

عنوان پروپوزال/پایان نامه کارشناسی ارشد ایرانی غیرپزشکی : تحلیل تجربی و عددی بررسی عوامل موثر برکارایی PVT با نرم افزار کامسول

Title : Experimental and numerical analysis of factors affecting PVT efficiency in COMSOL software

کد رهگیری: ۱۶۳۶۲۲۱۲۰

تاریخ ثبت اولیه: ۱۴۰۴/۱۲/۲۴ ۱۵:۰۶:۰۴

پژوهشگر:

تاریخ ارسال: ۱۴۰۴/۱۲/۲۴ ۲۱:۳۷:۲۶

تاریخ این ویراست: ۱۴۰۴/۱۲/۲۴ ۲۱:۳۷:۲۶

مرکز دریافت کننده: واحد یادگار امام خمینی (ره) شهر ری/دانشکده فنی - مهندسی و علوم پایه/مهندسی مکانیک_تبدیل انرژی (ارشد)

مشخصات پایان نامه / رساله

عنوان فارسی

تحلیل تجربی و عددی بررسی عوامل موثر برکارایی PVT با نرم افزار کامسول

عنوان انگلیسی

Experimental and numerical analysis of factors affecting PVT efficiency in COMSOL software

مقطع

کارشناسی ارشد

شماره دانشجویی

۴۰۳۱۱۴۹۸۸

انتخاب زمینه پژوهشی

برنامه علمی: شبکه های ارتباطی و حمل و نقل (واحد پیشرو: یادگار امام (ره) استان تهران)

زمینه پژوهشی: مدیریت انرژی جهت بهینه سازی مصرف سوخت تاریخ ثبت: ۱۴۰۵/۰۱/۰۷ ۲۲:۲۷:۰۰

در خودروهای هایبری

استاد راهنما، مشاور

کد کاربر	نام	نام خانوادگی	پست الکترونیک	محل کار	نوع استاد
۱۳۱۷۲				واحد یادگار امام خمینی (ره) شهر ری/دانشکده فنی - مهندسی و علوم پایه/گروه مکانیک خودرو	استاد راهنمای اول

اطلاعات پایان نامه/رساله

تعداد کل واحد پایان نامه/ رساله

۶

بیان مساله اساسی تحقیق به طور کلی

افزایش روزافزون تقاضای انرژی و محدودیت منابع فسیلی، ضرورت توسعه و بهینه سازی سامانه های انرژی تجدیدپذیر را بیش از پیش نمایان ساخته است. در این میان، انرژی خورشیدی به دلیل دسترسی گسترده، پاک بودن و پتانسیل بالا، یکی از مهم ترین گزینه ها برای تامین انرژی پایدار محسوب می شود. سامانه های فتوولتائیک (PV) قادر به تبدیل مستقیم تابش خورشیدی به انرژی الکتریکی هستند؛ با این حال، یکی از محدودیت های اساسی آن ها کاهش راندمان الکتریکی در اثر افزایش دمای سلول است. به طور معمول، با افزایش دمای سلول های خورشیدی، راندمان تبدیل انرژی الکتریکی کاهش می یابد که این امر عملکرد کلی سامانه را تحت تاثیر قرار می دهد.

برای غلبه بر این محدودیت، سامانه های ترکیبی فتوولتائیک-حرارتی (Photovoltaic/Thermal: PVT) توسعه یافته اند. در این سامانه ها، علاوه بر تولید برق، حرارت جذب شده توسط پنل نیز توسط

یک سیال عامل (مانند آب) بازیابی می شود. این فرآیند سبب کاهش دمای سلول های PV و در نتیجه افزایش راندمان الکتریکی

اهمیت و ضرورت انجام تحقیق

افزایش مصرف انرژی در جهان، کاهش منابع سوخت های فسیلی و پیامدهای زیست محیطی ناشی از استفاده گسترده از این منابع، ضرورت حرکت به سمت انرژی های تجدیدپذیر را به یک اولویت اساسی در سطح جهانی تبدیل کرده است. در این میان، انرژی خورشیدی به دلیل در دسترس بودن، پاک بودن و قابلیت بهره برداری در مقیاس های مختلف یکی از مهم ترین گزینه ها برای تامین انرژی پایدار به شمار می رود.

سامانه های فتوولتائیک (PV) به عنوان یکی از متداول ترین فناوری های تبدیل انرژی خورشیدی به الکتریسیته، با وجود مزایای فراوان، دارای محدودیت هایی هستند. یکی از مهم ترین چالش های این سامانه ها، کاهش راندمان الکتریکی در اثر افزایش دمای سلول خورشیدی است. به طور معمول، با افزایش دمای سلول، راندمان تبدیل انرژی الکتریکی کاهش می یابد و بخش قابل توجهی از انرژی تابشی به صورت حرارت اتلاف می شود. این موضوع نه تنها باعث کاهش بازدهی سیستم می شود، بلکه عمر مفید پنل را نیز تحت تاثیر قرار می دهد.

