آمده در مراحل قبل پرداخته می شود. در این فصل تلاش می‌شود تا پس از برآورد اولیه از هزینه یک سیستم تجدیدپذیر نوعی، شاخص‌های فنی اقتصادی مهم آن ارائه گردد.

تقدیر و تشکر

مجموعه مجری و همکاران اصلی طرح بر خود وظیفه می دانند که از همکاری مفید مدیر کل محترم و کارشناسان شرکت آب منطقه ای اردبیل کمال تشکر و قدردانی را داشته و مراتب احترام خود را نسبت به این بزرگواران ابراز دارند. از خداوند منان برایشان آرزوی موفقیت و سربلندی را داریم.

۱۳۹۷

سال یکهزار و سیصد و نود و هفت