سامانه های فتوولتائیک-حرارتی (PVT) با هدف رفع این محدودیت توسعه یافته اند. این سامانه ها به طور هم زمان انرژی الکتریکی و حرارتی تولید می کنند و از طریق گردش سیال خنک کننده در پشت پنل، دمای سلول را کاهش داده و حرارت اتلافی را بازیابی می نمایند. در نتیجه، راندمان کلی سیستم افزایش یافته و بهره برداری بهینه تری از انرژی خورشیدی صورت می گیرد. با این حال، عملکرد این سامانه ها به عوامل متعددی نظیر دبی جرمی سیال، شدت تابش خورشیدی، شرایط محیطی، هندسه کانال های خنک کننده و خواص مواد وابسته است با توجه به پیچیدگی پدیده های همزمان انتقال حرارت، جریان سیال و تبدیل انرژی الکتریکی در سامانه های PVT، انجام تحلیل های تجربی به تنهایی نمی تواند پاسخگوی تمامی جنبه های طراحی و بهینه سازی باشد؛ زیرا آزمایش های عملی معمولاً پرهزینه، زمان بر و محدود به شرایط خاص هستند. در این راستا، تحلیل عددی مبتنی بر دینامیک سیالات محاسباتی (CFD) ابزاری قدرتمند برای بررسی دقیق توزیع دما، رفتار جریان، افت فشار و راندمان سیستم فراهم می کند.

ضرورت انجام این تحقیق از آن جهت است که با استفاده از شبیه سازی عددی می توان تاثیر پارامترهای مختلف طراحی و بهره برداری را به صورت کنترل شده بررسی نمود، شرایط بهینه عملکرد را تعیین کرد و راهکارهایی برای افزایش راندمان حرارتی و الکتریکی ارائه داد. نتایج این پژوهش می تواند در طراحی بهینه سامانه های PVT، کاهش اتلاف انرژی، افزایش بهره وری و توسعه کاربرد

مرور ادبیات و سوابق مربوطه

جنبه جدید بودن و نوآوری در تحقیق

با وجود انجام پژوهش های متعدد در زمینه سامانه های فتوولتائیک-حرارتی (PVT)، همچنان خلاهای علمی و فنی قابل توجهی در زمینه تحلیل دقیق رفتار حرارتی-الکتریکی و بهینه سازی عملکرد این سامانه ها وجود دارد. نوآوری های این تحقیق را می توان در محورهای زیر بیان نمود

۱- تحلیل همزمان و کوپل شده حرارتی-الکتریکی

در بسیاری از مطالعات پیشین، تمرکز صرفاً بر راندمان حرارتی یا الکتریکی بوده است؛ در حالی که در این پژوهش، رفتار حرارتی و عملکرد الکتریکی به صورت همزمان و وابسته به دمای سلول خورشیدی مدل سازی می شود. این رویکرد امکان ارزیابی دقیق راندمان کلی سیستم را فراهم می کند.

۲-مدل سازی سه بعدی انتقال حرارت مزدوج (CHT)

در این تحقیق، انتقال حرارت در جامدات (لایه های پنل) و سیال خنک کننده به صورت

کلمات کلیدی به فارسی

سامانه فتوولتائیک-حرارتی (PVT) آبی تحلیل عددی شبیه سازی راندمان حرارتی راندمان الکتریکی دبی جرمی تابش خورشیدی انتقال حرارت بهینه سازی عملکرد

کلمات کلیدی به انگلیسی

Photovoltaic-Thermal (PVT) system Water-based Numerical analysis Simulation Thermal efficiency Electrical efficiency Mass flow rate Solar irradiance Heat transfer Performance optimization

اهداف مشخص تحقیق

در صورت داشتن هدف کاربردی، نام بهره‌آوران (سازمان‌ها، صنایع و یا گروه ذینفعان)

سوال های تحقیق

چگونه می توان با استفاده از تحلیل عددی، عملکرد حرارتی و الکتریکی سامانه فتوولتائیک-حرارتی (PVT) آبی را ارزیابی و بهینه سازی نمود؟

فرضیه های تحقیق

بر اساس اهداف و سوالات مطرح شده در این پژوهش، فرضیه های زیر به منظور آزمون و ارزیابی در حین انجام تحلیل عددی تدوین شده اند:

فرضیه ۱: تاثیر دبی جرمی سیال خنک کننده بر راندمان

فرضیه: افزایش دبی جرمی سیال خنک کننده در سامانه PVT آبی، منجر به کاهش دمای سلول های خورشیدی و در نتیجه، افزایش راندمان الکتریکی و راندمان حرارتی سیستم خواهد شد، اما این افزایش تا رسیدن به یک نقطه بهینه، محدود است.

نحوه آزمون: شبیه سازی سامانه تحت دبی های جرمی متغیر و بررسی روند تغییرات دما و راندمان ها.

فرضیه ۲: تاثیر شدت تابش خورشیدی

فرضیه: با افزایش شدت تابش خورشیدی، دمای سلول های فتوولتائیک و سیال خنک کننده افزایش یافته و این امر باعث بهبود راندمان حرارتی، اما کاهش راندمان الکتریکی می شود.

نحوه آزمون: شبیه سازی سامانه تحت شدت های تابش متفاوت و تحلیل تاثیر آن بر پارامترهای عملکردی.

فرضیه ۳: وجود نقطه بهینه برای دبی جرمی

فرضیه: یک محدوده بهینه برای دبی جرمی سیال خنک کننده وجود دارد که در آن، راندمان کلی سیستم (مجموع راندمان حرارتی و الکتریکی) حداکثر می شود. فراتر از این محدوده، افزایش دبی، سود افزایش راندمان الکتریکی را با کاهش احتمالی راندمان حرارتی (به دلیل زمان تماس کمتر) یا افزایش افت فشار، جبران نمی کند.

نحوه آزمون: تحلیل نتایج شبیه سازی در دبی های مختلف و محاسبه راندمان کلی برای شناسایی نقطه یا بازه بهینه

فرضیه ۴: تاثیر توزیع دمایی بر عملکرد

فرضیه: توزیع نامتوازن دما در سطح سلول های فتوولتائیک و در طول کانال های خنک کننده، منجر به کاهش راندمان کلی سیستم نسبت به

حالتی است که دما به صورت یکنواخت تری توزیع شده باشد.

نحوه آزمون: بررسی پروفیل های دمایی به دست آمده از شبیه سازی و ارتباط آن با راندمان کلی.

فرضیه ۵: رابطه افت فشار و عملکرد حرارتی

فرضیه: افزایش دبی جرمی سیال، منجر به افزایش قابل توجه افت فشار در کانال های خنک کننده می شود که این امر می تواند به عنوان یک عامل محدودکننده در انتخاب دبی بهینه عمل کند.

نحوه آزمون: محاسبه افت فشار در شبیه سازی ها برای دبی های مختلف و مقایسه آن با روند افزایش راندمان حرارتی

تعریف واژه ها و اصطلاحات فنی و تخصصی

فهرست منابع و مآخذ (فارسی و غیر فارسی)

Incropera, F. P., DeWitt, D. P., Bergman, T. L., & Lavine, A. S. (۲۰۰۷). Fundamentals of Heat and Mass Transfer. John Wiley & Sons.

engel, Y. A., & Ghajar, A. J. (۲۰۱۵). Heat and Mass Transfer : Fundamentals and Applications. McGraw-Hill Education of Semiconductor Devices. John Wiley & Sons.

Green, M. A. (۲۰۰۳). Solar Cells: Operating Principles, Technology, and System Applications. University of New South Wales

Versteeg, H. K., & Malalasekera, W. (۲۰۰۷). An Introduction to Computational Fluid Dynamics : The Finite Volume Method. Pearson Education.

Patankar, S. V. (۱۹۸۰). Numerical Heat Transfer and Fluid Flow. Hemisphere Publishing Corporation

A., & Mat, S. (۲۰۱۰). A review of solar water collectors. Renewable and Sustainable Energy Reviews, ۱۴(۱), ۱۹۹-۲۱۳

Hasanuzzaman, M., Chow, T. T., & Rahim, N. A. (۲۰۱۶). Performance analysis of a hybrid photovoltaic-thermal water collector system. Applied Energy, ۱۷۷, ۴۴۷-۴۵۷.

Hasanuzzaman, M., Chow, T. T., & Rahim, N. A. (۲۰۱۶). Performance analysis of a hybrid photovoltaic-thermal water collector system. Applied Energy, ۱۷۷, ۴۴۷-۴۵۷.

پایش آزاد

چالش

اهداف غایی

اهداف عینی

راهبرد

منظومه

منظر

برنامه پژوهشی

هدف برنامه پژوهشی

زمینه پژوهشی

جدول زمانبندی مراحل اجرا

ردیف	مراحل اجرایی	زمان کل
۱	تاریخ دفاع نهایی	۴ ماه

کل مدت زمان اجرا: ۴ ماه

روش شناسی تحقیق

شرح کامل روش تحقیق بر حسب هدف، نوع داده ها و نحوه اجراء (شامل مواد، تجهیزات و استانداردهای مورد استفاده در قالب مراحل اجرایی تحقیق به تفکیک)

شرح روش تحقیق

این بخش به تشریح جامع روش تحقیق مورد استفاده در پروژه "تحلیل عددی سامانه فتوولتائیک-حرارتی (PVT) آبی" می پردازد. در این تحقیق، از روش تحلیل عددی (Numerical Analysis) با هدف شبیه سازی و پیش بینی عملکرد حرارتی و الکتریکی سامانه PVT آبی بهره گرفته خواهد شد.

۱. هدف تحقیق (Research Objective):

هدف اصلی این تحقیق، مدل سازی عددی و شبیه سازی عملکرد سامانه فتوولتائیک-حرارتی (PVT) آبی به منظور ارزیابی تاثیر پارامترهای کلیدی (مانند دبی جرمی سیال خنک کننده، شدت تابش خورشیدی، و پارامترهای طراحی) بر راندمان کلی (الکتریکی و حرارتی) و شناسایی شرایط عملیاتی بهینه است.

اهداف فرعی

توسعه و اعتبارسنجی یک مدل عددی دقیق برای سامانه PVT آبی.

تحلیل تاثیر پارامترهای عملیاتی (دبی، تابش، دمای محیط) بر عملکرد سامانه.

بررسی تاثیر پارامترهای طراحی (ابعاد کانال، جنس مواد) بر انتقال حرارت و افت فشار.

محاسبه راندمان الکتریکی و حرارتی و راندمان کلی سیستم.

شناسایی نقطه یا بازه بهینه عملکرد سیستم

۲. نوع داده ها (Data Types):

در این تحقیق، داده ها به دو دسته اصلی تقسیم می شوند:

داده های ورودی (Input Data):

خواص فیزیکی و ترموفیزیکی مواد: هدایت حرارتی، ظرفیت حرارتی ویژه، چگالی، ویسکوزیته (سیال خنک کننده، سلول PV، لایه جذب کننده، شیشه).

شرایط مرزی: شدت تابش خورشیدی (Irradiance)، دمای محیط (Ambient Temperature)، سرعت باد (برای ضریب انتقال حرارت جابجایی).

پارامترهای هندسی: ابعاد پنل PV، ابعاد کانال های آب، ضخامت لایه ها.

پارامترهای عملیاتی: دبی جرمی سیال خنک کننده.

داده های خروجی (Output Data):

دما: توزیع دمایی در لایه های مختلف سامانه (سطح سلول PV، سیال خنک کننده، لایه جاذب).

نرخ انتقال حرارت: نرخ انتقال حرارت به سیال خنک کننده، نرخ اتلاف حرارتی به محیط.

افت فشار: افت فشار سیال در کانال های خنک کننده.

راندمان: راندمان الکتریکی سلول PV، راندمان حرارتی جمع کننده آب، راندمان کلی سیستم.

توان خروجی: توان الکتریکی تولیدی و توان حرارتی جذب شده.

. نحوه اجرا (Methodology):

روش اجرای تحقیق شامل مراحل زیر است:

۳.۱. مواد و تجهیزات (Materials and Equipment):

از آنجایی که این تحقیق تحلیل عددی است، نیازی به ساخت یا استفاده از سامانه فیزیکی در مقیاس آزمایشگاهی در این مرحله نیست. اما در صورت نیاز به اعتبارسنجی مدل، ممکن است به داده های تجربی حاصل از مطالعات پیشین یا یک سامانه آزمایشی کوچک نیاز باشد.

نرم افزار شبیه سازی: یکی از نرم افزارهای معتبر تحلیل عددی در حوزه دینامیک سیالات و انتقال حرارت مانند:

ANSYS Fluent / CFX

COMSOL Multiphysics

OpenFOAM (برای رویکرد متن باز)

نرم افزار تحلیل داده و ترسیم نمودار:

MATLAB

Python (با کتابخانه هایی مانند NumPy, SciPy, Matplotlib)

دسترسی به پایگاه های داده علمی: برای جستجو و استخراج مقالات و داده های مورد نیاز.

. استانداردها (Standards):

استانداردهای تست پنل های خورشیدی: برای مقادیر مرجع راندمان الکتریکی و خواص سلول PV (مانند استانداردهای IEC ۶۱۲۱۵ و IEC ۶۱۷۳۰). این استانداردها برای تعیین شرایط استاندارد تست (STC : Standard Test Conditions) مفید هستند. استانداردهای مربوط به خواص مواد: برای اطمینان از دقت خواص فیزیکی و ترموفیزیکی مورد استفاده در مدل ۳.۳. مراحل انجام تحقیق (Research Steps):

تحقیق در این بخش به صورت مرحله ای و با رویکرد زیر دنبال خواهد شد:
مرحله ۱: مطالعات پیشین و جمع آوری اطلاعات (Literature Review & Data Collection)

بررسی جامع مقالات، کتب و گزارش های مرتبط با سیستم های PVT آبی، تحلیل عددی آن ها، و روش های مدل سازی. جمع آوری داده های مربوط به خواص فیزیکی و ترموفیزیکی مواد مورد استفاده (پنل PV، لایه های عایق، سیال خنک کننده مانند آب، مواد جذب کننده).

استخراج داده های تجربی یا نتایج شبیه سازی های معتبر از مقالات برای اعتبارسنجی (Validation) مدل نهایی.

مرحله ۲: توسعه مدل هندسی و شبکه بندی (Geometry Modeling & Meshing)
ترسیم مدل هندسی دقیق سامانه PVT آبی دو بعدی (۲D) یا سه بعدی (۳D) با استفاده از نرم افزار CAD داخلی محیط شبیه سازی (مانند ANSYS SpaceClaim یا مشابه آن).

تقسیم بندی هندسه به المان های کوچک (شبکه یا Mesh) جهت حل معادلات. انتخاب نوع شبکه (ساختاریافته یا بدون ساختار)، تراکم شبکه و بررسی تاثیر آن بر دقت و زمان محاسبات

مرحله ۳: تعریف معادلات حاکم و شرایط مرزی (Governing Equations & Boundary Conditions)

معادلات حاکم:

قوانین بقای مومنتم و انرژی: حل معادلات ناویه-استوکس (Navier-Stokes) برای جریان سیال و معادلات حاکم بر انتقال حرارت (هدایت، جابجایی، و تشعشع).

مدل سازی اثر فتوولتائیک: در نظر گرفتن تولید گرما ناشی از عدم تبدیل کامل انرژی خورشیدی به الکتریسیته و محاسبه توان الکتریکی خروجی بر اساس دما.

مدل سازی انتقال حرارت تشعشعی: در نظر گرفتن جذب تابش خورشیدی و تبادل حرارت تشعشعی با محیط اطراف.

شرایط مرزی (Boundary Conditions):

ورودی سیال: تعریف دبی جرمی یا سرعت ورودی و دمای سیال.

خروجی سیال: تعریف فشار یا شرایط جریانی در خروجی.

سطوح جامد: تعریف شرایط حرارتی و جابجایی بر روی سطوح خارجی (مانند ضریب جابجایی حرارت با هوا).

سطح پنل PV: اعمال شدت تابش خورشیدی، محاسبه جذب تابش و تولید حرارت داخلی.

مرحله ۴: تنظیمات شبیه سازی و حل (Solver Settings & Solution)

انتخاب مدل توربولانس مناسب (در صورت نیاز به تحلیل جریان آشفتنه).

انتخاب الگوریتم حل کننده (Solver) مناسب برای معادلات.

تنظیم پارامترهای حل (مانند نرخ همگرایی، تعداد تکرارها).

اجرای فرآیند حل عددی تا رسیدن به حالت پایدار (Steady-State) یا تحلیل گذرا (Transient)، بسته به هدف تحقیق.

مرحله ۵: اعتبارسنجی مدل (Model Validation)

مقایسه نتایج حاصل از شبیه سازی (مانند دما، راندمان با داده های تجربی موجود در مقالات معتبر یا داده های حاصل از آزمایش های واقعی (در

صورت دسترسی).

ارزیابی خطای مدل و در صورت نیاز، اصلاح پارامترهای مدل (مانند ضریب انتقال حرارت، خواص مواد) یا شبکه بندی برای بهبود دقت. مرحله ۶: تحلیل پارامتریک و مطالعات پارامتریک (Parametric & Sensitivity Analysis)

اجرای شبیه سازی برای مقادیر مختلف پارامترهای ورودی (دبی جرمی، شدت تابش، دمای محیط و غیره) بر اساس فرضیه های تحقیق. تحلیل حساسیت (Sensitivity Analysis) برای تعیین میزان تاثیر هر پارامتر بر خروجی های کلیدی (راندمان، دما). رسم نمودارهای دوبعدی و سه بعدی برای نمایش توزیع دما، سرعت، و نتایج عملکردی. مرحله ۷: تحلیل نتایج و نتیجه گیری (Results Analysis & Conclusion)

تجزیه و تحلیل داده های خروجی حاصل از شبیه سازی ها. مقایسه نتایج با فرضیه های تحقیق و استخراج نتایج علمی. شناسایی شرایط بهینه عملکرد سامانه.

جامعه آماری، روش نمونه‌گیری و حجم نمونه (در صورت وجود و امکان)

شرح کامل روش (میدانی، کتابخانه‌ای) و ابزار (مشاهده و آزمون، پرسشنامه، مصاحبه، فیش برداری و غیره) گردآوری داده‌ها

شرح روش تحقیق (تکمیل شده با روش ها و ابزارهای گردآوری داده)

این بخش، روش تحقیق را با جزئیات بیشتری در مورد نحوه گردآوری داده ها، شامل روش های میدانی و کتابخانه ای، و ابزارهای مرتبط تکمیل می کند.

۱- روش تحقیق (Research Methodology):

این تحقیق از روش تحقیق توصیفی-تحلیلی با رویکرد کمی و اتکا بر تحلیل عددی بهره می برد. هدف، توصیف عملکرد سامانه PVT آبی تحت شرایط مختلف و تحلیل عوامل موثر بر آن از طریق شبیه سازی کامپیوتری است

۲- روش های گردآوری داده ها (Data Collection Methods):

برای این پروژه، دو روش اصلی گردآوری داده ها مورد استفاده قرار خواهند گرفت:

۲.۱. روش کتابخانه ای (Library Research Method)

این روش، اساس و پایه اصلی گردآوری داده ها در این تحقیق را تشکیل می دهد، زیرا پروژه بر تحلیل عددی متکی است.

هدف: جمع آوری اطلاعات نظری، پارامترهای مدل، داده های تجربی موجود برای اعتبارسنجی، و آخرین دستاوردهای علمی در زمینه سامانه های PVT آبی و روش های تحلیل عددی آن ها.

نحوه اجرا:

جستجوی مقالات علمی: استفاده از پایگاه های داده معتبر (Google Scholar, Scopus, Web of Science, ScienceDirect) و غیره) با کلیدواژه های مرتبط (مانند "PVT water collector", "numerical simulation", "CFD analysis", "solar thermal efficiency", "photovoltaic thermal performance")

بررسی کتب مرجع: مطالعه کتب تخصصی در حوزه های انتقال حرارت، فتوولتائیک، و دینامیک سیالات محاسباتی (CFD) برای درک مبانی نظری و معادلات حاکم.

استفاده از پایان نامه ها و رساله های دکتری: جستجو برای تحقیقات مشابه که ممکن است جزئیات روش شناختی، مدل های عددی، و داده های تجربی مفیدی را ارائه دهند.

گردآوری داده های فنی: جمع آوری مشخصات فنی پنل های PV، خواص مواد (هدایت حرارتی، ظرفیت ویژه، چگالی، ضریب انبساط)، و

مشخصات سیال خنک کننده از منابع معتبر (کاتالوگ تولیدکنندگان، مقالات

۲.۲. روش میدانی (Field Research Method):

این روش به طور مستقیم در این تحقیق برای جمع آوری داده های اولیه استفاده نخواهد شد، زیرا تمرکز بر شبیه سازی است. اما در صورت نیاز به اعتبارسنجی مدل یا در پروژه های تکمیلی، می تواند کاربرد داشته باشد

کاربرد احتمالی (در صورت نیاز به اعتبارسنجی):

نصب و راه اندازی یک سامانه PVT آبی کوچک آزمایشی: برای جمع آوری داده های دمایی و عملکردی واقعی.

مراجعه به آزمایشگاه های تخصصی: در صورت دسترسی، برای استفاده از داده های تجربی موجود.

نحوه اجرا (در صورت کاربرد):

نصب سنسورها: استفاده از ترموکوپل ها، RTD ها، یا سنسورهای دما برای اندازه گیری دمای سطوح مختلف پنل، سیال ورودی و خروجی.

نصب سنسورهای دبی: استفاده از فلومتر برای اندازه گیری دقیق دبی سیال خنک کننده.

استفاده از پیرانومتر: برای اندازه گیری شدت تابش خورشیدیدیتالاگر (Data Logger): برای ثبت پیوسته و خودکار داده های اندازه گیری شده.

. ابزارهای گردآوری داده ها (Data Collection Tools):

بر اساس روش های ذکر شده، ابزارهای زیر به کار گرفته خواهند شد:

۳.۱. ابزارهای مرتبط با روش کتابخانه ای

۳.۱. ابزارهای مرتبط با روش کتابخانه ای:

فیش برداری (Note-taking/Carding):

هدف: ثبت دقیق اطلاعات کلیدی از مقالات، کتب و منابع دیگر شامل: مفاهیم، معادلات، روش های عددی، داده های تجربی و نتایج، و مشخصات فنی.

نحوه اجرا: تهیه فیش های کاغذی یا دیجیتالی (با استفاده از نرم افزارهایی مانند Zotero, Mendeley, EndNote یا حتی فایل های متنی ساده). هر فیش باید شامل اطلاعات منبع (نام نویسنده، سال انتشار، عنوان مقاله/کتاب، صفحه)، چکیده اطلاعات، و ذکر منبع دقیق باشد. این کار برای استناددهی صحیح و بازگشت سریع به منابع اصلی ضروری است. جستجوگرهای هوشمند و پایگاه های داده: ابزارهای اصلی برای یافتن منابع علمی.

۳.۲. ابزارهای مرتبط با روش میدانی (در صورت کاربردمشاهده (Observation):

هدف: بررسی بصری رفتار سامانه در شرایط عملیاتی (در صورت ساخت یا دسترسی به نمونه فیزیکی). مثلاً مشاهده یخ زدگی در شرایط خاص یا وضعیت ظاهری پنل ها.

نحوه اجرا: ثبت مشاهدات عینی و منظم در طول دوره جمع آوری داده های میدانی.آزمون (Experimentation):

هدف: اندازه گیری دقیق پارامترهای عملکردی سامانه (دما، دبی، تابش، توان الکتریکی و حرارتی) تحت شرایط کنترل شده.

نحوه اجرا: استفاده از ابزارهای اندازه گیری دقیق (سنسورها، دیتالاگرها) و اجرای پروتکل های آزمون مشخص.

پرسشنامه (Questionnaire):

هدف: جمع آوری نظرات، تجربیات، یا اطلاعات خاص از متخصصان یا کاربران (اگر تحقیق شامل جنبه های ارزیابی رضایت، نیازسنجی، یا جمع آوری دیدگاه های کارشناسی باشد نحوه اجرا: طراحی پرسشنامه استاندارد با سوالات بسته (چند گزینه ای، رتبه بندی) و باز (تشریحی). توزیع پرسشنامه به جامعه هدف و جمع آوری پاسخ ها. (این ابزار برای تحقیق حاضر کمتر کاربرد دارد مگر در فازهای توسعه یا کاربرد نهایی مصاحبه (Interview):

هدف: کسب اطلاعات عمیق تر و جزئی تر از متخصصان، کارشناسان یا افرادی که تجربه کار با سامانه های مشابه را دارند.

نحوه اجرا: طراحی سوالات مصاحبه (ساختاریافته یا نیمه ساختاریافته) و انجام مصاحبه حضوری، تلفنی یا آنلاین. (این ابزار نیز برای تحقیق حاضر کمتر کاربرد دارد مگر برای جمع آوری اطلاعات تکمیلی از متخصصان خلاصه:

برای پروژه "تحلیل عددی سامانه PVT آبی"، روش کتابخانه ای با استفاده از فیش برداری و ابزارهای جستجوی علمی، روش اصلی گردآوری داده های مورد نیاز برای مدل سازی خواهد بود. روش میدانی و ابزارهایی مانند آزمون و مشاهده تنها در صورت نیاز به اعتبارسنجی مدل با داده های تجربی واقعی، مورد توجه قرار خواهند گرفت. پرسشنامه و مصاحبه در این چارچوب تحقیقاتی کمتر کاربرد دارند.

روش ها و ابزار تجزیه و تحلیل داده ها

روش و ابزار تجزیه و تحلیل داده ها

در این پروژه، تجزیه و تحلیل داده های حاصل از شبیه سازی عددی و مقایسه آن با داده های مرجع (در صورت وجود) با استفاده از روش ها و ابزارهای کمی و تحلیلی انجام خواهد شد.

۱. روش تجزیه و تحلیل داده ها (Data Analysis Methods):

روش های اصلی تحلیل داده ها عبارتند از:

۱.۱. تحلیل عددی نتایج شبیه سازی (Numerical Simulation Results Analysis):

هدف: استخراج و تفسیر کمی و کیفی پارامترهای عملکردی سامانه PVT آبی از خروجی های نرم افزار شبیه سازی. نحوه اجرا:

تحلیل توزیع ها (Distribution Analysis): بررسی توزیع دما، سرعت سیال، و فشار در نواحی مختلف هندسه شبیه سازی شده. این تحلیل به درک چگونگی انتقال حرارت و جریان در سیستم کمک می کند.

محاسبه مقادیر متوسط و کل (Average & Integral Calculations): محاسبه مقادیر متوسط دما در سطوح کلیدی، دبی حجمی، و انتگرال گیری از پروفیل های حرارتی یا جریانی برای به دست آوردن مقادیر کل (مانند کل انرژی حرارتی منتقل شده).

تحلیل روند (Trend Analysis): بررسی چگونگی تغییر پارامترهای خروجی (مانند راندمان الکتریکی، راندمان حرارتی، دمای خروجی سیال) با تغییر پارامترهای ورودی (مانند دبی جرمی، شدت تابش). این تحلیل برای درک روابط بین متغیرها و آزمون فرضیه ها ضروری است. تحلیل حساسیت (Sensitivity Analysis): تعیین میزان تاثیر هر یک از پارامترهای ورودی بر پارامترهای کلیدی خروجی. این کار به شناسایی مهم ترین عوامل موثر بر عملکرد سامانه کمک می کند.

بهینه سازی (Optimization): در صورت لزوم، با استفاده از نتایج شبیه سازی پارامتریک، شرایطی که منجر به حداکثر راندمان کلی یا پارامتر مطلوب دیگر می شود، شناسایی خواهد شد.

۱.۲. تحلیل مقایسه ای و اعتبارسنجی (Comparative Analysis & Validation):

هدف: مقایسه نتایج حاصل از شبیه سازی با داده های تجربی یا نتایج مطالعات پیشین برای تایید دقت و اعتبار مدل عددی.

نحوه اجرا:

محاسبه خطای نسبی (Relative Error Calculation): مقایسه مقادیر شبیه سازی شده با داده های مرجع و محاسبه درصد خطا.
تحلیل نموداری (Graphical Comparison): رسم نمودارهای مقایسه ای (مانند دما بر حسب زمان، راندمان بر حسب دبی) برای داده های شبیه سازی و داده های مرجع.

شاخص های ارزیابی دقت: استفاده از معیارهایی مانند میانگین مربعات خطا (RMSE) یا میانگین خطای مطلق (MAE) در صورت نیاز به ارزیابی آماری دقیق.

۱.۳. تحلیل آماری (Statistical Analysis):

هدف: در صورت انجام چندین شبیه سازی با پارامترهای مختلف یا در صورت استفاده از داده های میدانی، تحلیل آماری برای شناسایی روابط معنی دار و بررسی سطح اطمینان نتایج به کار می رود.

نحوه اجرا: محاسبه میانگین، انحراف معیار، و انجام آزمون های آماری (مانند t-test یا ANOVA) در صورت نیاز.

۲. ابزار تجزیه و تحلیل داده ها (Data Analysis Tools):

ابزارهای اصلی مورد استفاده برای تجزیه و تحلیل داده ها عبارتند از:

۲.۱. نرم افزارهای شبیه سازی (Simulation Software):

ANSYS Fluent/CFX, COMSOL Multiphysics, OpenFOAM: این نرم افزارها علاوه بر قابلیت شبیه سازی، ابزارهای داخلی برای استخراج داده های خروجی (مانند دما، فشار، سرعت، نرخ حرارت) و همچنین ابزارهایی برای بصری سازی نتایج (مانند کانتورهای دما، خطوط جریان) را فراهم می کنند.

۲.۲. نرم افزارهای تحلیل داده و ترسیم نمودار (Data Analysis & Plotting Software):

MATLAB:

قابلیت ها: بسیار قدرتمند برای محاسبات عددی، پردازش سیگنال، تحلیل آماری، و تولید نمودارهای متنوع و با کیفیت بالا. امکان نوشتن اسکریپت های سفارشی برای استخراج، پردازش و تحلیل خودکار داده ها.

کاربرد: خواندن داده های خروجی از فرمت های مختلف (مانند .txt, .csv)، انجام محاسبات راندمان، تحلیل روند، رسم نمودارهای دوبعدی و سه بعدی (مانند نمودار دما بر حسب دبی، کانتورهای دما، سطوح پاسخ).

Python (با کتابخانه های مرتبط):

کتابخانه ها: NumPy (برای محاسبات عددی)، SciPy (برای محاسبات علمی و آماری)، Pandas (برای مدیریت و تحلیل داده های جدولی)، Matplotlib و Seaborn (برای بصری سازی و ترسیم نمودار).

قابلیت ها: مشابه MATLAB، انعطاف پذیری بالا در پردازش و تحلیل داده ها، و امکان اتوماسیون فرایندها.

کاربرد: خواندن و پردازش داده های حجیم، محاسبه پارامترهای عملکردی، انجام تحلیل های آماری، و تولید نمودارهای سفارشی.

۲.۳. ابزارهای بصری سازی (Visualization Tools):

قابلیت های داخلی نرم افزارهای شبیه سازی: برای نمایش توزیع های مکانی (کانتور، وکتور، خطوط جریان).

MATLAB & Python: برای تولید نمودارهای پیشرفته و سفارشی که درک نتایج را تسهیل می کنند.

۲.۴. ابزارهای مقایسه و محاسبه خطا:

توابع و اسکریپت های سفارشی: نوشته شده در MATLAB یا Python برای محاسبه مستقیم مقادیر خطا (مانند RMSE، خطای نسبی) بین داده های شبیه سازی و داده های مرجع. فرآیند کلی تجزیه و تحلیل:

استخراج داده ها: داده های خام (دما، فشار، سرعت، راندمان و...) از خروجی نرم افزار شبیه سازی استخراج می شوند. پردازش اولیه: داده ها در نرم افزار تحلیل (MATLAB/Python) بارگذاری و در صورت نیاز، پاک سازی یا نرمال سازی می شوند. محاسبات پارامترهای عملکردی: راندمان الکتریکی، حرارتی، کلی، افت فشار، و سایر پارامترهای مورد نظر محاسبه می شوند. بصری سازی: نتایج به صورت نمودارها و کانتورهای مناسب نمایش داده می شوند. تحلیل روند و حساسیت: روابط بین متغیرها بررسی و تاثیر پارامترها ارزیابی می شود. اعتبارسنجی: نتایج با داده های مرجع مقایسه و دقت مدل ارزیابی می گردد. نتیجه گیری: یافته های کلیدی استخراج و در قالب نتایج تحقیق ارائه می شوند.

جدول متغیرها

برای جدول متغیرها هیچ داده ای ثبت نشده است.